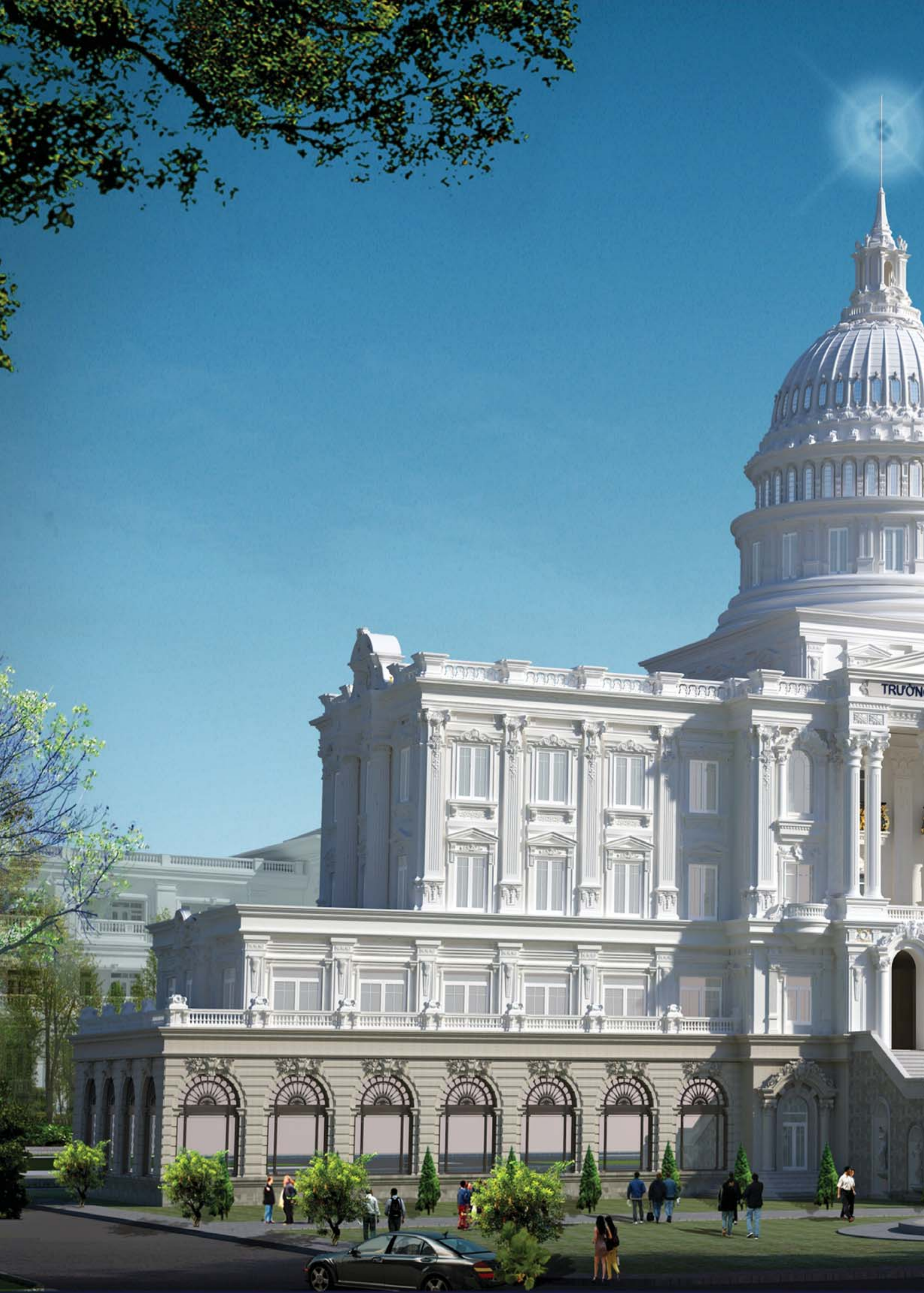
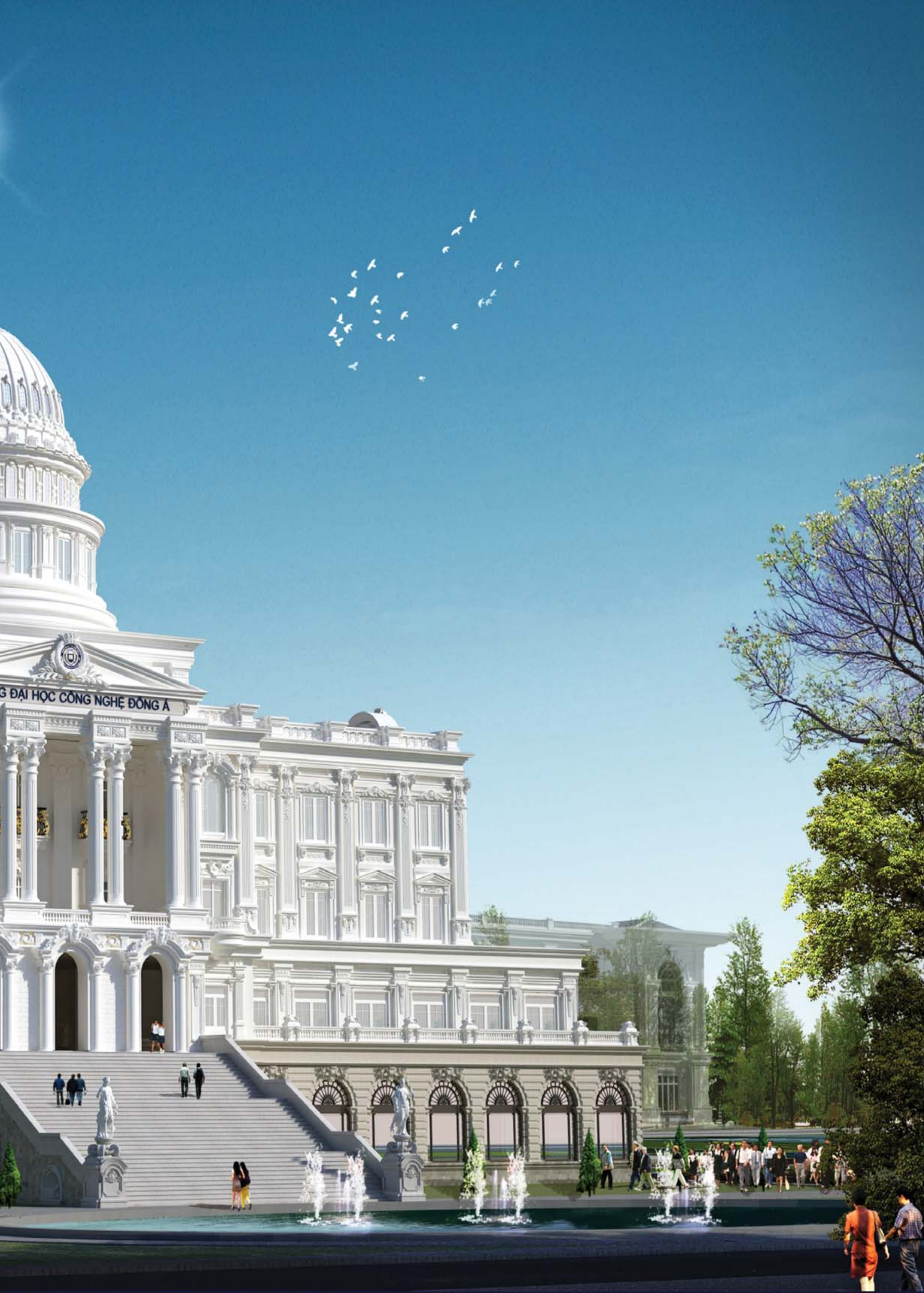
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ ĐÔNG Á
EAST ASIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

HỘI NGHỊ KHOA HỌC

10 năm
(2008-2018)
THÀNH LẬP VÀ PHÁT TRIỂN

BẮC NINH, 11/2018




G ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ ĐÔNG Á

BAN KHOA HỌC VÀ BIÊN TẬP

LỜI GIỚI THIỆU

Trường Đại học Công Nghệ Đông Á được thành lập từ năm 2008 với 12 ngành Đào tạo: Công nghệ kĩ thuật Nhiệt, Công nghệ kĩ thuật Điều khiển - Tự động hoá, Công nghệ kĩ thuật Thông tin, Công nghệ Thực phẩm, Công nghệ chế tạo máy, Kĩ thuật Xây dựng, Quản trị Kinh doanh, Tài chính - Ngân hàng, Kế toán, Dược học và Điều dưỡng. Trường đại học Công nghệ Đông Á đang áp dụng các phương pháp giảng dạy hiện đại với các giáo trình tiên tiến hiện được sử dụng ở trong nước và các nước công nghiệp phát triển nhằm mục đích đào tạo những chuyên gia có trình độ cao đáp ứng được nhu cầu thực tế. Theo chiến lược phát triển Khoa học và Công nghệ quốc gia giai đoạn 2011-2020, Trường Đại học Công nghệ Đông Á đã đề ra mục tiêu và động lực cho sự phát triển của Nghiên cứu khoa học và Chuyển giao công nghệ, để tạo bước phát triển đột phá, nâng cao chất lượng đào tạo, thu hút các nguồn nhân lực, là tiền đề góp phần quan trọng khẳng định uy tín, thương hiệu và vị thế của Trường. Sản phẩm của các đề tài nghiên cứu khoa học là các bài báo công bố kết quả nghiên cứu mới.

Nhằm tăng cường năng lực hợp tác trong đào tạo và nghiên cứu, Trường Đại học Công Nghệ Đông Á tổ chức Hội thảo Khoa học nhân kỉ niệm 10 năm thành lập Trường. Hội thảo là nơi gặp gỡ, trao đổi kinh nghiệm, hợp tác giữa các nhà nghiên cứu và doanh nghiệp với các chủ đề chính: Xu hướng Công nghệ 4.0 trong các ngành đào tạo và ứng dụng; kĩ thuật quá trình và thiết bị mới trong ngành Nhiệt lạnh, Điều khiển - Tự động hoá, Công nghệ Thông tin, Cơ khí chế tạo và Công nghệ Thực phẩm; Định hướng và chiến lược trong ngành Quản trị Kinh doanh, Tài chính - Ngân hàng.

Trong 52 bài gửi đến Hội thảo, có 30 bài (gồm 20 bài tiếng Việt và 10 bài tiếng Anh) đã được bình duyệt, lựa chọn để biên tập.

Ban Tổ chức hội thảo nhiệt liệt hoan nghênh và chân thành cảm ơn sự tham gia nhiệt tình của các nhà khoa học và doanh nghiệp. Xin cảm ơn nhà tài trợ chính Tập đoàn Cơ Nhiệt Điện Lạnh Bách Khoa (POLYCO GROUP) luôn song hành với vai trò nhà đầu tư chủ chốt trong mọi hoạt động chiến lược của Trường.

Ban Biên soạn

Nghiên cứu giải pháp tiết kiệm năng lượng hệ thống lạnh và ứng dụng trong nhà máy bia

>GS.TS ĐINH VĂN THUẬN, TS. ĐINH VĂN THÀNH, ThS. PHAN CÔNG THỊNH*

TÓM TẮT

Nghiên cứu giải pháp tiết kiệm năng lượng hệ thống lạnh và ứng dụng trong các hệ thống lạnh công nghiệp nói chung và trong các nhà máy bia nói riêng nhằm nâng cao hệ số làm lạnh COP của máy nén, giúp giảm tiêu hao điện năng sử dụng trong quá trình vận hành máy hệ thống thiết bị so với hệ thống lạnh truyền thống. Kết quả tích cực này góp phần không nhỏ đối với sự phát triển kinh tế - xã hội nói chung, cũng như trong ngành bia, rượu, nước giải khát nói riêng, giảm thiểu chi phí vận hành, giảm giá thành sản phẩm, nâng cao sức cạnh tranh.

Từ khóa: *Hệ thống lạnh, phân tầng nhiệt, hệ số làm lạnh COP*
Keywords: *Refrigeration system, thermal stratification, COP cooling coefficient.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tiết kiệm năng lượng đã và đang được triển khai phổ biến trong sản xuất công nghiệp. Trong đó, ngành rượu bia, nước giải khát được chú trọng quan tâm, đặc biệt là các nhà máy sản xuất bia. Trong sản xuất bia, nhiệt lạnh cần là lớn để cung cấp cho quá trình lên men, hạ nhiệt của dịch, bảo quản bia thành phẩm.

Trong khi đó, hầu hết các hệ thống lạnh đang sử dụng trong các nhà máy bia tại Việt Nam thường theo công nghệ truyền thống, sử dụng chất tải lạnh nước muối, dàn chìm làm lạnh nước 2^{o}C tại bể. Tuy nhiên, công nghệ có nhiều nhược điểm như tốn không gian cho công tác xây dựng các bể lạnh, suất đầu tư thiết bị lớn để dập được phụ tải đỉnh, cũng như không khai thác được tối đa năng suất máy. Để khắc phục nhược điểm của công nghệ truyền thống, công nghệ lạnh sử dụng chất tải lạnh Glycol để sản xuất nước 2^{o}C qua dàn lạnh tấm bản được thay thế, nhưng giải pháp này cũng gặp một số khó khăn. chưa hoàn thiện khi thường xảy ra hiện tượng đóng băng tại dàn lạnh do điều khiển không tốt. Bởi vậy, định hướng nghiên cứu, cải tiến bổ sung thêm bơm

* Đại học Công nghệ Đông Á.

tuần hoàn tại dàn lạnh nhằm tăng lưu lượng tuần hoàn hạn chế hiện tượng đóng băng. Đồng thời, thiết kế hệ thống lạnh phân tầng nhằm tối ưu năng lượng tiêu thụ, hoạt động ổn định và có tính dự phòng thay thế cao của hệ thống lạnh, phù hợp với điều kiện Việt Nam và đặc biệt là tiết kiệm được năng lượng là rất cần thiết và cấp bách cho ngành bia.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu

Dựa vào hệ thống lạnh truyền thống hiện hữu tại các Nhà máy bia, tiến hành đánh giá, phân tích cải tạo cụm thiết bị từ chế độ làm lạnh truyền thống sang chế độ làm lạnh phân tầng đạt hiệu quả cao như: bổ sung thiết bị, phụ kiện, cải tạo thiết bị chế tạo trong nước, kết nối đường ống phù hợp với công nghệ phân tầng.

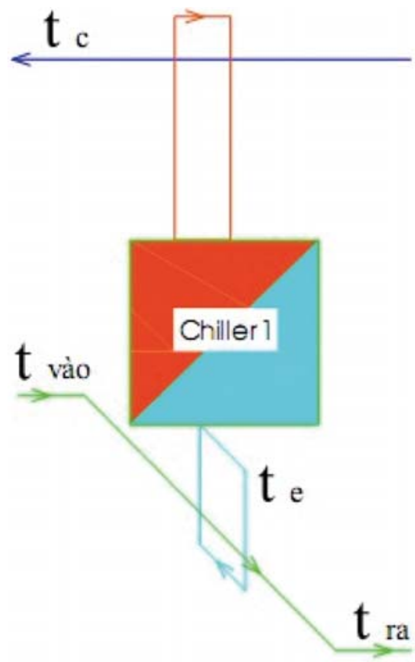
Phương pháp

Giải pháp kỹ thuật

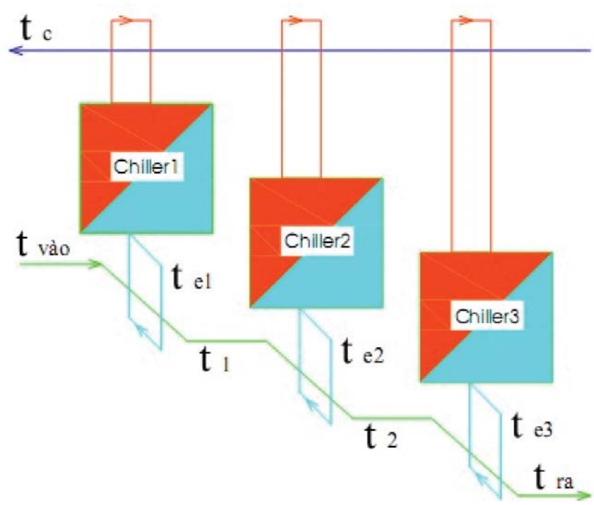
Qua kiểm tra thực tế hệ thống lạnh đang được sử dụng rộng rãi tại các nhà máy bia, nhận thấy tại cụm thiết bị sản xuất nước 2°C phục vụ cho công tác làm lạnh dịch bia sau quá trình lắng xoáy trước khi vào tank lên men, dải nhiệt độ chất tải lạnh glycol làm việc và năng lượng tiêu tốn tại đây tương đối lớn. Do đó, cụm thiết bị thường được lắp đặt chạy song song với cùng một chế độ làm việc theo công nghệ truyền thống không mang lại hiệu quả cao và đòi hỏi phải lựa chọn phương pháp tiết kiệm năng lượng tối ưu hơn, đáp ứng làm lạnh hiệu quả, nâng cao hiệu suất thiết bị và tiết kiệm chi phí vận hành. Giải pháp công nghệ được nghiên cứu thay thế mà nhóm tác giả muốn đề cập đến đó là giải pháp phân tầng nhiệt trong hệ thống lạnh.

Phân tích giải pháp:

Công nghệ lạnh truyền thống được sử dụng rộng rãi trong các nhà máy bia hiện nay: Sử dụng các cụm thiết bị lạnh lắp song song với nhau và được vận hành cùng một chế độ làm việc (nhiệt độ bay hơi/ ngưng tụ môi chất lạnh: $t_{e1} = t_{e2} = t_{e3} = t_e$; $t_{c1} = t_{c2} = t_{c3} = t_c$). Chi tiết được mô phỏng qua sơ đồ trên Hình 1.



*Hình 1. Sơ đồ công nghệ lạnh truyền thống**



Hình 2.Sơ đồ công nghệ lạnh phân tầng nhiệt

Công nghệ lạnh phân tầng nhiệt:

Sử dụng các cụm thiết bị lạnh lắp nối tiếp với nhau và được vận hành theo cơ chế phân tầng nhiệt, có chế độ làm việc khác nhau (nhiệt độ bay hơi/ ngưng tụ môi chất lạnh các cấp: $t_{e1} > t_{e2} > t_{e3} > t_{e4}$; $t_{c1} = t_{c2} = t_{c3} = t_c$).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Ứng dụng giải pháp tiết kiệm năng lượng theo cơ chế phân tầng nhiệt cho Hệ thống lạnh tại Nhà máy Bia Sài Gòn - Hà Nội.

Để hạ nhiệt độ Glycol từ 30°C (Glycol từ thiết bị sản xuất nước 2°C của nhà nấu bia) về 2,6°C, nhóm tác giả chọn 3 cấp hạ nhiệt độ.

Dựa vào phần mềm tính chọn máy nén của hãng Mycom và tính chọn các cấp hạ nhiệt độ ta có kết quả như mô tả bảng 1.

Bảng 1.Số liệu tính toán và so sánh hệ thống lạnh truyền thống và theo cơ chế phân tầng nhiệt

Tc (C)	Te (C)	T (C)	Điện tiêu thụ (BKW)	Năng suất lạnh (kW)	Hệ số làm lạnh, COP
Hệ thống lạnh truyền thống:					
37	-1	38	155	704,2	4,54
Hệ thống lạnh theo cơ chế phân tầng nhiệt					
37	15	22	31,2	321,5	10,3
37	6	31	33	224,1	6,79
37	-1	38	31,7	161	5,08
Tổng	95.9	706.6	7,37		

Chủng loại máy nén lạnh hãng Mycom (Nhật Bản) được lựa chọn cho hệ thống lạnh theo cơ chế phân tầng nhiệt tại Nhà máy Bia Sài Gòn - Hà Nội là máy nén pít tông 1 cấp, model N8K, sử dụng môi chất lạnh NH_3.

Thiết bị trao đổi nhiệt (dàn bay hơi) cho các cấp sử dụng kiểu dàn lạnh tấm bản hãng Hisaka

Bảng 2.So sánh tiêu hao nhiên liệu cho 1000 lít bia thành phẩm

Nhiên liệu	Đơn vị	Công nghệ tốt nhất	Mức hiện tại ở Việt Nam	Thực tế tại Nhà máy Bia Sài Gòn - Hà Nội	
				Năm 2009	Năm 2010
Điện	kWh	80-120	100-300	140,31	108,54

(Theo tài liệu: Sản xuất sạch hơn trong ngành bia của Bộ Công Thương)

(Nhật Bản) với năng suất lạnh tương ứng, mang lại hiệu quả trao đổi nhiệt cao và tiết kiệm không gian lắp đặt.

Nhà máy bia Sài Gòn - Hà Nội chính thức được đưa vào hoạt động thử từ tháng 10/2008, và chính thức hoạt động vào đầu năm 2009. Sau một năm tiếp nhận chuyển giao công nghệ và vận hành, từ năm 2010 Nhà máy đã bắt đầu quan tâm đến vấn đề tiết kiệm năng lượng trong quá trình vận hành và sản xuất. Kết quả so sánh mức tiêu hao nhiên liệu cho 1000 lít bia thành phẩm giữa hệ thống lạnh truyền thống (năm 2009) và hệ thống lạnh theo cơ chế phân tầng nhiệt thu được theo bảng 2 rất khả quan, góp phần đưa công ty vượt qua khó khăn của sự khủng hoảng kinh tế.

4. KẾT LUẬN

Qua bảng tổng hợp kết quả cho thấy, giải pháp sử dụng cụm thiết bị lạnh phân tầng có các ưu điểm lớn so với cụm thiết bị lạnh truyền thống. Cụ thể:

*** Hiệu suất làm lạnh tăng:**

Hệ số làm lạnh COP theo giải pháp truyền thống chỉ đạt 4,54, trong khi theo giải pháp phân tầng nhiệt đạt 7,37.

*** Giảm tiêu hao điện năng tiêu thụ:**

Hệ thống thiết kế có cùng năng suất lạnh, nhưng công suất điện tiêu thụ khi toàn bộ dây chuyền thiết bị hoạt động 100% năng suất theo giải pháp truyền thống là 155 kW, trong khi theo giải pháp phân tầng nhiệt là 95,9 kW và lượng điện tiêu thụ tiết kiệm được khi sử dụng giải pháp phân tầng nhiệt được xác định: [(155 - 95,9)*100]/155 = 38,13%

Tăng tuổi thọ thiết bị do cụm thiết bị có chế độ làm việc ít khắc nghiệt hơn nhờ cơ chế phân tầng nhiệt.

*** Thời gian hoàn vốn nhanh: 5-6 năm.**

Như vậy, giải pháp đề ra đã mang lại những hiệu quả lớn lao và đã được Tổng thầu Polyco cùng Trường Đại học Công nghệ Đông Á ứng dụng trong các Nhà máy bia như:

+ Nhà máy Bia Sài Gòn - Hà Nội

+ Nhà máy Bia Sài Gòn - Sóc Trăng

+ Nhà máy Bia Sài gòn - Vĩnh Long

+ Nhà máy Bia Sài Gòn - Cần Thơ

+ Nhà máy Bia Sài gòn - Khánh Hòa

+ Nhà máy Bia Sài gòn - Ninh Thuận

+ Nhà máy Bia Sài gòn - Đồng Tháp

+ Nhà máy Bia Sài gòn - Bình Dương

+ Nhà máy Bia Hoàng Quỳnh

+ Nhà máy Bia Sài Gòn - Quy Nhơn

+ Nhà máy Bia Sài Gòn - Quảng Ngãi

Và hướng tới cần phải được áp dụng rộng rãi nhiều hơn nữa cho các ngành công nghiệp lạnh nói chung. Đặc biệt là trong hoàn cảnh hiện nay, khi nguồn năng lượng đang ngày càng cạn kiệt, luôn đòi hỏi tối ưu hoá trong việc sử dụng tiết kiệm năng lượng thì đây là dự án hoàn toàn khả thi và có độ tin cậy cao. ❖

SUMARY

Research on energy saving solutions of refrigeration systems and application in industrial refrigeration systems in general and in breweries in particular to improve the COP of the compressor, reducing the power consumption in the operation compared to traditional refrigeration system. This positive result contributes significantly to the socio-economic development in general as well as to the beer, wine and beverage industry in particular, minimizing operating costs, reducing production costs and improving competitiveness.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy (1996) - Môi chất lạnh - Nxb Giáo dục.

[2] Đinh Văn Thuận, Võ Chí Chính (2005), Hệ thống máy và thiết bị lạnh - Xuất bản năm 2005 3. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy (2007), Máy và thiết bị lạnh, Nxb Giáo dục. 4. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy, Đinh Văn Thuận (2011), Kỹ thuật lạnh ứng dụng, Nxb Giáo dục.

[3] Nhà máy Bia Sài Gòn - Hà Nội - Số liệu khảo sát - Năm 2018

[4] MAYEKAWA - Phần mềm lựa chọn máy nén lạnh Mycom W2016.ver 1.

Tiết kiệm năng lượng bằng sấy gián đoạn kết hợp trong hệ thống sấy bơm nhiệt

>GS.TS NGUYỄN ĐỨC LỢI[1]; GS.TS ĐINH VĂN THUẬN[1]; TS. NGUYỄN MẠNH HÙNG[2]

TÓM TẮT

Bài báo trình bày phương pháp sấy mới tiết kiệm năng lượng trên cở sở kết hợp các phương thức sấy gián đoạn phổ biến áp dụng trong hệ thống sấy bơm nhiệt vận hành theo mẻ. Trong một chu kì sấy theo phương pháp này, vật liệu sấy được cấp nhiệt với mức nhiệt cao trong thời gian ngắn, tiếp đến là ủ, cấp nhiệt trung bình và cuối cùng là ủ. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy, với hệ thống sấy bơm nhiệt hai nhiệt độ sôi HS-01 (hệ thống có khả năng đáng ứng được nhu cầu cấp nhiệt theo phương án nêu trên), khả năng tiết kiệm năng lượng có thể đạt 29,7% trong khi thời gian sấy tổng chỉ tăng 20%. Kết quả nghiên cứu góp phần khẳng định ưu điểm của sấy gián đoạn trong việc giải quyết vấn đề tiết kiệm năng lượng hiện nay ở Việt nam và trên thế giới.

Từ khóa: *sấy gián đoạn (SGĐ), sấy gián đoạn kết hợp, thời gian sấy (TGS), vật liệu sấy (VLS), quá trình sấy (QTS), tác nhân sấy (TNS), động học quá trình sấy, sấy bơm nhiệt.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, vấn đề tiết kiệm năng lượng luôn được đặt ra với tất cả các nhà nghiên cứu, thiết kế, các đơn vị, doanh nghiệp có sử dụng năng lượng. Kĩ thuật sấy chiếm 15 đến 20% [1], [2], [3] tổng năng lượng sử dụng trong lĩnh vực chế biến thực phẩm, do vậy vấn đề tiết kiệm năng lượng luôn được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu.

Theo [3], hiện có nhiều hướng nghiên cứu để giải quyết vấn đề này, trong đó có kĩ thuật sấy gián đoạn (SGĐ), đặc biệt là SGĐ bằng bơm nhiệt một hướng nghiên cứu hiện có lịch sử nghiên cứu trên 30 năm.

Sơ lược về SGĐ đã được chúng tôi trình bày trong [4]. Kỹ thuật sấy gián đoạn với chế độ cấp nhiệt thay đổi theo thời gian áp dụng với quá trình sấy buồng hoặc sấy theo mẻ có thể chia thành 4 loại như sau [5]:

a. SGĐ bằng cách cấp nhiệt gián đoạn, thực hiện bằng cách ngắt dòng tác nhân sấy (TNS) cấp cho vật liệu sấy (khoảng thời gian tương ứng với việc ngắt dòng TNS này được gọi là khoảng thời gian nghỉ hoặc thời gian ủ).

[1] Đại học Công nghệ Đông Á.
[2] Đại học Giao thông vận tải

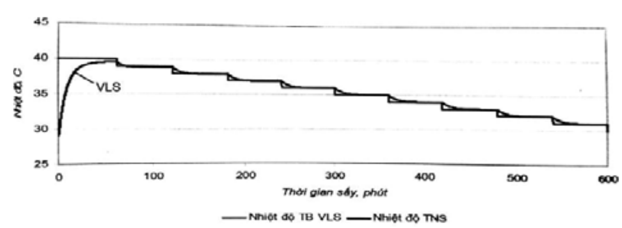
b. Sấy thông gió là một quá trình sấy liên quan đến việc kết hợp chu kỳ sấy ngắn nhiệt độ cao, ủ và quá trình làm mát chậm để kết thúc quá trình sấy.

c. Đảo chiều dòng TNS theo một hướng trong một thời gian nhất định, sau đó đảo chiều, áp dụng cho sấy hạt lớp chặt.

d. Sấy theo chu kì tức quá trình sấy mà nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ TNS biến thiên theo một quy luật lặp xác định như hình sin, sóng vuông hoặc răng cưa. Áp suất TNS trong buồng sấy cũng có thể được thay đổi theo chu kỳ.

SGĐ không chỉ có ưu điểm về khả năng tiết kiệm năng lượng, rút ngắn thời gian sấy mà còn có thể cải thiện cả chất lượng sản phẩm [6]. Nhiều nhà nghiên cứu trên thế giới cũng đã sử dụng SGĐ cho các nghiên cứu của mình. Tuy nhiên đến năm 2013 [2], họ vẫn theo định hướng nghiên cứu chính là phương thức cấp nhiệt on-off (sấy-ủ), đó cũng chính là phương thức đầu tiên trong 4 phương thức SGĐ đã nêu ở trên.

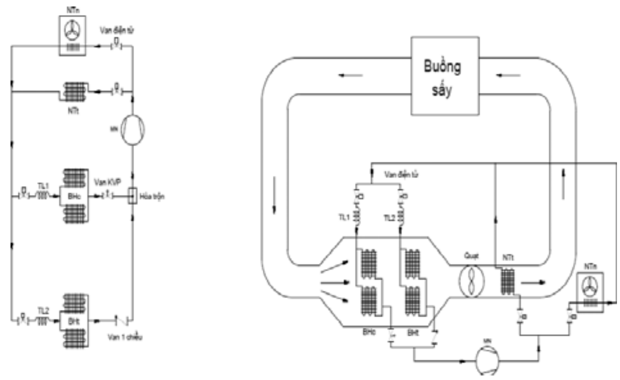
Do vậy, trong bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu về phương án sấy mới tiết kiệm năng lượng trên cơ sở động học quá trình sấy đồng thời kết hợp các phương thức SGĐ kể trên.



Hình 1: Đường cong nhiệt độ sấy khi sấy theo sơ đồ TNS giảm dần theo bậc

2. KHẢ NĂNG TKNL CỦA MỘT SỐ SƠ ĐỒ SẤY GIÁN ĐOẠN RIÊNG BIỆT

Trong các tài liệu đã công bố, khả năng tiết kiệm năng lượng của các sơ đồ SGĐ riêng biệt (theo các phương thức độc lập kể trên) đã được các nhà nghiên cứu trên thế giới khẳng định. Trong nghiên cứu lý



Hình 2: Sơ đồ nguyên lý HTS bơm nhiệt hoạt động theo chu trình lạnh hai nhiệt độ sôi: MN - máy nén; NTt - dàn ngưng trong, NTn - dàn ngưng ngoài, TL - tiết lưu, BHc - dàn bay hơi nhiệt độ cao, BHt - dàn bay hơi nhiệt độ thấp.

thuyết của chúng tôi trên cơ sở sử dụng động học quá trình sấy xây dựng từ nghiệm của hệ phương trình vi phân truyền nhiệt hiệu quả và bỏ qua ảnh hưởng của dòng nhiệt đến dòng ẩm [7], [8] khả năng tiết kiệm năng lượng của phương thức SGĐ riêng biệt cũng được khẳng định. Trong đó, sơ đồ sấy với nhiệt độ TNS giảm dần có khả năng tiết kiệm năng lượng rõ rệt [8].

Phạm vi nghiên cứu trong bài báo này là hệ thống sấy (HTS) bơm nhiệt đối lưu vận hành theo mẻ.

3. PHƯƠNG PHÁP SẤY GIÁN ĐOẠN KẾT HỢP

Cơ sở của việc hình thành phương pháp sấy gián đoạn đơn kết hợp là:

- Về mặt lý thuyết, như đã thu được từ các kết quả nghiên cứu động học quá trình SGĐ ở mục 2, các sơ đồ SGĐ đã nghiên cứu đều cho thấy khả năng tiết kiệm năng lượng, đặc biệt với sơ đồ nhiệt độ TNS giảm dần.

- Về mặt thực tế, khi vận hành HTS bơm nhiệt theo mẻ là thường phải thải bớt nhiệt ra ngoài hệ thống qua dàn ngưng phụ [9] để tránh nhiệt độ TNS tăng quá mức cho phép. Khi ngừng vận hành dàn ngưng phụ, nhiệt độ TNS sẽ tăng. Sau đó cho dàn ngưng phụ hoạt động trở lại, nhiệt độ TNS sẽ giảm dần và sẽ có thời điểm nhiệt độ TNS thấp hơn nhiệt độ của VLS giống như trong trường hợp SGĐ nhiệt độ TNS giảm dần theo thời gian bậc thang (hình 1). Nếu có thêm giai đoạn ủ trước khi hạ nhiệt độ TNS, tốc độ sấy sẽ tăng lên.

- Kết hợp với các phương án SGĐ thứ hai, tức: sấy - thông gió kết hợp chu kì sấy ngắn nhiệt độ cao, ủ và quá trình làm mát chậm để kết thúc quá trình sấy. Sấy nhiệt độ cao này được hiểu là sấy nóng.

- Phương án đề xuất: Trong 1 chu kỳ, VLS được cấp nhiệt với nhiệt độ TNS cao (trong phạm vi sấy bơm nhiệt) trong thời gian ngắn - ủ, cấp nhiệt trung bình - ủ. Nhiệt độ TNS không được phép lớn quá làm giảm chất lượng VLS.

- Cách thức tổ chức: Giai đoạn cấp nhiệt ngắn, nhiệt độ cao, dàn ngưng phụ không được sử dụng, giai đoạn cấp nhiệt trung bình, dàn ngưng phụ được sử dụng. Trong giai đoạn ủ, máy nén và quạt gió ngừng hoạt động.

Việc đánh giá hiệu quả của phương án này sẽ được tiến hành bằng thực nghiệm.

4. HỆ THỐNG SẤY BƠM NHIỆT THỰC NGHIỆM

HTS bơm nhiệt được sử dụng để nghiên cứu thực nghiệm ở đây là HTS bơm nhiệt hai nhiệt độ sôi HS-01 [11]. Ngoài điểm chung với các HTS bơm nhiệt thông thường khác là có hai dàn ngưng thì hệ thống này có hai dàn bay hơi ghép song song (hình 2) với hai nhiệt độ sôi khác nhau cao BHc và thấp BHt để có thể tạo ra các chế độ vận hành mong muốn. 5 đầu đo nhiệt độ và độ ẩm của TNS được bố trí ở trước dàn BHc, giữa hai dàn bay hơi, sau BHt, trước và sau dàn ngưng tụ NTt. Tốc độ TNS được đo trong buồng sấy. Tất cả được đo bằng đồng hồ đa năng TSI model 8347 của Mỹ sai số 0.3^{o}C, 3% độ ẩm tương đối và 3% tốc độ. Tiêu thụ điện được đo bằng công tơ điện CV140 cấp chính xác 2. Cân VLS bằng cân điện tử Vibra model HJR-1200E độ chính xác 0.01g.

Bảng 1: Các chế độ vận hành HTS HS - 01

TT	Tên chế độ	Hoạt đông của các dàn trao đổi nhiệt			
		NTn	NTt	BHc	BHt
1	B	ON	ON	ON	OFF
2	E	ON	ON	ON	ON
3	F	OFF	ON	ON	ON

Bảng 1 nêu một số chế độ vận hành HS-01 trên cơ sở phối hợp sự hoạt động của các dàn ngưng và dàn lạnh khác nhau.

Trên thực tế vận hành chúng tôi đã nhận thấy khả năng đáp ứng việc cấp nhiệt theo phương án đã đề xuất để nghiên cứu khả năng tiết kiệm năng lượng của HTS này.

5. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

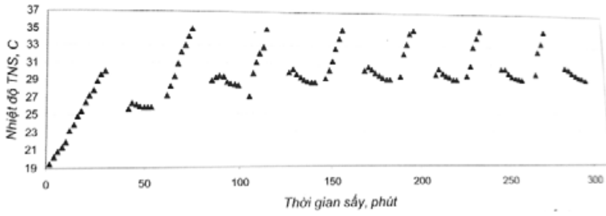
Như đã nêu ở mục 3, phương pháp SGĐ kết hợp ở đây dựa trên đặc điểm vận hành HTS bơm ngưng phụ để thải bớt nhiệt thừa ra ngoài, thì phương pháp SGĐ kết hợp tận dụng tối đa lượng nhiệt thu được ở dàn ngưng bằng cách khống chế nhiệt độ TNS. Tùy theo sản phẩm, nhiệt độ cần khống chế có thể khác nhau. Ở đây, chúng tôi tổ chức thực nghiệm với nhiệt độ lớn nhất cần khống chế của TNS là 35^{o}C, để đảm bảo chất lượng cho vật liệu sấy là khoai tây lát mỏng dày 3mm.

Tiến hành thử nghiệm sấy liên tục SLT như sau: Bật máy cho hệ thống làm việc, sử dụng toàn bộ nhiệt ngưng tụ để đưa nhiệt độ TNS lên nhiệt độ yêu cầu 35^{o}C. Sau đó duy trì nhiệt độ này trong suốt quá trình sấy 120 phút và chỉ dừng máy 5 phút (chế độ E (120+50)) để xả băng. Sau 2 chu kỳ làm việc (250 phút) thì kết thúc mẻ sấy.

Tiến hành thử nghiệm sấy gián đoạn kết hợp SGĐ như sau: Mở đầu, sử dụng toàn bộ nhiệt ngưng tụ của môi chất lạnh tại dàn ngưng, nâng nhiệt độ toàn bộ hệ thống cho tới nhiệt độ TNS đạt 35°C (chế độ làm việc F (bảng 1) - dàn ngưng ngoài nghỉ), sau đó thực hiện quá trình ủ 10 phút. Tiếp đến, vận hành HTS ở chế độ làm việc B (15+5) - tức vận hành cả hai dàn ngưng và dàn bay hơi nhiệt độ cao trong 15 phút và tiến hành ủ 5 phút, dàn bay hơi nhiệt độ thấp nghỉ. Tiếp đó vận hành trở lại chế độ F rồi lại đến B. Khi vận hành ở chế độ F, ngưỡng dừng để ủ là nhiệt độ TNS đạt 35C.

Bảng 2: Kết quả thực nghiệm so sánh hiệu quả năng lượng của phương pháp SLT với SGĐ kết hợp

Hạng mục	SLT	SGĐ
Chế độ hoạt động	E(120+5)	F-B(15+5)
Khối lượng VLS ban đầu, kg	0.150	0.150
Bề dày VLS, mm	3	3
Nhiệt độ TNS max khi vào BS, oC	27.7	35
Độ ẩm TNS min khi vào BS, %	60	52
Tốc độ TNS, m/s	3.8	3.8
Khối lượng VLS khi kết thúc, kg	0.056	0.056
Thời gian sấy, phút	250	300
Lượng ẩm tách ra được, kg	0.094	0.094
Năng lượng điện cấp, kWh	2.6924	2.076
SMER của cả QTS, kg/kWh	0.03491	0.04527
TKNL của SGĐ so với SLT, %	0	29.7



Hình 3: Biến thiên nhiệt độ TNS trong thí nghiệm SGĐ theo phương thức kết hợp

Bảng 2 giới thiệu kết quả thí nghiệm SGĐ theo phương thức kết hợp nêu trên so với sấy liên tục (vận hành theo chế độ E (120+5)). Kết quả cho thấy, tiết kiệm năng lượng (thông qua điện năng tiêu thụ và SMER) của thực nghiệm SGĐ kết hợp cao hơn so với sấy liên tục (SLT) là 29.7%. Thời gian sấy của SGĐ cao hơn so với SLT là 20.0%.

Khi vận hành HTS ở chế độ SGĐ kết hợp giữa F và B, chúng tôi nhận thấy có sự thay đổi nhiệt độ TNS theo quy luật như giới thiệu trên hình 3.

Trong giai đoạn vận hành chế độ F, nhiệt độ tăng dần tới 35°C là do chủ ý vận hành HTS, còn trong giai đoạn vận hành chế độ B, nhiệt độ TNS tăng một chút trong ít phút đầu, sau đó đều giảm. Đây chính là đặc điểm có lợi cho quá trình dịch chuyển ẩm trong lòng VLS. Và thực tế cho thấy SGĐ có thể tiêu tốn năng lượng ít hơn so với SLT.

Có thể nhận ra rằng nhiệt thải ở dàn ngưng ngoài ra môi trường chính là nguyên nhân dẫn đến tiêu tốn năng lượng cao. Nhiệt thải ra ngoài (ở dàn ngưng ngoài) càng cao thì hiệu quả tiết kiệm năng lượng càng thấp. Tiết kiệm năng lượng đạt cao nhất khi không sử dụng dàn ngưng ngoài.

6. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy, phương án sấy mới có hiệu quả rõ rệt về mặt năng lượng. Năng lượng tiết kiệm được đạt tới 29.7% trong khi thời gian sấy tổng chỉ tăng khoảng 20%.

Đây là những con số thực sự có ý nghĩa với lĩnh vực tiêu hao nhiều năng lượng như kĩ thuật sấy đồng thời là gợi ý cho những nghiên cứu tiếp theo trong lĩnh vực sấy bơm nhiệt theo mẻ tại Việt Nam, đặc biệt theo hướng bơm nhiệt không có dàn ngưng phụ và nhiệt độ sấy khống chế phù hợp, cao hơn nhiệt độ môi trường một cách hợp lý [12].

Để tiết kiệm nặng lượng, có thể thiết kế hệ thống sấy bơm nhiệt liên tục (vật liệu sấy vào ra liên tục và cấp nhiệt liên tục) tương tự như giới thiệu trong [13].

Khi chọn nhiệt độ sấy đủ cao, cao hơn nhiệt độ môi trường, có thể loại bỏ hoàn toàn các dàn ngưng phụ để tiết kiệm năng lượng. Nhiệt độ sấy càng cao, TGS sẽ càng được rút ngắn và có thể tiết kiệm được cả TGS so với phương án sấy thông thường.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Arun S.Mujumdar, Chung Lim Law (2010), Drying technology: Trend and Applications in Posthavest Processing, Food Bioprocess, Technol.

[2] Kumar, C., Karim, M.A., Joardder, M.U.H. (2013). Intermittent Drying of Food Products: A Critical Review, Journal of Food Engineering/

[3] Sagar V.R. Suresh Kumar P. (2010), Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: a review.

[4] Nguyễn Mạnh Hùng (2011), Nghiên cứu khả năng điều chỉnh thống số tác nhân sấy phục vụ sấy gián đoạn trên hệ thống sấy bơm nhiệt hai nhiệt độ sôi HS-01. Tạp chí Khoa học Giao thông Vận tải, số 35 (9).

[5] Chou S. K, Chua K. J Mijumdar A. S and J. Ho C. (2000), On the intermittent drying of an agricultural product. Trans IchemE, Vol 78, Part C, December.

[6] S. J. Kowalski, A. Pawłowski (2011), Energy consumption and quality aspect by intermittent drying, Chemical Engineering and Processing Journal.

[7] Nguyễn Mạnh Hùng (2011), Ứng dụng hệ phương trình truyền nhiệt truyền chất đồng thời với hệ số khuếch tán hiệu quả để nghiên cứu quá trình sấy gián đoạn khoai tây lát mỏng. Tạp chí Khoa học Giao thông Vận tải, số 36 (12)

[8] Nguyễn Mạnh Hùng (2012), Nghiên cứu quá trình truyền nhiệt truyền chất trong hệ thống sấy lạnh sử dụng bơm nhiệt và các giải pháp tiết kiệm năng lượng. Luận án TSKT, Đại học Bách khoa Hà Nội.

[9] Nguyễn Đức Lợi (2008), Giáo trình kỹ thuật lạnh, NXB Bách Khoa Hà Nội.

[10] Lê Như Chính, Trần Đại Tiến, Pham Văn Tùy (2011), Nghiên cứu tối ưu hóa chế độ sấy tôm thẻ chân trắng bằng bơm nhiệt máy nén kết hợp với bức xạ hồng ngoại. Tạp chí Năng lượng Nhiệt, số 97 (1).

[11] Nguyễn Mạnh Hùng (2011), Xây dựng và nghiên cứu thực nghiệm sấy gián đoạn trên mô hình thiết bị sấy bơm nhiệt hai nhiệt độ sôi HS-01. Tạp chí khoa học Giao thông Vận tải, số 34 (6).

[12] Trình Viết Phương, Nguyễn Đức Lợi (2014), Xây dựng và nghiên cứu thực nghiệm tủ sấy quần áo bằng bơm nhiệt. Tạp chí Năng lượng Nhiệt, số 118 tháng 7. 2014.

[13] Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Túy (1998), Hệ thống sấy lạnh dùng bơm nhiệt ở HAIHACO. Tạp chí Khoa học công nghệ Nhiệt số (20) 2/1998, tr. 6 - 8.

Môi chất lạnh R32, tính chất nhiệt động, bảng, đồ thị và khả năng ứng dụng

>GS. TS NGUYỄN ĐỨC LỢI[1]; GS. TS ĐINH VĂN THUẬN[1], ThS. PHẠM HỮU HƯNG[2]

TÓM TẮT

Trong khi chưa tìm được môi chất lạnh lý tưởng, vừa an toàn, không độc hại, vừa thân thiện với môi trường không phá hủy tầng ozone, không làm nóng địa cầu, từ 2013, môi chất R32 đã được ứng dụng trong điều hòa không khí phòng RAC ở Nhật, Trung Quốc, Indonesia, Thái Lan và một số nước châu Á khác. Máy điều hòa R32 cũng đã xuất hiện trên thị trường Việt Nam. Bài báo cung cấp các số liệu nhiệt động, bảng hơi bão hòa, đồ thị lgp - h cùng các thông tin liên quan... để đáp ứng nhu cầu nghiên cứu, đào tạo, lắp đặt, vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa các loại máy này cho những cán bộ, giảng viên, kỹ sư, kỹ thuật viên... có liên quan và những người quan tâm.

1. MỞ ĐẦU

Kỹ thuật lạnh và điều hòa không khí (ĐHKK) đã trải qua giai đoạn phát triển gần 200 năm kể từ ngày Perkins đăng ký bằng phát minh máy lạnh nén hơi năm 1934. Song hành với sự phát triển đó là sự phát triển của môi chất lạnh (MCL). Căn cứ vào đặc điểm tính chất mà người ta chia MCL thành 4 thế hệ:

- Thế hệ thứ 1: kéo dài khoảng 100 năm từ 1834 đến 1930. Các MCL chủ yếu là các chất lỏng tự nhiên dễ bay hơi như cồn, rượu, ê te, propan, butan, ammoniac, SO_2… Chúng có đặc điểm là độc hại và dễ cháy nổ.

- Thế hệ thứ 2: (1931 đến 1990), khi các Freon khác nhau như R11, 12, 13, 22, 500, 502… được sử dụng. Đó là các chất cón tính chất nhiệt động tuyệt vời, không cháy nổ và không độc hại. Để quảng bá cho tính không độc, có nhà khoa học đã hít đầy ngực R12 trên diễn đàn. Chúng được gọi là môi chất lạnh lý tưởng. Tuy nhiên năm 1974, hai nhà bác học Roland và Molina phát hiện ra MCL "lý tưởng" đó phá hủy tầng Ozone. Nghị định thư Montreal 1987 ra đời để cấm các MCL này. Đó chính là các nhóm chất CFC (ChloroFluoroCacbon) có ODP (Ozone Deplention Potential) rất cao.

- Thế hệ thứ 3: (1990 - 2010), là các chất như R134a và các hỗn hợp của chúng như R404A, 407C, 410A, 507… không chứa Clo thuộc nhóm HFC (HydroFluoroCarbon) có ODP = 0. Chúng lập tức được đưa vào sử dụng và được coi là cứu tinh của

1 Đại học Công nghệ Đông Á.

2 Đại học SPCN Hưng Yên.

nhân loại. Trớ trêu thay, HFC lại làm trái đất nóng lên, gây biến đổi khí hậu, nước biển dâng, thiên tai, bão lụt, do GWP (Global Warming Potential) quá cao. Từ vị "cứu tinh", chúng biến thành 'tội đồ". Nghị định thư Kyoto 1997 ra đời đưa ra lộ trình hạn chế sản xuất và sử dụng HFC.

- Thế hệ thứ 4: (2010 - nay), do sự khan hiếm của các lựa chọn khả thi, MCL thế hệ 4 cần được xem xét đồng thời tất cả các yêu cầu về môi trường, và cần phải được đánh giá tổng thể và lồng ghép để đi đến quyết định lựa chọn chính xác MCL của tương lai. Các HFO (HydroFluoroOlefin) như R1234yf và R1234ze được quan tâm đặc biệt đến vì GWP = 4 đến 8. Ngoài ra, các môi chất của thế hệ 1 và 3 còn được sàng lọc lại với tiêu chí là GWP đủ nhỏ, ODP bằng không hoặc đủ nhỏ, chấp nhận tính dễ cháy và độc hại có mức độ. Ở Mỹ, HFO được khuyến khích sử dụng trong điều hòa ô tô và trong các chiller sản xuất nước lạnh. Ở Trung Quốc, Propan được sử dụng rộng rãi. Ở Nhật thì ngược lại, HFC R32 được khuyến cáo sử dụng trong các loại máy điều hòa không khí RAC kể cả PAC, VRF tạm thời thay thế cho các HFC bị cấm. Cuộc tìm kiếm môi chất lạnh thế hệ thứ 4 vẫn đang tiếp diễn với rất nhiều khó khăn và tranh cãi chung quanh 4 mục tiêu là tính thân thiện với môi trường, an toàn, hiệu suất năng lượng cao và giá thành hạ. Trong bài báo này chúng tôi xin giới thiệu về MCL R32.

2. CÁC TÍNH CHẤT NHIỆT ĐỘNG

R32 có công thức hóa học CH_2F_2, nhiệt độ sôi thường -51.7^oC, có đặc tính nhiệt động rất tốt tương tự như R22 và 502 [1, 2]. R32 không độc TLV = 1000 ppm, AEL = 1000 ppm. Do có đến 2 nguyên tử hydro trong phân tử nên R32 thuộc loại dễ cháy hơn so với R22, an toàn cháy nổ kém hơn so với R22. Ưu điểm chủ yếu của R32 chỉ là thân thiện hơn với môi trường, R32 là HFC nên công nghệ ga, dầu, bôi trơn, bảo dưỡng, sửa chữa tương tự như HFC 410A.

R32 bền vững về nhiệt và hóa, không ăn mòn và tác dụng với vật liệu chế tạo máy như thép, đồng, nhôm và đồng thau. Tuy nhiên cần tránh sử dụng kẽm, ma nhê, chì vì bị R32 ăn mòn. R32 được sử dụng là đơn chất cho máy điều hòa, trước hết là điều hòa phòng chủ yếu do GWP = 675 tương đối thấp so với các HFC khác. Tuy nhiên có GWP thấp, nhưng vẫn cao hơn nhiều so với yêu cầu của EU là ≤ 150.

Tuy nhiên R32 có nhược điểm là áp suất rất cao và nhiệt độ cuối tầm nén quá cao. Trước đây nó chỉ được sử dụng là thành phần trong hỗn hợp (R32 chiếm 23% trong R407C và 50% trong R410A). Theo [4, 5] do nhiệt độ cuối tầm nén cao nên khó có thể sử dụng trong kỹ thuật ĐHKK, đặc biệt RAC. Bảng 1 giới thiệu thông số của R32 so sánh với một số MCL thông dụng cho máy ĐHKK.

Bảng 2 giới thiệu so sánh thông số chu trình tiêu chuẩn cho ĐHKK phòng với nhiệt đô bay hơi 5^oC, độ quá nhiệt hơi hút Δt_{qn} = 5K (nhiệt độ phòng 27^oC), nhiệt độ ngưng tụ 50^oC, độ quá lỏng Δt_{ql} = 5K (nhiệt độ môi trường 35^oC) đối với 4 loại MCL đã nêu. Qua bảng 2 ta thấy: nhược điểm là R32 có áp suất ngưng tụ cao nhất, nhiệt độ cuối tầm nén cao nhất, gây khó khăn cho việc ứng dụng. Nhược điểm khác là hệ số lạnh thuộc loại thấp nên tiêu tốn năng lượng hơn so với R410A và R22. Ưu điểm là năng suất lạnh khối lượng và thể tích cũng cao nên máy nén rất gọn chỉ còn khoảng 70% so với R410A [3], làm tổng phát thải khí nhà kính giảm, tổng chi phí về tương mại dịch vụ giảm đi nhiều.

Bảng 3 giới thiệu sự tương thích của các dụng cụ lắp đặt. Như vậy, bộ van nạp, dây nạp, bộ loe ống, chìa khóa lực, đầu rắc co chuyển đổi, bình chứa thu hồi ga của R32 là tương thích với R410A nhưng không tương thích với R134a và R22. Dầu bôi trơn R32 cũng tương tự như của R410A do cùng nhóm HFC.

Bảng 1: Thông số của R32 so sánh với một số môi chất thông dụng

Hạng mục	R134a	R22	R410A	R32
Công thức hóa học	CH_2FCF_3	$CHClF_2$	R32/125	CH_2F_2
Phân tử lượng	102.03	86.47	72.58	52.02
Điểm sôi tiêu chuẩn, ^oC	-26.1	-40.8	-51.6	-51.7
Nhiệt độ tới hạn, ^oC	101.1	96.2	72.5	78.2
Áp suất tới hạn, Mpa	4.06	4.99	4.95	5.78
Mật độ tới hạn, kg/m^3	515	513		329
Giới hạn bắt lửa dưới LFL, %	Non	Non	Non	13.3
Nhiệt trị HOC, MJ/kg	4.2	2.2	-4.4	9.4
Nhóm an toàn	A1	A1	A1	A2L
Tuổi thọ trong khí quyển, năm	13.6	11.8	5 - 15	5.6
ODP	0.000	0.034	0.000	0.000
GWP (100 năm)	1600	1900	2340	675
Các ứng dụng chính	Thay thế tạm thời cho R22	ĐHKK và nhiều ứng dụng khác	ĐHKK	Thay thế cho R22, R410A

Bảng 2: So sánh thông số chu trình ĐHKK tiêu chuẩn $t_o = 5^oC$, $t_k = 50^oC$

Hạng mục	Đơn vị	R134a	R22	R410A	R32
Áp suất ngưng tụ	Bar	13.2	19.3	30.6	31.3
Áp suất bay hơi	Bar	3.5	5.8	9.34	9.5
Tỷ số nén	-	3.77	3.33	3.28	3.29
Nhiệt độ đầu đẩy	^oC	62	76	77	89
Năng suất lạnh khối lượng	kJ/kg	142	152	192	246
Thể tích riêng hơi hút	m^3/kg	0.064	0.0430	0.029	0.0396
Năng suất lạnh thể tích	kJ/m^3	2230	3630	5276	6210
Công nén riêng	kJ/kg	30	31	39	52
Hệ số lạnh lý thuyết COP	-	4.73	4.90	4.92	4.73
% hiệu suất so với 410A		96.1	99.6	100	96.1

Bảng 3: Sự tương thích của các dụng cụ lắp đặt

Hạng mục	R134a	R22	R410A	R32
Bộ van nạp MCL	không	không	có	có
Dây nạp MCL	không	không	có	có
Bộ loe ống	không	không	có	có
Chìa khóa lực	không	không	có	có
Đầu rắc co chuyển đổi	không	không	có	có
Bình chứa sau thu hồi	không	không	có	có
Cân định lượng; Dụng cụ uốn ống; Bơm chân không; Máy dò ga điện tử	có	có	có	có

3. BẢNG HƠI BÃO HÒA

Bảng 4 giới thiệu bảng hơi bão hòa của R32 [2]

T °C	p MPa	v' dm^3/kg	v" dm^3/kg	ρ' kg/m^3	ρ' kg/m^3	h' kJ/kg	r kJ/kg	h" kJ/kg	s' kJ/kgK	s" kJ/kgK
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
-120	0.00049	0,73148	50413.4	1367.10	0,01984	11,393	443,37	454,77	0,1030	29,981
-115	0.00086	0.73727	29397.2	1356.35	0.03402	18,312	439,78	458,09	0,1474	2,9281
-110	0.00146	0.74324	17804.4	1345,47	0,05617	25,275	736,11	461,39	0,1907	2,8638
-105	0.00240	0.74938	11159.2	1334,44	0,08961	32,304	432,36	464,67	0,2332	2,8045
-100	0.00582	0,75570	7214,89	1323,27	0,13860	39,415	428,50	467,92	0,2749	2,7497
-95	0,00590	0,76223	4798,19	1311,94	0,20841	46,633	424,52	471,15	0,3160	2,6989
-90	0,00887	0.76896	3273.93	1300,45	0,30544	53,966	420,38	474,35	0,3565	2,6518
-85	0.01302	0.77592	2286.73	1288,80	0,43731	61,409	416,08	477,49	0,3966	2,6081
-80	0.01867	0,78311	1631.64	1276,96	0,61288	68,974	411,59	480,56	0,4363	2,5672
-75	0.02622	0.79055	1187,13	1264,94	0,84237	76,668	406,90	483,57	0,4756	2,5291
-70	0.03614	0.79826	879.254	1252,73	1,13733	84,482	401,99	486,47	0,5145	2,4933
-69	0.03845	0.79983	829.675	1250,26	1,20529	86,059	400,98	487,04	0,5222	2,4864
-68	0.04088	0.80142	783.394	1247,79	1,27650	87,641	399,97	487,61	0,5299	2,4796
-67	0.04343	0,80302	740,161	1245,30	1,35106	89,228	398,94	488,17	0,5377	2,4729
-66	0.04612	0,80463	699,747	1242,81	1,42909	90,820	397,91	488,73	0,5453	2,4662
-65	0.04893	0,80625	661,941	1240,31	1,51071	92,416	396,87	489,28	0,5530	2,4597
-64	0.05189	0.80788	626,554	1237,80	1,59603	94,016	395,81	489,83	0,5607	2,4532
-63	0.05498	0,80953	593 ^ 407	1235,28	1,68518	95,621	394,75	490,37	0,5683	2,4467

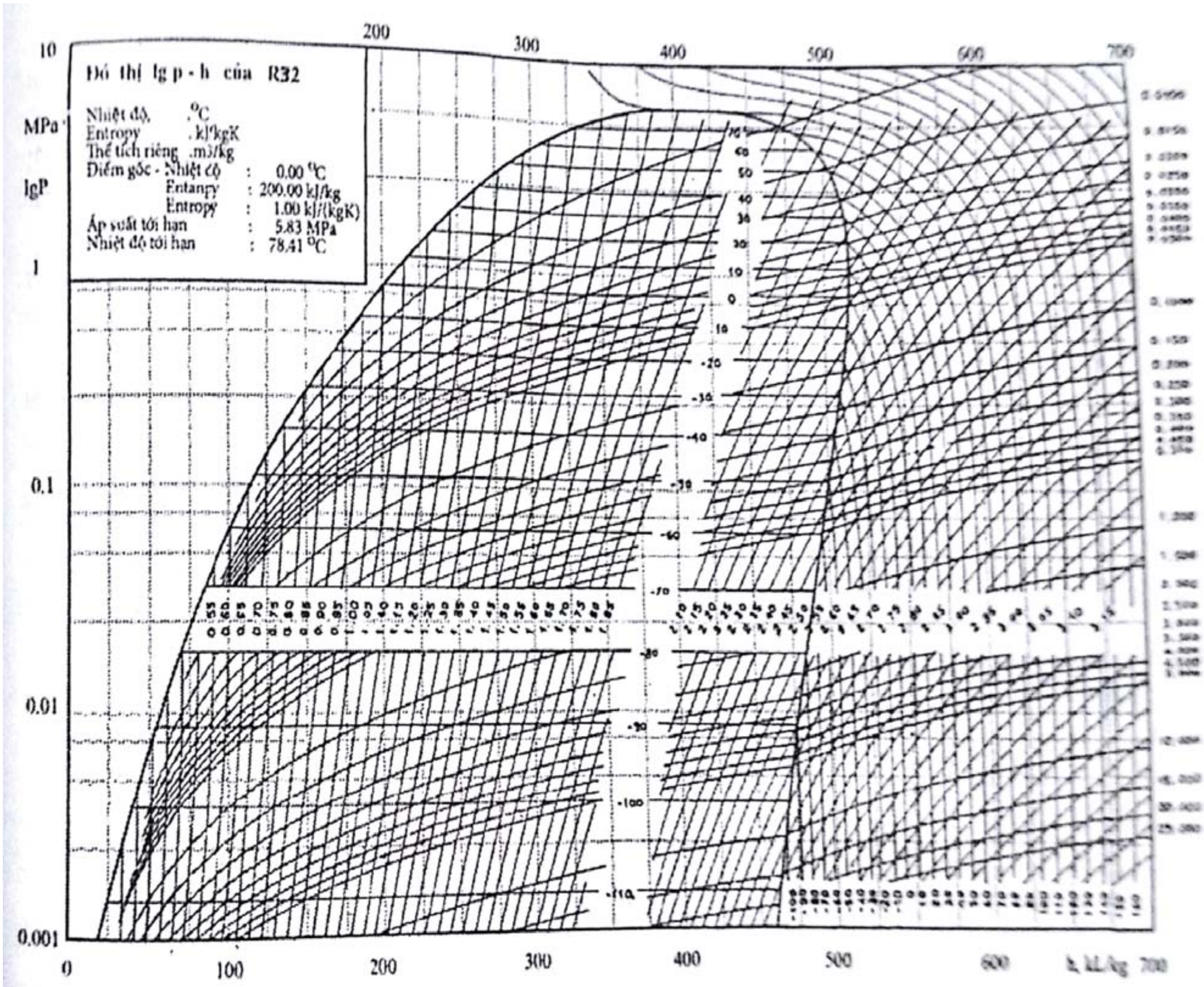
T °C	p MPa	v' dm^3/kg	v" dm^3/kg	ρ' kg/m^3	ρ' kg/m^3	h' kJ/kg	r kJ/kg	h" kJ/kg	s' kJ/kgK	s" kJ/kgK
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
-62	0.05823	0.81119	562.338	1232,76	1,77829	97,230	393,68	490,91	0,5759	2,4404
-61	0.06162	0.81286	533,200	1230,22	1,87547	98,843	392,60	791,44	0,5836	2,4341
-60	0.06518	0,81455	505,853	1227,67	1,97686	100,46	391,51	491,97	0,5911	2,4279
-59	0.06890	0,81625	480,172	1225,12	2,08259	102,08	390,41	492,50	0,5987	2,4218
-58	0.07279	0,81796	456,041	1222,56	2,19278	103.71	389,31	493,01	0,6063	2,4157
-57	0.07685	0,81968	433,353	1219,98	2,30759	10533	388,19	493,53	0,6138	2,4098
-56	0.08110	0,82142	412,008	1217,40	2,42713	106,97	387,07	494,03	0,6213	2,4038
-55	0.08552	0.82318	391,916	1214,81	2,55157	108,60	385,93	494,54	0,6288	2,3979
-54	0.09014	0,82494	372,991	1212,21	2,68103	110,24	384,79	495,03	0,6363	2,3921
-53	0.09496	0,82672	355,156	1209,59	2,81566	111,88	383,64	495,52	0,6438	2,3864
-52	0.09998	0,82852	338,319	1206,97	2,95579	113,55	382,45	496,00	0,6513	2,3807
-51	0,10521	0.83033	322,451	1204,34	3,10124	115,20	381,28	496,48	0,6587	2,3751
-50	0.11066	0,83215	307,473	1201,70	3,25232	116,86	380,10	496,96	0,6661	2,3695
-49	0.11632	0^83400	293,326	1199,05	3,40918	118,51	378,91	497,42	0,6735	2,3640
-48	0.12222	0,83585	279,957	1196,38	3,57198	120,17	377,71	497,88	0,6809	2,3585
-47	0.12835	0,83772	267,317	1193,71	3,74088	121,83	376,50	498,34	0,6882	2,3531
-46	0,13472	0,83961	255,360	1191,03	3,91604	123,50	375,29	498,78	0,6955	2,3477
-45	0,14133	0,84151	244,044	1118,33	4,09763	125,16	374,06	499,23	0,7028	2,3424
-44	0.14820	0,84343	233,328	1185,63	4,28581	126,83	372,83	499,66	0.7101	2,3371
-43	0,15533	0,84537	223,176	1182,91	4,48077	128,50	371,59	500,09	0,7173	2,3319
-42	0,16273	0,84733	213,554	1180,18	4,68266	130,17	370,34	500,51	0,7246	2,3267
-41	0,17040	0,84930	204,429	1177,44	4,89168	131,84	369,08	500,92	0,7318	2,3216
-40	0,17835	0,85129	195,772	1174,69	5,10799	133,52	367,81	501,33	0,7389	2,3165
-39	0,18659	0,85329	187,555	1171,93	5,33178	135,19	366,54	501,73	0,7461	2,3115
-38	0,19512	0,85532	179,752	1169,16	5,56323	136,87	365,26	502,13	0,7532	2,3065
-37	0.20395	0,85736	172,338	1166,37	5,80254	138,55	363,97	502,51	0,7603	2,3015
-36	0,21310	0,85942	165,292	1163,57	6,04988	140,23	362,67	502,89	0,7673	2,2966
-35	0,22256	0,86150	158,593	1160,76	6,30546	141,90	361,36	503,27	0,7744	2,2917
-34	0,23234	0,86360	152,219	1157,94	6,56948	143,58	360,05	503,63	0,7814	2,2869

T °C	p MPa	v’ dm^3/kg	v” dm^3/kg	ρ’ kg/m^3	ρ’ kg/m^3	h’ kJ/kg	r kJ/kg	h” kJ/kg	s’ kJ/kgK	s” kJ/kgK
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
-33	0,24245	0,86573	146,144	1155,10	6,84255	145,28	358,71	503,99	0,7884	2,2821
-32	0,25291	0,86787	140,369	1152,25	7,12410	146,96	357,38	504,34	0,7954	2,2773
-31	0,26370	0,87003	134,867	1149,39	7,41470	148,64	356,04	504,68	0,8023	2,2726
-30	0,27485	0,87221	129,625	1146,51	7,71456	150,32	354,69	505,02	0,8092	2,2679
-29	0,28636	0,87441	124,628	1143,63	8,02390	152,01	353,34	505,34	0,8160	2,2632
-28	0,29824	0,87664	119,862	1140,72	8,34293	153,68	351,98	505,67	0,8228	2,2586
-27	0,31050	0,87888	115,315	1137,81	8,67188	155,36	350,61	505,98	0,8296	2,2540
-26	0,32314	0,88115	110,976	1134,88	9,01097	157,04	349,24	506,28	0,8364	2,2495
-25	0,33617	0,88344	106,833	1131,93	9,36042	158,72	347,86	506,58	0,8431	2,2449
-24	0,34961	0,88576	102,876	1128,97	9,72048	160,39	346,47	506,87	0,8498	2,2404
-23	0,36345	0,88810	99,0945	1126,00	10,0914	162,07	345,08	507,15	0,8565	2,2360
-22	0,37770	.0,89046	95,4804	1123.01	10,4734	163,74	343,68	507,42	0,8631	2,2315
-21	0,39238	0,89285	92,0246	1120.01	10,8667	165,41	342,28	507,69	0,8697	2,2271
-20	0,40750	0,89526	88,7191	1116,99	11,2715	167,08	340,86	507,95	0,8762	2,2227
-19	0,42305	0,89770	85,5503	1113,95	11,6890	168,77	339,42	508,19	0,8828	2,2184
-18	0,43905	0,90017	82,5222	1110,90	12,1180	170,44	338,00	508,43	0,8893	2,2140
-17	0,45551	0,90266	79,6226	1107,84	12,5592	172,10	336,57	508,67	0,8958	2,2097
-16	0,47244	0,90518	76,8452	1104,75	13,0132	173,76	335,13	508,89	0,9022	2,2054
-15	0,48984	0,90773	74,1838	1101,65	13,4800	175,42	333,68	509,10	0,9086	2,2012
-14	0,50772	0,91030	71,6329	1098,54	13,9601	177,08	332,23	509,31	0,9149	2,1969
-13	0,52610	0,91291	69,1869	1095,40	14,4536	178,73	330,78	509,51	0,9212	2,1927
-12	0,54497	0,91554	66,8409	1092,25	14,9609	180,38	329,32	509,70	0,9275	2,1885
-11	0,56435	0,91820	64,5900	1089,08	15,4823	182,03	327,85	509,88	0,9337	2,1843
-10	0,58426	0,92090	62,4296	1085,90	12,5592	172,10	336,57	508,67	0,8958	2,2097
-9	0,60469	0,92363	60,3555	1082,69	13,0132	173,76	335,13	508,89	0,9022	2,2054
-8	0,62565	0,92639	58,3592	1079,46	13,4800	175,42	333,68	509,10	0,9086	2,2012
-7	0,64716	0,92918	56,4453	1076,22	13,9601	177,08	332,23	509,31	0,9149	2,1969
-6	0,66923	0,93200	54,6061	1072,96	14,4536	178,73	330,78	509,51	0,9212	2,1927
-5	0,69185	0,93487	52,8382	1069,67	14,9609	180,38	329,32	509,70	0,9275	2,1885

T ^{o}C	p MPa	v' dm^3/kg	v" dm^3/kg	ρ' kg/m^3	ρ' kg/m^3	h' kJ/kg	r kJ/kg	h" kJ/kg	s' kJ/kgK	s" kJ/kgK
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
-4	0,71506	0,93776	51,1382	1066,37	15,4823	182,03	327,85	509,88	0,9337	2,1843
-3	0,73884	0,94069	49,5032	1063,04	20,2007	195,13	315,88	511,02	0,9823	2,1516
-2	0,76321	0,94366	47,9300	1059,70	20,8637	196,75	314,37	511,12	0,9882	2,1476
-1	0/78819	0,94667	46,4161	1056,33	21,5442	198,37	312,84	511,21	0,9941	2,1436
0	0,81378	0,94972	44,9553	1052,94	22,2443	200,00	311,29	511,29	1,0000	2,1396
1	0,83999	0,95281	43,5516	1049,53	22,9613	201,61	309,75	511,37	1,0058	2,1357
2	0,86683	0,95593	42,1996	1046,10	23,6969	203,22	308,21	511,43	1,0116	2,1317
3	0,89431	0,95910	40,8968	1042,64	24,4518	204,82	306,66	511,48	1,0173	2,1278
4	0,92245	0,96232	39,6413	1039,16	25,2262	206,42	305,11	511,53	1,0230	2,1238
5	0,95124	0,96557	38,4310	1035,65	26,0206	208,02	303,55	511,57	1,0286	2,1199
6	0,98071	0,96888	37,2640	1032,12	26,8356	209,61	301,98	511,59	1,0342	2,1160
7	1,01085	0,97223	36,1354	1028,57	27,6737	211,22	300,39	511,61	1,0399	2,1121
8	1,04170	0,97562	35,0491	1024,99	28,5314	212,81	298,80	511,61	1,0454	2,1082
9	1,07324	0,97907	34,0007	1021,38	29,4112	214,39	297,22	511,61	1,0509	2,1043
10	1,10550	0,98257	32,9886	1017,74	30,3135	215,97	295,62	511,60	1,0564	2,1005
11	1,13849	0,98612	32,0115	1014,08	31,2388	217,55	294,02	511,57	1,0619	2,0966
12	1,17221	0,98972	31,0677	1010,39	32,1878	219,13	292,41	511,54	1,0673	2,0928
13	1,20668	0,99338	30,1534	1006,67	33,1638	220,72	290,77	511,49	1,0727	2,0889
14	1,24191	0,99709	29,2721	1002,92	34,1623	222,29	289,14	511,43	1,0781	2,0850
15	1,27791	1,00086	28,4202	999,137	35,1862	223,86	287,51	511,37	1,0834	2,0812
16	1,31469	1,00470	27,5967	995,326	36,2363	225,42	285,87	511,29	1,0887	2,0774
17	1,35227	1,00859	26,7981	991,482	37,3161	227^01	284,19	511,20	1,0941	2,0735
18	1,39065	1,01255	26,0275	987,605	38,4209	228,57	282,53	511,10	1,0993	2,0697
19	1,42985	1,01658	25,2818	983,694	39,5541	230,13	280,85	510,99	1,1045	2,0659
20	1,46989	1,02067	24,5602	979,749	40,7163	231,69	279,17	510,86	1,1097	2,0620
21	1,51077	1,02483	23,8616	975,769	41,9083	233,25	277,48	510,73	1,1149	2,0582
22	1,55251	1,02907	23,1831	971,751	43,1349	234,83	275,75	510,58	1,1201	2,0544
23	1,59512	1,03338	22,5277	967,696	44,3897	236,39	274,03	510,42	1,1252	2,0505
24	1,63861	1,03777	21,8928	963,603	45,6771	237,96	272,29	510,25	1,1304	2,0467

T °C	p MPa	v' dm^3/kg	v" dm^3/kg	ρ' kg/m^3	ρ' kg/m^3	h' kJ/kg	r kJ/kg	h" kJ/kg	s' kJ/kgK	s" kJ/kgK
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
25	1,68300	1,04224	21,2758	959,469	470,018	239,54	270,53	510,06	1,1355	2,0429
26	1,72830	1,04680	20,6793	955,295	48,3576	241,10	268,76	509,86	1,1406	2,0390
27	1,77453	1,05144	20,1009	951,078	49,7490	242,67	266,99	509,65	1,1457	2,0352
28	1,82170	1,05617	19,5384	946,818	51,1813	244,25	265,17	509,42	1,1508	2,0313
29	1,86982	1,06099	18,9942	942,513	52,6477	245,82	263,36	509,19	1,1558	2,0274
30	1,91891	1,06591	18,4661	938,161	54,1532	247,40	261,54	508,93	1,1608	2,0236
31	1,96899	1,07094	17,9521	933,762	55,7039	248,99	259,67	508,66	1,1659	2,0197
32	2,02006	1,07606	17,4544	929,313	57,2921	250,58	257,80	508,38	1,1709	2,0158
33	2,07216	1,08130	16,9697	924,812	58,9284	252,18	255,89	508,07	1,1760	2,0118
34	2,12528	1,08665	16,5002	920,259	60,6053	253,78	253,98	507,76	1,1810	2,0079
35	2,17946	1,09212	16,0440	915,651	62,3285	255,38	252,05	507,43	1,1860	2,0040
36	2,23470	1,09771	15,5992	910,985	64,1057	257,01	250,06	507,07	1,1911	2,0000
37	2,29102	1,10344	15,1682	906,261	65,9275	258,63	248,08	506,71	1,1961	1,9960
38	2,34844	1,10929	14,7476	901,475	67,8077	260,28	246,04	506,31	1,2012	1,9920
39	2,40698	1,11529	14,3398	896,625	69,7361	261,92	244,00	505,91	1,2063	1,9880
40	2,46666	1,12144	13,9416	891,709	71,7278	263,59	241,89	505,48	1,2114	1,9839
41	2,52750	1,12775	13,5541	886,724	73,7785	265,27	239,76	505,03	1,2166	1,9798
42	2,59951	1,13422	13,1779	881,666	75,8846	266,95	237,61	504,56	1,2217	1,9757
43	2,65271	1,14086	12,8103	876,533	78,0621	268,66	235,40	504,07	1,2269	1,9715
44	2,71713	1,14768	12,4522	871,321	80,3072	270,39	233,16	503,55	1,2321	1,9673
45	2,78278	1,15470	12,1031	866,027	82,6233	272,14	230,86	503,00	1,2374	1,9630
50	3,13033	1*19308	10,4827	838,167	95,3953	281,22	218,65	499,87	1,2644	1,9411
55	3,51216	1,23842	9,03708	807,479	110,655	291,13	204,73	495,86	1,2934	1,9173
60	3,93148	1,29380	7,72915	772,916	129,380	302,28	188,35	490,63	1,3256	1,8909
65	4,39198	1,36501	6,51894	732,598	153,399	315,38	168,16	483,54	1,3628	1,8601
70	4,89784	1,46529	5,34937	682,461	186,938	331,84	141,31	473,14	1,4090	1,8208
75	5,45391	1,64093	4,06234	609,410	246,164	355,82	98,288	454,11	1,4758	1,7582
78,41	5,83000	2,32558	2,32558	430,000	430,000	401,99	0,0000	401,99	1,6058	1 6058

4. ĐỒ THỊ LGP - H [1,2]



5. KẾT LUẬN

Từ năn 2013, nhiều công ty Nhật đã sử dụng R32 trong máy điều hòa phòng RAC [3]. Trung Quốc và một số nước Đông Nam Á như Indonesia [7], Thái Lan [8]… cũng sản xuất RAC với R32. Ở Thái Lan có tới 12 xí nghiệp sản xuất RAC với R32, chiếm 20% thị phần trị giá khoảng 1.27 tỷ USD [8]. Máy điều hòa phòng R32 cũng đang được bán rộng rãi trên thị trường Việt Nam. Việc tìm hiểu các số liệu nhiệt động cơ bản của R32 là hết sức cần thiết. Bài báo này cung cấp số liệu về tính chất nhiệt động, bảng và đồ thị phục vụ cho công tác đào tạo, nghiên cứu, đánh giá so sánh các chu trình… cũng như phục vụ cho công tác lắp đặt, vận hành, kiểm tra, bảo trì, bảo dưỡng, sửa chữa máy và thiết bị.

Tuy nhiên, chúng ta chưa nên sử dụng rộng rãi R32 ngoài máy điều hòa phòng vì ngoài thuận lợi là đã có sẵn công nghệ và cơ sở sản xuất R32 (R32 là thành phần của R404A, 410A, 507…), có GWP tương đối nhỏ, nhưng nhiệt độ cuối tầm nén quá cao, hiệu suất biến đổi năng lượng lại không cao. Vì Việt Nam là nước nghèo, mới có ân huệ được Liên Hợp Quốc cho sử dụng đến năm 2040. R22 là công nghệ đã ổn định trên 80 năm, quen thuộc và hiệu quả, bảo dưỡng sửa chữa dễ dàng, có thể ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực của nền kinh tế với hiệu quả năng lượng cao. Chúng ta không nên bỏ phí ân huệ đó. Rút kinh nghiệm từ R134a, R407C, R410A, khi mới ra đời cách đây 20 năm, đã được quảng cáo như môi chất lạnh vĩnh viễn của tương lai, nhưng đến nay lại phải vứt bỏ. Các môi chất lạnh này cũng không hề rẻ, đắt hơn R22 từ 8 đến 10 lần, có khi còn cao hơn. Chúng ta nên chờ đợi khoảng mười năm cho đến khi các MCL mới được sử dụng ổn định cũng chưa muộn.❖

SUMARY

REFRIGERANT R32, THERMODYNAMIC PROPERTIES, TABLE, DIAGRAM AND THE APPLICATION ABILITIES

While not yet found the ideal refrigerant, safe, non - toxic, enviromentally, friendly, no ozone depletion, low greenhouse effect, from 2013, the R32 refrigerant has been applied in the RAC room air condtitioner in Japan, China, Indonesia, Thailand and some other Asian countries. R32 Air Conditioners have also appeared on the Vietnam market. This paper provides thermodynamic properties, saturated steam tables, diagram lgh-h with relevant information... to meet the needs of research, training, installation, operation, maintenance and repair of this kind of RÁC for the lecturers, students, engineers, technician... and interested people.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Đức Lợi. Ga, Dầu và Chất tải lạnh, NXB Giáo dục 2008

[2] Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy. Môi chất lạnh, NXB Giáo dục 1998

[3] Daikin. Môi chất lạnh thế hệ mới R32. Hội thảo loại trừ CFC và tiết kiệm năng lượng, nâng cao hiệu suất năng lượng trong lĩnh vực làm lạnh và điều hòa không khí. Hà Nội ngày 10.12.2013

[4] Nguyễn Đức Lợi. Nghiên cứu khả năng thay thế R134a bằng R1234ze(E) và R32 trong tủ lạnh gia dụng và thương nghiệp. Tạp chí năng lượng Nhiệt số 117 tháng 5 2014, tr. 6 - 10.

[5] Nguyễn Đức Lợi. Môi chất lạnh mới R1234yf và R32, so sánh lý thuyết với R134a trong tủ và máy lạnh thương nghiệp. Tạp chí KHCN các trường Đại học Kỹ thuật số 102, tr. 117 - 121

[6] Dragon Wu TCL, Study on Heat Pump Water Chiller with R290 and R32. Agenda for the Asia and the Pacific Regional Workshop on Enviromentally Friendly Refrigerants in Room Air Conditioner (RAC) and Compressor Manufacturing Plants, 29 Febr. To 3 march 2016 Schenzhen China

[7] Ari D. Pasek, Iwwan Chandra. Indonesia Experience in Implementing HPMP in Manufacturing Sector. Agenda for the Asia and the Pacific Regional Workshop onon Enviromentally Friendly Refrigerants in Room Air Conditioner (RAC) and Compressor Manufacturing Plants, 29 Febr. To 3 march 2016 Schenzhen China

[8] Thailand Department ò Industry Works. Update on HPMP Stage I of Thailand AC Sector. Agenda for the Asia and the Pacific Regional Workshop onon Enviromentally Friendly Refrigerants in Room Air Conditioner (RAC) and Compressor Manufacturing Plants, 29 Febr. To 3 march 2016 Schenzhen China

[9] Nguyễn Đức Lợi. Các thế hệ môi chất lạnh và bảo vệ môi trường sống. Tạp chí Năng lượng Nhiệt số 122 (01/2015) tr.9 - 13.

Trường Đại học Công nghệ Đông Á trước cơ hội và thách thức của cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0

>NGƯT. GS.VS. TSKH. ĐINH VĂN NHÃ, ThS. ĐINH NHẬT ANH*

Thế giới ngày nay đang trải qua những thay đổi lớn lao chưa từng có. Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư - còn được gọi là công nghiệp thế hệ 4.0 (CMCN 4.0) - đã, đang và sẽ tiếp tục tạo ra những biến động mạnh mẽ, gây ảnh hưởng đến mọi mặt của cuộc sống con người trong thế kỷ 21.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư sẽ ảnh hưởng sâu sắc đến nền kinh tế, xã hội toàn cầu, trong đó có nền giáo dục, đặt ra cho nền giáo dục những vấn đề cấp bách. Nếu coi giáo dục (đặc biệt là giáo dục đại học) là bước chuẩn bị hành trang cần thiết cho người học tự tin bước vào cuộc sống, thì nhà trường cần trang bị đầy đủ những kỹ năng cần thiết cho họ, không chỉ cho hiện tại mà còn cả tương lai.

Việc tiếp nhận, thay đổi nội dung và phương thức đào tạo để đáp ứng và theo kịp tác động của cuộc cách mạng 4.0 đặt ra cho ngành giáo dục, trong đó hệ thống giáo dục đại học nói chung, ĐH Công nghệ Đông Á (EAUT),... nói riêng những vấn đề mang tính tất yếu và cấp thiết.

1. NHẬN DIỆN CUỘC CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP LẦN THỨ 4

Lịch sử đã ghi nhận 3 cuộc cách mạng công nghiệp chính thức, làm thay đổi toàn bộ nền sản xuất và các điều kiện kinh tế - xã hội của thế giới. Cách mạng công nghiệp lần thứ nhất được đánh dấu bằng sự ra đời của máy hơi nước. Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 2 là sự xuất hiện của điện năng, và lần thứ 3 là sự bùng nổ của tin học và tự động hóa.

Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 là xu hướng tự động hóa, trao đổi dữ liệu trong công nghệ. Bản chất của CMCN lần thứ 4 là dựa trên nền tảng công nghệ số, tích hợp tất cả các công nghệ thông minh để tối ưu hóa quy trình, phương thức sản xuất; nhấn mạnh những công nghệ đang và sẽ có tác động lớn nhất như là công nghệ in 3D, công nghệ sinh học, công nghệ vật liệu mới, công nghệ tự động hóa, người máy,... Công cụ thực hiện là các hệ thống không gian mạng, Internet vạn vật và điện toán đám

* Đại học Công nghệ Đông Á.

mây. Qua đó, người ta tạo ra những nhà máy thông minh với hệ thống máy móc tự kết nối với nhau, tự tổ chức và quản lí. Đây còn được gọi là cuộc cách mạng số, vì chúng ta sẽ được chứng kiến công cuộc "số hóa" thế giới thực thành thế giới ảo.

Điều khác biệt giữa CMCN 4.0 với ba cuộc cách mạng trước đó là CMCN 4.0 không gắn với sự ra đời của một công nghệ mới cụ thể nào, mà là kết quả hội tụ của nhiều công nghệ khác nhau, trong đó trọng tâm là công nghệ nano, công nghệ sinh học và công nghệ thông tin - truyền thông. Cuộc cách mạng này phát triển trực tiếp từ cuộc cách mạng lần ba, kết hợp các công nghệ lại với nhau, làm mờ ranh giới giữa vật lý, kỹ thuật số và sinh học.

Do đó, người ta có thể nói rằng [5]: Cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư, còn gọi là 4.0, gồm tất cả thành tựu của cả ba cuộc Cách mạng công nghiệp trước hòa quyện lẫn nhau, biểu hiện bằng:

(1) Kỹ thuật số (trí tuệ nhân tạo (AI), vạn vật kết nối - Internet of Things (IoT), dữ liệu lớn (Big Data));

(2) Công nghệ sinh học (trong nông nghiệp, thủy sản, chế biến thực phẩm, y dược, năng lượng tái tạo);

(3) Vật lý (với robot thế hệ mới, máy in 3D, xe tự lái, vật liệu mới, công nghệ nano).

Cuộc cách mạng 4.0 không còn là dự đoán, hiện nay với sự ra đời liên tiếp của những robot tự động mang trí tuệ nhân tạo, xe hơi tự lái, mạng xã hội,… chúng ta đã cảm nhận được sự tác động của kỉ nguyên 4.0 rất rõ nét.

2. TÁC ĐỘNG CỦA CMCN 4.0 ĐẾN CÁC LĨNH VỰC ĐỜI SỐNG, XÃ HỘI.

Tâm điểm và hình dạng chính của cuộc Cách mạng Công nghiệp 4.0 là dạng các mô hình "Nhà máy thông minh". Mô hình này sẽ bắt đầu từ quá trình tự động hóa sản xuất để giảm giá thành thông qua giảm chi phí tiêu hao nguyên liệu đầu vào và chi phí nhân công, từ đó, tăng khả năng cạnh tranh nhưng vẫn đảm bảo lợi nhuận tối đa cho doanh nghiệp. Do vậy, nó được dự báo sẽ làm thay đổi căn bản nền sản xuất của thế giới, từng bước vẽ lại bản đồ kinh tế của thế giới, với sự suy giảm quyền lực của các quốc gia dựa chủ yếu vào khai thác tài nguyên và sự gia tăng sức mạnh của các quốc gia dựa chủ yếu vào công nghệ và đổi mới sáng tạo.

3. MỘT SỐ VÍ DỤ VỀ SỰ ĐỘT PHÁ CỦA CÁCH MẠNG SỐ.

- Máy tính PC thay thế máy đánh chữ và làm thay đổi cách chúng ta làm việc và giao tiếp. Sự kết hợp giữa giá cả hợp lý và giao diện thân thiện với người sử dụng đóng vai trò quan trọng đối với sự phát triển nhanh chóng của ngành công nghiệp máy tính cá nhân trong những năm 1990. Điện toán cá nhân đã phá vỡ ngành công nghiệp truyền hình cũng như rất nhiều hoạt động khác.

- Thư điện tử (Email) đã thay đổi cách thức giao tiếp, thay thế thư truyền thống trước đây, tác động mạnh đến ngành bưu chính.

- Máy tính xách tay và điện thoại di động giúp cho người lao động khả năng liên lạc, mặc dù có khả năng di chuyển cao; làm cho mọi người có thể kết nối với nhau và đối tác từ bất cứ nơi nào.

- Điện thoại thông minh về cơ bản đã thay thế điện thoại di động, nhờ các ứng dụng có sẵn, đã tác động mạnh đến các sản phẩm như máy ảnh bỏ túi, máy nghe nhạc MP3, máy tính và thiết bị GPS,… tác động mạnh đến ngành công nghiệp viễn thông.

- Điện toán đám mây là một công nghệ quan trọng phá vỡ thế giới kinh doanh, thay thế nhiều tài nguyên thông thường đã được đặt tại nơi người sử dụng hay cung cấp như là một dịch vụ lưu trữ.

- Mạng truyền thông xã hội đã có một tác động lớn đến phương thức giao tiếp của con người, làm tác động mạnh đến điện thoại, email, nhắn tin nhanh và lập kế hoạch sự kiện.

4. TÁC ĐỘNG ĐẾN CÁC LĨNH VỰC

4.1. Internet vạn vật.

Một số ngành ứng dụng Internet vạn vật đang có sự phát triển mạnh mẽ:

- Tự động hóa quy mô gia đình: Cung cấp truy cập từ xa đến các thiết bị gia đình.

- Giám sát theo dõi sức khỏe: Cập nhật các chỉ số sức khỏe (các máy bơm thuốc insulin điều khiển từ xa bởi các bác sỹ, máy đo nhịp tim…); Xây dựng số liệu về các chu kỳ thói quen sinh hoạt của con người, với việc cập nhật, truyền tải dữ liệu thường xuyên.

- Vận tải: Sử dụng hệ thống Internet vạn vật để cập nhật, theo dõi thông tin như sử dụng nhiên liệu xăng dầu, địa điểm, thời gian, khoảng cách di chuyển, cũng như dự báo nhu cầu sử dụng xe. - Internet vạn vật đang ngày càng chiếm lĩnh vai trò quan trọng đối với ngành năng lượng, xây dựng cơ sở hạ tầng, nông nghiệp, sản xuất, công nghiệp và nhất là các ứng dụng dành cho người tiêu dùng. Khái niệm các "thành phố thông minh" (smart cities) - nơi công nghệ thông tin và viễn thông được tích hợp vào các dịch vụ đô thị và cơ sở hạ tầng nhằm nâng cao chất lượng và hoạt động cũng như tiêu chuẩn của mức sống "đô thị"

4.2. Vật liệu mới

CMCN 4.0 là cơ sở để ứng dụng nhiều vật liệu mới có tính năng đặc biệt, có thể tái chế và dễ thích ứng trong sản xuất nông nghiệp. Ứng dụng công nghệ nano trong bảo quản nông sản và các loại rau, đặc biệt là trái cây được ngâm phun phủ nông nghiệp nano bạc sẽ làm sạch vi khuẩn và nấm, nâng cao chất lượng và hạn sử dụng.

4.3. Robot

Cơ hội thay đổi lực lượng lao động trong nông nghiệp, robot ngày càng được ứng dụng nhiều trong ngành chế tạo máy nông nghiệp, nhờ được trang bị các loại siêu quang phổ, độ nét cao và máy ảnh nhiệt được lắp đặt màn hình thời tiết và máy quét sóng laze. Cho phép robot thu thập được các dữ liệu đầy đủ về điều kiện môi trường, robot sẽ làm tăng năng suất lao động, giảm chi phí quản lý, tối ưu hóa đầu vào đầu ra và dự báo tăng trưởng và phát triển cây trồng,…

4.4. Công nghệ in 3D

Đây được xem là công nghệ của tương lai, dự báo rằng trong khoảng 10 năm tới 5% sản phẩm tiêu dùng được sản xuất bằng công nghệ in 3D. Chiếc ô tô đầu tiên sẽ ra đời bằng công nghệ in 3D và cũng kỳ vọng và phát triển ứng dụng trong nông nghiệp như: thiết kế cung cấp các thiết bị, dụng cụ máy móc nông nghiệp với giá thành thấp. Công nghệ in 3D được thiết kế và các bộ phận của các hệ thống phun nước và máy bơm sử dụng năng lượng mặt trời, giúp giảm một nửa thời gian lao động, tiết kiệm nước,…. từ đó giảm chi phí sản xuất. Công nghệ in 3D cũng tạo ra cơ hội phát triển rất lớn cho ngành phát triển công nghiệp phụ trợ trong chế biến nông sản như: các thiết bị nhà kính, nhà lưới, bao bì, trang thiết bị bảo quản và vận chuyển nông sản.

4.5. Công nghệ sinh học

Công nghệ sinh học và sinh học phân tử, sinh học tổng hợp và di truyền học, với sự hỗ trợ của những phương tiện hiện đại của công nghệ số giúp giải mã nhanh các hệ gen, tìm hiểu sâu về mật mã di truyền, tạo những giống cây trồng mới, thích ứng với tình trạng hạn hán, nước nhiễm mặn và chống sâu bệnh, tạo nên một nền nông nghiệp sạch có sản phẩm chất lượng cao đủ sức cạnh tranh trên thị trường thế giới.

4.6. Tổ chức tín dụng

Ngân hàng thương mại cổ phần Tiên Phong ra mắt dịch vụ Ngân hàng tự động LiveBank (2/2017). Dịch vụ này cho phép khách hàng gửi tiền, rút tiền, mở sổ tiết kiệm như đang giao dịch thực tế với nhân viên ngân hàng. Tại LiveBank, khách hàng mở tài khoản chỉ cần lấy dấu vân tay với công nghệ sinh trắc học Biometrics, giúp tăng cường tính bảo mật; các quá trình vận hành hoàn toàn tự động cùng công nghệ OCR tự động chuyển hình ảnh từ các bản scan thành chữ trên các đơn đăng ký, giúp khách hàng tiết kiệm thời gian hơn hẳn giao dịch tại quầy…

Ngân hàng thương mại CP Việt Nam Thịnh Vượng (VP Bank) triển khai ngân hàng số đầu tiên tại Việt Nam - Timo, cung cấp đa dạng giải pháp quản lý tài chính, giao dịch ngân hàng thông minh. Timo đã ứng dụng công nghệ Chat Bot - tính năng chat tự động mới nhất mà Facebook Messenger ra mắt năm 2016. Cụ thể, bằng cách tổng hợp tất cả những câu hỏi thường gặp của khách hàng về tính năng, các loại chi phí, cách quản lý tài khoản an toàn và các chương trình khuyến mãi đã phản hồi qua tất cả các công cụ truyền thông. Timo chuyển đổi thành những câu hỏi tự động áp dụng công nghệ xác định độ tương đồng với câu hỏi trên hệ thống. Tỷ lệ trả lời đúng theo câu hỏi của người dùng được Timo thông báo là vào khoảng 60% - 80%. Đối với những câu hỏi cần can thiệp kiểm tra hệ thống, khách hàng sẽ được chuyển đến chat với nhân viên hoặc gọi đến tổng đài để được hỗ trợ.

4.7. Nông nghiệp từ cuộc CMCN 4.0

Áp dụng công nghệ số vào nông nghiệp như trí tuệ nhân tạo (AI), dữ liệu lớn (Big Data), Internet vạn vật (IoT), điện toán đám mây (Cloud Computing) và công nghệ viễn thám (Remote Sensing) như hỗ trợ lập kế hoạch, tính toán chi phí, doanh thu theo mùa vụ, thu thập, phân tích thông tin môi trường, điều khiển các thiết bị để giữ cho môi trường tuân theo đúng quy trình chuẩn, phân tích đánh giá chất lượng, năng suất và đề xuất các giải pháp tối ưu cho nhà nông.

4.8. Trí tuệ nhân tạo:

Trí tuệ nhân tạo được đánh giá là phát kiến vĩ đại, lớn hơn tất cả những cuộc cách mạng công nghệ trước đây cộng lại, bao gồm sáng tạo ra điện, Internet, cải cách công nghiệp. Một số chuyên gia trong lĩnh vực công nghệ còn nhận định rằng trong thập kỷ tới, robot sẽ đảm nhận 50% số công việc hiện nay của con người. Ở một số lĩnh vực, máy móc sẽ sớm có thể thực hiện các công việc như nhận diện 3 triệu khuôn mặt cùng một lúc, hoặc thanh toán các khoản vay chỉ trong vòng 8 giây. Công ty Momentum Machinies đang hoàn thiện một robot đa năng có thể làm một chiếc bánh hamberger chỉ trong vòng 10 giây có khả năng thay thể cả một đội nhân viên của McDonalds. Một chiếc robot lắp ráp của công ty Universal Robots không chỉ thực hiện các thao tác như cầm, sơn, lắp, dán, bắt vít, mà còn có khả năng tự tạo ra một bộ phận mới cho mình khi hỏng. Mùa hè năm 2017, hãng Domino Pizza có những robot giao hàng tự động đến các địa chỉ trong vòng bán kính 6,5km từ cửa hàng. Google đã giành được bằng sáng chế tạo ra robot có tính cách.

Công nghệ trí tuệ nhân tạo là xu hướng tất yếu của sự phát triển xã hội, bằng chứng là sự tham gia và cạnh tranh quyết liệt của các công ty công nghệ lớn như Facebook, Google, IBM, Intel hay Apple. Những hãng này đã lập ra một đối tác trí tuệ nhân tạo mới trong trọng tâm nghiên cứu và định hình những hoạt động tốt nhất cho công nghệ AI. Theo hãng nghiên cứu Tractica (Mỹ), trong vòng 10 năm tới, AI có cơ hội lớn trong các lĩnh vực như quảng cáo, tài chính, chăm sóc sức khỏe, tiêu dùng, hàng không. Với khả năng phân tích dữ liệu vượt trội, tầm nhìn và khả năng ngôn ngữ, AI có thể giúp các lĩnh vực này cải thiện quy trình kinh doanh và tạo ra các mô hình kinh doanh mới. Cũng theo hãng nghiên cứu này, quy mô doanh thu từ các ứng dụng dựa trên AI sẽ đạt 59,7 tỷ USD vào năm 2025.

Các công ty công nghệ nổi tiếng đều có chung tham vọng tạo ra được những AI "thông minh" hơn con người. Google, ngoài việc tự đầu tư nghiên cứu về trí tuệ nhân tạo tính đến nay. Điển hình như năm 2014, Google đã thâu tóm công ty công nghệ

DeepMind của Anh với giá 600 triệu đô la Mỹ. Giờ đây, Google Deepmind đã trở nên nổi tiếng với việc đánh bại địch thủ cờ vây thế giới. Google Deepmind vừa xây dựng một dự án AI cho hệ thống tàu điện ngầm London, sử dụng mạng thần kinh để lưu trữ dữ liệu và truy vấn các thông tin nhằm giải quyết sự cố phát sinh. Trước đó Google cũng đã ra mắt hệ thống học máy TensorFlow miễn phí có thể bắt bước cơ chế hoạt động của não người, nhận dạng và ghi nhớ các mẫu xác định. Facebook cũng có công nghệ AI học sâu dùng để nghiên cứu hành vi người dùng. Từ năm 2010, hãng đã triển khai công nghệ nhận dạng khuôn mặt giúp xác định danh tính của người trong ảnh đăng trên mạng xã hội. IBM đã phát triển hệ thống máy tính mang tên DrWatson (hệ thống máy tính có khả năng trả lời câu hỏi theo ngôn ngữ tự nhiên). Giờ đây, IBM sử dụng trí tuệ nhân tạo để phân tích bối cảnh và ý nghĩa ẩn sau các bức ảnh, video, tin nhắn và lời thoại. Hiện IBM đang phát triển một ứng dụng trợ lý giảng dạy giúp soạn ra bài học dựa trên tài liệu được cung cấp. Thử nghiệm này sẽ được thực hiện ở New York trong năm tới, bên cạnh phát triển hệ thống siêu máy tính có trí tuệ nhân tạo Watson. Skype, thương hiệu do Microsoft mua lại, phát triển hệ thống dịch thuật có khả năng nhận dạng giọng nói người dùng và chuyển sang chữ viết (text) khi người dùng nói, do đó, cung cấp khả năng dịch thuật theo thời gian thực với sáu ngôn ngữ chính, sẽ hỗ trợ thêm nhiều ngôn ngữ khác trong thời gian tới.

4.9. Ngành Giáo dục và Đổi mới giáo dục Đại học ở Việt Nam.

Ở Việt Nam, giáo dục đào tạo luôn có vị trí quan trọng trong các chính sách của Nhà nước và trong đầu tư của gia đình. Chi phí cho giáo dục đào tạo bởi Nhà nước và bởi các gia đình của Việt Nam tính bằng tỷ lệ phần trăm so với GDP luôn ở mức cao so với các nước có trình độ phát triển tương đồng và cả các nước trong khu vực. Hệ thống giáo dục Việt Nam đạt được những kết quả được quốc tế thừa nhận, đặc biệt trong việc giúp học sinh có các kỹ năng cơ bản (basic skills) được kiểm chứng bởi các kết quả cao trong các cuộc thi PISA vào năm 2012 và 2015.

Tuy nhiên, trong bối cảnh của Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư với những cơ hội như được nêu ở phần trên, hệ thống giáo dục đào tạo của Việt Nam còn có nhiều bất cập so với yêu cầu.

Thứ nhất, trong một thế giới hiện đại do công nghệ dẫn dắt, chính phủ nhiều nước trên thế giới, kể cả những nước có nền công nghệ tiên tiến như Mỹ và Nhật, đã có chính sách ưu tiên rõ rệt cho các ngành khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán (STEM). Kết quả là những sinh viên mới, đặc biệt là sinh viên nước ngoài, chuyển hướng mạnh sang học các ngành STEM để tìm kiếm cơ hội ở lại làm việc ở Mỹ. Trong khi đó, ở Việt Nam không có những định hướng rõ nét, dẫn đến tình trạng những sinh viên giỏi nhất thường lựa chọn các ngành kinh tế, ngoại thương, tài chính, ngân hàng…, dẫn tới điểm chuẩn vào các trường đào tạo các chuyên ngành này cao hơn hẳn so với vào các trường công nghệ và kỹ thuật, trong đó có những trường đầu đàn truyền thống như Bách Khoa… Bản thân số trường đào tạo các ngành công nghệ và kỹ thuật cũng không nhiều. Đây là một trong những nguyên nhân dẫn đến sự thiếu hụt nhân lực trong một số ngành công nghệ tăng trưởng nhanh trong thời đại số hóa và tự động hóa, đặc biệt là ngành công nghệ thông tin. Báo cáo mới nhất về ngành công nghệ thông tin (CNTT) của Vietnam Works cho thấy, trong 3 năm gần đây số lượng công việc của ngành này đã tăng trung bình 47% năm, nhưng số lượng nhân sự chỉ tăng ở mức 8%. Những sự lựa chọn "lạc hướng" của các thanh niên khi bước vào đại học là một trong những nguyên nhân dẫn đến tỷ lệ sinh viên tốt nghiệp đại học không có việc làm có xu hướng tăng lên trong những năm gần đây.

Cần phải đưa mô hình giáo dục STEM thành chiến lược định hướng phát triển và cải cách giáo dục tại Việt Nam.

Đào tạo tiếng Anh ở Việt Nam còn thể hiện nhiều bất cập:

Tiếng Anh ứng dụng là việc sử dụng tiếng Anh cần thiết để thực hiện một chức năng cụ thể. Đây thường được xem là một bộ môn nền tảng để đạt được trình độ tiếng Anh cần thiết cho một số ngành học.

Ở Việt Nam được công nhận là một công cụ hữu hiệu giúp cho quá trình hội nhập toàn cầu và phát triển kinh tế. Từ năm 2008 Chính phủ Việt Nam bắt đầu đưa môn tiếng Anh thành ngoại ngữ thứ nhất bắt buộc bắt đầu từ lớp 3, điều này phản ánh rõ quyết tâm của Nhà nước trong việc đảm bảo giáo dục hỗ trợ sự phát triển của các kỹ năng cần thiết cho thị trường lao động. Tuy nhiên, các kết quả điểm thi tiếng Anh của Việt nam trong thời gian qua thực sự đáng lo ngại, Bộ Giáo dục và Đào tạo nhận định tổng thể ngoại ngữ thấp là do đây là môn thi bắt buộc để xét tốt nghiệp, nên tất cả học sinh đều phải thi ngoại ngữ. Tuy nhiên, chương trình giảng dạy của bộ môn tiếng Anh vẫn chưa thực sự phù hợp và nhiều bất cập trong việc phân bố nguồn lực giảng dạy của bộ môn tiếng Anh. Chương trình đào tạo của bộ môn tiếng Anh vẫn quá chú trọng tới ngữ pháp trong khi phần tiếng Anh cơ bản lại bị bỏ quên trong chương trình. Nội dung kiến thức đào tạo còn nặng về lý thuyết nhẹ về thực hành chưa tạo được sự liên thông giữa các chuẩn mực giáo dục đại học trong nước và quốc tế, chương trình học còn nặng với thời lượng lớn, phương pháp giảng dạy còn lạc hậu không hiệu quả, chất lượng nguồn lực sau đào tạo chưa đáp ứng được yêu cầu thực tiễn, còn hạn chế về khả năng nghiên cứu và công bố kết quả nghiên cứu. Các yếu kém trên làm giảm khả năng cạnh tranh của nền kinh tế trong điều kiện hội nhập quốc tế.

Ở hạng mục giáo dục đào tạo, Việt Nam đứng thứ 95 trong bảng xếp hạng của Thế giới, thứ 7 trong các nước ASEAN. Điều đáng nói ở đây, trong số 12 tiêu chí then chốt giúp nâng cao hiệu quả cạnh tranh của nền kinh tế, sức khỏe và giáo dục cơ sở được WEF xếp vào tiêu chí thứ 4, chất lượng giáo dục và đào tạo cấp cao xếp tiêu chí thứ 5.

Các con số trên là những hồi chuông báo động nhắc nhở chúng ta cần có các giải pháp để đổi mới có hiệu quả nền giáo dục đặc biệt là giáo dục đại học, nếu không muốn ngày càng tụt hậu xa hơn so với các nước trong khu vực và trên thế giới và lại một lần nữa để lỡ chậm cả 4 chuyến tàu CMCN 1.0,2.0,3.0 và bây giờ CMCN 4.0.

4.10. Ngành giáo dục và đào tạo phải làm gì?

Ngành giáo dục không chỉ chịu và ảnh hưởng của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 nói riêng và tiến bộ công nghệ nói chung, mà còn tác động ngược lại. Chìa khóa để cho các quốc gia có thể phát triển hiệu quả và bền vững là coi trọng phát triển ngành giáo dục và đào tạo.

Nhiều chuyên gia dự báo cuộc CMCN 4.0 khiến giáo dục đại học bị đặt trước nhiều thách thức rất lớn. "Theo đánh giá của GS Frey và GS Osborne tại đại học Oxford (Vương quốc Anh), có tới 47% công việc sẽ bị ảnh hưởng do cuộc CMCN 4.0.

Theo [5]. Không có các đại học của kỷ nguyên Cách mạng Công nghiệp lần thứ 4 mà chỉ có những cơ sở Giáo dục Đào tạo phục vụ cho cuộc Cách mạng Công nghiệp. Các trường đại học truyền thống ví như một cột trụ giúp kích hoạt các cuộc Cách mạng Công nghiệp từ 1.0, 2.0, 3.0 và hiện nay là 4.0.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 (CMCN 4.0) sẽ tạo ra sự thay đổi vô cùng lớn trong đời sống, kinh tế xã hội và đây chính là thách thức của ngành giáo dục trong việc đào tạo nguồn nhân lực theo nhu cầu mới của thời đại, trong đó kiến thức về Kỹ thuật số (trí tuệ nhân tạo (AI), Internet of Thinks (IoT), dữ liệu lớn (Big Data)), tự động hóa là các trụ cột chính.

Trí tuệ nhân tạo: Được đánh giá là phát kiến vĩ đại lớn hơn các cuộc CM trước đây cộng lại, bao gồm sáng tạo ra điện, internet, cải cách công nghiệp. Một số chuyên gia trong lĩnh vực công nghệ còn nhận định rằng: trong thập kỷ tới robot sẽ đảm nhận 50% số công việc hiện nay của con người. Trong một số lĩnh vực, máy móc sẽ sớm có thể thực hiện được công việc như: nhận diện 3 triệu khuôn mặt một lúc; thanh toán các khoản vay trong vòng 8 giây;… Chính Facebook cũng dùng công nghệ AI để nghiên cứu hành vi của người dùng. Hệ thống siêu máy tính có trí tuệ nhân tạo Watson cũng có thể giúp soạn ra bài học dựa trên tài liệu cung cấp. Những công nghệ như IoT, AI và AR đang là nhân tố chính tạo nên cuộc chuyển đổi số. Việc chạy đua công nghệ nói chung và trong lĩnh vực trí tuệ nhân tạo nói riêng là việc tất yếu của các hãng công nghệ lớn trên thế giới, nó giúp cho xu hướng khởi nghiệp. Tóm lại, trí tuệ nhân tạo đang và sẽ tạo ra một bước ngoặt lớn của các CMCN 4.0

Trong thời đại ngày nay, việc tuyển chọn người làm, sẽ không còn quá quan tâm đến tấm bằng một cách hình thức, đến ngôi trường mà sinh viên tốt nghiệp, đến nguồn gốc xuất thân hay những mối quan hệ, mà là kiến thức, trình độ chuyên môn, kỹ năng... Trong cuộc CMCN 4.0, cơ hội dành cho tất cả mọi người là như nhau. Ai có năng lực thực sự, có trình độ chuyên môn tốt, có kỹ năng và có thể tạo ra nhiều giá trị cho xã hội, người đó sẽ có nhiều cơ hội thành công.

Thực tế hiện nay, giáo dục đại học về tổng thể vẫn chưa đáp ứng nhu cầu của các nhà tuyển dụng cả về chuyên môn nghề nghiệp lẫn kỹ năng làm việc.

Ông Lê Trí Tín - giám đốc kinh doanh bộ phận truyền động và điều khiển của Bosch Rexroth, chuyên gia về hệ thống công nghiệp 4.0 - cũng cho biết CMCN 4.0 ảnh hưởng đến yêu cầu về trình độ chuyên môn, kỹ năng của một số ngành nghề sẽ thay đổi. Cụ thể, các ngành tự động hóa, cơ điện tử, tin học ứng dụng, xử lý dữ liệu... sẽ có sự mở rộng về kiến thức đào tạo cũng như kỹ năng chuyên ngành. "Vì vậy, đòi hỏi các trường đại học cũng phải thay đổi".

Khảo sát điều tra về kỹ năng của Học viện chế tạo và Hãng Deloitte cho thấy những lĩnh vực mà nhân công thiếu kỹ năng nhất là: Công nghệ và máy tính (70 %), Giải quyết vấn đề (69%), đào tạo kỹ thuật cơ bản (67%) và kỹ năng tính toán (60 %).

Việt Nam làm gì với cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư?

Trong tài liệu "Việt Nam với cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư" (CMCN 4.0) của Ban Kinh tế Trung ương Đảng do ông Nguyễn Văn Bình - trưởng ban - chủ biên có nội dung: “Cần có ngay các giải pháp để đổi mới hiệu quả nền giáo dục, nhất là giáo dục đại học, nếu không muốn ngày càng tụt hậu so với các quốc gia trong khu vực và thế giới”.

Phân tích về tính cấp bách và quan trọng của việc thực hiện CMCN 4.0, TS. Nguyễn Đắc Hưng, Vụ trưởng Vụ Giáo dục và Đào tạo, Dạy nghề - Ban Tuyên giáo Trung ương, cho rằng, muốn hòa nhập vào cuộc CMCN 4.0, vào nền kinh tế số, yếu tố then chốt là nguồn nhân lực. Chúng ta cần cải cách hệ thống giáo dục, đào tạo để tạo ra công dân toàn cầu. Do đó, nền giáo dục Việt Nam nói chung và các trường đại học, nơi cung cấp cho xã hội nguồn nhân lực, lao động sẽ phải đào tạo theo chuẩn giáo dục 4.0 theo hướng bảo đảm khối kiến thức nền tảng vững chắc cho học sinh, sinh viên nhằm thực hiện cuộc cách mạng số mà CNTT và tự động hóa là các trụ cột.

Các trường đại học đứng trước thách thức rất lớn, cạnh tranh nguồn lực chất lượng cao không chỉ trong nước mà nó còn mang tính toàn cầu. Để người lao động có tư duy sáng tạo, có khả năng thích nghi với các thách thức và yêu cầu công việc thay đổi liên tục trong thị trường lao động, tránh nguy cơ bị mất việc làm, thì các trường đại học cần giảng dạy những kiến thức tích hợp giữa nhiều kiến thức, đồng thời rèn luyện kỹ năng làm việc nhóm, tự học, biết cách tìm hiểu và tra cứu tài liệu, biết cách xử lý thông tin để trở thành tri thức của mình.

Cần áp dụng mô hình giáo dục mới như phòng học ảo, thầy giáo ảo, thiết bị ảo, phòng thí nghiệm, thư viện ảo… dưới sự hỗ trợ của các thiết bị thông minh;

Một trong những phương pháp là các trường đại học nên liên doanh với doanh nghiệp lớn để hình thành mô hình đại học mới - đại học doanh nghiệp. Thay đổi từ chỗ "dạy những gì giới học thuật sẵn có" sang cách "dạy những gì thị trường cần, doanh nghiệp cần",

Đồng hành với sự tiệm cận đó, nhiều trường đại học trên thế giới đã và đang đổi mới toàn diện và theo đó Giáo dục 4.0 đang được đánh giá là mô hình phù hợp.

Giáo dục 4.0 nên được hiểu như thế nào?

Giáo dục 4.0 là một mô hình giáo dục thông minh, liên kết chủ yếu giữa các yếu tố nhà trường - nhà quản lý - nhà doanh nghiệp, tạo điều kiện cho việc đổi mới, sáng tạo và năng suất lao động trong xã hội tri thức.

Áp dụng mô hình này sẽ thúc đẩy tinh thần khởi nghiệp của giảng viên, sinh viên; tạo điều kiện cho hợp tác giữa giáo dục đại học và sản xuất công nghiệp; gắn kết cùng các nỗ lực phát triển kinh tế khu vực và địa phương… Giáo dục 4.0 giúp hoạt động dạy và học diễn ra mọi lúc và mọi nơi, giúp người học có thể cá nhân hóa, hoàn toàn quyết định việc học tập theo nhu cầu của bản thân.

Điều quan trọng nhất đó là: Mô hình giáo dục, được gọi là Giáo dục 4.0 sẽ giúp thay đổi tư duy và cách tiếp cận về mô hình đại học. Trường đại học không chỉ là nơi đào tạo, nghiên cứu mà còn là trung tâm đổi mới sáng tạo, giải quyết các vấn đề thực tiễn, mang giá trị cho xã hội. Trường đại học không chỉ đóng khung trong các bức tường của giảng đường, lớp học hay phòng thí nghiệm, mà được mở rộng kết hợp với các doanh nghiệp, với thị trường lao động để trở thành một hệ sinh thái giáo dục.

Tác động rõ rệt nhất của cách mạng 4.0 là sự xuất hiện của robot có trí tuệ nhân tạo, với những tính năng có thể thay thế con người, thậm chí còn tối ưu hơn như khả năng tính toán, phân tích, ghi nhớ, cùng sức lao động bền bỉ, năng suất cao. Cho nên, khi tự động hóa thay thế con người trong nền kinh tế, số lượng người lao động sẽ bị dư thừa. Do đó, Cuộc CMCN 4.0 có thể tạo ra nguy cơ phá vỡ thị trường lao động trên cả thế giới và Việt Nam.

McDonald công bố sẽ xây thêm 25.000 nhà hàng mới, hoạt động hầu như bằng robots và tự động hóa nên có thể cắt giảm hàng trăm ngàn người lao động; Foxconn Technology Group, công ty cung cấp linh kiện cho hãng Apple và Samsung, cũng tuyên bố sẽ cắt giảm 60.000 nhân công và thay thế bằng robots

CMCN 4.0 đang đặt ra nhiều thách thức mới đối với các nước đang phát triển như Việt Nam. Đó là thách thức tụt hậu xa hơn, lao động chi phí thấp mất dần lợi thế, khoảng cách công nghệ và tri thức nới rộng hơn dẫn đến phân hóa xã hội sẽ sâu sắc hơn

Phó thủ tướng Vũ Đức Đam nhấn mạnh: "Quan trọng là nắm bắt được cơ hội. Không chỉ có ngành nghề mới, việc làm mới mà còn là phương thức cung cấp, tổ chức lao động mới".

Giờ đây, kiến thức là vô biên, việc học không có điểm dừng.

5. TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ ĐÔNG Á (EAUT) TRƯỚC CUỘC CMCN 4.0

5.1 Sự chỉ đạo của Đảng và Chính phủ

Lãnh đạo Đảng và Nhà nước rất quan tâm đến việc cập nhật sự phát triển và thường xuyên có thông điệp yêu cầu thúc đẩy Cách mạng công nghiệp 4.0 trong các hội nghị, hội thảo, diễn đàn…

Ngày 04/5/2017, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành chỉ thị số 16/CT-TTg về việc tăng cường năng lực tiếp cận cuộc CMCN lần thứ 4 để yêu cầu các Bộ, ngành, địa phương tạo điều kiện tốt nhất cho sự tăng tốc phát triển của cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0 ở Việt Nam.

Ngày 5/12/2017, Thủ tướng Nguyễn Xuân Phúc phát biểu tại Hội thảo - Triển lãm quốc tế

"Phát triển công nghiệp thông minh - Smart Industry World 2017" ở Hà Nội: "Cần dũng cảm từ bỏ mô hình quản lý cũ, cách làm cũ để thích ứng với Cách mạng 4.0, phát triển đất nước. Chúng ta hãy cùng nỗ lực biến khát vọng thịnh vượng quốc gia, dân tộc thành hành động cụ thể, chuyển hóa những sáng tạo thành giá trị gia tăng, tạo việc làm và dịch vụ mới cho Việt Nam".

Ngày 17/11/2017, tại Hội thảo Năng lực cạnh tranh và phát triển bao trùm trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 do Bộ Ngoại giao Việt Nam và Diễn đàn Kinh tế Thế giới WEF tổ chức, Phó Thủ tướng Vương Đình Huệ phát biểu rõ ràng rằng do điều kiện lịch sử, *Việt Nam đã "lỡ nhịp" cả ba cuộc cách mạng công nghiệp trước đây nhưng khẳng định "cơ hội của Việt Nam sẽ ở cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 này là rất lớn", phải chuẩn bị nghiêm túc, toàn diện, có trọng điểm để nắm bắt được cơ hội phát triển đất nước.*

Phó thủ tướng Vũ Đức Đam nhận định: *Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 tạo ra nguy cơ mất lao động hàng loạt song sẽ mang tới nhiều ngành nghề mới, cơ hội mới.*

5.2 Sự vào cuộc của các trường Đại học

Cùng trong dòng chảy đó, hàng loạt các trường Đại học đã tổ chức triển khai học tập, thực hiện cuộc CMCN 4.0:

Ngày 28/07/2017, Ban lãnh đạo Trường Đại học Nguyễn Tất Thành đã tổ chức tọa đàm về "Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 và Nền giáo dục 4.0" nhằm trang bị cho đội ngũ cán bộ giảng viên, nhân viên nhà trường những kiến thức về cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 và sự tác động của nó đến các lĩnh vực trong cuộc sống, đặc biệt là lĩnh vực giáo dục.

Ngày 30 và 31/10/2017, Hội thảo: "Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 và chuyển đổi giáo dục ở bậc Đại học thế kỷ 21" do Trường Đại học Kinh tế Quốc dân (KTQD) phối hợp với Công ty Microsoft Việt Nam tổ chức.

Và nhiều trường đại học khác nữa đã tổ chức nghiên cứu, xác định nhiệm vụ cụ thể để cùng đồng hành với cuộc CMCN 4.0.

5.3 Trường Đại học Công nghệ Đông Á (EAUT)

Để đáp ứng được nhu cầu nhân lực cuộc CMCN 4.0, theo ý kiến tổng hợp các chuyên gia phải áp dụng nền giáo dục 4.0. Ở đó, con người, máy móc, thiết bị, công việc được kết nối mọi nơi để tạo ra nền giáo dục thiên về đào tạo cá nhân hóa. Trong khái niệm mới này, trường học, con người, chương trình, phương tiện truyền thông,...đặt trong hệ sinh thái giáo dục sáng tạo, khởi nghiệp. Với giáo dục 4.0, trọng tâm là sáng tạo và kiến tạo giá trị. Chương trình đào tạo không còn đơn ngành mà là "biến ngành"". Đào tạo trực tiếp nguồn nhân lực cho cuộc CMCN 4.0 thì cần phải nhanh chóng đổi mới mô hình, chương trình và phương thức đào tạo, từ khâu tuyển sinh đến khâu đánh giá, kiểm định chất lượng, nhất là đánh giá sinh viên tốt nghiệp.

Mô hình đại học mới - đại học doanh nghiệp. Thay đổi từ chỗ "dạy những gì giới học thuật sẵn có" sang cách "dạy những gì thị trường cần, doanh nghiệp cần";

Theo cấu trúc trên, EAUT đã làm được những gì? Sẽ phải thực hiện những nội dung gì? Để không tụt hậu và đáp ứng được nhu cầu của xã hội.

+ Lãnh đạo nhà trường đã nhận thức rất rõ vai trò, tác động của cuộc cách mạng 4.0 và đã tổ chức một số buổi họp, chuyên đề để truyền tải thông tin, tư tưởng đến đội ngũ cán bộ, giảng viên.

+ Nhà trường đã có những bước đi ban đầu trong việc thay đổi để tiệm cận và đáp ứng yêu cầu của cuộc cách mạng 4.0, đó là:

Trước hết là thay đổi về cơ cấu tổ chức ngành đào tạo theo hướng chuyên sâu đào tạo ngành nghề mũi nhọn, có nhiều tiềm năng thế mạnh trên địa bàn tỉnh cũng như vùng kinh tế trọng điểm như: Ngành Quản trị dịch vụ Du lịch và Lữ hành, Quản trị khách sạn, Công nghệ thông tin, Điện tử - tự động hóa, tiếng Anh,…

Thành lập Viện nghiên cứu ứng dụng khoa học kĩ thuật (KHKT) để tập hợp, tổ chức nghiên cứu khoa học (NCKH) trong sinh viên và cán bộ giáo viên; chuyển giao công nghệ, KHKT phục vụ đời sống và sự phát triển của xã hội.

Thành lập Trung tâm Tin học - Ngoại ngữ trong đó tiếp cận các chuẩn quốc tế mới để nâng cao trình độ, kiến thức về tin học, ngoại ngữ cho sinh viên.

Thành lập Trung tâm Hợp tác quốc tế và Tư vấn việc làm - Khởi nghiệp là đơn vị có chức năng kết nối, liên kết với các doanh nghiệp phục vụ cho việc thực hành, thực tập, giới thiệu việc làm cho sinh viên;

Tổ chức thực hiện Phương pháp đào tạo 'Gắn Nhà trường với Doanh nghiệp (DN)' với nội hàm linh hoạt, khoa học.

1. Các ngành đào tạo

+ Chỉ tuyển sinh, đào tạo các ngành có nhu cầu xã hội cao;

+ Mở rộng các hình thức đào tạo linh hoạt: liên kết, từ xa,...(học mọi lúc, mọi nơi, trên công trường, nhà máy, xí nghiệp...)

2. Chương trình đào tạo (CTĐT): Xây dựng CTĐT đáp ứng các yêu cầu:

+ Sử dụng Chương trình khung;

+ Vận dụng, lấy ý kiến của các chuyên gia - doanh nghiệp để thay đổi, đáp ứng theo nhu cầu của doanh nghiệp (đại học doanh nghiệp);

+ Tích hợp các môn học thành các nhóm môn (từ ý kiến của các chuyên gia, doanh nghiệp)

+ Giảm thời lượng (số giờ) lý thuyết, hàn lâm, tăng thời lượng thực hành, thực tập (tăng kỹ năng nghề nghiệp);

3. Kết quả thực hiện:

+ Phương pháp đào tạo "Gắn Nhà trường với doanh nghiệp", Nhúng SV vào thực tế sản xuất.

Trong những năm qua: EAUT đã đưa rất nhiều đoàn sinh viên đi trải nghiệm thực tế tại các Nhà máy sản xuất, doanh nghiệp với các môn học thực tiễn. doanh nghiệp đánh giá kết quả tốt.

Đưa các môn học, học phần chuyên ngành của một số ngành xuống học tập thực tiễn tại các nhà máy, doanh nghiệp, do cán bộ doanh nghiệp hướng dẫn.

Kết hợp với các doanh nghiệp tổ chức đánh giá kết quả học tập của sinh viên.

+ Tổ chức trang bị các kỹ năng mềm cho sinh viên: Các kỹ năng làm việc nhóm, kỹ năng ứng xử, kỹ năng làm việc công nghiệp, kỹ năng lập báo cáo,...được học tại các doanh nghiệp khi sv đi thực tập trải nghiệm.

+ Trang bị, nâng cao trình độ ngoại ngữ (tiếng Anh).

6. CÁC GIẢI PHÁP TRONG THỜI GIAN TỚI.

Đẩy mạnh, củng cố lực lượng cán bộ cho các ngành trọng điểm: Công nghệ thông tin, Điện - Điện tử - Tự động hóa; Nhiệt Lạnh, Công nghệ thực phẩm và Kinh tế, Tiếng Anh nhằm đảm bảo chất lượng đáp ứng CMCN 4.0.

Nhà trường quan niệm rằng: Sự thay đổi về quan niệm, tư duy của quá trình dạy và học là một trong những yếu tố then chốt để tiến tới đổi mới căn bản và toàn diện nền giáo dục nói chung và đổi mới theo hướng giáo dục 4.0 nói riêng. Cho nên, bằng nhiều hình thức khác nhau nâng cao chất lượng đội ngũ cán bộ giảng dạy (số lượng và chất lượng) về cả chuyên môn, kỹ năng và ngoại ngữ. Trọng tâm là lấy việc tự đào tạo và rèn luyện bản thân, thay đổi tư duy, phong cách lề lối làm việc để thực hiện và phát triển.

Thực hiện 08 chữ Slogan: Hợp tác - Chuẩn mực - Thực tiễn - Nhân văn.

Trường Đại học Công nghệ Đông Á (EAUT) với "Cảm hứng, Sáng tạo" coi đây là nhiệm vụ chính để phát triển nhà trường.

Tăng cường, cải tiến công tác quản lý sinh viên; Rèn luyện, giáo dục sinh viên thay đổi cách học: chuyển từ học thuộc, nhớ sang hình thành năng lực vận dụng, thích nghi, giải quyết vấn đề, tư duy độc lập theo mức độ phân loại Bloom. Không chỉ học trong sách vở, tài liệu mà phải học qua nhiều hình thức khác nhau: hệ tương tác, cung ứng đám đông, học bằng dự án.

Trang bị lại một số cơ sở hạ tầng phục vụ tổ chức các mô hình đào tạo mới (phòng học ảo, thư viện thông minh, mô phỏng, số hóa bài giảng...đây sẽ là xu hướng đào tạo chính trong tương lai). Điều này sẽ tạo áp lực lớn cho trường về chuẩn bị nguồn lực, đặc biệt là đội ngũ cán bộ giảng dạy, xây dựng không gian học tập.

Triển khai thực hiện các hoạt động hợp tác, liên kết đào tạo nguồn nhân lực với các cơ sở đào tạo trong và ngoài nước, với các doanh nghiệp.

Tổ chức thực hiện: Văn hóa công sở, văn hóa trường học - công dân hội nhập.

Dù đang ở giai đoạn đầu của CMCN 4.0, nhưng lãnh đạo Trường Đại học Công nghệ Đông Á đã nhận thức, truyền tải đến cán bộ, giáo viên, nhân viên nhà trường ý nghĩa, vai trò và tác động của cuộc Cách mạng 4.0 đến sự nghiệp giáo dục của nhà trường; đã sớm có những bước đi phù hợp với thời đại, với xu thế của cuộc CMCN 4.0 trong phương pháp đào tạo, xây dựng chương trình; chuẩn bi kiến thức, kỹ năng cho cán bộ, giáo viên và sinh viên để sẵn sàng thực hiện nhiệm vụ trong giai đoạn mới. Với tinh thần dám nghĩ dám làm cùng sức trẻ của đội ngũ cán bộ, giáo viên, được sự đồng thuận cao của HĐQT trường, chúng ta tin tưởng cùng với sự phát triển của CMCN 4.0 trường Đại học Công nghệ Đông Á (EAUT) sẽ hoàn thành tốt sứ mệnh cung cấp nguồn nhân lực có chất lượng cho xã hội.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Cách mạng Công nghiệp 4.0 là gì?, Báo điện tử news.zing.vn/cach-mang-cong-nghiep-40-la-gi-post750267.html

[2] Giáo dục Việt Nam trước yêu cầu của cách mạng công nghiệp 4.0, http://baochinhphu.vn/Khoa-hoc-Cong-nghe/Giao-duc-Viet-Nam-truoc-yeu-cau-cua-cach-mang-cong-nghiep-40/308970.vgp.

[3] Tác động của cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0 đối với cơ sở giáo dục đại học ở Việt Nam và gợi ý chính sách cho Việt Nam, PGS, TS. Nguyễn Cúc- Học viện Chính trị khu vực I - Báo điện tử baomoi.com, ngày 27/8/2017.

[4] Giáo dục đại học phải làm gì trước thách thức của cách mạng công nghiệp 4.0?, TS Phan Quang Trung, Phó chủ tịch thường trực Hiệp hội các trường Đại học và Cao đẳng, Báo điện tử giaoduc.net.vn, số ra ngày 22/07/2017.

[5] Vai trò của giáo dục Việt Nam trong cuộc CMCN lần thứ 4, GS Nguyễn Xuân Thu (Úc), Báo Điện tử Giáo dục Việt Nam 20/12/2017.

[6] Việt Nam với cuộc CMCN lần thứ 4, Ban Kinh tế Trung ương, Chủ biên TSKH Nguyễn Văn Bình, 12/2017.

[7] Đinh Văn Nhã, Các báo cáo Khoa học về Trí tuệ nhân tạo và Cuộc CMCN 4.0 - Cơ hội và thách thức đối với Việt Nam và Thế giới (tại nhiều tỉnh thành trong cả nước từ 2016-2018).

Nhà máy thông minh - những khái niệm cơ bản và lộ trình phát triển trong kỷ nguyên của nền công nghiệp 4.0

>TS. ĐINH VĂN THÀNH[1], ThS. ĐINH THỊ LAN ANH[1], KS. ĐẶNG XUÂN HIẾU[1], ThS. TRẦN THANH HÀ[2], ThS. ĐINH NHẬT ANH[3]

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu tổng quanvề công nghệ 4.0 và nhà máy thông minh, giải thích những khái niệm cơ bản. Cấu trúc một nhà máy thông minh và các thành phần cấu thành được phân tích và làm rõ. Bài báo cũng đưa ra lộ trình thực hiện để xây dựng một nhà máy thông minh, phân tích các vấn đề khó khăn và các đề xuất cần được hỗ trợ khi muốn chuyển sang mô hình nhà máy số hóa.

1. TỔNG QUAN VỀ NHÀ MÁY THÔNG MINH VÀ CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP LẦN THỨ TƯ

Cách mạng công nghiệp 4.0 là tên gọi của giai đoạn thứ tư trong quá trình phát triển của phương thức sản xuất. Nếu như cơ khí hóa và các dây chuyền sản xuất là đặc trưng của cách mạng công nghiệp lần thứ nhất và thứ hai, tự động hóa và tin học hóa là đặc trưng của cách mạng công nghiệp lần thứ ba thì đặc trưng của giai đoạn lần thứ tư sẽ là *số hóa* và *ảo hóa* [1][2]. Công nghiệp 4.0 bao gồm cả việc mô hình số hóa thông qua thu thập, lưu trữ, xử lý dữ liệu thông minh. Nói đến công nghiệp 4.0 là nói đến nhà máy thông minh, robot, trí thông minh nhân tạo, dữ liệu lớn và Internet kết nối vạn vật (IoT).

Một nhà máy thông minh là môi trường sản xuất trong đó quá trình sản xuất/chế biến/chế tạo và quá trình vận chuyển được chủ động tổ chức mà không cần đến các tác động của con người. Nhà máy thông minh dựa trên hệ thống kết nối thực - ảo (CPS), kết nối thế giới thực và ảo thông qua truyền thông qua cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin, đó là kết nối vạn vật qua mạng Internet. Một mô hình nhà máy thông minh phải đảm bảo dữ liệu được truyền tải và nguồn lực được sử dụng có hiệu quả hơn. Việc này đòi hỏi tính năng thời gian thực, khả năng kết nối, hợp tác giữa các quá trình sản xuất, các hệ thống thông tin và yếu tố con người. [3]

Các thuật ngữ quan trọng về công nghiệp 4.0 và nhà máy thông minh sẽ được hiểu như sau:

[1] Đại học Công nghệ Đông Á
[2] Công ty CP Giải pháp công nghệ ELANI
[3] Bộ Tài chính

Số hóa tập trung vào số hóa thông tin và xử lý thông tin đã được số hóa. Trong các mô hình sản xuất trước đây thông tin chỉ có tính một chiều từ người thiết kế đến hệ thống hay từ người vận hành tới thiết bị. Còn trong các hệ thống sản xuất thông minh, thông tin sẽ mang tính đa chiều. Không chỉ người thiết kế và vận hành có thể sử dụng các thông tin từ hoạt động của nhà máy để thay đổi thiết kế hệ thống và quy trình vận hành mà các thiết bị có thể trao đổi và xử lý thông tin trực tiếp với nhau và sử dụng các thuật toán học (Learning Algorithm) để liên tục thay đổi và nâng cao hiệu quả làm việc. Số hóa doanh nghiệp cho phép quản lý điều hành từ cấp tổng công ty từ tài chính, các nhà cung cấp, kế toán, mua bán hàng, lên kế hoạch sản xuất, nhân sự đến vận hành sản xuất, báo cáo, lập kế hoạch bảo trì bảo dưỡng… Các vấn đề này có thể giải quyết được khi áp dụng các mô hình MES/ERP (hệ thống vận hành sản xuất/hệ thống lập kế hoạch quản lý nguồn lực của doanh nghiệp), các robot công nghiệp trên nền tảng phát triển của công nghệ thông tin và xu thế kết nối vạn vật qua mạng Internet, các bài toán xử lý gói dữ liệu lớn và lưu trữ đám mây. Cấu trúc hệ thống tích hợp các tính năng quản lý điều hành sản xuất các quá trình công nghệ của nhà máy thông minh được mô tả trong *(Hình 1)*. Trong đó, cấp độ 0,1,2 là tự động hóa quá trình sản xuất với các bài toán điều khiển theo mẻ, điều khiển rời rạc và liên tục; cấp độ 3 là hệ thống quản lý vận hành sản xuất tập trung vào việc lên kế hoạch, điều khiển theo công thức, đảm bảo độ tin cậy, tối ưu hóa quá trình sản xuất; cấp độ 4 là hệ thống quản trị doanh nghiệp (quản lý hoạt động kinh doanh và sản xuất).

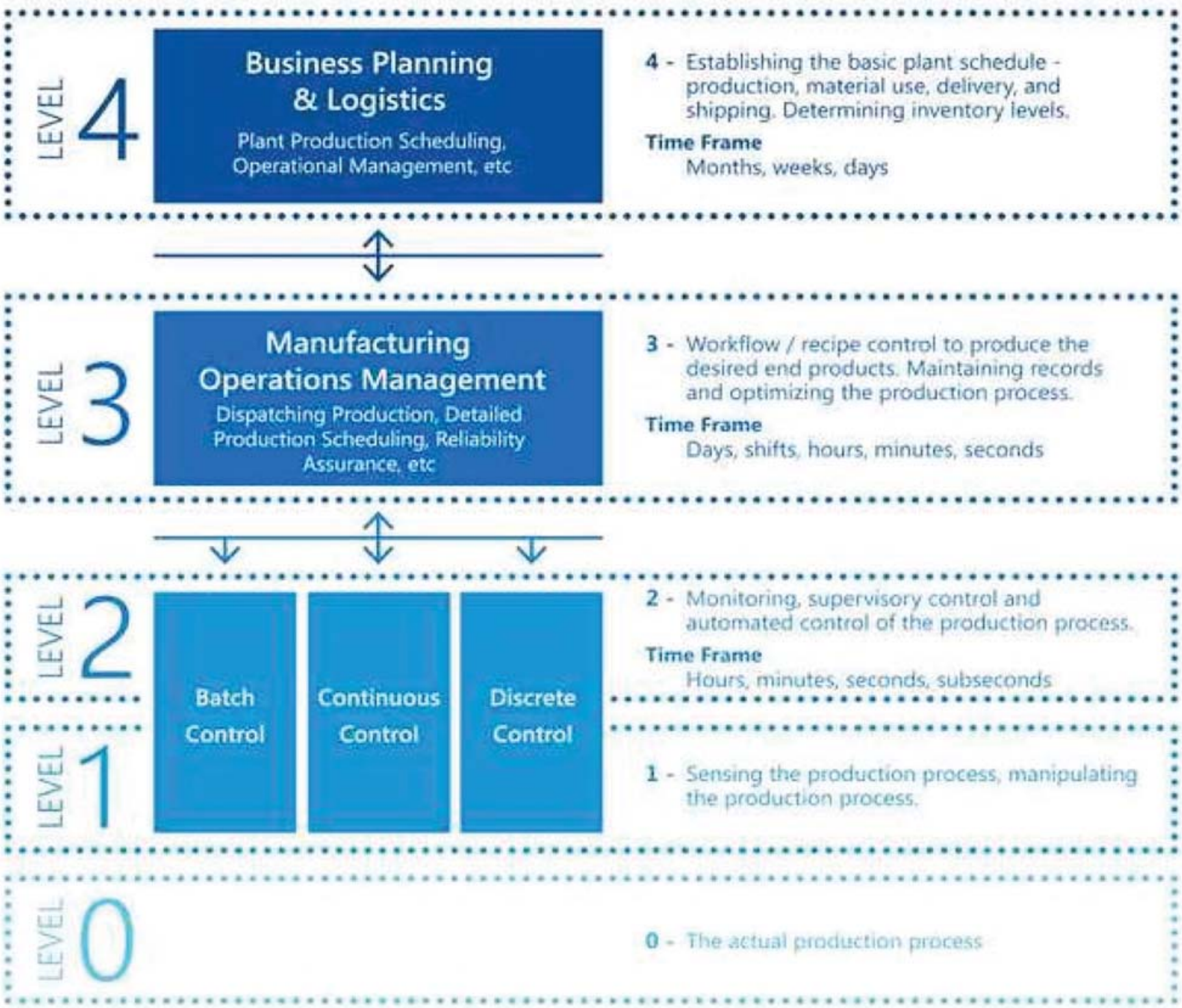
• *MES/ERP:* Hệ thống giám sát vận hành sản xuất (MES: Manufacturing Execution System) và hệ thống quản trị doanh nghiệp (ERP: Enterprise Resource Planning) [1][4] là hai lớp cao nhất trong cấu trúc điều khiển năm lớp theo tiêu chuẩn của ANSI/ISA 95 *(Hình 1)* [5]. Hệ thống MES thực hiện chức năng tổ chức thu thập xử lý dữ liệu của nhà máy liên quan tới quá trình sản xuất như năng lượng tiêu thụ, chất lượng sản phẩm,… Hệ thống ERP giúp hỗ trợ doanh nghiệp quản lý các nguồn tài nguyên, lập kế hoạch sản xuất, phát triển sản phẩm. Điều kiện cần có là nền tảng hệ thống tự động hóa và giám sát quá trình sản xuất DCS/SCADA (3 lớp dưới của Cấu trúc điều khiển (Hình 1)) đã được chuẩn hóa về các thiết bị máy móc và thiết bị đo cho phép truyền tải dữ liệu

• *IIoT/Cloud:* Internet kết nối vạn vật (IIoT: Industrial Internet of Thing) và điện toán đám mây cho phép các thiết bị được kết nối thành mạng lưới một các hiệu quả thông qua mạng internet và giúp đưa thông tin của thiết bị tới người quản lý trực tiếp mà không cần thông qua các khâu trung gian

• *Robotic/Automation:* Robot, các hệ thống điều khiển thích nghi và các hệ thống có khả năng học được sử dụng để nâng cao hiệu quả của hệ thống điều khiển trong nhà máy

Ảo hóa làm thay đổi cách tiếp cận của doanh nghiệp với việc thiết kế và phát triển sản phẩm và giúp đẩy nhanh quá trình đưa ý tưởng thiết kế thành sản phẩm. Các công cụ mô phỏng không chỉ cho phép thử nghiệm các tính năng của sản phẩm mà còn cả thiết kế dây chuyền và hoạt động sản xuất. Các công cụ thực tế ảo (VR: Vitual Reality) và thực tế tăng cường (AR: Augmented Reality) cho phép giới thiệu sản phẩm tới khách hàng cho dù sản phẩm chưa được đưa vào sản xuất. Công nghệ in 3D ngày càng phát triển cho phép giảm giá thành sản xuất và nhanh chóng sản xuất ra các mô hình thử nghiệm.

Nhà máy thông minh là nhà máy hoạt động hoàn toàn trên nền tảng số hóa dữ liệu, tiết kiệm năng lượng, giảm thải khí nhà kính và tự động hóa toàn diện từ khâu sản xuất đến kinh doanh, vận hành.Thông tin từ tất cả các thiết bị sẽ được kết nối vào một hệ thống quản lý chung của nhà máy.



Hình 1: Cấu trúc hệ thống quản lý điều hành sản xuất DCS/MES/ERP [5]

Những dữ liệu này sẽ được sử dụng để đảm bảo chất lượng của sản phẩm cũng như giảm thiểu tiêu hao nguyên nhiên vật liệu trong quá trình sản xuất. Song song với đó, dữ liệu từ các nhà máy sẽ được kết nối vào một mạng lưới chung của danh nghiệp. Việc đó sẽ giúp các nhà máy học hỏi và rút kinh nghiệm từ các nhà máy khác và giúp doanh nghiệp phối hợp hoạt động và lên kế hoạch sản xuất. Một trong những ví dụ thành công về sử dụng giải pháp quản lý sản xuất là công ty Palm Brewery (Bỉ). Công ty đã triển khai gói giải pháp MES của Siemens từ năm 2008 cho hai nhà máy của công ty ở Steenhuffen và Roeselare với trọng tâm là quản lý chất lượng sản phẩm và thu được kết quả là chi phí cho nguyên liệu nấu bia giảm 1%, chi phí cho các loại nguyên liệu phụ trợ giảm 2% và hao phí do chất lượng sản phẩm không đạt tiêu chuẩn giảm 25% (Siemens - 2012).

Thêm vào đó nhà máy sản xuất thông minh trong kỷ nguyên cách mạng công nghiệp lần thứ tư cũng cần phải có tính linh hoạt trong sản xuất để đáp ứng nhu cầu cá nhân hóa sản phẩm của thị trường. Các dây chuyền sản xuất phải có khả năng sản xuất nhiều loại sản phẩm hoặc có thể tùy chỉnh các đặc điểm của sản phẩm một cách linh hoạt. Một ví dụ về mô hình sản xuất này là dây chuyền lắp ráp xây dựng bởi SAP và đối tác là Festo Didactic và Elster Kromschröder được giới thiệu ở hội chợ tự động hóa Hannover Messe 2014. Dây chuyền được thiết kế để có thể sản xuất hai loại sản phẩm hoàn toàn khác nhau là điều khiển từ xa và cảm biến thông minh (trong đó cảm biến thông minh có đến 16 biến thể khác nhau). Từng linh kiện trong dây chuyền chứa thông tin về bản thân linh kiện đó và quy trình xử lý cần thiết. Khi linh kiện dừng tại một trạm xử lý nó sẽ truyền thông tin tới bộ điều khiển, cho bộ điều khiển biết đó là loại linh kiện gì và yêu cầu quy trình xử lý phù hợp.

Hiện tại ở Việt nam chưa có nhiều doanh nghiệp ứng dụng nền tảng hay mô hình quản lý điều hành sản xuất với đầy đủ các cấp độ và tính năng nêu trên. Chỉ một số ít doanh nghiệp áp dụng một phần hoặc một số module của hệ thống vận hành sản xuất MES hay hệ thống quản lý hoạt động kinh doanh và sản xuất ERP như Vinamilk, tập đoàn EDH, một số doanh nghiệp dịch vụ và kho vận… Một số tập đoàn hoặc công ty có vốn đầu tư từ nước ngoài đặt tại Việt nam cho thấy sự thành công và hiệu suất khi áp dụng cho nhà máy thông minh là nhà máy của GE Energy tại Hải Phòng sản xuất các linh kiện cho máy phát điện và tua-bin của GE. Điều này cho thấy nhu cầu cấp thiết hiện nay là cần phát triển và ứng dụng rộng rãi mô hình nhà máy thông minh hay doanh nghiệp số hóa tại Việt nam.

2. CÁC BƯỚC PHÁT TRIỂN CÁC NHÀ MÁY THÔNG MINH TẠI VIỆT NAM

Mặc dù trong phát triển nhà máy thông minh có rất nhiều nội dung và yêu cầu khác nhau nhưng với điều kiện sản xuất tại Việt Nam và với yêu cầu của thị trường trong nước, nhà máy thông minh cần phải đáp ứng được các nhu cầu sau:

• Các nhà máy cần phải có hệ thống DCS hoàn chỉnh: Nhà máy tự động hóa ở mức độ cao, phần lớn các thiết bị trong nhà máy được điều khiển tự động. Từng thiết bị và công đoạn trong quá trình sản xuất đều có các cảm biến để đo các tham số hoạt động, phải có hệ thống đo đếm các nguồn nguyên vật liệu đầu vào, năng lượng tiêu thụ của nhà máy và đánh giá số lượng và chất lượng của sản phẩm đầu ra.

• Nhà máy cần phải được kết nối: Các thiết bị trong nhà máy phải được nối vào một hệ thống cơ sở dữ liệu của nhà máy sử dụng mạng Ethernet công nghiệp và các dữ liệu hoạt động của nhà máy phải được kết nối vào hệ thống cơ sở dữ liệu chung của doanh nghiệp qua mạng Internet (Hình 2).

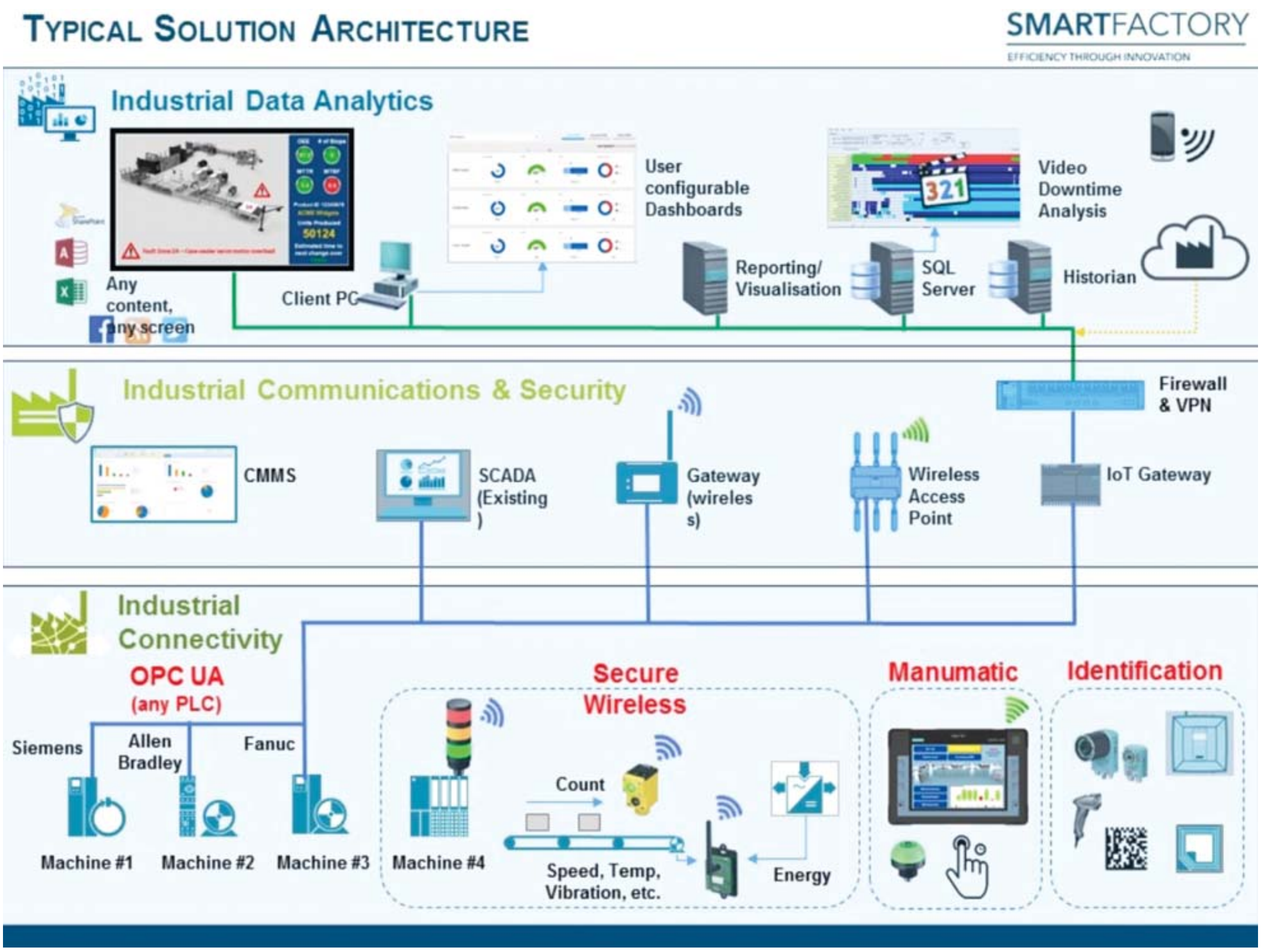
• Số liệu thu thập được phải được xử lý để đảm bảo duy trì chất lượng sản phẩm và giảm các chi phí của quá trình sản xuất

Hình 2 mô tả kiến trúc tổng quan của mô hình nhà máy thông minh ở các cấp độ kết nối truyền thông công nghiệp, an ninh mạng và phân tích các dữ liệu công nghiệp, cấu trúc kết nối các hệ thống thiết bị chính và các thiết bị ngoại vi.

Các bước triển khai xây dựng nhà máy thông minh:

• Nghiên cứu tìm hiểu các giải pháp của các hãng trên thế giới liên quan đến đặc thù của doanh nghiệp cụ thể trong tự động hóa quá trình sản xuất (DCS); tự động giám sát năng lượng, tiết kiệm năng lượng, năng lượng tái tạo, sản xuất xanh, sản xuất sạch; tự động quản lý vận hành sản xuất (MES); tự động quản lý hoạt động kinh doanh và sản xuất (ERP); tự động hóa kho vận và logistics, Robotics, nền tảng công nghệ thông tin IT và mạng truyền thông công nghiệp...

• Khảo sát hiện trạng của nhà máy (mức độ tự động hóa các quá trình sản xuất, nền tảng công



Hình 2 - Kiến trúc tổng quan của nhà máy thông minh [4]

nghệ thông tin, thiết bị điều khiển, thiết bị đo và chấp hành, cách thức đánh giá hiệu suất thiết bị, mức độ tiêu thu điện năng, server, các vấn đề an ninh mạng…) và đánh giá mức độ yêu cầu của nhà máy trong từng cấp độ quản lý điều hành sản xuất. Có thể tham khảo công cụ đánh giá năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp về công nghệ 4.0 đưa ra các chiến lược thích hợp (Toolbox Industry 4.0), công cụ này được phát triển bởi hiệp hội VDMA của Đức

• Tham khảo ý kiến các chuyên gia tư vấn để lập đề án tiền khả thi cho dự án và đánh giá khả năng thu hồi vốn

• Tập trung đào tạo nhân lực giỏi về công nghệ và ứng dụng các giải pháp nói trên để triển khai và tiếp quản dự án

• Triển khai nghiên cứu thực hiện và ứng dụng trên mô hình thích hợp trước khi áp dụng vào thực tế

• Đánh giá tính cạnh tranh, độ tin cậy và hiệu quả mang lại từ dự án

Để hướng tới xây dựng mô hình nhà máy thông minh, các doanh nghiệp trong nước trước tiên cần xây dựng các nền tảng cần thiết cho nhà máy thông minh, sau đó từng bước bổ sung các bộ phận cấu thành của mô hình nhà máy thông minh:

• Hoàn thiện hệ thống điều khiển giám sát (SCADA/DCS): Dựa trên cơ sở đánh giá hiện trạng của nhà máy, các doanh nghiệp tiến hành nâng cao chất lượng của hệ thống điều khiển tự động trong nhà máy. Ví dụ: thay thế các thống vận hành bằng tay thành các hệ thống điều khiển tự động. Bổ sung các cảm biến cần thiết để đánh giá đầy đủ quá trình hoạt động của nhà máy (đánh giá chất lượng sản phẩm, tính toán năng lượng tiêu thụ,…). Cải thiện hệ thống truyền thông công nghiệp trong nhà máy. Thay thế các bus trường bằng các hệ thống truyền thông sử dụng mạng Ethernet công nghiệp và hướng tới sử dụng các hệ thống truyền thông không dây

• Xây dựng hệ thống giám sát sản xuất: Dựa trên cơ sở hệ thống điều khiển giám sát hoàn chỉnh, xây dựng hệ thống thu thập, lưu trữ dữ liệu vận hành của nhà máy vào một cơ sở dữ liệu của nhà máy và tiến hành xử lý dữ liệu ấy để xác định các chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm và hiệu quả của quá trình sản xuất.

• Cải tiến thiết bị, công nghệ và quy trình sản xuất: Dựa trên cơ sở thông tin cung cấp bởi hệ thống giám sát sản xuất, tiến hành cải tiến quy trình công nghệ không chỉ hướng tới nâng cao hiệu quả sản xuất mà còn hướng tới tăng tính linh hoạt của dây chuyền sản xuất hiện có

Sau khi xây dựng được nền tảng cho nhà máy thông minh các doanh nghiệp có thể mở rộng sang các bộ phận cấu thành khác của nhà máy thông minh như:

• Sử dụng các thiết bị thông minh trong dây truyền sản xuất: cảm biến thông minh, động cơ thông minh,…

• Sử dụng robot và trí tuệ nhân tạo trong điều khiển và lập kế hoạch

• Kết nối mạng lưới các nhà máy vào hệ thống quản trị doanh nghiệp

• Xây dựng các hệ thống phụ trợ như hệ thống kho thông minh, bảo trì dự báo, logistic thông minh…

Các vấn đề gặp phải và một số đề xuất để xây dựng nhà máy thông minh

Số hóa doanh nghiệp là xu thế tất yếu cho các doanh nghiệp từ quy mô lớn cho đến vừa và nhỏ để tối ưu nguồn lực và nâng cao hiệu suất. Yêu cầu đổi mới là bắt buộc khi có đến hàng triệu công việc liên quan trực tiếp hoặc gián tiếp đến công nghiệp sản xuất chế biến cần được cải tiến theo cách thức thông minh hơn và hiệu quả. Tuy nhiên, để triển khai mô hình thông minh, các doanh nghiệp gặp phải không ít các khó khăn. Trong đó phải kể đến các vấn đề như cần chính sách hỗ trợ từ chính phủ và các bộ ban ngành liên quan, kêu gọi vốn đầu tư của nhà nước và tư nhân, cần xây dựng các quy chuẩn thống nhất để áp dụng triển khai (công nghệ, giải pháp, hạ tầng công nghệ thông tin…), an ninh mạng và bảo mật dữ liệu, cách thức triển khai, các công cụ đánh giá độ tin cậy, tính cạnh tranh và hiệu quả của mô hình khi áp dụng vào thực tế, các mô hình thử nghiệm thành công để tham khảo và phát triển…Trên cơ sở đó, việc tham gia chặt chẽ của chính phủ, các bộ ban ngành, các chuyên gia nghiên cứu, công nghiệp và xã hội là rất cần thiết để có được sự thành công cho các dự án xây dựng nhà máy thông minh.

Một vài đề xuất hỗ trợ cho chiến lược phát triển mô hình nhà máy thông minh và công nghệ 4.0:

• Chính phủ đã đề ra chiến lược phát triển ngành công nghiệp theo định hướng I4.0, việc này cần cụ thể hóa ở hành lang pháp lý khi thực hiện triển khai, chính sách hỗ trợ, đầu tư vốn cho các doanh nghiệp, chính sách bảo hộ của pháp luật về cạnh tranh, kiểm tra, đánh giá, kết nối giữa các bộ ngành có liên quan để triển khai hiệu quả đề án. Cần có luật và các chính sách nhằm thúc đẩy phát triển các doanh nghiệp số

• Nhà nước cần lập ra chương trình riêng về phát triển công nghệ 4.0 và chỉ định đơn vị chuyên trách xây dựng chiến lược và chương trình hành động cho đề án, thống nhất cách thức triển khai. Một trong các vấn đề quan trọng cần được quan tâm là có quỹ hỗ trợ về tài chính, có hỗ trợ về đào tạo, chuyên gia chuyển giao công nghệ để các doanh nghiệp có thể từng bước triển khai nhà máy thông minh. Quỹ hỗ trợ về tài chính dưới hình thức cho vay ưu đãi (lãi suất rất thấp hoặc không tính lãi)

• Nghiên cứu, ban hành các quy hoạch, quy chuẩn, tiêu chuẩn, cần sớm hoàn thiện các bộ tiêu chuẩn áp dụng cho I4.0 và số hóa doanh nghiệp

• Cần tạo thêm các diễn đàn đối thoại để các bên liên quan nhận thức rõ hơn cũng như học hỏi từ chuyên gia và từ các mô hình thành công.

• Giải quyết vấn đề về hệ thống CNTT ở Việt Nam: chưa có kiến trúc chuẩn, hạn chế về khả năng tích hợp, đáp ứng mở rộng khó khăn, chưa chuẩn hóa cơ sở dữ liệu

• Phải có các cơ sở nghiên cứu & phát triển các mô hình ứng dụng và thử nghiệm

• Chú trọng đào tạo nguồn nhân lực phục vụ cho cuộc cách mạng công nghiệp 4.0

• Tham khảo cách thức xây dựng nền tảng công nghiệp 4.0 thành công ở các nước tiên tiến như CHLB Đức: ví dụ Mô hình kiến trúc tham khảo cho công nghiệp 4.0 'Reference architecture model Industrie 4.0' (RAMI 4.0) [6], công cụ đánh giá tính cạnh tranh của doanh nghiệp khi triển khai mô hình số hóa (Toolbox Industry 4.0) [3]

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã giới thiệu khái quát về công nghiệp 4.0, tập trung phân tích về nhà máy thông minh - các khái niệm cơ bản, các đặc tính, các thành phần cấu thành, cấu trúc điều khiển và truyền thông giao tiếp trên nền tảng giao thức chuẩn công nghiệp và công nghệ thông tin, Internet kết nối vạn vật, xét đến bài toán xử lý gói dữ liệu lớn. Bài báo cũng đề xuất quy trình thực hiện số hóa nhà máy, phân tích những trở ngại trong quá trình thực hiện và những đề xuất để xây dựng chiến lược hỗ trợ phát triển các nhà máy thông minh trong kỷ nguyên nền công nghiệp 4.0 với rất nhiều cơ hội và thách thức.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] F. Zezulka, P. Marcon, I. Vesely and O. Sajdl (2016). Industry 4.0 - An Introduction in the phenomenon. International IFAC Conference on Programmable Devices and Embedded Systems.

[2] Siemens, Industry 4.0 - Vision to Reality

[3] https://www.industrie40-readiness.de/

[4] Hermann Meissner, Rebecca Ilsen and Jan C. Aurich (2017). Analysis of Control Architectures in the Context of Industry 4.0. International Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering

[5] Manufacturing Execution System - Optimal design, planning and deployment. Heiko Mayer, Franz Fuchs, and Klaus Thiel. McGraw Hill

[6] http://www.plattform-i40.de

Hệ thống điều khiển tự động SCADA cho nhà máy sản xuất cồn chất lượng cao

>GS.VS. NGƯT ĐINH VĂN NHÃ, ThS. PHẠM MẠNH TOÀN, ThS. ĐINH THỊ LAN ANH, ThS. ĐINH NHẬT ANH*

TÓM TẮT

Bài báo tập trung phân tích công nghệ công đoạn lên men liên tục, xây dựng lưu đồ thuật toán và ứng dụng hệ điều khiển giám sát SCADA cho dây chuyền sản xuất cồn chất lượng cao. Chương trình điều khiển được lập trình trên bộ PLC S7-300, giao diện điều khiển giám sát SCADA được xây dựng trên phần mềm WinCC 7.0 của hãng Siemens. Kết quả mô phỏng trên máy tính cho thấy phương pháp điều khiển này đảm bảo được tính ổn định, chính xác và có thể triển khai lắp đặt thực tế tại nhà máy sản xuất cồn chất lượng cao.

CHỮ VIẾT TẮT:

PLC	(Programmable Logic Controller): Bộ điều khiển logic khả trình.
SCADA	(Supervisory Control And Data Acquisition): Hệ thống điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu
LMLT	Lên men liên tục
TCVN	Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam
CCLC	Cồn chất lượng cao
HMI (Human Machine Interface)	Giao diện người máy

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo TCVN-1052-71, cồn chất lượng cao (CCLC) có hàm lượng etanol ở 20^{o}C (tính theo thể tích) ≥ 96%V và có hàm lượng aldehyt ≤ 8mg. CCLC được sử dụng rộng rãi trong đời sống xã hội như pha chế thành rượu cao cấp, cồn y tế, cồn làm nhiêu liệu sinh học, sản xuất mỹ phẩm… Mặc dù CCLC có nhiều ứng dụng và có vị trí quan trọng trong đời sống xã hội cũng như nền kinh tế quốc dân nhưng hàng năm nước ta vẫn phải nhập một lượng lớn CCLC từ nước ngoài do công nghệ sản xuất CCLC ở nước ta còn lạc hậu chưa theo kịp với các nước tiên tiến trên thế giới.

Để sản xuất ra CCLC có nhiều công đoạn khác nhau, nhưng công đoạn LMLT có vai trò quan trọng quyết định đến chất lượng của cồn. Vì vậy thiết kế

* Đại học Công nghệ Đông Á.

thuật toán điều khiển và ứng dụng công nghệ tự động hóa để điều khiển giám sát cho công đoạn này là vô cùng cần thiết.

Thiết bị điều khiển được sử dụng cho quá trình tự động hóa hoàn toàn công đoạn LMLT là bộ PLC S7-300 và phần mềm chuyên dụng thiết kế giao diện điều khiển giám sát SCADA WinCC 7.0 của hãng Siemens.

2. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

2.1 Sơ đồ công nghệ công đoạn LMLT

Thuyết minh điều khiển:

- Điều khiển tại tank men giống R402:

Dịch đường sau khi làm lạnh được chuyển sang bình lên men R402. Ở đây xảy ra quá trình hòa trộn dịch với các nguyên liệu cần thiết khác. Bơm P402 có chức năng tuần toàn và giảm nhiệt độ của dịch nhờ thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm E402. Các thiết bị báo mức cao LAH310.3, mức thấp LAL310.2 được gắn vào bình R402 có nhiệm vụ theo dõi, cảnh báo mức trong bình và điều khiển PID van LV402.1 để chuyển dịch từ bình R402 sang bình lên men tiếp theo R411 sau khi đã qua tháp tách CO_2.

- Điều khiển tại tank men R411 đến R415:

+ Tank R411: Trên tank có thiết bị đo và hiển thị nhiệt độ Tr411.1, ở đây xảy ra các quá trình hòa trộn với các nguyên liệu cần thiết khác. Bơm P411 có chức năng tuần hoàn và giảm nhiệt độ của dịch để đảm bảo nhiệt độ của dịch trong tank men theo đúng yêu cầu nhờ thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm E411. Khi dịch trong tank đạt đến mức yêu cầu thì dịch tự tràn sang tank tiếp theo R412.

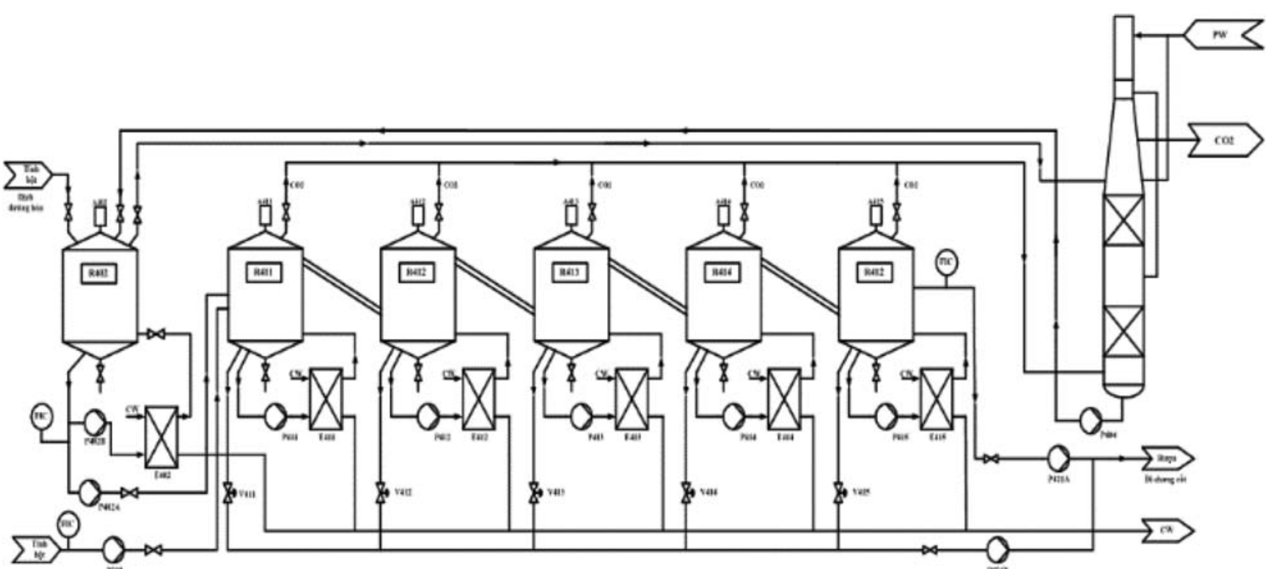
+ Các Tank R412 đến R415: Hoạt động tương tự như tank R411, sau cùng là dịch đi ra từ tank R415 được đưa qua hệ thống chưng cất.

2.2 Mô hình điều khiển công đoạn LMLT

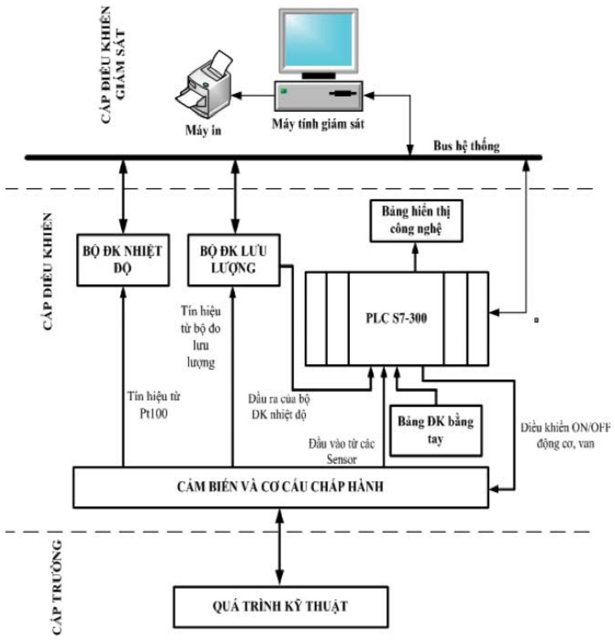
- Trong hệ thống lên men, các thông số quá trình cần điều khiển là nhiệt độ và lưu lượng. Theo như yêu cầu công nghệ thì việc ổn định các thông số này được thực hiện thông qua điều khiển đóng/cắt và ổn định tốc độ các động cơ bơm hồi lưu.

- Bộ điều khiển dùng để điều khiển cho công đoạn lên men là bộ điều khiển logic khả trình PLC S7-300 của hãng Siemens. Bộ PLC này phù hợp cho mức độ tự động hóa của dây chuyền, đáp ứng được nhu cầu về bảo trì cung như nâng cấp thuận lợi.

- Sơ đồ phân cấp điều khiển công đoạn lên men được mô tả như hình 2.



Hình 1: Sơ đồ công nghệ công đoạn lên men liên tục



Hình 2: Sơ đồ phân cấp điều khiển công đoạn lên men liên tục

Cấp trường:

- Là các thiết bị chấp hành trực tiếp làm việc với quá trình công nghệ như: Bơm hồi lưu, bơm dịch chưng cất, bơm men giống, máy khuấy, các sensor nhiệt độ, sensor mức, sensor lưu lượng, các van, rơ le trung gian, các thiết bị hiển thị, công tắc hành trình…

- Chức năng chính của cấp trường: Đo lường, truyền động và chuyển đổi tín hiệu trong trường hợp cần thiết.

- Các thiết bị cấp trường đòi hỏi về độ nhanh, nhạy và thời gian thực cao.

Cấp điều khiển:

- Nhiệm vụ: Điều khiển sự hoạt động của các thiết bị cấp trường. Nó nhận thông tin từ cấp điều khiển giám sát và các thông tin từ cấp trường. Nó xử lý thông tin theo một thuật toán nhất định rồi truyền tín hiệu điều khiển xuống cơ cấu chấp hành.

- Trong hệ thống điều khiển của công đoạn LMLT, nhiệm vụ điều khiển do một PLC S7-300 đảm nhận và các bộ điều khiển chuyên dụng khác như nhiệt độ, mức…

Cấp điều khiển giám sát:

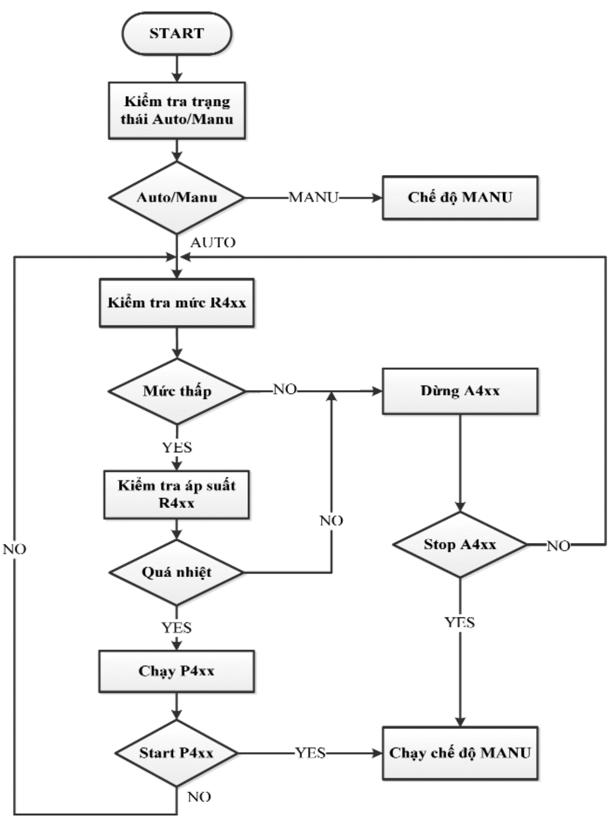
- Nhiệm vụ: Giám sát và vận hành một quá trình kỹ thuật. Nó hỗ trợ người sử dụng trong việc cài đặt các thông số, theo dõi, giám sát vận hành và xử lý các tình huống đột xuất.

- Trong công đoạn LMLT, cấp điều khiển giám sát do một máy tính kết nối với PLC, các thiết bị điều khiển chuyên dụng và màn hình giao diện người - máy (HMI) đảm nhận.

2.3 Thiết kế thuật toán điều khiển cho công đoạn LMLT

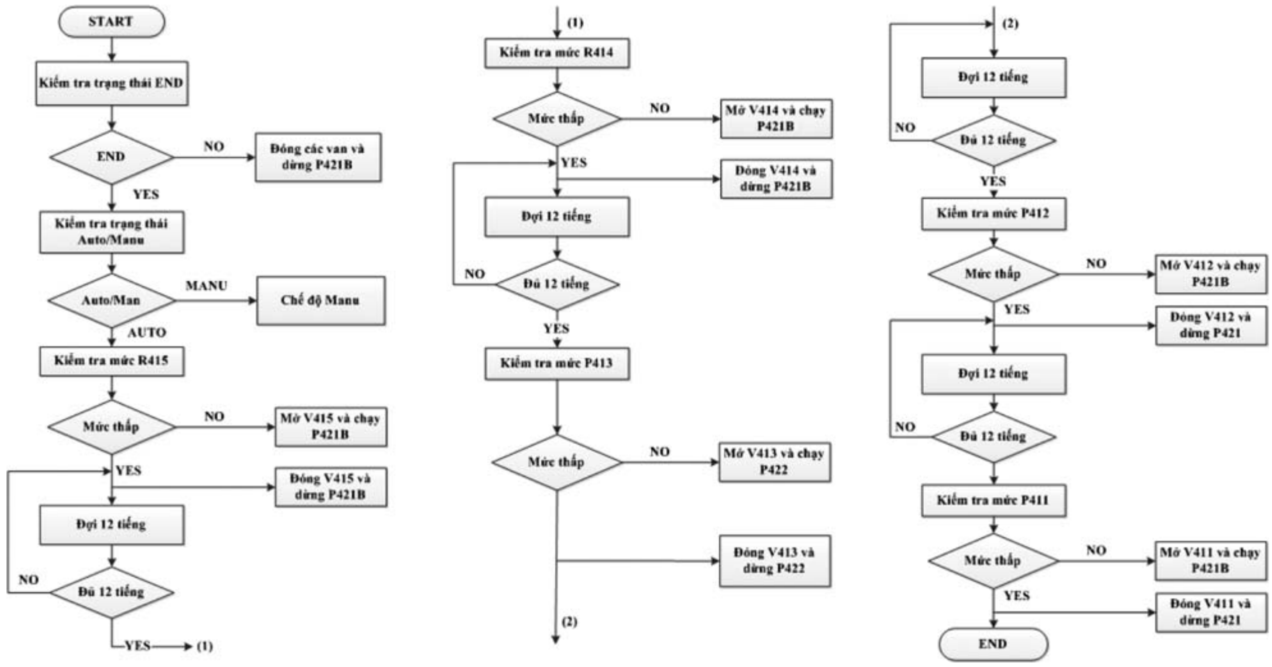
Lưu đồ điều khiển bơm hồi lưu

- Hệ thống có hai chế độ điều khiển là tự động (Auto mode) và bằng tay (Manual mode). Chế độ tự động là chế độ mặc định của hệ thống, chế độ bằng tay chỉ vận hành khi cần thiết như khắc phục sự cố.

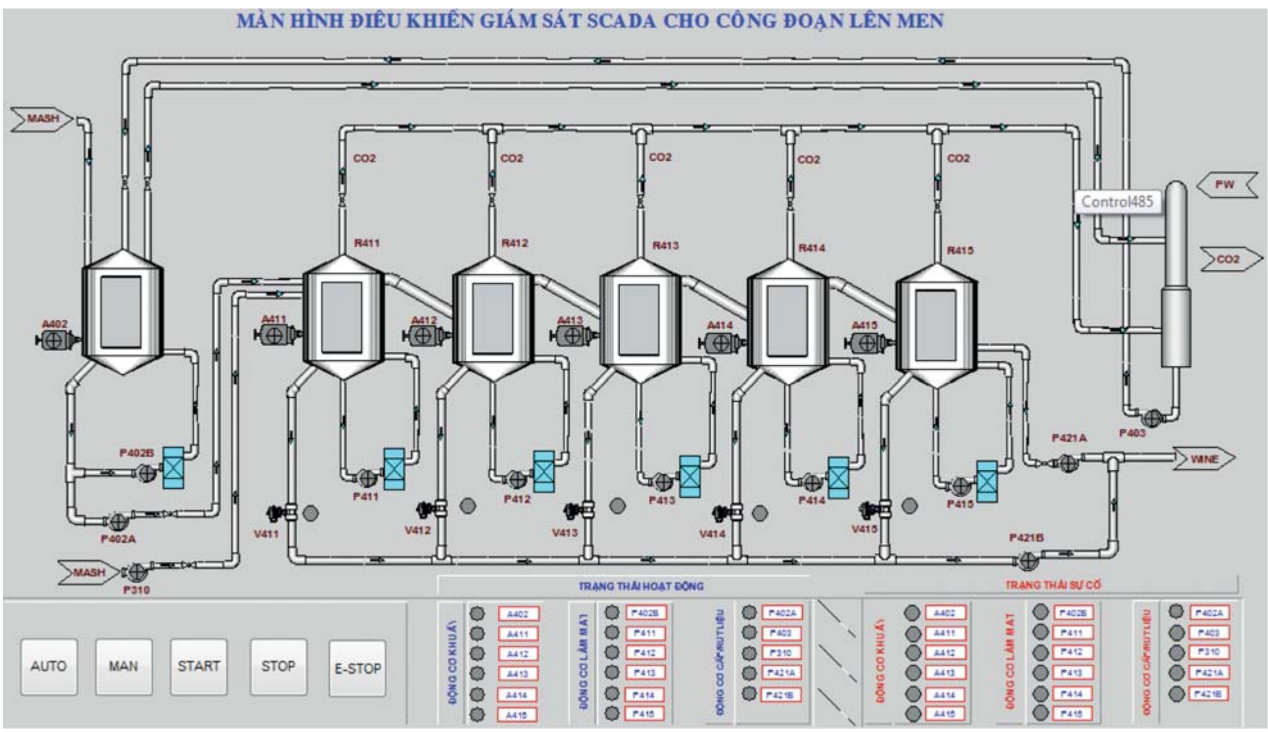


Hình 3: Lưu đồ điều khiển nhóm bơm hồi lưu

- Đối với công đoạn LMLT thì có hai lưu đồ điều khiển quan trọng nhất là lưu đồ điều khiển cho các bơm hồi lưu và lưu đồ điều khiển nhóm thiết bị lên men theo mẻ.



Hình 4: Lưu đồ điều khiển nhóm thiết bị lên men theo mẻ

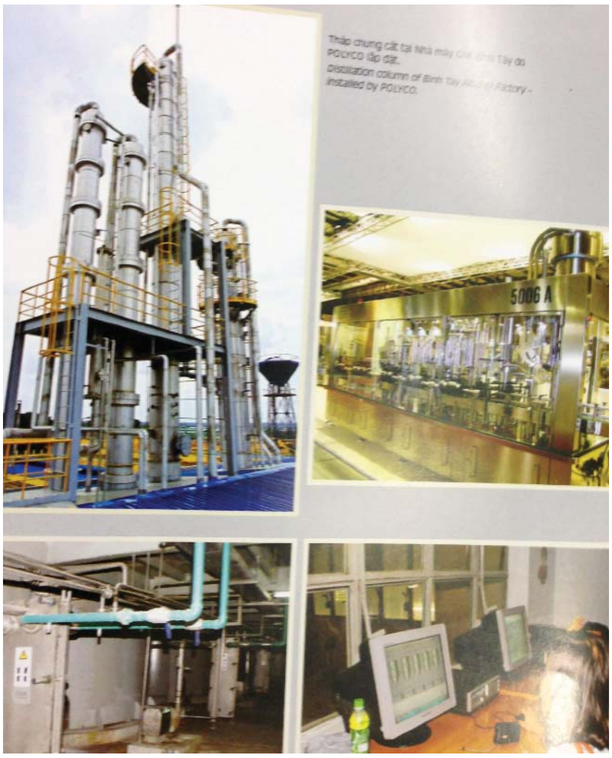


Hình 5: Màn hình giao diện điều khiển giám sát SCADA cho công đoạn lên men liên tục

2.4 Xây dựng giao diện điều khiển giám sát SCADA cho công đoạn LMLT

- Giao điện điều khiển giám sát SCADA mô tả tổng quát quá trình công nghệ của công đoạn LMLT.

- Màn hình giao diện điều khiển giám sát SCADA được xây thiết kế trên phần mềm WinCC7.0 của hãng Siemens, tối ưu hóa cho người sử dụng.



Hình 6: Nhà máy sản xuất cồn chất lượng cao Bình Tây do Tập đoàn POLYCO xây dựng và lắp đặt

3. KẾT LUẬN

Bài báo tập trung phân tích, đưa ra các giải pháp thực tế để xây dựng hệ điều khiển giám sát SCADA cho công đoạn LMLT và đạt được một số kết quả sau đây:

Phân tích chi tiết sơ đồ công nghệ của công đoạn lên men liên tục.

Thiết lập và phân cấp điều khiển công đoạn LMLT

Xây dựng được hai thuật toán điều khiển quan trọng nhất của công đoạn LMLT lưu đồ điều khiển nhóm bơm hồi lưu để ổn định nhiệt trong các tank và điều khiển nhóm thiết bị lên men theo mẻ.

Thiết kế màn hình điều khiển giám sát SCADA dựa trên phần mềm WinCC 7.0 của hãng Siemens và mô phỏng toàn bộ hệ thống chạy ổn định.

Sơ đồ công nghệ có thể triển khai và lắp đặt để sản xuất cồn chất lượng cao trong thực tế công nghiệp như tháp Cồn Hà Nội, Nhà máy sản xuất Rượu Cồn Bình Tây (Hình 6). ❖

SUMARY

This article focuses on analyzing the technology of continuous fermentation process, design of a control algorithm as flowchart and a supervisory control system (SCADA) for a high quality alcohol production factory. The control program is based on PLC S7-300, SCADA monitoring console is built on the base of WinCC 7.0 of SIEMENS. The simulation results were good andensure the stability, accuracy.Therefore, that can be applied in the real alcohol production factory.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Đình Thưởng; Nguyễn Thanh Hằng, *Công nghệ sản xuất và kiểm tra cồn Etylic*, NXB KHKT Hà Nội-2007.

[2] Hoàng Minh Sơn, *Mạng truyền thông công nghiệp*, NXB KHKT Hà Nội - 2006.

[3] *WinCC Information System Working, Siemens*

[4] *S7-200 Programmable Controller System Manual, Siemens*

[5] *SIMATIC HMI, Siemens.*

Bảo vệ chống ảnh hưởng của trường điện từ trong sinh hoạt

>TS. TRẦN QUANG KHÁNH*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nguyên nhân dẫn đến sự mờ nhạt về ảnh hưởng của trường điện từ làm cho ít ai nghĩ đến tác hại của chúng do trường điện từ là một dạng vật chất đặc biệt vô hình, không thể nhìn thấy, nghe thấy, ngửi thấy và sự tác động nguy hại của nó đến cơ thể người, mặc dù rất đáng kể, nhưng không thể hiện ngay, mà diễn ra một cách từ từ "gặm nhấm" dần sức khỏe.

Ngày nay chúng ta đang sống trong thời đại điện từ, bão hòa bởi những khai hóa văn minh và tiến bộ khoa học-kỹ thuật. Hai mươi bốn giờ trong ngày chúng ta chìm trong các trường vô hình, bức xạ bởi các đường dây tải điện, tivi, tủ lạnh, máy tính và hàng loạt thiết bị điện từ khác, mà nếu không có chúng, ta không còn có cảm giác sự tồn tại của chính mình. Và, dĩ nhiên, đó là những nguồn bức xạ điện từ. Ngoài ra chúng ta còn luôn bị dội bởi vi sóng, sóng radio, điện thoại di động, các loại tia phóng xạ, bức xạ, v.v. của rất nhiều nguồn điện từ khác.

Dưới góc độ sinh hoạt, tất cả các thiết bị điện gia dụng rất tiện nghi, thoải mái và rất tốt, nhưng dưới góc độ y tế, rõ ràng là nguy hiểm! Tập hợp các nhân tố vật lý ảnh hưởng đến cơ thể người như biên độ điều biến của ánh sáng màn hình, nhiệt độ, chế độ ion, bức xạ điện từ ở các tần số khác nhau v.v. tác động tiêu cực đến sức khỏe và tâm lý người sử dụng các thiết bị trong gia đình.

Năng lượng hỗn độn của các phần tử của trường điện từ nhân tạo, một loại "cáu bẩn" điện từ, tác động cực mạnh đến trường điện từ sinh học của cơ thể người, mà có đến hàng triệu xung điện cần được cân bằng và điều chỉnh hoạt động của mỗi tế bào sống. Tất cả những điều đó nói lên mối đe dọa nguy hiểm trong thực tế, mà hàng ngày chúng ta đang phải đối đầu. Vậy phải làm thế nào để giảm thiểu tác động của "kẻ thù", mà đang cùng chúng ta chung sống? Làm thế nào để bảo vệ cho môi trường và bảo vệ cho chính sức khỏe của chúng ta? Bài báo này cung cấp cho bạn những câu trả lời cần thiết.

2. BẢN CHẤT CỦA TRƯỜNG ĐIỆN TỪ VÀ NGƯỠNG GIỚI HẠN

2.1 Bản chất của trường điện từ

Tất cả các thiết bị điện khi làm việc đều đều sinh ra một điện trường và một từ trường. Chẳng hạn khi một đèn bàn được cắm vào nguồn điện mà chưa bật công tắc (hình 1a), thì chỉ có duy nhất điện trường xuất hiện, nó ví như áp suất trong ống nước mà ta chưa mở vòi. Điện trường có sự liên hệ với điện thế mà đơn vị đo là volt (V). Điện trường được tạo ra bởi sự hiện diện của các điện tích và có đơn vị đo bằng *volt trên mét* (V/m). Khi bật công tắc đèn (hình 1b), tức là khi có dòng điện chạy trong dây dẫn, cùng với điện trường, sẽ xuất hiện thêm từ trường. Như vậy trường điện từ là tổng hợp của hai trường điện và từ.

Quá trình phân bố trường điện từ mang tính chất sóng, tại mỗi điểm trong không gian xảy ra sự dao động điều hòa của cường độ điện trường **E** (V/m) và cường độ từ trường **H** (A/m). Vector của các thành phần **E** và **H** vuông góc nhau (hình 1c) và có mối quan hệ theo biểu thức:

$$\mathbf{E} = \mathbf{Z}.\mathbf{H} \qquad (1)$$

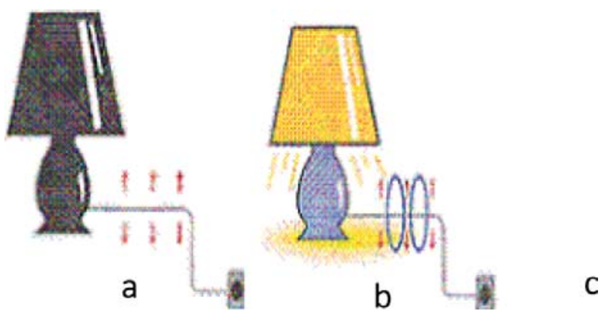
* Đại học Công nghệ Đông Á.

Trong đó: Z - là trở sóng, trong môi trường không khí Z có giá trị là 377Ω.

Giữa cảm ứng từ B và cường độ từ trường H có mối liên hệ:

$B=\mu\mu_0 H;$ (2)

μ_0 - hằng số từ, bằng 4.10^{-7} G/m; μ - độ từ thẩm tương đối.



Hình 1. Sơ đồ mô tả

Đơn vị của trường cảm ứng từ B là *Tesla* (T), nhưng thông thường từ trường thực tế mà chúng ta đo có đơn vị ở mức *microtesl*a (μT). Đơn vị ngoài hệ thống của cảm ứng từ là *gauss* (G). Một *gauss* tương đương với 100 μT và đơn vị ngoài hệ thống của cường độ từ trường là erted (Э): 1Э=79,58A/m. Trong môi trường không khí 1G=1Э.

Đặc trưng của trường điện từ ở vùng sóng là mật độ năng thông J_P (W/m^2), mà có trị số bằng tích của các vector E và H. Trường điện từ sở hữu một năng lượng xác định và được đặc trưng bởi mức bức xạ điện từ và cường độ từ trường.

2.2 Ngưỡng giới hạn an toàn của trường điện từ

Ít ai có thể nghĩ rằng mức an toàn của bức xạ điện từ chỉ là 0,2 micro *Tesla* (μT) [1]. Trong khi đó mức bức xạ điện từ của các thiết bị gia dụng đều có giá trị khá lớn.

Mức bức xạ điện từ ở hầu hết các thiết bị điện, đặc biệt mức bức xạ điện từ ở các máy hút bụi, máy cạo râu, điện thoại di động đều cao hơn mức cho phép rất nhiều [1]. Hiện nay điện thoại di động được sử dụng ở khắp nơi và cùng với nó là sự phơi nhiễm nguồn bức xạ điện từ gặm nhấm sức khỏe của những người sử dụng và cả những người bên cạnh.

Ở các loại máy giặt kích thước nhỏ tại vị trí điều khiển mức bức xạ có giá trị 10 μT, còn ở độ cao 1m là 1 μT, ở cạnh sườn cách 50 cm - là 0,7 μT. Điều an ủi là đối với các máy giặt tự động bà chủ nhà không túc trực ở đó. Còn máy hút bụi, nơi bà chủ không thể xa lánh nó thì sao? Bạn phải giật mình vì mức bức xạ ở đó có giá trị ngất ngưỡng gần 200 μT. Lò vi sóng làm việc ở tần số cao và siêu cao có mức bức xạ “ô nhiễm” rất lớn. Mặc dù theo nguyên lý, các nhà sản xuất đã có thiết kế màn chắn, nhưng mức bức xạ điện từ ở khoảng cách 30 cm từ cửa lò có giá trị khoảng 8 μT [1].

Một số người cho rằng các ổ cắm an toàn khi không có kết nối thiết bị dùng điện. Đó là quan niệm sai lầm. Mạng điện cho dù không có phụ tải, nhưng dưới điện áp luôn tồn tại một điện trường và đó là nguồn bức xạ. Các thiết bị điện như tivi, máy tính, lò vi sóng v.v… tuy không làm việc nhưng ở trạng thái ngủ (có kết nối với nguồn áp) vẫn tiêu thụ một lượng điện năng và phát bức xạ điện từ ra môi trường xung quanh, do vậy hãy ngắt chúng ra khỏi lưới khi không sử dụng, vì mục đích tiết kiệm đồng thời giảm thiểu ảnh hưởng của trường điện từ.

Có nhiều nguồn bức xạ điện từ ở bên ngoài nhà ở, chúng tác động một cách độc lập và liên tục. Các kết quả khảo sát mức mức bức xạ điện từ trong nhà ở cho thấy có đến 60 ÷ 90% diện tích có mức bức xạ điện từ vượt quá mức cho phép 0,2μT. Một phần do trường điện từ của các đường dây cáp bên ngoài nhà, một phần từ mạng điện trong nhà. Thêm vào đó, tại các bức tường, nơi có đường dây cáp ẩn núp, mức bức xạ điện từ đạt tới 1μT. Tại bảng điện của một căn hộ hiện đại mức bức xạ điện từ đạt đến giá trị 2μT.

Gia đình bạn có bao nhiêu thiết bị điện? một tủ lạnh, 2 ÷ 3 tivi, vài cái máy tính, một bếp điện, một lò vi sóng, một máy giặt, chục bóng đèn, dăm ba cái quạt v.v... và tổng bức xạ điện từ sẽ là bao nhiêu? Dĩ nhiên chỉ cần nhẩm qua cũng có thể nhận thấy tổng lượng bức xạ ở các gia đình là không nhỏ.

3. ẢNH HƯỞNG CỦA TRƯỜNG ĐIỆN TỪ

3.1. Các kết luận khoa học về ảnh hưởng của trường điện từ đối với cơ thể người

Các nhà dịch tễ học đã khẳng định rằng bệnh ung thư thường thấy ở những người tiếp xúc trực tiếp hoặc làm việc gần các trường điện từ mạnh như các trạm phát sóng, đường dây cao thế v.v… Các kết quả của nhiều công trình nghiên cứu đã chứng minh ảnh hưởng của trường điện từ đến các tuyến hoóc môn, mà đóng vai trò không tầm thường trong hệ thống miễn dịch của cơ thể người.

Giáo sư Iuria Grigoriev đã thực hiện thí nghiệm: lấy các quả tim của ếch sau khi được tách ra đem ngâm vào dung dịch muối, chúng vẫn có thể sống được 2 ngày. Nếu đồng thời cho tác động của trường điện từ, thì có đến 90% tổng số chúng bị chết ngay lập tức [1]. Các nhà khoa học Thụy Điển đã thực hiện thí nghiệm chiếu xạ mỗi ngày 2 tiếng cho lũ chuột, kết quả là sau 50 ngày xuất hiện sự phá hủy các tế bào và sự biến đổi tính thẩm thấu của màng - cơ chế bảo vệ tự nhiên của não [2]. Các nhà khoa học Ukraina lấy máu của chuột bị chiếu xạ điện từ trong 20 ngày, tiêm vào chuột mang thai chưa bị nhiễm xạ, kết quả là lũ chuột này hoặc bị sẩy thai, hoặc thai bị chết, hoặc bị đẻ non [1].

Các nhà khoa học đưa ra kết luận rằng, các thiết bị điện hiện đại gây ra một loại dị ứng độc đáo mới - bức xạ điện từ. Lý do là hệ thống miễn dịch của chúng ta chỉ được điều hòa các tác động của các yếu tố mà luôn có mặt trong môi trường. Còn đối với các nguồn bức xạ nhân tạo, ảnh hưởng của chúng hoàn toàn theo một cách mới. Kết quả nghiên cứu của các nhà khoa học đã chỉ ra rằng sự tác động của trường điện từ đến hệ thống miễn dịch là nhân tố tiềm năng làm rối loạn chức năng tự phục hồi của các mô, dẫn đến bệnh tật và thương tích.

Các chuyên gia của Hội đồng Quốc gia Hoa Kỳ về Bảo vệ bức xạ cho rằng khi tiếp xúc lâu dài với trường điện từ mạnh sẽ làm tăng nguy cơ nhiễm bệnh bạch cầu, cũng như nguy cơ ung thư não. Ngoài ra còn có sự biến đổi tiêu cực trong hệ thống sinh sản và miễn dịch, đầu tiên là rối loạn chức năng, sau đó là rối loạn thực vật dai dẳng và rối loạn hệ thống tuần hoàn máu. Các thí nghiệm đều khẳng định là trẻ con và phụ nữ mẫn cảm với trường điện từ hơn so với người trưởng thành và nam giới. Các nhà khoa học đã tìm thấy mối liên hệ giữa bệnh u não của trẻ với khoảng cách gần tivi dưới 2m. Theo thời gian các tiêu chuẩn kỹ thuật trở nên khắt khe hơn, công nghệ hiện đại cho phép các nhà chế tạo tivi an toàn hơn, nhưng tốt nhất vẫn nên xem nó từ xa.

Tổ chức y tế thế giới (WHO) đưa ra báo cáo phân loại bức xạ điện thoại di động là "có thể gây ung thư cho con người" (Nhóm 2B trên quy mô IARC). Nó đã được phân loại như vậy sau khi một nhóm các nhà khoa học xem xét các nghiên cứu toàn diện về an toàn điện thoại di động. Một nghiên cứu sử dụng điện thoại di động được trích dẫn trong báo cáo cho thấy "40% tăng nguy cơ u thần kinh đệm trong các thể loại cao nhất của người sử dụng nhiều (trung bình 30 phút mỗi ngày trong khoảng thời gian 10 năm)". Đây là một kết luận trái với kết luận trước đây khi người ta cho rằng điện thoại di động hoặc trạm phát sóng điện thoại di động không có khả năng gây ung thư và rằng các đánh giá đã không tìm thấy bằng chứng thuyết phục các tác động khác đối với sức khỏe. Một nghiên cứu của Tổ chức Environmental Health Trust đã phát hiện ra là trẻ em hấp thụ các bức xạ vi sóng từ điện thoại di động nhiều gấp đôi so với người trưởng thành. Hội đồng châu Âu cho rằng sóng điện thoại di động tác động xấu tới sự phát triển trí tuệ, sức khỏe của con người nên học sinh cần phải tránh xa nó tại trường học.

Liệu bức xạ từ điện thoại cầm tay có ảnh hưởng đến trí nhớ? Câu trả lời là có - ít nhất là trong những thí nghiệm trên chuột do khoa Giải phẫu thần kinh thuộc đại học Lund, Thụy Điển thực hiện. Henrietta Nittby đã tiến hành nghiên cứu chuột tiếp xúc với bức xạ của điện thoại cầm tay 2 tiếng một tuần trong hơn 1 năm và ông đã nhận thấy là những con chuột này có kết quả kiểm tra trí nhớ thấp hơn so với những con chuột thông thường. Tiến sĩ Nora Volkow, trưởng nhóm nghiên cứu, nói rằng, các chuyên gia đều ngạc nhiên khi phát hiện bức xạ điện từ yếu của điện thoại có thể làm thay đổi hoạt động của não. Nếu ai đó áp điện thoại di động vào tai và đàm thoại từ 50 phút trở lên, hoạt động của tế bào thần kinh trong vùng não gần ăng-ten nhất sẽ thay đổi. Các nhà khoa học thuộc trường đại học Y khoa Yale (Mỹ) đã phát hiện thấy rằng bức xạ từ điện thoại di động có thể làm ảnh hưởng tới não bộ của thai nhi và gây ra những rối loạn về hành vi khi lớn lên. Kết luận trên được đưa ra sau các cuộc thí nghiệm được tiến hành trên chuột.

3.2. Cơ chế ảnh hưởng của trường điện từ đối với cơ thể người

Các bức xạ và trường điện từ gây ra sự chuyển động của các hạt tích điện: electron, proton, ion hoặc các phân tử lưỡng cực trong các thiết bị cũng như ở môi trường xung quanh. Các tế bào sống của cơ thể bao gồm các phân tử tích điện- protein, phospholipid (phân tử màng tế bào), ion nước cũng có trường điện từ yếu. Dưới tác dụng của trường điện từ mạnh ở các phân tử nhiễm điện diễn ra các dao động. Điều đó cũng có hiệu ứng tích cực là làm tăng sự trao đổi chất của màng tế bào, nhưng cũng có các tác động tiêu cực phá hủy cấu trúc của tế bào. Sự tác động tích cực của bức xạ điện từ được ứng dụng trong vật lý trị liệu, nó thúc đẩy nhanh việc chữa lành các mô và chống viêm. Hiệu ứng tác động của trường điện từ lên các đối tượng sinh học là năng lượng bức xạ, hấp thụ bởi các đối tượng nằm trong vùng ảnh hưởng:

$$A_{ht}=\eta.\sigma.S_{hq}.t \tag{3}$$

Trong đó: σ - mật độ công suất bức xạ của năng lượng điện từ,W/m; S_{hq} - diện tích bề mặt hấp thụ hiệu quả của cơ thể, m^2; η - hệ số phụ thuộc vào trạng thái cơ thể người; t - thời gian tiếp xúc.

Rất dễ hiểu là càng có nhiều nguồn bức xạ điện từ quanh chúng ta, khả năng gây hại cho hệ thống miễn dịch càng gia tăng. Cơ chế hấp thụ năng lượng của cơ thể người khá phức tạp. Cơ quan nhạy cảm nhất đối với sự tác động của trường điện từ là hệ thống thần kinh trung ương (cảm nhận chủ quan là mệt mỏi, đau đầu, chóng mặt v.v.) và hệ thống nội tiết.

Đối phó với tác động có hại lên hệ thống miễn dịch hầu như không thể, dẫn đến sự tăng bệnh tật, việc điều trị không hiệu quả. Việc làm suy giảm chức năng nội tiết sẽ gây hiệu ứng từ phía hệ thống tim mạch, tuần hoàn, miễn dịch và trao đổi chất v.v. Sự ảnh hưởng đến hệ thống miễn dịch gây sự suy giảm hoạt động của các cơ quan trao đổi chất, thay đổi mạch đập và nhịp tim. Mức độ tác động sinh học của trường điện từ lên cơ thể người phụ thuộc vào tần số dao động, cường độ, chế độ (xung hoặc liên tục), thời gian tác động của trường điện từ. Sự tác động của trường điện từ ở các dải tần khác nhau sẽ khác nhau. Sự tác động lâu dài của trường điện từ gây hiện tượng đau thắt ở vùng tim. Sự bức xạ có hệ thống của năng lượng điện từ gây sự thay đổi huyết áp, chậm mạch, dẫn đến sự mệt mỏi, đau đầu v.v.

Cơ thể người có thể thích nghi với trường điện từ không? Câu trả lời là *không*. Tất cả các sinh vật trên Trái Đất, kể cả con người không có khả năng thích nghi tiến hóa đối với những dao động mạnh của trường điện từ ở môi trường xung quanh. Cơ thể người có khả năng vượt qua sự biến động nhảy vọt của trường nhiệt, của sự ô nhiễm hóa học trong môi trường, nhưng hầu như bất lực trước sự ô nhiễm trường điện từ. Nó không có cơ chế tiến hóa chống lại bức xạ điện từ. Cơ thể người không có cơ chế trung hòa trường điện từ nhân tạo có các đặc tính khác với tự nhiên. Sự tác động của trường điện từ làm giảm khả năng thích ứng của cơ thể và kết quả là giảm hiệu quả làm việc. Mỗi ngày cơ thể người đòi hỏi cơ chế thích ứng căng thẳng để thực hiện nhiệm vụ. Và, nếu cơ thể người luôn phải chịu mức quá tải, thì liệu có thể có cuộc sống lâu dài và hạnh phúc?

Biểu hiện tác động đầu tiên của năng lượng điện từ là sự đốt nóng, mà có thể dẫn đến sự biến đổi, thậm chí sự tổn thương cho các tế bào và mô của cơ thể sống. Hiện tượng quá nhiệt của cơ thể khi hấp thụ năng lượng điện từ dẫn đến sự thay đổi tần số của mạch đập, nhịp tim và phản ứng mao mạch. Máu được coi là một chất điện phân, dưới tác động của trường điện từ, trong máu sinh ra các dòng điện ion, gây sự phát nóng các mô và tế bào. Với một cường độ xác định, trường điện từ gây ra một ngưỡng đốt nóng mà cơ thể người không chịu nổi. Sự đốt nóng đặc biệt nguy hiểm đối với các cơ quan có hệ thống mao mạch yếu với sự lưu thông máu ít (như mắt, não, dạ dày, v.v.). Đặc biệt nhạy cảm đối với hiệu ứng nhiệt là thủy tinh thể của mắt, túi mật, bọng đái và một số cơ quan khác. Sự tác động tiêu cực của trường điện từ đối với cơ thể người không ngừng gia tăng theo thời gian gây các loại bệnh tật khác nhau: trầm cảm thần kinh; suy giảm miễn dịch; các vấn đề liên quan đến hệ thống sinh sản; sợ hãi vô cớ; ung thư, v.v. Đặc biệt sự tác động đối với trẻ con, những người có cơ thể mong manh chưa có khả năng bảo vệ chống lại các tác động từ bên ngoài.

Những thông tin trên khơi dậy cho chúng ta ý thức về những nguy cơ tiềm ẩn của môi trường quanh với sự hiện diện của các thiết bị điện từ. Thực sự mà nói các nhà sản xuất đã biết rõ hơn chúng ta nhiều và họ đã có những giải pháp khắc phục trong quá trình thiết kế, chế tạo các thiết bị điện gia dụng để hạn chế đến mức tối đa ảnh hưởng của trường điện từ đối với cơ thể người sử dụng. Ở Mỹ nhiều hãng đã tung ra thị trường các thiết bị an toàn từ bàn là có cuộn dây chắn đến máy vi tính không bức xạ, nhưng việc sử dụng các thiết bị như vậy phải được thực hiện theo các tiêu chuẩn kỹ thuật xác định.

4. CÁC GIẢI PHÁP CHỐNG ẢNH HƯỞNG CỦA TRƯỜNG ĐIỆN TỪ

4.0. Khái quát chung

Chúng ta không thể ngăn chặn quá trình tiến bộ của khoa học và công nghệ và cũng không thể tránh được sự tác động có hại trong đó có trường điện từ. Cách duy nhất là sử dụng các thiết bị một cách hợp lý và áp dụng các phương tiện bảo vệ cá nhân. Ảnh hưởng của trường điện từ đối với cơ thể người như thế nào còn là vấn đề tranh cãi, nhưng thực sự đối với cơ thể người bình thường thì tốt nhất là nên tránh xa chúng chừng nào có thể. Kết quả phân tích cho thấy khi tăng khoảng cách với các thiết bị thì mức bức xạ điện từ giảm đi rất đáng kể. Đặc điểm này gợi ý cho ta một giải pháp giảm thiểu ảnh hưởng của bức xạ điện từ bằng cách tạo khoảng cách an toàn đến các thiết bị sử dụng. Như vậy ta thấy có ba giải pháp quan trọng để hạn chế sự tác động của trường điện từ đối với cơ thể người sử dụng là tăng khoảng cách, giảm thời gian tiếp xúc với các thiết bị và sử dụng các phương tiện bảo hộ.

4.1 Tăng khoảng cách tiếp xúc

Các kết quả phân tích cho thấy khi khoảng cách đến nguồn trường điện từ tăng lên 2 lần, thì cường độ điện trường giảm đi bốn lần. Như vậy tăng khoảng cách tiếp xúc là giải pháp đơn giản và hữu hiệu nhất.

Lĩnh vực quan trọng nhất trong mỗi gia đình là nhà bếp. Cái gì đang đợi ta ở đó? Đối tượng vô hình không mong muốn đang túc trực là trường điện từ: Ở khoảng cách 20 cm từ bếp điện cường độ trường điện từ có giá trị 2 ÷ 3 µT (phụ thuộc vào loại bếp), nhưng ở khoảng cách trên 1 m thì mức bức xạ không quá 0,2 µT. Theo dữ liệu của trung tâm an toàn điện từ Hoa Kỳ, ở khoảng cách 10cm từ tủ lạnh bức xạ điện từ không vượt quá 0,2 µT. Tuy nhiên ở các tủ lạnh có trang bị hệ thống làm tan băng ("no frost"), mức bức xạ có giá trị khá cao, ở khoảng cách 1m từ cửa tủ mức bức xạ điện từ đã có thể vượt quá mức cho phép. Ở khoảng cách 20cm mức bức xạ của ấm điện có giá trị khoảng 0,6 µT, còn ở khoảng cách 50 cm mức bức xạ dưới ngững cho phép. Ở khoảng cách 25cm bức xạ của bàn là ở chế độ đốt nóng dao động trong khoảng 0,2 µT. Các vị trí nằm ngủ, nghỉ ngơi nên đặt cách các thiết bị có trường điện từ mạnh ít nhất 2m.

Đối với máy tính bàn, các thế hệ ban đầu của chúng gây lo ngại do mức độ bức xạ điện từ khá lớn. Các tiêu chuẩn kỹ thuật nghiêm ngặt về vệ sinh được giới thiệu khi làm việc với máy tính. Đối với các loại máy tính xách tay hiện đại, mức độ bức xạ điện từ có giảm hơn, nhưng thêm vào đó là ảnh hưởng của nhiệt. Một số người có thói quen để máy trên đùi khi làm việc, điều đó làm cho vùng sinh dục chịu ảnh hưởng của nhiệt. Và đó là một trong những yếu tố gây vô sinh ở nam giới. Các bức xạ phát ra từ màn hình sử dụng bóng đèn hình (CRT) của máy tính chủ yếu là từ bên cạnh và phía sau. Bởi vậy, bạn không nên ngồi gần ngay phía sau hoặc bên hông của các loại màn hình này. Nên duy trì khoảng cách giữa mặt người và màn hình điện thoại ít nhất 50 cm (màn hình tinh thể lỏng an toàn hơn so với màn hình tia điện tử).

Đối với điện thoại di động, ảnh hưởng của bức xạ di động lên các phần của cơ thể là khác nhau, hãy để máy điện thoại di động xa cơ thể đến mức có thể, cách tốt nhất là sử dụng tai nghe hoặc loa ngoài. Tuyệt đối không đeo điện thoại ở trước ngực, an toàn hơn là để nó ở túi sau, hoặc tốt nhất là để ở túi xách tay. Nam giới không nên đặt di động trong túi quần hoặc trên đùi, gần khu vực "cấm" bởi nhiều nghiên cứu đã chứng minh bức xạ di động có thể làm tổn hại đến tinh hoàn của nam giới. Không nên gọi điện khi sóng yếu, vì khi sóng yếu di dộng phải phát ra bức xạ càng mạnh. Ở khoảnh khắc di động nối máy, lượng bức xạ sinh ra cực lớn, do đó sau khi quay số hoặc khi chuẩn bị nhận cuộc gọi, tốt nhất nên duỗi thẳng tay, để di động cách xa cơ thể, chờ một lúc rồi nói chuyện.Trên hình 2 biểu thị một số khuyến cáo quan trọng của Viện Sinh thái nhân chủng Hoa Kỳ đối với những người sử dụng điện thoại di động [2].

4.2. Giảm thời gian tiếp xúc

Như thể hiện ở biểu thức (3), năng lượng hấp thụ bức xạ điện từ của cơ thể người phụ thuộc vào

Hình 2.Các khuyến cáo đối với việc sử dụng điện thoại di động.

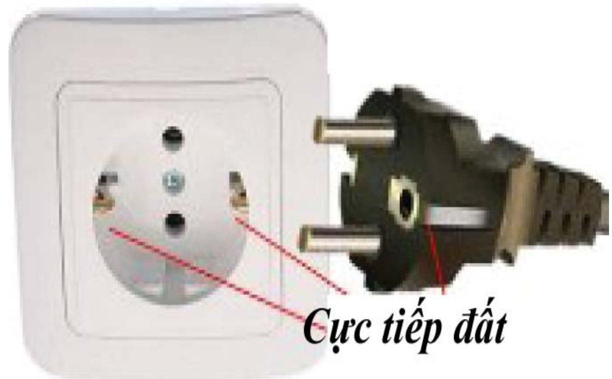
thời gian tiếp xúc, năng lượng này càng lớn thì mức ảnh hưởng sẽ càng tăng. Việc giảm thiểu năng lượng này có thể thực hiện bằng cách giảm thời gian tiếp xúc với các thiết bị điện đến mức có thể. Đối với các thiết bị có bức xạ điện từ mạnh như máy hút bụi, máy cạo râu, lò vi sóng v.v… không nên tiếp xúc quá 5 phút. Trong trường hợp công việc chưa kết thúc thì cần có khoảng thời gian nghỉ ít nhất bằng thời gian cho phép. Ở một số nước tiên tiến trẻ em dưới 10 tuổi không được tiếp xúc với máy vi tính liên tục quá 20 ÷ 30 phút tùy thuộc vào lứa tuổi, còn phụ nữ mang thai không được làm việc gần các máy vi tính và các thiết bị văn phòng khác.

Điện thoại di động hiện nay là phương tiện được sử dụng hết sức rộng rãi, nhưng cũng rất tùy tiện và do đó sự ảnh hưởng của bức xạ điện từ khá cao. Kết quả phân tích số liệu thống kê cho thấy những người ở lứa tuổi 29 ÷ 30 mà sử dụng điện thoại di động liên tục trong 8 ÷ 9 năm có tỷ lệ mắc bệnh u não cao gấp 5 lần so với những người cùng lứa tuổi không dung điện thoại [4]. Dĩ nhiên không thể tránh hoàn toàn, nhưng cố gắng giảm thiểu đến mức có thể thời gian sử dụng. Thông thường chúng ta nghe điện thoại với chỉ một bên tai, khi đó chiếu xạ xảy ra ở một bán cầu não và một thính giác. Lời khuyên quý giá cho các bà “buôn chuyện” trên điện thoại là hãy cố gắng chuyển đổi luân phiên sang hai tai khi đó tổng chiếu xạ sẽ giảm đi.

Như đã trình bày, trẻ con rất nhạy cảm đối với trường điện từ. Không phải ngẫu nhiên mà gần đây ở Pháp trẻ con bị cấm mang điện thoại di động đến trường. Ở Anh quốc người ta cấm bán điện thoại di động cho dù được thiết kế đặc biệt cho trẻ con. Ở Nhật việc sử dụng điện thoại trên các phương tiện giao thông bị cấm, vì không những gây nhiễm xạ cho bản thân người sử dụng, mà còn gây ảnh hưởng đến những người bên cạnh.

Hãy giữ lại điện thoại có dây để sử dụng ở nhà, điều đó sẽ an toàn hơn, đặc biệt đối với các bà thích “buôn dưa lê”.

4.3. Sử dụng các phương tiện bảo hộ



Hình 3: Kết cấu của ổ cắm ba cực

Một trong các giải pháp giảm thiểu ảnh hưởng của trường điện từ là nối đất vỏ của các thiết bị dùng điện. Ý thức được ảnh hưởng của trường điện từ, các nhà sản xuất thiết bị điện lắp đặt màn chắn kết nối với vỏ thiết bị.

Các tín hiệu phải được truyền xuống đất qua dây dẫn PE là dây bảo vệ nối đất. Để thực hiện điều đó thì các ổ cắm của mạch điện gia đình cần phải có ba cực, ngoài hai cực làm việc, cực thứ ba là cực an toàn (hình 3). Cực này vừa có vai trò bảo vệ chống dòng điện rò, vừa bảo vệ chống sét và đặc biệt là bảo vệ chống ảnh hưởng của trường điện từ.

Phần lớn các mạng điện trong các hộ gia đình ở nước ta “đơn giản hóa” không có cực tiếp đất, do đó đã bỏ phí mất giải pháp bảo vệ hết sức hiệu quả này. Để bảo đảm an toàn khi sử dụng các thiết bị điện gia dụng cần tuân thủ một số quy tắc sau:

- Hệ thống điện gia đình nên có dây dẫn thứ ba (dây PE), dây dẫn này được nối với vỏ và màn chắn (bện bên trong thiết bị) và truyền tín hiệu “ô nhiễm” xuống đất;

- Không đặt lò sưởi điện dưới gầm giường. Giường ngủ nên đặt cách tường ít nhất 10 cm, đặc biệt đối với tường bê tông cốt thép;

- Không đặt chồng các thiết bị điện lên nhau.

Hãy nhớ rằng con người “thuần hóa” sóng điện từ, tạo ra các thiết bị gia dụng an toàn hơn, nhưng cần sử dụng chúng một cách hợp lý mới không gây hại cho sức khỏe. Cố gắng hạn chế số lượng thiết bị điện trong gia đình đến mức có thể, đặc biệt trong phòng ngủ của trẻ con.

Một vài mẹo vặt khác có thể áp dụng để giảm thiểu sự tác động của trường điện từ trong sinh hoạt là: Đặt một chậu cây cảnh, một tô nước, hoặc một một vật thể trang trí bằng cẩm thạch gần bàn máy tính, tivi, v.v., các vật thể này sẽ hấp thụ phần nào sóng điện từ do các thiết bị điện phát ra. Nên thường xuyên uống trà xanh, vì trong trà xanh có các chất như polyphenol có tác dụng hấp thụ các chất mang tính phóng xạ. Ngoài ra, trà xanh còn có chất chống oxy hoá mạnh và cung cấp vitamin C, không chỉ giúp bài trừ các phân tử gốc tự do trong cơ thể mà còn giúp cơ thể sản sinh ra hoóc môn đề kháng lại sự căng thẳng. Do đó rất tốt cho việc cải thiện tâm trạng. Bạn cần rửa mặt thường xuyên để giúp ngăn ngừa các sóng bức xạ gây kích thích lên da.

5. KẾT LUẬN

Với nhịp sống sôi động như hiện nay, chúng ta không thể từ chối các thiết bị văn minh, nhưng bạn cũng cần biết rằng các thiết bị điện mà chúng ta đang dùng là con dao hai lưỡi. Cần phải làm sao để có thể sử dụng nó mà không gây hại cho chính chúng ta và cho cả con cháu mai sau.

Bạn có bao giờ nghĩ đến: tại sao những thành tựu to lớn của khoa học và công nghệ không dẫn đến sự gia tăng tuổi thọ và sự phát triển của bệnh ung thư không dừng lại? Và sau một vài thập kỷ đơn giản không thể đặt câu hỏi cho ai là: “Ta phải làm gì?”, “Chúng ta đã làm gì để cứu con em và những người thân yêu của chúng ta khỏi sự tác động của trường điện từ?”.

Rất tiếc là ngày nay những câu hỏi nhiều hơn câu trả lời. May mắn là các nhà khoa học trên thế giới đã ngày càng quan tâm hơn đến việc xây dựng các chỉ tiêu an toàn đối với tác động của trường điện từ. Trong khi còn có nhiều tranh luận về mức độ thiệt hại do trường điện từ gây ra, chúng ta hãy áp dụng các biện pháp bảo vệ sẵn có. ❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Бравый Алексей Семенович, Электричество и здоровье: как защитить себя от электромагнитного излучения в быту, Москва 2008.

[2] AnthonyWayneandLawrenceNewell, Electromagneticradiationin the home, ChristianInstitute of Law, USA, 2012.

[3] Trần Quang Khánh, Bảo hộ lao động và Kỹ thuật an toàn điện, nxb Khoa học - Kỹ thuật, Hà Nội 2012.

[4] http://www.dozimetr.biz/elektromagnitno... orovye.php.

Nghiên cứu, sản xuất và sử dụng thực phẩm chức năng từ nguồn nguyên liệu tự nhiên trong việc ngăn ngừa các bệnh không lây nhiễm ở Việt Nam

>PGS.TS NGUYỄN THỊ HOÀI TRÂM*

TÓM TẮT

Các bệnh không lây nhiễm, đặc biệt là bệnh tim mạch, tiểu đường, ung thư đang ngày càng gia tăng và trở thành nguyên nhân chính gây nên tỷ lệ tử vong, tàn phế cao ở Việt Nam. Việt Nam có nguồn tài nguyên thiên nhiên giàu có, đã từ bao thế kỷ nay được khai thác sử dụng sản xuất các loại thuốc cổ truyền để chữa trị nhiều loại bệnh. Trong những năm gần đây, thực phẩm chức năng chứa các chất có hoạt tính sinh học có tác dụng tốt đối với sức khỏe, ngăn ngừa và kiểm soát được các bệnh không lây nhiễm và các bệnh khác từ thực vật, cây thuốc, rau, củ, quả,... ứng dụng công nghệ tách chiết, công nghệ enzyme và công nghệ lên men đã được nghiên cứu, sản xuất, thương mại hóa và sử dụng rộng rãi ở Việt Nam. Bài viết này khái quát một số thông tin, kết quả về tình hình nghiên cứu, sản xuất và sử dụng các thực phẩm chức năng từ nguồn nguyên liệu tự nhiên để ngăn ngừa và kiểm soát các bệnh không lây nhiễm của các viện, trường nghiên cứu và các doanh nghiệp dược phẩm, thực phẩm ở Việt Nam trong khoảng 15 năm gần đây.

Từ khóa: *Các bệnh không lây nhiễm, thực phẩm chức năng, nguồn nguyên liệu tự nhiên, công nghệ lên men.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự bùng nổ của các bệnh không lây nhiễm, đặc biệt là các bệnh tim mạch (bao gồm nhồi máu não, nhồi máu cơ tim, xơ vữa động mạch vành,...), tiểu đường, ung thư chiếm tỷ lệ tới 66% với tổng số các bệnh tật, đã và đang là nguyên nhân chính gây ra tỷ lệ tử vong, tàn phế cao cũng như gánh nặng về kinh tế đối với nhân dân và ngành y tế Việt Nam [7, 8]. Theo thống kê của Tổ chức y tế thế giới (WHO), năm 2010 ở Việt Nam có 318.000 người chết vì các bệnh không lây nhiễm, chiếm 72% so với tổng số ca tử vong do bệnh tật trong cả nước, trong đó bệnh tim mạch chiếm 40%, ung thư 14%, bệnh phổi tắc nghẽn 8% và tiểu đường 3% [9]. Hơn 5 triệu người Việt Nam mắc bệnh tiểu đường, chiếm 5,4% dân số. Việt Nam là nước có tỷ lệ người mắc bệnh tiểu đường cao nhất với tốc độ phát triển bệnh cao nhất trong các nước Đông Nam Á [8]. Hiện nay có 21,1% người lớn ở Việt Nam có vấn đề về bệnh tim mạch, 12 triệu người Việt Nam bị mắc bệnh cao huyết áp, có nghĩa là cứ 5 người Việt Nam thì có 1 người bị bệnh cao huyết áp. Theo số liệu điều tra quốc gia năm 2009 - 2010 cho lứa tuổi từ 24 - 65 tuổi, tỷ lệ người bị bệnh

* Đại học Công nghệ Đông Á.

béo phì thừa cân, cao huyết áp, tiểu đường và mỡ máu cao tương ứng là 12%, 19,2%, 2,7% và 30,1% [2]. Việt Nam là một trong những nước có tỷ lệ người mắc và chết về ung thư cao trên thế giới. Các bệnh ung thư phổ biến ở nam giới theo thứ tự là ung thư phổi, gan, dạ dày, đại tràng, và đối với nữ giới là ung thư vú, phổi, gan và ung thư cổ tử cung [3, 7].

Việt Nam có nguồn tài nguyên thiên nhiên giàu có, đã từ bao thế kỷ nay được khai thác sử dụng sản xuất các loại thuốc cổ truyền để chữa trị nhiều loại bệnh [4]. Trong những năm gần đây, thực phẩm chức năng chứa các chất có hoạt tính sinh học có tác dụng tốt đối với sức khỏe, ngăn ngừa và kiểm soát được một số bệnh không lây nhiễm và các bệnh khác từ thực vật, cây thuốc, rau, củ, quả,...[1, 5] ứng dụng công nghệ tách chiết, công nghệ enzyme và công nghệ lên men đã được nghiên cứu, sản xuất, thương mại hóa và sử dụng rộng rãi ở Việt Nam. Bài viết này khái quát một số thông tin, kết quả về tình hình nghiên cứu, sản xuất và sử dụng các thực phẩm chức năng từ nguyên liệu tự nhiên để ngăn ngừa và kiểm soát các bệnh không lây nhiễm của các viện, trường nghiên cứu và các doanh nghiệp dược phẩm, thực phẩm ở Việt Nam trong khoảng 15 năm gần đây.

2. NGHIÊN CỨU, SẢN XUẤT VÀ SỬ DỤNG THỰC PHẨM CHỨC NĂNG TỪ NGUỒN NGUYÊN LIỆU TỰ NHIÊN ĐỂ NGĂN NGỪA VÀ KIỂM SOÁT CÁC BỆNH KHÔNG LÂY NHIỄM Ở VIỆT NAM

2.1. Các đơn vị, doanh nghiệp nghiên cứu, sản xuất thực phẩm chức năng ở Việt Nam

Các doanh nghiệp dược phẩm: Từ những năm 2000, các doanh nghiệp sản xuất dược phẩm đã bắt đầu tiến hành nghiên cứu và sản xuất thực phẩm chức năng với nguồn nguyên liệu chủ yếu là dược thảo thu hái từ tự nhiên hoặc được trồng trong nước và được nhập khẩu chủ yếu từ Trung Quốc và nguyên liệu bán thành phẩm chủ yếu nhập khẩu từ Ấn Độ, Hàn Quốc,... Các thực phẩm chức năng từ dược liệu, cây thuốc, rau quả được sản xuất chủ yếu theo công nghệ chiết tách dùng cồn, nước nóng hoặc các dung môi hữu cơ khác. Các thực phẩm chức năng từ dược thảo được sử dụng rộng rãi trong phòng ngừa và kiểm soát nhiều bệnh, trong đó có bệnh tim mạch, tiểu đường, cao huyết áp, mỡ máu cao, đau xương khớp, thải độc gan, tăng cường sức khỏe, nâng cao khả năng miễn dịch của cơ thể (Bảng 1).

Các doanh nghiệp chế biến thực phẩm: Một số doanh nghiệp thực phẩm lớn ở Việt Nam như Vinatea, Vina Milk, TH True Milk, Công ty Dầu Cái Lân, Tường An,...sản xuất các loại trà - sản phẩm có khả năng thải độc, soát cân nặng, giảm nguy cơ mắc bệnh tim mạch; các sản phẩm sữa bổ sung canxi, vitamin, vi chất, lợi khuẩn...; dầu ăn từ đậu nành, vừng, cám gạo,...không chứa cholesterol, giàu vitamin E và giàu axít béo ω - 3, 6, 9 [6].

Ngoài ra, thị trường thực phẩm chức năng ở Việt Nam cũng đã thu hút nhiều doanh nghiệp nước ngoài vào đầu tư, liên doanh sản xuất và kinh doanh ở Việt Nam (Bảng 2). Một số công ty có doanh thu lớn và tốc độ tăng trưởng cao như: Công ty Herbalife Việt Nam (chủ yếu với các thực phẩm bảo vệ sức khỏe nhập khẩu từ Mỹ) vào Việt Nam năm 2009, đến năm 2013 doanh thu đạt 4,8 tỷ đô la Mỹ. Công ty Amway Việt Nam (với các dòng sản phẩm thực phẩm dinh dưỡng và sức khỏe, sản phẩm chăm sóc da và mỹ phẩm, sản phẩm chăm sóc đồ gia dụng và sản phẩm chăm sóc cá nhân nhập khẩu từ Mỹ) vào Việt Nam năm 2008, đến năm 2013 doanh thu đạt 90 triệu đô la Mỹ. Đến nay các công ty này đã xây dựng nhà máy ở Việt Nam chủ yếu để đóng gói sản phẩm [6].

Các Viện Nghiên cứu và các Trường Đại học, Cao đẳng: Nhiều loại thực phẩm chức năng chứa các chất có hoạt tính sinh học từ dược thảo, rau, củ, quả sử dụng các công nghệ tách chiết, công nghệ enzyme, công nghệ lên men vi sinh vật và nuôi cấy nấm dược liệu đã được nghiên cứu, sản xuất tại các Viện Nghiên cứu, các Trường Đại học, Cao đẳng trong cả nước. Nhiều sản phẩm, công nghệ đã được chuyển giao cho doanh nghiệp để sản xuất, phát triển và thương mại hóa sản phẩm (Bảng 3).

Bảng 1. Một số doanh nghiệp dược Việt Nam tiêu biểu trong sản xuất và kinh doanh thực phẩm chức năng

Doanh nghiệp	Sản phẩm TPCN	Công dụng	Nguyên liệu chính
Nam dược JCS	Nam dược hộ tâm đan; Hoạt huyết nam dược	Hỗ trợ điều trị cơn đau thắt ngực, rối loạn nhịp tim, ngăn ngừa huyết khối; kiểm soát cao huyết áp, mỡ máu cao,	Chiết xuất từ Đản sâm, Tam thất, Ngưu tất,...
	Diabetna	Hỗ trợ kiểm soát và ổn định đường máu, ngừa biến chứng tiểu đường	Dây thìa canh
	Dừa cạn (Vinblastin > 145mg/kg	Hỗ trợ điều trị ung thư	Lá dừa cạn
	Viên khớp Bách xà mới	Hỗ trợ điều trị bệnh xương khớp	Chứa cao rắn hổ mang toàn tính và chiết xuất từ Hy thiêm, Dây đau xương, Đương quy,...
Traphaco Ldt.; Traphaco Sapa Ltd.	Chè Giảo cổ lam; Chè Sapamour; Casoran	Hỗ trợ kiểm soát huyết áp, mỡ máu cao, cân nặng	Giảo cổ lam; Chè Dây và Giảo cổ lam
	Andiabet	Ổn định và điều hòa đường huyết	Dây thìa canh
Công ty tư vấn Y- Dược quốc tế (IMC)	Nattospes (Nattokinase 300FU/100 mg); Định áp vương	Phòng ngừa và hỗ trợ điều trị huyết khối	Nattokinase tách chiết từ đậu tương lên men bởi Bacillussubtilis Natto
	Nga phụ khang	Hỗ trợ điều trị u xơ tử cung, u xơ tiền liệt tuyến	Lá Trinh nữ hoàng cung, và một số thảo dược khác
	Cốt thoái vương; Hoàng thống phong;	Hỗ trợ giảm đau xương, khớp; Hỗ trợ giảm đau do bệnh gout	Dầu Vẹm xanh và chiết xuất từ Thiên niên kiện, Nhũ hương, Trạch tả, Ba kích, Thổ phục linh
Tuệ Linh Co. Ltd.	An tim Tuệ Linh; Giảo cổ lam Tuệ Linh	Giúp tăng cường máu tới cơ tim, giảm cơn đau thắt ngực, khó thở, phòng ngừa nhồi máu cơ tim	Chiết xuất từ Ngải hoa đỏ, Giảo cổ lam, Đản sâm.
	Viên xương khớp Tuệ linh	Hỗ trợ giảm quá trình thoái hóa xương khớp	Chiết xuất từ Thanh ngân, Hy thiêm, Đinh lăng, Sói rừng,...
Công ty Dược phẩm Phúc Vinh	Hạ huyết áp PV, Trà Táo mèo, Viên giảm cân PV	Hỗ trợ ổn định huyết áp; Giảm cân, giảm mỡ máu	Chiết xuất từ Hoàng cầm, Đương quy,...; Cao táo mèo; Trà xanh, lá sen, táo mèo
	Critta	Hỗ trợ điều trị và phòng ngừa ung thư, Tăng cường sức đề kháng và khả năng miễn dịch	Chiết xuất từ lá Trinh nữ hoàng cung và
	Xương khớp PV, Viên Gout PV	Tăng cường sức khỏe xương khớp; Đào thải axít uric	Chiết xuất từ Nhàu, Diệp hạ châu đắng, Hy thiêm, Ngưu tất,..

Bảng 2. Một số doanh nghiệp chế biến thực phẩm tiêu biểu trong sản xuất và kinh doanh thực phẩm chức năng ở Việt Nam

Doanh nghiệp	Sản phẩm TPCN	Công dụng	Nguyên liệu chính
Vina Tea và nhiều doanh nghiệp sản xuất chè khác	Chè xanh, chè đen, chè Olong, Trà Hoàn ngọc,...	Thải độc, kiểm soát cân nặng, giảm nguy cơ mắc bệnh tim mạch	Chè xanh; chè Hoàn ngọc
Vina Milk, TH True Milk, Hà Nội Milk, và nhiều doanh nghiệp khác	Các sản phẩm sữa chua, sữa bổ sung can xi, vitamin, vi chất, lợi khuẩn,...	Tăng cường sức khỏe	Sữa bò, vitamin, vi chất, lợi khuẩn
Công ty Dầu Cái Lân, Tường An, và một số doanh nghiệp khác	Các loại dầu thực vật không chứa cholesterol, giàu vitamin E, axít béo Ω - 3, 6, 9.	Tốt cho tim mạch	Đậu nành, vừng, cám gạo,...
Công ty CP Công nghệ xanh Nhật Minh	Tinh lá sen tươi OB	Hỗ trợ giảm mỡ máu cao	Lá sen tươi
	Các loại cao chiết xuất từ thảo dược	Cung cấp nguyên liệu cho các công ty dược	Từ nguồn dược liệu
Công ty Herbalife Việt Nam (Sản phẩm nhập khẩu từ Mỹ)	Niteworks®;	Sản sinh ô xit nitric để cung cấp năng lượng và tăng cường sức khỏe cho mạch máu, hệ tuần hoàn	Vitamin E tự nhiên, Vitamin C, Canxi ascobat, axit folic, hỗn hợp axit amin, axit -lipoic, chiết xuất lá chanh
	Bữa ăn lành mạnh;Bột protein; Lô hội thảo mộc cô đặc; Trà thảo mộc cô đặc	Cho nguồn dinh dưỡng lành mạnh, kiểm soát cân nặng	Chất xơ, đường, protein, hỗn hợp vitamin, khoáng chất đa lượng và vi lượng; Protein đậu nành và protein nước sữa cô đặc.
Công ty Amway Việt Nam (Sản phẩm nhập khẩu từ Mỹ)	Nutrilite protein; Salmon Omega - 3; Vitamin C Bio Plus, Nutrilite Double X	Giúp tăng cường sức khỏe, sức đề kháng cho cơ thể	Protein thực vật; Dầu cá, Vitamin C từ nguồn tự nhiên

Bảng 3. Một số Viện, Trường tiêu biểu trong nghiên cứu, sản xuất, chuyển giao công nghệ và phát triển thực phẩm chức năng ở Việt Nam

Tên Viện, Trường	Tên sản phẩm TPCN	Công dụng chính	Nguyên liệu chính
Học viện Quân y Việt Nam	Simtosen;	Hỗ trợ kiểm soát glucose máu, biến chứng của bệnh tiểu đường	Lá sen, Giảo cổ lam.
	Unti - K; Tỏi đen; Nano Curcumin Beta Glucan	Nâng cao khả năng miễn dịch của cơ thể, giảm sự phát triển của khối u, hỗ trợ điều trị ung thư	Chất chiết từ Xạ đen, Tam thất, Bèo hoa dâu, Trinh nữ hoàng cung, Nano nghệ, Tỏi đen; Tỏi lên men.
Viện Dược liệu	Chè Giảo cổ lam; Chè Mướp đắng	Hỗ trợ kiểm soát glucose máu, biến chứng của bệnh tiểu đường	Giảo cổ lam; Quả mướp đắng thái mỏng, sấy khô;
Viện Công nghiệp thực phẩm	Stiplipine; Angiohibin FIRI; Tinh lá sen tươi FIRI;	Hỗ trợ kiểm soát huyết áp, hạ mỡ máu, kiểm soát cân nặng	Acid béo Ω-3,6 từ hạt óc chó;Peptit kìm hãm enzyme chuyển Angio-tensin từ đậu xanh thủy phân bằng enzyme; Lá sen tươi.
	Glubetica; Isoflavone Plus	Hỗ trợ kiểm soát glucose máu, bệnh tiểu đường.	Isoflavones từ đậu tương nẩy mầm

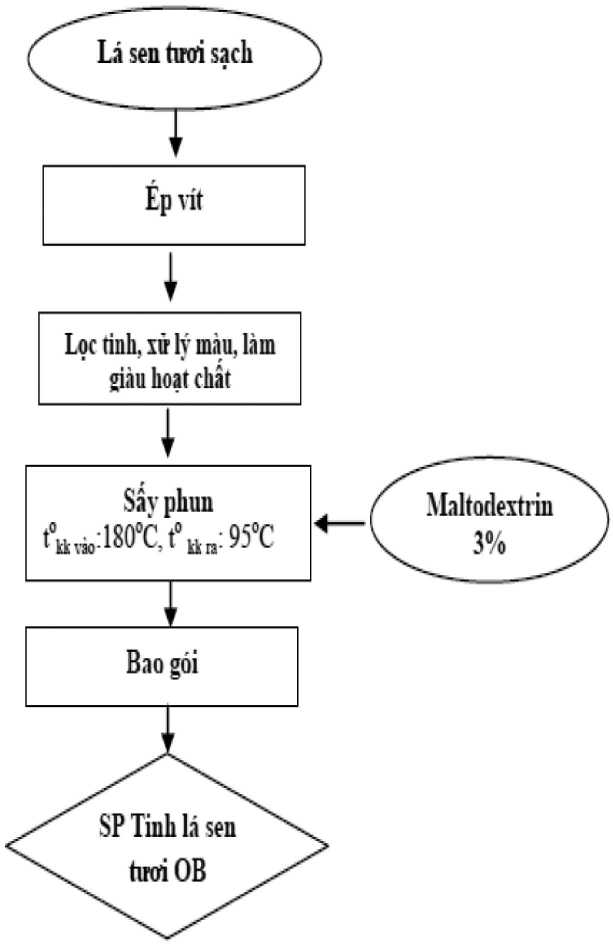
Tên Viện, Trường	Tên sản phẩm TPCN	Công dụng chính	Nguyên liệu chính
Viện Công nghệ sinh học, Viện Hóa học các hợp chất thiên nhiên - Viện Hàn lâm KH & CN Việt Nam	Naturez; Centenial; SK Gold Cordyceps; BioGlucurmin; BioGlucurmin G; Nano BioGlucurmin; Sargamin.	Nâng cao khả năng miễn dịch của cơ thể, giảm sự phát triển của khối u, Tăng cường chức năng gan, mật. Hỗ trợ điều trị ung thư.	Hỗn hợp enzyme, carotene, vitamin và amino acid; Nấm Cordyceps militaris; Bột nấm Cordyceps Linh chi, nấm Hầu thủ, nghệ, nano nghệ, ß-D-glucan, Sodium Aginate.
Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ Sau thu hoạch	Đông trùng hạ thảo	Hỗ trợ nâng cao sức khỏe tim mạch, khả năng miễn dịch của cơ thể	Lên men bề mặt nấm Cordyceps militaris trên cơ chất nhộng tằm và gạo lứt.
	AGIs; Touchislim;	Hỗ trợ kiểm soát đường huyết, chữa bệnh tiểu đường, hỗ trợ giảm cân	Chất ức chế α-glucosidase tách chiết từ đậu đen lên men bằng Aspergillus oryzae;
	Sulfo-Vina; Indole-2-Vina; Oryza;	Hỗ trợ ngăn ngừa ung thư dạ dày, đại tràng, ung thư vú;	Tách chiết từ mầm súp lơ, cải ngọt; Tách chiết γ-oryzanol từ cám gạo;
Trường Đại học Bách khoa Hà Nội	Nattokinase	Phòng ngừa và hỗ trợ điều trị huyết khối	Lên men chìm bột đậu tương bằng vi khuẩn Bacillus subtilis Natto.
	Đông trùng hạ thảo	Hỗ trợ nâng cao sức khỏe tim mạch, cải thiện khả năng miễn dịch của cơ thể	Lên men bề mặt nấm Cordyceps militaris trên cơ chất nhộng tằm và gạo lứt.
Học viện Nông nghiệp Việt Nam	Trà Lá sen táo mèo	Hỗ trợ kiểm soát mỡ máu cao, hỗ trợ giảm cân	Lá sen, táo mèo
Trường Cao đẳng cộng đồng Hà Tây; Trường Đại học Nha Trang	Đông trùng hạ thảo	Hỗ trợ nâng cao sức khỏe tim mạch, cải thiện khả năng miễn dịch của cơ thể	Lên men bề mặt nấm Cordyceps militaris trên cơ chất nhộng tằm và gạo lứt.

2.2. Giới thiệu một số công nghệ sản xuất và sản phẩm thực phẩm chức năng được nghiên cứu và sản xuất ở các viện, trường và doanh nghiệp

Một số công nghệ và sản phẩm nghiên cứu, được chuyển giao công nghệ và phát triển sản phẩm của một số viện nghiên cứu, trường đại học, cao đẳng được trình bày dưới đây:

Sản phẩm Tinh lá sen tươi OB:

Dạng bột mịn, màu vàng ánh xanh, vị chát hơi đắng, mùi đặc trưng của lá sen. Độ ẩm < 5%. Hàm lượng Flavonoid tổng > 2,5%. Đóng gói 75 gam/lọ. Liều dùng 5 gam/ngày. Số đăng ký: 28343/2016/ATTP-XNCB. Công dụng: giảm mỡ máu; giảm gan nhiễm mỡ; giảm béo phì; giúp bình ổn đường huyết. Quy trình công nghệ sản xuất nêu trên hình 1.

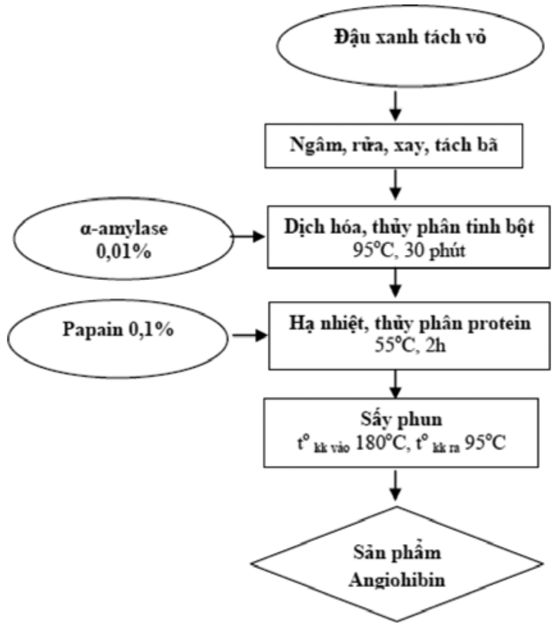


Hình 1. Quy trình công nghệ sản xuất sản phẩm Tinh lá sen tươi OB

(Nguyễn Thị Hoài Trâm-Trường Đại học Công nghệ Đông Á, Nguyễn Minh Phương và cộng sự - Công ty Cổ phần Công nghệ Xanh Nhật Minh)

Sản phẩm Angiohibin:

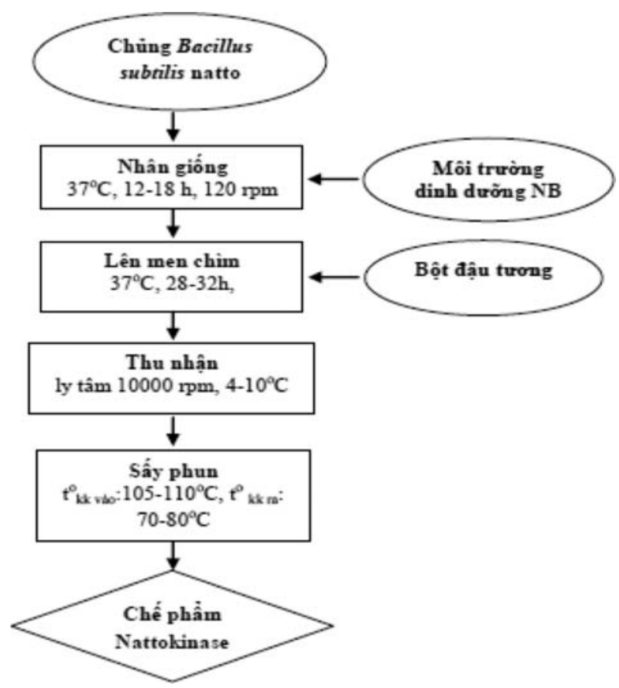
Dạng bột mịn, màu vàng sáng, mùi thơm dịu đặc trưng của sản phẩm bột đậu xanh, độ ẩm < 5%. Hàm lượng protein 28,5% với đầy đủ 16 axit amin. Hoạt tính kìm hãm enzyme chuyển Angiotensin (ACE): 78-82%, nồng độ kìm hãm 50% hoạt tính ACE IC50 = 0,31mg protein/ml; Chứa 3 peptit chức năng với các trình tự 5, 6 và 8 gốc axít amin tương ứng là Lys-Asp-Tyr-Arg-Leu; Val-Thr-Pro-Ala-Leu-Arg và Lys-Leu-Pro-Ala-Thr-Leu-Phe. Liều sử dụng 10 - 20 gam/ngày. Công dụng: Hỗ trợ giảm và điều hòa huyết áp. Quy trình công nghệ sản xuất nêu trên hình 2.



Hình 2. Quy trình công nghệ sản xuất sản phẩm Angiohibin

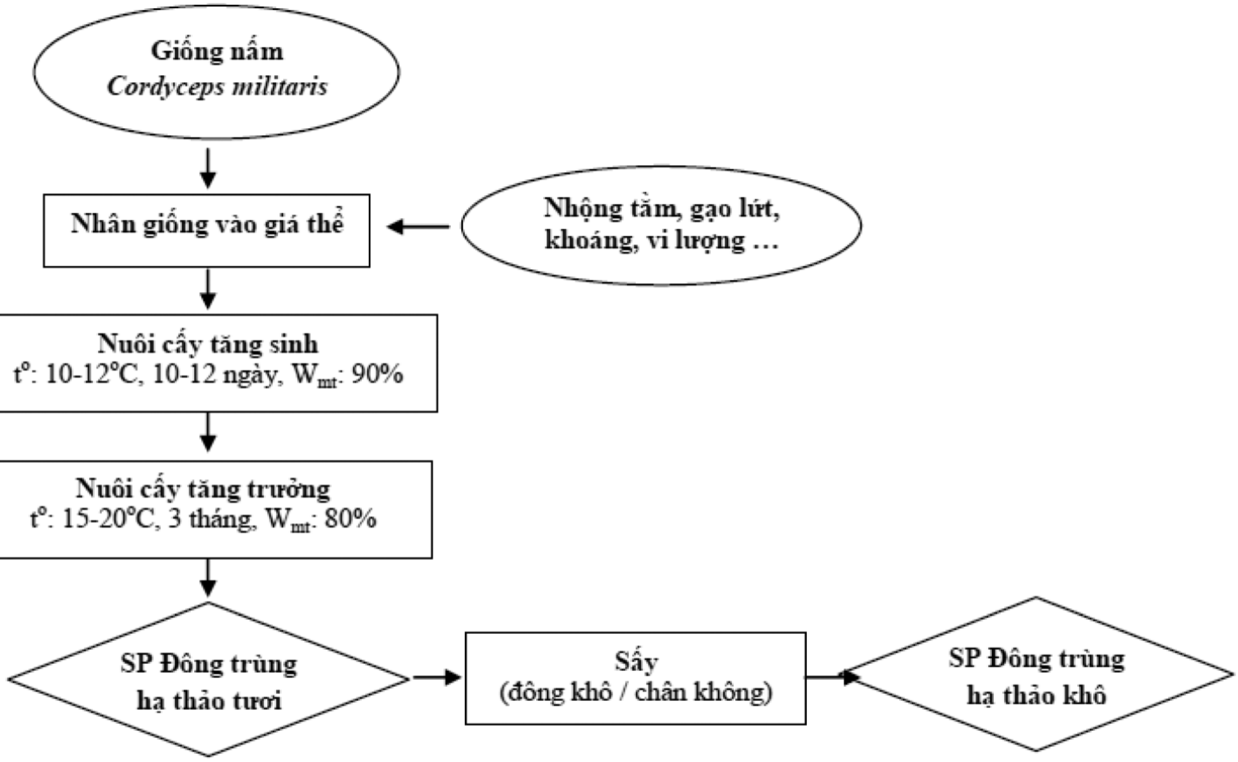
(Nguyễn Thị Hoài Trâm và cộng sự - Viện Công nghiệp Thực phẩm - Bằng độc quyền Giải pháp hữu ích - số 12737/QĐ - SHTT, 3/3/2014)

Chế phẩm Nattokinase:



Hình 3. Quy trình công nghệ sản xuất chế phẩm Nattokinase

(Nguyễn Lan Hương và cộng sự - Viện CN Sinh học và CN thực phẩm, Trường ĐH Bách khoa HN)



Hình 4. Quy trình công nghệ sản xuất sản phẩm Đông trùng hạ thảo từ nấm Cordyceps militaris trên cơ chất nhộng tằm

(Trung tâm ứng dụng và chuyển giao công nghệ, Trường Cao đẳng Cộng đồng Hà Tây)

Dạng bột mịn, màu vàng sáng, mùi natto, độ ẩm ≤ 10%. Hoạt lực nattokinase ≥10.000 FU/gam. Liều sử dụng 0,5 -1 gam/ngày. Công dụng: Phòng ngừa và hỗ trợ các bệnh lý về huyết khối (gây nhồi máu não, nhồi máu cơ tim, viêm tắc tĩnh mạch chi), giúp phòng ngừa hình thành các cục máu đông, tăng tuần hoàn não và lưu thông máu.

Sản phẩm Đông trùng hạ thảo:

Đông trùng hạ thảo tươi, dạng sợi tươi có liền các khối màu vàng cam, đựng trong lọ thủy tinh kín. Hàm lượng Adenosin: 1,16 mg/gam (tính theo chế phẩm khô); Cordycepin 2,69 mg/gam (tính theo chế phẩm khô). Có thể sử dụng ngâm mật ong, rượu, hoặc nước nóng làm trà uống. Công dụng: Hỗ trợ giải độc, thanh lọc, tăng cường sức đề kháng của cơ thể. Hỗ trợ điều trị tiểu đường và các bệnh tim mạch. Làm chậm quá trình lão hóa của cơ thể.

3. THỊ TRƯỜNG THỰC PHẨM CHỨC NĂNG VIỆT NAM - CƠ HỘI, KHÓ KHĂN VÀ THÁCH THỨC

3.1. Thị trường thực phẩm chức năng ở Việt Nam

Thị trường thực phẩm chức năng ở Việt Nam hiện đang phát triển mạnh. Năm 2000, cả nước mới có khoảng 60 sản phẩm thực phẩm chức năng được thương mại hóa trên thị trường, và có khoảng 15 công ty, doanh nghiệp sản xuất và kinh doanh. Đến năm 2012, theo thống kê của Hiệp hội thực phẩm chức năng Việt Nam, cả nước có trên 10.000 sản phẩm thực phẩm chức năng các loại, với 1781 doanh nghiệp sản xuất và kinh doanh, tổng giá trị thực phẩm chức năng Việt Nam năm 2012 đạt 526 triệu đô la Mỹ. Sản phẩm thực phẩm chức năng được sản xuất trong nước chiếm khoảng 57%, từ nguồn nguyên liệu thảo dược, rau, củ, quả,... chủ yếu dùng để ngăn ngừa và kiểm soát các bệnh không lây nhiễm và các yếu tố nguy cơ, các sản phẩm giải độc gan, dưỡng tâm an thần,... Sản phẩm nhập khẩu từ nước ngoài chiếm khoảng 43% từ nguồn nguyên liệu không phải là thảo dược, chủ yếu là các sản phẩm chống lão hóa, tăng cường sức khỏe và khả năng miễn dịch của cơ thể [6].

Kết quả điều tra ở hai thành phố lớn Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh năm 2012 cho thấy: Hơn 50% người được khảo sát có dùng thực phẩm chức năng; Phụ nữ dùng nhiều hơn nam giới; Người tiêu dùng thích thực phẩm chức năng nhập ngoại hơn sản phẩm trong nước, tin tưởng hơn khi sản phẩm được bán tại các cửa hàng dược phẩm, hiệu thuốc tây; Dạng sản phẩm được ưa thích hơn là viên nang cứng, nang mềm. Tuy nhiên, nhiều loại thực phẩm chức năng khá đắt, chưa phù hợp với mặt bằng thu nhập của người dân, nhiều loại được quảng cáo quá đà về công dụng thực chất và vẫn còn có nhiều loại thực phẩm chức năng giả hoặc chất lượng thấp hơn so với quảng cáo trên bao bì [6].

3.2. Cơ hội, khó khăn và thách thức của thị trường thực phẩm chức năng Việt Nam

Việt Nam có dân số cao, thống kê năm 2016 dân số Việt Nam là 97,7 triệu người. Người Việt Nam đã có nhiều kiến thức, hiểu biết hơn về việc sử dụng các sản phẩm thực phẩm, thực phẩm chức năng để bảo vệ và nâng cao sức khỏe con người.

Thị trường thực phẩm chức năng trong 5 năm gần đây có tốc độ tăng trưởng cao, đạt trung bình 20% năm. Số các công ty, doanh nghiệp sản xuất và kinh doanh thực phẩm chức năng ngày càng tăng với các sản phẩm ngày càng nhiều và đa dạng.

Tuy nhiên, trong khi Việt Nam là nước có nguồn nguyên liệu tự nhiên giàu có, đa dạng, nhưng hiện nay, gần 80% nguyên liệu sản xuất và trên 40% sản phẩm thực phẩm chức năng đang được thương mại hóa trong nước là nhập khẩu từ nước ngoài. Theo thống kê, nước ta có hơn 3900 loại dược thảo, rau, củ, quả,... nhưng chỉ mới hơn 500 loài được thu thập từ tự nhiên hoặc được trồng để làm nguyên liệu cho sản xuất thuốc và thực phẩm chức năng. Nguyên liệu thảo dược chủ yếu được nhập từ Trung Quốc [4].

Nhiều loại thực phẩm chức năng giá cao, chưa phù hợp với thu nhập của đa số người dân; Thị trường thực phẩm chức năng chưa được kiểm soát chặt chẽ, nhiều quảng cáo quá đà về công dụng, có nhiều hàng giả và hàng kém chất lượng so với quảng cáo.

Để thị trường thực phẩm chức năng phát triển mạnh mẽ, bền vững, góp phần bảo vệ và nâng cao sức khỏe nhân dân, cần: Tăng cường công tác nghiên cứu, phát triển và sử dụng có hiệu quả nguồn nguyên liệu tự nhiên trong nước; Các doanh nghiệp sản xuất thực phẩm ở Việt Nam cần tăng cường đầu tư, đổi mới, hiện đại hóa công nghệ và thiết bị để được nhiều loại sản xuất thực phẩm chức năng chất lượng cao, giá thành tốt; Nhà nước cần tăng cường quản lý thị trường sản phẩm thực phẩm chức năng ở Việt Nam.

4. KẾT LUẬN

Các bệnh không lây nhiễm ngày càng gia tăng trên thế giới và ở Việt Nam, tỷ lệ mắc bệnh, tỷ lệ và số lượng người tử vong, tàn phế cũng như gánh nặng chi phí để điều trị, nuôi dưỡng người bệnh càng ngày càng tăng ở mỗi gia đình, mỗi quốc gia, đặc biệt đối với các nước nghèo và các nước đang phát triển. Sử dụng thực phẩm chức năng là một xu hướng, giải pháp đang được phát triển hiện nay nhờ các đặc tính chức năng có khả năng ngăn ngừa và kiểm soát nhiều loại bệnh, trong đó có các bệnh không lây nhiễm điển hình và các yếu tố nguy cơ như cao huyết áp, béo phì, thừa cân, mỡ máu cao, uống nhiều rượu bia và hút thuốc lá,... Mặc dù vẫn còn một số khó khăn, thách thức, nhưng thị trường thực phẩm chức năng Việt Nam vẫn nhiều hứa hẹn phát triển nhanh và bền vững với ngày càng nhiều sản phẩm từ nguồn nguyên liệu tự nhiên trong nước để góp phần bảo vệ và nâng cao sức khỏe người dân. ❖

SUMARY

Non-Communicable Diseases (NCDs), including cardiovascular diseases (coronary heart disease and cerebrovascular disease such as strokes, and peripheral vascular disease), hypertension, diabetes, obesity, cancers and chronic respiratory diseases are increasing and are upcoming major reason for the morbidity, mortality and disability of the Vietnamese population. Vietnam has a rich source of medicinal plants, which have been used in the preparation of various kinds of traditional medicine for treatment of different diseases for centuries. In recent years, functional foods containing biologically active ingredients associated with the physiological health benefits of preventing and managing NCDs from numerous herbs, plants, vegetables, fruits as well as from microbial fermentation products, are studied, commercially produced and popularly used in Vietnam. This report documents the findings from studies, production and development of functional foods from natural material sources used for NCDs of Vietnamese research institutions, food technological and pharmaceutical enterpisers within the past 15 years.

Keywords: *Non-communicable deseases, functional food, natural material sources, fermentation technology*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Bui Thanh Tung, Nguyen Thanh Hai (2016). Phytochemical and pharmacology effect of Fanax notoginseng. Journal of Applied Pharmaceutical Sciences. Vol 6 (08): 174 -178.

[2] Institute for Health Metrics and Evaluation. Vietnam global burden of disease study 2010 results 1990-2010. Seattle (USA): Institute for Health Metrics and Evaluation, 2013.

[3] Nguyen Thi Hoai Nga. (2017). Cancer incidence and cancer care in Vietnam. Vietnam Medical Journal, No.1, Vol. 460: 1-9.

[4] Nguyen Dao Ngoc Van and Nguyen Tap (2008): An overview of the use of plants and animals in traditional medicine system in Vietnam. Edited by Leanne Clark. A traffic Southeast Asia Report.

[5] Nguyen Thi Hoai Tram, Do Thi Thanh Huyen, Do Thi Thuy Le, Nguyen Minh Phuong, Tzou- Chi Huang, Jue - Liang Hsu (2013). Screening of bioactive compounds and antioxidant of some Vietnamese edible plants and their products. In Proceeding of International workshop on Agricultural engineering and post-harvest technology for Asia sustainable: 505 - 512.

[6] Nguyen Hoang (2014). Vietnamese functional food market study case: Raisio benecol and Vietnamese cardiovascular health market Bachelor's Thesis in International Business. Lahti University of Applied Sciences.

[7] Tuan T Nguyen, Minh V Hoang (2018). Non-communicable diseases, food and nutrition in Vietnam from 1975 to 2015: the burden and national response. Asia Pac J Clin Nutr 2018; 27(1): 19 28.

[8] Ministry of Health, Health partnership group. Joined annual health review: Strengthening pervention and control of non-communicable disease. Hanoi, Vietnam. 2014.

[9] World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2014. Geneva: World Health Organization; 2014.

Nghiên cứu tính chất bề mặt của tế bào nấm men chủng Y. lipolytica 0544 và đánh giá sự ảnh hưởng của nó với khả năng thẩm thấu beta - carotene qua màng tế bào

>TS. TRẦN HẢI ĐĂNG[1], TS. TẠ THỊ MINH NGỌC[1],
PGS.TS NGUYỄN THỊ HOÀI TRÂM[2]

TÓM TẮT

Beta-caroten là tiền chất của vitamin A có hoạt tính sinh học cao, rất tốt cho sức khỏe. Tuy vậy beta-carotene rất dễ bị biến chất và mất hoạt tính dưới tác dụng của oxy không khí, ánh sáng, nhiệt độ... của môi trường, do đó nó cần được bảo vệ để giữ được hoạt tính lâu dài và duy trì đến khi phát huy tác dụng trong cơ thể người.

Dựa trên sự tương đồng giữa cấu trúc của tế bào nấm men và vi nang cùng với những đặc tính ưu việt của nó, màng tế bào nấm men được xem là một màng bao bảo vệ rất tốt cho các chất chứa bên trong nó. Khả năng bao gói beta-carotene vào màng tế bào nấm men phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, trong đó tính chất bề mặt tế bào là là hết sức quan trọng. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đánh giá tính chất bề mặt tế bào nấm men Y. lipolytica 0544 và sự liên quan của nó tới quá trình thẩm thấu dầu beta-carotene qua màng tế bào. Kết quả cho thấy, khả năng bao gói dầu beta-carotene của nấm men Y. lipolytica chịu ảnh hưởng của tính acid/base bề mặt tế bào trong khi tính kị nước không thể hiện sự ảnh hưởng rõ rệt lên hiệu quả bao gói.

Từ khoá: *Vi nang nấm men, Y. lipolytica, beta-carotene, tính kị nước, tính acid/base.*

1. GIỚI THIỆU

Beta-carotene (BC) là một trong hơn 600 loại carotenoid tồn tại trong tự nhiên. Beta carotene ở dạng tinh thể có màu đỏ đậm; bền trong môi trường kiềm và không bền trong môi trường acid, tan tốt trong dầu, ete, hexan và các dung môi hữu cơ như aceton, methanol…nhưng không tan trong nước. Do có hệ thống nối đôi liên hợp dài nên BC có ái lực mạnh với oxy đơn bội, dễ bị oxy hóa, đồng phân hóa khi tiếp xúc với không khí, ánh sáng, nhiệt độ cao và bị hấp thụ bởi ánh sáng (hấp thụ bước sóng cực đại vào khoảng 450nm). Vì vậy, BC phải được bảo quản ở bao bì kín với nitro hoặc argon, tránh ánh sáng, nhiệt độ cao khi sử dụng lâu dài (Palozza và cs., 2006).

[1] Đại học Nha Trang
[2] Đại học Công nghệ Đông Á

Trong cơ thể, BC được chuyển hoá thành vitamin A. Tuy nhiên khi bị thừa thì vitamin A sẽ bị đào thải, còn BC được dự trữ trong gan đến lúc cần thiết. Do đó, BC chínhlànguồn dinh dưỡng an toàn của vitamin A, cần thiết cho sự phát triể bình thường và phát triển chức năng của hệ thống miễn dịch và thị giác (Đỗ Ngọc Liên, 2007). Bên cạnh đó, BC có khả năng chống ôxy hoá ưu việt vì nó có tác dụng khử hết gốc tự do dư thừa trong cơ thể, giúp bảo vệ màng tế bào, làm chậm quá trình lão hoá và ngăn ngừa ung thư.

Tế bào nấm men có thể bao gói cả hợp chất kị nước và ưa nước. Quá trình bao gói chủ yếu phụ thuộc vào khuếch tán bị động (các chất đi từ nơi có nồng độ cao sang nơi có nồng độ thấp). Quá trình này phụ thuộc vào nhiều yếu tố như nhiệt độ, pH môi trường bên ngoài tế bào, thời gian tiếp xúc, tốc độ lắc (cung cấp oxy),… và đặc biệt là phụ thuộc vào tính chất của màng tế bào. Màng tế bào phụ thuộc vào chủng nấm men, môi trường nuôi cấy và pha sinh trưởng của nấm men.

Về bản chất, các tương tác giữa phân tử kị nước và tế bào gồm ba giai đoạn: (i) giai đoạn tiếp xúc và hấp thụ trên bề mặt tế bào; (ii) giai đoạn thấm qua cấu trúc thành tế bào và màng plasmic; (iii) giai đoạn nhả hấp thụ để đi vào tế bào chất. Để đi được vào trong tế bào, các chất kị nước phải tương tác với bề mặt tế bào. Hai giả thuyết đã được phát triển để giải thích cho sự vận chuyển một phân tử ít tan trong nước vào trong tế bào: Sự hòa tan hoặc giả hòa tan của hợp chất được xem xét khi có mặt của các chất hoạt động bề mặt.

• Sự kết dính trực tiếp ở thành tế bào.

Y.lipolytica có thể sản xuất các chất hoạt động bề mặt khi chúng được nuôi cấy trên môi trường cơ chất kị nước. Sự cảm ứng của sự kết dính giữa cơ chất kị nước và tế bào có thể làm tăng khả năng kị nước của bề mặt tế bào.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đánh giá ảnh hưởng của tính chất bề mặt tế bào Y. lipolytica tới khả năng bao gói dầu BC.

2. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Chủng giống nấm men và môi trường nuôi cấy:

Chủng nấm men Y. lipolytica 0544 được cung cấp bởi Bộ môn Công nghệ Enzyme và Protein, Viện Công nghiệp Thực phẩm, Hà Nội.

Môi trường	Cao nấm men	Pepton cá	Glucose	YNB	Dầu thầu dầu	Tween 80
YPD	10	20	10	-	-	-
YPO	10	20	-	-	-	0,2
YNBD	-	-	20	6,7	-	-
YNBO	-	-	-	6,7	5	0,2

Thành phần môi trường (g/l):

Các chủng nấm men được hoạt hóa trên môi trường thạch nghiêng YPDA trong 48h. Sau đó được cấy chuyển sang môi trường tiền tăng sinh YPD trong 24h. Tế bào được cấy chuyển sang môi trường khảo sát (YPD, YNBD, YPO và YNBO) với tỷ lệ cấy giống là 5%. Điều kiện nuôi 16h đối với môi trường đường (YPD, YNBD) và 24h đối với môi trường lipid (YPO, YNBO), lắc 150rpm trên máy lắc bàn MTS: 1038. Nhiệt độ nuôi được duy trì ở 27^{o}C. Sinh khối được thu lại ly tâm với tốc độ 8000rpm trong 5 phút. Sinh khối được ly tâm và rửa 2 lần bằng đệm kaliphosphate pH = 5,6.

Tạo vi nang nấm men với dầu beta-carotene:

Nấm men được cho tiếp xúc với dầu BC ở dạng nhũ tương theo tỷ lệ 1g sinh khối và 10ml nhũ tương BC (tương đương với 1g dầu BC cho 1g sinh khối). Lắc tiếp xúc trên máy lắc bàn MTS: 1038 ở 27^{o}C, 150rpm trong 16h.

Phương pháp đếm tỷ lệ sống chết của tế bào nấm men bằng buồng đếm

Hút 0.7ml dịch sinh khối pha loãng bằng nước cất cho vào một type ependoff 1,5ml, thêm vào đó 0.3ml dung dịch xanh methylene (tỷ lệ dịch sinh khối: xanh methylene là 7:3) và nhuộm trong 5 phút.

Đậy lamelle lên vùng buồng đếm, dùng pipet Pasteur hút mẫu và bơm nhẹ cho mẫu khuếch tán dần và đồng đều vào buồng đếm. Đặt buồng đếm lên kính hiển vi, dùng vật kính 40 để quan sát. Tiến hành đếm tế bào trong các ô trên lưới đếm.

Phương pháp xác định tính kỵ nước và tính acid/base của bề mặt tế bào nấm men

Sử dụng phương pháp MATS (Microbial adhestion to solvents) để xác định tính chất bề mặt tế bào, dựa trên sự so sánh giữa ái lực của tế bào vi sinh vật với dung môi đơn cực và dung môi không phân cực. Các cặp dung môi được sử dụng là:chloroform - dung môi có tính axit và hexadecane,ethyl acetate - dung môi base mạnh và decane (Aguedo và cs., 2005).

Tỉ lệ phần trăm tế bào tham gia liên kết với dung môi được xác định bằng phương pháp quang phổ tại bước sóng 600nm theo công thức sau: %TB liên kết= (1-A/A0)*100 với A0 là độ hấp thụ đo tại bước sóng 600nm của tế bào vi khuẩn trước khi trộn với dung môi; A là độ hấp thụ đo tại bước sóng 600nm sau khi trộn với dung môi. Tính kị nước được xác định theo ty lệ tế bào liên kết với hexadecane. Tính acid được xác định theo hiệu số tỷ lệ tế bào liên kết với ethyl acetate và decan. Tính base được xác định theo hiệu số tỷ lệ tế bào liên kết với chloroform và hexadecane.

Phương pháp xác định hàm lượng BC thấm qua màng tế bào

Sinh khối nấm men thu được từ các môi trường nuôi cấy cho tiếp xúc qua đêm với nhũ tương dầu BC đem ly tâm và rửa ba lần bằng nước cất để loại bỏ dầu BC bám quanh tế bào. Sau đó đem đi tách chiết và phân tích BC trong tế bào nấm men. Dung môi tách chiết sử dụng là n-hexan. Ứng với một gam sinh khối sẽ cho vào: 2ml cồn, 0.1ml BHT, 1ml nước và 10ml hexane. Hàm lượng BC được xác định bằng phương pháp quang phổ tại bước sóng 450nm theo công thức Hàm lượng BC (µg/g) = A450*V*10000/(2592*m) với A450 là độ hấp thụ tại bước sóng 450nm; V (ml) là thể tích tách chiết; m (g) là khối lượng sinh khối sau tiếp xúc BC.

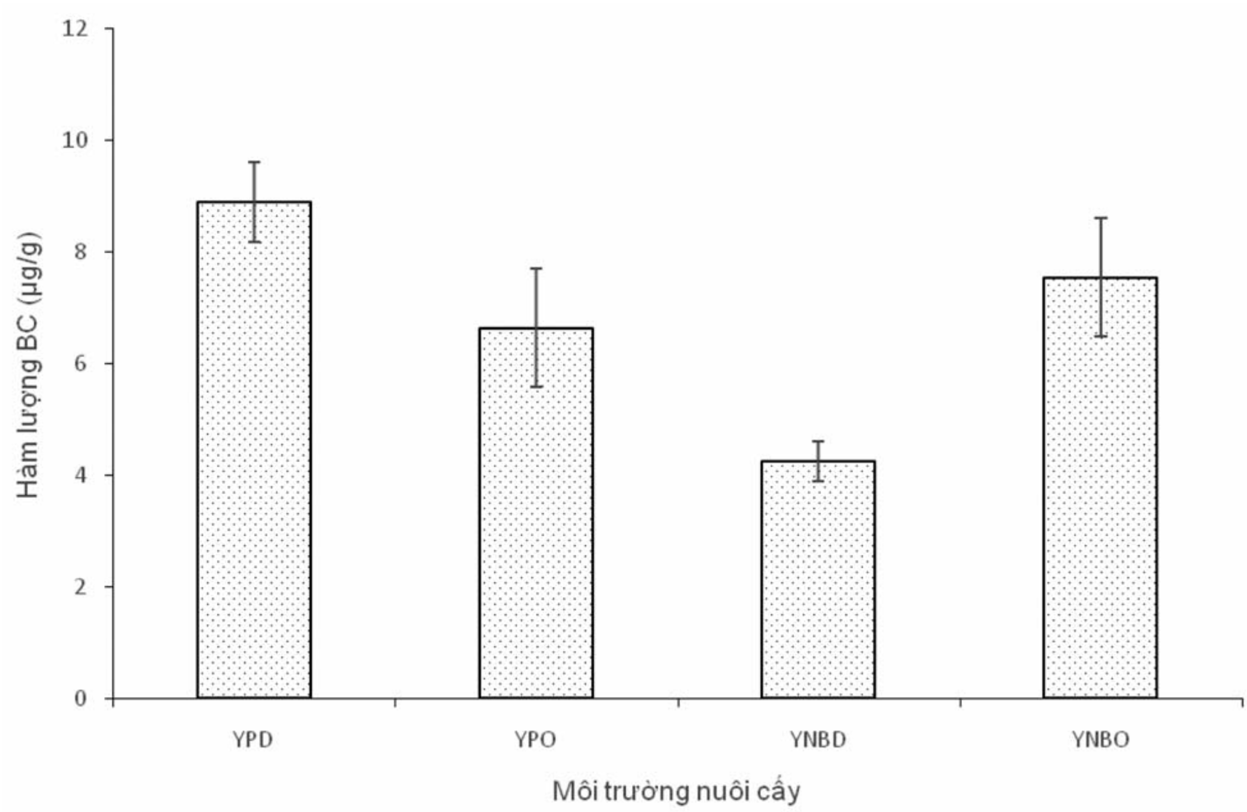
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Ảnh hưởng của môi trường nuôi cấy tới quá trình thẩm thấu BC qua màng tế bào

Chủng Y. lipolytica 0544 được nuôi cấy tăng sinh trên 4 môi trường dinh dưỡng khác nhau: YPD; YPO; YNBD và YNBO và được nuôi trên cùng một điều kiện (nhiệt độ, tốc độ lắc). Thời gian nuôi tăng sinh đối với môi trường YPD và YNBD là 16h, đối với môi trường YPO, YNBO là 24h. Sinh khối thu được cho tiếp xúc với nhũ tương dầu BC với hai khoảng thời gian tiếp xúc là 16h. Sinh khối sau khi tiếp xúc được lấy mẫu xác định tỷ lệ sống/chết của tế bào bằng cách nhuộm xanh methylene và đếm trên buồng đếm hồng cầu. Đồng thời xác định hàm lượng BC thấm qua màng tế bào bằng phương pháp quang phổ tại bước sóng 450nm.

Môi trường nuôi cấy	Tỷ lệ tế bào còn sống trước khi tiếp xúc (%)		Giá trị trung bình (%)	Tỷ lệ tế bào còn sống sau khi tiếp xúc (%)		Giá trị trung bình (%)	Độ lệch chuẩn
	Lần 1	Lần 2		Lần 1	Lần 2		
YPD	100	100	100	99,965	99,972	99,9685	0,0035
YPO	100	100	100	99,979	99,987	99,9830	0,0040
YNBD	100	100	100	99,994	99,991	99,9925	0,0015
YNBO	100	100	100	99,998	99,995	99,9965	0,0015

Bảng 1. Tỷ lệ sống chết của tế bàoY. lipolytica 0544 trước và sau 16 giờ tiếp xúc với nhũ tương dầu BC

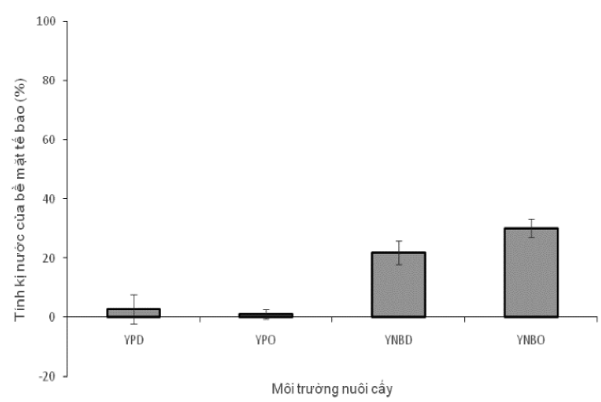


Hình 1. Hàm lượng BC trong tế bào Y. lipolytica 0544 sau 16 h tiếp xúc với nhũ tương dầu BC

Sau khi tiếp xúc với nhũ tương dầu BC, tỷ lệ sống của tế bào rất cao, đến trên 99.9%. Như vậy có thể kết luận quá trình tiếp xúc với BC trong thời gian từ 16 h không làm chết tế bào. Không có sự chênh lệch đáng kể về tỷ lệ sống/chết giữa các tế bào nuôi cấy trong các môi trường dinh dưỡng khác nhau, cũng như trong các khoảng thời gian tiếp xúc khác nhau.

Kết quả cho thấy hàm lượng BC thấm qua màng tế bào Y. lipolytica 0544 là khác nhau ở các môi trường nuôi cấy khác nhau. Cụ thể, hàm lượng BC thấm qua màng tế bào cao nhất đối với tế bào được nuôi trong môi trường YPD, tiếp theo là YNBO, YPO và thấp nhất là YNBD. Đối với nấm men nuôi trong môi trường giàu nitơ (YPD, YPO) thì nấm men sử dụng nguồn carbon là đường có lượng BC thấm qua màng tế bào nhiều hơn so với nấm men sử dụng nguồn carbon là lipid (chênh lệch hơn 2µg/g). Đối với nấm men được nuôi trong môi trường dinh dưỡng nghèo nitơ (YNBD, YNBO) thì ngược lại, nấm men sử dụng nguồn carbon là lipid có lượng BC thấm qua màng tế bào nhiều hơn so với nấm men sử dụng nguồn carbon là đường (gấp hơn 2 lần). Cho thấy sự thấm qua màng hay nói cụ thể là tính chất của màng tế bào nấm men có phụ thuộc vào cả nguồn dinh dưỡng nitơ và carbon mà tế bào sử dụng.

Đánh giá tính kị nước của tế bào Y. lipolytica 0544



Hình 2. Tính kị nước của tế bào Y. lipolytica 0544 nuôi trên các môi trường khác nhau

Sinh khối tế bào Y. lipolytica 0544sau khi thu được từ các môi trường nuôi cấy đem ly tâm và rửa 2 lần với đệm phosphate có pH = 5.6. Tính kị nước được xác định thông qua phần trăm tế bào liên kết với hexadecane theo phương pháp test MATS.

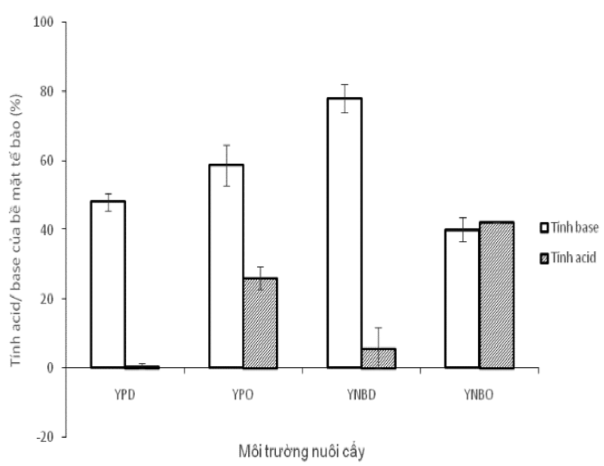
Nấm men nuôi trong các môi trường dinh dưỡng khác nhau thì tính chất kỵ nước của bề mặt tế bào là khác nhau. Hay nói cách khác, tính kỵ nước của bề mặt tế bào nấm men Y. lipolytica 0544phụ thuộc vào môi trường nuôi cấy (Hình 2). Tế bào nuôi trong môi trường YNBO cho bề mặt có tính kỵ nước là cao nhất, sau đó là YNBD, YPD và YPO. Đối với nấm men được nuôi trong môi trường dinh dưỡng giàu nitơ (YPD, YPO) thì tỷ lệ tế bào tham gia liên kết với dung môi không phân cực rất thấp (dưới 3%), trong khi nấm men được nuôi trong môi trường nghèo nitơ (YNBD, YNBO) thì tỷ lệ này cao hơn rõ hơn (trên 20% và dưới 50%). Điều đó cho thấy, khi nuôi trong môi trường dinh dưỡng nghèo nitơ thì tế bào có bề mặt kỵ nước trong khi môi trường giàu nitơ cho tế bào có tính ưa nước cao.

Như chúng ta đã biết, tính kị nước bề mặt được quyết định bởi các lipid màng, trong đó glycolipid là quan trọng vì chúng được tìm thấy chủ yếu ở tấm đơn phía ngoài màng tế bào. Trên glycolipid vừa chứa các đơn vị kỵ nước như các chuỗi acid béo, chuỗi hydrocarbon của sphingosine vừa chứa các đơn vị ưa nước là một hay nhiều gốc đường (Amaral và cs., 2006).Vì vậy có thể giải thích rằng, những tế bào có tính kỵ nước bề mặt cao hơn là do các glycolipid trên bề mặt của nó chứa các chuỗi acid béo và các chuỗi hydrocarbon của sphingosine là chủ yếu. Ngược lại, những tế bào không có thể hiện tính kỵ nước (ưa nước) là do các glycolipid trên bề mặt của nó chứa các gốc đường là chủ yếu.Vậy tóm lại, từ kết quả nghiên cứu này có thể suy ra rằng khi nuôi trong môi trường dinh dưỡng nitơ là các acid amin cơ bản (YNBD, YNBO) thì các glycolipid trên màng tế bào chứa các chuỗi acid béo và các chuỗi hydrocarbon nhiều hơn là gốc đường làm cho tế bào thể hiện tính kỵ nước, còn khi môi trường dinh dưỡng nitơ là pepton và cao nấm men (PYD, YPO) thì các glycolipid trên bề mặt của nó chứa các gốc đường nhiều hơn làm cho tế bào có tính ưa nước cao.

Vậy theo nghiên cứu này, tính kị nước của bề mặt tế bào phụ thuộc vào nguồn nitơ mà nó sử dụng. Kết quả này phần nào phù hợp với nghiên cứu của Aguedo và cộng sự (2005). Theo tác giả này, tính chất kỵ nước của bề mặt tế bào nấm men không phụ thuộc vào môi trường nuôi cấy có sử dụng nguồn lipid hay không. Vì rõ ràng kết quả cho thấy, với hai môi trường có chứa lipid (YNBO và YPO) thì môi trường YNBO cho tế bào có tính kỵ nước bề mặt cao, trong khi môi trường YPO cho tế bào không thể hiện tính kỵ nước bề mặt.

Đánh giá tính acid/ base của bề mặt tế bào

Ở cả bốn môi trường nuôi cấy, tỷ lệ phần trăm tế bào cho electron (liên kết với dung môi chloroform) đều lớn hơn 20%, chứng tỏ bề mặt các tế bào đều có tính base. Trong đó, bề mặt tế bào nuôi trong môi trường YNBD có tính base mạnh nhất (trên 70% tế bào cho electron), tiếp theo là tế bào được nuôi trong môi trường YPO (trên 50% tế bào cho electron). Đối với tế bào nuôi trong môi trường YPD và YNBO thì bề mặt cũng có tính base nhưng không thể hiện rõ (dưới 50%).



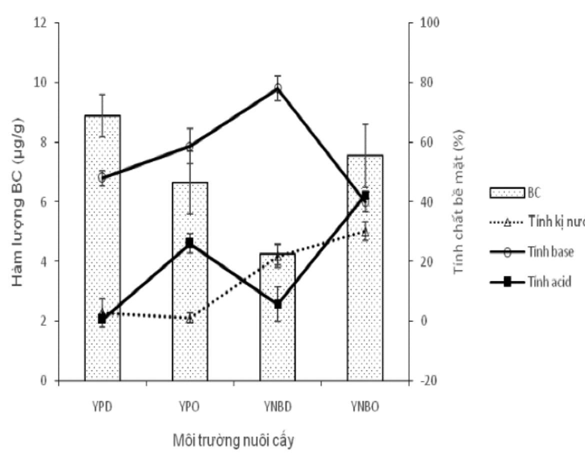
Hình 3. Tính acid và tính base của tế bào Y. lipolytica 0544 trên các môi trường nuôi cấy khác nhau

Tính base của bề mặt tế bào phụ thuộc vào gốc carboxyl (COO-) của protein xuyên màng và protein ngoại vi. Tuy nhiên các protein xuyên màng tương tác chặt chẽ với các chuỗi lipid màng, và vì vậy chúng chỉ có thể bị phân tách bởi các tác nhân phù hợp với các tương tác không phân cực này, còn các protein rìa màng liên kết với màng chủ yếu qua các liên kết tĩnh điện và các liên kết hydro, khi rửa bằng đệm phosphate 5,6 hầu như các liên kết yếu này bị phá vỡ. Do đó tính base của bề mặt phụ thuộc chủ yếu vào tính chất của protein xuyên màng. Các đầu của phân tử protein xuyên màng thò ra phía bề mặt ngoài và bề mặt trong của màng là ưa nước và có thể là các tận cùng nhóm amin (NH4+) hoặc cacboxyl (COO-). Các protein xuyên màng thường liên kết với hydrocacbon tạo nên các glycoprotein nằm ở phía ngoài của màng. Vì vậy có thể giải thích rằng tế bào nuôi trên môi trường YNBD có tính base bề mặt cao nhất là do đầu thò ra phía ngoài của protein xuyên màng và các glycoprotein nằm phía trên màng có chứa nhiều gốc carboxyl.

Tế bào nấm men nuôi trên các môi trường dinh dưỡng khác nhau cũng sẽ có tính chất acid của bề mặt tế bào khác nhau (Hình 3). Tuy nhiên tính acid của bề mặt các tế bào đều không thể hiện mạnh vì tỷ lệ tế bào cho electron (tỷ lệ tế bào liên kết với dung môi ethyl acetate) đều nhỏ hơn 50%, trong đó tế bào nuôi trên YNBO cho bề mặt có tính acid cao nhất, tiếp đến là YPO, còn tế bào nuôi trên môi trường YPD và YNBD thể hiện tính acid bề mặt rất kém.

Dễ dàng nhận thấy tế bào nuôi trên môi trường dinh dưỡng carbon là lipid (YPO, YNBO) có tính acid bề mặt cao hơn so với tế bào nuôi trên môi trường dinh dưỡng carbon là đường (YPD, YNBD). Trên cùng một nguồn dinh dưỡng nitơ, tế bào nuôi trên YPO cho bề mặt có tính acid cao hơn (gấp gần 9 lần) so với môi trường YPD và tế bào nuôi trên YNBO cho bề mặt có tính acid cao hơn (gấp hơn 7 lần) so với môi trường YNBD. Ngược lại với tính base, tính acid bề mặt của tế bào được quyết định bởi nhóm amin (NH4+) của đầu thò ra phía ngoài của các protein xuyên màng và các glycoprotein màng, càng chứa nhiều nhóm amin thì bề mặt tế bào có tính acid càng cao và ngược lại.

Có thể thấy rằng môi trường sử dụng đường làm nguồn cung cấp carbon (YPD, YNBD) cho tế bào có tính base còn môi trường sử dụng lipid làm nguồn cung cấp carbon (YPO, YNBO) cho tế bào có cả tính acid và base hay nói cách khác tính acid/base của bề mặt tế bào phụ thuộc vào nguồn dinh dưỡng carbon mà tế bào sử dụng. Trong đó môi trường YPO cho bề mặt tế bào có tính base mạnh hơn tính acid và môi trường YNBO cho bề mặt tế bào có tính acid mạnh hơn tính base. Có thể khi được nuôi trong môi trường dinh dưỡng carbon là đường thì đầu thò ra phía ngoài của các protein xuyên màng và các glycoprotein màng chứa gốc carboxyl là chủ yếu, nên bề mặt tế bào có tính base cao. Còn đối với tế bào nuôi trong môi trường dinh dưỡng carbon là lipid (YPO, YNBO) thì đầu thò ra phía ngoài của các protein xuyên màng và các glycoprotein màng chứa cả gốc carboxyl và gốc amin, trong đó ứng với môi trường giàu dinh dưỡng nitơ (YPO) thì tỷ lệ gốc carboxyl nhiều hơn gốc amin nên bề mặt thể hiện tính base mạnh hơn là acid, ứng với môi trường nghèo dinh dưỡng nitơ (YNBO) thì ngược lại.



Hình 4. Tương quan giữa tính chất bề mặt tế bào Y. lipolytica 0544 và hàm lượng BC được bao gói trong tế bào

Đối chiếu các kết quả về tính chất bề mặt và hàm lượng BC (Hình 4), ta có thể nhận thấy sự tiếp xúc giữa tế bào và hạt lipid chứa BC có vẻ phụ thuộc vào tính acid/base của bề mặt tế bào hơn là tính kỵ nước của nó. Ví dụ: xét trong cùng một nguồn nitơ, môi trường YPD cho bề mặt tế bào có tính base trong khi YPO cho màng tế bào có tính lưỡng tính (base yếu hơn), thì tế bào nuôi trong môi trường YPD có khả năng thẩm thấu BC cao hơn môi trường YPO. Đối với môi trường nghèo nitơ, môi trường YNBD cho bề mặt tế bào có tính base mạnh trong khi môi trường YNBO cho màng tế bào có tính lưỡng tính (base yếu) thì môi trường YNBD cũng cho tế bào có khả năng thẩm thấu BC cao hơn môi trường YNBO. Như vậy có thể nói khi nuôi trong cùng một nguồn dinh dưỡng nitơ thì tế bào nào có tính base mạnh hơn thì màng tế bào đó có khả năng tiếp xúc với hạt lipid mang BC tốt hơn, góp phần làm cho khả năng thẩm thấu qua màng dễ dàng hơn. Mà theo như thảo luận trên đây thì tính base của màng tế bào có thể phụ thuộc vào nguồn dinh dưỡng carbon mà tế bào sử dụng và nguồn carbon là đường sẽ cho tế bào có tính base mạnh hơn. Ngoài ra, tính base bề mặt cao dẫn đến khả năng tiếp xúc với hạt lipid của tế bào cao có thể là do khi rửa bằng đệm kaliphosphate pH = 5.6 làm cho môi trường xung quanh bề mặt tế bào tích điện dương khi đó sẽ tạo lực hút tĩnh điện giữa môi trường xung quanh với bề mặt tế bào tích điện âm (tính base). Mà môi trường xung quanh lại tiếp xúc trực tiếp với hệ nhũ tương dầu BC trong nước nên nó sẽ thúc đẩy kết nối giữa bề mặt tế bào và các giọt dầu và khi đó quá trình thẩm thấu BC vào trong tế bào sẽ thuận lợi hơn.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy khả năng bao gói dầu BC trong tế bào Y. lipolytica chủng 0544 thay đổi theo môi trường nuôi cấy và tính chất bề mặt của tế bào. Hàm lượng BC được bao gói phụ thuộc vào tính acid/ base mà không phụ thuộc vào tính kị nước của tế bào. Y. lipolytica 0544 nuôi trên cùng một nguồn dinh dưỡng nitơ, môi trường nào có chứa nguồn dinh dưỡng carbon là đường thì sẽ cho tế bào có tính base cao hơn và khả năng tiếp xúc với hạt lipid mang BC cũng sẽ tốt hơn khi đó quá trình thẩm thấu qua màng sẽ dễ dàng hơn. ❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Amaral, P.F.F, Freire, M.G.M, Lehecký, M., Barros, A.M, Coelho M.A.Z, Coutinho, J.A.P (2006), Cell wall properties of Y. lipolytica and its interation with perflourochemicals, Mercosur congress on chemical engineering, Brazil.

[2] Aguedo, M., Waché, Y., Beclin, J.M, Teixeira, J.A (2005), Surface properties of Y. lipolytica and their relevance to γ-decalactone formation from methyl ricinoleate, Biotechnology Letters, 27, pp. 417-422.

[3] Bankar, A., Kumar, A. and Zinjarde, S. (2009), Environmental and industrial applications of Y. lipolytica, Appl Microbiol Biotechnol, 61, pp. 847-865.

[4] Đỗ Ngọc Liên (2007), Sinh học phân tử màng tế bào, NXB Đại học quốc gia Hà Nội.

[5] Palozza, P., Muzzalupo, R., Trombino, S., Valdannini, A., Picci, N. (2006), Solubilization and stabilization of β-carotene in niosomes:delivery to cultured cells, Chemistry and Physics of Lipids, 139, pp. 32-42.

Hiệu quả kinh tế trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh

>TS. VŨ THỊ PHƯƠNG THỤY[1]; ThS. ĐỖ THỊ DIỆP[2]; ThS. NGUYỄN HỮU GIÁP[2]

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá hiệu quả phát triển mô hình trang trại, gia trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản tỉnh Bắc Ninh.Trên địa bàn hiện có hơn 3.200 trang trại và gia trại; giải quyết việc làm cho gần 40.000 lao động. Trong đó, có 15 trang trại trồng trọt; 93 trang trại chăn nuôi; 30 trang trại nuôi trồng thủy sản và 29 trang trại tổng hợp. Diện tích bình quân đạt 2,70 ha/trang trại, thu nhập 412 triệu đồng/trang trại; mỗi năm cung cấp ra thị trường 95.000 - 100.000 tấn lợn, 22.000 - 25.000 tấn gia cầm, 40.000 tấn thủy sản và 100.000 tấn quả các loại. Doanh thu chiếm 15% giá trị sản lượng nông nghiệp toàn tỉnh. Các sản phẩm chủ lực chiếm tỷ trọng cao trong tổng sản phẩm nông nghiệp, như: trứng gia cầm chiếm 55,96%; thịt lợn chiếm 23,56%; thịt cá chiếm 21,71%; thịt gia cấm chiếm 13,62%... Giá trị sản xuất của trang trại chăn nuôi là 1150 triệu đồng còn giá trị sản xuất của trang trại nuôi trồng thủy sản là 775 triệu đồng, thấp hơn giá trị sản xuất của trang trại chăn nuôi là 375 triệu đồng. Tuy nhiên, các trang trại phát triển sản xuất còn đơn lẻ, chưa liên kết với nhau để hình thành các HTX chuyên ngành nên số lượng sản phẩm hàng hóa nhỏ, chất lượng không đồng đều, giá trị sán phẩm thấp; toàn tỉnh mới có 25 trang trại tham gia liên kết sản xuất gắn với tiêu thụ nông sản và có nhãn hiệu sản phẩm (chiếm tỷ trọng 10,1% số trang trại). Chính vì vậy, việc tiêu thụ sản phẩm của các trang trại gặp nhiều khó khăn, nhiều chủ trang trại chưa nắm bắt được nhu cầu của thị trường, sản xuất còn thụ động, hiệu quả sản xuất chưa cao.

Từ khóa: *Kinh tế trang trại, trang trại chăn nuôi và NTTS, hiệu quả kinh tế trang trại.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, trang trại là loại hình tổ chức sản xuất phổ biến trong nền nông nghiệp của hầu hết các quốc gia trên thế giới.Trên thế giới hình thức trang trại xuất hiện từ cuối thế kỷ XVII đến đầu thế kỷ XVIII trải qua 3 thế kỷ tồn tại và phát triển trang trại được khẳng định là mô hình kinh tế phù hợp đạt hiệu quả cao trong sản xuất. Ở Việt Nam, phát triển kinh tế trang trại đang là một hướng đi quan trọng tạo bước đột phá mới trong nông nghiệp và nông thôn. Trang trại trong việc

[1] Đại học Công nghệ Đông Á
[2] Học viện Nông nghiệp Việt Nam

góp phần khai thác có hiệu quả các nguồn lực, tạo ra khối lượng nông sản hàng hóa ngày càng nhiều giúp ngành nông nghiệp Việt Nam có thể đứng vững và tăng sức cạnh tranh trên thị trường, đồng thời góp phần giải quyết các vấn đề kinh tế xã hội, môi trường của các địa phương và cả nước. Tính đến sơ bộ năm 2016 cả nước có 33.488 loại hình trang trại, trong đó số lượng trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản là 23.219 trang trại (chiếm 69,34% tổng số trang trại trên cả nước) (Tổng cục thống kê, 2017).

Tỉnh Bắc Ninh đã ban hành nhiều chủ trương, chính sách phát triển sản xuất hàng hóa trong nông nghiệp, tạo điều kiện hình thành và phát triển kinh tế trang trại như: Phát triển sản xuất hàng hóa trong nông nghiệp, chuyển dịch ruộng trũng sang nuôi trồng thủy sản, dồn điền đối thửa, dừng hoạt động các lò gạch thủ công trên vùng đất bãi ven sông, phát triển chăn nuôi trang trại ngoài khu dân cư, phát triển sản xuất nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao, xây dựng nông thôn mới gắn với ứng dụng công nghệ cao trong sản xuất nông nghiệp…. Trên địa bàn hiện có hơn 3.200 trang trại và gia trại; giải quyết việc làm cho gần 40.000 lao động. Trong đó, có 15 trang trại trồng trọt; 93 trang trại chăn nuôi; 30 trang trại nuôi trồng thủy sản và 29 trang trại tổng hợp. Diện tích bình quân đạt 2,70 ha/trang trại, thu nhập 412 triệu đồng/trang trại; mỗi năm cung cấp ra thị trường 95.000 - 100.000 tấn lợn, 22.000 - 25.000 tấn gia cầm, 40.000 tấn thủy sản và 100.000 tấn quả các loại (Chi cục PTNT Bắc Ninh, 2017). Thu nhập từ kinh tế trang trại đạt gần 50% giá trị thu nhập của ngành nông nghiệp. Phát triển kinh tế trang trại góp phần vào quá trình chuyển dịch, tích tụ ruộng đất, gắn liền với tiến trình phân công lao động nông thôn.

Tuy nhiên, do nhiều yếu tố khách quan, chủ quan nên sản xuất nông nghiệp trên địa bàn tỉnh còn bộc lộ nhiều hạn chế, yếu kém, đó là: quy mô sản xuất nhỏ, diện tích manh mún, chất lượng sản phẩm thấp, chủ yếu xuất thô, ít có sản phẩm qua chế biến, chưa có thương hiệu; sản phẩm mang tính hàng hóa nổi bật ít nên hiệu quả và sức cạnh tranh kém; việc áp dụng các tiến bộ kỹ thuật mới, công nghệ tiên tiến, có hiệu quả vào sản xuất chưa mạnh; sử dụng công nghệ lạc hậu, năng suất lao động và thu nhập từ nông nghiệp không cao so với các ngành khác, tình trạng nông dân bỏ ruộng, ao, chuồng có xu hướng gia tăng... Từ thực tế trên, việc tái cơ cấu ngành nông nghiệp theo hướng nâng cao giá trị gia tăng và phát triển bền vững, trọng tâm là chuyển đổi cơ cấu cây trồng, vật nuôi, mùa vụ, tổ chức lại sản xuất, nâng cao chất lượng sản phẩm, đáp ứng nhu cầu thị trường, nâng cao giá trị gia tăng là yêu cầu thực tế khách quan và cần thiết, phù hợp với chủ trương, đường lối của Đảng, chính sách và Pháp luật của Nhà nước.

2.PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Phương pháp thu thập thông tin

Nghiên cứu kết hợp sử dụng các nguồn tài liệu thứ cấp (từ sách, báo, các báo cáo khoa học và các thông tin đăng tải trên các website) và tài liệu sơ cấp thông qua quá trình khảo sát các đối tượng có liên quan (cán bộ chính quyền, trang trại, gia trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản). Số liệu điều tra từ 150 trang trại, gia trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản. Thông qua kết quả nghiên cứu thể hiện trong thực trạng và các yếu tố ảnh hưởng đến phát triển kinh tế trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản, những khó khăn, tồn tại và yếu tố ảnh hưởng sẽ là cơ sở để đề xuất bổ sung, hoàn thiện chính sách khuyến khích phát triển hiệu quả kinh tế trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh.

2.2 Phương pháp phân tích và xử lí số liệu

Để phân tích và xử lý số liệu, các phương pháp nghiên cứu truyền thống được sử dụng như phương pháp định lượng bao gồm: thống kê mô tả, phân tích so sánh, phương pháp định tính… và hệ thống chỉ tiêu nghiên cứu đánh giá hiệu quả kinh tế trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản rõ ràng nhằm phân tích hiệu quả kinh tế trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản tỉnh Bắc Ninh. Từ đó, đề xuất phát triển bền vững, nâng cao hiệu quả kinh tế trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản trên địa bàn nghiên cứu.

Bảng 1: Số lượng và cơ cấu trang trại chăn nuôi và thủy sản trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh

Loại hình trang trại	Số lượng (trang trại)								
	Toàn tỉnh	Lương Tài	Gia Bình	Thuận Thành	Quế Võ	Yên Phong	Tiên Du	Từ Sơn	Bắc Ninh
Tổng số	**248**	**22**	**56**	**45**	**39**	**32**	**27**	**10**	**17**
Chăn nuôi	153	14	26	32	13	30	17	9	12
Thủy sản	27	4	1	3	8	-	7	-	4
Khác	68	4	29	10	18	2	3	1	1
	Cơ cấu (%)								
Chăn nuôi	61.69	63.64	46.43	71.11	33.33	93.75	62.96	90.00	70.59
Thủy sản	10.89	18.18	1.79	6.67	20.51	-	25.93	-	23.53
Khác	27.42	18.18	51.79	22.22	46.15	6.25	11.11	10.00	5.88

Bảng 2. Số lượng lao động tại các trang trại trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh

Tên huyện, thị xã, thành phố	Tổng số lao động		Trong đó			
			Lao động thường xuyên		Lao động thời vụ	
	Số lượng (người)	Cơ cấu (%)	Số lượng (người)	Cơ cấu (%)	Số lượng (người)	Cơ cấu (%)
Lương Tài	321		179	9.10	142	8.56
Gia Bình	843		329	16.72	514	31.00
Thuận Thành	589		266	13.52	323	19.48
Quế Võ	673		205	10.42	468	28.23
Yên Phong	179		117	5.95	62	3.74
Tiên Du	843		744	37.80	99	5.97
Từ Sơn	60		51	2.59	9	0.54
Bắc Ninh	118		77	3.91	41	2.47
Toàn tỉnh	**3626**		**1968**	**100.00**	**1658**	**100.00**

Bảng 3: Trình độ chuyên môn của chủ trang trại trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh

Tên huyện, thị xã	Trên ĐH	Đại học	Cao đẳng	Sơ cấp	Chưa qua đào tạo
Lương tài	-	3	-	2	17
Gia Bình	-	3	1	7	45
Tuận Thành	1	10	2	11	21
Quế Võ	-	1	3	7	28
Yên Phong	-	1	1	5	25
Tiên Du	3	8	-	3	13
Từ Sơn	-	1	-	1	8
Bắc Ninh	-	2	1	5	9
Toàn tỉnh	**4**	**29**	**8**	**41**	**166**

Bảng 4: Hiện trạng quản lý và sử dụng đất của các trang trại

TT	Nội dung	Tổng diện tích đất trang trại	Trong đó			
			Đã có GCN QSDĐ	Đất tự chuyển đổi với các hộ khác	Đất HĐ với UBND huyện, UBND xã	
					Dưới 5 năm	Trên 5 năm
	DT đất trang trại	**971.6**	**115.6**	**142.8**	**144.5**	**568.6**
1	DT trồng cây hàng năm	431.4	52.9	100.5	77.4	200.6
2	DT cây ăn quả (lâu năm)	139.8	2.8	23.9	13.5	99.5
3	Đất chuồng trại chăn nuôi	86.2	41.3	2.4	6.8	35.6
4	Đất ao hồ nuôi thủy sản	262.0	13.6	14.4	44.7	189.3
5	Đất khác	52.1	5.0	1.5	2.1	43.5

Bảng 6. Tình hình sử dụng vốn trong các trang trại tỉnh Bắc Ninh

Địa bàn	Vốn của trang trại (tỷ đồng)				
	Tổng vốn	Vốn tự có	Vốn vay	Trong đó	
				Vay NH	Vay khác
Lương tài	76.01	31.75	44.26	20.31	14.95
Gia Bình	109.16	78.99	30.17	21.78	8.39
Tuận Thành	175.39	95.09	80.30	50.05	30.25
Quế Võ	66.83	44.20	22.63	14.25	8.38
Yên Phong	92.50	60.31	32.19	28.05	4.14
Tiên Du	42.85	27.35	15.50	15.40	0.10
Từ Sơn	41.00	34.57	6.43	6.43	0.00
Bắc Ninh	24.55	14.15	10.40	7.25	3.15
Toàn tỉnh	**628.92**	**386.41**	**241.88**	**172.52**	**69.36**

Bảng 7: Số trang trại áp dụng công nghệ cao trên địa bàn tỉnh năm 2017

Nội dung		Toàn tỉnh	Lương Tài	Gia Bình	Thuận Thành	Quế Võ	Yên Phong	Tiên Du	Từ Sơn	Bắc Ninh
Tổng số trang trại		**248**	**22**	**56**	**45**	**39**	**32**	**27**	**10**	**17**
Áp dụng Công nghệ cao	**Số lượng (trang trại)**	140	20	22	26	20	26	20	3	3
	Tỷ lệ (%)	56.45	90.91	39.29	57.78	51.28	81.25	74.07	30.00	17.65

Bảng 9. Kết quả phát triển kinh tế của các trang trại tại các địa phương tỉnh Bắc Ninh

Tên huyện, thị xã, thành phố	Tổng doanh thu					Tổng chi phí								Tổng thu nhập
	Tổng số	Trồng trọt	Chăn nuôi	Thủy sản	Khác	Tổng số	Thuê đất	Trả lãi vay	Thuê lao động	Vật tư	Giống	Điện	Khác	
Toàn tỉnh	**1543.4**	**78.8**	**1401.6**	**55.4**	**7.6**	**1088.8**	**16.1**	**38.6**	**118.6**	**687.8**	**166.5**	**46.7**	**23.6**	**454.6**
Lương Tài	99.8	3	86.1	10.7	-	85.1	1.3	2	8.6	49.5	18.4	3.7	1.7	14.7
Gia Bình	180.6	32	132.7	12.8	3.1	138.7	5.1	2.5	10.6	78.3	37.7	2.7	1.7	41.9
Thuận Thành	152.8	14.2	130.5	6.6	1.6	139.6	5.8	10.1	12.2	73.7	30.3	5	2.5	13.2
Quế Võ	53.8	13	33.4	7.3	0.1	43.6	1.6	2.6	4.6	18.2	11.4	1	4.2	10.2
Yên Phong	108.1	1.2	98.9	5.1	2.9	76.9	0.6	2.2	4.7	54	5.2	2.6	7.7	31.2
Tiên Du	896	4	884.8	7.3	-	549.7	0.8	17.9	73.1	373.5	51.5	29.4	3.5	346.3
Từ Sơn	16.8	0.8	15.4	0.6	-	24.3	0.1	0.4	1.9	17.3	1.1	1.5	1.9	-7.5
Tp.Bắc Ninh	35.5	10.6	19.8	5.1	0	30.9	0.7	1	2.9	14.3	10.9	0.8	0.3	4.6

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1 Thực trạng phát triển trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản tỉnh Bắc Ninh

Giai đoạn trước 2010 trang trại được xác định theo căn cứ của Thông tư số 74/2003/TT - BNN, ngày 04 tháng 7 năm 2003. Đến năm 2011 trang trại được xác định theo Thông tư số 27/2011/ TT - BNNPTNT, ngày 13 tháng 4 năm 2011 hướng dẫn tiêu chí định lượng để xác định trang trại chúng tôi tiến hành phân loại các trang trại của tỉnh như: (1) Trang trại chăn nuôi có diện tích từ 2,1ha trở lên. Giá trị sản xuất đạt tối thiểu 1000 triệu đồng/năm. (2) Trang trại nuôi trồng thủy sản có diện tích mặt nước để nuôi thủy sản từ 2,1ha trở lên. Giá trị hàng hóa phải đạt 700 triệu đồng/năm.

Hiện nay, toàn tỉnh có 2.846 hộ VAC, trong đó có 248 hộ VAC đủ tiêu chí trang trại (theo Thông tư số 27/2011/TT-BNNPTNT ngày 13/4/2011 của Bộ Nông nghiệp và PTNT vê tiêu chí và thủ tục cấp giấy chứng nhận kinh tế trang trại).

Toàn tỉnh có 248 trang trại, tăng 3,9 lần so với năm 2011. Trong đó: 153 trang trại chăn nuôi (chiếm 61,69%); 47 trang trại trồng trọt (chiếm 18,95%); 27 trang trại thủy sản(chiếm 10,89%); 21 trang trại tổng hợp (chiếm 8,47%). Kết quả điều tra cho thấy: số hộ chăn nuôi chiếm tỷ trọng cao (42,94% tổng số), hộ kinh doanh tổng hợp chiếm 23,3% tổng số, hộ nuôi trồng thủy sản chiếm 22,39% và hộ trồng trọt chiếm thấp (11,38% tổng số hộ). Chăn nuôi có nhiều chuyển biến cả về số lượng cũng như chất lượng, giá trị; phát triển theo hướng trang trại, gia trại, bán công nghiệp, đảm bảo an toàn dịch bệnh, vệ sinh phòng dịch và chiếm tỷ trọng ngày càng cao trong giá trị sản xuất nông nghiệp. Chăn nuôi các đối tượng có giá trị kinh tế cao, an toàn sinh học tiếp tục được quan tâm đầu tư. Từng bước phát huy lợi thế về tiềm năng đất đai, lao động của từng địa phương từ đố tạo thành vùng sản xuất hàng hóa tập trung của các địa phương.

3.1.1 Thực trạng lao động trong trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản

Lao động là yếu tố cần thiết của mọi quá trình sản xuất và kinh doanh. Năm 2016 tổng số lao động làm việc tại các trang trại là 3.626 người, tăng 3.131 người so với năm 2011. Trong đó: số lao động làm việc thường xuyên là 1.968 người (chiếm tỷ lệ 54,27%), lao động thời vụ là 1.658 người (chiếm tỷ lệ 45,73%). Bình quân mỗi trang trại giải quyết việc làm cho 14,6 lao động; thu nhập bình quân của lao động làm việc tại các trang trại từ 3 triệu đồng/người/tháng. Tuy nhiên khả năng giải quyết việc làm của các trang trại không lớn, do vấn đề quy mô giới hạn, sự đầu tư công nghệ, tự động hóa.

Trình độ chuyên môn của chủ trang trại còn nhiều hạn chế, toàn tỉnh có 33 chủ trang trại có trình độ đại học trở lên (chiếm 13,3%), 49 chủ trang trại có trình độ sơ cấp và cao đẳng (chiếm 19,76%), 166 chủ trang trại chưa qua đào tạo (chiếm 66,94%). Việc điều hành tổ chức sản xuất kinh doanh chủ yếu dựa vào kinh nghiệm, nhiều trang trại không có ghi chép, hạch toán kinh doanh, nên hiệu quả kinh doanh chưa cao và thiếu bền vững.

Trình độ học vấn của chủ trang trại có những ảnh hưởng nhất định đối với phát triển kinh tế, quản lí trang trại. Tuy nhiên, lao động tại các trang trại trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh phần lớn là lao động chưa qua đào tạo (166/248 trang trại). Các chủ trang trại hiện nay chủ yếu thực hiện sản xuất dựa trên kinh nghiệm và thuê lao động phụ trách chuyên môn. Hàng năm, các chủ trang trại thường được tham gia học tập các lớp đào tạo, bồi dưỡng kĩ năng quản lí, phòng tránh rủi ro, dịch bệnh,… nhằm nâng cao năng lực quản lí, khả năng thích ứng thị trường, nâng cao hiệu quả kinh tế.

3.1.2 Thực trạng sử dụng đất đai của các trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản

Diện tích đất đã sử dụng của các trang trại là 971,6 ha đất nông nghiệp. Diện tích đất trang trại được cấp giấy chứng nhận QSDRĐ chiếm tỷ lệ thấp (27,6%); Diện tích chưa có giấy chứng nhận QSDRĐ chiếm tỷ lệ cao (72,4%) bao gồm: 14,7% đất của các hộ nông dân tự chuyển đổi, 58,5% đất có hợp đồng thuê đất trên 5 năm, 14,9% đất có hợp đồng thuê đất từ 5 năm trở lại. Diện tích đất trồng cây hàng năm và nuôi trồng thủy sản của trang trại chiếm tỷ trọng cao: Đất trồng cây hàng năm 431,4 ha, chiếm 44,4% đất trang trại; Đất ao hồ nuôi trồng thủy sản: 262 ha, chiếm 27% đất trang trại; Đất trồng cây ăn quả: 139,8 ha, chiếm 14,3% đất trang trại; Đất chuồng trại chăn nuôi: 86,2 ha, chiếm 8,87% đất trang trại; Đất khác: 52,1 ha, chiếm 5,43% đất trang trại.

Có tới 60% ý kiến của chủ trang trại và gia trại ở tỉnh cho biết quy mô diện tích đất đai hiện nay của trang trại là nhỏ, gây trở ngại cho việc áp dụng tiến bộ khoa học như cơ giới hóa, cũng như giảm thiểu sự ô nhiễm tới môi trường sống xung quanh trang trại. Chính thực tế này đang thúc đẩy chuyển đổi mục đích sử dụng đất là rất cần thiết nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng đất cũng như nâng cao giá trị sản xuất trên 1 ha canh tác tại địa phương.

3.1.3 Tình hình sử dụng vốn trong các trang trại

Theo số liệu điều tra của ngành Nông nghiệp và PTNT, năm 2016: Tổng vốn đầu tư của 248 trang trại trên địa bàn tỉnh là 628,3 tỷ đồng (không kể giá trị đất). Trong đó: Vốn tự có: 386,4 tỷ đồng (chiếm 61,5% tổng số vốn); Vốn vay: 241,8 tỷ đồng (chiếm 38,5% tổng số vốn) (trong đó, vay ngân hàng 172,5 tỷ đồng, chiếm 71,3% tổng số vốn vay).

Vốn bình quân của trang trại là 2,53 tỷ đồng/trang trại. Bên cạnh đó vấn đề cho vay vốn hiện nay vẫn còn nhiều bất cập, sản xuất nông nghiệp phụ thuộc chặt chẽ vào chu kì sống chu kì sinh trưởng của cây trồng vật nuôi, song thời gian cho vay vốn của các ngân hàng đối với nông dân hiện nay là quá ngắn do vậy dẫn đến tình trạng ngại đầu tư, ngại mở rộng quy mô.

3.1.4 Cơ sở vật chất kỹ thuật của trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản tỉnh Bắc Ninh

Nhiều chủ trang trại đã chú trọng áp dụng tiến bộ kĩ thuật vào sản xuất như kĩ thuật nuôi cá thâm canh; kĩ thuật chăn nuôi lợn hướng nạc, chăn nuôi gà công nghiệp; biết lựa chọn bố trí cây trồng, vật nuôi hợp lý đạt hiệu quả kinh tế cao. Các trang trại chăn nuôi với công nghệ chuồng kín có hệ thống làm mát, điều khiển nhiệt độ chuồng nuôi, máng ăn, với nước uống tự động đã được ứng dụng rộng rãi ở hầu hết các trang trại chăn nuôi quy mô lớn. Nhờ ứng dụng công nghệ chuồng kín vào sản xuất đã giúp cho các các trang trại chăn nuôi có điều kiện mở rộng quy mô, tăng mật độ chăn nuôi gia súc, gia cầm trên một đơn vị diện tích và bảo vệ an toàn đàn vật nuôi trước nguy cơ của dịch bệnh.

Đa số các trang trại nuôi trồng thủy sản đã áp dụng nuôi cá thâm canh với mật độ nuôi cao, có sử dụng các chế phẩm sinh học và dùng quạt nước tạo oxy để xử lý môi trường ao nuôi, nuôi bằng thức ăn công nghiệp đã cho năng suất cao (đạt 8 - 10 tấn/ha) và đem lại hiệu quả cao.

3.2 Hiệu quả kinh tế các trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản

3.2.1 Kết quả sản xuất kinh doanh của trang trại

Diện tích đất sử dụng của các trang trại chỉ chiếm khoảng 2% diện tích đất nông nghiệp toàn tỉnh, nhưng doanh thu chiếm 15% giá trị sản lượng nông nghiệp toàn tỉnh. Các sản phẩm chủ lực chiếm tỷ trọng cao trong tổng sản phẩm nông nghiệp, như: trứng gia cầm chiếm 55,96%; thịt lợn chiếm 23,56%; thịt cá chiếm 21,71%; thịt gia cầm chiếm 13,62%... Tuy nhiên, các trang trại phát triển sản xuất còn đơn lẻ, chưa liên kết với nhau để hình thành các HTX chuyên ngành nên số lượng sản phẩm hàng hóa nhỏ, chất lượng không đồng đều, giá trị sán phẩm thấp; toàn tỉnh mới có 25 trang trại tham gia liên kết sản xuất gắn với tiêu thụ nông sản và có nhãn hiệu sản phẩm (chiếm tỷ trọng 10,1% số trang trại). Chính vì vậy, việc tiêu thụ sản phẩm của các trang trại gặp nhiều khó khăn, nhiều chủ trang trại chưa nắm bắt được nhu cầu của thị trường, sản xuất còn thụ động, hiệu quả sản xuất chưa cao.

3.2.2 Hiệu quả sản xuất kinh doanh của trang trại

Sự phát triển kinh tế trang trại đã góp phần thúc đẩy sản xuất nông nghiệp hàng hóa, chuyển dịch cơ cấu trong nông nghiệp, nông thôn, tăng cường ứng dụng khoa học công nghệ vào sản xuất, sử dụng đất đai và các nguồn lực có hiệu quả hơn kinh tế hộ; tạo việc làm, tăng thu nhập cho nông dân và bước đầu hình thành các quan hệ hợp tác mới trong sản xuất. Giá trị sản xuất của trang trại chăn nuôi là 1150 triệu đồng còn giá trị sản xuất của trang trại nuôi trồng thủy sản là 775 triệu đồng, thấp hơn giá trị sản xuất của trang trại chăn nuôi là 375 triệu đồng. Giá trị sản xuất của gia trại chăn nuôi là 210 triệu đồng trong khi đó giá trị sản xuất của gia trại nuôi trồng thủy sản là 94,17 triệu đồng, thấp hơn của gia trại chăn nuôi là 115,83 triệu đồng.

Chỉ tiêu giá trị sản xuất trên 1 lao động bình quân của trang trại chăn nuôi là 209,09 triệu đồng, của trang trại nuôi trồng thủy sản là 172,22 triệu đồng, của gia trại chăn nuôi là 84 triệu đồng, còn của gia trại nuôi trồng thủy sản là 40,94 triệu đồng. Chỉ tiêu này của trang trại và gia trại chăn nuôi đều cao hơn trang trại và gia trại nuôi trồng thủy sản, điều này lí giải cho việc giá trị sản xuất của trang trại và gia trại chăn nuôi đều cao hơn giá trị sản xuất của trang trại và gia trại nuôi trồng thủy sản.

3.2.3 Thực trạng liên kết trong sản xuất và tiêu thụ sản phẩm của trang trại

Đối với các sản phẩm từ trang trại và gia trại chăn nuôi thì người thu mua chính vẫn là thương lái, chiếm tới hơn 95%, người tiêu dùng và các hộ gia đình khác mua lại chỉ chiếm gần 5%. Đây là điều đáng chú ý đối với tình hình tiêu thụ của các trang trại.

3.3 Nhận thức và ứng phó với rủi ro trong phát triển trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản

3.3.1 Rủi ro bệnh tật

Thực tế điều tra cho thấy, một số các gia trại đều sử dụng hình thức là tự chữa bệnh khi vật nuôi

Bảng 10. Hiệu quả kinh tế bình quân của 1 trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản

Diễn giải	ĐVT	Trang trại	
		Chăn nuôi	NTTS
I. Kết quả SXKD			
1. GO	Tr.đ	1150.00	775.00
2. IC	Tr.đ	525.00	300.00
3. VA	Tr.đ	625.00	475.00
4. Lao động thuê, thuế, khấu hao	Tr.đ	60.00	45.00
5. MI	Tr.đ	565.00	430.00
II. Hiệu quả SXKD			
1. GO/IC	Lần	2.19	2.58
2. VA/ IC	Lần	1.19	1.58
3. MI/IC	Lần	1.08	1.43
4. GO/ 1 LĐ	Tr.đ	209.09	172.22

Bảng 11. Sự tham gia liên kết của các trang trại tỉnh Bắc Ninh

Địa bàn	Trang trại tham gia liên kết			
	Có		Không	
	Số lượng	Tỷ lệ (%)	Số lượng	Tỷ lệ (%)
Toàn tỉnh	**25**	**10.1**	**223**	**89.9**
Lương Tài	3	13.6	19	86.4
Gia Bình	3	5.4	53	94.6
Thuận Thành	4	8.9	41	91.1
Quế Võ	4	10.3	35	89.7
Yên Phong	3	9.4	29	90.6
Tiên Du	7	25.9	20	74.1
Từ Sơn	1	10	9	60
Tp.Bắc Ninh	0	-	17	100

mắc bệnh. Các chủ gia trại đều tự tiêm hoặc là cho uống thuốc, khi không chữa trị được mà vật nuôi bị chết các hộ đều chôn lấp xuống đất và xử lý bằng vôi bột để tránh bị lây lan sang các con khác, điều này rất nguy hiểm khi các chủ gia trại không nắm được kiến thức về bệnh tật mà cho vật nuôi uống thuốc hoặc tiêm theo chỉ dẫn của thuốc. Khi dịch bệnh không kiểm soát được rất dễ bùng phát thành dịch, gây hậu quả nặng cho chăn nuôi. Cần phải nâng cao ý thức cảnh giác, phát hiện kịp thời dịch bệnh, báo cho các cơ quan chức năng, cán bộ thú y khi vật nuôi có triệu chứng bị bệnh để có biện pháp kịp thời xử lý. Thường xuyên mở các lớp tập huấn, tuyên truyền về các loại dịch bệnh hay gặp phải trong chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản do cán bộ khuyến nông, cán bộ thú y phụ trách cho người nông dân nắm được.

3.3.2 Rủi ro thị trường

Với hình thức chăn nuôi gia trại, quy mô chăn nuôi còn chưa lớn những gia trại tại tỉnh thường xuyên kết hợp thức ăn công nghiệp với các thức ăn tận dụng từ nông nghiệp như: cám gạo, ngô, sắn, các sản phẩm phụ của nông nghiệp,…làm thức ăn trong chăn nuôi cho gia đình mình để hạn chế rủi ro về thị trường giá thức ăn đầu vào. Tuy nhiên, các trang trại có quy mô lớn hơn thường chỉ sử dụng thức ăn công nghiệp trong chăn nuôi lại có những biện pháp khác trong việc ứng phó với rủi ro thị trường. Các trang trại, gia trại liên kết lại với nhau, tạo thành các hiệp hội chăn nuôi.

3.4 Giải pháp phát triển trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản tỉnh Bắc Ninh

3.4.1 Giải pháp về đất đai

Về phía chủ trang trại: trước khi quyết định sản xuất kinh doanh loại cây trồng, vật nuôi nào, chủ trang trại cần tính toán kĩ lưỡng, quan sát thực tế, xây dựng phương án sản xuất hiệu quả để khai thác hiệu quả sử dụng đất. Chủ trang trại chủ động trong việc thuê đất và nên sử dụng hợp đồng trong thuê, mua, chuyển nhượng đất đai.

Về phía chính quyền địa phương: cần quy hoạch cụ thể, chi tiết vùng sản xuất tập trung. Tăng hạn mức chuyển nhượng và thời hạn cho thuê đất, thực hiện tốt theo luật đất đai hiện hành để chủ trang trại yên tâm đầu tư thâm canh, đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng, công nghệ,…nếu thời gian thuê đất ngắn thì các trang trại không thể đầu tư hoặc hiệu quả đầu tư thấp.

3.4.2 Giải pháp về lao động

Chủ trang trại cần nâng cao kiến thức kĩ năng bằng việc chủ động học tập qua báo đài, ti vi. Tham gia các buổi tập huấn kiến thức, khi học ghi chép đầy đủ để về nhà còn nghiền ngẫm và vận dụng kiến thức cho hợp lý. Gắn những kiến thức đã học vào thực tế của trang trại mình.

Đào tạo bồi dưỡng kiến thức thường xuyên cho những lao động đã sử dụng trong trang trại để đáp ứng được yêu cầu công việc thực tế, đem lại quả cao trong công việc.

3.4.3 Giải pháp về vốn

Nhu cầu vay vốn đối với các trang trại là rất lớn, hầu hết chủ trang trại khi được hỏi có nhu cầu vay vốn để phát triển sản xuất. Vì thế công tác tín dụng, các ngân hàng cần tích cực, chủ động cùng với chủ trang trại linh hoạt về thời hạn, lãi suất và tạo điều kiện cho các chủ trang trại được vay vốn để duy trì hoạt động trang trại có hiệu quả. Chủ trang trại chuẩn bị những thuyết minh về sử dụng vốn chi tiết và thuyết phục được người đánh giá sử dụng vốn.

3.4.4 Giải pháp về khoa học kỹ thuật và công nghệ

Đưa tiến bộ khoa học kỹ thuật áp dụng vào sản xuất, chuyển giao khoa học kỹ thuật cho nông dân. Quản lý tốt về chất lượng giống, chế độ chăm sóc những cây trồng, vật nuôi trong các trang trại. Đây là công tác có ý nghĩa quan trọng trong việc nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm, tiết kiệm chi phí, mang lại hiệu quả cao hơn trong quá trình sản xuất. Đây chính là giải pháp tốt nhất để nâng cao hiệu quả kinh tế của việc phát triển mô hình trang trại nhỏ và các gia trại theo hướng bền vững.

3.4.5 Giải pháp về hạn chế rủi ro dịch bệnh

Quan tâm theo dõi về tình hình thời tiết, khí hậu và dịch bệnh của vùng để có biện pháp tưới tiêu hợp lý phòng chống dịch bệnh kịp thời. Chủ trang trại có thể xem dự báo thời tiết, thông tin tình hình chăn nuôi, dịch bệnh trên phương tiện truyền hình, thông tin truyền thông.

Nâng cao năng lực quản quản lí, tổ chức các buổi tập huấn, tuyên truyền cho bà con nông dân, các chủ trang trại, các gia trại về phòng chống dịch bệnh, ứng phó với dịch bệnh do cán bộ khuyến nông, cán bộ thú y hướng dẫn.

3.4.6 Giải pháp về tổ chức và quản lí sản xuất

Về bố trí sản xuất: cần lựa chọn cây trồng, vật nuôi phối hợp và kết hợp các loại trên hợp lý nhất để tránh lãng phí nguồn lực.

Về quản lý sản xuất: Chủ các trang trại cần tích cực học tập nâng cao trình độ văn hóa, tìm hiểu bồi dưỡng kiến thức về chuyên môn như chuyên môn về thú y, chuyên môn về trồng cây ăn quả, trồng rau sạch.... Chủ trang trại chủ động hạch toán hoạt động sản xuất kinh doanh bằng việc ghi chép đầy đủ, chi tiết các hoạt động thu, chi cho sản xuất để biết lỗ, lãi của hoạt động để đưa ra phương án mở rộng hay thu hẹp quy mô, thay đổi cơ cấu hợp lý.

3.4.7 Giải pháp về thị trường

Đa dạng hóa các hình thức liên kết, hợp tác giữa các tác nhân trong tiêu thụ sản phẩm. Đẩy mạnh việc kí kết hợp đồng trong cung ứng vật tư nông nghiệp và trong tiêu thụ sản phẩm. Khuyến khích phát triển hệ thống chợ, các trung tâm giao dịch mua bán nông sản, vật tư nông nghiệp ở thị trấn và các xã có mô hình trang trại phát triển nhằm thúc đẩy trao đổi hàng hóa trong địa phương.

Tăng cường thông tin thị trường để định hướng cho các trang trại sản xuất ra những sản phẩm thị trường cần, đồng thời quảng bá, giới thiệu sản phẩm của các trang trại, hỗ trợ các trang trại có lượng hàng hóa lớn đăng ký nhãn hiệu, thương hiệu.

3.4.8 Giải pháp quản lý vĩ mô của Nhà nước

Tăng cường quản lý Nhà nước về phát triển mô hình trang trại. Tạo mọi điều kiện để chủ trang trại thực hiện đầy đủ quyền và nghĩa vụ của mình đối với địa phương. Cấp ủy, chính quyền, các ngành chức năng hàng năm cần sơ kết đánh giá tình hình phát triển kinh tế trang trại, đôn đốc chỉ đạo thực hiện có hiệu quả cơ chế, chính sách đã ban hành đối với kinh tế trang trại, nêu gương những điển hình tiên tiến, giới thiệu những mô hình mới…

4. KẾT LUẬN

Kinh tế trang trại ở nước ta đã có lịch sử phát triển từ lâu đời và là xu thế phát triển sản xuất nông nghiệp của mọi quốc gia trên thế giới. Kinh tể trang trại, gia trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản tỉnh Bắc Ninh đã đem lại hiệu quả kinh tế cao cho hầu hết các trang trại và gia trại tại địa phương. Chỉ tiêu giá trị sản xuất trên chi phí trung gian của trang trại chăn nuôi là 2,19 lần, của trang trại nuôi trồng thủy sản là 2,58 lần. Có thể thấy được giá trị sản xuất trên chi phí trung gian của gia trại nuôi trồng thủy sản là cao nhất với giá trị 4,31 lần, điều này có nghĩa cứ bỏ ra 1 đồng chi phí trung gian thì thu về được 4,31 đồng.

Khó khăn và thách thức hiện nay là các vấn đề về đất đai, lao động, vốn, cơ sở hạ tầng, kĩ thuật cho sản xuất còn nhiều hạn chế, tiếp cận thị trường chưa cao. Vấn đề về môi trường chưa được quan tâm, còn tiềm ẩn nguy cơ gây ô nhiễm môi trường. Quy mô các trang trại còn nhỏ tuy phù hợp với giai đoạn hiện nay nhưng trong những năm tới để tồn tại và phát triển thì cần phải có chính sách phát triển hợp lý để mở rộng quy mô, tăng số lượng trang trại nhỏ, nâng cao chất lượng sản phẩm của trang trại nhỏ.

Để phát triển kinh tế trang trại và gia trại của địa phương trong những năm tới cần nắm vững định hướng và tổ chức thực hiện giải pháp một cách đồng bộ. Qua nghiên cứu này tôi xin đưa ra 3 nhóm giải pháp chính đó là: Giải pháp về đất đai, giải pháp về thị trường, giải pháp quản lý vĩ mô của Nhà nước.❖

SUMARY

The study aimed to evaluate the economics effectiveness of livestock and aquaculture farms in Bac Ninh province.There are 15 crop farms; 93 livestock farms; 30 aquaculture farms and 29 integrated farms.The farms are creating jobs for 40,000 people.The average area is 2.70 ha / farm, total revenue is 412 million / farm; There are 95,000 to 100,000 tonnes of pigs; 22,000 to 25,000 tonnes of poultry, 40,000 tonnes of fish and 100,000 tonnes of fruit.Turnover accounts for 15% of the total agricultural output of the province.Main products account for a high proportion of total agricultural products, such as: poultry eggs are 55.96%; pork accounted for 23.56%; fish meat accounted for 21.71%; Domestic meat consumption is 13.62%.The production value of livestock farm is 1150 million VND and the aquaculture farm is 775 million VND per year, which is lower than the production value of the livestock farm is 375 million VND.However, the farms are still isolated and unconnected to form specialized cooperatives, so the quantity of small commodities, quality is uneven, the value of products is low. There are 25 cooperative farms linking with the consumption of agricultural products and branded products (with 10.1% of farms). Therefore, the consumption of products of farms are difficult, there are many farmers have not information of market, production is passive, production efficiency is not high.

Key words: *Farm economics, livestock and aquaculture farm, economic efficiency.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Bộ Nông nghiệp và Phát Triển nông thôn (2011), Thông tư số 27/2011/TT-BNNPTNT, ngày 13 tháng 4 năm 2011.

[2] Chi cục phát triển nông thôn tỉnh Bắc Ninh (2017), Báo cáo thực trạng phát triển trang trại tỉnh Bắc Ninh.

[3] Nghị quyết 03/2000 ngày 02 tháng 2 năm 2000 của Chính phủ về kinh tế trang trại

[4] Sở nông nghiệp và phát triển nông thôn (2017), Báo cáo thực trạng phát triển nông nghiệp nông thôn năm 2017, định hướng phát triển năm 2018.

[5] Tổng cục thống kê (2017).

Giải bài toán dao động của tấm ba lớp, lớp giữa đàn hồi

>PGS.TS. PHẠM ĐỨC PHUNG*

ABSTRACT:

In the article, the author recommends the sandwich plate that is used popularly nowadays, forms the oscillating differential equation of the sandwich plate. Simultaneously, based on the calculation method recommended in [1], the author mentions the solution to that oscillating problem.

1. KHÁI QUÁT VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU VÀ MÔ HÌNH TÍNH

Tấm ba lớp được sử dụng rộng rãi trong các ngành kỹ thuật: hàng không, tàu biển... Trong xây dựng, tấm ba lớp có thể làm vách ngăn, làm dầm, panel 3 lớp,... tuỳ theo yêu cầu sử dụng .

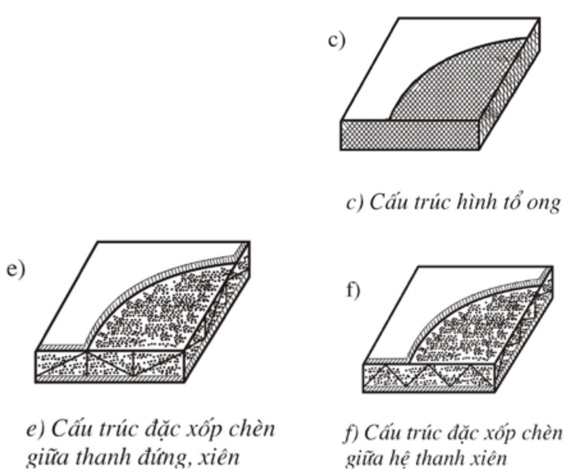
Với ưu điểm của kết cấu tấm 3 lớp nhẹ nhưng độ bền khá, cách âm, cách nhiệt tốt, nên đã sử dụng ở nhiều nước trên thế giới: châu Âu, Bắc Mỹ, Nam Mỹ... ở Việt Nam, Tấm ba lớp sử dụng trong các công trình nhà cao tầng .

Tuỳ theo mục đích và yêu cầu sử dụng các loại tấm ba lớp sẽ có cấu trúc khác nhau cả về kích thước hình học cũng như tính chất chịu lực. Nhưng về cấu tạo chung, tấm 3 lớp là tấm có 2 lớp ngoài mỏng, chịu lực chính được nối với nhau bởi một lớp giữa có bề dày đáng kể nhưng độ cứng yếu hơn tạo thành kết cấu chịu lực nói chung dạng tấm bản.

Cấu trúc tấm 3 lớp khá đa dạng có thể hình ống (hình 1a), tổ ong (hình 1c), đặc xốp và polysterence chèn giữa hệ thanh thép (hình 1e , 1f).

Như vậy về mặt chịu lực, tấm 3 lớp là loại kết cấu sử dụng vật liệu hợp lý nhờ phân bố vật liệu chịu lực xa đường trung hoà.

Do cấu trúc đa dạng lớp giữa của tấm 3 lớp, (hình 2) nên sơ đồ tính có liên quan đến sự làm việc lớp giữa trong mối quan hệ với 2 lớp biên. Lớp giữa vừa làm nhiệm vụ liên kết với hai lớp biên vừa tham gia chịu lực một phần.



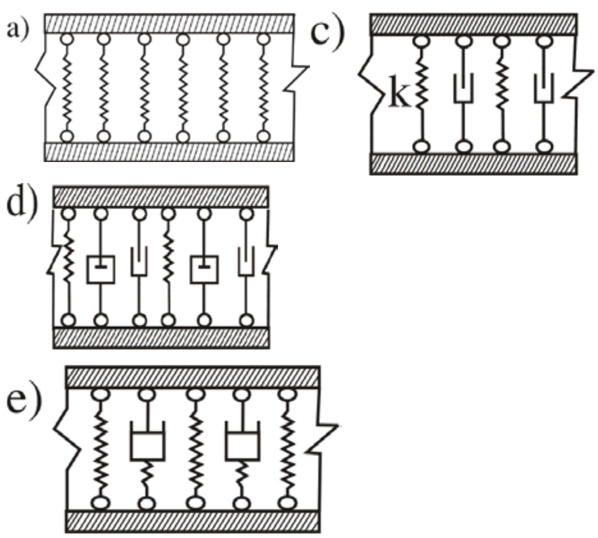
Hình 1

* Đại học Công nghệ Đông Á.

Điểm qua nhiều công trình nghiên cứu trong khoảng 50 năm gần đây có thể thấy hai hướng chính:

1. Kể đến ứng suất trượt giữa các lớp, giả thiết độ võng của 2 lớp biên như nhau .
2. Không kể đến ứng suất trượt giữa các lớp, quan tâm đến tính chất đàn hồi và đàn - nhớt của lớp giữa, giả thiết độ võng hai lớp biên khác nhau .

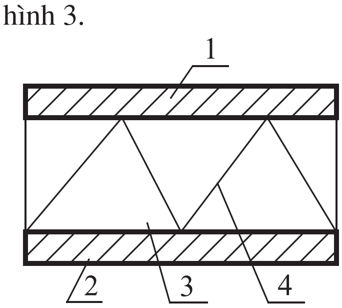
Một hướng nghiên cứu nữa là quy đổi độ cứng đưa việc nghiên cứu tấm 3 lớp về tấm 1 lớp.



***Hình 2** : Mô hình tính lớp giữa.*

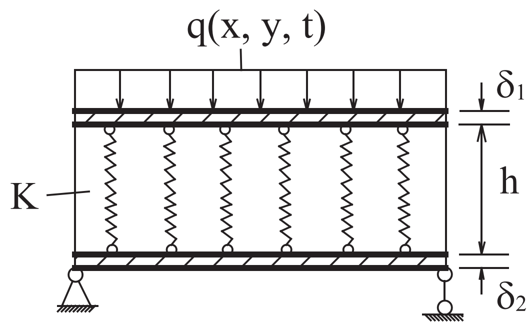
Xét bài toán dao động của tấm 3 lớp đã xem mỗi lớp biên là một tấm phẳng, đàn hồi, chuyển vị của lớp giữa sinh ra do chuyển vị tương đối theo phương thẳng góc với mặt tấm của hai lớp ngoài.

Với mục đích nghiên cứu lý thuyết gắn với thực tế, hướng tới đưa vào sản xuất, tác giả đã chọn sơ đồ tính tấm 3 lớp: lớp giữa là lò xo theo phương vuông góc với mặt tấm (hình2a). Cấu trúc của tấm 3 lớp hình 3.



1. Lớp biên trên
2. Lớp biên dưới
3 . Polystyrence
4 . Hệ thanh thép xiên

***Hình 3**. Cấu trúc tấm ba lớp có lớp giữa đàn hồi*



***Hình 4**.Tấm ba lớp*

Phương trình vi phân dao động cho tấm 3 lớp, lớp giữa đàn hồi có độ cứng K, chiều cao h (hình 4) hai lớp biên có bề dày δ_1, δ_2 chịu tải trọng phân bố đều q(x, y, t) tác dụng lên lớp trên là:

$$D_{x1}\frac{\partial^4 W_1}{\partial x^4} + 2D_{01}\frac{\partial^4 W_1}{\partial x^2 \partial y^2} + D_{y1}\frac{\partial^4 W_1}{\partial y^4} + m_1\frac{\partial^2 W_1}{\partial t^2} + K_0(W_1 - W_2) = q(x,y,t)$$

$$D_{x2}\frac{\partial^4 W_2}{\partial x^4} + 2D_{02}\frac{\partial^4 W_2}{\partial x^2 \partial y^2} + D_{y2}\frac{\partial^4 W_2}{\partial y^4} + m_2\frac{\partial^2 W_2}{\partial t^2} + K_0(W_1 - W_2) = 0 \qquad (1)$$

Trong đó:

+ D_{xi} D_{yi} là độ cứng chống uốn của tấm thứ i

+ W_i: độ vóng của tấm thứ i; i = 1, 2

+ m_i: Khối lượng phân bố của tấm thứ i, i = 1, 2

Giả thiết độ cứng của mỗi tấm liên hệ với độ cứng theo các phương xác định công thức của GuBera

$$D_{oi} = \sqrt{D_{xi}.D_{yi}} \qquad i = 1, 2 \qquad (2)$$

2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Có nhiều phương pháp giải bài toán dao động. Tuy nhiên khi giải bài toán dao động của tấm 3 lớp, các tác giả sử dụng phương pháp rời rạc hoá toán tử vi phân.

Nội dung của phương pháp này là sử dụng hệ lưới trực giao chia tấm chữ nhật thành các phần tử chữ nhật kích thước bằng nhau, có dạng song song với cạnh tấm. Thay vì xác định độ võng W(x,y) tại các điểm mắt lưới, hàm W(x,y) phân tích thành tích hai hàm, một theo phương x là hàm $\overrightarrow{\Phi}(x)$ và một theo phương y là $\overrightarrow{\Psi}(y)$.

Ta xét bài toàn một chiều theo phương x trước, dựa trên cơ sở đó giải quyết bài toán hai chiều và mở rộng cho bài toán không gian.

- Bài toán một chiều: chia các đoạn khảo sát $x \in [0, a]$ thành n đoạn nhỏ bởi các điểm chia $x_o = 0$, $x_1, x_2, \ldots, x_n = a$

Giá trị sẽ tìm được của bài toán tại các điểm chia tương ứng là: $w_o, w_1, \ldots, w_n$ biểu diễn dưới dạng véc tơ cột $\overrightarrow{W} = [W_0\ W_1\ \ldots\ W_n]^T$. Nếu biết được $\overrightarrow{W}$ thì W(x) được xác định theo công thức nội suy Lagrange:

$$W(x) = \sum_{i=1}^{n} W_i . L_i(x)$$

Trong đó:

$$L_i(x) = \frac{(x - x_0)\ldots(x - x_{i-1})(x - x_{i+1})\ldots(x - x_n)}{(x - x_0)\ldots(x_i - x_{i-1})(x - x_{i+1})\ldots(x_i - x_n)}$$

Đặc điểm hàm $L_i(x)$ là nó có giá trị tại x_i bằng 1 và tại x_j ($\neq x_i$) bằng 0. Để xét đạo hàm tại x_0 Alexandrov đã đưa ra công thức nội suy khác sau đây:

$$W(x) = W_0^{'}\varphi^{*}(x) + \sum_{i=0}^{n} W_i\varphi_i(x) \qquad (3)$$

Trong đó

+ Hàm

$$\varphi_i(x) = (x - x_0)\prod_{i=1}^{n}\frac{x - x_i}{x_0 - x_i} = x.\prod_{i=1}^{n}\frac{x_i - x}{x_i}$$

+ Các hàm $\varphi_i(x)$ có tính chất nhận giá trị bằng 1 tại x_1, giá trị 0 tại x_j với $i \neq j$ và các đạo hàm $\varphi_i^{'}(x_0) = 0$. Có thể tìm $\varphi_i(x)$ nhờ phép nội suy Hermitte.

+ $W_0^{'}$: là đạo hàm của Y tại x = 0.

Kí hiệu Q(x) = $\sum_{i=0}^{n} W_i\varphi_i(x)$

$W(x) = \sum_{i=0}^{n} W_i\varphi_i(x)$ và (1) viết lại:

$$W(x) = W_0^{'}\varphi^{*}(x) + Q(x) \qquad (4)$$

với hệ thống nút chia: $x_0, x_1, \ldots, x_n$ cố định thì các đạo hàm W(x) phụ thuộc vào các véc tơ $\vec{n}$ vì các hàm $\varphi^{*}(x)$, $\varphi(x)$ (i = 0, 1, 2,... , n) để được xác lập không phụ thuộc vào y và chỉ phụ thuộc vào cách chia miền xác định (tức là chia đoạn [0, a]. Alexandrov đã chứng minh rằng:

$$\begin{aligned}
&\frac{d\overrightarrow{W}}{dx} = h + \frac{dW_0}{dx} + H\overrightarrow{W};\\
&\frac{d^2\overrightarrow{W}}{dx^2} = h\frac{d^2W_0}{dx^2} + H\frac{d\overrightarrow{W}}{dx};\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
&\frac{d^k\overrightarrow{W}}{dx^k} = h\frac{d^kW_0}{dx^k} + H\frac{d^{k-1}\overrightarrow{W}}{dx^{k-1}}
\end{aligned} \qquad (5)$$

Trong đó: h là ma trận cột.

H là ma trận vuông cấp n +1 xác định nhờ cách chia đoạn [0, a];

Ma trận cột h và H được tính trước và nếu dùng phép thế (từ trên xuống) thì (5) trở thành:

$$\frac{d^kW_0}{dx^k} = h\frac{d^kW_0}{dx^k} + H.h.\frac{d^{k-1}W_0}{dx^{k-1}} + \ldots + H^{k-1}.h.\frac{dW_0}{dx} + H^k.\overrightarrow{W} \qquad (6)$$

Bằng cách như vậy ta đưa bài toán biên phương trình vi phân cấp cao về việc xác định vectơ $\overrightarrow{W}$ và trên cơ sở đó xác định các yếu tố cần thiết khác của các hàm xấp xỉ phải tìm y = W(x) với cách chia đoạn [0, a] thành 6 phần bằng nhau, lưới chia thành 36. Tác giả tính được ma trận h_6 và H_6 :

$$h_6 = \begin{bmatrix} 1 \\ -1/6 \\ 1/15 \\ -1/20 \\ 1/15 \\ -1/6 \\ 1 \end{bmatrix} \qquad (7)$$

$$H_6 = \begin{bmatrix}
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-23/40 & -17/60 & 5/4 & -5/9 & 5/24 & -1/20 & 1/280 \\
59/300 & -4/5 & -1/12 & 8/9 & -1/4 & 4/75 & -1/180 \\
-167/1200 & 9/20 & -9/8 & 1/3 & 9/16 & -9/100 & 1/120 \\
9/60 & -8/15 & 1 & -16/9 & 5/6 & 8/25 & -1/45 \\
-53/120 & 5/4 & -25/12 & 25/9 & -25/8 & 89/60 & 5/36 \\
157/60 & -36/5 & 45/4 & -40/3 & 45/4 & -36/5 & 157/60
\end{bmatrix}$$

Tuỳ theo điều kiện biên và kích thước tấm ta có thể chia lưới theo ý muốn.

- Bài toán 2 chiều:

Giả sử kết quả bài toán là một hàm: z = z(x,y), với (x,y) $\in$ D = [0,a] x [0,b]. Ta chia miền D thành lưới điểm chữ nhật (x_i, y_j) với i = 1,2,... , n; j = 1,2, ..., m. Các giá trị sẽ tìm được của bài toán tại các điểm (x_i, y_j) đó được viết thành ma trận:

$$\overrightarrow{W} = \left[W_{ij}\right]_{(n+1).(m+1)}$$

Dựa trên kết quả xây dựng lời giải bài toán một chiều ta sẽ tìm hàm xấp xỉ và các ma trận được tính sẵn (nó phụ thuộc cách chia lưới chữ nhật [0,a]x[0,b]).

Các giá trị đạo hàm trên biên: x = 0; y = 0... được giải quyết cho từng bài toán. Tuỳ theo tính chất của biên liên tục, gián đoạn mà ta chọn hệ lưới cho phù hợp.

Hệ phương trình (1) qua phép biến đổi đưa về phương trình đặc trưng viết dưới dạng ma trận (các giá trị của chúng không thứ nguyên):

$$\begin{cases} \alpha_1.(\frac{1}{\varepsilon_2^1}.A_0^2\left[W^*_1\right]+2A_0\left[W_1\right].B_0+\varepsilon_1^2.\left[W^*_1\right].B_0^2)+K.\left[W^*_1\right]-\delta_1.\rho.\left[W^*_2\right]=q(x,y,t) \\ \alpha_2.(\frac{1}{\varepsilon_2^2}.A_0^2\left[W^*_2\right]+2A_0\left[W_2\right].B_0+\varepsilon_1^2.\left[W^*_2\right].B_0^2+K\left[W^*_2\right]-\delta_2.\rho\left[W^*_1\right]=0 \end{cases} \quad (8)$$

Trong đó: Hệ số đàn hồi lớp giữa $K = K_0\frac{a^2b^2}{D_0}$

Các ma trận A_0, B_0 đều biểu thị qua trị riêng và véc tơ riêng chuẩn

$$\rho = \frac{m_0.\omega^2.a^2.b^2}{D_0}; \qquad m_0 = \frac{m_1+m_2}{2}$$

$$\left[W^*_1\right] = \frac{D_0}{a^2.b^2}.\left[W_1\right]$$

$$\left[W^*_2\right] = \frac{D_0}{a^2.b^2}.\left[W_2\right];$$

$$\varepsilon_1 = \frac{a}{b}.\sqrt[4]{\frac{D_{y1}}{D_{x1}}}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{a}{b}.\sqrt[4]{\frac{D_{y2}}{D_{x2}}};$$

[W_1], [W_2] - là ma trận biến dạng lớp trên và lớp dưới;
Mỗi phần tử ma trận là biến dạng ở điểm mắt lưới;
Lưới chia đối với hai lớp trên và lớp dưới như nhau.

Dao động của lớp trên biểu diễn qua công thức ma trận thông qua vectơ riêng chuẩn:

$\left[W_1\right]_{ij} = \vec{u}_i\overrightarrow{u}_j$, với i = 0, 1, 2, ..., n; j = 0, 1, 2, ..., m

Qua một số phép biến đổi, ta biểu diễn dạng dao động lớp dưới thông qua lớp trên:

$$\left[W_2\right]_{ij} = \frac{\alpha_1(\frac{\lambda_i^2}{\varepsilon_1^2}+2\lambda_i\lambda_j+\varepsilon_1^2.\lambda_i^2)+K-\delta_1.\rho_{ij}}{K}$$

(a)

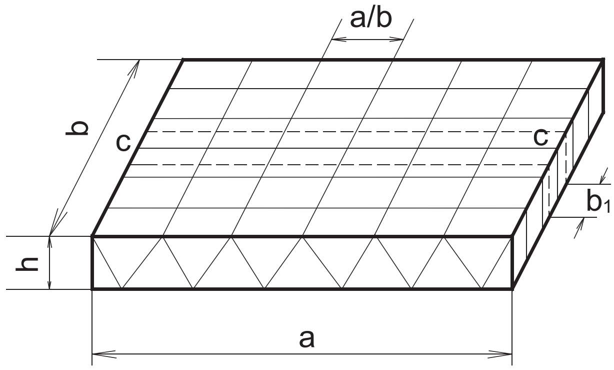
Thay (a) vào biểu thức thứ 2 của (8) qua biến đổi ta có:

$$((\alpha_2(\frac{\lambda_i}{\varepsilon_2}+\varepsilon_1.\lambda_j)+K-\delta_2.\rho_{ij})x\frac{\alpha_1(\frac{\lambda_i^2}{\varepsilon_1^2}+2\lambda_i\lambda_j+\varepsilon_1^2.\lambda_i^2)+K-\delta_1.\rho_{ij}}{K}-K).\left[W_1\right]_{ij}=0$$

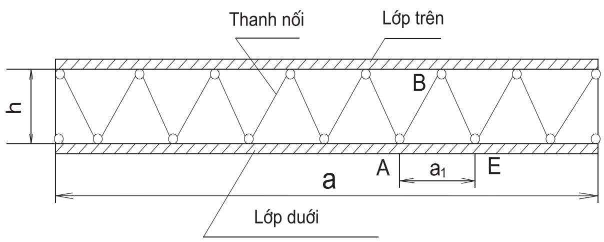
Xuất phát từ biến dạng $\left[W_1\right]_{ij} \neq 0$ ta có phương trình xác định tần số dao động riêng ω.

3. TÍNH HỆ SỐ ĐÀN HỒI K

Tấm 3 lớp gồm 2 lớp ngoài bằng xi măng cát vàng, lưới thép $\varnothing 3$ hoặc $\varnothing 4$, khoảng giữa 2 lớp là vật liệu nhẹ polystyrence chất đầy. Hai lớp ngoài được liên kết với nhau bằng hệ thanh $\varnothing 3$ (hoặc $\varnothing 4$) xuyên qua lớp giữa. Sự liên kết giữa thanh xiên với 2 lớp ngoài bằng mối hàn (hình 5). Như vậy ta có thể đưa về sơ đồ tính hệ thanh liên kết khớp (hình 6). Hệ dàn phẳng tam giác vừa chịu lực vừa truyền lực. Hệ thanh nối lớp giữa đảm bảo độ bền vững cho tấm 3 lớp và truyền áp lực từ trên xuống hoặc ngược lại. Lớp polystyrence chỉ có tác dụng là lớp có tính chất cách âm và cách nhiệt.



***Hình 5**: Tấm 3 lớp*



Hình 6: *Sơ đồ hệ thanh liên kết lớp giữa với hai lớp biên*

Ta sử dụng các giả thiết sau để tính hệ thanh nối [1]:

1. Các thanh nối phải có kích thước đủ lớn để chống lại lực cắt giữa hai lớp ngoài.
2. Các phần tử được tách ra từ lớp trên hay lớp dưới chỉ thực hiện uốn ngang hoặc dao động ngang.
3. Các phần tử lớp giữa là các thanh nối hay liên kết loại 1 chịu kéo hoặc chịu nén, nó chỉ có biến dạng chuyển vị hoặc dao động theo phương thẳng đứng.
4. Các liên kết loại 1 ta có thể thay bằng các lò xo có độ cứng K.
5. Tách một phần tử có kích thước (hình 5), phần tử đảm bảo các điều kiện sau:

+ Tải trọng phân bố đều q trên diện tích

+ Chiều dài là khoảng cách của thanh nối AE hay là khoảng cách giữa hai mắt (hình 7).

+ Tải trọng phân bố đều trên bề mặt a_1 x b_1 có thể đưa về tải trọng tập trung P tác dụng tại nút B (hình 7)

Nếu

$$\alpha = 30^0 \Rightarrow N_{AB} = N_{BE} = -P; \alpha = 60^0 \Rightarrow N_{AB} = N_{BE} = -0{,}557P$$

Hệ số

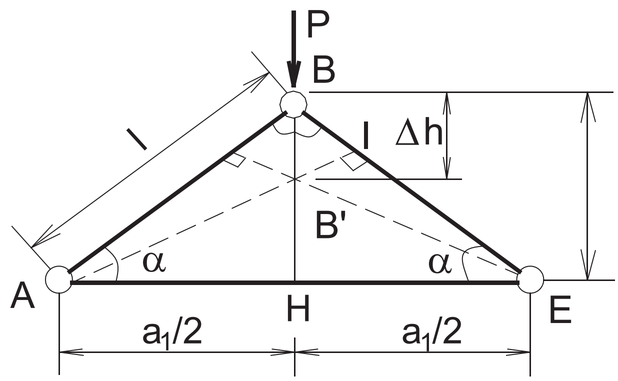
$$K_1 = \frac{1}{\Delta h.a_1.b_1}; \quad K_2 = \frac{2EF.\sin^3\alpha}{h.a_1.b_1}$$

Khảo sát sự ảnh hưởng của hệ số K_1 theo chiều cao h của lớp giữa và theo đường kính d:

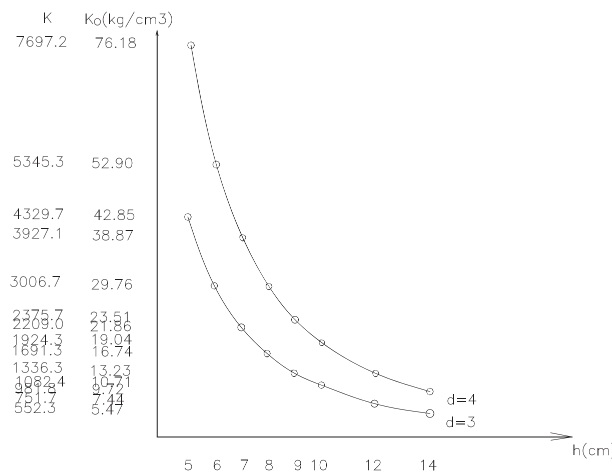
$K_1 = K_1(h)$ (hình 8)

$K_1 = K_1(d)$ (hình 9)

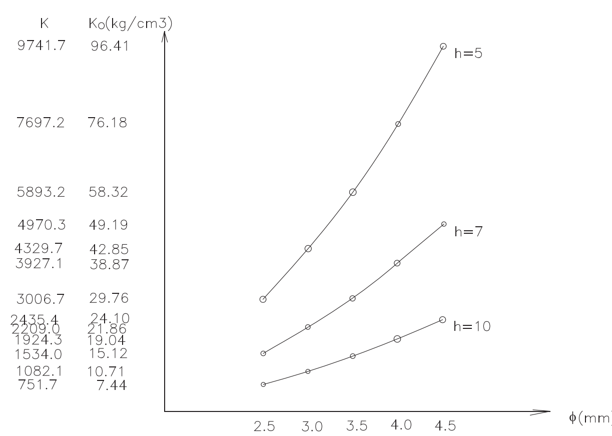
Với ý nghĩa áp dụng lý thuyết, ta chọn tấm hình vuông có a = b = 3m. Hệ số đàn hồi K = 2209, 0 (hình 8);



Hình 7. *Sơ đồ tính hệ số K*



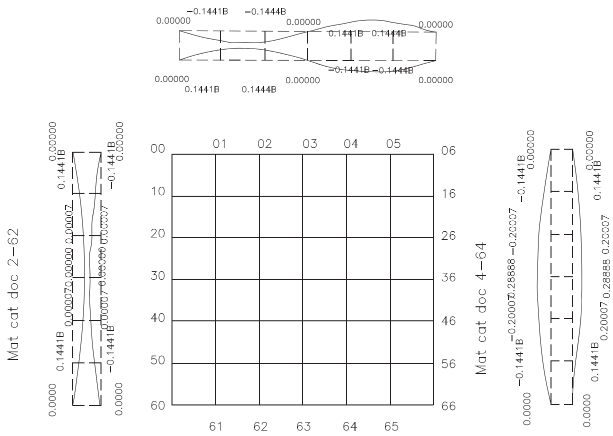
Hình 8. *Đồ thị quan hệ $K_0 = K_0(h)$*



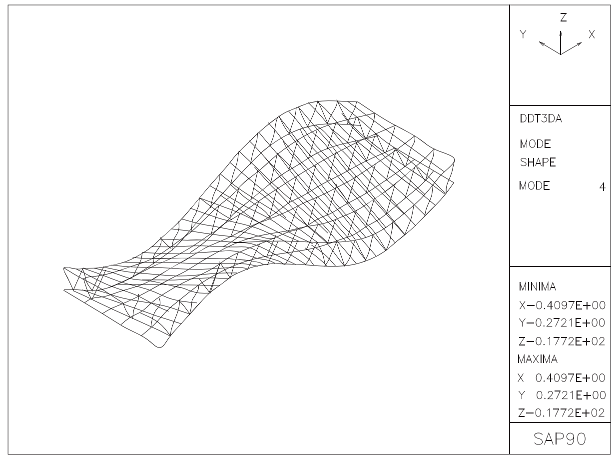
Hình 9. *Đồ thị quan hệ $K_0 = K_0(\phi)$*

Dựa vào giả thiết trên, ta tính tần số dao động riêng của tấm là $\omega = 21Hz$.

Hình 10 biểu diễn dạng dao động của tấm ở một số mặt cắt. Tác giả cũng tính theo phương pháp phần tử hữu hạn dạng dao động thể hiện hình 11 [2] [4]:



***Hình 10**. Dạng dao động của tấm Tần số* $\omega = 21\text{Hz}$ *(Mặt cắt ngang 10-16)*



***Hình 11**. Dạng dao động của tấm tính theo SAP 90*

Phương pháp tác giả đưa ra đã được kiểm chứng bằng thực nghiệm. Sai số các phương pháp với thực nghiệm có thể chấp nhận được [3].

4. KẾT LUẬN

- So sánh hai phương pháp nêu trên và phương pháp phần tử hữu hạn phương pháp nêu trên thuận tiện hơn, mức độ chính xác phụ thuộc vào cách chia lưới.
- Ưu điểm nổi bật của phương pháp nêu trên là có thể áp dụng cho các điều kiện biên khác nhau.
- Phương pháp này có ý nghĩa thực tế: áp dụng tính tấm, dầm phục vụ cho nhà nhà cao tầng .

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Phạm Đức Phung, Luận văn tiến sĩ, ĐHXD 2005.

[2] Phạm Đức Phung, Nghiên cứu dao động khung nhiều tầng liên kết, tương tác với nền đàn hồi ,chịu tải trọng gió động. Tạp chí XD Số 5 năm 2014.

[3] TS. Phạm Đức Phung. Bài tập Sức Bền Vật Liệu. Nhà xuất bản Xây dựng Hà nội, năm 2010. (Chương XIV Dầm trên nền Đàn hồi. Trang 219).

[4] Th S. Đặng Tỉnh, ThS. Trần Ninh, TS. Phạm Đức Phung, TURBO PASCAL với chương trình tính gió động và động đất theo TCVN 9386-2012.

Áp dụng lý thuyết mờ trong đánh giá chất lượng đào tạo

>TS. TRẦN QUANG KHÁNH*

TÓM TẮT

Độ chính xác và tin cậy của việc đánh giá chất lượng đào tạo phụ thuộc vào rất nhiều nhân tố. Không có chỉ tiêu đơn trị về chất lượng đào tạo, vì thiếu sự biểu thị rõ ràng về đo lường các nhân tố ảnh hưởng, thiếu sự tin cậy và độ chính xác v.v... Để đánh giá chất lượng đào tạo, cần dựa trên các thông tin không chỉ từ phía người dạy, mà cần phải kết hợp các thông tin từ phía người học và áp dụng các phương tiện đánh giá hiện đại để xử lý thông tin. Bài báo trình bày phương pháp đánh giá chất lượng đào tạo dựa trên cơ sở áp dụng hộp công cụ fuzzy logic trong môi trường MATLAB với các các luồng thông tin từ phía người học và từ phía người dạy. Kết quả ứng dụng cụ thể cho thấy phương pháp đề xuất có độ chính xác và tin cậy cao.

1. MỞ ĐẦU

Đánh giá chất lượng đào tạo có ý nghĩa quan trọng trong quá trình đào tạo của các trường học, giúp cho các trường có sức cạnh tranh, thu hút, cải thiện các phương pháp giảng dạy, cải thiện các phương pháp tổ chức v.v… Việc đánh giá chính xác chất lượng đào tạo còn có khả năng giảm thiểu, hoặc ít nhất là xác định những thành kiến tiềm ẩn.Việc đánh giá chất lượng giảng dạy, đào tạo khá phức tạp, vì quá trình giảng dạy phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố.

Đặc điểm nổi bật của quá trình đào tạo là sự phức tạp của việc đánh giá kiến thức học viên trong quá trình học tập, nghiên cứu tại cơ sở đào tạo. Không có chỉ tiêu đơn trị về chất lượng đào tạo, vì thiếu sự biểu thị rõ ràng về đo lường các nhân tố ảnh hưởng, thiếu sự tin cậy và độ chính xác v.v…Các phương pháp đánh giá kết quả giảng dạy truyền thống thường chỉ dựa trên kết quả học tập của người học, nên không có độ chính xác và mức tin cậy như mong muốn.

Để đánh giá chất lượng đào tạo, cần dựa trên các thông tin không chỉ từ phía người dạy, mà cần phải kết hợp các thông tin từ phía người học, thêm vào đó, các thông tin nhận được từ các nguồn khác nhau thường mang tính bất định và tính chủ quan, bởi vậy cần áp dụng các phương tiện đánh giá hiện đại để khách quan hóa và xử lý thông tin. Trong bài báo này chúng tôi trình bày phương pháp đánh giá chất lượng đào tạo dựa trên cơ sở áp dụng hộp công cụ fuzzy logic trong môi trường MATLAB với các các luồng thông tin từ phía người học và từ phía người dạy.

* Đại học Công nghệ Đông Á.

TT	Lý thuyết	Điểm	TT	Thực hành	Điểm
1	Tham dự lớp/buổi học	1	1	Bài thực hành	50
2	Ghi chép trên lớp/buổi học	2	2	Tiểu luận (NCKH)	30
3	Vở ghi	15	3	Bài tập về nhà	25
4	Thảo luận trên lớp/lần	5	4	Sáng tạo	15
5	Kiểm tra tự luận	25	5	Kiến tập	15
6	Kiểm tra vấn đáp	30			
7	Bài thi	50			
	Tổng số điểm	$\sum a_i$			$\sum b_j$

Bảng 2.1. Thang điểm đánh giá kiến thức người học

2. KHUÔN KHỔ VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ĐÀO TẠO

2.1 Phương pháp đánh giá kiến thức người học

Hệ thống đánh giá kiến thức tiếp thu của các học viên thuộc loại tích lũy, phản ánh thành tích học tập, sự sáng tạo của họ, tâm lý và đặc tính sư phạm. Cơ sở của hệ thống đánh giá dựa trên sự tổng hợp các biện pháp khuyến khích động lực, bao gồm cả đánh giá tức thời và đánh giá có hệ thống các kết quả học tập của học viên theo đúng với thành tích thực tế của họ, hệ thống khen thưởng được thực hiện đối với học viên có thành tích học tập.

Sử dụng hệ thống đánh giá kiến thức của sinh viên cho phép chúng ta phân tích kết quả học tập của học sinh theo từng chủ đề. Người học tự quyết định loại kiểm tra kiến thức cần thiết để lựa chọn hình thức thi: thi vấn đáp, thi tự luận, làm tiểu luận v.v…Các giai đoạn áp dụng hệ thống đánh giá kiến thức học sinh:

1) Thiết lập thang điểm đánh giá theo từng chủ đề của môn học, có xét đến yêu cầu về kiến thức, kỹ năng, kinh nghiệm phù hợp với chương trình và sách giáo khoa;

2) Giới thiệu thang điểm và tổng số điểm cho người học;

3) Nghiên cứu tài liệu giảng dạy theo chủ đề, ghi kết quả điểm số của học sinh vào sổ điểm;

4) Tổng hợp theo chủ đề và thiết lập thang điểm theo lớp;

5) Chuyển điểm tổng hợp sang điểm đánh giá ở sổ giáo viên và nhật ký.

Tổng số điểm $\sum a_i / \sum b_j$ phụ thuộc vào từng chủ đề/học phần, cách tổ chức lớp học và phải không ít hơn 95. Điểm số lý thuyết/thực hành (d_{lt}, d_{th}) được đánh giá trên cơ sở tổng số điểm đạt được theo từng chủ đề (học phần):

$$d_{lt} = \frac{S_{lt}}{\Sigma a_i} 100; \quad (1)$$

$$d_{th} = \frac{S_{th}}{\Sigma b_j} 100; \quad (2)$$

Trong đó: S_{lt}, S_{th} - tổng số điểm lý thuyết/thực hành đạt được theo chủ đề;

$\sum a_i$, $\sum b_j$ - *tổng số giá trị cực đại theo thang điểm.*

Loại	Mức độ	Thang điểm đánh giá
A	Xuất sắc	$0.9<\alpha<1.0$
B	Giỏi	$0.85<\alpha<0.9$
C	Khá	$0.75<\alpha<0.85$
D	Trung bình khá	$0.65<\alpha<0.75$
E	Trung bình	$0.6<\alpha<0.65$
F	Yếu	$\alpha<0.6$

Bảng2.2. Thang đánh giá kiến thức

Học viên có 90÷100% điểm tổng ($0,9 < \alpha < 1,0$) sẽ là điểm "xuất sắc". Học sinh có 85÷90% điểm tổng sẽ đạt loại giỏi; Học sinh có số điểm bằng 75÷85% điểm tổng - "khá"; 65÷75 %- "trung bình khá"; 60÷65% - "trung bình; dưới 60 - "yếu".

2.2 Đánh giá quá trình giảng dạy

Sự phản hồi của học viên giúp cho các cơ sở đào tạo có các thông tin cần thiết để đánh giá chất lượng đào tạo. Sau mỗi khóa học, các học viên đánh giá lại các nội dung thiết yếu đã lĩnh hội. Nội dung khóa học và hiệu quả của giáo viên có thể được coi là loại đánh giá riêng biệt. Các yếu tố tương tác, tức là tính năng động của học viên là các nhân tố quan trọng. Trên cơ sở phân tích các kết quả khảo sát thực tế, có thể đề xuất 5 loại (categories) tương tác:

- Tương tác với giáo viên;
- Tương tác với các sinh viên khác;
- Tương tác với/quan tâm đến khóa học;
- Tương tác với tài liệu
- Tương tác với môi trường đào tạo (tổ chức, cơ sở vật chất, điều kiện học tập, v.v…).

Như vậy trước hết cần soạn thảo các câu hỏi phù hợp để thu thập các thông tin phản hồi từ người học.

Bảng câu hỏi được thiết kế không chứa dữ liệu cá nhân của học viên. Vì vậy, kết quả chỉ có thể được đánh giá như một toàn thể. Mỗi câu hỏi được đánh giá từ 0 ÷ 10 điểm.

TT	Nội dung đánh giá	Điểm
I	***Đánh giá chung về cơ sở vật chất của trường***	
1	Cấu trúc của chương trình học hợp lý	
2	Cơ sở vật chất của trường. phương tiện giảng dạy và học tập tốt	
3	Hệ thống thông tin, thư viện tốt	
4	Hệ thống thí nghiệm, thực hành	
5	Cơ sở vật chất phục vụ hoạt động ngoại khóa	
6	Cơ sở vật chất, điều kiện sinh hoạt của học viên ở ký túc xá	
II	***Đánh giá chất lượng cua giảng***	
7	Cua giảng có được tổ chức tốt (thời khóa biểu, trình tự môn học…)	
8	Các nội dung mô tả trong các chương trình học rõ ràng và giúp đạt được các mục tiêu xác định của môn học	
9	Các tài liệu tham khảo giúp bạn hiểu được các nội dung cơ bản của môn học	
10	Của giảng chuyển giao tốt kiến thức về chủ đề của môn học	
11	Cua giảng áp dụng tài liệu phù hợp, hấp dẫn	
12	Cua giảng đã cung cấp cho bạn công cụ để phân tích và phản ánh một cách độc lập	
13	Đánh giá chung về chất lượng cua giảng	
III	***Đánh giá về trình độ của giảng viên***	
14	Giáo viên trình bày bài giảng một cách rõ ràng và thú vị	
15	Giáo viên đã được chuẩn bị tốt cho cua giảng	
16	Giáo viên đã trả lời câu hỏi nhận xét và phê bình của học viên	
17	Giáo viên có một mối quan hệ tôn trọng với học viên	
18	Mức độ đảm bảo nội dung giảng dạy	
19	Sử dụng phương pháp dạy thích hợp và hiệu quả	
20	Mức độ tạo ra môi trường tích cực trong lớp học	
21	Mức độ cập nhật kiến thức thực tiễn	
22	Mức độ nhiệt tình, khoa học trong giảng dạy	
23	Mức độ khuyến khích học sinh tích cực tham luận trong bài giảng	
24	Mức độ quan tâm, tư vấn, giúp đỡ học viên trong học tập và nghiên cứu	
25	Đánh giá chung về khả năng sư phạm của giáo viên	

Bảng 2.3.Các câu hỏi thu thập thông tin từ phía người học.

2.3 Xử lý thông tin

Các thông tin từ phía giáo viên và học viên thương mang tính chủ quan và bất định, vì vậy cần được xử lý theo phương pháp xác suất thông kê và lý thuyết logic.

Các thông tin được thu thập theo từng chủ đề, tập hợp theo các cua giảng và sau đó theo khóa học. Việc xử lý thông tin, trước hết bắt đầu bằng xử lý thô, tức là loại bỏ các thông tin không đáng tin cậy. Nếu những số liệu nào đó sai khác nhiều so với các số liệu bên cạnh, thì cần coi đó là giá trị nghi ngờ và cần phải kiểm tra để loại trừ những nghi ngờ đã xuất hiện. Giả thiết sự phân bố xác suất của chuỗi số liệu tuân theo quy luật chuẩn, lúc đó theo quy tắc "ba xích ma" ta có:

$X_{max}= M(x) + 3\sigma(x)$ và $X_{min}= M(x) - 3\sigma(x)$.

Trong đó: M(x) là kỳ vọng toán và σ(x) là độ lệch chuẩn của tham số x.

So sánh giá trị nghi ngờ với các giá trị X_{max}, X_{min}, nếu $X_{n.ng}< X_{min}$ hoặc $X_{n.ng}> X_{max}$ thì ta có thể gạt bỏ ra khỏi dãy số liệu cần xử lý.

Các tham số quan trọng trong quá trình xử lý là :

- Kỳ vọng toán (giá trị trung bình) của tham số quan sát :

- Phương sai;

- Độ lệch chuẩn.

Phân tích nhân tố *(Factor Analysis)*

Việc phân tích nhân tố cho phép đánh giá mối quan hệ đa chiều giữa các biến. Kết quả phân tích mối quan hệ giữa các biến cho biết các nhân tố quan trọng liên quan đến chất lượng đào tạo, từ đó có thể nhận biết được những mặt mạnh, mặt yếu của quá trình đào tạo, đồng thời đánh giá được hiệu quả của các phương pháp giảng dạy, hiệu quả của việc sử dụng các phương tiện giảng dạy, v.v...

Phân tích không gian nhỏ nhất *(Smallest Space Analysis)*

Ma trận tương quan được tính toán bằng cách sử dụng cả hai hệ số Pearson và hồi quy, phi tuyến tính hệ số tương quan được gọi là Monco. Các quan sát có thể được thực hiện trực tiếp từ ma trận tương quan. Nếu một hoặc một số mục có mối tương quan âm với chỉ tiêu quan sát, ta có thể cho rằng các ứng dụng của mục đó cần được xem xét lại.

3. ÁP DỤNG LÝ THUYẾT LOGIC MỜ ĐỂ ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ĐÀO TẠO

3.1 Khái quát về logic mờ

Logic truyền thống

Logic truyền thống, hay logic *'giòn'*, chỉ quan tâm đến 2 giá trị tuyệt đối (đúng/sai). Logic truyền thống luôn tuân theo 2 giả thuyết:

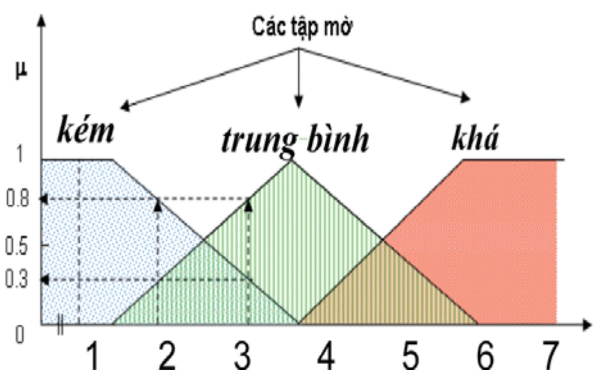
- Một là tính thành viên của tập hợp: Với một phần tử và một tập hợp bất kỳ, thì phần tử hoặc là thuộc tập hợp đó, hoặc thuộc phần bù của tập đó.

- Hai là định luật loại trừ trung gian, khẳng định một phần tử không thể vừa thuộc một tập hợp vừa thuộc phần bù của nó.

Ví dụ: nếu điểm số trên 5 thì học sinh đỗ, ngược lại là trượt. Từ ví dụ trên ta thấy logic giòn không thể hiện được sự khác biệt giữa các thành viên trong cùng một tập hợp. Giữa hai điểm 6 và 7, không thể hiện được điểm nào tốt hơn. Ngoài ra, logic này còn có một nhược điểm khác là chúng không thể biểu diễn được các dữ kiện mang tính mơ hồ, không chính xác mà trong thực tế lại có rất nhiều phát biểu bằng ngôn ngữ tự nhiên ở dạng này; chẳng hạn như: học viên này có số điểm khá *cao*. Như vậy học viên có thuộc tập hợp những người có điểm cao hay không?

Lý thuyết mờ

Lý thuyết mờ biểu diễn tính thiếu chính xác trong các phát biểu theo phương pháp định lượng bằng cách đưa ra một hàm *tư cách thành viên tập* *hợp* (set membership function) nhận giá trị *thực* trong khoảng 0 ÷ 1. Giả sử S là một tập hợp và x là một phần tử của tập hợp đó. Một tập con mờ F của S được định nghĩa bởi một *hàm tư cách thành viên (còn gọi là hàm liên thuộc)* $\mu_F(x)$ đo "mức độ" mà theo đó x thuộc về tập F. Trong đó, $0 \leq \mu_F(x) \leq 1$. Khi $\mu_F(x) = 0$ nghĩa là x hoàn toàn không thuộc tập



Hình 3.1. Sơ đồ biểu thị tập mờ về điểm số

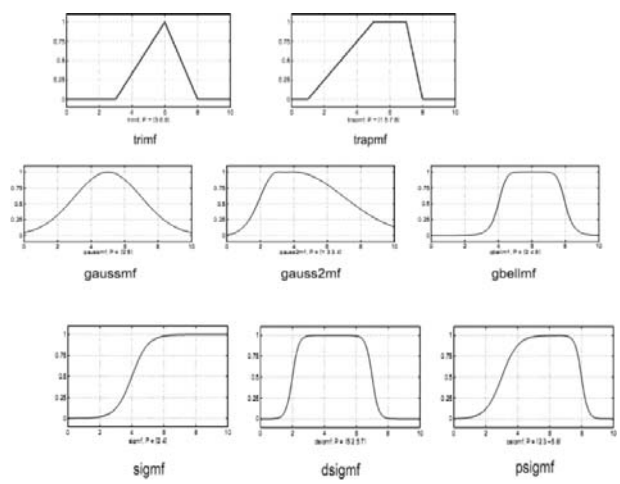
F. Khi $\mu_F(x) = 1$ nghĩa là x hoàn toàn thuộc tập F.

Ví dụ biểu thị tập mờ về điểm của học viên, nếu cho biết điểm của một người nào đó, ta có thể xác định mức độ người đó thuộc về loại học lực kém, trung bình hay khá. Điểm 1 có mức thuộc kém là 1; điểm 4 có mức thuộc trung bình là 0,8 và mức thuộc kém là 0,3 v.v… Ta gọi các con số 0,8; 0,3 và 1,0 là các *giá trị mờ* (fuzzy values). Như vậy từ các giá trị chính xác hay giá trị 'giòn' (điểm số: 1, 3, 4, v.v…), ta đã suy ra các giá trị mờ tương ứng. Thao tác này gọi là *mờ hóa* (fuzzification) các giá trị giòn.

3.2 Các công cụ cơ bản trong xử lý logic mờ

Hàm liên thuộc

Mức độ của một giá trị vật lý thỏa mãn một khái niệm ngôn ngữ được gọi là hàm liên thuộc. Đối với biến liên tục, mức độ này được biểu diễn bởi một hàm gọi là hàm liên thuộc. Hàm này ánh xạ tập các giá trị vật lý thành tập các giá trị phụ thuộc đối với các giá trị ngôn ngữ. Biến vật lý được gọi là biến nền



Hình 3.2. Đặc tính của các loại hàm liên thuộc.

và tập các giá trị vật lý được gọi là tập nền. Một số hàm liên thuộc cơ bản được thể hiện trên hình 3.2:trimf; trapmf; gaussmf; gauss2mf; gbellmf; sigmf; psigmf v.v…

Luật mờ

Hầu hết các hệ thống hoạt động dựa trên nền tảng logic mờ đều dùng luật (quy tắc) để biểu diễn mối quan hệ giữa các biến ngôn ngữ và để rút ra hành động tương ứng đối với đầu vào. Một luật bao gồm hai phần: phần điều kiện (nếu) và phần kết luận (thì). Phần điều kiện có thể gồm nhiều điều kiện, kết hợp với nhau bằng các liên từ như và (and) , hoặc (Or), không (Not), v.v…

Luật mờ là một biểu thức NẾU, THÌ được phát biểu ở dạng ngôn ngữ tự nhiên thể hiện sự phụ thuộc nhân quả giữa các biến.Ví dụ: Nếu thái độ cần mẫn và trí tuệ thông minh thì kết quả học tập giỏi.

Trong đó: "thái độ", "trí tuệ" và "kết quả học tập" là các biến; "cần mẫm", "thông minh", "giỏi" là các giá trị hay chính là các tập mờ.

Thủ tục ra quyết định

Để hệ thống mờ có thể suy luận bằng các luật mờ và đưa ra kết luận từ các số liệu chính xác ở đầu vào, hệ thống thực hiện 3 bước:

1) Mờ hóa là bước đầu tiên trong quá trình tính toán của hệ mờ. Kết quả của nó được dùng làm đầu vào để tính các luật mờ.Mờ hóa có nghĩa là dùng những hàm liên thuộc của các biến ngôn ngữ để tính mức độ phụ thuộc cho từng tập mờ đối với một giá trị cụ thể của đầu vào.

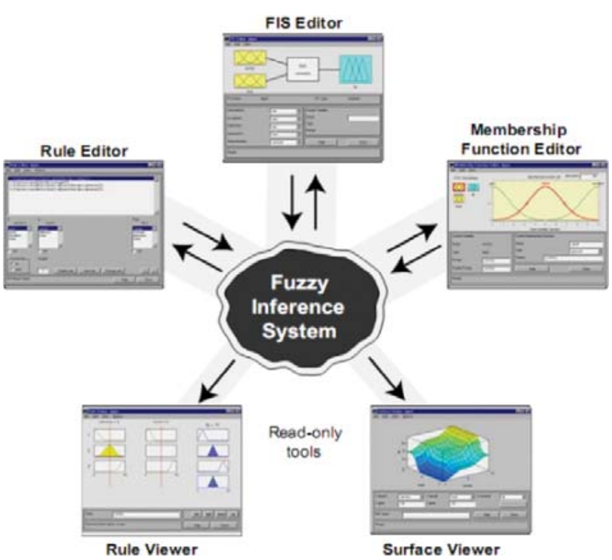
Trước tiên, xác định ngõ vào và ra của hệ thống. Sau đó định nghĩa luật NẾU - THÌ, dùng dữ liệu để suy ra 1 hàm liên thuộc.

2) Suy luận mờ là tính toán các luật mờ, bao gồm hai bước chính. Tính từng riêng lẻ từng luật mờ; dựa trên hàm liên thuộc của các tập mờ đầu vào và liên từ kết hợp chúng để tạo ra độ phụ thuộc chung cho các đầu vào.

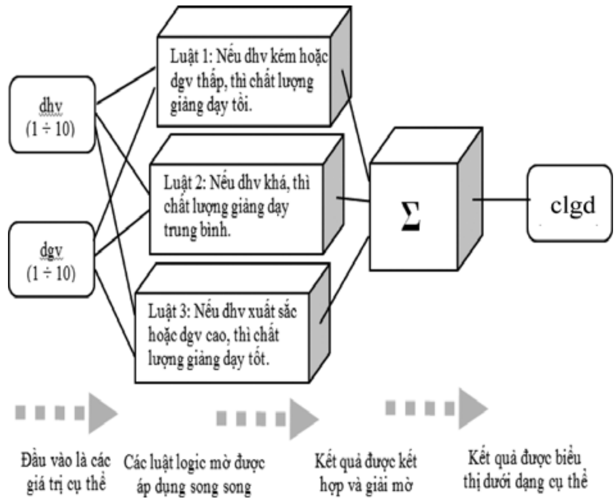
3) Khử mờ, hay phi mờ hóa, là xác định giá trị chính xác từ kết quả mờ có được ở bước 2.

Có nhiều kỹ thuật phi mờ hóa có thể áp dụng được, phương pháp thông dụng nhất là phương pháp trọng tâm (centriod method).

3.3 Ứng dụng hộp công cụ fuzzy logic trong đánh giá chất lượng đào tạo



Hình 3.3. Sơ đồ chức năng của hộp công cụ fuzzy logic

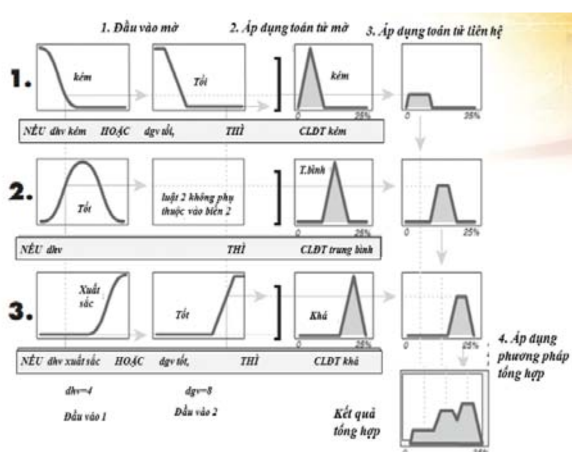


Hình 3.4. Cấu trúc mô hình đánh giá CLĐT

Hộp công cụ fuzzy logic trong Matlab

Hệ thống suy luận logic mờ (Fuzzy Inference System - FIS) được xây dựng trong hộp công cụ Fuzzy logic của phần mềm MATLAB, cho phép thực hiện các phép toán logic mờ hết sức thuận tiện và tin cậy. Trên hình 3.3. biểu thị sơ đồ chức năng của hộp công cụ Fuzzy logic. Hệ thống gồm 5 cửa sổ: ba cửa sổ soạn thảo là FIS editor, Membership Function Editor, Rule Editor và hai cửa sổ hiển thị kết quả là Rule Viewer và Surface Viewer.

Mô hình hóa quá trình đánh giá chất lượng đào tạo



Hình 3.5. Sơ đồ các bước xây dựng mô hình đánh giá CLĐT trong fuzzy toolbok.

Mô hình đánh giá chất lượng đào tạo (hình 3.4) được xây dựng với hai tham số vào là điểm học viên (dhv) và điểm giáo viên (dgv), một tham số ra là chất lượng giảng dạy (clgd) và ba luật của bài toán là:

Luật 1: Nếu điểm học viên kém và điểm giáo viên thấp, thì chất lượng giảng dạy tồi;

Luật 2: Nếu điểm học viên khá, thì chất lượng giảng dạy trung bình;

Luật 3: Nếu điểm học viên xuất sắc hoặc điểm giáo viên cao, thì chất lượng giảng dạy tốt.

Các bước xây dựng mô hình đánh giá chất lượng đào tạo

Bước 1. Mờ hóa các biến vào: Bước đầu tiên là xác định mức độ các tham số đầu vào thuộc về nhau của tập mờ thích hợp thông qua hàm liên thuộc.

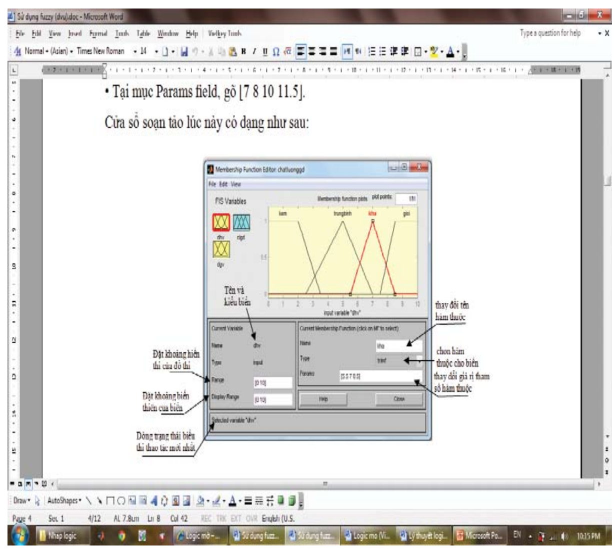
Bước 2. Áp dụng phép mờ hóa: Sau khi các yếu tố đầu vào đã được mờ hóa, bạn biết mức độ mà mỗi phần của các tiền đề phù hợp cho từng quy tắc. Nếu tiền đề của quy tắc có nhiều hơn một, thì các phép mờ được áp dụng để có được một số kết quả của các tiền đề cho quy tắc đó. Số này sau đó được áp dụng cho các hàm đầu ra. Đầu vào cho các phép mờ là hai hoặc nhiều giá trị thành viên từ phép mờ hóa biến đầu vào. Đầu ra là một giá trị thực duy nhất.

Bước 3. Áp dụng toán tử liên hệ: Trước khi áp dụng phương pháp đề xuất, bạn phải xác định trọng lượng của quy tắc. Mỗi quy tắc có một trọng lượng (một số giữa 0 và 1), được áp dụng cho các số được đưa ra bởi các tiền đề. Theo thời gian, bạn có thể muốn cần một quy tắc tương đối khác bằng cách thay đổi giá trị trọng lượng của nó đến một giá trị nào đó khác 1.

Bước 4. Tổng hợp tất cả các đầu ra: Bởi vì các quyết định dựa trên cơ sở thử nghiệm của các quy tắc trong một FIS, các quy tắc phải được kết hợp trong một số phương thức để đưa ra quyết định. Tổng hợp là quá trình mà các tập mờ biểu thị các kết quả đầu ra của từng quy tắc được kết hợp thành một tập mờ duy nhất. Tổng hợp chỉ diễn ra một lần cho mỗi biến đầu ra, ngay trước bước thứ tư, hoặc bước giải mờ cuối cùng. Các đầu vào của quá trình tổng hợp là danh sách các hàm chức năng đầu ra rút ngắn trả lại bởi quá trình liên quan cho từng quy tắc. Các đầu ra của quá trình tổng hợp là một tập mờ cho mỗi biến đầu ra.

3.4 Gọi chương trình và khai báo dữ liệu

Để chương trình đánh giá CLĐT bắt đầu thực hiện, tại cửa sổ lệnh của Matlab bạn cần gõ lệnh fuzzy, khi đó trên màn hình sẽ hiển thị một cửa sổ FIS editor (hình 3.6).



Hình 3.6. Cửa sổ FIS Editor - chatluongdt.

Bạn muốn thay đổi tên biến để phản ánh những chỉ định:

1) Chọn Edit > Add variable > Input.

2) Nhấp vào input1 hộp màu vàng. Hộp này được đánh dấu với một đường viền màu đỏ.

3) Sửa tên trường từ input1 thành *dhv*, và nhấn Enter.

4) Nhấp input2 hộp màu vàng. Hộp này được đánh dấu với một đường viền màu đỏ.

5) Sửa tên từ input2 trường thành *dgv*, và nhấn Enter.

6) Nhấp vào output1 hộp màu xanh.

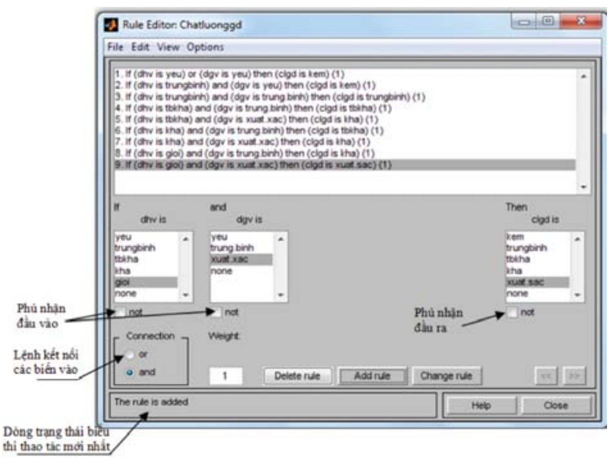
7) Chỉnh sửa trường tên từ output1 thành *clgd*, và nhấn Enter.

8) Chọn File>Export>Workspace.

9) Nhập tên biến *chatluongdt* và nhấp OK.

Như vậy bạn đã có được một hàm đánh giá kiến thức sinh viên với hai biến đầu vào là điểm học viên *(dhv)* và điểm giáo viên *(dgv)* với một biến ra là chất lượng giảng dạy *(clgd)*.

Khai báo luật



Hình 3.7. Cửa sổ Rule Editer.

Việc xây dựng các quy tắc sử dụng giao diện Rule Editor đồ họa là khá tự nhiên (hình 3.7). Dựa trên sự mô tả của các đầu vào và các biến đầu ra được định nghĩa với Editor FIS, BTV Rule cho phép bạn xây dựng các báo cáo quy tắc tự động.

Cột đầu tiên trong cấu trúc này tương ứng với các biến đầu vào.

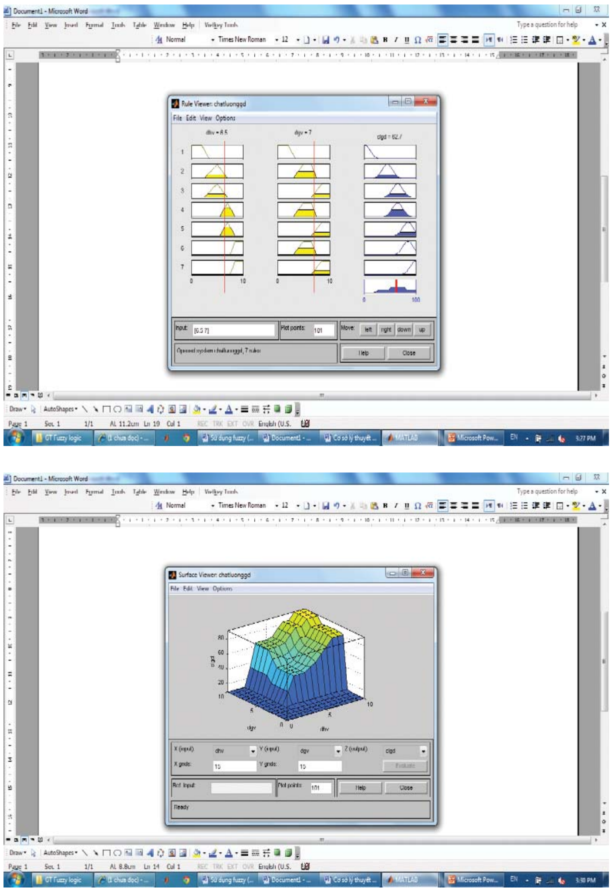
Cột thứ hai tương ứng với các biến đầu ra.

Cột thứ ba hiển thị trọng lượng áp dụng cho từng quy tắc.

Cột thứ tư là viết tắt cho biết xem đây là quy tắc OR (2) hay quy tắc AND (1).

Các con số trong hai cột đầu tiên đề cập đến số chỉ số của hàm thành viên. Thông dịch ngôn ngữ của quy tắc 1 là: “Nếu đầu vào 1 là MF1 (hàm liên thuộc kết hợp với đầu vào 1), hoặc nếu đầu vào 2 là MF1, thì đầu ra 1 sẽ là MF1 (hàm liên thuộc thứ nhất kết hợp với đầu ra 1) với trọng số 1”.

Chạy chương trình và xem kết quả



Hình 3.8. Đồ thị kết quả mô phỏng

a) Rule Viewer cho biểu đồ các chỉ số;

b) Surface Viewer cho biểu đồ ba chiều.

Để gọi chương trình, bạn cần nhập lệnh: >>fuzzy chatluonggd

Để xem kết quả, bạn vào view, ở đây có hai cửa sổ hiển thị kết quả là Rule Viewer và Surface Viewer (hình 3.8). Kết quả áp dụng với điểm trung bình học viên là 6,5 và điểm giáo viên là 7,0 chất lượng giảng dạy được đánh giá ở mức 62,7 %. Việc đánh giá kiến thức hoàn toàn dựa trên các quy luật đã thiết lập, cho phép loại bỏ các nhân tố chủ quan và nhân tố bất định, như vậy sự đánh giá sẽ chính xác và tin cậy.

4. KẾT LUẬN

1. Đánh giá chất lượng đào tạo có ý nghĩa to lớn đối với quá trình giảng dạy nhằm nâng cao hiệu quả đào tạo, nâng cao sự cạnh tranh, thu hút đầu vào… của các trường học.

2. Quá trình đào tạo phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, vì vậy việc đánh giá chính xác chất lượng là vấn đề không hề đơn giản.

3. Để đánh giá chất lượng đào tạo một cách chính xác và tin cậy, cần dựa trên các thông tin từ phía người dạy và từ phía người học, đồng thời cần áp dụng các phương tiện đánh giá hiện đại.

4. Phương pháp đánh giá chất lượng đào tạo dựa trên cơ sở áp dụng hộp cộng cụ fuzzy logic trong môi trường MATLAB với các các luồng thông tin từ phía người học và từ phía người dạy là phương pháp hiện đại cho phép các cơ sở đào tạo nâng cao hiệu quả trong quá trình đào tạo và hiệu chỉnh kịp thời những khiếm khuyết tiềm ẩn.❖

SUMARY

The accuracy and reliability of the assessment of the quality of education depends on many factors. There is no single indicator of the quality of training, due to lack of a clear indication of measurable factors affect, lack of confidence and precision etc... In order to assess the quality of training, should be based on the information not only from teachers, but need to combine information from learners and application of modern means of assessment to process information. This article presents a method of assessing the quality of training based on the application of fuzzy logic toolbox in MATLAB environment with the flow of information from the students and from teachers. Results of specific applications showe that proposed method precision and high reliability.

Keywords: *Assessment, knowledge, quality, education, training, fuzzy logic.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Aleamoni, L.M. (1999). Student rating myths versus research facts from 1924 to 1998. Journal of Personnel Evaluation in Education, 13(2), 153-166.

[2] Algozzine, B., Beattie, J., Bray, M., Flowers, C., Gretes, J., Howley, L., Mohanty, G., & Spooner, F. (2004). Student evaluation of college teaching: A practice in search of principles. College Teaching, 52(4), 134-141.

[3] Amin, M. (1994) Gender as a discriminating factor in the evaluation of teaching, Assessment & Evaluation in Higher Education, 19, 135-143.

[4] Cashin, W. E. (1988) Student ratings of teaching: a summary of the research (Manhattan, KS, Kansas State University Center for Faculty Evaluation and Development).

[5] Centrale des syndicats du Québec (2012) La qualité de l'enseignement supérieur au Québec : un objectif commun à circonscrire.

[6] Zabaleta, F. (2007). The use and misuse of student evaluations of teaching. Teaching in Higher Education, 12(1), 55-76.

Nghiên cứu ứng dụng ngôn ngữ lập trình visual basic for application (VBA) trong Excel để tự động hóa quản lý vật tư doanh nghiệp

>PGS.TS LÊ VĂN NĂM*

TÓM TẮT

Khi sử dụng phần mềm bảng tính điện tử Excel, thì ít khi phải sử dụng tới ngôn ngữ lập trình, vì đa số các bài toán đều được Excel giải quyết bằng các công cụ sẵn có. Tuy nhiên, có không ít bài toán khi xử lý bằng các công cụ sẵn có của Excel thì vấn đề trở nên phức tạp và khó giải quyết (bài toán quản lý vật tư hay bài toán kế toán chẳng hạn). Chính vì vậy, phần mềm bảng tính điện tử Excel đã bổ sung thêm một công cụ, đó là ngôn ngữ Visual Basic for Application (VBA). VBA trong Excel là công cụ hỗ trợ cho người dùng giải quyết các bài toán mà bản thân Excel không có sẵn công cụ. Thế giới đã và đang ứng dụng rộng rãi và có hiệu quả VBA vào mọi lĩnh vực đặc biệt là trong quản lý kinh tế. Ở Việt Nam, VBA cũng rất được quan tâm, nhưng còn hạn chế, đặc biệt các nghiên cứu ứng dụng VBA trong các phiên bản mới (Excel 2010, Excel 2013) vào công tác quản lý kinh tế rất ít. Nội dung bài viết này, đề cập tổng quan về Visual Basic for Application (VBA) và việc ứng dụng VBA để tự động hóa quản lý vật tư của doanh nghiệp.

Từ khóa: *Quản lý vật tư, Form, Private Sub, VBA*

1. TỔNG QUAN VỀ VISUAL BASIC FOR APPLICATION (VBA)

Nguyễn Khắc Duy (2013) cho rằng trước thực tế công việc đòi hỏi ngày càng cao đối với những người sử dụng Excel, thì những công cụ dễ dàng sử dụng và có sẵn trong Excel không đủ đáp ứng nhu cầu. Và VBA trở nên rất cần thiết để hỗ trợ mọi người dễ dàng tùy biến và giải quyết những vấn đề vượt quá giới hạn Excel.

VBA là ngôn ngữ lập trình gần gũi, dễ học vì có nền tảng từ ngôn ngữ lập trình Visual Basic. Nhiều trường đại học trên thế giới đã đưa VBA vào giảng dạy. Các nước trên Thế giới đã và đang ứng dụng rộng rãi và có hiệu quả VBA, có nhiều công trình nghiên cứu, sách và bài viết về ngôn ngữ lập trình VBA trong EXCEL.

* Đại học Công nghệ Đông Á.

VBA có hai ứng dụng cơ bản là Macro (thủ tục) và Function (hàm tự tạo).

Macro được tạo ra để phần mềm bảng tính điện tử Excel tự động thực hiện một công việc nào đó trong Excel hoặc bên ngoài (Word, PowerPoint,…). Các câu lệnh trong Macro được xây dựng bằng các lệnh thuộc ngôn ngữ lập trình Visual Basic để thực hiện các công việc mang tính lặp đi lặp lại hoặc nhằm tăng tốc độ nhập, xử lý số liệu.

Function (hàm tự tạo) là hàm do người sử dụng tự tạo nên trong VBA để giải quyết một nhiệm vụ hay một công việc đặc thù nào đó, cách sử dụng cũng giống như các hàm sẵn có của Excel. Chúng ta gọi những hàm đó là hàm tự tạo hay hàm tự lập.

Là ngôn ngữ lập trình ứng dụng trong môi trường Ofice nên VBA tận dụng được phần nền là bảng tính Excel. Do đó, không cần phải thiết kế hay phải giao diện từ đầu như các ngôn ngữ lập trình khác. Do được tích hợp sẵn bên trong cho nên khi cài cài Office, VBA sẽ được cài kèm theo. Đó là những ưu điểm của VBA. Ngoài những ưu điểm thì VBA còn có một số nhược điểm sau: tính bảo mật không cao, không biên dịch thành tập tin chương trình để hoạt động độc lập mà bắt buộc phải mở trong Excel (Phan Tự Hưởng, 2014).

Ở Việt Nam, VBA cũng rất được quan tâm, đặc biệt là những người làm việc trong lĩnh vực Tài chính, Kế toán, Kinh tế, Địa chất, Khai thác mỏ, Xây dựng, Giao thông, Thuỷ lợi,... Các đề tài chủ yếu mới tập trung hướng dẫn sử dụng và phổ biến kiến thức về lập trình VBA, còn việc nghiên cứu ứng dụng VBA trong các phiên bản mới (EXCEL 2010, Excel 2013) vào công tác quản lý kinh tế thì hết sức rất hạn chế.

Có thể nói, VBA là một công cụ được dùng để phát triển chương trình ứng dụng trong Excel và rất nhiều việc khác. Nhưng, dù sử dụng VBA với mục đích nào đi nữa, thì đều có một điểm chung là nhằm tự động hóa giải quyết một bài toán hay một nhiệm vụ đặc thù nào đó.

2. QUẢN LÝ VẬT TƯ TRÊN CƠ SỞ VBA TRONG EXCEL 2010

2.1 Tạo lập các tab lệnh trên thanh công cụ Ribbon của Excel 2010

Để tự động hóa quản lý vật tư trên cơ sở ứng dụng VBA, trước tiên cần thiết lập tab lệnh (thẻ lệnh) “Quản lý vật tư”, với các nhóm lệnh sau: nhập dữ liệu, in chi tiết và in tổng hợp.

Tạo lập các nhóm lệnh trên, được tiến hành như sau:

- Khởi động Excel Excel 2010 (mở một tệp bảng tính mới)

- Thiết lập tab Developer (nếu chưa thấy nó trên thanh công cụ):

- Click tab File, chọn Excel options, click Customize Ribbon, đánh dấu kiểm vào mục Developer trong Main tab, Click Reset và chọn nút đẩy OK.

- Click tab File, chọn Excel options, click Customize Ribbon, chọn New tab (bên phía Main tabs)

- Đổi tên New tab thành “Quản lý vật tư”

- Đổi tên New group thành “Nhập dữ liệu”

- Chọn tiếp New group, đổi tên thành “In chi tiết”

- Chọn tiếp New group, đổi tên thành “In tổng hợp”

- Chọn Reset và chọn nút đẩy OK

- Đặt tên cho tệp bảng tính trên là Qlvtu.xltm (tệp này sẽ lưu luôn cả các Macro, các hàm, các Form…, sẽ được tạo lập).

Từ giờ trở đi, mỗi khi khởi động Excel, tab lệnh “Quản lý vật tư” sẽ xuất hiên trên thanh công cụ Ribbon.

2.2 Tổ chức dữ liệu để tự động hóa quản lý vật tư

Trong phần này tác giả chỉ trình bày cách tổ chức dữ liệu liên quan tới việc in chi tiết một vật tư và in chi tiết một khách hàng. Tiêu đề các bảng, các cột của các bảng (từ bảng 1 đến bảng 7), được tạo lập dựa theo mẫu các bảng biểu trong Chương 11 (Hoàng Hồng, 2004). Việc tổ chức dữ liệu để tự đông hóa in chi tiết một vật tư và in chi tiết một khách hàng, được thực hiện như sau:

Mở tệp Qlvtu.xltm

Ở sheet17 (có thể ở một Sheet khác trong tệp Qlvtu.xltm) lưu trữ bảng 1

Danh mục nhập xuất vật tư: Sheet18 lưu trữ bảng 2

Danh mục vật tư tồn: Sheet19 lưu trữ bảng 3

Chi tiết một vật tư: Sheet20 sẽ được dùng để lưu trữ bảng 7 (bảng chứa thông tin đầu ra), bảng này được tạo lập dựa trên: Bảng 1; Bảng 2; Bảng 3; Bảng 4 (các bảng chứa thông tin đầu vào) và Form "IN CHI TIẾT VT". Sheet21 được dùng để lưu trữ bảng 4

Danh mục vật tư: Sheet22 được dùng để lưu trữ bảng 5

Danh mục khách hàng: Sheets23 lưu bảng 6

Bảng mẫu "Chi tiết một khách hàng": Sheets24 lưu kết quả xử lý là bảng "Chi tiết một khách hàng".

3. TẠO LẬP CÁC CHƯƠNG TRÌNH QUẢN LÝ VẬT TƯ

3.1 Các bước tạo lập chương trình in chi tiết một vật tư

Bước 1. Tạo bảng mẫu "CHI TIẾT MỘT VẬT TƯ" tại Sheet19

Bước 2. Bấm Alt+F11 để vào VBE, tiến hành tạo Form "IN CHI TIẾT MỘT VẬT TƯ"

Bước 3. Viết Code cho các nút lệnh CommandButton:

Nháy đúp chuột tại nút lệnh "Hủy" và viết lệnh Unload Me vào giữa Private Sub CommandButton2_Click() và End Sub :

```
Private Sub CommandButton2_Click()
 Unload Me
 End Sub
```

Đóng màn hình soạn thảo Code cho nút lệnh "Hủy", quay lại màn hình có Form "CHI TIẾT MỘT VẬT TƯ", nháy đúp chuột tại nút lệnh "Chấp nhận", viết đoạn mã lệnh sau:

```
Private Sub CommandButton1_Click()
Dim I, K, T  As Integer
Dim TDKSL, TDKTIEN  As Long
Dim Dvitinh, Tenvt As String
………..
…………
Loop
End Sub
```

Bước 4. Trở về Sheet17, tạo một Button với chức năng goi Form "IN CHI TIẾT VT", cách làm như sau:

Chọn tab Developer ->Insert ->Button (Form control)

Khi xuất hiện hộp thoại Assingn Macro

Nhập tên cho Macrovào khung Macro Name: Nhập inchitiet1vt

Sau đó chon mục New (bên phải hộp thoại) và viết lệnh:

Invattuct.Show

Trong đó:

Invattuct là tên của Form "IN CHI TIẾT VT"

Thuộc tính Show là để hiện Form "IN CHI TIẾT VT" lên

Bước 5. Đưa nút lệnh vừa tạo vào tab lệnh "In chi tiết vật tư", được thực hiện như sau:

Trở về bảng tính Excel

Click tab File, chọn Excel options, click Customize Ribbon, chọn Macros dưới mục Choose commands from, sau đó chọn macro vừa tạo ở trên (chọn inchitiet1vt)

Chọn tab "Quản lý vật tư" bên phía Main tabs

Nháy chuột tại "In chi tiết một vật tư"

Chọn Add

Nháy chuột tại Reset và chọn nút đẩy OK.

Bước 6. Ghi lại tệp tin với tên cũ Qlvtu.xltm (khổng được thay đổi tên tệp và kiểu tệp).

Bước 7. In bảng 7. Bước này thực hiện: Nháy chuột tại biểu tượng "In chi tiết một vật tư" trong tab lệnh "In chi tiết", khi Form " IN CHI TIẾT VT" xuất hiện, nhập mã vật tư cần in (ví dụ, nhập TL05), sau đó nháy chuột tại nút " Chấp nhận" để in bảng 7 (Chi tiết một vật tư), muốn thoát khỏi việc in chi tiết một vật tư, nhấn nút "Hủy".

3.2 Các bước tạo lập chương trình in chi tiết một khách hàng

Bước 1.Tại Sheet23 tạo bảng 6 (bảng mẫu "CHI TIẾT MỘT KHÁCH HÀNG")

Bước 2. Tạo Form "IN CHI TIẾT KHÁCH HÀNG" (tương tự tạo Form "IN CHI TIẾT VT")

Bước 3. Viết mã lệnh cho các nút lệnh sau:

Nút" Chấp nhận":

```
Private Sub CommandButton1_Click()
Dim I, K, T  As Integer
Dim Tenkh As String
……….
………..
Loop
End Sub
```

Nút "Hủy":

```
Private Sub CommandButton2_Click()
Unload Me
End Sub
```

Bước 4. Trở về Sheet17,tạo một Button với chức năng goi Form "IN CHI TIẾT MỘT KHÁCH HÀNG", cách làm tương tự như tạo Button để gọi Form "IN CHI TIẾT VT"

Bước 5. Đưa nút lệnh vừa tạo vào tab lệnh "In chi tiết", thực hiện tương tư như Bước 5 trong mục 3.1 ở trên

Bước 6. Ghi lại tệp tin với tên cũ là Qlvtu.xltm

Bước 7. In bảng "IN CHI TIẾT MỘT KHÁCH HÀNG", tương tự như in bảng 7.

Bằng cách tổ chức dữ liệu và tạo lập chương trình như trên, chúng ta sẽ giải quyết trọn vẹn toàn bộ bài toán quản lý vật tư của doanh nghiệp. Và một điều quan trọng hơn nữa, là chúng ta, có thể sử dụng phương pháp này để xây dựng một cách thuận lợi phần mềm kế toán máy và các phần mềm quản lý khác cho các doanh nghiệp vừa, nhỏ và siêu nhỏ. Những vấn đề này, nếu có điều kiện tác giả xin được trình bày ở các bài viết khác. ❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Khắc Duy, *VBA trong Excel - Cải thiện và tăng tốc*, NXB Khoa học và kỹ thuật, 2013.

[2] KS. Hoàng Hồng, *Thực hành sử dụng Microsoft Excel 2002/2003. Các ứng dụng trong quản lý vật tư và tài chính - kế toán*, NXB Giao thông vận tải, 2004.

[3] THS. Phan Tự Hưởng, *Lập trình VBA trong Excel cho người mới bắt đầu*, NXB Khoa học và kỹ thuật, 2014.

Quan niệm về năng lực quản trị và vai trò của việc nâng cao năng lực các nhà quản trị doanh nghiệp Việt Nam

>TS. ĐINH TIẾN DŨNG*

Trong cuốn sách "Hướng đến một chiến lực mới của Công nghiệp Việt Nam" Herman Muegge - Nhà kinh tế - Trưởng đoàn chuyên gia nghiên cứu công nghiệp Việt Nam của Tổ chức - Phát triển Công nghiệp Liên hợp quốc (UNIDO) đưa ra luận điểm: "Hệ thống sản xuất quốc tế đang trải qua sự phát triển công nghệ mạnh mẽ, sâu sắc qua đó các mô hình và các cơ cấu sản xuất kinh doanh có tính cạnh tranh đang thay đổi nhanh chóng. Trên phạm vi rộng lớn, sức cạnh tranh trong tương lai của quốc gia được quyết định chủ yếu bởi năng lực đổi mới". Theo tác giả, nội dung của Năng lực đổi mới bao gồm:

- Tổ chức và nguồn nhân lực trong lĩnh vực khoa học và công nghệ.

- Tổ chức, quản lý năng lực.

- Giải quyết việc nâng cao năng lực và hiệu suất

Như vậy có thể cho thấy "Năng lực" của *cá nhân*, của *tổ chức* và của *hệ thống* có vai trò quyết định trong sự tồn tại và cạnh tranh của mỗi doanh nghiệp hay mỗi quốc gia. Điều này là đồng nhất với ý kiến của các nhà lãnh đạo Việt Nam qua việc Cố Thủ tướng Phan Văn Khải trả lời phỏng vấn Báo Diễn đàn Doanh nghiệp về việc các doanh nghiệp phải làm gì và Chính phủ sẽ hỗ trợ như thế nào để các doanh nghiệp nâng cao được sức cạnh tranh: "Các doanh nghiệp cần kiện toàn và tăng cường năng lực nghiên cứu phát triển cùng với việc tăng cường năng lực tiếp thị. Doanh nghiệp thường kêu thiếu vốn, nhưng cái khó hơn cả nguồn vốn chính là năng lực của doanh nghiệp trong việc đưa ra các phương án sản xuất kinh doanh có hiệu quả, các dự án khả thi và năng lực tổ chức thực hiện các phương án đó" *(Báo Diễn đàn Doanh nghiệp, số Xuân Kỷ Mão, trg3)*. Sức cạnh tranh của doanh nghiệp Việt Nam là một vấn đề cốt lõi, sống còn của doanh nghiệp. Các ý kiến này được khái quát ở một số vấn đề sau: Kiện toàn và tăng năng lực nghiên cứu; năng lực tiếp thị; năng lực xây dựng phương án sản xuất - kinh doanh có hiệu quả; năng lực tổ chức và thực hiện phương án.

Qua ý kiến của chuyên gia và các nhà lãnh đạo Việt Nam đã đặt phạm trù năng lực trong trạng thái gắn với con người, tổ chức và hệ thống, "Năng lực" ở đây mang ý nghĩa của "Năng lực đổi mới". Vậy năng lực được hiểu như thế nào? Chúng ta cùng xem xét cách giải thích thuật ngữ này. Theo Từ điển Việt - Việt - NXB Khoa học Xã hội, năm 1994,

* Đại học Công nghệ Đông Á.

"Năng lực" được giải thích là: "Khả năng hoặc tác dụng của vật chất và những vật đang chuyển động có thể gây ra một hiệu quả" và "Khả năng" (Ability) được hiểu là: "Tính chất của người có những điều kiện tự nhiên hoặc do rèn luyện, học tập hay kinh nghiệm tạo ra để làm được hoặc làm tốt việc gì". Trong phạm trù hoạt động quản trị doanh nghiệp, chúng tôi mong muốn tìm kiếm bản chất của thuật ngữ *Năng lực quản trị* nhằm góp phần làm rõ thêm nội hàm của vấn đề.

1. QUAN NIỆM VỀ NĂNG LỰC VÀ NĂNG LỰC QUẢN TRỊ DOANH NGHIỆP

Qua việc xem xét cách giải thích như trên chúng ta có thể thấy giữa năng lực *(Capability)*, sức *(Power)*, khả năng *(Ability)* và hiệu quả *(Effectiveness)* có mối quan hệ chặt chẽ với nhau. Nếu xét ở phạm vi con người thì các phạm trù này phản ánh đặc tính hoạt động hữu ích của người lao động nhằm đạt mục đích tốt nhất được đặt ra trong đời sống kinh tế - xã hội. Từ đó có thể thấy năng lực hoạt động của con người được hình thành từ các nội dung: Thứ nhất, là do điều kiện tự nhiên; Thứ hai, là do rèn luyện học tập; Và thứ ba, là do kinh nghiệm.

Trong ba nội dung tạo nên năng lực hoạt động của con người thì nội dung do rèn luyện, học tập và do kinh nghiệm bị ảnh hưởng trực tiếp từ chủ quan của mỗi con người, còn nội dung điều kiện tự nhiên mang tính khách quan do di truyền và môi trường nhiều hơn. Từ việc đặt vấn đề và phân tích về năng lực hoạt động của con người trên, giúp chúng ta làm rõ hơn quan niệm về năng lực hoạt động của các nhà quản trị doanh nghiệp. Vì vậy, năng lực hoạt động của các nhà quản trị trong doanh nghiệp là việc sử dụng các chức năng quản lý tác động vào người thừa hành nhằm đạt mục tiêu của tổ chức. Từ cách đặt vấn đề, cách giải thích cũng như nội dung và mối quan hệ giữa các phạm trù "Năng lực", "Khả năng", "Hiệu quả" và "Sức" chúng ta có thể rút ra quan niệm về sự hình thành năng lực hoạt động của nhà quản trị như sau:

Năng lực hoạt động của nhà quản trị doanh nghiệp là khả năng tự nhiên hoặc điều kiện của nhà quản trị trong việc sử dụng các chức năng quản lý của doanh nghiệp một cách có hiệu quả.

Theo quan niệm này năng lực hoạt động của nhà quản trị được hiểu và cần thiết phải làm rõ trên một số vấn đề sau: Khả năng tự nhiên *(Natural ability)*, khả năng điều kiện *(Conditioned ability)*, hướng đến hoạt động có hiệu quả *(Effective activity)*.

Khả năng tự nhiên: Khả năng tự nhiên của nhà quản trị nói riêng cũng như khả năng của con người nói chung phản ánh đặc tính đặc biệt trong mỗi con người, khả năng này được xã hội thừa nhận và trân trọng, suy tôn và trong nhiều trường hợp trở nên sùng bái. Khả năng này xuất hiện ở con người chứa trong nó yếu tố di truyền, yếu tố này lại bị ảnh hưởng bởi "Nòi giống" và sự phân bổ không đồng đều của điều kiện tự nhiên, sự xuất hiện của "Thần đồng" và "Thiên tài" là hiện hữu trong tất cả các quốc gia và trong nhiều lĩnh vực.

Trong lĩnh vực khoa học quản lý và kinh doanh, khả năng tự nhiên của con người là khó có thể xác định, song lại được thừa nhận, bởi hoạt động đặc thù của nghề nghiệp và do cách thức tác động của cá nhân đến tổ chức. Vì vậy kết quả của hoạt động phải được tổ chức và xã hội thừa nhận. Mặt khác khả năng tự nhiên (hay khả năng bẩm sinh) trong kinh doanh là khó có thể định lượng hay tách bạch được trong các khả năng hiện có của con người. Khi xem xét khả năng này của các nhà quản trị doanh nghiệp người ta thường gắn nó với "nghệ thuật" của quản lý, coi nó như một khả năng bẩm sinh của đối tượng xem xét. Vì theo các tác giả thì "nghệ thuật" trong quản lý ngoài yếu tố chi phối của rèn luyện và học tập, còn bị ảnh hưởng rất cơ bản bởi các phẩm chất mang yếu tố bẩm sinh của con người đó là tính cách, hành vi ứng xử của mỗi cá nhân trong tổ chức và xã hội không qua kinh nghiệm và đào tạo. Tính cách này được chỉ ra là: tính trung thực, tính phán đoán, tính mềm dẻo, tính linh hoạt... Đó là các thuộc tính phản ánh "Cá tính sinh lý" của mỗi con người. Điều này là phù hợp với ý kiến của các nhà khoa học cho rằng loài người có bảy khả năng trí lực "Trời phú", đó là: khả năng về âm nhạc, khả năng trí lực vận động thân thể, khả năng về logic toán học, khả năng về ngôn ngữ, khả năng về trí lực cảm thụ không gian, khả năng trí lực về giao tế và khả năng trí lực nội tại của cá nhân. Trong đó có một số khả năng nếu có trong các nhà quản trị doanh nghiệp là điều rất quí *(Nguyễn Kim Đinh, quản lý chất lượng trong doanh nghiệp theo TCVN 9000).*

Một vấn đề nảy sinh đặt ra cho các tổ chức, doanh nghiệp và xã hội là liệu có thể tạo được hay cải tạo được khả năng tự nhiên của con người hay không? Đây là một câu hỏi lớn cho xã hội loài người, và đã gây ra không ít tranh luận và sự hoài nghi. Song, một thực tế khách quan cũng đã cho thấy không ít các quốc gia, các nhà khoa học đã đưa ra các chiến lược hay ý tưởng về việc tạo ra cho mỗi quốc gia mình hay tổ chức của mình những thế hệ mới có những phẩm chất mang tính ưu việt, ở Việt Nam việc nâng cao khả năng tự nhiên của con người cũng đã trở thành một trong những nội dung của chiến lược phát triển nguồn nhân lực, nhưng khác các quốc gia khác ở chỗ việc nâng cao trí lực của chúng ta dựa trên nền tảng đạo đức, văn hoá và lối sống của dân tộc.

Hiện nay một vấn đề đang đặt ra cho việc nâng cao năng lực quản trị của các nhà quản trị doanh nghiệp Việt Nam, sự cần thiết là phải tìm kiếm những giải pháp để có thể chọn lựa, tuyển chọn những người có yếu tố của khả năng tự nhiên ở những cương vị quản trị tương ứng.

Khả năng điều kiện: Khả năng này của con người là được hình thành qua sự rèn luyện, kinh nghiệm cũng như qua đào tạo, đào tạo lại và bồi dưỡng. Khả năng này ảnh hưởng bởi chủ quan của con người và tác động của môi trường. Chính nó, nâng cao chất lượng tiềm năng của con người, làm cho người lao động làm việc có năng suất hơn, là biểu hiện của vai trò quyết định của yếu tố lao động trong sự phát triển kinh tế - xã hội của mỗi quốc gia. Khi xem xét điều kiện (vai trò giáo dục và đào tạo), các tác giả của cuốn *"Kinh tế học của sự phát triển"* đã chỉ rõ "Chất lượng lao động có thể được nâng cao nhờ giáo dục trẻ em lẫn người lớn, nhờ sức khoẻ tốt và sự nuôi dưỡng đối với trẻ em và người lao động, nhờ việc chuyển những người lao động sang vị trí có điều kiện lao động tốt hơn và nhờ giảm sự sinh đẻ".

Chính giáo dục và đào tạo dưới những hình thức khác nhau được coi là: "Một dạng quan trọng nhất của sự phát triển tiềm năng của con người theo nhiều nghĩa khác nhau". Trong sự phát triển của các doanh nghiệp trong nền kinh tế thị trường ở Việt Nam, lao động nói chung cũng như hoạt động của các nhà quản trị nói riêng, kinh nghiệm và sự rèn luyện trong lĩnh vực hoạt động sản xuất kinh doanh là một tố chất tốt tạo điều kiện thành công. Song, do sự đòi hỏi của nền kinh tế, họ không thể đáp ứng được nếu không được đào tạo và bồi dưỡng tốt về kiến thức nói chung cũng như kiến thức kinh tế, kiến thức quản lý, kiến thức pháp luật, và kiến thức về quan hệ kinh tế quốc tế... Bởi theo đánh giá chung hiện nay cho thấy ngày càng bộc lộ rõ sự bất cập rất lớn giữa khả năng và nhu cầu phát triển đội ngũ cán bộ quản trị doanh nghiệp.

Theo số liệu đăng trong tạp chí *"Thị trường lao động"* số 2/1998 có thể thấy rõ vấn đề này: về trình độ chuyên môn kỹ thuật chỉ có 52% các nhà doanh nghiệp có trình độ cao đẳng, đại học trở lên, 12,2% có trình độ trung học chuyên nghiệp, 6,4% có trình độ công nhân kỹ thuật, 19,8% chưa qua đào tạo (không có trình độ chuyên môn kỹ thuật), tính riêng khu vực nông thôn tỉ lệ này là 18,7%, 16,3%, 9,5% và 55,5%.

Khi xem xét sự hình thành khả năng này của con người, vấn đề nghiên cứu tác động của môi trường là vấn đề cần thiết. Môi trường ở đây có thể được hiểu là bao gồm: môi trường tự nhiên như điều kiện địa lý, khí hậu, dân số, phong tục, tập quán... và môi trường xã hội như thể chế kinh tế - xã hội, cơ cấu tổ chức, động lực phát triển... Trong sự chuẩn đoán những lĩnh vực và nguyên nhân tác động đến khả năng của con người nói chung cũng như khả năng hoạt động của các nhà quản trị doanh nghiệp với ý nghĩa được xem xét từ điều kiện môi trường, nhiều tác giả đã cho rằng môi trường sôi động sẽ được biểu thị bằng tốc độ diễn biến nhanh của nó và bằng những thay đổi đột ngột của các xu hướng, sự phức tạp được xác định bằng những số lượng các nhân tố có thể can thiệp vào sự diễn biến của môi trường.

Hướng đến hoạt động có hiệu quả: Nội dung này trong năng lực hoạt động của nhà quản trị phản ánh đặc trưng nghề nghiệp của hoạt động, bởi trong mỗi lĩnh vực hoạt động khác nhau có những mục đích khác nhau. Trong hoạt động quản trị doanh nghiệp, hiệu quả cao được coi như mục tiêu hướng tới của các nhà quản trị, vì trong tổ chức doanh nghiệp các nhà quản trị là những người đứng đầu các bộ phận và có trách nhiệm điều khiển công việc của người khác, họ phải biết cách làm cho bộ phận, nhóm, tổ chức của mình hoạt động nhịp nhàng và khoa học đạt hiệu quả cao, phải thể hiện được tính thống nhất giữa các lợi ích và nghĩa vụ mình đảm nhiệm trong mối quan hệ giữa cá nhân và tổ chức trong mọi hoạt động sản xuất kinh doanh của doanh nghiệp. Hướng đến hoạt động có hiệu quả, trong hoạt động của các nhà quản trị còn phản ánh sự kết hợp hài hoà, hay sự hoà quện cuả các khả năng có trong mối quan hệ quản trị nhằm đạt được kết quả cao nhất trong công việc đảm nhiệm.

Vì vậy, có thể thấy việc xem xét những quan niệm về năng lực hoạt động của con người nói chung cũng như của các nhà quản trị nói riêng là tạo cơ sở cho việc làm rõ mặt bản chất cuả các nhân tố ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động quản lý của các nhà quản trị, từ đó tìm kiếm những giải pháp tốt cho việc nâng cao năng lực hoạt động của các nhà quản trị kinh doanh trong xây dựng và phát triển kinh tế đất nước.

Trước khi xem xét các phương án cần thiết, theo chúng tôi phải làm rõ vai trò trong việc nâng cao năng lực của đội ngũ này. Việc nhận thức rõ nội dung này, về cơ bản có tính quyết định đến định hướng phát triển kinh tế - xã hội của mỗi doanh nghiệp, mỗi tổ chức xã hội.

2. VAI TRÒ CỦA VIỆC NÂNG CAO NĂNG LỰC QUẢN TRỊ TRONG CÁC DOANH NGHIỆP VIỆT NAM

2.1. Nâng cao năng lực của các nhà quản trị là yếu tố hạn chế thiệt hại và tăng khả năng tích luỹ cho doanh nghiệp và xã hội

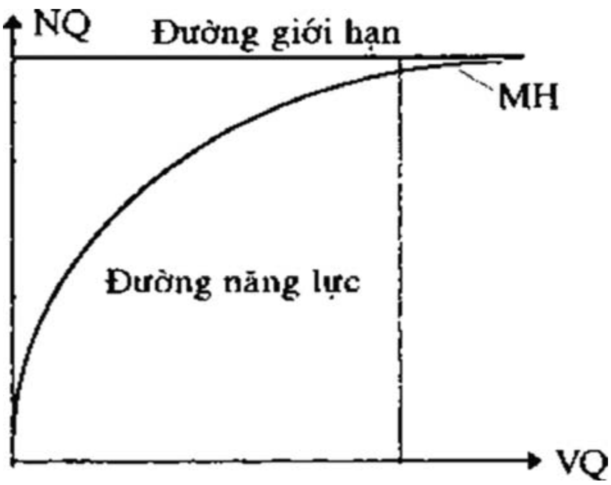
Trong quá trình phát triển kinh tế, các nhà quản trị kinh doanh nói chung, các nhà quản trị doanh nghiệp công nghiệp nói riêng đã trở thành những lực lượng quan trọng, quyết định sự thành công hay thất bại về kinh tế không những đối với doanh nghiệp mà còn cả xã hội.

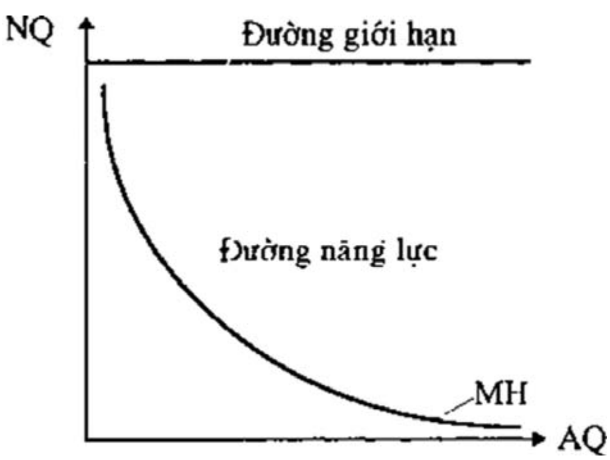
Khi đánh giá về những nguyên nhân dẫn đến tổn thất do chất lượng kém gây ra, nhiều nhà khoa học đã đưa đến kết luận *(Nguyễn Kim Định - Quản lý chất lượng trong doanh nghiệp theo TCVN 9000. Nxb Thống kê, 1998)*:

- 50% thuộc về lãnh đạo;
- 25% thuộc về giáo dục và đào tạo
- 25% thuộc về những người thực hành.

Kết luận trên cũng phù hợp với luận điểm của Adam Smith khi nghiên cứu về tích luỹ tư bản hay lao động sản xuất và lao động phi sản xuất trong cuốn *"Của cải của các dân tộc"*. Ông cho rằng, hoang phí là kẻ thù của dân chúng và hậu quả của việc quản lý kém nhiều khi cũng chẳng khác gì tính hoang phí *(Adam Smith - Của cải của các dân tộc- Nxb Giáo dục tr. 492)*.

Ngày nay, trong hoạt động kinh doanh, tính độc lập của mỗi doanh nghiệp chỉ còn là phạm trù tương đối do sự ảnh hưởng và phụ thuộc lẫn nhau. Vì vậy, năng lực hoạt động của các nhà quản trị được coi như yếu tô quyết định đến chất lượng, hạn chế tổn thất trong cạnh tranh. Horol Hoonzt cùng các tác giả đã cho rằng: “Theo sự phân tích cuối cùng thì hơn 90% các thất bại kinh doanh là do sự thiếu năng lực và kinh nghiệm của các nhà quản lý” *(Harol Hoonzt-Cyryl Odonneil-Heinz Weihrich - Nxb KHKT Hà Nội 1994- Biên dịch TS Vũ Thiều cùng các tác giả)* .Mặt khác, cũng do vị trí của doanh nghiệp trong nền kinh tế quốc dân, nên mỗi thiệt hại của một doanh nghiệp không có nghĩa là thiệt hại của bản thân nó, mà liên quan đến các doanh nghiệp khác và toàn xã hội. Do vậy, quay lại xem xét về mối quan hệ giữa phạm vi ảnh hưởng và rủi ro với vị trí của các nhà quản trị, ta thấy nếu năng lực của các nhà quản trị ở vị trí càng kém, thì ảnh hưởng đến xã hội càng lớn và ngược lại. Từ đó, có thể đưa ra sơ đồ về mối quan hệ giữa năng lực của nhà quản trị (NQ), Lợi ích của doanh nghiệp do các nhà quản trị mang lại (VQ), ảnh hưởng thiệt hại do các nhà quản trị gây ra (AQ) được biển diễn qua sơ đồ 1.





MH: $y = -ax^2 + bx + c$

$$MH: y = a\frac{1}{x^2} + bx$$

Sơ đồ 1: Quan hệ giữa NQ, VQ và AQ

Những ý tưởng trên đây cho thấy rõ nét về việc nâng cao năng lực hoạt động của các nhà quản trị là yếu tố hạn chế thiệt hại cho doanh nghiệp và xã hội.

Cũng như vậy, có thể thấy nâng cao năng lực của các nhà quản trị là yếu tố tăng khả năng tích luỹ cho doanh nghiệp và xã hội.

Trong hoạt động kinh doanh, các nhà quản trị doanh nghiệp sử dụng năng lực của bản thân mình kết hợp các yếu tố của nguồn lực sản xuất, tạo thành những sản phẩm cho doanh nghiệp. Do vậy, nếu họ có năng lực tốt, họ sẽ có nhiều khả năng giải quyết và ra được quyết định tối ưu trong quá trình thực hiện chức năng quản lý của mình, doanh nghiệp sẽ có khả năng tăng lợi nhuận qua bán sản phẩm của mình và sẽ tạo ra khả năng tích luỹ cho doanh nghiệp và mở rộng hoạt động sản xuất kinh doanh.

Nâng cao năng lực của nhà quản trị còn có nghĩa là nâng cao thực hành cá nhân, thực hành cá nhân lại là nguồn gốc của tăng năng suất lao động và năng suất lao động lại là nội dung của tích lũy. Do vậy, nâng cao năng lực của nhà quản trị cũng là tạo khả năng tích luỹ cho doanh nghiệp và cho xã hội.

Ngoài ra, hiện nay năng lực của các nhà quản trị còn là tạo cho đội ngũ này khả năng tiếp nhận khoa học và tiến bộ công nghệ ứng dụng vào sản xuất kinh doanh và hơn nữa, năng lực mới này của họ sẽ làm nảy sinh những phát minh khoa học công nghệ, tạo ra cho doanh nghiệp và xã hội một khả năng mới cho tích luỹ và phát triển.

2. 2. Nâng cao năng lực của các nhà quản trị góp phần trực tiếp vào nâng cao hiệu quả của quản lý nhà nước

Trong hệ thống kinh tế, mỗi doanh nghiệp là một tế bào. Nhà nước quản lý nền kinh tế thông qua chức năng quản lý kinh tế của mình, các tác động về chính sách của Nhà nước đối với các doanh nghiệp được chấp nhận hoặc phản hồi là biểu hiện của hiệu lực quản lý nhà nước.

Năng lực của nhà quản trị được thể hiện không những ở khả năng điều hành, mà còn ở cả khả năng nhận biết, phân tích các chính sách của Nhà nước, để đưa ra các sách lược và chiến lược kinh doanh cho doanh nghiệp của mình. Vì thế, phân tích chính sách là một nội dung cần thiết của hoạt động quản trị. Các nhà quản trị trong quá trình thực hiện công việc này đã làm tăng tính hiệu lực quản lý nhà nước từ phía người áp dụng chính sách.

Mặt khác, các nhà quản trị đã vận dụng các chính sách của Nhà nước vào trong thực tế. Sự kiểm nghiệm của các chính sách khi áp dụng là điều kiện tốt để có những phát hiện ưu, nhược của các chính sách ban hành. Nên nhà quản trị có năng lực tốt và mục tiêu của họ có tính đến lợi ích xã hội, họ sẽ góp phần tích cực bổ sung cho các chính sách đó hoàn chỉnh, và đó cũng là mặt tích cực làm tăng hiệu lực quản lý.

2. 3. Nâng cao năng lực góp phần bảo đảm sự công bằng

Trong mỗi doanh nghiệp, việc bảo đảm công bằng là nguồn lực thúc đẩy mọi thành viên trong doanh nghiệp tạo thành một khối thống nhất, quyết tâm hướng tới mục tiên của doanh nghiệp. Trong những nhân tố đảm bảo sự công bằng của người lao động trong doanh nghiệp, vai trò chỉ đạo và năng lực hoạt động của các nhà quản trị doanh nghiệp là yếu tố trọng yếu. Điều này được thể hiện trên các khía cạnh sau:

Thứ nhất, các nhà quản trị muốn tạo nên sự gắn bó của người lao động với doanh nghiệp, họ phải có năng lực điều hành doanh nghiệp không những với tư cách các mục tiêu của chủ sở hữu, mà còn phải đảm bảo cho người lao động thấy được lợi ích của bản thân họ trong các mục tiêu ấy. Các chính sách đãi ngộ không công bằng, không hợp lý sẽ dẫn doanh nghiệp đến bất ổn định và không phát triển. Đây là vấn đề khó đối với doanh nghiệp, đặc biệt là ở những doanh nghiệp có bộ máy quản lý thiếu năng lực, họ sẽ khó có khả năng đánh giá đúng cống hiến của người lao động, và đương nhiên kết quả nhận được từ phía người lao động và sự thiếu công bằng về thu nhập và tinh thần lao động vì doanh nghiệp bị triệt tiêu.

Thứ hai, trong các doanh nghiệp công nghiệp hiện đại, người lao động không phải thuần tuý là người lao động giản đơn, mà là những công nhân kỹ thuật có tay nghề cao và có óc sáng tạo. Do vậy, các nhà quản trị phải nâng cao năng lực của mình, chỉ có thế họ mới có thể nhận biết, tạo điều kiện và khuyến khích sáng tạo cá nhân. Ngoài ra, nhà quản trị còn phải nắm được năng lực của từng cá nhân trong từng bộ phận của mình, để bồi dưỡng và sắp xếp vị trí công tác cho nhân viên, công nhân trong bộ phận mình phụ trách. Nếu các nhà quản trị thiếu năng lực sẽ không biết, hoặc cố tình sắp xếp vị trí công tác của nhân viên mình phụ trách bằng cảm tính. Điều đó sẽ dẫn đến thiệt hại cho doanh nghiệp cũng như sự chán nản của người lao động, kết quả khó tránh khỏi là họ sẽ tìm kiếm nơi làm việc khác tốt hơn.

Thứ ba, ngoài việc đảm bảo sự công bằng cho người lao động, nâng cao năng lực của các nhà quản trị còn tạo điều kiện để đảm bảo sự công bằng xã hội. Nếu xét trên khía cạnh lợi ích, hiện tượng phổ biến là: lợi ích của một doanh nghiệp (không kể doanh nghiệp công ích) luôn mâu thuẫn với lợi ích xã hội. Tìm cách làm hài hoà giữa các lợi ích: lợi ích xã hội, lợi ích cá nhân, lợi ích tập thể luôn luôn đặt ra và được Nhà nước ủng hộ. Vì vậy, nếu các nhà quản trị doanh nghiệp thiếu hiểu biết về luật pháp, về nghĩa vụ và quyền lợi, sẽ dẫn đến việc chỉ coi trọng lợi ích cá nhân hay lợi ích tập thể cục bộ, đương nhiên là không bảo đảm được công bằng xã hội.

Mặt khác, các nhà quản trị doanh nghiệp thiếu năng lực và hiểu biết về môi trường sẽ chỉ chạy theo lợi nhuận. Đó là một tai họa cho xã hội.

2.4. Nâng cao năng lực của các nhà quản trị góp phần tạo điều kiện để tăng khả năng cạnh tranh và nâng cao vị trí của dân tộc trong quan hệ quốc tế

Ngày nay, trong quan hệ kinh tế quốc tế, các doanh nghiệp Việt Nam không chỉ hoạt động trong phạm vi quốc gia mà còn hướng hoạt động kinh doanh của mình tới thế giới và khu vực. Các nhà quản trị doanh nghiệp vì thế, cần thiết phải có những năng lực mới đủ sức hoạt động trong môi trường cạnh tranh mới và những quan hệ có tính quốc tế.

Khi tham gia vào các quan hệ mới này, các nhà quản trị phải có kiến thức về kinh tế quốc tế, luật pháp quốc tế, thông lệ quốc tế và am hiểu về con người, văn hóa, chính trị ... ở các nước mà họ quan hệ. Đó là điều hiện nay các nhà quản trị Việt Nam còn thiếu.

Trong quan hệ kinh tế quốc tế, ngoài việc tìm kiếm lợi nhuận, các nhà quản trị (thường là quản trị cao cấp) còn phải gánh trọng trách như là một sứ giả của ngoại giao hoà bình hiểu biết và giao lưu văn hóa giữa các dân tộc. Sản phẩm do các doanh nghiệp sản xuất ra không còn giới hạn trong việc tiêu dùng thuần tuý nữa, mà nó đã trở thành biểu tượng của dân tộc. Những điều tra xã hội học và thực tế đã cho thấy rằng: hầu hết dân cư ở một nước biết đến nước khác bằng sự khâm phục và ái mộ qua các sản phẩm hàng hóa được trao đổi. Vì thế, năng lực hoạt động của các nhà quản trị là một thách thức trong cạnh tranh kinh tế và vị trí của dân tộc trên thế giới và khu vực.

Tóm lại, việc phân tích và làm rõ hơn nội hàm của năng lực quản trị doanh nghiệp và vai trò năng lực quản trị của các nhà quản trị doanh nghiệp cho thấy rõ hơn sự hình thành và nội dung của năng lực quản trị, cũng như quan điểm và nội dung của hoạt động quản trị, để từ đó tạo cơ sở khoa học cho những giải pháp tích cực, nhằm nâng cao năng lực của các nhà quản trị phù hợp với điều kiện kinh tế, xã hội của Việt Nam trong giai đoạn hiện nay.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Adam Smith, The Wealth of Nation, NXB Giáo dục, Hà Nội

[2] Đinh Tiến Dũng (2000), Hiệu quả hoạt động quản lý doanh nghiệp công nghiệp, NXB Lao động XH, Hà Nội.

[3] Harol Hoonzt - Cyryl Odonnell- Heinz Weihrich (1994), Những vấn đề cốt yếu của quản lý, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.

[4] Nhà xuất Khoa học Xã hội 91994), Từ điển Việt - Việt, Hà Nội.

[5] Nguyễn Kim Định (1998), quản lý chất lượng trong doanh nghiệp theo TCVN 9000, NXB Thống kê, Hà Nội

[6] R.S Dwvepi (1985), Management of Human Resources, Oxford & FBH Publishing Co. PVT. LMT - New Delhi

Nghiên cứu dao động khung liên kết, tương tác với nền đàn hồi, chịu tải trọng động đất

>PGS. TS PHẠM ĐỨC PHUNG*

TÓM TẮT

Với sự phát triển mạnh mẽ của nền công nghiệp hoá, hiện đại hoá, đất nước ngày càng đổi mới . Tại các thành phố lớn đã có nhiều nhà cao tầng được xây dựng giải quyết chỗ ăn ở,vui chơi giai trí cho công nhân, nhân dân. Đã có nhiều công trình khoa học công bố nghiên cứu nhà cao tầng mang lại nhiều lợi ích kinh tế xã hội. Khi tính toán nhà cao tầng các nhà khoa học, thiết kế tính phần khung nhiều tầng riêng, sau đó lấy nội lực của chân cột truyền xuống để tính móng. Như vậy tính hai phần riêng rẽ. Trong bài báo này, tác giả đã đưa về sơ đồ tính hình 8b, do đó khung và nền làm việc đồng thời. Tác giả đã sử dụng phổ phản ứng đàn hồi cho các loại nền đất loại từ A đến E, tác dụng của lực động đất nằm ngang, lập sơ đồ khối, lập chương trìng tính cho thí dụ nhà cao 15 tầng. Tính tần số dao động và vẽ biểu đồ nội lực mô men uốn.

Vậy, mục tiêu trong bài báo này: tác giả đã nghiên cứu tính khung liên kết, tương tác với móng làm việc đồng thời chịu tác động của lực động đất.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Với sự phát triển mạnh mẽ, đổi mới của đất nước, nền công nghiệp hoá và hiện đại hoá càng được quan tâm. Khu đô thị mới, các khu công nghiệp ở một số thành phố lớn cũng được mở rộng, nhiều nhà cao tầng mọc lên để giải quyết chỗ ăn ở cho công nhân, nhân dân. Tại Việt Nam, đã có nhiều công trình xây dựng cao tầng.

Thế giới phát triển nhà cao tầng cùng với sự phát triển của nhân loại.

Khí hậu thay đổi, môi trường ở khu đông dân ô nhiễm. Thiên nhiên ngày càng khốc liệt hơn. Con người phải đương đầu với tai họa thiên nhiên như

Hình 1: Khách sạn Shoraton Hà Nội

* Đại học Công nghệ Đông Á.

Hình 2: Khách sạn Sofhotel Hồ Chí Minh

Hình 3: Các tòa nhà thế giới năm 1993 đến năm 2005

Hình 4: Động đất công trình bị sập vì tầng 1 yếu

Hình 5: Kết cấu bị biến dang dưới tải trọng động đất

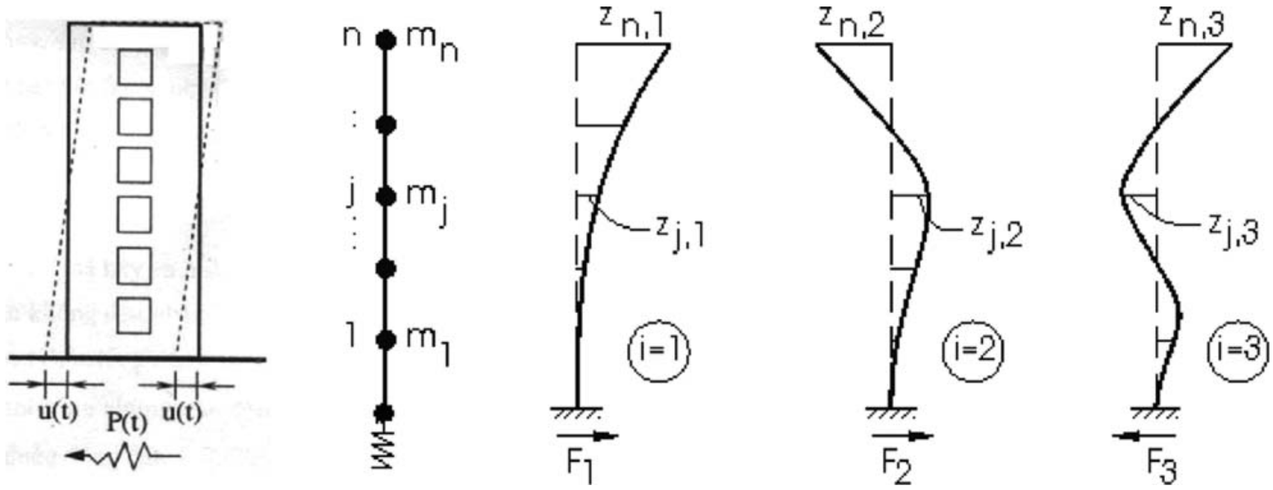
Hình 6: Công trình bị nghiền do nền đất yếu

Hình 7: Nút khu công trình bị nứt do động đất

động đất, núi lửa, lũ lụt, bảo tố, sóng thần.... Trong đó động đất là một hiện tượng gây thảm họa kinh hoàng nhất cho các công trình xây dựng cao tầng, gây thiệt hại người và của.

Những năm đầu thế kỷ 21, trên thế giới đã xảy ra trận động đất: Ấn Độ (2001), Apganistan (2002), Iran (2004), Indonesia (2004), Haiti (2010), Chile (2010), Trung Quốc (2010), Indonesia (2010) đã phá huỷ nhiều công trình cao tầng và đồ sộ.

Mục tiêu trong bài báo tác giả chỉ đề cập: Nghiên cứu dao động khung nhiều tầng liên kết, tương tác với nền đàn hồi, do tác dụng tải trọng động đất:



Hình 8: Mô hình tải trọng đất

2. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

2.1. Mô hình tính

Từ sơ đồ thực tế công trình cao tầng, ta có thể đưa về sơ đồ tính (Hinh 8). Tương ứng là ba dạng dao động cơ bản.

2.2. Phương pháp tính công trình chịu

Tính công trình do động đất, thực chất là xác định lực động đất, là lực quán tính phát sinh ra do chuyển động có gia tốc của công trình khi nền dịch chuyển có gia tốc. Lực động đất thường được xác định bằng hai phương pháp: Phương pháp thứ nhất tĩnh lực học; Phương pháp thứ hai động lực học.

Sự khác nhau giữa hai phương pháp là: Xác định các lực động đất; Phân chia các lực này trên kết cấu.

2.3. Điều kiện nền đất và tác động động đất

2.3.1. Điều kiện đất nền

Từ các đồ thị gia tốc, vận tốc (Hình 9. Hình 10) và chuyển vị biến thiên theo thời gian ghi được từ các trận động đất khác nhau chúng ta thấy rằng chuyển động của nền đất khá phức a) tạp và không đều [3] [6].

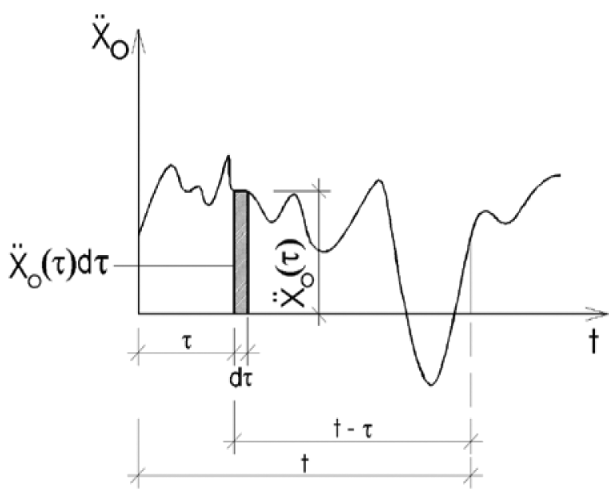
Việc nghiên cứu các mặt cắt địa tầng đưa ra 5 loại nền chủ yếu A, B, C, D, E [2] [3].

Phổ phản ứng đàn hồi cho các loại nền đất từ A đến E (độ cản 5%) (Hinh 12)

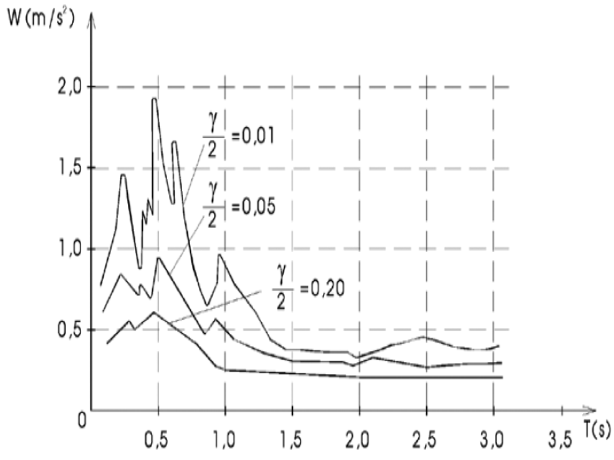
2.3.2. Cấp động đất

Căn cứ vào đỉnh gia tốc nền agR tại các địa phương trong cả nước (theo phụ lục I, TCXDVN 375:2006), phân vùng động đất theo thang MSK- 64 thì thủ đô Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh.

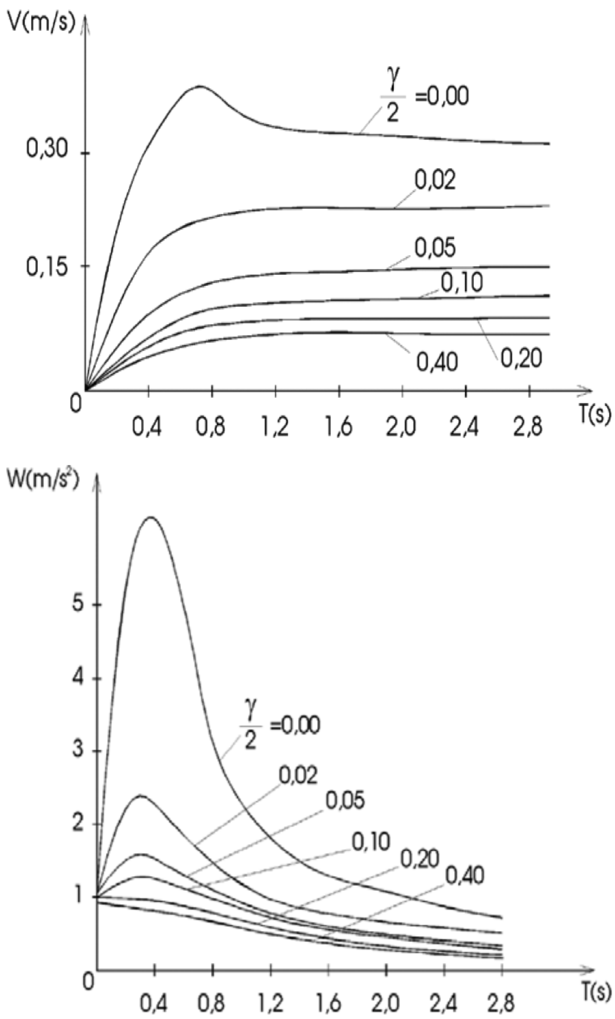
2.3.3 Biểu đồ diễn biến cơ bản của tác động động đất



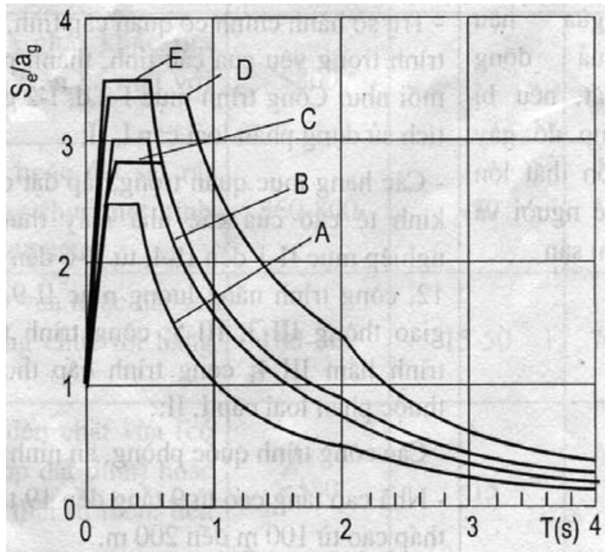
Hình 9: Mô hình gia tốc nền tổng quát



Hình 10: Phổ gia tốc của trận động đất El - Cetro



Hình 11: Các phổ vận tốc và gia tốc trung bình



Hình 12: Phổ phản ứng đàn hồi của các loại đất nền từ A đến E

2.3.4. Phân tích kết cấu

Sơ đồ tính kết cấu cao tầng chịu tải trọng ngang và đứng được liên kết với nhau qua các sàn và dầm (tấm cứng). Sàn nhà có thể xem là cứng trong mặt phẳng của chúng thì các khối lượng và mô men quán tính của mỗi sàn có thể tập trung tại trọng tâm (hình 8). Mỗi một sàn sử dụng hai mô hình phẳng, theo hai phương chính.

Phân bố lực động đất nằm ngang:

Tác động động đất được xác định bằng cách đặt các lực ngang F_i vào tất cả các tầng ở hai mô hình phẳng tính theo công thức (1) (hình 8)

$$F_i = F_i.\frac{s_i m_i}{\sum s_i m_i} \qquad (1)$$

Trong đó: F_i - lực ngang tác dụng tại tầng thư i

F_b - lực cắt do động đất tính theo công thức (2)

$$F_b = S_d(T_1).m.\lambda \qquad (2)$$

$S_d(T_1)$ - tung độ của phổ thiết kế tại chu kì T_1;

T_1 - chu kỳ dao động cơ bản của nhà do chuyển động ngang theo hướng đang xét;

m - tổng khối lượng của nhà ở trên móng

λ - Hệ số hiệu chỉnh, lấy bằng 1,0 cho các nahf có trên 2 tầng.

S_j - lần lượt là chuyển vị của khối lượng m_i, m_j ở dạng dao động cơ bản

M_i, m_j - khối lượng của các tầng, nhưng tính cho mỗi tầng i,j

2.3.5. Tổ hợp tải trọng

Tổ hợp tải trọng gồm các tải trọng thường xuyên, tải trọng tạm thời (hoạt tải) và tải trọng động đất theo TCXDVN.375-2006 [3] [4]

- Tổ hợp tải trọng động đất có hai tải trọng tạm thời trở lên thì giá trị tải trọng động đất lấy không giảm, giá trị tạm thời nhân với hệ số 0,8;

Ghi chú: Trong tổ hợp tải trọng động đất có tải trọng động đất không kể đến tải trọng gió (Bảng 1)

2.3.6. Đặt bài toán

Xét mô hình có nhiều bậc tự do như trên (hình 8), mà ở đó bậc tự do về chuyển vị nút có thể là tùy ý, ngoài khối lượng phân bố trên hệ tại các điểm nút, trong trường hợp tổng quát.

Ký hiệu {Xg(t)} là véc tơ chứa các thành phần chuyển vị của nền: gồm 6 phần tử trong không gian ba chiều, 3 phần tử trong không gian hai chiều (chuyển động trong mặt phẳng),

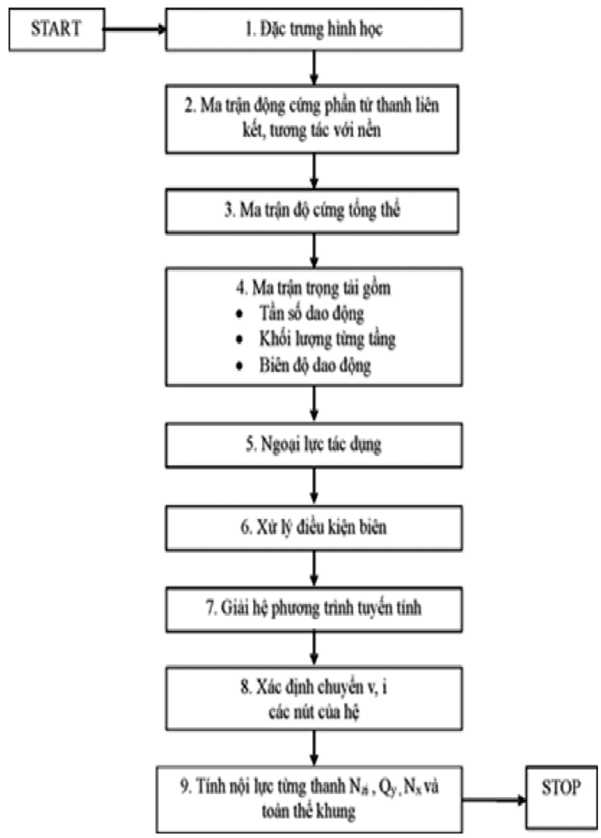
Khi nền chuyển động do động đất, trên hệ có ngoại lực tác dụng động đất [P(t)]; phương trình vi phân động của hệ hữu hạn bậc tự do có dạng như sau [1]

$$[M]\{\ddot{X}\} + [C]\{\dot{X}\} + [K]\{X\} = [P(t)] \qquad (3)$$

Trong đó: [M] - là ma trận khối lượng; [K] - là ma trận cứng của hệ; [C] - là ma trận cản của hệ.

Việc thiết lập ma trận khối lượng và ma trận cứng không có gì đặc biệt, riêng ma trận cản [C] có hay không tùy từng bài toán [1].

3. LẬP SƠ ĐỒ KHỐI



4. KẾT LUẬN

1. Về động đất, tác giả đã trình bày phương pháp: tĩnh lực học và phương pháp động lực học. Nền dịch chuyển theo phương bất kỳ.

2. Lập sơ đồ khối, lập chương trình và lấy thí dụ tính dao động cho khung nhà cao 15 tầng chịu tác dụng tải trọng động đất. Tìm ra được tần số dao động cho ba dạng dao động cơ bản, giá trị mô men uốn lớn nhất ttên nền đàn hồi.

3. Các kỹ sư thiết kế có thể dựa trên quy trình này tính toán trực tiếp, hoặc thông qua sơ đồ khối tự lập xây dựng các phần mềm cho riêng mình phục vụ thiết kế chịu tác tải trọng động đất.

4. Trình bày bản chất của phương pháp phổ để xác định đặc trưng thiết kế. Từ đây, có thể thiết lập thuật toán và chương trình cho tính toán thực tế.❖

SUMARY

Vietnam has great changes with the strong development of the industrialization and modernization. In the big cities, there are so many high-rise blocks built for the workers and people's commendation and entertainment. A lot of Scientific-project researches on high-rise buildings proclaimed have brought social-economic benefits.

When working on these buildings, the scientists and designers calculate the frames of the storey particularly, then take inner force of the pillar to wall foundation. Actually, these two parts are calculated separately. In this article, the designer dealt with the 8b sketch, so that the frame and the floor are conducted at the same time. The designer used the spectrum of elasticity for the different floor foundations from A to E, the effect of the horizontal dynomology, making block sketch, planning the calculating programme for the fifteen-storey building as an example. The designer calculated the frequency of the oscillation and painted the sketch of the moment force.

Obviously, the target in this article namely the designer studies the linked frame, which integrates with the wall foundation working simultaneously, which are affected by the earthquake dynomology.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Phan Đức Phung, Luận văn Tiến sỹ Nghiên cứu dao động của tâm ba lớp dạng SNDWICH, Hà Nội, 2005.

[2] TS. Phan Đức Phung, Bài tập Sức bền vật liệu, NXB Xây dựng Hà Nội, 2010.

[3] Đặng Tỉnh, ETABS và SAP 2000 thực hành tính toán nhà cao tầng, NXB Xây dựng, 2012.

[4] Viện khoa học và công nghệ xây dựng (2008), Hướng dẫn thiết kế nhà cao tầng bê tông cốt thép chịu động đất.

[5] Trình Thái Hưng, Luận văn Thạc sĩ Đánh giá độ tin cậy của kết cấu khung chịu Tải trọng động dạng điều hòa, Hà Nội, 2007.

[6] Trịnh Thái Chúc, Luận văn thạc sĩ Đánh giá độ tin cậy của kết cấu khung chịu tải trọng động dạng điều hòa, Hà Nội, 2010.

Tái cơ cấu tổ chức quản trị doanh nghiệp nhỏ và vừa - vấn đề và giải pháp công nghệ

>TS. ĐINH PHƯƠNG THẢO, TS. PHAN THANH ĐỨC,
CN. CẦM NGỌC MAI, CN. ĐỖ HUYỀN TRANG*

TÓM TẮT

Các doanh nghiệp nhỏ và vừa chịu rất nhiều ảnh hưởng trong quá trình toàn cầu hóa đầy biến động và đứng trước thách thức phải thích ứng với sự cạnh tranh toàn cầu. Các phương pháp quản trị truyền thống đã trở nên lạc hậu và cơ cấu tổ chức quản trị ngày càng bộc lộ những yếu điểm không còn đạt hiệu quả như kỳ vọng. Để có thể tồn tại, thay đổi và phát triển, việc tái cơ cấu tổ chức quản trị doanh nghiệp là vấn đề sống còn đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Bài báo phân tích tính cấp thiết của việc tái cơ cấu tổ chức quản trị và trình bày các vấn đề công nghệ và quản trị có liên quan đang ảnh hưởng đến hoạt động tái cơ cấu tổ chức quản trị cho các các doanh nghiệp vừa và nhỏ.

Từ khóa: *Tái cơ cấu, tổ chức quản trị, doanh nghiệp nhỏ và vừa, SMEs, nhu cầu tái cơ cấu tổ chức quản trị đối với các doanh nghiệp nhỏ và vừa, định hướng quy trình nghiệp vụ, BPO, quản lý quy trình nghiệp vụ, BPM, hệ thống thông tin, kiến trúc doanh nghiệp, EA.*

1. SỰ CẦN THIẾT CỦA TÁI CƠ CẤU TỔ CHỨC QUẢN TRỊ DOANH NGHIỆP VỪA VÀ NHỎ

Tính đến năm 2017 tại Việt Nam, trên tổng số 518.000 doanh nghiệp có khoảng 98% là các doanh nghiệp nhỏ và vừa (SME). Trong những năm qua, nhóm các doanh nghiệpSME đã có sự tiến bộ nhanh chóng và trở thành lực lượng phát triển nền kinh tế trọng yếu của quốc gia. Nhận thấy rõ vai trò quan trọng cũng như tiềm năng phát triển của nhóm doanh nghiệp SME, Chính phủ đã có rất nhiều chính sách hỗ trợ và phát triển như Luật Hỗ trợ doanh nghiệp vừa và nhỏ được Quốc hội thông qua ngày 01/01/2018 và đã có hiệu lực với nhiều quy định ưu đãi, ủng hộ DNNVV trong việc sản xuất, kinh doanh. Đây là hành lang pháp lý quan trọng để các thành phần của nền kinh tế chung tay hỗ trợ cho sự phát triển mạnh mẽ của DNNVV. Cũng trong tháng 3/2018 vừa qua, Chính phủ đã ban hành Nghị định số 39/2018/NĐ-CP về hướng dẫn Luật hỗ trợ doanh nghiệp nhỏ và vừa. Theo Nghị định trên, các DNNVV được hưởng nhiều chính sách hỗ trợ từ Nhà nước như: hỗ trợ thông tin, tư vấn, phát triển nguồn nhân lực, chuyển đổi từ hộ kinh doanh, khởi nghiệp sáng tạo, tham gia cụm liên kết ngành, chuỗi giá trị.

Tuy nhiên, đặt trong bối cảnh toàn cầu hóa với sự phát triển vượt bậc của công nghệ thông tin ngày nay. Nhóm doanh nghiệp SME đang đứng trước sự cạnh tranh thị trường vô cùng khốc liệt. Số liệu rất đáng chú ý của Tổng Cục Thống Kê (Bộ KH&ĐT) trong 4 tháng đầu năm nay cho thấy, có 4.699 DN hoàn tất thủ tục giải thể, tăng 5,8% so với cùng kỳ năm 2017. Như vậy, nhóm DNNVV còn đang gặp nhiều khó khăn, nhiều tồn tại và hạn chế. Và để có thể tồn tại và phát triển, việc tái cơ cấu tổ chức quản trị doanh nghiệp là vô cùng cấp thiết ở thời điểm này và mỗi nhà quản trị doanh nghiệp đều đang phải đối mặt.

* Đại học Công nghệ Đông Á.

2. NHU CẦU TÁI CƠ CẤU TỔ CHỨC QUẢN TRỊ ĐỐI VỚI CÁC DOANH NGHIỆP NHỎ VÀ VỪA

Trước hết cần nhận thấy rằng, các phương pháp quản trị truyền thống đã không còn đạt hiệu quả cao khi nhóm doanh nghiệp SME đứng trước bài toán phải thích ứng với sự cạnh tranh toàn cầu trong môi trường kinh doanh khắt khe. Các doanh nghiệp SME hiện tại vẫn tổ chức quản trị theo mô hình tiếp cận theo hàng dọc. Trong mô hình này các lãnh đạo kiểm soát toàn bộ công việc của đơn vị. Cách tổ chức quản lý theo hàng dọc gây ra những vấn đề như: gây chậm trễ trong việc trao đổi thông tin; việc phân tích thông tin và ra quyết định chỉ được tập trung ở cấp lãnh đạo. Với môi trường và nền kinh tế cũ, mô hình quản trị này phần nào có thể xử lý được các vấn đề của doanh nghiệp nhưng trong môi trường kinh tế mới khi hoạt động tự động hóa ngày càng được phổ biến trong các công việc hàng ngày, đối mặt với yêu cầu phát triển nhanh và vững mạnh, mô hình cũ đang cầm chân và làm trì trệ sự phát triển cần thiết. Tất cả những điều này làm cho mô hình quản lý theo chiều dọc ngày càng thể hiện sự bất cập. Và điều này đòi hỏi sự thiết lập lại toàn bộ sơ đồ cơ cấu tổ chức quản trị với quyền hạn được phân bố phù hợp, nhằm hướng tới một cơ cấu tổ chức mới có hiệu quả kinh doanh cao hơn, có tính cạnh tranh và đảm bảo lợi nhuận hơn.

Thứ hai, định hướng quy trình nghiệp vụ đang là nền tảng cho hoạt động tái cơ cấu tổ chức quản trị doanh nghiệp. Để phù hợp với nền kinh tế đang biến động hàng ngày việc thay đổi định hướng quy trình nghiệp vụ là cần thiết. Định hướng quy trình nghiệp vụ sẽ thay đổi mô hình quản trị từ chiều dọc tập quyền sang mô hình quản trị theo chiều ngang. Các doanh nghiệp được tổ chức theo định hướng quy trình nghiệp vụ có thể dễ dàng áp dụng những thay đổi hàng ngày mà đảm bảo không ảnh hưởng đến hoạt động vận hành doanh nghiệp. Bên cạnh đó, khi tất cả công việc đều được ban hành thành quy trình với phân quyền rõ ràng thì việc thay thế nguồn nhân lực không còn là bài toán lớn, nhân sự mới ngay lập tức có thể vào làm việc mà không cần phải đào tạo lại. Tuy nhiên các doanh nghiệp SME hiện tại đa phần đều chưa có bộ quy trình làm việc chuẩn mực giúp tối ưu hóa việc sản xuất, kinh doanh. Khi không có bộ quy trình, bộ máy hoạt động thiếu mối liên hệ giữa các bộ phận, thiếu sự liên kết cùng giải quyết vấn đề, các luồng thông tin không được tổ chức rạch ròi khiến cho nhiều quyết định quan trọng trở nên chậm chạp. Do không có bộ quy trình làm việc cụ thể nên các công việc thường được thực hiện đa phần theo thói quen, chưa được chuẩn hóa thành quy định rõ ràng. Có rất nhiều công việc còn làm chồng chéo lên nhau, nhiều phòng ban cùng làm một việc hoặc một người làm nhiều việc… gây chậm trễ công việc và rất khó để xác định trách nhiệm thuộc về ai. Đa phần các nhân sự có trình độ chuyên môn đều đang kiêm nhiệm cả nhiệm vụ quản lý lẫn các công việc phía dưới, khiến nhân sự bị quá tải, giảm tinh thần làm việc, dẫn đến chất lượng công việc không cao. Công tác giám sát tiến độ chưa chặt chẽ, làm việc không hiệu quả. Ảnh hưởng lớn đến hiệu quả công việc, gây ra trễ tiến độ, tâm lý chán nản cho cán bộ công nhân viên. Khi các doanh nghiệp liên tục phải đối mặt với bài toán thay đổi để cải tiến, thay đổi để tránh lạc hậu tư duy thì việc thiết kế một bộ quy trình nghiệp vụ là vô cùng cần thiết.

Vấn đề thứ ba, khi cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đang bùng nổ vô cùng mạnh mẽ, các thành tựu của công nghệ đang tác động và thay đổi đến từng khía cạnh khác nhau của nền kinh tế. Đòi hỏi nhóm doanh nghiệp SME phải cải tiến để kịp thời thích nghi với môi trường kinh doanh mới. Bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0 đề ra những thách thức đòi hỏi nhóm doanh nghiệp SME phải biết vận dụng công nghệ để cải tiến, hòa mình vào dòng chảy phát triển của nền kinh tế.Tuy nhiên, với phương pháp quản trị truyền thống cơ cấu tổ chức của doanh nghiệp dường như chưa thể thay đổi theo kịp những ảnh hưởng của công nghệ. Đồng thời, với cuộc cách mạng công nghiệp 4.0, trí tuệ nhân tạo xuất hiện phần nào thay thế nguồn lao động thủ công. Lực lượng lao động lúc này đã thay đổi với sự góp mặt của công nghệ và máy móc. Lực lượng lao động thay đổi chắc chắn đòi hỏi sự thay đổi trong cơ cấu tổ chức của doanh nghiệp. Nếu vẫn giữ những mô hình quản trị cũ doanh nghiệp sẽ phải đối mặt với bài toán rủi ro về nguồn lực, chất lượng của sản phẩm và dịch vụ cung cấp cho khác hàng. Bởi vậy, đáp ứng lại sự biến động của môi trường kinh doanh trong cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 khi lực lượng lao động thay đổi thì cơ cấu tổ chức của doanh nghiệp cũng phải thay đổi để thích ứng với thời cuộc. Tái cơ cấu tổ chức quản trị doanh nghiệp là cần thiết đối với các doanh nghiệp, bất kể quy mô lớn nhỏ để đảm bảo sự phát triển trong tương lai.

3. ĐỊNH HƯỚNG QUY TRÌNH NGHIỆP VỤ - CÁCH TIẾP CẬN CHO HOẠT ĐỘNG TÁI CƠ CẤU TỔ CHỨC QUẢN TRỊ DOANH NGHIỆP

Đối với mỗi doanh nghiệp, do tính chất riêng về ngành nghề kinh doanh, lĩnh vực kinh doanh, mục đích, mục tiêu, quy mô hoạt động, thị trường… từ đó việc quản lý mỗi doanh nghiệp có những điểm khác nhau nhất định và vì vậy khi tái cơ cấu, có nhiều hình thức tổ chức quản trị mà doanh nghiệp có thể lựa chọn thực hiện. Đó là các hình thức tổ chức truyền thống [1], hoặc các phương pháp mới như định hướng quy trình nghiệp vụ BPO [2]. Mỗi hình thức tiếp cận đều có vai trò lịch sử theo thời gian và mang những ưu điểm nhược điểm riêng.

Các hình thức tổ chức quản trị doanh nghiệp truyền thống

Hình thức tổ chức quản trị mà doanh nghiệp truyền thống bao gồm: cơ cấu tổ chức kiểu trực tuyến, cơ cấu tổ chức kiểu chức năng, cơ cấu tổ chức kiểu trực tuyến - chức năng, cơ cấu tổ chức kiểu ma trận, cơ cấu tổ chức theo phạm vi địa lý, cơ cấu tổ chức theo sản phẩm hay dịch vụ [1]. Tổ chức quản trị doanh nghiệp truyền thống đem lại hiệu quả quản lý doanh nghiệp trong quá khứ, tuy nhiên đối mặt với cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 và nền kinh tế thị trường gia tăng sự cạnh tranh và đầy biến động, các hình thức tổ chức quản trị doanh nghiệp truyền thống phần nào không còn phù hợp.

Nguyên tắc tổ chức quản trị theo các mô hình truyền thống còn được gọi cách tiếp cận theo hàng dọc là thực hiện việc chuyên môn hóa dựa trên chức năng các phòng ban trong doanh nghiệp và tối ưu hóa việc sử dụng nguồn lực. Trong mô hình này các lãnh đạo đơn vị kiểm soát toàn bộ công việc của đơn vị, nhân viên trong đơn vị thực hiện các công việc theo sự phân công của lãnh đạo. Việc ra quyết định quản lý do lãnh đạo thực hiện, còn nhân viên tập trung vào việc thực hiện công việc. Cách tổ chức quản lý theo hàng dọc gây ra những vấn đề như: chậm chễ trong việc trao đổi thông tin, thông tin được luân chuyển theo nguyên tắc báo cáo; việc phân tích thông tin và ra quyết định tập trung ở cấp lãnh đạo, cấp dưới chú trọng vào việc thực hiện theo mệnh lệnh được ban hành hơn là quan tâm đến chất lượng của hoạt động.

Định hướng quy trình nghiệp vụ (BPO) cho hoạt động tái cơ cấu tổ chức quản trị doanh nghiệp

Cách tiếp cận công tác tổ chức hoạt động quản trị mới được gọi là cách tiếp cận theo hàng ngang hay định hướng quy trình nghiệp vụ, cụ thể là thông qua các quy trình nghiệp vụ và chú trọng vào giá trị cung cấp cho khách hàng. Theo nguyên tắc mới này, mọi hoạt động của công ty đều được xem như các quy trình, trong đó quy trình nghiệp vụ lõi là trung tâm hoạt động, còn các quy trình khác sẽ cung cấp sự hỗ trợ cùng các nguồn lực cần thiết cho quy trình lõi. Đây cũng chính là điểm chung giữa cách tiếp cận BPO và hệ thống quản lý chất lượng ISO 9001. Đó là hoạt động kinh doanh của các doanh nghiệp nói chung và nhóm doanh nghiệp nhỏ và vừa nói riêng cần hướng tới khách hàng và được tổ chức thực hiện thông qua các quy trình nghiệp vụ.

Tóm lại, định hướng quy trình nghiệp vụ (Business Process Orientation - BPO) là cách thức tổ chức công việc, phối hợp giữa các đơn vị chức năng và ứng dụng công nghệ dựa trên các quy trình nghiệp vụ nhằm tạo ra các sản phẩm dịch vụ cho khách hàng [4]. BPO thiết lập một môi trường phát triển cho phép bộ phận nghiệp vụ và bộ phận công nghệ cùng làm việc trên một mô hình chia sẻ, xây dựng và điều chỉnh các quy trình nghiệp vụ. Các mô hình quy trình nghiệp vụ được phân tích, thiết kế và có thể được đưa vào ứng dụng trong thực tế rất nhanh. Nhiều nhà nghiên cứu đã xem BPO là nền tảng cơ sở cho quá trình tái cơ cấu và thiết kế lại quy trình nghiệp vụ [5] [6]. BPO giúp các quy trình được trở nên rõ ràng, tường minh trong tổ chức và tạo môi trường cho việc cải thiện các hoạt động thông qua các nỗ lực tái thiết kế quy trình.

4. ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TRONG HOẠT ĐỘNG TÁI CƠ CẤU TỔ CHỨC QUẢN TRỊ

Trong bối cảnh công nghệ thông tin phát triển ngày một tiên tiến, lý thuyết phần lớn đã được giải quyết nhưng nền tảng lý thuyết tốt chưa thể đảm bảo phát huy được toàn bộ hiệu quả khi ứng dụng. Do vậy, tổ chức quản trị ngày nay không chỉ đơn giản là phương pháp cần có những giải pháp, công cụ cụ thể kèm theo để đảm bảo tính tuân thủ khi áp dụng cũng như tăng tính hiệu quả của hoạt động tái cơ cấu. Nền tảng công nghệ cho hoạt động Tái cơ cấu chính là xây dựng và ứng dụng một hệ thống thông tin theo hướng tiếp cận quản lý quy trình nghiệp vụ và dựa trên một kiến trúc phù hợp với doanh nghiệp SME.

Vai trò của hệ thống thông tin trong tổ chức quản trị doanh nghiệp

Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của nền kinh tế, doanh nghiệp luôn cần phải nắm bắt chính xác và kịp thời xu hướng, dòng chảy của xã hội để tránh bị thụt lùi, lạc hậu. Trong đó, hệ thống thông tin đóng một vai trò rất lớn vào việc giúp doanh nghiệp phát triển và tạo được vị thế trên thị trường.

Hệ thống thông tin đóng vai trò làm vật trung gian giữa các công ty, doanh nghiệp với môi trường, xã hội. Vai trò của hệ thống thông tin được thể hiện qua hai mặt là bên trong và bên ngoài doanh nghiệp. Về mặt ngoài, hệ thống thông tin có vai trò thu thập các dữ liệu từ môi trường bên ngoài, và đưa thông tin từ trong doanh nghiệp ra bên ngoài. Các loại thông tin được thu thập và cung cấp ra bên ngoài bao gồm thông tin về giá cả, sức lao động, thị hiếu của người tiêu dùng, nhu cầu mặt hàng, lạm phát, các chính sách của chính phủ… Về mặt nội bộ, hệ thống thông tin nội bộ của doanh nghiệp đóng vai trò như một cây cầu, liên kết giữa các bộ phận trong doanh nghiệp, thu thập và cung cấp thông tin cho những đơn vị cần thiết để thực hiện các mục tiêu khác nhau mà doanh nghiệp đề ra.

Hệ thống thông tin cải thiện khả năng cạnh tranh cho doanh nghiệp, hỗ trợ việc ra quyết định của doanh nghiệp, hỗ trợ trong nghiệp vụ, hoạt động kinh doanh. Có thể nói, hệ thống thông tin chính là một công cụ đắc lực, là cánh tay phải giúp các doanh nghiệp phát triển, tạo ra giá trị thương hiệu và vị thế cạnh tranh tối ưu trên thị trường không chỉ ở Việt Nam mà còn ở các thị trường quốc tế. Chính vì thế, hệ thống thông tin đóng một vai trò quan trọng, không thể thiếu đối với mỗi doanh nghiệp trong quá trình tái cơ cấu tổ chức quản trị.

Kiến trúc doanh nghiệp - bản thiết kế cho tổ chức quản trị doanh nghiệp

Bất kỳ một doanh nghiệp, hệ thống nào khi phát triển tự phát đến một quy mô nhất định cũng gặp phải tình trạng cồng kềnh, phức tạp, tốn kém, khó thay đổi và hiệu năng bị giảm. Kiến trúc doanh nghiệp *(Enterprise Architecture)* là khái niệm được ra đời nhằm tổ chức hợp lý các quy trình nghiệp vụ và cơ sở hạ tầng CNTT, thể hiện các yêu cầu chuẩn hóa và tích hợp của mô hình tổ chức quản trị của doanh nghiệp. Kiến trúc doanh nghiệp không chỉ liên quan đến thiết kế tổng thể của hệ thống CNTT mà chính là cách tận dụng các ứng dụng phần mềm, quy trình và tài nguyên CNTT để đạt hiệu suất cao và tạo ra lợi nhuận cho doanh nghiệp. Cụ thể hơn, kiến trúc doanh nghiệp của một tổ chức là bản thiết kế, quy hoạch tổng thể thống nhất từ đầu cho toàn bộ quá trình xây dựng, phát triển tổ chức, hệ thống đó sau này. Kiến trúc doanh nghiệp giúp tích hợp các quy trình kinh doanh và hệ thống IT hỗ trợ thành một thể thống nhất, thực hiện đồng bộ chiến lược, nghiệp vụ và công nghệ thông tin của tổ chức, giúp gia tăng hiệu quả thực thi công nghệ thông tin, đóng góp giá trị vào phát triển, vận hành của tổ chức.

Quản lý quy trình nghiệp vụ - Công cụ dành cho hoạt động quản trị doanh nghiệp

Quản lý quy trình nghiệp vụ *(Business Process Management - BPM)* được ra đời dựa trên quan điểm cho rằng mỗi sản phẩm, dịch vụ của một doanh nghiệp là kết quả của một chuỗi các hoạt động sản xuất, quản lý - được tổ chức thành các quy trình nghiệp vụ [11]. Trong hoạt động tái cơ cấu tổ chức quản trị, BPM được kỳ vọng là nền tảng công nghệ giúp chuẩn hóa và tự động hóa toàn bộ quy trình hoạt động của các doanh nghiệp. Với việc triển khai BPM, các chất xám, tri thức của doanh nghiệp được cụ thể hóa thành những “bộ quy trình nghiệp vụ”. Trong quá trình tái cơ cấu, các bộ quy trình này là mục tiêu và cũng là công cụ để tổ chức và cải thiện mối quan hệ giữa các hoạt động trong doanh nghiệp. Thông qua việc quản lý các quy trình nghiệp vụ, doanh nghiệp SME có thể tiếp cận với việc giảm chi phí quản lý, cải thiện sự hài lòng của khách hàng, xây dựng các sản phẩm và dịch vụ mới trong thời gian nhanh nhất với chi phí hợp lý nhất và cuối cùng là chiếm lĩnh thị trường bằng các lợi thế cạnh tranh và gia tăng lợi nhuận. Xét về mặt quản lý, BPM là cách tiếp cận hệ thống nhằm giúp các doanh nghiệp SME tiêu chuẩn hóa, tối ưu hóa, tự động hoá quy trình hoạt động với mục đích giảm chi phí, tăng chất lượng hoạt động, rút ngắn thời gian sản xuất và đảm bảo sản phẩm đạt chất lượng cao. Về mặt công nghệ, BPM là phương pháp luận cho việc phát triển các ứng dụng công nghệ thông tin. BPM cũng cung cấp các bộ công cụ giúp các doanh nghiệp mô hình hoá, thiết kế, triển khai, giám sát, vận hành và cải tiến các quy trình nghiệp vụ một cách linh hoạt.

5. KẾT LUẬN

Thay đổi để phát triển là vấn đề thiết yếu của mỗi doanh nghiệp. Tái cơ cấu được các nhà nghiên cứu trên thế giới nhắc tới như một phương pháp cải tiến tận gốc cho các doanh nghiệp, tái cơ cấu tổ chức quản trị doanh nghiệp được hiểu là quá trình thiết lập lại cơ cấu tổ chức quản trị với quyền hạn được phân bổ phù hợp; thiết kế lại các quy trình kinh doanh trong doanh nghiệp nhằm đạt được mục tiêu đặt ra trong điều kiện môi trường kinh doanh luôn biến động. Tái cơ cấu tổ chức quản trị doanh nghiệp đưa ra vấn đề trung tâm của sự thay đổi là quy trình nghiệp vụ và kết hợp với sự thay đổi các nguồn lực khác trong doanh nghiệp để tạo ra sự đổi mới toàn diện nhất. Tái cơ cấu tổ chức quản trị doanh nghiệp đươc thực hiện trên nền tảng lý thuyết về Định hướng quy trình nghiệp vụ trong hoạt động quản trị tại doanh nghiệp và để kết quả quá trình tái cơ cấu đạt hiệu quả cao nhất, tái cơ cấu tổ chức quản trị được áp dụng vào doanh nghiệp bằng cách xây dựng một hệ thống thông tin theo hướng tiếp cận quản lý quy trình nghiệp vụ và dựa trên một kiến trúc phù hợp với nội tại doanh nghiệp.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Thành Độ và Nguyễn Ngọc Huyền (2009), Giáo trình Quản trị kinh doanh, Nhà xuất bản Đại học Kinh tế Quốc dân, Hà Nội.

[2]. Nguyễn Văn Vỵ và Phan Thanh Đức (2014), "Business Process Management - An Approach to Deploy the Web-Based Software", Lecture Notes on Software Engineering - International Conference on Computer Research and Development; IACSIT Press, số 2, tập 3, tr 238-242.

[3]. Arthur R. Tenner và Irving J. DeToro., (2000), Process Design - The Implementation Guide for Managers, NXB Prentice Hall.

[4]. McCormack, K. (2001), "Business process orientation: do you have it?", Quality Progress, số 34, tập 1, tr. 51-8.

[5]. Hammer, M. và Champy, J. (1993), Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution, NXB HarperCollins, New York, NY.

[6]. Davenport, T. H. (1993), Process Innovation: Reengineering Work Through Information Techonology. Boston, MA: Harvard Business School Press

[7]. Luật hỗ trợ doanh nghiệp nhỏ và vừa 2017,Thông qua vào ngày 12/6/2017 và bắt đầu có hiệu lực kể từ ngày 01/01/2018

[8]. Thủ tướng chính phủ (2018), Nghị định số 39/2018/NĐ-CP: Quy định chi tiết một số điều của Luật hỗ trợ Doanh nghiệp nhỏ và vừa, ban hành ngày 11/03/2018

[9]. Tổng cục thống kê (2018), Thông cáo báo chí về kết quả sơ bộ Tổng điều tra Kinh tế năm 2017, phát hành ngày 19/01/2018

[10]. Alter, Steven (2002), "The Work System Method for Understanding Information Systems and Information Systems Research", Communications of the Association for Information Systems, số 9, tập 6.

[11]. Phan Thanh Đức (2014) - "Định hướng tiến trình nghiệp vụ - cách tiếp cận cho phát triển HTTT và hoạt động nghiệp vụ." Tạp chí Kinh tế & Phát triển - Số đặc biệt tháng 11/2014.

ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP 5S trong quản lý và điều hành công việc tại Trường Đại học Công nghệ Đông Á

>TS. NGUYỄN VĂN CHUNG*

5S là từ viết tắt của 5 từ tiếng Nhật Bản: Seiri, Seiton, Seiketsu và Shitsuke. Đối với các nước Châu Âu và Châu Mỹ, 5S được dịch thành Sorting, Straitening, Shining, Standardining và Sustaining. Khi du nhập vào mô hình quản lý của Việt Nam, 5S mang ý nghĩa là: Sàng lọc, Sắp xếp, Sạch sẽ, Săn sóc và Sẵn sàng.

5S là một phương pháp để tạo ra và duy trì một tổ chức, môi trường làm việc hiệu suất cao, sạch sẽ, an toàn.

5S là một công cụ mang tính nền tảng căn bản, khác thường trong kho vũ khí của Lean Sigma bởi vì nó có thể sử dụng trong đo lường, trong phân tích, cải thiện và kiểm tra kiểm soát từng quá trình.

Việc áp dụng 5S trong quản lý và điều hành trường Đại học là một xu hướng "quản trị đại học tiên tiến" đặt ra trường Đại học Công nghệ Đông Á cần vận dụng và đạt được nó.

1. MỤC TIÊU CỦA 5S

1. Tạo nên và duy trì một môi trường làm việc thuận tiện, nhanh chóng, chính xác và hiệu quả. Tại mọi vị trí làm việc từ khu vực văn phòng tới các Khoa, Bộ môn và giảng đường.

2. Đòi hỏi sự cam kết, nhận thức và sự tham gia của tất cả mọi người từ Lãnh đạo cho tới nhân viên bởi vì hoạt động 5S dành cho tất cả mọi người không ai ngoài cuộc.

2. LỢI ÍCH KHI ÁP DỤNG 5S TRONG QUẢN LÝ

1. Tạo ra một môi trường làm việc thuận tiện, thoải mái cho mọi vị trí.

2. Giảm thiểu/ loại bỏ các lãng phí ở từng công đoạn giải quyết công việc trong một quá trình xử lý công việc, loại bỏ các lỗi chủ quan của người thực thi công việc.

* Đại học Công nghệ Đông Á.

3. Giảm thiểu các chi phí hoạt động nhằm nâng cao vị thế cạnh tranh.

4. Tạo được môi trường làm việc thông thoáng và lành mạnh, khoa học 5S giúp giảm thiểu và quản trị được rủi ro

5. Ý thức làm việc vì lợi ích tập thể được nhận thức rõ ràng và nâng cao, tăng cường tính hợp tác, liên kết, tương tác trong công việc.

6. Khuyến khích sự sáng tạo và cải tiến trong công việc của từng người.

7. Tạo dựng và củng cố, nâng cao hình ảnh chuyên nghiệp của nhà trường, nâng cao thương hiệu.

3. CÁC BƯỚC THỰC HIỆN 5S TRONG NHÀ TRƯỜNG

1. Seiri - Sorting - Sàng lọc: lựa chọn chỉ giữ lại những cái gì cần thiết, xác định các nhân tố "tạo ra giá trị" có ích, loại bỏ các yếu tố gây lãng phí không có giá trị để tạo ra nhiều không gian hơn để nâng cao hiệu quả công việc. Việc đánh giá và triển khai Seri - Sàng lọc bao gồm các việc sau:

a- Lập kế hoạch và tiến hành tổng vệ sinh định kỳ nơi làm việc.

b- Xây dựng tiêu chí và phân loại các đồ vật cần thiết, các văn phòng phẩm cần có, loại bỏ các thứ không cần thiết, lên kế hoạch lưu trữ thường xuyên.

c- Xác định và phân loại các đồ vật, dụng cụ cần thiết, không cần thiết theo tiêu chí trên.

d- Loại bỏ tất cả các đồ vật, vật dụng không cần thiết trong công việc ra khỏi bàn làm việc, nơi làm việc.

e- Xác định nguyên nhân và khắc phục để giảm thiểu việc lưu trữ những đồ vật, vật dụng không cần thiết tại nơi làm việc.

2. Seiton - Straightening - Sắp xếp: Sắp xếp là một hoạt động bố trí các vật dụng, dụng cụ làm việc,… tại những vị trí hợp lý sao cho dễ nhận biết, dễ lấy, dễ trả lại… nhằm mục đích loại bỏ được việc mất thời gian tìm kiếm để phục vụ công việc. Nguyên tắc là sắp xếp vật dụng hợp lý nhất, thuận tiện nhất cho công việc, đảm bảo an toàn trong quá trình triển khai công việc.

3. Seiso - Shining - Sạch sẽ: dọn dẹp hàng ngày, giữ nơi làm việc luôn sạch sẽ, gọn gàng, trật tự. Mọi vật dụng, máy móc, thiết bị luôn sạch, đẹp tạo động lực tốt trong làm việc.

4. Seiketsu - Standardizing - Săn sóc: nghĩa là phải tiêu chuẩn hóa các loại máy móc, thiết bị, dụng cụ phục vụ công việc, thường xuyên bảo dưỡng, vệ sinh duy trì máy móc, công cụ sẵn sàng làm việc cao nhất.

5. Shitsuke - Sustaining - Sẵn sàng: Mọi người phải hiểu được ý nghĩa, tác dụng của 5S cùng thống nhất mục tiêu và hành động để đạt hiệu quả cao nhất trong công việc.

Giải pháp áp dụng tiêu chuẩn 5S trong trường Đại học Công nghệ Đông Á:

1. Phổ biến tiêu chuẩn 5S đến từng thành viên nhà trường để tạo sự đồng thuận phấn đấu thực hiện chuẩn 5S.

2. Tuyên truyền quảng bá về 5S, bài học kinh nghiệm về áp dụng 5S trong 1 tổ chức.

3. Giáo dục, đào tạo và thực hành thí điểm chuẩn 5S cho một đơn vị sau đó phát triển đại trà toàn toàn trường.

4. Theo dõi mức độ tuân thủ 5S trong toàn trường (thành lập tổ điều hành theo dõi áp dụng 5S)

Trường đại học Công nghệ Đông Á đang từng bước phát triển và trưởng thành, chúng ta đang tiến tới mốc kỉ niệm 10 năm thành lập, việc áp dụng chuẩn 5S sẽ tạo ra một nhà trường văn minh, văn hóa cao và đáp ứng chuẩn tiêu chí "Quản trị đại học tiên tiến" trong thời đại 4.0. ❖

Chính sách động viên ngân sách nhà nước Việt Nam thực trạng và giải pháp

>TS. NGUYỄN NGỌC TUYẾN, ThS. NGUYỄN THỊ DUNG, ThS. NGUYỄN THỊ LƯƠNG*

TÓM TẮT

Thu NSNN luôn là một trong những nhiệm vụ cấp thiết và quan trọng hàng đầu của Chính phủ trong nhiều thập kỷ phát triển của Việt nam, đặc biệt là trong giai đoạn từ những năm 1990 cho tới nay. Mặc dù đã có nhiều đánh giá và thừa nhận về những thành công nổi bật của ngành tài chính trong đổi mới chính sách, huy động được một khối lượng lớn các nguồn lực phục vụ cho phát triển kinh tế xã hội, song theo số liệu thống kê, Ngân sách nhà nước Việt Nam cho tới nay vẫn là sự tiếp nối của chuỗi những năm tháng thâm hụt kéo dài và chưa bao giờ đạt được trạng thái thặng dư hoặc cân bằng trong lịch sử phát triển của ngành tài chính. Thực trạng đó đã tạo áp lực rất lớn tới công tác hoạch định chính sách, giải pháp thu để đạt được mục tiêu cân bằng và thặng dư ngân sách, thực hiện mục tiêu phát triển bền vững trong động viên thu NSNN. Để làm rõ nội dung nghiên cứu, bài viết này sẽ sử dụng các số liệu thống kê trong giai đoạn từ 1996 tới 2016, trong đó số liệu năm 2015 và 2016 là ước tính. Nguồn số liệu chủ yếu được sử dụng để nghiên cứu, phân tích là từ Niên giám thống kê và từ Bộ tài chính. Nội dung nghiên cứu có hai phần là: (i) Thực trạng động viên thu NSNN 1996 - 2016 và (ii) Định hướng giải pháp để thực hiện động viên thu NSNN bền vững.

1. THỰC TRẠNG ĐỘNG VIÊN THU NSNN 1996 - 2016

Thu ngân sách nhà nước là hoạt động gắn liền và phụ thuộc rất lớn vào diễn biến của kinh tế - xã hội - chính trị thế giới và trong nước ở từng thời kỳ. Thực tiễn Việt Nam, với khoảng thời gian hơn 20 năm (1996 - 2016), nền kinh tế Việt nam vừa phải thực hiện chính sách đổi mới phát triển có tính cấp thiết, vừa phải chống chọi với những tác động tiêu cực từ hai cuộc khủng hoảng thế giới lớn: khủng hoảng tiền tệ năm 1997 và khủng hoảng tài chính thế giới năm 2008. Tuy nhiên, sau hơn 20 năm (1996 -

* Đại học Công nghệ Đông Á.

2016) nền kinh tế và đặc biệt là động viên thu NSNN đã đạt được một số những kết quả nhất định, có thể đánh giá trên một số nội dung sau:

(1) Động viên thu NSNN có quy mô ngày càng lớn và lớn hơn mức độ tăng của GDP.

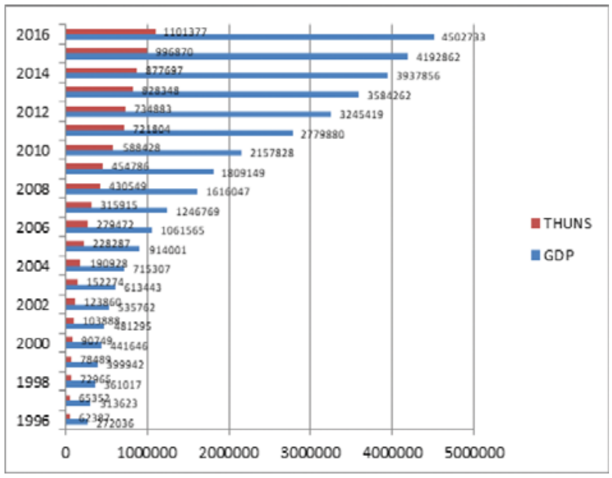
Thu NSNN là chỉ tiêu quan trọng trong các kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội ngắn - trung và dài hạn ở Việt nam. Từ 1996 cho tới nay, thu NSNN không ngừng tăng với tốc độ khá nhanh cùng với sự phát triển của nền kinh tế. Thu NSNN và GDP giai đoạn 1996 - 2016 thể hiện trên biểu đồ 1.

Từ số liệu trên và qua tính toán cho thấy, so với năm 1996, GDP năm 2016 đã tăng gấp 16.6 lần và thu NSNN thì gấp 17.7 lần. Đây là thành công lớn của kinh tế Việt Nam trong quá trình đổi mới và phát triển trong khoảng thời gian hơn 20 năm.

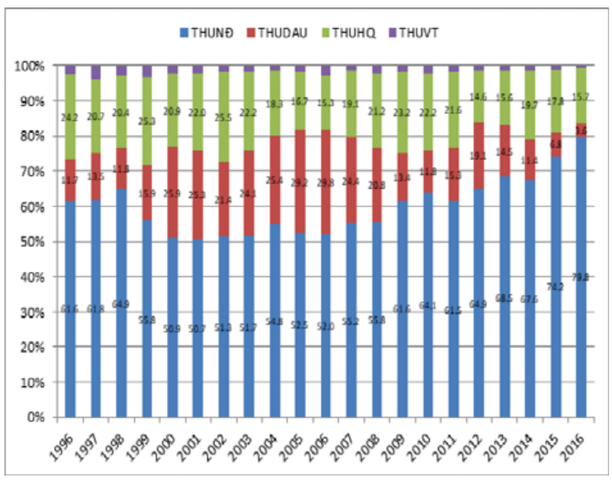
(2) Cơ cấu thu biến động theo hướng tăng dần tỷ trọng thu đối với nguồn thu từ sản xuất kinh doanh và giảm thiểu số thu từ khai thác tài nguyên. Thu NSNN ở Việt nam, theo số liệu thống kê, có thể phân chia gồm các bộ phận chính là: (i) thu nội địa - THUNĐ; (ii) thu dầu thô - THUDAU; (iii) thu xuất nhập khẩu - THUHQ (thu từ cơ quan hải quan) và thu viện trợ - THUVT, trong đó thu viện trợ chiếm tỷ trọng rất nhỏ, khoảng 1.5% tổng thu NSNN, cho nên phần lớn số thu NSNN là từ ba lĩnh vực: nội địa, xuất nhập khẩu và dầu thô. Thu NSNN 1996 - 2016 thể hiện trên biểu đồ 2.

Số liệu 1996 - 2016 trên biểu đồ cho thấy, thu nội địa là bộ phận có tỷ trọng lớn nhất trong tổng thu NSNN. Thu nội địa trong cả giai đoạn chiếm tới: 65,3%, trong khi đó, thu dầu thô là 14.4% và thu xuất nhập khẩu là 18.7%. Xu hướng biến động các nguồn thu là:

Về thu nội địa. Thu nội địa những năm 1996 - 1998 chiếm tỷ trọng từ 62 - 65% tổng thu NSNN (thấp nhất năm 1996 với 61.6% và cao nhất năm 1998 với 64.9%). Giai đoạn tiếp sau đó, 1999 - 2008, tỷ trọng thu nội địa đều dưới 60% (thấp nhất năm



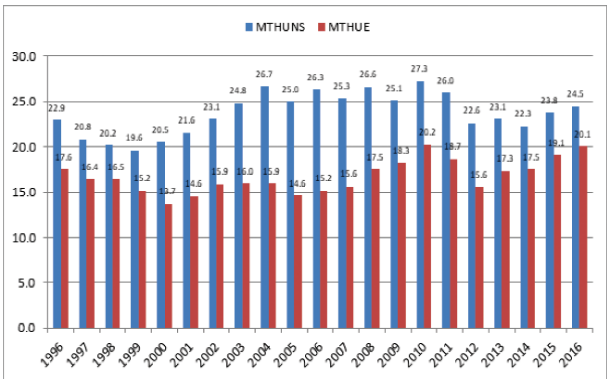
Biểu đồ 1



Biểu đồ 2: Cơ cấu thu NSNN 1996 - 2016 (%)

2001 với 50.7% và cao nhất năm 2008 với 55.8%). Giai đoạn tiếp theo, thu nội địa trong tổng thu NSNN đã tăng dần từ mức 62% năm 2009 lên tới 80% vào năm 2016. Như vậy về xu thế, thu nội địa đã và đang trở thành nguồn thu quan trọng nhất trong tổng thu NSNN với mức 80% năm 2016. Đây là biến động quan trọng và có ý nghĩa lớn nhất trong động viên thu NSNN giai đoạn 1996 - 2016.

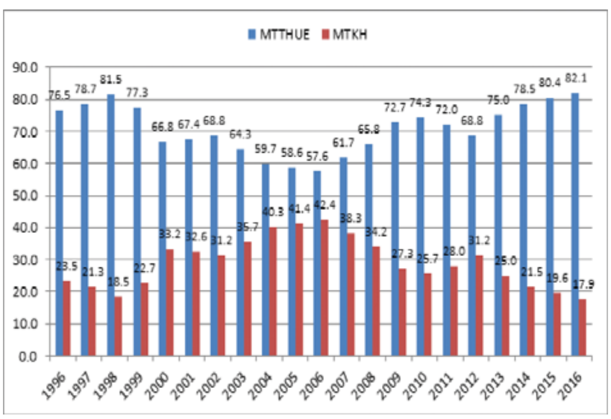
Thu dầu thô. Thu dầu thô cả giai đoạn 1996 - 2016 đã chiếm tỷ trọng là 14.4% tổng thu NSNN. Trong đó, thu dầu thô những năm 1996 - 1999 có tỷ trọng trong khoảng 12 - 16% tổng thu NSNN (mức



Biểu đồ 3: Mức động viên thu NSNN và thuế giai đoạn 1996 - 2016 Đơn vị: (%)

	Mức động viên thu NSNN (%)	Mức động viên thu từ thuế (%)	Mức thu từ các nguồn khác (%)
1996 - 2000	20.8	15.9	4.9
2001 - 2005	24.2	15.4	8.8
2006 -2010	26.1	17.4	8.8
2011 - 2016	23.7	18.1	5.7
Bình quân	23.7	16.7	7.0

Bảng 1: Mức động viên thu NSNN và động viên thuế mỗi 5 năm



Biểu đồ 4: Tỷ trọng thuế trong tổng thu NSNN 1996 - 2016 (%)

thấp nhất 11.7% năm 1996, cao nhất 15.9% năm 1999); giai đoạn 2000 - 2008 tỷ trọng của thu dầu thô trong khoảng 21 - 30% (mức thấp nhất 20.8% năm 2008 và cao nhất 29.8% năm 2006) và giai đoạn 2009 - 2016 là dưới 20% (thấp nhất là 3.6% năm 2016 và cao nhất là 19.1% năm 2012). Như vậy về xu thế, thu dầu đã giảm từ mức đóng góp từ 30% tổng thu NSNN năm 2006 xuống còn 3.6% số thu NSNN năm 2016 và trong những năm tới tỷ trọng thu từ dầu thô chắc chắn sẽ không tăng cao trở lại như những năm trước, do quy mô nền kinh tế đã lớn hơn nhiều so với trước và thu từ nội địa cũng có tỷ trọng ngày càng lớn. Ngoài ra, giá dầu thô cũng khó có thể hồi phục tăng cao như những năm trước đây.

Thu xuất nhập khẩu. Thu xuất nhập khẩu là nguồn thu lớn, quan trọng thứ hai sau thu nội địa. Về xu thế, thu xuất nhập khẩu đang giảm tỷ trọng đóng góp cho NSNN. Tuy nhiên xu thế giảm tỷ trọng của thu xuất nhập khẩu là không lớn. Số liệu thống kê cho thấy, các năm từ 1996 - 2006 (trước khi Việt Nam gia nhập WTO) mức đóng góp của thu xuất nhập khẩu vào NSNN là 21%. Từ năm 2007 - 2016 mức đóng góp là 19.1%. Như vậy, thu xuất nhập khẩu cho tới 2016 vẫn là nguồn thu lớn và quan trọng của NSNN vì trong tương lai thuế suất hàng nhập khẩu có thể giảm làm giảm tổng số thu, song giá trị hàng hóa, sản phẩm nhập khẩu sẽ tăng sẽ làm tăng tổng thu và như vậy tỷ trọng số thu về xuất nhập khẩu giảm đi sẽ không nhiều.

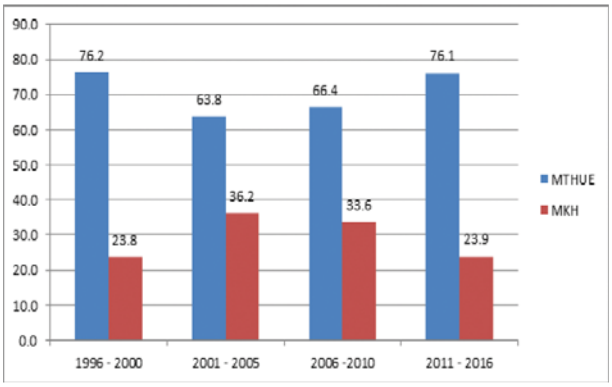
(3) Mức động viên thu NSNN có quy mô lớn và động viên từ thuế đang có xu hướng tăng lên.

Mức động viên thu NSNN là tính trên tổng thu NSNN hàng năm so với GDP. Mức động viên thuế được tính trên cơ sở số thu NSNN đã loại trừ các khoản như: thu dầu thô, các khoản thu nhà đất, thu viện trợ và thu khác hàng năm so với GDP.

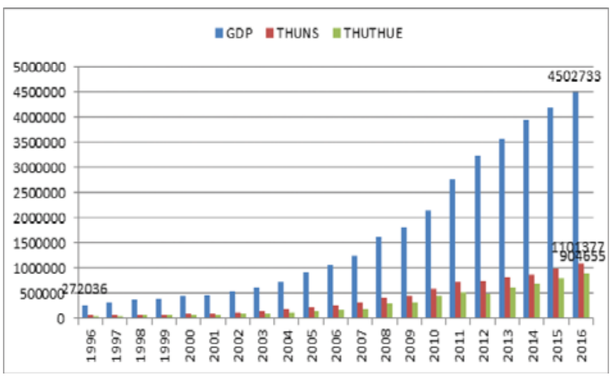
Theo số liệu thống kê và tính toán cho thấy, mức động viên thu NSNN so GDP bình quân 1996 - 2016 là 23.7%, trong đó thu thuế là 16.7% và thu khác là 7%.

Nếu tính bình quân mỗi giai đoạn 5 năm, cho thấy biến động của động viên thu NSNN và động viên từ thuế như sau:

Với động viên thu NSNN: Số liệu trong biểu đồ cho thấy: Động viên thu NSNN trong mỗi 5 năm



Biểu đồ 5: Thu thuế và thu khác trong tổng thu NSNN 5 năm (%)



Biểu đồ 6:Quy mô GDP, thu NSNN và thu thuế 1996 - 2016 (tỷ đồng)

từ 1996 - 2010 đang có xu hướng tăng lên liên tục theo thời gian (từ 20.8% tới 26.1%). Riêng giai đoạn 2011 - 2016 bình quân mức động viên là 23.7%, sụt giảm so với hai giai đoạn liền kề trước đó, song cũng bằng với mức trung bình chung cả giai đoạn. Mức động viên thu NSNN giai đoạn này thấp hơn các giai đoạn trước đó có một phần nguyên nhân từ việc tăng khá nhanh từ tăng quy mô GDP và thu dầu thô giảm.

Với động viên thuế: Xu hướng động viên từ thuế lại có điểm khác với mức động viên NSNN. Đó là mức động viên được duy trì gần như suốt cả giai đoạn 1996 - 2016 theo hướng tăng lên, đặc biệt là giai đoạn 2001 - 2016 có mức động viên lớn nhất và đạt mức 18.1%.

(4) Tỷ trọng thuế trong tổng thu NSNN tăng lên đáng kể và trở thành nguồn thu quan trọng nhất của NSNN. Thuế là nguồn thu chủ yếu của NSNN Việt Nam trong suốt nhiều năm qua. Mức độ động viên từ thuế luôn chiếm tỷ trọng lớn tổng thu NSNN được thể hiện qua số liệu sau:

Dãy số liệu thống kê cho thấy, năm thuế có mức đóng góp (tỷ trọng)thấp nhất trong tổng thu NSNN là 2006 với mức 57.6% và năm có mức đóng góp cao nhất là 2016 với 82.1% (số liệu năm 2016 là số ước tính). Tuy nhiên, nếu nhìn vào số liệu các năm từ 2013 trở lại đây thì thấy rằng thu từ thuế đang có xu hướng tăng liên tục về tỷ trọng trong tổng thu NSNN (từ 75% lên 82%). Đây là tín hiệu tích cực, đảm bảo tính bền vững trong thu NSNN hiện nay.

So với giai đoạn 2000 - 2008 thu thuế chỉ chiếm tỷ trọng khoảng 60% và thu khác trong giai đoạn này cũng tăng đáng kể, chiếm tỷ trọng gần 40% tổng thu NSNN.

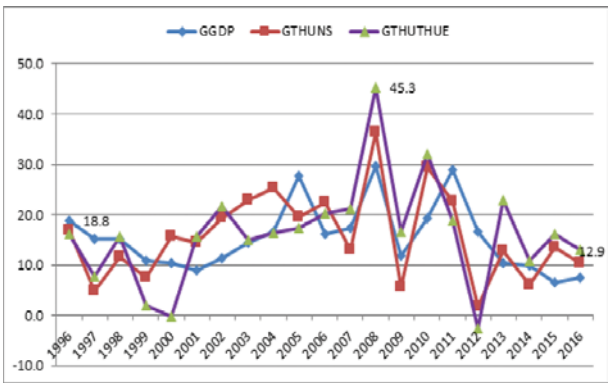
Tỷ trọng thu thuế trong tổng thu NSNN ở mỗi giai đoạn 5 năm trong thời gian từ 1996 - 2016 có kết quả sau:

Số liệu trong biểu đồ cho thấy: Giai đoạn 1996 - 2000 và 2011 - 2016, thu từ thuế (MTHUE) có mức đóng góp vào tổng thu NSNN là tương đương nhau với tỷ trọng khoảng 76%. Hai giai đoạn 2001 - 2005 và 2006 - 2010 tỷ trọng đóng góp vào tổng thu NSNN của thuế chỉ là 63.8% và 66.4%. Tuy nhiên, nếu nhìn vào xu thế thì sau mỗi 5 năm từ năm 2001 - 2016, số thu từ thuế trong tổng thu NSNN đã có xu hướng tăng cao liên tục từ 63.8% tới 66.4 và 76.1%.

Như vậy, có thể thấy rằng mức động viên thu của NSNN (MTHUNS) trong mỗi giai đoạn 5 năm không những phụ thuộc vào mức thu từ thuế (MTHUE) mà còn chịu tác động khá lớn (khoảng 30%) vào thu ngoài thuế (thu dầu thô, thu từ đất và thu khác). Tuy nhiên, các khoản thu ngoài thuế đang giảm dần và thu từ thuế đang tăng lên.

	GDP	THUNS	THUTHUE
1996 – 2000	1.00	1.00	1.00
2001 – 2005	1.82	2.16	1.79
2006 – 2010	2.42	2.59	2.81
2011 – 2016	2.82	2.54	2.87
Bình quân	2.35	2.43	2.49

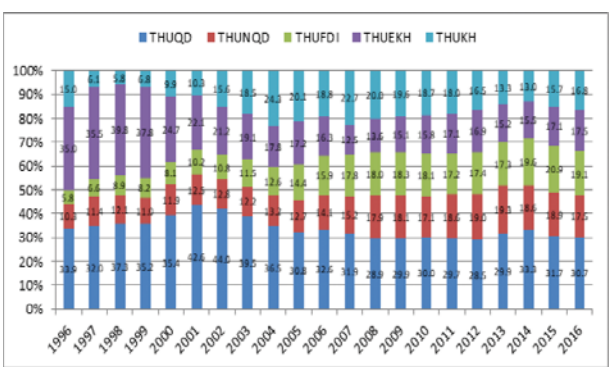
Biến động về quy mô GDP, thu NSNN và thu thuế sau mỗi 5 năm



Biểu đồ 7: Tốc độ tăng GDP, thu NSNN và thuế 1996 - 2016 (%)

	GGDP (%)	GTHUNS (%)	GTHUTHUE (%)
1996 - 2000	14.1	11.3	8.3
2001 - 2005	15.8	20.3	17.2
2006 - 2010	18.9	21.4	27.1
2011 - 2016	13.3	11.2	13.2
Trung bình	15.4	15.8	16.3

Tốc độ tăng GDP, thu NSNN và thu thuế mỗi 5 năm 1996 - 2016 (%)



Biểu đồ 8: Cơ cấu thu nội địa 1996 -2016 (%)

(5) Biến động về quy mô GDP, thu ngân sách và thuế. Nghiên cứu biến động về quy mô thu NSNN, thuế và GDP sẽ làm rõ thêm thực trạng động viên NSNN Việt Nam trong giai đoạn 1996 - 2016.

Biến động về quy mô, năm 2016 so với năm 1996, quy mô GDP đã lớn gấp 16.6 lần, thu NSNN gấp 17.7 lần và thu từ thuế lớn gấp 18.9 lần.

Nếu so sánh số liệu trong mỗi kỳ kế hoạch 5 năm so với giai đoạn 1996 - 2000 cho thấy, quy mô GDP bình quân mỗi 5 năm có độ lớn gấp 2.35 lần so với 5 năm trước đó, đặc biệt giai đoạn 2011 - 2016 thì lớn gấp gần 3 lần (2.82 lần) so với 5 năm trước đó (2006 - 2010). Như vậy, quy mô GDP giai đoạn 2011 - 2016 đã có độ biến động lớn vượt bậc so với mức trung bình (2.35 lần).

Về thu NSNN: Số thu NSNN mỗi kỳ kế hoạch 5 năm từ 2001 - 2016 so với tổng thu 1996 - 2000 cho thấy, sau mỗi 5 năm, quy mô thu NSNN có độ lớn gấp bình quân là 2,43 lần 5 năm trước đó.

Tương tự, quy mô số thu từ thuế có độ biến động lớn (2.49 lần), cao hơn so với biến động của GDP (2.35 lần) và thu NSNN (2.43 lần). Như vậy, quy mô thu từ thuế trong những năm gần đây (2011 - 2016) đã tăng lên đáng kể so với những năm trước đó.

(6) Tốc độ tăng GDP, thu NSNN và thuế. Tốc độ tăng GDP (GGDP), thu NSNN(GTHUNS) và thuế (GTHUTHUE) theo giá thực tế giai đoạn 1996 - 2016 được tính toán có số liệu sau:

Biểu đồ trên cho thấy xu hướng tăng, giảm GDP, thu NSNN và thu thuế là gần như đồng thời với nhau. Tuy nhiên về mức độ tăng, giảm thì ở các trạng thái khác nhau.

GDP (giá thực tế) trong 21 năm đã tăng bình quân là 15.4%, trong khi đó thu NSNN thì tăng 15.8% và thu từ thuế tăng 16.3%. Như vậy tốc độ tăng thu thuế là cao hơn hẳn trong số 3 chỉ tiêu.

(7) Cơ cấu thu nội địa. Thu nội địa đã và đang là bộ phận có đóng lớn nhất cho thu NSNN những năm gần đây, đặc biệt là những năm từ 2013 - 2016. Do vậy, việc nghiên cứu những biến động trong thu nội địa sẽ có ý nghĩa trong hoạch định chính sách thu trong những giai đoạn tới.

Thu nội địa bao gồm các bộ phận: (i) Thu từ doanh nghiệp nhà nước; (ii) Thu từ khu vực kinh tế ngoài nhà nước; (iii) Thu từ các doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài; (iv) Thu từ thuế khác và phí, lê phí và; (v) Thu từ nhà đất và thu khác.

Trong số 5 khoản thu trên thì: thu từ các doanh nghiệp nhà nước, thu từ khu vực kinh tế ngoài nhà nước, thu từ các doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài, thu thuế thu nhập cá nhân và thuế khác (thuế tài nguyên, thuế môi trường…) là các bộ phận quan trọng vì, trước hết những bộ phận này đã đóng góp số thu lớn trong thu nội địa (khoảng 83%). Ngoài ra, số thu của các bộ phận này là những khoản thu gắn liền với sản xuất kinh doanh của các doanh nghiệp (gắn với tăng trưởng kinh tế) nên có tính bền vững và ổn định hơn các khoản thu khác.

Đối với thu từ các doanh nghiệp nhà nước. Đóng góp cho tổng thu nội địa cả giai đoạn 1996 - 2016 của bộ phận này là 31%, lớn nhất trong so sánh với các đối tượng khác. Nếu nhìn vào xu hướng thì, những năm 1996 - 2003 thu từ các doanh nghiệp nhà nước đã đạt tỷ trọng bình quân tới 38% tổng thu nội địa. Năm 2002 có tỷ trọng thu cao nhất là 44% và năm thấp nhất là 1997 với 32%. Sau giai đoạn này (từ 2004 - 2016), thu từ các doanh nghiệp của nhà nước chỉ đóng góp vào tổng thu nội địa ở mức 30.5%. Đặc biệt có một số năm tỷ trọng này chỉ đạt dưới 30%. Như vậy, thu từ các doanh nghiệp của nhà nước đang chững lại và sẽ giảm dần về mức đóng góp vào tổng thu nội địa. Đặc biêt là trong những năm tới thì mức độ đóng góp của các doanh nghiệp nhà nước chắc chắn là sẽ giảm mạnh do tiến độ cổ phần hóa sẽ diễn ra nhanh hơn.

Thu từ khu vực kinh tế ngoài nhà nước. Các đơn vị kinh tế ngoài nhà nước giai đoạn 1996 - 2016 đã đóng góp vào tổng thu nội địa đạt mức 17.6%. Về xu thế, số thu từ bộ phận kinh tế này cho thu nội địa ngày càng tăng lên. Những năm 1996 - 2007, các đơn vị này chỉ đóng góp vào tổng thu nội địa với mức từ 10 - 15%. Tuy nhiên, giai đoạn 2008 - 2016 thì mức độ đóng góp của khu vực này đã tăng cao tập trung quanh mức 18%, đặc biệt có những năm đạt mức 19% như năm 2012 và 2015. Về xu thế, thu ngân sách ở bộ phận kinh tế này sẽ từng bước tăng cao hơn trong những năm tới do chính sách khuyến khích phát triển kinh tế tư nhân của Việt nam đang triển khai thực hiện trong thời gian này.

Thu từ các doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài. Tính bình quân cả giai đoạn 1996 - 2016, tỷ trọng thu từ các doanh nghiệp đầu tư nước ngoài là 17.9%, cao hơn khu vực kinh tế ngoài nhà nước. Tuy nhiên, nếu nhìn vào xu hướng tăng thì tiềm năng tăng thu từ các doanh nghiệp này cùng rất lớn và đang tăng dần theo thời gian. Nếu như những năm từ 1996 - 2006, tỷ trọng thu từ khu vực này chỉ có tỷ trọng từ 6 - 16% trong tổng thu nội địa, thì từ 2007 - 2016 tỷ trọng thu đã đạt mức khoảng 18 - 19%, đặc biệt năm 2015 đạt mức 20.9%. Như vậy, về xu thế, các doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài sẽ có đóng góp vào thu nội địa với tỷ trọng ngày càng tăng.

Các khoản thuế khác bao gồm: thuế thu nhập cá nhân, thuê tài nguyên, thuế môi trường… về xu thế thì các khoản thu này sẽ cũng tăng lên đồng thời với xu thế tăng của GDP. Tuy nhiên, tốc độ tăng thu của các khoản thu này sẽ không lớn và không tạo những đột biến về thu.

Các khoản thu về nhà đất và thu khác. Các khoản thu này có tính ổn định thấp và khả năng sẽ giảm đi trong giai đoạn tới.

Như vậy, trọng tâm của thu nội địa trong những năm tới sẽ phải tập trung chủ yếu vào các khoản thu gắn liền với kinh tế (thu các doanh nghiệp nhà nước, khu vực kinh tế ngoài nhà nước và các doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài).

2. MỘT SỐ GIẢI PHÁP ĐẶT RA ĐỐI VỚI CHÍNH SÁCH HUY ĐỘNG NHẰM PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG TRONG GIAI ĐOẠN TỚI.

Từng bước tăng thu, chấm dứt thâm hụt, tiến tới cân bằng và thặng dư NSNN là mục tiêu quan trọng của ngành tài chính Việt Nam hiện nay. Việc tăng huy động thu thông thường được thực hiện bởi hai nhóm giải pháp, đó là: (1) nhóm giải pháp về chính sách và (2) nhóm giải pháp về quản lý.

Về chính sách, việc tăng quy mô số thu được thực hiện chủ yếu thông qua: (1) Tăng mức động viên (tăng thuế suất); (2) Mở rộng cơ sở thuế.

Việc tăng mức động viên (tăng thuế suất) trong ngắn hạn sẽ làm tăng số thu (tăng quy mô thu), song đây là giải pháp có tác động làm giảm cơ sở thuế (tăng thuế sẽ làm cho GDP tăng trưởng chậm lại) và trong một mức độ nhất định cũng sẽ làm giảm thu. Như vậy, để đạt mục tiêu động viên thu bền vững thì không nên lựa chọn giải pháp này.

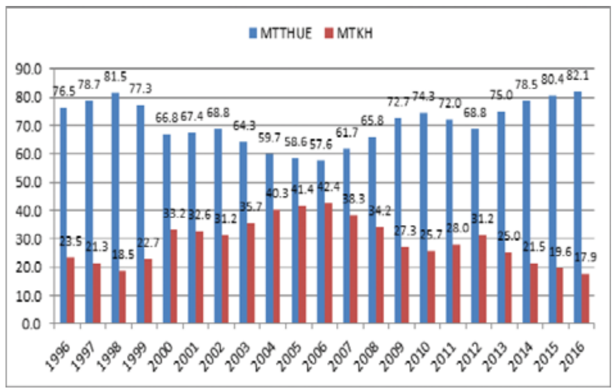
Việc mở rộng cơ sở thuế cũng sẽ làm cho mức động viên tăng. Để mở rộng cơ sở thuế (tăng quy mô GDP) thì cần đến nhiều giải pháp, trong đó bao gồm cả giải pháp về giảm thuế suất. Giải pháp này được đánh giá là sẽ tạo ra số thu thuế (mức động viên NSNN) có tính bền vững và dài hạn.

Thực tiễn Việt Nam, trong suốt những năm 1990 cho tới nay, nhiều chính sách thuế đã không ngừng được bổ sung, sửa đổi theo hướng giảm thuế suất (như thuế Giá trị gia tăng, thuế thu nhập doanh nghiệp, thuế thu nhập cá nhân…) song mức động viên thu NSNN vẫn tăng lên, quy mô thu NSNN vẫn tăng cao vì quy mô GDP đã tăng đáng kể. Số liệu chứng minh thể hiện trong:

Biểu số liệu về quy mô GDP, quy mô thu NSNN và quy mô thu thuế 5 năm sau so với 5 năm trước (đơn vị tính là số lần tăng lên về độ lớn).

	GDP	THUNS	THUTHUE
1996 – 2000	1.00	1.00	1.00
2001 – 2005	1.82	2.16	1.79
2006 – 2010	2.42	2.59	2.81
2011 – 2016	2.82	2.54	2.87
Bình quân	2.35	2.43	2.49

Số thu NSNN năm 2011 - 2016 đã tăng gấp 2,54 lần so với 5 năm trước đó. Còn số thu từ thuế đã tăng 2.87 lần so với giai đoạn 2006 - 2010.



Biểu đồ 9: Mức động viên thuế và thu khác trong tổng thu NSNN các năm từ 1996 - 2016

Số liệu trong biểu cho thấy năm 2006, thu thuế chỉ đạt tỷ trọng 56.7% tổng thu NSNN, song năm 2016 đã đạt tới 82%.

Đặc biệt, nhiều năm trước, thu NSNN Việt nam phụ thuộc nhiều vào thu dầu thô (năm 2006 đã có tỷ trọng tới 29.8% tổng thu NSNN) và thu từ hoạt động xuất nhập khẩu (năm 2009 đã đạt tỷ trọng hơn 23%) và thu nội địa những năm này chỉ đạt 52% và 62% tổng thu NSNN. Tới năm 2016, thu dầu thô, thu từ đất, thu viện trợ và thu khác chỉ đạt 17,9% tổng thu NSNN, trong khi đó thu thuế đã đạt mức 82,1%. Điều này cho thấy, thu NSNN Việt Nam đã chuyển dịch theo hướng tăng thu từ thuế do quy mô GDP đã lớn hơn trước khá nhiều.

Như, vậy, giải pháp giảm thuế suất, mở rộng cơ sở thuế sẽ là giải pháp có tính bền vững hơn và không nên tăng mức động viên bằng tăng thuế suất.

Ngoài ra, về chính sách, chỉ nên rà soát lại về đối tượng chịu thuế. Nếu chưa hợp lý thì nên đưa vào danh mục thu nộp, đặc biệt là những sản phẩm, dịch vụ hoặc những lĩnh vực kinh doanh mới như: kinh doanh qua mạng; dịch vụ vận chuyển của Grabbike, Ubertaxi… để đảm bảo công bằng về nghĩa vụ thuế và tăng số thu cho NSNN.

Một nội dung nữa về chính sách thu là cần rà soát lại những quy định về miễn giảm thuế theo hướng giảm bớt để tạo môi trường bình đẳng cho sản xuất kinh doanh.

Giải pháp về quản lý thu: Có thể nói những năm gần đây, thuế suất nhiều sắc thuế đã được điều chỉnh giảm, song số thu vẫn tăng và tỷ trọng đóng góp vào NSNN vẫn tăng. Đạt được kết quả này là do quy mô GDP đã không ngừng tăng lên, song bên cạnh đó không thể không đề cập tới hiệu quả công tác quản lý thuế. Những nỗ lực về kiểm tra, kiểm soát các cơ sở tính thuế, chống buôn lâu, gian lận thuế, trốn thuế, chống chuyển giá, chuyển thuế, của cơ quan thuế đã hạn chế tối đa thất thoát nguồn thu, tăng đáng kể số thu. Do vậy, trong thời gian tới, công tác quản lý thuế sẽ phải tiếp tục tăng cường để hạn chế thất thoát và tăng mức động viên.

Ngoài ra, các biện pháp về kiểm soát giá, đặc biệt là trong lĩnh vực xuất nhập khẩu, khâu kinh doanh thương mại và quản lý đối tượng nộp thuế… là cần có những giải pháp chặt chẽ hơn để tránh thất thoát và nâng cao số thu..❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] TÀI LIỆU THAM KHẢO
[2] Niên giám thống kê từ 1996 - 2016
[3] Trang Web của Bộ tài chính
[4] Trang Web của Chính phủ
[5] Chiến lược tài chính 2011 - 2020.

Sinh viên "yếu" trong giao tiếp bằng tiếng Anh nguyên nhân và giải pháp

>ThS. NGUYỄN THỊ NHUNG*

1. TÌNH HÌNH THỰC TẾ

Phần lớn các sinh viên đang học đại học hoặc đã tốt nghiệp đại học vẫn không thể giao tiếp được bằng tiếng Anh. Hầu hết câu trả lời của các bạn cho câu hỏi "Tại sao bạn không muốn giao tiếp bằng tiếng Anh?" đều là: "Chúng em bị mất gốc." "Chúng em sợ sai."…

2. NGUYÊN NHÂN VÀ HẠN CHẾ

Các bạn sinh viên đều đã phải trải qua rất nhiều năm học tiếng Anh: từ thời học phổ thông cho đến khi vào đại học. Nhưng khi các bạn sinh viên bước vào đại học, về cơ bản, tính cách, thói quen và đặc biệt là những thói quen "không tốt" (tạo lối mòn) trong việc học nói tiếng Anh (speaking) đã hình thành từ thời học phổ thông, không thuận lợi để hình thành một thói quen nói/giao tiếp một ngôn ngữ mới.

Mọi người đều biết, tiếng nói có trước và chữ viết có sau. Về bản chất, ngôn ngữ chính là tiếng nói. Sau này xuất hiện chữ viết nhằm để mô tả lại những âm thanh của lời nói. Như vậy các bạn sinh viên đã mất rất nhiều năm học ở phổ thông chỉ biết học chữ mà không được học/thực hành luyện nói/giao tiếp bằng tiếng Anh. Từ đó dẫn đến việc các bạn sinh viên cảm thấy chán nản, không tự tin và hơn nữa việc học các kỹ năng còn lại của môn tiếng Anh cũng khó khăn hơn. Trong giai đoạn ở trường đại học, các bạn sinh viên đã lớn lên, đã có ý thức, đã biết xấu hổ, không còn ngây thơ như hồi còn học phổ thông nên việc nói/giao tiếp bằng tiếng Anh không còn tự nhiên nữa vì trước khi nói/giao tiếp bằng tiếng Anh các bạn sinh viên thường phải cân nhắc xem đúng/sai trong việc dùng chữ nghĩa hoặc ngữ pháp...

Thông thường, quy luật hình thành ngôn ngữ một cách đơn giản tự nhiên chỉ là lắng nghe người khác nói và bắt chước, giống một đứa trẻ từ khi sinh ra và bắt đầu tập nói trong môi trường xung quanh chứ không hề liên quan đến vấn đề như ngữ pháp hay chữ nghĩa. Khi một đứa trẻ biết nói rồi thì nó mới bắt đầu tiếp cận đến chữ nghĩa hoặc ngữ pháp do gia đình / cha mẹ / thầy cô giáo chỉ bảo ở nhà hoặc ở trường.

Ngày nay, trẻ em được gia đình và cha mẹ cho tiếp cận với môi trường học ngoại ngữ từ nhỏ nên đây là một thuận lợi vì các em còn nhỏ sẽ hình thành được các thói quen và kỹ năng rất tốt trong việc học một ngôn ngữ mới: phản xạ khi nói/giao tiếp, phát âm chuẩn hơn do được tiếp xúc nhiều với phim, nhạc,… bằng tiếng Anh hoặc được học dưới môi trường có giáo viên bản xứ giảng dạy...

Trước đây, học sinh và sinh viên đã không được tiếp cận đúng phương pháp tự nhiên để hình thành các thói quen và kỹ năng đúng trong khi nói/giao tiếp một ngôn ngữ nước ngoài/tiếng Anh. Nhà trường và các giáo viên đã không chú trọng việc hình thành kỹ năng nói (speaking) đúng cách cho các em. Các thầy cô ở trường chỉ dành nhiều thời gian cho việc giảng giải ngữ nghĩa hoặc các hiện tượng bằng ngôn ngữ tiếng mẹ đẻ (tiếng Việt) mà không biết rằng việc dùng tiếng mẹ đẻ (tiếng Việt) trong giảng dạy ngoại ngữ sẽ dẫn tới người học nhanh chóng quay lại thói quen cũ là nói tiếng mẹ đẻ (tiếng Việt) vì nó dễ diễn đạt hơn và nhanh hơn.

Hơn nữa, khi lên lớp phần lớn các tiết học tiếng Anh thường mang nặng tính học thuật, tức là quá quan tâm đến giảng dạy ngữ pháp và cấu trúc câu mà không quan tâm đến tính ứng dụng của ngôn ngữ trong thực tế. Điều này cộng với việc đánh giá và thi cử ở các cấp phổ thông còn nặng về việc làm bài thi trên giấy. Cho nên nhiều bạn học sinh, sinh viên có

* Đại học Công nghệ Đông Á.

thể nói rất giỏi về các hiện tượng ngữ pháp, cấu trúc câu và làm bài thi viết, đọc đạt kết quả rất cao, nhưng lại không thể nói/giao tiếp tiếng Anh tốt. Ở môi trường như vậy sẽ khiến các em trở nên thụ động. Trong giờ học, giáo viên đóng vai trò làm đạo diễn và kiêm luôn diễn viên. Như vậy, các em không được khích lệ để nói/giao tiếp một cách 'tự do' và tự nhiên như trong môi trường sống hàng ngày; các em sẽ bị hạn chế và dần mất đi khả năng giao tiếp. Hơn nữa, nhiều khi các em luyện nói và nói một câu chưa đúng thì giáo viên thường bỏ qua hoặc phê bình ngay trên lớp mà không ân cần chỉnh sửa và động viên các em. Điều này làm cho các em có tâm lý sợ nói, sợ sai và có ý nghĩ là không nói cho an toàn. Đây là nguyên nhân hình thành nên thói quen 'xấu' trong giao tiếp nói chung và giao tiếp tiếng Anh nói riêng.

3. GIẢI PHÁP

Ở giai đoạn đại học, chúng ta không thể áp dụng việc hình thành kỹ năng giao tiếp tiếng Anh theo quy luật tự nhiên (vì sinh viên đã không còn ngây thơ, tự nhiên như trẻ nhỏ), mà phải áp dụng phương pháp "tích cực". Tức là, chúng ta phải lấy cảm hứng cho sinh viên, khích lệ các em nói/giao tiếp tiếng Anh trong giờ học, cho các em nói các từ/ các câu/ các tình huống thực tế đơn giản và luyện nói càng nhiều càng tốt kể cả khi các em nói sai thì chúng ta cũng nên khích lệ, động viên các em rồi chỉnh sửa. Các giảng viên phải cho các em làm liên tục trong các giờ học, lặp đi lặp lại nhiều lần và cho các em đọc to, kể cả khi học kỹ năng viết hay làm bài tập, để các em quen được nói/phát âm. Các bài tập về nhà, giảng viên cũng nên khuyến khích các em luyện đọc nhiều lần, thậm trí ghi âm lại hoặc quay video rồi gửi bài vào nhóm để mọi người cùng xem và chia sẻ.

Một người không thể nói/giao tiếp tiếng Anh giỏi khi chỉ dành thời gian cho việc đọc và viết mà phải người đó phải dành thời gian để rèn luyện để tạo nên phản xạ. Một người có phản xạ tốt là người khi được đặt câu hỏi là có thể trả lời ngay không cần suy nghĩ.

Nhiều sinh viên khi được được hỏi một câu gì đó thì các em đều ngừng vài giây để suy nghĩ rồi mới trả lời. Đó chưa được gọi là phản xạ.

Một số hoạt động gợi ý dành cho giảng viên: có thể áp dụng trong các giờ lên lớp:

+ Tạo phản xạ nhanh:

Pair work (nhóm hai người):

Chia lớp thành các nhóm hai người: một người đặt câu hỏi cho người kia. Yêu cầu là người hỏi phải hỏi càng nhanh càng tốt; người còn lại cũng phải trả lời thật nhanh.

Lúc đầu sinh viên sẽ không làm được ngay, giảng viên có thể soạn những câu hỏi thật ngắn và dễ để các em có thể hiểu và trả lời được ngay. Giảng viên sẽ định ra các mức thời gian khác nhau: ban đầu là 5 giây/câu hỏi, sau đó rút xuống là 3 giây, rồi 2 giây. Hoạt động này có thể áp dụng cho từng bài học, giảng viên soạn các câu hỏi có liên quan đến bài học và cho sinh viên thực hành.

+ Luyện từ vựng:

Giảng viên chỉ định một sinh viên bất kỳ và yêu cầu sinh viên đó đưa ra một từ tiếng Anh đã học (bất kỳ). Giảng viên có thể viết các từ của các sinh viên lên bảng hoặc giảng viên có thể yêu cầu sinh viên lên bảng viết từ vựng của mình. Sau đó, giảng viên yêu cầu chia nhóm/tổ và các nhóm/tổ sẽ viết/nói các từ trên bảng thành một câu chuyện theo đúng trật tự logic. Nhóm nào viết/nói được câu chuyện hay thì nhóm đó sẽ thắng.

Cả hai hoạt động nêu trên đều tạo cho sinh viên hình thành phản xạ nói nhanh và dễ áp dụng ngay trong giờ học trên lớp.

Trên đây là một phần đóng góp rất nhỏ mong đóng góp phần nào và kết hợp với những phương pháp tổng hợp khác có thể tạo ra hiệu quả khả quan trong việc rèn luyện kỹ năng nói/giao tiếp cho sinh viên ngay từ năm thứ nhất. Khi sinh viên đã có thể nói/giao tiếp được tiếng Anh ở mức cơ bản thì việc tiếp tục nâng cao lên ở tất cả các kỹ năng khác sẽ thuận lợi hơn rất nhiều. Đặc biệt, với những sinh viên thuộc các khối/ngành không chuyên thì việc nói/giao tiếp được tiếng Anh là một điều vô cùng quý giá. ❖

Phân loại lớp theo trình độ tiếng Anh

>ThS. NGUYỄN THỊ NHUNG*

1. TÌNH HÌNH THỰC TẾ

Khi sinh viên nhập học vào một trường đại học, đầu vào một lớp không đồng đều về trình độ, trong khi yêu cầu đầu ra cho sinh viên sau mỗi học phần phải đạt ở mức độ tương đương nhất định.

Xét về khía cạnh cá nhân sinh viên, các em vẫn chưa có thói quen và kỹ năng làm việc với một ngoại ngữ khác (ví dụ tiếng Anh) là phải rèn luyện và thực hành để có phản xạ khi giao tiếp, chứ không phải chỉ lên lớp học đối phó trong vài ba buổi học rồi làm bài kiểm tra cho xong. Vì thế nên trong quá trình học, nhiều em vẫn rất chểnh mảng, rất ít khi hoàn thành bài tập về nhà hoặc trau dồi thêm kỹ năng hoặc luyện tập nâng cao hoặc học/làm bài đều đặn hàng ngày. Điều đó dẫn đến thực trạng kết quả là các em chỉ viết kết quả vào bài làm/bài tập về nhà hoặc làm lấy lệ để cho đủ bài.

Bên cạnh đó, sinh vên vẫn quá chú trọng vào điểm số mà ít đầu tư rèn luyện kỹ năng hoặc chưa có động cơ học tập hoặc chưa có nhu cầu của bản thân về công việc thực tế sau này bắt buộc phải sử dụng đến tiếng Anh. Vì vậy, các em vẫn còn “thản nhiên”, “ung dung”, “chưa quan tâm”,… và chưa nhận thức được tầm quan trọng của tiếng Anh trong cuộc sống để lấy đó làm mục tiêu học tập.

Tuy nhiên, vẫn còn có một số sinh viên nhìn thấy được tầm quan trọng của tiếng Anh và có động lực để học, nhưng sự bền bỉ và chăm chỉ không được lâu dài mà chỉ ở thời kỳ đầu hoặc trước khi thi, nhiều khi sự lười biếng đã lấn át hết sự quyết tâm khiến cho việc học tiếng Anh dần dần bị sao nhãng.

2. ƯU ĐIỂM CỦA VIỆC PHÂN LOẠI LỚP

Sau khi phân loại lớp, các sinh viên lớp khá/giỏi thường có trình độ khá đồng đều: có thể là tương đương hoặc cao hơn. Từ đó, các em có thể học hỏi thêm từ các bạn cách học, biết thêm các nguồn thông tin khác để hỗ trợ tốt hơn trong việc học tiếng Anh. Ví dụ, có sinh viên rất tốt về phát âm hoặc từ vựng… khi được hỏi bạn đó bật mí rằng rất hay lên Youtube để nghe và ‘nhại lại’ những bài giảng của người nước ngoài/ bản xứ; hoặc đọc rất nhiều bài viết/truyện được viết bằng tiếng Anh từ dễ lên khó để cải thiện từ vựng,… Ngoài ra, ở lớp khá/ giỏi, các sinh viên vẫn có xu hướng đua nhau về thành tích học tập, nhất là điểm số. Như vậy, các em được giao lưu và học hỏi ở nhau rất nhiều chứ không gói gọn trong phạm vi sách/ tài liệu học lên lớp. Điều này rất hay và phù hợp với xu hướng “hội nhập quốc tế” hiện nay.

Thêm vào đó, sinh viên ở các lớp này cũng rất thích thú vì được học theo tốc độ nhanh hơn với kiến thức mình đã biết, học thêm các kiến thức và kỹ năng mới hoặc thực tế hơn trong đời sống, ví dụ như việc luyện âm,… và các em biết cách sử dụng từ điển tốt hơn, giúp cho quá trình tự học, thuyết trình bằng tiếng Anh, thực hành tình huống giao tiếp mô phỏng công việc mơ ước; ví dụ, công việc giới thiệu sản phẩm, bán hàng, xử lý tình huống khi giao tiếp với khách hàng nước ngoài,…

Đối với giảng viên được dạy lớp khá/giỏi luôn có hứng thú hơn khi sinh viên tiếp thu bài đồng đều,

* Đại học Công nghệ Đông Á.

nhanh hơn và hăng hái hơn, tiến trình lên lớp trôi chảy hơn. Thêm vào đó, việc thiết kế các hoạt động bổ trợ cho học tập trên lớp trở nên dễ dàng hơn chứ không phải lo lắng đến việc phải giảng dạy thế nào để thoả mãn được cho tất cả sinh viên trong lớp từ giỏi, khá và yếu nữa.

3. CÁC HẠN CHẾ CỦA VIỆC PHÂN LOẠI LỚP

Có nhiều sinh viên không có nhu cầu học mở rộng, nâng cao, nên không muốn vào lớp khá/giỏi mà xin xuống lớp thấp hơn trình độ để việc học được 'nhẹ nhàng', 'dễ chịu' hơn. Thêm nữa, các em e ngại khi vào lớp khá/giỏi các giảng viên sẽ yêu cầu cao hơn, cho điểm khắt khe hơn và các em hy vọng ở các lớp thường sẽ dễ đạt được điểm cao hơn.

Việc các sinh viên xin chuyển từ lớp khá/giỏi sang lớp thường sẽ làm cho giảng viên quản lý lớp khó khăn vì lớp sẽ trở nên lộn xộn và mất nhiều thời gian đến ổn định tâm lý cho các em. Một phần nữa là do sinh viên ở lớp khá/giỏi thường có những 'đòi hỏi' về mặt kiến thức, kỹ năng cao hơn và các em mong chờ ở giảng viên những điều thú vị, mới mẻ hơn so với lớp thường, cho nên dạy lớp khá/giỏi cũng cần phải đầu tư thời gian, công sức để tìm nguồn học, thiết kế nhiều hoạt động học tập thú vị để thu hút được các em tham gia một cách hào hứng và nghiên cứu phương pháp giảng dạy phù hợp để các em ngấm được sâu nhất kiến thức tiếp thu được trên lớp.

4. GIẢI PHÁP VÀ ĐỀ XUẤT

Để việc áp dụng phân loại lớp theo trình độ đạt được mục tiêu cuối cùng là giúp sinh viên tiến bộ hơn trong học tập, một số hoạt động dưới đây sẽ hỗ trợ tốt hơn cho việc quản lý lớp và giảng dạy hiệu quả hơn.

a) Đa dạng hoá hoạt động:

Đưa ra nhiều hoạt động học tập để giúp sinh viên rèn luyện kỹ năng nhiều hơn và luôn tập trung vào 2 yếu tố: tốc độ nhanh và tạo áp lực thời gian. Kỹ năng 'nói-viết' luôn cần sự tập trung và bền bỉ; việc làm đi làm lại trên lớp và các cấp độ nhân đôi - nhóm nhỏ - nhóm lớn để các em có nhiều trải nghiệm.

b) Phân chia nhóm nhiều dạng/kiểu:

- Hạn chế chia theo chỗ ngồi vì sinh viên thường có xu hướng ngồi tụ lại một chỗ;

- Tăng sự giao lưu, làm việc giữa các sinh viên của các lớp về: điểm số, đặc điểm ngoại

hình, màu sắc quần áo, giới tính,…; nếu số lượng đồng đều, giảng viên hãy chọn ngẫu nhiên.

c) Điểm số:

Phải có chế độ 'thưởng-phạt' rõ ràng:

Thưởng điểm cho sinh viên tích cực, chăm chỉ, có tiến bộ,…;

Trừ điểm các sinh viên chưa chăm chỉ, không làm bài tập, điểm kém với sinh viên không có mặt khi làm bài kiểm tra trên lớp, buộc sinh viên phải tích cực hơn để gỡ điểm. Rèn cho sinh viên có thói quen làm việc nhiều hơn: ra các dạng bài tập đa dạng.

d) Rèn luyện kỹ năng:

Sinh viên hay có tâm lý lười làm bài và làm bài qua quýt cho xong, nên khi giao bài tập, giảng viên cần định hướng thêm các bài tập có kỹ năng nghe-nói-đọc-viết, như việc quay video phần đọc và phát âm, ghi âm các phần thảo luận nhóm theo chủ đề,…

5. KẾT LUẬN

Việc phân loại lớp theo trình độ/ năng lực tiếng Anh đem lại rất nhiều lợi ích cho cả giảng viên và sinh viên nhằm giúp các em cải thiện năng lực sử dụng tiếng Anh và có thể áp dụng vào đời sống thực tế của các em sau này.❖

An open implement of industrial communication and internet of things (iot) using embedded linux

>Ph.D DINH VAN THANH, B.S. DANG XUAN HIEU, and M.S. DINH THI LAN ANH*

ABSTRACT

Communication between controllers and physical devices is a crucial task in the automation systems. In facts, communication task usually requires specific devices and software, which are expensive, for each communication protocol and complies with certain communication standard. This issue therefore will provide the users less flexibility as well as knowledge about how these devices work. As the embedded computer emerges and becomes more and more popular, it presents a new opportunity for the developers to develop the communication applications including recent popular Internet of Things (IoT) applications using the open source programs. This paper presents a case study of implementing an open source program in the IoT2000 Gateway - A new Siemens open source device to communicate with the Siemens SIMATIC S7 - 1500 PLC and the Schneider PM5350 Power Meter then transfer the acquired data to the Amazon Web Service cloud platform. This communication platform will enable the usage of manufacturing data from system wide physical, operational, and human assets to drive manufacturing, maintenance, digitalization of operations, and energy supervision via manufacturing network. This is the key feature of the smart factory and Manufacturing Execution System (MES) to be implemented in a specific brewery in Vietnam.

Keywords: *Profinet; Modbus; IoT; Open source; Embedded; Linux, Cloud computing, Industrial Communication*

1. INTRODUCTION

The term "communication" implies the process of ex-changing information between individuals through a common system of signs, symbols and behaviors. In the automation system, it means transferring data and command between devices in the communication network usually through electrical signal, especially the digital signal. The communication system used in the industrial applications is call industrial communication. This kind of application requires the high level of data exchanging, data controllability and reliability. Industrial communication network also led to the developments and implementations of various

* East Asia University Of Technology

communication protocol such as HART, Profibus, Modbus, Ethernet/IP etc., This model of communication (Fig 1), which is called field bus,has been the standard in the industrial sector for a long time. However, this field bus model still has some limitations. It doesn't allow the devices in field level to transfer data directly to the information level (Fig. 1). Moreover, it is also very difficult for field devices to communicate with other field devices especially when they use different protocols.

In the recent year, those disadvantages are become more and more obviously under the new context of the fourth industrial revolution and Internet of Things [2]. The new model of industrial communication like Cyber - Physical System [3] will allow cross - layer communication and most of the devices in the future will be connected to the Internet (Fig 2). It is an opportunity for the embedded and open source system thanks to its great flexibility. The embedded computers using Linux OS [4] can read and write data to multi devices with different communication protocols as well as transfer the data to the cloud platform through the Internet. It is also easy for the small company to design and implement the application by themselves and provide the user a greater understanding about the system. In our case study, we will introduce some new devices and tools which are available and our implement of communication with some industrial devices using those tools.

2. EMBEDDED COMMUNICATION SYSTEM

A. Embedded computer

The embedded computer is a microcontroller or microprocessor-based system for specific functions and it is implemented as a part of a larger device or system. There are variety of shapes and sizes of the embedded computers, but the most commonly used is the integrated board such as Arduino or Raspberry Pi (Fig 3).

These board computers are often based on ARM or AVR microcontroller. Many of these embedded systems have in - board Ethernet and Wi-Fi module and allow Internet connection via programmable software. This feature makes the embedded computer play an important role in the evolution of Internet of Thing. The embedded computers will become a connection hub between the physical world and the cyber world. It gathers the data from the machine and process throw its various communication port, implements some simple processing tasks before remotely connect the data to the database via internet. The types of embedded computer built for communication purpose and IoT application are called gateway and IoT gateway respectively. In our implement, the embedded computer IoT2040 is used, which is an open source IoT Gateway provided by Siemens AG [5].

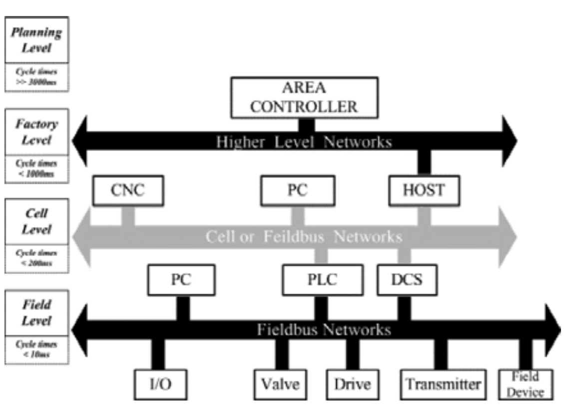


Fig. 1: Communication networks within the factory automation hierarchy [1]

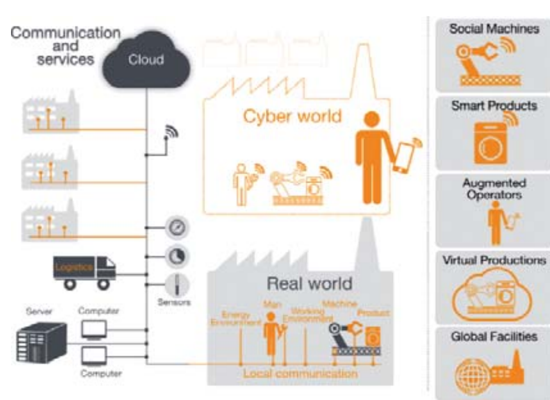


Fig. 2: Communication networks within industry 4.0 concepts

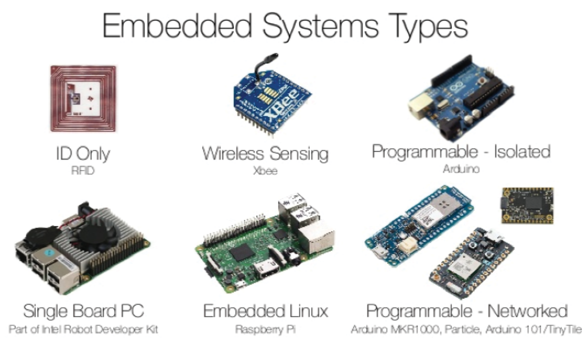


Fig. 3: Embedded system

B. Embedded operating system

As the embedded system application become more and more complex, the need of operating system to manage the system resources become more crucial. The main tasks of the operating system are organizing and controlling the collection of hardwares to support the operation of the system. The specific functions of the operating system are [6]:

• *Processor Management:* The operating system decides the amount of time that processor spend on each task, ensure that each process have enough time to function properly and control the switch between processes in the multi-task environment

• *Memory and Storage Management:* The operating system control the use of the memory to provide the required memory for each process and manage the storage of data and program

• *Device Management:* The operating system manages all hardware not on the computer's motherboard through driver programs include inputs, outputs, sensors, communication ports etc., Drivers provide the way for applications to make the usage of hardware subsystems without knowing in details of the hardware's operation. The driver's function is to transform the electrical signals of the hardware subsystems and the high-level programming languages of the operating system to application programs. One reason that drivers are separated from the operating system is for upgradability of devices

• *Providing Common Application Interface:* Application Program Interfaces (APIs) allow programmers use functions of the computer and operating system without directly keeping track of all the details in the CPU's operation. Once the programmer uses the APIs, the operating system, connected to drivers for the various hardware subsystems, deals with the changing components of the hardware.

• *Providing Common User Interface:* A user interface (UI) brings a formal structure to the interaction between a user and the computer

Unlike the operating system in the general purposes computer, the operating systems for the embedded computer are differently depending on the hardware usage for computer and the application of the computer. For example, the Arduino Yún board uses an operating system called LininoOs and the Raspberry Pi uses Raspbian operating system. In our case study, we focus on the Linux based operating system. The IoT2040 that we used is designed and tested on a variation of Linux which is called Yocto.

C. Software Infrastructure

Cloud and Cloud computing are two of the main contents in the concept of Industry 4.0. The main idea behind this trend is that the IT infrastructure that reside in remote data centers, accessible via the Internet, can now be rented by the customers and they only need to pay for what they use. The key attributes of the Cloud computing are [7]:

• *On demand:* It is available “as needed”, meaning that the resources are only paid for when they’re being used

• *Elastic:* Resource can be scaled up and down, as required. The developer can be design and test their application on the small scale and then scale up the application using the same solution

• *Online:* The resources are not only accessible via the Internet but also always available and can be instantly deployed when they are needed

• *Managed:* The Cloud service, at least the infrastructure, is managed by the Cloud services provider not by the customer IT staff.

The Cloud computing allows the developers to care less about the IT part and focuses more on developing their own applications. This is also affect the new trends in software developing, namely Software as a Service (SaaS) and Platform as a Service (PaaS). SaaS means that the customers can use a software based on the pay-per-use model without the need of installing the software beforehand. PaaS is the natural evolution of the SaaS model. It can be simply explained that the developer will deploy their own software and applications on a provided platform which are pay-per-use basic [7].

These trends also affect the way programmers do their coding. The developers now do their programming based on the libraries made by the others rather than create their own libraries since these libraries are well-designed, well-tested while still free and easy to access. Some even do their programming by the Graphical Programming tools such as Node-red [8]. All these tools and libraries make the developing of the Embedded system easier and cheaper.

3. OPEN SOURCE COMMUNICATION IMPLEMENT

A. S7 communcation with Siemens SIMATIC S7 1500

S7 communication is a Siemens proprietary protocol used for exchange data between SIMATIC PLC or between PLC and Industrial PC stations. The protocol has been used by Siemens since the introduction of the SIMATIC S7 PLC in 1994 and run on top of different physical/network layers, like RS-485 (MPI/Profibus) or Ethernet TCP/IP (Profinet). The Ethernet implementation of the S7 Protocol relies on ISO TCP (RFC1006) which, by design, is block oriented. Each block is named Protocol Data Unit (PDU). Each S7 PDU consists of a header, a set of parameters, a parameters data and the data block (Fig. 4). Like the other Siemens communication protocol, S7 communication follow the server - client model. The messages contain the command from the client or the respond of the server for that command.

In our project, we have tested two ways to acquire data from the SIMATIC S7 1500 using S7 protocol. The first option is to use the open source library which is called Snap7. The Python wrapper for this library can be downloaded with the pip command. The Client object of the library allow various command such as read input, write to output, read or write to DB, change PLC address, change the PLC mode, download or upload program and so on. The other option is using a JavaScript module called node-red-contrib-s7 which is deployed on Node-red, a JavaScript graphical development environment. To connect to the PLC, we need to specify the PLC IP Address, the number of rack and the slot in the rack that the PLC is installed. The TCP port that is used for S7 communication protocol is 102. The variable to read or write is specified by the number of DB, the data type and the offset of the variable in the DB (Fig. 5). In our project, we tested to read the speed feedback and the temperature of a motor and write back the speed set point to the driver (Fig. 6)

B. Modbus RTU communication with Schneider PM5350

The Modbus protocol [9] is one of the oldest SCADA protocols, generally used in industrial control applications and monitoring processes. The protocol is developed by Modicon (now Schneider Electric) and has been used for industrial application since 1979. The key features, which make Modbus so success, is that it is openly published, royalty-free, easy to deploy and maintain.

The Modbus protocol can be divided into two main versions: Modbus serial and Modbus TCP,

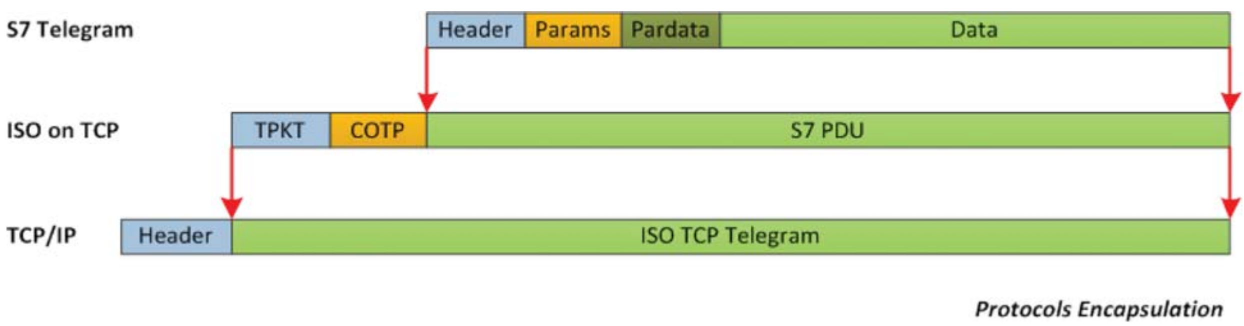


Fig. 4: S7 Protocol message format [10]

each version offersunicast and multicast transmission mechanisms between oneor several masters and one or more slaves. Up to 250 devices can be connected to the Modbus bus. Master-slave architecture is used for transmitting data between two devices. The Modbus serial protocol uses two transmission modes. Devices in ASCII mode send each byte as two ASCII characters, while in RTU mode, each byte is sent as two hexa decimal four bits characters. The Modbus frame is composedof an Application Data Unit (ADU), beginning with the slave address and ending with the error check. Between the slave address and the error check is the Modbus PDU which contains the function code and the parameters data [11].

The power meter PM5350, which we use in our case study, support Modbus RTU. The RTU mode is more efficient and is used in most industrial networks. It uses the specifications of RS-485 standard to transfer data and reaches maximum transmission speeds up to 19.2 Kbps. To connect to the power meter, we use the embedded serial port of the IoT2040. This port can be configured with different serial standard, namely RS-232, RS-422 and RS-485. In our case, the RS-485 standard is used. The software package we use to communicate with the power meter is node-red-contrib-modbus, which is also deployed via Node-red. We use the Modbus-read module to read the holding registers from the power meter. The node payload is in the form of an array of two bytes long (Word) registers. However, the original form of data is four bytes float. To process the data, we first use the writeUInt16LE method of the Buffer object to write the acquired register into a buffer then use the readFloatLE method to read back the data from the buffer in four bytes float format.

C. AMAZON WEB SERVICE (AWS) CONNECTION

To send data over the Internet, we use the Cloud computing service provided by AWS, which charges the customer based on the number of messages sent or received. This service uses the Message Queue Telemetry Transport (MQTT) protocol which follow

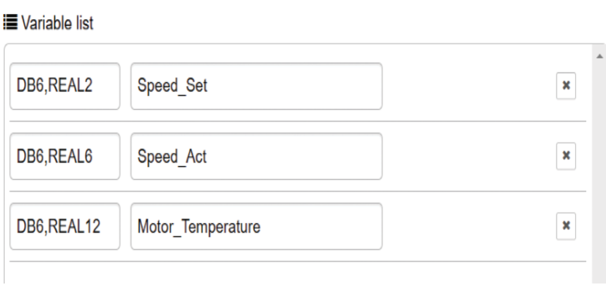


Fig. 5: Variables configuration

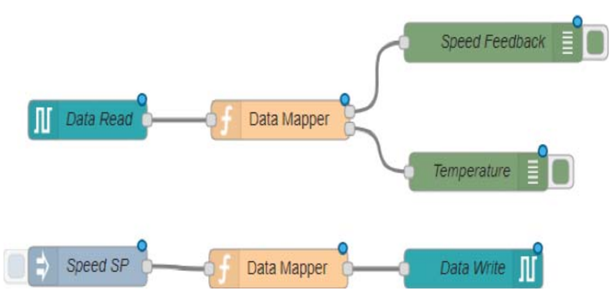


Fig. 6: Node-red flow for S7 communication

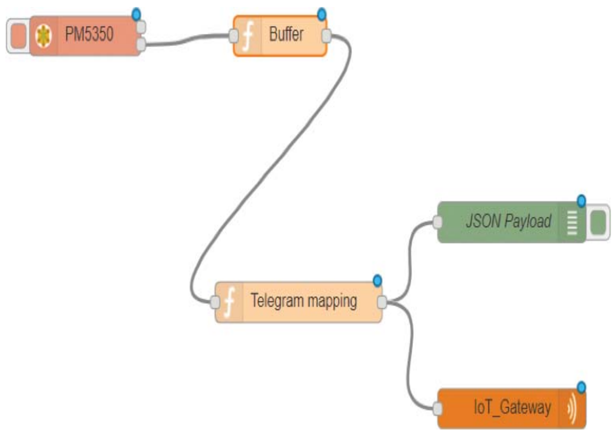


Fig. 7: Node-red flow for Modbus and AWS IoT publishing

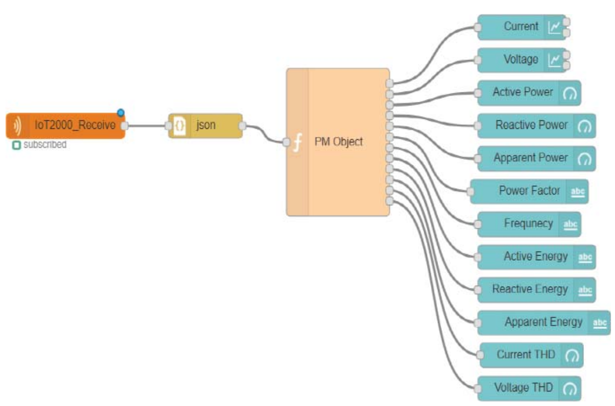


Fig. 8: Node-red flow for AWS IoT subscribing and GUI

the publish - subscribe model [12]. The architect of MQTT has two main parts, namely Broker and Clients. Broker acts as a hub for the connection of messages from and to the Clients. It receives the messages from the Publisher, put them into the queue and transmits to the right Subscriber. The Clients are separate into two kinds which are Publisher and Subscriber. Publisher sends the messages to the Broker with a specific topic. The Subscriber also has a specific topic and if the topic of the Subscriber matches to this of the messages, the Broker sends the messages to the Subscriber.

In our project, the Broker is provided bythe AWS and the publish and subscribe functions is implemented by IoT Software Development Kits (SDKs) [13]. AWS provides the customers with SDKs for different programming languages such as Embedded C, Python, JavaScript and so on. Since our program for acquiring data using JavaScript and is deployed via Node-red, we chose to use the AWS SDKs for JavaScript in the form of Node-red module called node-red-contrib-aws-iot-hub.

First, we register the MQTT broker in the AWS IoT service called Thing. Then, we create a security certificate and attach it to the Thing. This certificate includes a public key, a private key and a root CA, which the Clients must provide to access to the Broker. These keys are stored in separate files and for using the Node-red module, these files must be named in correct format. We also create the policy that declares the actions that the Clients can perform and attach this policy to the certificate.

To perform the publishing, we use the publish node. We need to specify a unique ID for the Client, the API endpoint of the AWS account, the topic of the messages and the path to the certificate files. The payload of the message sent to the publishing node can be a JavaScript object or a string. In case of the string, it should be in JSON format which the JavaScript object is converted to before sending to the Broker. Similarly, the subscribe node is used to perform the subscribe function. The output of the node is a message object with the topic and payload are those of the MQTT message.

D. Simple Graphic User Interface (GUI)

In our case study, we tested to remotely visualizing the variables from the power meter using the Internet. The variables are read to the IoT2040 using Modbus RTU and transfer the data to the MQTT Broker using AWS SDKs (Fig. 7). In another computer, we use AWS SDKs to receive the data. To create the GUI for visualizing the data, we use a node-red module called node-red-dashboard. Since the payload of the messages sent to the Broker are in the JSON format, we can use the JSON node to convert the message payload to JavaScript object and map each variable to the corresponding dashboard node (Fig. 8).

4. CONCLUSION

In the paper, we have presented our implement for several communication applications using the embedded computer as the core of the communication system. All the programs are designed and tested with the free and open Linux platform. Both the communication between the devices and the gateway and between the gateway and the AWS Cloud run stable and reliable. It is noted that the opportunity for the embedded system and open source system in the industrial application is very promising.

ACKNOWLEDGMENT

This research is funded by the Government for the Ministerial Project on Science and Technology (Ministry of Industry and Trade) with the decision number 4868 (QĐ 4868/BCT).❖

REFERENCES

[1] Eduardo Tovar, "Real-Time Fieldbus Communications Using Profibus Networks", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 46, No. 6, December 1999.

[2] R.Minerva, A. Biru and D. Rotondi, "Towards a definition of the Internet of Things (IoT) - Issue 1", IEEE, May 2015. Available Online: http://iot.ieee.org/definition.html.

[3] E. A. Lee and S. A. Seshia, "Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach", LeeSeshia.org, 2011.

[4] Christopher Tozzi and Johnathan Zittrain, "A Kernel of Hope: The Story of Linux", MIT Press, 2017.

[5] Siemens, "Simatic IoT 2000 Operating Instruction".

[6] William Stallings, "Operating Systems: Internals and Design Principles - 9th edison", Prentice Hall, 2018.

[7] Paul Golding, "Connected Services: A Guide to the Internet Technologies Shaping the Future of Mobile Services and Operators", Wiley, 2011.

[8] Zenon Chaczko and Robin Braun, "Learning data engineering: Creating IoT apps using the node-RED and the RPI technologies", 16th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, 2017.

[9] PENG Dao-gang, ZHANG Hao and YANG Li, LI Hui, "Design and Realization of Modbus Protocol Based on Embedded Linux System", International Conference on Embedded Software and Systems Symposia, 2008.

[10] "S7 protocol", Available Online: http://snap7.sourceforge.net.

[11] Marcelo Urbina, Armando Astarloa, Jesús Lázaro, Unai Bidarte, Igor Villalta and Mikel Rodriguez, Cyber-Physical Production System Gateway Based on a Programmable SoC Platform, IEEE Access, Vol 5, p. 20408 - 20417, 2017.

[12] Do-Hun Kang, Min-Sung Park, Hyoung-Sub Kim, Da-young Kim, Sang-Hui Kim, Hyeon-Ju Son and Sang-Gon Lee, "Room Temperature Control and Fire Alarm/Suppression IoT Service Using MQTT on AWS", International Conference on Platform Technology and Service, 2017.

[13] "AWS IoT SDKs", Available Online: https://docs.aws.amazon.com/iot-/latest/developerguide/iot-sdks.html

Temperature prediction and model predictive control (MPC) of a distillation column using an artificial neural network based model

>B.S. DANG XUAN HIEU[1], M.S. DINH THI LAN ANH[1],
Prof. NGUYEN DOAN PHUOC[2], Ph.D DINH VAN THANH[1]

ABSTRACT

This paper addresses the possibility of using neural network model predictive control (NN - MPC) with receding horizon principle to control a distillation column system as well as many other nonlinear system with complex mathematic model. A small scale, refined distillation column model is built using balance equations and vapor liquid equilibrium (VLE) theory to provide data for training neural network and testing the controller. The neural network is established by measuring the system inputs and outputs from the simulating plant. The neural network based model is then used to predict the future output for MPC controller. The simulation results indicated that NN - MPC is capable to track the changing set-points and reject the changing disturbances with a negligible steady state error due to the estimation error of the neural network and linearization.

Keywords: *neural network, receding horizon method, distillation column, model predictive control (MPC), temperature control, output prediction*

1. INTRODUCTION

Predictive control is an advanced control method which is widely used in industry, especially in the control of processes that are low dynamic, multivariable and uncertain. The linear MPC controller is well established and proven to be significantly better in comparison with a traditional controller like PID [1]. However, in reality, most of the processes are nonlinear and using nonlinear models as a prediction model for the MPC controller is much more difficult than the linear one. Receding horizon algorithm [2], which uses linear estimations of the nonlinear model at each stage to predict the system future outputs, is one of the most simple methods to handle the problem about system' nonlinearity. Another problem is that in many cases the mathematic model of the process is highly

1 East Asia University Of Technology
2 Hanoi University Of Science And Technology

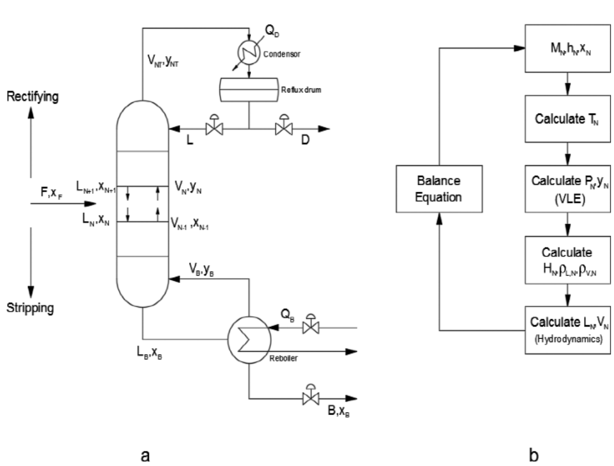


Fig. 1: General stucture of a binary distillation column

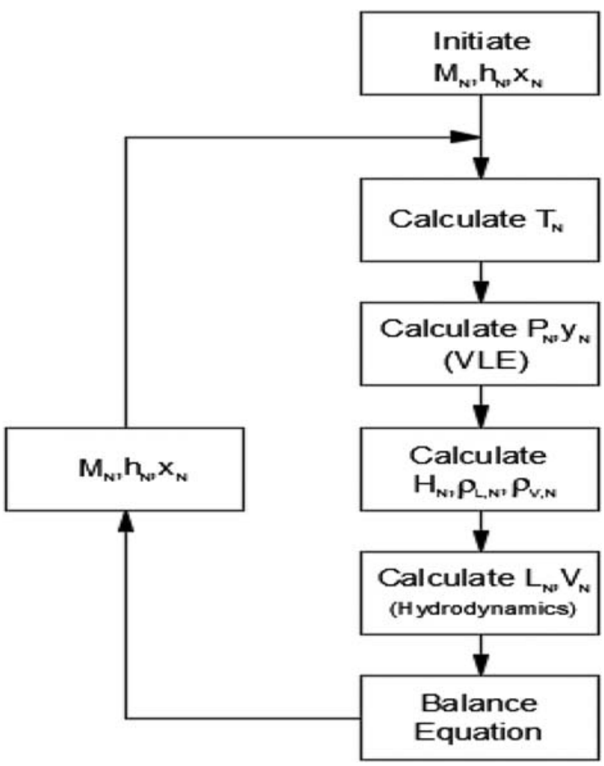


Fig. 2: Algorithm used to simulate the distillation column

uncertain or very complex which make it impossible for theoretical modeling.

A distillation column (Fig.1), one of the most essential processing units in chemical engineering and petroleum refining, is a perfect example for the problem that mentioned above, especially if we consider the thermal process which can be used to estimate the products' compositions [3]. For this process, beside the mass and component balances, we have to consider the energy balance and VLE process which is highly nonlinear and rely mostly on experiment parameters [4].

A feasible solution is to train an inverse artificial neural network, this is a very powerful tool to estimate the system dynamics [5] and to predict the future outputs of the process. Although the mathematic model of neural network is quite complex, it is highly structured. Thus, a general algorithm can be set up for this model. Another advantage of neural network is that it uses black box approach which allows us to ignore the complex physical process inside the object.

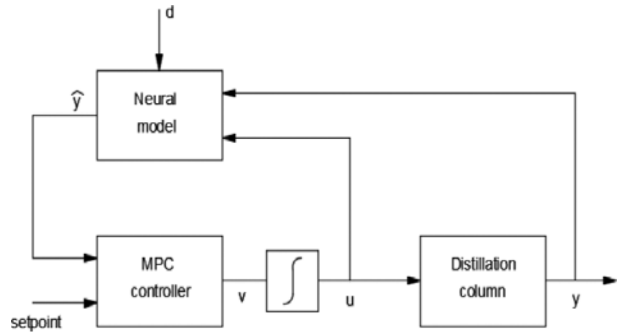


Fig.3: NN - MPC control structure

2. METHODOLOGY

In order to get data for training neural network and simulating the controller, we built a Simulink model of the distillation column (using the algorithm in Fig 2) which takes into account all the physical processes including energy balance equation, VLE [4] and tray hydrodynamics [6]. For simplifying, we only consider a small scale distillation column with 4 trays (feed tray is the second tray and output temperature is measured in the first tray). However,the similar steps can be applied for much more complicated processes since the control

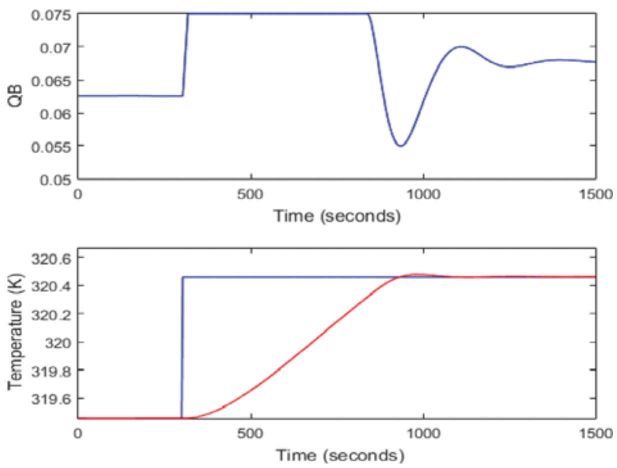


Fig. 4: Close loop system response with changing step set-point

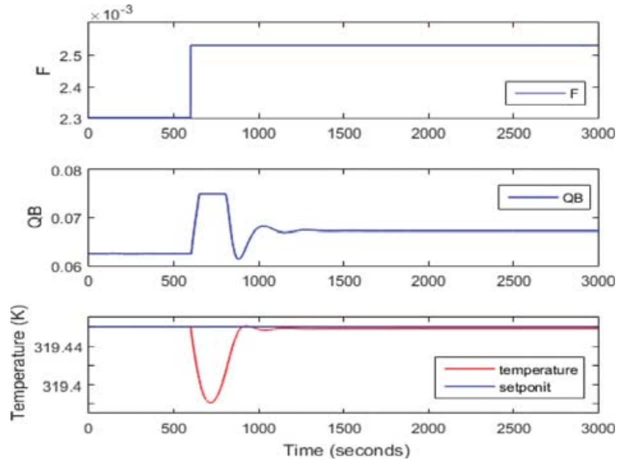


Fig. 5:Close loop system response with changing step disturbance

strategy ignores the structure of the object.

The inputs used to create the training and testing data were randomly generated. We consider three inputs (one control variable and two disturbances) namely re-boiler heat (QB), feed flow (F) and reflux flow (RF) correspondently, but other optional selection of inputs won't affect the algorithm. These data were then used to train and verify the neural network applying Matlab neural network toolbox [7].

The system model in MPC algorithm is replaced by the neural network model (Fig 3). In this paper, the response of close loop system with the changing step set-point and changing step disturbance are tested. The results shown in Fig 4 and Fig 5 proved that the NN - MPC is capable to track the changing set-point and reject the changing disturbance.

3. CONCLUSION

The paper presents the results of successfully applying and testing a general control algorithm (NN - MPC) for a distillation column. But this methodology can be applied to any processes, especially processes with complex model. Further extensions might consider applying online training for neural network which allow us to create a self - modeling MPC controller for industrial application.❖

REFERENCES

[1] E.F.Camacho and C.Bordons, Model Predictive Control, 1st ed.London:Springer-Verlag, 1999.

[2] D.Q Mayne and Michalska (1990). "Receding horizon control of nonlinear systems". IEEE Transactions on Automatic Control.

[3] T. Mejdell and S. Skogestad, Estimation of distillation compositions from multiple temperature measurements using partial-least-squares regression, Ind. Eng. Chem. Res., 1991, 30, 2543−2555.

[4] Y. S. Choe and W. L. Luyben, Rigorous Dynamic Models of distillation Columns, Ind. Eng. Chem. Res., 1987, 26, 2158.

[5] Martin T. Hagan, Howard B. Demuth, Mark Beale, "Neural Network Design", PSW Publising, ISBN: 0-971732 1-0-8, 1996.

[6] B. D. Smith, Design of equilibrium stage process. New York: McGraw-Hill, 1963

"Neural Network Toolbox," MathWork. [Online]. Available:https://www.mathworks.com/products/neural-network.html

A supervisory controlled system for the alcohol-free beer production process

>Ph.D DINH VAN THANH[1], M.S. DINH THI LAN ANH[1], B.S. NGUYEN TUAN ANH[2], B.S. DANG XUAN HIEU[1], B.S. BUI QUANG MINH[2], B.S. NGUYEN TUAN ANH[2] and NGUYEN QUANG TIEN[1]

ABSTRACT

Alcohol free beer is of government interest for its social benefit of reducing alcohol-related risks and it is new product line in Vietnam. Of technical challenge in such production is the process of alcohol separation. Particularly, alcohol composition in beer is reduced to smaller or equal to 0.5% abv using a vacuum distillation column. The main product of the process is non-alcoholic beer and the secondary product is sellable alcohol with the composition up to 75% abv [3]. The objectives of our work are to improve the system performance [5] and propose the supervisory and control system for dealcoholization plant that can implement in many breweries in Vietnam.

1. INTRODUCTION

Alcohol-free beer is the type of beer with very low proportion of alcohol (less than 0.5% abv) while still have the taste and flavor of the ordinary beer. In Vietnam, the alcohol-free beer is the new product line and gained more attention in the recent years only. Now, there are two breweries that produce alcohol-free beer are Saigon-Binhtay Brewery and Saigon-Phuly Brewery. However, both these two production lines are imported from Europe. In this paper, we will present the results of studying about the alcohol-free beer production process and designing the supervisory control system for this process. The plant design and the parameters of distillation columns for simulation reference to the dealcoholization system that is installed in Saigon-Phuly Brewery.

Alcohol-free Beer Production Technology

Technology that used to produce the alcohol-free beer is sorted into two major groups which are physical method and biological method [8]. The group of physical method mostly based on separating the alcohol from the ordinary beer. Those methods are usually required of installation of some special equipment such as distillation column [3] or membrane [10] to separate the alcohol.Technology solution which was selected to produce alcohol-free beer in Saigon-Phuly brewery is vacuum distillation [3]. The whole process is divided into three main parts as shown in Fig. 1.

[1] East Asia University Of Technology
[2] Hanoi University Of Science And Technology

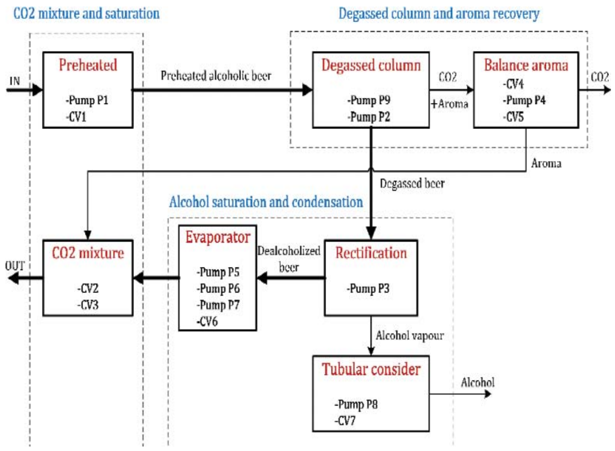


Fig. 1: Flow diagram of the process of alcoholfree beer production

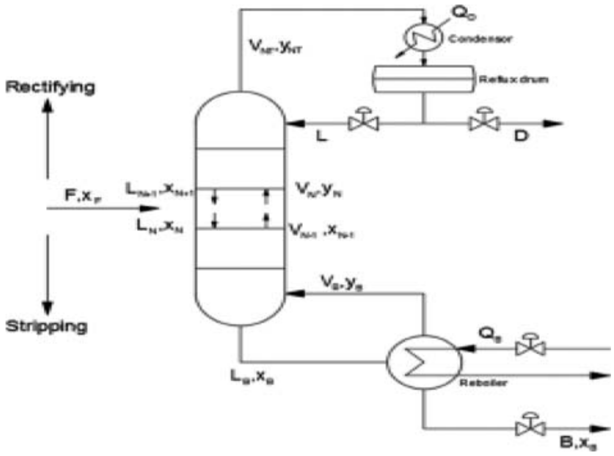


Fig. 2: Flow diagram of the process of alcoholfree beer production [5]

2. DESIGN OF A CONTROL SYSTEM FOR THE ALCOHOL-FREE BEER PRODUCTION PROCESS

a. Problem description

Dealcoholization plant control problems can be divided into 2 main problems: process sequential control and distillation column control.

The process sequential control problem focuses on manipulate the operation of the whole plant. This control problem includes start up process and getting the plant to and maintain the plant at the operation point. However, the distillation control problem only focuses on the distillation column. The main purpose of the distillation column controller is to manipulate the composition of alcohol in the outlet beer which need to be less than 0.5% abv. The other control variables of the distillation controller are the composition of the top product, the level of liquid in the re-boiler,condenser and distillation column and the temperature and pressure in the distillation column.

b. Control of the distillation column

A distillation column (Fig. 2) is commonly used in food, chemistry and refinery industry for the purpose of separating a liquid mixture of two or more substances into its component fractions of desired purity. The distillation columnworks based on thermodynamic principles. There are two main physical processexisting in the column which are evaporation and condensation. The feed flow(the inlet beer in our case) is fed into thefeed tray. The components which have lower boiling temperature will concentrate in the top of the column and then go through a condenser before being retrieved to a tank as the top product. The components which have higher boiling temperature will concentrate in the bottom ofdistillation column in the liquid form and be retrieved to the tank as the bottom product. The main controlled variable of the distillation column is the composition of the products. In the dealcoholization plant, the highest priority is to control the composition of the beer outlet as the bottom product of the distillation column.

c. Distillation column model and control method

The distillation column model is very complicated due to the large number of physical processes in the distillation column. The main process includes the Vapor Liquid Equilibrium [10] which is used to calculate the vapor pressure and composition, Hydrodynamic theory [1] which is used to calculate the flow rate of the liquid phase and vapor phase in each tray and the heat transfer process. In our case study, the model for binary distillation column which is built by Skogestad [6] is studied. The parameters of the mixture and components is obtained from ASPEN [2].

To design the controller for the distillation column, we take the linear estimation of the distillation column model at the operation point. The parameters at operation point are: feed rate F = 138.06 gmol/min, operating pressure p = 90 - 110 mbar and temperature at top of the column T=45℃. The transfer function of the distillation column at the operation point is shown in the following equation.

$$\begin{bmatrix} x_D \\ x_B \end{bmatrix} = G_P \begin{bmatrix} L \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{0.008003}{22.1442s+1} & \frac{-0.0032535}{22.3665s+1} \\ \frac{0.00023623}{6.7812s+1} & \frac{-0.0009011}{6.5366s+1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L \\ V \end{bmatrix} \quad (1)$$

The control configuration is selected by using Relative Gain Array [4] (RGA) method:

$$\mathrm{RGA}(G_P) = \Lambda(G_P) = \begin{bmatrix} \lambda & 1-\lambda \\ 1-\lambda & \lambda \end{bmatrix} \quad (2)$$

Where $\lambda > 1$ is a design parameter. As such, the manipulated variable for controlling the bottom product is the flow-rate of steam feed to the re-boiler

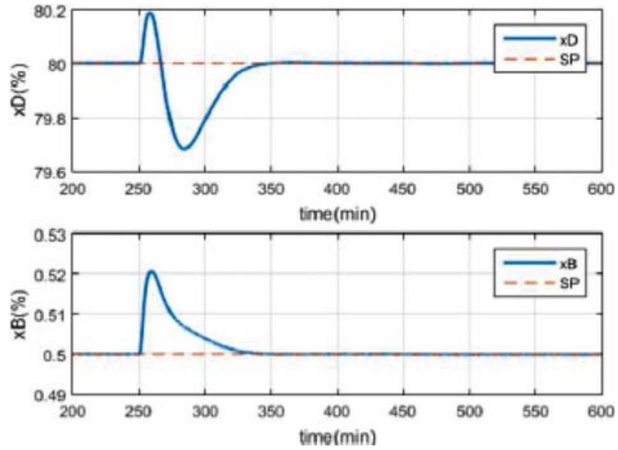


Fig. 3:Closed-loop response in case of changing disturbance

(V) and the variable for controlling the top product is the flow-rate of the reflux flow (L). This is called LV-configuration [7].

d. Design the PID controller for the distillation column

For this work, the Kuhn's T-sum method [10] is studied to design the PID controller. PI controller is used for the top product composition control loop, with parameters are as following $k_{p1}=1/(2k_1) = 62.47$ and $\tau_{i1}=T_{\Sigma1}/2=11.0721$. $k_{p2}=544.88$ and $\tau_{i2}=3.2683$

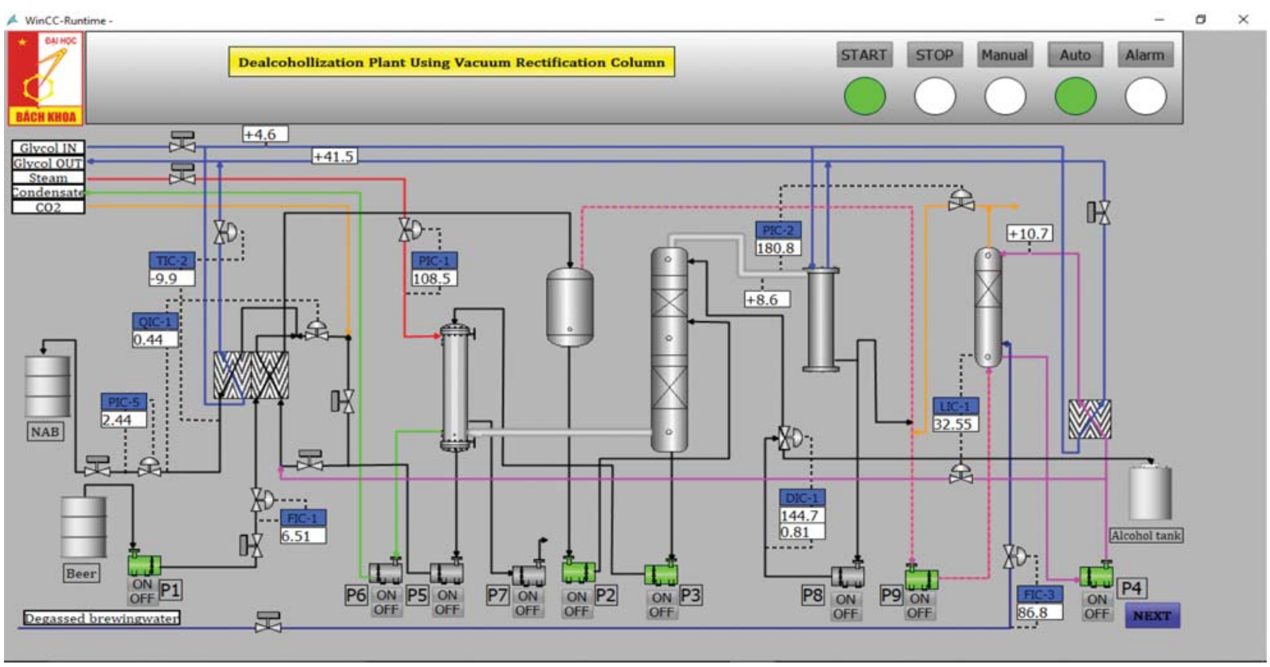


Fig. 4: Main HMI screen of the system

are correspondingly control parameters for the composition control of the bottom product. The PI controller for the composition control is test in the case of step changing disturbance and continuously random noises. The simulation results are shown in (Fig. 3) indicates that the controller can reject thechanging step disturbance and random noises with good performances.

3. A SUPERVISORY CONTROLLED SYSTEM FOR THE ALCOHOL-FREE BEER PRODUCTION PROCESS

Programmable Logic Controller (PLC) S7 1500 is chosen for its high reliability feature and well-known used in industry. The control programs and human machine interface (HMI) are programmed based on TIA Portal V14 SP1 software. In the operating screen (Fig.4) shows the P&ID and all process equipment's such asvalves, pumps, indicator fields. The inputs of process are: alcoholic beer, CO2, glycol used for preheating feedbeer flow and cooling aroma, steam for alcohol-free beer pasteurization process, degassed water used for separation aroma and CO2. The outputs of process are: alcohol-free beer, alcohol, CO2 and aroma (aroma and CO2 can be mixed with beer outlet optionally).

4. CONCLUSION

The paper has presented the control system for the alcohol free beer production process. Both the process control problem and distillation column control problem have been studied carefully and feasible solution for the plant is derived, namely, the supervisory controlled system to monitor the operation of the dealcoholization plant. The PID controllers for the distillation column are designed and validated. ❖

REFERENCES

Books

[1] B. D. Smith, Design of equilibrium stage process, New York: McGraw-Hill, 1963.

[2] Integration of NIST Chemical Property Database in aspenONEr Engineering: An Executive Summary [Online].

[3] SIGMATEC Dealcoholization System, API Schmidt-Bretten.

Research papers

[4] D. Chen and D. E. Seborg, Relative gain array analysis for uncertain process models, AIChE Journal, vol. 48, no. 2, 2002, pp. 302-310.

[5] D. X. Hieu, D. T. L. Anh, N. D. Phuoc, D.V. Thanh, and D.D Cuong Temperature prediction and Model Predictive Control (MPC) of a distillation column using an Artificial Neural Network based model, Proceedings of the IEEE International Conference on System Science and Engineering, Ho Chi Minh City, Jul. 2017, pp. 127-132.

[6] S. Skogestad, Dynamics and control of distillation columns: a tutorial introduction, Chemical Engineering Research and Design, vol. 75, no.6, 1997, pp. 539-562.

[7] S. Skogestad, P. Lundstr¨om, and E. W. Jacobsen, "Selecting the best distillation control configuration," AIChE Journal, vol. 36, no. 5, 1990, pp. 753-764.

[8] T. Br´anyik, D. P. Silva, M. Baszczynski, R. Lehnert, and J. B. Almeida Silva, A review of methods of low alcohol and alcohol-free beer production, Journal of Food Engineering, vol. 108, no. 4, 2012, pp. 493-506.

[9] U. Kuhn, Eine praxisnahe einstellregel f¨ur PID-Regler: die T-Summen-Regel, Automatisierungstechnische Praxis, vol. 37, no. 5, 1995, pp. 10-16.

[10] Y. S. Choe and W. L. Luyben, Rigorous dynamic models of distillation columns, Industrial & Engineering Chemistry Research, vol. 26, no. 10, 1987, pp. 2158-2161.

Development of a multivariable test facility for the evaluation of iterative learning controllers

>Ph.D DINH VAN THANH[1], Ph.D CHRIS FREEMAN and Ph.D P. LEWIN[2]

ABSTRACT

This paper describes the development of a multivariable input, multi-variable output (MIMO) experimental test facility, which will be used to evaluate, benchmark and compare iterative learning control (ILC) strategies. The system addresses the distinct lack of experimental studies for multivariable case in the performance and robustness to be analyzed over broad range of conditions. The electromechanical facility is multiconfigurable with upto 3 inputs and be able to have both exogenous disturbance injection and a variable level of coupling between input and output pairs.

Index terms: *multi-variable input, multi-variable output system, experimental benchmarking, iterative learning control.*

I. INTRODUCTION

Iterative Learning Control (ILC) was formally conceived over 25 years ago, and has become an area of considerable research interest in both theoretical and application domains. ILC is suitable for systems which perform a repeated process defined over a finite time interval, and uses the previous error of a trial to modify the control signal with the aim of sequentially improving tracking accuracy. For a full overview of ILC, see [5], [6]. ILC has shown the ability to provide high performance with significant modeling uncertainty and exogenous disturbance to leading popularity in industries such as manufacturing [14], [1], chemical process engineering [11], [30], industrial equipments [26], [31], robotics [2], [3], [28], [30] biomedical engineering [12], [13], precision control [21], [22] or used to aid other control methods [27] . Whilst many such reported applications and cases of detailed comparison and benchmarking exist for the SISO case, these are few instances for multiple input multiple output (MIMO) systems [7],[8],[16],[17]. These typically are substantially more challenging due to interaction dynamics. This illustrated by applications assuming non-interaction and reporting results to those of single input single output (SISO) systems, often failing to solve interaction. Moreover there is no comparative benchmarking for a range of algorithms, needed to establish rigorous for extension of performance prior to wider industrial implementation. To address this need, this paper describes a multiconfigurable multivariable facility which will enable a wide range of MIMO controllers to be evaluated. This will provide a variety of possible inputs and outputs, enable disturbance injection and encompass variable dynamic interaction. The modeling in section II, design overview is continued in section III, and preliminary experimental results in section IV and future work is in section V. Consequently, the main objective of this research is to designing a test facility which can be used to enable MIMO ILC approaches to be rigorously evaluated on a demanding multi-configurable experimental platform. The first research objective is to design and manufacture such an experimental test facility, where the number of inputs and outputs can be changed to increase the scope of the platform. The second is to interface it to a PC and mathematical software environment to enable rapid controller prototyping, together with data storage for future analysis. After this, simple-structure ILC algorithms such as P-type ILC, D-type ILC, and Phase-lead ILC will be used to control the system, as well as advanced ILC algorithms which will be studied and implemented using the same system.

1 East Asia University of Technology
2 Southampton University

II. SYSTEM MODELING AND SIMULATION

To investigate the possible configurations in figure 3, 4, 5 the differential gear box is first modeled. An internal representation is shown in figure 1, where I_A, I_B, I_C are

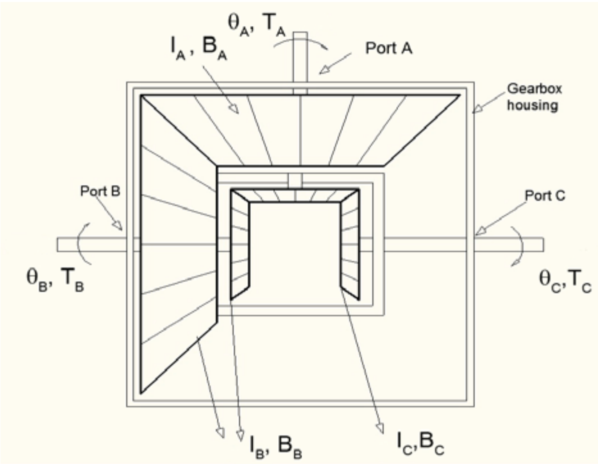


Fig. 1. Differential gearbox

the inertial values of the bevel gears of ports A, B, C respectively with B_A, B_B, B_C associated the viscous damping coefficients. Likewise θ_A, T_A are the rotational angle and torque applied to port A. θ_B, T_B are the rotational angle and the torque of port B. Similarly θ_C, T_C are the rotational angle and torque of port C respectively. Applying Lagrange's equation [4] to the gearbox in figure 1, yields the relationships

$$I_A\ddot{\theta}_A + B_A\dot{\theta}_A - T_A + 2I_C\ddot{\theta}_C + 2B_C\dot{\theta}_C - 2T_C = 0 \quad (1)$$

$$I_B\ddot{\theta}_B + B_B\dot{\theta}_B - T_B - I_C\ddot{\theta}_C + B_C\dot{\theta}_C - T_C = 0 \quad (2)$$

$$2\theta_A = \theta_B + \theta_C \quad (3)$$

The spring-mass-damper components are used to attach to outputs of differential gears are shown in figure 2. This device will decide the dynamic of a system depend on its position. Since T_B is the torque from the differential gear, θ_B is the angle displacement and Φ_B is the output angle

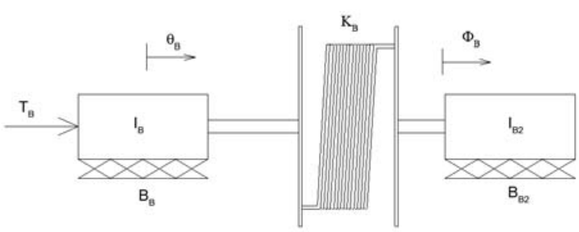


Fig. 2. Spring-mass-damper module attached to output B.

displacement of the system. The corresponding transfer-function is

$$\frac{T_B(s)}{\theta_B(s)} = I_Bs^2 + B_Bs + K_B - \frac{K_B^2}{I_{B2}s^2 + B_{B2}s + K_B} \quad (4)$$

Before deciding which configuration is the best suitable for

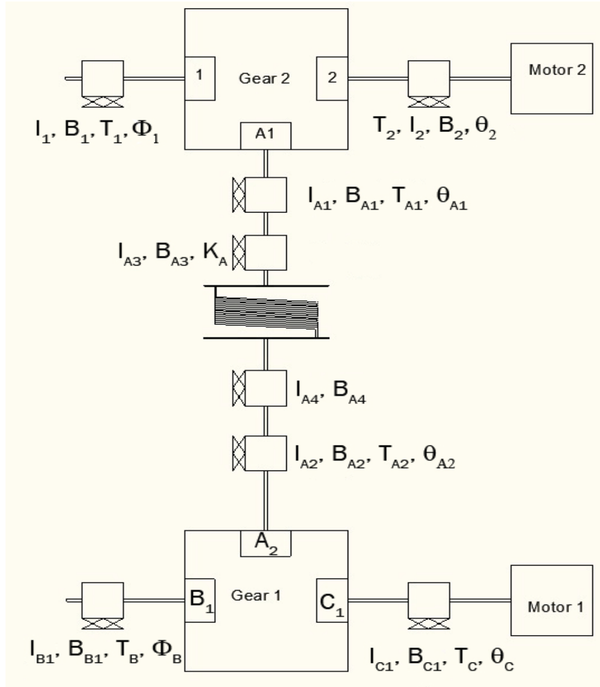


Fig. 3. Arrangement 1

the MIMO test-bed facility, interaction measurement [20] in each case are considered by calculating relative gain array. This method was first introduced in 1966 [23] and (RGA) number was developed to measure the interaction of a MIMO system. The term is defined as

$$RGA(G) = \Lambda(G) = G \times (G^{-1})^T \quad (5)$$

where G is the transfer function matrix and T is the transpose of a matrix. The RGA is also used to choose the easiest pairs input-output to control. RGA number and is written as

$$RGA \text{ number} = \|\Lambda(G) - I\| \quad (6)$$

If value of RGA number is equal to zero that mean the system is easy to control otherwise RGA number is greater than 1, the system will have a lot of interaction and very

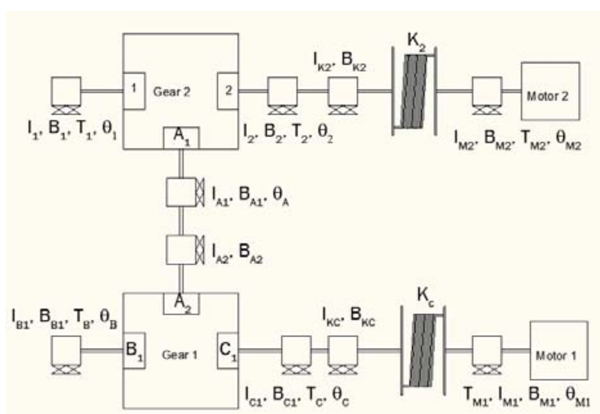


Fig. 4. Arrangement 2

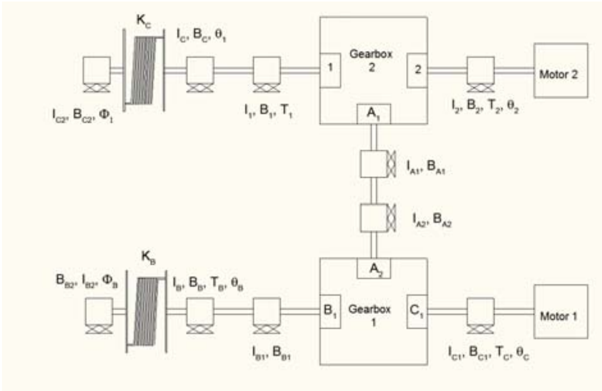


Fig. 5. Arrangement 3

difficult to control. For the arrangement 1 in figure 3, two differential gears are connected together with spring-mass-damper in the middle so if varying mass, damper or spring constant, it will have little effect on the outputs but will directly effect the interaction. Calculating the RGA number for the first arrangement in figure 3 with chosen reality parameters values, the RGA number changes is shown in figure 6. Based on the RGA number result, this arrangement will not be chosen since it is difficult to control with the frequency around 10 rad/s while the normal operating frequency is from 10^{-1} to 20 (rad/s). Additionally it is hard to tune the dynamic of the system based on spring-mass-damper component. Arrangement 2 in figure 4, the interaction can be tuned by varying the dampers and masses in between 2 differential gears. The dynamic of output 1 of gear 2 can be modified by varying $I_{M2}, B_{M1}, K_2, I_{K2}, B_{K2}$. Similarly, the dynamic of output B_1 of gear 1 can be modified by changing $I_{M1}, B_{M1}, K_C, I_{KC}, B_{KC}$ but this arrangement need to have a very stiff spring in order to cope with high torque from induction motors. The RGA number is shown in figure 7. shows that the system has low interaction with low frequency but in higher frequency the system has much more interaction and will be difficult to control. Therefore this arrangement is not chosen. The final arrangement is the arrangement 3 in figure 5 which is the best arrangement because it is easy to change the interaction similar to arrangement 3. Additional when spring-mass-damper constants are changed it has big

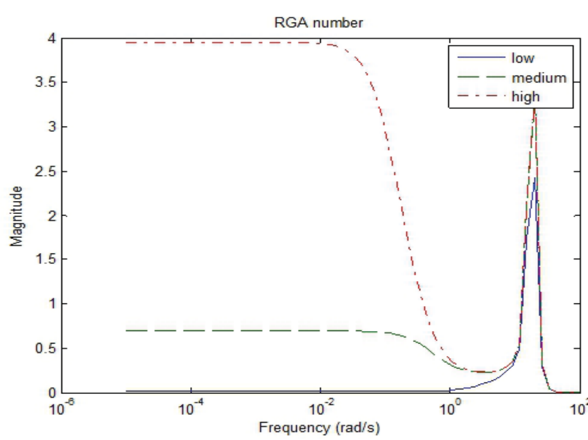


Fig. 6. RGA number for arrangement 1

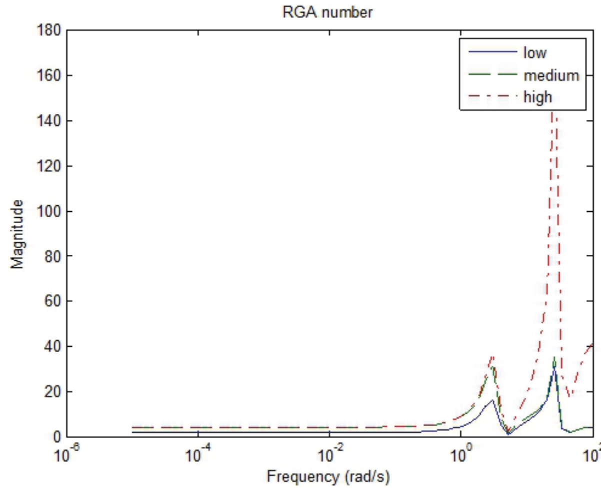


Fig. 7. RGA number for arrangement 2

effect to outputs and the RGA number is smaller within the operating frequency for medium and low interaction case, shown in figure 8. Hence this arrangement is chosen and used to implement the MIMO test-bed facility. The transfer function for the system shown in figure 5 is then expressed below. The transfer function for θ_B to Φ_B and θ_1 to Φ_1 is $G_{BB}(s) = \frac{K_B}{I_{B2}s^2+B_{B2}s+K_B}$, $G_{11}(s) = \frac{K_C}{I_{C2}s^2+B_{C2}s+K_C}$ respectively. The spring-mass-damper systems are given from (4) have transfer functions

$$G_1(s) = \frac{K_C}{(I_{C2}s^2 + B_{C2}s + K_C)} - (I_C s^2 + B_C s + K_C) \quad (7)$$

$$G_B(s) = \frac{K_B^2}{I_{B2}s^2 + B_{B2}s + K_B} - (I_B s^2 + B_B s + K_B) \quad (8)$$

where K_B, K_C are the spring constants of the output of gear 1 and output of gear 2 respectively. Then other equations are

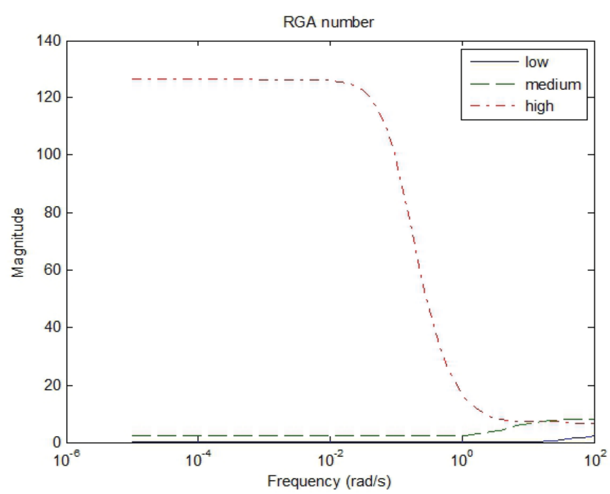


Fig. 8. RGA number for arrangement 3

derived from (1) to (3)

$$G_2(s) = 1 - \frac{I_2 s^2 + B_2 s}{(I_1+I_2)s^2 + (B_1+B_2)s - G_1} \quad (9)$$

$$G_C(s) = 1 - \frac{I_{C1} s^2 + B_{C1} s}{(I_{C1}+I_{B1})s^2 + (B_{B1}+B_{C1})s - G_B(s)} \quad (10)$$

$$G_{A2}(s) = I_{A1}s^2 + B_{A1}s + \frac{4(I_1 s^2 + B_1 s - G_1(s)(I_2 s^2 + B_2 s)}{(I_1+I_2)s^2 + (B_1+B_2)s - G_1(s)} \quad (11)$$

$$G_{A1}(s) = I_{A2}s^2 + B_{A2}s + \frac{4(I_{B1} s^2 + B_{B1} s - G_B(s)(I_{C1} s^2 + B_{C1} s)}{(I_{C1}+I_{B1})s^2 + (B_{B1}+B_{C1})s - G_B(s)} \quad (12)$$

$$G_{1A}(s) = \frac{\theta_1 (I_1+I_2)s^2 + (B_1+B_2)s - G_1(s)}{2(I_2 s^2 + B_2 s))} \cdot \frac{G_{A1}(s) + G_{A2}(s)}{2(I_2 s^2 + B_2 s)} \quad (13)$$

$$G_{BA}(s) = \frac{\theta_B (I_{B1}+I_{C1})s^2 + (B_{B1}+B_{C1})s - G_B(s)}{2(I_{C1} s^2 + B_{C1} s)} + \frac{G_{A1}(s) + G_{A2}(s)}{2(I_{C1} s^2 + B_{C1} s)} \quad (14)$$

Gather all equations above, transfer-function for MIMO system is written as

$$H_{B1}(s) = \frac{2G_2(s) - \frac{G_{A1}(s)+G_{A2}(s)}{2(I_2 s^2 + B_2 s)}}{G_{1A}(s)} G_{11}(s) \quad (15)$$

$$H_{B2}(s) = \frac{2G_C(s)}{G_{1A}(s)} G_{11}(s) \quad (16)$$

$$H_{C1}(s) = \frac{2G_2(s)}{G_{BA}(s)} G_{BB}(s) \quad (17)$$

$$H_{C2}(s) = \frac{2G_C(s) - \frac{G_{A1}(s)+G_{A2}(s)}{2(I_{C1} s^2 + B_{C1} s)}}{G_{BA}(s)} G_{BB}(s) \quad (18)$$

The final transfer-function matrix has the form

$$\begin{bmatrix} \Phi_1 \\ \Phi_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{B1} & H_{B2} \\ H_{C1} & H_{C2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \end{bmatrix} \quad (19)$$

in which Φ_1 and Φ_B are the output of gear 1, gear 2 respectively. The outputs are measured in radians from 2 encoders and T_2, T_C are the input torques (Nm) from 2 induction motors. Realistic parameters are chosen to investigate how the system will respond to different input signals from the induction motors. For physically realizable parameters, in

TABLE I

PARAMETERS SELECTIONS FOR THE MIMO SYSTEM

System parameter values							
I_1	0.0001	I_2	0.0001	I_{A1}	0.0001	I_{A2}	0.0001
I_{B1}	0.0001	I_{C1}	0.0001	B_{A1}	0.00001	B_{A2}	0.00001
B_1	0.0002	B_2	0.0002	B_{B1}	0.0002	B_{C1}	0.0002
I_B	0.01	B_B	0.013	I_{C2}	0.021	B_{C2}	0.014
I_C	0.03	B_C	0.011	I_{B2}	0.01	B_{B2}	0.008
K_B	1.5	K_C	0.05				

table I, each of the four transfer-function matrix components of this system has all poles and zeros in the left hand side of the s-plane or at the origin. This corresponds to either an asymptotically stable or a marginally stable plant. The poles and zeros map of the 2x2 MIMO is shown in figure 9. In

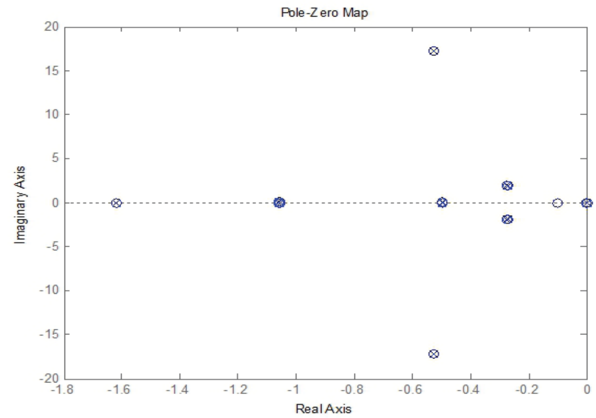


Fig. 9. Poles and zeros of the MIMO system with high interaction parameters

this specific case the number of poles are 62 and number of zeros are 54. Figure 10 shows how the system responds to an impulse signal. The degree of the transfer-function is reasonably high with lot of oscillation. In this case, the value of inertial I_{A1}, I_{A2} are quite small (0.0001 kg.m2) and , B_{A1}, B_{A2} are all equal to 0.0001 therefore the interaction (magnitude of off-diagonal components in (19) H_{B2}, H_{C1}) is very high. It is very close to the magnitude of the dominant transfer-function components (diagonal terms in (19) H_{B1}, H_{C2}). In fact, the magnitude of the interaction can be fully controlled by adjusting the value of I_{A1}, I_{A2}, B_{A1} and B_{A2}. In particular, by controlling these parameters, the dynamics of the MIMO system can be varied between the two extremes of: 1) two SISO systems, each effectively operating independently, and 2) the interaction function are as high as the diagonal transfer functions in (19) $H_{B1} = H_{B2}$. $H_{C1} = H_{C2}$. Figure 11 shows that the magnitude of the interaction can be reduced by increasing parameters $I_{A1}, I_{A2}, B_{A1}, B_{A1}$. Therefore the steady-state response to an impulse of H_{B2}, H_{C1} is much smaller than value of H_{B1} and H_{C2} respectively. Similarly the magnitude of the steady-state impulse response of each output can be adjusted individually if the values of B_{B2} or B_{C2} are varied. The medium interaction case can be created by increasing value of B_{A1} and B_{A2} to 0.0008 and 0.0001 respectively and the result is in figure 12. Therefore the dynamics of 2x2 MIMO system can be designed to suit to testing purposes. [18] and

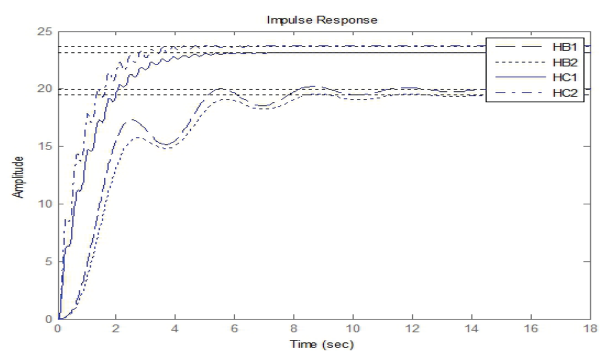


Fig. 10. Impulse response for the high interaction case

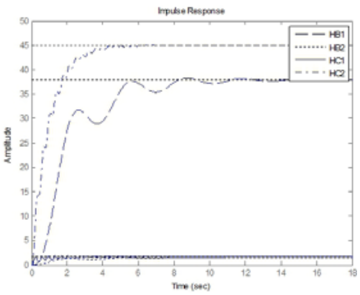


Fig. 11. Impulse response for the low interaction case

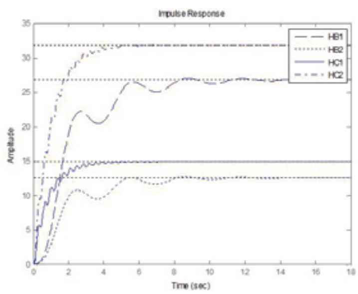


Fig. 12. Modify parameters case

[19] show if the system is expressed in state-space

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) \tag{20}$$

$$y(t) = Cx(t) \tag{21}$$

where A is an $n \times n$ matrix and B is an $n \times 1$ matrix. For multi-input systems, B can be $n \times m$ since m is the number of inputs and n is the number of states. C is an $m \times n$ matrix and x is an $n \times 1$ vector. So controllability can be define as

$$P_C = [B \quad AB \quad A^2B \ldots A^{n-1}B] \tag{22}$$

$$\text{rank}(P_C) = n \tag{23}$$

and observability is defined as

$$P_O^T = [C \quad CA \quad CA^2 \ldots CA^{n-1}] \tag{24}$$

$$\text{rank}(P_O) = n \tag{25}$$

Applying this methods for the 3 cases above of the MIMO system are all controllable and observable simplifying controller design. This section shows this arrangement system is totally implementable and reach all the desire of a MIMO system hence in the next section the real mechanical design and electrical design will be revealed.

III. MIMO SYSTEM DESIGN

Follow the analysis from theory above the real design of the MIMO system is implemented. The electromechnical system comprises a range of inertia, dampers and springs, driven by induction motors and drives of wide industrial use. To facilitate coupling of drive trains, differential gears has been selected as a creating substantial, interaction of a commonly encountered type. In practical the differential gears are custom made to eliminate gearing and reduce inertia and friction. Gearing is replaced with belt drive to reduce footprint and provide low backlash. As described previously the system must have adjustable interaction and capability for disturbance injection. its nominal layout is two inputs two outputs and spring-mass-damper sections will be used to add dynamics between and from gearboxes to various inputs, outputs. To establish the system design to provide a variable yet feasible the configuration for the nominal two inputs two outputs case are shown in figure 5. The final result of the design can be seen figure 13. All components are defined in table II. The system has two differential gearboxes which are used to couple drive trains. These gearboxes are linked to the central shaft by belt drives. The other gearbox connections are linked to spring-mass-damper modules which are in turn connected to ports which may be specified either as inputs or outputs. The parameters of the spring-mass-damper modules have been selected to add additional dynamics to the system, thereby increasing its order and relative degree. The platform has been configured to realize

TABLE II
DEFINED COMPONENTS FOR THE MIMO SYSTEM

System components			
1	Differential gear	2	Encoder
3	Induction motor	4	DC motor
5	Spring	6	Damper
7	Mass	8	Belt drive
9	Electrical box	10	Emergency button

a 2x2 MIMO system, driven by the two induction motors as 2 inputs. The two remaining ports are designated system outputs and are equipped with encoders. Each 1.1 kW AC induction motor is connected to an ABB inverter configured

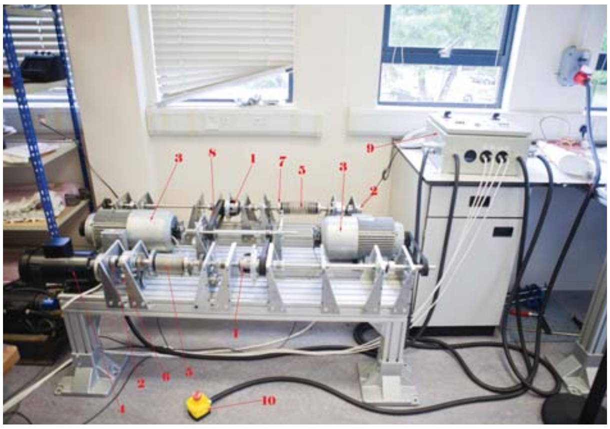


Fig. 13. The completed MIMO system with DC motor

in speed mode, with an external demand signal supplied by the real-time hardware. This comprises a dSpace ds1104 card which interfaces directly with Matlab/Simulink to enable rapid controller real-time development and implementation. In the first stage of design, only two spring-mass-damper systems have been included, these are located in between each differential gearbox and the associated output port. Each induction motor is directly connected to a gearbox. The DC motor is installed to inject disturbance into the system so that the system dynamic can be changed. At this state all the mechanical, electrical and working platform have finished and ready to test different kind of control algorithms. In the second stage of design, additional spring-mass-damper modules will be inserted in the drive train between motor and gearbox to further complicate the control task. In addition, the inertial and damping properties of the central shaft connecting the gearboxes via dual belt drives, will also be varied to enable full control over the coupling of the system.

The two outputs of the system are measured using 2500 pulse per revolution encoders. Similarly, the inputs from the induction motors are measured using 2000 pulse per revolution encoders which are integrated inside each unit. Inside the electrical system incorporates 2 inverters and associated protection including emergency switch and a four quadrant amplifier.

IV. PID AND ILC APPLY ON THE SYSTEM TO CONTROL

Before implementing any controller, the mechanical system needs to be tested and derived an accurate model. One of the common methods is called frequency response analysis, which is very important in providing linear models suitable for model based controllers. The method also provides information not necessarily apparent from time response methods, such as the determination of pure time delays. The system excitation is a sinusoidal voltage, and the position of the outputs shaft are the output. For this specific case, the input for the induction motor drive is a voltage sinusoidal defined as

$$\text{reference} = Asin(wt) \tag{26}$$

where reference is the voltage coming in, A is the magnitude and w is the frequency. Magnitude A has maximum 10V corresponding to the maximum speed of the drive. For the safety reason the magnitude A is set at 3V so that the mechanical system can withstand the high torque from induction motor. The output of the system is used to calculate the phase-shift and system gain. A model then is derived from collected data so that the frequency response of the model matched with the collected data. The frequency model is derived after the data collection procedure

$$H_{B1} = \frac{150976.2456(s+15.13)(s+10.62)}{s(s+0.9292)(s+1.51)(s+2.09)(s+16.63)} \cdot \frac{(s+9.089)(s+1.004)}{(s^2+3.831s+76.82)(s^2+8.403s+136.2)} \cdot \frac{(s+0.6525)}{(s^2+7.267s+179)} \tag{27}$$

$$H_{B2} = \frac{909019121.0916}{s(s+12.71)(s+12.73)^2(s+12.79)} \cdot \frac{(s+1.791)}{(s+13.14)^2(s^2+24.34s+161)} \tag{28}$$

$$H_{C1} = \frac{-401685460.2524}{s(s+11.09)^2(s+11.62)(s+11.9)} \cdot \frac{(s+2.648)}{(s+12.62)^2(s+12.77)(s+12.47)} \tag{29}$$

$$H_{C2} = \frac{416181.9783(s+2.201)}{(s+0.01402)(s+0.1175)(s+9.079)} \cdot \frac{(s+0.07017)(s+0.008934)}{(s+9.403)^2(s+10.67)(s^2+14.2s+88.42)} \tag{30}$$

The PID feedback control has been applied and the way implemented shown in figure 14 but the result is not good since the method does not take interaction into the account. Instead norm optimal ILC (NOILC) [24], [25] is chosen because the method requires a good system model and it has ability to cope to uncertainty and cancel out interaction automatically.

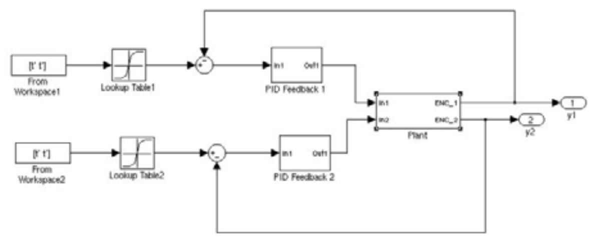


Fig. 14. PID feedback control

The reference for input 1 and input 2 are defined as

$$\text{ref1}(t) = 3sin(\frac{2\pi}{12}t) \tag{31}$$

$$\text{ref2}(t) = 0.5cos(\frac{2\pi}{12}t) \tag{32}$$

where t is time in second. The figure 15 shows how the NOILC cope to different level of interactions from figure 10 to 12. If the interaction is high, it is more challenge for the controller to get smaller error therefore the rate of divergence is slower than the medium and low interaction. However the system convert to zero slower after 30 trials, it is due to the cos function since the starting point is not zero therefore the system needs to have a really big input in order to change the magnitude suddenly. Hence the magnitude of controllers need to be bigger and bigger after each iteration, see figure 16 . In general the method gives a tremendous result even

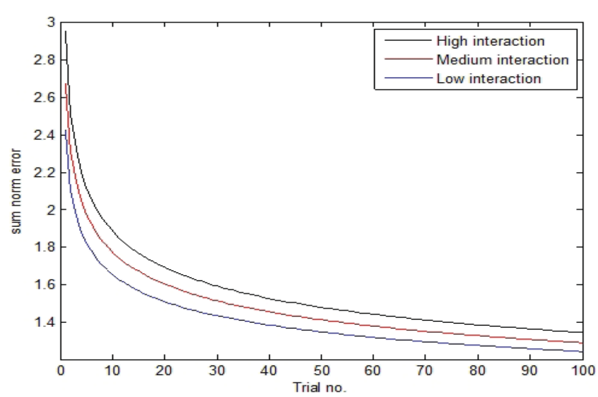


Fig. 15. Result of NOILC on MIMO system with 3 levels of interaction

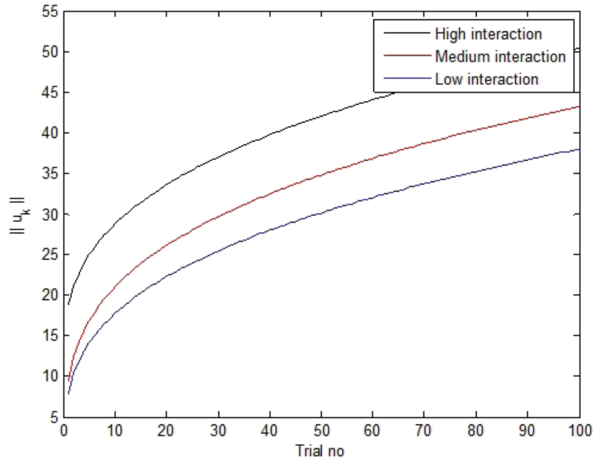


Fig. 16. Magnitude NOILC controller for 3 level interaction

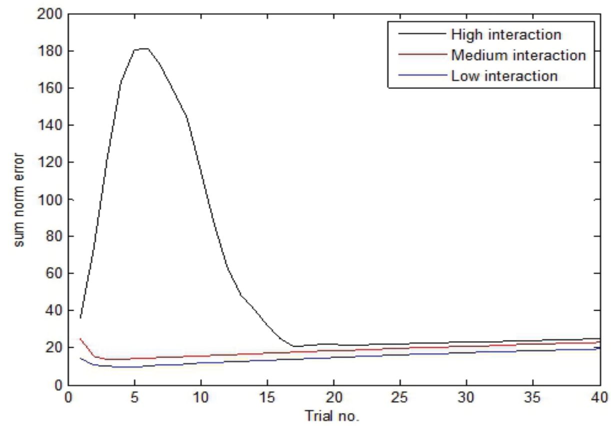


Fig. 17. NOILC for 3 level of inteactio with disturbance injection

with high interaction case. Obviously, low interaction case has the best convergence rate and smallest error after 100 trials. The MIMO system's dynamic can be modified to make more difficult for the controller by injecting disturbance by the DC motor into the system. The results from 3 levels of interactions are in figure 17, the high interaction is the most difficult case so the result is not really good since the error norm increases for the first 10 iterations but then it decreases again and reaches 22 after 20 iterations then the error slightly increases due to the limitation of the mechanical system which cannot continuously increase the input controller in magnitude. The results of low and medium are quite similar but the result of low interaction is better and has the lowest error after 40 trials. Both low and medium interaction have fast convergence rate in the first 3 iterations but after that the error norm slightly increases. Generally, comparing to the non-disturbance case, the case with disturbance is much more difficult for NOILC and it requires a bigger magnitude in controller in order to get a good error norm while small interaction case will be much easier to control and always give a better result.

V. CONCLUSIONS AND FUTURE WORKS

The 2x2 MIMO test-bed facility can be used as 2 parallel SISO mode or it can be used as a full 2x2 MIMO system with a DC motor acts as a disturbance injection in order to investigate the robustness of ILC algorithms or other control methods to see how well these algorithms can cope to uncertainty and real disturbance from a DC motor device. This MIMO facility will give an opportunity to test new algorithms to make sure it is robustness and good enough before implementing to any other applications. The very first result from this system gives the result for the effect of interaction on NOILC controller and PID feedback control and shows that with high interaction, control algorithms will not easy to reach satisfactory results while low interaction can be easier.

In the future more different kind of controllers will be implemented to test ability to cope with uncertainty, disturbance and noise. Additional, the system will be installed more spring-mass-damper components into the system to make the MIMO facility becomes a true challenge for variety control methods.

REFERENCES

[1] D. Kim and S. Kim, An iterative learning control method with application for CNC machine tools, IEEE Transaction on Industry Applications, Vol. 32, pages 66-72, January, 1996

[2] H. Elci, R. W. Longman, M. Phan, J. Juang and R. Ugoletti, Discrete frequency based learning control for precision motion control, IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Vol 3, pages 2767-2773, 1994

[3] M. Norrlof, An adaptive iterative learning control algorithm with experiments on an industrial robot, IEEE Transactions on Robotics and Automation, Vol. 18, pages 245-251, April, 2002

[4] D. T. Greenwood, Advanced dynamics, Cambridge University Press, first edition, 2003

[5] D. A. Bristow, M. Tharayil and A. G. Alleyne, A survey of iterative learning control a learning-based method for high-performance tracking control, IEEE Control Systems Magazine, Vol. 26, pages 96-114, 2006

[6] H. S. Ahn, Y. Chen and K. L. Moore, Iterative learning control: brief survey and categorization, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, Vol. 37, pages 10991121, 2007

[7] B. D. Tyreus, Multivariable control system design for an industrial dis-´ tillation column, Industrial & Engineering Chemistry Process Design and Development, Vol.18, 1979

[8] A. Haurani, O. Taha, H. Michalska and B. Boulet, Multivariable control of a paper coloring process: a case study, American Control Conference Vol. 3, pages 2210-2215, 2001

[9] D. H. Owens, J. Hat¨ onen and S. Daley, Robust monotone gradient-¨ based discrete-time iterative learning control, International Journal of Robust and Nonlinear Control, pages 634-661, 2008

[10] N. Amann, D. H. Owens and E. Rogers, Iterative learning control for discrete-time systems with exponential rate of convergence, IEEE Proceedings Control Theory Applications, Vol 143, pages 217-224, 1996

[11] K. S. Lee, S. H. Bang, S. Yi, J. S. Son and S. C. Yoon, Iterative learning control of heat-up phase for a batch polymerization reactor, Journal of Process Control,Vol 6, Pages 255-262, 1996

[12] L. A. L. Leyland, K. L. Meadmore, H. J. Godwin, V. Benson, J. H. Burridge, C. Freeman, A. M. Hughes, E. Rogers and S. P. Liversedge, Patterns of eye movements during cancellation tasks in stroke patients exhibiting hemispatial neglect, European Conferenceon Eye Movements, 2011

[13] C. Freeman, D. Tong, K. Meadmore, Z. Cai, E. Rogers, A. M. Hughes and J. H. Burridge, Phase-lead iterative learning control algorithms for functional electrical stimulation based stroke rehabilitation, Proceedings of The Institution of Mechanical Engineers - part I: Journal of Systems and Control Engineering

[14] C. Freeman, P. Lewin, E. Rogers and J. Ratcliffe, Iterative Learning Control Applied to a Gantry Robot and Conveyor System, Transactions of The Institute of Measurement and Control, pages 251-264, 2010

[15] J. Zheng, S. Zhao, S. Wei, Adaptive fuzzy iterative learning control for SRM direct-drive volume control servo hydraulic press, International Conference on Sustainable Power Generation and Supply, pages 1-6, 2009

[16] J.Wallen, M. Norrl´ of, S. Gunnarsson, Experimental evaluation of ILC¨ applied to a six degrees-of-freedom industrial robot, Proceedings of European Control Conference, pages 4111-4118, 2007

[17] J.Wallen, M. Norrl´ of, S. Gunnarsson, Arm side evaluation of ILC¨ applied to a six degrees-of-freedom industrial robot, Submitted to 17th IFAC World Congress, 2007

[18] R. C. Dorf and R. H. Bishop, Modern control systems, PearsonPrentice Hall, tenth edition, 2005

[19] M. Srivastava, M. C. Srivastava, and S. Bhatnagar, Control system, PTata McGraw-Hill, first edition, 2009

[20] S. Skogestad and I. Postlethwaite, Multivariable feedback control analysis and design, Wiley, second edition, 2005

[21] E. Rogers, D. H. Owens, H. Werner, C. Freeman, P. L. Lewin, S. Kichhoff, S. Chmidt and G. Lichtenberg, Norm optimal iterative learning control with application to problems in accelerator based free electron lasers and rehabilitation robotics, European Journal of Control, Vol 16, pages 497-524, 2010

[22] B. Wu, E. K. Poh, D. Wang, G. Xu, Satellite formation keeping via real-time optimal control and iterative learning control, Aerospace Conference, pages 1-8, 2009

[23] E. H. Bristol, On a new measure of interaction for multivariable process control, IEEE Transactions on Automatic Control, Vol 11, pages 133-134, 1966

[24] J. Ratcliffe and P. Lewin and E. Rogers and J. Hat¨ onen and D. Owens,¨ Norm-optimal iterative learning control applied to gantry robots for automation applications, IEEE Transactions on Robotics, Vol. 22, pages 1303-1307, 2006

[25] N. Amann and D. H. Owens and E. Rogers, Iterative learning control using optimal feedback and feedforward actions, International Journalof Control , Vol. 69, pages 277-293, 1996

[26] X. Zha, J. Sun, Y. Chen, Application of iterative learning control to active power filter and its robustness design, Power Electronics Specialist Conference , Vol. 2, pages 785-790, 2003

[27] J. Tang, Y. Hu, Z. Xiao, J Li, Missile PID controller parameter tuning based on iterative learning control, International Conference on Signal Processing Systems, Vol. 3, pages 689-692, 2010

[28] C. K. Chen, K. S. Li, Iterative learning control for robotic contouring, International Conference on Control and Automation, pages 10921097, 2010

[29] B. Bukkems, D. Kostic, B. de Jager, M. Steinbuch, Learning-based identification and iterative learning control of direct-drive robots, IEEE Transactions on Control Systems Technology, Vol. 13, pages 537-549, 2005

[30] M. Hui-hai, Design of the low density mixture liquid control system based on iterative learning control theory, Second International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, Vol. 2, pages 849-851, 2009

[31] H. Deng, R. Oruganti, D. Srinivasan, Analysis and design of iterative learning control strategies for UPS inverters, IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 54, pages 1739-1751, 2009.

Norm optimal iterative learning control with intermediate point weighting - theory, algorithms and experimental evaluation

>Ph.D DAVID H OWENS, Ph.D CHRIS T FREEMAN[1]
and Ph.D DINH VAN THANH[2]

ABSTRACT

Recently the Iterative Learning Control (ILC) problem in which tracking is only required at a subset of isolated time points along the trial duration has gained increasing attention in the international research community. The problem addresses the practical needs of many applications, including industrial automation, crane control, satellite positioning, robotics and motion control within a medical stroke rehabilitation context. This paper presents a solution to the problem in the framework of Norm-Optimal ILC (NOILC), providing well-defined convergence properties, design guidelines and supporting experimental results using an electromechanical test facility. Compared to standard algorithms, relaxing the need to track unnecessary or artificial reference points is shown to provide improved learning performance in practice whilst simplifying design and analysis.

I. INTRODUCTION

Iterative Learning Control (ILC) is a methodology applicable to systems which repeatedly perform the same operation over a finite trial length $0 \leq t \leq T$. Using data recorded over previous trials of the task, often in combination with current-trial information, the aim is to sequentially improve the performance of the operation as the trial index, k, increases. Since its formal conception over 25 years ago [1] ILC has been an area of intense research interest in both theoretical and application domains [2], [3]. For the case of linear ILC applied to linear plants, a mature algorithmic framework has emerged which has coupled new analytic methods with practical demands to push the bounds of achievable performance. This especially holds for the class of gradient based algorithms whose convergence and robustness properties have been extensively studied by many groups [4], [5], [6]. A prominent member of this class is Norm Optimal ILC (NOILC) which calculates a control input which minimises a quadratic cost function comprising weighted norms of the current trial error vector and the difference in the control input vector on two successive trials. Theoretical development of NOILC appeared originally in [7] using a general Hilbert space formulation that was shown to lead to a control realization as a state feedback plus feedforward (predictive) term. The ability to achieve some control over error and input (mean square) norm evolution has led to NOILC receiving significant attention in the ILC community e.g. [8], [9] and [10]. The robustness and performance afforded by this combined control structure was subsequently verified experimentally on applications including an accelerator based free electron laser [11], multi-axis laser facility [10] and within stroke rehabilitation [12]. The general formulation also permitted further theoretical developments including the extension to the discrete time case [13], an N-iteration ahead predictive solution [14],

1 University of Sheffield,
2 East Asia University of Technology

acceleration mechanisms [15], the inclusion of convex input constraints [16] and a detailed analysis of the effect of non-minimum phase zeros in the continuous [17] and discrete time [18] cases.

Over the years, many of the six original postulates in [1] defining the task and underlying plant have been gradually relaxed, one of which is the stipulation that the task comprises following a motion profile defined at all points $0 \leq t \leq T$. For example, a recent body of work [19], [20], [21], [22], [23], [24] has considered the case where a specified position must be reached at time $t = T$, with no output trajectory defined for the intervening time. Extensions to this have recently been considered in discrete-time [25], [26], [27] which allows the specification of intermediate points at prescribed time instants, thereby providing an ILC framework for use with applications such as production line automation, crane control, satellite positioning, and robotic 'pick and place' tasks in which the system output (e.g. payload position) is only critical at a finite set of prescribed time instants. A further application is within the field of stroke rehabilitation where electrical stimulation must be applied to assist patients' movement precisely to encourage voluntary effort whilst ensuring accurate movement, but where the task is naturally specified in the form of a point-to-point problem in order to correspond with results from motor learning and hence maximise the potential of treatment [12]. Whilst the point-to-point problem can be tackled by the standard ILC framework by employing a reference which passes through the required points, its formulation as an optimisation problem which does not enforce tracking over unnecessary time periods clearly holds the possibility of more rapid convergence and superior transient performance, whilst enabling more transparent design and analysis.

The aim of this paper is to apply the well-developed framework of NOILC to the continuous-time point-to-point tracking problem, enabling precise control of both the error and control input change. In particular, two formulations of the optimal input are presented: the first uses a feedforward representation generating an input that is independent of current trial data whist the second contains both feedforward and current trial state feedback components. The inclusion of current trial feedback data has not so far been incorporated in existing multiple point-to-point tracking approaches [25], [26], [27] which are purely feedforward, and embeds the potential for increased performance in practice. This paper not only provides an in-depth comparison of both implementations, but also a detailed comparison between experimentally observed performance and theoretical results. Furthermore, as the first framework to consider the intermediate point problem in a general continuous-time setting, this paper lays the foundation for future theoretical developments.

This paper is structured as follows: in Section II the intermediate weighting problem is modelled in a general product Hilbert space setting, which is then applied to formulate the ILC problem in Section III. In Section IV two causal solutions are derived, one being feedforward and the second incorporating current state feedback and trial-to-trial feedforward actions. This section also contains analysis of convergence rates and the character of the limit input function. Observations on the effect of parameter choice are discussed in Section V. Experimental validation results are given in Section VI on a non-minimum-phase electromechanical test facility and their relationship to theoretical predictions is discussed. Conclusions and future work appear in Section VII.

II. Modelling in a Product Hilbert Space

In the following sections, the relevant operator-based modelling methodology needed for the intermediate point problem is formulated precisely. The formulation presented is parameterized in such a way that, by special choice of parameters $Q_j, 1 \leq j \leq M$ and Q, the model can be used for the intermediate point problem, the original NOILC algorithm or a mixture of the two. The presentation addresses the more general "mixed" problem but it is easily seen how NOILC and the intermediate point problem can be generated as special cases by appropriate parameter choice.

The general "mixed" problem can be interpreted as a norm-optimal ILC problem where emphasis is placed on rapid and accurate convergence at specified intermediate times with weighting at other times included to control dynamics during iteration with a view to avoiding large and avoidable output transients. This will require the definition of r at each point $t \in [0, T]$ rather than just at the points $t = t_j$ but, as practical applications of the algorithms will, in reality, terminate after a finite number of iterations when errors are reduced sufficiency, highly accurate tracking could be obtained at the intermediate times using this device.

A. Input/Output Notation

Let $S(A, B, C)$ be an m-output, ℓ-input, state dimension n linear, time-invariant system of the form

$$\begin{array}{rcll} \dot{x}(t) & = & Ax(t) + Bu(t), & x(0) = x_0 \\ y(t) & = & Cx(t), & t \in [0, T] \end{array} \tag{1}$$

written in the operator form

$$\begin{array}{ll} y = Gu + d, & G : L_2^\ell[0, T] \to L_2^m[0, T], \\ & y, d \in L_2^m[0, T], \quad u \in L_2^\ell[0, T] \end{array}$$

where the convolution operator G and signal d are defined by

$$(Gu)(t) = \int_0^t Ce^{A(t-s)}Bu(s)ds, \qquad d(t) = Ce^{At}x_0 \qquad t \in [0, T]$$

and $T < \infty$ is fixed. Let $r \in L_2^m[0, T]$ be a fixed reference signal. Also let $0 < t_1 < t_2 < \cdots < T_M = T$ be M distinct points in $[0, T]$ and, for any $f \in L_2^m[0, T]$, consider the linear map $f \mapsto f^e$ with

$$f^e = \begin{bmatrix} F_1 f(t_1) \\ \vdots \\ F_M f(t_M) \\ f \end{bmatrix} \in R^{f_1} \times \cdots \times R^{f_1} \times L_2^m[0, T]$$

where F_j is $f_j \times m$ and of full row rank, $1 \leq j \leq M$. The inclusion of the F_j is a generalization that enables only selected elements or linear combinations of elements of f that are important in the tracking objective to be specified at $t = t_j$.

With this notation, the "extended output" y^e from the plant is defined to be the "normal" output signal $y(t)$ plus the values $F_j y(t_j), 1 \leq j \leq M$ at intermediate points i.e. dynamics can be modelled by an equation of the form

$$y^e = G_e u + d_e,$$

$$G_e u = (Gu)^e = \begin{bmatrix} G_1 u \\ \vdots \\ G_M u \\ Gu \end{bmatrix}, \quad d_e = \begin{bmatrix} F_1 d(t_1) \\ \vdots \\ F_M d(t_M) \\ d \end{bmatrix}$$

with $G_e : L_2^\ell[0,T] \to R^{f_1} \times \cdots \times R^{f_M} \times L_2^m[0,T]$ a linear operator. The tracking error is constructed from the "usual" tracking error $e(t) = r(t) - y(t)$ using

$$e^e(t) = r^e - y^e = (r-y)^e = \begin{bmatrix} F_1 e(t_1) \\ \vdots \\ F_M e(t_M) \\ e \end{bmatrix} \quad (2)$$

Here, $G_j : L_m^2[0,T] \to R^{f_j}$ is defined by the relation

$$G_j u = F_j \int_0^{t_j} C e^{A(t_j - t)} B u(t) dt \quad (3)$$

Note:

1) The intermediate point problem is obtained by removing f from the definition of f^e whilst NOILC is obtained by removing the intermediate points. In terms of defining f^e, this is just (respectively)

$$f^e = \begin{bmatrix} F_1 f(t_1) \\ \vdots \\ F_M f(t_M) \end{bmatrix} \in R^{f_1} \times \cdots \times R^{f_1}, \quad \&$$

$$f^e = f \in L_2^m[0,T]$$

The first is obtained in what follows by setting $Q = 0$ whilst the second is obtained using $Q_j = 0, 1 \leq j \leq M$.

2) The extension of the problem to the case of all $t_j < T$ is achieved by increasing M by one and then defining an additional point at $t_M = T$ with the corresponding $F_M = 0$.

B. Hilbert Space Structures and Operators

The product space $R^{f_1} \times \cdots \times R^{f_1} \times L_2^m[0,T]$ is a Hilbert space with inner product

$$< (v_1, \cdots, v_M, y_1), (w_1, \cdots, w_M, y_2) >_{[Q]} = \sum_{j=1}^{M} v_j^T Q_j w_j + \int_0^T y_1^T(t) Q y_2(t) dt$$

where the $f_j \times f_j$ matrices $Q_j, 1 \leq j \leq M$ and the $m \times m$ matrix Q are symmetric and positive definite. The notation $[Q]$ is used to denote the data set $[Q] = \{Q_1, \cdots, Q_M, Q\}$.

Using the normal definition of the associated norm, namely $\|q\| = \sqrt{< q, q >}$, then the squared norm of the error e^e is

$$\|e^e\|_{[Q]}^2 = \sum_{j=1}^{M} e^T(t_j) F_j^T Q_j F_j e(t_j) + \int_0^T e^T(t) Q e(t) dt \quad (4)$$

Finally, note that $L_2^\ell[0,T]$ is also a Hilbert space with inner product and norm defined by

$$\begin{aligned} < u_1, u_2 >_R &= \int_0^T u_1^T(t) R u_2(t) dt, \\ \|u\|_R^2 &= \int_0^T u^T(t) R u(t) dt \end{aligned}$$

where the $\ell \times \ell$ matrix R is symmetric and positive definite.

C. Computation of the Adjoint Operator G_e^*

The purpose of this section is to compute the adjoint operator G_e^* of G_e given the Hilbert space topology defined above. Noting that, by definition,

$$< (w_1, \cdots, w_M, v), G_e u >_{[Q]} = < G_e^*(w_1, \cdots, w_M, v), u >_R \quad (5)$$

then the adjoint is computed from adjoints of $G_j, 1 \leq j \leq M$ and G.

1) **Adjoint Operator of G_j:** First look at G_j via the equation

$$w_j^T Q_j F_j \int_0^{t_j} C e^{A(t_j - t)} B u(t) dt = \int_0^{t_j} (R^{-1} B^T e^{A^T(t_j - t)} C^T F_j^T Q_j w_j)^T R u(t) dt$$

and hence deduce that $(G_j^* w_j)(t) =$

$$\left\{ \begin{array}{ll} R^{-1} B^T e^{A^T(t_j - t)} C^T F_j^T Q_j w_j & ; 0 \leq t \leq t_j \\ 0 & ; t > t_j \end{array} \right\} \quad (6)$$

which can be written in the form

$$(G_e^* w_j)(t) = R^{-1} B^T p_j(t) \quad (7)$$

where, on $[0, t_j)$,

$$\dot{p}_j(t) = -A^T p_j(t), \quad p_j(t_j -) = C^T F_j^T Q_j w_j \quad (8)$$

and $p_j(t) = 0$ on $(t_j, T]$.

2) **Adjoint Operator of G:** The adjoint of G is computed as the map $w = G^* v$ as follows

$$\begin{aligned} w(t) &= R^{-1} B^T p_{M+1}(t) \\ \dot{p}_{M+1}(t) &= -A^T p_{M+1}(t) - C^T Q v(t) \\ p_{M+1}(T) &= 0 \end{aligned} \quad (9)$$

3) **Adjoint Operator of G_e:** Using representations 1) and 2), the adjoint operator of G_e is the map $(w_1, \cdots, w_M, v) \mapsto u$ defined by

$$\begin{aligned} u(t) &= \textstyle\sum_{j=1}^{M} (G_j^* w_j)(t) + (G^* v)(t) \\ &= R^{-1} B^T \textstyle\sum_{j=1}^{M+1} p_j(t) \\ &= R^{-1} B^T p(t) \end{aligned} \quad (10)$$

where

$$p(t) = \sum_{j=1}^{M+1} p_j(t) \in R^n \tag{11}$$

Using linearity, these equations can be brought together as

$$\begin{aligned} u(t) &= R^{-1}B^T p(t) \\ \dot{p}(t) &= -A^T p(t) - C^T Q v(t) \\ p(T) &= C^T F_M^T Q_M w_M \\ p(t_j-) &= p(t_j+) + C^T F_j^T Q_j w_j, \quad 1 \le j < M \end{aligned} \tag{12}$$

This is a familiar equation similar to the costate equations of optimal control. It is computed by backwards integration from the terminal boundary condition at $t = T$ with defined discontinuities (or "jumps") at times $t = t_j, 1 \le j < M$.

Notes:

a) *The case of $Q = 0$ is included in the above as it is equivalent to omitting the term in the inner products and norms and redefining the extended output y^e to omit the term $y(\cdot) \in L_2^m[0,T]$. The output space is then $R^{f_1} \times, \cdots, R^{f_M}$ which is finite dimensional of dimension $[f] = \sum_{j=1}^{M} f_j$. The input space remains infinite dimensional so G_e is not invertible.*

b) *It is easily seen that the above theory also works with time varying A, B, C, Q, R simply by replacing these matrices by time varying versions. The details are omitted for brevity. Conceptually, a time-varying, continuous $Q(t)$ could enable intermediate point tracking (where $Q(t) = 0+$) to be combined with periods of sustained trajectory tracking ($Q(t) \neq 0$), for applications such as welding in which reference tracking motions are separated by a series of relocation movements.*

c) *Many of the results presented here can be "derived" by setting each $Q_j = 0$ and using the time varying, impulsive Q matrix*

$$Q(t) = Q + \sum_{j=1}^{M} Q_j \delta(t - t_j) \tag{13}$$

where $\delta(t)$ is the Dirac Delta function. Although providing a simple algebraic procedure, the approach is not rigorous in the $L_2^m[0,T]$ setting and hence subsequent analysis would be at best unreliable, and at worst meaningless.

III. Formulation of the ILC Problem

In its original form, NOILC for linear, time-invariant, state-space systems is based on the minimization of a quadratic objective function i.e. NOILC is the iteration

$$u_{k+1} = \arg\min \big\{ J(u_{k+1}) = \|e_{k+1}\|^2 + \|u_{k+1} - u_k\|^2 \\ : e = r - y, y = Gu + d \big\}, \quad k \ge 0$$

Consider now the inclusion of intermediate points via the modified iteration based on the minimization of

$$\begin{aligned} J(u_{k+1}) \quad = \quad & \textstyle\sum_{j=1}^{M} e_{k+1}^T(t_j) F_j^T Q_j F_j e_{k+1}(t_j) \\ & + \textstyle\int_0^T \big[e_{k+1}^T(t) Q e_{k+1}(t) + \\ & (u_{k+1}(t) - u_k(t))^T R (u_{k+1}(t) - u_k(t)) \big] dt \end{aligned} \tag{14}$$

subject to the state-space dynamics of $S(A, B, C)$. That is the objective function is modified to include specific terms to weight the value of the error at intermediate times $t = t_j, 1 \le j \le M$.

In the following sections, the solution is found in its Hilbert space setting and then formulated as the solution of a two-point boundary value problem with M "jump" conditions.

A. Formal Solution of the Intermediate Point Algorithm:

The solution to the NOILC intermediate point objective (14) is written, in the notation of the previous section, as

$$u_{k+1} = \arg\min \big\{ J(u_{k+1}) = \|e_{k+1}^e\|_{[Q]}^2 + \|u_{k+1} - u_k\|_R^2 \\ : e^e = r^e - y^e, y^e = G_e u + d_e \big\} \tag{15}$$

This has an identical structure to the NOILC problem originally proposed in [7], the only differences being the definition of operators, signals and the underlying Hilbert spaces. The iterative solution is hence written formally as

$$u_{k+1} = u_k + G_e^* e_{k+1}^e \quad \Rightarrow \quad e_{k+1}^e = (I + G_e G_e^*)^{-1} e_k^e \tag{16}$$

with the resulting monotonicity and convergence properties summarised in the following theorem that is deduced immediately from analysis in [7]:

Theorem 1: Under the conditions defined above and given an initial choice of input u_0, application of (16) yields the monotonically reducing extended error norm

$$\|e_{k+1}^e\|_{[Q]} \quad \le \quad \|e_k^e\|_{[Q]} \quad \forall k \ge 0 \tag{17}$$

with equality holding if, and only if, $u_{k+1} = u_k$. As a consequence, there exists a real number $E_\infty \ge 0$ such that

$$\lim_{k \to \infty} \|e_k^e\|_{[Q]} = E_\infty \tag{18}$$

and $E_\infty = 0$ if, and only if,

$$\lim_{k \to \infty} e_k^e = 0 \tag{19}$$

This condition is satisfied if the extended reference r^e lies in the closure of the range of G_e. A sufficient condition for this to be true is that

1) $S(A, B, C)$ is output controllable in the sense that

$$\text{rank}\left[CB, CAB, \cdots, CA^{n-1}B\right] = m, \tag{20}$$

2) $S(A, B, C)$ is right invertible if $Q \neq 0$.

Finally

$$\sum_{k=1}^{\infty} \|u_{k+1} - u_k\|_R^2 < \infty \tag{21}$$

Proof: The proof follows in the main from [7] with the addition of the observation that the output controllability condition is a sufficient condition for the intermediate points to be tracked exactly.

It is useful to note the following observations:

1) If $Q = 0$, the output space is finite dimensional and $G_e G_e^*$ is a square matrix, self adjoint in the defined topology. If, in addition, G is right-invertible, then the convergence is geometric as
$$\|e_{k+1}^e\|_{[Q]} \leq \frac{1}{1+\underline{\sigma}^2}\|e_k^e\|_{[Q]}, \quad \forall k \geq 0 \tag{22}$$
where $\underline{\sigma}^2$ is the smallest eigenvalue of the matrix $G_e G_e^*$. Note the following result:
Theorem 2: Suppose that $Q = 0$, $S(A, B, C)$ is state controllable and C has full row rank, then $G_e G_e^*$ is positive definite in the chosen Hilbert topology and hence $\underline{\sigma}^2 > 0$ and $\lim_{k\to\infty} e_k^e = 0$.
Proof: The proof follows by noting that $G_e G_e^*$ is positive and analysing the condition $< \alpha, G_e G_e^* \alpha >_{[Q]} = \|G_e^* \alpha\|^2_{L_2^n[0,T]} = 0$. It follows that $G_e^*\alpha = 0, \forall t \in [0, T]$. Writing $\alpha^T = [\alpha_1^T, \cdots, \alpha_M^T]^T$ with $\alpha_j \in R^{f_j}$, and examining the interval $(t_{M-1}, T]$ leads to the condition $B^T p_M(t) \equiv 0$. It follows from the controllability assumption that $p_M(t_M) = C^T F_M^T Q_M \alpha_M = 0$ and hence, using the rank conditions on C, Q_M and F_M, that $\alpha_M = 0$. That all $\alpha_j = 0$ follows using an inductive argument. □
2) In addition, taking, for example, the case of $f_j = m \ \ \& \ \ F_j = I_m, \quad \forall j$, the choice of Q_j is available to the designer to influence the nature and form of the convergence e.g. choosing $Q_j = \lambda^{j-1} Q_0$ for some symmetric positive definite matrix Q_0 and some choice of $\lambda \in (0, 1)$ will intuitively prioritise the reduction of errors at t_{j-1} before t_j.

B. TPBVP for the Intermediate Point Algorithm:

Bringing together the relevant representations gives the solution (15) for u_{k+1} as the solution of the Two-Point Boundary Value Problem (TPBVP)
$$\begin{cases} \dot{x}_{k+1}(t) &= Ax_{k+1}(t) + Bu_{k+1}(t) \\ x_{k+1}(0) &= x_0 \\ u_{k+1}(t) &= u_k(t) + R^{-1}B^T p(t) \\ \dot{p}(t) &= -A^T p(t) - C^T Q e_{k+1}(t) \\ p(T) &= C^T F_M^T Q_M F_M e_{k+1}(T) \\ p(t_j-) &= p(t_j+) + C^T F_j^T Q_j F_j e_{k+1}(t_j), \ 1 \leq j < M \end{cases} \tag{23}$$

IV. Two Causal Solutions of the Intermediate Point Problem

The formal solution as a boundary value problem can be expressed either as a causal feedforward solution when $Q = 0$ or, more generally, as a causal feedback plus feedforward solution. The details are described below.

A. Feedforward Solution when $Q = 0$

A solution that uses only the data (u_k, e_k^e) to construct u_{k+1} is termed a feedforward solution. In principle, such a solution always exists as it is easily seen that
$$u_{k+1} = u_k + G_e^* e_{k+1}^e = u_k + G_e^*(I + G_e G_e^*)^{-1} e_k^e \tag{24}$$

An explicit calculation of the operator inverse in this formula is not feasible in general (because of the presence of G_e^* and the fact that the underlying spaces are infinite dimensional if $Q \neq 0$) but, in the special case when $Q = 0$, it has a simpler form that is derived below. More precisely, if $Q = 0$ then $G_e G_e^*$ is a square matrix of dimension $[f] \times [f]$ with $[f] = \sum_{j=1}^M f_j$. It has the block structure $[G_i G_j^*]$ with $f_i \times f_j$ $(i, j)^{th}$ block $G_i G_j^*$ computed from the expression
$$G_i G_j^* = \int_0^{\min(t_i, t_j)} F_i C e^{A(t_i - t)} B R^{-1} B^T e^{A^T(t_j - t)} C^T F_j^T Q_j dt \tag{25}$$
These submatrices can be computed from standard integration algorithms. An analytical solution can be obtained in some cases. For example, for the single-input, single-output system
$$G(s) = \frac{1}{s+1} \Rightarrow G_i G_j^* = \frac{1}{2} F_i F_j Q_j \left(e^{-|t_i - t_j|} - e^{-(t_i + t_j)}\right) \tag{26}$$
which shows that the numerical values depend on parameter choice and, in particular the intermediate times.

1) Iteration Update Formulae: Using the above, the new input signal u_{k+1} can be computed from the relations
$$\begin{aligned} \eta_k &= (I + G_e G_e^*)^{-1} e_k^e \\ &= [\eta_1^T, \cdots, \eta_M^T]^T, \quad \eta_j \in R^{f_j} \\ u_{k+1} &= u_k + R^{-1} B^T p(t) \\ \dot{p}(t) &= -A^T p(t) \\ p(T) &= C^T F_M^T Q_M \eta_M \\ p(t_j-) &= p(t_j+) + C^T F_j^T Q_j \eta_j, \quad 1 \leq j < M \end{aligned} \tag{27}$$

2) A formula for the Limit Input in a Special Case: A formula for the limiting input $u_\infty = \lim_{k\to\infty} u_k$ can be computed in a special case as follows. Suppose that $G_e G_e^*$ is positive definite in the Hilbert topology defined by $< \cdot, \cdot >_{[Q]}$ and that there exists a number $\epsilon > 0$ such that
$$< x, G_e G_e^* x >_{[Q]} \geq \epsilon < x, x >_{[Q]} \quad \forall x \tag{28}$$
In this situation $G_e G_e^*$ is invertible and $(I + G_e G_e^*)^{-1}$ has induced norm $\leq \frac{1}{1+\epsilon} < 1$. Using induction,
$$\begin{aligned} u_{k+1} &= u_k + G_e^* e_{k+1} \\ &= u_k + G_e^*(I + G_e G_e^*)^{-(k+1)} e_0 \\ &= u_0 + G_e^*(I + G_e G_e^*)^{-1} \textstyle\sum_{j=0}^k (I + G_e G_e^*)^{-j} e_0 \end{aligned} \tag{29}$$
from which the following theorem follows easily

Theorem 3: Under the conditions defined above, the limit $\lim_{k\to\infty} u_k = u_\infty$ exists with
$$\begin{aligned} u_\infty - u_0 &= G_e^*(I + G_e G_e^*)^{-1}(I - (I + G_e G_e^*)^{-1})^{-1} e_0 \\ &= G_e^*(G_e G_e^*)^{-1} e_0 \end{aligned} \tag{30}$$
with norm
$$\|u_\infty - u_0\|_R^2 = < e_0, (G_e G_e^*)^{-1} e_0 >_{[Q]} \tag{31}$$
Note: This theorem also provides an upper bound as follows:
$$\|u_\infty - u_0\|_R^2 \leq (\underline{\sigma}^2)^{-1} \|e_0\|^2_{[Q]} \tag{32}$$
equality holding if e_0 is an eigenvector of $G_e G_e^*$ corresponding to the eigenvalue $\underline{\sigma}^2$.

The result links the algorithm to a pseudo-inverse of G_e as it can be written as

$$u_\infty - u_0 = \arg\min_u \{\|u-u_0\|^2\} : e_0 = G_e(u-u_0)\} \quad (33)$$

In particular, this implies that:

Theorem 4: With the above constructions for $Q=0$,

1) If $u_0 = 0$, the algorithm converges to the minimum control energy solution that precisely tracks the required intermediate points.
2) If $u_0 = 0$, then the control energy $\|u_\infty\|_R^2$ increases monotonically as the number of intermediate points is increased.

Proof: The first follows from the definition of pseudo-inverse. The second point follows as, if $M \to M+1$, the additional intermediate point may not be the point through which the optimal output in the case of M passes. It must hence generate an increase in control energy.

Note: The existence of a formula for the limiting input does not imply that iteration is unnecessary in practice as, in the presence of model uncertainty (i.e. uncertainty in G_e), the computed u_∞ will not achieve zero tracking error. Iteration is therefore necessary to achieve further improvements. NOILC algorithms have been shown to possess considerable robustness in practice with convergence to low levels of error in just a few iterations [11], [10], [12].

3) Upper and Lower Bounds on Convergence rates: The theory provides simple upper and lower bounds on the error norm convergence rate in terms of the eigenstructure of $G_eG_e^*$. More precisely, if the matrix has eigenvalues $\sigma_1^2 \le \cdots \le \sigma_M^2$ with associated eigenvectors $v_1, v_2, \cdots, v_M$, then

Theorem 5: The error norm sequence lies in the interval

$$\frac{1}{(1+\sigma_M^2)^k} \le \frac{\|e_k^e\|_{[Q]}}{\|e_0^e\|_{[Q]}} \le \frac{1}{(1+\sigma_1^2)^k} \quad (34)$$

with equality on the left (resp. right) obtained if r^e lies in the subspace spanned by eigenvectors corresponding to eigenvalues σ_j^2 with the numerical value $\sigma_j^2 = \sigma_M^2$ (resp. σ_1^2).

Proof: The proof is based on simple bounds based on the equality $e_{k+1}^e = (I + G_eG_e^*)^{-1}e_k^e$ using the self-adjoint nature of $G_eG_e^*$ and is omitted for brevity.

Given the eigenvalues, the bounds are easily computed and provide a graphical envelope that gives best and worst case convergence rates. They also throw some light on the choice of parameters, particularly the choice of the relative magnitude of R (as compared with the Q_i). More precisely, if R is large, then convergence is slow and the envelope is narrow, whereas, if R is small then the envelope widens and convergence is rapid but depends more on the form of the reference.

B. State Feedback plus Feedforward Solution when Q is Arbitrary

The approach to constructing a state feedback plus predictive/feedforward term causal implementation of solution (15) is familiar as the case of $M=1$ is just a Linear Quadratic Tracking problem. If $M>1$ it is necessary to take into account the jumps at the points $t = t_j < T$. The solution provided below is not unique but all solutions are equivalent in the sense that they must generate the same u_{k+1}. The essence of the approach is illustrated by writing

$$p(t) = -K(t)x_{k+1}(t) + \xi_{k+1}(t) \quad (35)$$

where $K(t), \xi_{k+1}(t)$ are assumed to be continuous and differentiable in each open segment (t_j, t_{j+1}) but possibly discontinuous at the points $t=t_j$ and $K(t)$ is symmetric. The state is continuous on $[0,T]$.

The derivation of the required equations for $K(t)$ and $\xi_{k+1}(t)$ has two stages:

1) From the jump conditions (writing $K(T+) = 0$ for notational simplicity) of (23)

$$\begin{aligned}-K(t_j-)x_{k+1}(t_j) + \xi_{k+1}(t_j-) &= -K(t_j+)x_{k+1}(t_j)\\ &+\xi_{k+1}(t_j+) + C^TF_j^TQ_jF_je_{k+1}(t_j)\end{aligned}$$

which is just

$$\begin{aligned}&-(K(t_j+) - K(t_j-))x_{k+1}(t_j) + \xi_{k+1}(t_j+)\\ &\quad -\xi_{k+1}(t_j-) = -C^TF_j^TQ_jF_j(r(t) - Cx_{k+1}(t_j))\end{aligned}$$

which suggests the jump and terminal conditions

$$\begin{aligned}K(t_j-) &= K(t_j+) + C^TF_j^TQ_jF_jC, \quad 1 \le j < M,\\ K(T) &= C^TF_M^TQ_MF_MC\end{aligned}$$

on $K(t)$, and similarly on $\xi_{k+1}(t)$

$$\begin{aligned}\xi_{k+1}(t_j-) &= \xi_{k+1}(t_j+) + C^TF_j^TQ_jF_jr(t_j),\\ \xi_{k+1}(T) &= C^TF_M^TQ_MF_Mr(T), \quad 1 \le j < M.\end{aligned}$$

2) Next, differentiating (35) and substituting for $\dot{\xi}_{k+1}$ and $\dot{x}_{k+1}$ leads to the necessary identity

$$\begin{aligned}&\big(\dot{K}(t) + A^TK(t) + K(t)A - K(t)BR^{-1}B^TK(t)\\ &+C^TQC\big)x_{k+1}(t) = \dot{\xi}_{k+1}(t) + A^T\xi_{k+1}(t)\\ &-K(t)BR^{-1}B^T\xi_{k+1}(t) - K(t)Bu_k(t) + C^TQr(t)\end{aligned}$$

which suggest the choice of

$$\begin{aligned}\dot{K}(t) + A^TK(t) + K(t)A - K(t)BR^{-1}B^TK(t)\\ +C^TQC = 0\end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned}\dot{\xi}_{k+1}(t) + A^T\xi_{k+1}(t) - K(t)BR^{-1}B^T\xi_{k+1}(t)\\ -K(t)Bu_k(t) + C^TQr(t) = 0\end{aligned}$$

which are just the familiar Riccati and predictive equations modified with the terminal and jump conditions defined above.

In summary, a causal solution of the intermediate point problem (15), is as follows:

1) Compute, off-line, the Riccati feedback matrix from the matrix differential equation, terminal condition and jumps

$$\begin{aligned}\dot{K}(t) + A^TK(t) + K(t)A - K(t)BR^{-1}B^TK(t)\\ +C^TQC = 0,\end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
K(T) &= C^T F_M^T Q_M F_M C, \\
K(t_j-) &= K(t_j+) + C^T F_j^T Q_j F_j C, \quad 1 \le j < M.
\end{aligned} \tag{36}
$$

2) On the $(k+1)^{th}$ iteration, compute, off-line, the predictive feedforward term from the differential equation, terminal condition and jumps

$$
\begin{aligned}
\dot{\xi}_{k+1}(t) + A^T\xi_{k+1}(t) - K(t)BR^{-1}B^T\xi_{k+1}(t) \\
-K(t)Bu_k(t) + C^T Q r(t) = 0,
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\xi_{k+1}(T) &= C^T F_M^T Q_M F_M r(T), \\
\xi_{k+1}(t_j-) &= \xi_{k+1}(t_j+) + C^T F_j^T Q_j F_j r(t_j), \\
& \qquad 1 \le j < M.
\end{aligned} \tag{37}
$$

3) Implement the control law

$$u_{k+1}(t) = u_k(t) + R^{-1}B^T\left[-K(t)x_{k+1}(t) + \xi_{k+1}(t)\right] \tag{38}$$

to achieve the monotonicity and convergence predicted by the theory.

V. Performance and Design Observations

The choice of R, Q, and $Q_j, 1 \le j \le M$ and $t_j, 1 \le j < M$ are open to the designer of the system. As with the choice of Q and R in the traditional LQR problem, no strict rules exist for their selection but the following comments can be made.

A. On the Effect of Choice of $[Q]$

1) The Case of $Q \neq 0$: Choosing $Q \neq 0$ is equivalent formally to a requirement that the output tracks a reference $r(t)$ at every point of $[0, T]$. Decreasing its value relative to the Q_j will place increasing emphasis on the specific intermediate points at times $t_j, 1 \le j \le M$ leading to a faster reduction of errors at the intermediate points and slower convergence elsewhere.

2) The Case of $Q = 0$: Choosing $Q = 0$ is equivalent to a design objective of iteratively generating the required output values at the intermediate times with no efforts to influence the output values between these points. As noted above, the choice of $Q > 0$ provides additional soft constraints on outputs at other times and avoids potentially undesirable dynamic problems.

If $Q = 0$ then $G_eG_e^*$ is a square matrix of dimension $[f] \times [f]$ with $[f] = \sum_{j=1}^{M} f_j$. The error evolution during the iterative learning process can be analysed by diagonalizing the matrix relationship $e_{k+1}^e = (I + G_eG_e^*)^{-1}e_k^e$. More precisely, as $G_eG_e^*$ is positive and self-adjoint (in the chosen topology), it has real positive eigenvalues $\{\sigma_j^2\}$ and can be diagonalized by a nonsingular eigenvector matrix V i.e.

$$
\begin{aligned}
e_{k+1}^e &= V\text{diag}\{\frac{1}{1+\sigma_j^2}\}V^{-1}e_k^e \\
\Rightarrow \quad V^{-1}e_k^e &= \text{diag}\{\frac{1}{(1+\sigma_j^2)^k}\}V^{-1}e_0^e
\end{aligned} \tag{39}
$$

That is,

1) the component of e_0^e projected onto each column of V (eigenvector of $G_eG_e^*$) hence evolves as $\frac{1}{(1+\sigma_j^2)^k}$ proving convergence to zero for all initial errors if, and only if, the smallest eigenvalue $\underline{\sigma}^2 > 0$.
2) The form of an eigenvector and the value of the corresponding eigenvalue σ_j^2 dictates the nature of the convergence e.g. a small eigenvalue indicates a slow convergence in that subspace.

B. On the Effect of Choice of R

Reducing the value of R accelerates algorithm convergence. The formal link to NOILC suggests also that convergence may be adversely affected by non-minimum-phase effects [17], [18] if $Q \neq 0$ but the analysis of this possibility is left for further research.

1) Acceleration Effects and the Right Inverse: In the case of $Q = 0$, the accelerating effect is clear. Suppose that all $\sigma_j^2 > 0$. A simple calculation following examination of the form of $G_eG_e^*$ indicates that the change $R \to \epsilon R$ is equivalent to the change $G_eG_e^* \to \epsilon^{-1}G_eG_e^*$ and hence to the change $\sigma_j^2 \to \epsilon^{-1}\sigma_j^2$. The accelerating effect is clear from the previous subsection which gives

$$e_{k+1}^e = V\text{diag}\{\frac{1}{(1+\epsilon^{-1}\sigma_j^2)^k}\}V^{-1}e_0^e \tag{40}$$

and, in particular, if $\underline{\sigma}^2 > 0$, large benefits are can be obtained on the first iteration as

$$\lim_{\epsilon \to 0+} e_1^e = 0 \tag{41}$$

i.e. if $Q = 0$ and $S(A, B, C)$ is output controllable, then, as ϵ nears zero, the algorithm becomes equivalent to the application of a right inverse of G_e.

2) Controlling Worst Case Convergence Rates by Choice of R: Finally, note that the designer has some control over the worst case convergence rate $(1 + \epsilon^{-1}\sigma_M^2)^{-k}\|e_0^e\|_{[Q]}$ simply by choice of ϵ e.g. choosing $\epsilon^{-1}\sigma_M^2 = 1$ will produce, at worst, a halving of the error norm each iteration. If R is kept the same, the same effect is achieved by the map $Q_i \mapsto \epsilon^{-1}Q_i, 1 \le i \le M$.

C. Reducing the Value of M and Convergence Rate when $Q = 0$

Suppose that $Q = 0$ and M is reduced by removing an intermediate point (say the q^{th} point t_q), then as a result of the next theorem, error convergence rates will increase:

Theorem 6: Under the above conditions, $\underline{\sigma}^2$ increases if any intermediate point is removed.

Proof: The proof is based on the observation that $G_eG_e^*$ has the block structure $[G_iG_j^*]$ with $f_i \times f_j$ $(i,j)^{th}$ block $G_iG_j^*$. Note that any inner product takes the form

$$
\begin{aligned}
<\alpha, G_eG_e^*\alpha>_{[Q]} &= \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{M}\alpha_i^T Q_i G_i G_j^* \alpha_j, \\
\text{if} \quad \alpha^T &= [\alpha_1^T, \cdots, \alpha_M^T]
\end{aligned}
$$

and the smallest eigenvalue can be characterized as follows

$$\underline{\sigma}^2 = \inf_{\alpha \neq 0} \frac{< \alpha, G_e G_e^* \alpha >_{[Q]}}{< \alpha, \alpha >_{[Q]}}$$

Removal of the point $t = t_q$ produces a similar block structure but with the q^{th} "block" row and column removed. A simple argument then shows that, for the quadratic form, this generates values for the reduced operator equivalent to the above but obtained by setting $\alpha_q = 0$. Noting that

$$\underline{\sigma}^2 = \inf_{\alpha \neq 0} \frac{< \alpha, G_e G_e^* \alpha >_{[Q]}}{< \alpha, \alpha >_{[Q]}} \leq \inf_{\alpha \neq 0, \alpha_q = 0} \frac{< \alpha, G_e G_e^* \alpha >_{[Q]}}{< \alpha, \alpha >_{[Q]}}$$

and that the right hand side is equal to the new value of $\underline{\sigma}^2$, the theorem is proved. □

It follows immediately that convergence rates are, in general, increased if any number of intermediate points are removed.

It is not possible to precisely quantify the details of the relative change in convergence rates (which, for example, will depend on the reference value at the point that is deleted, making a comparison meaningless). The following result provides insight into the change in the spectrum of the operator.

Theorem 7: Suppose that $m = 1$, $Q = 0$ and $F_j = Q_j = 1, 1 \leq j \leq M$. Suppose also that the $M \times M$ matrix $G_e G_e^*$ has eigenvalues $\sigma_1^2 \leq \sigma_2^2 \leq \cdots, \leq \sigma_M^2$. Then the removal of the intermediate point $t = t_q$ generates a new $(M-1) \times (M-1)$ matrix $G_e G_e^*$ with eigenvalues $\mu_1^2 \leq \mu_2^2 \leq \cdots \leq \mu_{M-1}^2$ satisfying the interlacing condition

$$\sigma_1^2 \leq \mu_1^2 \leq \sigma_2^2 \leq \mu_2^2 \leq \cdots \leq \mu_{M-1}^2 \leq \sigma_M^2 \qquad (42)$$

Proof: Examination of the definitions indicates that the topology is now the normal Euclidean topology in R^M and that $G_e G_e^*$ is Hermitean. The removal of the point $t = t_q$ generates a new $G_e G_e^*$ that is a principal minor of the original. The result then follows from the Cauchy Interlacing Theorem [28].

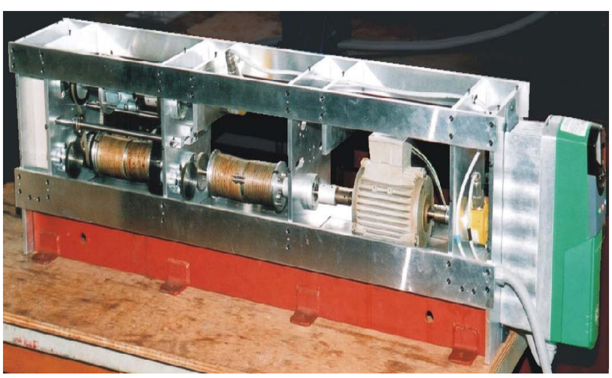


Fig. 1. Non-minimum phase experimental test facility.

VI. Experimental Evaluation

The controllers formulated in Sections IV-A and IV-B have been evaluated using the non-minimum phase test facility shown in Fig. 1, which comprises a rotary mechanical system of inertias, dampers, torsional springs, a timing belt, pulleys and gears. The test facility is a demanding platform which has been used in the assessment of a wide variety of ILC schemes [29], [30]. A 1000 pulse/rev encoder records the output shaft position and a standard squirrel cage induction motor supplied by an inverter, operating in Variable Voltage Variable Frequency (VVVF) mode, drives the load. The plant uses a PID loop in order to act as a pre-stabilizer, and the resulting closed-loop system constitutes the system to be controlled using ILC. The system can be represented using the non-minimum-phase, continuous time plant transfer-function

$$G(s) = \frac{149.36(4-s)}{s^4 + 21.5s^3 + 170.28s^2 + 368.52s + 663.82} \qquad (43)$$

which was identified in previous work [29]. The system input and output ($m = \ell = 1$) are angular position in radians, and the algorithms developed in this paper were calculated in continuous-time and then implemented in discrete time using a sampling time of $T_s = 0.01$.

An intermediate tracking task is now defined using the parameters $x_0 = 0$, $u_0 = 0$, $T = 10$, $M = 6$, $F_i = 1$, $1 \leq i \leq M$, together with

$$\begin{gathered} t_1 = 3,\ t_2 = 3.5,\ t_3 = 5,\ t_4 = 6,\ t_5 = 8,\ t_6 = T = 10 \\ r(t_1) = -8.91,\ r(t_2) = -9.72,\ r(t_3) = 7.07, \\ r(t_4) = 8.09,\ r(t_5) = -9.51,\ r(t_6) = 10 \end{gathered}$$

and for simplicity no continuous tracking region is specified ($Q = 0$), so that no additional components of $r(t)$ need to be defined. The intermediate points are indicated by asterisks in the right-hand side plots of Fig. 2.

Experimental results are now presented to examine algorithm performance and assess how well theoretical predictions match practical observations.

A. Feedback/feedforward Implementation

Experimental results are first given for the state feedback plus feedforward implementation of intermediate point NOILC. This requires the update algorithm (38), together with the the feedback term generated from (36) and the

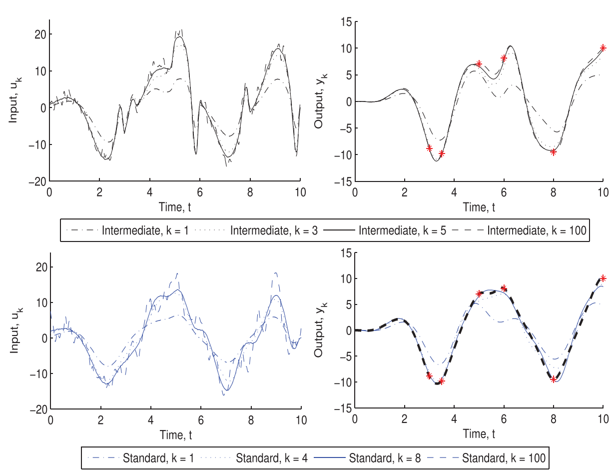


Fig. 2. Experimental input and output signals using both feedback plus feedforward intermediate point NOILC (upper plots) and standard NOILC (lower plots). Prescribed points $t_j, 1 \leq j \leq M$ marked with asterisks.

feedforward term (37) which is calculated, off-line, in the period between trials during which the plant states are reset. A range of parameter values for Q_i have been applied, with a value of $R = 1$ used throughout. As shown in Section V-B.2 increases in Q_i values are equivalent to reductions in the value of R. Final input and output signals after 100 iterations are shown in Fig. 2 for the case of $Q_i = 400, 1 \leq i \leq M$, with $M = 6$. These relatively large values of Q_i indicate a low weighting on input energy in the iterations. Corresponding normalised (to eliminate the effect of the different choice of weights) error norms are shown in Fig. 3a), with input norms appearing in Fig. 4a). Note that the former are plotted using a logarithmic "y-axis" to enable error fluctuation at low levels to be seen more clearly, and the latter are plotted with a logarithmic "x-axis" to allow a more detailed comparison between convergence rates.

These results over 100 experimental iterations show that the intermediate point tracking error reduces extremely rapidly in a few (≤ 10) iterations, and then remains stable at a low level for the remainder of the experimental test. The choice of 100 iterations was used to demonstrate this second robustness characteristic. The initial trial error values plotted are 13.4453, 11.7782, 10.7137, 10.5853 and 10.5805 for increasing Q_i, with converged values shown to reduce these by a factor of between 25 and 300. Note that increasing Q_i reduces the initial error, and produces more rapid convergence (as expected theoretically from results in Section V-A) but that the input norms settle down to different values. Note also that the predicted monotonicity of $\|e_k^e\|$ via Theorem 1 is achieved experimentally until values are achieved when any modelling errors, exogenous noise and non-repeatable disturbances have an inevitable effect on theoretical predictions.

B. Feedforward Implementation

Experimental results are also presented for the feedforward implementation derived in Section IV-A, using the update algorithm (27). The same parameter values for Q_i are again used, and error norms and input norms are given in Fig. 3b) and Fig. 4b) respectively. These results confirm similar but slightly reduced experimental performance to the state feedback implementation, with increased fluctuation of both input and error norms, due to reduced robustness to disturbance and plant uncertainty caused by a purely feedforward structure. One advantage of the purely feedforward implementation, however, is that increasing Q_i does not cause any substantial increase in the converged value of the input norm, as shown in Fig. 4b). This also confirms theoretical observations in Section IV-A.2 regarding the convergence of the input norm to the minimum energy solution in this case. Note that as Q_i increases, no further increase in convergence rate occurs due to the presence of modelling error, disturbance and noise, which confirms the need for learning over repeated trials rather than simply applying a fixed input signal, as noted in Section IV-A.

The experimental results differ from theoretical predictions to some degree but computations show that the theory is a good guide to experimental observations. More precisely,

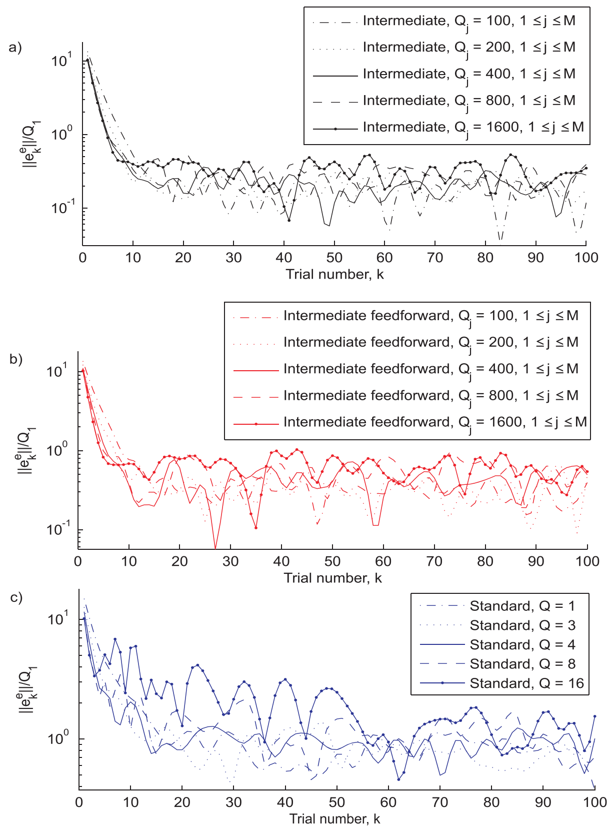


Fig. 3. Experimental intermediate point tracking error norm results using: a) state feedback plus feedforward intermediate point NOILC, b) feedforward intermediate point NOILC, and c) standard NOILC.

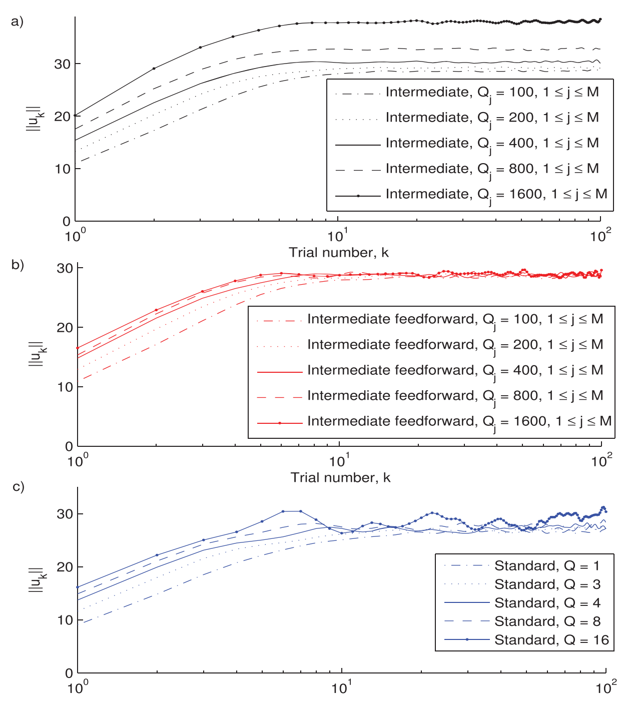


Fig. 4. Experimental tracking input norm results using: a) state feedback plus feedforward intermediate point NOILC, b) feedforward intermediate point NOILC, and c) standard NOILC.

1) Fig. 5 provides a comparison of experimental performance (error norm reduction) with the worst case convergence rates predicted by the theory (34) for a range of Q_i parameter values. It is seen that the worst case convergence rate is a good indicator of performance for the smaller values of Q_i but that, although the general shape of the response is the same, differences in convergence rates emerge as they increase. More detailed theoretical predictions of convergence are summarised as follows:

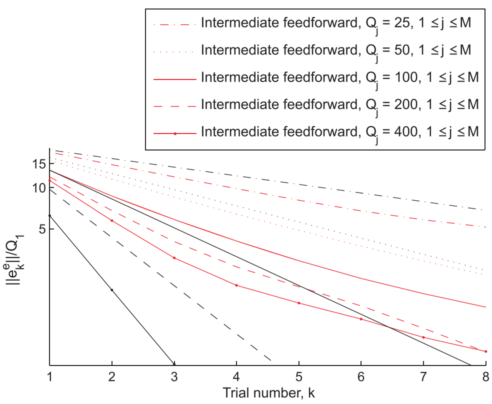


Fig. 5. Feedforward intermediate point NOILC: worst case predicted (black) and observed experimental (red) intermediate point tracking error norm results

2) The theoretical converged values of $\|u_\infty\|$ are computed using (31) to be $\|u_\infty\| = 27.66$ for all choices of the Q_i. Although the experimental values shown in Fig. 4 are close to this when the Q_i are small, variations are introduced as they increase due to modelling errors, noise and other disturbances.
3) From (34) a measure of worst case convergence rate is $1/(1+\underline{\sigma}^2)$ where $\underline{\sigma}^2$ is the smallest eigenvalue of $G_eG_e^*$. For this example, the data is given below:

Q_i	$\underline{\sigma}^2$	$1/(1+\underline{\sigma}^2)$
50	0.314	0.761
100	0.627	0.614
200	1.254	0.444
400	2.509	0.285
800	5.017	0.166
1600	10.034	0.091

which suggests that reductions to better than 76% per iteration can be expected if $Q_i = 50$ whilst increases to 1600 will lead to a rapid reduction to better than 1% per iteration. The detailed form of convergence will depend on the eigenvalues and eigenvectors of $G_eG_e^*$. For the case of $R = 1$ and $Q_i = 1, 1 \le i \le 6$, the eigenvalues for this example are as follows

$$\underline{\sigma}^2 = \sigma_1^2 = 0.0063,\ \ \sigma_2^2 = 0.0106,\ \ \sigma_3^2 = 0.0112,$$
$$\sigma_4^2 = 0.0125,\ \ \sigma_5^2 = 0.0143,\ \ \sigma_6^2 = 0.0195 = \overline{\sigma}^2$$

and in all other cases, these values are scaled by $R^{-1}Q_1$. It is seen that the eigenvalues vary by a factor of approximately three confirming the theoretical fact that the use of the smallest eigenvalue as a predictor of convergence rates will be a good guide if $R^{-1}Q_1\overline{\sigma}^2$ is not too large.
4) A desired worst case convergence rate can be designed for the case of $Q_i = Q_1, 1 < i \le M$ by setting $R^{-1}Q_1\underline{\sigma}^2$ equal to a desired value and solving for $R^{-1}Q_1$. For example, if the worst case convergence rate desired is halving of error norms, then $R^{-1}Q_1 = (\underline{\sigma}^2)^{-1} \simeq 150$.
5) Choosing $Q_i = R = 1, 1 \le i \le M$, the matrix $G_eG_e^*$ takes the form $G_eG_e^* =$

$$\begin{bmatrix} 0.0124 & 0.0059 & -0.0012 & 0.0005 & -0.0001 & 0.0000 \\ 0.0059 & 0.0124 & -0.0026 & 0.0001 & -0.0001 & 0.0000 \\ -0.0012 & -0.0026 & 0.0124 & -0.0009 & 0.0005 & -0.0001 \\ 0.0005 & 0.0001 & -0.0009 & 0.0124 & -0.0012 & -0.0000 \\ -0.0001 & -0.0001 & 0.0005 & -0.0012 & 0.0124 & -0.0012 \\ 0.0000 & 0.0000 & -0.0001 & -0.0000 & -0.0012 & 0.0124 \end{bmatrix}$$

The eigenvector matrix V of $G_eG_e^*$ is independent of the Q_i and R in the above example and takes the form, with columns arranged in the order of the eigenvalues given above and normalised to unit Euclidean norm,

$$V = \begin{bmatrix} 0.6682 & -0.0316 & 0.3442 & 0.1295 & -0.1390 & 0.6308 \\ -0.7198 & 0.0363 & 0.0850 & 0.1113 & -0.1291 & 0.6666 \\ -0.1759 & -0.0493 & 0.8520 & 0.2665 & -0.1729 & -0.3738 \\ -0.0667 & -0.5137 & 0.3013 & -0.6159 & 0.4979 & 0.1167 \\ -0.0050 & -0.6963 & -0.1849 & -0.0762 & -0.6863 & -0.0642 \\ -0.0015 & -0.4966 & -0.1527 & 0.7174 & 0.4639 & 0.0150 \end{bmatrix}$$

Examination of this array suggests that there is a tendency for eigenvectors to describe "Localised" behaviour of the algorithm. For example, the first column (corresponding to the "slowest" eigenvalue σ_1^2) is associated primarily with the first two intermediate points t_1 and t_2 and references where $r(t_1) \simeq -r(t_2)$. Similarly, the final column (corresponding to the "fastest" eigenvalue σ_6^2) is associated primarily with a response profile where the first two intermediate points t_1 and t_2 are associated with references where $r(t_1) \simeq r(t_2)$ followed by a decay. The primary contributors to the later points are eigenvectors associated with $\sigma_j^2, j = 2, 4, 5$ whilst that associated with σ_3^2 has the strongest effect on convergence at t_3.
6) To gain further insight into the convergence rate associated with each eigenvalue for the prescribed reference, compute $V^{-1}e_0^e = V^Te_0^e$. Since $e_0^e = [r(t_1), \cdots, r(t_M)]^T = [-8.91,\ -9.72,\ 7.07,\ 8.09,\ -9.51,\ 10]^T$ this yields the vector $[-0.7055,\ -2.9200,\ 4.8008,\ -2.5648,\ 16.4655,\ -13.0415]^T$. Hence the slowest mode (associated with σ_1^2 and the value -0.7055 above) can be expected to have the smallest influence on convergence rate in the first iterations. The most influential is associated with the 5th largest eigenvalue and the value 16.4655 followed closely by the largest eigenvalue (associated with -13.0415).

C. Comparison with NOILC

As has been noted, tracking of intermediate points can be achieved using the standard NOILC framework together with any reference trajectory, $r \in L_2^m[0\ T]$, which connects the desired points. To enable fair comparison with the standard NOILC framework, the output signal to which all the feedforward NOILC algorithms converge (in the case of no plant uncertainty) is employed as the reference, r. This is calculated using the plant model as $r = Gu_\infty$, where u_∞ is the converged feedforward input signal given by (30) with $u_0 = 0$. This signal appears in Fig. 2 as a thick dashed line in the lower-right plot. Since the signal is continuous, it is suitable for use with the standard NOILC algorithm.

The standard NOILC update equates to $Q > 0$, $Q_i = 0, 1 \leq i \leq M$ and is implemented using (38), (36) and (37). A range of values of Q have been used to establish the best performance possible in terms of tracking the prescribed points, with input and output signals appearing in Fig. 2 for the case of $Q = 8$. Error norms and input norms are given in Fig. 3c) and Fig. 4c) respectively, and clearly show that, although NOILC ultimately solves the problem, no choice is able to equal the rapid tracking performance of the intermediate point controllers developed in this paper. This is due to the presence of unnecessary learning transients, amplified by modelling error, measurement and process noise, produced by the action of tracking those points of the reference which do not correspond to the point-to-point objective. The reduced convergence rates also confirm the theoretical results given in Section V.

VII. Conclusions and Future Work

The work indicates that a well-defined Norm-Optimal Iterative Learning Control (NOILC) problem which places specific emphasis on fast accurate tracking at a finite number of intermediate points of time within the interval $[0, T]$ can be approached and solved using the operator methods underpinning those of NOILC published by the first author in [7]. The resultant algorithm retains the original convergence properties and monotonicity properties that makes NOILC so attractive. The formulation is quite general for linear time-invariant state-space systems and can be represented in a feedforward structure (when $Q = 0$) but, more generally, has the form of familiar current trial Riccati state feedback and predictive/feedforward terms generated from off-line, reverse-time simulations of differential equations with defined jump conditions at the intermediate points selected. An analysis of the effect of the choice of weighting matrices provides guidelines to their selection in terms of convergence rates and the effect of removing intermediate points from the problem. The formulation provides rigid links to NOILC and the pseudo-inverse in Hilbert space and lays the foundations for further analysis.

The algorithms developed have been experimentally verified with results indicating that the predictions of error monotonicity and rapid convergence can apply in practice with great accuracy and with robustness to modelling errors. The theory provides relationships between eigenstructure and convergence rates when all Q_i take the same value. Further research is needed to address more general issues of parameter choice, a formal characterization of the algorithm robustness to modelling errors and the effects of varying initial condition.

Finally, it is noted that a simple analysis indicates that the process also applies to linear time-varying systems using the mapping $(A, B, C, D, Q, R) \mapsto (A(t), B(t), C(t), Q(t), R(t))$ but the details are omitted for brevity.

REFERENCES

[1] S. Arimoto, F. Miyazaki, and S. Kawamura, "Bettering operation of robots by learning," Journal of Robotic Systems, vol. 1, no. 2, pp. 123-140, 1984.
[2] D. A. Bristow, M. Tharayil, and A. G. Alleyne, "A survey of iterative learning control a learning-based method for high-performance tracking control," IEEE Control Systems Magazine, vol. 26, no. 3, pp. 96-114, 2006.
[3] H.-S. Ahn, Y. Chen, and K. L. Moore, "Iterative learning control: brief survey and categorization 1998-2004," IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Part C, vol. 37, no. 6, pp. 1099-1121, November 2007.
[4] K. Furuta and M. Yamakita, "The design of a learning control system for multivariable systems," in Proceedings of the IEEE International Symposium on Intelligent Control, 1987, pp. 371-376.
[5] K. Kinosita, T. Sogo, and N. Adachi, "Iterative learning control using adjoint systems and stable inversion," Asian Journal of Control, vol. 4, no. 1, pp. 60-67, 2002.
[6] D. H. Owens, J. J. Hätönen, and S. Daley, "Robust monotone gradientbased discrete-time iterative learning control," International Journal of Robust and Nonlinear Control, vol. 19, pp. 634-661, 2009.
[7] N. Amann, D. H. Owens, and E. Rogers, "Iterative learning control using optimal feedback and feedforward actions," International Journal of Control, vol. 65, no. 2, pp. 277-293, 1996.
[8] S. Gunnarsson and M. Norrlof, "On the design of ILC algorithms using optimization," Automatica, vol. 37, no. 12, pp. 2011-2016, 2001.

[9] J. Lee, K. Lee, and W. Kim, "Model-based iterative learning control with a quadratic criterion for time-varying linear systems," Automatica, vol. 36, pp. 641-657, 2000.

[10] K. L. Barton and A. G. Alleyne, "A norm optimal approach to timevarying ilc with application to a multi-axis robotic testbed," IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 19, no. 1, pp. 166- 180, 2011.

[11] E. Rogers, D. H. Owens, H. Werner, C. T. Freeman, P. L. Lewin, S. Kichhoff, C. Schmidt, and G. Lichtenberg, "Norm optimal iterative learning control with application to problems in accelerator based free electron lasers and rehabilitation robotics," European Journal of Control, vol. 16, no. 5, pp. 497-524, 2010.

[12] C. T. Freeman, A. M. Hughes, J. H. Burridge, P. H. Chappell, P. L. Lewin, and E. Rogers, "Iterative learning control of FES applied to the upper extremity for rehabilitation," Control Engineering Practice, vol. 17, no. 3, pp. 368-381, 2009.

[13] N. Amann, D. H. Owens, and E. Rogers, "Iterative learning control for discrete-time systems with exponential rate of convergence," in IEE Proceedings - Control Theory Applications, vol. 143, no. 23, March 1996, pp. 217-224.

[14] ——, "Predictive optimal iterative learning control," International Journal of Control, vol. 69, no. 2, pp. 203-226, 1998.

[15] D. H. Owens and B. Chu, "Accelerated norm-optimal iterative learning control algorithms using successive projection," International Journal of Control, vol. 10.1080/00207170802512824, 2009.

[16] B. Chu and D. H. Owens, "Iterative learning control for constrained linear systems," International Journal of Control, vol. 83, no. 7, pp. 1397-1413, 2010.

[17] D. H. Owens, B. Chu, E. Rogers, C. T. Freeman, and P. L. Lewin, "Modelling the influence of non-minimum-phase zeros on gradientbased linear iterative learning control," Systems and Control Letters, vol. 111, no. 1, pp. 1-11, 2012.

[18] D. H. Owens and B. Chu, "Modelling of non-minimum phase effects in discrete-time norm optimal iterative learning control," International Journal of Control, vol. 83, no. 10, pp. 2012-2027, 2010.

[19] G. Gauthier and B. Boulet, "Robust design of terminal ILC with H∞ mixed sensitivity approach for a thermoforming oven," Journal of Manufacturing Science and Engineering, p. Article ID 289391, 2008.

[20] Y. Wang and Z. Hou, "Terminal iterative learning control based station stop control of a train," International Journal of Control, vol. 84, no. 7, pp. 1263-1274, 2011.

[21] J.-X. Xu and D. Huang, "Initial state iterative learning for final state control in motion systems," Automatica, vol. 44, pp. 3162-3169, 2008.

[22] Y. Chen and J.-X. Xu, "A high-order terminal iterative learning control scheme," in Proceedings of the 36th Conference on Decision and Control, San Diego, USA, 1997, pp. 3771-3772.

[23] J.-X. Xu, Y. Chen, T. Lee, and S. Yamamoto, "Terminal iterative learning control with an application to rtpcvd thickness control," Automatica, vol. 35, pp. 1535-1542, 1999.

[24] G. Gauthier and B. Boulet, "Terminal iterative learning control design with singular value decomposition decoupling for thermoforming ovens," in American Control Conference, St. Louis, MO, USA, 2009, pp. 1640-1645.

[25] T. D. Son and H. S. Ahn, "Terminal iterative learning control with multiple intermediate pass points," in Proceedings of the 2011 American Control Conference, 2011.

[26] C. T. Freeman, "Constrained point-to-point iterative learning control," in 18th IFAC World Congress, 2011, pp. 3611-3616.

[27] C. T. Freeman, Z. Cai, E. Rogers, and P. L. Lewin, "Iterative learning control for multiple point-to-point tracking application," IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 99, pp. 1-11, 2010.

[28] S. G. Hwang, "Cauchy's interlace theorem for Hermitean matrices," The American Mathematics Monthly, vol. February, pp. 157-159, 2004.

[29] C. T. Freeman, P. L. Lewin, and E. Rogers, "Further results on the experimental evaluation of iterative learning control algorithms for non-minimum-phase plants," International Journal of Control, vol. 80, no. 4, pp. 569-582, 2007.

[30] ——, "Experimental evaluation of iterative learning control algorithms for non-minimum-phase plants," International Journal of Control, vol. 78, no. 11, pp. 826-846, 2005.

Assessment of gradient-based point-to-point ilc for mimo systems with varying interaction

>Ph.D DINH VAN THANH[1], Ph.D CHRIS T FREEMAN[2], Ph.D PAUL LEWIN[2] and Ph.D YING TAN[2]

ABSTRACT

This paper examines the performance of a gradient-based point-to-point iterative learning control (ILC) algorithm applied to multivariable input, multivariable output (MIMO) systems. Whilst ILC is concerned with tracking a reference trajectory defined over a finite time duration, the point-to-point formulation addresses application domains where the output is not critical at all points over the task duration. The algorithm therefore enforces tracking of only an arbitrary subset of points, with the advantage that the convergence rate increases and input energy decreases as points are removed from the reference. Experimental results presented using a MIMO test facility which can be configured with variable levels of input-output interaction and exogenous disturbance/noise injection confirm the theoretical findings.

I. INTRODUCTION

Iterative Learning Control (ILC) is a methodology applicable to systems which repeatedly track a reference, $\mathbf{y}_d(t)$, defined over a finite interval $0 \leq t \leq T$. The aim is to use past experience to sequentially improve tracking performance over repeated trials of the task. It has been an area of intense research interest in both theoretical and application domains, see, for example, [1] for a recent literature review. However, rather than follow a motion profile defined at all points, in many applications the system output is only critical at a finite set of prescribed time instants. Examples include production line automation, crane control, satellite positioning, and robotic 'pick and place' tasks in which the critical points correspond to the location of the payloads.

The standard ILC framework is able to tackle the point-to-point problem simply by employing an arbitrary reference, $\mathbf{y}_d(t)$, which passes through the desired points. However superior results follow if this is coupled with strategies such as Input Shaping in order to suppress vibrations that occur between the critical points. This approach is taken in [2] for a high-acceleration positioning table. An alternative is to use a simpler feedback controller to track $\mathbf{y}_d(t)$ and to employ ILC to update parameters within the input shaping filter applied to the reference, as proposed by [3] for control of an industrial robot. Another approach is to develop ILC algorithms which have two separate components; one which ensures tracking of $\mathbf{y}_d(t)$, and another which reduces the amplitude of residual vibrations occurring after the point-to-point location is reached [4].

The drawback to all these methods is that they fail to utilize the extra freedom available in ILC design to satisfy additional performance demands. Furthermore, if $\mathbf{y}_d(t)$ is designed *a priori* to meet such performance objectives, these will not be met in practice due to the presence of model uncertainty and noise.

1 East Asia University of Technology,
2 The University of Melbourne

Other approaches to point-to-point motion control have broken away from the standard ILC framework of tracking a static reference defined over $0 \leq t \leq T$, but have only considered the case where a specified position must be reached at time $t = T$, as in, for example, [5], [6], [7], [8], or the case of a movement between two equilibrium points [9]. Whilst these approaches dispense with tracking unnecessary output points, they do not use the resulting freedom to tackle practical performance objectives. A further limitation is that they only consider a single point-to-point movement, rather than a sequence of actions needed to build up complex movements, such as is required in robotic automation and production line assembly.

In this paper an algorithm is derived which enforces tracking of an arbitrary number of point-to-point movements. Analysis shows that this algorithm robustly converges to the minimal input energy solution, and moreover, that this solution reduces as the number of points is removed from the tracking task. At the same time the convergence speed of the algorithm increases as additional points are removed.

II. PROBLEM FORMULATION

For any vector $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n$, $\|\mathbf{x}\|_2 = \sqrt{\mathbf{x}^T\mathbf{x}}$. For any matrix $A \in \mathbb{R}^{n\times n}$, $\|A\|$ is the induced norm of the vector norm, $\lambda_i(A)$ denotes the i^{th} eigenvalue of A, and $\rho(A) = \max_i |\lambda_i(A)|$ is the spectral radius of A. The $n \times n$ identity and zero matrices are denoted by I_n and 0_p respectively.

Consider the following linear time-invariant (LTI) system

$$\begin{aligned} \mathbf{x}(t+1) &= A\mathbf{x}(t) + B\mathbf{u}(t) \\ \mathbf{y}(t) &= C\mathbf{x}(t) + D\mathbf{u}(t) \end{aligned} \qquad \mathbf{x}(0) = \mathbf{x}_0 \quad (1)$$

defined over the finite time interval $t \in [0, 1, 2, \ldots, N-1]$. Here $\mathbf{x}(\cdot) \in \mathbb{R}^n$, $\mathbf{u}(\cdot) \in \mathbb{R}^m$, $\mathbf{y}(\cdot) \in \mathbb{R}^p$ are the state, input and output vectors respectively, and the input and output sequences are given by

$$\begin{aligned} \mathbf{u} &= [\mathbf{u}(0)^T, \mathbf{u}(1)^T, \ldots, \mathbf{u}(N-1)^T]^T \qquad \in \mathbb{R}^{mN} \\ \mathbf{y} &= [\mathbf{y}(0)^T, \mathbf{y}(1)^T, \ldots, \mathbf{y}(N-1)^T]^T \qquad \in \mathbb{R}^{pN} \end{aligned}$$

The standard ILC framework constructs a series of inputs which drives the system to track a reference sequence

$$\mathbf{y}_d = [\mathbf{y}_d(0)^T, \mathbf{y}_d(1)^T, \ldots, \mathbf{y}_d(N-1)^T]^T \qquad \in \mathbb{R}^{pN}$$

Let $\mathbf{u}_k$ and $\mathbf{y}_k$ be the input and output vectors respectively on the k^{th} trial, with $\mathbf{e}_k = \mathbf{y}_d - \mathbf{y}_k$ the tracking error. Then it is necessary to find a sequence of control inputs that satisfies

$$\lim_{k\to\infty} \|\mathbf{e}_k\| = 0, \qquad \lim_{k\to\infty} \|\mathbf{u}_k - \mathbf{u}_d\| = 0 \qquad (2)$$

where $\mathbf{u}_d$ is the unknown desired input sequence corresponding to $\mathbf{y}_d$. Over the k^{th} trial the input/output time-series relationship can be expressed by $\mathbf{y}_k = G\mathbf{u}_k + \mathbf{y}_0$ where

$$G = \begin{bmatrix} D & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ CB & D & 0 & \cdots & 0 \\ CAB & CB & D & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ CA^{N-2}B & CA^{N-3}B & CA^{N-4}B & \cdots & D \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^{pN\times mN} \quad (3)$$

Here $\mathbf{y}_0$ is the response to initial conditions whose effect can be absorbed into the reference trajectory, so that without loss of generality it is assumed $\mathbf{y}_0 = \mathbf{0}$, or equivalently $\mathbf{x}_0 = \mathbf{0}$.

An ILC update of the form

$$\mathbf{u}_{k+1} = \mathbf{u}_k + L\mathbf{e}_k \qquad (4)$$

can be considered as an iterative numerical method to solve the tracking problem, and has been the focus of significant research effort. The update (4) is convergent to a solution if and only if

$$\rho(I_{pN} - GL) < 1. \qquad (5)$$

The convergence speed is determined by the magnitude of $\rho(\cdot)$ and is maximum when $\rho(\cdot) = 0$.

A. Point-to-point ILC formulation

Now consider the point-to-point problem in which the component of the reference $\mathbf{y}_d$ corresponding to the j^{th} plant output is only required to be tracked at a fixed number, $M_j \leq N$, of sample instants given by $0 \leq n_{j,1} < n_{j,2} < \cdots < n_{j,M_j} < N$, which are contained in the set $\mathcal{S}_j = \{n_{j,1}, \ldots, n_{j,M_j}\}$. The tracked points are extracted from $\mathbf{y}_d$ and placed in the same order in a point-to-point reference $\mathbf{y}_r$ through the operation $\mathbf{y}_r = \Phi\mathbf{y}_d$. Here $\Phi \in \mathbb{R}^{M\times pN}$ is defined as follows: Introduce $\boldsymbol{\psi} \in \mathbb{R}^{pN}$ with elements

$$\psi_i = \begin{cases} 1 & \text{if } \lfloor (i-1)/p \rfloor \in \mathcal{S}_{i-\lfloor (i-1)/p\rfloor p}, \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \qquad (6)$$

where $\lfloor\cdot\rfloor$ denotes the ‘floor’ function. This is a vector whose $(i\times p+j)^{th}$ point is 1 if the j^{th} output at time i is required to be tracked, and 0 otherwise. Φ is produced by splitting each non-zero element of $\boldsymbol{\psi}$ into a separate row, giving

$$\Phi_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{if } \psi_j = 1, \sum_{q=1}^{j} \psi_q = i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \qquad (7)$$

with $M = \sum_{j=1}^{p} M_j$. When any output vector is pre-multiplied by Φ, it extracts the components that correspond to prescribed point-to-point locations, whilst retaining their original order.

Remark 1: If each output is stipulated at the same set of point-to-point locations, that is $\mathcal{S}_j = \mathcal{S}_1$, $\forall\, j \in \{2, \ldots, p\}$, then matrix Φ has block-wise components

$$\Phi_{i,j} = \begin{cases} I_p & \text{if } j = n_{1,i}, \quad i = 1, 2, \ldots M_1 \\ 0_p & \text{otherwise.} \end{cases} \qquad (8)$$

In addition the reference has the form

$$\mathbf{y}_r = \left[\mathbf{y}_r(0)^T, \mathbf{y}_r(1)^T, \cdots, \mathbf{y}_r(M_1-1)^T\right]^T \qquad \in \mathbb{R}^M \qquad (9)$$

where $\mathbf{y}_r(i) \in \mathbb{R}^p$ is the prescribed output vector at sample $n_{1,i}$, and $M = pM_1$.

ILC can be formulated for the point-to-point case by deriving an iterative numerical solution to the problem of finding a control input which minimizes the point-to-point error norm. The control objective is to find a sequence of control inputs $\{\mathbf{u}_k\}$ such that

$$\lim_{k\to\infty} \|\mathbf{y}_r - \Phi G\mathbf{u}_k\| = 0 \tag{10}$$

which replaces the standard requirement (2). The ILC update (4) now assumes the form

$$\mathbf{u}_{k+1} = \mathbf{u}_k + L(\mathbf{y}_r - \Phi\mathbf{y}_k) \tag{11}$$

so that the convergence condition (5) becomes

$$\rho(I_M - \Phi GL) < 1 \tag{12}$$

In Section III a learning operator L is derived to satisfy (12), but first further motivation is provided to support the utility of point-to-point ILC over the standard framework.

B. Point-to-point ILC motivation

Theorem 1: Let d denote the rank deficiency of the plant matrix G (the number of linearly dependent rows). If $d > 0$ the standard ILC update (4) cannot force the plant to track an arbitrary reference trajectory $\mathbf{y}_d$. However the point-to-point update (11) can enforce tracking of an arbitrary reference $\mathbf{y}_r$ if and only if the tracked points are chosen such that

$$M \le Np - \max\{d, N(p-m)\} \tag{13}$$

Proof. A necessary and sufficient condition for an operator L to exist satisfying the convergence condition (12) is that $\operatorname{rank}(\Phi G) = M$. For the standard ILC case $\Phi = I$, $M = N$ and hence $\operatorname{rank}(\Phi G) = N - d < M$, leading to $I_M - \Phi GL$ having d eigenvalues at unity. Now the i^{th} row of ΦG is the $(j|\Phi_{i,j} = 1)^{th}$ row of G, hence if $p \le m$ and the point-to-point samples are chosen to correspond to any subset of linearly independent rows of G, the convergence condition (12) can be satisfied. If $p > m$ then the additional condition $M \le Nm$ is imposed.

Remark 2: Let system (1) be written as discrete transfer-function matrix $G(z) = C(zI_n - A)^{-1}B + D$ with component $G_{i,j}(z)$ corresponding to the i^{th} output and j^{th} input. If the relative degree of $G_{i,j}(z)$ is $r_{i,j}$, then $d = \sum_{i,j} r_{i,j}$.

The ability of point-to-point ILC to employ a modified standard reference to recover feasibility is extremely important, especially as $d \ge 1$ in practice due to the delay action of a zero-order hold. However many tasks are naturally defined only at a small number of points, and hence additional benefits may also be expected by not enforcing unnecessary tracking. The next lemma shows how the space of feasible inputs expands as the number of tracked points, M, reduces.

Lemma 1: Assuming (13) is satisfied, the feasible input space which forces the system (1) to track $\mathbf{y}_r$ is of dimension $pN - M$, and is given by $\mathcal{U} = \left\{(\Phi G)^{\dagger}\mathbf{y}_r + \mathbf{x}, \mathbf{x} \in \operatorname{null}(\Phi G)\right\}$ where $A^{\dagger} = (A^TA)^{-1}A^T$ is the pseudoinverse of A. The nullspace of ΦG has an orthogonal basis given by the rows of $\overline{\Phi G}P^{\perp}_{(\Phi G)^T}$, where $\overline{\Phi G} \in \mathbb{R}^{(pN-M)\times mN}$ is such that the matrix $\left[\overline{\Phi G}^T \; (\Phi G)^T\right]$ is full rank, and $P^{\perp}_{A} = I - AA^{\dagger}$ is the orthogonal projection onto the nullspace of A.

The algorithm proposed in the next section exploits this enlarged space to achieve desirable performance properties.

III. GRADIENT DESCENT POINT-TO-POINT ILC

The gradient descent method is one of many numerical algorithms used to tackle nonlinear optimization problems, and has previously been applied within the standard ILC framework [10]. Motivated by (10) and the accompanying discussion, it is applied to solve

$$\min_{\mathbf{u}} J(\mathbf{u}), \qquad J(\mathbf{u}) = \|\mathbf{y}_r - \Phi G\mathbf{u}\|^2 \tag{14}$$

leading to the iterative update for the control input

$$\begin{aligned}\mathbf{u}_{k+1} &= \mathbf{u}_k - \frac{\beta}{2}\nabla_{\mathbf{u}}J(\mathbf{u}_k)\\ &= \mathbf{u}_k + \beta\,(\Phi G)^T\,(\mathbf{y}_r - \Phi\mathbf{y}_k)\end{aligned} \tag{15}$$

where the experimental plant output, $\mathbf{y}_k$ has replaced the nominal value, $G\mathbf{u}_k$, so that the optimisation is robustly achieved within the ILC framework.

Theorem 2: Let Φ comprise point-to-point locations satisfying $\operatorname{rank}(\Phi G) = M$. Let $\tilde{\Phi}$ equal Φ but with the i^{th} row removed, and hence correspond to tracking all but the i^{th} point-to-point location. Let the M eigenvalues of the matrix $A = (\Phi G)(\Phi G)^T$ be denoted $\lambda_M \le \lambda_{M-1}\cdots \le \lambda_2 \le \lambda_1$, which also equal the singular values since A is Normal. Similarly, let the $M-1$ eigenvalues of the matrix $B = (\tilde{\Phi}G)(\tilde{\Phi}G)^T$ be denoted $\mu_M \le \mu_{M-1}\cdots \le \mu_3 \le \mu_2$, which also equal the singular values since B is Normal. Then the following relationship holds

$$\lambda_M \le \mu_M \le \lambda_{M-1} \le \mu_{M-1}\cdots \le \mu_3 \le \lambda_2 \le \mu_2 \le \lambda_1. \tag{16}$$

In particular, let $\mathbf{y}$ equal the i^{th} column of A with the i^{th} element removed. Then if the eigenvalues of B are distinct and no eigenvector of B is orthogonal to $\mathbf{y}$ then

$$\lambda_M < \mu_M < \lambda_{M-1} < \mu_{M-1}\cdots < \mu_3 < \lambda_2 < \mu_2 < \lambda_1. \tag{17}$$

Proof. First note that A is a Hermitian matrix of order M, and that B is a principal submatrix of A of order $M-1$. Then (16) follows as an application of Cauchy's Interlace Theorem for eigenvalues of Hermitian matrices [11]. It is further proven in [11] that (17) holds provided: 1) the eigenvalues of B satisfy $\mu_M < \mu_{M-1}\cdots < \mu_3 < \mu_2$, and 2) the vector

$$U^T\mathbf{y} = [z_2, z_3, \ldots, z_M]^T \tag{18}$$

has non-zero elements, where U is a unitary matrix of order $M-1$ such that $U^TBU = D$, with $D = \operatorname{diag}\{\mu_2, \mu_3 \ldots \mu_M\}$. To satisfy 2) a suitable choice for U has columns that are the eigenvectors of B, and hence $\exists\, z_i = 0$ only if $\mathbf{y}$ is orthogonal to an eigenvector of B.

A. Convergence Speed

Theorem 3: Provided the point-to-point locations are chosen to satisfy (13), the choice of gain in (15)

$$0 < \beta < \frac{2}{\overline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^T)} = \frac{2}{\|\Phi G(\Phi G)^T\|} \tag{19}$$

guarantees convergence of the plant output to the reference $\mathbf{y}_r$. In particular, the maximum convergence rate corresponds to

$$\beta = \frac{2}{\overline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^T) + \underline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^T)} \tag{20}$$

The convergence rate using (20) increases as the number of point locations, M, is reduced.

Proof. The convergence condition for (15) corresponds to

$$\rho(I_M - \beta \Phi G(\Phi G)^T) < 1 \tag{21}$$

providing a linear convergence rate to zero error [12]. Since $\sigma_i(\Phi G(\Phi G)^T) > 0$, $\forall i$ since $\Phi G(\Phi G)^T$ is positive definite,

$$\sigma_i(I_M - \beta \Phi G(\Phi G)^T) = 1 - \beta\sigma_i(\Phi G(\Phi G)^T) < 1 \qquad \forall i$$
$$\Rightarrow 0 < \beta\sigma_i(\Phi G(\Phi G)^T) < 2$$

yielding (19). The solution to $\min_\beta \rho(I - \beta\Phi G(\Phi G)^T)$ corresponds to the choice (20) and convergent rate

$$\frac{\overline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^T) + \underline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^T)}{\overline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^T) - \underline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^T)} = 1 + \frac{2\underline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^T)}{\overline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^T) - \underline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^T)} \tag{22}$$

Application of Theorem 2 guarantees that each point removed from $\mathbf{y}_r$ increases $\underline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^T)$ and reduces $\overline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^T)$. Hence the convergence rate increases. □

The convergence can be further analyzed by diagonalizing the matrix relationship $\Phi e_{k+1} = (I - \beta\Phi G(\Phi G)^T)\Phi e_k$

$$\Phi e_{k+1} = V \mathrm{diag}\{1 - \beta\sigma_i(\Phi G(\Phi G)^T)\} V^{-1}\Phi e_k$$

where V is the eigenvector matrix of $\Phi G(\Phi G)^T$. This gives

$$V^{-1}\Phi e_k = \mathrm{diag}\{(1 - \beta\sigma_i(\Phi G(\Phi G)^T)^k\} V^{-1}\Phi e_0.$$

Since $V^{-1} = V^T$, the component of Φe_0 projected onto the j^{th} eigenvector of $\Phi G(\Phi G)^T$ hence evolves as $(1 - \beta\sigma_i(\Phi G(\Phi G)^T))^K$. If eigenvalues i_a and i_b correspond to minimum and maximum values of $(1 - \beta\sigma_i(\Phi G(\Phi G)^T))$, then the point-to-point reference with the fastest convergence rate is given by a scalar multiple of $\mathbf{y}_r = V_{i_a}$, and similarly the slowest is $\mathbf{y}_r = V_{i_b}$. For an arbitrary reference, the error norm sequence lies in the interval

$$\left(1 - \beta\sigma_{i_b}(\Phi G(\Phi G)^T)\right)^k \le \frac{||\Phi e_k||}{||\Phi e_o||} \le \left(1 - \beta\sigma_{i_a}(\Phi G(\Phi G)^T)\right)^k$$

B. Robustness Margins

Theorem 4: Let there exist a multiplicative uncertainty on each element of the plant model $G(z)$, such that $\breve{G}_{i,j}(z) = G_{i,j}(z)U_i(z)$. Here $\breve{G}(z)$ is the actual plant and the model $G(z)$ corresponds to the matrix G used in the update law (15). A sufficient condition for monotonic convergence is that each $\arg\{U_i(e^{j\omega})\}$ lies in the open interval $(-\pi/2, \pi/2)$, demonstrating a phase margin of $90°$.

Proof. This is an extension of robustness analysis for the standard gradient algorithm ($\Phi = I_{pN}$) in [13] for the SISO case. Suppose that the uncertainty can be expressed in the matrix form $\breve{G} = GU$, and that point locations satisfy (13). Then from (15) the point-to-point error satisfies

$$\|\tilde{e}_{k+1}\|^2 - \|\tilde{e}_k\|^2 = \beta^2\tilde{e}_k^T\Phi G\breve{G}^T\Phi^T(\Phi G\breve{G}^T\Phi^T)^T\tilde{e}_k - \beta\tilde{e}_k^T\Phi G U^T G^T\Phi^T\tilde{e}_k$$

where $\tilde{e} = \Phi e$. If U is positive, the first term on the right-hand side is strictly positive for an arbitrary non-zero $\tilde{e}_k$ and $\beta > 0$, and of $\mathcal{O}(\beta^2)$. Similarly the second term is of $\mathcal{O}(\beta)$ and strictly negative, and hence there always exists a $\beta > 0$ which ensures monotonic reduction in error norm. This also holds if the components of $\tilde{e}_k^T\Phi G$ are reordered so that the elements corresponding to the same input are grouped, resulting in a reordering of the U matrix such that $U_{(i-1)m+i,(j-1)m+j} = U_{i,j}$. The stipulation that the components of G associated with the same input have the same uncertainty then results in U having the block diagonal structure $U = \{U_1, U_2 \ldots U_m\}$ where U_i corresponds to the i^{th} input. A sufficient condition for U to be positive definite is that each U_i is positive definite. This is the same as that arrived in [13] which goes on to show that a sufficient condition is that each $U_i(z)$ is positive-real. Therefore a sufficient condition for monotonic convergence is that $\arg\{U_i(e^{j\omega})\}$ lies in the open interval $(-\pi/2, \pi/2)$ $\forall\, i$. Note that any gain uncertainty $|U_i(e^{j\omega})|$ can be tolerated through use of a sufficiently small β. □

C. Input Energy

Theorem 5: Consider the system (1) and a point-to-point reference $\mathbf{y}_r$. ILC algorithm (15) converges to the minimum input energy solution that tracks $\mathbf{y}_r$. Furthermore, this solution is bounded by

$$\|\mathbf{u}\| \le \frac{\|\mathbf{y}_r\|}{\underline{\sigma}\left(\Phi G(\Phi G)^T\right)} \tag{23}$$

whose right-hand side strictly reduces as the number of points M is reduced.

Proof. Repeated application of (15), with $\mathbf{u}_0 = \mathbf{0}$, yields

$$\mathbf{u}_{k+1} = \left(\sum_{i=0}^{k}\left(I - (\Phi G)^T\Phi G\right)^i\right)(\Phi G)^T\mathbf{y}_r$$

which has the limit

$$\lim_{k\to\infty}\mathbf{u}_k = \left((\Phi G)^T\Phi G\right)^{-1}(\Phi G)^T\mathbf{y}_r = (\Phi G)^\dagger\,\mathbf{y}_r \tag{24}$$

Now suppose the input update $\mathbf{u}^*$ solves the standard tracking problem, so that $G\mathbf{u}^* = \mathbf{y}_d$ where $\mathbf{y}_d$ contains the desired points, $\mathbf{y}_r$. Then exchange rows in matrix G and $\mathbf{y}_d$ to group the stipulated, $\mathbf{y}_r$, and free components, $\bar{\mathbf{y}}_d$, as

$$\begin{bmatrix}\bar{\Phi}G\\ \Phi G\end{bmatrix}\mathbf{u}^* = \begin{bmatrix}\bar{\mathbf{y}}_d\\ \mathbf{y}_r\end{bmatrix} \tag{25}$$

where $\bar{\Phi} \in \mathbb{R}^{(pN-M)\times pN}$ is such that $\left[\bar{\Phi}^T, \Phi^T\right]$ is full rank. The optimal cost of the problem

$$\min_{\mathbf{u}}\ \|\mathbf{u}\| \ \text{ subject to } \ \Phi G\mathbf{u} = \mathbf{y}_r$$

is the norm of the orthogonal projection of $\mathbf{u}^*$, onto the range of $(\Phi G)^T$, that is

$$\|\mathbf{u}\| = \|(\Phi G)^T((\Phi G)^T)^\dagger\mathbf{u}^*\| \le \|\mathbf{u}^*\| \tag{26}$$

Now insert into (26) the relationship

$$\mathbf{u}^* = \left[\left(\bar{\Phi}GP^\perp_{(\Phi G)^T}\right)^\dagger, \left(\Phi GP^\perp_{(\bar{\Phi}G)^T}\right)^\dagger\right]\begin{bmatrix}\bar{\mathbf{y}}_d\\ \mathbf{y}_r\end{bmatrix}$$

to obtain a value of $\mathbf{u}$ which equates to the limit given in (24). The relationship

$$\left\|(\Phi G)^{\dagger}\right\| = \overline{\sigma}\left((\Phi G)^{\dagger}\right) = \frac{1}{\underline{\sigma}\left(\Phi G(\Phi G)^{T}\right)}$$

where $\overline{\sigma}$ and $\underline{\sigma}$ are the maximum and minimum singular values respectively, leads to (23). It follows that the input norm is small when point-to-point locations are selected which maximize the smallest eigenvalue of $\Phi G(\Phi G)^T$. Applying Theorem 2 means that $\underline{\sigma}\left(\Phi G(\Phi G)^T\right)$ increases as each point-to-point location is removed, and hence the right-hand side of (23) reduces.

Remark 3: If only a single point is specified for each output then (23) becomes

$$\|\mathbf{u}\| \leq \frac{\|\mathbf{y}_r\|}{\min\limits_{j=1,\ldots,p} \sum_{q=1}^{m} \|G_{j,q}(z)\|} \tag{27}$$

This is also achieved if the time between point locations exceeds the time taken for the impulse response to approximately go to zero (assuming asymptotic stability). □

Theorem 5 provides an example of the benefit obtained compared with the bound $\|\mathbf{u}\| = \|G^{-1}\mathbf{y}_r\|$ corresponding to standard ILC (if it exists). This benefit increases as the number of tracked points is reduced, or their temporal spacing is increased.

D. Practical Implementation

Remark 4: The term $(\Phi G)^T(\mathbf{y}_r - \Phi\mathbf{y}_k)$ in (15) can be efficiently generated using the co-state representation of system (1). More specifically, it is equal to the output $\tilde{\mathbf{y}}$ of the system

$$\begin{aligned}\tilde{\mathbf{x}}(t) &= A^T(t+1)\tilde{\mathbf{x}}(t+1) + C^T(t+1)\tilde{\mathbf{u}}(t+1)\\ \tilde{\mathbf{y}}(t) &= B^T(t)\tilde{\mathbf{x}}(t) + D^T(t)\tilde{\mathbf{u}}(t), \qquad t = N-1,\ldots,0\end{aligned}$$

with the input $\tilde{\mathbf{u}} = \Phi^T(\mathbf{y}_r - \Phi\mathbf{y}_k)$. Use of the co-state system therefore avoids calculation of the large G matrix appearing in (15) and the algorithms which follow.

IV. MULTIVARIABLE TEST FACILITY

The performance advantages established in the previous section are now confirmed experimentally using a multivariable test facility. This system employs two interconnected differential gearboxes, together with spring-mass-damper components and is driven by two induction motors [14]. A high degree of coupling between inputs and outputs is possible which can be varied by the operator. The completed system is shown in Fig. 1 with component details listed in Table I. The level of damping applied between the two differential gearboxes, shown as component 11 in Table I, is parametrized by $c \in [0,1]$ which determines the interaction existing in the system. Modeling of each interaction level has been achieved through open-loop frequency response tests, in which sinusoids were injected over the range of interest. The resulting output power spectra were used to generate Bode plots which have been optimally fitted by linear transfer-functions. For interaction level c the resulting model is

$$\begin{bmatrix}\phi_1\\ \phi_2\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}H_{B1}^c & H_{B2}^c\\ H_{C1}^c & H_{C2}^c\end{bmatrix}\begin{bmatrix}U_1\\ U_2\end{bmatrix} \tag{28}$$

where ϕ_1 and ϕ_2 are outputs (rad) of the MIMO system that are measured by encoders, U_1, U_2 are the inputs, (volts), fed to the inverters. For the uncoupling case ($c = 0$) the transfer-function components are

$$\begin{aligned}H_{B1}^0 &= \frac{130000(s+2.75)}{s(s+12.58)(s+14.20)(s+13.08)(s+15.10)}\\ H_{C2}^0 &= \frac{50000(s+1.99)}{s(s+8.41)(s+9.53)(s+10.62)(s+12.60)}\\ H_{B2}^0 &= 0\\ H_{C1}^0 &= 0\end{aligned}$$

and for the fully coupling case ($c = 1$)

$$\begin{aligned}H_{B1}^1 &= \frac{1403008200(s+0.06)}{s(s+45.0)(s+43.4)(s+38.2)(s+25.4)(s+31.7)(s+29.2)}\\ H_{B2}^1 &= \frac{5000000(s+0.77)}{s(s+30.09)(s+28.43)(s+38.91)^2(s+40.66)}\\ H_{C1}^1 &= \frac{59008000(s+1.89)}{s(s+38.07)(s+47.25)(s+49.32)(s+37.80)(s+28.19)}\\ H_{C2}^1 &= \frac{598522600(s+0.14)}{s(s+36.20)(s+39.65)(s+59.72)(s+39.04)(s+38.41)(s+60.93)}\end{aligned}$$

For other values of c transfer-functions were similarly obtained. Point-to-point ILC is implemented using (15) with optimal β calculated from (20). The number of trials is 1200 and the sampling time is 0.01 seconds. The point-to-point references for the two outputs are respectively $\mathbf{y}_{r,1}$ = [3.58 5.69 -0.04 -5.71 -3.52] at time points P_1 = [0.5 1.5 2.5 3.5 4.5] and $\mathbf{y}_{r,2}$ = [2.86 1.75 -1.78 -2.85 0] at time points P_2 = [1 2 3 4 5]. This will be compared with the standard ILC framework, using the *a priori* selected reference

$$\mathbf{y}_d = G(\Phi G)^{\dagger}\mathbf{y}_r \tag{29}$$

which solves (14) based on the nominal plant model. This hence ensures fair comparison. The results for point-to-point ILC are shown in Fig. 2 and Fig. 3 whereas Fig. 4 and Fig. 5 shows the result of standard ILC with reference (29). Both results show that a higher coupling level reduces convergence speed and requires greater control effort. Comparing the error norms, the results show that point-to-point ILC achieves a

TABLE I
DEFINED COMPONENTS FOR THE MIMO SYSTEM

System components			
1	Encoder	2	Induction motor
3	DC motor	4	Damper
5	Spring	6	Differential gearbox
7	Coupling shaft	8	DC motor controller
9	Inverters and circuit breakers	10	Mass
11	Adjusting interaction dampers	12	Emergency button

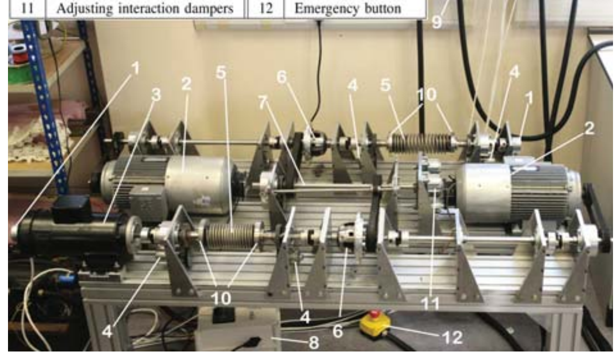


Fig. 1: MIMO testbed facility

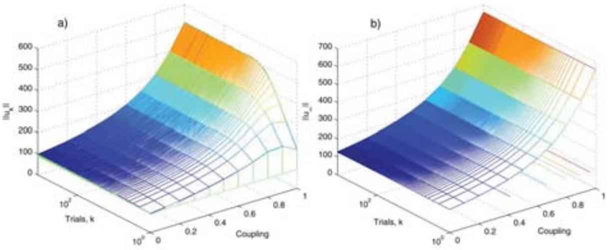


Fig. 2: Control input norm of point-to-point ILC. a) Experimental results, b) Predicted results for the find converged input norm.

lower error norm, and this is accentuated as the level of coupling is increased. This difference is due to the standard ILC framework enforcing tracking of unnecessary points which gives rise to learning transients which are magnified by noise and plant model uncertainty. The predicted convergence rate is calculated using (22) and is also shown. This is accurate for approximately the first 100 trials but the presence of model uncertainty and noise causes discrepancies thereafter. For coupling levels [0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1] the predicted convergence rate for point-to-point ILC is [2.3071 2.2614 2.1646 2.0587 1.9642 1.9193 1.8522 1.7143 1.4979 1.3728 1.2929] and for standard ILC [1.8300 1.7868 1.7131 1.6314 1.5396 1.5021 1.4685 1.3451 1.2684 1.2207 1.1599]. The increased rate reflects Theorem 3, and is supported by the experimental results.

The point-to-point ILC is now compared to the standard ILC

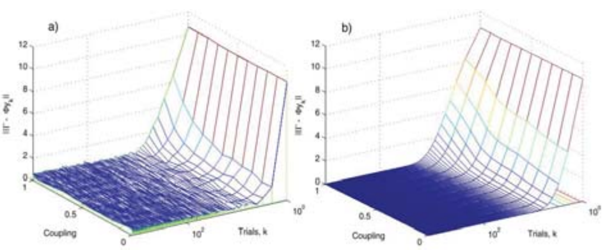


Fig. 3: Error norm of point-to-point ILC. a) Experimental results, b) Predicted results.

with two sinusoidal references as described previously and is shown in Fig. 6. These references go through all the chosen reference points and it is the same when the coupling level

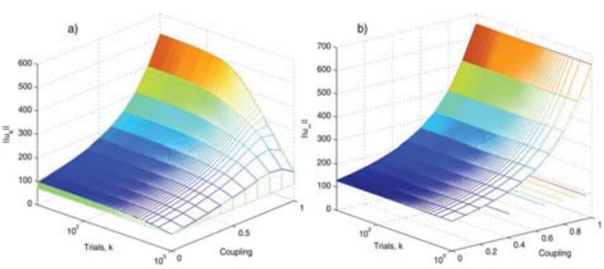


Fig. 4: Control input norm of standard ILC with optimal y_d. a) Experimental results, b) Predicted results for the find converged input norm

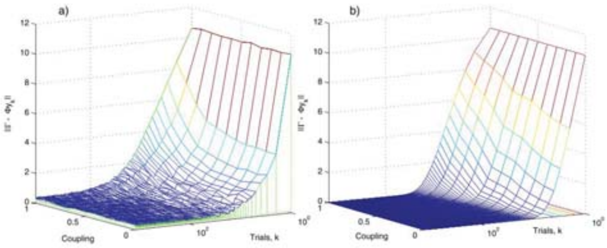


Fig. 5: Error norm of standard ILC with optimal y_d. a) Experimental results, b) Predicted results.

increases. The standards ILC controller is applied follow (15) and (20) therefore the result for control norm shown in Fig. 7 and error norm shown in Fig. 8. The results give a much higher control norm and especially in the high coupling level, control norm goes to around 1700 after 1200 and intend to increase if number of trials increase. Due to the safety reason, the controller cannot have higher value so the experiment did not carry on with the highest case since it requires an extremely high input norm. So the maximum coupling level is 0.9. The error norm is much worse than the point-to-point ILC. It cannot reach a saturate error value after 1200 trials with the coupling level c equals to 0.9. The reason for the difference between the predicted controller norm and the experimental results is that the uncertainty between model and the system is bigger when the whole reference needs to be tracked.

In general, both methods show a superior result for controlling the MIMO testbed facility especially at high levels of interaction. Moreover point-to-point ILC gives rise to a smaller control norm than standard ILC.

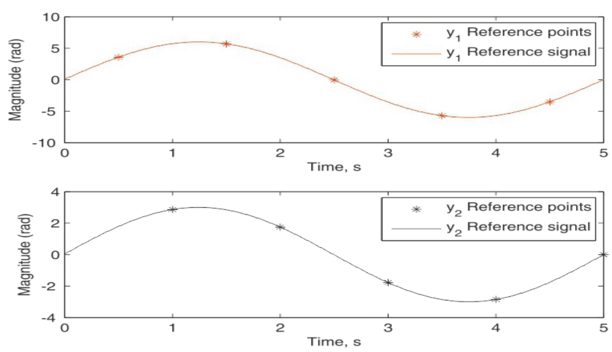


Fig. 6: Reference signal for standard ILC

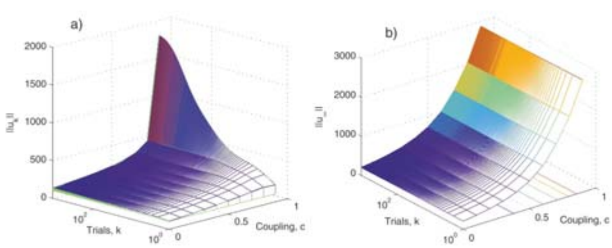


Fig. 7: Control input norm of standard ILC. a) Experimental results, b) Predicted results.

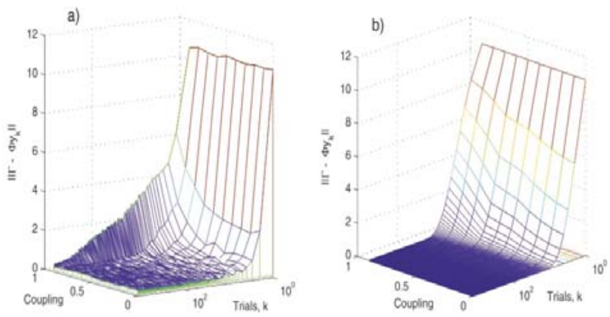


Fig. 8: Error norm of standard ILC. a) Experimental results, b) Predicted results.

V. CONCLUSIONS

The requirement for point-to-point motion control arises in many practical applications, including industrial automation, robotics and rehabilitation engineering. However, there are no available approaches to address general point-to-point tasks and given performance objectives in a framework which uses learning to attain optimal solutions in the presence of model uncertainty and noise. This paper derives an algorithms to address this deficit, and analyses convergence, performance and robustness properties. Experimental results confirm the practical utility and performance of the proposed approaches and illustrate the benefit gained over using the standard framework with an *a priori* generated reference.

REFERENCES

[1] H. S. Ahn, Y. Chen, and K. L. Moore, Iterative learning control: Brief survey and categorization, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C, vol. 37, no. 6, pp. 1099-1121, 2007.

[2] H. Ding and J. Wu, Point-to-point control for a high-acceleration positioning table via cascaded learning schemes,IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 54, no. 5, pp. 2735-2744, 2007.

[3] J. Park, P. H. Chang, H. S. Park, and E. Lee, Design of learning input shaping technique for residual vibration suppression in an industrial robot, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol. 11, no. 1, pp. 55-65, 2006.

[4] J. van de Wijdeven and O. Bosgra, Residual vibration suppression using hankel iterative learning control, Internation Journal of Robust and Nonlinear Control, vol. 18, pp. 1034-1051, 2008.

[5] G. Gauthier and B. Boulet, Robust design of terminal ILC with H∞ mixed sensitivity approach for a thermoforming oven, Journal of
Manufacturing Science and Engineering, p. Article ID 289391, 2008.

[6] Y. Wang and Z. Hou, Terminal iterative learning control based station stop control of a train, International Journal of Control, vol. In Press, 2011.

[7] J.-X. Xu and D. Huang, Initial state iterative learning for final state control in motion systems, Automatica, vol. 44, pp. 3162-3169, 2008.

[8] J.-X. Xu, Y. Chen, T. Lee, and S. Yamamoto, Terminal iterative learning control with an application to RTPCVD thickness control, Automatica, vol. 35, pp. 1535-1542, 1999.

[9] P. Lucibello, S. Panzieri, and G. Ulivib, Repositioning control of a twolink flexible arm by learning, Automatica, vol. 33, no. 4, pp. 579-590, 1997.

[10] D. H. Owens, J. J. Hätönen, and S. Daley, Robust monotone gradientbased discrete-time iterative learning control, International Journal of Robust and Nonlinear Control, vol. 19, pp. 634-661, 2009.

[11] S.-G. Hwang, Cauchy's interlace theorem for eigenvalues of Hermitian matrices, The American Mathematics Monthly, vol. 111, pp. 157-159, 2004.

[12] J. M. Ortega and W. C. Rheinboldt, Iterative Solution of Nonlinear Equations in Several Variables, London: Academic Press, 1970.

[13] J. J. Hätönen, Issues of algebra and optimality in iterative learning control, Ph.D. dissertation, Department of Process and Environmental Engineering, University of Oulu, 2004.

[14] T. V. Dinh, C. Freeman, and P. Lewin, Development of a multivariable test facility for the evaluation of iterative learning controllers, American Control Conference, Montreal, 2012, to be published.

Applying of norm optimal iterative learning control on a multivariable test facility

>Ph.D DINH VAN THANH[1]

ABSTRACT

Iterative learning control (ILC) is an approach suitable for systems which repeatedly perform a tracking task over a fixed time interval. However little attention has been paid to the case of multiple input, multiple output (MIMO) systems. In this paper theoretical results are derived and establish a close link between increased interaction, reduced robustness, slower convergence and greater control effort. Focusing on the popular class of norm optimal ILC (NOILC) algorithms, these findings are experimentally confirmed using a MIMO test facility which permits both exogenous disturbance injection and a variable level of coupling between input and output pairs. To address performance limitations 'point-to-point' NOILC is then introduced, in which the need to track the reference at all time points along the trial is relaxed.

1. INTRODUCTION

Formulated for systems which perform a repeated process defined over a finite time interval, termed a trial, Iterative Learning Control (ILC) uses data recorded over previous trials to modify the control signal on the subsequent trial with the aim of sequentially improving tracking accuracy. Whilst many experimental and comparative studies exist for the single input, single output (SISO) case, there are few instances involving multiple input, multiple output (MIMO) systems (Haurani et al., 2001) which typically increases control effort, makes controller design more challenging, and complicates analysis. With mild interaction, one approach is to ignore coupling and design multiple SISO controllers (Wallén et al., 2008) however loss of performance is inevitable. Despite this disadvantage, a well established algorithmic framework has been developed coupling analysis with practical performance demands, with a prominent example being norm optimal ILC (NOILC) which selects the next control input to minimize a cost function involving the predicted error and the change in successive control inputs (Amann et al., 1996).

This paper uses the NOILC framework to investigate the role of MIMO interaction on ILC performance, including convergence speed, control effort, and robustness to modelling uncertainty. A novel MIMO test facility is then used to examine theoretical predictions over a wide range of interaction conditions. An extension termed 'point-to-point' NOILC is then shown to mitigate loss of performance by relaxing the need to track all reference points along the trial (see (Freeman and Tan, 2012; Owens et al., 2012; Freeman, 2012) for further details).

2. MULTIVARIABLE SYSTEM DESCRIPTION

Consider an m input, p output discrete-time system expressed by the transfer-function matrix

$$G(z) = \begin{bmatrix} G_{11}(z) & \dots & G_{1m}(z) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ G_{p1}(z) & \dots & G_{pm}(z) \end{bmatrix} \quad (1)$$

1 East Asia University of Technology

whose components are assumed to be stable, and, for simplicity, of identical relative degree. The subsystems $G_{ij}(z)$, $i \neq j$, govern the interaction between input and outputs pairs, and their size is reflected by the norm

$$\|G(z)\|_2 = \left(\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\sum_{i,j}\left|G_{ij}(e^{j\theta})\right|^2 d\theta\right)^{1/2} = \left(\sum_{i,j}\|G_{ij}(z)\|_2^2\right)^{1/2} = \left(\sum_{i,j}\|g_{ij}\|_2^2\right)^{1/2}$$

with g_{ij} the impulse response corresponding to $G_{ij}(z)$. Hence the norm of $G(z)$ directly increases if the norm of any of the off-diagonal systems $G_{ij}(z)$, $i \neq j$ increases. Similarly the ∞-norm of $G(z)$, is given by

$$\|G(z)\|_\infty = \sup_{\theta\in[0,\,2\pi]} \bar{\sigma}\left(G(e^{j\theta})\right) \tag{2}$$

and illustrates the effect of interaction terms in influencing the 'high-gain direction' which is associated with the maximum singular value $\bar{\sigma}\left(G(e^{j\theta})\right)$. In particular, $\|G(z)\|_\infty$ increases as the interaction terms become larger, a relationship which is made more precise in Section 4.1.

To aid subsequent controller development and analysis, the system (1) is represented in state-space form as

$$\begin{aligned} x(i+1) &= Ax(i) + Bu(i), \quad x(0) = x_0,\ i = 0,1,\ldots N-1 \\ y(i) &= Cx(i), \quad x \in \mathbb{R}^n,\ u \in \mathbb{R}^m,\ y \in \mathbb{R}^p \end{aligned} \tag{3}$$

running over a trial length of N samples with state resetting between each trial. Hence $G(z) = C\left(zI - A\right)^{-1}B$ with $A \in \mathbb{R}^{n\times n}$, $B \in \mathbb{R}^{n\times m}$, $C \in \mathbb{R}^{p\times n}$ with n the number of states. This yields $g_{ij}(q) = \left(CA^{q-1}B\right)_{ij}$, $q = 1,2,\ldots$. Since ILC runs over a finite interval, the input and output sequences can be expressed by the supervectors

$$\begin{aligned} u &= [u(0)^T, u(1)^T, \ldots, u(N-1)^T]^T \quad \in \mathbb{R}^{mN}, \\ y &= [y(n_r)^T, y(n_r+1)^T, \ldots, y(N+1-n_r)^T]^T \quad \in \mathbb{R}^{pN}. \end{aligned}$$

where the relative degree of each subsystem, n_r, has been used to shift the output relative to the input to ensure that each output component can be influenced by the input. The input/output time-series relationship can then be represented by $y = Gu + y_0$ where $G \in \mathbb{R}^{pN\times mN} =$

$$\begin{bmatrix} CA^{n_r-1}B & 0 & \cdots & 0 \\ CA^{n_r}B & CA^{n_r-1}B & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ CA^{N+2-n_r}B & CA^{N+1-n_r}B & \cdots & CA^{n_r-1}B \end{bmatrix} \tag{4}$$

Here y_0 is the response to initial conditions whose effect can be absorbed into the reference trajectory, so that without loss of generality it is assumed $y_0 = 0$, or $x_0 = 0$.

3. NORM OPTIMAL ILC

Over repeated trials, the ILC framework uses experimental data to robustly solve the optimization problem

$$u_\infty = \arg\min_u \left\{||e||^2 : e = y_d - y\right\} \tag{5}$$

with the reference trajectory

$$y_d = [y_d(0)^T, y_d(1)^T, \ldots, y_d(N-1)^T]^T \quad \in \mathbb{R}^{pN} \tag{6}$$

NOILC achieves this objective by calculating the control input supervector, u_{k+1}, applied to the plant (4) on the $k+1^{th}$ trial, which minimizes the cost function $J(u_{k+1}) =$

$$\left\{[y_d - y_{k+1}]^T Q\,[y_d - y_{k+1}] + [u_{k+1} - u_k]^T R\,[u_{k+1} - u_k]\right\} \tag{7}$$

hence balancing tracking error reduction against change in successive control inputs. Here $y_{k+1} = Gu_{k+1}$ is the predicted output on the $k+1^{th}$ trial, and

$$\begin{aligned} Q &= \mathrm{diag}\left\{Q(0), Q(1), \ldots, Q(N-1)\right\}, \\ R &= \mathrm{diag}\left\{R(0), R(1), \ldots, R(N-1)\right\} \end{aligned} \tag{8}$$

in which weighting matrices $Q(i)$ are $R(i)$ are symmetric and positive semi-definite for all i. Notational simplification occurs if the input and output spaces $\mathbb{U}$ and $\mathbb{Y}$ respectively, are adopted with inner products

$$\langle u_1, u_2\rangle_{\mathbb{U}} = u_1^T R u_2 = \sum_{i=0}^{N-1} u_1(i)^T R(i) u_2(i) \tag{9}$$

$$\langle y_1, y_2\rangle_{\mathbb{Y}} = y_1^T Q y_2 = \sum_{i=0}^{N-1} y_1(i)^T Q(i) y_2(i). \tag{10}$$

which allows (7) to be expressed as

$$J(u_{k+1}) = ||e_{k+1}||_{\mathbb{Y}}^2 + ||u_{k+1} - u_k||_{\mathbb{U}}^2 \tag{11}$$

where $e_{k+1} = y_d - y_{k+1}$. Hence NOILC is the iteration

$$u_{k+1} = \arg\min_{u_{k+1}} J(u_{k+1}). \tag{12}$$

with the weights R and Q employed to set the balance between convergence and trial-to-trial input change. The solution to (12) can be realized using the update

$$u_{k+1} = u_k + R^{-1}G^TQe_{k+1} \tag{13}$$

$$= u_k + G^*(I + GG^*)^{-1}e_k \tag{14}$$

in which $G^* = R^{-1}G^TQ$ is the plant adjoint operator. An alternative to this feedforward update is a combined state feedback and predictive feedforward implementation, with full details appearing in (Amann et al., 1996).

4. NOILC PERFORMANCE

Robustness, convergence and control effort properties will be linked to interaction dynamics. The following lemma is first needed to relate the magnitude of off-diagonal system entries to the maximum singular value of GG^T.

Lemma 1. Consider the supervector matrix G given by (4) corresponding to the state-space system (3). Assuming N is sufficiently large, the maximum singular value satisfies

$$\bar{\sigma}\left(GG^T\right) \geq \max\left\{\frac{1}{mN}\cdot\max_{1\leq i\leq p}\left(\sum_{j=1}^m \|g_{ij}\|_1\right)^2, \frac{1}{pN}\cdot\max_{1\leq j\leq m}\left(\sum_{i=1}^p \|g_{ij}\|_1\right)^2\right\} \tag{15}$$

Hence the lower bound of $\bar{\sigma}\left(GG^T\right)$ depends directly on the magnitude of interaction terms, $\|g_{ij}\|_1$, $i \neq j$.

4.1 Robustness to modelling uncertainty

Assume now that the true plant, $\tilde{G}$, includes multiplicative modelling uncertainty described by the equation

$$\tilde{G} = UG \tag{16}$$

Here G is the nominal plant model used in the update law (14) to generate control input u_{k+1}, whereas $\tilde{G}u_{k+1}$ gives the output when experimentally applied to the true plant (producing the tracking error $e_{k+1} = y_d - \tilde{G}u_{k+1}$).

Theorem 1. Suppose that U is a Hermitian matrix. Then the weighting selection $R = rI$, $Q = qI$, with

$$0 < \frac{q}{r} < \frac{2}{\max_i \{0, \lambda_i(U) - 2\}} \cdot \frac{1}{\bar{\sigma}^2(GG^T)} \tag{17}$$

guarantees convergence of the true plant to zero tracking error using the feedforward NOILC law (14).

Remark 1. The bound on admissible $\frac{q}{r}$ strictly increases as $\bar{\sigma}\left(GG^T\right)$ reduces, hence faster convergence is possible. For the case of no model uncertainty, $U = I$, all weighting values provide convergence to zero error.

Remark 2. It can further be shown that

$$\|G(z)\|_\infty = \|G\|_2 = \bar{\sigma}\left(G\right) = \sqrt{\bar{\sigma}\left(GG^T\right)} \tag{18}$$

and hence (15) links the magnitude of off-diagonal system components to the ∞-norm of $G(z)$, given by (2).

From Theorem 1, robustness to multiplicative model uncertainty reduces as $\overline{\sigma}^2(GG^T)$ increases. From Lemma 1 this is also strongly correlated with increased interaction between input and output pairs, and hence the robustness bound (17) decreases as the level of interaction increases.

4.2 Convergence

From (14) the trial-to-trial error evolution is governed by

$$e_{k+1} = (I + GG^*)^{-1}e_k. \tag{19}$$

and convergence to zero tracking error is guaranteed with any choice of symmetric positive definite Q and R since G has full rank. Let V and Λ be matrices containing the eigenvectors and corresponding eigenvalues, $\sigma_i^2(GG^*)$, of GG^*. Then (19) can be written in the form

$$e_{k+1} = V(I + \Lambda)^{-1}V^{-1}e_k \tag{20}$$

and repeated action results in

$$V^{-1}e_k = (I + \Lambda)^{-k}V^{-1}e_0 \tag{21}$$

The component of e_0 projected onto the i^{th} eigenvector of GG^* hence evolves as $(1 + \sigma_i^2(GG^*))^{-k}$. Taking norms, tracking error on the k^{th} trial is bounded by

$$\left(1 + \overline{\sigma}^2(GG^*)\right)^{-k} \leq \frac{\|e_k\|_{\mathbb{Y}}}{\|e_0\|_{\mathbb{Y}}} \leq \left(1 + \underline{\sigma}^2(GG^*)\right)^{-k}. \tag{22}$$

The fastest convergence rate is hence dictated by $\overline{\sigma}^2(GG^*)$. Assuming for simplicity the form $R = rI$, $Q = qI$, this increases with the level of interaction since

$$\overline{\sigma}(GG^*) = \overline{\sigma}(GqG^Tr^{-1}) = \frac{q}{r}\overline{\sigma}(GG^T) \tag{23}$$

The slowest convergence is governed by the minimum singular value $\underline{\sigma}(GG^*) = \frac{q}{r}\underline{\sigma}(GG^T)$. Whilst not directly linked to MIMO interaction, there is often a strong correlation between increased interaction and a reduction in $\underline{\sigma}(GG^T)$, which hence reduces the convergence rate of the slowest mode. This relationship is illustrated in Section 8.

4.3 Control effort

In practice the input norm required to enforce tracking plays an important role in determining robustness, due to actuator saturation and the range over which the plant may be assumed linear. The limiting input as $k \to \infty$ is found through repeated application of (14), which yields

$$\begin{aligned} u_{k+1} &= (I - G^*(I + GG^*)^{-1}G)^{k+1}u_0 + \\ &\left(\sum_{i=0}^{k}(I - G^*(I + GG^*)^{-1}G)^i\right)G^*(I + GG^*)^{-1}y_d \\ \Rightarrow u_\infty &= \left(G^*(I + GG^*)^{-1}G\right)^{-1}G^*(I + GG^*)^{-1}y_d \\ &= G^\dagger y_d \end{aligned} \tag{24}$$

where $(\cdot)^\dagger$ denotes the pseudo-inverse. This input satisfies

$$\|u_\infty\| = \|G^\dagger y_d\| \leq \frac{\|y_d\|_{\mathbb{Y}}}{\underline{\sigma}(GG^*)} \tag{25}$$

and hence is governed by $\underline{\sigma}(GG^*)$. The correlation between interaction and $\underline{\sigma}(GG^T)$ means that the bound on control effort typically increases with higher interaction.

5. POINT-TO-POINT NOILC

NOILC is among the few approaches that have been applied to solve the point-to-point (also termed intermediate point) ILC problem where the need to track all reference points in y_d is relaxed. In (Owens et al., 2012) point-to-point NOILC algorithms were developed focusing on the continuous-time case, but here derivation is presented in discrete-time, and subsequent properties are analyzed.

The point-to-point problem considers the case in which the component of the reference y_d corresponding to the j^{th} plant output is required to be tracked only at a fixed number, $M_j \leq N$, of sample instants given by $0 \leq n_{j,1} < n_{j,2} < \cdots < n_{j,M_j} < N$. This simply involves the choice

$$Q(i)\begin{cases} > 0 & \text{if} \quad i = (n_{j,q} - 1)p + j, \quad q = 1...M_j, j = 1...p, \\ = 0 & \text{otherwise} \end{cases} \tag{26}$$

in the cost (11) with the update (14) unchanged. Subsequent analysis however requires the cost to be rewritten to exclude untracked points, and so (11) is exchanged for

$$J_{k+1}(u_{k+1}) = ||\overline{e}_{k+1}||^2_{\overline{\mathbb{Y}}} + ||u_{k+1} - u_k||^2_{\mathbb{U}} \tag{27}$$

with $\overline{Q} = \Phi Q\Phi^T$, $\overline{e}_{k+1} = \overline{y}_d - \Phi y_{k+1}$ is the point-to-point tracking error and the inner product $< \overline{y}_1, \overline{y}_2 >_{\overline{\mathbb{Y}}} = \overline{y}_1^T\overline{Q}\overline{y}_2$. The vector $\overline{y}_d$ contains only those points required to be tracked, in the same order as in y_d. The matrix $\Phi \in \mathbb{R}^{M \times pN}$ now defined: Introduce $\psi \in \mathbb{R}^{pN}$ with elements

$$\psi_i = \begin{cases} 1 & \text{if} \quad \lfloor (i-1)/p \rfloor \in \mathcal{S}_{i - \lfloor (i-1)/p \rfloor p}, \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \tag{28}$$

where $\lfloor \cdot \rfloor$ denotes the 'floor' function and the set $\mathcal{S}_j = \{n_{j,1}, \ldots, n_{j,M_j}\}$. The former is a vector whose $(i \times p + j)^{th}$ point is 1 if the j^{th} output at time i is required to be tracked, and 0 otherwise. Φ is produced by splitting each non-zero element of ψ into a separate row, giving

$$\Phi_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{if } \psi_j = 1, \sum_{q=1}^{j} \psi_q = i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \tag{29}$$

with $M = \sum_{j=1}^{p} M_j$ the total number of points tracked. When any output is pre-multiplied by Φ, it extracts components that correspond to prescribed point-to-point locations, whilst retaining their order, hence $\overline{y}_d = \Phi y_d$. Employing the choice of Q components (26) for point-to-point tracking simply means substituting for the plant operator and error in (14). This yields the ILC update law

$$u_{k+1} = u_k + (\Phi G)^*(I + \Phi G(\Phi G)^*)^{-1}\overline{e}_k \tag{30}$$

where $\overline{e}_k = \Phi e_k$, obtained from the experimental error, e_k.

6. POINT-TO-POINT NOILC PERFORMANCE

In this section the performance properties of Section 4 are extended for application to the point-to-point problem. This includes the 'standard' ILC problem discussed in Sections 3 and 4 as a special case, through selection of $\Phi = I$. To show its ability to address the limitations caused by MIMO interaction, the following lemma is required.

Lemma 2. Let the matrix Φ correspond to a point-to-point tracking task defined using (26), and suppose an arbitrary point $n_{i,j}$ is removed from the tracking specification. This corresponds to a new Φ matrix denoted by $\tilde{\Phi}$, which is equal to Φ but with the q^{th} row removed (where $q = i \times p + j$). Let the M eigenvalues of the matrix $A = (\Phi G)(\Phi G)^T$ be denoted $\lambda_M < \lambda_{M-1} \cdots < \lambda_2 < \lambda_1$, which also equal singular values since A is Normal. Similarly, let the $M-1$ eigenvalues of the matrix $B = (\tilde{\Phi} G)(\tilde{\Phi} G)^T$ be denoted $\mu_M < \mu_{M-1} \cdots < \mu_3 < \mu_2$, which also equal the singular values since B is Normal. Then the following holds

$$\lambda_M < \mu_M < \lambda_{M-1} < \mu_{M-1} \cdots < \mu_3 < \lambda_2 < \mu_2 < \lambda_1.$$

and in particular

$$\overline{\sigma}((\tilde{\Phi} G)(\tilde{\Phi} G)^T) < \overline{\sigma}((\Phi G)(\Phi G)^T) \tag{31}$$

$$\underline{\sigma}((\tilde{\Phi} G)(\tilde{\Phi} G)^T) > \underline{\sigma}((\Phi G)(\Phi G)^T) \tag{32}$$

Lemma 2 shows how the maximum singular value, $\overline{\sigma}(GG^T)$, is monotonically reduced by removal of tracking points within the ILC task. At the same time the minimum singular value, $\underline{\sigma}(GG^T)$, is monotonically increased.

6.1 Robustness to modelling uncertainty

In the point-to-point case, the specification of the true plant in Theorem 1 is replaced by

$$\Phi \tilde{G} = U \Phi G \tag{33}$$

and the condition (17) becomes

$$0 < \frac{q}{r} < \frac{2}{\max_i \{0, \lambda_i(U) - 2\}} \cdot \frac{1}{\overline{\sigma}^2(\Phi G(\Phi G)^T)} \tag{34}$$

Applying Lemma 2 shows that the robustness bound increases as points are removed from the tracking task.

6.2 Convergence

The tracking error evolution (19) is exchanged for

$$\overline{e}_{k+1} = (I + \Phi G(\Phi G)^*)^{-1}\overline{e}_k. \tag{35}$$

and tracking error on the k^{th} trial is bounded by

$$\left(1+\overline{\sigma}^2(\Phi G(\Phi G)^*)\right)^{-k} \leq \frac{\|\overline{e}_k\|_{\mathbb{Y}}}{\|\overline{e}_0\|_{\mathbb{Y}}} \leq \left(1+\underline{\sigma}^2(\Phi G(\Phi G)^*)\right)^{-k}. \tag{36}$$

The slowest convergence rate is dictated by $\underline{\sigma}^2(\Phi G(\Phi G)^*)$ and, assuming for simplicity that $R = rI$, $Q = qI$, strictly increases as points are removed from the tracking task.

6.3 Control effort

The limiting input (25) is exchanged for

$$u_{k+1} = (\Phi G)^{\dagger}\overline{y}_d \tag{37}$$

which can be shown to correspond to the minimum input energy solution to the tracking task, given by

$$\arg\min_u \left\{\|u\|^2 : \overline{y}_d = \Phi G u\right\} \tag{38}$$

The input norm bound (25) is replaced by

$$\|u_\infty\| = \left\|(\Phi G)^{\dagger}\overline{y}_d\right\|_{\mathbb{Y}} \leq \frac{\|\overline{y}_d\|_{\mathbb{Y}}}{\underline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^*)} \tag{39}$$

and strictly reduces as points are removed from the tracking task, hence mitigating degradation of system performance caused by increased MIMO interaction.

7. SYSTEM SPECIFICATION AND DESIGN

To investigate the effect of increased interaction experimentally, an electro-mechanical platform has been developed. This facility employs differential gearboxes connected via spring-mass-damper systems, and enables variable levels of coupling between variables to be specified. As analyzed in detail in (Dinh et al., 2012), the only two input, two output layout found to enable the level of interaction to be varied across a wide operating frequency range is that shown in Fig. 1 where I, B and K denote inertial, damping and stiffness parameters respectively. The input comprises demand signals fed to the induction motors $\{u_1, u_2\}$, and the output comprises angular displacements (rads) of the spring-mass-damper sections $\{y_1, y_2\}$. This leads to

$$\begin{bmatrix} y_1(z) \\ y_2(z) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11}(z) & G_{12}(z) \\ G_{21}(z) & G_{22}(z) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1(z) \\ u_2(z) \end{bmatrix} \tag{40}$$

This configuration has a level of interaction which can be manipulated using only the lumped damping parameter

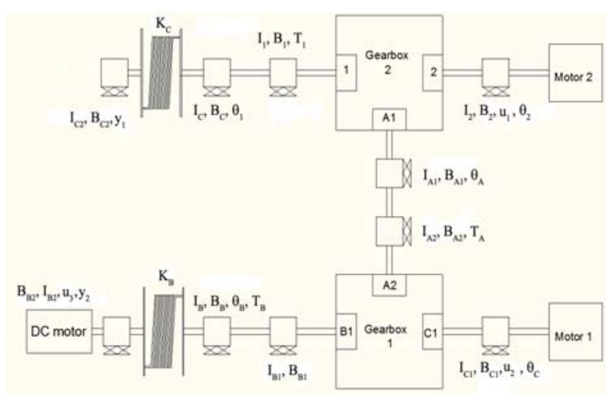


Fig. 1. System component configuration.

$B_{A1} + B_{A2}$. The differential gears are custom-made to eliminate backlash and reduce inertia and friction, and gearing between devices is implemented via belt drives to reduce the overall footprint and ensure low backlash. The damping parameter $B_{A1} + B_{A2}$ is realized using four adjustable dampers geared together, and the level of interaction is parameterized by c which varies between 0 (no interaction, maximum damping), and 1 (full interaction, minimum damping). The system is shown in Fig. 2 with components defined in Table 1. The two induction motors

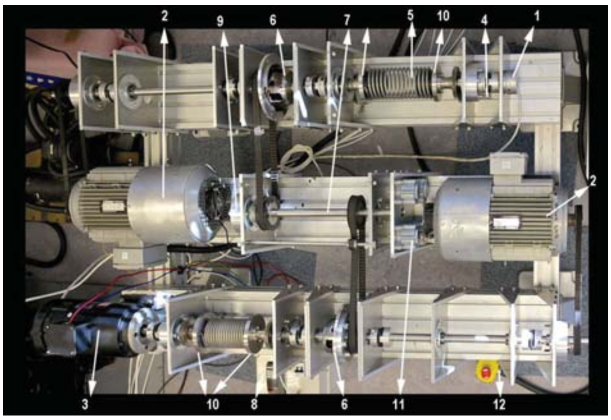


Fig. 2. MIMO system, components labeled in Table 1.

Table 1. Components of the MIMO system

System components			
1	Encoder	2	Induction motor
3	DC motor	4	Rotary damper
5	Torsional spring	6	Differential gearbox
7	Coupling shaft	8	DC motor controller
9	Clamp	10	Inertia
11	Adjustable dampers	12	Emergency stop button

are equipped with integrated 2000 pulse per revolution encoders, and the output ports are fitted with 2500 pulse per revolution encoders. Each 1.1 kW AC induction motor is connected to an inverter configured in velocity mode, and real-time hardware comprises a ds1103 dSpace board employing a sampling frequency of 100 Hz.

The system model $G(z)$ has been identified experimentally from frequency data, with transfer-functions. The impulse responses of the system are shown in Fig. 3 for various levels of interaction, c. As the level of interaction changes, there is little difference between $G_{11}(z)$ and $G_{22}(z)$ but $G_{12}(z)$ and $G_{21}(z)$ change significantly. The maximum singular values $\overline{\sigma}(GG^T)$ are shown in Table 2 for the various levels of interaction. These confirm that, as c increases, so too does $\overline{\sigma}(GG^T)$. This is also reflected in plots of the Relative Gain Array which rises as c is increased.

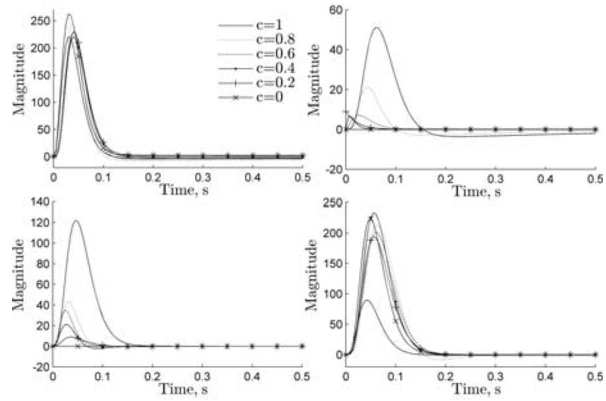


Fig. 3. Impulse responses for $G_{11}(z)$ (top left), $G_{12}(z)$ (top right), $G_{21}(z)$ (bottom left), and $G_{22}(z)$ (bottom right) for various interaction levels, c.

8. EXPERIMENTAL CONTROLLER EVALUATION

The ‘standard’ ILC algorithms presented in Section 3 have been applied to the MIMO test-bed facility in order to confirm its suitability as an evaluation and benchmarking platform, and the performance degradation caused by MIMO interaction and injected noise. Moreover, the use of point-to-point ILC to mitigate poor performance will be explored. For simplicity sinusoidal references are used with magnitudes of 7 and 5 for reference 1 and reference 2 respectively, and are shown in Fig. 4. Both references have a total length $T = 2.4$ seconds. Six reference points are also defined for use in point-to-point ILC and are given by $\overline{y}_d = [6.9,\ 0.5,\ 3.2,\ 0.9,\ -6.9,\ 1.5]^T$ at the time samples $\mathcal{S}_1 = \{0.5,\ 0.9,\ 1.5\}$, $\mathcal{S}_2 = \{0.8,\ 1.4,\ 1.7\}$. The odd values of $\overline{y}_d$ relate to input 1 and the even values relate to input 2. Table 2 shows parameters governing the robustness,

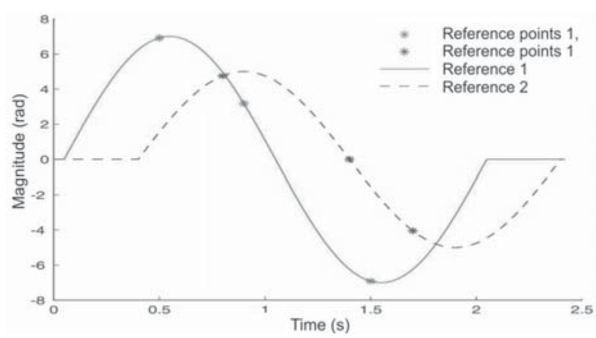


Fig. 4. References for point-to-point and standard ILC

worse case convergence rate, and input norm for the six levels of interaction. The value of $\frac{q}{r}$ required to enforce a convergence rate of 0.5 is also shown. Note that the input bound is conservative and will only match observed results when $\overline{y}_d$ is a multiple of the eigenvector corresponding to the slowest eigenvalue. For standard ILC it is clear that:

(1) convergence of the slowest mode is impossible since $\underline{\sigma}(GG^*) = \frac{q}{r}\underline{\sigma}(GG^T)$ approaches 0 (from (22)),

Table 2. MIMO performance bounds.

	Standard ILC		Point-to-point ILC			
				Robustness†	Convergence‡	Input norm
c	$\underline{\sigma}(GG^T)$	$\overline{\sigma}(GG^T)$	$\underline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^T)$	$\overline{\sigma}(\Phi G(\Phi G)^T)$	$(1+\underline{\sigma}^2)^{-1}$	$\frac{\|\|y_r\|\|_{\overline{\mathbb{Y}}}}{\underline{\sigma}}$
0	5×10^{-9}	456.51	0.1891	5.5655	0.9655	87.3829
0.2	5×10^{-11}	457.06	0.1802	5.5872	0.9671	89.5615
0.4	1×10^{-9}	457.11	0.1686	6.5419	0.9724	98.0077
0.6	1×10^{-11}	459.01	0.1616	6.5710	0.9746	102.2531
0.8	3×10^{-10}	488.04	0.1482	7.0148	0.9785	111.4987
1	4×10^{-11}	565.01	0.0549	7.5565	0.9970	300.9854

†Robustness measure (17): a smaller value indicates greater robustness.
‡Convergence rate of slowest mode, $\frac{q}{r} = 1$.

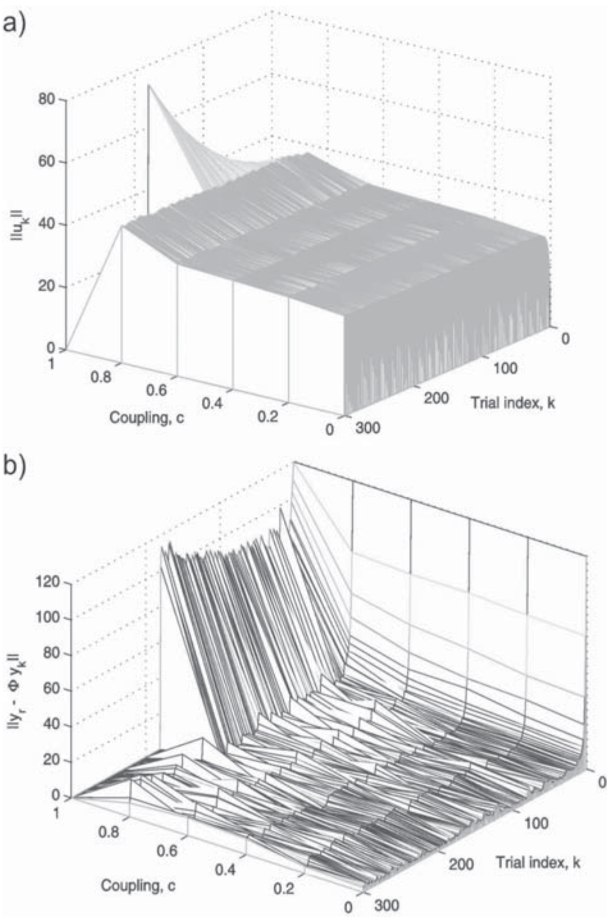


Fig. 5. Standard NOILC a) error and b) input norm.

(2) the input bound required is also prohibitively large (from (25)),
(3) as interaction increases, robustness bounds reduce since $\overline{\sigma}(GG^T)$ increases (from (17), (15))

For point-to-point ILC, convergence, input norm and robustness properties all significantly improve. In particular

(1) convergence of the slowest mode is far more rapid, but still reduces as interaction increases (from (36), (15), (31), (31)),
(2) the input norm bound is far smaller, but still increases as interaction increases (from (39), (15), (31), (31)),
(3) the robustness bounds are far larger, but still reduce as interaction increases (from (34), (15), (31), (31)).

The predicted qualities are next assessed experimentally.

8.1 Standard feedforward NOILC

Experiments have been performed using the NOILC update (14). Based on a large number of tests, the highest level of performance has been achieved using $R = I$ and $Q = 0.05I$ for all interaction cases except the highest interaction level ($c = 1$), which uses $Q = 0.005I$. The error norm results are shown in Fig. 5a) which illustrate reasonably fast convergence rates, with the error norm convergence to a value of ≈ 1.2 after 60 trials in the case of $c = 0$. However the final error norm increases with the

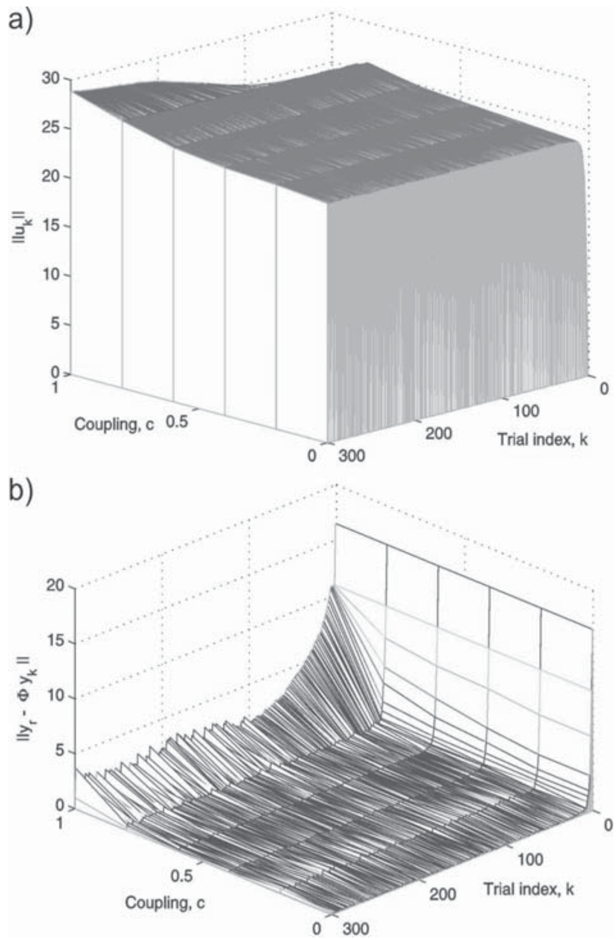


Fig. 6. Point-to-point NOILC a) error and b) input norm.

level of interaction, as is clear in the cases of $c = 0.8, 1$. Fig. 5b) shows the control effect has a correspondingly rapid convergence rate for all coupling values except the highest interaction case, which requires a smaller value of Q to delay the onset of instability, which always occurs. The controller cannot cope with the high model uncertainty magnified by the effect of substantial interaction and therefore the system diverges after approximately 180 trials. The corresponding controller norm is extremely high and still has not reached a steady value after 180 iterations. The automatic safety devices within the system shut down operation when the controller norm is excessive, as occurs in the case of the highest interaction level.

8.2 Point-to-point feedforward NOILC

Point-to-point feedforward NOILC is implemented to track $\overline{y}_d$ using update equation (30) with $R = I$ and $\overline{Q} = I$ found to perform best for all interaction cases except the highest interaction level which uses $\overline{Q} = 0.05I$. Experimental results are shown in Fig. 6 and confirm that the controller norm increases with the interaction level and is low for most cases. The error norm also increases with the level of interaction but there is little difference between each case except for the highest interaction level. The error norm similarly reduces dramatically in the first 4 trials and almost reaches its final value. For the highest interaction case, the effect of model uncertainty again degrades the error norm attained, with results of around 2.5 after 100 iterations which remain at that level over 300 trials. This method shows how point-to-point can mitigate the effect of uncertainty at the highest interaction level.

8.3 Summary of results

The results show that when the interaction increases so too does the control effort, and this gives rise to an increased error norm due to magnified plant uncertainty and noise. This confirms the theoretical predictions given in Sections 3 and 8. Standard NOILC cannot cope with the highest interaction case, however point-to-point NOILC can restore satisfactory performance, confirming theoretical predictions in Section 6 and 8.

9. CONCLUSIONS & FUTURE WORK

The effect of MIMO interaction has been investigated, focusing on NOILC approaches. Relationships between the size of the interaction terms and ILC convergence, robustness and control effort have been derived. To evaluate performance in practice, a novel multivariable test facility has been developed for benchmarking and comparative testing. Exploitation of the point-to-point framework is found to mitigate the effects of high interaction and noise injection which degrade performance. The results hence confirm theoretical findings, and confirm the MIMO system's utility as an evaluation platform. Future work will use the broad range of configuration and disturbance/noise injection options to undertake a thorough evaluation of a broad spectrum of MIMO ILC approaches.

REFERENCES

[1] Amann, N., Owens, D.H., and Rogers, E. (1996). Iterative learning control for discrete-time systems with exponential rate of convergence. IEE Proceedings Control Theory Applications, 143(2), 217-224.

[2]. Dinh, T.V., Freeman, C.T., and Lewin, P.L. (2012). Development of a multivariable test facility for the evaluation of iterative learning controllers. In American Control Conference, 621-626.

[3]. Freeman, C.T. (2012). Constrained point-to-point iterative learning control with experimental verification. Control Engineering Practice, 20(5), 489-498.

[4]. Freeman, C.T. and Tan, Y. (2012). Iterative learning control with mixed constraints for point-to-point. IEEE Transactions on Control Systems Technology, PP-99, 1- 13.

[5]. Haurani, A., Taha, O., Michalska, H., and Boulet, B. (2001). Multivariable control of a paper coloring process: a case study. In American Control Conference, volume 3, 2210-2215.

[6]. Owens, D.H., Freeman, C.T., and Dinh, T.V. (2012). Norm optimal iterative learning control with intermediate point weighting - Theory, algorithms and experimental evaluation. IEEE Transactions on Control System Technology, PP (Issue: 99).

[7]. Wall´en, J., Norrl¨of, M., and Gunnarsson, S. (2008). Armside evaluation of ILC applied to a six-degrees-offreedom industrial robot. In Proceedings of the 17th IFAC World Congress, volume 17-1.

Design and experimental evaluation of iterative learning controllers on a multivariable test facility

>Ph.D DINH VAN THANH[1], Ph.D CHRIS FREEMAN[2], Ph.D PAUL LEWIN[2]

ABSTRACT

The paper concentrates on investigating a multivariable input multivariable output (MIMO) system with injected disturbance. The MIMO system has two differential gears connected back-to-back together with 2 inputs, 2 outputs and 1 disturbance port. The system will be modeled on Matlab and the iterative learning control method will be applied to control output of the system. The result of this method will be used to compared between other control methods such as adaptive control, repetitive control and classical ILC methods etc.

Index Terms: *multivariable input and multivariable output system and iterative learning controller.*

1. INTRODUCTION

Within control theory, there are an exceptionally diverse range of control approaches covering a wide variety of system types and applications. One of them is iterative learning control (ILC) which has been developed for more than 25 years. ILC is suitable for systems which perform a repeated process defined over a finite time interval. ILC uses the previous error of a trial to modify the control signal with the aim of sequentially improving tracking accuracy. In practice, there does not exist a perfect model for a system, and the presence of unpredicted disturbance or noise on the system's signals mean an exact representation of the system is impossible. However, ILC has shown the ability to provide high performance without the need for an exact model, demonstrating the ability to cope with system uncertainty and exogenous disturbance. In practical terms, this reduces a lot of effort that an engineer must place on identifying a system model. This robustness to modelling uncertainty has led to its popularity in many industries especially in manufacturing [1], chemical process engineering, robotics applications [2], [3] and biomedical engineering. ILC has also been modified and integrated with other control techniques with the aim of further increasing their performance. There has been a large number of published works on this subject which include experimental application. There is a distinct lack, however, of literature using multiple input and multiple output (MIMO) systems, which typically are much harder to control than single input

and single output (SISO) systems. It is well known that designing controllers for MIMO systems can be extremely challenging, and this is certainly true for

1 East Asia University of Technology,
2 University of Southampton

ILC. Consequently, the main object of this research is focused on designing a test facility which can be used to implement different kinds of ILC algorithm and enable MIMO ILC approaches to be rigorously evaluated on a demanding multi-configurable experimental platform. The first task of the research is to design and manufacture a suitable 2x2 MIMO system which can be controlled via PC interface and allow all the inputs and outputs to be stored to PC memory and available for further analysis. Basic ILC algorithms such as P-type ILC, D-type ILC will be used to control the system, as well as advanced ILC algorithms which will be studied and implemented using the same system.

2. MIMO SYSTEM DESIGN

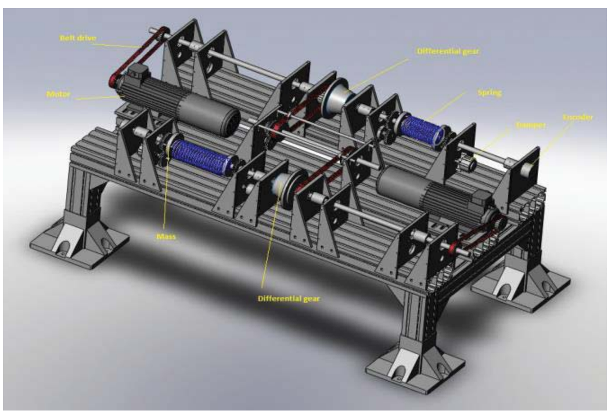


Figure 1: MIMO system 3D design

As described above, the system has 2 differential gears which play as the main factor for this experiment because these 2 gears are linked together by belt drives. There are spring-mass-damper components used to adjust the complexity of the coupling. The whole system is draw by Solid Work software which is allowed to display the system in 3D and all the dimensions can be checked carefully to make sure everything is compatible. The figure 1 shows the completed mechanical parts of the rig experiment. First, motors will be connected to an inverter so that the speed can be varied. Signals from Dspace card will be fed to inverters to vary frequency so that the motor speed can be changed depend on demand of the user. Spring-mass-damper components will make the output of this system more complicated to control. At the first state, there is not any spring-mass-damper in between 2 differential gear as well as the input ports (from 2 motors). The reason for this is that the system will be investigated from the simplest case to the most difficult case. The 2 outputs of the system are measured by 2 encoders. Similarly, the inputs from 2 motors are measured from 2 encoders which are integrated inside. All the data are transfered to a PC via the Dspace card. All these data will be processed from Matlab software in order to implement different kind of control algorithms.

3. SYSTEM MODELING

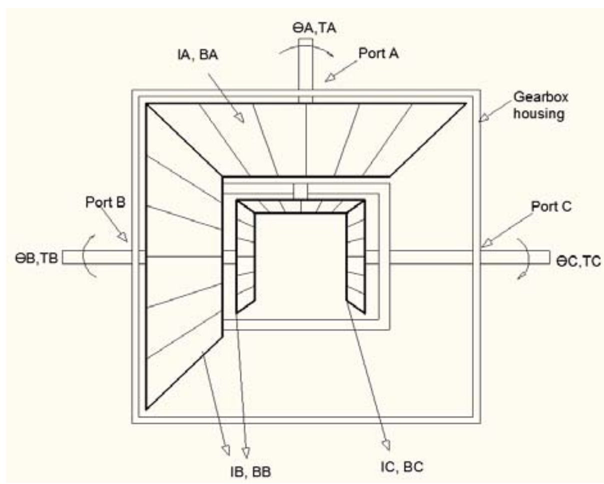


Figure 2: Differential gearbox

In order to derive a transfer function for this combination of the system as figure 1, firstly, a transfer function for the differential gearbox should be study. The detail of the differential gearbox is described in figure 2.

Since I_A, I_B, I_C is the inertial of the bevel gear of port A, B, C respectively. B_A, B_B, B_C are the damper of port A, B , C respectively. θ_A, T_A is the turning angle and torque of port A. θ_B, T_B is the turning angle and the torque of port B.

Similarly θ_C, T_C is the turning angle and torque of port C. Applying the Lagrange's equation [4] for the gearbox in figure 2, the transfer function can be expressed as

$$I_A\ddot{\theta}_A + B_A\dot{\theta}_A - T_A + 2I_C\ddot{\theta}_C + 2B_C\dot{\theta}_C - 2T_C = 0 \quad (1)$$

$$I_B\ddot{\theta}_B + B_B\dot{\theta}_B - T_B - I_C\ddot{\theta}_C + B_C\dot{\theta}_C - T_C = 0 \quad (2)$$

$$2\theta_A = \theta_B + \theta_C \quad (3)$$

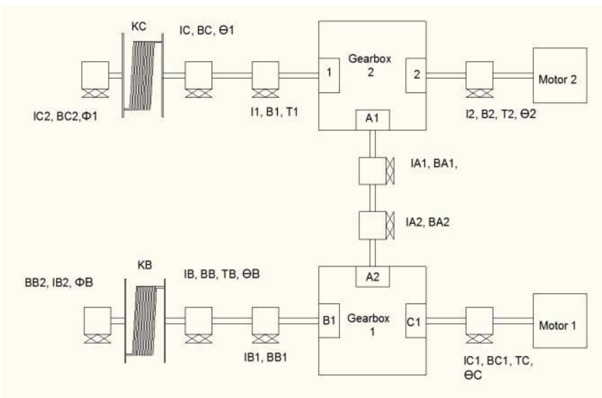


Figure 3: Simplified version of the system in figure 1

Therefore, these 2 gearboxes are connected back-to-back together with spring-mass-damper as figure 1.

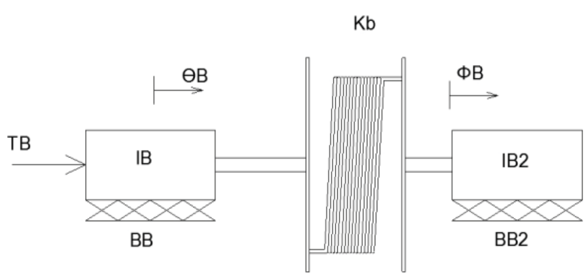


Figure 4: Spring-mass-damper component

This combination can be simplified as figure 3. K_B, K_C are the spring constant of the output C and B respectively. For the spring-mass-damper, the transfer function is written as

$$\frac{T_B}{\theta_B} = I_B s^2 + B_B s + K_b - \frac{K_b^2}{I_{B_2}s^2 + B_{B_2}s + K_b} \quad (4)$$

Using equation from (1) to (4) to get the transfer function for the system in figure 1 therefore

$$\begin{bmatrix}\phi_1\\ \phi_B\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}H_{B_1} & H_{B_2}\\ H_{C_1} & H_{C_2}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}T_2\\ T_C\end{bmatrix}$$

Since ϕ_1 and ϕ_B are the output angles of the system. T_2, T_C are the input torques.

$$H_{B_1} = \frac{2G_2 - \frac{G_{A_1}+G_{A_2}}{2(I_2s^2+B_2s)}}{G_{1_A}} G_{11}$$

$$H_{B_2} = \frac{2G_C}{G_{1_A}} G_{11}$$

$$H_{C_1} = \frac{2G_2}{G_{B_A}} G_{BB}$$

$$H_{C_2} = \frac{2G_C - \frac{G_{A_1}+G_{A_2}}{2(I_{C_1}s^2+B_{C_1}s)}}{G_{B_A}} G_{BB}$$

Other functions are defined as

$$G_{1_A} = \frac{\theta_1[(I_1+I_2)s^2 + (B_1+B_2)s - G_1](G_{A_1}+G_{A_2})}{2(I_2s^2+B_2s)}$$

$$G_{B_A} = \frac{\theta_B[(I_{B_1}+I_{C_1})s^2 + (B_{B_1}+B_{C_1})s - G_B](G_{A_1}+G_{A_2})}{2(I_{C_1}s^2+B_{C_1}s)}$$

$$G_{BB} = \frac{K_B}{I_{B_2}s^2 + B_{B_2}s + K_B}$$

$$G_{11} = \frac{K_C}{I_{C_2}s^2 + B_{C_2}s + K_C}$$

$$G_{A_2} = I_{A_1}s^2 + B_{A_1}s + \frac{4(I_1s^2 + B_1s - G_1)(I_2s^2 + B_2s)}{(I_1 + I_2)s^2 + (B_1 + B_2)s - G_1}$$

$$G_{A_1} = I_{A_2}s^2 + B_{A_2}s + \frac{4(I_{B_1}s^2 + B_{B_1}s - G_B)(I_{C_1}s^2 + B_{C_1}s)}{(I_{C_1}+I_{B_1})s^2 + (B_{B_1}+B_{C_1})s - G_B}$$

$$G_C = 1 - \frac{I_{C_1}s^2 + B_{C_1}s}{(I_{C_1}+I_{B_1})s^2 + (B_{B_1}+B_{C_1})s - G_B}$$

$$G_B = \frac{K_B^2}{I_{B_2}s^2 + B_{B_2}s + K_B} - (I_B s^2 + B_B s + K_B)$$

$$G_2 = 1 - \frac{I_2 s^2 + B_2 s}{(I_1 + I_2)s^2 + (B_1 + B_2)s - G_1}$$

$$G_1 = \frac{K_C}{I_{C_2}s^2 + B_{C_2}s + K_C} - (I_C s^2 + B_C s + K_C)$$

4. SIMULATION

The transfer function from the previous section is put in matlab and realistic parameters are chosen to see how the system will response with different external signals

System parameter values							
I_1	0.0001	I_2	0.0001	I_{A_1}	0.0001	I_{A_2}	0.0002
I_{B_1}	0.0001	I_{C_1}	0.0001	B_{A_1}	0.001	B_{A_2}	0.001
B_1	0.0002	B_2	0.0002	B_{B_1}	0.0002	B_{C_1}	0.0002
I_B	0.01	B_B	0.013	I_{C_2}	0.011	B_{C_2}	0.014
I_C	0.03	B_C	0.012	I_{B_2}	0.02	B_{B_2}	0.008
K_B	1.5	K_C	1				

Table 1: Chosen parameters for the MIMO system

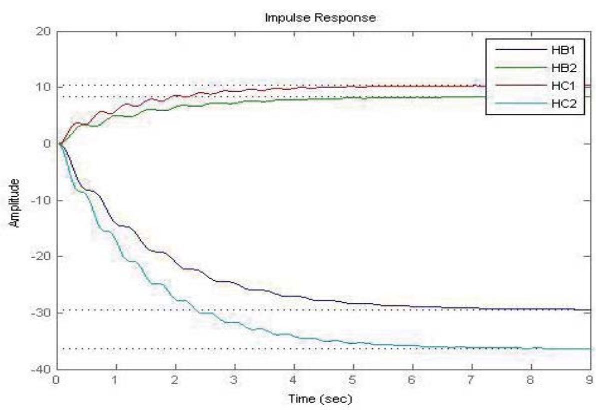


Figure 5: The impulse response for the MIMO system

The figure 5 shows how the system responses with the impulse signal. Since the steady state magnitude of the H_{B_1} and H_{C_2} is negative because of the defined direction. It does not affect the behavior of the system if the magnitude is changed to the opposite direction. The figure 5 can show that the system is stable since the system does not divert to infinity but it will be investigated further by using the inverse Nyquist array method. The degree of the transfer function is quite high therefore the graph has many peaks and troughs. The magnitude of the interaction can be fully controlled by adjusting the value of I_{A_1}, I_{A_2}, B_{A_1} and B_{A_2}. By controlling these parameters, the MIMO system can be converted into 2 SISO systems, which can operate separately from 2 input motors.

5. STATUS AND FUTURE WORK

At the moment the mechanical part has been completed. In the next few weeks all electrical components will be installed and the system will be ready to implement simple control methods. Then more advance methods will be used and results are used to discuss.

The system in figure 1 will be used to investigate how the coupling will affect ILC methods as well as to see how ILC perform in this MIMO system. The coupling function can be made more complicated by put a spring-mass-damper component at the connection of two gearboxes. Therefore, the system will be more difficult to control because of high degree of interaction.

The system is then used to study the injection of noise by a brushed DC motor which will be installed at one of the output system in figure1 and an extra encoder will be installed at the coupling to make another output. The magnitude of noise from motor can be fully controlled through a controller in order to see how good ILC can cope to different level of noise.

REFERENCES

[1] D. Kim and S. Kim. An iterative learning control method with application for CNC machine tools. IEEE transaction on industry applications, Vol. 32, No. 1, pages 66-72, January, 1996.

[2]. H. Elci; R. W. Longman; M. Phan; J. Juang; R. Ugoletti. Discrete frequency based learning control for precision motion control. IEEE, pages 2767-2773, 1994.

[3]. M. Norrlof. An adaptive iterative learning control algorithm with experiments on an industrial robot. IEEE transactions on robotics and automation, Vol. 18, No.2, pages 245-251, April, 2002.

[4]. D. T. Greenwood. Advanced dynamics. Cambridge University Press, first edition, 2003.

A supervisory controlled system for beer recovery from surplus yeast process

>Ph.D DINH VAN THANH[1], M.S. DINH THI LAN ANH[1],
B. S. NGUYEN TUAN ANH[2], Ph.D NGUYEN HOAI NAM[2]

ABSTRACT

In the manufacture of beer production, the quality of beer and economical operation play key roles. The yeast slurry which is the output product of fermentation process normally at the rate of 2-3% excess to the desired amount. However, such yeast contains 40-70% beer. This substantial proportion of beer must be recovered in economical managed process by applying centrifugal separation technology in beer recovery from surplus yeast process. This process will improve costeffectiveness without changing the beer quality. The process outputs are approximately 60% beer and yeast. Currently, many breweries in Vietnam do not have such system. This fact motivates us to study and propose solution for beer recovery from surplus yeast process with the supervisory controlled system.

Keywords: *disc stack centrifuge; beer recovery; surplus yeast; supervisory controlled system; solid-liquid separation.*

INTRODUCTION

In Beer production process, there is a need of economical and optimal operation in order to reduce wasting of resources. One of the effective solutions is using the beer recovering system from the surplus yeast process. From the fact that each beer production batch produces an excess of yeast (surplus yeast) volume amounts to ~2-3% of the production volume and about 50% of this volume can be recovered as in form of beer. This beer can be returned to beer production process meanwhile the yeast can be served as animal food. The recovering beer from the surplus yeast mixture has been studied and successfully applied in some breweries in the world such as Molson Coors, Heineken, ABInbev, Carlsberg etc., but non of breweries in Vietnam has such system yet. By integrating some sort of recovery system, the company has reduced significant duty-paid beer losses and increased the cost-effective without changing beer quality. With breweries becoming larger and waste disposal costs increasing, recovering high quality beer from yeast is again becoming a real topic for debate. Recovered beer quality is defined by flavour (yeast autolysis), remaining yeast cells,

1 East Asia University of Technology,
2 Hanoi University of Science and Technology

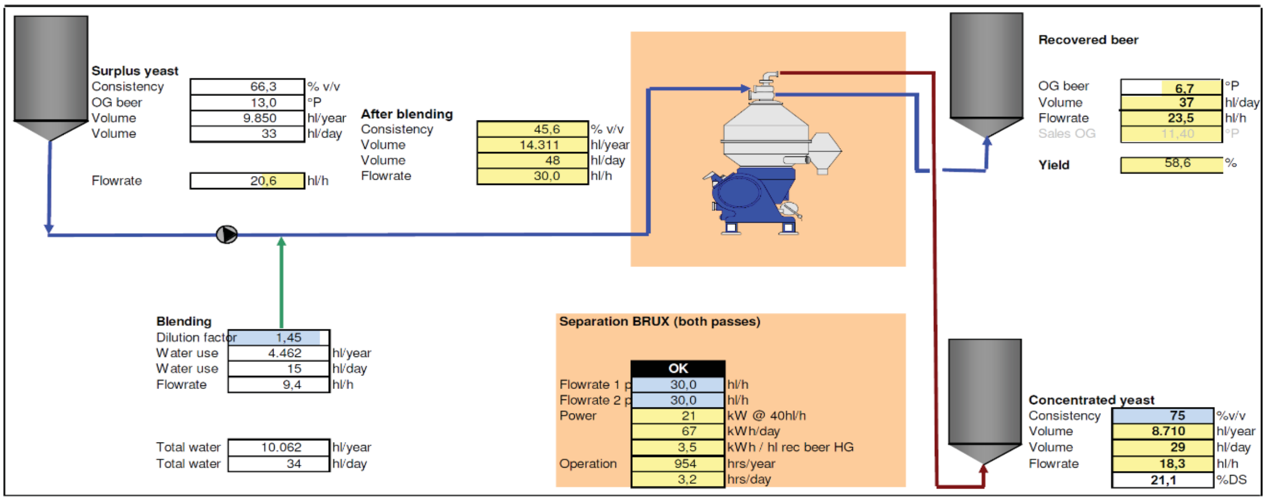


Figure 1: *Flow diagram of the beer recovering process*

O2 pickup, filterability and microbiological stability [2]. Many different techniques are available to recover the valuable beer component from this yeast. Each provides different results in terms of beer quality, eases of handling and financial payback. The traditional techniques are belt and chamber filter presses [3] that are no longer commonly used due to the difficulty in cleaning the plant or the risk of including microbiological contamination. The usual techniques are centrifugation or filtration [4] which can overcome the disadvantages of the belt and chamber filter presses. In this paper, the techniques that we studied is centrifugation. It allows to recover high quality of beer (high yeast vitality, high clarification, low O_2 pickup) and increases yeast autolysis due to the gentle yeast treatment.

The whole process for beer recovering is described in *Fig. 1*. Surplus yeast with 66.3% volume fraction is taken from tank and mixed with degassed water. There is a linear pump on each pipe to ensure that the volume fraction of yeast before flows into centrifuge reaches 45.6%. Yeast flowrate and degassed water flowrate are measured and sent to PLC by sensors. The total inlet flowrate is 30.0 hl/h. The separator used in the system is BRUX 510, a continuous discharging disk stack nozzle centrifuge provided by Alfa Laval. The yeast is forced to the periphery of the BRUX 510 separator. From there, it is pushed through special concentrate tubes towards the center to vortex nozzles, from which it leaves the separator under pressure, via a built-in paring tube. Special vortex nozzles automatically regulates the flow of the concentrate. Thus, yeast is treated very gently. The beer is clarified on the disc stack and leaves the separator under pressure through paring disc and Oxy-Stop [2]. Outlet products of the centrifuge is separated into 2 pipes: concentrated yeast and recovered beer. After that, the concentrated yeast with 75% volume fraction flows throungh pipe to continuous hydrolysis system or for other uses.

DESIGN OF A CONTROL SYSTEM FOR BEER RECOVERY PROCESS FROM SURPLUS YEAST

Problem statements

Control objectives of the beer recovery from surplus yeast process are namely process sequential control, disc stack centrifuge control which determines angular speed of rotor of the disc stack centrifuge and maintain the density of concentrated yeast at the desire value.

The process sequential control problem focuses on manipulate the operation of the whole plant. This operation is separated into three stages. First, the controller will start up the process, open valves to let water flows in and cleans the centrifuge. Then, the controller will open valves to pump the mixture of surplus yeast and degassed water to centrifuge, maintain the plant at the operation point despite of the disturbance. The final stage of the operation is CIP, clean and make the plant ready for the next batch.

The disc stack centrifuge control only focuses on the separation process. Because the dynamic behavior of plant and the motor with the adjustment of angular speed is fast enough, the main purpose is to find the appropriate angular speed that manipulate the volume fraction of concentrated yeast in the outlet which need to be at rate of 75%, in other words, separation efficiency is 100%. The other control variable of the centrifuge controller is the density of concentrated yeast which is calculated through a quantity called dry fraction [5].

Determination angular speed of rotor of disc stack centrifuge

According to Ladislav Svarovsky in *Solid-Liquid Separation 4th edition 2000* [6], this type of centrifuge contains a stack of conical discs, as shown in *Fig. 2*. The surplus yeast mixture is fed through the center, passed underneath the disc stack and into the space between the stack and the wall of the bowl while both the stack and the bowl are rotating at a speed ω. The liquid then flows in thin layers between discs, radially inwards, towards the outlet, which is an annulus at the top center. Yeast particles settle on the lower surface of the upper of the two discs. The settling motion of the yeast particles is the first stage of the separation process. The second stage is the downward-outward sliding motion of the parrticles on the disc surface towards the disc periphery and their subsequent impingement on the wall of the bowl.

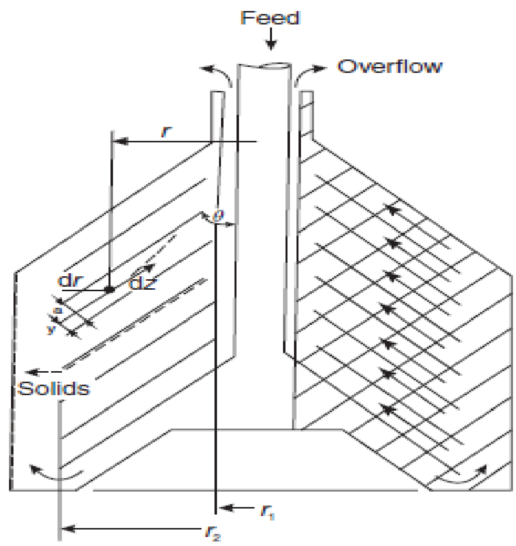


Figure 2: *Schematic diagram of a disc stack centrifuge. (r_1,r_2-outer and inner radius of disc; Θ- half the included angle of the discs; a-clearance between discs; z-direction of flow axis; y-perpendicular axis to the z axis)*[6]

The flow of the continuous liquid-phase beer containing solid particles-yeast cells to be separated, is assumed to be evenly divided between the spaces formed by discs. The flow in each disc space is therefore *Q/n* where *Q* is the total flow through the entired disc stack and *n* is the number of discs. The flow of the liquid phase is also assumed to be in a radial plane and directed parallel to the surface of the rotating discs or, in other words, to have the same angular velocity as the disc stack. Under these conditions, the velocity of a yeast cell with diameter *x* at radius *r* from axis of rotation can be resolved into two components: the radial velocity *dr/dt*, which can be approximated by *Stokes' law*, and the velocity in the direction of flow *z: dz/dt*, which can be approximated by the velocity of the liquid at that point.

$$\frac{dz}{dt} = \frac{Q}{2\pi nra} = -\frac{dr}{dt\ sin\theta} \quad (1)$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{dr}{dt}cos\theta = Kx^2rcos\theta \quad (2)$$

Where a is the perpendicular clearance between the adjacent discs. Θ is half the included angle of the discs and y axis is perpendicular to the z axis. K is a sedimentation constant defined by

$$K = \frac{\Delta\rho\omega^2}{18\mu} \quad (3)$$

Where $\Delta\rho$ is density difference between yeast and beer, ω is angular speed of rotor and μ is beer viscosity. From (1) and (2) we have

$$\frac{dy}{dr} = -Kx^2r^2\frac{2\pi na}{Q}cot\theta \quad (4)$$

Integrating Eq. (4) between the limit $y=y_1$ at $r=r_2$ and $y=a$ at $r=r_1$ determines the distance y_1 from bottom of plate at which yeast cells can just reach the top disc after covering full length of the space between the discs:

$$a - y_1 = Kx^2\frac{2\pi na}{3Q}cot\theta(r_2^3 - r_1^3) \quad (5)$$

For the separation efficiency is 100% which means all the yeast cells must reach the top disc before flow fully length of space, Eq. (5) must satisfy with $y_1=0$.

$$a = \frac{\Delta\rho\omega^2}{18\mu}x^2\frac{2\pi na}{3Q}cot\theta(r_2^3 - r_1^3) \quad (6)$$

Thus, we obtain the angular speed of rotor:

$$\omega = \sqrt{\frac{27\mu Q}{\Delta\rho x^2\pi ncot\theta(r_2^3 - r_1^3)}} \quad (7)$$

With the real parameters: $\Delta\rho$=1459000kg/m^3, n=12, $cot\Theta$=1, x=10μm, Q=30hl/h, μ=16000, r_2=2.1m, r_1=0.15m, we obtain

$$\boldsymbol{\omega = 148.9rad/s = 1421.7rpm}$$

as system desired operation parameters for the angular speed of rotor.

Eq. (7) allows us to determine the appropriate angular speed of rotor that makes the separation efficiency reaches 100%. Notice that, the higher angular speed is, the faster the plant performance will reach the desire efficiency. But there is a possibility that it will make the the liquid flow in centrifuge may not be stable and affect to yeast cells. Therefore, it is necessary to the set value for the angular speed of rotor to $\boldsymbol{\omega = 148.9rad/s = 1421.7rpm}$.

Design of the controller for the disc stack centrifuge

An important task while designing the controller for disc stack centrifuge is to maintain the density of concentrated yeast at the desire value. The density of concentrated yeast is related to the dry fraction according to equation (8), given in [7]

$$\rho_H = \frac{\rho_1\rho_2}{x_H(\rho_L - \rho_1) + \rho_1} \quad (8)$$

where ρ_1 is the density of 100% yeast when dried (approximately 1.460kg/dm^3), ρ_2 is assumed to be 1kg/dm^3 (pure water), ρ_L=1.006kg/dm^3 is the density of light phase outlet (recovery beer) and ρ_H=1.070kg/dm^3 is the desire density of fluid (concentrated yeast). After caculation, the dry fraction of fluids x_H is the control variable that the controller have to maitain its value at 21.1%. Measuring the dry fraction of fluid, i.e. the percentage of the volume or weight of the fluid corresponding to completely dry yeast is a common way of quantifying how much yeast that fluid contains. Only the dry fraction which is greater or equal to 24% is considered.

The mass balance of the yeast can be written as following in Eq. (9)

$$\frac{d(x_H)}{dt} = \frac{1}{m}(x_I Q - x_H q_H) \quad (9)$$

Where controlled variable, Q is the flowrate of the mixture yeast, water inlet and q_H is the flowrate of the concentrated yeast outlet, m is the mass of the volume containing yeast and beer. It is here assumed that there is perfect separation, i.e. $x_L q_L \approx 0$ with x_L, q_L are the dry fraction and flowrate of the light phase which means the recovery beer.

Use Laplace transform for equation Eq. (9) and obtain the transfer function

$$G(s) = \frac{X_H(s)}{Q(s)} = \frac{k_1}{k_2 s + 1} \quad (10)$$

Where $k_1 = x_I/q_H = 1.16$; $k_2 = m/q_H = 54.64$. Eq. (10) has first-order form, the next step is to design the PI controller.

The transfer function of PI controller and the open-loop control system are $R(s) = k_p(1 + 1/(T_I s))$ and $G_h(s) = R(s)G(s) = k_p k_1(1 + T_I s)/(T_i s(1 + k_2 s))$ correspondently. Thus, the transfer function of closed – loop control system is

$$G_k(s) = \frac{G_h(s)}{1 + G_h(s)} = \frac{1 + T_I s}{\frac{T_I k_2}{k_p k_1} s^2 + T_I\left(1 + \frac{1}{k_p k_1}\right) s + 1} \quad (11)$$

Assume that the transfer function of closed – loop control system is

$$G_k(s) = \frac{1}{1 + T's} \quad (12)$$

We need to find the PI parameters that makes the closed-loop system stable at small frequency domain Ω. The smaller *T'* is, the wider Ω we receive.

$$\Omega = \{\omega \in R^+ || G_k(j\omega)| \approx 1\} \quad (13)$$

To get (12) from (11), the first step is to determine k_p, T_I of $G_k(s)$ in *Eq. (11)* and the zero point is $s=1/T_I$. That means $s=1/T_I$ satisfies denominator of *Eq.(11)*. Thus, we obtain $T' = k_2/(k_p k_1)$ $T_I=k_2$ and k_p has big value. In this case, we chosse $T_I= 54.64$ and $k_p=100$. The step respose after simulation in MATLAB is shown in *Fig.3*.

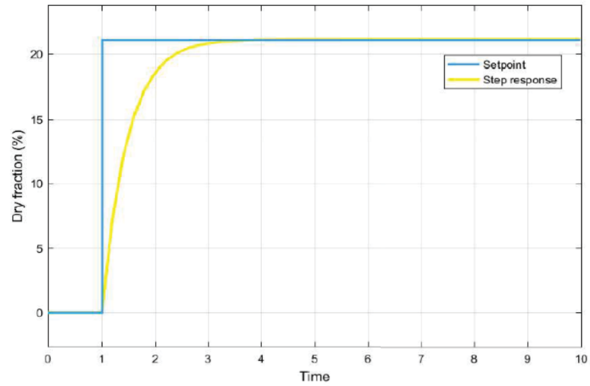


Figure 3: *Closed-loop response*

A supervisory controlled system for beer recovery process from surplus yeast

For operational and supervisory control functions of the system, Siemens solution with Programmable Logic Controller (PLC) S7 1200 and TIA Portal V13 is chosen . The configuration for the control system is listed as following: CPU 1214C [8] connected to WinCC screen through Profinet Interface. There are 12 inputs of PLC which are pressure and flowrate of concentrated yeast, recovery beer, degassed water mixture yeast-water before and after diluted, dry fraction of yeast mixture flows in and discharged from centrifuge. The outputs of PLC are the state of actuators that are 2 linear pumps and 11 valves.

The integration system is depicted in the main screen of the HMI in *Fig. 5* with all process equipments and sequential operation follows the scheme denoted in *Fig.4*. The system requirements are summaried in *Table 1.*

The inputs of the process are surplus yeast, degassed water, CO2 and water. The outputs of the process are recovered beer and concentrated yeast return to the storage tank. On this supervisory screen, the operator can choose the proper mode to control the system and keep updated with the real time values of the process parameters. In addition, there are report and trending options as well as system diagnosis for management and maintainance planning.

Input		
Surplus yeast	Concentration (%v/v)	66.3
	OG beer (oP)	13
	Flowrate (hl/h)	20.6
Degassed water	Flowrate (hl/h)	9.4
Output		
Concentrated yeast	Concentration (%v/v)	75
	Flowrate (hl/h)	18.3
Recovery beer	OG beer (oP)	6.7
	Flowrate (hl/h)	23.5

Table 1: *System requirements*

The control algorithm of the three main stages of the beer recovery process are shown in (*Fig.4*).

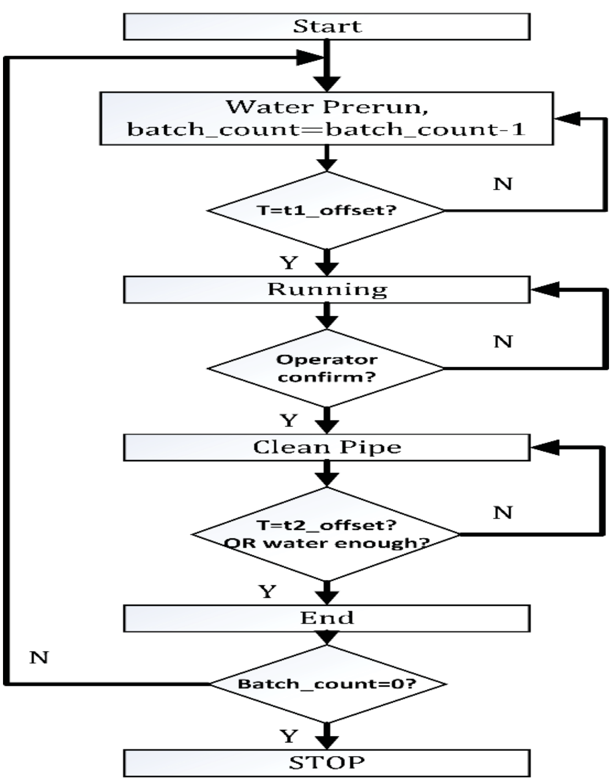


Figure 4: *Sequential operation of the Beer recovery process*

First, the operator presses START, the system jumps into Water Prerun mode. In which, only valve V5 is open to pump water through and clean the disc stack centrifuge. After a certain time interval elapsed, Running mode starts, Valve V2 and V3 are open and Pump P1, P2 pump yeast and degassed water for dilute surplus yeast to reach 45.6% volume fraction. Volume fraction of yeast before and after mixing with degassed water is measured by sensors and sent to PLC. PLC will calculate to have corresponding control signal for operating capacity of pumps. After that, the mixture flows down in centrifuge for separate yeast and beer. CO2 and water are fed to centrifuge separator by valve V4 and V5. As the output of centrifuge, recovered beer and concentrated yeast follow the pipes, discharged through valve V14 and V15. When the mode CIP (Clean In Place) is chosen, system state jumps into Clean Pipe mode. All valves for supplying water, CO2, degassed water, inlet yeast and outlet beer are closed. CIP mode works with Valve V1 opens and pump P1 on correspondingly. At the end of this mode, valve V12 and V13 is open for CIP returning process.

RESULTS AND DISCUSSIONS

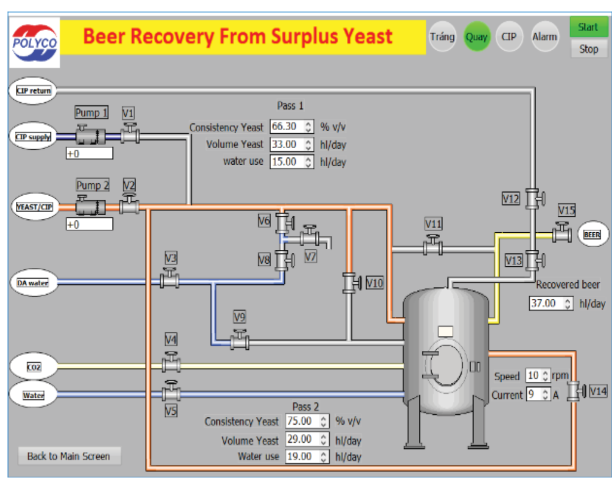


Figure 5: *The main HMI screen of the beer recovering system*

Obiviously, compare to the quality of the PI turning by modulus optimum method [9], the proposed PI controller is more flexible because the bigger k_p parameter we chosse, the wider Ω we receive. Moreover, the closed-loop control system is stable and without overshoot.

CONSCLUSIONS

Based on the high demand of effective and high proficiency of beer production process, the beer recovery from surplus yeast system is a good solution and can widely applied. The centrifugal separation technology with the continuous discharging disk stack nozzle centrifuge is carefull studied and the proposed controlled system are presented in this paper. From the working principle and mathematical model, the appropriate angular speed of rotor of the centrifuge is determined for efficiency operation. The simulation result showed the closed-loop system with proposed PI controller for the density of the dry fraction of concentrated yeast work properly. A supervisory controlled system for beer recovery process from surplus yeast is derived meets all system demands.

ACNOWLEDGMENT

The results of this work will contribute to the project of the Ministry of Industry and Trade, which host by and carry out at East Asia University of Technology.

TÓM TẮT:

THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN GIÁM SÁT CHO QUÁ TRÌNH THU HỒI BIA TỪ BÃ MEN BIA DƯ THỪA

Trong ngành công nghiệp sản xuất Bia, chất lượng sản phẩm, quá trình vận hành tối ưu và kinh tế là yếu tố rất quan trọng. Bã men thừa sau công đoạn lên men bia chiếm 2-3% dung tích. Tuy nhiên, bã men này lại chứa 40-70% dịch bia. Tỷ lệ bia từ bã men này có thể được thu hồi khi áp dụng công nghệ tách ly tâm. Phương pháp này được chứng minh mang lại hiệu quả kinh tế đáng kể mà vẫn ổn định chất lượng của Bia. Sản phẩm đầu ra sau quá trình tách là dịch bia có thể hồi lưu lại tank và bã men thải có thể được dùng làm thức ăn chăn nuôi. Tuy giải pháp này đã được áp dụng ở một số nhà máy Bia lớn trên thế giới nhưng lại chưa được tích hợp tại các nhà máy bia tại Việt nam. Thực tế này đã đặt ra bài toán nghiên cứu, thiết kế hệ thống điều khiển giám sát quá trình thu hồi bia từ bã men thải để ứng dụng cho các nhà máy bia tại Việt nam được trình bày trong bài báo này.

Từ khóa: *máy li tâm dạng đĩa; thu hồi bia; bã men dư thừa; hệ thống điều khiển giám sát; sự tách chất rắn-lỏng*

REFERENCES

[1] Alfa Laval, Alfa laval BRUX 510 Beer Recovery_bilingual, 2006.
[2] Rok Podobnikar, Alfa Laval BRUX 510 beer recovery module, Alfa Laval.
[3] Paul Buttrick, Beer recovery today, Brewer & Distiller International - June 2012.
[4] W.-D. Herberg, Recovery of beer from surplus yeast - System comparison of the separation technology used, Highlights 2014.
[5] Anders Svensson (2010), Control strategy in a Centrifugal Separation Process, KTH Electrical Engineering, XR-EE-RT 2010:004.
[6] Ladislav Svarovsky (2000), Solid-Liquid Separation (Fourth Edition), Butterworth Heinemann.
[7] Hans Moberg. (2008), Ux-separatorer och vortexmunstycken, KTH Chemical Science and Engineering, SK-08-0150.
[8] SIEMENS, S7-1200 Programmable controller manual, 04/2012.
Karl Johan Aström and Tore Hägglund. PID Controllers: Theory, Design, and Tuning.

Optimization for proteolytic hydrolysis spent brewer's yeast by continuous circulation method

>Ph.D NGUYEN THI THANH NGOC, Ph.D DINH VAN THANH, Prof. DINH VAN THUAN*

ABSTRACT

A large amount of spent yeast is generated from brewing industry as a by-product with high- value source of protein (about 50-55% protein) and the hydrolysate from spent brewer's yeast have been found many applications in food technology. The yield of proteolylic hydrolysis for spent brewer's yeast and amino acid contents of hydrolysates depend on technological factors such as temperature, pH value, type of used enzyme and ratio enzyme/substrate, hydrolysis time and hydrolysing methods (batch-, or continuous method). In this study, with the purpose to hydrolyze the spent brewer's yeast for food application in industrial scale, it was used continuous circulation method. Response surface methodology (RSM) was used to determine optimum condition for continuous circulation proteolytic hydrolysis of spent brewer's yeast. The optimal conditions for obtaining high degree of hydrolysis were: Ratio of enzyme mixture (alcalase): 9.0 U/g, pH: 7.5, percentage of intverter's pump: 65%, hydrolysis temperature: 55oC and time: 9 hours and the yield of hydrolysis reached value 56.83% ± 0.51.

Keywords: *optimization, continuous circulation, proteolytic hydrolysis, degree of hydrolysis, brewer's yeast.*

1. INTRODUCTION

Spent brewer's yeast, the by product from the brewing industry, is being produced in large amount annually from beer manufacturers due to the increasing volume production [1]. It is generally used primarily as inexpensive animal feed after inactivation by heat and much of this by product is considered industrial organic waste that causes a great deal of concerns. Such wastes are generally incinerated or put into landfill, in which case, remaining proteins and amino acids, and other useful substances were not recovered [2]. In addition, incineration of organic waste often gives toxic emission whose distribution degree is even higher than that of organic solid waste. Attempts have been made to recover higher value protein and amino acid products from spent Brewer's yeast (Zhang *et al.*,

[1] East Asia University of Technology

2008)3 by employing various processes such as autolysis, plasmolysis [4], acid or alkali catalyzed hydrolysis, or enzymatic hydrolysis [5, 6], overflow or continuous methods.

Review of published researches to date indicates there are several problems in this area. One is the high cost of using large quantities of enzyme in batch - type operations [7] and long time hydrolysis (the product is contaminated with microorganisms). The second is energy and labor cost in production. the last, equipment may require considerable floor space. Leading to resulting in low yields and/or poor productivity [7, 8]. So that, the scientific aims of this study is to describe the design and performance of continuous hydrolysis of yeast's protein by a continuous circulation method. Response surface methodology (RSM) [9] was used to determine optimum condition for continuous circulation proteolytic hydrolysis of spent brewer's yeast by using Alcalase.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials

The spent brewer's yeast *Saccharomyces* used as a substrate was donated by brewer's Sai Gon Ha Noi. Flavourzyme and alcalase were obtained from Novozymes, Denmark. Proteolytic activity is 289 U/g and 328 U/g. Flavourzyme is a food grade exoprotease from *Aspergillus* oryzae, its main enzyme component is EC 3.4.11.1. Alcalase is a food grade endoprotease from *Bacillus licheniformis*, its main enzyme component is the serine protease subtilsin A (EC 3.4.21.62).

2.2. Methods

Washing process: Spent brewery's yeast was washed once with NaOH 0.1N for removing polyphenols and 2 times with cold water for the removing remained solids, and then centrifuged at 4000 rpm at 4°C for 15 min using a thermo Fisher (USA) to recover solids, which were material for further studies.

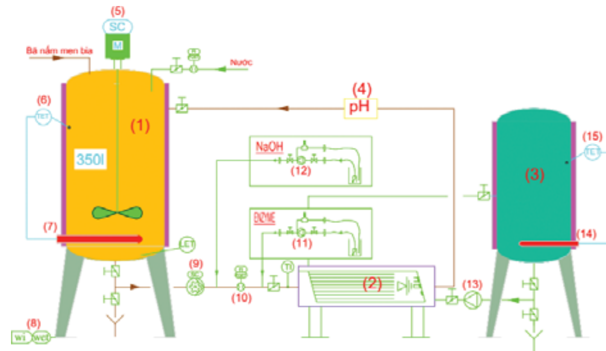


Figure 1:Diagram of continuous circulation hydrolysis (1. Sludge yeast tank; 2. Hot water tank; 3. Tube heat exchanger (include 30m tube DN 25 and 36m tube DN 32); 4. pH; 5. Motor for paddle; 6 and 15. Thermal sensor; 7 and 14. Heating bar; 8. Loadcell; 9. Circulation pump; 10. Flowmetter; 11. Enzyme pump; 12. NaOH pump

Pretreament yeast cell: Sludge of treated yeast was heated shock process (The first time of the heat shock process is from 1 to 3 minutes at 68°C, then incubated for 1 hour at 45-50°C and the second time to heat the process from 1 to 3 minutes at 68°C, then incubate for 1 hour at 52 - 55°C [6]. After heated shock process sludge's yeast was adjusted to pH 5.5 (using HI 2211 pH/ORP meter) by NaOH 0.2N. The ratio of yeast: water was 1:1.5 (w/w), and autolysis was carried out at 50°C in 24 hours.

Hydrolysis process: After autolysis process, autolysate was adjusted and added enzymes (Alcalase) and then continuous hydrolysis process was performed on continuous circulation system (Fig 1) using agitator with agitation speed (M) 250 rpm under different conditions. Autolysate was continuous circulation between tank (1) and tube heat exchanger (2) by pump (9). The sample was inactivated by 0.5 M TCA and the sludge was removed by using centrifuge (6000 rpm, at 4°C for 10 min).

Determination of degree of hydrolysis: In protein hydrolysis, the key parameter for monitoring the reaction is the degree of hydrolysis (DH), which is determined as the percentage of amino acids before and after hydrolysis process for spent brewery's yeast. The following formula was used for calculation [10]: DH = $N_s/N_t \times 100\%$; - where N_s is amino acid content in hydrolysate, it was determined by Ninhydrin method using glutamic standard (Merck KgaA, Germany). Nt is the total nitrogen content in yeast dry before hydrolysis, it was measured by the Kjeldahl method.

Experimental design method and optimization: Experimental design: The response surface method with CCOD (central composite orthogonal design) were used to study the effects of independent factors: E/S ratio of Alcalase, temperature, pH, time of hydrolysis and % inverter's pump (9). Desirable responses are the followings: Degree of hydrolysis (Y_1, %) (Table 1). This design has 50 trials including 32 trials for factorial design, 8 trials for axial points and 10 trials for central points (Table 2). Optimization: For predicting the optimal point, second-order polynomial models were fitted to correlate relationship between independent variables and response. CCOD was performed to evaluate the optimal operating conditions to obtain maximum DH of hydrolysis.

Statistical analysis: Design Expert software version 10.0 (Stat-Ease, Minneapolis) was used for the regression analysis of experimental data, to plot response surface and to optimize by desirability methodology.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Model building and statistical significance test

Table 2 shows the process variables and experimental data of 50 runs. The experimental results were fitted with a second-order polynomial equation by a multiple regression analysis.

Analysis of variance for models is shown in Table 3. F-value models is 2552.05 (Y_1). It is

Table 1. The variables and their levels of the Hydrolysis.

Variables	Symbols	Units	Symbolic coding value				
			- α	- 1	0	+ 1	+ α
Temperature	A	^{0}C	30	40	50	60	70
pH	B		4,5	6	7,5	9	10,5
Ratio of E/S	C	U/g	2,5	5	7,5	10	12,5
Time	D	hour	4,5	6	7,5	9	10,5
Level of inverter's pump	E	%	20	40	60	80	100

indicated that all the regression model is highly significant at confidence level of 99.99% ($p<0.0001$). The indicates coefficient is significant if the p-value is less than 0.05. As it is shown in this table, confidence level with $p < 0.0001$ (excepting a cross coeffecient of AC, AD, BC and CD in Y_1. F-value for lack of fit of Y_1 model is 1.179 ($p= 0.4394$). The models were fit with experiment. Moreover, the coeffecients of determination (R^2) of the modelsis 0.9999 (Y_1), indicating that 99.99% of variability in the response could be predicted by the models. The models for the response variables could be expressed by the following second - degree model in terms of coded factors.

$$Y_1 = 68{,}61 + 1{,}11A - 0{,}79B + 0{,}6C + 0{,}66D + 2{,}26E - 0{,}31AB + 0{,}03AC - 0{,}2AD - 0{,}23AE - 0{,}04BC - 0{,}54BD - 0{,}61BE - 0{,}07CD - 0{,}25CE - 0{,}31DE - 8{,}79A^2 - 7{,}49B^2 - 2{,}86C^2 - 2{,}45D^2 - 4{,}7E^2$$

Considering in turn the effect of each factor (when others are fixed at zero level) on the DH (Fig.2), it shows that hydrolysis temperature (A) and pH (B) significantly affect the overall DH (Y_1); whereas, E/S ratio and hydrolysis time are the less significant factors. this result is the similar to the study by Tavano [6]. The effects of temperature and pH on DH is possibly due to their impact on the catalytic activity of the enzyme. The effects of temperature and pH on the response surface of Y_1 function were showed more detail in Fig.3.

Table 2. Experimental design and results.

Exp No	A (oC)	B	C (U/g)	D (hour)	E (%)	Y1 (%)	Exp No	A (oC)	B	C (U/g)	D (hour)	E (%)	Y1 (%)
1	40	6	5	6	40	36,22	26	60	6	5	9	80	47,67
2	60	6	5	6	40	39,67	27	40	9	5	9	80	42,59
3	40	9	5	6	40	37,12	28	60	9	5	9	80	42,97
4	60	9	5	6	40	39,96	29	40	6	10	9	80	46,15
5	40	6	10	6	40	37,61	30	60	6	10	9	80	47,88
6	60	6	10	6	40	41,28	31	40	9	10	9	80	42,65
7	40	9	10	6	40	39,31	32	60	9	10	9	80	43,36
8	60	9	10	6	40	41,16	33	30	7,5	7,5	7,5	60	31,22
9	40	6	5	9	40	39,52	34	70	7,5	7,5	7,5	60	36,07
10	60	6	5	9	40	42,30	35	50	4,5	7,5	7,5	60	40,52
11	40	9	5	9	40	38,99	36	50	11	7,5	7,5	60	37,09
12	60	9	5	9	40	40,04	37	50	7,5	2,5	7,5	60	55,58
13	40	6	10	9	40	40,95	38	50	7,5	12,5	7,5	60	59,11
14	60	6	10	9	40	43,86	39	50	7,5	7,5	4,5	60	57,68
15	40	9	10	9	40	39,90	40	50	7,5	7,5	10,5	60	60,34
16	60	9	10	9	40	42,28	41	50	7,5	7,5	7,5	20	45,41
17	40	6	5	6	80	43,01	42	50	7,5	7,5	7,5	100	54,58
18	60	6	5	6	80	45,83	43	50	7,5	7,5	7,5	60	68,34
19	40	9	5	6	80	42,41	44	50	7,5	7,5	7,5	60	68,22
20	60	9	5	6	80	43,79	45	50	7,5	7,5	7,5	60	68,57
21	40	6	10	6	80	44,20	46	50	7,5	7,5	7,5	60	68,65
22	60	6	10	6	80	46,94	47	50	7,5	7,5	7,5	60	68,42
23	40	9	10	6	80	42,68	48	50	7,5	7,5	7,5	60	68,41
24	60	9	10	6	80	44,45	49	50	7,5	7,5	7,5	60	68,61
25	40	6	5	9	80	45,52	50	50	7,5	7,5	7,5	60	69,25

Table 3. Regression analysis of overall DH Y1.

Source	Overall DH Y1		
	Mean Square	F value	p-value (Prob > F)
Model	288,758	2552,05	< 0.0001
A	49,0464	433,472	< 0.0001
B	25,2898	223,511	< 0.0001
C	14,57157	128,783	< 0.0001
D	17,2987	152,886	< 0.0001
E	203,726	1800,53	< 0.0001
AB	3,06844	27,1189	< 0.0001
AC	0,02603	0,23003	0,6351
AD	1,29611	11,4550	0,0021
AE	1,63635	14,4620	0,0007
BC	0,04465	0,39462	0,5348
BD	9,22903	81,566	< 0.0001
BE	12,0911	106,861	< 0.0001
CD	0,14775	1,30578	0,2625
CE	1,98938	17,5821	0,0002
DE	3,13291	27,6887	< 0.0001
A^2	2471,71	21845,00	< 0.0001
B^2	1799,37	15902,83	< 0.0001
C^2	262,42	2319,29	< 0.0001
D^2	191,68	1694,06	< 0.0001
E^2	707,39	6251,90	< 0.0001
Lack of Fit	0,11746	1,17917	0,4394

Table 4. The verifying results the compatibility of the model with experimental.

Number	Temperature (oC)	pH	E/S ratio (U/g)	Time (hour)	Level of inverter's pump (%)	DH (%)
According to equations	55	7.5	9.0	9	65	57.29
According to experiments	55	7.5	9.0	9	65	56.83 ± 0.51

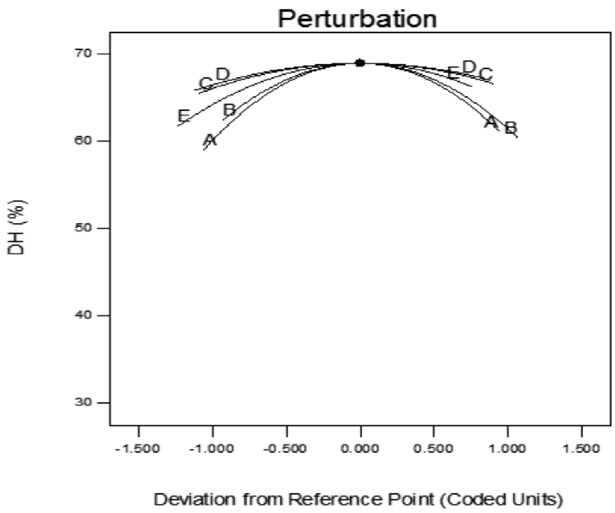


Fig. 2. The Influence of factors on DH

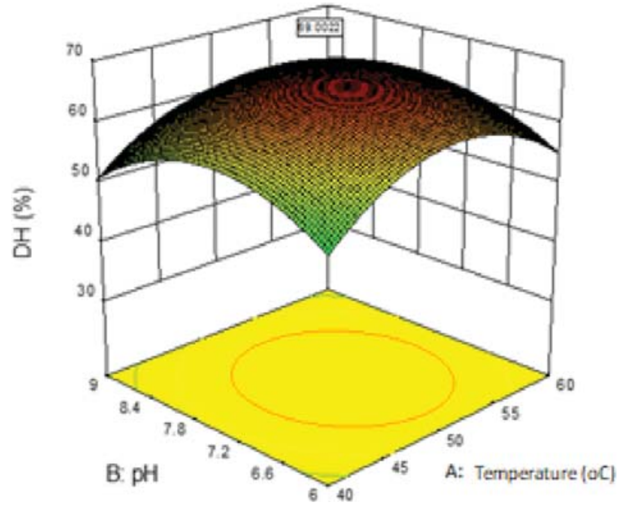


Figure 3. Response surface plot of protein hydrolysis process for DH

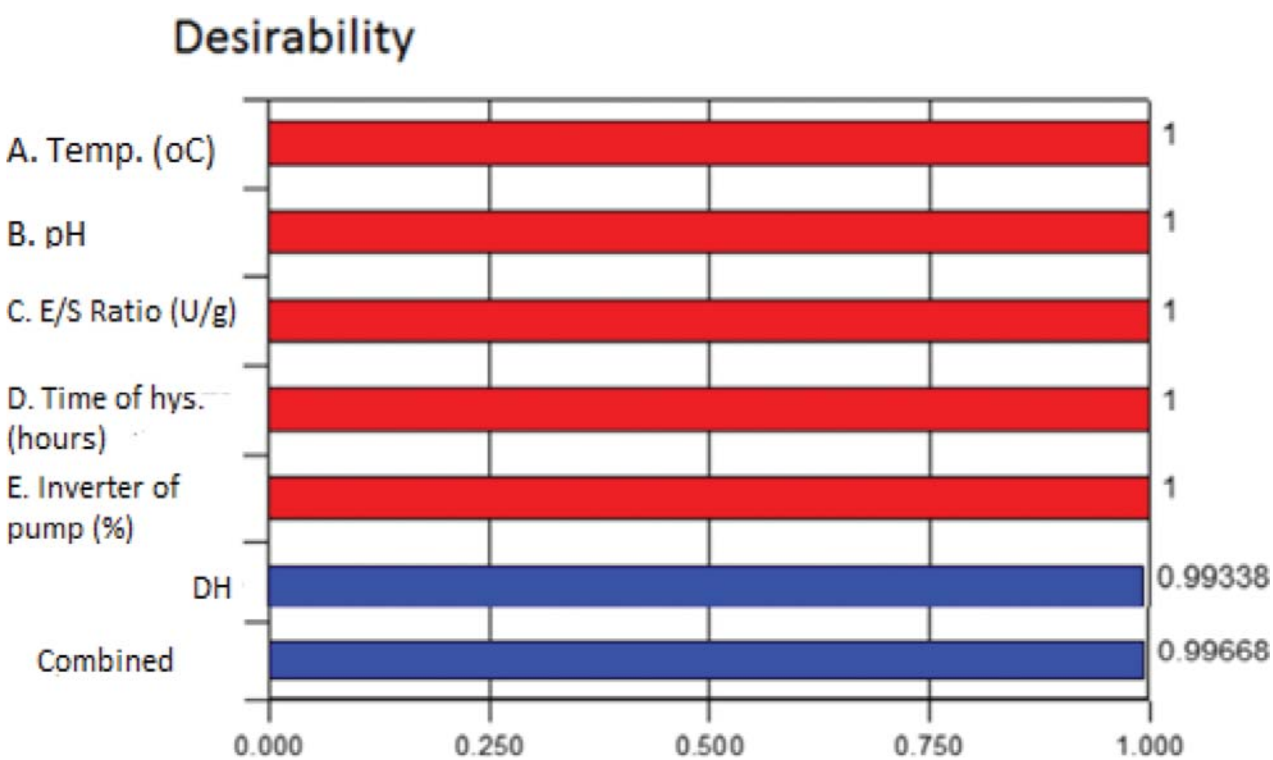


Figure 4. Responsible desirability level.

3.2. Optimization and verification of the models

The algorism of fastened targets according to desirability methodology invented by Derringer and et al [8] was applied. The optimum parameters of DH of protein hydrolysis from spent brewer's yeast as follows: E/S ratio (Alcalase 9.0U/g), pH 7.5, hydrolysis temperature 55^{o}C, hydrolysis time 9.0

hours, level of inverter's pump 65%. Under the optimal conditions, the corresponding response value predicted for the final DH 57.29%. The final DH has achieved of 99.34%, 100% and 99.90% desirability of proposed objective, respectively (Fig.4).

In order to confirm the predicted results, the hydrolysis conditions (ratio E/S: 9.0U/g, pH: 7.5, temperature: 55^{o}C, time: 9 hours) were sellected in the experiments (five times). The mean value of the maximum DH have reached 56.83% ± 0.51, (Table 4). There was a good coordination between the observed and the predicted values in models. The result of DH in this study is higher than those by Chae H J, Joo H, 2001[1] (DH obtained 48,3% when the yeast cells were treated using a mixture of 0.6% Protamex and 0.6% Flavourzyme.

4. CONCLUSIONS

The statistical experimental design using the response suface and desirability methodology to optimize the process paremeters of the continuous circulation proteolytic hydrolysis of spent brewer's yeast by using proteases. The optimum conditions: the E/S ratio: 9.0 U/g (Alcalase), pH: 7.5, temperature: 55oC, time: 9 hours and the level of inveter's pump 65%. The similarity of the value of DH between the experiment and the predicted using the models under these conditions indicated that, the models are satisfactory and accurate.

ACKNOWLEDGEMENT

We thank to School East Asia University of Technology and my office's staff. ❖

REFERENCE

[1] Chae, H. J., Joo, H. (2001). Utilization of brewer's yeast cells for the production of food-grade yeast extract. Bioresour Technol, 76, 253-258.

[2] Zhang Ji, Wang Junjie, Chen Keyu, Chu Can (2008) Study on production of yeast extract from beer yeast. China Brewing 15: 26-29.

[3] Adler, N. J. (1976). Enzymatic hydrolysis of proteins for increased solubility. J Agric Food Chem, 24, 1090 -1093.

[4] Tatiana Vukasinovic Milic, Marica Rakin and Slavica Siler - Marikncovic (2006) Utilization of baker's yeast for the production of yeast extract: Effects of different enzymatic treatments in solid, protein and carbohydrate recovery. Faculty of Technology and Metallungry, Karnegijeva 4, Belgrade, Serbia 4: 296-378.

[5] Bayarjargal, M., Munkhbat, E., Ariunsaikhan, T., Odonchimed, M., Uurzaikh, T., Gan, E.T., Regdel, D. (2011) Utilization of spent brewer's yeast Saccharomyces cerevisiae for the production of yeast enzymatic hydrolysate. Mongolian J. Chem, 12, 88 -91.

[6] Tavano OL (2013) Protein hydrolysis using proteases, an important tool for food biotechnology. J. Mol. Catal. 90: 1-11.

[7] Cheftel, C., Ahren, M., Wang, D.I.C., Tannenbaum, S.R. (1971). Enzymatic solubilization of FPC: Batch studies applicable to continuous enzyme recycling process. J Agric Food Chem, 19, 155.

[8] Derringer, G., Suich, R. (1980). Simultameous optimization of serveral responses variables.J Qual Techol, 12, 214-219.

[9] Dougherty, D. A. (2006). Unnatural amino acids as probes of protein structure and function.Chem. Biol, 4, 645-652.

[10] Haefeli, R.J., Glaser, D. (1990). Taste responses and thresholds obtained with the primary amino acids in humans. Lebensm-Wiss U- Technol, 23, 523-527.

MỤC LỤC

1 GS.TS Đinh Văn Thuận, TS. Đinh Văn Thành, ThS. Phan Công Thịnh
Nghiên cứu giải pháp tiết kiệm năng lượng hệ thống lạnh và ứng dụng trong nhà máy bia 6

2 GS.TS Nguyễn Đức Lợi; GS.TS Đinh Văn Thuận; TS. Nguyễn Mạnh Hùng
Tiết kiệm năng lượng bằng sấy gián đoạn kết hợp trong hệ thống sấy bơm nhiệt 10

3 GS.TS Nguyễn Đức Lợi; GS.TS Đinh Văn Thuận, ThS. Phạm Hữu Hưng
Môi chất lạnh R32, tính chất nhiệt động, bảng, đồ thị và khả năng ứng dụng..15

4 NGƯT. GS.VS. TSKH. Đinh Văn Nhã, ThS. Đinh Nhật Anh
Trường Đại học Công nghệ Đông Á trước cơ hội và thách thức của cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0.........25

5 TS. Đinh Văn Thành, ThS. Đinh Thị Lan Anh, KS. Đặng Xuân Hiếu, ThS. Trần Thanh Hà, và ThS. Đinh Nhật Anh
Nhà máy thông minh - những khái niệm cơ bản và lộ trình phát triển trong kỷ nguyên của nền công nghiệp 4.0 36

6 GS. VS. NGƯT Đinh Văn Nhã, ThS. Phạm Mạnh Toàn, ThS. Đinh Thị Lan Anh, ThS. Đinh Nhật Anh
Hệ thống điều khiển tự động SCADA cho nhà máy sản xuất cồn chất lượng cao 43

7 TS. Trần Quang Khánh
Bảo vệ chống ảnh hưởng của trường điện từ trong sinh hoạt 48

8 PGS.TS Nguyễn Thị Hoài Trâm
Nghiên cứu, sản xuất và sử dụng thực phẩm chức năng từ nguồn nguyên liệu tự nhiên trong việc ngăn ngừa các bệnh không lây nhiễm ở Việt Nam 56

9 TS. Trần Hải Đăng, TS. Tạ Thị Minh Ngọc, PGS.TS Nguyễn Thị Hoài Trâm
Nghiên cứu tính chất bề mặt của tế bào nấm men chủng y. Lipolytica 0544 và đánh giá sự ảnh hưởng của nó với khả năng thẩm thấu beta - carotene qua màng tế bào..65

10 TS Vũ Thị Phương Thụy; ThS. Đỗ Thị Diệp; ThS. Nguyễn Hữu Giáp
Hiệu quả kinh tế trang trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh 72

11 PGS.TS. Phạm Đức Phung
Giải bài toán dao động của tấm ba lớp, lớp giữa đàn hồi 83

12 TS. Trần Quang Khánh
Áp dụng lý thuyết mờ trong đánh giá chất lượng đào tạo 89

13 PGS.TS Lê Văn Năm
Nghiên cứu ứng dụng ngôn ngữ lập trình Visual Basic for Application (VBA) trong Excel để tự động hóa quản lý vật tư doanh nghiệp 98

14 TS. Đinh Tiến Dũng
Quan niệm về năng lực quản trị và vai trò của việc nâng cao năng lực các nhà quản trị doanh nghiệp Việt Nam...102

15 PGS.TS Phạm Đức Phung
Nghiên cứu dao động khung liên kết, tương tác với nền đàn hồi, chịu tải trọng động đất 109

16 TS. Đinh Phương Thảo, TS. Phan Thanh Đức, CN. Cầm Ngọc Mai, CN. Đỗ Huyền Trang
Tái cơ cấu tổ chức quản trị doanh nghiệp nhỏ và vừa - vấn đề và giải pháp công nghệ 115

17 TS. Nguyễn Văn Chung
Áp dụng phương pháp 5S trong quản lý và điều hành công việc tại trường Đại học Công nghệ Đông Á 120

18 TS. Nguyễn Ngọc Tuyến, ThS. Nguyễn Thị Dung, ThS. Nguyễn Thị Lương
Chính sách động viên ngân sách nhà nước việt nam thực trạng và giải pháp 122

19 ThS. Nguyễn Thị Nhung
Sinh viên 'yếu' trong giao tiếp bằng tiếng anh - nguyên nhân và giải pháp 130

20 ThS. Nguyễn Thị Nhung
Phân loại lớp theo trình độ tiếng anh 132

21 Ph.D Dinh Van Thanh, B.S. Dang Xuan Hieu, and M.S. Dinh Thi Lan Anh
An open implement of industrial communication and internet of things (IoT) using embedded linux...134

22 B.S. Dang Xuan Hieu, M.S. Dinh Thi Lan Anh, Prof. Nguyen Doan Phuoc, Ph.D Dinh Van Thanh
Temperature prediction and model predictive control (MPC) of a distillation column using an artificial neural network based model 141

23 Ph.D Dinh Van Thanh, M.S. Dinh Thi Lan Anh, B.S. Nguyen Tuan Anh, B.S. Dang Xuan Hieu, B.S. Bui Quang Minh, B.S. Nguyen Tuan Anh and Nguyen Quang Tien
A supervisory controlled system for the alcohol-free beer production process 144

24 Ph.D Dinh Van Thanh, Ph.D Chris Freeman and Ph.D P. Lewin
Development of a multivariable test facility for the evaluation of iterative learning controllers.............148

25 Ph.D David H Owens, Ph.D Chris T Freeman and Ph.D Dinh Van Thanh
Norm optimal iterative learning control with intermediate point weighting - theory, algorithms and experimental evaluation 156

26 Ph.D Dinh Van Thanh, Ph.D Chris T Freeman, Ph.D Paul Lewin and Ph.D Ying Tan
Assessment of gradient-based point-to-point ILC for MIMO systems with varying interaction.................168

27 Ph.D Dinh Van Thanh
Applying of norm optimal iterative learning control on a multivariable test facility 175

28 Ph.D Dinh Van Thanh, Ph.D Chris Freeman, Ph.D Paul Lewin
Design and experimental evaluation of iterative learning controllers on a multivariable test facility 182

29 Ph.D Dinh Van Thanh, M.S. Dinh Thi Lan Anh, B. S. Nguyen Tuan Anh, Ph.D Nguyen Hoai Nam
A supervisory controlled system for beer recovery from surplus yeast process 186

30 Ph.D Nguyen Thi Thanh Ngoc, Ph.D Dinh Van Thanh, Prof. Dinh Van Thuan
Optimization for proteolytic hydrolysis spent brewer's yeast by continuous circulation method.............193

PHỐI CẢNH TRƯỜNG ĐẠI

HỌC CÔNG NGHỆ ĐÔNG Á

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ ĐÔNG Á

EAST ASIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

CƠ SỞ ĐÀO TẠO TẠI BẮC NINH

Địa chỉ: Phường Võ Cường, TP. Bắc Ninh

Điện thoại: 0246 262 7798

CƠ SỞ ĐÀO TẠO VÀ THỰC HÀNH TẠI HÀ NỘI
TÒA NHÀ POLYCO

Địa chỉ: Đường Trần Hữu Dực, Q. Nam Từ Liêm, Hà Nội

Điện thoại: 0246 262 7798

BAC NINH BRANCH

Address: Vo Cuong District, Bac Ninh

Tel: 0246 262 7798

HANOI BRANCH
POLYCO TOWER

Address: Tran Huu Duc Street, Nam Tu Liem District, Ha Noi

Tel: 0246 262 7798

Website: www.eaut.edu.vn