

PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ CỦA LẮP RÁP MÔ-ĐUN TRONG SẢN XUẤT Ô TÔ

ANALYSIS OF EFFECTIVE OF ASSEMBLY MODULE IN AUTOMOTIVE PRODUCTION

Nguyễn Thanh Quang*,
Nguyễn Thế Anh, Phạm Việt Thành

TÓM TẮT

Phần lớn những thay đổi phát triển của ngành công nghiệp ô tô là có liên quan đến cải tiến sản phẩm và công nghệ sản xuất. Trong những năm gần đây, mô hình tích hợp sử dụng các mô-đun trong thiết kế và sản xuất trên cơ sở các tiêu chuẩn đã được áp dụng vào sản xuất xe ô tô và các bộ phận của nó được gọi là lắp ráp mô-đun. Bài báo phân tích các yếu tố chính của việc áp dụng lắp ráp mô-đun thùng xe tải, thực hiện tại Công ty Cơ khí Chu Lai Trường Hải. Kết quả cho thấy hiệu quả cao của việc áp dụng mô-đun hóa trong lắp ráp ô tô, phụ thuộc vào hai yếu tố là mức độ mô-đun hóa các cụm chi tiết và sử dụng tiêu chuẩn trong lắp ráp.

Từ khóa: Mô-đun thùng xe tải nhẹ; Mô-đun hóa; Hiệu suất dây chuyền lắp ráp.

ABSTRACT

The majority of the automotive industry's progress is related to product and technology improvement. In recent years, the integrated model uses standardized modules applied to the production of vehicles and its parts are called modular assembly. The paper analyzes the key elements of the application of the truck roof modular assembly implemented at Chu Lai Truong Hai Mechanical Company. The results show the high efficiency of applying modularization principles into automobile assembly. The two key factors are the level of modularization of the assemblies and the use of standards in assembly.

Keywords: Modular Platforms of Light Truck; Modularity; Efficiency of Assembling Line.

Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: nguyenthanhquang@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 20/01/2020

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 02/6/2020

Ngày chấp nhận đăng: 18/8/2020

1. GIỚI THIỆU

Modularity (mô-đun hóa) là một chiến lược được áp dụng bởi nhiều lĩnh vực công nghiệp, trong phát triển sản phẩm hoặc trong cấu hình sản xuất. Các yếu tố chính của mô-đun trong thiết kế và sản xuất, tìm cách đưa ra một đề xuất nhằm đánh giá và so sánh mức độ của mô-đun cụ thể trong bối cảnh ngành công nghiệp ô tô nói chung.

Lắp ráp mô-đun giảm được chi phí sản xuất do giảm được thời gian lắp ráp, giảm nhân công và tiết kiệm được

nguyên vật liệu. Thống kê đối với hệ thống lái khi lắp ráp thông thường và lắp ráp mô-đun như trong bảng 1 [1].

Bảng 1. So sánh giá thành lắp ráp hệ thống lái khi lắp ráp thông thường với lắp ráp mô-đun

	Lắp ráp thông thường	Lắp ráp mô-đun	Ghi chú
Số lượng chi tiết	104	9	
Thời gian lắp ráp (phút)	22,4	3,3	
Khối lượng (Kg)	63	56	
Chi phí vật liệu (%)	100	66	Giảm 34 %
Giá thành hệ thống lái (%)	100	81	Giảm 19 %

Một sản phẩm được coi là lắp ráp mô-đun khi được lắp ráp ngay từ ít nhất hai kết cấu (hoặc cụm tổng thành) trở lên. Việc xác định sự tương tác giữa các kết cấu đó chưa cần xác định rõ ràng trước vì nó rất khó xác định do còn có việc thay đổi một thành phần trong đó theo yêu cầu thiết kế sản phẩm mới.

2. ĐỊNH NGHĨA MÔ-ĐUN

Để xác định một mô-đun xuất phát từ quan điểm thiết kế, cần phải phân tách sản phẩm thành các chi tiết (CKD)/cụm chi tiết (SKD). Do cấu trúc của sản phẩm (xe) về cơ bản là cố định (ngoại trừ yêu cầu khác biệt của từng thiết kế hoặc công ty) nên đặc điểm sản phẩm chỉ có thể thay đổi trong giới hạn chức năng của các yếu tố cấu thành các mô-đun. Vì vậy, việc thay thế các mô-đun cần được xác định trước và đòi hỏi mô-đun sau có cùng chức năng với mô-đun trước và đảm bảo được tính thay thế lẫn nhau của các mô-đun. Các mô-đun chính trong các tài liệu liên quan đến ngành công nghiệp ô tô như trong bảng 2 [2].

Bảng 2. Các kiểu mô-đun điển hình trên ô tô

TT	Tên mô-đun	TT	Tên Mô-đun	TT	Tên Mô-đun
1	Brake systems/ Hệ thống phanh	11	Door panel/ Ốp cánh cửa	21	Rear suspension/ Hệ thống treo sau
2	Bumpers/ Bộ cản trước sau	12	Front axle/ Cầu trước	22	Road wheels/ Bánh xe
3	Car body/ Thân xe	13	Front end/ Các đặng trước	23	Roof/ Trần
4	Car carpet/ Bộ thảm	14	Front suspension/ Hệ thống treo trước	24	Seats/ Ghế

5	Cooling system/ Hệ thống làm mát	15	Fuel tank/ Thùng nhiên liệu	25	Steering system/ Hệ thống lái
6	Engines/ Động cơ	16	Internal finishing/ Nội thất	26	Sun roof/ Cửa trời
7	Electrical wires/ Dây điện	17	Lightning system/ Hệ thống chiếu sáng	27	Transmission/ Hộp số
8	Exhausting/ Hệ thống ống xả	18	Pedals/ Cùm bàn đạp	28	Tires/ Lốp
9	Dashboard/ Bảng táp lô	19	Rear axle/ Cầu sau	29	Window glasses/ Kính cửa
10	Doors/ Cánh cửa	20	Rear end/ Các đăng sau	30	Wheel column/ Cột lái

Căn cứ vào mức độ sản xuất của đơn vị, từ đó người ta phân loại tất cả các yếu tố trong thiết kế mô-đun và trong sản xuất mô-đun theo mô hình gọi là “Ma trận phân loại mức độ mô-đun”. Năm yếu tố khái niệm chính của mô-đun hóa trong thiết kế và bốn yếu tố của sản xuất mô-đun được đưa ra và lựa chọn áp dụng trong đơn vị sản xuất. Kết quả đã đưa ra một ma trận phân loại để phân tích mức độ mô-đun hóa của sản xuất (với cụm chi tiết cụ thể là thùng xe tải). Bốn yếu tố của sản xuất mô-đun gồm: Sản xuất mô-đun và thiết kế tích hợp; Sản xuất thông thường và thiết kế tích hợp; Sản xuất mô-đun và thiết kế mô-đun; Sản xuất thông thường và thiết kế mô-đun.

3. MỐI QUAN HỆ GIỮA CÁC MÔ-ĐUN

Mối quan hệ giữa các mô-đun là sự tương tác khó xác định, phụ thuộc vào yêu cầu của sản phẩm, ví dụ về đặc điểm khai thác sử dụng, trình độ công nghệ của cơ sở lắp ráp, giá thành sản phẩm,... Vì vậy, đây là yếu tố phụ thuộc vào điều kiện chiến lược phát triển sản phẩm của từng đơn vị và sẽ được xem xét độc lập trong những dự án cụ thể. Thông thường có hai phương thức phát triển sản phẩm trong một dự án: Phương thức thứ nhất là tập trung dưới trách nhiệm của một người quản lý, việc phối hợp được thực hiện bằng cách tuân theo hệ thống phân cấp trong nội bộ; Phương thức thứ hai là sự hoạt động phụ thuộc vào một tổ chức và chuỗi các nhà cung cấp. Phương thức thứ nhất giữ được bí quyết công nghệ, còn phương thức thứ hai dễ bị lộ bí mật công nghệ. Xuất phát từ các phương thức này, các tiêu chuẩn của mô-đun được hình thành, đó là các tiêu chuẩn của chi tiết, cụm chi tiết, tiêu chuẩn về mối quan hệ giữa các mô-đun. Có những tiêu chuẩn được thực hiện trong nội bộ đơn vị, có những tiêu chuẩn được gửi đi các nhà cung cấp bên ngoài để hình thành và phát triển chuỗi nhà cung cấp.

4. HIỆU SUẤT CỦA DÂY CHUYỀN LẮP RÁP MÔ-ĐUN

Một số dây chuyền lắp ráp cơ bản gồm: Dây chuyền lắp ráp kiểu thô sơ, dây chuyền lắp ráp kiểu dòng chảy (lắp ráp truyền thống) và dây chuyền lắp ráp tự động (trên đó có băng tải Conveyor).

Hiệu suất của dây chuyền lắp ráp được tính thông qua các chỉ tiêu OEE (Overall Equipment Effectiveness) được xác định bằng công thức (1) [3,4].

$$OEE = (A) \times (P) \times (Q) \tag{1}$$

Trong đó: (A) là tỷ số giữa thời gian chạy của dây chuyền và tổng thời gian vận hành dây chuyền, (P) là tổng thời gian tính toán và thời gian mục tiêu đưa ra, (Q) là chỉ số chất lượng (Q).

Trong dây chuyền lắp ráp mô-đun được thực hiện bởi số lượng công nhân là ít nhất và chuyên nghiệp. Các mô-đun đã được chuẩn bị sẵn sẽ được cung cấp cho dây chuyền theo kế hoạch. Khi lắp ráp hoàn thành sẽ có một công việc cần thực hiện để điều chỉnh thứ tự của mô-đun. Các chỉ số trong dây chuyền lắp ráp mô-đun được giới thiệu tính toán dưới đây.

Hiệu suất của dây chuyền lắp ráp mô-đun được tính bởi công thức (2) [5].

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^k TW_i}{K \times TC} \times 100\% \tag{2}$$

Trong đó: LE là hiệu suất của dây chuyền, TW_i là tổng thời gian làm việc tại vị trí thứ i, K là số vị trí làm việc trên dây chuyền, TC là chu kỳ thời gian hoạt động của dây chuyền. Như vậy, khi giảm thời gian chu kỳ sẽ có được giá trị lớn hơn về hiệu quả của dây chuyền, có nghĩa là dây chuyền lắp ráp có thể tạo ra nhiều sản phẩm hơn.

Tại vị trí thứ i của dây chuyền, tổng thời gian làm việc dài nhất được xác định bởi công thức (3).

$$TW_{im} = TA_{im} + TP_{im} + TH_{im} \tag{3}$$

Các thông số trong vế phải của phương trình (3) tùy thuộc vào kiểu dây chuyền.

Lắp ráp trên dây chuyền tự động: TA_{im} là thời gian dừng của mô-đun m tại vị trí thứ i trên dây chuyền, TP_{im} là thời gian lựa chọn mô-đun, TH_{im} là thời gian cần cho hoạt động của cánh tay và được tính bởi công thức (4), (5) và (6).

$$TA_{im} = \sum_{j=1}^k (w_{ij} u_{ij}) \tag{4}$$

$$TP_{im} = \sum_{j=1}^k (p_{ij} u_{ij}) \tag{5}$$

$$TH_{im} = \frac{L}{n \times v_c} \tag{6}$$

Trong đó:

- i: Số vị trí làm việc trên dây chuyền ($i = 1, 2, \dots, n$)
- m: Số mô-đun ($m = 1, 2, \dots, s$)
- j: Số tổng thành còn lại (thành phần) ($j = 1, 2, \dots, k$)
- w_{ij} : Thời gian lắp ráp thành phần j tại vị trí i (phút)
- p_{ij} : Thời gian tay vận hành để lắp thành phần thứ j tại vị trí i (phút)
- u_{ij} : Hệ số sử dụng thành phần j (cho mô-đun m)
- r_{ij} : Tỷ số giữa số lượng mô-đun và số lượng thành phần
- L: Chiều dài của dây chuyền (mét)
- v_c : Tốc độ trung bình của dây chuyền (m/phút).

Thay vào công thức (3) ta được công thức (7) là chu kỳ thời gian hoàn thành của mô-đun m tại vị trí i trên dây chuyền lắp ráp tự động.

$$TW = TW_{im} = \sum_{j=1}^k (w_{ij} + p_{ij}) u_{ij} + \frac{L}{n \times v_c} \tag{7}$$

Lắp ráp truyền thống: Vị trí i sẽ không được xác định rõ nên các giá trị này sẽ được tính bởi các công thức (8), (9) và (10).

$$TA_m = \sum_{j=1}^k w_j u_j \tag{8}$$

$$TP_m = \sum_{j=1}^k p_j u_j + \frac{2d}{v_w} \tag{9}$$

$$TH_m = t_s \tag{10}$$

Trong đó:

d: Khoảng cách trung bình từ điểm lấy chi tiết đến vị trí lắp ráp (mét)

v_w: Tốc độ di chuyển của người công nhân (m/phút)

t_s: Thời gian cho mỗi mô-đun.

Thay vào công thức (3) ta được công thức (11) là chu kỳ thời gian hoàn thành của mô-đun m tại vị trí i.

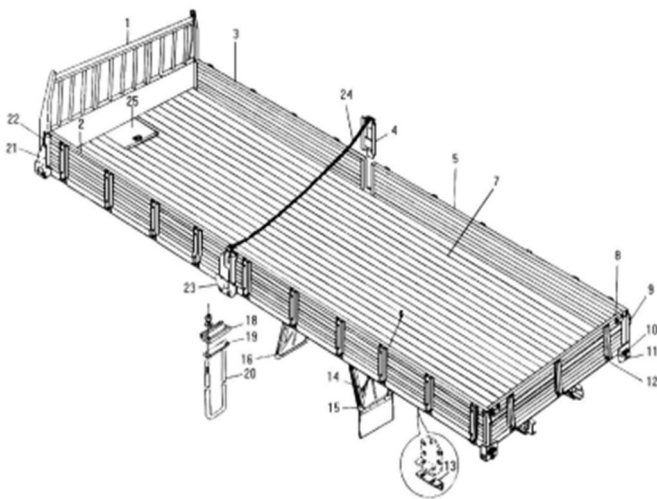
$$TW = TW_m = \sum_{j=1}^k (w_j + p_j) u_j + \frac{2d}{v_w} \tag{11}$$

Như vậy tổng thời gian làm việc trung bình để sản xuất mô-đun ta có được tại công thức (12) đối với dây chuyền tự động và công thức (13) đối với dây chuyền truyền thống.

$$TW_{(TD)} = \sum_{m=1}^s \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (w_{ij} + p_{ij}) u_{ij} r_{ij} + \frac{L}{v_c} \tag{12}$$

$$TW_{(TC)} = \sum_{m=1}^s \sum_{j=1}^k (w_j + p_j) u_j r_j + \frac{d}{v_w} \tag{13}$$

5. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ BÀN LUẬN



Hình 1. Thùng chở hàng xe tải

Thùng chở hàng lắp trên xe tải tổng số có 463 chi tiết và được phân thành 10 nhóm cụm khác nhau. Về cơ bản, thùng chở hàng lắp trên các loại xe tải có cấu tạo giống nhau, bao gồm cụm thành trước, thành sau, hai thành bên, cụm sàn và các chi tiết phụ khác trong đó có cụm bạt che cùng khung xương đỡ bạt. Hình vẽ thùng chở hàng nêu trong hình 1 [6].

Tính hiệu suất dây chuyền lắp ráp thùng xe mẫu trong các trường hợp lắp ráp mô-đun trên dây chuyền tự động và trên dây chuyền truyền thống. Các nhóm chi tiết của thùng nêu trong bảng 3.

Bảng 3. Phân chia các nhóm chi tiết thùng chở hàng xe tải

TT	Tên cụm chi tiết	Số lượng cụm chi tiết	Số lượng chi tiết trong cụm
1	Khung chắn trước	1	27
2	Tấm thành trước trái	1	32
3	Tấm thành trước phải	1	32
4	Cột giữa thành phải, trái	2	16*2
5	Tấm thành sau phải	1	39
6	Tấm thành sau trái	1	39
7	Tấm sàn	1	22
8	Tấm thành sau	1	28
9	Cột góc sau phải, trái	2	19*2
10	Các chi tiết khác	54	174
	Tổng cộng		463

Các thông số tính toán được lựa chọn cho sản lượng lắp ráp thùng xe là 70 thùng/ngày nêu trong bảng 4.

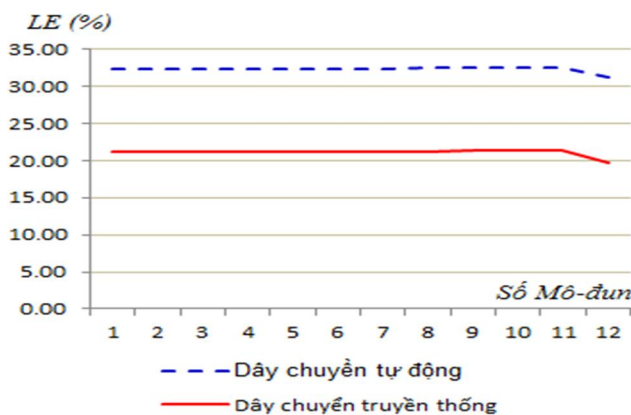
Bảng 4. Các thông số tính toán trên dây chuyền lắp ráp thùng chở hàng xe tải

Ký hiệu	Tên thông số	Giá trị		
		Dây chuyền thô sơ (TS)	Dây chuyền tự động (TĐ)	Dây chuyền truyền thống (TT)
i	Số vị trí làm việc trên dây chuyền (i = 1, 2, ..., n)	36	12	16
m	Số mô-đun (m = 1, 2, ..., s)	289	11	21
j	Số tổng thành còn lại (thành phần) (j = 1, 2, ..., k)	174	2	10
w _{ij}	Thời gian lắp ráp thành phần j tại vị trí i (phút)	35	10	16
p _{ij}	Thời gian tay vận hành để lắp thành phần thứ j tại vị trí i (phút)	7	2	4
u _{ij}	Hệ số sử dụng thành phần j (cho mô-đun m)	N/A	0,18	0,48
r _{ij}	Tỷ số giữa số lượng mô-đun và số lượng thành phần	N/A	11	21
L	Chiều dài của dây chuyền (mét) - (giả thiết)	100	45	60
v _c	Tốc độ trung bình của dây chuyền (m/phút)	N/A	30	N/A
d	Khoảng cách trung bình từ điểm lấy chi tiết đến vị trí lắp ráp (mét)	N/A	2	6
v _w	Tốc độ di chuyển của người công nhân (m/phút)	N/A	N/A	50
t _s	Thời gian cho mỗi mô-đun	N/A	0,2	2

Kết quả tính toán hiệu suất của dây chuyền phụ thuộc vào kiểu cung cấp chi tiết phụ tùng, số mô-đun thùng xe. Kết quả tính toán nêu trong bảng 5.

Bảng 5. Kết quả tính toán hiệu suất của dây chuyền lắp ráp mô-đun thùng xe

STT	Tên mô-đun	Hiệu suất của dây chuyền (%)	
		Dây chuyền tự động	Dây chuyền truyền thống
1	Khung chắn trước	32,31	21,1
2	Tấm thành trước trái	32,32	21,2
3	Tấm thành trước phải	32,36	21,1
4	Cột giữa thành phải	32,38	21,2
5	Cột giữa thành trái	32,4	21,2
6	Tấm thành sau phải	32,45	21,23
7	Tấm thành sau trái	32,45	21,23
8	Tấm sàn	32,48	21,27
9	Tấm thành sau	32,48	21,29
10	Cột góc sau phải	32,49	21,3
11	Cột góc sau trái	32,49	21,3
12	Các chi tiết rời	31,3	19,7



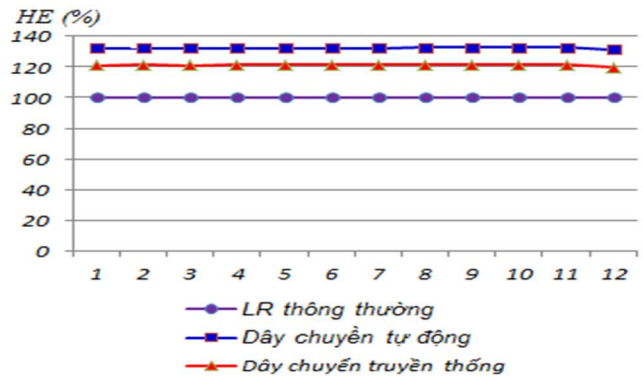
Hình 2. Kết quả so sánh hiệu suất (Efficiency) của hai dây chuyền lắp ráp mô-đun thùng xe tải

Trên dây chuyền lắp ráp thô sơ, hiệu suất được tính theo công thức (1). So sánh hai dây chuyền lắp ráp mô-đun trên đồ thị hình 2 ta nhận được kết quả là khi lắp ráp mô-đun, sử dụng dây chuyền tự động sẽ có hiệu suất cao hơn đến 35% so với lắp ráp mô-đun trên dây chuyền truyền thống.

Lý do có sự chênh lệch này là trên dây chuyền truyền thống có nhiều quy trình hơn, phải chi phí thêm thời gian (ts) do có sự đi lại của người công nhân (vw) để nhận mô-đun và các linh kiện về vị trí lắp ráp. Trong dây chuyền lắp ráp truyền thống sẽ cần bố trí nhiều hơn các trạm để mô-đun, linh kiện và trang bị dụng cụ nên sẽ ảnh hưởng đến "độ mịn" của dây chuyền. Lý do thứ ba là do các mô-đun thùng xe được cung cấp và tiếp nhận bởi hai cách khác nhau.

Hiệu quả (Effectiveness) lắp ráp (HE%) của các dây chuyền được sử dụng phép so sánh giữa kết quả đạt được

với mục tiêu đã đặt ra (có thể là số lượng, về chỉ tiêu thời gian hay về chi phí tài chính) ta có thể thấy rằng khi lắp ráp mô-đun hiệu quả tăng lên. Trên hình 3 trình bày kết quả tính toán cụ thể trên dây chuyền lắp ráp truyền thống hiệu quả tăng lên 20% và trên dây chuyền lắp ráp tự động hiệu quả tăng lên trên 30% so với lắp ráp thông thường, đây là mức tăng tối thiểu do trong tính toán có một số thông số được lấy chung nhau cho cả ba loại dây chuyền lắp ráp. Thực tế khi lắp ráp mô-đun trên dây chuyền tự động có thể tăng hiệu quả lên đến 100% khi sử dụng các mô-đun được tiêu chuẩn hóa.



Hình 3. Kết quả so sánh hiệu quả của các dây chuyền lắp thùng xe tải

6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Thị trường ô tô đã chuyển từ thị trường người bán sang thị trường người mua, các nhà sản xuất ô tô là toàn cầu. Các sản phẩm cần có sự tùy biến cao. Sản xuất trên dây chuyền lắp ráp thô sơ hoặc truyền thống sẽ không còn phù hợp nữa và đòi hỏi thay thế bằng dây chuyền lắp ráp sản phẩm hỗn hợp, vì vậy lắp ráp mô-đun được phát triển để thay thế là phù hợp.

Lắp ráp mô-đun được phát triển thay thế cho dây chuyền lắp ráp thông thường do có những đặc điểm nổi bật là: (1) Có thể bố trí thành các trạm lắp ráp mô-đun độc lập. Các trạm độc lập chỉ bị ảnh hưởng bởi các sản phẩm được lắp ráp, không phụ thuộc vào hệ thống vận chuyển cố định hoặc thời gian chung cho dây chuyền. (2) Sử dụng phương tiện tự động có điều khiển (AGV - Automated Guided Vehicles) trong vận chuyển mô-đun. Giảm nhân công vận chuyển và tăng năng suất lắp ráp. (3) Dây chuyền lắp ráp mô-đun có thể di chuyển nhờ các trạm lắp ráp.

Một nghiên cứu đã được công bố về lựa chọn thay thế cho dây chuyền sản xuất lắp ráp trong ngành công nghiệp ô tô "Alternatives to assembly line production in the automotive industry" [6], đã đề xuất chín nguyên tắc sau đây: (1) Xác định thứ tự lắp ráp, (2) Phân công thông minh các trạm lắp ráp, (3) Xác định thời gian lắp ráp và chu kỳ lắp ráp, (4) Phản ứng linh hoạt trước các đột biến từ nhà cung cấp, (5) Phản ứng linh hoạt với các đột biến từ sản phẩm, (6) Thích nghi với những thay đổi, (7) Vận chuyển tích hợp ô tô và linh kiện bằng AGV, (8) Tích hợp linh hoạt các vòng kiểm soát chất lượng, (9) Thích nghi với nhiều công nhân lắp ráp. Vì vậy cần vận dụng linh hoạt chín nguyên tắc trên khi áp dụng trong thực tiễn.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu cảm ơn Công ty Cơ khí Chu Lai Trường Hải đã tạo điều kiện và giúp đỡ các tác giả thực hiện và hoàn thành bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Sean P. McAlinden, Brett C. Smith, Bernard F. Swiecki, 1999. *The Future of Modular Automotive Systems: Where are the Economic Efficiencies in the Modular-Assembly Concept*. UMTRI Report No. 2000-24-1, Michigan Automotive Partnership Research Memorandum No. 1
- [2]. Fabrício Eduardo Henriques, Paulo Augusto Cauchick Migue, 2017. *Use of product and production modularity in the automotive industry: a comparative analysis of vehicles developed with the involvement of Brazilian engineering centers*. Gest. Prod., São Carlos, v.24, n.1, p.161-177, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X341-15>
- [3]. Zineb Aman, Latifa Ezzine, Jamal Fattah, Abdeslam Lachhab, 2017. *Improving efficiency of a production line by Using Overall Equipment Effectiveness: A case study*. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Rabat, Morocco, April 11-13, 2017
- [4]. S.K. Subramaniam, S.H. Husin, Y. Yusop, A.H. Hamidon, H.E. Moussami, 2009. *Machine efficiency and man power utilization on production lines*. Proceedings of the 8th WSEAS Int. Conf. on Electronics, hardware, wireless and optical communications.
- [5]. Kezia Amanda Kurniadi, Emre Islamoglu, Kwangyeol Ryu, 2012. *Performance Comparison of Two Assembly Line Concepts: Conveyor Line and Box Assembly Line*. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering Vol:6, No:2.
- [6]. Nguyễn Thanh Quang và các tác giả, 2009. *Sổ tay linh kiện phụ tùng xe ô tô tải thông dụng*. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, ISBN: 978-604-67-0915-2.

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Thanh Quang, Nguyen The Anh, Pham Viet Thanh

Faculty of Automobile Technology, Hanoi University of Industry