

## NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO THIẾT BỊ KIỂM TRA AN TOÀN KỸ THUẬT ĐỘNG CƠ DIESEL DÙNG LÀM MÁY CHÍNH TRÊN TÀU CÁ VIỆT NAM

### STUDY ON MANUFACTURE THE MAIN DIESEL ENGINE'S TECHNICAL SAFETY TESTING EQUIPMENT FOR THE VIETNAM FISHING VESSELS

**Hồ Đức Tuấn**

Khoa Kỹ thuật Giao thông, Đại học Nha Trang

Tác giả liên hệ: Hồ Đức Tuấn (Email: tuanhhd@ntu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 05/09/2021; Ngày phân biên thông qua: 21/09/2021; Ngày duyệt đăng: 29/09/2021

#### TÓM TẮT

Các động cơ diesel dùng làm máy chính trên tàu cá Việt Nam phần lớn là máy cũ, thiếu các thiết bị đo lường, kiểm tra; không có hồ sơ kỹ thuật phục vụ cho công tác vận hành và bảo dưỡng sửa chữa. Điều đó dẫn đến giảm độ an toàn, tin cậy trong quá trình khai thác; hiệu quả sử dụng thấp làm tăng giá thành sản phẩm và đặc biệt lưu ý là có thể hư hỏng đột ngột trên biển gây nguy hiểm cho người và tàu. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo thiết bị kiểm tra an toàn kỹ thuật động cơ diesel dùng làm máy chính trên tàu cá Việt Nam.

**Từ khóa:** Vận tốc dao động; áp suất cuối kỳ nén; áp suất phun; áp suất trên ống cao áp; động cơ diesel máy chính; tàu cá; kiểm tra an toàn kỹ thuật

#### ABSTRACT

The diesel engines used as the main engines on Vietnamese fishing vessels are mainly old ones, lacking measuring and testing equipment, no technical records for operation and maintenance, and repair work. Old diesel engines lead to reduced safety and reliability in the mining process; Low efficiency of use increases product costs. It can be damaged suddenly at sea, causing danger to people and ships. This paper presents the research results of the manufacture of technical safety testing equipment for the main diesel engines for the Vietnamese fishing vessels.

**Keywords:** the vibration velocity; the end-of-stroke compression pressure; injection pressure; the high-pressure pipe pressure; the main diesel engine; the fishing vessel; technical safety test

#### I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để góp phần đảm bảo sự an toàn cho tàu và người, về nguyên tắc cần phải tăng cường hoạt động chăm sóc, bảo dưỡng và đặc biệt là kiểm tra, giám sát, cảnh báo trong vận hành nhằm sớm phát hiện nguy cơ tiềm ẩn, ngăn ngừa sự cố ở nguồn động lực chính của con tàu là động cơ diesel máy chính. Hơn nữa, vấn đề an toàn, tin cậy cho tàu cá phụ thuộc lớn vào tình trạng máy chính tàu cá. Chính vì vậy việc chẩn đoán tình trạng kỹ thuật của máy chính tàu cá trở nên cấp thiết.

Công tác đăng kiểm tàu cá ở nước ta luôn gặp khó khăn khi phải xác định trạng thái kỹ thuật của máy chính để có thể quyết định cho tàu tiếp tục hoạt động hay buộc phải dừng

phương tiện để sửa chữa. Yêu cầu của công tác này là phải nhanh, thiết bị đo kiểm nhỏ gọn và phải có tính thuyết phục để đưa vào tiêu chuẩn quy phạm của Đăng kiểm, phục vụ đắc lực cho việc quản lý kỹ thuật và hành chính [5].

Hiện nay, vấn đề tổ chức, xây dựng lực lượng, đầu tư cơ sở vật chất phục vụ công tác đăng kiểm tàu cá nói chung và máy chính nói riêng trong hệ thống cơ quan đăng kiểm tàu cá chưa được quan tâm thỏa đáng. Công tác kiểm tra an toàn kỹ thuật máy chính không có thiết bị kiểm tra đánh giá tình trạng kỹ thuật, diễn biến về an toàn kỹ thuật và tuổi thọ của máy. Việc quản lý kỹ thuật, chưa xây dựng các tiêu chuẩn, quy phạm, quy trình kiểm tra an toàn kỹ thuật máy chính tàu.

Công tác kiểm tra an toàn kỹ thuật của động cơ nhằm góp phần tăng hiệu quả kinh tế, tăng tính thân thiện với môi trường, tăng độ tin cậy cũng như tuổi thọ của động cơ nhờ những tiêu chí sau :

- Tăng khả năng an toàn khi hoạt động, độ tin cậy và khả năng sử dụng cao;
- Giảm chi phí bảo trì và tiết kiệm chi phí về phụ tùng thay thế do giảm được các hao mòn không đáng có khi tháo rời các chi tiết;
- Giảm tiêu hao nhiên liệu, dầu bôi trơn nhờ phát hiện và điều chỉnh kịp thời các bộ phận của động cơ và đưa về tình trạng làm việc tối ưu;
- Giảm giờ công lao động cho công tác đăng kiểm, giám sát, bảo dưỡng kỹ thuật và sửa chữa;
- Giảm thiểu các tác động xấu đến môi trường nhờ làm giảm chất thải độc hại cũng như phát sinh tiếng ồn và dao động.

## II. ĐỐI TƯỢNG, VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 1. Đối tượng nghiên cứu

Quy trình chế tạo thiết bị: Khả thi, để chế tạo hệ thống vừa đảm bảo tính hiện đại vừa có thể phát triển sau này.

Hệ thống thiết bị hệ thống đo: Lựa chọn công nghệ, vật tư linh kiện và phần mềm phù hợp để chế tạo hệ thống thiết bị làm việc an toàn, tin cậy và hiệu quả.

### 2. Phương pháp nghiên cứu:

Phương pháp kế thừa: Trên cơ sở tìm hiểu các thiết bị có cùng tính năng, phân tích các tính năng có thể áp dụng cho đối tượng nghiên cứu;

Nghiên cứu lý thuyết, khảo sát tổng hợp các kết quả nghiên cứu, các ứng dụng có trước trên cơ sở đó phân tích lựa chọn phương án hợp lý cho đối tượng nghiên cứu; Tìm hiểu ứng dụng công nghệ để chế tạo thiết bị có giá thành hợp lý; Dựa vào thông kê thực nghiệm xây dựng chương trình điều khiển hợp lý.

#### 2.1. Nghiên cứu lý thuyết

Đối với thiết bị đo phục vụ cho công tác kiểm tra an toàn kỹ thuật (kiểm định) hệ động lực tàu cá cần đảm bảo tính đơn giản, dễ sử dụng nhưng quan trọng nhất là tính khả thi.

Trong đó, thiết bị đo được chế tạo phải có giá thành phù hợp nhưng vẫn phải đảm bảo kiểm định được các thông số: Áp suất cuối kỳ nén, áp suất phun nhiên liệu và vận tốc dao động bệ đỡ [1].

Cơ sở để lập quy trình và chế tạo hệ thống thiết bị, gồm:

#### 2.1.1. Sơ đồ chung của hệ thống thiết bị

Sơ đồ hệ thống điều khiển gồm 3 khối chính là khối đầu vào, khối xử lý trung tâm và khối đầu ra [3]. Nhiệm vụ của khối đầu vào bao gồm việc thu thập các tín hiệu tín hiệu đo lường từ các cảm biến, tín hiệu điều khiển từ thiết bị điều khiển và gửi tới bộ xử lý trung tâm. Bộ xử lý trung tâm sau khi nhận tín hiệu sẽ tiến hành chuyển đổi, tính toán, phân tích, so sánh với các thông số chuẩn đã được cài đặt hoặc đã được lưu trong bộ nhớ và xuất các tín hiệu điều khiển cho khối đầu là màn hình hiển thị. Ngoài ra hệ thống còn cho phép kết nối với máy tính nhằm phục vụ cho việc lưu trữ các thông tin cần thiết.

#### 2.1.2. Các khối của hệ thống thiết bị

##### (1) Khối đo thông số đầu vào

Cảm biến áp suất cuối quá trình nén: có nhiệm vụ chuyển đổi tín hiệu của áp suất trong lòng xy lanh động cơ thành tín hiệu điện đưa tới ECU.

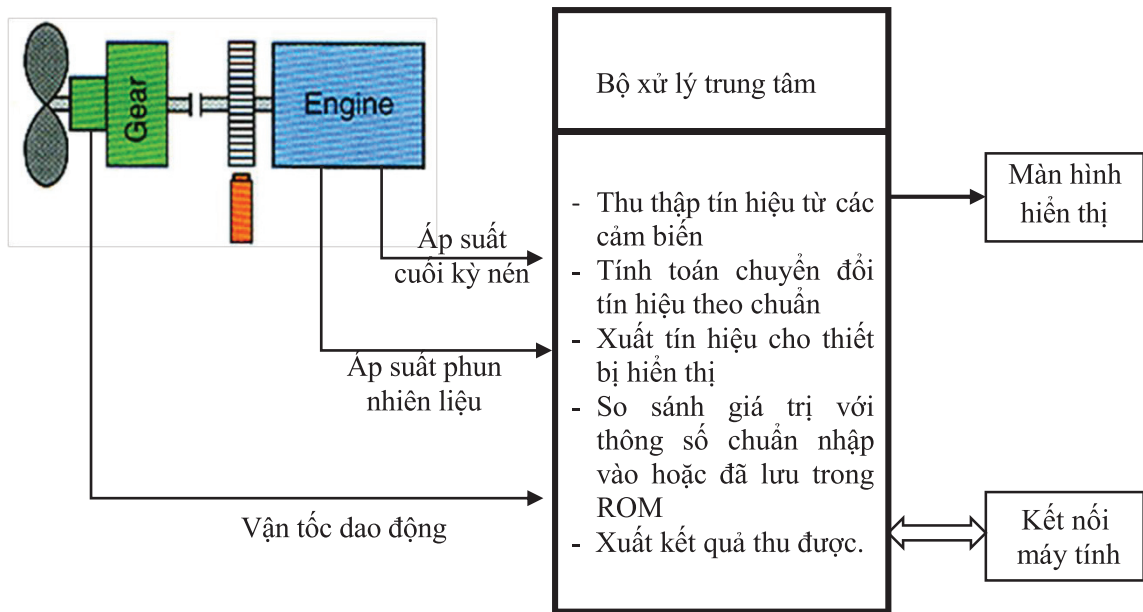
Cảm biến áp suất phun nhiên liệu: có nhiệm vụ chuyển đổi tín hiệu của áp suất trong đường ống cao áp của nhiên liệu cấp cho vòi phun động cơ thành tín hiệu điện đưa tới ECU.

Cảm biến rung động: có nhiệm vụ chuyển đổi tín hiệu của dao động trên các bệ đỡ thành tín hiệu điện đưa tới ECU.

Ngưỡng cảnh báo theo quy định của Đăng kiểm [Det Norske Veritas, Vibration class: Part 6 chapter 15 2004, Norway 2011], vận tốc dao động trong miền tần số 1-200Hz không được lớn hơn 7 mm/s.

##### (2) Bộ xử lý trung tâm - ECU

Là bộ não của hệ thống thu thập và xử lý các tín hiệu vào/ra, bộ xử lý trung tâm chứa đựng chương trình điều khiển. Chương trình này sẽ quy định về cách thức thu thập các tín hiệu đầu vào, xử lý, tính toán và chuyển đổi thành giá trị của thông số đầu ra. ECU cũng



Hình 1. Sơ đồ chung hệ thống thiết bị kiểm định.

chứa các chương trình dữ liệu chuẩn của các chủng loại động cơ khác nhau được thu thập và nhập vào trong quá trình sử dụng.

Với tính năng được thiết lập bằng chương trình phần mềm lập trình được, cho phép dễ dàng sửa đổi giải thuật cũng như khả năng thay đổi chương trình nhằm thích ứng với việc thay đổi yêu cầu của các đối tượng đo đầu vào, nhằm đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật kiểm định thay đổi. Điều này thật sự thuận tiện cho quá trình chuyển giao công nghệ sau này.

### (3) Khối đầu ra

Hiển thị (HMI): là loại màn hình TFT-LCD touch panel, cho phép nhập các thông tin, thông số của loại động cơ cần kiểm định, cũng như hiển thị các giá trị tức thời của các thông số đo khi động cơ làm việc như tốc độ dao động bộ đỡ trục khuỷu, áp suất cuối kỳ nén, áp suất phun nhiên liệu, ... và so sánh với dữ liệu gốc. Căn cứ vào các thông số này, người sử dụng có thể xác định được trạng thái kỹ thuật của động cơ theo quy phạm.

### 2.1.3. Vật tư và linh kiện của hệ thống thiết bị

#### (1) Bộ xử lý trung tâm và màn hình giao tiếp Người-Máy

Để thiết bị kiểm định nhỏ gọn, hoạt động ổn định và đáng tin cậy, sẽ chọn bộ xử lý PLC

có tích hợp màn hình giao tiếp Touch panel (HMI).

#### (2) Các cảm biến

Các cảm biến được lựa chọn trên cơ sở thông số thống kê lý lịch các loại động cơ thủy được sử dụng trên tàu cá hiện nay. Các cảm biến được chọn là sản phẩm thương mại độ chính xác cao đã được các cơ quan có thẩm quyền chứng nhận và được sử dụng trong nhiều lĩnh vực.

- Cảm biến đo áp suất cuối kỳ nén

Cảm biến HUBA 520 đo áp suất nén, do hãng Huba control (Thụy Sĩ) chế tạo, có độ chính xác cao và được áp dụng trong nhiều lĩnh vực.

- Cảm biến áp suất phun nhiên liệu

Áp suất của các động cơ thủy sử dụng trên tàu cá phổ biến dưới là 300 bar, mẫu cảm biến áp suất được chọn là model 520.943 do nhà sản xuất Huba Control (Thụy Sĩ) chế tạo.

- Cảm biến đo dao động

Cảm biến đo dao động là thiết bị dùng để kiểm tra trạng thái rung động tổng thể của máy móc và thiết bị. Cảm biến đo vận tốc dao động được sử dụng trong hệ thống là cảm biến của hãng IFM (Germany), model VKV02.

#### 2.2. Nghiên cứu thực nghiệm

- Chế tạo;

- Cài đặt, kiểm tra sự làm việc của thiết bị.

### III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 1. Qui trình chế tạo

Trong phần lớn các trường hợp quy trình công nghệ sẽ quyết định cấu trúc của thiết bị lắp ráp. Các thiết kế chi tiết phương án sẽ xác định được số lượng, loại, vị trí, kiểu lắp ráp và thời gian thực hiện mà thiết bị cần có; chế độ làm việc của các cơ cấu chức năng; các biện pháp đảm bảo độ tin cậy của thiết bị. Quy trình công nghệ hợp lý phải có độ linh hoạt cao, cho phép sử dụng các thiết bị và mô đun tiêu chuẩn, có thể thay đổi được phương án về thiết bị và công nghệ, trang bị phụ, thiết bị điều khiển, ... để thay thế và hiệu chỉnh khi kết cấu của thiết bị thay đổi.

Trong quá trình lắp đặt cần phải tuân thủ một số lưu ý sau:

Trước khi thi công chế tạo và lắp đặt các thiết bị và phần tử thuộc hệ thống cần nghiên cứu kỹ các hồ sơ sau:

Catalogue hướng dẫn lắp đặt của các thiết bị, các mô đun thuộc hệ thống;

Bản vẽ đấu nối;

Chuẩn bị đủ dụng cụ trang bị cần thiết;

Thực hiện các biện pháp an toàn bảo vệ người và thiết bị;

Quy trình lắp đặt.

Lắp đặt các cảm biến trên động cơ cần chọn lựa vị trí lắp đặt phù hợp để đảm bảo giá trị thu thập chính xác/đại diện của các thông số vật lý cần đo:

Cảm biến áp suất phun [4].

Cảm biến áp suất nén [2],

Cảm biến dao động cần đặt trên bệ đỡ của các ổ trục [1].

Trên cơ sở đó, lưu đồ của quy trình chế tạo cho hệ thống thiết bị như sau:

#### 2. Hệ thống thiết bị

##### 2.1. Mạch điện điều khiển

Sơ đồ đấu nối các cảm biến vào bộ PLC/HMI của mạch điều khiển được lắp đặt theo sơ đồ đấu nối được thể hiện như hình 3 [3].

##### 2.2. Chế tạo và lắp ráp hộp thiết bị

###### 2.2.1. Chế tạo hộp thiết bị

Hộp thiết bị (Hình 4) được chọn là vali nhôm được thiết kế để ngăn chặn sự xâm nhập

của nước và bụi với các đệm làm kín chính xác; các chi tiết bằng kim loại như đế, bản lề kết nối chân và chốt được làm bằng thép không gỉ và nhựa để ngăn chặn rỉ sét. Vỏ ngoài vali được chọn có các thông số kỹ thuật như sau:

Mức độ chống bụi và chống thấm nước - tiêu chuẩn: IP 65

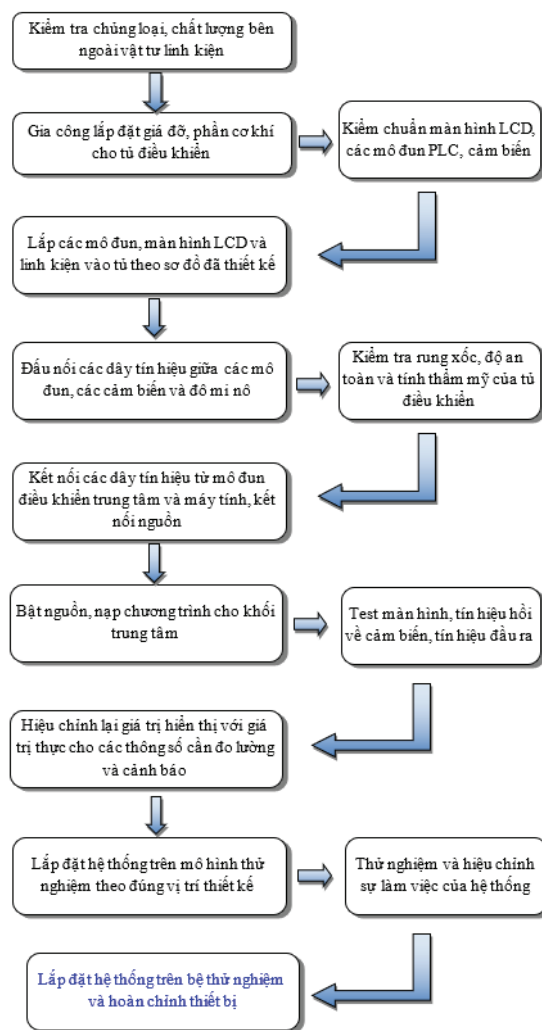
Khoảng nhiệt độ làm việc: - 10 ~ + 70°C

Khả năng chống cháy: không

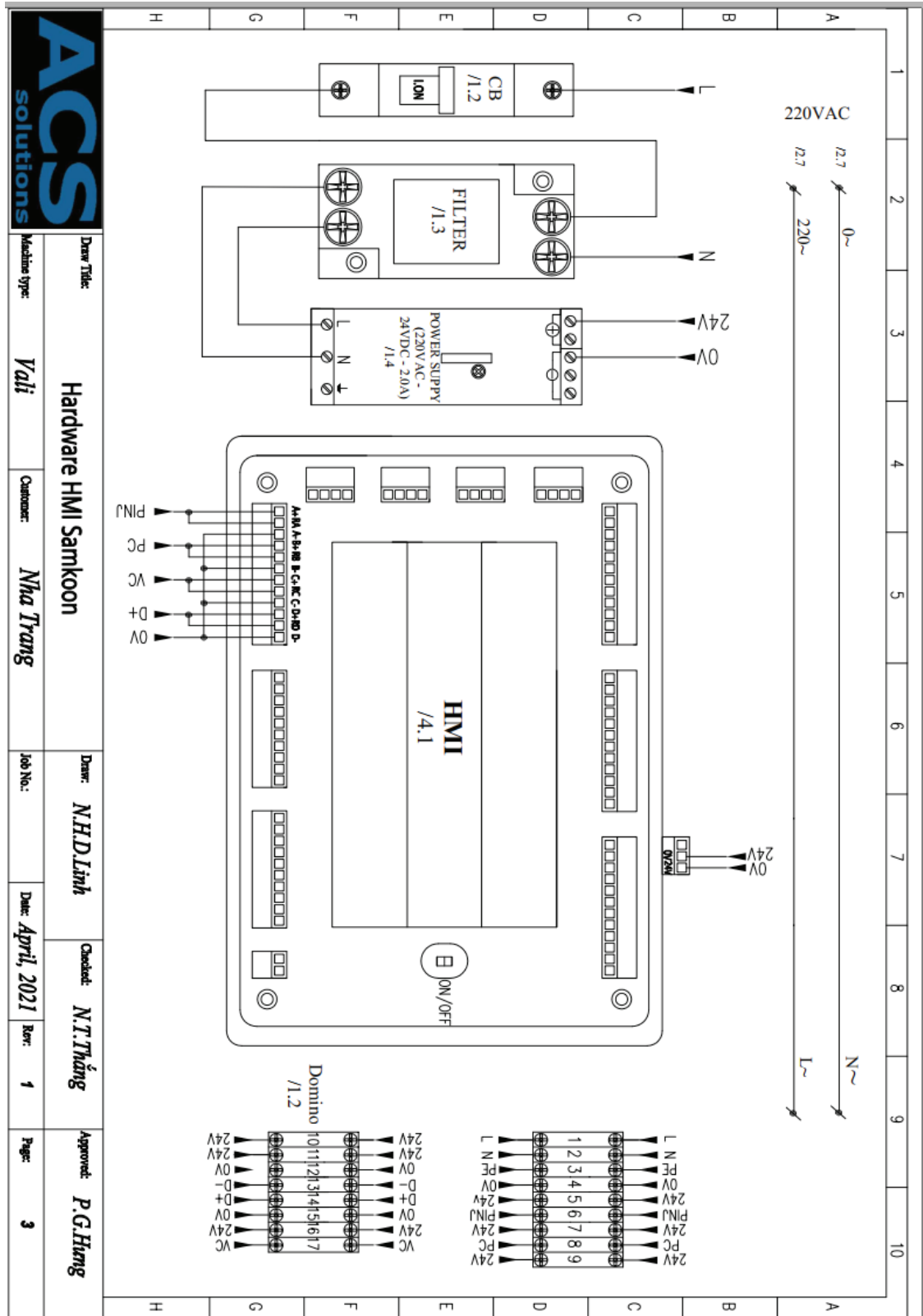
Căn cứ trên thiết kế ban đầu để tiến hành gia công lắp đặt các chi tiết cần thiết trong tủ điện, bao gồm:

Gia công vỏ hộp để lắp đặt màn hình hiển thị và điều khiển;

Lắp đặt các thanh đỡ giữ các mô đun thu thập dữ liệu và các mô đun kết nối ngoại vi, mô

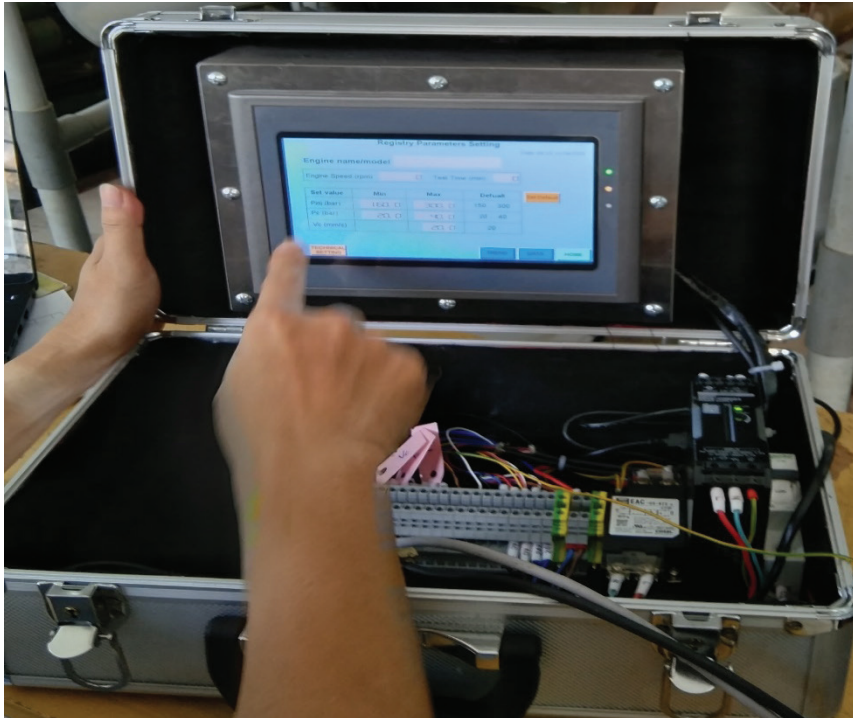


Hình 2. Lưu đồ của quy trình chế tạo.



Hình 3. Sơ đồ đấu nối các cảm biến vào bộ PLC/HMI.





Hình 4. Hộp thiết bị kiểm định.

đơn xử lý trung tâm.

Để đảm bảo an toàn, toàn bộ hệ thống cần được nối đất an toàn thông qua thanh dẫn bằng đồng lắp trong hộp.

#### 2.2.2. Kiểm tra thiết bị

Quá trình kiểm tra bao gồm:

Kiểm tra bên ngoài bằng mắt thường để xem xét mức độ nguyên vẹn của các mô đun. Kiểm tra các đômônô đầu nối đầy đủ ốc vít, kiểm tra các đường mạch có bị bong tróc, dây nối mạch có bị gãy hay không, các vị trí lắp ráp có nguyên vẹn hoặc bị cong vênh hay không.

Lắp đặt khối PLC/HMI vào khung đỡ mặt trên, các mô đun chức năng vào thanh đỡ, lắp đômônô,...

Thực hiện đấu nối dây giữa các mô đun, giữa mô đun điều khiển và màn hình hiển thị, giữa mô đun đầu vào và các cảm biến, giữa mô đun đầu ra (Out) và các thiết bị hiển thị.

Kiểm tra sự chắc chắn của quá trình lắp đặt theo rung động.

Kiểm tra và hiệu chuẩn tín hiệu đo của các cảm biến.

#### 2.3. Đo lường và hiển thị

Hệ thống đo lường và hiển thị gồm 2 phần:

Giao diện người dùng cho phép tương tác trực tiếp với hệ thống đo lường thông qua màn hình HMI trên tủ qua đó tạo khả năng làm việc mềm dẻo của hệ thống cho phép thay đổi hoặc hiệu chỉnh các thông số, các giá trị cài đặt phù hợp với các hệ động lực sử dụng trên các tàu khác nhau.

Chương trình PLC có nhiệm vụ thu thập các thông số vận hành từ các cảm biến, tính toán chuyển đổi và so sánh với các giá trị cài đặt, chuyển thông tin ra màn hình hiển thị.

Dưới đây là cách cài đặt của chương trình điều khiển:

Sau khi gắn các cảm biến đo vào đúng vị trí, sử dụng phần mềm theo trình tự như sau:

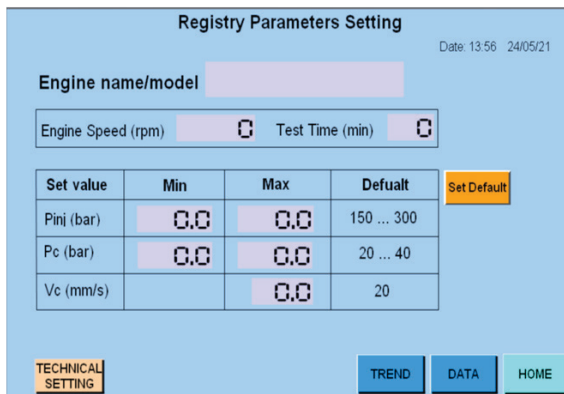
##### (1) Khởi động

Khởi động động cơ để máy nổ ổn định ở chế độ garanti (~1000 v/p)

Cấp nguồn cho bộ kit: Nguồn điện 220VAC/50Hz (+-10%), 1 pha 3 dây, nối đất đảm bảo dây nối đất của bộ kit (sọc vàng xanh) nối với khung sườn của động cơ và hệ tiếp địa chung của nguồn điện cung cấp.

Bật ON công tắc nguồn trên bộ kit, chờ 5-10 phút để hệ thống máy hoạt động ổn định.

**(1.1) Màn hình cài đặt (SETTING) (hình 5)**



Hình 5. Màn hình cài đặt.

**Tiến hành cài đặt các thông số chính cho động cơ cần kiểm định:**

Người dùng cần nhập chính xác thông số của động cơ cần kiểm định.

- Engine/Model: Nhập tên/model của động cơ

- Engine speed/Tốc độ động cơ (rpm): Nhập tốc độ động cơ

- Test time/Thời gian kiểm định: Nhập thời gian muốn kiểm định.

- Pinj/Áp suất phun (bar): Nhập áp suất phun tiêu chuẩn (cả 2 giá trị min-max)

- Pc/Áp suất nén (bar): Nhập áp suất nén tiêu chuẩn (cả 2 giá trị min-max)

- Vc/Vận tốc dao động của bộ đỡ trục khuỷu (mm/s): Nhập vận tốc tiêu chuẩn

Ngoài ra, nút Set Default được nhấn để cài đặt nhanh các thông số mặc định đã được cài đặt sẵn.

Sau khi cài đặt đầy đủ các thông số của động cơ cần kiểm định, nhấn HOME để quay trở lại màn hình chính.

**(2) Kiểm định**

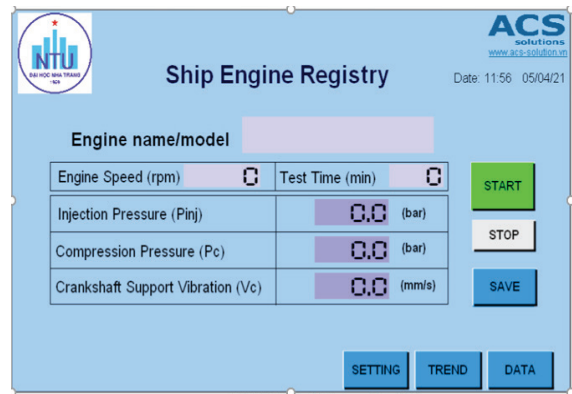
Màn hình chính (Hình 5) hiển thị các thông số chính của động cơ cần kiểm định.

Để bắt đầu quá trình test, nhấn nút START, để kết thúc nhanh quá trình test nhấn nút STOP, nếu không quá trình test sẽ tự động kết thúc khi đạt thời gian Test time đã cài đặt.

Kết thúc quá trình test, nhấn nút SAVE để lưu lại dữ liệu test.

- In kết quả: Người dùng có thể dùng máy tính kết nối với bộ Kit để in trực tiếp kết quả

**(1.2) Màn hình giao diện chính (hình 6)**

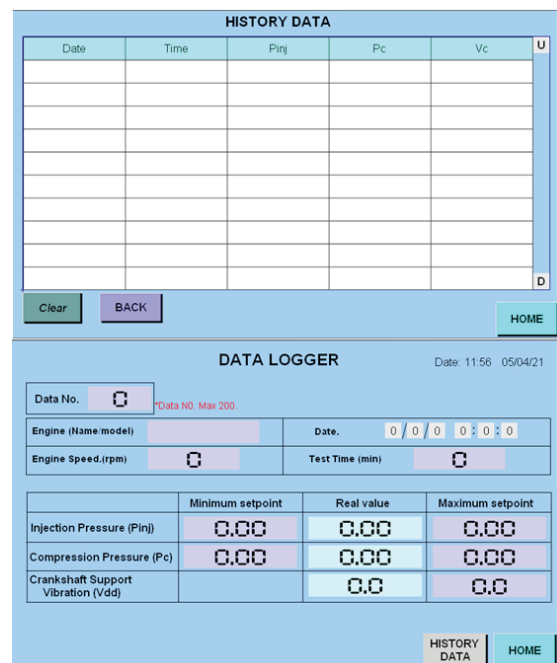


Hình 6. Màn hình giao diện chính.

ngay sau khi test, hoặc có thể in sau bằng cách truy cập vào nút DATA.

**(1.3) Màn hình dữ liệu (DATA) (hình 7)**

Màn hình DATA LOGGER: Lưu lại và cho phép truy xuất các kết quả kiểm định trước đây do người dùng lưu lại, tối đa 200 kết quả được lưu.



Hình 7. Màn hình DATA LOGGER hiển thị các kết quả đo kiểm được lưu lại.

**IV. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ**

**1. Kết luận**

Sản phẩm là Hệ thống thiết bị kiểm tra an toàn kỹ thuật được chế tạo phù hợp với tàu cá

Việt Nam, cụ thể:

Đảm bảo đáp ứng yêu cầu đề ra với giá thành chấp nhận được.

Các cảm biến và mạch điều khiển có đặc tính kỹ thuật thích hợp với các thông số cần kiểm tra, dễ dàng lắp đặt, bảo dưỡng và nâng cấp.

Chương trình được viết bằng ngôn ngữ phổ

biến hiện nay, có thể dễ dàng sửa đổi và nâng cấp, cải tiến thiết bị sau này. Giao diện thân thiện với người dùng.

## **2. Kiến nghị**

Cần thực nghiệm và đề xuất xây dựng tiêu chuẩn của bộ thông số kiểm tra an toàn kỹ thuật cho máy chính tàu cá Việt Nam dựa vào thiết bị đã được thiết kế và chế tạo.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Phùng Minh Lộc (2020), “Lựa chọn các thông số kiểm tra an toàn kỹ thuật máy chính tàu cá”, Tạp chí Khoa học – Công nghệ Thủy sản, Đại học Nha Trang.
2. Mai Đức Nghĩa. Phùng Minh Lộc (2016), “Thiết kế, chế tạo thiết bị đo áp suất cuối kỳ nén có kết nối máy tính phục vụ chẩn đoán kỹ thuật của động cơ diesel tàu cá”, Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản, Đại học Nha Trang.
3. Đoàn Phước Thọ, Phạm Đình Trung (2020), «Lập hồ sơ thiết kế hệ thống thiết bị kiểm tra an toàn kỹ thuật phù hợp với máy chính tàu cá Việt Nam», Báo cáo đề tài NCKH cấp Bộ, mã số: B2020-TSN-01, 12/2020.
4. Hồ Đức Tuấn (2020), “Thiết kế chế tạo thiết bị chẩn đoán kỹ thuật hệ thống phun nhiên liệu của động cơ diesel tàu cá”, Báo cáo đề tài NCKH cấp Trường, mã số: 20/2018/HĐTR.
5. TCVN 7111 (2002), “Qui phạm phân cấp và đóng tàu cá biển cỡ nhỏ”, Tiêu chuẩn Việt Nam.