

**Bảng 4. Lượng dầu tiêu thụ và dầu thừa**

	Suất tiêu thụ	Suất tiêu thụ	Dầu thừa
Unit	lít/ngày	g/kW.h	lít/ngày
Atlas system	300	1,9	65
Alpha system	170	1,1	27

- Nhóm các chi tiết liên quan đến buồng đốt:

Khoang gió quét sạch, lượng dầu cặn trong khoang giảm đáng kể. Khi động cơ hoạt động, kiểm tra màu khói xác nhận: sáng đẹp. Buồng đốt sạch, ít muội carbon bám.

## 6. Kết luận

Bài báo đưa ra cơ sở khoa học, các yêu cầu kỹ thuật khi thực hiện hoán cải hệ thống bôi trơn xi lanh đảm bảo cho máy chính hoạt động an toàn, tin cậy và tiết kiệm dầu bôi trơn xi lanh. So với hệ thống cơ khí hãng Atlas, khi sử dụng hệ thống bôi trơn xi lanh điều khiển điện tử hãng Alpha: tiêu thụ dầu xi lanh giảm khoảng 43%; lượng dầu thừa bị gạt xuống khoang gió quét giảm khoảng 58%; khoang gió quét sạch; không phát hiện dấu hiệu mài mòn bất thường. Thành công của việc hoán cải giúp VIPCO thêm kinh nghiệm thực hiện việc nghiên cứu hoán cải hoặc thiết kế mới có tính chất phức tạp hơn đối với hệ thống bôi trơn xi lanh máy chính lắp đặt trên các tàu khác thuộc đội tàu công ty (ví dụ tàu Petrolimex 10).

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đề tài Thạc sỹ, “Nghiên cứu thiết kế hệ thống bôi trơn điện tử sơ mi xi lanh động cơ diesel tàu thủy”, Vũ Đình Hiền, 2014.
- [2] Leif Eriksen (2003), *Developments in Cylinder liner lubrication*, The Information Conference on ‘Recent Developments in Marine Engineering Operations’, 23/5/2003, Denmark.
- [3] P. Modi; D.C. Gosai; Dr. K.N. Mistry (2014), *Friction between Piston Ring and Liner In IC Engine*, IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development. Vol. 2, ISSN (online): 2321-0613.
- [4] *Alpha - lub. System operation manual MC engine (2010)*, Man Diesel.

**Người phản biện: TS. Trương Văn Đạo; PGS.TS. Phạm Hữu Tân**

## NHẬN DẠNG LOẠI ĐẤT CHO HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN MÁY ĐÀO IDENTIFYING THE SOIL TYPE FOR EXCAVATOR CONTROL SYSTEM

**TS. LÊ ANH TUẤN**

*Khoa Cơ khí, Trường ĐHHH Việt Nam*

### Tóm tắt

Ứng với mỗi loại đất khác nhau, năng lượng hao tán khi cắt đất là khác nhau. Dựa trên nhận xét này, bài báo phát triển một thuật toán nhận dạng loại đất cho máy đào trên mô hình thực nghiệm. Năng lượng hao tán được xác định bằng cách tích phân số lực tác động lên đất dọc theo chiều chuyển động của gầu. Phân tích cho thấy quan hệ giữa năng lượng hao tán và chuyển vị biểu diễn bằng một đường cong cố định và không phụ thuộc vào độ lớn lực tác dụng. Từ đây, có thể xây dựng được bảng đồ năng lượng ứng với nhiều loại đất khác nhau.

### Abstract

Corresponding to various types of soil, the energies dissipated during excavating process are distinct. Based on this principle, the recent study develops an algorithm for identifying the soil type and applies it for an experimental model. The dissipated energies are determined by numerically integrating the force of bucket along its moving direction. The result shows that the relationship between dissipated energy and displacement is represented by a unique curve, and is independent of magnitude of applied force. The energy maps are also constructed for various soil types.

**Key words:** Dissipated energy, excavator, identification.

## 1. Giới thiệu chung

Máy đào một gầu (hình 1) là máy làm đất hoạt động theo chu kỳ. Một chu kỳ làm việc của máy gồm nhiều thao tác: Cắt đất, múc đất, xoay toa quay, đổ đất. Thông tin về loại đất và tính chất của đất cần cung cấp hệ thống điều khiển để có được chiến lược điều khiển tối ưu. Thông thường, người lái máy phán đoán loại đất ở khu vực thi công. Từ đó, điều khiển máy một cách cảm tính và chủ yếu dựa vào kinh nghiệm [1-2]. Khi thiết kế hệ thống điều khiển máy đào, hệ thống phải nhận dạng được loại đất, lúc đó mới đưa ra được thuật toán điều khiển hợp lý. Cho đến nay, các kỹ thuật dự báo tương tác động lực giữa đất và gầu, dự báo tính chất của đất chưa được nghiên cứu mở rộng [3]. Công trình này giải quyết bài toán nhận dạng loại đất trên mô thực nghiệm. Nguyên tắc nhận dạng dựa trên thực nghiệm đo các thành phần năng lượng hao tán trong quá trình cắt đất ứng với các chiều sâu cắt khác nhau. Năng lượng hao tán được tính toán dựa trên các dữ liệu đo được từ các cảm biến. Đầu tiên đo chuyển vị của gầu từ đó xác định được vận tốc và đồng thời tính toán khối lượng đất dồn vào gầu thông qua quá trình lập. Động năng (kinetic energy –  $KE$ ) được xác định từ khối lượng đất dồn và vận tốc. Kỹ thuật tích phân số được sử dụng để xác định tổng năng lượng (total energy –  $TE$ ) bằng cách đo và tích phân lực nhân với chuyển vị. Từ đó, có thể tính được năng lượng tiêu tán (potential-dissipation energy –  $PDE$ ) của quá trình đào ở bất kỳ thời điểm nào bằng cách trừ động năng  $KE$  từ tổng năng lượng  $TE$ . Lập lại quá trình trên với các chiều sâu cắt khác nhau, cho các loại đất khác nhau, ta được dữ liệu về năng lượng hao tán  $PDE$  cho các loại đất khác nhau.



Hình 1. Máy đào một gầu

## 2. Đo các thành phần năng lượng

Tổng năng lượng  $TE$  đo được trong quá trình gầu xúc chuyển động trong đất gồm ba thành phần:

$$TE = KE + PE + DE \quad (1)$$

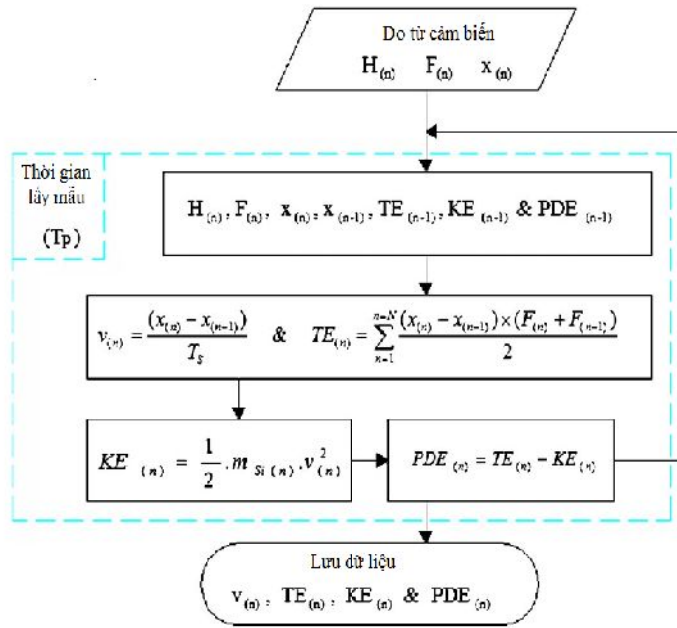
với  $KE$  là động năng,  $PE$  là thế năng biến dạng đàn hồi của đất và  $DE$  là năng lượng hao tán do trở lực của đất. Thành phần  $PDE = PE + DE$  gọi chung là năng lượng hao tán.

Hình 2 thể hiện sơ đồ khối thuật toán xác định các thành phần năng lượng theo biểu thức (1). Vận tốc  $v_{(t)}$  được tính bằng đạo hàm của chuyển vị  $x_{(t)}$  còn tổng năng lượng  $TE$  được xác định từ lực  $F_{(t)}$  và chuyển vị  $x_{(t)}$ . Nhân khối lượng đất  $m_{(t)}$  với bình phương vận tốc  $v_{(t)}$ , ta được động năng. Lấy tổng năng lượng  $TE$  trừ đi động năng  $KE$ , ta được năng lượng hao tán  $PDE$ .

## 3. Bản đồ năng lượng

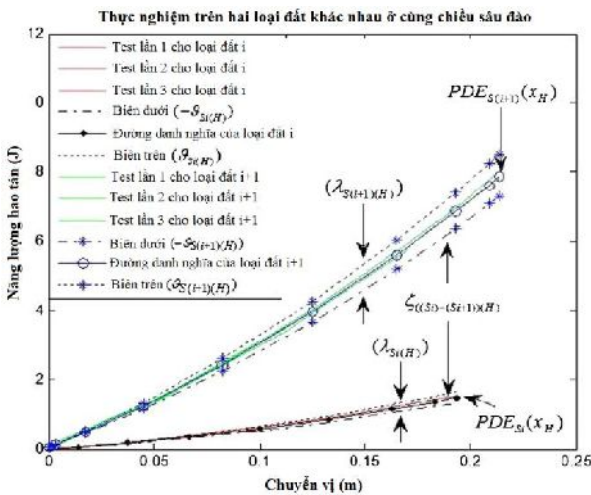
Quá trình thực nghiệm được tiến hành với các chiều sâu đào  $H$  khác nhau. Với mỗi loại đất, quan hệ giữa năng lượng hao tán với chuyển vị ngang của gầu là một đường cong duy nhất không phụ thuộc độ lớn của lực tác dụng. Ứng với chiều sâu cắt đất  $H$  cho trước, quan hệ giữa  $PDE$  và  $x(H)$  được biểu diễn bằng một đường đa thức. Như thế, bản đồ năng lượng có thể biểu diễn dưới dạng giải tích

$$PDE_{s_i} = f_{s_i}(x, H) \quad (2)$$

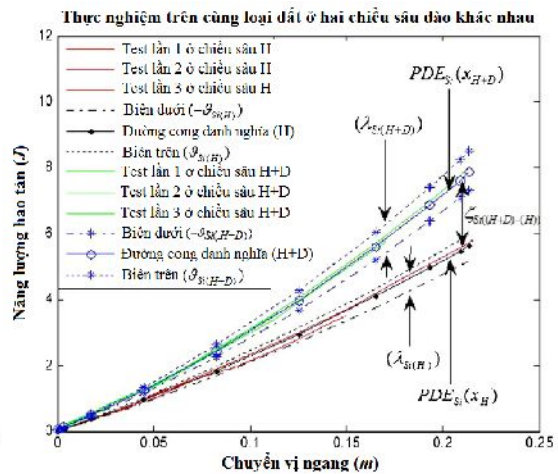


Hình 2. Thuật toán tính các thành phần năng lượng

Bản đồ năng lượng đất thể hiện trên các hình 3 và 4. Hình 3 là kết quả của ba lần thực nghiệm cho hai loại đất  $S_i$  và  $S_{i+1}$  ở cùng một chiều sâu cắt  $H$ . Tồn tại sai số khi thực nghiệm và do điều kiện thực nghiệm khác với lý thuyết. Sai số này được biểu diễn thông qua hệ số độ lệch  $\pm \nu$ . Dữ liệu của các lần test khác nhau cho một loại đất cụ thể  $S_i$  được gộp lại thành đường cong danh nghĩa  $PDE_{S_i}(x_H)$ . Hình 4 thể hiện kết quả của ba lần thực nghiệm trên một loại đất  $S_i$  ở hai chiều sâu đào liền kề. Khoảng cách  $D$  giữa hai chiều sâu đào liền kề  $H_{S_i}$  và  $(H+D)_{S_i}$  được chọn sao cho vùng  $\lambda_{S_i}(H)$  và  $\lambda_{S_i}(H+D)$  tương ứng với năng lượng hao tán  $PDE_{S_i}(x_H)$  và  $PDE_{S_i}(x_{H+D})$  không có phần chồng nhau.



Hình 3. Thực nghiệm trên hai loại đất khác nhau với cùng chiều sâu đào.



Hình 4. Thực nghiệm trên cùng một mẫu đất ở hai chiều sâu đào khác nhau.

4. Thuật toán nhận dạng loại đất

Thuật toán nhận dạng loại đất sử dụng quan hệ (2). Từ quan hệ này, có thể biết được thông tin của loại đất đào. Để quá trình nhận dạng bền vững, biên dưới  $x_L(H)$  và biên trên  $x_U(H)$

được tạo ra ứng với các chiều sâu đào  $H$  khác nhau. Các thay đổi đường cong  $PDE$  của mỗi nhóm đất (do sai số thực nghiệm và điều kiện thực nghiệm khác với lý thuyết) được điều tiết thông qua biên dưới và biên trên, có dạng

$$x_L(H) \leq x(H_D) \leq x_U(H) \tag{3}$$

Thuật toán nhận dạng trực tuyến loại đất có sơ đồ khối như hình 5, gồm năm bước:

Bước 1. Xác định tổng năng lượng  $TE$  cho các mẫu đất khác nhau bằng phương pháp mô tả trong mục 2.

Bước 2. Thay chuyển vị  $x$ , chiều sâu đào  $H \pm \varepsilon$  vào mô hình toán năng lượng hao tán  $PDE_{S_i}(x, H - \varepsilon)$  và  $PDE_{S_i}(x, H + \varepsilon)$  cho từng loại đất  $S_i$  đã biết, ta tìm được biên dưới  $PDE_{LS_i}(x, H)$  và biên trên  $PDE_{US_i}(x, H)$ .

Bước 3. Đo dịch chuyển ngang  $x$  của gầu, chiều sâu đào  $H$  rồi thay vào phương trình (2), ta tìm được năng lượng hao tán  $PDE$ . Biết được khối lượng riêng  $\gamma_{S_i}$  của từng loại đất, thể tích  $V$  đất đào, vận tốc đào  $v$ , ta tính được động năng  $KE$ . Từ đây xác định được tổng năng lượng tính toán  $TCE$ , nó gồm biên trên  $TCE_{US_i}(x, H)$  và biên dưới  $TCE_{LS_i}(x, H)$  cho từng loại đất  $S_i$ .

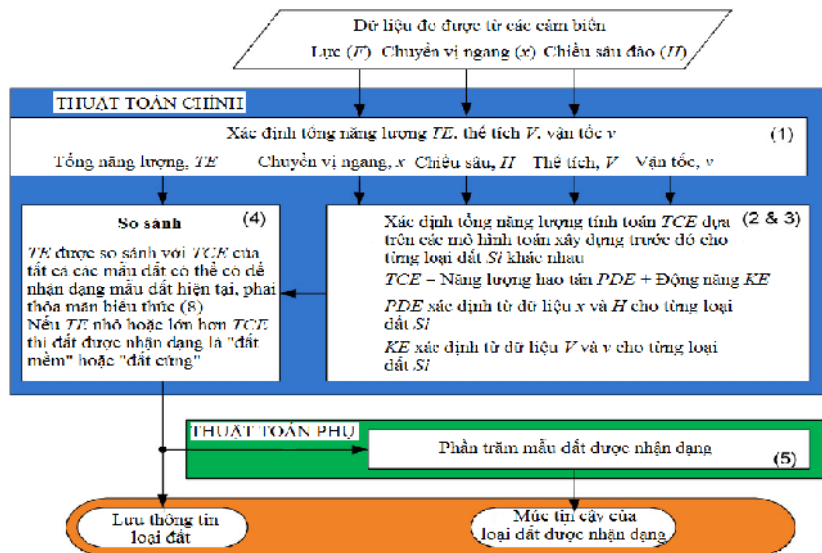
Bước 4. Trong mục "so sánh" trên hình 5, tổng năng lượng  $TE$  (bước 1) được so sánh với tổng năng lượng tính toán  $TCE$  (bước 3) cho tất cả các loại đất  $S_i$  có thể có. Loại đất được nhận dạng phải thỏa mãn bất đẳng thức

$$TCE_{LS_i} \leq TE \leq TCE_{US_i} \tag{4}$$

Nếu chỉ thỏa mãn điều kiện  $TCE_{LS_i} \leq TE$  thì kết luận nó là "đất mềm" còn  $TE \leq TCE_{US_i}$  thì xem nó là "đất cứng". Bằng cách này, có thể nhận dạng loại đất không có cơ sở dữ liệu mô hình toán đã được xây dựng ban đầu. Như thế, kết quả nhận dạng có tính toàn diện hơn.

Bước 5. Tính toán mức tin cậy của loại đất được nhận dạng  $S_i$  dựa trên thuật toán phụ. Mức tin cậy được biểu thị bằng phần trăm tổng số mẫu của loại đất  $S_i$  được nhận dạng trong suốt quá trình gầu di chuyển dọc theo quỹ đạo cắt đất.

Sơ đồ khối của thuật toán nhận dạng thể hiện trên hình 5, loại đất được ký hiệu bằng chỉ số /gồm bốn loại mục cưa, đá sỏi, cát và đất sét tương ứng với bốn mẫu đất từ  $S_1$  đến  $S_4$ .



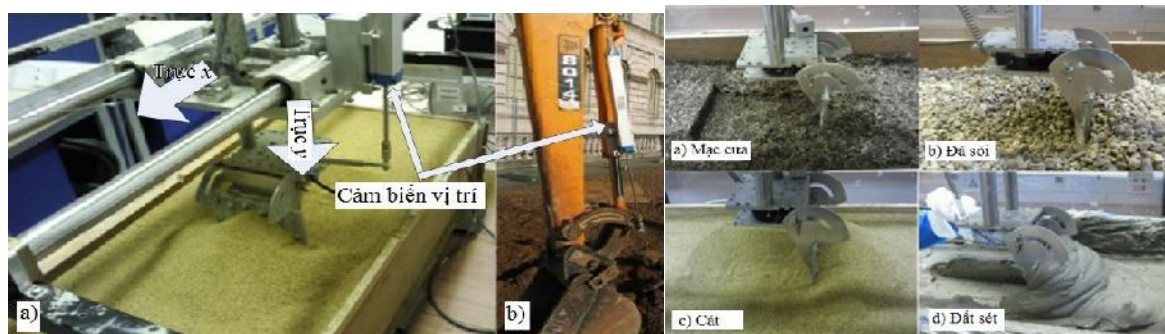
Hình 5. Sơ đồ khối thuật toán nhận dạng loại đất

### 5. Thục nghiệm

Thuật toán nhận dạng loại đất được thực nghiệm tại phòng thí nghiệm Cơ điện tử và Robot thông minh, đại học Kyung Hee, Hàn Quốc. Hình 6a mô tả hệ thống thực nghiệm nhận dạng loại



đất đào. Gầu xúc có thể chuyển động theo hai phương: Phương ngang dọc trục trượt và phương thẳng đứng để thay đổi chiều sâu đào. Chuyển động theo hai phương này được đo bằng hai cảm biến vị trí với độ phân giải  $\pm 0,1\text{mm}$ . Trong thực tế, các cảm biến này có thể lắp trên tay gầu hoặc trên xi lanh thủy lực tay gầu như hình 6b. Giả thiết gầu chỉ chuyển động theo phương ngang  $x$ , chiều sâu đào  $H$  là đại lượng cố định và có thể thay đổi sau mỗi lần thực nghiệm. Chỉ sử dụng hai cảm biến: cảm biến đo lực và cảm biến đo chuyển vị ngang  $x$ . Tín hiệu từ hai cảm biến được chuyển vào máy PC và được xử lý trên môi trường MATLAB/SIMULINK. Quá trình thực nghiệm với thời gian lấy mẫu  $t_s = 10^{-3}\text{s}$ . Dữ liệu về lực của đất tác dụng lên gầu và chuyển vị từ cảm biến được chuyển vào máy tính thông qua hai card giao tiếp của NI. Quá trình nhận dạng được tiến hành với bốn nhóm đất như trên hình 7 gồm mạt cưa, đá sỏi, cát và đất sét có khối lượng riêng lần lượt là 330, 1588, 1617, và  $1710\text{ kg/m}^3$ .



**Hình 6.**

a) Hệ thống thực nghiệm tại phòng thí nghiệm Cơ điện tử và Robot thông minh, đại học Kyung Hee, Hàn Quốc. b) Cảm biến vị trí được lắp trên tay gầu trong thực tế.

**Hình 7. Chuyển động ngang của gầu trong**

(a) mạt cưa, (b) đá sỏi, (c) cát, và (d) đất sét.

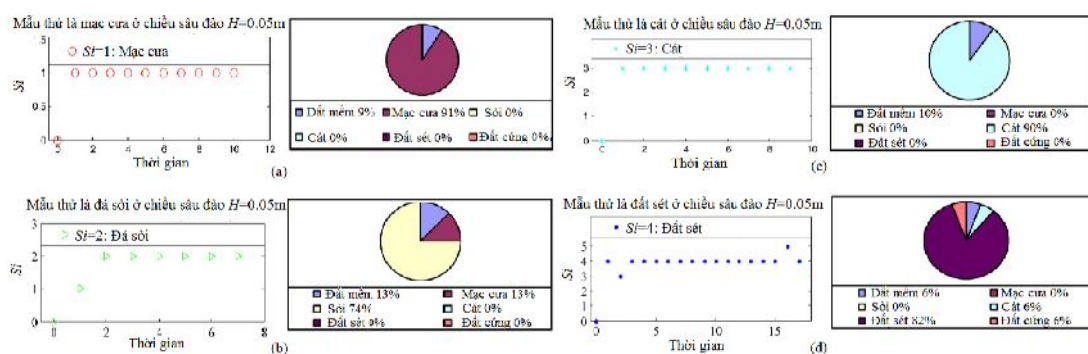
## 6. Kết quả

Các hình từ 8a đến 8d, cột trái thể hiện kết quả thực nghiệm nhận dạng loại đất từ bốn mẫu thử gồm mạt cưa, đá sỏi, cát, và đất sét ở chiều sâu đào  $H=0,05\text{m}$ . Kết quả được thể hiện dưới dạng biểu đồ dải. Chỉ số  $i$  chỉ loại đất  $S_i$  trong nhóm 4 loại đất dùng để thực nghiệm ( $i=1$ : mạt cưa;  $i=2$ : đá sỏi;  $i=3$ : cát;  $i=4$ : đất sét). Kết quả cho thấy thuật toán nhận dạng chính xác tất cả các loại đất khi gầu di chuyển dọc máng ở chiều sâu đào cố định.

Các hình từ 8a đến 8d, cột phải, cho biết phần trăm số mẫu đất được nhận dạng ứng với từng loại đất dùng để thực nghiệm tương ứng bên cột trái. Các biểu đồ này cho thấy hiệu quả của thuật toán nhận dạng ở mức tin cậy có thể chấp nhận được để nhận dạng thành công từng loại đất.

## 7. Kết luận

Công trình đã tiến hành thành công một phương pháp thực nghiệm nhận dạng loại đất. Thuật toán nhận dạng được áp dụng trong phòng thí nghiệm để nhận dạng bốn loại đất gồm mạt cưa, đá sỏi, cát, và đất sét dựa trên sự so sánh năng lượng hao tán đo trực tuyến với năng lượng hao tán của tất cả các mô hình toán của tất cả các loại đất được xây dựng trước đó. Kết quả thực nghiệm cho thấy thuật toán làm việc hiệu quả và loại đất được nhận dạng là chính xác. Kết quả nhận dạng này sẽ được áp dụng trong các bài toán điều khiển tự động máy đào một gầu giúp tối ưu hóa các chiến lược điều khiển máy xúc.



Hình 8. Kết quả thực nghiệm nhận dạng bốn mẫu đất khác nhau

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tan, C., Zweiri, Y. H., Althoefer, K., and Seneviratne, L. D. Hybrid model in a real-time soil parameter identification scheme for autonomous excavation. *Proceedings of the IEEE International Robotics & Automation Conference*, pp. 5268–5273, 2004.
- [2] Rose, U. A. and Wulfsohn, D. Constitutive model for high speed tillage using narrow tool. *Journal of Terramechanics*, vol. 36, no. 4, pp. 221–234, 1999.
- [3] Tan, C., Zweiri, Y. H., Althoefer, K., and Seneviratne, L. D. Online soil parameter estimation scheme based on Newton–Raphson method for autonomous excavation. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, vol. 10, no. 2, pp. 221–229, 2005.

Người phản biện: PGS.TS. Lê Văn Học; TS. Trần Long Giang

## QUY TRÌNH THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỪ XA ĐIỆN – KHÍ NÉN CHO ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY

### THE COMPRESSIBLE AIR – ELECTRIC REMOTE CONTROL DESIGNING PROCESS FOR MARINE DIESEL ENGINE

TS. TRƯƠNG VĂN ĐẠO

Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam

#### Tóm tắt

Bài báo trình bày khái quát các bước trong quy trình thiết kế hệ thống điều khiển từ xa (ĐKTX) điện - khí nén cho động cơ diesel chính tàu thủy, từ bước thiết kế ban đầu cho đến khi hoàn thiện sản phẩm.

#### Abstract

This article shows general steps of the compressible air – electric remote control designing process for main marine diesel engine from the initial design stage until finishing products.

#### 1. Đặt vấn đề

Không những hệ thống ĐKTX mà hầu hết các trang thiết bị lắp đặt cho tàu thủy hiện nay đều phải nhập khẩu và gặp phải các vấn đề: Giá thành cao; sửa chữa, bảo dưỡng phức tạp cần chuyên gia của hãng; thời gian đặt mua phụ tùng lâu; không chủ động được nguồn vật tư.

Chính vì vậy, tác giả muốn xây dựng một quy trình thiết kế và chế tạo hệ thống ĐKTX để áp dụng vào thực tế sản xuất chế tạo, giúp tăng tính nội địa hóa sản phẩm cho ngành công nghiệp đóng tàu trong nước.

#### 2. Quy trình thiết kế

Việc thiết kế hệ thống ĐKTX cần được áp dụng trên một động cơ cụ thể. Trong khuôn khổ bài báo, tác giả giới thiệu các bước thiết kế hệ thống ĐKTX cho động cơ diesel 2 kỳ 7UEC45LA. Quy trình này được thể hiện trên (hình 2.1).