TS. HÀ MINH HIỆP

DOANH NGHIỆP VỚI LỘ TRÌNH TIẾP CẬN CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

NHÀ XUẤT BẢN CHÍNH TRỊ QUỐC GIA SỰ THẬT

Chịu trách nhiệm xuất bản:
Q. GIÁM ĐỐC - TỔNG BIÊN TẬP
PHẠM CHÍ THÀNH

Chịu trách nhiệm nội dung:
PHÓ GIÁM ĐỐC - PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
TS. ĐỖ QUANG DŨNG

Biên tập nội dung: ThS. PHẠM THỊ KIM HUẾ
TS. HOÀNG MẠNH THẮNG
ThS. TRỊNH THỊ NGỌC QUỲNH
BÙI BỘI THU
Trình bày bìa: ĐƯỜNG HỒNG MAI
Chế bản vi tính: MẠC THỊ TÌNH
Đọc sách mẫu: PHÒNG BIÊN TẬP KỸ THUẬT
VIỆT HÀ

Số đăng ký kế hoạch xuất bản: 4139-2020/CXBIPH/6-337/CTQG.
Số quyết định xuất bản: 5357-QĐ/NXBCTQG, ngày 15/10/2020.
Nộp lưu chiểu: tháng 10 năm 2020.
Mã số ISBN: 978-604-57-6101-4.

DOANH NGHIỆP
VỚI
LỘ TRÌNH TIẾP CẬN
CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

Biên mục trên xuất bản phẩm của
Thư viện Quốc gia Việt Nam

Hà Minh Hiệp

Doanh nghiệp với lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 / Hà Minh Hiệp. - H. : Chính trị Quốc gia, 2020. - 208tr. ; 24cm

ISBN 9786045755075

1. Doanh nghiệp 2. Cách mạng công nghiệp 4.0 3. Việt Nam

338.709597 - dc23

CTF0463p-CIP

TS. HÀ MINH HIỆP

DOANH NGHIỆP VỚI LỘ TRÌNH TIẾP CẬN CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

NHÀ XUẤT BẢN CHÍNH TRỊ QUỐC GIA SỰ THẬT
Hà Nội - 2020

" Trong thế giới mới, không phải là cá lớn ăn cá nhỏ,
mà là cá nhanh ăn cá chậm"

(*" In the new world, it is not the big fish which eats the small fish,*
it's the fast fish which eats the slow fish")

— KLAUS SCHWAB, người sáng lập,
Chủ tịch Điều hành Diễn đàn Kinh tế Thế giới

LỜI NHÀ XUẤT BẢN

Cách mạng công nghiệp 4.0 đang diễn ra trên quy mô toàn cầu và tác động trực tiếp tới nền kinh tế Việt Nam; trong đó các doanh nghiệp là đối tượng chịu ảnh hưởng trực tiếp. Cách mạng công nghiệp 4.0 với việc ứng dụng các công nghệ số hóa như Internet kết nối vạn vật (IoT), trí tuệ nhân tạo (AI) hay điện toán đám mây (Cloud Computing).... đang tạo ra sự thay đổi đáng kể trong doanh nghiệp và là động lực để doanh nghiệp phải ý thức trong việc thay đổi cách thức sản xuất, kinh doanh, đổi mới tư duy về sản xuất và tư duy thị trường phù hợp nhằm giảm chi phí và tăng năng suất, chất lượng lao động trong sản xuất. Doanh nghiệp Việt Nam hiện nay đang có đầy đủ cơ hội để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, tuy nhiên chúng ta cần tiếp tục xây dựng và triển khai mạnh mẽ cơ chế, chính sách, giải pháp đột phá tạo tiền đề cho các doanh nghiệp từng bước thực hiện thành công việc chuyển đổi số, góp phần đưa đất nước phát triển lên một tầm cao mới.

Cho đến nay, ở Việt Nam chưa có tài liệu nào đề cập đến vấn đề này một cách toàn diện, cụ thể và đầy đủ. Nhằm góp phần giúp doanh nghiệp, đặc biệt là các doanh nghiệp khởi nghiệp, có tài liệu tham khảo để xây dựng lộ trình thích hợp nhằm tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, đồng thời mang đến cho các nhà lãnh đạo cấp Trung ương, địa phương, các nhà hoạch định chính sách, nhà khoa học, các chuyên gia và độc giả có thêm tài liệu tham khảo về vấn đề này, Nhà xuất bản Chính trị quốc gia Sự thật xuất bản

cuốn sách ***Doanh nghiệp với lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0*** của TS. Hà Minh Hiệp đang công tác tại Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường chất lượng (Bộ Khoa học và Công nghệ).

Trong 5 chương của cuốn sách, tác giả trình bày các vấn đề xoay quanh doanh nghiệp với Cách mạng công nghiệp 4.0: tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0; chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0; tăng cường mức độ tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0; xây dựng lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0; nhà máy thông minh - phương thức sản xuất mới của doanh nghiệp trong Cách mạng công nghiệp 4.0. Ngoài 5 chương chính của cuốn sách, tác giả bổ sung phần phụ lục về chỉ số đánh giá năng suất iBench 4.0 của Đài Loan và chỉ số đổi mới kỹ thuật số của Đức; về hành trình của nhà máy đến trạng thái thông minh; và khảo sát hiện trạng và khả năng ứng dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam làm tài liệu tham khảo, giúp bạn đọc hiểu rõ hơn về các nội dung chính.

Mặc dù tác giả và Ban biên tập đã hết sức cố gắng trong quá trình biên soạn, biên tập, song đây là vấn đề mới nên khó tránh khỏi còn hạn chế, thiếu sót, tác giả và Nhà xuất bản rất mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc để hoàn thiện nội dung cuốn sách trong lần xuất bản sau.

Xin giới thiệu cuốn sách cùng bạn đọc.

Tháng 01 năm 2020

NHÀ XUẤT BẢN CHÍNH TRỊ QUỐC GIA SỰ THẬT

LỜI TÁC GIẢ

Cách mạng công nghiệp 4.0 đã và đang mở ra nhiều cơ hội để các doanh nghiệp kết nối, tham gia vào chuỗi cung ứng, chuỗi giá trị toàn cầu, đồng thời cũng đặt ra nhiều thách thức về tiềm lực cơ sở vật chất, chiến lược phát triển của doanh nghiệp, trình độ và tay nghề của người lao động. Ở Việt Nam, các doanh nghiệp phần lớn có quy mô nhỏ và vừa, có năng lực tài chính, quản trị doanh nghiệp và khả năng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 còn hạn chế. Do đó, để bắt kịp Cách mạng công nghiệp 4.0, doanh nghiệp cần xác định hiện trạng của doanh nghiệp, nỗ lực thay đổi trình độ quản trị doanh nghiệp, sẵn sàng thực hiện chuyển đổi số để "hấp thụ" làn sóng công nghệ mới, biến thành động lực phát triển, qua đó đem lại lợi ích cho chính doanh nghiệp của mình.

Cách mạng công nghiệp 4.0 hình thành một môi trường "linh hoạt", "siêu kết nối" và "thông minh", vượt ra khỏi phạm vi của khu vực sản xuất truyền thống. Trong quy trình sản xuất mới, các quá trình tự động hóa không chỉ xảy ra trong hoạt động sản xuất của nhà máy, mà diễn ra dọc theo chuỗi giá trị từ nhà cung cấp, nhà vận chuyển, nhà bán lẻ đến khách hàng... trong suốt vòng đời sản phẩm.

Cuốn sách ***Doanh nghiệp với lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0*** được tác giả, là chuyên gia tư vấn một số dự án, chương trình năng suất và sản xuất thông minh của Tổ chức Năng suất châu Á, hình thành ý tưởng từ quá trình tham dự Hội thảo Xây dựng lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 (được tổ chức tại Đài Loan từ ngày 17/8/2019 đến ngày 23/8/2019). Cuốn sách tập trung giới thiệu một số vấn đề liên quan đến lộ trình tiếp

cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp, giúp doanh nghiệp tiếp cận các phương pháp đánh giá nhằm xác định hiện trạng của doanh nghiệp trong bối cảnh hiện nay; giúp doanh nghiệp "tự" xây dựng phương thức chuyển đổi sang sản xuất thông minh. Có thể nói, nhà máy thông minh là một mô hình sản xuất mới của doanh nghiệp, thực hiện việc kết nối thông tin và tối ưu hóa để tạo điều kiện đưa các sản phẩm ra thị trường một cách nhanh nhất với chi phí rẻ nhất...

Chương 1 giới thiệu tổng quan và tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0 đối với quốc gia, xã hội, tổ chức và người dân khi mà cuộc cách mạng này làm chuyển đổi mô hình sản xuất từ tập trung truyền thống sang sản xuất thông minh phi truyền thống. Trong sản xuất thông minh, công nghệ thông tin (Information Technologies, IT) và Công nghệ vận hành (Operation Technologies, OT) là hai công nghệ lõi đang được triển khai trong các ngành công nghiệp. Sự hội tụ của các OT và IT đã giúp các ngành công nghiệp truyền thống "tiến xa hơn", "thông minh hơn", qua đó giúp doanh nghiệp thống nhất quản lý thông tin và quản lý quy trình. Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ tạo ra nhiều thách thức, rủi ro, trong đó có thể dẫn đến việc làm gia tăng khoảng cách giữa các quốc gia phát triển và đang phát triển. Do đó, các quốc gia đang phát triển có thể "dịch chuyển chậm" về hướng Cách mạng công nghiệp 4.0. Để đảm bảo không bị bỏ lại phía sau, các quốc gia đang phát triển cần xây dựng lộ trình để theo kịp sự thay đổi về công nghệ. Việc xây dựng một hệ sinh thái Cách mạng công nghiệp 4.0 là nội dung quan trọng đòi hỏi các quốc gia, doanh nghiệp phải có kế hoạch chuyển đổi sản xuất, đồng thời cũng cần sự hỗ trợ, hợp tác, chia sẻ của các doanh nghiệp khác và sự đồng hành của các cơ quan nhà nước.

Chương 2 tập trung phân tích chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Các doanh nghiệp coi Cách mạng công nghiệp 4.0 là "đòn bẩy" để tăng cường tổ chức, năng suất và hoạt động kinh doanh một cách hiệu quả. Tuy nhiên, khả năng tiếp cận,

áp dụng Cách mạng công nghiệp 4.0 không đồng đều giữa các ngành và doanh nghiệp khác nhau, thậm chí một số doanh nghiệp trong một quốc gia và trên toàn cầu đang khó tiếp cận và tận dụng được giá trị mà Cách mạng công nghiệp 4.0 có thể mang lại. Do đó, chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 đã được phát triển để giải quyết những thách thức này. Việc xác định hiện trạng mức độ tiếp cận của doanh nghiệp đối với Cách mạng công nghiệp 4.0 có vai trò quan trọng trong việc giúp các doanh nghiệp xác định thời điểm bắt đầu tiếp cận các "sáng kiến", công nghệ, chuyển đổi số để mở rộng quy mô sản xuất bền vững của doanh nghiệp. Chỉ số này thể hiện sự cân bằng giữa các yêu cầu kỹ thuật, công nghệ và khả năng ứng dụng trong thực tế, qua đó xác định mục tiêu tương lai cần đạt được của doanh nghiệp và các bước trung gian cần thiết để doanh nghiệp thực hiện cải tiến liên tục.

Mặc dù được giới thiệu, cập nhật nhiều thông tin, kiến thức về Cách mạng công nghiệp 4.0, nhưng phần lớn các doanh nghiệp chưa thực sự biết cách chuyển từ nhận thức sang thực hiện chiến lược, giải pháp tiếp cận cuộc cách mạng này. Tác giả dành Chương 3 để phân tích về việc tăng cường mức độ tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 thông qua thực hiện nguyên tắc tối ưu hệ thống, từ đó giúp các doanh nghiệp giảm khoảng cách từ nhận thức đến thực hiện và tối ưu hóa mức độ tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Nguyên tắc tối ưu hệ thống cho phép các doanh nghiệp xác định được một số lĩnh vực trọng tâm sẽ tạo ra giá trị lớn nhất trong quá trình chuyển đổi để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, từ đó, doanh nghiệp có thể đưa ra các quyết định về phân bổ nguồn lực hiệu quả nhất. Các cải tiến được thực hiện sẽ mang lại giá trị lớn nhất cho doanh nghiệp, đồng thời cho phép các doanh nghiệp bắt đầu, mở rộng quy mô và duy trì hành trình chuyển đổi sang Cách mạng công nghiệp 4.0 đúng hướng. Khi doanh nghiệp xác định mục tiêu rõ ràng, kế hoạch phát triển dài hạn, doanh nghiệp sẽ lựa chọn được các chỉ số KPI phù hợp nhất.

Chương 4 tập trung xây dựng khung lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 cho doanh nghiệp từ việc xác định tầm nhìn tổng thể, chiến lược công nghệ, hạ tầng cần thiết, hỗ trợ hoạt động sản xuất, hỗ trợ hoạt động dịch vụ, hỗ trợ của các cơ quan chính phủ. Từ đó có các bước đi cụ thể cho doanh nghiệp muốn tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0, ngành công nghiệp đang trải qua quá trình chuyển đổi, các doanh nghiệp hiện nay cũng không nằm ngoài quy luật chung đó. Trong Chương 5, tác giả đưa ra mô hình sản xuất mới của doanh nghiệp - nhà máy thông minh. Nhà máy thông minh là một quan điểm trọng tâm, xuyên suốt của Cách mạng công nghiệp 4.0. Nhà máy thông minh cho phép thực hiện các giao tiếp từ máy tới máy (M2M) dựa trên nền tảng IoT nhằm mục tiêu tăng khả năng tự động hóa, cải thiện hoạt động kết nối, giao tiếp và giám sát quá trình sản xuất trong nhà máy. Cũng trong nội dung của chương này, tác giả dành thời gian phân tích các nguyên tắc, ưu điểm, nhược điểm đối với 3 mô hình tiếp cận, chuyển đổi nhà máy thông minh chủ yếu dựa vào nền tảng IoT.

Từ việc khảo sát thực tế đối với 215 doanh nghiệp tại các tỉnh, thành phố trên cả nước, tác giả đã phân tích hiện trạng và khả năng ứng dụng sản xuất thông minh tại các doanh nghiệp ở Việt Nam bao gồm: nhận thức về tiềm năng sản xuất thông minh, nhận thức về khả năng ứng dụng sản xuất thông minh ở Việt Nam, một số khó khăn và rào cản trong ứng dụng sản xuất thông minh ở Việt Nam,... Từ việc khảo sát này, các doanh nghiệp đề xuất mong muốn như: hỗ trợ đầu tư đào tạo nguồn nhân lực cho ứng dụng sản xuất thông minh; hình thành chiến lược xúc tiến ứng dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam với các mục tiêu rõ ràng cần đạt được cho 5 năm tới và một kế hoạch hành động toàn diện...

Xin giới thiệu cuốn sách với bạn đọc.

Hà Nội, tháng 01 năm 2020

TS. HÀ MINH HIỆP

LỜI GIỚI THIỆU
CỦA TIẾN SĨ ACHMAD KURNIA PRAWIRA MOCHTAN*

Sản xuất được xem là xương sống của quá trình phát triển công nghiệp và tăng trưởng kinh tế ở các nền kinh tế châu Á - Thái Bình Dương. Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư (Cách mạng công nghiệp 4.0), đặc trưng bởi sự gia tăng số hóa, kết nối và tích hợp hoạt động giữa các công ty khác nhau trong chuỗi giá trị toàn cầu, đã làm thay đổi cơ bản các hệ thống sản xuất. Tương lai của sản xuất sẽ phát triển từ sản xuất hàng loạt mang tính tập trung cao đến tùy biến đại chúng và thích ứng nhanh với nhu cầu thị trường. Các nhà sản xuất sẽ tăng chuỗi giá trị bằng cách tận dụng Internet và các công nghệ kỹ thuật số để tối ưu hóa hoạt động của nhà máy và quản lý kinh doanh. Cơ cấu ngành cũng sẽ phát triển từ các mạng lưới tương đối khép kín của các nhà sản xuất theo chiều dọc sang cung cấp các hệ sinh thái mạng mang lại sự linh hoạt cao hơn.

Tổ chức Năng suất châu Á (APO) đã và đang hỗ trợ các nền kinh tế thành viên xây dựng nhận thức, năng lực và chiến lược chuyển đổi sang Cách mạng công nghiệp 4.0. Nhiều nỗ lực đã được

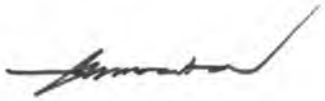
---

* Tiến sĩ Achmad Kurnia Prawira Mochtan là Tổng Thư ký nhiệm kỳ 2019-2022 của Tổ chức Năng suất châu Á, một tổ chức liên chính phủ chuyên về thúc đẩy năng suất với 20 nền kinh tế thành viên có trụ sở tại Tokyo, Nhật Bản. Trước đó, ông từng đảm nhiệm vị trí Phó Tổng thư ký ASEAN từ tháng 8/2013 đến tháng 8/2019, phụ trách các vấn đề chính về tài chính và ngân sách, nhân sự, hành chính, công nghệ thông tin, an ninh, ngoại giao, pháp chế và quan hệ cộng đồng; nguyên Giám đốc Quỹ hội nhập Nhật Bản - ASEAN (2011-2013) và chuyên gia trong một số tổ chức quốc tế khác...

thực hiện để thu hẹp khoảng cách kiến thức và chiến lược, hỗ trợ kiến thức kỹ thuật và thúc đẩy nâng cấp công nghiệp ở các nền kinh tế thành viên nhằm đáp ứng cơ hội và thách thức do làn sóng công nghiệp hóa mới mang lại.

Cuốn sách ***Doanh nghiệp với lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0*** của TS. Hà Minh Hiệp - chuyên gia tư vấn một số dự án, chương trình của Tổ chức Năng suất châu Á - là một nỗ lực đáng khen ngợi giúp giải thích các tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0 và giúp các doanh nghiệp Việt Nam duy trì khả năng cạnh tranh trong chuỗi giá trị toàn cầu. Trong các trang tiếp theo, độc giả sẽ được giới thiệu các khái niệm và tác động cơ bản của Cách mạng công nghiệp 4.0 cùng với những hiểu biết thực tế về các ứng dụng sản xuất thông minh. Tôi hy vọng rằng cuốn sách này sẽ hữu ích cho tất cả các chương trình đang triển khai về sản xuất thông minh và cho quá trình chuyển đổi công nghiệp ở Việt Nam.

Tokyo, ngày 17 tháng 02 năm 2020



Tiến sĩ ACHMAD KURNIA PRAWIRA MOCHTAN

LỜI GIỚI THIỆU
CỦA TIẾN SĨ SANGSU CHOI*

Làm việc trong lĩnh IoT đã nhiều năm nhưng từ lần đầu tiên khi gặp TS. Hà Minh Hiệp, tôi hiểu rằng anh ấy khao khát các doanh nghiệp Việt Nam sớm vận dụng được các thành tựu của Cách mạng công nghiệp 4.0 vào hoạt động sản xuất kinh doanh. Cuốn sách ***Doanh nghiệp với lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0*** của Tiến sĩ là sự tiếp nối của cuốn sách ***Sản xuất thông minh trong Cách mạng công nghiệp 4.0*** (xuất bản tháng 6/2019) với tầm nhìn bao quát hơn về lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 từ xác định mục tiêu tổng quát, chiến lược công nghệ, cơ sở hạ tầng và chính sách cần thiết. Cuốn sách khởi đầu cho thảo luận về xây dựng hệ sinh thái Cách mạng công nghiệp 4.0 tại Việt Nam gồm các doanh nghiệp và sự vào cuộc của các bên liên quan như các ngành dịch vụ hỗ trợ và các cơ quan chính phủ...

Độc giả nên tìm đọc cuốn sách này để hiểu một cách tổng thể về Cách mạng công nghiệp 4.0. Đối với CEO của các doanh nghiệp, đây là một cuốn sách vô cùng hữu ích để định hình kế hoạch kinh doanh, đáp ứng những thay đổi chóng mặt về công nghệ trong kỷ nguyên mới.

Seoul, ngày 17 tháng 02 năm 2020

Tiến sĩ SANGSU CHOI

---

* Tiến sĩ Sangsu Choi là Nhà sáng lập và Chủ tịch Công ty IGI có trụ sở tại Hàn Quốc và chi nhánh tại Mỹ; là chuyên gia tư vấn của Tổ chức Năng suất châu Á.

LỜI GIỚI THIỆU
CỦA TIẾN SĨ ANDREAS HAUSER VÀ JACKIE TAN*

Klaus Schwab - Người sáng lập và Chủ tịch Điều hành Diễn đàn Kinh tế Thế giới đã từng phát biểu: "Chúng ta đang ở ngưỡng cửa của sự thay đổi hệ thống triệt để đòi hỏi con người phải thích ứng một cách liên tục. Điều này khiến chúng ta có thể phải chứng kiến sự phân cực ngày càng tăng trên thế giới, được đánh dấu bởi những người chấp nhận sự thay đổi và những người chống lại sự thay đổi". Nhận định này đã phản ánh sự cấp thiết phải hành động ngay trong một thế giới đang thay đổi không chỉ về chính phủ, thể chế mà còn thay đổi về tổ chức kinh doanh ở cấp độ quốc gia và quốc tế. Sự thay đổi này sẽ tác động đến toàn xã hội về nhiều mặt, thế giới kinh doanh cũng như lĩnh vực sản xuất hay còn được gọi là Công nghiệp 4.0.

Thuật ngữ "Công nghiệp 4.0" được khởi xướng vào năm 2011 tại Đức và chúng ta đã phải mất vài năm để có thể xây dựng kiến thức rõ ràng và hữu hình về bản chất thực sự của Công nghiệp 4.0. Công nghiệp 4.0 là gì và được sử dụng như thế nào? Với sự khởi đầu của thập kỷ mới, sự chuyển đổi lĩnh vực sản xuất hoàn toàn là về việc triển khai các khái niệm Công nghiệp 4.0 mới nhất và nắm bắt một cách nhanh nhất những lợi ích mà chúng mang lại để chuyển đổi các cơ sở sản xuất hiện tại và chuỗi cung ứng thành các hệ thống xử lý nhanh, có độ tích hợp cao, dựa trên dữ liệu và mang

---

* Tiến sĩ Andreas Hauser là Giám đốc về dịch vụ kỹ thuật số của TÜV SÜD Singapore, thuộc Tập đoàn TÜV SÜD của Đức - Tập đoàn hàng đầu thế giới trong lĩnh vực thử nghiệm, giám định, đánh giá, chứng nhận và đào tạo.

Jackie Tan là Phó Chủ tịch về Công nghiệp 4.0 của TÜV SÜD Singapore.

tính bền vững. Thế giới mới này đã mở ra một cuộc cạnh tranh mới không chỉ giữa các nhà sản xuất riêng lẻ mà còn giữa các quốc gia. Mặc dù các quốc gia sản xuất hàng đầu, nơi có nền tảng sản xuất mạnh mẽ và mức độ sẵn sàng cao cho tương lai, đang ở vị trí cực điểm, tuy nhiên Cách mạng công nghiệp 4.0 lại tạo ra cơ hội mới cho các quốc gia hiện đang nuôi dưỡng nền sản xuất có giá trị gia tăng thấp hơn để có bước nhảy vọt và trở thành một phần của nhóm hàng đầu.

Khu vực ASEAN với thành tích đáng nể trong thập kỷ qua được nhận định sẽ là khu vực dẫn đầu trong tương lai ở lĩnh vực sản xuất. Việt Nam là một trong những quốc gia tiêu biểu ở khu vực Đông Nam Á với tốc độ tăng trưởng cao, đặc biệt là trong lĩnh vực sản xuất. Sự am hiểu về Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ là tiền đề cho Việt Nam phát triển hơn nữa trong việc áp dụng các khái niệm và thành tựu của cuộc cách mạng này vào hoạt động sản xuất. Dù mới chỉ bắt đầu, Việt Nam đã nhanh chóng phát triển cả ở cấp độ chính phủ và doanh nghiệp tư nhân và có tiềm năng trở thành trung tâm sản xuất Công nghiệp 4.0 hàng đầu.

Mặc dù các thảo luận xung quanh Cách mạng công nghiệp 4.0 chủ yếu là về công nghệ, nhưng sự chuyển đổi sẽ không thể thành công nếu không có khả năng tư duy và nguồn lực thích hợp. Việc học hỏi để tìm hiểu và có những hiểu biết sâu sắc về các cơ hội mới trong thời điểm chuyển giao này là yếu tố cốt lõi để đạt được thành công. Cuốn sách ***Doanh nghiệp với lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0*** của TS. Hà Minh Hiệp là một tài liệu đóng góp có giá trị và cần thiết trong hành trình giúp mọi người có được những hiểu biết sâu sắc để đưa ra các quyết định đúng đắn trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0.

Singapore, ngày 20 tháng 02 năm 2020

Tiến sĩ ANDREAS HAUSER JACKIE TAN

Để tiếp cận cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0,
doanh nghiệp không chỉ thực hiện chuyển đổi số
mà còn phải thực hiện một cuộc "cách mạng chuyển đổi" thực sự
về vấn đề công nghệ, quy trình và con người.

MỤC LỤC

Trang

Danh mục từ viết tắt 19

Chương 1: Cách mạng công nghiệp 4.0 21

1. Khái quát về Cách mạng công nghiệp 4.0 21

2. Tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0 29

3. Hệ sinh thái Cách mạng công nghiệp 4.0 và mô hình chuyển đổi Cách mạng công nghiệp 4.0 42

Chương 2: Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 53

1. Tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 53

2. Xác định Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp của doanh nghiệp 57

3. Các trụ cột xác định Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 62

4. Các tham số xác định Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 72

5. Sử dụng Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp 89

Chương 3: Tăng cường mức độ tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 97

1. Nguyên tắc tối ưu hệ thống, "chìa khóa" chuyển từ nhận thức sang thực hiện việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 97

2. Giải pháp tối ưu hệ thống nhằm thu hẹp khoảng cách giữa nhận thức và thực hiện việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 103

3. Sử dụng giải pháp tối ưu hệ thống để tối ưu hóa mức độ tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp 115

Chương 4: Xây dựng lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp 117

1. Lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 117

2. Xây dựng lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp 119

3. Khung lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp 124

Chương 5: Nhà máy thông minh - Phương thức sản xuất mới của doanh nghiệp trong Cách mạng công nghiệp 4.0 136

1. Giới thiệu chung về nhà máy thông minh 136

2. Các cấu phần chính của nhà máy thông minh 137

3. Tiếp cận, chuyển đổi sang nhà máy thông minh 150

4. Một số nội dung liên quan đến lựa chọn giải pháp tiếp cận, chuyển đổi sang nhà máy thông minh phù hợp 156

5. Các lợi ích khi chuyển đổi sang nhà máy thông minh 158

6. Một số cân nhắc cụ thể (Key Considerations) 160

Phụ lục 162

Phụ lục 1: Chỉ số đánh giá năng suất iBench 4.0 của Đài Loan và Chỉ số đổi mới kỹ thuật số của Đức 162

Phụ lục 2: Hành trình của một nhà máy đến "trạng thái" thông minh 175

Phụ lục 3: Khảo sát hiện trạng và khả năng ứng dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam 194

Tài liệu tham khảo 207

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
1	AI	Artificial Intelligence	Trí tuệ nhân tạo
2	AR	Augmented Reality	Thực tế tăng cường
3	BD	Big Data	Dữ liệu lớn
4	BPM	Bussiness Process Management	Quản lý quy trình kinh doanh
5	CNC	Computer Numerical Control	Hệ thống điều khiển số máy tính
6	CPS	Cyber-Physical Systems	Hệ thống thực - ảo
7	CRM	Customer Relationship Management	Quản lý mối quan hệ với khách hàng
8	DCS	Distributed Control System	Hệ thống điều khiển phân tán
9	DIH	Digital Innovation Hubs	Trung tâm đổi mới kỹ thuật số
11	DT	Digital Twins	Bản sao kỹ thuật số
12	ERP	Enterprise Resource Planning	Hoạch định nguồn lực doanh nghiệp
13	HDFS	Hadoop Distributed File	Hệ thống tập tin phân tán
14	HMI	Human Machine Interface	Giao diện người và máy
15	IoT	Internet of Things	Internet kết nối vạn vật
16	IIoT	Industrial Internet of Things	Internet kết nối vạn vật trong công nghiệp
17	IT	Information Technologies	Công nghệ thông tin

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
18	IoS	Internet of Services	Internet kết nối dịch vụ
19	JIT	Just-in-Time	Hệ thống sản xuất tức thời
20	KPI	Key Performance Indicators	Chỉ số hiệu suất chính
21	MDM	Master Data Management	Quản lý dữ liệu tập trung
22	MES	Manufacturing Execution Systems	Hệ thống thực thi sản xuất
23	OEE	Overall Equipment Efficiency	Hiệu quả thiết bị tổng thể
24	OLTP	Online Transaction Processing	Hệ thống xử lý giao dịch trực tuyến
25	OPC	Open Platform Communicatios	Giao tiếp nền tảng mở
26	OT	Operation Technologies	Công nghệ vận hành
27	RAMI 4.0	Reference Architecture Model Industrie 4.0	Mô hình kiến trúc tham chiếu về công nghiệp 4.0
28	ROI	Return on Investment	Tỷ lệ hoàn vốn đầu tư
29	RFID	Radio Frequency Identification	Nhận dạng qua tần số vô tuyến
30	POS	Point of sale	Điểm bán hàng
31	PLC	Programmable Logic Controllers	Bộ điều khiển logic lập trình
32	PLM	Product Life Management	Quản lý vòng đời sản phẩm
33	PM	Preventive Maintenance	Bảo trì phòng ngừa
34	SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	Kiểm soát giám sát và thu thập dữ liệu
35	SCM	Supply Chain Management	Quản lý chuỗi cung ứng
36	SOA	Service-Oriented Architecture	Kiến trúc hướng dịch vụ
37	TTM	Time to market	Thời gian tiếp thị
38	VR	Virtual Reality	Công nghệ thực tế ảo

Chương 1

CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

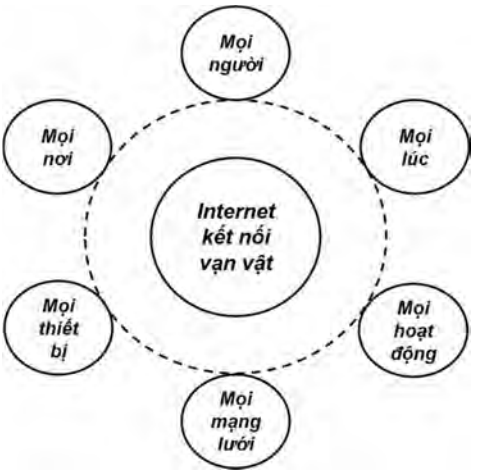
1. Khái quát về Cách mạng công nghiệp 4.0

Cho đến nay, 03 cuộc cách mạng công nghiệp đã dẫn đến những thay đổi "mang tính cách mạng" về mô hình và phương thức sản xuất: sản xuất cơ giới hóa thông qua động cơ hơi nước (trong Cách mạng công nghiệp lần thứ nhất) được "phát triển" thành sản xuất hàng loạt trong các dây chuyền lắp ráp dựa trên sự phân công lao động (trong Cách mạng công nghiệp lần thứ hai) và sản xuất tự động hóa dựa trên nền tảng điện tử và công nghệ thông tin để tự động hóa hơn nữa việc sản xuất (trong Cách mạng công nghiệp lần thứ ba).

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư (Cách mạng công nghiệp 4.0) đang làm "mờ" ranh giới giữa các lĩnh vực vật lý, kỹ thuật số và sinh học. Cách mạng công nghiệp 4.0 được đặc trưng bởi ứng dụng Internet kết nối vạn vật (Internet of Things, IoT), Internet kết nối dịch vụ (Internet of Services, IoS) vào quá trình sản xuất của doanh nghiệp, cho phép hệ thống sản xuất của doanh nghiệp được tích hợp đa chiều và trở nên "thông minh hơn". Sản xuất thông minh là quá trình sản xuất linh hoạt, có thể thay thế quá trình sản xuất tự động hóa nhằm nâng cao năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp trong bối cảnh hội nhập quốc tế và Cách mạng công nghiệp lần thứ tư.

Theo Wikipedia, IoT có thể được hiểu là mạng lưới vạn vật kết nối Internet hoặc mạng lưới thiết bị kết nối Internet (xem

Hình 1.1). Đây là một "kịch bản mới" khi mà mỗi vật thể, con người được cung cấp một "định danh riêng". Trong đó, tất cả đều có khả năng truyền tải và trao đổi thông tin, dữ liệu qua một mạng duy nhất (mà không cần đến sự tương tác trực tiếp giữa người với người, hay giữa người với máy tính).



Hình 1.1: Internet kết nối vạn vật

Bên cạnh IoT, Cách mạng công nghiệp 4.0 còn được đặc trưng bởi ứng dụng của Internet kết nối dịch vụ, hay còn gọi là IoS. Trong thập kỷ qua, lĩnh vực dịch vụ (đặc biệt là dịch vụ Internet) đã trở thành một trong những lĩnh vực kinh doanh có doanh thu lớn nhất, tốc độ phát triển nhanh nhất trên thế giới. Các dịch vụ được áp dụng ngày càng phổ biến hơn trong doanh nghiệp, qua đó mang lại năng suất cao hơn. Việc ứng dụng công nghệ thông tin giúp doanh nghiệp đạt được các mục tiêu của doanh nghiệp một cách dễ dàng hơn.

Một số tổ chức, tập đoàn quốc tế đã xây dựng các giải pháp công nghệ thông tin mới để thúc đẩy các dịch vụ giá trị gia tăng. IoS được xem là "tầm nhìn mới" về dịch vụ ở thế hệ tiếp theo được cung cấp thông qua Internet. Trong IoS, các công nghệ tiên tiến được áp dụng để tạo ra các kênh phân phối cho dịch vụ

mới và mô hình kinh doanh hoàn toàn mới. Việc tạo ra các dịch vụ này được hỗ trợ bởi một nền tảng mở và kiến trúc giao diện như Kiến trúc hướng dịch vụ doanh nghiệp (Enterprise Service-Oriented Architecture, SOA của doanh nghiệp). IoS đưa cách tiếp cận SOA của doanh nghiệp lên một "tầm cao mới" bằng cách đơn giản hóa các dịch vụ và giao dịch. Kết hợp với các công nghệ Web 2.0, IoS được kỳ vọng sẽ là công nghệ mang lại sự đổi mới trong dịch vụ.

Mô hình Cách mạng công nghiệp 4.0 được đưa ra với mục tiêu ban đầu là cải tiến (tự động hóa), tối ưu hóa quy trình sản xuất để nâng cao năng suất. Mục tiêu dài hạn của Cách mạng công nghiệp 4.0 là giúp thực hiện các hoạt động đổi mới sáng tạo, chuyển đổi sang các mô hình kinh doanh (với doanh thu cao hơn) dựa trên nền tảng là thông tin và dịch vụ số.

1.1. Đặc trưng của Cách mạng công nghiệp 4.0

Đặc trưng của Cách mạng công nghiệp 4.0 là sự hội tụ và ứng dụng của các công nghệ kỹ thuật số mới nổi trong đó, tiêu chuẩn được xem là nền tảng quan trọng nhất (xem Hình 1.2).

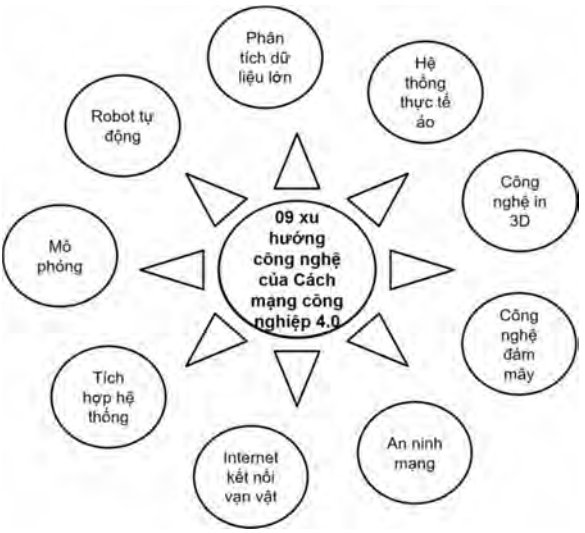
Một số xu hướng công nghệ trong Cách mạng công nghiệp 4.0 gồm:

- Dữ liệu lớn (Big Data): cho phép phân tích, tính toán để xác định các xu hướng xảy ra. Đồng thời, dữ liệu lớn là điều kiện tiên quyết của Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence, AI).

- Robot tự động (Autonomous Robots): là sự phát triển các máy móc để thay thế cho hoạt động của con người trong các hoạt động liên quan đến tư duy, đa chức năng và các kỹ năng vận động tinh xảo.

- Điện toán đám mây (Cloud computing): là việc thực hiện việc lưu trữ, quản lý và xử lý dữ liệu trên Internet thông qua hệ thống các máy chủ từ xa (thay vì việc sử dụng một hệ thống các máy chủ cục bộ hoặc máy tính cá nhân).

- Công nghệ in 3D (hay còn gọi là Sản xuất bồi đắp, Additive Manufacturing): là việc sử dụng một loạt các vật liệu (đặc biệt là vật liệu sinh học) và phương pháp tiến bộ để thực hiện "in" vật thể 3 chiều.



Hình 1.2: Một số công nghệ của Cách mạng công nghiệp 4.0

- Internet kết nối vạn vật (IoT): là việc kết nối, theo dõi và quản lý các sản phẩm, hệ thống... từ xa thông qua các cảm biến được nối mạng.

- Tích hợp hệ thống (System Integration): là việc tích hợp dữ liệu khác nhau của doanh nghiệp dựa trên các tiêu chuẩn truyền dữ liệu.

- Mô phỏng (Simulation): là việc tối ưu hóa các mạng giá trị từ các hệ thống thông minh dựa trên dữ liệu theo thời gian thực.

- Công nghệ thực tế ảo tăng cường (Augmented Reality): là việc tạo giao diện tương tác giữa con người và máy tính trong môi trường ảo thông qua nhận diện hình ba chiều và "thực - ảo".

- An ninh mạng (Cybersecurity): là việc bảo vệ các hệ thống kết nối Internet (bao gồm phần cứng, phần mềm và dữ liệu) khỏi các cuộc tấn công mạng theo tốc độ phát triển của công nghệ.

Các ứng dụng công nghệ mới nêu trên đã góp phần quan trọng hình thành các đặc điểm của Cách mạng công nghiệp 4.0. Theo Nghị viện châu Âu (European Parliament), một số đặc điểm chính của Cách mạng công nghiệp 4.0 bao gồm:

- Tính tương tác: khả năng kết nối, liên lạc và trao đổi thông tin, dữ liệu giữa con người và các nhà máy thông minh (Smart Factory) thông qua hệ thống thực - ảo (Cyber-Physical System, CPS).

- Tính ảo hóa: khả năng tạo một bản sao ảo của nhà máy thông minh (hay còn gọi là Digital twin) trong môi trường mạng thông qua việc liên kết giữa công nghệ thu dữ liệu từ cảm biến, công nghệ phân tích dữ liệu và công nghệ mô phỏng.

- Tính phân cấp: khả năng hệ thống thực-ảo thực hiện phân cấp trong việc tự đưa ra các quyết định sản xuất nhờ các công nghệ mới (như công nghệ in 3D, công nghệ AI...)

- Tính liên tục: khả năng thu thập, phân tích dữ liệu và cung cấp các kết quả phân tích liên tục, theo thời gian thực.

- Tính môđun: khả năng thích ứng "linh hoạt" của các nhà máy thông minh để đáp ứng sự thay đổi theo yêu cầu thông qua việc thay thế, bổ sung các môđun độc lập trong dây chuyền sản xuất, kinh doanh.

- Tính định hướng dịch vụ: khả năng dự đoán, nhận ra và đáp ứng nhu cầu của thị trường và người tiêu dùng theo thời gian thực.

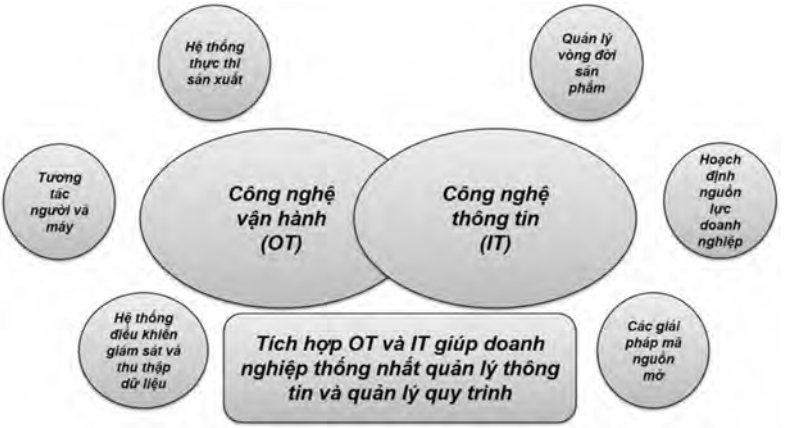
Như vậy, có thể thấy rằng, Cách mạng công nghiệp 4.0 được bắt đầu khi có sự tích hợp giữa thế giới kỹ thuật số Internet với các quy trình, dịch vụ trong sản xuất truyền thống nhằm tạo ra các giá trị mới có tiềm năng và "thông minh hơn".

1.2. Sự hội tụ của các công nghệ vận hành và công nghệ thông tin

Công nghệ thông tin (Information Technologies, IT) và Công nghệ vận hành (Operation Technologies, OT) là hai công nghệ

lõi đang được triển khai trong các ngành công nghiệp. Có nhiều điểm chung và riêng giữa hai công nghệ này trong hệ thống sản xuất của doanh nghiệp.

Trong quá trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, sự hội tụ của các OT và IT đã giúp các ngành công nghiệp truyền thống "tiến xa hơn", "thông minh hơn", qua đó giúp doanh nghiệp thống nhất quản lý thông tin và quản lý quy trình (xem Hình 1.3).



Hình 1.3: Sự hội tụ của các OT và IT

- Công nghệ vận hành (OT) là quá trình áp dụng các công nghệ máy tính để theo dõi "trạng thái" thay đổi của hệ thống (như: hệ thống điều khiển nhà máy điện, hệ thống điều khiển đường sắt...). Ví dụ về công nghệ vận hành trong quản lý thông tin bao gồm:

+ Bộ điều khiển logic lập trình (Programmable Logic Controller, PLC): là thiết bị điều khiển lập trình (khả trình) được cho phép thực hiện linh hoạt các thuật toán điều khiển logic thông qua một ngôn ngữ lập trình.

+ Hệ thống kiểm soát giám sát và thu thập dữ liệu (Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA) nhằm hỗ trợ con người trong quá trình giám sát và điều khiển từ xa.

+ Hệ thống điều khiển phân tán (Distributed Control System, DCS) là hệ thống điều khiển được tin học hóa đối với một quy trình có số lượng các vòng điều khiển lớn. Trong đó, các bộ điều khiển tự động được phân phối trên toàn hệ thống, được giám sát từ nhà điều hành trung tâm. DCS khác với các hệ thống sử dụng bộ điều khiển tập trung hoặc bộ điều khiển rời rạc đặt tại phòng điều khiển trung tâm. DCS giúp tăng độ tin cậy và giảm chi phí lắp đặt bằng cách "khoanh vùng" các chức năng điều khiển gần nhà máy xử lý với sự giám sát từ xa.

+ Hệ thống điều khiển số máy tính (Computer Numerical Control, CNC) là hệ thống điều khiển tự động bằng máy tính đối với các công cụ gia công (máy khoan, máy tiện...) và máy in 3D. Một máy CNC xử lý tự động vật liệu (kim loại, nhựa, gỗ, gốm hoặc composite) theo lập trình được mã hóa để đáp ứng các thông số kỹ thuật.

- Công nghệ thông tin (IT) là quá trình ứng dụng công nghệ thông tin vào quản lý quy trình kinh doanh của doanh nghiệp. Ví dụ về công nghệ thông tin trong quản lý quy trình kinh doanh bao gồm:

+ Quản lý vòng đời sản phẩm (Product Lifecycle Management, PLM) nhằm mục đích sử dụng hiệu quả thông tin sản phẩm có sẵn. Lý do là lượng thông tin về sản phẩm ngày càng tăng do sự phức tạp của các sản phẩm và các quá trình hợp tác trong suốt vòng đời sản phẩm. Các thông tin mới về sản phẩm liên tục được khám phá, bổ sung. Việc xử lý, lựa chọn các thông tin phù hợp về sản phẩm trở thành thách thức của nhiều doanh nghiệp. Vì lượng thông tin của sản phẩm quá lớn, việc nghiên cứu về chất lượng thông tin để tìm ra những thông tin phù hợp với mục đích của doanh nghiệp là hết sức cần thiết.

+ Hệ thống hoạch định nguồn lực doanh nghiệp (Enterprise Resource Planning, ERP) thực hiện việc tích hợp dữ liệu và quy trình của một tổ chức trong doanh nghiệp thành một hệ thống

thống nhất. Một hệ thống ERP điển hình sẽ sử dụng các phần mềm và hệ thống phần cứng máy tính để đạt được sự tích hợp tốt nhất. Cấu phần quan trọng của hệ thống ERP là cơ sở dữ liệu thống nhất để lưu trữ dữ liệu cho các môđun hệ thống khác nhau.

+ Các giải pháp mã nguồn mở: là các giải pháp mang tính toàn diện, bao gồm và tích hợp các như quy trình trong doanh nghiệp: kế toán, nhân sự, bán hàng, quản lý quan hệ khách hàng, mua hàng, sản xuất, quản lý dịch vụ và dự án, marketing... Các giải pháp mã nguồn mở quản lý các môđun một cách linh hoạt. Các giải pháp mã nguồn mở hoạt động như một bộ nền tảng chuẩn giúp thay đổi theo nhu cầu của khách hàng mà không cần phải lập trình.

Cùng với sự phát triển kinh tế - xã hội, doanh nghiệp sẽ thực hiện chuyển đổi từ hệ thống điều khiển analog sang số hóa. Trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0, OT và IT đã có sự phát triển đột phá, cùng "hội tụ" để giúp tối ưu hóa hệ thống quản lý của doanh nghiệp ở quy mô sản xuất và kinh doanh. Sự hội tụ OT và IT là sẽ trở thành một xu thế tất yếu trong bối cảnh mới.

Tích hợp OT và IT giúp doanh nghiệp có một cái nhìn tổng thể, thống nhất quản lý thông tin và quản lý quy trình. Tích hợp OT và IT bảo đảm con người, máy móc, tài sản, thiết bị... nhận được đúng thông tin, đúng định dạng và đúng thời điểm.

Tích hợp OT và IT giúp doanh nghiệp tối ưu hóa quy trình, giúp nhà quản lý đưa ra quyết định tốt hơn theo thời gian thực, giảm chi phí, rủi ro và rút ngắn thời gian... Bên cạnh đó, tích hợp OT và IT sẽ góp phần giảm giá thành công nghệ, giảm chi phí các giải pháp và chi phí phát triển sản phẩm mới...

Có thể thấy rằng, IT giúp vận hành hệ thống tự động hóa phức tạp của OT trên một nền tảng thống nhất, hiện đại. IT thúc đẩy sử dụng các hệ thống tính toán, lưu trữ, phân tích dữ

liệu, trí tuệ nhân tạo, điện toán đám mây...để mở rộng khả năng hiển thị, kiểm soát, quản lý đến khu vực OT, qua đó giúp doanh nghiệp có thể triển khai thành công các chương trình, chiến lược dài hạn[1].

2. Tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0

Cách mạng công nghiệp 4.0 dẫn đến sự thay đổi mô hình sản xuất, qua đó tạo ra các ảnh hưởng quan trọng đến các quốc gia, xã hội, tổ chức và người dân.

2.1. Cách mạng công nghiệp 4.0 chuyển mô hình sản xuất từ tập trung truyền thống sang sản xuất thông minh phi tập trung

Thế giới đang trải qua một sự chuyển đổi mô hình sản xuất mạnh mẽ nhờ sự lan tỏa của các công nghệ mới nổi trong Cách mạng công nghiệp 4.0 (như: công nghệ dữ liệu lớn, robot tự động, điện toán đám mây, công nghệ in 3D, IoT, tích hợp hệ thống, mô phỏng, thực tế ảo, an ninh mạng...).

A.T. Kearney (Diễn đàn Kinh tế Thế giới) đã nghiên cứu các tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0 đối với các mô hình sản xuất hiện nay trên thế giới. Theo cách nhìn mới, tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0 vừa là cơ hội, vừa là thách thức. Cách mạng công nghiệp 4.0 được xem là sự dịch chuyển từ mô hình sản xuất tập trung truyền thống sang mô hình sản xuất thông minh phi tập trung, trong đó:

- Chuyển từ mô hình "thiết kế phục vụ sản xuất" sang mô hình “thiết kế không giới hạn” thông qua: tối ưu hóa thuật toán thiết kế hệ thống dây truyền sản xuất, thiết kế sản phẩm và dịch vụ; tăng cường hoạt động sáng tạo của doanh nghiệp gắn

---

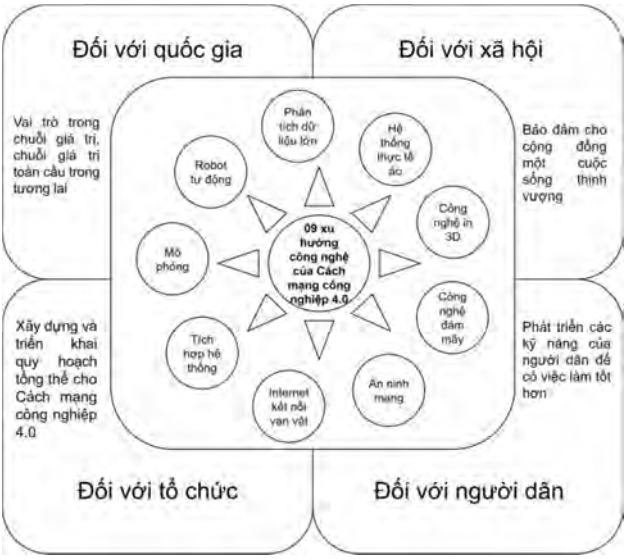
1. https://myautomation.solutions/solutions/convergence-of-information-and-operational-technology/

với nhu cầu của khách hàng; thay đổi vật liệu và tính năng của sản phẩm "linh hoạt" theo yêu cầu của khách hàng...

- Chuyển từ mô hình "sản xuất hàng loạt" sang mô hình "sản xuất linh hoạt" thông qua: tối ưu hóa quy trình nhằm thực hiện nhanh hơn, ít bước xử lý hơn; giảm số lượng công cụ, thiết bị sản xuất cơ bản; tối ưu hóa số lượng thiết bị, máy móc cố định phục vụ sản xuất; tối ưu hóa thời gian thực hiện; tăng tính linh hoạt của dây chuyền sản xuất...

- Chuyển từ mô hình "chuỗi cung ứng toàn cầu" sang mô hình "cung ứng linh hoạt" thông qua: tích hợp hoặc hợp nhất nhiều thành phần cung ứng, không theo chuỗi; thực hiện sản xuất, kết hợp với việc sử dụng sản phẩm, dịch vụ ngay tại nơi sản xuất; tăng hiệu suất sản xuất đồng thời thực hiện giới hạn không gian sử dụng của nhà máy, dây chuyền sản xuất (theo hướng hình thành các "nhà máy siêu nhỏ"); tăng cường quá trình sản xuất, phân phối các sản phẩm, dịch vụ...

2.2. Tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0 đến quốc gia, xã hội, tổ chức và người dân



Hình 1.4: Tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0

Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ tác động đến tất cả các quốc gia, xã hội, tổ chức và người dân (xem Hình 1.4).

Liên quan đến nội dung này, một số câu hỏi được đặt ra là:

- Đối với quốc gia: Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ đóng vai trò gì trong chuỗi giá trị toàn cầu, chuỗi giá trị mới trong tương lai?

- Đối với xã hội: Làm thế nào Cách mạng công nghiệp 4.0 có thể bảo đảm cho cộng đồng một cuộc sống thịnh vượng?

- Đối với tổ chức: Làm cách nào để xây dựng và triển khai quy hoạch tổng thể cho Cách mạng công nghiệp 4.0?

- Đối với người dân: Làm thế nào để phát triển các kỹ năng của người dân để có việc làm tốt hơn trong các điều kiện thay đổi?

2.2.1. Đối với quốc gia

Hiện nay, vẫn còn quá sớm để dự đoán các nền kinh tế toàn cầu và các quốc gia sẽ "đối phó" như thế nào với các ảnh hưởng, tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0. Theo các nghiên cứu gần đây, chỉ có không quá 7% các nghiên cứu liên quan đến vấn đề phát triển bền vững của các quốc gia trong Cách mạng công nghiệp 4.0.

Trong một quốc gia, Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ đòi hỏi doanh nghiệp phải có sự thay đổi cần thiết trong quy trình sản xuất và kinh doanh của mình. Các nghiên cứu gần đây về Cách mạng công nghiệp 4.0 tập trung chủ yếu vào: quá trình đổi mới sáng tạo trong các doanh nghiệp; quá trình thay thế lao động của doanh nghiệp; hậu quả của thất nghiệp trong quá trình chuyển đổi của doanh nghiệp; các vấn đề liên quan đến toàn cầu hóa[1].

---

1. Sala, Hector, and Pedro Trivín. 2018. The effects of globalization and technology on the elasticity of substitution. Review of World Economics 154: 617–47; Hedvicakova, Martina. 2018. Unemployment and effects of the first work experience of university graduates on their idea of a job. Applied Economics 50: 3357–63.

Theo quan điểm của một số nhà nghiên cứu, doanh nghiệp của các quốc gia có thể sẽ phải đối mặt với một thách thức lớn với những "nguy cơ tiềm ẩn mới" về tăng trưởng kinh tế trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0. Tuy nhiên, dưới góc độ quan điểm vĩ mô và kinh tế vi mô, tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0 vẫn là một nội dung ít được quan tâm nghiên cứu. Số lượng các báo cáo liên quan đến vấn đề tăng trưởng kinh tế và quá trình chuyển đổi của doanh nghiệp để "ứng phó" với Cách mạng công nghiệp 4.0 vẫn còn nhiều hạn chế.

Đối với các quốc gia, thách thức lớn của Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ là việc thực thi vai trò của các quốc gia trong việc tạo ra giá trị toàn cầu. Trong đó, chi phí cho các dịch vụ hậu cần trong tương lai sẽ ít tốn kém hơn và đạt hiệu quả cao hơn nhờ áp dụng công nghệ mới của Cách mạng công nghiệp 4.0.

Một số tác động chính của Cách mạng công nghiệp 4.0 đến quốc gia hiện nay:

- Giảm nguồn năng lượng cho hoạt động vận tải để tiết kiệm chi phí. Ngày nay, chi phí về năng lượng cho hoạt động vận tải là một trong các yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến chi phí của chuỗi cung ứng. Các công nghệ mới (như: xe tự hành, lưu trữ năng lượng...) sẽ giúp giảm đáng kể chi phí về nguồn năng lượng.

- Giảm chi phí lao động để tiết kiệm chi phí sản xuất. Thông thường, chi phí nhân công thường chiếm khoảng một phần ba tổng chi phí. Chi phí nhân công tăng sẽ dẫn đến sự sụt giảm về số lượng lao động trong doanh nghiệp. Trong Cách mạng công nghiệp 4.0, xe tự hành là một trong các công cụ sẽ giúp giải quyết tình trạng giảm số lượng lao động trong các nhà máy.

- Giảm chi phí hàng tồn kho để bảo đảm phù hợp với quá trình tăng trưởng. Thông thường, chi phí hàng tồn kho hiện tại chiếm khoảng một phần tư tổng chi phí của doanh nghiệp. Cách mạng công nghiệp 4.0 với mô hình sản xuất linh hoạt theo thời gian thực sẽ giúp các doanh nghiệp đáp ứng tối ưu các yêu cầu của khách hàng, giảm mạnh chi phí hàng tồn kho.

- Giảm chi phí thuê kho. Chi phí thuê kho hiện nay chiếm khoảng 5% tổng chi phí. Cách mạng công nghiệp 4.0 giúp thời gian giao hàng của doanh nghiệp ngắn hơn (vẫn bảo đảm sự đa dạng của các sản phẩm, dịch vụ), qua đó thúc đẩy năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp trong bối cảnh hội nhập quốc tế.

Bên cạnh đó, Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ tạo ra nhiều thách thức, rủi ro trong đó có thể dẫn đến việc gia tăng khoảng cách giữa các quốc gia phát triển và đang phát triển. Từ góc độ xã hội, các quốc gia đang phát triển thường đặt mục tiêu bắt kịp sự phát triển kỹ thuật với nguồn lực đầu tư tài chính "ít ỏi". Do đó, các quốc gia đang phát triển có thể "dịch chuyển chậm" về hướng Cách mạng công nghiệp 4.0, trong đó, tập trung áp dụng các tri thức sản xuất hiện có, sử dụng các công cụ cải tiến năng suất rất có giá trị như: Lean (sản xuất tinh gọn và tăng hiệu quả), Kaizen (cải tiến liên tục), TPM, 5S... để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Để đảm bảo không bị bỏ lại phía sau bởi Cách mạng công nghiệp 4.0, các quốc gia đang phát triển cần xây dựng lộ trình để theo kịp sự thay đổi về công nghệ.

Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ ảnh hưởng đến tất cả các ngành và lĩnh vực, dẫn đến sự chuyển đổi cơ cấu trong nền kinh tế toàn cầu, có thể hình thành một bộ phận lao động mới... Điều này sẽ có tác động rất lớn đến các quốc gia đang phát triển. Một làn sóng công nghệ mới (như công nghệ in 3D, xe tự hành...) sẽ khiến một số hoạt động sản xuất gia công trở nên không cần thiết, qua đó, trực tiếp hoặc gián tiếp "tước đi cơ hội" việc làm cho lao động ở các quốc gia đang phát triển. Nhiều nhà nghiên cứu dự đoán rằng Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ gây ra sự phân cực về nguồn nhân lực, trong đó tỷ lệ việc làm đối với các công việc có thu nhập cao và thấp sẽ ngày càng tăng; tỷ lệ việc làm đối với các công việc có thu nhập trung bình sẽ giảm. Do đó, các quốc gia đang phát triển có khả năng sẽ tập trung các công việc có thu nhập thấp. Vì các công việc có thu nhập cao sẽ đòi hỏi nhiều kỹ năng mà các hệ thống giáo dục của các quốc gia đang

phát triển còn yếu và nhiều hạn chế. Do đó, điều này sẽ có tác động đến sự bất bình đẳng trong và giữa các quốc gia.

Mối quan tâm lớn nhất sẽ là tác động của công nghệ số đối với hệ thống việc làm ở các quốc gia đang phát triển. Tự động hóa quy trình sản xuất và vận chuyển bằng máy móc có thể sẽ loại bỏ công việc thường ngày của người lao động, gây ra sự phân cực của thị trường lao động. Mặc dù nguy cơ mất việc làm là điều không thể tránh khỏi, tổ chức UNIDO tin rằng các quốc gia đang phát triển có thể tìm thấy vị trí thích hợp, thích nghi và thực hiện các bước nhảy vọt nhờ vào tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0[1].

Cách mạng công nghiệp 4.0 có thể tác động làm thay đổi chuỗi giá trị toàn cầu, làm tăng tỷ lệ thất nghiệp do việc áp dụng các công nghệ mới. Tuy nhiên bên cạnh đó, tận dụng được những thành tựu của Cách mạng công nghiệp 4.0, các quốc gia có thể có cơ hội tạo chuỗi giá trị toàn cầu mới từ: hoạt động nghiên cứu và phát triển sản phẩm mới; thúc đẩy sản xuất ở các quốc gia có thu nhập cao; hỗ trợ sản xuất cho các quốc gia có thu nhập thấp và trung bình; chuyển giao tri thức, công nghệ mới...

2.2.2. Đối với xã hội

Thách thức lớn của Cách mạng công nghiệp 4.0 về vấn đề xã hội tập trung vào việc duy trì sự gắn kết trong xã hội. Sự gắn kết của xã hội là một nội dung quan trọng cần phải tiếp tục được quan tâm, duy trì trong bối cảnh cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0. Sự gắn kết của xã hội thể hiện thông qua:

- Hình thành văn hóa học tập suốt đời: khuyến khích sử dụng các công nghệ mới để thúc đẩy hoạt động học tập suốt đời.

- Xây dựng các tiêu chuẩn chung cho quy trình công nghệ; tăng cường khả năng kết nối; các nguyên tắc "hấp thụ" công nghệ tiên tiến...

---

1. UNIDO: Industry 4.0 opportunities behind the challenge. https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-11/UNIDO_GC17_Industry40.pdf

- Xây dựng quan điểm chung về việc tiếp cận với các vấn đề như: công nghệ, năng lượng, giáo dục... trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0

- Giải quyết một số vấn đề xã hội khác có liên quan: vấn đề phân hóa giàu và nghèo; vấn đế sống chung của nhiều thế hệ; mối quan hệ giữa các công dân địa phương và người nước ngoài; mối quan hệ giữa các nhóm dân tộc khác nhau...

Trong bối cảnh của Cách mạng công nghiệp 4.0, các tổ chức công (Public Institutions) đóng vai trò quan trọng để bảo đảm cho cộng đồng một cuộc sống thịnh vượng. Vai trò của các tổ chức công trong việc thúc đẩy Cách mạng công nghiệp 4.0 được thể hiện thông qua các hoạt động: cung cấp cơ sở hạ tầng; giải quyết sự bất ổn của thị trường lao động (thiếu lao động kỹ năng số...); đảm bảo các tiêu chuẩn về an ninh mạng; điều chỉnh các quy định về thuế và các quy định khác có liên quan; thúc đẩy nhanh quá trình phát triển Chính phủ điện tử trong thời đại kỹ thuật số...

Một số thách thức chính về các vấn đề xã hội trong việc thực hiện Cách mạng công nghiệp 4.0 bao gồm:

- Về cơ sở hạ tầng công nghệ: hệ thống mạng điện không ổn định; hệ thống mạng Internet hoặc mạng viễn thông còn chưa đồng bộ...

- Về xã hội: hiện tượng bất bình đẳng (phân chia số (Digital divide)[1], chênh lệch xã hội...); nguồn nhân lực phổ thông còn thiếu kỹ năng...

---

1. Phân chia số là sự phân phối không đồng đều trong việc truy cập, sử dụng công nghệ thông tin và truyền thông, được xác định dựa trên các tiêu chí xã hội, địa lý hoặc địa chính trị... Phân chia số giữa các quốc gia hoặc khu vực khác nhau trên thế giới được gọi là phân chia số toàn cầu. Phân chia số toàn cầu xem xét khoảng cách công nghệ giữa các quốc gia đang phát triển và các quốc gia phát triển

- Về quản trị: vấn đề bảo mật an toàn, an ninh thông tin thấp (định danh số, bảo mật thông tin...); thiếu các quy định về quản trị điện tử và đổi mới sáng tạo...

- Về một số yếu tố bên ngoài: phụ thuộc tài nguyên và công nghệ, thiếu vốn, nhân lực chất lượng thấp...

2.2.3. Đối với tổ chức

Thách thức lớn của Cách mạng công nghiệp 4.0 đối với tổ chức là xác định và lộ trình thực hiện các giải pháp phù hợp của tổ chức để "đối phó" với tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0. Các tổ chức sẽ phải chuẩn bị các nền tảng tốt nhất để đón nhận các cơ hội đến từ Cách mạng công nghiệp 4.0.

Tăng doanh thu, giá trị gia tăng của tổ chức thông qua tiết kiệm chi phí (nhờ tăng năng suất thông qua tối ưu hóa và tự động hóa; tạo giá trị và mô hình kinh doanh mới; tạo dữ liệu thời gian thực trong chuỗi cung ứng; nâng cao khả năng giám sát và bảo trì; tạo điều kiện làm việc bền vững và tốt hơn; tăng tính linh hoạt...). Trên cơ sở đó, sản phẩm tạo ra sẽ có chất lượng tốt hơn.

Một số tác động dự kiến của Cách mạng công nghiệp 4.0 đối với các tổ chức[1]:

Loại chi phí	**Tổng giá trị**
Chi phí hàng tồn kho	-30% đến -40%
Giá thành sản xuất	-10% đến -20%
Chi phí hậu cần	-10% đến -20%
Chi phí chất lượng	-10% đến -20%
Chi phí bảo trì	-20% đến -30%

1. Desk research, Friedrich Ebert Stiftung; IMP³rove – European Innovation Management Academy.

Các tổ chức cần có lộ trình cụ thể để sẵn sàng cho Cách mạng công nghiệp 4.0 thông qua: xây dựng mô hình chuỗi cung ứng mới (New Supply Chain Model) với các mô hình hợp tác mới được tối ưu hóa; xây dựng giải pháp ứng phó với toàn cầu hóa và khu vực hóa (Globalization vs. Regionalization) thông qua "tổ chức lại" chuỗi cung ứng toàn cầu; đẩy mạnh tiến bộ công nghệ (Technological Advances) thông qua áp dụng các công nghệ sản phẩm mới, công nghệ sản xuất mới; thúc đẩy hình thành các "đòn bẩy" năng suất mới (New Productivity Levers), các công cụ phân tích dữ liệu lớn; tạo động lực mới cho nguồn nhân lực (Workforce Dynamics) thông qua việc thay đổi quan hệ lao động và phát triển nguồn lao động chất lượng cao; tăng cường thích ứng với sự thay đổi môi trường (Environmental Changes) thông qua dự đoán biến động và rủi ro tăng cao, ứng phó với với sự cạn kiệt về tài nguyên thiên nhiên...

Cách mạng công nghiệp 4.0 tác động tăng lên trên tất cả các lĩnh vực của chuỗi giá trị thông qua các hoạt động: nghiên cứu và phát triển (thúc đẩy trí tuệ nhân tạo (AI),...); hoạt động mua sắm (áp dụng các công nghệ phân tán và IoT nhằm nâng cao chất lượng và an toàn...); hoạt động sản xuất (áp dụng các công nghệ robot cho phép sản xuất 24 giờ/7 ngày, công nghệ in 3D cho phép sản xuất tùy chỉnh "linh hoạt"...); dịch vụ hậu cần trong nội bộ (áp dụng công nghệ máy bay không người lái, công nghệ thu thập dữ liệu... để tối ưu hóa quy trình hỗ trợ hậu cần) và dịch vụ hậu cần bên ngoài (giám sát sản phẩm dựa trên Bản sao kỹ thuật số (Digital Twins, DT)); dịch vụ tiếp thị (áp dụng công nghệ dữ liệu lớn để dự đoán và phân tích nhu cầu khách hàng); dịch vụ bán hàng (áp dụng công nghệ trải nghiệm mua sắm thực tế ảo (Virtual Reality, VR) và thực tế tăng cường (Augmented Reality, AR)); dịch vụ chăm sóc khách hàng (áp dụng công nghệ Chatbot cho dịch vụ khách hàng).

Trong đó:

- AI là một ngành của khoa học máy tính liên quan đến việc tự động hóa các "hành vi thông minh". AI là một bộ phận của khoa học máy tính và do đó AI được đặt trên những nguyên lý lý thuyết vững chắc, có khả năng ứng dụng được của lĩnh vực khoa học máy tính.

- DT được sử dụng để tích hợp hệ thống thực (Physical System) và hệ thống ảo (Cyber System). Trong DT, một mô hình ảo của hệ thống dây chuyền sản xuất trong nhà máy được tạo ra để mô phỏng, qua đó thực hiện việc giám sát các hoạt động của hệ thống dây chuyền sản xuất trong hệ thống thực của nhà máy. DT bao gồm ba thành phần: hệ thống dây chuyền sản xuất; mô hình ảo; dữ liệu được kết nối liên kết.

- VR đưa vào một thế giới hoàn toàn ảo do máy tính tạo ra. VR chuyển từ môi trường với những đồ vật có thật ở xung quanh sang một môi trường ảo, trở thành một phần của nó và tương tác với nó theo những cách khác nhau.

- AR là những hình ảnh thực tế trước mắt được "tăng cường" hoặc bổ sung thêm các thông tin ảo. AR giúp cho những hình ảnh thực tế trước mắt trở nên phong phú hơn với các hình ảnh ảo. Như vậy, nếu như VR là một thế giới hoàn toàn ảo do máy tính tạo ra thì AR lại là thế giới thực ở trước mắt được tăng cường thêm các hình ảnh hoặc thông tin ảo.

- Chatbot là một chương trình máy tính tương tác với người dùng bằng ngôn ngữ tự nhiên dưới một giao diện đơn giản, âm thanh hoặc dưới dạng tin nhắn.

Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ không chỉ tác động đến lĩnh vực sản xuất mà còn ảnh hưởng đến tất cả các lĩnh vực như: nông nghiệp, dịch vụ... Cụ thể:

Trong lĩnh vực nông nghiệp:

Dựa trên các khái niệm như IoT, lĩnh vực nông nghiệp trong Cách mạng công nghiệp 4.0 được xác định là Nông nghiệp 4.0

(hay Farming 4.0). Các phương pháp của Nông nghiệp 4.0 đã được triển khai ở một số vùng nông thôn tại một số quốc gia[1].

Các cuộc cách mạng trong công nghiệp đều đưa ra giả thuyết về đổi mới trong lĩnh vực công nghiệp. Cuộc cách mạng công nghiệp nông nghiệp bắt đầu với Nông nghiệp 1.0 nhờ sức kéo của động vật. Sau đó, sự xuất hiện của động cơ đốt trong đã định hướng hình thành Nông nghiệp 2.0. Hệ thống canh tác chính xác với tín hiệu GPS đã thúc đẩy nông nghiệp chuyển sang Nông nghiệp 3.0. Ngày nay, các hoạt động trang trại Nông nghiệp 4.0 được kết nối với điện toán đám mây. Trong tương lai, doanh nghiệp sẽ tích hợp kỹ thuật số, dựa trên quy trình sản xuất với robot và trí tuệ nhân tạo có thể sẽ thúc đẩy hình thành Nông nghiệp 5.0.

Dựa trên một ý tưởng cho sản xuất trong tương lai, sự phát triển của Nông nghiệp 4.0 diễn ra song song với sự phát triển trong lĩnh vực công nghiệp. Giống như Cách mạng công nghiệp 4.0, Nông nghiệp 4.0 cung cấp thông tin kỹ thuật số tại tất cả các quy trình của trang trại.

Cách mạng công nghiệp 4.0 là một cơ hội tuyệt vời để thúc đẩy sự thay đổi trong chuỗi sản xuất thực phẩm nông nghiệp. Sự kết hợp, tích hợp các công nghệ và thiết bị sản xuất, hệ thống thông tin và truyền thông, dữ liệu và dịch vụ trong cơ sở hạ tầng mạng giúp các nhà máy trở nên thông minh hơn, hiệu quả hơn, an toàn hơn và bền vững hơn với môi trường. Nông trại thông minh có khả năng thích ứng theo thời gian thực với những thay đổi "linh hoạt" để duy trì tính cạnh tranh trên thị trường. Một trong những nhu cầu quan trọng là việc đáp ứng

---

1. https://www.oecd-forum.org/users/70654-cesar-cunha-campos/posts/53345-the-future-of-farming-4-0-the-digitalisation-of-agriculture

nhu cầu liên lạc thường xuyên trong chính hệ thống của doanh nghiệp, giữa thị trường và sản xuất[1].

Trong lĩnh vực dịch vụ:

Cách mạng công nghiệp 4.0 mang lại sự thay đổi trong các ngành dịch vụ kinh doanh. Nhu cầu đối với việc cung cấp dịch vụ theo thời gian thực trong các ngành dịch vụ (như: quảng cáo, tuyển dụng và dịch vụ pháp lý...) được dự kiến sẽ gia tăng thông qua nhiều kênh khác nhau. Bên cạnh đó, ưu tiên hàng đầu của các nhà cung cấp dịch vụ kinh doanh là việc đầu tư vào dịch vụ kỹ thuật số và các công nghệ mới của Cách mạng công nghiệp 4.0.

Trong lĩnh vực Dịch vụ hậu cận 4.0 (Logistics 4.0):

Trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0, dịch vụ hậu cần bên trong và bên ngoài cần thích ứng với nhu cầu tăng về các sản phẩm và dịch vụ mang tính cá nhân hóa cao. Do đó, các hoạt động lập kế hoạch và kiểm soát thông thường không đáp ứng sự phức tạp ngày càng tăng của các dịch vụ hậu cận.

Thuật ngữ Dịch vụ hậu cần 4.0 được sử dụng để chỉ sự kết hợp của việc sử dụng dịch vụ hậu cần với việc ứng dụng hệ thống thực - ảo (CPS). Dịch vụ hậu cần 4.0 có liên quan đến dịch vụ thông minh và sản phẩm thông minh. Công nghệ được sử dụng để xác định các sản phẩm thông minh và dịch vụ thông minh được sử dụng để xác định các dịch vụ hậu cần thông minh.

Dịch vụ hậu cần 4.0 là một hệ thống hậu cần thông minh, có thể tăng cường tính linh hoạt, có khả năng điều chỉnh theo sự thay đổi của thị trường. Qua đó, Dịch vụ hậu cần 4.0 giúp doanh nghiệp dễ dàng tiếp cận với nhu cầu của khách hàng. Điều này sẽ giúp cải thiện mức độ dịch vụ khách hàng, tối ưu hóa sản xuất và giảm chi phí lưu giữ và sản xuất. Dịch vụ hậu

---

1. Colantoni, A., Cecchini, M., Egidi, G., Saporito, M.G. and Zambon, I. (2019), "Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs", Processes, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Vol. 7 No. 1, p. 36.

cần 4.0 sẽ thay đổi theo công nghệ thực tế, do đó, đánh giá Dịch vụ hậu cần 4.0 dựa trên hiện trạng của công nghệ hiện có là một yêu cầu hết sức cần thiết.

Mô hình Dịch vụ hậu cần 4.0 là kết quả của việc tăng cường sử dụng Internet cho phép giao tiếp giữa các máy móc với con người theo thời gian thực. Dịch vụ hậu cần 4.0 được thực hiện hiệu quả dựa trên các ứng dụng sau: Lập kế hoạch nguồn lực, Hệ thống quản lý kho, Hệ thống quản lý vận tải, Hệ thống giao thông thông minh và Bảo mật thông tin[1].

2.2.4. Đối với người dân

Thách thức lớn của Cách mạng công nghiệp 4.0 đối với người dân là việc phát triển các kỹ năng phù hợp trong điều kiện thay đổi. Học tập suốt đời và "tư duy mở" về sự thay đổi công nghệ là những yếu tố quan trọng để tiếp nhận thành công những thành quả từ Cách mạng công nghiệp 4.0.

Học tập suốt đời cho Cách mạng công nghiệp 4.0: ở cấp độ trường mẫu giáo (trẻ em có quyền truy cập vào các thiết bị thông minh; chơi với robot; làm quen với máy tính, điện thoại thông minh...); ở cấp độ trường tiểu học (học sinh cần hiểu các cơ hội và rủi ro của thế giới kỹ thuật số; học cách tự phát triển năng lực để hưởng lợi từ thế giới kỹ thuật số); ở cấp độ trung học cơ sở (học sinh cần học cách lập trình và phát triển năng lực trong các công nghệ kỹ thuật số quan trọng để làm chủ cuộc sống trong một thế giới kỹ thuật số); ở cấp độ đào tạo nghề (được đào tạo về các công nghệ quan trọng của Cách mạng công nghiệp 4.0 để có thể áp dụng trong công việc).

Bên cạnh đó, quá trình học tập suốt đời cũng được thực hiện thông qua hoạt động luôn cập nhật kiến thức (mở rộng, làm chủ kiến thức về các công nghệ liên quan đến Cách mạng công

---

1. Barreto L. Amarala, A., Pereiraa, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview, Procedia Manufacturing 13:1245–1252.

nghiệp 4.0 trong tương lai; duy trì tuy duy "mở" về Cách mạng công nghiệp 4.0 để đáp ứng với các điều kiện thay đổi...); hoạt động giáo dục học thuật (đào tạo về các công nghệ quan trọng liên quan đến Cách mạng công nghiệp 4.0 để có thể phát triển và đổi mới chúng).

Giáo dục để sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 cần được thúc đẩy vì lợi ích của tất cả các bên liên quan. Kinh nghiệm áp dụng các phương pháp tiếp cận giáo dục để sẵn sàng cho Cách mạng công nghiệp 4.0 của một số quốc gia như sau:

- Phần Lan dạy trẻ em ở trường tiểu học cách viết dựa trên máy tính bảng không còn dùng bút và giấy.

- OEM châu Âu đang phát triển các chương trình đào tạo nội bộ để nâng cao trình độ của nguồn nhân lực.

- Ủy ban Châu Âu: Nghiên cứu và đổi mới sáng tạo về các công nghệ chính cho Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Đức giới thiệu chương trình, môn học mới về Cách mạng công nghiệp 4.0 trong chương trình giáo dục trung học.

Ví dụ, về việc giới thiệu robot cho trẻ em mẫu giáo: Giáo sư Sami Haddadin (Technical University of Munich, TUM) cho rằng: "Khi chúng ta lớn lên với máy tính, thế hệ tiếp theo sẽ lớn lên với robot". Sở thích nghiên cứu của ông bao gồm thiết kế robot thông minh, học robot, trí tuệ tập thể, tương tác giữa người và robot, điều khiển phi tuyến, lập kế hoạch thời gian thực, điều khiển tối ưu, cơ chế thần kinh của con người và an toàn cho robot... Giáo sư Sami Haddadin làm thí nghiệm: Ban đầu đứa trẻ sợ, nhưng sau đó đứa trẻ quay lại chơi với robot.

3. Hệ sinh thái Cách mạng công nghiệp 4.0 và mô hình chuyển đổi Cách mạng công nghiệp 4.0

3.1. Hệ sinh thái Cách mạng công nghiệp 4.0

Cách mạng công nghiệp 4.0 tận dụng các công nghệ mới nhất, tiềm năng của kỹ thuật số, của IoT để truy cập dữ liệu ở

mọi lúc và mọi nơi trong chuỗi cung ứng. Mức độ kết nối kỹ thuật số cao trên toàn bộ chuỗi cung ứng đầu cuối, từ khách hàng cho đến nhà sản xuất, nhà phân phối, doanh nghiệp hậu cần và nhà cung cấp các loại... cho phép thế giới tiến tới một cuộc cách mạng công nghiệp mới, Cách mạng công nghiệp 4.0.

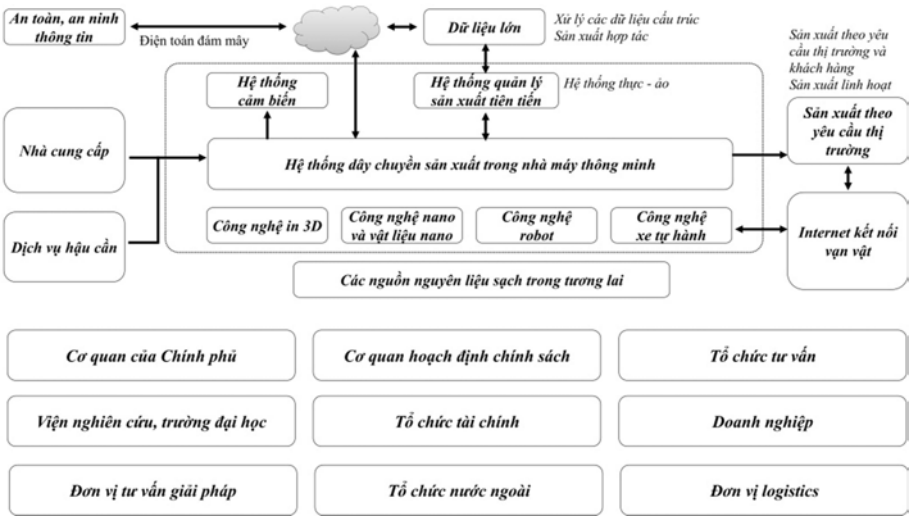
Doanh nghiệp bắt đầu phát triển tầm nhìn, chiến lược và kế hoạch hành động nhằm tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Những doanh nghiệp có thể làm chủ mức độ kết nối kỹ thuật số cao sẽ tạo ra lợi thế cạnh tranh so với các doanh nghiệp khác. Lợi thế này sẽ thể hiện ở khả năng nâng cao mức độ phục vụ khách hàng của doanh nghiệp, cải thiện hiệu suất và năng suất hoạt động của doanh nghiệp, tạo ra kết quả tài chính tốt hơn và nền tảng cho sự phát triển của doanh nghiệp trong tương lai.

Một trong các nhiệm vụ quan trọng là hình thành đội ngũ chuyên gia tư vấn. Nhiều doanh nghiệp sẽ có các chuyên gia trong Cách mạng công nghiệp 4.0 để cung cấp các dịch vụ nhằm giúp các doanh nghiệp "kích hoạt" hoạt động này. Tháp điều khiển, dữ liệu lớn, phân tích, IoT, sản xuất thông minh và chuỗi cung ứng kỹ thuật số... là tất cả các yếu tố quan trọng của Cách mạng công nghiệp 4.0.

Có thể nói, hệ sinh thái Cách mạng công nghiệp 4.0 là một trong những nội dung quan trọng cần được các quốc gia quan tâm, hướng tới triển khai trong thời gian tới (xem Hình 1.5).

Hệ sinh thái Cách mạng công nghiệp 4.0 vừa đòi hỏi doanh nghiệp tự có kế hoạch chuyển đổi sản xuất, vừa cần có sự hỗ trợ, chia sẻ, cộng tác từ doanh nghiệp khác (đặc biệt là doanh nghiệp tư vấn, doanh nghiệp về giải pháp) để hướng tới sản xuất thông minh hơn. Bên cạnh đó cần sự đồng hành của cơ quan nhà nước, cần có cơ cơ chế chính sách cụ thể hơn về Cách mạng công nghiệp 4.0. Ngoài ra, vai trò của các viện nghiên cứu, trường đại học... cũng giúp doanh nghiệp có thêm những lựa chọn về triển khai công nghệ, kết nối kết quả nghiên cứu

với sản xuất. Cùng với đó, sự kết nối với các tổ chức quốc tế có ý nghĩa quan trọng trong việc giúp doanh nghiệp kết nối hệ thống sản xuất, kết nối sản phẩm với chuỗi cung ứng sản phẩm toàn cầu.



Hình 1.5: Hệ sinh thái Cách mạng công nghiệp 4.0

Do đó, nếu một doanh nghiệp đang làm việc trên bất kỳ một hoặc nhiều lĩnh vực trong số này, doanh nghiệp cần xem xét việc xây dựng một chiến lược Cách mạng công nghiệp 4.0 bao quát hơn, toàn diện hơn[1].

3.2. Mô hình chuyển đổi sang Cách mạng công nghiệp 4.0

3.2.1. Mô hình Trung tâm đổi mới kỹ thuật số (DIH)

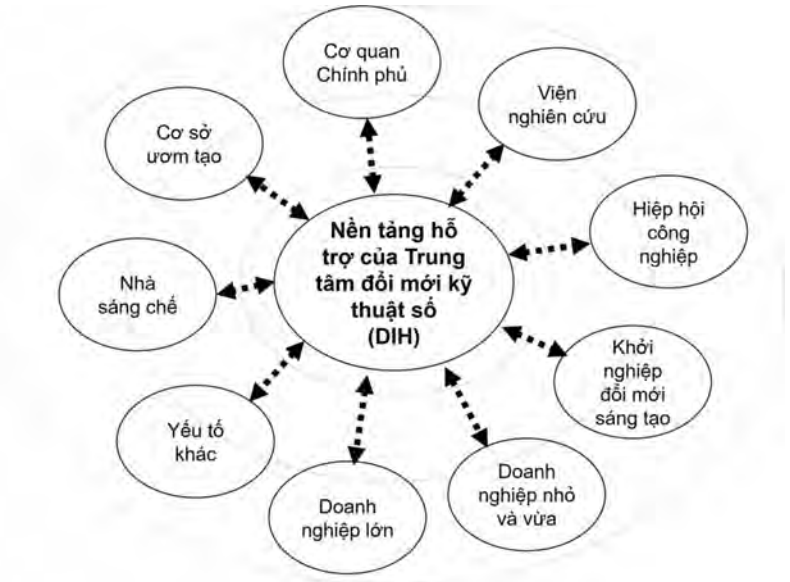
Đức là một trong các quốc gia đầu tiên trên thế giới thực hiện các giải pháp chuyển đổi sang Cách mạng công nghiệp 4.0. Do đó, có thể tập trung nghiên cứu mô hình Trung tâm đổi mới kỹ thuật số (Digital Innovation Hubs, DIH) của Học viện Quản lý đổi mới châu Âu.

1. https://supplychaingamechanger.com/industry-4-0-ecosystem-infographic/

Hiện nay, Học viện Quản lý đổi mới châu Âu đang tham gia vào việc phát triển tiêu chuẩn ISO về quản lý đổi mới sáng tạo để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Các tiêu chuẩn về quản lý đổi mới sáng tạo và tiêu chuẩn về đánh giá quản lý đổi mới đã được công bố nhằm đánh giá các điểm mạnh, điểm yếu của doanh nghiệp tuân thủ các tiêu chuẩn này trong quản lý đổi mới sáng tạo.

Dựa trên nhu cầu của các doanh nghiệp ở châu Âu, Ủy ban châu Âu đã xác định một tầm nhìn chung cho các DIH.

Vậy các DIH có thể tạo điều kiện cho việc chuyển đổi sang Cách mạng công nghiệp 4.0 như thế nào? (xem Hình 1.6)



Hình 1.6: Nền tảng hỗ trợ của DIH[1]

DIH là giải pháp "một cửa" giúp các doanh nghiệp nâng cao năng lực cạnh tranh hơn, thông qua việc tối ưu hóa, tích hợp các

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-innovation-hubs

quy trình sản xuất và kinh doanh, tạo ra các sản phẩm hoặc dịch vụ dựa trên việc sử dụng công nghệ kỹ thuật số. DIH dựa trên cơ sở hạ tầng công nghệ và cung cấp các kiến thức, chuyên môn và công nghệ kỹ thuật số mới nhất để hỗ trợ doanh nghiệp các hoạt động thử nghiệm.

DIH cũng hỗ trợ tài chính để doanh nghiệp thực hiện các hoạt động đổi mới sáng tạo trong chuỗi giá trị. DIH hoạt động như một "điểm liên lạc" theo cơ chế "một cửa" trong châu Âu, thúc đẩy hợp tác đa phương trong khu vực (bao gồm các tổ chức như trường đại học, hiệp hội ngành công nghiệp, phòng thương mại, vườn ươm, cơ quan tư vấn và chính phủ...). DIH có mối liên kết chặt chẽ với các nhà cung cấp dịch vụ bên ngoài khu vực.

Sáng kiến thành lập các DIH sẽ thúc đẩy phát triển nền công nghiệp của các quốc gia thành viên châu Âu (ở các quy mô nhỏ hay lớn, trình độ công nghệ cao hay thấp...) nắm bắt các cơ hội của cách mạng công nghệ kỹ thuật số. Ủy ban châu Âu dự kiến sẽ dành 500 triệu euro trong 5 năm từ nguồn ngân sách Horizon 2020 để hỗ trợ phát triển DIH. Mong muốn của Ủy ban là tất cả các doanh nghiệp sẽ được các DIH trong khu vực hỗ trợ, thông qua đó doanh nghiệp có thể truy cập vào hệ thống DIH để đánh giá năng lực số hóa, các sản phẩm và dịch vụ của các tổ chức. Hơn nữa, việc cung cấp dịch vụ của các trung tâm hiện tại được tăng cường thông qua mạng lưới DIH châu Âu[1].

Các DIH đóng một vai trò quan trọng trong việc hiện thực hóa các chiến lược thông minh của các quốc gia khu vực. Trong khoảng thời gian 5 năm, hơn 400 DIH được thành lập ở châu Âu, trong đó hơn 200 DIH đã hoạt động với đầy đủ chức năng. Từ năm 2016 đến năm 2021, EC sẽ đầu tư 500 triệu euro vào các DIH để hỗ trợ doanh nghiệp các gói giải pháp thị trường kỹ thuật số (Digital Single Market package)[2].

1, 2. https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-innovation-hubs

Ví dụ về một DIH ở Đan Mạch:

Trường hợp của MADE, một DIH ở Copenhagen, cho thấy Hubs có thể hỗ trợ sản xuất cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ như thế nào?

Các giá trị từ MADE:

- Về kiến thức: MADE tạo ra kiến thức mới về công nghệ sản xuất, số hóa và quản lý và ứng dụng trong ngành sản xuất của Đan Mạch.

- Về công nghệ: MADE giới thiệu các doanh nghiệp sản xuất của Đan Mạch về các công nghệ, phương pháp và quy trình mới nhất và cung cấp quyền truy cập cho các chuyên gia, cơ sở thử nghiệm và các dự án điển hình.

- Về các giải pháp hỗ trợ cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ: MADE giúp các doanh nghiệp vừa và nhỏ thực hiện các phương pháp và công nghệ tiên tiến, kết nối với các chuyên gia hàng đầu, các đối tác thực hiện dự án.

- Về hợp tác quốc tế: đại diện cho các dự án của EU, là nền tảng quốc gia để chia sẻ kiến thức và đổi mới trong sản xuất.

- Về kết nối mạng: tạo kết nối giữa các doanh nghiệp, chuyên gia và tổ chức giáo dục hàng đầu ở trong nước và quốc tế.

Tác động của MADE (kể từ năm 2014) [1]:

- Hơn 4.000 người đam mê sản xuất (được truyền cảm hứng và tiếp thu kiến thức mới) và các doanh nghiệp vừa và nhỏ (được hỗ trợ triển khai các công nghệ mới).

- 17 Hội nghị đổi mới sáng tạo.

- 12 phòng thí nghiệm mở.

- 12 chuyến thăm doanh nghiệp.

- 35 dự án trình diễn cho doanh nghiệp nhỏ.

3.2.2. Thiết lập một mạng lưới DIH

Giá trị và lợi ích của DIH là rõ ràng. Tuy nhiên, làm thế nào để mô hình DIH có thể hoạt động được hiệu quả trong thực tế?

---

1. https://en.made.dk/about-made/

Những yếu tố nào phải được tính đến khi thiết lập DIH? Làm thế nào để xác định phạm vi hoạt động của DIH? Làm thế nào có thể xây dựng một mạng lưới DIH hiệu quả? Làm thế nào các DIH được duy trì và nhận được tài trợ?

Nội dung này đề xuất xây dựng mô hình vận hành của DIH cho các quốc gia hoặc khu vực.

- *Bước 1:* Xác định nhu cầu khu vực và xác định mô hình khu vực phù hợp nhất

Mô hình này cần đáp ứng các yêu cầu sau:

+ Xác định mục tiêu khu vực: Những ngành công nghiệp nào cần hỗ trợ trong khu vực? Bao gồm những loại hình doanh nghiệp thuộc lĩnh vực nào?

+ Xác định nhu cầu của ngành: Các vấn đề và thách thức mà các doanh nghiệp phải đối mặt trong khu vực là gì? Những công cụ cần thiết để giải quyết các thách thức này? Yêu cầu các dịch vụ hỗ trợ gì?

+ Xác định các đặc điểm đặc trưng của khu vực: Điểm mạnh và lợi thế chính của khu vực là gì? (Ví dụ: công nghệ cơ điện tử, mô phỏng, in 3D, cộng đồng khởi nghiệp...)? Những đơn vị, tổ chức hỗ trợ nào đã có sẵn trong khu vực? (Ví dụ: viện nghiên cứu, thử nghiệm, dây chuyền thí điểm...).

Mô hình nên bao gồm các phân tích, đánh giá về khoảng cách giữa nhu cầu và hiện trạng hiện có.

- *Bước 2:* Phát triển tầm nhìn

Bước tiếp theo là việc các bên liên quan (bao gồm cả các bên trong các ngành, lĩnh vực công nghiệp) cùng nhau phát triển tầm nhìn về chuyển đổi kỹ thuật số trong khu vực, trên cơ sở đó sẽ xác định vai trò của DIH.

Thúc đẩy các bên liên quan (chính quyền địa phương, hiệp hội ngành công nghiệp, trung tâm năng lực, khu ươm tạo công nghệ...) tham gia vào các chương trình, dự án, sáng kiến của quốc gia, khu vực về các vấn đề số hóa... để đảm bảo rằng tầm nhìn của DIH sẽ được chia sẻ bởi những thành viên, tổ chức này.

Trong phát triển tầm nhìn, vấn đề cần đặt ra là phương thức phối hợp của DIH với chính quyền địa phương và với các cơ quan quốc gia để thúc đẩy số hóa đối với các dịch vụ cần thiết. Tầm nhìn của DIH cần xác định một cách thức phối hợp tốt nhất nhằm thúc đẩy các kỹ năng, năng lực của các bên liên quan. Các mối quan hệ hợp tác của DIH có mục tiêu:

+ Xác định nhu cầu của các doanh nghiệp, khách hàng địa phương;

+ Kết nối các nhà cung cấp công nghệ và các ngành công nghiệp, người dùng;

+ Liên kết các bên liên quan trong toàn bộ chuỗi giá trị;

+ Hình thành hệ thống mạng liên kết, cung cấp dịch vụ hỗ trợ doanh nghiệp;

+ Kết nối các DIH khác và với các nền tảng công nghiệp kỹ thuật số.

DIH hỗ trợ các dịch vụ kết nối nhu cầu của doanh nghiệp với công nghệ và mô hình kinh doanh. Ví dụ, DIH giúp các doanh nghiệp vừa và nhỏ khởi nghiệp có thể tiếp xúc với các đối tác trong chuỗi cung ứng, tiếp cận các dịch vụ tài chính để hỗ trợ đổi mới sản phẩm và dịch vụ. Qua đó, DIH giúp doanh nghiệp vừa và nhỏ khởi nghiệp hình thành một kênh phát triển riêng của doanh nghiệp.

DIH giúp doanh nghiệp xác định các mục tiêu dài hạn như: phân tích và đánh giá chi tiết các đặc điểm của các doanh nghiệp; nắm bắt thông tin nguồn nhân lực hiện có của doanh nghiệp; xem xét nhu cầu đào tạo của doanh nghiệp là các khía cạnh quan trọng; mô hình kinh doanh riêng của DIH...

- *Bước 3:* Phát triển DIH dựa trên nguồn lực có sẵn trong khu vực

DIH được phát triển dựa trên những sáng kiến hoặc dự án hiện có. DIH tập hợp các thông tin hiện có hình thành một

lượng thông tin lớn, quan trọng về khả năng, nguồn lực và "kinh nghiệm" có sẵn, đặc biệt là "kinh nghiệm" cung cấp dịch vụ cho các doanh nghiệp.

- *Bước 4:* Xác định các dịch vụ của DIH

Trong giai đoạn đầu tiên, DIH có thể cung cấp các dịch vụ hỗ trợ doanh nghiệp để thử nghiệm các công nghệ cần thiết trong hoạt động đổi mới sáng tạo, qua đó giúp doanh nghiệp tiếp cận gần hơn với Cách mạng công nghiệp 4.0. Các hoạt động thử nghiệm liên quan chặt chẽ đến các nhà cung cấp dịch vụ và người tiêu dùng.

Các cơ chế, chính sách ưu đãi cần được xây dựng để khuyến khích doanh nghiệp vừa và nhỏ tham gia DIH.

DIH cũng cần cung cấp các dịch vụ giúp doanh nghiệp xây dựng kỹ năng, tìm được đối tác kinh doanh mới và khách hàng.

- *Bước 5:* Xây dựng liên kết và thiết lập cộng tác

Khi DIH đã hoạt động, vận hành ổn định. Bước tiếp theo sẽ tập trung vào xây dựng các mối liên kết và thiết lập cộng tác với các DIH khác để bổ sung, hỗ trợ các năng lực còn thiếu, phát triển dịch vụ và công cụ mới của DIH. DIH có thể hợp tác theo một số cách sau:

+ Phát triển cách tiếp cận chung để cung cấp dịch vụ.

+ Phát triển các dịch vụ và giải pháp chung.

+ Xác định các thực tiễn tốt nhất (Best Practices) và các lĩnh vực xuất sắc về năng lực để phát triển liên kết của DIH.

+ Xây dựng các chương trình trao đổi giữa các DIH hoặc giữa các doanh nghiệp, khách hàng.

+ Thiết lập một "cơ chế mới" để doanh nghiệp sử dụng các dịch vụ từ DIH khác.

Để mở rộng thị trường, sự phát triển hợp tác các DIH giữa các khu vực được thực hiện thông qua các chuỗi cung ứng "xuyên biên giới".

- *Bước 6:* Cung cấp dịch vụ và đánh giá tác động

Sau khi DIH cung cấp các dịch vụ, việc xác định các chỉ số để đo lường, đánh giá tác động của các DIH là hết sức cần thiết. Các chỉ số này liên quan đến hoạt động kinh doanh của các doanh nghiệp được DIH hỗ trợ. Các chỉ số cũng là một công cụ để cải thiện hoạt động của DIH và các dịch vụ mà DIH cung cấp.

Hướng dẫn thiết lập một mạng lưới các DIH được tóm tắt trong Hình 1.7. Đó là một quá trình lặp đi lặp lại, dẫn đến việc hình thành một hệ sinh thái DIH bền vững trong một quốc gia và trong khu vực.

Hình 1.7: Hướng dẫn thiết lập một mạng lưới các DIH[1]

Tính bền vững của DIH được thể hiện ở một số đặc điểm sau:

+ Có danh mục cung cấp dịch vụ đáp ứng nhu cầu của ngành, lĩnh vực công nghiệp trong quốc gia, khu vực.

+ Có sự hợp tác chặt chẽ và thành công với các bên liên quan trong hệ sinh thái (như: trường đại học, phòng thương mại,

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-innovation-hubs

trung tâm đào tạo, chuyên gia tư vấn, doanh nghiệp cung cấp giải pháp công nghệ thông tin, doanh nghiệp kỹ thuật số...).

+ Được các doanh nghiệp trong quốc gia, khu vực chủ động tiếp cận để tư vấn, hỗ trợ.

+ Có "văn hóa" trọng dụng nhân tài tại DIH; có cơ sở dữ liệu kết nối, hợp tác với những người tài trong quốc gia, khu vực.

+ Trở thành một "thỏi nam châm" thu hút doanh nghiệp tham gia, qua đó hình thành hệ sinh thái nhằm hỗ trợ các doanh nghiệp phát triển đổi mới sáng tạo.

+ Tích cực hợp tác với các DIH ở các quốc gia, khu vực khác.

+ Có khả năng tự duy trì tài chính, dựa trên mô hình kinh doanh kết hợp giữa đầu tư tài chính công và từ tư nhân. Đầu tư công được thực hiện theo hướng tối đa hóa lợi ích kinh tế và giảm thiểu rủi ro hoặc thất bại. Do đó, các cơ quan có chức năng cần thực hiện đánh giá mức độ bền vững của DIH trong thời gian dài mà không có nguồn đầu tư tài chính công[1].

---

1. https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/dei_working_group1_report_june2017_0.pdf

Chương 2

CHỈ SỐ SẴN SÀNG TIẾP CẬN CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

1. Tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

Về cơ bản, có ba "hiện tượng" của doanh nghiệp mà dễ dàng nhận thấy trong bối cảnh doanh nghiệp tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Cụ thể như sau:

Một là, doanh nghiệp ý thức được Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ tác động đến việc chuyển đổi sản xuất.

Hai là, số lượng các doanh nghiệp tiếp cận, áp dụng theo Cách mạng công nghiệp 4.0 ngày càng tăng (theo các báo cáo gần đây, một tỷ lệ cao (từ 60% đến 80%) các doanh nghiệp ở châu Âu và châu Á đều có kế hoạch dự kiến triển khai các giải pháp Cách mạng công nghiệp 4.0 vào năm 2020).

Ba là, Cách mạng công nghiệp 4.0 vẫn được doanh nghiệp xem là một vấn đề mới với nhiều "bí ẩn" (nhiều doanh nghiệp vẫn chưa quen thuộc với các khái niệm về Cách mạng công nghiệp 4.0; doanh nghiệp không biết làm thế nào để bắt đầu tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0; doanh nghiệp còn lúng túng, thiếu cách tiếp cận có hệ thống đối với Cách mạng công nghiệp 4.0...).

Cách mạng công nghiệp 4.0 hình thành một môi trường "siêu kết nối" và thông minh, vượt ra khỏi phạm vi của sản xuất truyền thống. Trong đó, quá trình tự động hóa và các

hoạt động tương tác không chỉ xảy ra trong hoạt động sản xuất của nhà máy, mà diễn ra dọc theo chuỗi giá trị (gồm: nhà cung cấp, nhà vận chuyển, nhà bán lẻ, khách hàng...) trong suốt vòng đời sản phẩm.

Cách mạng công nghiệp 4.0 thúc đẩy các nhà máy sản xuất chuyển đổi sang mô hình nhà máy thông minh. Nhà máy thông minh là một quan điểm trọng tâm, xuyên suốt của Cách mạng công nghiệp 4.0.

Nhà máy thông minh cho phép thực hiện các giao tiếp từ máy tới máy (M2M) dựa trên nền tảng IoT nhằm mục tiêu tăng khả năng tự động hóa, cải thiện hoạt động kết nối, giao tiếp và giám sát quá trình sản xuất trong nhà máy. Bên cạnh đó, các nhà máy thông minh hỗ trợ thực hiện các cấp độ "tự chẩn đoán" và phân tích để tối ưu hóa hiệu quả, nâng cao khả năng tích hợp chuỗi giá trị và tăng cường mức độ "thông minh" của hệ thống sản xuất. Như vậy, có thể thấy rằng, nhà máy thông minh là một trong những phương thức tiếp cận mới của doanh nghiệp đối với Cách mạng công nghiệp 4.0.

Doanh nghiệp thực hiện việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 thông qua một số bước chính sau:

- Bước 1: Xây dựng khả năng tương tác: hệ thống thực - ảo, máy móc, thiết bị và con người trong các nhà máy thông minh có khả năng kết nối và liên lạc với nhau thông qua IoT và IoS.

- Bước 2: Thực hiện ảo hóa: Một bản sao ảo của nhà máy thông minh được tạo ra bằng cách sử dụng các dữ liệu thu được từ hệ thống cảm biến và công nghệ mô phỏng. Các dữ liệu được sử dụng để mô phỏng mô hình của nhà máy trên một không gian ảo. Nhà máy thực và nhà máy ảo được kết nối với nhau.

- Bước 3: Xây dựng và triển khai mô hình phân cấp: sử dụng hệ thống thực - ảo trong các nhà máy thông minh giúp doanh nghiệp tự đưa ra quyết định chính xác, có hiệu quả cao nhất.

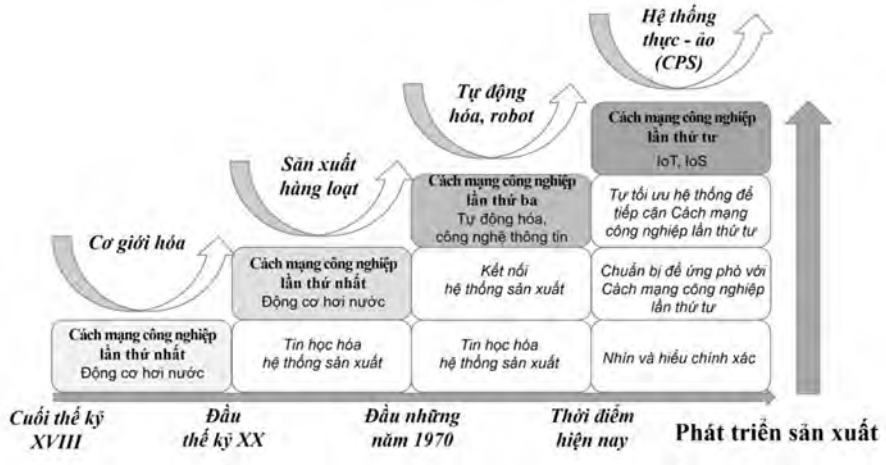
- Bước 4: Kết nối theo thời gian thực: cung cấp, thu thập và phân tích dữ liệu về thông tin trong quá trình sản xuất thực tế của nhà máy theo thời gian thực.

- Bước 5: Xây dựng các giải pháp dịch vụ: cung cấp dịch vụ (của hệ thống thực - ảo, máy móc, thiết bị và con người... trong nhà máy thông minh) thông qua IoS.

- Bước 6: Hình thành các môđun riêng lẻ: bảo đảm khả năng thích ứng linh hoạt của các nhà máy thông minh đáp ứng các yêu cầu của khách hàng và thị trường.

Một trong các đặc điểm của doanh nghiệp trong bối cảnh tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 là tính linh hoạt. Linh hoạt là một đặc tính mang tính chiến lược và ngày càng trở nên quan trọng đối với sự thành công của doanh nghiệp. Tính linh hoạt biểu thị khả năng thực hiện các thay đổi trong doanh nghiệp theo thời gian thực, bao gồm các thay đổi hệ thống cơ bản cho mô hình kinh doanh của doanh nghiệp.

Doanh nghiệp có thể tận dụng các tiềm năng đa dạng trên con đường phát triển đến Cách mạng công nghiệp 4.0 (xem Hình 2.1).



Hình 2.1: Doanh nghiệp và con đường tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

Trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0, mô hình chuyển đổi sang nhà máy thông minh sẽ có các chức năng và mục tiêu mới:

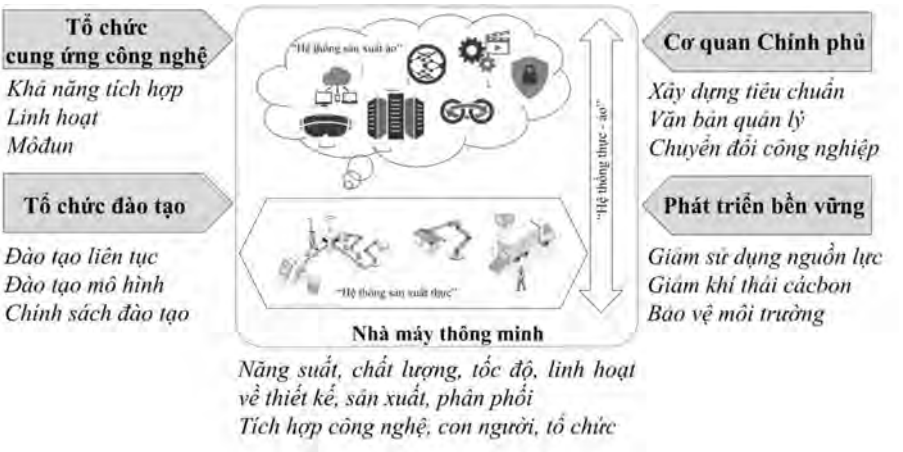
- Quản lý chất lượng "thế hệ mới" bao gồm: kiểm soát theo mô hình khép kín, bảo đảm khả năng truy xuất nguồn gốc đối với sản phẩm. Trong quản lý chất lượng "thế hệ mới", thuật ngữ "tuân thủ thông số kỹ thuật" sẽ được chuyển sang thuật ngữ "sự hài lòng của khách hàng".

- Tích hợp con người, quy trình và công nghệ theo chuỗi giá trị sẽ thúc đẩy năng suất lên "một tầm cao mới".

- Rút ngắn chu kỳ đổi mới sản phẩm, rút ngắn "thời gian thu lợi nhuận" từ sản phẩm.

- Hệ thống sản xuất linh hoạt theo chuỗi giá trị sẽ cho phép nhà máy thông minh thực hiện sản xuất hàng loạt hoặc sản xuất riêng lẻ tùy theo điều kiện thay đổi của thị trường và người tiêu dùng.

Trong bối cảnh của Cách mạng công nghiệp 4.0, nhà máy thông minh sẽ có sự tương tác mạnh mẽ với các bên có liên quan như nhà cung cấp công nghệ, cơ quan chính phủ, các cơ sở đào tạo, viện nghiên cứu, trường đại học... (xem Hình 2.2)



Hình 2.2: Tương tác của nhà máy thông minh với các bên có liên quan

Do đó, trong giai đoạn hiện nay, việc xây dựng mô hình để giúp các doanh nghiệp tại các quốc gia chuyển đổi sang mô hình nhà máy thông minh là hết sức cần thiết.

Để thực hiện chuyển đổi, trước hết, các doanh nghiệp cần được đào tạo những kiến thức cơ bản về Cách mạng công nghiệp 4.0, nhà máy thông minh, các công nghệ mới (IoT, dữ liệu lớn, mô phỏng...)... Trên cơ sở đó, doanh nghiệp cần đánh giá hiện trạng của doanh nghiệp đối với khả năng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 theo các tiêu chí cụ thể.

Căn cứ vào khả năng cân đối nguồn lực, doanh nghiệp tính toán "khoảng trống" của doanh nghiệp giữa hiện trạng hiện tại và mục tiêu tương lai...; xây dựng lộ trình, kế hoạch tiếp cận, áp dụng các công nghệ của Cách mạng công nghiệp 4.0.

Doanh nghiệp cần đánh giá tác động của hiệu quả kinh doanh lên mô hình sản xuất của doanh nghiệp, trên cơ sở đó, chỉ định các nhà cung cấp giải pháp để tư vấn, hỗ trợ doanh nghiệp nâng cao năng lực tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Doanh nghiệp xây dựng kế hoạch đào tạo nguồn nhân lực, đầu tư tăng cường trang thiết bị, công nghệ mới của Cách mạng công nghiệp 4.0... bảo đảm quá trình vận hành, quá trình sản xuất "thông tin" an toàn, đáp ứng mục tiêu hiệu suất và chất lượng, qua đó nâng cao năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0.

2. Xác định Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp

Cách mạng công nghiệp 4.0 đang là một chủ đề được các quốc gia trên thế giới quan tâm. Các doanh nghiệp cũng coi Cách mạng công nghiệp 4.0 là "đòn bẩy" để tăng cường tổ chức, năng suất và hoạt động kinh doanh một cách hiệu quả.

Tuy nhiên, khả năng tiếp cận, áp dụng Cách mạng công nghiệp 4.0 không đồng đều giữa các ngành và doanh nghiệp

khác nhau. Một số doanh nghiệp trong một quốc gia và trên toàn cầu đang "vật lộn" với khái niệm Cách mạng công nghiệp 4.0 và giá trị mà Cách mạng công nghiệp 4.0 có thể mang lại. Đối với các doanh nghiệp này, một số câu hỏi thường xuyên như: Cách mạng công nghiệp 4.0 là gì và làm thế nào Cách mạng công nghiệp 4.0 có thể mang lại lợi ích cho doanh nghiệp? Doanh nghiệp nên bắt đầu từ đâu? Khoảng trống của doanh nghiệp để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 là gì? Cơ hội của doanh nghiệp ở đâu?...

Việc xác định hiện trạng mức độ tiếp cận của doanh nghiệp đối với Cách mạng công nghiệp 4.0 có vai trò quan trọng trong việc:

- Giúp doanh nghiệp trả lời được một số vấn đề cốt lõi về Cách mạng công nghiệp 4.0 như: khái niệm Cách mạng công nghiệp 4.0; những lợi ích hữu hình mà Cách mạng công nghiệp 4.0 có thể mang lại cho doanh nghiệp; mức độ tiếp cận đối với Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp; chiến lược, kế hoạch cải thiện mục tiêu hiện nay; lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 hiệu quả...

- Giúp các doanh nghiệp xác định thời điểm bắt đầu tiếp cận các "sáng kiến", công nghệ của Cách mạng công nghiệp 4.0, chuyển đổi số để mở rộng quy mô sản xuất bền vững của doanh nghiệp.

- Có chỉ số cụ thể xác định hiện trạng mức độ tiếp cận của doanh nghiệp đối với Cách mạng công nghiệp 4.0. Trên cơ sở đó, doanh nghiệp có thể xem xét toàn diện các yếu tố chính tác động đối với doanh nghiệp, bảo đảm sự cân bằng giữa mục tiêu và khả năng thực tế của doanh nghiệp trong bối cảnh của Cách mạng công nghiệp 4.0.

Do đó, Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 đã được phát triển để giải quyết những thách thức này. Hiện nay, trên thế giới, có khá nhiều các chỉ số đánh giá khả năng

sẵn sàng với Cách mạng công nghiệp 4.0 như: Chỉ số đánh giá năng suất iBench 4.0 của Đài Loan (Manufacturing Industry Productivity Again, iBench 4.0), Chỉ số đổi mới kỹ thuật số của Đức (Digital Innovation Quotient, DIQ), Chỉ số sẵn sàng cho ngành công nghiệp thông minh của Singapore (Smart Industry Readiness Index, SIRI)...

Dựa trên quá trình nghiên cứu và thảo luận với các chuyên gia đại diện cho các quốc gia là thành viên của Tổ chức năng suất châu Á tại Hội thảo xây dựng lộ trình tiếp cận công nghiệp 4.0 tổ chức tại Trung tâm năng suất của Đài Loan từ ngày 17/8/2019 đến ngày 23/8/2009, tác giả đã lựa chọn Chỉ số sẵn sàng cho ngành công nghiệp thông minh (Singapore) để mô tả chi tiết khả năng sẵn sàng của doanh nghiệp trong việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 trong cuốn sách này[1].

Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 thể hiện sự cân bằng giữa các yêu cầu kỹ thuật, công nghệ và khả năng ứng dụng trong thực tế, qua đó xác định mục tiêu tương lai cần đạt được của doanh nghiệp và các bước trung gian cần thiết để doanh nghiệp thực hiện cải tiến liên tục. Chỉ số này được đánh giá dựa trên 3 trụ cột cốt lõi (Công nghệ, Quy trình và Tổ chức). Chỉ số nhằm mục đích trang bị cho các doanh nghiệp kiến thức thực tế về:

- Cách mạng công nghiệp 4.0 và những lợi ích hữu hình mà Cách mạng công nghiệp 4.0 có thể mang lại.
- Mức độ trưởng thành (Maturity Levels) của doanh nghiệp (công nghệ, hệ thống tổ chức, hạ tầng kỹ thuật...).
- Cải thiện mục tiêu tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 và tăng năng suất của doanh nghiệp.

---

1. https://www.edb.gov.sg/en/news-and-events/news/advanced-manufacturing-release.html

Xem thêm Chỉ số đánh giá năng suất iBench 4.0 của Đài Loan và Chỉ số đổi mới kỹ thuật số của Đức tại Phụ lục 1 của cuốn sách.

Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 được xây dựng trên cơ sở nghiên cứu, đánh giá các tài liệu có liên quan đến Cách mạng công nghiệp 4.0 (bao gồm: các báo cáo, nghiên cứu tổng quan, khảo sát các mô hình kinh doanh...).

Để đảm bảo tính khả thi và các thông số kỹ thuật, Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 cần được nghiên cứu, xây dựng với sự tham gia của các cố vấn, chuyên gia từ các ngành công nghiệp, các chuyên gia công nghệ, các nhà nghiên cứu từ các trường đại học, viện nghiên cứu, các nhà chính sách kinh tế, tài chính, các cơ quan trung gian,... và doanh nghiệp.

Sau đó, Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ được đánh giá thí điểm với một nhóm các doanh nghiệp (bao gồm: các doanh nghiệp vừa và nhỏ (SME) đến các tập đoàn đa quốc gia (Multi-National Corporations, MNC), bao gồm cả các cơ sở sản xuất nhỏ lẻ...) để xem xét, so sánh khả năng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp này.

Thông qua các hội thảo chuyên môn, ý kiến thảo luận của đội ngũ chuyên gia quản lý, chuyên gia kỹ thuật và vận hành cấp cao, các nhà hoạch định chính sách...., đội ngũ xây dựng Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ nghiên cứu, điều chỉnh cho phù hợp với điều kiện thực tiễn của từng quốc gia.

Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 được xây dựng dựa trên Mô hình kiến trúc tham chiếu về Công nghiệp 4.0 (Reference Architectural Model for Industry 4.0, RAMI 4.0) được phát triển bởi Plattform Industrie 4.0.

RAMI 4.0 đã được các chuyên gia hàng đầu về sản xuất thông minh và các Hiệp hội uy tín tôn trọng, chính thức thừa nhận là Mô hình kiến trúc tham chiếu, thể hiện tốt nhất các khái niệm và đặc điểm chính của Cách mạng công nghiệp 4.0. Ngoài RAMI 4.0, các nghiên cứu khác cũng mô tả về mô hình Công nghiệp 4.0 bao gồm: chỉ số trưởng thành của Doanh nghiệp 4.0 (Industrie 4.0 Maturity Index) được phát triển bởi

Viện Khoa học và Kỹ thuật Đức (German Academy of Science and Engineering, Acatech); mô hình Bersin để phát triển vốn nhân lực của Deloitte...

RAMI 4.0 cho phép mọi đối tượng tham gia vào sản xuất thông minh, Cách mạng công nghiệp 4.0 sử dụng chung một hệ chuẩn để có thể trao đổi, tương tác với nhau. RAMI 4.0 mô tả:

- Vòng đời và dòng giá trị (Life cycle & value stream) của các thiết bị sản xuất và sản phẩm được mô tả dựa trên tiêu chuẩn IEC 62890, được chia thành 6 lớp:

+ Lớp tài sản (Asset Layer): bao gồm các thiết bị, máy móc, tài sản, con người trong không gian thực.

+ Lớp tích hợp (Integration Layer): thực hiện việc số hóa, ảo hóa các thiết bị, máy móc, tài sản trong Lớp tài sản.

+ Lớp giao tiếp (Communication Layer): định nghĩa các phương thức giao tiếp đảm bảo các đối tượng trong Lớp tài sản giao tiếp được với nhau.

+ Lớp thông tin (Information Layer): thực hiện việc lưu trữ các thông tin cần thiết phục vụ công tác quản lý, điều hành, theo dõi và điều khiển của Lớp tài sản.

+ Lớp chức năng (Functional Layer): bao gồm các chức năng hoạt động của Lớp tài sản đã được số hóa, ảo hóa.

+ Lớp kinh doanh (Buniness Layer): bao gồm các quy trình về các hoạt động sản xuất, kinh doanh của doanh nghiệp.

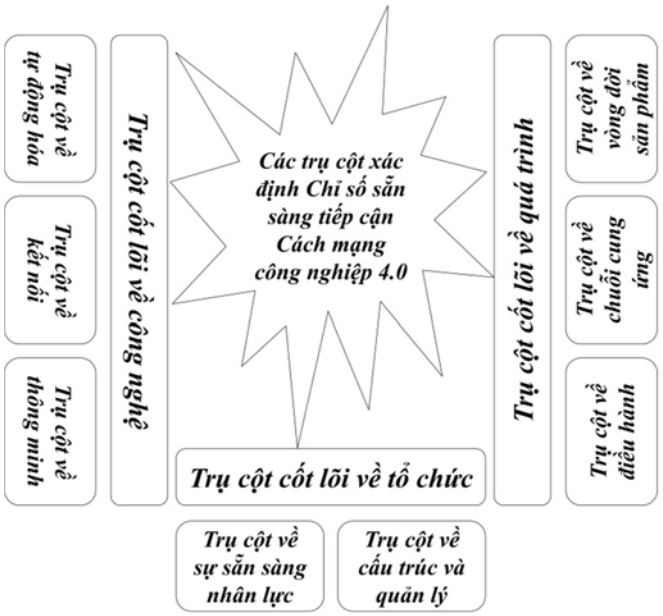
- Phân cấp (Hierarchy Levels) được phát triển từ tiêu chuẩn IEC 62264 về mô hình phân cấp các hệ thống tự động hóa và công nghệ thông tin của một doanh nghiệp cấp sản phẩm (Product) đến cấp kết nối toàn cầu (Connected world).

Có thể nói, hiện nay, RAMI 4.0 là mô hình tham chiếu đã được chuẩn hóa và sử dụng rộng rãi trên thế giới, cho phép mô tả toàn bộ các khía cạnh quan trọng của sản xuất thông minh, Cách mạng công nghiệp 4.0.

3. Các trụ cột xác định Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 được xác định dựa trên 03 trụ cột cốt lõi và 08 trụ cột chính.

Ba trụ cột cốt lõi trong Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 gồm: trụ cột cốt lõi về công nghệ, trụ cột cốt lõi về quá trình và trụ cột cốt lõi về tổ chức. Ba trụ cột cốt lõi này phải được áp dụng để đánh giá cho bất kỳ doanh nghiệp nào để xem xét khả năng sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, khả năng chuyển đổi thành mô hình nhà máy thông minh trong tương lai.



Hình 2.3: Các yếu tố trong Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0[1]

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: The Singapore Smart Industry Readiness Index, EDB Singapore.

Ba trụ cột cốt lõi được xem xét để đánh giá tiềm năng của doanh nghiệp trong việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 (xem Hình 2.3).

Nền tảng của 3 trụ cột cốt lõi là 8 trụ cột chính, đại diện cho các vấn đề quan trọng mà các doanh nghiệp phải quan tâm, cải thiện để nâng cao khả năng sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp.

3.1. Trụ cột cốt lõi về công nghệ

Tiến bộ công nghệ là nền tảng của ba cuộc cách mạng công nghiệp lớn gần đây. Việc phát hiện ra năng lượng hơi nước đã cho phép "bùng nổ" Cách mạng công nghiệp lần thứ nhất, trong khi những đổi mới về năng lượng điện đã "xúc tác" cho Cách mạng công nghiệp lần thứ hai. Theo cách tương tự, Cách mạng công nghiệp lần thứ ba được hỗ trợ "đắc lực" bởi sự ra đời của các hệ thống điện tử và công nghệ thông tin. Các tiến bộ công nghệ này đã cho phép các doanh nghiệp dễ dàng thực hiện được quá trình sản xuất với mức độ chính xác và hiệu quả cao thông qua các hệ thống tự động hóa.

Có thể nói, công nghệ là yếu tố quan trọng trong Cách mạng công nghiệp 4.0. Các công nghệ kỹ thuật số mới (như: dữ liệu lớn, điện toán đám mây, học máy, IoT...) đang tạo ra một ngành công nghiệp "siêu kết nối", nơi các máy móc, thiết bị sản xuất được tích hợp với các hệ thống kinh doanh, qua đó cho phép thực hiện các hoạt động trao đổi, phân tích dữ liệu một cách liên tục theo thời gian thực. Hệ thống thực - ảo hỗ trợ cho các nhà máy thông minh sản xuất nhanh hơn, linh hoạt hơn và "thông minh" hơn.

Để hiện thực hóa Cách mạng công nghiệp 4.0, dựa trên nền tảng sản xuất hiện tại, doanh nghiệp cần tiếp tục áp dụng các công nghệ mới để tăng cường mức độ kết nối, tự động hóa và "thông minh" hơn. Để cụ thể hóa vấn đề này, trụ cột cốt lõi về

công nghệ có thể được chia thành 03 trụ cột chính là: trụ cột về tự động hóa, trụ cột về kết nối và trụ cột về thông minh.

a) Trụ cột về tự động hóa

Tự động hóa (thông qua hoạt động ứng dụng công nghệ để giám sát, kiểm soát quá trình sản xuất, phân phối các sản phẩm và dịch vụ) là một đặc điểm nổi bật của Cách mạng công nghiệp lần thứ ba. Tự động hóa không chỉ giải phóng việc thực hiện các nhiệm vụ "lặp đi lặp lại" của người lao động mà còn tăng cường tốc độ, chất lượng, hiệu quả và tính nhất quán của quá trình sản xuất.

Trong giai đoạn hiện nay, tự động hóa vẫn tiếp tục là một công nghệ quan trọng, có tính quyết định đối với quá trình sản xuất của doanh nghiệp. Tuy nhiên, vai trò của tự động hóa đang từng bước được "dịch chuyển" để đáp ứng với bối cảnh của Cách mạng công nghiệp lần thứ tư.

Để "ứng phó" với các nhu cầu về: các lô sản xuất nhỏ hơn, sản xuất theo yêu cầu... của thị trường và khách hàng, quá trình sản xuất cần được đơn giản hóa để đạt hiệu quả tối đa. Cùng với đó, hệ thống tự động hóa trong quá trình sản xuất cần được chuyển từ mô hình "cố định" sang mô hình "linh hoạt". Khi các hệ thống tự động hóa trở nên "linh hoạt", quy trình sản xuất sẽ đáp ứng được yêu cầu tạo ra các lô sản xuất sản phẩm hàng loạt nhưng khác nhau (không cần đầu tư thêm vốn, nhân lực, thời gian... để thiết kế lại các quy trình sản xuất hoặc thực hiện các hoạt động bảo trì hệ thống). Điều này giúp doanh nghiệp tăng cường vị thế cạnh tranh, thích ứng với nhu cầu thay đổi nhanh chóng của khách hàng, đáp ứng nhiều cơ hội kinh doanh toàn cầu trong bối cảnh mới.

b) Trụ cột về kết nối

Kết nối là việc liên kết giữa các thiết bị, máy móc và hệ thống sản xuất dựa trên nền tảng máy tính và công nghệ thông tin theo thời gian thực, qua đó cho phép thực hiện các hoạt động

giao tiếp và trao đổi dữ liệu giữa các máy móc trong quy trình sản xuất.

Giống như trụ cột về tự động hóa, trụ cột về kết nối mang nội hàm mới trong bối cảnh chuyển đổi doanh nghiệp để đáp ứng Cách mạng công nghiệp 4.0. Ngày này, nhiều thiết bị và hệ thống được chuyển đổi từ các định dạng có dây và định dạng tương tự (analogue) sang định dạng không dây và định dạng kỹ thuật số. Số lượng và chất lượng các thiết bị hỗ trợ IoT cũng ngày càng tăng cao. Hoạt động của các thiết bị hỗ trợ IoT sẽ tạo ra lượng dữ liệu khổng lồ.

Bên cạnh đó, tiến bộ công nghệ trong điện toán đám mây và cơ sở hạ tầng không dây cũng giúp việc thu thập và quản lý các dữ liệu ở mức độ tập trung cao. Tương tự, các hệ thống hoạt động độc lập trong nhà máy, doanh nghiệp có thể được tích hợp với nhau theo một cách thống nhất. Các doanh nghiệp, cơ sở sản xuất khác nhau cũng được kết nối thành các mạng lưới hệ thống trong chuỗi cung ứng.

Với bối cảnh như trên, khả năng tương tác, truy cập dữ liệu trên máy móc, thiết bị và hệ thống sẽ là chìa khóa để doanh nghiệp thực hiện việc kết nối một cách dễ dàng, thống nhất. Các doanh nghiệp cần chuẩn hóa việc sử dụng các công nghệ, giao thức truyền thông để thiết lập các mạng truyền thông mở, toàn diện và minh bạch hơn.

Bên cạnh một số điểm thuận lợi khi triển khai hệ thống kết nối mạnh mẽ trong doanh nghiệp, vấn đề bảo đảm an ninh mạng cũng trở thành một yêu cầu quan trọng, không thể thiếu mà các doanh nghiệp phải quan tâm. Các hoạt động sản xuất "siêu kết nối" có thể làm tăng số lượng điểm "dễ bị tổn thương" trong một hệ thống sản xuất. Điều này sẽ trở thành một nguy cơ lớn đối với các cuộc tấn công mạng. Để giảm thiểu rủi ro này, ngay từ giai đoạn đầu của quá trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, doanh nghiệp cần quan tâm đến việc thiết lập kiến

trúc của hệ thống thực - ảo để bảo vệ an toàn và linh hoạt cho hệ thống sản xuất.

c) Trụ cột về thông minh

Trong khi trụ cột về tự động hóa cung cấp nền tảng hạ tầng "cứng" cho Cách mạng công nghiệp 4.0, trụ cột về kết nối hoạt động như "hệ thống thần kinh trung ương", trụ cột về thông minh sẽ trở thành "bộ não" cung cấp năng lượng để doanh nghiệp có thể tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 này.

Trụ cột về tự động hóa và trụ cột về kết nối tập trung vào việc thiết lập mối liên kết giữa thiết bị, máy móc và hệ thống dựa trên máy tính, công nghệ thông tin để thu thập và tích hợp dữ liệu. Trụ cột về thông minh bao gồm việc xử lý và phân tích các dữ liệu đó. Đây là trụ cột rất quan trọng vì quá trình sản xuất trong tương lai không còn chỉ đòi hỏi phương thức vận hành nhanh hơn, giảm chi phí, mà còn yêu cầu về cách làm "thông minh" hơn dựa trên nền tảng các dữ liệu.

Những lợi ích thu được từ trụ cột về thông minh là rất quan trọng. Với các công nghệ như phân tích dữ liệu và đám mây, số lượng lớn dữ liệu được thu thập có thể được xử lý và "biến" thành các "tri thức" để nhận định, đánh giá các vấn đề, và xác định các cơ hội cải tiến của doanh nghiệp. Với "học máy", hệ thống sẽ trở nên rất thông minh, và có thể hỗ trợ người lao động trong việc dự đoán lỗi thiết bị, tự điều chỉnh, thay đổi để đạt cấu hình tối ưu. Ở mức độ cao hơn, các hệ thống này có thể tự đưa ra các quyết định để đáp ứng nhu cầu kinh doanh bên trong và bên ngoài của doanh nghiệp.

3.2. Trụ cột cốt lõi về quá trình

Để tối đa hóa hiệu quả và giá trị, trụ cột cốt lõi về công nghệ phải luôn được áp dụng đồng thời với trụ cột cốt lõi về quá trình. Việc sử dụng công nghệ để số hóa một quá trình "kém" sẽ dẫn đến một quá trình kỹ thuật số "kém"; ngược lại, việc áp dụng

công nghệ vào một quá trình "tốt" sẽ nâng cao hiệu quả của quá trình và tạo ra giá trị hoàn toàn mới.

Trong giai đoạn trước đây, doanh nghiệp tập trung cải thiện hiệu quả của các quá trình riêng lẻ. Doanh nghiệp cải tiến các quá trình để giảm chi phí, rút ngắn thời gian đưa sản phẩm ra thị trường. Trong bối cảnh của Cách mạng công nghiệp 4.0, khái niệm cải tiến quá trình được mở rộng, trong đó tập trung vào việc tích hợp các quá trình trong một mô hình điều hành, một chuỗi cung ứng hoặc một vòng đời sản phẩm. Điều này bắt nguồn từ đặc điểm mới về tính kết nối, thông minh giữa các bộ phận, quá trình trong doanh nghiệp, giữa các doanh nghiệp trong chuỗi cung ứng.

Khi các mô hình điều hành, chuỗi cung ứng hoặc vòng đời sản phẩm được tích hợp, các yếu tố này sẽ được hội tụ thành một hệ thống thống nhất, trong đó nguồn dữ liệu duy nhất có thể được chia sẻ, xử lý, tích hợp và sử dụng thống nhất trên quy mô toàn doanh nghiệp. Việc cùng khai thác một nguồn dữ liệu duy nhất là tiền đề quan trọng để tạo ra bước "nhảy vọt" tiếp theo về tính linh hoạt và hiệu quả sản xuất và kinh doanh của doanh nghiệp.

a) Trụ cột về điều hành

Trụ cột về điều hành bao gồm: việc lập kế hoạch và thực hiện các quá trình sản xuất sản phẩm, dịch vụ. Mục tiêu cuối cùng là chuyển đổi các nguyên liệu thô và lao động thành sản phẩm và dịch vụ với chi phí thấp nhất.

Mặc dù mục tiêu này không thay đổi trong bối cảnh của Cách mạng công nghiệp 4.0, doanh nghiệp có thể sử dụng các công nghệ và phương pháp tiếp cận mới để thực hiện mục tiêu này nhanh hơn, kết quả tốt hơn và với thời gian tiết kiệm hơn.

Chẳng hạn, doanh nghiệp có thể sử dụng công nghệ phân tích dữ liệu để giảm lãng phí thông qua việc xác định, cải thiện các quá trình không hiệu quả. Doanh nghiệp có thể sử dụng hệ

thống thông tin liên lạc không dây để kết nối các quá trình và hệ thống riêng biệt, qua đó có thể thực hiện việc giám sát và kiểm soát máy móc, thiết bị... từ xa.

b) Trụ cột về chuỗi cung ứng

Quản lý chuỗi cung ứng bao gồm: việc lập kế hoạch và quản lý nguyên liệu thô, hàng tồn kho của một doanh nghiệp, từ điểm đầu đến điểm tiêu thụ trong chuỗi cung ứng.

Trong bối cảnh của cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0, các mô hình chuỗi cung ứng truyền thống sẽ được số hóa. Các quá trình trong chuỗi cung ứng sẽ được kết nối thông qua hệ thống mạng cảm biến; được quản lý thông qua một trung tâm dữ liệu trung tâm; được phân tích thông qua các công nghệ mới trong lĩnh vực công nghệ thông tin và truyền thông. Việc số hóa các chuỗi cung ứng cũng sẽ giúp doanh nghiệp giảm chi phí, hàng tồn kho, giảm chi phí hoạt động của doanh nghiệp, qua đó mang lại lợi ích cho tất cả đối tượng trong chuỗi cung ứng.

Các công nghệ của Cách mạng công nghiệp 4.0 giúp doanh nghiệp quản lý chuỗi cung ứng với tốc độ lớn hơn, đáp ứng với sự thay đổi của thị trường linh hoạt hơn thông qua tối ưu hóa theo thời gian thực, khả năng "tùy biến" lớn hơn, hiệu quả cao hơn và minh bạch hơn...

c) Trụ cột về vòng đời sản phẩm

Vòng đời sản phẩm đề cập đến chuỗi các giai đoạn mà sản phẩm đều trải qua từ giai đoạn ban đầu đến giai đoạn cuối cùng, bị "loại bỏ" khỏi thị trường. Các giai đoạn này bao gồm: từ thiết kế kỹ thuật, sản xuất, sử dụng, cung ứng dịch vụ và xử lý yêu cầu của khách hàng...

Xây dựng khung quản lý vòng đời sản phẩm là nội dung không thể thiếu trong hoạt động sản xuất. Tuy nhiên, nhu cầu về tích hợp và số hóa trong các giai đoạn khác nhau của vòng đời ngày càng lớn hơn do chu kỳ sản phẩm ngày càng ngắn hơn và nhu cầu cá nhân hóa đối với sản phẩm ngày càng tăng.

Những tiến bộ trong kỹ thuật số đã tích hợp các yếu tố quan trọng (như: dữ liệu, quy trình, hệ thống kinh doanh, con người...) để tạo thành một "xương sống" thông tin thống nhất trong doanh nghiệp. Doanh nghiệp có thể quản lý trực tiếp vòng đời sản phẩm thông qua công nghệ kỹ thuật số.

Cách mạng công nghiệp 4.0 cũng đưa ra khái niệm về bản sao kỹ thuật số (Digital Twin), một hệ thống "ảo" có khả năng phản ánh chính xác về hoạt động theo thời gian thực của các máy móc, thiết bị, quy trình và các hệ thống liên quan khác trong suốt vòng đời sản phẩm. Dưới góc độ trụ cột về vòng đời sản phẩm, bản sao kỹ thuật số cung cấp hai lợi ích chính như sau:

Thứ nhất, thông tin được tạo ra ở mỗi giai đoạn có thể được chia sẻ liên tục, tạo điều kiện cho việc ra quyết định tốt hơn; đồng thời cho phép các quy trình được tối ưu hóa linh hoạt trong các giai đoạn khác. Điều này cho phép doanh nghiệp rút ngắn chu kỳ thiết kế kỹ thuật và đáp ứng nhu cầu của khách hàng nhanh hơn.

Thứ hai, bản sao kỹ thuật số loại bỏ những hạn chế khi làm việc với các hệ thống sản xuất thực. Sử dụng bản sao kỹ thuật số, hệ thống sản xuất thực có thể được mô phỏng và thử nghiệm giống như trong điều kiện thực, qua đó có thể giảm rất nhiều chi phí đối với việc xây dựng hệ thống sản xuất thực.

3.3. Trụ cột cốt lõi về tổ chức

Tổ chức là trụ cột cốt lõi thứ ba được sử dụng để đánh giá mức độ sẵn sàng của doanh nghiệp trong việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Thường bị đánh giá thấp hơn, tuy nhiên, trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0, trụ cột cốt lõi về tổ chức lại đóng vai trò quan trọng không kém bên cạnh trụ cột cốt lõi về công nghệ và trụ cột cốt lõi về quá trình. Để duy trì sự phát triển trong bối cảnh cạnh tranh ngày càng tăng, doanh nghiệp phải điều chỉnh cơ cấu tổ chức và quy trình, qua đó cho

phép người lao động được trang bị các kỹ năng cần thiết để "theo kịp" tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0.

Cách mạng công nghiệp 4.0 yêu cầu doanh nghiệp cần tập trung nhiều hơn vào hai thành phần chính có thể ảnh hưởng đến hiệu quả của một tổ chức. Thành phần đầu tiên là những người tạo nên tổ chức (hay nói cách khác là toàn bộ nguồn nhân lực từ cấp quản lý cao nhất cho đến các cấp hoạt động sản xuất trực tiếp). Thành phần thứ hai là các hệ thống, thể chế chi phối phương thức tổ chức, hoạt động của doanh nghiệp.

Để bảo đảm đầy đủ lợi ích của doanh nghiệp, cả hai thành phần này cần được quan tâm và xem xét. Ví dụ, một đội ngũ lãnh đạo giỏi và nguồn nhân lực có kỹ năng cũng khó phát huy hết các tiềm năng nếu như các hệ thống, thể chế "cứng nhắc", không nhất quán hoặc các quá trình trong hệ thống lại trì trệ.

Tương tự như vậy, một hệ thống, thể chế mở cho sự hợp tác và đổi mới sẽ không hoạt động hiệu quả nếu đội ngũ lãnh đạo và nguồn nhân lực không tích cực tham gia. Như vậy, hệ thống, thể chế và nguồn nhân lực là hai yếu tố cùng "đồng hành" để hỗ trợ doanh nghiệp trong việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Do đó, để một doanh nghiệp có thể thực hiện chiến lược Cách mạng công nghiệp 4.0 một cách hiệu quả, dưới góc độ trụ cột cốt lõi về tổ chức, các cải tiến cần được thực hiện đồng thời với 2 trụ cột: trụ cột về sự sẵn sàng nhân lực; trụ cột cấu trúc và quản lý.

a) Trụ cột về sự sẵn sàng nhân lực

Sự sẵn sàng nhân lực hay nói cách khác là khả năng của nguồn nhân lực sẽ là yếu tố chính để thúc đẩy và cung cấp thành công các sáng kiến tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Việc xây dựng một nguồn nhân lực có trình độ, năng lực và linh hoạt, đặc trưng bởi sự học hỏi và phát triển liên tục ở tất cả các cấp sẽ là yếu tố quan trọng để giúp doanh nghiệp thực hiện việc tự đưa ra các quyết định phi tập trung với mức chính xác nhất.

Đặc biệt, mọi cá nhân trong doanh nghiệp đều có vai trò quan trọng. Từng cá nhân cần được trang bị nhiều kỹ năng, rèn luyện khả năng thích ứng để quản lý các hoạt động được số hóa... Bên cạnh đó, việc khuyến khích, động viên các cá nhân liên tục đề xuất các ý tưởng, sáng kiến mới để giúp doanh nghiệp tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Điều này sẽ cho phép doanh nghiệp nắm bắt các cơ hội mới để thúc đẩy cải tiến.

Doanh nghiệp cũng cần quan tâm đến việc xây dựng và triển khai các chương trình phát triển tài năng trong doanh nghiệp nhằm tạo ra một lực lượng lãnh đạo chiến lược và nguồn nhân lực chất lượng cao. Các Chương trình này không chỉ phù hợp với các mục tiêu kinh doanh và phát triển nguồn nhân lực của doanh nghiệp mà còn thúc đẩy văn hóa tự học, tự rèn luyện, phát triển cá nhân trong doanh nghiệp.

b) Trụ cột về cấu trúc và quản lý

Cấu trúc của doanh nghiệp là hệ thống các quy tắc và chính sách rõ ràng, trong đó nêu rõ vai trò, trách nhiệm được phân công, kiểm soát và phối hợp. Cấu trúc của doanh nghiệp ảnh hưởng đến cách thức các nhóm hành động và tương tác, cách thực hiện nhiệm vụ để đạt được mục tiêu của doanh nghiệp.

Cấu trúc của doanh nghiệp xác định mức độ thành công của doanh nghiệp trong việc đạt được mục tiêu. Trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0, cấu trúc của doanh nghiệp cần phân cấp mạnh hơn trong việc ra quyết định; tăng tính "cởi mở" trong chia sẻ thông tin; hợp tác nhiều hơn giữa các nhóm cả trong nội bộ và với các đối tác bên ngoài.

Về lâu dài, sự thay đổi về cấu trúc sẽ giúp doanh nghiệp trở nên "nhạy bén" hơn với những thay đổi, đưa ra quyết định một cách linh hoạt, chính xác và "thông minh" hơn.

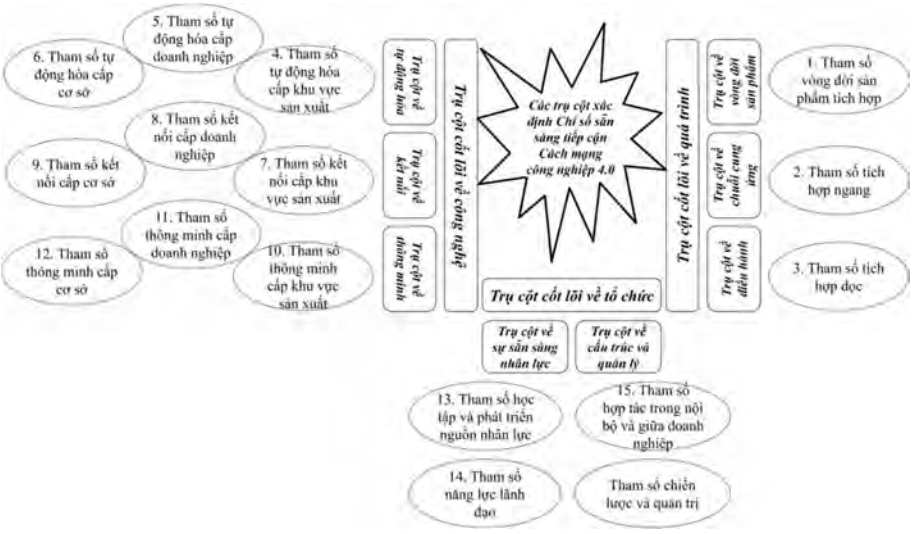
Trong khi đó, quản lý là phương thức tập hợp mọi người cùng nhau hướng tới một mục tiêu chung được xác định rõ ràng.

Cách mạng công nghiệp 4.0 cũng là một cách kiểm tra để giúp doanh nghiệp tăng cường hoạt động quản lý sự thay đổi.

Triển khai mạnh mẽ trụ cột về cấu trúc và quản lý sẽ giúp doanh nghiệp linh hoạt hơn, "cởi mở" tiềm năng hợp tác và được trao quyền để chủ động xây dựng và thực hiện chiến lược của doanh nghiệp trong việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 một cách hiệu quả.

4. Các tham số xác định Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

Trên cơ sở 03 trụ cột cốt lõi và 08 trụ cột chính của doanh nghiệp, 16 tham số đánh giá được xem xét chi tiết để xác định Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 (xem Hình 2.4).



Hình 2.4: Các tham số trong Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0[1]

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: The Singapore Smart Industry Readiness Index, EDB Singapore.

Trong đó, đối với trụ cột cốt lõi về Công nghệ, các khu vực đánh giá được phân chia thành 3 cấp độ: Khu vực sản xuất (Shop Floor) là nơi thực hiện sản xuất và quản lý hàng hóa); cấp doanh nghiệp (Enterprise) là nơi thực hiện các nhiệm vụ hành chính); và cấp cơ sở (Facility) là tòa nhà hoặc cơ sở thực hiện sản xuất).

4.1. Trụ cột cốt lõi về quá trình

a) Tham số 1: Tích hợp dọc

Tích hợp dọc là một đặc điểm chính của một doanh nghiệp số hóa trong Cách mạng công nghiệp 4.0. Tích hợp dọc có thể được hiểu là sự tích hợp của các quá trình, hệ thống trên tất cả các cấp độ nhằm thiết lập, kết nối một chuỗi dữ liệu.

Tham số này đánh giá mức độ liên kết, kết nối giữa các quá trình, hệ thống, trong đó xem xét đến phương thức trao đổi và phân tích dữ liệu. Ở điều kiện tối ưu, tham số tích hợp dọc xác định trạng thái tích hợp của OT và IT ở cấp độ sản xuất và kinh doanh.

Tham số tích hợp dọc giúp doanh nghiệp tương tác linh hoạt trong việc trao đổi, phân tích dữ liệu và ra các quyết định liên tục, chính xác. Do đó, có thể thấy rằng, tham số tích hợp dọc giúp doanh nghiệp có thể phản ứng nhanh hơn với yêu cầu của thị trường dựa trên các nguồn lực sẵn có của doanh nghiệp.

Tích hợp dọc được thể hiện ở các mức độ sau:

- Quy trình kỹ thuật sản xuất và kế hoạch nguồn lực chưa được quản lý và thực thi chính thức.

- Quy trình kỹ thuật sản xuất và kế hoạch nguồn lực được hướng dẫn để quản lý và thực thi chính thức.

- Quy trình kỹ thuật sản xuất và kế hoạch nguồn lực được hướng dẫn quản lý và thực thi chính thức, bắt đầu triển khai hệ thống OT và IT.

- Hệ thống OT và IT được liên kết, tuy nhiên sự trao đổi dữ liệu và thông tin vẫn được quản lý chủ yếu bởi con người.

- Hệ thống OT và IT được liên kết, quản lý dựa vào máy tính.

- Hệ thống OT và IT được tích hợp từ đầu tới cuối với quy trình đươc tối ưu thông qua phân tích dữ liệu.

b) Tham số 2: Tích hợp ngang

Tích hợp ngang là quá trình tích hợp các quá trình của doanh nghiệp và tích hợp doanh nghiệp với các bên liên quan trong chuỗi giá trị. Các quá trình của doanh nghiệp bao gồm: lập kế hoạch nhu cầu, thực hiện mua sắm, dịch vụ hậu cần, dịch vụ sau thị trường... Các bên liên quan bao gồm: nhà cung cấp, đối tác kinh doanh, khách hàng...

Giống như tham số tích hợp dọc, tham số tích hợp ngang đánh giá cách thức chia sẻ thông tin, trao đổi thông tin và phân tích dữ liệu. Khi các quá trình và hệ thống được số hóa, tham số tích hợp ngang mô tả trạng thái quá trình nội bộ của doanh nghiệp kết nối với các nhà cung cấp và các đối tác của doanh nghiệp.

Tham số tích hợp ngang hình thành một mạng lưới tương tác và minh bạch, trong đó tất cả các bên liên quan trong toàn bộ chuỗi giá trị có thể điều phối, tối ưu hóa các quá trình, nhiệm vụ và đưa ra các quyết định hiệu quả nhất. Tích hợp chuỗi giá trị sẽ thúc đẩy tăng năng suất cao hơn, rút ngắn thời gian thực hiện, qua đó tạo điều kiện hình thành các mô hình kinh doanh và hoạt động mới.

Tích hợp ngang được thể hiện ở các mức độ sau:

- Quy trình kinh doanh chưa được quản lý và thực thi.

- Quy trình kinh doanh được hướng dẫn để quản lý và thực thi.

- Quy trình kinh doanh được quản lý và thực thi bởi hệ thống IT.

- Các hệ thống IT quản lý quy trình kinh doanh được liên kết chính thức, tuy nhiên sự trao đổi dữ liệu và thông tin vẫn được quản lý bởi con người.

- Các hệ thống IT quản lý quy trình kinh doanh được liên kết chính thức, sự trao đổi những thông tin và dữ liệu được thực thi hệ thống dựa vào máy tính.

- Hệ thống IT được tích hợp từ đầu đến cuối, với những quy trình được tối ưu thông qua phân tích dữ liệu.

c) Tham số 3: Vòng đời sản phẩm tích hợp

Vòng đời sản phẩm tích hợp là tham số thể hiện việc tích hợp con người, quá trình và hệ thống trong toàn bộ vòng đời sản phẩm. Tham số vòng đời sản phẩm tích hợp có vai trò kiểm tra phương thức thu thập, quản lý và phân tích dữ liệu qua các giai đoạn khác nhau trong vòng đời sản phẩm. Những giai đoạn này bao gồm: nghiên cứu và phát triển, thiết kế, sản xuất, dịch vụ...

Để xây dựng vòng đời sản phẩm tích hợp, trước hết, các doanh nghiệp sẽ áp dụng các công cụ và công nghệ kỹ thuật số để tạo "khung" thông tin sản xuất, trên cơ sở đó, doanh nghiệp sẽ mở rộng thành "mạng" thông tin sản xuất thông qua việc cập nhật dữ liệu trong vòng đời sản phẩm.

Ở giai đoạn tiên tiến nhất (hay còn gọi là cấp độ "thông minh" nhất), doanh nghiệp có thể tạo ra DT về hệ thống sản xuất trên "không gian ảo", trong đó mô phỏng đầy đủ thông tin về máy móc, thiết bị, hệ thống, quá trình sản xuất... Thông qua DT đó, các doanh nghiệp có thể rút ngắn chu kỳ phát triển, nâng cấp hệ thống sản xuất hiện có, thử nghiệm các quá trình và sản phẩm mới một cách thuận lợi.

Vòng đời sản phẩm tích hợp được thể hiện ở các mức độ sau:

- Quy trình theo vòng đời sản phẩm chưa được quản lý và thực thi.

- Quy trình theo vòng đời sản phẩm được hướng dẫn để quản lý và thực thi.

- Quy trình dọc theo vòng đời sản phẩm được quản lý và thực thi bởi công cụ kỹ thuật số.

- Công cụ và hệ thống kỹ thuật số quản lý vòng đời sản phẩm được liên kết chính thức với nhau, tuy nhiên sự trao đổi thông tin theo vòng đời sản phẩm vẫn được quản lý chủ yếu bởi con người.

- Công cụ và hệ thống kỹ thuật số quản lý vòng đời sản phẩm được liên kết chính thức với nhau và sự trao đổi thông tin và dữ liệu theo vòng đời sản phẩm được thực thi chủ yếu bằng hệ thống dựa vào máy tính.

- Công cụ và hệ thống kỹ thuật số để quản lý vòng đời sản phẩm được tích hợp từ đầu tới cuối với sự tối ưu quy trình thông qua phân tích dữ liệu.

4.2. Trụ cột cốt lõi về công nghệ

a) Tham số 4-6: Tự động hóa cấp khu vực sản xuất, doanh nghiệp và cơ sở

Tham số tự động hóa đánh giá mức độ và tính linh hoạt của tự động hóa, cũng như mức độ tích hợp tại cấp khu vực sản xuất, doanh nghiệp và cơ sở. Mức độ tự động hóa thể hiện ở mức độ tổng thể của cả quá trình sản xuất và quy trình hỗ trợ. Tính linh hoạt của tự động hóa cho phép các quy trình và máy móc được "cấu hình lại" thuận lợi, dễ dàng. Nhờ đó, các doanh nghiệp sản xuất nhiều loại sản phẩm hơn trong khoảng thời gian ngắn hơn.

Ở giai đoạn tiên tiến nhất, các hệ thống tự động hóa trên cả ba cấp độ (cấp khu vực sản xuất, doanh nghiệp và cơ sở) sẽ hội tụ và tương tác linh hoạt với nhau thành một tổng thể tích hợp duy nhất.

- Tự động hóa cấp khu vực sản xuất:

Tự động hóa cấp khu vực sản xuất là việc áp dụng công nghệ để theo dõi, điều khiển và thực thi sản xuất, vận chuyển sản phẩm, dịch vụ tại nơi sản xuất. Tự động hóa cấp khu vực sản xuất được thể hiện ở các mức độ sau:

+ Quy trình sản xuất được con người thực hiện.

+ Quy trình sản xuất được con người thực hiện với sự hỗ trợ của thiết bị, máy móc và dựa trên hệ thống dựa vào máy tính.

+ Quy trình sản xuất được thực hiện chủ yếu bằng thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính. Con người chỉ tham gia để bắt đầu và chấm dứt mỗi quy trình.

+ Quy trình sản xuất được tự động hóa hoàn toàn thông qua việc sử dụng thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính. Con người chỉ tham gia trong một số trường hợp ngoài ý muốn.

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống máy tính có thể được điều chỉnh, cấu hình lại và thay đổi nhiệm vụ một cách nhanh chóng trong trường hợp cần thiết. Con người chỉ tham gia trong một số trường hợp ngoài ý muốn.

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống máy tính được tích hợp linh hoạt, chính thức với hệ thống quản lý doanh nghiệp.

- Tự động hóa cấp doanh nghiệp:

Tự động hóa cấp doanh nghiệp là việc ứng dụng công nghệ để theo dõi, điều khiển và thực thi quy trình tại doanh nghiệp. Những quy trình này bao gồm: bán hàng và marketing, kế hoạch, nhu cầu, mua hàng, quản lý kế hoạch tài nguyên con người... Tự động hóa cấp doanh nghiệp được thể hiện ở các mức độ sau:

+ Quy trình kinh doanh được con người thực hiện.

+ Quy trình kinh doanh được con người thực hiện với sự hỗ trợ của hệ thống dựa vào máy tính.

+ Quy trình kinh doanh được thực thi chủ yếu bằng hệ thống dựa vào máy tính. Con người chỉ tham gia để bắt đầu và chấm dứt mỗi quy trình.

+ Quy trình kinh doanh được tự động hóa hoàn toàn thông qua việc sử dụng hệ thống dựa vào máy tính. Con người chỉ tham gia trong một số trường hợp ngoài ý muốn.

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống máy tính có thể được điều chỉnh, cấu hình lại và thay đổi nhiệm vụ một cách nhanh chóng

trong trường hợp cần thiết. Con người chỉ tham gia trong một số trường hợp ngoài ý muốn.

+ Hệ thống dựa vào máy tính tích hợp và tương tác linh hoạt với hệ thống nhà máy.

- Tự động hóa cấp cơ sở:

Tự động hóa cấp cơ sở là việc áp dụng công nghệ để theo dõi, điều khiển và thực thi quy trình trong phạm vi tòa nhà, cơ sở đặt khu vực sản xuất. Các quy trình này bao gồm hệ thống làm lạnh, an ninh, và ánh sáng... Tự động hóa cấp cơ sở được thể hiện ở các mức độ sau:

+ Quy trình nhà máy được con người thực hiện.

+ Quy trình nhà máy được con người thực hiện với sự hỗ trợ của hệ thống dựa vào máy tính.

+ Quy trình nhà máy được thực thi chủ yếu bằng hệ thống dựa vào máy tính. Con người chỉ tham gia để bắt đầu và chấm dứt mỗi quy trình.

+ Quy trình nhà máy được tự động hóa hoàn toàn thông qua việc sử dụng thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính. Con người chỉ tham gia trong một số trường hợp ngoài ý muốn.

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống máy tính có thể được điều chỉnh, cấu hình lại và thay đổi nhiệm vụ một cách nhanh chóng trong trường hợp cần thiết. Con người chỉ tham gia trong một số trường hợp ngoài ý muốn.

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống máy tính cơ sở được tích hợp linh hoạt và điều chỉnh với quy trình sản xuất và quy trình kinh doanh để cho phép tích hợp động theo từng khu vực.

b) Tham số 7-9: Kết nối cấp khu vực sản xuất (Shop Floor), doanh nghiệp (Enterprise) và cơ sở (Facility)

Tham số kết nối đánh giá mức độ kết nối giữa các thiết bị, máy móc và hệ thống tại các cấp độ khu vực sản xuất, doanh nghiệp và cơ sở. Thiết lập kết nối trên máy móc, thiết bị và hệ

thống sẽ đo lường khả năng tương tác, bảo mật, tốc độ và sự linh hoạt của toàn bộ mạng thông tin sản xuất. Tham số kết nối sẽ cho phép các hệ thống được liên lạc với nhau một cách thường xuyên, liên tục, qua đó cho phép cấu hình lại một cách linh hoạt để đáp ứng với nhu cầu thay đổi của thị trường và khách hàng.

- Kết nối cấp khu vực sản xuất:

Kết nối cấp khu vực sản xuất là sự liên kết giữa những thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính để thiết lập giao tiếp, trao đổi dữ liệu tại nơi sản xuất. Kết nối cấp khu vực sản xuất được thể hiện ở các mức độ sau:

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính không được tương tác hoặc trao đổi thông tin.

+ Có liên kết mạng chính thức để kết nối thiết bị, máy tính và hệ thống dựa vào công nghệ để tích hợp và trao đổi thông tin.

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống máy tính có thể tương tác và trao đổi thông tin mà không có sự hạn chế đáng kể nào.

+ Có hệ thống bảo mật để bảo vệ mạng lưới các thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính khỏi những gián đoạn không mong muốn.

+ Có sự tương tác, trao đổi thông tin với nhau giữa các mạng lưới tương tác liên kết giữa các thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính khác nhau.

+ Các mạng lưới tương tác liên kết giữa các thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính khác nhau có thể được cấu hình nhanh, dễ dàng thích nghi với bất kỳ yêu cầu từ bên ngoài.

- Kết nối cấp doanh nghiệp:

Kết nối cấp doanh nghiệp là khả năng tương tác của thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính để kích hoạt sự giao tiếp, trao đổi dữ liệu ở doanh nghiệp. Kết nối cấp doanh nghiệp được thể hiện ở các mức độ sau:

+ Hệ thống dựa vào máy tính không thể tương tác, trao đổi dữ liệu.

+ Hệ thống dựa vào máy tính được kết nối mạng để tương tác, trao đổi thông tin.

+ Hệ thống dựa vào máy tính có thể tương tác và trao đổi thông tin mà không có hạn chế đáng kể nào.

+ Có hệ thống bảo mật để bảo vệ mạng lưới các thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính khỏi những gián đoạn không mong muốn.

+ Có sự tương tác, trao đổi thông tin với nhau giữa các hệ thống dựa vào máy tính khác nhau để đảm bảo thông tin tạo ra không bị chậm chễ.

+ Các hệ thống dựa vào máy tính đang tồn tại có thể được cấu hình nhanh, dễ dàng thích nghi với bất kỳ yêu cầu từ bên ngoài.

- Kết nối cấp cơ sở:

Kết nối cấp cơ sở là sự liên kết của thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính để kích hoạt sự giao tiếp và trao đổi dữ liệu trong phạm vi tòa nhà, cơ sở đặt khu vực sản xuất. Kết nối cấp cơ sở được thể hiện ở các mức độ sau:

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống không thể tương tác và trao đổi thông tin.

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống được kết nối mạng để tương tác, trao đổi thông tin.

- Thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính có thể tương tác và trao đổi thông tin mà không có hạn chế đáng kể nào.

+ Có hệ thống bảo mật để bảo vệ mạng lưới các thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính khỏi những gián đoạn không mong muốn.

+ Có sự tương tác, trao đổi thông tin với nhau giữa thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính khác nhau để đảm bảo thông tin tạo ra không bị chậm chễ.

+ Các thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính đang tồn tại có thể được cấu hình nhanh, dễ dàng thích nghi với bất kỳ yêu cầu từ bên ngoài.

c) Tham số 10-12: Thông minh cấp khu vực sản xuất, doanh nghiệp và cơ sở

Tham số thông minh đánh giá khả năng của các hệ thống IT và OT cấp khu vực sản xuất, doanh nghiệp và cơ sở để xác định và "chẩn đoán" các "sai lệch", đồng thời dễ dàng thích ứng với các nhu cầu thay đổi.

Tham số thông minh được tính toán thông qua xử lý một lượng lớn dữ liệu và phát hiện bất kỳ "sai lệch" nào so với các tham số được xác định trước. Khi các thuật toán và mô hình tiên tiến hơn được đưa ra, các hệ thống máy tính sẽ có thể phát hiện các "sai lệch", xác định nguyên nhân có thể và dự đoán các lỗi tiềm ẩn trong tương lai.

Cuối cùng, các hệ thống IT và OT sẽ "tự học" và thích nghi với các nhu cầu mới, tự đưa ra quyết định để tối ưu hóa các thiết bị, máy móc, hệ thống, quá trình và nguồn lực.

- Thông minh cấp khu vực sản xuất:

Thông minh cấp khu vực sản xuất là việc xử lý và phân tích dữ liệu để tối ưu những quy trình đang tồn tại và tạo ra những ứng dụng, sản phẩm và dịch vụ mới ở nơi sản xuất. Thông minh cấp khu vực sản xuất được thể hiện ở các mức độ sau:

+ Dịch vụ điện tử, dịch vụ số không được sử dụng.

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính có thể thực thi những nhiệm vụ dựa trên những logic được lập trình sẵn.

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính có thể thông báo biết sự "sai lệch" từ những tham số đã được xác định trước.

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính có thể thông báo sự "sai lệch" và cung cấp thông tin về nguyên nhân có thể dẫn đến sự "sai lệch".

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính có thể dự đoán và thông báo về sự "sai lệch" và cung cấp thông tin về những nguyên nhân có thể dẫn đến sự "sai lệch".

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính có thể dự đoán và chẩn đoán những "sai lệch" tiềm tàng và thực hiện độc lập những quyết định để giải quyết "sai lệch", nhằm tối ưu hiệu suất và hiệu quả nguồn lực trong doanh nghiệp.

- Thông minh cấp doanh nghiệp:

Thông minh cấp doanh nghiệp là việc xử lý và phân tích dữ liệu để tối ưu quy trình quản lý đang tồn tại và tạo ra những ứng dụng, sản phẩm và dịch vụ mới. Thông minh cấp doanh nghiệp được thể hiện ở các mức độ sau:

+ Dịch vụ điện tử, dịch vụ số không được sử dụng.

+ Hệ thống dựa vào máy tính doanh nghiệp thực hiện những nhiệm vụ dựa trên logic đã lập trình sẵn.

+ Hệ thống dựa vào máy tính doanh nghiệp có thể thông báo biết sự "sai lệch" từ những tham số đã được xác định trước.

+ Hệ thống dựa vào máy tính doanh nghiệp có thể thông báo sự "sai lệch" và cung cấp thông tin về nguyên nhân có thể dẫn đến sự "sai lệch".

+ Hệ thống dựa vào máy tính doanh nghiệp có thể dự đoán và thông báo về sự "sai lệch" và cung cấp thông tin về những nguyên nhân có thể dẫn đến sự "sai lệch".

+ Hệ thống dựa vào máy tính doanh nghiệp có thể dự đoán và chẩn đoán những "sai lệch" tiềm tàng và thực hiện độc lập những quyết định để giải quyết "sai lệch", nhằm tối ưu hiệu suất và hiệu quả nguồn lực trong doanh nghiệp.

- Thông minh cấp cơ sở:

Thông minh cấp cơ sở là việc xử lý và phân tích dữ liệu để tối ưu những quy trình đang tồn tại và tạo ra những ứng dụng, sản phẩm và dịch vụ mới trong phạm vi tòa nhà, cơ sở đặt khu vực sản xuất. Thông minh cấp cơ sở được thể hiện ở các mức độ sau:

+ Dịch vụ điện tử, dịch vụ số không được sử dụng.

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính doanh nghiệp thực hiện những nhiệm vụ dựa trên logic đã lập trình sẵn.

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính doanh nghiệp có thể thông báo sự "sai lệch" từ những tham số đã được xác định trước.

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính doanh nghiệp có thể thông báo sự "sai lệch" và cung cấp thông tin về nguyên nhân có thể dẫn đến sự "sai lệch".

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính doanh nghiệp có thể dự đoán và thông báo về sự "sai lệch" và cung cấp thông tin về những nguyên nhân có thể dẫn đến sự "sai lệch".

+ Thiết bị, máy móc và hệ thống dựa vào máy tính doanh nghiệp có thể dự đoán và chẩn đoán những "sai lệch" tiềm tàng và thực hiện độc lập những quyết định để giải quyết "sai lệch" nhằm tối ưu hiệu suất và hiệu quả nguồn lực trong doanh nghiệp.

4.3. Trụ cột cốt lõi tổ chức

a) Tham số 13: Học tập và phát triển nguồn nhân lực

Chiến lược học tập và phát triển (Learning and Development, L&D) nguồn nhân lực nhằm mục đích phát triển khả năng, kỹ năng và năng lực của nguồn nhân lực để giúp tổ chức đạt được sự xuất sắc hơn.

Trong bối cảnh của Cách mạng công nghiệp 4.0, chiến lược học tập và phát triển có vai trò đặc biệt quan trọng vì các công nghệ và quá trình mới sẽ thay đổi căn bản tính chất công việc và các kỹ năng cần thiết. Các kỹ năng truyền thống sẽ cần được tăng cường với các kỹ năng kỹ thuật số mới (như: phân tích dữ liệu, tích hợp hệ thống, phát triển phần mềm...).

Về lâu dài, toàn bộ nguồn nhân lực cần được đào tạo, bồi dưỡng về kỹ thuật số, bao gồm các kỹ năng như quản lý dữ liệu và quản lý tự động hóa. Hoạt động bên cạnh các máy móc và hệ

thống thông minh, nhân viên cần thích nghi với các loại tương tác mới giữa con người và máy móc (H2M), máy móc và máy móc (M2M).

Chỉ số học tập và phát triển nguồn nhân lực đo lường chất lượng của các chương trình đào tạo, bồi dưỡng của doanh nghiệp. Các chương trình đào tạo, bồi dưỡng cần được xây dựng và triển khai thực hiện liên tục. Điều này giúp nhân viên có cơ hội học hỏi liên tục, giúp nhân viên có được các kỹ năng mới, nâng cao những kỹ năng hiện có. Đây là một tham số có vai trò hết sức quan trọng vì nhu cầu nghề nghiệp và vai trò công việc sẽ phát triển nhanh chóng theo thời gian trong bối cảnh của Cách mạng công nghiệp 4.0.

Để đạt được mức độ sẵn sàng cao về nguồn nhân lực trong việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, các chương trình đào tạo, bồi dưỡng phải phù hợp với nhu cầu kinh doanh và được tích hợp với các kế hoạch phát triển nhân sự quan trọng khác (như: phát triển nghề nghiệp, thu hút nhân tài, sử dụng chuyên gia cao cấp, chuyên gia người nước ngoài...).

Chiến lược học tập và phát triển nguồn nhân lực của doanh nghiệp cũng cần được cập nhật linh hoạt dựa trên phản hồi và thông tin chi tiết được cung cấp bởi nhân viên và nhóm kinh doanh. Đồng thời, chiến lược này cũng cần chủ động định vị các kỹ năng trong tương lai cho nguồn nhân lực. Các chiến lược học tập và phát triển nguồn nhân lực cho phép các doanh nghiệp xây dựng nguồn nhân lực sẵn sàng, có hiệu suất cao và có khả năng quản lý, duy trì các ý tưởng, "sáng kiến" để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Học tập và phát triển nguồn nhân lực được thể hiện ở các mức độ sau:

- Không có chương trình đào tạo chính thức đối với việc học và phát triển lực lượng lao động trong doanh nghiệp.

- Có chương trình đào tạo chính thức (có thời điểm bắt đầu và kết thúc), có phạm vi về các kỹ năng cần thiết.

- Có cấu trúc cho chương trình học tập liên tục, cho phép học tập không ngừng kỹ năng mới, cải thiện các kỹ năng hiện có.

- Có chương trình đào tạo liên tục được tích hợp với mục tiêu tổ chức, thu hút nhân tài và xây dựng định hướng phát triển nghề nghiệp.

- Tích hợp chương trình học tập của doanh nghiệp được cập nhật bởi các nhân viên, nhân sự và đội ngũ kinh doanh.

- Có các bước chủ động để kết hợp các yêu cầu cho các kỹ năng trong tương lai; các phương pháp học tập mới trong các chương trình hiện có.

b) Tham số 14: Năng lực lãnh đạo

Năng lực lãnh đạo đề cập đến sự sẵn sàng của đội ngũ quản lý cốt lõi để tận dụng các công nghệ mới nhất của Cách mạng công nghiệp 4.0 cho doanh nghiệp. Vì chuyển đổi là một "hành trình" có thể kéo dài. Cuộc hành trình này có thể sẽ được tích lũy, phát triển và thích nghi theo thời gian. Do đó, doanh nghiệp phải được dẫn dắt bởi đội ngũ lãnh đạo cốt lõi mạnh mẽ với sự cam kết, tầm nhìn rõ ràng, với năng lực và định hướng đúng đắn.

Trong tương lai, các doanh nghiệp có thể áp dụng các mô hình tổ chức phi tập trung trong việc tự đưa ra các quyết định. Tuy nhiên, trong giai đoạn chuyển đổi, doanh nghiệp nên thiết lập các quá trình và hệ thống để thu thập thông tin về các xu hướng, khái niệm và công nghệ mới nhất của Cách mạng công nghiệp 4.0. Năng lực lãnh đạo là một tham số quan trọng để kiểm tra mức độ tiếp cận các khái niệm và công nghệ mới, tiếp thu kiến thức của Cách mạng công nghiệp 4.0 của đội ngũ dẫn dắt, quản lý.

Doanh nghiệp sẽ đo lường khả năng của nhóm lãnh đạo để từ đó có thể thiết kế, điều chỉnh và triển khai các chiến lược

chuyển đổi, tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 trong dài hạn một cách phù hợp.

Năng lực lãnh đạo đề cập đến sự sẵn sàng quản lý để thúc đẩy các xu hướng và công nghệ mới nhất cho sự liên quan và khả năng cạnh tranh liên tục của doanh nghiệp. Năng lực lãnh đạo được thể hiện ở các mức độ sau:

- Quản lý thiếu những khái niệm mới nhất.
- Quản lý với sự hiểu biết một phần về các khái niệm mới nhất.
- Quản lý với sự hiểu biết sâu sắc về các khái niệm mới nhất.
- Quản lý có thể áp dụng các khái niệm mới nhất để cải thiện ít nhất 1 khu vực của doanh nghiệp với sự hỗ trợ bên ngoài.
- Quản lý có thể áp dụng các khái niệm mới nhất để cải thiện doanh nghiệp.
- Tăng cường các sáng kiến cải tiến đối với các khái niệm mới nhất để thay đổi hoặc phát triển theo thời gian.

c) Tham số 15: Hợp tác trong nội bộ và giữa doanh nghiệp

Hợp tác trong nội bộ và giữa các doanh nghiệp đề cập đến quá trình làm việc cùng nhau, bên trong doanh nghiệp và giữa doanh nghiệp với các đối tác bên ngoài, qua đó giúp các bên đạt được một tầm nhìn và mục đích chung.

Cách mạng công nghiệp 4.0 đã tạo ra một mạng lưới các hệ thống và công nghệ được kết nối để giảm chi phí hợp tác, qua đó, xác định lại các yếu tố cạnh tranh mới của doanh nghiệp. Trong một môi trường có tính kết nối cao như vậy, doanh nghiệp phải có khả năng cộng tác hiệu quả và thích nghi nhanh chóng.

Tuy nhiên, kỹ thuật thường không phải là rào cản lớn nhất đối với sự hợp tác. Về bản chất, rào cản lớn nhất được xem là văn hóa và thể chế. Do đó, tham số hợp tác trong nội bộ và giữa các doanh nghiệp cho phép nhân viên chia sẻ thông tin và làm việc cùng nhau một cách chính thức. Khuyến khích sự liên kết có thể trao quyền cho nguồn nhân lực để cộng tác hiệu quả hơn.

Cấu trúc và hệ thống thể chế hợp tác khuyến khích các sáng kiến hợp tác phát triển chung. Mô hình tổ chức "phẳng" cho phép doanh nghiệp ra quyết định nhanh hơn.

Ở giai đoạn tiên tiến nhất, các nhóm chức năng bên trong doanh nghiệp và giữa doanh nghiệp với các đối tác bên ngoài có thể được hình thành linh hoạt với các nguồn lực, mục tiêu chung và các chỉ số hiệu suất đánh giá chung (KPIs).

Thông qua sự hợp tác liên kết bên trong doanh nghiệp và giữa doanh nghiệp với các đối tác bên ngoài hiệu quả, doanh nghiệp có thể khai thác mức độ chuyên môn và nguồn lực rộng hơn để giải quyết các thách thức phức tạp. Về lâu dài, điều này sẽ chuyển doanh nghiệp từ văn hóa cạnh tranh nội bộ sang văn hóa chia sẻ mục tiêu, trách nhiệm và quyền lợi.

Hợp tác trong nội bộ và giữa doanh nghiệp được thể hiện ở các mức độ sau:

- Hợp tác trong nội bộ và giữa doanh nghiêp.

- Các đơn vị trực thuộc trong doanh nghiệp được cung cấp, trao đổi thông tin.

- Những kênh chính thức được thiết lập cho phép các nhóm làm việc để tương tác và làm việc trên những nhiệm vụ và dự án riêng lẻ.

- Các nhóm có sự ủy thác để thay đổi và điều chỉnh nghĩa vụ và trách nhiệm nhất định để giảm rào cản trong việc hợp tác đối với những nhiệm vụ, dự án tham gia.

- Các nhóm có sự ủy thác để bố trí nguồn lực nhằm thực hiện những nhiệm vụ, dự án dài hạn; chia sẻ một phần rủi ro, trách nhiệm và phần thưởng.

- Các nhóm có thể được hình thành với sự linh hoạt để giải quyết các vấn đề khi chúng phát sinh; chịu trách nhiệm chủ yếu về các rủi ro và phần thưởng.

d) Tham số 16: Chiến lược và quản trị

Chiến lược và quản trị liên quan đến việc thiết kế và thực hiện kế hoạch hành động để đạt được các mục tiêu dài hạn. Tham số chiến lược và quản trị bao gồm xác định các ưu tiên, xây dựng lộ trình và phát triển hệ thống và quá trình để triển khai các kế hoạch thành giá trị kinh doanh thực sự.

Tham số chiến lược và quản trị xem xét mức độ phát triển của một tổ chức, mô hình quản trị và việc thực hiện chiến lược của tổ chức. Các yếu tố này đều có vị trí quan trọng và phải cùng tồn tại với sự kết nối ngày càng tăng của các quá trình, hệ thống và con người.

Để điều hướng thay đổi và giảm thiểu rủi ro, các doanh nghiệp sẽ cần xác định tầm nhìn và thiết lập các nguyên tắc nhất quán. Điều này sẽ giúp ra quyết định và xác định các phương pháp cần thiết để đạt được kết quả mong muốn của doanh nghiệp. Một doanh nghiệp sẽ xây dựng chiến lược riêng, tổ chức thực hiện, triển khai, nhân rộng và nâng cao liên tục mô hình chiến lược và quản trị để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Chiến lược và quản trị được thể hiện ở các mức độ sau:

- Không có ý định thiết lập một nhà máy thông minh trong chiến lược hiện tại cũng như tương lai của doanh nghiệp.

- Có ý định thiết lập nhà máy thông minh, được xác định trong chiến lược, kế hoạch hiện tại hoặc tương lai của doanh nghiệp.

- Có chiến lược để thành lập nhà máy thông minh.

- Có chiến lược và quản trị dài hạn để vận hành nhà máy thông minh.

- Có chiến lược và quản trị dài hạn để mở rộng nhà máy thông minh của doanh nghiệp.

- Xem xét và ứng dụng những tiến bộ mới nhất trong công nghệ, triết lý kinh doanh và thực tiễn vào nhà máy thông minh của doanh nghiệp.

5. Sử dụng Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp

Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 nhằm mục đích giúp các doanh nghiệp xác định thời điểm bắt đầu, cách thức mở rộng quy mô của doanh nghiệp và xây dựng chiến lược, kế hoạch để doanh nghiệp duy trì tăng trưởng trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0. Cụ thể như sau:

- Giúp doanh nghiệp tìm hiểu các khái niệm quan trọng và xây dựng một ngôn ngữ chung để điều chỉnh, tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.
- Đánh giá hiện trạng của doanh nghiệp và mức độ sẵn sàng của doanh nghiệp tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.
- Xây dựng một chiến lược, kế hoạch tiếp cận, chuyển đổi toàn diện và lộ trình thực hiện Cách mạng công nghiệp 4.0.
- Luôn duy trì và phát triển các sáng kiến tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

5.1. Giúp doanh nghiệp tìm hiểu các khái niệm quan trọng và xây dựng một ngôn ngữ chung để điều chỉnh, tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

Sự hiểu biết thấu đáo về các khái niệm quan trọng của Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ cung cấp cho các doanh nghiệp một nền tảng vững chắc thực hiện việc chuyển đổi để điều chỉnh, tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Theo kết quả khảo sát của các chuyên gia về Cách mạng công nghiệp 4.0 và nghiên cứu của McKinsey 2016, có nhiều doanh nghiệp, nhà sản xuất chưa có nhiều hiểu biết sâu sắc về Cách mạng công nghiệp 4.0. Kết quả là, nhiều doanh nghiệp vẫn đang "vật lộn" để bắt đầu với việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0; ít hơn một nửa số doanh nghiệp tham gia các cuộc khảo sát cho rằng các doanh nghiệp đã chuẩn bị tốt cho Cách mạng công nghiệp 4.0. Nhiều doanh nghiệp nhấn mạnh sự

thiếu "quen thuộc" với các khái niệm của Cách mạng công nghiệp 4.0, kết hợp với việc doanh nghiệp không có chiến lược và lộ trình rõ ràng... sẽ trở thành một số thách thức lớn cản trở việc áp dụng Cách mạng công nghiệp 4.0[1].

Nghiên cứu của McKinsey đưa ra một số gợi ý sau:

- Các nhà sản xuất nên tập trung vào khai thác, áp dụng một số ứng dụng Cách mạng công nghiệp 4.0, thay vì cố gắng xem xét áp dụng tất cả ứng dụng cùng một lúc.

- Các doanh nghiệp không nên có tư tưởng "ngại" ứng dụng các công nghệ để bắt đầu triển khai tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Các nhà sản xuất nên chủ động có kế hoạch hợp tác với các nhà cung cấp công nghệ của bên thứ ba (Cách mạng công nghiệp 4.0 tạo sự thay đổi từ mô hình nhà cung cấp đơn lẻ sang mô hình nhà cung cấp công nghệ tích hợp).

- Để nắm bắt giá trị từ Cách mạng công nghiệp 4.0, các doanh nghiệp cần thành lập một nhóm chuyên trách để thúc đẩy các hoạt động đổi mới sáng tạo để thử nghiệm và hướng tới sự thay đổi.

- Tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 giúp các nhà sản xuất không chỉ đạt được những kết quả trong giai đoạn trước mắt mà còn nâng cao năng lực sẵn sàng khi thử nghiệm các mô hình kinh doanh mới.

Mặc dù đã bắt đầu hành trình chuyển đổi để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, kiến thức về Cách mạng công nghiệp 4.0

---

1. Industry 4.0 after the initial hype Where manufacturers are finding value and how they can best capture it, McKinsey Digital 2016, McKinsey & Company; Matthias Breunig, Richard Kelly, Robert Mathis and Dominik Wee, Getting the most out of Industry 4.0, Operations April 2016. McKinsey & Company.

ở cấp quản lý của nhiều doanh nghiệp vẫn còn nhiều hạn chế. Quá trình chuyển đổi thực sự đòi hỏi doanh nghiệp phải có nguồn nhân lực có hiểu biết sâu sắc về Cách mạng công nghiệp 4.0, các mô hình mới...

Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 nhằm mục đích giúp doanh nghiệp củng cố kiến thức về Cách mạng công nghiệp 4.0 theo hai cách:

- *Thứ nhất,* kiểm tra sự am hiểu của doanh nghiệp về các khái niệm cốt lõi và các nguyên tắc cơ bản của Cách mạng công nghiệp 4.0. Qua đó, Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 giúp doanh nghiệp trang bị kiến thức sau:

+ Hiểu biết về các nguyên tắc, khái niệm và công nghệ chính trong Cách mạng công nghiệp 4.0.

+ Tổng quan về lợi ích và giá trị kinh doanh mà Cách mạng công nghiệp 4.0 có thể mang lại cho doanh nghiệp.

+ Hướng dẫn doanh nghiệp xác định mục tiêu ngắn hạn, dài hạn, cách thức, lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 theo hiện trạng và tiềm lực của doanh nghiệp.

- *Thứ hai,* Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 nhằm mục đích thiết lập một ngôn ngữ chung giữa các bên liên quan trong hệ sinh thái Cách mạng công nghiệp 4.0. Bằng cách cung cấp cho các doanh nghiệp một bộ thuật ngữ, định nghĩa và tiêu chuẩn hóa thống nhất, Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 thiết lập sự hiểu biết chung giữa các doanh nghiệp. Điều này sẽ tạo điều kiện cho doanh nghiệp và các bên liên quan thực hiện giao tiếp hiệu quả hơn với bên trong và ngoài tổ chức (với đối tác, khách hàng...). Ngôn ngữ chung cũng giúp các nhà cung cấp giải pháp, công nghệ tương tác hiệu quả hơn với các nhà sản xuất, qua đó xác định các "khoảng trống", các ưu tiên và lộ trình chuyển đổi toàn diện của doanh nghiệp.

5.2. Đánh giá hiện trạng của doanh nghiệp và mức độ sẵn sàng của doanh nghiệp tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

Tìm hiểu các khái niệm quan trọng về Cách mạng công nghiệp 4.0 là bước đầu tiên và rất thiết yếu. Tuy nhiên, điều này sẽ không giúp doanh nghiệp có thể đưa ra các chiến lược chuyển đổi hiệu quả để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Doanh nghiệp phải xác định doanh nghiệp hiện đang ở đâu trước khi xác định doanh nghiệp sẽ làm những gì và làm thế nào để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Do đó, để giúp các doanh nghiệp tiến hành đánh giá toàn diện về hiện trạng của doanh nghiệp, Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 xác định một "ma trận" kết hợp với 16 tham số đánh giá.

Tuy nhiên, trước khi thực hiện đánh giá Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, doanh nghiệp cần xác định 03 vấn đề sau:

- Đánh giá cái gì?

Doanh nghiệp cần xác định phạm vi đánh giá và có thể chọn đánh giá toàn bộ cơ sở sản xuất hoặc đánh giá theo từng môđun, bộ phận độc lập của doanh nghiệp. Việc đánh giá theo từng môđun, bộ phận độc lập đặc biệt phù hợp với doanh nghiệp có quy mô lớn, sở hữu nhiều nhóm sản phẩm. Trong đó, mỗi nhóm có thể khác nhau hoặc có quy trình riêng biệt. Tuy nhiên, sau khi đánh giá theo từng môđun, bộ phận độc lập, doanh nghiệp cần đánh giá toàn bộ cơ sở sản xuất của doanh nghiệp.

- Ai đánh giá?

Sau khi xác định phạm vi đánh giá, doanh nghiệp cần xác định các bên liên quan sẽ tham gia. Doanh nghiệp cần thành lập một nhóm (tổ) chuyên trách gồm các bên liên quan (như: tổng giám đốc nhà máy, lãnh đạo các cấp, cán bộ phụ trách công nghệ thông tin...) tham gia đánh giá để bảm đảo tính chất toàn diện của Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Phương thức đánh giá?

Qua quá trình đánh giá, doanh nghiệp sẽ thấy rằng, đối với các tham số nhất định, hiện trạng của doanh nghiệp sẽ khó có thể được thể hiện đầy đủ trong một mức độ. Ví dụ, đối với tham số tự động hóa cấp cơ sở, hệ thống sưởi, hệ thống thông gió và hệ thống điều hòa không khí có thể hoàn toàn tự động, ở mức độ 3. Tuy nhiên, hệ thống chiếu sáng vẫn được vận hành thủ công, thể hiện ở mức độ 2. Trong những trường hợp như vậy, các chuyên gia tư vấn sẽ trao đổi, thảo luận với doanh nghiệp để đưa ra quyết định cuối cùng.

Quá trình đánh giá phải dựa trên một số nguyên tắc cơ bản: 16 tham số cần được xem xét chính thức. Tầm quan trọng và mức độ phù hợp của từng tham số sẽ khác nhau, phụ thuộc vào từng nhu cầu và nguồn lực đầu tư của mỗi doanh nghiệp để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Trong quá trình đánh giá, các tham số ảnh hưởng trực tiếp đến các chỉ số KPI sẽ được ưu tiên cao hơn.

Một số trường hợp cụ thể:

- Để tập trung vào quá trình hội nhập, doanh nghiệp có thể tập trung vào tham số tích hợp ngang để tăng hiệu quả tham gia các chuỗi cung ứng của doanh nghiệp.

- Tham số tự động hóa cấp cơ sở sẽ là một tham số quan trọng đối với doanh nghiệp trong ngành công nghiệp bán dẫn vì lĩnh vực này cần có hệ thống phòng lạnh để kiểm soát nhiệt độ và độ ẩm môi trường. Các hệ thống này sẽ đòi hỏi một lượng điện đáng kể, do đó, kiểm soát tham số tự động hóa cấp cơ sở một cách hiệu quả sẽ giúp tiết kiệm đáng kể chi phí của doanh nghiệp.

Để thực hiện quá trình đánh giá hiện trạng, doanh nghiệp có thể thực hiện các cuộc thảo luận mở, đo lường các quá trình, hệ thống, tổ chức... hiện có của doanh nghiệp. Trên cơ sở đó, doanh nghiệp có thể thống nhất các mức độ chuẩn cho 16 tham số.

Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 này sử dụng các chỉ số mức độ thay vì điểm số cụ thể. Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 thể hiện hiện trạng của doanh nghiệp tại một thời điểm, giai đoạn cụ thể trong "hành trình" chuyển đổi, tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

5.3. Xây dựng một chiến lược, kế hoạch tiếp cận, chuyển đổi toàn diện và lộ trình thực hiện Cách mạng công nghiệp 4.0

Theo khảo sát của Công nghiệp Toàn cầu 4.0 PwC (Global Industry) vào năm 2016, trong vòng 5 năm tới, các doanh nghiệp toàn cầu có kế hoạch đầu tư 907 tỷ USD mỗi năm vào việc chuyển đổi, tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Với nhu cầu ngày càng tăng của doanh nghiệp trong việc bắt đầu tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 được xem là một định hướng quan trọng và kịp thời để giúp doanh nghiệp tự thiết kế, xây dựng một chiến lược và lộ trình toàn diện cho chuyển đổi Cách mạng công nghiệp 4.0.

Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 đảm bảo rằng tất cả các trụ cột cốt lõi, trụ cột chính và tham số của doanh nghiệp được xem xét, đánh giá. Trong đó, tầm quan trọng của mỗi tham số có thể khác nhau một cách tương đối. Do đó, doanh nghiệp cần đánh giá tất cả các tham số để đảm bảo rằng tất cả các chỉ số KPI của doanh nghiệp sẽ được tính toán, xem xét cụ thể.

Doanh nghiệp cần lưu ý một số nội dung sau trong quá trình xây dựng chiến lược, kế hoạch tiếp cận, chuyển đổi toàn diện và lộ trình thực hiện Cách mạng công nghiệp 4.0:

- *Thứ nhất,* nhiều doanh nghiệp có xu hướng chỉ tập trung vào cải thiện một số lĩnh vực liên quan trực tiếp đến vấn đề hiện tại của doanh nghiệp. Ví dụ, nếu một doanh nghiệp sử dụng nhiều công nhân tay nghề thấp để thực hiện các công việc

lặp đi lặp lại, doanh nghiệp đó sẽ có xu hướng tập trung vào việc cải thiện để tăng mức độ tự động hóa tại khu vực sản xuất.

- *Thứ hai,* doanh nghiệp có xu hướng tập trung nhiều hơn vào các lĩnh vực mà doanh nghiệp đã quen thuộc (nhóm quản lý kho có xu hướng tập trung vào các sáng kiến chuỗi cung ứng, nhóm công nghệ thông tin có xu hướng tập trung vào hoạt động đổi mới công nghệ...).

Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ cung cấp cho doanh nghiệp một cách có hệ thống để mở rộng phạm vi các ý tưởng, sáng kiến chuyển đổi hiện tại hoặc trong tương lai để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Bằng cách cung cấp các định nghĩa và mô tả rõ ràng về các mức độ chuẩn đối với 16 tham số, Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 nêu rõ mục tiêu cuối cùng của doanh nghiệp khi tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, tuy nhiên, rất ít doanh nghiệp được cung cấp các hướng dẫn thực tế để đi đến mục tiêu này. Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 giải quyết thách thức, hướng dẫn cải tiến từng bước, "phá vỡ giai đoạn trung gian, quá độ" của hành trình chuyển đổi Cách mạng công nghiệp 4.0.

Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ cho phép các doanh nghiệp xác định một cách có hệ thống các sáng kiến có tác động cao và cơ cấu các kế hoạch thực hiện hiệu quả với các giai đoạn, mốc thời gian và mục tiêu được xác định rõ ràng.

5.4. Luôn duy trì và phát triển các sáng kiến tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

Từ việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 và xây dựng chiến lược chuyển đổi là một dấu ấn thành công, tuy nhiên duy trì chiến lược và bổ sung phát triển liên tục chiến lược trên thực tế là mục tiêu quan trọng.

Sau khi xây dựng sáng kiến chuyển đổi để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, doanh nghiệp cần có kế hoạch phát triển cơ sở hạ tầng, hệ thống và quy trình phù hợp với chiến lược. Đồng thời, doanh nghiệp cần xác định các giải pháp tối ưu để đạt được các mục tiêu, kết quả theo từng giai đoạn khác nhau trong chiến lược.

Để đảm bảo luôn được duy trì và phát triển bền vững, doanh nghiệp cần xây dựng và triển khai kế hoạch chi tiết đối với Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, trong đó có thể đo lường các kết quả đạt được của doanh nghiệp theo nhiều năm.

Sự chuyển đổi của doanh nghiệp để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 không phải chỉ là một giai đoạn ngắn, mà là một nỗ lực lâu dài của doanh nghiệp. Ngay cả khi các doanh nghiệp đạt được các mục tiêu đề ra trong quá trình chuyển đổi, doanh nghiệp cần tiếp tục thực hiện các hệ thống phù hợp để duy trì những lợi ích này.

Các chiến lược chuyển đổi, tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 cần phải thích ứng và phát triển liên tục cùng với sự phát triển của doanh nghiệp. Do đó, các nhóm (tổ) chuyên trách của doanh nghiệp có vai trò quan trọng trong việc theo dõi tiến trình, đánh giá tác động và xác định các cơ hội cải tiến trong tương lai.

Chương 3

TĂNG CƯỜNG MỨC ĐỘ TIẾP CẬN CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

1. Nguyên tắc tối ưu hệ thống, "chìa khóa" chuyển từ nhận thức sang thực hiện việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

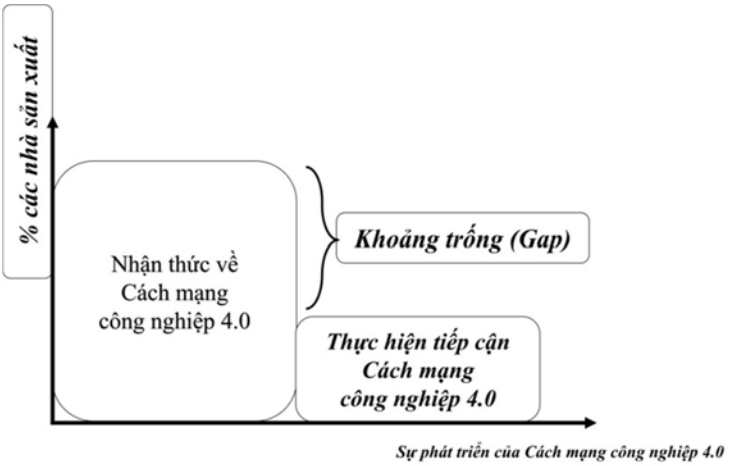
Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ giúp doanh nghiệp hiểu rõ hơn về cuộc cách mạng này và giá trị tiềm năng đối với hệ thống sản xuất kinh doanh của doanh nghiệp.

Mặc dù được đào tạo, cập nhật về kiến thức Cách mạng công nghiệp 4.0, hiện nay, phần lớn các doanh nghiệp vẫn chưa biết cách chuyển từ nhận thức sang thực hiện chiến lược, giải pháp tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Điều này cho thấy có một "khoảng trống" đáng kể giữa nhận thức và thực hiện các giải pháp tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 (xem Hình 3.1).

Quan sát hiện tượng về "khoảng trống" từ nhận thức đến thực hiện này cũng được nêu trong các báo cáo tư vấn, báo cáo khảo sát khác nhau. Ví dụ, trong một cuộc khảo sát của McKinsey năm 2018 (với hơn 200 doanh nghiệp sản xuất thuộc 06 thị trường của ASEAN), 75% số doanh nghiệp cho rằng các công nghệ của Cách mạng công nghiệp 4.0 có thể cải thiện hiệu quả kinh doanh, nhưng chỉ 13% doanh nghiệp tham gia triển khai các giải pháp, sáng kiến của Cách mạng công nghiệp 4.0.

Do đó, doanh nghiệp, các nhà sản xuất tiếp tục "lo ngại" về cách thức để chuyển từ giai đoạn "đánh giá" sang giai đoạn

"triển khai" quá trình chuyển đổi của doanh nghiệp để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.



Hình 3.1: Khoảng cách từ nhận thức đến thực hiện[1]

Mặc dù mức độ nhận thức của doanh nghiệp về Cách mạng công nghiệp 4.0 khá cao, tuy nhiên, còn nhiều lý do tại sao các doanh nghiệp "khó chấp nhận" các giải pháp của Cách mạng công nghiệp 4.0. Một trong những rào cản phổ biến nhất hiện nay là các doanh nghiệp đang thiếu một chiến lược, giải pháp cụ thể, hiệu quả để thu hẹp "khoảng trống từ nhận thức đến thực hiện".

Đặc biệt, trong bối cảnh thế giới bị "áp lực" về thiếu nguồn lực, "quá tải" về thông tin, "tầm nhìn mới" của Cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ là yếu tố hết sức quan trọng, cần thiết để giúp doanh nghiệp nắm lấy cơ hội thực hiện cuộc chuyển đổi thực sự, vượt xa quy mô hiệu quả hoạt động hiện có trong bối cảnh mới.

Hiện nay, không có nhiều thông tin trợ giúp, hướng dẫn doanh nghiệp, các nhà sản xuất thực hiện chuyển đổi một

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: The Singapore Smart Industry Readiness Index, EDB Singapore.

cách mạnh mẽ, toàn diện để thu hẹp "khoảng trống" từ vấn đề nhận thức đến vấn đề thực hiện để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Nguyên tắc tối ưu hệ thống là một giải pháp mới, có vai trò quan trọng trong việc thu hẹp "khoảng trống" này, là công cụ hỗ trợ doanh nghiệp chuyển từ nhận thức sang thực hiện từ mô hình, chiến lược... đến giải pháp chuyển đổi của doanh nghiệp. Đây sẽ là một "thử thách" quan trọng đối với bất kỳ doanh nghiệp nào khi bắt đầu triển khai xây dựng chiến lược và lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Nguyên tắc tối ưu hệ thống cho phép các doanh nghiệp xác định được một số lĩnh vực trọng tâm sẽ tạo ra giá trị lớn nhất trong quá trình chuyển đổi để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, qua đó, giúp doanh nghiệp đưa ra các quyết định về phân bổ nguồn lực hiệu quả nhất.

Hiện nay, doanh nghiệp có thể gặp khó khăn trong việc lựa chọn các yếu tố, giải pháp hay công nghệ trọng tâm của Cách mạng công nghiệp 4.0. Một trong những "sai lầm" phổ biến nhất là doanh nghiệp không xem xét một cách toàn diện, thấu đáo về các yếu tố chính theo nguyên tắc tối ưu hệ thống. Do đó, kết quả tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp thường không thành công.

Vậy, các yếu tố chính mà doanh nghiệp nên xem xét là gì? Làm thế nào doanh nghiệp có thể thực hiện Nguyên tắc tối ưu hệ thống một cách toàn diện?

Đây là những câu hỏi quan trọng đối với doanh nghiệp và các nhà sản xuất. Để giúp doanh nghiệp "mở khóa" câu trả lời, các chuyên gia về Cách mạng công nghiệp 4.0 đã thiết lập 04 Nguyên tắc tối ưu hệ thống chính. Bốn nguyên tắc này được gọi chung là Nguyên tắc tối ưu hệ thống.

Nguyên tắc tối ưu hệ thống sẽ giúp doanh nghiệp, các nhà sản xuất kịp thời bổ sung, cập nhật kiến thức về Cách mạng

công nghiệp 4.0. Khi đó, các cải tiến được thực hiện sẽ mang lại giá trị lớn nhất cho doanh nghiệp. Điều này sẽ cho phép các doanh nghiệp bắt đầu, mở rộng quy mô và duy trì hành trình chuyển đổi Cách mạng công nghiệp 4.0 theo đúng hướng.

Nguyên tắc tối ưu hệ thống	
1. Xác định tình trạng hiện nay: Xây dựng kiến thức, hiểu biết sâu sắc về mức độ tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 hiện tại của doanh nghiệp.	2. Xác định mức độ tác động: Phân tích sự khác biệt về mức độ ảnh hưởng của Cách mạng công nghiệp 4.0 đến lợi nhuận của doanh nghiệp; xác định các khu vực có thể tạo ra lợi nhuận tài chính lớn nhất.
3. Xác định mục tiêu kinh doanh: Xác định các mục tiêu kinh doanh quan trọng nhất đối với doanh nghiệp để lựa chọn các lĩnh vực ưu tiên của Cách mạng công nghiệp 4.0.	4. Thực hiện chuẩn đối sánh: So sánh, học hỏi các mô hình thành công của các doanh nghiệp trong việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Cụ thể như sau:

a) Xác định tình trạng hiện nay

Trước khi bắt đầu chuyển từ nhận thức sang thực hiện, doanh nghiệp cần nhận thức được tình trạng hiện tại của doanh nghiệp, của các bộ phận trực thuộc và hệ thống sản xuất, kinh doanh. Điều này có thể được thực hiện thông qua tiến hành đánh giá độc lập, chi tiết về hoạt động sản xuất, kinh doanh của doanh nghiệp.

Với các thông tin về tình trạng hiện nay, doanh nghiệp, nhà sản xuất có thể xác định các điểm mạnh để tiếp tục xây dựng, củng cố và các các điểm yếu để tiếp tục cải thiện. Nguyên tắc tối ưu hệ thống trao quyền cho doanh nghiệp xác

định các cơ hội để thực hiện những thay đổi tích cực trong hệ thống sản xuất, kinh doanh.

Đánh giá độc lập, toàn diện về hoạt động sản xuất, kinh doanh của doanh nghiệp cho phép doanh nghiệp tự xem xét một cách trung thực, khách quan về khả năng chuyển từ nhận thức sang thực hiện, qua đó giúp doanh nghiệp đẩy nhanh tốc độ tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Nhận thức và sẵn sàng giải quyết những vấn đề "tiềm ẩn" là bước quan trọng đầu tiên nhằm phát triển kế hoạch chuyển đổi của doanh nghiệp trong lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

b) Xác định mức độ tác động

Doanh nghiệp thực hiện các hoạt động sản xuất, kinh doanh sản phẩm, dịch vụ vì mục tiêu lợi nhuận. Mục đích cơ bản của doanh nghiệp là tối đa hóa lợi nhuận. Mặc dù quan tâm đến nhiều sáng kiến, giải pháp, doanh nghiệp có thể sẽ không triển khai các sáng kiến, giải pháp này vì không khả thi về mặt tài chính đối với doanh nghiệp. Ngay cả những sáng kiến, giải pháp có hiệu quả kinh tế cũng sẽ ảnh hưởng khác nhau đến lợi nhuận đầu tư và lợi nhuận của doanh nghiệp. Do đó, tùy thuộc vào mức độ tác động, doanh nghiệp phải liên tục quyết định việc phân bổ nguồn lực, đồng thời quan tâm đến mục tiêu tối đa hóa lợi nhuận của doanh nghiệp.

Bất kỳ doanh nghiệp, nhà sản xuất nào có ý định áp dụng và triển khai các công nghệ của Cách mạng công nghiệp 4.0 đều xem xét thận trọng các tác động tiềm năng ảnh hưởng đến lợi nhuận của doanh nghiệp. Ví dụ, nếu chi phí đối với các dịch vụ của một doanh nghiệp chiếm một tỷ lệ đáng kể, thì việc đầu tư vào các giải pháp công nghệ kỹ thuật số sẽ làm giảm tiêu thụ năng lượng, qua đó giúp doanh nghiệp tiết kiệm hơn, tăng năng suất.

Xác định mức độ tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0, doanh nghiệp sẽ có điều kiện để xác định chính xác các vấn đề,

nội dung có thể mang lại lợi ích tài chính lớn nhất cho doanh nghiệp, do đó, đảm bảo quá trình chuyển đổi, tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp đạt được nhanh hơn, bền vững hơn.

c) Xác định mục tiêu kinh doanh

Xác định hiện trạng hiện nay của doanh nghiệp là điều kiện cần, nhưng chưa phải điều kiện đủ để triển khai Nguyên tắc tối ưu hệ thống. Xác định mục tiêu kinh doanh hiệu quả của một doanh nghiệp là một yếu tố rất quan trọng.

Nguyên tắc tối ưu hệ thống xác định các mục tiêu kinh doanh đối với một doanh nghiệp và mức độ quan trọng của mục tiêu đó. Mục tiêu kinh doanh là chỉ số có thể đo lường được để tạo nên thành công cho doanh nghiệp. Điều này có thể tác động trực tiếp hoặc ngay lập tức đến lợi nhuận của doanh nghiệp. Mục tiêu kinh doanh hiệu quả của doanh nghiệp có thể được thể hiện bằng các kết quả cụ thể (như: đạt được lượng khí thải trong sản xuất "bằng 0", giảm thời gian đưa sản phẩm được ra thị trường...).

Khi doanh nghiệp xác định rõ ràng về mục tiêu kinh doanh hiệu quả và mức độ quan trọng của các mục tiêu đó, doanh nghiệp có thể tự đưa ra quyết định trong việc lựa chọn lĩnh vực tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Doanh nghiệp lựa chọn các mục tiêu giúp doanh nghiệp có thể chuyển từ trạng thái hiện tại sang trạng thái "thành công". Doanh nghiệp, các nhà sản xuất sẽ đầu tư thời gian, nguồn lực để giải quyết các vấn đề riêng của doanh nghiệp nhằm đạt được các mục tiêu kinh doanh hiệu quả.

d) Thực hiện chuẩn đối sánh

Khi doanh nghiệp thực hiện chuyển đổi để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, việc sử dụng thông tin nội tại của doanh nghiệp không đủ để hướng doanh nghiệp đến một "hình ảnh" thành công hơn, ở tầm quốc tế trong tương lai.

Cho đến thời điểm hiện nay, không có "điểm chuẩn" về mức độ tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, việc tiến hành phân tích, so sánh giữa các doanh nghiệp sẽ giúp doanh nghiệp thiết lập các "điểm tham chiếu khách quan" về khả năng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Nguyên tắc tối ưu hệ thống khuyến khích các doanh nghiệp "hướng ra bên ngoài" để thực hiện chuẩn đối sánh về khả năng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Có thể thấy rằng, doanh nghiệp sẽ không "đơn độc" trên hành trình chuyển đổi này. Nhận thức được các yếu tố thành công và những sai lầm phổ biến của các doanh nghiệp khác, doanh nghiệp có thể tự phát triển các mô hình tham chiếu trong các lĩnh vực sản xuất tiềm năng, có giá trị cao trong bối cảnh mới này.

2. Giải pháp tối ưu hệ thống nhằm thu hẹp khoảng cách giữa nhận thức và thực hiện việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

Giải pháp tối ưu hệ thống là các giải pháp, hướng dẫn giúp doanh nghiệp bắt đầu triển khai thực hiện các định hướng ưu tiên toàn diện để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Để đưa 04 nguyên tắc tối ưu hệ thống vào thực tiễn, giải pháp tối ưu hệ thống đưa ra các khuyến nghị cụ thể, đúng hướng để doanh nghiệp chuyển đổi, tiếp cận thành công Cách mạng công nghiệp 4.0.

Giải pháp tối ưu hệ thống là một công cụ lập kế hoạch quản lý giúp doanh nghiệp, nhà sản xuất xác định các vấn đề, nội dung trọng tâm để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Giải pháp tối ưu hệ thống giúp doanh nghiệp xác định thời gian, thứ tự ưu tiên trong việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 một cách hiệu quả. Cụ thể, giải pháp này trang bị cho các doanh nghiệp kiến thức về các tham số theo mức độ ưu tiên và lộ trình tối ưu đối với các tham số để đạt được kết quả như mong muốn của doanh nghiệp.

Giải pháp tối ưu hệ thống bao gồm tập hợp 04 yếu tố đầu vào, trong đó, mỗi yếu tố đầu vào phản ánh mức độ ưu tiên trong nguyên tắc tối ưu hệ thống.

Để xác định tham số có mức độ ưu tiên cao, giải pháp tối ưu hệ thống tạo ra giá trị tác động trên một lần cải thiện chỉ số (hay còn gọi là giá trị tác động) thông qua 16 tham số.

Giá trị tác động thể hiện lợi ích (tương đối) mà doanh nghiệp đạt được theo một tham số cụ thể. Bằng cách so sánh các giá trị tác động của chỉ số khác, doanh nghiệp, nhà sản xuất có thể định lượng, xác định tham số cụ thể cần ưu tiên và mục tiêu chính có thể hướng tới.

Đầu vào của giải pháp tối ưu hệ thống: Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, thông tin chi phí doanh thu, các chỉ số hiệu suất chính, thông tin chuẩn đối sánh. Cụ thể như sau:

2.1. Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 là công cụ đánh giá giúp doanh nghiệp xác định các mức độ "trưởng thành" hiện tại để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp dựa trên 16 tham số.

Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 là đầu vào đầu tiên của giải pháp tối ưu hệ thống vì đây là cơ sở để các doanh nghiệp đo lường sự tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0 đối với sự thay đổi và tiến trình chuyển đổi của doanh nghiệp. Chỉ số này cung cấp cho doanh nghiệp một nền tảng ngôn ngữ chung để cùng thiết lập mục tiêu về lộ trình chuyển đổi của doanh nghiệp trong chuỗi cung ứng toàn cầu trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0.

2.2. Thông tin chi phí doanh thu

Thông tin chi phí doanh thu liên quan đến sự phân chia các mục "lãi và lỗ" của doanh nghiệp theo tỷ lệ phần trăm của tổng doanh thu. Ví dụ, một doanh nghiệp có doanh thu hàng năm là

100 triệu USD và chi 15 triệu USD cho việc bảo trì và sửa chữa, thì chi phí bảo trì và sửa chữa có thể được biểu thị bằng 15% tổng doanh thu của doanh nghiệp.

Thông tin chi phí doanh thu này là đầu vào rất cần thiết đối với giải pháp tối ưu hệ thống vì các quá trình có chi phí lớn sẽ có ảnh hưởng lớn hơn. Thông tin chi phí doanh thu sẽ đảm bảo rằng các chỉ số có mức độ ưu tiên cao sẽ là những chỉ số mang lại lợi ích tài chính lớn nhất cho doanh nghiệp.

Thông tin chi phí doanh thu của một doanh nghiệp ảnh hưởng đến mức độ ưu tiên của các chỉ số: Nếu chi phí lao động trực tiếp chiếm 50% doanh thu chung của doanh nghiệp, chi phí dịch vụ tiện ích của doanh nghiệp chỉ là 5%, thì các nguồn lực sẽ tập trung để cải thiện tham số tự động hóa cấp khu vực sản xuất (tương ứng với giảm chi phí lao động). Vì tham số tự động hóa cấp khu vực sản xuất có thể mang lại giá trị cao hơn so với tập trung cải thiện vào một tham số khác như tham số kết nối (tương ứng với giảm chi phí năng lượng).

Thông tin chi phí doanh thu gồm:

- Dịch vụ hậu mãi, bảo hành: chi phí mà doanh nghiệp dự kiến hoặc phát sinh cho việc sửa chữa hoặc thay thế hàng hóa mà doanh nghiệp đã bán. Tổng chi phí được giới hạn bởi thời gian bảo hành mà doanh nghiệp cung cấp.

- Khấu hao: chi phí "phi tiền mặt" đại diện cho tất cả các tài sản cố định thuộc sở hữu của doanh nghiệp, được coi là tiêu thụ trong một kỳ kế toán hoặc tài chính.

- Lao động: tổng của tất cả tiền lương trả cho người lao động (như: chi phí cho lợi ích của nhân viên, thuế lương) được trả bởi người sử dụng lao động bao gồm: nhân viên tham gia trực tiếp vào quá trình bảo trì và sản xuất; các nhóm hỗ trợ đảm bảo vận hành trơn tru toàn bộ cơ sở.

- Bảo trì, sửa chữa: tất cả các chi phí cần thiết để đưa tài sản vốn (như: xây dựng, cơ sở hạ tầng, thiết bị và máy móc...)

hoạt động tốt, hoạt động trong điều kiện tối ưu bao gồm: sửa chữa tài sản bị hỏng, tài sản sử dụng thường xuyên...

- Nguyên liệu, vật tư tiêu hao: hàng tồn kho hiện có chưa được sử dụng trong sản xuất hoặc thành phẩm. Nguyên liệu, vật tư tiêu hao bao gồm cả vật liệu trực tiếp, được kết hợp vào sản phẩm cuối cùng; vật liệu gián tiếp được tiêu thụ trong quá trình sản xuất nhưng không được tích hợp vào sản phẩm cuối cùng.

- Thuê và cho thuê vận hành: chi phí liên quan đến việc sử dụng tài sản mà doanh nghiệp không sở hữu, bao gồm tài sản, nhà máy và thiết bị...

- Nghiên cứu và phát triển (R&D): tất cả các chi phí liên quan đến các hoạt động để phát triển hoặc cải tiến sản phẩm hoặc quy trình bao gồm: cải tiến thiết kế sản phẩm; tăng cường quy trình sản xuất...

- Chi phí bán hàng, chi phí quản lý tổng hợp: tất cả các chi phí hoạt động không liên quan trực tiếp đến chi phí sản xuất sản phẩm (như chi phí doanh nghiệp, kế toán, pháp lý, bán hàng và tiếp thị...).

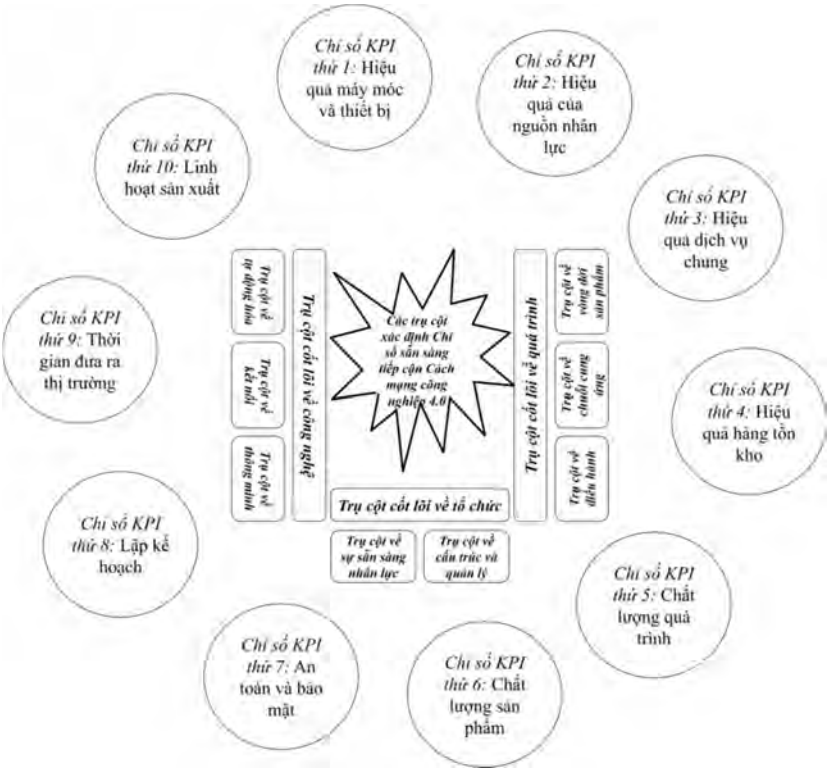
- Tiện ích: chi phí điện, nhiệt (gas, nhiên liệu), hệ thống thoát nước... được sử dụng để đảm bảo vận hành quá trình sản xuất trực tiếp và các điều kiện môi trường xung quanh.

- Thu nhập trước lãi suất, thuế: tính toán thu nhập hoạt động hoặc lợi nhuận của một doanh nghiệp (không bao gồm lãi suất), là chi phí tài chính và thuế, được quản lý bởi cơ quan có thẩm quyền.

2.3. Chỉ số đánh giá hoạt động chính (Key Performance Indicator, KPI)

Đầu vào thứ ba của giải pháp tối ưu hệ thống là các chỉ số đánh giá hoạt động chính (chỉ số KPI) nhằm phản ánh chính xác nhất về kết quả kinh doanh và định vị doanh nghiệp trong tương lai.

Các chỉ số KPI là các chỉ số được sử dụng để đánh giá sự thành công hay hiệu quả của doanh nghiệp trong việc đạt được các mục tiêu chiến lược và kinh doanh chính.



Hình 3.2: Các chỉ số đánh giá hoạt động chính[1]

Làm thế nào để doanh nghiệp xác định được thứ tự ưu tiên các chỉ số KPI của doanh nghiệp dựa trên các định hướng chiến lược. Điều này được minh họa cụ thể sau ở 2 ví dụ cụ thể sau:

- Ví dụ 1: trong lĩnh vực hàng tiêu dùng, một nhà sản xuất quần áo có định hướng chiến lược nhằm mục tiêu trở thành doanh nghiệp hàng đầu về quần áo thể thao cao cấp. Như vậy,

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: The Singapore Smart Industry Readiness Index, EDB Singapore.

các chỉ số KPI về chất lượng sản phẩm và tính linh hoạt sản xuất sẽ có tầm quan trọng hơn đối với doanh nghiệp. Tối ưu hóa 2 chỉ số KPI này sẽ cho phép doanh nghiệp sản xuất các loại quần áo thể thao có chất lượng cao, "tính tùy chỉnh cao" để đáp ứng yêu cầu của từng khách hàng, duy trì mức lợi nhuận tốt.

- Ví dụ 2: trong lĩnh vực công nghiệp hóa chất, Polyetylen là loại nhựa được sử dụng phổ biến nhất trên thế giới, với sản lượng toàn cầu đạt hơn 80 triệu tấn/năm (năm 2017). Vì doanh nghiệp sản xuất polyetylen không thể tự định giá sản phẩm, nên doanh nghiệp sản xuất polyetylen thường cạnh tranh về chi phí để có thể đạt được mức lợi nhuận cao nhất. Do đó, doanh nghiệp sản xuất polyetylen sẽ tập trung nhiều hơn vào các KPI về hiệu quả như máy móc, thiết bị, lao động và các dịch vụ tiện ích.

Khi doanh nghiệp xác định mục tiêu rõ ràng, kế hoạch phát triển dài hạn, doanh nghiệp sẽ lựa chọn được các chỉ số KPI phù hợp nhất.

Giải pháp tối ưu hệ thống xem xét 10 chỉ số KPI được phân thành 3 nhóm: Nhóm chỉ số KPI về hiệu quả; Nhóm chỉ số KPI về chất lượng và bảo đảm an toàn; Nhóm chỉ số KPI về tốc độ và độ linh hoạt (xem Hình 3.2).

2.3.1. Nhóm chỉ số KPI về hiệu quả

Hiệu quả là một tham số có thể đo lường được, xác định một cách định lượng bằng tỷ lệ giữa sản lượng hữu ích trên tổng đầu vào.

Hiệu quả biểu thị một mức độ hiệu suất từ việc sử dụng lượng đầu vào ít nhất (như: thời gian, năng lượng, vật liệu, nhân lực, tài chính...) để đạt được sản lượng hữu ích cao nhất. Ngoài việc đặt mục tiêu lợi nhuận, doanh nghiệp xác định thúc đẩy tăng hiệu quả thông qua các chiến lược kinh doanh.

Nhóm chỉ số KPI về hiệu quả gồm 04 chỉ số (chỉ số 1-4).

a) Chỉ số KPI thứ 1: Hiệu quả máy móc và thiết bị

Chỉ số KPI này đề cập đến khả năng tối đa hóa việc sử dụng, khai thác máy móc và thiết bị để sản xuất tại nhà máy hoặc cơ sở sản xuất của doanh nghiệp. Các thông số được các nhà sản xuất sử dụng trong chỉ số KPI này bao gồm: hiệu quả thiết bị tổng thể (Overall Equipment Efficiency, OEE), tần suất ngừng hoạt động (ngoài dự kiến)...

Những cải tiến về hiệu quả máy móc và thiết bị sẽ làm tăng năng lực sản xuất của doanh nghiệp, dẫn đến tăng doanh thu, giảm chi phí việc sửa chữa và thay thế máy móc và thiết bị.

b) Chỉ số KPI thứ 2: Hiệu quả của nguồn nhân lực

Doanh nghiệp đặt mục tiêu sử dụng hiệu quả của nguồn nhân lực nhằm cải thiện năng suất lao động trong các nhà máy hoặc dây chuyền sản xuất bằng cách giảm thời gian thực hiện các nhiệm vụ hoặc cho phép các nhân viên thực hiện nhiều công việc. Tùy thuộc vào chính sách quản lý nhân sự của doanh nghiệp, doanh thu và hiệu quả đào tạo có thể là các thông số (bổ sung) để xác định chỉ số KPI về hiệu quả của nguồn nhân lực.

Những cải tiến về chỉ số KPI hiệu quả của nguồn nhân lực không chỉ đóng góp tăng thu nhập cho mỗi nhân viên, mà còn thúc đẩy các yếu tố vô hình khác (như: tinh thần lao động, tính hỗ trợ, chia sẻ thông tin...).

c) Chỉ số KPI thứ 3: Hiệu quả dịch vụ chung

Chỉ số KPI này xem xét lượng hiệu quả sử dụng, tiêu thụ năng lượng, nước, khí thải, chất thải... trong hoạt động sản xuất của doanh nghiệp. Nếu chi phí dịch vụ chung chiếm một phần đáng kể trong chi phí sản xuất của doanh nghiệp, thì việc cải thiện chỉ số KPI về hiệu quả sử dụng dịch vụ chung sẽ giúp giảm chi phí sản xuất, tăng tỷ suất lợi nhuận của doanh nghiệp.

Ngoài ra, với sự quan tâm của Chính phủ, các quốc gia về vấn đề biến đổi khí hậu và phát triển bền vững, chỉ số KPI về

hiệu quả dịch vụ của doanh nghiệp cũng là chỉ số đánh giá trách nhiệm của doanh nghiệp đối với vấn đề bảo vệ môi trường. Đây là một chỉ số KPI quan trọng đối với các doanh nghiệp trong các ngành, lĩnh vực công nghiệp chủ lực.

d) Chỉ số KPI thứ 4: Hiệu quả hàng tồn kho

Một kho lưu trữ hiệu quả được thể hiện ở số lượng, khối lượng hàng tồn kho được tối ưu hóa để giảm thiểu chi phí cần thiết. Lưu trữ hàng dư thừa, tồn kho sẽ tạo ra gánh nặng và chi phí không cần thiết, đặc biệt đối với các nhà máy, doanh nghiệp thiếu không gian lưu trữ. Ngoài việc ảnh hưởng đến nguồn vốn lưu động, doanh nghiệp sản xuất với khối lượng lớn hàng tồn kho chưa sử dụng sẽ phải "gánh" các chi phí gia tăng do thuê đất, chi phí xây dựng, chi phí nhân lực, lãng phí nguyên liệu lớn... đối với hàng tồn kho.

Trong một số trường hợp, hàng tồn kho dư thừa có thể ảnh hưởng đến không gian hoạt động đối với các các dây chuyền sản xuất mới hoặc ảnh hưởng đến các chức năng, hoạt động khác trong doanh nghiệp (như: hoạt động thiết kế hoặc thử nghiệm sản phẩm...).

2.3.2. Nhóm chỉ số KPI về chất lượng và bảo đảm an toàn

Nhóm chỉ số KPI về chất lượng và bảo đảm an toàn phản ánh mong muốn của doanh nghiệp về việc ngăn chặn các "khiếm khuyết" đối với quá trình sản xuất hàng hóa thành phẩm, sau khi giao sản phẩm đến khách hàng. Mặc dù yêu cầu về chất lượng và bảo đảm an toàn có vai trò quan trọng, chỉ số KPI cần đảm bảo khả năng đáp ứng của doanh nghiệp đối với nhu cầu và mong đợi ngày càng tăng của khách hàng. Ngày càng nhiều doanh nghiệp, nhà sản xuất "tự nguyện" tuân thủ các tiêu chuẩn cao hơn để đáp ứng yêu cầu thị trường và khách hàng.

Nhóm chỉ số KPI về chất lượng và bảo đảm an toàn không chỉ củng cố niềm tin và lòng trung thành của khách hàng, mà

còn giảm chi phí liên quan đến việc tái sản xuất hoặc thay thế các sản phẩm bị lỗi. Theo thời gian, nhóm chỉ số KPI này sẽ thiết lập một uy tín và thương hiệu mạnh mẽ hơn cho doanh nghiệp, nhà sản xuất. Nhóm chỉ số KPI về chất lượng và bảo đảm an toàn bao gồm 3 chỉ số (chỉ số 5-7):

a) Chỉ số KPI thứ 5: Chất lượng quá trình

Chỉ số KPI này đánh giá khả năng của doanh nghiệp, nhà sản xuất để duy trì các thông số kỹ thuật hiệu suất tối ưu của các quá trình sản xuất, đồng thời giảm thiểu "độ lệch" và "bất thường" từ các thông số của hệ thống.

Chỉ số KPI này cho phép nhà sản xuất tăng sản lượng sản xuất, giảm tỷ lệ lỗi và giảm lãng phí nguồn nguyên liệu.

b) Chỉ số KPI thứ 6: Chất lượng sản phẩm

Chỉ số KPI này sẽ tập trung đảm bảo duy trì tỷ lệ sản phẩm bị lỗi (hàng gia công và hàng thành phẩm) ở mức thấp; tất cả các sản phẩm được sản xuất bảo đảm đáp ứng với các thông số kỹ thuật đặt ra. Chỉ số KPI về chất lượng sản phẩm sẽ làm giảm tỷ lệ lỗi của thành phẩm, cũng như giảm tỷ lệ "từ chối sản phẩm" trong giai đoạn bán hàng.

Chỉ số KPI này cho phép doanh nghiệp bán được nhiều sản phẩm hơn, giảm chi phí liên quan đến sửa chữa, thay thế và bảo hành hàng hóa, sản phẩm.

c) Chỉ số KPI thứ 7: An toàn và bảo mật

An toàn và bảo mật nhanh chóng trở thành một lĩnh vực trọng tâm của các doanh nghiệp, nhà sản xuất trên toàn cầu. Theo truyền thống, chỉ số KPI về an toàn và bảo mật nhằm mục đích tạo môi trường làm việc an toàn và bảo mật để giảm các sự cố an toàn chức năng.

Trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0, việc số hóa, kết nối ngày càng tăng trong các cơ sở sản xuất đã dẫn đến tăng nguy cơ "mất an toàn và bảo mật" trong hệ thống và mạng lưới

sản xuất. Do đó, nhu cầu về bảo mật an ninh mạng để giảm nguy cơ các cuộc tấn công mạng ngày càng tăng cao để bảo đảm sự vận hành an toàn của các cơ sở sản xuất.

2.3.3. Nhóm chỉ số KPI về tốc độ và độ linh hoạt

Với sự ra đời của Cách mạng công nghiệp 4.0, các công nghệ kỹ thuật số mới (như: dữ liệu lớn, điện toán đám mây...) cùng với sự kết nối hệ thống đã hỗ trợ doanh nghiệp có được nhiều thông tin hơn về sở thích của khách hàng và kỳ vọng của thị trường đối với sản phẩm của doanh nghiệp.

Tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0 dẫn đến việc rút ngắn vòng đời sản phẩm và tăng khả năng "tùy biến" sản phẩm để đáp ứng yêu cầu thị trường. Với xu hướng chung này, tốc độ và độ linh hoạt sẽ trở thành một yếu tố quan trọng và khác biệt đối với các doanh nghiệp, nhà sản xuất để duy trì tính cạnh tranh.

Tăng tốc độ là yếu tố giúp đưa sản phẩm ra thị trường nhanh hơn, cho phép doanh nghiệp, nhà sản xuất tiếp cận với nhóm khách hàng tiêu dùng rộng hơn và tối đa hóa doanh thu.

Độ linh hoạt giúp doanh nghiệp, nhà sản xuất thích ứng nhanh với thay đổi nhu cầu của người tiêu dùng và giảm thời gian ngừng hoạt động của máy móc, thiết bị (do điều chỉnh, cấu hình lại dây chuyền sản xuất).

Nhóm chỉ số KPI về tốc độ và độ linh hoạt gồm 3 chỉ số (chỉ số 8-10):

a) Chỉ số KPI thứ 8: Lập kế hoạch

Chỉ số KPI này xác định khả năng của doanh nghiệp, nhà sản xuất để đáp ứng nhanh chóng với những thay đổi về nhu cầu của thị trường. Chỉ số KPI này có thể được đo lường bằng các cải tiến về thời gian sản xuất, thời gian giao hàng và số lượng "sự cố giao hàng"...

Doanh nghiệp, nhà sản xuất lập kế hoạch để xử lý hiệu quả các "biến động" của nhu cầu thị trường, tổ chức thực hiện các đơn đặt hàng trong thời gian ngắn, bảo đảm cân bằng giữa cung và cầu (hoạt động sản xuất và cung ứng không bị gián đoạn). Ngoài việc thúc đẩy tăng số lượng khách hàng, chỉ số KPI này cũng thúc đẩy danh tiếng, độ tin cậy và khả năng thích ứng của doanh nghiệp một cách mạnh mẽ.

b) Chỉ số KPI thứ 9: Thời gian đưa ra thị trường (Time to Market, TTM)

Chỉ số KPI này đo lường thời gian cần thiết để một doanh nghiệp có thể tạo ra một sản phẩm mới, hoặc cải tiến sản phẩm hiện có để đưa ra thị trường. Việc số hóa dẫn đến tăng lượng trao đổi thông tin và dữ liệu trên chuỗi giá trị sản phẩm, qua đó cho phép doanh nghiệp có thể tiếp nhận được nhiều thông tin phản hồi của khách hàng hơn. Điều này làm giảm thời gian cần thiết để phát triển sản phẩm nhằm đáp ứng tốt hơn với sự thay đổi của thị trường.

TTM ngắn sẽ cho phép doanh nghiệp tận dụng tốt hơn các xu hướng kinh doanh mới trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0. Bằng cách đưa sản phẩm đến được với khách hàng trước các đối thủ, doanh nghiệp có TTM ngắn hơn sẽ nhanh chóng giành được lợi thế để chiếm được thị phần lớn hơn.

c) Chỉ số KPI thứ 10: Linh hoạt sản xuất

Tính linh hoạt của sản xuất được đánh giá trên nền tảng của chỉ số KPI. Sản xuất linh hoạt là việc thiết bị, máy móc trong dây chuyền sản xuất được thiết kế theo các môđun, dựa trên nền tảng hệ thống máy tính. Các môđun này có thể được điều chỉnh, cấu hình lại một cách linh hoạt, nhanh chóng và dễ dàng trong trường hợp cần thiết.

Do đó, doanh nghiệp, nhà sản xuất quản lý chủng loại, khối lượng sản phẩm tạo ra thông qua các môđun khác nhau. Với chi

phí phát sinh thấp, doanh nghiệp, nhà sản xuất kịp thời tạo ra được số lượng lớn các loại sản phẩm phù hợp với nhu cầu thay đổi của khách hàng và yêu cầu của thị trường.

2.4. Thông tin chuẩn đối sánh

Đầu vào cuối cùng của giải pháp tối ưu hệ thống là sự "so sánh" của doanh nghiệp với các doanh nghiệp "xuất sắc" khác trong cùng ngành, lĩnh vực. Chuẩn đối sánh được xác định là mức hiệu suất cao nhất (hiện tại) trong số các doanh nghiệp, nhà sản xuất; là "điểm chuẩn" mà các doanh nghiệp tìm cách tiến tới hoặc vượt qua. Chuẩn đối sánh giúp doanh nghiệp, nhà sản xuất có được sự so sánh với các doanh nghiệp giỏi nhất trong cộng đồng. Điều này có ý nghĩa rất quan trọng vì:

- *Thứ nhất,* một doanh nghiệp biết những gì tốt nhất sẽ giúp doanh nghiệp có ý thức tốt hơn về những mục tiêu có thể đạt được. Không phải tất cả doanh nghiệp đều có khả năng tài chính và nguồn lực để đầu tư và trang bị mọi công nghệ, giải pháp của Cách mạng công nghiệp 4.0, mặc dù các công nghệ, giải pháp có hiệu quả thương mại rất tốt. Nhận thức được những gì "tốt nhất" trong cộng đồng đã đạt được, doanh nghiệp sẽ xác định được "điểm tham chiếu" thực tế để thiết lập các mục tiêu có tính khả thi cao đối với doanh nghiệp.

- *Thứ hai,* so sánh các sản phẩm của doanh nghiệp với các sản phẩm "tốt nhất" trong cơ sở dữ liệu chuẩn đối sánh, doanh nghiệp, nhà sản xuất có thể xác định các khía cạnh mà doanh nghiệp đang bị "tụt hậu". Đây thường lại là các khu vực dễ thực hiện các cải tiến nhiều nhất. Bên cạnh đó, doanh nghiệp vẫn có thể tìm thấy thông tin hữu ích tại các khu vực mà doanh nghiệp đã triển khai tốt.

Khi doanh nghiệp xác định được vị trí của doanh nghiệp so với doanh nghiệp "giỏi nhất" trong cộng đồng, doanh nghiệp có thể thực hiện tốt hơn kế hoạch, lộ trình chuyển đổi cụ thể trong Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp.

3. Sử dụng giải pháp tối ưu hệ thống để tối ưu hóa mức độ tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp

Lập kế hoạch, tổ chức thực hiện kế hoạch chuyển đổi Cách mạng công nghiệp 4.0 là một nhiệm vụ "không đơn giản" đối với doanh nghiệp. Nhiệm vụ này đòi hỏi doanh nghiệp cần đầu tư nguồn lực vào: nghiên cứu và phát triển các công nghệ mới, thu hút các nhà cung cấp giải pháp tiềm năng, thực hiện các phân tích lợi ích chi phí và giám sát thường xuyên tiến độ triển khai các dự án cụ thể...

Cho đến nay, số lượng doanh nghiệp thành công trong chuyển đổi tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 không nhiều. Nhiều doanh nghiệp sẵn sàng triển khai tiếp cận, chuyển đổi Cách mạng công nghiệp 4.0 vì tương lai của doanh nghiệp. Nếu doanh nghiệp có niềm tin lớn, các dự án triển khai cụ thể có thể giúp doanh nghiệp đạt được kết quả mong muốn trong lộ trình chuyển đổi, tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Dựa trên dữ liệu hiện có, giải pháp tối ưu hệ thống giúp củng cố sự tự tin cho doanh nghiệp, các nhà sản xuất; cung cấp cho doanh nghiệp, các nhà sản xuất cách tiếp cận logic, khoa học để xác định các lĩnh vực trọng tâm ưu tiên nhằm tối ưu hóa mức độ tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Ví dụ: Doanh nghiệp A là nhà sản xuất quy trình hàng đầu với danh mục sản phẩm tiêu dùng đa dạng, tạo ra doanh thu hàng chục tỷ đôla/năm. Để đảm bảo rằng cơ sở sản xuất có khả năng cạnh tranh về chi phí trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0, CEO của Doanh nghiệp A đã quyết định tập trung vào việc xác định và cải thiện Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 để giúp khởi động hành trình chuyển đổi của doanh nghiệp.

Giai đoạn 1: Doanh nghiệp thực hiện việc đánh giá Chỉ số sẵn sàng tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 hiện tại.

Giai đoạn 2: Doanh nghiệp sử dụng giải pháp tối ưu hệ thống để xác định chỉ số ưu tiên cần tập trung cải thiện.

Cân nhắc trạng thái hiện tại của doanh nghiệp với các thông tin về: chi phí doanh thu, các chỉ số hiệu suất chính, thông tin chuẩn đối sánh, giải pháp tối ưu hệ thống. Các chuyên gia về năng suất đã đánh giá, xác định 3 yếu tố (có tác động cao) để Doanh nghiệp A cần tập trung các nguồn lực để triển khai:

- Tham số về kết nối cấp khu vực sản xuất.
- Tham số về thông minh cấp khu vực sản xuất.
- Tham số chiến lược và quản trị.

Những cải tiến về tham số chiến lược và quản trị sẽ giúp Doanh nghiệp A phát triển một chương trình trong tổ chức có hệ thống hơn, qua đó giúp họ xây dựng một kế hoạch hành động cải tiến cụ thể.

Nâng cao tham số về kết nối cấp khu vực sản xuất, tham số về thông minh cấp khu vực sản xuất sẽ cho phép Doanh nghiệp A lập kế hoạch, xây dựng chương trình hiệu quả hơn, giúp tối ưu hóa việc quản lý nguyên liệu thô và vật tư tiêu hao của quá trình sản xuất.

Chương 4

XÂY DỰNG LỘ TRÌNH TIẾP CẬN CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0 CỦA DOANH NGHIỆP

1. Lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

1.1. Chuẩn bị xây dựng lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

- Tìm hiểu các nội dung có liên quan về Cách mạng công nghiệp 4.0 (khái niệm, phương pháp, công nghệ cốt lõi...).

- Học hỏi kinh nghiệm từ các quốc gia láng giềng (cơ chế chính sách mới, các chương trình, dự án thúc đẩy tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, các mô hình, công cụ, giải pháp tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0...).

- Tìm hiểu, đánh giá về hiện trạng công nghệ hiện có tại quốc gia (tập trung vào khảo sát, đánh giá hoạt động nghiên cứu, phát triển và ứng dụng các công nghệ, giải pháp của Cách mạng công nghiệp 4.0...).

- Tìm hiểu cách thức, bước tiếp cận đối với Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Tìm hiểu về điểm khởi đầu cho lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Xác định giá trị, lợi ích của tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 cho các bên liên quan, đặc biệt là các doanh nghiệp vừa và nhỏ.

- Xác định vai trò của Chính phủ trong thúc đẩy việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

1.2. Phát triển lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

- Kế hoạch cụ thể để thúc đẩy lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 cho các doanh nghiệp; từng bước chuẩn bị cho kế hoạch dài hạn trong tương lai.

- Kế hoạch xây dựng các chính sách hỗ trợ vĩ mô của quốc gia để thúc đẩy tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Chuẩn bị, xác định các khu vực sản xuất cụ thể để áp dụng, tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Định vị một số lĩnh vực công nghiệp sản xuất chủ chốt để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Phát triển đối tác có liên quan, tạo tiền đề hình thành hệ sinh thái thúc đẩy Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Kế hoạch triển khai hỗ trợ chính sách. Hình thành các chiến lược, chương trình, dự án cụ thể để khuyến khích áp dụng các công nghệ của Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Vai trò điều phối của các cơ quan năng suất của các quốc gia trong việc thúc đẩy lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

1.3. Thực hiện lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

- Xây dựng, phổ biến phương pháp, cách thức tiếp cận từng bước để triển khai lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, trước mắt đối với các doanh nghiệp nhỏ và vừa.

- Xây dựng và triển khai các công cụ để đánh giá mức độ sẵn sàng của doanh nghiệp trong việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Lựa chọn doanh nghiệp tham gia đánh giá; hướng dẫn, giải thích cho doanh nghiệp hiểu được sự cần thiết sớm tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Hướng dẫn doanh nghiệp thực hiện việc tích hợp quản lý sản xuất và hoạt động kinh doanh; sắp xếp nguồn nhân lực hiện tại phù hợp với nhu cầu của bối cảnh mới; xây dựng kế hoạch đầu tư vào nhân sự, công nghệ và cơ sở hạ tầng để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

1.4. Duy trì việc thực hiện lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

- Hình thành các sáng kiến quốc gia về lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 theo định hướng phát triển bền vững.

- Xác định các mục tiêu ngắn hạn và dài hạn đối với lộ trình chuyển đổi, tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp.

- Thể chế hóa thành các cơ chế, chính sách trên cơ sở triển khai các dự án hiện tại về lộ trình chuyển đổi, tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp vừa và nhỏ.

2. Xây dựng lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp

2.1. Một số gợi ý

Doanh nghiệp thực hiện việc xây dựng lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 cần quan tâm đến một số nội dung sau:

- Phân tích tầm nhìn, sứ mệnh, chiến lược, chính sách và định hướng của quốc gia liên quan đến Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Xây dựng lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 dựa trên chiến lược và mục tiêu của doanh nghiệp.

- Xác định vai trò, sự ảnh hưởng của một số bên liên quan trong hệ sinh thái tác động đến lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp.

- Xây dựng và phát triển kế hoạch hành động cụ thể của doanh nghiệp để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

Cụ thể một số bước chính như sau:

Bước 1: Phân tích tầm nhìn, sứ mệnh, chiến lược, chính sách và định hướng của quốc gia liên quan đến Cách mạng công nghiệp 4.0

Một số câu hỏi chính:

- Đối tượng nào sẽ được hưởng lợi chính?
  + Doanh nghiệp nhỏ
  + Nhân viên
  + Các viện đào tạo, trường học
  + Sinh viên...
- Mục tiêu chính (định tính, định lượng) là gì?
  + Tăng trưởng GDP
  + Giải quyết vấn đề việc làm
  + Xuất khẩu...
- Ngành, lĩnh vực công nghiệp chính cần tập trung là gì?
  + Máy móc
  + Dệt may
  + Thực phẩm...
- Những cơ quan, đối tác khác có liên quan?
  + Học viện
  + Hiệp hội, tổ chức thương mại
  + Nhà đầu tư...
- Phân kỳ thời gian triển khai?
  + Ngắn hạn
  + Trung hạn
  + Dài hạn
  + Khác

Bước 2: Xây dựng lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 dựa trên chiến lược và mục tiêu của doanh nghiệp

- Nhận định, đánh giá bối cảnh đề xuất các mục tiêu cho doanh nghiệp.

- Xác định mục tiêu chung và mục tiêu cụ thể của doanh nghiệp.

Bước 3: Xác định, vai trò, ảnh hưởng của một số bên liên quan trong hệ sinh thái tác động đến lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp

- Doanh nghiệp (Enterprises)
- Cố vấn kinh doanh (Business advisors)
- Tổ chức trung gian (Intermediaries)
- Cố vấn tài chính (Financial actors)
- Học viện/Viện nghiên cứu (Academia/Research Institutions)
- Nhà hoạch định chính sách (Policy makers)
- Tư vấn (Consultants)

Làm thế nào những đối tượng khác có thể hỗ trợ các hoạt động của doanh nghiệp? (Xác định hỗ trợ cụ thể với các cơ hội "win-win" cho các bên tham gia)

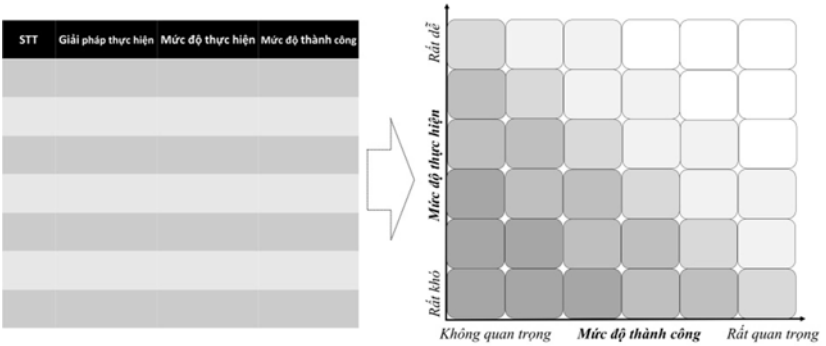
	Doanh nghiệp	***Cố vấn kinh doanh***	***Trung gian***	***Nhà hoạch định chính sách***	***Cố vấn tài chính***	***Học viện/Viện nghiên cứu***
Học viện/ Viện nghiên cứu						
Cố vấn tài chính						
Nhà hoạch định chính sách						
Trung gian						
Cố vấn kinh doanh						
Doanh nghiệp						

Bước 4: Xây dựng và phát triển kế hoạch hành động cụ thể của doanh nghiệp để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0

- Ưu tiên triển khai các biện pháp, xây dựng và phát triển kế hoạch hành động cụ thể của của doanh nghiệp để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Xác định, nhận diện và đánh giá các biện pháp của một số bên liên quan khác (bao gồm: mục tiêu, các chỉ số KPI...) tham gia vào lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Đưa các giải pháp cụ thể vào "ma trận 2 chiều" xác định mức độ thành công (từ mức không quan trọng đến mức rất quan trọng) và mức độ thực hiện (từ mức rất khó đến mức rất dễ) (xem Hình 4.1).



Hình 4.1: Xác định các giải pháp trong kế hoạch hành động của doanh nghiệp[1]

2.2. Xây dựng dự thảo lộ trình thực hiện Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp

Xây dựng dự thảo đầu tiên về lộ trình để hỗ trợ triển khai Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp bằng các giải pháp, hành động cụ thể.

Dựa trên các ý tưởng trong dự thảo kế hoạch hành động, tiếp tục hoàn thiện, bổ sung các giải pháp, hành động cụ thể này dựa trên các thông tin thu thập từ nội bộ để xây dựng thành vào một lộ trình hành động hoàn chỉnh (Cần lưu ý: Đảm bảo rằng các giải pháp, hành động cụ thể là khả thi).

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: APO Project: A Workshop on Developing a Roadmap for Industry 4.0 (Dr. Eva Diedrichs, IMP³rove European Innovation Management Academy).

Dự thảo đầu tiên về lộ trình hỗ trợ triển khai Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp cần có mục tiêu rõ ràng, chỉ số hiệu suất chính (KPI) có thể đo lường; trách nhiệm rõ ràng của các tổ chức, cá nhân tham gia thực hiện lộ trình này.

Xây dựng các biện pháp để thực hiện lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 được thực hiện như sau:

- Xác định, liệt kê các biện pháp của doanh nghiệp (đặc biệt quan tâm đến các ý tưởng mới). Đối với mỗi biện pháp, cần đánh giá mức độ thực hiện trong thực tế (từ dễ đến khó); Tầm quan trọng của việc thực hiện thành công tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 theo mức độ từ khó đến quan trọng (từ không quan trọng đến rất quan trọng).

- Định vị thứ tự ưu tiên của các biện pháp sẽ giúp doanh nghiệp tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Xác định những biện pháp quan trọng giúp doanh nghiệp bắt đầu cho việc áp dụng Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Đối với mỗi biện pháp, doanh nghiệp cần xác định mục tiêu và giải pháp để đo lường chỉ số KPI. Chỉ số KPI giúp doanh nghiệp đo lường sự thành công của các biện pháp và đánh giá các mục tiêu trên. Xác định thời hạn triển khai các mục tiêu; các mốc thời điểm quan trọng mà doanh nghiệp cần đạt được; xác định khoảng thời gian cần thiết để thực hiện biện pháp này; thẩm quyền của các tổ chức, cá nhân chịu trách nhiệm thực hiện các biện pháp này.

- Liên tục cập nhật kiến thức để giúp doanh nghiệp cải thiện lộ trình thông qua các buổi hội thảo, hội nghị. Qua đó, doanh nghiệp sẽ có thể: tổng hợp các kiến thức mới để áp dụng triển khai lộ trình của doanh nghiệp; sử dụng các chuyên gia, nhà tư vấn để điều chỉnh lộ trình của doanh nghiệp theo hướng "mở" (có thể áp dụng trong điều kiện thay đổi của thị trường)...

- Tích cực phối hợp với các đối tác có liên quan. Tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 không phải là nhiệm vụ riêng của

doanh nghiệp để đảm bảo triển khai thành công việc áp dụng Cách mạng công nghiệp 4.0 tại doanh nghiệp. Doanh nghiệp cần được hỗ trợ bởi các biện pháp khác nhau thông qua một mạng lưới các đối tác hỗ trợ (hoặc một hệ sinh thái hỗ trợ doanh nghiệp tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0). Doanh nghiệp cần có ý thức và chiến lược hợp tác với các đối tác quan trọng, trong đó cần đảm bảo lường trước được các rủi ro tiềm ẩn của quá trình hợp tác.

3. Khung lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp

Doanh nghiệp xây dựng lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 theo một số nội dung sau:

3.1. Xác định tầm nhìn tổng thể chung

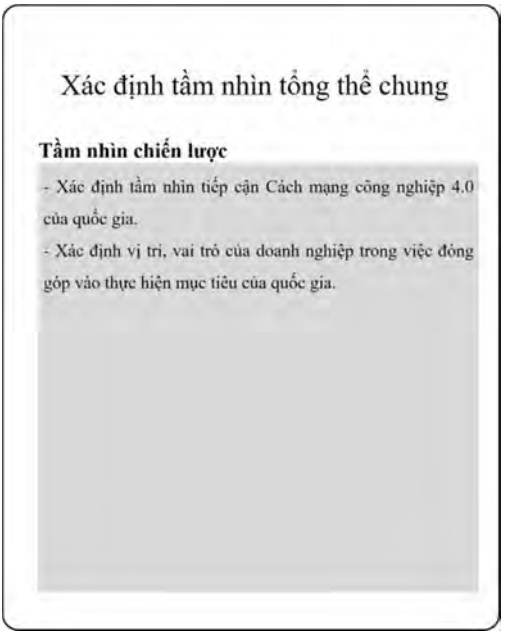
- Xác định tầm nhìn tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của quốc gia.

Ví dụ:

Quốc gia thông minh là quốc gia có nền kinh tế hàng đầu được hỗ trợ bởi sự đổi mới kỹ thuật số và một thành phố đẳng cấp thế giới với Chính phủ mang lại cho công dân của mình một ngôi nhà tốt nhất có thể và đáp ứng hiệu quả các nhu cầu phát triển và thay đổi.

Chiến lược chính là thúc đẩy tăng trưởng và khả năng cạnh tranh cho 23 ngành bằng Bản đồ chuyển đổi ngành công nghiệp (Industry Transformation Maps, ITMs) tích hợp cải thiện năng suất, phát triển kỹ năng, đổi mới và nội địa hóa. Điều này sẽ được thực hiện thông qua các cơ quan chính phủ hợp tác với nhiều đối tác trong ngành, như Hiệp hội thương mại và Phòng thương mại và công nghiệp, Viện nghiên cứu và Học viện giáo dục đại học...

- Xác định vị trí, vai trò của doanh nghiệp trong việc đóng góp thực hiện mục tiêu của quốc gia.



Hình 4.2: Khung xác định tầm nhìn tổng thể chung[1]

Ví dụ:

Với vai trò là một doanh nghiệp cung cấp giải pháp hỗ trợ các doanh nghiệp sản xuất tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, doanh nghiệp sẽ thực hiện:

+ Phát triển và cung cấp các mô hình dịch vụ kinh doanh số thông qua dịch vụ quản lý dự án kỹ thuật số (Digital Project Management Services).

+ Hỗ trợ đánh giá các mô hình kinh doanh hiện tại của các doanh nghiệp nhỏ và vừa, hỗ trợ các doanh nghiệp sản xuất hiểu được về các mô hình kinh doanh mới trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0, các mô hình kinh doanh trong tương lai của doanh nghiệp.

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: APO Project: A Workshop on Developing a Roadmap for Industry 4.0 (Dr. Eva Diedrichs, IMP³rove European Innovation Management Academy).

+ Cung cấp các dịch vụ đào tạo, đào tạo lại cho người lao động của các doanh nghiệp nhỏ và vừa để nâng cao kiến thức, khả năng tiếp cận các công nghệ kỹ thuật số.

+ Phát triển hệ sinh thái sản xuất thông minh với sự tham gia của các doanh nghiệp, tổ chức tư vấn khác trong nước và quốc tế.

3.2. Chiến lược công nghệ

- Xác định chiến lược công nghệ (Chiến lược công nghệ để doanh nghiệp thực hiện tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 là gì? Các tính năng của Công nghiệp 4.0 mà doanh nghiệp muốn tập trung vào là gì?...).

Ví dụ:

Chiến lược tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp tập trung vào:

+ Đột phá trong công nghệ sản xuất tiên tiến, phù hợp với nền sản xuất hiện đại của thế giới.

+ Xây dựng công cụ đánh giá năng lực tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp.

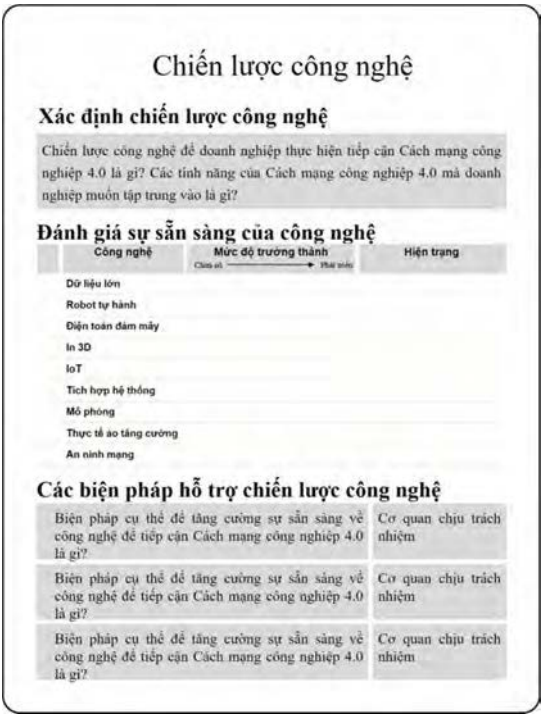
+ Định hướng phù hợp với các chính sách của Chính phủ về tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Đánh giá sự sẵn sàng của công nghệ (Đối với mỗi công nghệ được liệt kê bên dưới, cần đánh giá "mức độ trưởng thành" hiện tại ở doanh nghiệp và mức độ trưởng thành cần thiết để thực hiện thành công tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp. "Khoảng trống" chính nằm ở đâu? Những hiểu biết quan trọng nào là kết quả từ điều này?...).

Ví dụ:

Tập trung vào đánh giá các công nghệ: Dữ liệu lớn; Robot tự hành; Điện toán đám mây; Công nghệ in 3D; Internet kết nối vạn vật; Tích hợp hệ thống; Mô phỏng; Công nghệ thực tế ảo tăng cường; An ninh mạng...

- Xác định vai trò của các tổ chức, cơ quan đối với các chiến lược công nghệ của doanh nghiệp.



Chiến lược công nghệ

Xác định chiến lược công nghệ

Chiến lược công nghệ để doanh nghiệp thực hiện tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 là gì? Các tính năng của Cách mạng công nghiệp 4.0 mà doanh nghiệp muốn tập trung vào là gì?

Đánh giá sự sẵn sàng của công nghệ

	Công nghệ	Mức độ trưởng thành (Chưa có → Hoàn thiện)	Hiện trạng
	Dữ liệu lớn		
	Robot tự hành		
	Điện toán đám mây		
	In 3D		
	IoT		
	Tích hợp hệ thống		
	Mô phỏng		
	Thực tế ảo tăng cường		
	An ninh mạng		

Các biện pháp hỗ trợ chiến lược công nghệ

Biện pháp cụ thể để tăng cường sự sẵn sàng về công nghệ để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 là gì?	Cơ quan chịu trách nhiệm
Biện pháp cụ thể để tăng cường sự sẵn sàng về công nghệ để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 là gì?	Cơ quan chịu trách nhiệm
Biện pháp cụ thể để tăng cường sự sẵn sàng về công nghệ để tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 là gì?	Cơ quan chịu trách nhiệm

Hình 4.3: Khung chiến lược công nghệ[1]

Ví dụ:

Bộ Khoa học và Công nghệ chịu trách nhiệm xây dựng các chương trình đào tạo về sản xuất thông minh, triển khai các dự án của Tổ chức năng suất châu Á về công cụ năng suất trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0.

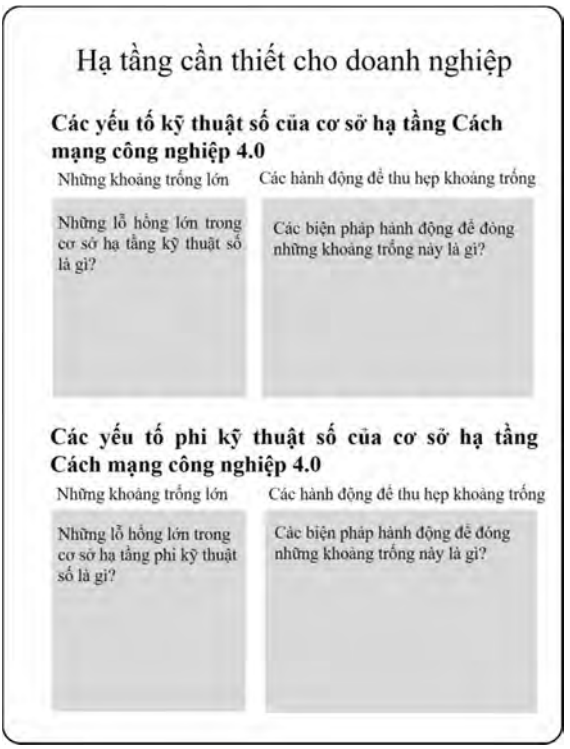
Viện Khoa học và Công nghệ chịu trách nhiệm nghiên cứu các công nghệ cốt lõi của Cách mạng công nghiệp 4.0; triển khai các dự án thử nghiệm, dự án sản xuất thí điểm về các công nghệ này.

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: APO Project: A Workshop on Developing a Roadmap for Industry 4.0 (Dr. Eva Diedrichs, IMP³rove European Innovation Management Academy).

3.3. Hạ tầng cần thiết cho doanh nghiệp

- Các yếu tố kỹ thuật số của hạ tầng để doanh nghiệp tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0? Những khoảng trống lớn trong hạ tầng kỹ thuật số là gì? Các biện pháp để thu hẹp những khoảng trống này là gì?



Hình 4.4: Khung hạ tầng cần thiết cho doanh nghiệp[1]

Ví dụ:

Các yếu tố này gồm: nền tảng bảo mật mạng; nền tảng đám mây quốc gia (Dữ liệu lớn và khả năng phân tích); Internet tốc độ cao - 5G.

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: APO Project: A Workshop on Developing a Roadmap for Industry 4.0 (Dr. Eva Diedrichs, IMP³rove European Innovation Management Academy).

Các giải pháp: Quỹ tài trợ công nghệ quốc gia. Các trung tâm, Viện nghiên cứu tham gia phát triển một nền tảng an ninh mạng có thể được sử dụng rộng rãi. Tạo điều kiện nhập khẩu hạ tầng Internet tốc độ cao. Tăng cường sử dụng IoT trong công nghiệp.

- Các yếu tố phi kỹ thuật số trong hạ tầng để doanh nghiệp tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0? Những khoảng trống lớn của các yếu tố này là gì? Các biện pháp để thu hẹp những khoảng trống này là gì?

Ví dụ:

Các yếu tố này gồm: Thiếu nhân lực và kiến thức có tay nghề cao, theo kịp xu hướng thay đổi của thị trường công nghệ. Không có thói quen thanh toán trực tuyến là một rào cản lớn; chỉ khoảng 20% đơn hàng được thanh toán trực tuyến.

Các giải pháp gồm: Phát triển các chương trình để cải thiện các kỹ năng kỹ thuật số của lực lượng lao động trong tất cả các lĩnh vực; phát triển các chuyên gia kỹ thuật số cần thiết cho thời đại kỹ thuật số. Nâng cao kỹ năng phù hợp của CEO.

3.4. Hỗ trợ hoạt động sản xuất trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0

- Tầm nhìn của doanh nghiệp đối với các nhà sản xuất trong nước trong việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 là gì?

- Vai trò của hệ sinh thái hỗ trợ doanh nghiệp các hoạt động sản xuất trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0. Đặc biệt là sự hỗ trợ của các tổ chức:

+ Doanh nghiệp (Enterprises)
+ Cố vấn kinh doanh (Business advisors)
+ Tổ chức trung gian (Intermediaries)
+ Cố vấn tài chính (Financial actors)
+ Học viện/Viện nghiên cứu (Academia/Research Institutions)
+ Nhà hoạch định chính sách (Policy makers)
+ Tư vấn (Consultants)

Ví dụ:

Cố vấn kinh doanh giúp phân tích kế hoạch kinh doanh và báo cáo tài chính của một doanh nghiệp để tư vấn chính xác về đầu tư, tiếp thị và các cơ hội tiềm năng. Công nghệ mới có thể "tạo ra" báo cáo tài chính mà không cần sự trợ giúp của cố vấn kinh doanh, nhưng công việc của cố vấn kinh doanh là phân tích các báo cáo đó.

Tổ chức trung gian là tổ chức hoặc cá nhân (như người môi giới hoặc nhà tư vấn) đóng vai trò trung gian "tư vấn" giữa các bên tham gia thỏa thuận kinh doanh, quyết định đầu tư, đàm phán... Tổ chức trung gian hỗ trợ, tạo điều kiện cho hợp tác "xuyên biên giới" khi các doanh nghiệp vừa và nhỏ đang tìm kiếm đối tác phù hợp ở nước ngoài.

Cố vấn tài chính có được những hiểu biết có giá trị về khả năng tăng trưởng trong tương lai của các doanh nghiệp vừa và một "kịch bản hoàn chỉnh hơn" giúp doanh nghiệp giảm rủi ro đầu tư.

Nhà hoạch định chính sách cũng có thể hiểu rõ hơn về những cải tiến chuyên sâu về tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, qua đó xây dựng các chính sách hỗ trợ hơn nữa cho các doanh nghiệp, cố vấn kinh doanh giúp, tổ chức trung gian, cố vấn tài chính...

Nhà tư vấn là người cung cấp lời khuyên chuyên nghiệp hoặc chuyên gia trong một lĩnh vực khoa học hoặc kinh doanh cụ thể cho một tổ chức hoặc cá nhân.

- Xác định các kỹ năng và nguồn lực cần thiết của doanh nghiệp để thực hiện hoạt động sản xuất trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Xác định các giải pháp cần thiết để thúc đẩy hoạt động sản xuất nhằm tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Xác định các cơ quan, tổ chức chịu trách nhiệm về các giải pháp này.

Hình 4.5 mô tả về khung Hỗ trợ hoạt động sản xuất trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0.

Hình 4.5: Khung Hỗ trợ hoạt động sản xuất[1]

3.5. Hỗ trợ hoạt động dịch vụ trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0

- Tầm nhìn của doanh nghiệp đối với các đơn vị dịch vụ trong nước trong việc tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 là gì?

- Vai trò của hệ sinh thái hỗ trợ doanh nghiệp các hoạt động dịch vụ trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0. Đặc biệt là sự hỗ trợ của các tổ chức:

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: APO Project: A Workshop on Developing a Roadmap for Industry 4.0 (Dr. Eva Diedrichs, IMP³rove European Innovation Management Academy).

+ Doanh nghiệp (Enterprises)
+ Cố vấn kinh doanh (Business advisors)
+ Tổ chức trung gian (Intermediaries)
+ Cố vấn tài chính (Financial actors)
+ Học viện/Viện nghiên cứu (Academia/Research Institutions)
+ Nhà hoạch định chính sách (Policy makers)
+ Tư vấn (Consultants)

Hình 4.6 mô tả về khung Hỗ trợ hoạt động dịch vụ trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0.

Hình 4.6: Khung Hỗ trợ hoạt động dịch vụ[1]

Ví dụ:

Hệ sinh thái chính là vấn đề cốt lõi của tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0, là chủ đề hết sức phức tạp với sự tham gia của

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: APO Project: A Workshop on Developing a Roadmap for Industry 4.0 (Dr. Eva Diedrichs, IMP³rove European Innovation Management Academy).

nhiều bên liên quan như Chính phủ, các viện nghiên cứu, các nhà sản xuất, doanh nghiệp... Do vậy, việc đặt các hệ sinh thái trên cùng nhau là hết sức cần thiết để có thể hoạt động một cách trơn tru.

Việc có một tiêu chuẩn toàn cầu hoặc thực hành toàn cầu là hết sức cần thiết để giúp các bên có liên quan đều có chung một cách hiểu trong cùng một hệ sinh thái. Trường hợp Singapore đã có bước đi tốt đầu tiên bằng cách xây dựng hệ sinh thái đó với tên gọi là Chỉ số sẵn sàng đối với công nghiệp thông minh, qua đó hệ sinh thái này đã giúp các cơ quan Chính phủ và các nhà sản xuất có cách hiểu chung về vấn đề Công nghiệp 4.0.

- Xác định các kỹ năng và nguồn lực cần thiết của doanh nghiệp để thực hiện hoạt động dịch vụ trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0.

- Xác định các giải pháp cần thiết để thúc đẩy hoạt động dịch vụ nhằm tiếp cận cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0. Xác định các cơ quan, tổ chức chịu trách nhiệm về các giải pháp này.

3.6. Hỗ trợ của các cơ quan Chính phủ

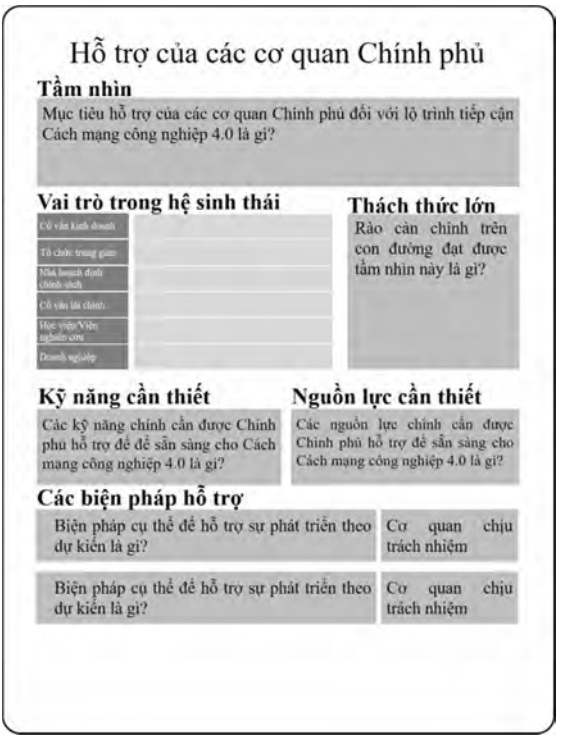
- Mục tiêu hỗ trợ của các cơ quan Chính phủ đối với lộ trình tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp.

Ví dụ:

Điều quan trọng nhất là cơ quan Chính phủ cần phải xây dựng nhận thức. Cần phải tổ chức các hội thảo của cơ quan Chính phủ, mời các ngành công nghiệp, đại diện các bên liên quan, các viện nghiên cứu, các lĩnh vực khác đến và xây dựng nhận thức cho các bên có liên quan.

Nhận thức là ưu tiên số 1 vì nếu không có nhận thức, cơ quan Chính phủ sẽ không làm được gì cả. Sau nhận thức là kiến thức, cơ quan Chính phủ cần trang bị kiến thức cho các bên liên quan để họ có kiến thức đúng đắn để đưa ra các quyết định đúng đắn vì chính phủ chỉ có thể đưa ra các khuôn khổ mà không thể tự triển khai các hoạt động một mình.

Do vậy cần xây dựng các khuôn khổ nhất định, sau đó để hệ sinh thái phát triển theo thực tế và điều này bắt đầu bằng nhận thức và kiến thức. Đây cũng là xu thế chung toàn cầu. Có thể có các cấp độ khác nhau, tuy nhiên tựu chung lại vẫn là về nhận thức và kiến thức về chủ đề mới và cách mà cơ quan Chính phủ xử lý các vấn đề mới đó.



Hình 4.7: Khung Hỗ trợ của các cơ quan Chính phủ[1]

- Vai trò của hệ sinh thái mà Chính phủ xây dựng để hỗ trợ doanh nghiệp trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0. Đặc biệt là vai trò của các tổ chức:

+ Doanh nghiệp (Enterprises)

+ Cố vấn kinh doanh (Business advisors)

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: APO Project: A Workshop on Developing a Roadmap for Industry 4.0 (Dr. Eva Diedrichs, IMP³rove European Innovation Management Academy).

+ Tổ chức trung gian (Intermediaries)

+ Cố vấn tài chính (Financial actors)

+ Học viện/Viện nghiên cứu (Academia/Research Institutions)

+ Nhà hoạch định chính sách (Policy makers)

+ Tư vấn (Consultants)

- Xác định các kỹ năng và nguồn lực cần thiết mà Chính phủ cần quan tâm hỗ trợ doanh nghiệp trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0.

Ví dụ:

Một số kỹ năng Chính phủ cần quan tâm là: phân tích dữ liệu và bảo mật công nghệ thông tin; xử lý thông tin và nội dung; an toàn và hợp pháp trực tuyến. Bên cạnh đó, việc trang bị ngoại ngữ và những kỹ năng mềm là yếu tố then chốt quyết định sự thành công trong Cách mạng công nghiệp 4.0. Một số nhóm kỹ năng gồm:

+ Kỹ năng tư duy phản biện sẽ giúp hiểu rõ và có những đánh giá sâu sắc, logic về các vấn đề để từ đó kết nối và tìm ra những nguyên nhân cũng như đưa ra giải pháp hiệu quả nhất.

+ Kỹ năng giao tiếp sẽ giúp truyền đạt một cách chính xác thông tin cũng như quan điểm, đồng thời hiểu rõ khách hàng để quá trình làm việc được thuận lợi và hiệu quả hơn.

+ Kỹ năng làm việc nhóm là yếu tố rất quan trọng vì trong bất cứ môi trường nào cũng cần sức mạnh của tập thể. Có thể giao tiếp tốt với nhau, hiểu rõ điểm mạnh, điểm yếu để từ đó dung hòa sự khác biệt, khắc phục yếu điểm, phát huy điểm mạnh để đi đến một mục tiêu chung.

+ Trí tuệ cảm xúc là một yếu tố quan trọng vì yếu tố cảm xúc luôn ảnh hưởng nhiều đến quyết định của doanh nghiệp. Nếu có khả năng nhận biết và thấu hiểu được cảm xúc của khách hàng sẽ dễ dàng đạt được mục tiêu hơn.

- Xác định các giải pháp cần thiết để Chính phủ thúc đẩy doanh nghiệp tiếp cận Cách mạng công nghiệp 4.0. Xác định các cơ quan, tổ chức chịu trách nhiệm về các giải pháp này.

Chương 5

NHÀ MÁY THÔNG MINH - PHƯƠNG THỨC SẢN XUẤT MỚI CỦA DOANH NGHIỆP TRONG CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

1. Giới thiệu chung về nhà máy thông minh

Trong kỷ nguyên Cách mạng công nghiệp 4.0, ngành công nghiệp đang trải qua quá trình chuyển đổi. Và quá trình sản xuất của các nhà máy hiện nay cũng không nằm ngoài quy luật chuyển đổi này. IoT và dữ liệu lớn là các công nghệ của Cách mạng công nghiệp 4.0 có tiềm năng "biến đổi to lớn" giúp các nhà máy sản xuất áp dụng các giải pháp dựa trên nền tảng IoT để đổi mới dây chuyền, cải thiện năng suất, giảm chi phí và mở rộng thị trường. Tuy nhiên, các nhà máy thường gặp phải thách thức trong việc lựa chọn một "giải pháp tiếp cận tích hợp". Việc hướng dẫn để chuyển đổi sản xuất sang nhà máy thông minh cần tuân thủ một số nguyên tắc nhất định trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0.

Trong những năm qua, làn sóng kỹ thuật số đã "chạm" đến hầu hết tất cả các lĩnh vực của một nhà máy bao gồm: sản xuất, tiếp thị, lập kế hoạch chuỗi cung ứng, quản lý năng lượng... Làn sóng kỹ thuật số tạo ra lợi thế cạnh tranh bằng cách cung cấp thông tin quan trọng về hành vi của người tiêu dùng, giúp tối ưu hóa quy trình sản xuất và kinh doanh, tạo điều kiện tự động hóa quy trình và tích hợp chặt chẽ nhiều chức năng kinh doanh.

Kỹ thuật số được xem xét theo nhiều khía cạnh như: tự động hóa, dữ liệu lớn, IoT, thực tế ảo (VR)... IoT với khả năng dữ liệu lớn hứa hẹn là công cụ quan trọng trong lĩnh vực sản xuất. IoT có vai trò cung cấp kiến trúc tham chiếu và đưa ra cách tiếp cận thực tế trong việc thiết lập một nhà máy thông minh với thời gian ngắn hơn.

Nhà máy thông minh là gì?

Nhà máy thông minh được xem là cơ sở sản xuất có hệ thống máy móc được kết nối với các cảm biến và robot thông minh, được tích hợp với hệ thống thông tin để cho phép phân tích dữ liệu sản xuất theo thời gian thực, qua đó giúp cải thiện hiệu quả sản xuất, kinh doanh của nhà máy.

Nhà máy thông minh thực hiện việc kết nối thông tin và tối ưu hóa để tạo điều kiện đưa các sản phẩm mới của nhà máy ra thị trường một cách nhanh nhất với chi phí thấp nhất.

Một nhà máy thông minh tạo ra một "hệ sinh thái sản xuất mới", trong đó có sự hợp tác mạnh mẽ giữa tất cả các bên tham gia bao gồm: nhà cung cấp, nhà quản lý, doanh nghiệp xây dựng giải pháp công nghệ thông tin, doanh nghiệp bán hàng, tiếp thị và khách hàng...

Nhà máy thông minh hình thành một hình thức sản xuất tích hợp, trong đó các chức năng riêng trong nhà máy như: mua sắm, lập kế hoạch, kế toán, sản xuất, bán hàng, phân phối... sẽ phối hợp để đáp ứng cùng một mục tiêu chung của doanh nghiệp.

Hành trình của một nhà máy đến "trạng thái" thông minh được mô tả trong Phụ lục 2 của cuốn sách này.

2. Các cấu phần chính của nhà máy thông minh

2.1. Các yếu tố của nhà máy thông minh

Nhà máy thông minh không chỉ là sự tích hợp đơn giản của các hệ thống, phần mềm vào nhà máy. Mức độ "phức tạp" của nhà máy thông minh được thể hiện bằng sự kết hợp "hoàn hảo"

của các hệ thống thông qua kết nối, tự động hóa, IoT và điện toán đám mây... Thông thường, việc cải tiến "mức độ thông minh" của nhà máy được thực hiện qua nhiều giai đoạn và trong nhiều năm. Có 03 yếu tố chính của một nhà máy thông minh:

2.1.1. Thiết bị thông minh (Smart Equipment)

Thiết bị là một trong những cấu phần cốt lõi của sản xuất thông minh. Trong quá trình hoạt động, thiết bị tạo ra lượng dữ liệu thông tin lớn. Dữ liệu này thường không có cấu trúc và không được các nhà máy sử dụng. Công nghệ dữ liệu lớn và IoT giúp việc phân tích cấu trúc dữ liệu trở nên dễ dàng. Việc phân tích dữ liệu sẽ giúp có được thông tin tổng thể về hoạt động của nhà máy.

Do đó, một trong những yếu tố chính trong nhà máy thông minh là khả năng thu thập và truyền dữ liệu từ các máy móc, thiết bị đến một công cụ công nghệ thông tin để phân tích dữ liệu. Việc gắn các cảm biến vào máy móc, thiết bị là hết sức cần thiết để hỗ trợ các giao thức chuẩn công nghiệp như: Tiêu chuẩn truyền thông thiết bị/Mô hình thiết bị chung (SEMI Equipment Communications Standard/Generic Equipment Model, SEMI/GEM), Giao tiếp nền tảng mở (Open Platform Communications, OPC), TCP/IP...

2.1.2. Hệ thống tích hợp (Integrated System)

Để xây dựng nhà máy thông minh, việc xây dựng một hệ thống tích hợp bên trong một nhà máy là hết sức quan trọng, trong đó, các thiết bị và phần mềm ứng dụng được kết nối với nhau thông qua các giao thức chuẩn.

Các phần mềm ứng dụng chính cần được tích hợp như: Hệ thống thực thi sản xuất (Manufacturing Execution System, MES), Hoạch định nguồn lực doanh nghiệp (Enterprise Resource Planning, ERP) và Quản lý vòng đời sản phẩm (Product Lifecycle Management, PLM).

Thiết bị Điều khiển logic được lập trình (Programmed Logic Control, PLC) được tích hợp vào MES để điều chỉnh các bước của quy trình sản xuất trong nhà máy.

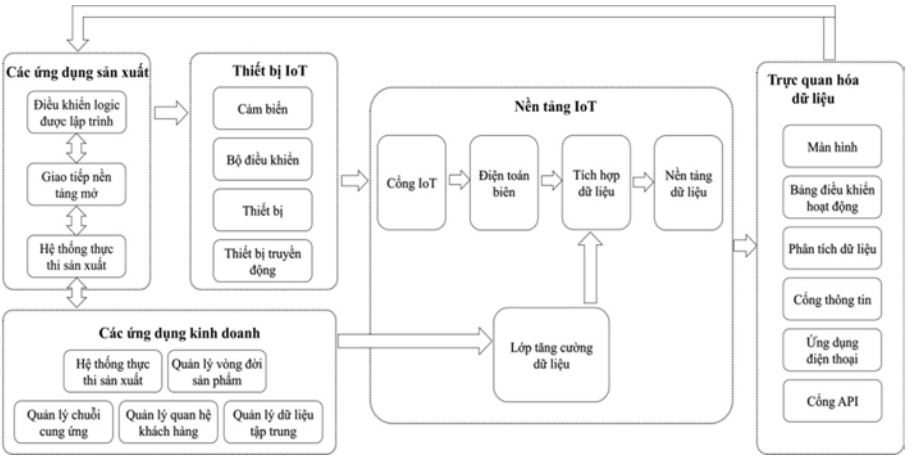
Bên cạnh đó, nhà máy thông minh có thể sử dụng các thiết bị như: thiết bị quét cầm tay, điện thoại di động, máy tính bảng... để giao tiếp với các phần mềm ứng dụng trong nhà máy. Tất cả các yêu cầu trên sẽ giúp doanh nghiệp xây dựng một hệ thống tích hợp của nhà máy thông minh, qua đó giúp thu thập, kiểm soát thông tin khép kín.

2.1.3. Công nghệ phân tích tiên tiến

Một trong các công nghệ phân tích tiên tiến hiện nay là công nghệ dựa trên nền tảng IoT. Nền tảng IoT thực hiện việc thu dữ liệu từ nhiều nguồn như: các phần mềm ứng dụng, cảm biến, thiết bị..., qua đó, giúp nhà máy cải thiện hiệu quả, tăng năng suất, giảm chi phí và đạt được tối ưu hóa toàn bộ hệ thống.

2.2. Các cấu phần của một nhà máy thông minh

Về tổng thể, một nhà máy thông minh có 04 cấu phần chính, trong đó, nền tảng IoT là nền tảng kết nối quan trọng trong nhà máy thông minh (xem Hình 5.1).



Hình 5.1: Cấu phần chính của một nhà máy thông minh

Bốn cấu phần đó là: Các ứng dụng sản xuất; Các ứng dụng kinh doanh; Nền tảng IoT; Trực quan hóa dữ liệu (Data Visualization).

2.2.1. Các ứng dụng sản xuất

Các ứng dụng sản xuất chủ yếu bao gồm các ứng dụng phục vụ hoạt động sản xuất của nhà máy.

a) Hệ thống thực thi sản xuất (Manufacturing Execution System, MES)

MES là một hệ thống xử lý giao dịch trực tuyến (Online Transaction Processing, OLTP) cho các nhà máy. MES ghi lại tất cả các giao dịch tại nhà máy như: chuyển động của dòng nguyên liệu, vật chất, quá trình tiêu thụ, tái sản xuất, xử lý phế liệu... MES cung cấp các số liệu hoạt động chính của nhà máy như: hiệu suất thiết bị tổng thể (Overall Equipment Effciency, OEE), năng suất... MES có thể là một phần mềm ứng dụng được các doanh nghiệp công nghệ thông tin phát triển chung cho các nhà máy hoặc riêng cho từng nhà máy (tùy theo yêu cầu cụ thể). Các nhà máy có thể áp dụng các phần mềm ứng dụng MES có sẵn trên thị trường và sau đó "điều chỉnh" các phần mềm này để đáp ứng nhu cầu thực tiễn tại nhà máy. MES cung cấp các giải pháp vượt trội để thực hiện các chức năng quan trọng trong nhà máy như: truy xuất nguồn gốc lô sản phẩm, truy xuất số sêri, thu thập dữ liệu thử nghiệm, in nhãn...[1].

Tuy nhiên, một số nhà máy lại có các nhu cầu rất cụ thể nên không sử dụng trực tiếp được các phần mềm MES ứng dụng chung. Nhà máy cần phát triển phần mềm MES ứng dụng riêng trong nội bộ của nhà máy. Cả hai cách tiếp cận về phần mềm MES đều có những ưu điểm, nhược điểm riêng. Nhà máy cần tự

---

1. C. Wubbolt and J. Patterson: *Considerations for validation of manufacturing execution systems*, Tech. Rep.

đánh giá, lựa chọn mô hình phù hợp nhất trong điều kiện cụ thể của nhà máy.

b) Điều khiển logic được lập trình (Programmed Logic Control, PLC)

PLC là ứng dụng sản xuất nhằm thực hiện các hoạt động điều khiển, phối hợp giữa các thiết bị, quy trình xử lý, vận hành của nhà máy để sản xuất. PLC sử dụng phương pháp lập trình bậc thang. Thông thường, có nhiều PLC trong một dây chuyền lắp ráp, trong đó chỉ có một PLC chính để điều khiển tất cả các PLC khác trong chuỗi sản xuất. Các nhà cung cấp thiết bị cũng thực hiện việc lập trình PLC khi cung cấp thiết bị. PLC được sử dụng cho tự động hóa công nghiệp. Các bộ điều khiển này có thể tự động hóa một quy trình cụ thể, chức năng máy hoặc thậm chí toàn bộ dây chuyền sản xuất. PLC nhận thông tin từ các cảm biến được kết nối hoặc thiết bị đầu vào, xử lý dữ liệu và kích hoạt đầu ra dựa trên các tham số được lập trình sẵn. Tùy thuộc vào đầu vào và đầu ra, PLC có thể giám sát và ghi lại dữ liệu thời gian như năng suất máy hoặc nhiệt độ vận hành, tự động khởi động và dừng quá trình, tạo báo động nếu máy gặp trục trặc...[1].

c) Giao tiếp nền tảng mở (Open Platform Communications, OPC)

OPC là ứng dụng sản xuất có vai trò kết nối, tạo điều kiện giao tiếp giữa MES và PLC. Như đã nêu ở trên, MES ghi lại tất cả các giao dịch được thực hiện trên nhà máy; PLC điều khiển các thiết bị hoạt động theo quy trình. Do đó, MES phải liên tục thực hiện giao tiếp với PLC để ghi lại các giao dịch theo thời

---

1. J. Singh, M. Tiwari, and M. Shrivastava, Industrial automation A review, Tech. Rep V. Vyatkin, "Software engineering in industrial automation: State-of-the-art review", IEEE Trans. Ind. Informat., vol. 9, no. 3, pp. 1234 1249, Aug. 2013.

gian thực. OPC hoặc SECS/GEM là các ứng dụng sản xuất tạo điều kiện kết nối các giao tiếp này[1].

d) Hệ thống điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu (Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA)

SCADA là một hệ thống giám sát, kiểm soát các thiết bị và quy trình. SCADA tương tác chặt chẽ với các thiết bị, PLC, MES... để thực hiện vai trò "giám sát" trên nhà máy. SCADA cũng được sử dụng để điều khiển các thiết bị từ xa. Trước SCADA, nhân viên nhà máy phải giám sát và kiểm soát các quy trình công nghiệp thông qua các công tắc chọn, nút ấn và quay số cho tín hiệu tương tự. Điều này có nghĩa là các nhà máy phải duy trì nhân sự tại chỗ, trong quá trình sản xuất, để kiểm soát các quy trình.

Hệ thống SCADA là tập hợp của cả các thành phần (phần mềm và phần cứng) cho phép giám sát và kiểm soát các nhà máy trong nội bộ hoặc cả từ bên ngoài. SCADA kiểm tra, thu thập và xử lý dữ liệu theo thời gian thực. Tương tác người-máy (Human Machine Interface, HMI) tạo điều kiện cho việc tương tác với các thiết bị hiện trường như máy bơm, van, động cơ, cảm biến... SCADA thực hiện việc ghi nhật ký dữ liệu cho các mục đích lịch sử. Thiết kế cấu trúc của một hệ thống SCADA tiêu chuẩn gồm Bộ điều khiển thiết bị đầu cuối từ xa (Remote Terminal Units, RTU) và PLC. RTU và PLC là các bộ vi xử lý giao tiếp và tương tác với các thiết bị hiện trường như van, máy bơm và HMI. Dữ liệu liên lạc được định tuyến từ bộ xử lý đến các máy tính SCADA để hiển thị dữ liệu, qua đó cho phép các nhà khai thác phân tích và xử lý các sự kiện xảy ra trong hệ thống.

---

1. I. González, A. J. Calderón, A. J. Barragán, and J. M. Andújar, "Integration of sensors, controllers and instruments using a novel OPC architecture", Sensors, vol. 17, no. 7, p. 1512, 2017.

2.2.2. Các ứng dụng kinh doanh

Các ứng dụng kinh doanh bao gồm các ứng dụng công nghệ thông tin khác nhau nhằm hỗ trợ và điều hành doanh nghiệp, nhà máy. Các ứng dụng kinh doanh chủ yếu bao gồm: Hoạch định nguồn lực doanh nghiệp (Enterprise Resource Planning, ERP), Quản lý vòng đời sản phẩm (Product Lifecycle Management, PLM), Quản lý chuỗi cung ứng (Supply Chain Management, SCM), Quản lý quan hệ khách hàng (Customer Relationship Management, CRM), Quản lý dữ liệu tập trung (Master Data Management, MDM) và các ứng dụng khác[1].

a) Hoạch định nguồn lực doanh nghiệp (Enterprise Resource Planning, ERP)

ERP là một hệ thống xử lý giao dịch trực tuyến (Online Transaction Processing). ERP cung cấp một nền tảng để vận hành thống nhất các quy trình kinh doanh như: sản xuất, lập kế hoạch, kế toán, tính toán chi phí, thống nhất các nguồn thanh toán, hoạt động chuyển khoản với các doanh nghiệp khác... ERP là một công cụ có khả năng tích hợp toàn bộ hoạt động quản lý sản xuất kinh doanh vào một hệ thống duy nhất, qua đó giúp nhà máy thực hiện tự động hoá các quy trình quản lý (gồm: quản trị nguồn nhân lực, quản lý dây chuyền sản xuất và cung ứng vật tư, quản lý tài chính nội bộ đến việc bán hàng, tiếp thị sản phẩm, trao đổi với các đối tác, khách hàng...). ERP là một công cụ giúp nhà máy nâng cao năng lực quản trị và khả năng cạnh tranh và tối ưu hoá các nguồn lực doanh nghiệp từ nguồn nhân lực, vật lực, tài lực cho đến hệ thống thông tin.

---

1. N. Padhi: *Setting up a Smart Factory (Industry 4.0) - A practical Approach*, MESA Int., Tech. Rep., Oct. 2017, pp. 13-17.

b) Quản lý vòng đời sản phẩm (Product Lifecycle Management, PLM)

PLM là công cụ giúp các nhà máy "ứng phó" với những thách thức về kỹ thuật trong việc phát triển các sản phẩm mới cho thị trường cạnh tranh toàn cầu. PLM là quá trình quản lý toàn bộ vòng đời sản phẩm của một nhà máy. Mục tiêu của PLM là giảm thời gian đưa ra thị trường, cải thiện chất lượng sản phẩm, giảm chi phí thiết kế mẫu, xác định cơ hội bán hàng tiềm năng và đóng góp thu nhập, giảm tác động môi trường khi sử dụng. Trong nhà máy thông minh, ứng dụng PLM kết nối với các ứng dụng khác như ERP, MES, CRM...

c) Quản lý quan hệ khách hàng (Customer Relationship Management, CRM)

CRM là hệ thống giúp nhà máy quản lý chuỗi các hoạt động kinh doanh, đặc biệt là quản lý khách hàng và các cơ hội bán hàng. CRM cung cấp một nền tảng để giúp doanh nghiệp quản lý đơn giá và đơn đặt hàng, giúp khách hàng tìm kiếm các sản phẩm và đặt hàng. CRM cung cấp các công cụ: quản lý marketing, quản lý bán hàng, dự báo doanh thu, quản lý kho, hỗ trợ khách hàng và hệ thống báo cáo đa chiều.

d) Quản lý chuỗi cung ứng (Supply Chain Management, SCM)

SCM là công cụ hỗ trợ nhà máy trong công tác quản lý chuỗi cung ứng thông qua việc tập hợp tất cả các thông tin liên quan trong chuỗi cung ứng và cung cấp cho nhà máy thông tin tổng quan về hiệu quả hoạt động. Trọng tâm của SCM là lập kế hoạch chuỗi cung ứng, quản lý dự báo và lập kế hoạch sản xuất. SCM giúp nhà máy cắt giảm chi phí, đáp ứng nhu cầu của khách hàng một cách kịp thời tới tối ưu hóa dòng sản xuất, tăng lợi thế cạnh tranh... thông qua việc sử dụng tích hợp hiệu quả nhà cung ứng, nhà sản xuất, kho bãi, vận chuyển, đại lý,...

e) Quản lý dữ liệu tập trung (Master Data Management, MDM)

MDM là một ứng dụng cung cấp, cập nhật thông tin và liên kết tất cả các dữ liệu quan trọng của nhà máy (như dữ liệu về khách hàng, địa điểm, sản phẩm...), tạo ra nguồn tham chiếu chung duy nhất của nhà máy. MDM giúp nhà máy giải quyết vấn đề lưu trữ dữ liệu phân tán trong nhà máy, giảm nguy cơ mất dữ liệu hoặc lộ bí mật doanh nghiệp. MDM giúp nhà máy kiểm soát và lưu trữ dữ liệu đang được chia sẻ nhằm đảm bảo nhu cầu giao tiếp thông suốt và tính liên tục của các hoạt động kinh doanh.

2.2.3. Nền tảng IoT

Nền tảng IoT là nền tảng quan trọng giúp chuyển đổi một nhà máy thành một nhà máy thông minh.

Ở cấp độ cao, nền tảng IoT phải có các khả năng sau:

- Trích xuất dữ liệu từ cảm biến và thiết bị.
- Sử dụng Phân tích biên (Edge Analytics) để phân tích lượng dữ liệu lớn. Phân tích biên là quy trình thu thập, phân tích và đưa ra quyết định dựa trên dữ liệu thu được tại cảm biến, thiết bị trong quá trình sản xuất của nhà máy.
- Lưu trữ số lượng lớn dữ liệu với chi phí tối thiểu.
- Thực hiện phân tích và kiểm soát dữ liệu theo thời gian thực.

Nền tảng IoT của một nhà máy thông minh gồm các cấu phần sau:

a) Cổng IoT (IoT GATEWAY)

Cổng IoT là công cụ đóng vai trò kết nối giữa dữ liệu đám mây và bộ điều khiển, cảm biến, thiết bị thông minh. Cổng IoT nằm giữa các thiết bị và cảm biến để giao tiếp với đám mây, có chức năng thực hiện một số hoạt động quan trọng từ dịch các giao thức đến mã hóa, xử lý, quản lý và lọc dữ liệu.

Trong nhà máy thông minh, các thiết bị thực hiện giao tiếp trực tiếp với các hệ thống thông qua cảm biến và bộ điều khiển

(sử dụng giao thức như Wi-Fi hoặc Bluetooth). Cảm biến và thiết bị thường kết nối với các ứng dụng sản xuất và ứng dụng doanh nghiệp. Trong nhà máy thông minh, các cảm biến được nối dây bằng cáp ethernet (TCP/IP) hoặc được kết nối qua mạng không dây (RFID/ZigBee/Bluetooth). Hiện nay, các cảm biến đã trở nên rất kinh tế và phổ biến vì chi phí của cảm biến và các giao thức không dây khá thấp[1].

Các cảm biến sẽ tạo ra số lượng dữ liệu rất lớn theo thời gian thực. Cổng IoT thực hiện việc xử lý dữ liệu trước khi gửi lên dữ liệu đám mây. Việc này sẽ giúp giảm thiểu khối lượng dữ liệu cần chuyển tiếp lên đám mây, giảm thời gian và chi phí truyền mạng. Bên cạnh đó, cổng IoT giúp tăng cường khả năng bảo mật thông tin, dữ liệu cho mạng IoT.

b) Điện toán biên (Edge Compute)

Trong nhà máy thông minh, việc thu thập, gửi và xử lý lượng dữ liệu lớn đòi hỏi phải được thực hiện nhanh chóng hơn. Tuy nhiên, việc gửi tất cả dữ liệu đến mạng lưới đám mây (cloud networks) có thể làm gia tăng độ trễ do quá trình truyền dẫn. Vì vậy, điện toán biên là một giải pháp để giải quyết vấn đề này.

Điện toán biên là một mạng lưới các trung tâm xử lý và lưu trữ dữ liệu cục bộ trước khi truyền đến trung tâm dữ liệu hoặc đưa lên các đám mây. Điện toán biên giúp tối ưu hóa các hệ thống truyền dẫn để tránh gián đoạn hoặc làm chậm việc gửi và nhận dữ liệu. Quá trình tính toán và xử lý dữ liệu được thực hiện tại các "biên" của hệ thống mạng.

Điện toán biên thực hiện tính toán cục bộ khoảng thời gian thực cần thiết, sớm đưa ra các kết quả xử lý dữ liệu cho các điều

---

1. D. Barnes and B. Dauphinais. (Jan. 2017). Smart Factories and the Challenges of the Proximity Network. Industrial Internet Consortium. [Online]. Available: http://www.iiconsortium.org

khiển với độ trễ thấp. Cấu phần Quản lý thiết bị (Device Manager) sẽ xử lý các dữ liệu này, truyền các tham số điều khiển tới PLC hoặc OPC để kiểm soát và tối ưu hóa các hoạt động của hệ thống.

Điện toán biên cung cấp khả năng xử lý dữ liệu và năng lực lưu trữ gần với nguồn dữ liệu. Điện toán biên được thực hiện ở gần các thiết bị, không phải chờ các kết quả xử lý dữ liệu từ các lớp nhập dữ liệu tiếp theo.

c) Nhập dữ liệu (Data Ingestion)

Nhập dữ liệu là một quá trình thu thập, nhập và xử lý dữ liệu để sử dụng sau hoặc lưu trữ trong một cơ sở dữ liệu.

Dữ liệu được truyền đi theo thời gian thực hoặc theo từng gói dữ liệu từ nhiều ứng dụng nguồn vào lớp nhập dữ liệu. Tại lớp nhập dữ liệu, dữ liệu được xử lý và chuyển đổi. Dữ liệu từ các nguồn khác nhau với các định dạng khác nhau sẽ được chuyển đổi thành định dạng chuẩn quốc tế hoặc chuẩn của nhà máy.

Sự hài hòa và chất lượng dữ liệu là một trong các yêu cầu quan trọng. Tùy thuộc vào lượng dữ liệu, các hệ thống xử lý, phân tích luồng dữ liệu có thể sử dụng như Apache Kafka Cluster hoặc Flume để thu nhận dữ liệu lớn.

Apache Kafka là một hệ thống phục vụ chức năng thu thập dữ liệu đầu vào (stream ingestion system). Kafka hỗ trợ triển khai hệ thống thu thập log theo mô hình phân tán (distribute), phân chia (partition), và đồng bộ (replicate). Mã nguồn Kafka được thiết kế cho việc xử lý dữ liệu lớn khi đọc/ghi dữ liệu, giảm độ trễ trong quá trình truyền tải dữ liệu. Kafka thường được triển khai theo mô hình cluster; mỗi node trong cluster được gọi là broker. Mỗi broker có thể quản lý hàng trăm megabyte đọc/ghi dữ liệu một giây từ hàng nghìn người dùng một lúc. Một cluster có thể mở rộng một cách linh động mà không gây ra tình trạng dừng hệ thống. Việc truyền tải dữ liệu giữa các hệ thống khác với Kafka broker được thực hiện thông qua giao thức TCP;

việc phát triển, phân tích dữ liệu có thể thực hiện trên nhiều nền tảng ngôn ngữ lập trình khác nhau.

Flume là một hệ thống được phân bổ để thu thập dữ liệu log từ nhiều nguồn, tổng hợp và chuyển một phần lớn trong số đó tới khu lưu trữ dữ liệu tập trung như: hệ thống tập tin phân tán (Hadoop Distributed File System, HDFS) hoặc Hbase. Flume được thiết kế như một hệ thống phân tán linh động có khả năng chỉnh sửa, "tùy biến" cao.

d) Lưu trữ dữ liệu (Data lake)

Data lake là một phương pháp lưu trữ dữ liệu trong một hệ thống theo định dạng tự nhiên, tạo điều kiện cho việc sắp xếp dữ liệu trong các lược đồ và các dạng cấu trúc khác nhau.

Data lake lưu trữ tất cả dữ liệu trong nhà máy, từ dữ liệu thô chuyển đổi thành dữ liệu được sử dụng cho mục đích khác nhau: báo cáo, phân tích và học máy... Data lake bao gồm dữ liệu có cấu trúc từ cơ sở dữ liệu quan hệ (hàng và cột), dữ liệu bán cấu trúc (CSV, nhật ký, XML, JSON), dữ liệu phi cấu trúc (email, tài liệu, PDF) và thậm chí dữ liệu nhị phân (hình ảnh, âm thanh, video) tạo ra một kho dữ liệu tập trung có thể chứa tất cả các dạng dữ liệu.

Trong Data lake, tùy thuộc vào loại dữ liệu và cách sử dụng, dữ liệu có thể được lưu trữ trong HDFS phân tán (cho phép lưu trữ dữ liệu trên cluster gồm nhiều máy tính có cấu hình ở mức thông thường), cơ sở dữ liệu RDBMS (như: Oracle, MySQL, MS SQL) và NoQuery (như Cassandra, Mongo).

e) Tích hợp dữ liệu (Data Intergrations)

Các ứng dụng doanh nghiệp và ứng dụng sản xuất thường được kết nối thông qua các công cụ Middleware và ETL.

Dữ liệu từ các hệ thống khác nhau này được trích xuất thông qua công cụ Middleware hoặc ETL đến lớp Data Lake hoặc Data Ingestion. Dữ liệu thường được xử lý thông qua một

loạt các giai đoạn được gọi là Vùng dữ liệu trung gian (Data Staging area), trong đó dữ liệu được chuyển đổi thành định dạng chuẩn để chia sẻ. Trong vùng dữ liệu trung gian, thông tin thường được kết hợp với nhiều ứng dụng công nghệ thông tin trước khi cung cấp cho lớp Data Lake.

Để tích hợp dữ liệu, một số sản phẩm ETL nguồn mở có sẵn (đã được thương mại hóa) có thể thực hiện việc chuyển đổi lượng dữ liệu lớn. Bên cạnh việc sử dụng các ứng dụng công nghệ thông tin dựa trên đám mây hoặc SaaS, một số sản phẩm thương mại iPaaS (integration Platform-as-a-Service) cũng là các giải pháp phù hợp Để thực hiện tích hợp dữ liệu.

2.2.4. Trực quan hóa dữ liệu (Data Visualization)

Khi nhà máy sản xuất thông minh ứng dụng dữ liệu lớn, những quyết định dựa trên số liệu cụ thể sẽ dần thay thế những quyết định cảm tính. Trực quan hóa dữ liệu (Data Visualisation) được công nhận là một phương thức hiệu quả để chuyển đổi dữ liệu kinh doanh sang những thông tin hữu ích, giúp nhà máy ra những quyết định kịp thời và mang lại những lợi ích lớn cho nhà máy.

Lớp trực quan hóa dữ liệu cung cấp các chức năng khác nhau:

- Bảng điều khiển hoạt động (Operational Dashboard): cung cấp khả năng hiển thị thời gian thực của các cảm biến, thiết bị, máy móc trong nhà máy. Bảng điều khiển hoạt động cũng cung cấp các chức năng vận hành cơ bản của đơn vị sản xuất.

- Quản trị và kiểm soát: Máy móc, thiết bị và cảm biến được kiểm soát từ Trung tâm chỉ theo thời gian thực.

- Phân tích dữ liệu: dữ liệu được sử dụng để phân tích, xác định xu hướng. Dựa trên kết quả phân tích dữ liệu và thuật toán học máy, nhà máy sẽ áp dụng các biện pháp dự đoán, phòng ngừa.

- Hỗ trợ thông qua ứng dụng và thiết bị di động: Các phân tích và số liệu được cung cấp dưới dạng giao diện, đồ họa nhằm hỗ trợ người dùng các ứng dụng hoặc trên các thiết bị di động.

- Cổng giao diện lập trình ứng dụng (Application Programming Interface Gateway, API Gateway): Các chức năng được thực hiện thông qua API để dự báo nhu cầu, quản lý hàng tồn kho, truy xuất nguồn gốc... tham gia vào quá trình quản lý quy trình kinh doanh (Business Process Management, BPM).

2.3. Bảo mật

Việc bảo vệ các cảm biến và thiết bị có ý nghĩa quan trọng trong nhà máy thông minh.

Thông thường, các thiết bị cảm biến nằm chủ yếu trong hệ thống khép kín, được bảo vệ khỏi các lỗ hổng an ninh tiềm ẩn bên ngoài. Tuy nhiên, khi các ứng dụng sản xuất được tích hợp với các ứng dụng bên ngoài khác, các thiết bị cảm biến vượt ra ngoài các "tường lửa".

Do đó, một nhà máy thông minh cần được xây dựng trên một nền tảng IoT đáng tin cậy và an toàn. Mỗi thiết bị từ xa kết nối với hệ thống nhà máy có thể làm tăng rủi ro về tính bảo mật của nhà máy thông minh. Các công cụ bảo mật cần được ứng dụng trong hệ thống quản lý thiết bị để bảo mật hệ thống nhà máy trên quy mô lớn theo định kỳ, đồng thời, có phương án xử lý, ngăn chặn ngay khi có sự cố mất bảo mật của nhà máy.

3. Tiếp cận, chuyển đổi sang nhà máy thông minh

Việc chuyển đổi sang nhà máy thông minh có thể được thực hiện bằng cách sử dụng 02 phương pháp với ưu và nhược điểm riêng khác nhau. Ba phương pháp tiếp cận này đều dựa chủ yếu vào nền tảng IoT.

Tiếp cận thứ 1: Chuyển đổi sang nhà máy thông minh dựa trên nền tảng IoT sử dụng phần mềm nguồn mở

Theo cách tiếp cận này, phần mềm nguồn mở (Open Source Software, OSS) được sử dụng để thiết lập tất cả các cấu phần cần thiết trong trung tâm dữ liệu của nhà máy (xem Hình 5.2).

Khung phần mềm mã nguồn mở Hadoop, cùng với rất nhiều môđun, được sử dụng để thiết lập nền tảng IoT.

Hệ thống tập tin phân tán (HDFS), cơ sở dữ liệu HBase và NoQuery (Cassandra hoặc MongoDB) là lựa chọn thông thường để lưu trữ dữ liệu.

Hình 5.2: Chuyển đổi dựa trên nền tảng IoT sử dụng phần mềm nguồn mở[1]

Apache Spark và MapReduce được sử dụng để tính toán dữ liệu.

Apache Flume và Sqoop sử dụng để chuyển dữ liệu và kết nối từ các nguồn khác nhau như: cơ sở dữ liệu của nhà máy và dữ liệu từ các ứng dụng công nghệ thông tin.

Apache Kafka và Storm được sử dụng để truyền dữ liệu thời gian thực từ các cảm biến.

Apache Mahout, MLLib và Spark ML được sử dụng để áp dụng các thuật toán học máy. Ngoài các ứng dụng này, nhà máy

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: Nikhil Padhi: *Practical Guide to Smart Factory Transition using IoT, Big Data and Edge Analytics.*

thông minh còn sử dụng các ứng dụng khác thực hiện hoạt động quản trị, lập lịch, bảo mật, quản lý siêu dữ liệu...

Phương pháp này đòi hỏi phải ứng dụng các công nghệ, công nghệ thông tin dựa trên nền tảng IoT.

- Ưu điểm:

+ Đưa ra giải pháp cụ thể cho theo yêu cầu của nhà máy.

+ Cung cấp mức độ linh hoạt cao để đạt được mục tiêu của nhà máy, có thể thay đổi và tùy chỉnh theo yêu cầu của nhà máy.

+ Giúp nhà máy có bản quyền sở hữu riêng đối với giải pháp nâng cấp nhà máy thông minh.

+ Lợi ích từ việc áp dụng sớm các xu hướng công nghệ, nâng cao vị thế dẫn đầu về công nghệ và nắm bắt các cơ hội thị trường của nhà máy thông minh.

- Nhược điểm:

+ Yêu cầu chuyên môn cao về công nghệ và kỹ năng.

+ Giải pháp này đòi hỏi mức độ phức tạp cao.

+ Phải có khả năng sẵn sàng thử nghiệm với tính rủi ro cao.

+ Giải pháp này chỉ phù hợp với các nhà máy lớn, có tính chuyên nghiệp cao, đòi hỏi nhiều nỗ lực, kỹ năng, thời gian, nguồn lực và ngân sách để xây dựng một giải pháp nội bộ.

Tiếp cận thứ 2: Chuyển đổi sang nhà máy thông minh dựa trên nền tảng IoT sử dụng phần mềm thương mại

Hầu hết các thành phần trong cấu trúc nhà máy thông minh dựa trên nền tảng IoT có thể được thay thế áp dụng các giải pháp đám mây thích hợp thay vì xây dựng các trung tâm dữ liệu của nhà máy (xem Hình 5.3).

Có một số phần mềm thương mại có sẵn có thể được áp dụng trong nhà máy thông minh để đơn giản hóa các vấn đề tích hợp trong hệ sinh thái Hadoop và cung cấp dữ liệu lớn dưới dạng giải pháp đảm bảo tính dễ dàng, linh hoạt và bảo mật.

Các giải pháp đám mây hiện nay cũng có sẵn trên thị trường để có thể mở rộng quy mô khai thác và sử dụng dữ liệu của nhà máy. Tuy nhiên, các giải pháp này là các giải pháp chung, các giải pháp IoT cụ thể cho nhà máy cần tiếp tục được xây dựng và phát triển thông qua bộ dữ liệu lớn của các sản phẩm trong đám mây.

Hình 5.3: Chuyển đổi dựa trên nền tảng IoT sử dụng phần mềm thương mại[1]

- Ưu điểm:

+ Các mục tiêu kinh doanh được thực hiện nhanh hơn cách tiếp cận thứ nhất, vì các nhà cung cấp phân phối phần mềm cung cấp hạ tầng và nền tảng công nghệ thông tin có sẵn.

+ Quyền sở hữu một phần dữ liệu, quy trình, sử dụng và khai thác đám mây.

+ Hạn chế tỷ lệ không tương thích giữa nền tảng và phần mềm.

+ Cung cấp mức độ linh hoạt cao với thời gian tiếp thị (TTM) nhanh hơn.

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: Nikhil Padhi: *Practical Guide to Smart Factory Transition using IoT, Big Data and Edge Analytics.*

- Nhược điểm:

+ Tăng rủi ro vì sử dụng nhà cung cấp nền tảng IoT bên ngoài.

+ Nền tảng IoT và các phần mềm được cung cấp để sử dụng với các mục đích chung, chưa xem xét đến các thông số kỹ thuật riêng của nhà máy.

+ Vẫn đòi hỏi phát triển đội ngũ chuyên môn sâu về công nghệ, có kỹ năng cao để thực hiện các dự án lớn của nhà máy.

+ Cách tiếp cận này được sử dụng rộng rãi với các doanh nghiệp vừa và nhỏ (SME).

Tiếp cận thứ 3: Xây dựng nền tảng IoT sử dụng nền tảng như một dịch vụ (Platform-as-a-Service, PAAS)

Hình 5.4: Chuyển đổi dựa trên nền tảng IoT sử dụng nền tảng như một dịch vụ[1]

Hai cách tiếp cận trên đòi hỏi nhiều thời gian và công sức trong việc xây dựng một nền tảng IoT cụ thể cho nhà máy. Với

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: Nikhil Padhi: *Practical Guide to Smart Factory Transition using IoT, Big Data and Edge Analytics.*

cách tiếp cận này, các doanh nghiệp cung cấp phần mềm, sử dụng IoT, điện toán đám mây, học máy và phân tích dữ liệu lớn gia công toàn bộ dịch vụ liên quan đến nền tảng của nhà máy. (xem Hình 5.4).

Thông thường, các nhà cung cấp IoT hàng đầu có các nền tảng IoT PaaS cụ thể theo miền. Họ cung cấp các giải pháp IoT công nghiệp (IIoT) hoặc các nền tảng đám mây công nghiệp cho nhà máy áp dụng Cách mạng công nghiệp 4.0 để đạt được TTM nhanh hơn. Các nhà cung cấp phần mềm này cho phép các nhà máy đưa dữ liệu vào nền tảng PaaS của nhà cung cấp để có thể cung cấp các tính năng đa dạng, các công cụ phân tích cụ thể cho các nhà máy.

- Ưu điểm:

+ Các giải pháp IoT được triển khai với tốc độ nhanh hơn, các nhà máy có thể triển khai dễ dàng các tính năng này để nâng cao lợi nhuận.

+ Thuê công nghệ thông tin bên ngoài để giải quyết các vấn đề phức tạp về nền tảng và cơ sở hạ tầng.

+ Các mục tiêu kinh doanh được đáp ứng nhanh hơn nhiều so với cách tiếp cận thứ 2, TTM nhanh hơn.

- Nhược điểm:

+ Nguy cơ phụ thuộc nhiều vào nhà cung cấp.

+ Nhiều nhà máy chưa sẵn sàng đáp ứng các yêu cầu về kỹ năng chuyên môn cao liên quan đến phần mềm, tích hợp hệ thống.

+ Giảm tính linh hoạt của nhà máy, thường phải chờ nhà cung cấp phát triển các tính năng mới, cần thiết.

Mặc dù tất cả các doanh nghiệp PaaS cung cấp nền tảng IoT, nhưng chỉ có một số ít cung cấp khả năng kết nối trực tiếp. Tùy thuộc vào việc lựa chọn các doanh nghiệp PaaS, nhà máy trước hết phải làm việc cụ thể với các doanh nghiệp PaaS và các doanh nghiệp hợp tác để cùng tìm giải pháp thực hiện tối ưu. Trong đó, cần đánh giá khả năng tiếp cận của nhà cung cấp, tỷ lệ, khả

năng thực hiện các tiến bộ công nghệ. Các nhà máy phải tự quyết định việc lựa chọn nền tảng và mô hình triển khai cụ thể dựa trên các yêu cầu và lộ trình chuyển đổi tương ứng của nhà máy.

4. Một số nội dung liên quan đến lựa chọn giải pháp tiếp cận, chuyển đổi sang nhà máy thông minh phù hợp

4.1. Mức độ sẵn sàng với nền tảng IoT

Các giải pháp dựa trên IoT đối với nhà máy thông minh không thể ngay lập tức được áp dụng. Trước khi bắt đầu áp dụng các giải pháp IoT, một số điều kiện tiên quyết cần được xem xét, đánh giá. Đối với một nhà máy sản xuất, sự sẵn sàng của các thiết bị, máy móc với nền tảng IoT là yếu tố quan trọng nhất. Các thiết bị, máy móc phải có khả năng kết nối với các hệ thống, các thiết bị khác thông qua các giao thức tiêu chuẩn công nghiệp (TCP/IP, SECS/GEM...).

Hệ thống mạng phải được thiết kế để có thể xử lý được lượng dữ liệu khổng lồ thu được bởi hàng chục, hàng trăm, thậm chí hàng nghìn thiết bị. Các hệ thống như hệ thống OLTP, PLM, hệ thống điểm bán hàng (Point of Sale, POS), hệ thống hậu cần (Logistics Systems), Hệ thống kế hoạch (Planning Systems)... phải được tích hợp thông qua giải pháp trung gian. Trong điều kiện lý tưởng, các hệ thống của nhà máy (như: Hệ thống MES...) được tích hợp với PLC thông qua OPC.

Các nhà máy cần có đội ngũ chuyên môn trong nội bộ để quản lý và triển khai giải pháp phù hợp dựa trên IoT. Ví dụ, các nhà máy cần có các chuyên gia về dữ liệu và nhà nghiên cứu về khoa học dữ liệu để lựa chọn áp dụng các giải pháp IoT ngay từ giai đoạn đầu thực hiện việc chuyển đổi nhà máy.

4.2. Chi phí

Tỷ lệ hoàn vốn đầu tư (Return on Investment, ROI) cần được xem xét để đánh giá việc áp dụng giải pháp dựa trên IoT

cho nhà máy. Các phân tích ROI về chi phí được được đánh giá tổng thể, thận trọng với tất cả các yếu tố về dữ liệu và các lợi ích khác.

Trong đó, khi một nhà máy quyết định sử dụng nền tảng IoT, chi phí đầu tiên sẽ là các chi phí cho nền tảng IoT. Nếu nhà máy sử dụng PaaS, chi phí sẽ bao gồm các khoản phí định kỳ hàng năm. Nếu nhà máy quyết định sử dụng nền tảng IoT dựa trên mã nguồn mở, nhà máy phải trả các chi phí hỗ trợ có liên quan. Chi phí thứ 2 sẽ gồm các chi phí triển khai và vận hành hệ thống.

4.3. Hiệu suất

Hiệu suất hệ thống là một chỉ số quan trọng của một giải pháp IoT vì lượng dữ liệu lớn cần được trích xuất và phân tích. Lập kế hoạch cơ sở dữ liệu (Database Planning), Quy hoạch mạng (Network Planning) và Kiến trúc hệ thống (System Architecture) là các yếu tố chính thúc đẩy hiệu suất.

Phân tích biên (EA) đóng vai trò chính trong quản lý dữ liệu được trích xuất. Các thiết bị phải tuân thủ các tiêu chuẩn để có thể tương thích với nhau. Các phương pháp tối ưu hóa cơ sở dữ liệu truyền thống và tiên tiến cần được sử dụng để cải thiện hiệu suất. Ngoài ra, kiến trúc mạng phải hỗ trợ trao đổi dữ liệu giữa các thiết bị và hệ thống.

4.4. Hệ thống

Các cấu phần chính của kiến trúc hệ thống (như OLTP/ERP, MES, PLM, SCADA...) cần được tăng cường, điều chỉnh để tăng khối lượng dữ liệu, tăng khả năng kết nối với các giải pháp mới.

4.5. Quản lý tích hợp

Có hai nhóm tích hợp trong giải pháp IoT. Cụ thể như sau:

- Nhóm đầu tiên liên quan đến việc tích hợp giữa các cấu phần cơ bản của Nhà máy thông minh gồm: OLTP/ERP, MES,

PLM, SCADA... Các cấu phần này cần được tích hợp, kết nối để bảo đảm tính liên tục. Khi thiết kế tích hợp, nhà máy sẽ phải giải quyết một số thách thức về: trao đổi giao dịch theo thời gian thực, hiệu suất, quản lý... Do đó, việc thiết kế một kiến trúc hệ thống hiệu quả, hiệu suất cao, có thể mở rộng, có thể hỗ trợ các tích hợp là yêu cầu quan trọng của nhà máy thông minh.

- Nhóm tích hợp thứ hai liên quan đến việc tích hợp giữa hệ thống (bao gồm nền tảng của IoT) và thiết bị, giữa thiết bị và thiết bị. Khi thiết kế tích hợp, nhà máy sẽ phải giải quyết một số thách thức như: thiết bị có thể không phù hợp với các giao thức truyền thông tiêu chuẩn công nghiệp; thiết bị có thể không đồng nhất; cơ sở hạ tầng mạng không thể hỗ trợ dữ liệu lớn... Do đó, những vấn đề này cần được lưu ý trong khi thiết kế lớp tích hợp.

5. Các lợi ích khi chuyển đổi sang nhà máy thông minh

5.1. Phân tích và dự đoán

Chuyển đổi sang nhà máy thông minh sẽ làm giảm đáng kể thời gian ngừng hoạt động (Downtimes) do sự cố thiết bị thông qua hoạt động phân tích và dự đoán. Các nhà máy thông thường được thực hiện bảo trì phòng ngừa (Preventive Maintenance, PM) theo định kỳ để tránh sự cố máy. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, thiết bị bị hỏng ngay cả sau khi thực hiện bảo trì phòng ngừa. Phân tích dự đoán giúp nhà máy thực hiện mục tiêu bảo trì dự đoán (Predictive Maintenance).

Hoạt động của các thiết bị trong nhà máy sẽ tạo ra lượng lớn dữ liệu. Các dữ liệu này bao gồm các tham số thiết bị như: nhiệt độ, áp suất... và các tham số quá trình như giới hạn trên, giới hạn dưới...

IoT cung cấp khả năng trích xuất các dữ liệu "không có cấu trúc" này (unstructured data) và sử dụng phân tích để dự đoán về sự cố có thể xảy ra của thiết bị, qua đó đưa ra các tín hiệu

báo động ngay trước khi sự cố sắp xảy ra. Điều này sẽ giúp nhà máy thực hiện bảo trì dự đoán để tránh sự cố ngoài ý muốn, giúp cải thiện thời gian hoạt động, giảm chi phí liên quan đến thời gian chết của thiết bị.

5.2. Quản lý chất lượng

Phân tích và phòng ngừa các "sai hỏng" là cốt lõi của quản lý chất lượng. Quá trình sản xuất của nhà máy từ việc sử dụng nguyên liệu thô, điều khiển các quy trình, tham số đến các hoạt động điều hành nhà máy... sẽ tạo ra một lượng dữ liệu rất lớn mỗi ngày. Việc phân tích dữ liệu và xác định cụ thể các "sai hỏng" là một nhiệm vụ khó khăn.

Nền tảng IoT cho phép các nhà máy chọn lọc các dữ liệu liên quan đến hoạt động có "sai hỏng" và thực hiện phân tích chi tiết các dữ liệu liên quan đến "sai hỏng" đó. Điều này giúp các nhà máy hiểu rõ các "sai hỏng" và đưa ra các quy trình kiểm tra để ngăn ngừa các "sai hỏng" đó.

5.3. Tối ưu hóa

Các nhà máy tiêu thụ 02 nguồn đầu vào chính là nguyên liệu thô và năng lượng.

Đặc biệt, việc đo lường chính xác các nguyên liệu, hóa chất tiêu thụ mỗi lô là một thách thức. Trong hầu hết các trường hợp, mức tiêu thụ chính xác không thể đo lường được. "Sử dụng quá mức" các hóa chất đắt tiền sẽ làm tăng giá thành của các thành phẩm tạo ra. Trong trường hợp này, các cảm biến và thiết bị đo được sử dụng để theo dõi các nguyên liệu, hóa chất được sử dụng. Nền tảng IoT có thể lấy dữ liệu từ các cảm biến và phân tích chúng để đưa ra xu hướng tiêu thụ nguyên liệu thô chính xác. Điều này giúp xác định chính xác liệu có thiết bị nào tiêu thụ nhiều hóa chất hơn mức yêu cầu hay không. Qua đó, nhà máy sẽ thực hiện tối ưu hóa việc tiêu thụ hóa chất một cách dễ dàng.

Chi phí sử dụng năng lượng là một thành phần chính trong cấu trúc chi phí sản phẩm. Hầu như tất cả các thực thể trong nhà máy như: thiết bị, cảm biến, robot... đều tiêu thụ năng lượng. Đo mức tiêu thụ năng lượng tại mọi thời điểm và xác định mô hình sử dụng năng lượng là một hoạt động rất phức tạp và khó khả thi. Với nền tảng IoT, nhà máy có thể đo mức tiêu thụ năng lượng theo thời gian thực và đưa ra các cách để tối ưu hóa nó. Điều này giúp giảm tổng thể giá thành sản phẩm.

6. Một số cân nhắc cụ thể (Key Considerations)

6.1. Lựa chọn nền tảng IoT phù hợp

Thị trường IoT là một thị trường có độ đa dạng rất cao, trong đó, bao gồm các nền tảng mã nguồn mở và các nền tảng thương mại. Mỗi nền tảng IoT đều có điểm mạnh và điểm yếu riêng.

Do đó, xác định một nền tảng IoT phù hợp cho một nhà máy là một việc khó khăn. Các yếu tố như số lượng khách hàng, tính năng vượt trội... cần được xem xét khi chọn một nền tảng IoT cho nhà máy.

6.2. Lựa chọn đối tác tích hợp phù hợp

Điều này cũng hết sức quan trọng. Vì IoT trong nhà máy thông minh vẫn là một lĩnh vực mới, do đó, có rất ít các chuyên gia tích hợp hệ thống có chuyên môn sâu để triển khai hoạt động này.

Một trong các ý tưởng tốt là phát triển năng lực chuyên gia trong nội bộ nhà máy. Mặt khác, nhà máy có thể lựa chọn phương án kết hợp các cán bộ trong nội bộ nhà máy cùng với một đối tác có kinh nghiệm thực tiễn để thực hiện tích hợp hệ thống.

6.3. Lựa chọn các trường hợp áp dụng

Trong sản xuất, các trường hợp được áp dụng phổ biến nhất gồm: bảo trì dự đoán, phân tích và ngăn ngừa "sai

hỏng", tối ưu hóa năng lượng, quản lý tài sản và quản lý cơ sở.

6.4. Đánh giá thiết bị

Nhiều nhà máy hiện tại không có thiết bị "thông minh". Chúng không được trang bị cảm biến và không tương thích với các giao thức truyền thông tiêu chuẩn công nghiệp. Đây sẽ là một thách thức rất lớn.

6.5. Mua sắm

Lợi ích thu được từ việc xây dựng và phát triển một nền tảng IoT có thể đạt được trong một khoảng thời gian tương đối dài. Chi phí trả trước để xây dựng và phát triển một nền tảng IoT có thể cao. Do đó, quá trình đàm phán để mua sắm, đầu tư giữa các bên liên quan là rất cần thiết.

6.6. Tỷ lệ hoàn vốn đầu tư

Tiết kiệm có được thông qua đạt được năng suất cao, ngăn ngừa "sai hỏng" và tối ưu hóa sẽ bù đắp chi phí trả trước cho việc phát triển nền tảng IoT, việc thực hiện và phí bảo trì hàng năm cho nền tảng. Đây cũng là một thách thức lớn trong chuyển đổi sang nhà máy thông minh.

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1: Chỉ số đánh giá năng suất iBench 4.0 của Đài Loan và Chỉ số đổi mới kỹ thuật số của Đức

1. Chỉ số đánh giá năng suất iBench 4.0 của Đài Loan

Chỉ số đánh giá năng suất iBench 4.0 đánh giá các khía cạnh khác nhau của doanh nghiệp gồm:

1.1. Về chiến lược tổ chức

Doanh nghiệp cam kết sẽ nhìn nhận và lấy Công nghiệp 4.0 làm giá trị cốt lõi của doanh nghiêp, đồng thời khám phá các cơ hội nhằm gia tăng giá trị cho doanh nghiệp thông qua các quy trình sản xuất hiệu quả và thông minh hơn. Có 04 yếu tố về chiến lược tổ chức của doanh nghiệp:

- Yếu tố 1: Tầm nhìn của lãnh đạo

Doanh nghiệp có khả năng thực hiện tầm nhìn đối với yêu cầu đa dạng, "tùy biến" của khách hàng và thị trường, đồng thời thực hiện trách nhiệm với xã hội và cộng đồng.

Ban lãnh đạo chủ động tìm hiểu các khái niệm và các đặc điểm của Cách mạng công nghiệp 4.0, tạo điều kiện cho nhân viên tìm hiểu và "hấp thụ" các kiến thức của Cách mạng công nghiệp 4.0.

Với mục tiêu sẵn có, Ban lãnh đạo cần xây dựng kế hoạch chi tiết về tầm nhìn và đánh giá việc quản lý của doanh nghiệp một cách thường xuyên.

Tầm nhìn của doanh nghiệp trong Cách mạng công nghiệp 4.0 cần có sự kết hợp giữa tuyên bố và việc thực hiện các trách nhiệm

xã hội của doanh nghiệp, từ đó giúp doanh nghiệp nhận ra giá trị cốt lõi của mình.

- Yếu tố 2: Hoạch định chiến lược

Các doanh nghiệp có thể tận dụng các năng lực cốt lõi của mình để phát triển các chiến lược đổi mới và tạo ra các mô hình kinh doanh mới đảm bảo chuyển đổi thành công từ các hoạt động kinh doanh thành sự tăng trưởng bền vững và có lợi nhuận. Cụ thể, doanh nghiệp cần định vị giá trị về lĩnh vực của doanh nghiệp (các công nghệ chính, dịch vụ, nhóm khách hàng đặc biệt...); về hoạch định chiến lược (sử dụng có hệ thống các công nghệ thông minh để thu thập và xử lý dữ liệu nhằm hoàn thành tốt hơn các mục tiêu chiến lược trong kỷ nguyên của Cách mạng công nghiệp 4.0); về năng lực cốt lõi (khả năng sử dụng các công nghệ thông minh, công nghệ di động để phát triển và tối ưu hóa năng lực cốt lõi của doanh nghiệp trong sản xuất, xử lý dữ liệu và kết nối khách hàng...).

- Yếu tố 3: Quản lý kinh doanh

Doanh nghiệp có thể sử dụng các công nghệ như quản lý tinh gọn, phân tích dữ liệu lớn, IoT, robot thông minh và hệ thống tích hợp để ra quyết định và vận hành nhằm: đáp ứng để thay đổi (tối ưu hóa hiệu quả của các hoạt động kinh doanh thông qua quản lý lao động và nguyên liệu làm đầu vào sản xuất); ứng dụng công nghệ thông tin để quản lý dữ liệu thông minh (bất cứ khi nào có thể đưa ra các mô hình thu thập và phân tích dữ liệu hiệu quả về chi phí); ứng dụng các công cụ phân tích kinh doanh để hỗ trợ quá trình ra quyết định và cung cấp phản hồi theo thời gian thực.

- Yếu tố 4: Nhân sự

Doanh nghiệp cần xác định và phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao theo nhu cầu và xu hướng toàn cầu thông qua: quản lý nguồn nhân lực (tiến hành đánh giá thường xuyên cơ cấu nhân sự, tuyển dụng nhân tài với chuyên môn liên quan đến Cách mạng công nghiệp 4.0); xây dựng văn hoá học tập của tổ chức (nỗ lực để duy trì, tìm kiếm và dễ dàng truy cập các tài nguyên tri thức của

doanh nghiệp); thực hành chuẩn doanh nghiệp (tăng cường việc học tập trong doanh nghiệp bằng cách tính điểm chuẩn thực hành tốt nhất được thu thập từ các bộ phận nội bộ, đối thủ bên ngoài hoặc các doanh nghiệp trong các lĩnh vực khác nhau).

1.2. Về sản xuất thông minh

Sản xuất thông minh là một giải pháp quản lý sản xuất hoàn chỉnh. Quá trình sản xuất được đặc trưng bởi việc áp dụng rộng rãi các thiết bị thông minh và thay thế lao động của con người bằng robot. Máy móc và thiết bị sẽ tự động thu thập dữ liệu liên quan đến sản xuất và kiểm soát chất lượng. Đơn vị bán hàng và nhà cung cấp sẽ được kết nối với hệ thống, sau đó họ sẽ được nhận báo cáo về thông tin và chi tiết làm việc để thực hiện các yêu cầu đặt hàng. Có 04 yếu tố về sản xuất thông minh trong doanh nghiệp:

- Yếu tố 1: Quản lý tinh gọn

Quá trình đồng bộ và liên tục được áp dụng cho dây chuyền sản xuất của doanh nghiệp. Dây chuyền được chuẩn hoá theo nguyên tắc JIT (Just in time), đáp ứng nhu cầu cho các đơn đặt hàng tùy chỉnh hàng loạt. Doanh nghiệp thực hiện việc cắt giảm sự thừa thãi, chất thải liên quan đến sản xuất, đồng thời giảm thiểu thời gian lưu trữ và tỷ lệ hàng tồn kho. Cụ thể, doanh nghiệp xây dựng quy trình sản xuất ổn định; sản xuất đồng bộ và liên tục; hệ thống sản xuất cung cấp sự linh hoạt đối với tất cả các quy trình (từ nhận đơn hàng đến vận chuyển sản phẩm).

- Yếu tố 2: Sản xuất thông minh

Sản xuất thông minh cho phép dữ liệu được liên kết trực tiếp với máy móc thông qua việc trang bị các cảm biến tự động, qua đó thu thập dữ liệu sản xuất và thực hiện quy trình báo cáo theo thời gian thực. Các thông số thiết bị được tự động điều chỉnh theo nhu cầu, do đó có thể đạt được trạng thái sản xuất tự động, chuyển đổi hoặc thay đổi các môđun, dây chuyền sản xuất. Yếu tố sản xuất thông minh được thực hiện thông qua: quản lý đơn hàng

tùy chỉnh (đảm bảo tính minh bạch thông tin về tình trạng đơn hàng qua tất cả các giai đoạn từ nhận đơn hàng, mua nguyên liệu, sản xuất đến vận chuyển sản phẩm); tự động liên lạc giữa máy với máy (các máy tự động trao đổi với nhau và đưa ra các quyết định liên quan đến sản xuất, từ đó tự động cấu hình các tham số sản xuất và hoàn thành việc chuyển đổi dây chuyền sản xuất); phối hợp máy tự động nhằm thực hiện xử lý tự động, phát hiện, phản hồi và cảnh báo với cấu hình tham số tự động; xử lý vật liệu (nguyên liệu thô được tự động xử lý và sẽ tự động được tải và chuyển sang quy trình tiếp theo).

- Yếu tố 3: Dịch vụ thông minh

Dữ liệu bán hàng được cung cấp cho các nhà cung cấp và đối tác kinh doanh. Các nhà cung cấp nhận được thông tin thị trường theo thời gian thực và thực hiện việc lên lịch các hoạt động sản xuất, tiếp thị phù hợp. Mô hình dịch vụ tiếp thị và sản xuất tích hợp dựa trên chuỗi cung ứng có thể dự báo nhu cầu trong tương lai thông qua: hoạt động hợp tác và sản xuất trong doanh nghiệp; hoạt động giữa khách hàng và doanh nghiệp; hoạt động về nhu cầu thị trường.

- Yếu tố 4: Đánh giá hiệu suất

Doanh nghiệp đặt ra các mục tiêu trung và dài hạn phù hợp với tầm nhìn của doanh nghiệp và chuyển các mục tiêu đó thành một kế hoạch hành động hàng năm. Các chỉ số KPI được sử dụng để liên kết các mục tiêu của doanh nghiệp với giá trị của từng bộ phận, qua đó cho phép phân tích và cải thiện hiệu suất theo thời gian thực. Văn hóa thúc đẩy tăng trưởng của doanh nghiệp cần phải được thiết lập để phát triển và khuyến khích hiệu quả đầu ra của nhân viên. Đánh giá hiệu suất của doanh nghiệp thông qua: hệ thống báo cáo chỉ số KPI (được thiết lập như một công cụ để đánh giá sản lượng và giá trị của doanh nghiệp và các bộ phận trong doanh nghiệp); theo dõi sự tăng trưởng sản lượng bình quân đầu người trong doanh nghiệp.

1.3. Về định hướng đối với các công nghệ thông minh

Các công nghệ thông minh có thể cải thiện độ chính xác của dữ liệu và đảm bảo hệ thống sản xuất đáp ứng với yêu cầu quản lý với "độ trễ" ngắn nhất. Định hướng đối với các công nghệ thông minh được thể hiện thông qua 4 yếu tố sau:

- Yếu tố 1: Hệ thống thông minh

Hệ thống thông minh hỗ trợ quá trình ra quyết định phù hợp thông qua trích xuất, tích hợp và phân tích dữ liệu về: lập kế hoạch nguồn lực doanh nghiệp (các hệ thống phần mềm và phần cứng được kết nối chặt chẽ được thực hiện để tối ưu hóa giữa các bộ phận trong quy trình kinh doanh như: tài chính, sản xuất, hậu cần, nhân sự...); quản lý khu vực sản xuất (quy trình được chuẩn hóa và có hệ thống, qua đó hệ thống công nghệ thông tin được sử dụng để kiểm soát và theo dõi các dữ liệu liên quan đến nhân viên, máy móc, vật liệu và nơi làm việc); bảo mật thông tin (chính sách bảo mật thông tin được áp dụng với các công cụ giám sát và kiểm soát thích hợp).

- Yếu tố 2: Kết nối hệ thống bên ngoài

Hệ thống quản lý chia sẻ dữ liệu được kết nối thông qua các chương trình để đạt được sự minh bạch thông tin và tạo ra giá trị chung. Kết nối dữ liệu được thể hiện thông qua: quản lý quan hệ khách hàng (hệ thống hỗ trợ công nghệ thông tin được áp dụng để quản lý các quy trình kinh doanh như bán hàng, tiếp thị và dịch vụ khách hàng, qua đó tạo điều kiện giao tiếp tốt hơn với khách hàng); xây dựng nền tảng thiết kế hợp tác (cho phép hiểu rõ hơn tất cả các khía cạnh của sản phẩm trong suốt vòng đời của sản phẩm, từ đó đạt được tối ưu hóa thiết kế); xây dựng hệ thống chuỗi cung ứng tích hợp (kết nối hiệu quả các đầu mối cung ứng dọc theo chuỗi cung ứng, bao gồm nhà cung cấp, nhà sản xuất, kho, trung tâm phân phối và nhà bán lẻ, qua đó giảm thời gian trong việc đặt hàng, sản xuất, mua và vận chuyển sản phẩm).

- Yếu tố 3: Điện toán di động cho doanh nghiệp

Thiết bị di động và mạng truyền thông di động được sử dụng cho các giao dịch kinh doanh trực tuyến và phân tích và quyết định chính xác được thực hiện với các nền tảng điện toán đám mây. Điện toán di động cho doanh nghiệp được thực hiện thông qua: truyền thông xã hội (sử dụng dữ liệu số và phương tiện xã hội tương tác để tăng cường hoạt động tiếp thị của doanh nghiệp thông qua việc thu thập các sở thích và nhu cầu của khách hàng, áp dụng các công cụ phân tích dữ liệu lớn để xem xét các sản phẩm và dịch vụ hiện có và xác định các nhu cầu mới); ứng dụng cảm biến di động (nền tảng cung cấp các chức năng giao tiếp, tính toán được hỗ trợ bởi công nghệ cảm biến và các dịch vụ dựa trên đám mây); nền tảng điện toán đám mây (cung cấp các chức năng lưu trữ dữ liệu, tính toán được hỗ trợ bởi phần mềm và phần cứng dựa trên nền tảng dịch vụ công nghệ thông tin).

- Yếu tố 4: Tích hợp hệ thống thực - ảo

Sử dụng phương tiện truyền thông xã hội, kinh doanh di động và kinh nghiệm bán hàng trực tuyến để đảm bảo tính nhất quán trong việc: thu thập dữ liệu (máy móc, thiết bị sản xuất được trang bị cảm biến và thiết bị thu thập dữ liệu và truyền dữ liệu thông qua các kết nối mạng); phân tích dữ liệu chính về các vấn đề liên quan đến quản lý kinh doanh và sản xuất (các mô hình toán học được phát triển để cho phép dự báo tình huống sẽ xảy ra trong tương lai); hỗ trợ ra quyết định tích hợp (các loại dữ liệu và dự báo được tạo bởi các mô hình phân tích, qua đó giúp các nhà quản lý ra quyết định để nâng cao hiệu suất).

1.4. Về giá trị đổi mới

Một doanh nghiệp cần xây dựng kế hoạch lộ trình đổi mới, quy trình đổi mới, quản lý đổi mới và văn hóa đổi mới để tạo ra giá trị đổi mới dựa trên định hướng khách hàng, chia sẻ thông tin, qua đó xây dựng một "hệ sinh thái kinh doanh" để tạo ra giá trị hợp tác. Giá trị đổi mới gồm 4 yếu tố:

- Yếu tố 1: Lộ trình đổi mới

Lộ trình đổi mới xác định một hướng đi rõ ràng cho sự phát triển của doanh nghiệp, xây dựng sự đồng thuận giữa các bên quan tâm, đồng thời đảm bảo nguồn lực để giúp doanh nghiệp đạt được mục tiêu của mình. Lộ trình đổi mới được thực hiện thông qua: thiết lập mục tiêu liên quan đến tăng trưởng (doanh nghiệp cần xây dựng lộ trình mới để "làm quen" với nhu cầu của khách hàng); xây dựng sự đồng thuận cho các mục tiêu mới (cần đảm bảo các bộ phận nội bộ và các bên quan tâm của doanh nghiệp được nhận thức đầy đủ các mục tiêu liên quan đến tăng trưởng); đánh giá liên doanh mới (doanh nghiệp cần có các công cụ để đánh giá, xem xét liên doanh mới theo thời gian).

- Yếu tố 2: Quy trình đổi mới

Một quy trình đổi mới giúp doanh nghiệp biến ý tưởng thành mô hình kinh doanh. Quy trình đổi mới được thực hiện thông qua: nguồn ý tưởng đổi mới (tiếp cận các ý tưởng đổi mới; thành lập một nhóm chịu trách nhiệm thu thập ý tưởng đổi mới từ các bên quan tâm; lưu trữ cơ sở dữ liệu ý tưởng đổi mới); tích hợp quá trình đổi mới với tổ chức và văn hóa của doanh nghiệp; xác minh kết quả bằng cách thực hiện các thử nghiệm xác nhận kỹ thuật (Engineering Validation Tests, EVT), thử nghiệm xác nhận thiết kế (Design Validation Tests, DVT) và thử nghiệm xác nhận sản xuất (Production Validation Test, PVT).

- Yếu tố 3: Quản lý đổi mới

Quản lý đổi mới được thực hiện thông qua: cam kết nguồn lực đổi mới (phân bổ một tỷ lệ nhất định doanh thu hàng năm (10%) cho nghiên cứu và phát triển đổi mới); chia sẻ tài nguyên đổi mới và kết quả đổi mới; ra quyết định đổi mới.

- Yếu tố 4: Văn hóa đổi mới

Doanh nghiệp xây dựng văn hóa cho phép thất bại, qua đó doanh nghiệp sẽ thu được bài học và phát triển mạnh mẽ hơn. Văn hóa đổi mới được thực hiện thông qua: phát triển văn hóa thân

thiện với đổi mới; tập hợp tài năng liên quan đến đổi mới; xây dựng hệ thống khen thưởng với đổi mới.

2. Chỉ số đổi mới kỹ thuật số của Đức

Chỉ số đổi mới kỹ thuật số của Đức không chỉ giới hạn việc đánh giá ở đổi mới công nghệ và sản phẩm mà còn giải quyết 05 vấn đề sau:

- Đổi mới sản phẩm: Đổi mới sản phẩm giải quyết các vấn đề liên quan đến sản phẩm như chức năng, chất lượng và thiết kế sản phẩm. Đổi mới sản phẩm bao gồm một sự thay đổi đối với một sản phẩm mà doanh nghiệp cung cấp trên thị trường hoặc giới thiệu một sản phẩm hoàn toàn mới. Đây là loại đổi mới dễ nhận biết nhất vì người tiêu dùng tận mắt nhìn thấy những thay đổi của sản phẩm.

- Đổi mới dịch vụ: Đổi mới dịch vụ bao gồm giới thiệu dịch vụ hoàn toàn mới hoặc thay đổi dịch vụ mà doanh nghiệp cung cấp trên thị trường. Đối với các doanh nghiệp hoạt động trong ngành dịch vụ, đây là hoạt động đổi mới quan trọng nhất. Tuy nhiên, các doanh nghiệp sản xuất cũng có thể thực hiện thành công về đổi mới sản phẩm thông qua đổi mới dịch vụ.

- Đổi mới quy trình: Đổi mới quy trình giải quyết các thay đổi trong quy trình cốt lõi của một doanh nghiệp. Thông thường những kết quả này từ những thay đổi trong quy trình công nghệ của doanh nghiệp, các quy trình này là "vô hình" đối với người tiêu dùng nhưng là yếu tố rất quan trọng đối với việc định vị mức độ cạnh tranh của một sản phẩm hoặc dịch vụ của doanh nghiệp.

- Đổi mới tổ chức: Đổi mới tổ chức giải quyết các thay đổi trong cơ cấu tổ chức của một doanh nghiệp. Ví dụ: sự chuyển đổi chức năng từ một tổ chức sang một tổ chức khác. Đổi mới tổ chức liên quan đến những thay đổi của tổ chức trong việc tích hợp các tổ chức, đối tác bên ngoài.

- Đổi mới mô hình kinh doanh: Mô hình kinh doanh mô tả cách một doanh nghiệp tạo ra, bán và cung cấp giá trị cho khách hàng

của doanh nghiệp. Có ba lĩnh vực chính mà mô hình kinh doanh có thể thúc đẩy sự đổi mới: đề xuất giá trị (những gì được bán), cách thức bán hàng và thúc đẩy các khách hàng mục tiêu.

Cụ thể, Chỉ số đổi mới kỹ thuật số đánh giá các khía cạnh khác nhau của doanh nghiệp gồm:

- *Về chiến lược đổi mới*

+ Sự tồn tại của một tầm nhìn cho sự đổi mới: Tầm nhìn cho đổi mới là điều kiện tiên quyết để quản lý đổi mới thành công. Tầm nhìn này cần phải được mô tả rõ ràng và thông báo cho các nhóm liên quan (nội bộ và bên ngoài) như: nhân viên, đối tác đổi mới, các tổ chức tài chính...

+ Phát triển một cách có hệ thống chiến lược đổi mới để định hướng rõ ràng cho các hoạt động đổi mới của doanh nghiệp: Chiến lược đổi mới xác định tư thế của doanh nghiệp hướng tới môi trường cạnh tranh về: kế hoạch phát triển các sản phẩm, dịch vụ, quy trình và mô hình kinh doanh mới. Chiến lược đổi mới dựa trên quy trình lập kế hoạch, trong đó phân tích có hệ thống các khu vực, lĩnh vực kinh doanh tiềm năng để đổi mới (có tính đến các yếu tố bên trong và bên ngoài). Chiến lược đổi mới là đầu ra của quy trình lập kế hoạch có hệ thống và định hướng tất cả các hoạt động quản lý đổi mới của doanh nghiệp.

+ Phổ biến về chiến lược đổi mới: Một chiến lược đổi mới chỉ có giá trị nếu nó được thực hiện thành công. Chiến lược đổi mới phải được thông báo cho tất cả các cấp, các nhân viên để có thể được thúc đẩy thành công trong doanh nghiệp.

+ Cân bằng rủi ro và lợi nhuận để đạt được sự thành công từ các dự án đổi mới: Các dự án đổi mới cần phải được cân đối với rủi ro và lợi nhuận, nguồn lực và khung thời gian cho chiến lược hiện tại của doanh nghiệp.

- *Về văn hoá và tổ chức đổi mới*

+ Sẵn sàng về văn hóa để cân bằng đổi mới giữa sáng tạo và định hướng kinh doanh: Để thành công, hoạt động đổi mới cần

phải được cân bằng với các chuẩn mực và giá trị của văn hóa doanh nghiệp. Không chỉ ở cấp độ quản lý, các nhân viên đang làm việc ở các cấp thấp hơn cũng cần hình thành văn hóa đổi mới. Cả hai quá trình sáng tạo và quy trình thương mại hóa cần được cân bằng trong doanh nghiệp.

+ Năng lực cao cho sự đổi mới là phải được nhận thức và nhìn nhận bởi bên ngoài: Cam kết và động lực của mọi người đối với sự đổi mới là một yếu tố văn hóa quan trọng, cung cấp cái nhìn sâu sắc về năng lực đổi mới. Động lực này cần được nhìn nhận và công nhận từ các tổ chức bên ngoài vì động lực này sẽ tác động đến giá trị của doanh nghiệp.

+ Thúc đẩy quan hệ đối tác trong suốt quá trình đổi mới: các doanh nghiệp vừa và nhỏ cần hợp tác với các đối tác bên ngoài vì các doanh nghiệp này thường thiếu các nguồn lực để thực hiện đổi mới. Chỉ khi doanh nghiệp phát triển, duy trì và sử dụng các mối quan hệ với các đối tác của mình, doanh nghiệp mới có thể tạo ra lợi thế cạnh tranh.

+ Tăng cường hiệu quả và năng suất trong việc hợp tác đổi mới: Cường độ hợp tác với các đối tác đổi mới ảnh hưởng đến sự thành công của các hoạt động đổi mới trong doanh nghiệp.

- *Về quản lý vòng đời*

+ Rút ngắn thời gian thu lợi nhuận, kéo dài thời gian vòng đời của sản phẩm, dịch vụ: rút ngắn thời gian để thu lợi nhuận là yếu tố thành công quan trọng của doanh nghiệp trong cạnh tranh khốc liệt hiện nay. Để vượt lên trước đối thủ cạnh tranh và tạo ra giá trị, các doanh nghiệp phải hành động để rút ngắn thời gian thu lợi nhuận và kéo dài thời gian vòng đời của sản phẩm, dịch vụ.

+ Rút ngắn thời gian trên thị trường: là một yếu tố thành công quan trọng cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Tỷ lệ thời gian trên thị trường càng ngắn và vòng đời càng cao sẽ giúp doanh nghiệp đạt được vị thế mạnh trong một số phân khúc thị trường, qua đó tăng khả năng vô hiệu hoá lợi thế cạnh tranh của đối thủ.

+ Tỷ lệ thành công cao của các dự án đổi mới: Để "đánh thức" các giá trị và mang lại những ý tưởng sáng tạo thành công, doanh nghiệp cần phải bắt đầu với các dự án đổi mới phù hợp. Tỷ lệ thành công của các dự án đổi mới là một chỉ số quan trọng để chứng minh doanh nghiệp đã lựa chọn chiến lược đúng đắn thông qua việc quản lý tất cả các giai đoạn (từ việc tạo ra ý tưởng đầu tiên cho đến khi ra mắt sản phẩm thành công).

+ Vòng đời đổi mới tích hợp đầy đủ: Để quản lý vòng đời đổi mới một cách có hệ thống, doanh nghiệp cần được áp dụng các chức năng phù hợp. Những yếu tố thành công trong một vòng đời đổi mới tích hợp bao gồm việc tự đánh giá giữa các nhóm và phải có tiêu chí rõ ràng (từ mục tiêu của chiến lược đổi mới).

+ Thực hiện thành công các "vòng phản hồi": "Vòng phản hồi" của một quy trình đổi mới là một yếu tố quan trọng, thúc đẩy thành công trong quản lý đổi mới. Vòng phản hồi là yếu tố quan trọng để sử dụng và khai thác các nguồn ý tưởng mới.

- *Về quản lý ý tưởng*

+ Tạo ra một hệ thống với số lượng lớn các ý tưởng có giá trị: Các ý tưởng có giá trị được liên kết với chiến lược đổi mới để trở thành một "đầu ra" quan trọng của giai đoạn tạo ý tưởng.

+ Lựa chọn hiệu quả các ý tưởng, đưa các ý tưởng thành các dự án đổi mới: Chỉ những ý tưởng được biến thành dự án đổi mới mới có thể tạo ra giá trị trong doanh nghiệp. Tỷ lệ giữa số lượng ý tưởng được chọn/số ý tưởng được tạo ra, tỷ lệ giữa số ý tưởng được chuyển thành dự án đổi mới/số ý tưởng được tạo ra sẽ cung cấp cái nhìn sâu sắc về sự thành công của các hoạt động quản lý ý tưởng của một doanh nghiệp.

- *Về phát triển sản phẩm, quy trình và dịch vụ*

Xây dựng một quy trình để phát triển các sản phẩm, dịch vụ và quy trình: Một quy trình được xây dựng, phát triển với các giai đoạn rõ ràng sẽ tạo cơ sở cho sự phát triển thành công các ý tưởng mới thành sản phẩm, dịch vụ, quy trình hoặc mô hình kinh doanh mới.

- *Về cải tiến liên tục*

+ Khởi động có hệ thống các dự án đổi mới dựa trên quy định mục tiêu rõ ràng: Đặt các mục tiêu cụ thể nhằm cung cấp cơ sở cho việc khởi động có hệ thống các dự án đổi mới của doanh nghiệp.

+ Đánh giá và phân tích thường xuyên dữ liệu khách hàng và phản hồi của khách hàng: Dữ liệu khách hàng, phản hồi của khách hàng và đánh giá sự hài lòng của khách hàng. Đây là các chỉ số hiệu suất rất quan trọng khi đánh giá các hoạt động cải tiến liên tục của một doanh nghiệp.

+ Xác định các tham số quy trình cụ thể cho quản lý đổi mới và liên tục cải thiện các tham số đó: thiết lập các tham số quy trình đổi mới là yếu tố thành công quan trọng để liên tục cải thiện quản lý vòng đời. Quản lý để cải thiện các tham số quy trình đổi mới sẽ cung cấp cái nhìn tổng thể, sâu sắc về hiệu suất và cải tiến liên tục trong doanh nghiệp.

- *Về các yếu tố trong doanh nghiệp*

+ Chính sách thúc đẩy các hoạt động đổi mới: để khuyến khích các hoạt động đổi mới, quản lý đổi mới phải dựa vào các cơ chế, chính sách ưu đãi khuyến khích cho nhân viên trong doanh nghiệp.

+ Thực hiện thành công các bài học kinh nghiệm từ các dự án trước đây trong các hoạt động đổi mới hiện tại: Quản lý đổi mới ngụ ý xây dựng kế hoạch hiện tại của các dự án đổi mới dựa trên những bài học rút ra từ các dự án trước đó. Yếu tố đầu vào này là một chỉ số quan trọng để đo lường hiệu suất triển khai các hoạt động đổi mới hiện tại của doanh nghiệp.

+ Quản lý các mục tiêu cụ thể của dự án: Để quản lý thành công các dự án đổi mới, doanh nghiệp cần xác định các yếu tố thành công để triển khai mục tiêu cụ thể của dự án, trên cơ sở mục tiêu chung của dự án đổi mới.

+ Phân bổ nguồn lực dài hạn: Quản lý đổi mới thành công bao gồm việc phân bổ nguồn lực thực hiện kế hoạch đổi mới dài hạn (5 năm hoặc dài hơn vòng đời trung bình của nhóm sản phẩm, dịch vụ).

- *Về kết quả đổi mới*

+ Tốc độ tăng trưởng trung bình hàng năm trong tổng thu nhập: Dữ liệu thu nhập của 4 năm qua là cơ sở để tính tốc độ tăng trưởng trung bình hàng năm trong thu nhập trong doanh nghiệp.

+ Thu nhập trung bình từ các sản phẩm, dịch vụ không quá 3 năm: Tỷ lệ thu nhập được tạo ra từ các sản phẩm, dịch vụ không quá 3 năm là một chỉ số để đo lường về hiệu quả kinh tế của các hoạt động đổi mới.

+ Chi tiêu cho đổi mới: Đánh giá các chi phí cho hoạt động đổi mới trong quá khứ của doanh nghiệp.

+ Tăng trưởng trung bình hàng năm: Lợi nhuận hoạt động trong 4 năm qua của doanh nghiệp là cơ sở để tính mức tăng trưởng trung bình hàng năm trong chia sẻ lợi nhuận hoạt động (tính theo tỷ lệ phần trăm thu nhập).

+ Lợi nhuận hoạt động trung bình từ đổi mới: Tỷ lệ lợi nhuận hoạt động được tạo ra từ đổi mới (tính theo tỷ lệ phần trăm của tổng lợi nhuận hoạt động) là một chỉ số để đo lường sản lượng kinh tế chung của các hoạt động đổi mới.

+ Phân bổ lợi nhuận hoạt động được tạo ra từ đổi mới: Tác động của các loại đổi mới khác nhau đối với lợi nhuận của một doanh nghiệp sẽ cho biết các lĩnh vực (cốt lõi) trong hệ thống đổi mới của doanh nghiệp; tác động của kết quả đổi mới đến kết quả chung, tăng trưởng giá trị của doanh nghiệp.

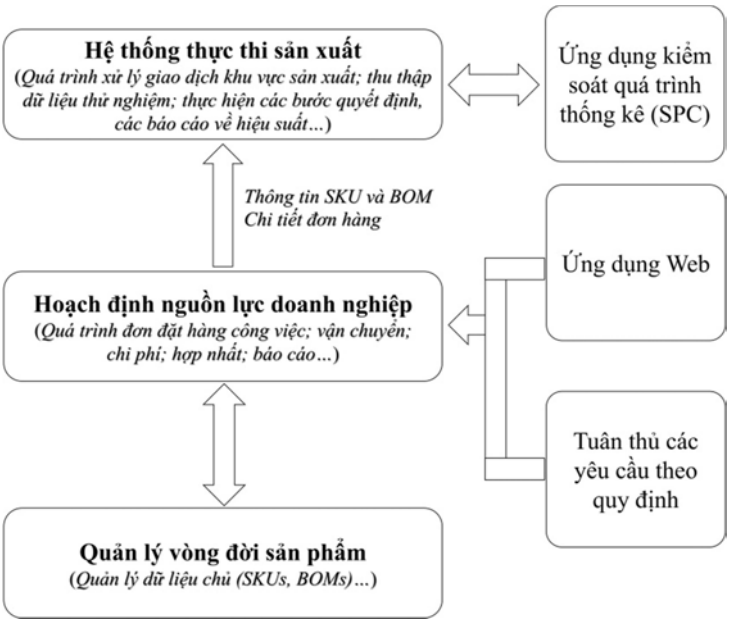
+ Chi phí trung bình được tạo ra từ đổi mới (đổi mới tổ chức và quy trình): đánh giá thông qua tỷ lệ giảm chi phí đạt được trong 4 năm qua.

+ Tốc độ tăng trưởng trung bình hàng năm về số lượng nhân viên: Dữ liệu việc làm của 4 năm qua sẽ cung cấp cơ sở để tính tốc độ tăng trưởng trung bình hàng năm trong dữ liệu việc làm của doanh nghiệp.

PHỤ LỤC 2: Hành trình của một nhà máy đến "trạng thái" thông minh

1. Pha I: Hệ thống biệt lập

Hầu hết các thiết bị trong nhà máy không được trang bị cảm biến. Kiến trúc hệ thống của nhà máy được xây dựng như Hình P.1.



Hình P.1: Kiến trúc hệ thống của nhà máy tại Pha I[1]

1.1. Một số lưu ý chính (Key Considerations)

- Thiết lập kho lưu trữ trung tâm của SKU và BOM.

SKU là từ viết tắt của Stock Keeping Unit, có nghĩa là đơn vị phân loại hàng hóa tồn kho bằng cách phân loại hàng hóa giống nhau về hình dạng, chức năng... dựa trên một chuỗi các ký tự gồm số và/hoặc chữ. Hay đơn giản là mã hàng hóa.

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: Nikhil Padhi: *Setting up a Smart Factory (Industry 4.0)-A Practical Approach.*

SKU cần thiết hơn cả Barcode trong việc kiểm soát kho hàng nội bộ, SKU có chứa những ký hiệu riêng biệt cả chữ và số cho từng danh mục sản phẩm, qua đó, chỉ cần nhìn SKU là có thể nhận biết loại sản phẩm qua ký tự và dễ dàng đọc sản phẩm mà không cần quét hệ thống như mã barcode.

Định mức nguyên vật liệu (Bill of Materials, BOM) là danh mục các nguyên vật liệu, phụ cụm, cụm trung gian, tiểu thành phần, các bộ phận và số lượng từng phần để sản xuất một sản phẩm cuối cùng. Một BOM có thể được sử dụng để liên lạc giữa các đối tác sản xuất, hoặc hạn chế trong một nhà máy sản xuất.

- Không sử dụng văn bản, giấy cho giao dịch ở nhà máy.

- Triển khai hệ thống quản lý khu vực sản xuất nhà máy (Shop Floor Execution System).

- Cải thiện khả năng truy xuất nguồn gốc của lô (Lot Traceability) và lịch sử của lô (Lot Genealogy).

Truy xuất nguồn gốc của lô có sẵn được thực hiện thông qua truy cập vào lịch sử đầy đủ của tất cả các lô, đơn vị sản xuất trong nhà máy. Lịch sử của lô là một khía cạnh quan trọng của khả năng truy nguyên nguồn gốc nhằm cung cấp thông tin rõ ràng về nhiều khía cạnh của hoạt động sản xuất.

- Đảm bảo tuân thủ các yêu cầu theo quy định.

1.2. Quyết định về nền tảng, sản phẩm chính

- Chọn hệ thống quản lý nhà máy.

Hệ thống quản lý nhà máy là các hệ thống máy tính được sử dụng trong sản xuất, để theo dõi và ghi lại sự chuyển đổi nguyên liệu thô thành hàng hóa thành phẩm. Hệ thống quản lý nhà máy cung cấp thông tin giúp người ra quyết định sản xuất hiểu cách các điều kiện hiện tại trên sàn nhà máy có thể được tối ưu hóa để cải thiện sản lượng sản xuất.

- Chọn một hệ thống ERP như: Oracle EBS, SAP, NetSuite...

- Chọn một công cụ PLM như: Arena...

1.3. Giải pháp cụ thể

- SKU và BOM được tạo ra trong công cụ PLM, sau đó, được đưa lên hệ thống OLTP (ERP). Hệ thống ERP lần lượt gửi thông tin của SKU và BOM đến hệ thống quản lý nhà máy.

- Đơn đặt hàng công việc (work orders) được tạo trong hệ thống ERP và được đưa lên hệ thống quản lý nhà máy. Một đơn đặt hàng công việc thường là một nhiệm vụ hoặc một công việc cho một khách hàng, có thể được lên lịch hoặc giao cho ai đó. Một đơn đặt hàng như vậy có thể là từ một yêu cầu của khách hàng hoặc được tạo ra trong nội bộ tổ chức. Đơn đặt hàng công việc được thực hiện trong MES.

- Nguyên vật liệu và Back Flush (tự động phát hành các thành phần và nguyên liệu thô từ hàng tồn kho đến một đơn đặt hàng sản xuất) được thực hiện thủ công trong hệ thống ERP.

- Kết quả thử nghiệm đã đưa vào kho lưu trữ dữ liệu thử nghiệm để giải quyết khiếu nại của khách hàng.

- Hệ thống quy trình thống kê (Statistical Process System, SPC) hỗ trợ tạo biểu đồ, giới hạn kiểm soát (Control Limits)... SPC tạo điều kiện thực hiện kế hoạch hành động ngoài tầm kiểm soát (Out of Control Action Plan, OCAP).

- Các ứng dụng web được lựa chọn để hỗ trợ các bước sản xuất cụ thể, chẳng hạn như lưu trữ hình ảnh theo từng môđun, thực hiện các thử nghiệm cụ thể trên các môđun, thực hiện các ứng dụng liên quan đến nhân sự (hệ thống theo dõi việc tham dự, hệ thống theo dõi thời gian nghỉ...).

- Hệ thống được lưu trữ dữ liệu liên quan đến sản xuất để tuân thủ các yêu cầu theo quy định.

1.4. Phương pháp thực hiện

Thực hiện trong ba bước:

- ERP được triển khai trong bước đầu tiên.

Phương pháp Agile (Agile Methodology) có thể được áp dụng để triển khai một hệ thống ERP theo từng khu vực chức năng. Khu

vực chức năng thứ nhất gồm các môđun tài chính (gồm thu, trả, sổ theo dõi tài chính chung...). Khu vực chức năng thứ hai gồm các môđun chuỗi cung ứng cơ bản (hàng tồn kho, mua sắm, đặt hàng...). Khu vực chức năng thứ ba gồm các môđun lập kế hoạch... Phương pháp Agile là phương pháp phát triển phần mềm đã có từ đầu năm 2000, và có nhiều vượt trội so với phương pháp Waterfall trước đây, khắc phục những thiếu sót của phương pháp Waterfall.

Khi nhiều nhà máy phát hiện ra những lợi ích của việc xây dựng hệ thống ERP, nhà máy thường phải đối mặt với chi phí tốn kém và tốn nhiều thời gian của việc triển khai ERP. Nhiều nhà máy đã tiến hành quy trình áp dụng tuyến tính như phương pháp Waterfall, hoặc ký hợp đồng với một nhà tư vấn bên thứ ba. Tuy nhiên, phương pháp Agile giải quyết những vấn đề về chi phí tốn kém và thời gian thực hiện kéo dài của phương pháp Waterfall. Phương pháp Agile dựa vào sự hợp tác, tự tổ chức và thay đổi quản lý trong thời gian ngắn (vài tuần hoặc vài tháng). Phương pháp Agile ít dựa vào tài liệu và hay quản lý dự án một cách cứng nhắc, thay vào đó, Phương pháp Agile thực hiện việc phân đoạn, lặp lại của toàn bộ quá trình.

- MES được áp dụng thực hiện trong bước thứ hai.

Giao diện được xây dựng giữa ERP và MES trên cơ sở tích hợp hai chiều từ ERP đến MES. Giao diện này được sử dụng để đưa thông tin liên quan đến SKU và chuyển thông tin về công việc lên MES.

- Trung tâm sản phẩm (Công cụ PLM) được triển khai trong bước thứ ba. Ứng dụng PLM và ERP được tích hợp và phát triển.

1.5. Cơ sở hạ tầng cần thiết

- Thiết bị ngoại vi: Máy tính để bàn và máy in mã vạch thủ công đã được cài đặt.

- Máy chủ và lưu trữ: triển khai kiến trúc lưu trữ máy chủ node đơn (Single Node Server-Storage architecture).

- Mạng: triển khai kiến trúc mạng thông qua sử dụng chuyển mạch lõi và biên (Core and Edge Switches).

- Bảo mật: Tường lửa là lớp bảo mật duy nhất.

1.6. Kết quả đạt được

- Hệ thống OLTP (hệ thống ERP) đã được ứng dụng để thực hiện các quy trình kinh doanh chính như: sản xuất, nguồn thanh toán, đặt hàng, lập kế hoạch, kế toán, chi phí...

- Hệ thống quản lý nhà máy (hệ thống MES) được triển khai, cung cấp nền tảng để quản lý tất cả các giao dịch ở nhà máy.

- Công cụ PLM được thiết lập để lưu trữ, đảm bảo có một nguồn dữ liệu chuẩn xác duy nhất cho SKU và BOM.

1.7. Những thách thức trong kiến trúc này

- Công việc thủ công vẫn còn ở mức độ cao, dẫn đến giảm năng suất và chi phí sản xuất cao hơn.

- Độ chính xác về thông tin truy xuất nguồn gốc còn thấp.

- Khả năng phân tích hạn chế.

- Hỗ trợ hệ thống này đòi hỏi sự phức tạp và tốn kém hơn.

2. Pha II: Hệ thống tích hợp (Integrated Systems)

Mục tiêu chính của pha này là tích hợp hai hệ thống cốt lõi, ERP và MES, thông qua việc đưa ra một kiến trúc mới để tích hợp tự động giữa ERP và MES (xem Hình P.2).

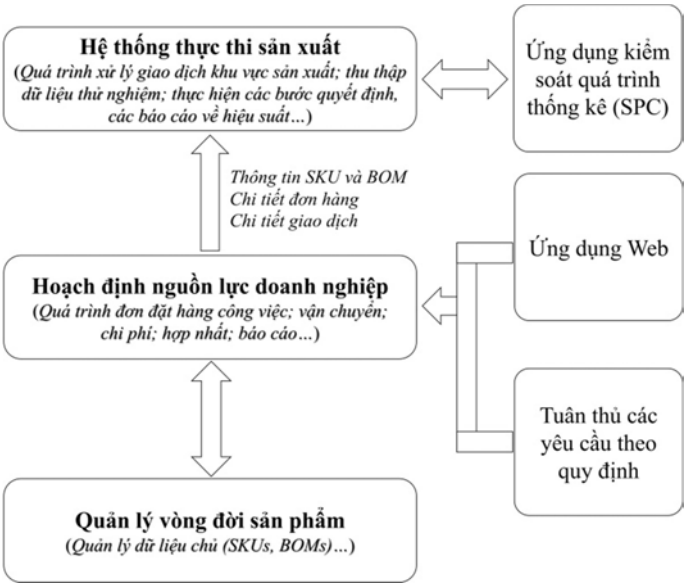
2.1. Một số lưu ý chính (Key Considerations)

- Tích hợp liền mạch hai chiều giữa ERP và MES.

- Cải thiện hơn nữa khả năng truy xuất nguồn gốc của lô và lịch sử của lô.

- Giảm giao dịch thủ công và cải thiện năng suất.

- Đảm bảo tuân thủ các yêu cầu theo quy định.



Hình P.2: Kiến trúc hệ thống của nhà máy tại Pha II[1]

2.2. Quyết định về nền tảng, sản phẩm chính

- Không có quyết định về nền tảng, sản phẩm chính mới nào được đưa ra trong giai đoạn này.

2.3. Giải pháp cụ thể

- SKU và BOM được tạo ra và duy trì trong công cụ PLM. SKU và BOM được đưa lên hệ thống OLTP (ERP). Hệ thống ERP lần lượt gửi thông tin SKU và BOM đến hệ thống quản lý nhà máy (MES).

- Đơn đặt hàng công việc được tạo ra trong hệ thống ERP và được đưa lên hệ thống quản lý nhà máy (MES). Các đơn đặt hàng này được xử lý trong MES.

- Các bước của quy trình sản xuất (từ đầu đến cuối) được thực hiện trong MES; các giao dịch chi tiết được gửi tới ERP theo từng khoảng thời gian định kỳ thông qua giao diện tự động.

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: Nikhil Padhi: *Setting up a Smart Factory (Industry 4.0)-A Practical Approach.*

- Kết quả kiểm tra được ghi lại tự động trong MES.

- Pallet được tạo trong MES; thông tin liên quan được gửi đến hệ thống ERP thông qua giao diện tự động.

- Các giao dịch tương ứng trong ERP được thực hiện tự động, giúp hệ thống hồ sơ xây dựng các báo cáo tài chính (các báo cáo nộp thuế và các báo cáo khác theo quy định của pháp luật).

- Pallet được vận chuyển ra khỏi hệ thống quản lý kho trong ERP (Warehouse Management System) bằng thiết bị di động cầm tay.

- Kiểm soát quá trình thống kê (Statistical Process Control, SPC) hỗ trợ tạo biểu đồ, giới hạn kiểm soát..., tạo điều kiện cho kế hoạch hành động ngoài tầm kiểm soát (Out of Control Action plan, OCAP).

- Tiếp tục giảm số lượng ứng dụng web.

- Tuân thủ các yêu cầu theo quy định.

2.4. Phương pháp thực hiện

Thực hiện trong một giai đoạn:

- Trọng tâm của giai đoạn này chủ yếu là tự động hóa việc xử lý giao dịch trong hệ thống ERP, giúp giảm các thao tác xử lý thủ công và tăng năng suất.

- MES tự động thực hiện kết quả kiểm tra (như: dữ liệu kiểm tra Flash (Flash Test Data)) và đưa lên hệ thống ERP, loại bỏ các can thiệp thủ công.

- Chức năng của một số ứng dụng web được phát triển nội bộ được chuyển sang hệ thống MES và ERP, qua đó làm giảm số lượng ứng dụng và tổng chi phí sở hữu (Total Cost of Ownership, TCO) liên quan.

2.5. Cơ sở hạ tầng cần thiết

- Thiết bị ngoại vi: Giữ lại các thiết bị ngoại vi hiện có.

- Máy chủ và lưu trữ: cơ sở hạ tầng cần tiếp tục được mở rộng để dự phòng và cân bằng tải (khi ứng dụng MES ngày càng trở nên quan trọng).

- Mạng: Duy trì kiến trúc hiện có.
- Bảo mật: Tường lửa tiếp tục là công cụ bảo mật.

2.6. Kết quả đạt được

Kết quả xử lý tự động các giao dịch của nhà máy trong hệ thống ERP đã giảm đáng kể các thao tác thủ công, dẫn đến tiết kiệm chi phí.

Với xử lý giao dịch tự động trong hệ thống ERP, khả năng truy xuất nguồn gốc của lô và lịch sử của lô được cải thiện.

Với việc tự động tải lên dữ liệu thử nghiệm, việc giải quyết các khiếu nại của khách hàng đã được xử lý triệt để, khách quan, mang lại sự hài lòng cho khách hàng.

Phân tích nguyên nhân các khiếu nại của khách hàng để thực hiện cải tiến cho MES, chủ yếu là các lỗi vận hành. Do đó, khiếu nại của khách hàng giảm đáng kể.

Việc sử dụng các thiết bị cầm tay trong kho để xếp hàng và vận chuyển dẫn đến cải thiện năng suất trong kho.

2.7. Những thách thức trong kiến trúc

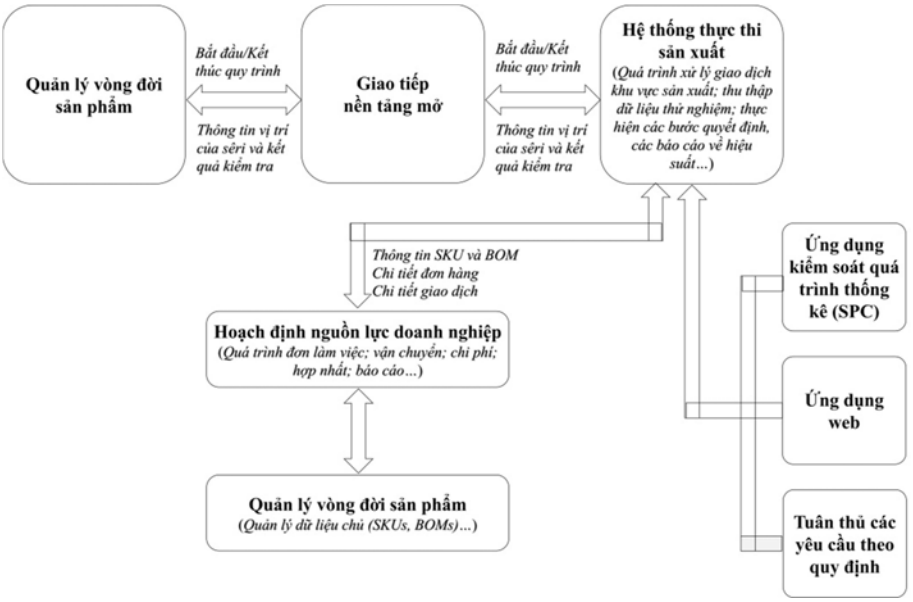
Chưa có sự tham gia của tự động hóa (thông qua tích hợp PLC và Robot) dẫn đến các hoạt động của dây chuyền, lao động trực tiếp vẫn còn cao.

Những thách thức trong việc duy trì tích hợp ERP và MES tự động.

Khả năng phân tích hạn chế.

3. Pha III: Thiết bị thông minh, quy trình cải tiến và mức độ tự động hóa cao thông qua tích hợp PLC

Trong giai đoạn này, các thiết bị, máy móc được cải thiện về mức độ "thông minh". Các thiết bị thông minh không nhất thiết phải được trang bị các thuật toán máy (Machine Algorithm), nhưng các thiết bị này cần có các cảm biến có thể thu thập nhiều dữ liệu khác nhau, gắn với PLC tiêu chuẩn công nghiệp (xem Hình P.3).



Hình P.3: Kiến trúc hệ thống của nhà máy tại Pha III[1]

Việc xây dựng tích hợp giữa PLC và MES thông qua lớp OPC để thực hiện việc ghi lại tự động các giao dịch. Đầu đọc mã vạch được tích hợp với các hệ thống băng tải và PLC để loại bỏ hoàn toàn các giao dịch thủ công.

3.1. Một số lưu ý chính (Key Considerations)

Trọng tâm của giai đoạn này là tự động hóa công nghiệp, trực tiếp thúc đẩy năng suất. Giải pháp mới được phát triển để tích hợp PLC với MES. MES đã được tích hợp hoàn hảo với hệ thống ERP. Về cơ bản PLC, ERP và MES đã được tích hợp để thúc đẩy tự động hóa nhiều bước quy trình.

Sử dụng điện thoại di động (hoặc thiết bị cầm tay) để thực hiện vận chuyển trong kho.

Thiết bị thông minh, tối ưu hóa và cải tiến quy trình.

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: Nikhil Padhi: *Setting up a Smart Factory (Industry 4.0)-A Practical Approach.*

Đọc mã vạch tự động trong một số khu vực của nhà máy để tăng cường tự động hóa.

3.2. Quyết định về nền tảng, sản phẩm chính

Lựa chọn nhà cung cấp để cung cấp thiết bị thông minh, được thực hiện chủ yếu bởi đội ngũ kỹ thuật công nghiệp.

Lựa chọn lớp giữa lớp PLC và MES.

3.3. Giải pháp cụ thể

Dữ liệu chủ như SKU và BOM được duy trì trong công cụ PLM. Các dữ liệu này sau đó được đưa lên hệ thống ERP hàng ngày. Hệ thống ERP lần lượt chuyển tiếp dữ liệu SKU và BOM sang MES (Hệ thống thực thi sản xuất) thông qua một hệ thống giao diện.

Đơn đặt hàng làm việc được tạo và quản lý trong hệ thống ERP. Các đơn đặt hàng làm việc được đưa lên MES để xử lý. Các đơn đặt hàng làm việc riêng biệt được triển khai thành các môđun; được kiểm soát việc tiêu thụ nguyên liệu và truy xuất nguồn gốc.

Môđun được triển khai thông qua dây chuyền lắp ráp. PLC sẽ thực hiện việc theo dõi tọa độ của môđun. Khi một số sêri đến một trạm thông qua băng chuyền, PLC sẽ giao tiếp số sêri đến MES thông qua các thẻ được xác định trước trong lớp OPC. Cảm biến được gắn trên thiết bị sẽ quét sêri vào MES khi môđun đến trạm. Khi bước quy trình được hoàn thành, các giao dịch được ghi lại trong MES. Một số giao dịch, đặc biệt là các bước kiểm tra được tự động ghi lại trong MES. Khi môđun đến cuối quy trình, môđun được xếp chồng lên nhau và pallet được gửi đến xe tải.

Khi các pallet được hoàn thành, thông tin sẽ được gửi lại cho hệ thống ERP để đối chiếu hàng tồn kho, tính toán chi phí và xây dựng báo cáo tài chính. Pallet sau khi được vận chuyển ra khỏi hệ thống quản lý kho sẽ được quản lý bởi hệ thống ERP thông qua các thiết bị di động cầm tay.

Một trong những bước quyết định chính là sự tự động hóa trong MES để giảm thiểu tính chủ quan của hệ thống.

Hệ thống quy trình thống kê (SPC) hỗ trợ xây dựng biểu đồ, giới hạn kiểm soát... SPC tạo điều kiện cho OCAP.

Số lượng ứng dụng web tiếp tục giảm với mục tiêu là có ba ứng dụng để quản lý toàn bộ hoạt động sản xuất PLM, ERP và MES.

Tuân thủ các yêu cầu theo quy định.

3.4. Phương pháp thực hiện

Thực hiện trong một giai đoạn.

Trọng tâm của giai đoạn này là tự động hóa công nghiệp, trực tiếp thúc đẩy năng suất. Giải pháp mới được phát triển để tích hợp PLC với MES. MES đã được tích hợp hoàn hảo với hệ thống ERP. Về cơ bản PLC, hệ thống ERP và MES đã được tích hợp để thúc đẩy tự động hóa nhiều bước quy trình.

Tập trung vào đào tạo người sử dụng và thay đổi quản lý để đảm bảo người sử dụng sẵn sàng tương tác với hệ thống tự động hóa cao.

3.5. Cơ sở hạ tầng cần thiết

- Thiết bị ngoại vi: kế thừa Thiết bị ngoại vi trước đó. Trong giai đoạn này, thiết bị ngoại vi cần tập trung vào việc cài đặt Trình đọc mã vạch tự động được gắn trên nhiều trạm để giảm việc quét thủ công.

- Máy chủ và lưu trữ: Hệ thống Dual Node được tăng cường với sao lưu tự động dữ liệu giao dịch trong AWS để cải thiện dự phòng. Kiến trúc máy chủ hiện tại đã được thay đổi để cải thiện chức năng HA-DR.

- Mạng: Kiến trúc lại mạng để phân bổ địa chỉ IP cho các thiết bị, thiết bị đầu cuối trên đường dây, máy quét... một cách có hệ thống. Để cải thiện sự cố mạng, nâng cấp Core Switch để quản lý lưu lượng mạng tăng trên tài khoản của các máy thông minh.

- Bảo mật: Cùng với tường lửa, cài đặt PAN để tăng cường bảo mật hơn nữa.

3.6. Kết quả đạt được

Năng suất được cải thiện và đã giảm đáng kể chi phí.

Yêu cầu lao động trực tiếp trên mỗi dây chuyền sản suất giảm khoảng 40%.

Truy nguyên nguồn gốc, lịch sử lô được cải thiện.

Ra mắt sản phẩm mới nhanh hơn.

3.7. Những thách thức trong kiến trúc này

Vẫn còn phạm vi để giảm lao động trực tiếp trong dây chuyền.

Có phạm vi để giảm xử lý thủ công trong việc cung cấp nguyên liệu thô (Raw Materials, RMs) cho các dây chuyền từ kho.

Giới hạn thời gian thực về phân tích dữ liệu từ các cảm biến và thiết bị trong máy.

4. Pha IV: Robot, cấp độ tự động hóa tiếp theo

Nhiều bước quy trình có thể được thực hiện bởi robot. Khi Robot có thể thực hiện các tác vụ này, người vận hành thực hiện triển khai cho các bước xử lý đó đến các dây chuyền mới hoặc đến các khu vực khác trong nhà máy như: kho. Trong trường hợp như vậy, việc giảm lao động trực tiếp, dây chuyền sẽ giúp cải thiện chi phí, giảm "sai hỏng" trong sản xuất. Trọng tâm của giai đoạn này là đưa robot để nâng cấp độ tự động hóa (xem Hình P.4).

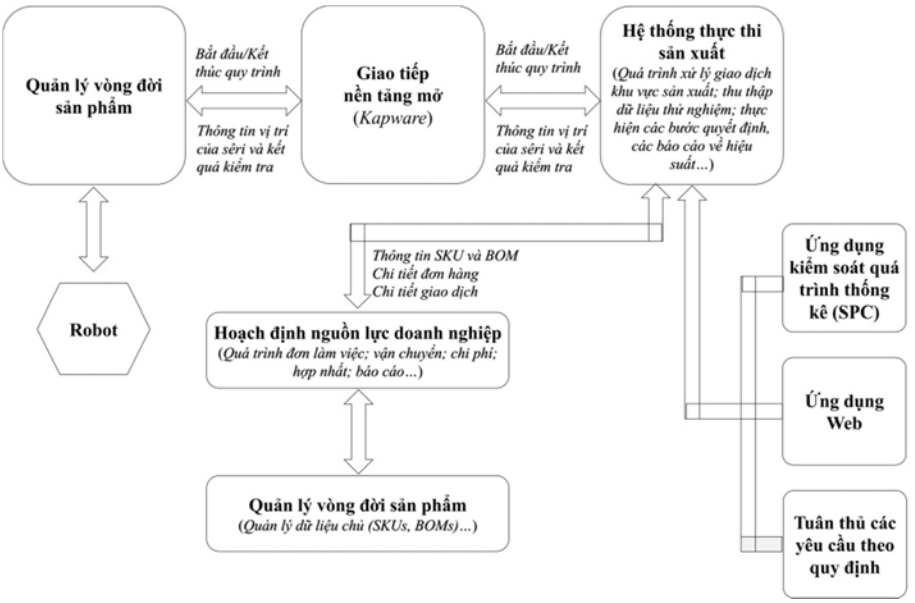
4.1. Một số lưu ý chính (Key Considerations)

Cần tiếp tục giảm các hoạt động thủ công để tăng năng suất, do đó, xem xét đến vai trò của robot.

Viêc sử dụng robot phải phù hợp với nguồn lực tài chính và thiết kế nhà máy.

Các bước quy trình tương đối ổn định (Nếu làm thay đổi quy trình, cách thức sản xuất trong nhà máy thì robot có thể không phải là một giải pháp hiệu quả...).

Cần xem xét cẩn thận nếu robot được đưa vào các dây chuyền hiện có hoặc trong các dây chuyền mới. Robot sẽ xâm lấn "tự nhiên". Robot phải làm việc cùng với các công nhân. Do đó, đạt được sự liên kết, đồng bộ giữa công nhân và robot sẽ là thách thức. Chẳng hạn, sẽ cần phải có nhiều thời gian để cài đặt và vận hành robot và sau đó sẽ mất vài tuần (ví dụ: trung bình 4-8 tuần) để giúp robot tăng tốc. Việc giảm năng suất trong giai đoạn này sẽ là một yếu tố quan trọng cần xem xét trong khi đưa ra quyết định triển khai Pha IV này.



Hình P.4: Kiến trúc hệ thống của nhà máy tại Pha IV[1]

4.2. Quyết định về nền tảng, sản phẩm chính

Lựa chọn robot.

Lựa chọn đối tác SI để ủy thác robot.

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: Nikhil Padhi: *Setting up a Smart Factory (Industry 4.0)-A Practical Approach.*

4.3. Giải pháp cụ thể

Lập kế hoạch bắt đầu triển khai robot.

Quản lý dữ liệu chủ (SKU, BOM, v.v.) thông qua công cụ PLM và giao diện giữa công cụ PLM và hệ thống ERP và ERP và MES.

Việc tạo và quản lý đơn hàng công việc tiếp tục được thực hiện trong hệ thống ERP và được thực hiện trong MES, như trước đó.

Tích hợp PLC-OPC-MES tiếp tục hoạt động giống như trong Pha III với PLC điều khiển và MES tự động ghi lại hầu hết các giao dịch.

Quá trình được chọn đang được coi là tự động trong nhiều giai đoạn.

Sau khi được triển khai, robot thực hiện (các) bước quy trình đã chọn và tương tác với PLC để đảm bảo chúng được liên kết với quy trình sản xuất chung và các giao dịch cho chúng được đăng nhập tự động vào MES.

SPC hỗ trợ tạo biểu đồ, giới hạn kiểm soát... SPC tạo điều kiện cho OCAP.

Tuân thủ các yêu cầu theo quy định.

4.4. Phương pháp thực hiện

Trong những tuần đầu tiên, cần tiến hành một hội thảo nội bộ với các bên liên quan chính để hiểu biết chi tiết của từng bước quy trình, độ phức tạp của các hoạt động và số lượng đối tượng tham gia.

Xây dựng các bước quy trình tiềm năng cho tự động hóa robot.

Kiểm tra khả năng tự động hóa dòng nguyên liệu trong nhà máy thông qua TUGs/robot di động.

Làm việc chi tiết với các nhà cung cấp robot.

Tìm kiếm các đối tác SI có thể giúp ủy thác các robot.

Tiến hành hội thảo với các bên liên quan chính, nhà cung cấp robot và các đối tác SI.

Các bước của quy trình cần được tự động hóa.

Đưa ra ROI cho các quy trình cụ thể. Trong đó, ROI xem xét các yếu tố chi phí và cũng như các lợi ích phát sinh từ việc triển khai các robot. Trong khi tính toán các yếu tố chi phí, cần xem xét các yếu tố chi phí chính: (a) Chi phí vật liệu; (b) Chi phí kỹ thuật; (c) Chi phí lắp ráp và vận hành bao gồm chi phí tích hợp với PLC và các hệ thống khác của nhà máy; (d) Chi phí khác: chi phí quản lý dự án; Chi phí đào tạo; Chi phí liên quan đến việc vận hành robot và thời gian tăng tốc để đạt được năng suất như mong muốn...

Lợi ích của Pha này cần được tính toán dựa trên việc giảm nguồn lao động, giảm "sai hỏng" trong sản xuất; những lợi ích hữu hình như cải thiện an toàn, cải thiện tuân thủ...

Đưa ra thời gian hoàn vốn/ROI dựa trên chi phí và lợi ích đạt được.

4.5. Cơ sở hạ tầng cần thiết

- Thiết bị ngoại vi: Tương tự như giai đoạn trước.
- Máy chủ và lưu trữ: Kiến trúc tương tự như giai đoạn trước. Nâng cấp khả năng lưu trữ để quản lý xử lý dữ liệu bổ sung.
- Mạng: Kiến trúc tương tự như giai đoạn trước. Nâng cấp dung lượng cho các bộ chuyển mạch lõi để quản lý lưu lượng mạng bổ sung vì robot.
- Bảo mật: Tương tự như giai đoạn trước.

4.6. Kết quả đạt được

Cải thiện năng suất dẫn đến giảm thêm chi phí.

Giảm lao động trực tiếp cần thiết trên mỗi dây chuyền.

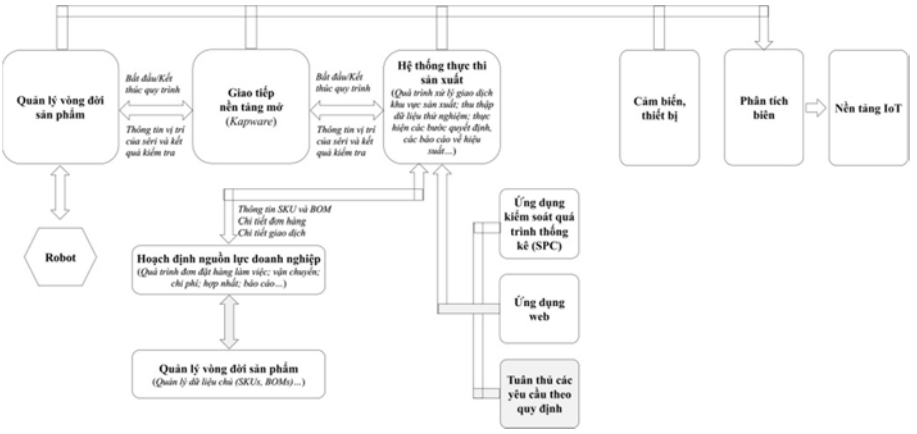
4.7. Những thách thức trong kiến trúc này

Hỗ trợ hệ thống này đòi hỏi các đội có chuyên môn trong nhiều lĩnh vực; hệ thống ERP, MES, PLC, OPC, robot, tích hợp và cơ sở hạ tầng (mạng, máy chủ, v.v.).

Trong trường hợp thay đổi bước quy trình cho những người tự động, robot cần được lập trình lại.

5. Pha V: Phân tích theo thời gian thực

Giai đoạn này dự kiến sẽ thúc đẩy phân tích thời gian thực dữ liệu đồ sộ (dữ liệu lớn) do máy móc tạo ra và sử dụng chúng để thực hiện bảo trì dự đoán, cải thiện quản lý năng lượng, giảm "sai hỏng... (xem Hình P.5).



Hình P.5: Kiến trúc hệ thống của nhà máy tại Pha V[1]

5.1. Một số lưu ý chính (Key Considerations)

Thu thập dữ liệu từ nhiều hệ thống và thiết bị.

Phân tích dữ liệu theo thời gian thực, lựa chọn dữ liệu và chuyển sang học máy (Machine Learning, ML).

Sử dụng ML cho các trường hợp chính như: Ngăn ngừa "sai hỏng", dự đoán chất lượng sản phẩm...

5.2. Quyết định về nền tảng, sản phẩm chính

Lựa chọn nền tảng IoT.

Lựa chọn đối tác SI để giúp triển khai ML.

---

1. Tác giả xây dựng trên cơ sở: Nikhil Padhi: *Setting up a Smart Factory (Industry 4.0)-A Practical Approach.*

5.3. Giải pháp cụ thể

Duy trì kiến trúc giải pháp từ Pha IV.

Bổ sung IoT vào kiến trúc giải pháp tổng thể.

Đánh giá nhà cung cấp IoT và đối tác SI trong giai đoạn đầu.

Phân tích biên (EA) trích xuất dữ liệu để tối ưu hóa dữ liệu có liên quan.

Sau khi dữ liệu có sẵn trong nền tảng IoT, phân tích trực tuyến theo thời gian thực, bao gồm phân tích dự đoán (Predictive Analysis), ML... Điều này được kỳ vọng sẽ giúp giảm thời gian ngừng hoạt động của máy móc, cải thiện chất lượng...

5.4. Phương pháp thực hiện

Thảo luận với nhiều nhà cung cấp nền tảng IoT và với các doanh nghiệp trợ giúp về kỹ thuật dữ liệu.

Thảo luận chuyên sâu trong quá trình chọn một nền tảng IoT.

Lựa chọn các giải pháp phù hợp với nhà máy liên quan đến bảo trì phòng ngừa (Preventive Maintenance), quản lý năng lượng (Energy Management), phân tích khuyết tật (Defect Analysis), quản lý chi phí (Cost Management).

Tập trung vào một loại máy trong một nhà máy. Dựa trên kết quả, mở rộng sang nhiều máy khác.

5.5. Cơ sở hạ tầng cần thiết

- Thiết bị ngoại vi: Tương tự như giai đoạn trước.

- Máy chủ và lưu trữ: Kiến trúc tương tự như giai đoạn trước. Nâng cấp khả năng lưu trữ để quản lý xử lý dữ liệu bổ sung.

- Mạng: Kiến trúc tương tự như giai đoạn trước. Nâng cấp dung lượng cho các bộ chuyển mạch lõi để quản lý lưu lượng mạng bổ sung vì robot.

Bảo mật: Tương tự như giai đoạn trước.

5.6. Kết quả mong muốn đạt được

Giảm sự cố máy sẽ dẫn đến cải thiện OEE và thời gian hoạt động.

Giảm khuyết điểm.

5.7. Những thách thức trong kiến trúc này

Phân tích thời gian thực có thể là một quá trình lâu dài, do đó đôi khi nhận được là một thách thức.

Hỗ trợ toàn bộ kiến trúc và tìm kiếm tất cả các bộ kỹ năng cần thiết trở nên khó khăn.

Ngân sách cho và quản lý nâng cấp/vá ứng dụng.

Với rất nhiều thiết bị được kết nối với nhau, giữ cho toàn bộ hệ thống được bảo mật là một thách thức lớn.

Tóm tắt các giai đoạn:

Giai đoạn	Mô tả	Nền tảng, sản phẩm chính	Kiến trúc nổi bật
Pha I	Hệ thống biệt lập	MES ERP PLM	MES + ERP + PLM + SPC + Ứng dụng Web + Tuân thủ các yêu cầu theo quy định
Pha II	Hệ thống tích hợp	Không có	MES + ERP + PLM + Tích hợp MES-ERP tự động + SPC + Ứng dụng Web + Tuân thủ các yêu cầu theo quy định
Pha III	Thiết bị thông minh, mức độ tự động hóa cao thông qua PLC	Lớp giữa OPC	MES + ERP + PLM + Tích hợp MES-ERP tự động + Tích hợp PLC-OPC-MES + SPC + Ứng dụng Web + Tuân thủ các yêu cầu theo quy định
Pha IV	Robot, cấp độ tự động hóa tiếp theo	Robot	MES + ERP + PLM + Tích hợp MES-ERP tự động + Tích hợp PLC-OPC-MES + Rô bốt + SPC + Ứng dụng Web + Tuân thủ các yêu cầu theo quy định

Giai đoạn	Mô tả	Nền tảng, sản phẩm chính	Kiến trúc nổi bật
Pha V	Phân tích theo thời gian thực	Nền tảng IoT	MES + ERP + Arena PLM + Tích hợp MES-ERP tự động + Tích hợp PLC-OPC- MES + Robot + Nền tảng IoT + SPC + Ứng dụng Web + Tuân thủ các yêu cầu theo quy định

Về cơ bản, để tiếp cận tổng thể khi xây dựng một nhà máy thông minh, doanh nghiệp cần bắt đầu với việc xây dựng một cơ sở với hệ thống ERP và MES; tích hợp các khối cốt lõi; tự động hóa với tích hợp PLC và robot là bước tiếp theo; nền tảng IoT thu thập thông tin liên quan từ tất cả các lớp, thực hiện phân tích thời gian thực và cho phép học máy (ML).

PHỤ LỤC 3: Khảo sát hiện trạng và khả năng ứng dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam

1. Nội dung khảo sát

Nhóm tác giả đã tiến hành khảo sát sơ bộ về hiện trạng và khả năng ứng dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam đối với 215 doanh nghiệp tại các tỉnh miền Bắc, miền Trung và miền Nam. Bên cạnh nội dung cơ bản về thông tin doanh nghiệp, một số nội dung khảo sát khác được tập trung như sau:

1.1. Về nhận thức về vai trò và khả năng ứng dụng sản xuất thông minh

- Nhận thức về tiềm năng sản xuất thông minh giúp các doanh nghiệp:

+ Nâng cao chất lượng ra quyết định điều hành doanh nghiệp
+ Nâng cao hiệu quả vận hành dây chuyền sản xuất
+ Giảm chi phí lao động
+ Giảm lãng phí vật tư
+ Tăng chất lượng sản phẩm
+ Tăng năng suất lao động
+ Đáp ứng tốt hơn yêu cầu khách hàng
+ Nâng cao sức cạnh tranh và phát triển bền vững
+ Giúp tăng vị thế thị trường và hình ảnh xã hội

- Nhận thức về khả năng ứng dụng sản xuất thông minh ở Việt Nam trong lĩnh vực ngành nghề:

+ Phân tích và xử lý dữ liệu lớn
+ Người máy và sản xuất tự động
+ Trí tuệ nhân tạo
+ Internet kết nối vạn vật
+ Điện toán đám mây
+ Thiết kế tự động

1.2. Về hiện trạng ứng dụng sản xuất thông minh

- Doanh nghiệp đã triển khai ứng dụng sản xuất thông minh trong các lĩnh vực:

+ Phân tích và xử lý dữ liệu lớn

+ Người máy và sản xuất tự động

+ Trí tuệ nhân tạo

+ Internet kết nối vạn vật

+ Điện toán đám mây

+ Thiết kế tự động

1.3. Về một số khó khăn và rào cản trong ứng dụng sản xuất thông minh ở Việt Nam

- Ứng dụng sản xuất thông minh trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ ở Việt Nam gặp khó khăn và trở ngại trong các vấn đề chính sách sau:

+ Hiểu rõ giá trị mà mỗi ứng dụng có thể mang lại để doanh nghiệp cân nhắc lựa chọn.

+ Điều kiện hạ tầng cho ứng dụng sản xuất thông minh còn hạn chế.

+ Trình độ và kỹ năng của cán bộ, công nhân viên chưa sẵn sàng cho ứng dụng sản xuất thông minh.

+ Lãnh đạo chưa coi đây là ưu tiên chiến lược hàng đầu.

+ Lợi ích mà ứng dụng sản xuất thông minh mang lại không cao hơn nhiều so với đầu tư; đặc biệt trong ngắn và trung hạn.

+ Tiếp cận nguồn lực tài chính cho đầu tư ứng dụng sản xuất thông minh không dễ dàng.

+ Môi trường cạnh tranh chưa khích lệ đầu tư đổi mới sáng tạo.

+ Nhà nước chưa có cơ chế hấp dẫn thúc đẩy đầu tư ứng dụng vào sản xuất thông minh.

1.4. Ưu tiên chính sánh

- Doanh nghiệp xếp hạng những ưu tiên chính sách dưới đây theo tầm quan trọng trong việc thúc đẩy ứng dụng sản xuất thông minh:

+ Chính phủ hỗ trợ các hiệp hội và trung tâm tư vấn giúp các doanh nghiệp hiểu rõ hơn giá trị và cách thức đầu tư vào sản xuất thông minh.

+ Đầu tư nâng cấp hạ tầng (đặc biệt là tốc độ băng thông, an ninh mạng) để đầu tư vào sản xuất thông minh thuận lợi và đạt hiệu quả cao hơn.

+ Hỗ trợ đầu tư đào tạo nguồn nhân lực cho ứng dụng sản xuất thông minh.

+ Hình thành chiến lược xúc tiến ứng dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam với các mục tiêu rõ ràng cần đạt được cho 5 năm tới và một kế hoạch hành động toàn diện.

+ Thành lập một Ủy ban quốc gia về xúc tiến ứng dụng sản xuất thông minh, bao gồm các đại diện từ chính phủ, doanh nghiệp và chuyên gia để thực thi chiến lược đã vạch ra.

+ Đưa ra cơ chế khuyến khích hấp dẫn cho các doanh nghiệp ứng dụng sản xuất thông minh.

+ Hỗ trợ các doanh nghiệp tiếp cận tài chính cho đầu tư triển khai ứng dụng sản xuất thông minh.

+ Hỗ trợ các nhà cung ứng dịch vụ hạ giá cho phù hợp với thị trường Việt Nam.

2. Kết quả khảo sát

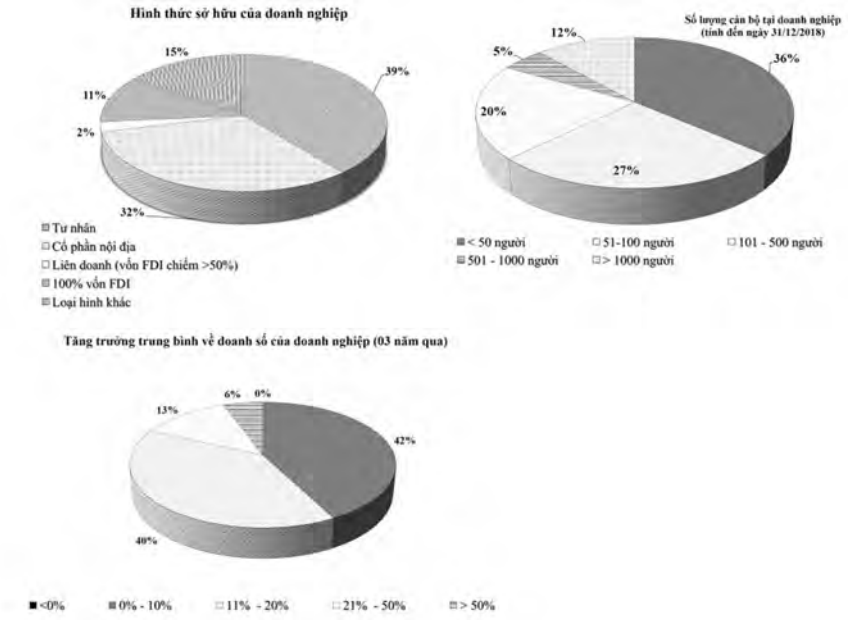
Trên cơ sở tổng hợp ý kiến từ bảng câu hỏi khảo sát, tác giả đã phân nhóm các doanh nghiệp tham gia khảo sát thành 15 lĩnh vực hoạt động như sau:

TT	Ngành, lĩnh vực	Tỷ lệ
1	Chế biến thủy sản và các sản phẩm nông - ngư nghiệp	10%
2	Sản xuất máy móc, thiết bị (bao gồm cả thiết bị điện)	10%
3	Sản xuất thực phẩm, đồ uống và thuốc lá	8%
4	Điện tử	8%

TT	Ngành, lĩnh vực	Tỷ lệ
5	Sản xuất kim loại và các sản phẩm từ kim loại	8%
6	Sản xuất các sản phẩm phi kim loại khác (gốm sứ, thủy tinh...)	6%
7	Sản xuất giấy và các sản phẩm từ giấy	5%
8	Chế biến gỗ và các sản phẩm từ gỗ	5%
9	Sản xuất hoá chất và các sản phẩm từ hoá chất	5%
10	Sản xuất cao su, nhựa và các sản phẩm từ cao su, nhựa	5%
11	Dệt may, sản xuất trang phục	5%
12	Sản xuất môtô, xe máy, xe đạp	4%
13	Sản xuất ôtô và các thiết bị vận tải khác	4%
14	Sản phẩm của công nghiệp in và nhà xuất bản	3%
15	Sản xuất, chế biến khác	14%

Trong đó, số lượng doanh nghiệp tham gia khảo sát nhiều nhất là doanh nghiệp trong lĩnh vực chế biến thủy sản và các sản phẩm nông - ngư nghiệp (chiếm 10%), sau đó là nhóm doanh nghiệp sản xuất thực phẩm, đồ uống và thuốc lá, điện tử, sản xuất kim loại và các sản phẩm từ kim loại (chiếm 8%). Số lượng doanh nghiệp tham gia khảo sát ít nhất là doanh nghiệp trong lĩnh vực sản xuất môtô, xe máy, xe đạp, sản xuất ôtô và các thiết bị vận tải khác (chiếm 4%), sản phẩm của công nghiệp in và nhà xuất bản (chiếm 3%).

Trong số các doanh nghiệp tham gia khảo sát, có 39% doanh nghiệp có hình thức sở hữu là tư nhân; 32% doanh nghiệp có hình thức sở hữu là cổ phần nội địa; 2% doanh nghiệp có hình thức sở hữu là liên doanh (vốn FDI chiếm > 50%); 11% doanh nghiệp có hình thức sở hữu là 100% vốn FDI; 15% doanh nghiệp có hình thức sở hữu là loại hình khác (xem Hình P.6). Số lượng cán bộ tại doanh nghiệp (tính đến ngày 31/12/2018) và tăng trưởng trung bình về doanh số của doanh nghiệp trong 3 năm vừa qua được mô tả trong Hình P.6.



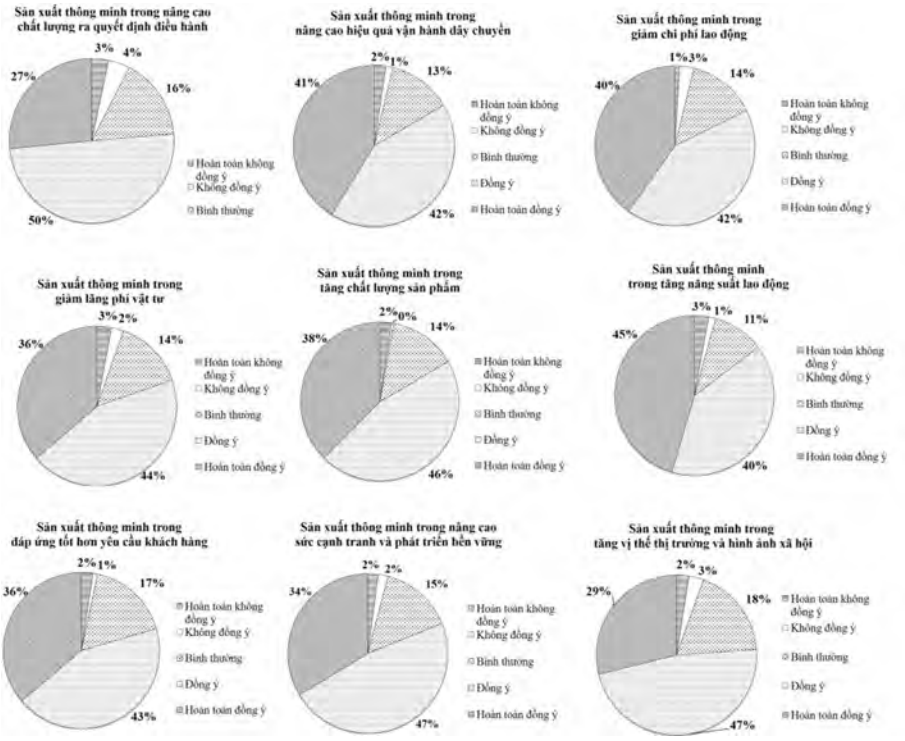
Hình P.6: Thông tin cơ bản của doanh nghiệp tham gia khảo sát

2.1. Qua số liệu khảo sát, về nhận thức về tiềm năng sản xuất thông minh (xem Hình P.7), có thể thấy trong tổng số doanh nghiệp tham gia khảo sát, có khoảng 77% doanh nghiệp tham gia khảo sát đồng ý với quan điểm sản xuất thông minh có vai trò nâng cao chất lượng ra quyết định điều hành doanh nghiệp (trong đó, 27% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn đồng ý với quan điểm này); có 7% doanh nghiệp cho rằng sản xuất thông minh không đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao chất lượng ra quyết định điều hành.

Khoảng 83% doanh nghiệp tham gia khảo sát đồng ý hoặc hoàn toàn đồng ý với quan điểm sản xuất thông minh có vai trò nâng cao hiệu quả vận hành dây chuyền sản xuất; chỉ có 1% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng sản xuất thông minh hoàn toàn không nâng cao hiệu quả vận hành dây chuyền sản xuất.

Bên cạnh đó, 82% doanh nghiệp tham gia khảo sát đồng ý hoặc hoàn toàn đồng ý với quan điểm sản xuất thông minh có vai trò

giảm chi phí lao động (trong đó có 40% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn đồng ý với quan điểm này).



Hình P.7: Kết quả khảo sát về nhận thức về tiềm năng sản xuất thông minh

80% doanh nghiệp tham gia khảo sát đồng ý hoặc hoàn toàn đồng ý với quan điểm sản xuất thông minh có vai trò giảm lãng phí vật tư (trong đó có 36% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn đồng ý với quan điểm này).

84% doanh nghiệp tham gia khảo sát đồng ý hoặc hoàn toàn đồng ý với quan điểm sản xuất thông minh có vai trò tăng chất lượng sản phẩm (trong đó có 38% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn đồng ý với quan điểm này).

85% doanh nghiệp tham gia khảo sát đồng ý hoặc hoàn toàn đồng ý với quan điểm sản xuất thông minh có vai trò tăng năng

suất lao động (trong đó có 45% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn đồng ý với quan điểm này).

79% doanh nghiệp tham gia khảo sát đồng ý hoặc hoàn toàn đồng ý với quan điểm sản xuất thông minh có vai trò đáp ứng tốt hơn yêu cầu khách hàng (trong đó có 36% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn đồng ý với quan điểm này).

81% doanh nghiệp tham gia khảo sát đồng ý hoặc hoàn toàn đồng ý với quan điểm sản xuất thông minh có vai trò nâng cao sức cạnh tranh và phát triển bền vững (trong đó có 34% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn đồng ý với quan điểm này).

76% doanh nghiệp tham gia khảo sát đồng ý hoặc hoàn toàn đồng ý với quan điểm sản xuất thông minh có vai trò giúp tăng vị thế thị trường và hình ảnh xã hội (trong đó có 29% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn đồng ý với quan điểm này).

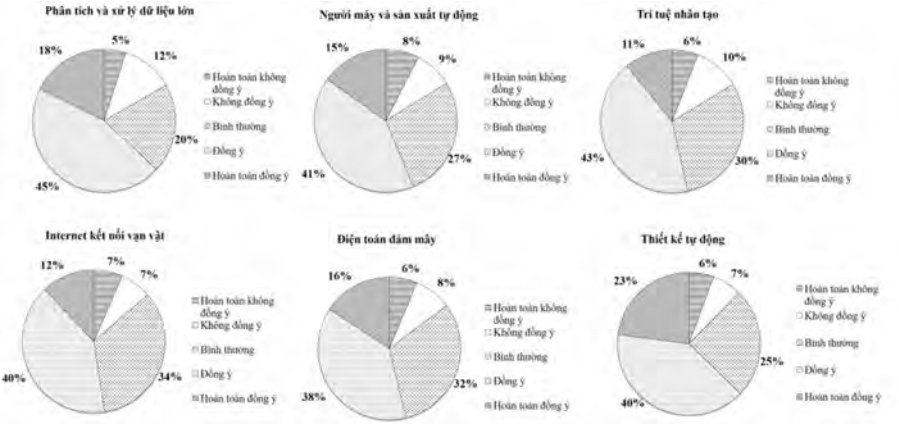
2.2. Kết quả khảo sát về nhận thức khả năng ứng dụng sản xuất thông minh ở Việt Nam trong lĩnh vực ngành nghề được mô tả trong Hình P.8.

18% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn đồng ý và cho rằng Phân tích và xử lý dữ liệu lớn có thể ứng dụng trong sản xuất thông minh; 17% doanh nghiệp tham gia khảo sát không đồng ý với về khả năng ứng dụng phân tích và xử lý dữ liệu lớn trong sản xuất thông minh (trong đó có 5% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn không đồng ý với quan điểm này).

15% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn đồng ý và cho rằng Người máy và sản xuất tự động có thể ứng dụng trong sản xuất thông minh; 17% doanh nghiệp tham gia khảo sát không đồng ý với về khả năng ứng dụng người máy và sản xuất tự động trong sản xuất thông minh (trong đó có 8% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn không đồng ý với quan điểm này).

11% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn đồng ý và cho rằng trí tuệ nhân tạo có thể ứng dụng trong sản xuất thông minh; 16% doanh nghiệp tham gia khảo sát không đồng ý với về khả

năng ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong sản xuất thông minh (trong đó có 6% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn không đồng ý với quan điểm này).



Hình P.8: Kết quả khảo sát về nhận thức khả năng ứng dụng sản xuất thông minh ở Việt Nam

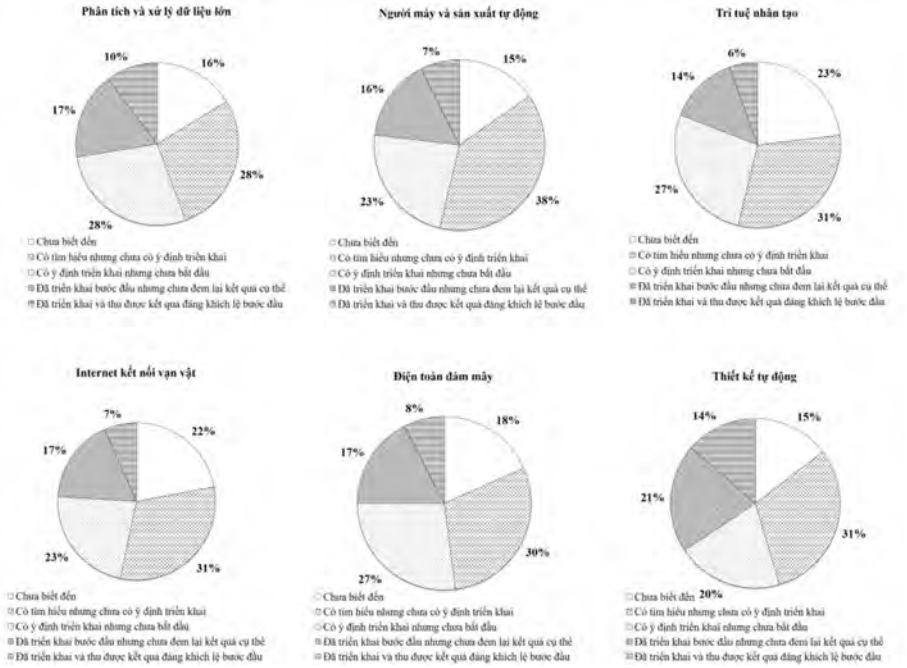
12% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn đồng ý và cho rằng Internet kết nối vạn vật có thể ứng dụng trong sản xuất thông minh; 14% doanh nghiệp tham gia khảo sát không đồng ý với về khả năng ứng dụng Internet kết nối vạn vật trong sản xuất thông minh (trong đó có 7% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn không đồng ý với quan điểm này).

16% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn đồng ý và cho rằng điện toán đám mây có thể ứng dụng trong sản xuất thông minh; 14% doanh nghiệp tham gia khảo sát không đồng ý với về khả năng ứng dụng điện toán đám mây trong sản xuất thông minh (trong đó có 6% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn không đồng ý với quan điểm này).

23% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn đồng ý và cho rằng thiết kế tự động có thể ứng dụng trong sản xuất thông minh; 13% doanh nghiệp tham gia khảo sát không đồng ý với về khả năng ứng dụng thiết kế tự động trong sản xuất thông minh (trong

đó có 6% doanh nghiệp tham gia khảo sát hoàn toàn không đồng ý với quan điểm này).

Về hiện trạng ứng dụng sản xuất thông minh, các doanh nghiệp tham gia khảo sát đã triển khai ứng dụng sản xuất thông minh trong các lĩnh vực cụ thể được mô tả trong Hình P.9.



Hình P.9: Kết quả khảo sát về hiện trạng ứng dụng sản xuất thông minh

- Về ứng dụng phân tích và xử lý dữ liệu lớn: 16% doanh nghiệp tham gia khảo sát chưa biết đến; 28% doanh nghiệp tham gia khảo sát có tìm hiểu nhưng chưa có ý định triển khai; 28% doanh nghiệp tham gia khảo sát có ý định triển khai nhưng chưa bắt đầu; 17% doanh nghiệp tham gia khảo sát đã triển khai bước đầu nhưng chưa đem lại kết quả cụ thể; 10% doanh nghiệp tham gia khảo sát đã triển khai và thu được kết quả đáng khích lệ bước đầu.

- Về ứng dụng người máy và sản xuất tự động: 15% doanh nghiệp tham gia khảo sát chưa biết đến; 38% doanh nghiệp tham

gia khảo sát có tìm hiểu nhưng chưa có ý định triển khai; 23% doanh nghiệp tham gia khảo sát có ý định triển khai nhưng chưa bắt đầu; 16% doanh nghiệp tham gia khảo sát đã triển khai bước đầu nhưng chưa đem lại kết quả cụ thể; 7% doanh nghiệp tham gia khảo sát đã triển khai và thu được kết quả đáng khích lệ bước đầu.

- Về ứng dụng trí tuệ nhân tạo: 23% doanh nghiệp tham gia khảo sát chưa biết đến; 31% doanh nghiệp tham gia khảo sát có tìm hiểu nhưng chưa có ý định triển khai; 27% doanh nghiệp tham gia khảo sát có ý định triển khai nhưng chưa bắt đầu; 14% doanh nghiệp tham gia khảo sát đã triển khai bước đầu nhưng chưa đem lại kết quả cụ thể; 6% doanh nghiệp tham gia khảo sát đã triển khai và thu được kết quả đáng khích lệ bước đầu.

- Về ứng dụng Internet kết nối vạn vật: 22% doanh nghiệp tham gia khảo sát chưa biết đến; 31% doanh nghiệp tham gia khảo sát có tìm hiểu nhưng chưa có ý định triển khai; 23% doanh nghiệp tham gia khảo sát có ý định triển khai nhưng chưa bắt đầu; 17% doanh nghiệp tham gia khảo sát đã triển khai bước đầu nhưng chưa đem lại kết quả cụ thể; 7% doanh nghiệp tham gia khảo sát đã triển khai và thu được kết quả đáng khích lệ bước đầu.

- Về ứng dụng điện toán đám mây: 18% doanh nghiệp tham gia khảo sát chưa biết đến; 30% doanh nghiệp tham gia khảo sát có tìm hiểu nhưng chưa có ý định triển khai; 27% doanh nghiệp tham gia khảo sát có ý định triển khai nhưng chưa bắt đầu; 17% doanh nghiệp tham gia khảo sát đã triển khai bước đầu nhưng chưa đem lại kết quả cụ thể; 8% doanh nghiệp tham gia khảo sát đã triển khai và thu được kết quả đáng khích lệ bước đầu.

- Về ứng dụng thiết kế tự động: 15% doanh nghiệp tham gia khảo sát chưa biết đến; 31% doanh nghiệp tham gia khảo sát có tìm hiểu nhưng chưa có ý định triển khai; 20% doanh nghiệp tham gia khảo sát có ý định triển khai nhưng chưa bắt đầu; 21% doanh nghiệp tham gia khảo sát đã triển khai bước đầu nhưng chưa đem lại kết quả cụ thể; 14% doanh nghiệp tham gia khảo sát đã triển khai và thu được kết quả đáng khích lệ bước đầu.

2.3. Về một số khó khăn và rào cản trong ứng dụng sản xuất thông minh ở Việt Nam, kết quả khảo sát được mô tả trong Hình P.10.

- Về yếu tố hiểu rõ giá trị mà mỗi ứng dụng có thể mang lại để doanh nghiệp cân nhắc lựa chọn, có 5% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này không gặp nhiều khó khăn; 49% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này khó khăn (đặc biệt, 10% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này rất khó khăn).

- Về yếu tố điều kiện hạ tầng cho ứng dụng sản xuất thông minh còn hạn chế, có 4% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này không gặp nhiều khó khăn; 60% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này khó khăn (đặc biệt, 25% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này rất khó khăn).

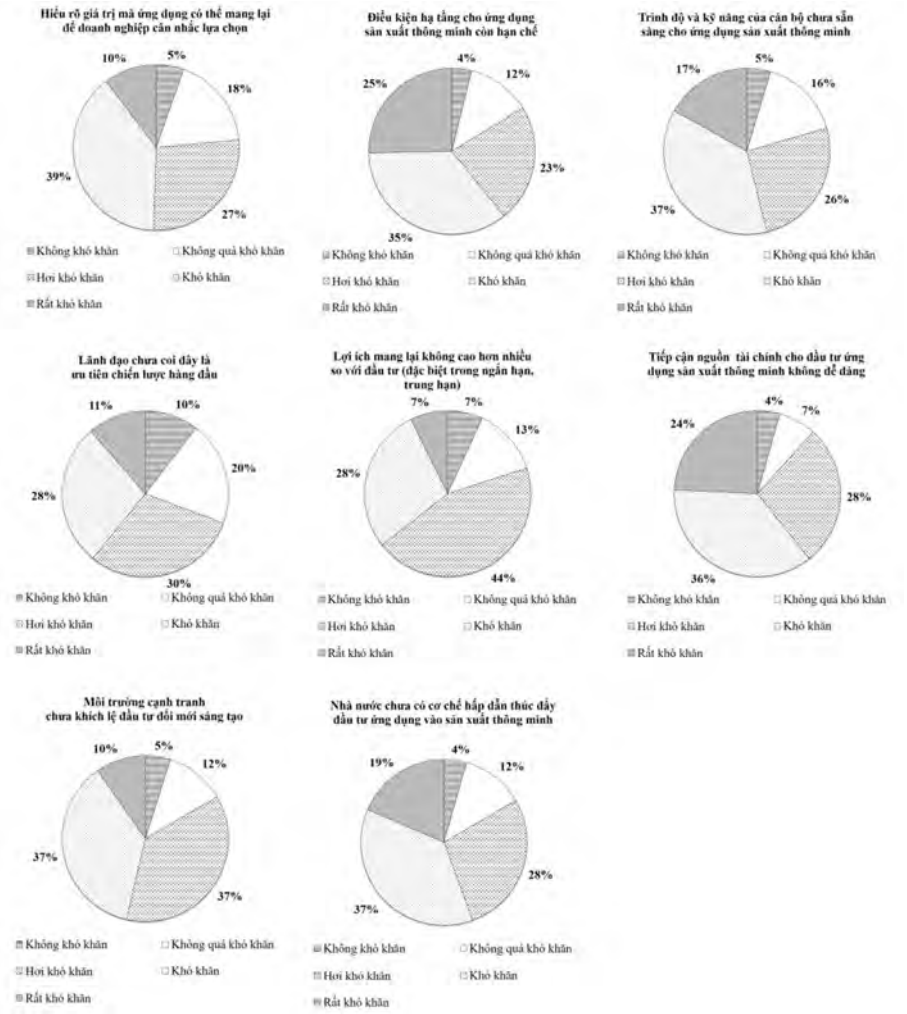
- Về yếu tố trình độ và kỹ năng của cán bộ chưa sẵn sàng cho ứng dụng sản xuất thông minh, có 5% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này không gặp nhiều khó khăn; 54% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này khó khăn (đặc biệt, 17% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này rất khó khăn).

- Về yếu tố lãnh đạo chưa coi đây là ưu tiên chiến lược hàng đầu, có 10% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này không gặp nhiều khó khăn; 39% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này khó khăn (đặc biệt, 11% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này rất khó khăn).

- Về yếu tố lợi ích mà ứng dụng sản xuất thông minh mang lại không cao hơn nhiều so với đầu tư; đặc biệt trong ngắn và trung hạn, có 7% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này không gặp nhiều khó khăn; 35% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này khó khăn (đặc biệt, 7% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này rất khó khăn).

- Về yếu tố khó khăn trong tiếp cận nguồn lực tài chính cho đầu tư ứng dụng sản xuất thông minh, có 4% doanh nghiệp tham

gia khảo sát cho rằng yếu tố này không gặp nhiều khó khăn; 60% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này khó khăn (đặc biệt, 24% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này rất khó khăn).



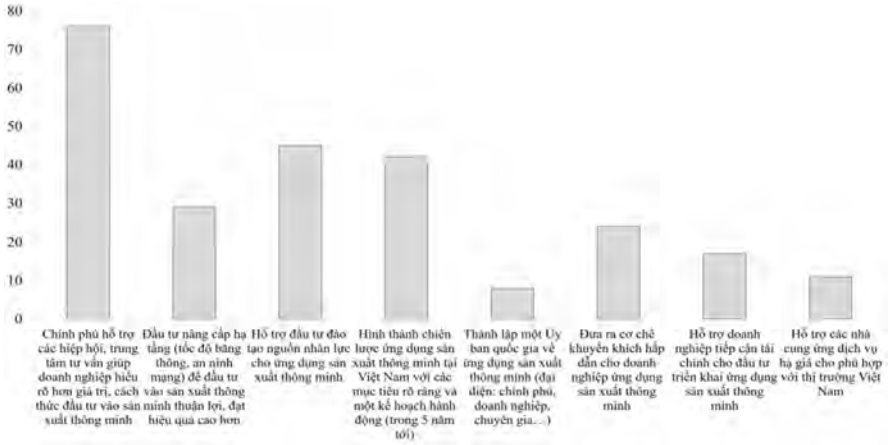
Hình P.10: Kết quả khảo sát về một số khó khăn và rào cản trong ứng dụng sản xuất thông minh ở Việt Nam

- Về yếu tố môi trường cạnh tranh chưa khích lệ đầu tư đổi mới sáng tạo, có 5% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu

tố này không gặp nhiều khó khăn; 47% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này khó khăn (đặc biệt, 10% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này rất khó khăn).

- Về yếu tố nhà nước chưa có cơ chế hấp dẫn thúc đẩy đầu tư ứng dụng vào sản xuất thông minh, có 4% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này không gặp nhiều khó khăn; 56% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này khó khăn (đặc biệt, 19% doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng yếu tố này rất khó khăn).

2.4. Về ưu tiên chính sách, doanh nghiệp tham gia khảo sát xếp hạng những ưu tiên chính sách theo tầm quan trọng trong việc thúc đẩy ứng dụng sản xuất thông minh được mô tả trong Hình P.11.



Hình P.11: Kết quả khảo sát về ưu tiên chính sách

Các doanh nghiệp tham gia khảo sát cho rằng: Ưu tiên chính sách hàng đầu là việc Chính phủ hỗ trợ các hiệp hội và trung tâm tư vấn giúp các doanh nghiệp hiểu rõ hơn giá trị và cách thức đầu tư vào các sản xuất thông minh. Sau đó, các doanh nghiệp tham gia khảo sát mong muốn hỗ trợ đầu tư đào tạo nguồn nhân lực cho ứng dụng sản xuất thông minh; hình thành chiến lược xúc tiến ứng dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam với các mục tiêu rõ ràng cần đạt được cho 5 năm tới và một kế hoạch hành động toàn diện...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sala, Hector, and Pedro Trivín: *The effects of globalization and technology on the elasticity of substitution,* Review of World Economics 154; Hedvicakova, Martina. 2018. Unemployment and effects of the first work experience of university graduates on their idea of a job. Applied Economics.
2. Colantoni, A., Cecchini, M., Egidi, G., Saporito, M.G. and Zambon, I. (2019), "Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs", Processes, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Vol. 7 No. 1, p. 36.
3. Barreto L. Amarala, A., Pereiraa, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview, Procedia Manufacturing.
4. APO Project: A Workshop on Developing a Roadmap for Industry 4.0.
5. C. Wubbolt and J. Patterson: Considerations for validation of manufacturing execution systems, Tech. Rep.
6. J. Singh, M. Tiwari, and M. Shrivastava, Industrial automation A review, Tech. Rep V. Vyatkin, Software engineering in industrial automation: State-of-the-art review," IEEE Trans. Ind. Informat., vol. 9, no. 3, pp. 1234 1249, Aug. 2013
7. I. González, A. J. Calderón, A. J. Barragán, and J. M. Andújar, "Integration of sensors, controllers and instruments using a novel OPC architecture," Sensors, vol. 17, no. 7, p. 1512, 2017.
8. N. Padhi: *Setting up a smart factory (industry 4.0) A practical approach*, MESA Int., Tech. Rep., Oct. 2017, pp. 13-17.
9. D. Barnes and B. Dauphinais.: *Smart Factories and the Challenges of the Proximity Network*. Industrial Internet Consortium, 2017, http://www.iiconsortium.org
10. Nikhil Padhi: *Practical Guide to Smart Factory Transition using IoT, Big Data and Edge Analytics.*
11. Nikhil Padhi: *Setting up a Smart Factory (Industry 4.0) - A Practical Approach.*

NHÀ XUẤT BẢN CHÍNH TRỊ QUỐC GIA SỰ THẬT, Số 6/86 Duy Tân, Cầu Giấy, Hà Nội
ĐT: 080 49221, Fax: 080 49222, Email: suthat@nxbctqg.vn, Website: www.nxbctqg.vn

TÌM ĐỌC SÁCH CỦA NHÀ XUẤT BẢN CHÍNH TRỊ QUỐC GIA SỰ THẬT

PGS.TS. Trần Thị Vân Hoa (Chủ biên)

- CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0 - VẤN ĐỀ ĐẶT RA CHO PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI VÀ HỘI NHẬP QUỐC TẾ CỦA VIỆT NAM

PGS.TS. Lê Văn Thắng - TS. Nguyễn Văn Tuân (Đồng chủ biên)

- TRÍ THỨC VIỆT NAM VỚI CUỘC CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

TS. Hà Minh Hiệp (Chủ biên)

- SẢN XUẤT THÔNG MINH TRONG CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

ISBN 978-604-57-5507-5
9 786045 755075
8935279120093

Giá: 86.000 đ