

NGHIÊN CỨU TRIỂN KHAI TỰ ĐỘNG HÓA CHI PHÍ THẤP CHO DOANH NGHIỆP SẢN XUẤT NỘI THẤT

A CASE STUDY OF LOW COST AUTOMATION APPLICATION FOR A FURNITURE COMPANY

Ngô Ngọc Lân, Phạm Văn Dũng, Trần Văn Thắng
Khoa Máy tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

TÓM TẮT

Việc kiểm soát, giám sát các quá trình sản xuất và dịch vụ bằng công nghệ được gọi là tự động hóa. Ngày nay, do thị trường cạnh tranh khốc liệt nên mỗi một doanh nghiệp muốn tồn tại được thì đều cần phải tự động hóa. Việc tự động hóa thường cần rất nhiều tiền đầu tư. Do vậy, các doanh nghiệp nhỏ và vừa sẽ không đủ tiềm lực về tài chính để thực hiện. Chúng tôi đã nghiên cứu khái niệm Tự động hóa chi phí thấp (TĐHCPT), hiện khá phổ biến trên thế giới cùng với những điều kiện đặc thù của Việt Nam để áp dụng cho các doanh nghiệp cỡ nhỏ và vừa. Một đặc trưng cơ bản của TĐHCPT là đạt được mục tiêu tối đa với chi phí tối thiểu bằng cách sử dụng nguồn tài nguyên sẵn có (con người, máy móc, thiết bị). Trong bài báo này, chúng tôi sẽ giới thiệu vắn tắt về TĐHCPT. Sau đó, các kết quả nghiên cứu thực nghiệm và những bài học rút ra cũng được công bố sau khi đã áp dụng TĐHCPT cho một doanh nghiệp cỡ vừa chuyên sản xuất nội thất.

Từ khóa: *Tự động hóa chi phí thấp; Doanh nghiệp vừa và nhỏ; CAD (Computer Aided Design); CNC (Computer Numeric Control).*

ABSTRACT

The control, monitoring of production and service processes using technologies is called automation. Today, due to competitive market, every business that wants to survive needs to be automated. Automation often requires a lot of capital investment. Therefore, small and medium-sized enterprises will not have enough financial potential to implement. We have researched the concept of Low Cost Automation (LCA), which is currently quite popular in the world along with the specific conditions of Vietnam to apply to small and medium-sized enterprises. A basic concept of LCA is to achieve maximum goals with minimum costs by using available resources (people, machineries & equipment). In this article, we will briefly introduce LCA. After that, the results of A case study and lessons learned were also published after applying LCA to a medium-sized company specializing in furniture production.

Keywords: *Low Cost Automation (LCA); Small & medium-sized enterprises; CAD (Computer Aided Design); CNC (Computer Numeric Control).*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tự động hóa là tập hợp nhiều công nghệ dẫn đến sự hoạt động của máy móc và hệ thống mà không cần sự can thiệp đáng kể của con người, để đạt được năng suất và chất lượng vượt trội so với vận hành thủ công. Mặc dù, bất kỳ ai cũng đều thấy rõ các ưu điểm của tự động hóa nhưng không phải doanh nghiệp nào cũng có thể triển khai, chủ yếu do các khó khăn về tài chính. Do đó, tự động hóa chi phí thấp (TĐHCPT), như tên của nó đã thể hiện, có thể là một giải pháp khả thi. Tùy theo từng trường hợp cụ thể, nhưng đại đa số phụ tùng từ các máy móc, thiết bị cũ sẽ được kiểm tra và tái sử dụng lại. Khi phải trang bị thêm thiết bị mới, hướng ưu tiên số một là sử dụng các phụ tùng, vật tư tiêu chuẩn có sẵn trên thị trường để giảm chi phí và thời gian cung cấp. Ví dụ như: Các thiết bị khí nén (piston, xy-lanh, van điện từ và van hơi tiêu chuẩn) và các thiết bị điện, điện tử (bộ điều khiển khả trình PLC, các relay, contactors...).

Với cách làm như vậy, việc áp dụng TĐHCPT có thể giúp các doanh nghiệp cỡ vừa và nhỏ giải quyết được bài toán khó, đó là: Tăng tính cạnh tranh của doanh nghiệp bằng cách tăng năng suất và chất lượng của sản phẩm với khả năng tài chính hạn hẹp của mình [2].

2. KHÁI NIỆM VỀ TỰ ĐỘNG HÓA CHI PHÍ THẤP

Giải pháp công nghệ tạo ra một mức độ tự động hóa cao nhất có thể với các tài nguyên sẵn có trong tổ chức (thiết bị, công cụ, phương pháp và con người) và sử dụng đa số các thiết bị tiêu chuẩn có sẵn trên thị trường. Chi phí đầu tư thấp nhất có thể và thời gian hoàn vốn ngắn, thường là từ vài tuần đến dưới một năm, được gọi là Tự động hóa chi phí thấp [3].

2.1. Ưu điểm của tự động hóa chi phí thấp

- Không cần nhiều tiền để đầu tư;
- Năng suất lao động cải thiện đáng kể;
- Giảm chi phí nhân công trực tiếp và gián tiếp;
- Giảm thời gian sản xuất và giao hàng;
- Giảm thiểu lãng phí nguyên, nhiên vật liệu;
- Tinh thần làm việc nhóm, sự hài lòng và lòng tự trọng của công nhân được cải thiện;
- Tiếp cận từng bước nên gần như không có rủi ro;
- Thân thiện với người sử dụng;
- Chi phí đào tạo gần như bằng không;
- Tăng chất lượng sản phẩm;
- Thời gian hoàn vốn ngắn, từ vài tháng đến 1 năm.

2.2. Hạn chế của tự động hóa chi phí thấp

- Do được xây dựng đơn chiếc và cá biệt nên cần nhiều thời gian hơn để phát triển;
- Do chủ yếu dùng nguồn nhân lực sẵn có nên thời gian huấn luyện và đào tạo cũng dài hơn;
- Việc sử dụng các phần mềm phổ biến sẵn có trên thị trường sẽ khó khăn hơn các phần mềm chuyên biệt;
- Nghi ngại về khả năng thành công và thu hồi vốn đầu tư từ chủ doanh nghiệp;
- Sự không hợp tác của công nhân ở giai đoạn đầu vì họ lo sợ bị mất việc làm khi áp dụng tự động hóa.

Tuy nhiên, thực tế trong và ngoài nước đã chứng minh rằng: TĐHCPT có nhiều ưu điểm vượt trội so với những hạn chế của nó.

3. CÁC NGÀNH TIỀM NĂNG CHO VIỆC ÁP DỤNG TỰ ĐỘNG HÓA CHI PHÍ THẤP

Bất kỳ một ngành nào cũng có thể áp dụng TĐHCPT, đặc biệt là các ngành sản xuất bao gồm những công đoạn chế tác rời rạc. Ví dụ như [4]:

- Công nghiệp chế tạo máy bao gồm các quá trình từ cấp phối, gá kẹp, chế tác, hàn, nguội, lắp ráp, bao gói,...;
- Sản xuất đồ nội thất;
- In ấn, dán nhãn bao bì và logistics;
- Trồng trọt và chăn nuôi;
- Chế biến thực phẩm với các điều kiện vệ sinh nghiêm ngặt.

4. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

Sau khi nghiên cứu, chúng tôi đã đưa ra một quy trình thực hiện TĐHCPT, gồm một số bước cơ bản sau:

4.1. Xác định các lĩnh vực và khu vực áp dụng khả thi

Mặc dù tất cả các lĩnh vực đều có thể áp dụng TĐHCPT, nhưng yếu tố hạn chế là chi phí và nguồn nhân lực có tay nghề cao để thực thi điều này. Do vậy, cần lựa chọn những lĩnh vực giúp giảm đáng kể sức lao động.

4.2. Lựa chọn mô hình

Trong nhiều trường hợp, khi một doanh nghiệp muốn áp dụng TĐHCPT, ban đầu cần phải thay đổi các quy trình hiện tại để rô-bốt/máy móc tự động có thể thực hiện được. Do

vậy, cần nghiên cứu quy trình hiện tại để đề xuất các thay đổi tương ứng trước khi bắt đầu tiến hành TĐHCPT.

4.3. Lập kế hoạch thực hiện tự động hóa

Khi bắt đầu quá trình TĐHCPT, cần phải lập kế hoạch để chuyển đổi từng bước, từ thực hiện bằng con người sang xử lý bằng máy. Giai đoạn chuyển tiếp có thể kéo dài từ vài tháng đến hàng năm, tùy theo mức độ phức tạp của quá trình.

4.4. Triển khai theo giai đoạn

Tất cả các dự án nên được thực hiện theo từng giai đoạn và sự thành công của mỗi giai đoạn mang lại niềm tin cho chủ doanh nghiệp. Đồng thời, người lao động cũng cần có thời gian để thích ứng với quy trình mới. Trước khi chuyển từ giai đoạn này sang giai đoạn khác, cần có sự phê duyệt của các bên liên quan. Ngoài ra, vấn đề thời gian tạm ngừng sản xuất để chuyển đổi cũng cần được lưu tâm.

4.5. Hoàn thiện và bàn giao

Trước khi hoàn thiện và bàn giao dự án, người thực hiện cần chuẩn bị kỹ chương trình đào tạo, huấn luyện vận hành. Sau đó, các vấn đề phát sinh trong quá trình sản xuất chưa lường trước được cần được hoàn thiện thêm. Các kỹ năng chẩn đoán và xử lý sự cố sẽ được cập nhật và đào tạo liên tục cho cán bộ kỹ thuật và công nhân vận hành dây chuyền tự động.

5. ÁP DỤNG TỰ ĐỘNG HÓA CHI PHÍ THẤP – MỘT NGHIÊN CỨU THỰC TIỄN ĐIỂN HÌNH Ở MỘT CÔNG TY SẢN XUẤT NỘI THẤT

Sau một thời gian dài nghiên cứu cả về 

lý thuyết và thực tiễn, nhóm tác giả đã đưa ra một quy trình tương đối hoàn thiện để áp dụng tự động hóa chi phí thấp cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ ở Việt Nam. Do đó, đầu năm 2022, được sự trợ giúp và tin tưởng của Ban lãnh đạo Công ty cổ phần DHT chuyên sản xuất nội thất với quy mô trên 100 công nhân, dự án đã được triển khai và tiến hành theo các bước sau:

5.1. Xác định lĩnh vực, khu vực nên triển khai TĐHCPT

Công ty cổ phần DHT là một doanh nghiệp hàng đầu có truyền thống lâu năm về sản xuất đồ nội thất tại khu vực các tỉnh miền duyên hải Bắc Bộ. Mặt hàng chủ yếu của công ty là sản xuất đồ nội thất gia đình và công cộng từ ván gỗ công nghiệp gồm hai nhóm hàng chính là hàng hóa tiêu chuẩn với chất liệu, mẫu mã không đổi và hàng hóa theo đơn đặt hàng hoặc theo thiết kế với đa dạng các chất liệu và mẫu mã. Đầu năm 2022, ban giám đốc công ty đã đặt ra nhiệm vụ cho nhóm tác giả như sau:

- Giảm chi phí sản xuất nhưng không làm giảm chất lượng sản phẩm, dịch vụ;
- Rút ngắn thời gian bàn giao hàng;
- Tăng mức độ hài lòng của khách hàng;
- Cải thiện môi trường làm việc cho người lao động;
- Chi phí đầu tư hợp lý và thời gian thu hồi vốn ngắn hơn 1 năm;
- Tăng tính cạnh tranh cho doanh nghiệp.

Sau một thời gian nghiên cứu doanh nghiệp cả về quy trình quản lý và sản xuất, nhóm tác giả đã đề nghị triển khai TĐHCPT

giai đoạn thứ nhất cho công đoạn thiết kế và gia công nhóm sản phẩm theo đơn đặt hàng, với lý do là lĩnh vực này hiện đang rất khan hiếm nhân công trình độ cao và chi phí của công đoạn này chiếm đến gần 50% giá thành của một sản phẩm.

5.2. Lựa chọn mô hình

5.2.1. Cách làm truyền thống của Công ty cổ phần DHT

Về công đoạn thiết kế, theo cách truyền thống luôn tồn tại hai dạng bản vẽ thiết kế cho 1 sản phẩm, đó là:

- Bản vẽ dành cho khách hàng: Gồm bản vẽ 3D dùng để diễn họa và bản vẽ 2D kèm theo kích thước tương đối để phục vụ cho bản vẽ diễn họa;

- Bản vẽ dành cho cán bộ kỹ thuật và công nhân: Thường bản vẽ này là bản vẽ 2D dùng trong nội bộ nhà máy có đầy đủ kết cấu, kích thước, vật liệu để tiến hành sản xuất. Hệ thống bản vẽ này có số lượng rất lớn, đặc biệt với các sản phẩm phức tạp bao gồm hàng trăm chi tiết khác nhau.

Hai dạng bản vẽ nêu trên thường không (hoặc rất ít) liên hệ với nhau, đồng nghĩa với việc người thiết kế phải vẽ hai loại bản vẽ cho 1 sản phẩm với khối lượng công việc rất lớn. Điều này một mặt gây nên lãng phí về thời gian và công sức, đồng thời còn tạo ra tính không nhất quán và gây nên sai sót trong quá trình thiết kế sản phẩm.

Về công đoạn gia công sản phẩm, cán bộ kỹ thuật có trình độ cao căn cứ theo bản vẽ nội bộ sẽ bóc tách các chi tiết để chuyển xuống bộ phận cắt ra phôi, hoàn thiện cạnh, khoan lỗ,

son hoàn thiện. Do tính chất phức tạp và chính xác cao của các chi tiết diễn ra trong nhiều công đoạn phụ với rất nhiều người cùng tham gia nên sai sót là khó tránh khỏi. Nhằm khắc phục sai sót ở các công đoạn, thì mỗi sản phẩm sau khi gia công cần được lắp ráp thử tại nhà máy. Sau đó, công nhân tháo rời ra rồi mới đóng gói để vận chuyển tới khách hàng. Việc này tiêu tốn khá nhiều thời gian, công sức và tiền bạc.

5.2.2. Mô hình áp dụng

Mô hình được nhóm tác giả lựa chọn ở đây là sử dụng CAD (Computer Aided Design) và CNC (Computer Numeric Control) được tích hợp đồng bộ từ công đoạn thiết kế đến gia công sản phẩm, nhằm đạt được các yêu cầu của Ban giám đốc doanh nghiệp.

Các giải pháp tích hợp sản xuất hiện nay trên thị trường đang tồn tại khá nhiều, những mô hình này thường được cung cấp kèm theo các hệ thống sản xuất hiện đại của nhiều hãng chế tạo máy công cụ. Có thể kể ra đây một số hãng nổi tiếng hàng đầu trên thế giới như: Biese, Homag, SCM Group, IMA của châu Âu, hay KDT, Nanxing của Trung Quốc. Những phần mềm này mặc dù tương đối mạnh về CAD và CAM, nhưng nhược điểm lớn là chỉ sử dụng cho các máy của hãng đó và một điều trở ngại rất lớn cho các doanh nghiệp cỡ vừa và nhỏ là chi phí đầu tư rất cao, từ hàng triệu Mỹ kim trở lên [6].

Xuất phát từ tình hình thực tế kể trên, chúng tôi đã đề nghị áp dụng một mô hình tích hợp, chỉ sử dụng các tài nguyên phổ thông và sẵn có (máy móc, con người, phần mềm) nhằm đạt được hiệu quả công việc, nhưng với chi phí thấp nhất có thể và thân thiện với người sử dụng. Cụ thể là:

A. Thiết kế:

- Phần mềm thiết kế 3D: Lựa chọn Sketchup bản Education miễn phí hoặc bản Pro với giá khoảng 1,8 triệu đồng [7]. Bên cạnh giá tương đối hợp lý, thì điều quan trọng hơn là tất cả thiết kế viên của doanh nghiệp đều đã và đang sử dụng rất thành thạo phần mềm này để diễn họa. Điều cần thiết để phục vụ cho dự án là thiết kế viên cần được đào tạo thêm các kiến thức về nhân trắc học, kết cấu, vật liệu, phụ kiện và dung sai. Để tạo nên các lỗ khoan, gia công cho các chi tiết liên kết, các Plugin miễn phí sẵn có như ABF, SFFD, SOFTEN-SMOOTH... được sử dụng.

- Một hệ thống quản lý dữ liệu được xây dựng, để các bộ phận trong công ty chia sẻ tài nguyên trực tuyến (online). Từ đó, các bộ phận có thể kiểm soát được đơn hàng và hỗ trợ nhau kịp thời. Ví dụ sau đây mô tả quá trình thực hiện đơn hàng là một chiếc bàn văn phòng.



Hình 1. Bản 3D vẽ bằng Sketchup và các Plugin cùng các tùy biến

- Qua bộ phận quảng cáo (Marketing), bán hàng (Sale) sẽ làm việc với khách hàng để lập bản concept.

- Thiết kế viên sẽ vẽ bản demo sản phẩm theo concept.

- Bộ phận bán hàng và thiết kế viên sẽ cùng khách hàng chỉnh sửa lần cuối bản vẽ. Tất cả những thay đổi theo yêu cầu của khách hàng được thực hiện chỉ bằng một click chuột. Ngay

khi bản vẽ được hoàn thành, người phụ trách bán hàng sẽ báo giá trực tiếp cho khách hàng qua bảng dự toán chi phí sản xuất chính xác kèm theo bản vẽ 3D như trên Hình 2.

- Ngay sau khi khách hàng đồng ý và ký kết hợp đồng, bộ phận vật tư và kho đã có ngay số liệu vật tư cần thiết để thực hiện đơn hàng. Số liệu này rất chính xác và chi tiết, ví dụ như: cần bao nhiêu tấm gỗ loại nào, bao nhiêu bản lề, ốc vít, tay nắm cửa... Tất cả đều có trên bảng liệt kê như trên Hình 2.

- Những chi tiết này sẽ được sắp xếp một cách tối ưu trên các tấm gỗ có kích thước tiêu chuẩn như trên Hình 2, sao cho tổng hao phí là nhỏ nhất.

- Viết lại trình biên dịch (Post-processor) để chuyển các file dưới dạng vector thành các file G-code tương thích với bộ điều khiển Syntec 6MB, để gia công trên máy CNC như trên Hình 3 (là một trích đoạn file G-Code).

- Trước khi gia công cắt trên máy CNC, chương trình được mô phỏng trước trên máy tính để phát hiện các sai sót nếu có như trên Hình 4.

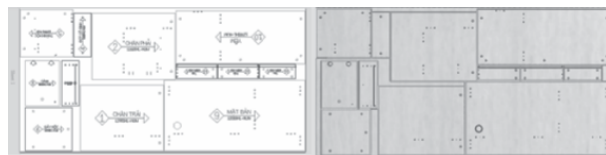
STT	Mô tả chi tiết	Đơn vị	Số lượng	Đơn vị tính	Đơn vị tính
1	Loại gỗ: Gỗ công nghiệp	m ²	10	m ²	10,000.00
2	Loại gỗ: Gỗ công nghiệp	m ²	10	m ²	10,000.00
3	Loại gỗ: Gỗ công nghiệp	m ²	10	m ²	10,000.00
4	Loại gỗ: Gỗ công nghiệp	m ²	10	m ²	10,000.00
5	Loại gỗ: Gỗ công nghiệp	m ²	10	m ²	10,000.00
6	Loại gỗ: Gỗ công nghiệp	m ²	10	m ²	10,000.00
7	Loại gỗ: Gỗ công nghiệp	m ²	10	m ²	10,000.00
8	Loại gỗ: Gỗ công nghiệp	m ²	10	m ²	10,000.00
9	Loại gỗ: Gỗ công nghiệp	m ²	10	m ²	10,000.00
10	Loại gỗ: Gỗ công nghiệp	m ²	10	m ²	10,000.00

Hình 2. Bảng vật tư, phụ kiện tiêu hao và sắp xếp tối ưu các chi tiết trên tấm gỗ

```

1 BAN 1200 1 TAM NUM.nc - Notepad
File Edit Format View Help
N1M06
N2G91G28Z0M5
N3G90G40G49
N4G04X1.0
N5T2
N6G90G54
N7G00X0.000Y0.000
N8G43Z10.000H2
    
```

Hình 3. Ví dụ một đoạn G-code gia công tấm gỗ



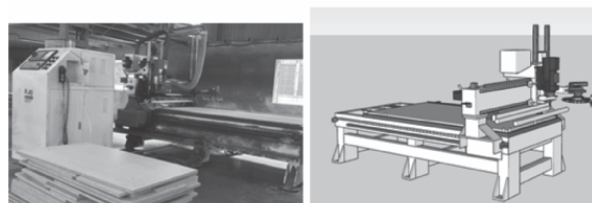
Hình 4. Mô phỏng quá trình gia công trên máy CNC

B. Gia công:

Máy gia công CNC được đề nghị sử dụng là các máy CNC phổ dụng có trang bị bàn hút chân không. Lúc đó, nhà máy đã có sẵn một máy CNC-12 dao thay tự động mà trước đây chỉ dùng để điều khắc các họa tiết trang trí nhỏ được tái sử dụng, kèm theo một số hoàn cải cho phù hợp như:

- Trang bị thêm bàn hút với máy hút chân không vòng nước công suất 7,5 (Kw);

- Lắp đặt thêm cơ cấu xấp tấm gỗ tự động, hoạt động bằng khí nén – điện;



Hình 5. Máy CNC hoàn cải: Bàn thiết kế và thực hiện

- Lắp đặt thêm cơ cấu hút bụi và thổi sạch mặt bàn tự động;

- Lắp đặt thêm cơ cấu đẩy phôi và gắp tấm tự động;

- Thay đổi/viết lại chương trình của bộ điều khiển Syntec 6MB [8] để phù hợp với quy trình gia công mới, kết hợp thêm nhiều thao tác tự động.

Tất cả những hoán cải với máy CNC được thiết kế và thi công trong thời gian 30 ngày như trên Hình 5, mà không làm gián đoạn quá trình sản xuất, với chi phí rất thấp khoảng 50 triệu đồng, do tận dụng tối đa các tài nguyên sẵn có hoặc sử dụng các trang thiết bị tiêu chuẩn trên thị trường.

5.3. Huấn luyện và đào tạo

Nhóm tác giả đã biên soạn tài liệu và tổ chức những buổi huấn luyện, đào tạo cho các cán bộ kỹ thuật, công nhân của những bộ phận liên quan trong quá trình thực hiện dự án. Do vậy, ngay sau khi bàn giao và đưa vào sản xuất chính thức, tất cả các bộ phận đã thích ứng rất nhanh và làm chủ được toàn bộ quy trình sản xuất mới.

5.4. Kết quả đạt được và bài học kinh nghiệm

Sau thời gian khoảng 3 tháng triển khai tích cực, dự án được hoàn thành, nghiệm thu và bàn giao cuối năm 2022. Sau 1 năm vận hành, ban lãnh đạo nhà máy đã có tổng kết và đánh giá rất tốt về kết quả đã đạt được của dự án vào cuối năm 2023. Tất cả các yêu cầu đề ra đều được thực hiện, một số chỉ tiêu vượt ngoài mong đợi như: thời gian hoàn vốn ngắn hơn rất nhiều, chỉ hết tầm 3 tháng và chất lượng sản phẩm tốt hơn đáng kể so với trước. Đây cũng là một động lực lớn cho nhóm tác giả triển khai tiếp giai đoạn 2 tại công ty DHT, cũng như sẽ thực hiện nhiều dự án mới lớn hơn cho các công ty cỡ vừa và nhỏ trong thời gian tới.

6. KẾT LUẬN

Sau khi nghiên cứu, tìm hiểu rất nhiều chủ doanh nghiệp vừa và nhỏ bằng các nguồn tài liệu và qua phỏng vấn trực tiếp, với một câu

hỏi là: Doanh nghiệp vừa và nhỏ cần gì? Chúng tôi đã nhận được một câu trả lời rất giản đơn, đó là: Họ cần có khách hàng, cần lợi nhuận. Điều khó khăn nhất với họ là phải cạnh tranh sòng phẳng với các doanh nghiệp lớn, trong khi tiềm lực tài chính của họ rất hạn hẹp. Đây là lời giải cho bài toán khó này?

Các hệ thống TĐHCPT đã và đang được triển khai rất rộng rãi ở nhiều nơi, cả các nước phát triển và đang phát triển, và đã thu được các kết quả rất đáng khích lệ. Có thể nói TĐHCPT là một thể võ hiểm giúp các doanh nghiệp vừa và nhỏ chiến thắng trong cuộc chiến không cân sức với các gã khổng lồ.

Vấn đề tự động hóa cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ ở Việt Nam càng trở lên quan trọng vì theo số liệu thống kê vào năm 2017, số doanh nghiệp vừa và nhỏ chiếm tới 98,41 (%) trong tổng số doanh nghiệp đăng ký hoạt động [1]. Những doanh nghiệp này góp mặt trong tất cả các lĩnh vực và trải dài từ Bắc tới Nam. Do đó, nếu như có các giải pháp công nghệ hiệu quả để thúc đẩy sự phát triển của lực lượng sản xuất này, thì đây thực sự là động lực mới của đất nước trong công cuộc phát triển và hội nhập sâu rộng hiện nay.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số DT23-24-18. Tác giả xin cảm ơn Trường Đại học Hàng hải Việt Nam đã hỗ trợ cho nghiên cứu này. ❖

Ngày nhận bài: 20/4/2024

Ngày phản biện: 25/4/2024



Tài liệu tham khảo:

- [1]. <https://www.gso.gov.vn/Default.aspx?tabid=382&idmid=&ItemID=18945>
- [2]. NgP. Kopacek, *Advanced “low-cost” automation for small sized industries*, IFAC 11th. Triennial World. Congress, Tallinn, Estonia, USSR, 1990.
- [3]. http://www.ircc.iitb.ac.in/IRCC-Webpage/PDF/update/archives/sept_2002/focus-sharm.html
- [4]. Sameer S. Gajmal, Sudhir.G Bhatwadekar, *Low Cost Automation(LCA): A Case Study International Journal of Advanced Engineering and GlobalTechnology*, Vol-2, Issue-12, December 2014,
- [5]. Yiran Luo, Wei Xu, *Optimization of Panel Furniture Plates Rework Based on Intelligent Manufacturing*, bioresources.com, 2023.
- [6]. <https://www.marketresearchintellect.com/product/panel-furniture-equipment-market-size-and-forecast/>
- [7]. <https://www.sketchup.com/en/plans-and-pricing/sketchup-pro>
- [8]. <https://syntecvietnam.com/san-pham/6mb/>