

KHOA HỌC - KỸ THUẬT

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG LÀM SẠCH BẦU LỌC CHO HỆ THỐNG BÔI TRƠN ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY RESEARCH TO DESIGN THE AUTOMATIC CLEANING FILTER SYSTEM FOR LUBRICATING OIL SYSTEM OF MARINE DIESEL ENGINE

PHẠM HỮU TÂN*, VŨ ANH TUẤN, TRẦN VĂN THẮNG

Khoa Máy tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: phamhuutan@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu hệ thống tự động làm sạch bầu lọc để áp dụng cho bầu lọc tinh của hệ thống bôi trơn động cơ diesel tàu thủy. Loại bầu lọc này trong quá trình hệ thống bôi trơn động cơ diesel tàu thủy đang hoạt động nó có thể tự động làm sạch các phin lọc của nó mà không cần phải có tác động của con người, không cần phải dừng hoạt động của hệ thống bôi trơn. Điều này đảm bảo cho hệ thống bôi trơn động cơ diesel hoạt động ổn định, chất lượng bôi trơn luôn đảm bảo. Đảm bảo động cơ hoạt động an toàn, ổn định và tin cậy.

Từ khóa: Hệ thống bôi trơn, bầu lọc có xả ngược, tự động làm sạch phin lọc, áp suất dầu bôi trơn, tổn thất áp suất.

Abstract

This paper introduces the automatic cleaning filter system to use to the fine filters of the marine diesel engine lubricating oil systems. This type of filter in the process of operating marine diesel engine lubricating oil system can automatically clean the filter without human impact, no need to stop the operation of the lubricating oil system. This ensures stable diesel engine lubricating oil system, lubricant quality is always guaranteed. Ensure the engine operates safety, stably and reliably.

Keywords: Lubricating oil system, back wash filter, automatic cleaning filter, lubricating oil pressure, pressure loss.

1. Đặt vấn đề

Hệ thống bôi trơn động cơ diesel tàu thủy có nhiệm vụ đưa dầu bôi trơn đến bôi trơn cho các bề mặt ma sát của động cơ diesel,... Chức năng của dầu bôi trơn là bôi trơn, làm mát và làm sạch các bề mặt ma sát của động cơ diesel. Do có sự ma sát giữa các chi tiết với nhau làm cho các bề mặt ma sát bị mài mòn. Dầu bôi trơn có nhiệm vụ làm sạch và kéo các tạp chất kim loại do mài mòn, các tạp chất có trên bề mặt ma sát tuần hoàn cùng với dầu bôi trơn về các te của động cơ diesel hoặc về két chứa sumptank.

Mặt khác, trong quá trình động cơ diesel hoạt động, khí xả có thể rò lọt xuống các te của động cơ làm cho dầu bôi trơn bị hóa cốc, tạo muối trong dầu bôi trơn. Ngoài ra bản thân trong dầu bôi trơn cũng tồn tại các tạp chất do trong quá trình sản xuất, vận chuyển, lưu trữ dầu bôi trơn.

Chính vì vậy mà trong dầu bôi trơn luôn tồn tại các tạp chất, tạp kim loại,... Các tạp chất này nếu không được làm sạch sẽ tuần hoàn cùng với dầu bôi trơn đến các bề mặt bôi trơn, có thể phá hủy các bề mặt bôi trơn của động cơ.

Bầu lọc tinh có nhiệm vụ giữ lại các tạp chất có trong dầu bôi trơn để đảm bảo dầu bôi trơn đi bôi trơn động cơ diesel luôn sạch. Các tạp chất bị giữ lại ở bề mặt lõi lọc của bầu lọc dần dần nhiều lên, làm tăng sức cản của bầu lọc, giảm áp lực dầu bôi trơn. Điều này ảnh hưởng tới chất lượng bôi trơn cho động cơ diesel.

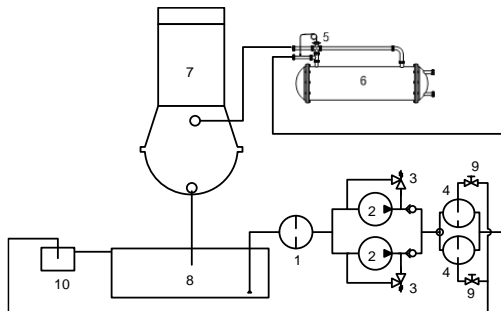
Để khắc phục việc tăng trở lực của các bầu lọc do bị bẩn thì đa số các bầu lọc tinh của hệ thống bôi trơn động cơ diesel tàu thủy có kết cấu có thể tự làm sạch bằng cách xả ngược khi hệ thống bôi trơn vẫn đang hoạt động. Việc thao tác vệ sinh bầu lọc khi hệ thống bôi trơn đang hoạt động đa số là do các thuyền viên trên tàu thực hiện. Điều này ảnh hưởng tới sức khỏe của các thuyền viên trên tàu thủy. Chính vì vậy mà bài báo đi giới thiệu một hệ thống tự động vệ sinh bầu lọc trong quá trình hệ thống bôi trơn hoạt động mà không cần phải có tác động của con người.

2. Nguyên lý tự làm sạch của bầu lọc

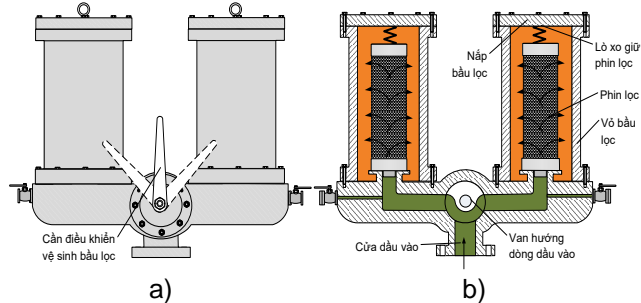
Một hệ thống bôi trơn động cơ diesel tàu thủy có sơ đồ như Hình 1 dưới đây. Dầu bôi trơn từ két chứa (sumptank) (8) được bơm dầu (2) hút qua bầu lọc thô (1) rồi đưa tới bầu lọc tinh (9). Tại đây do kết cấu của các lõi lọc trong bầu lọc nên các tạp chất có trong dầu được giữ lại ở bề mặt

trong của các lõi lọc, còn dầu bôi trơn tiếp tục được đưa qua bầu làm mát (6) để duy trì nhiệt độ của dầu trong một giới hạn nhất định, sau đó được đưa vào bôi trơn động cơ (7).

Bầu lọc tinh (4) thường kết cấu có từ hai lõi lọc trở lên bố trí sao cho khi các lõi lọc bẩn thì một trong các lõi lọc được vệ sinh bằng cách xả ngược, còn các lõi lọc khác vẫn hoạt động bình thường để không ảnh hưởng đến quá trình hoạt động của hệ thống bôi trơn. Hình 2 là kết cấu của bầu lọc tự làm sạch trong quá trình hệ thống bôi trơn hoạt động.

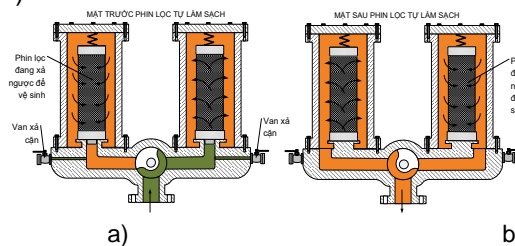


Hình 1. Sơ đồ hệ thống bôi trơn động cơ diesel tàu thủy [1]



Hình 2. Kết cấu bầu lọc có thể tự làm sạch các lõi lọc [2]

Khi cần điều khiển vệ sinh bầu lọc đặt ở vị trí thẳng đứng như Hình 2a thì cả hai lõi lọc ở trạng thái hoạt động bình thường. Dầu bôi trơn sẽ được đưa tới bề mặt trong của cả hai lõi lọc như Hình 2b, rồi qua lõi lọc ra không gian giữa lõi lọc và vỏ bầu lọc, sau đó được đưa tới bôi trơn cho động cơ diesel. Các tạp chất được giữ lại ở bề mặt trong của các lõi lọc dần dần nhiều lên làm cản trở quá trình lưu thông của dầu bôi trơn qua các lõi lọc. Để làm sạch các tạp chất bám trên bề mặt bên trong của lõi lọc ta thao tác như sau: Ví dụ ta vệ sinh lõi lọc bên trái, ta đưa cần điều khiển sang trái một góc 45° so với vị trí thẳng đứng (Hình 2a). Khi này van hướng dòng sẽ đóng hoàn toàn cửa cấp dầu vào lõi lọc bên trái (Hình 3a).



Hình 3. Trạng thái lõi lọc bên trái đang được vệ sinh bằng xả ngược [2]

Do kết cấu của van hướng dòng dầu ra là khi đóng thì không kín hoàn toàn như Hình 3b nên không gian giữa mặt ngoài lõi lọc và vỏ bầu lọc vẫn có dầu bôi trơn. Áp suất bên ngoài lõi lọc bên trái chính là áp suất dầu đi bôi trơn cho động cơ diesel. Nếu ta mở van xả chặn bên trái thì áp suất bên trong lõi lọc sẽ gần bằng áp suất môi trường do van xả chặn được nối với kết cấu cạn (10) (Hình 1). Do chênh lệch áp suất giữa bên ngoài và bên trong lõi lọc bên trái nên cặn bám trên bề mặt bên trong của lõi lọc bên trái sẽ được làm sạch và cặn được dẫn về kết cấu cạn (10).

Nếu vệ sinh lõi lọc bên phải ta chỉ cần xoay cần điều khiển vệ sinh bầu lọc sang phải như Hình 2a và mở van xả chặn bên phải thì lõi lọc bên phải lúc này được vệ sinh, còn lõi lọc bên trái ở trạng thái làm việc bình thường. Như vậy các lõi lọc của bầu lọc sẽ được làm sạch mà không cần phải dừng hệ thống bôi trơn động cơ.

3. Thiết kế hệ thống tự động làm sạch bầu lọc

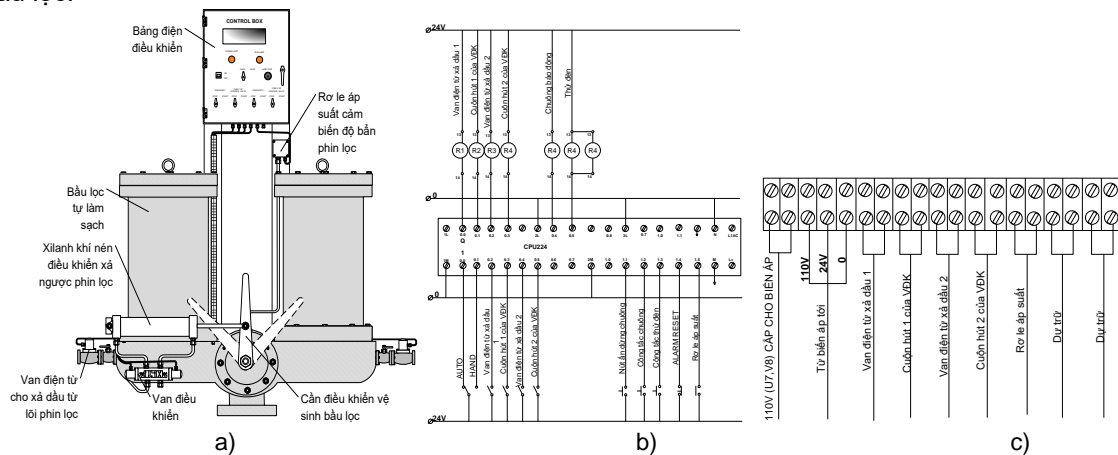
Hệ thống tự động làm sạch bầu lọc thiết kế phải đảm bảo khi hệ thống bôi trơn động cơ diesel đang hoạt động, nếu áp suất dầu bôi trơn giảm 10% so với áp suất làm việc định mức của hệ thống bôi trơn (do các phin lọc bị bẩn) thì hệ thống phải tự động vệ sinh các lõi lọc. Để hệ thống có thể làm việc tự động được thì hệ thống phải bao gồm các phần tử, hệ thống như trên Hình 4a:

- Hệ thống khí nén điều khiển gồm 01 xilanh khí nén loại tác động hai phía có sử dụng hai lò xo để đưa piston của xilanh điều khiển về vị trí giữa khi không điều khiển, 01 van điều khiển loại 4/3 điều khiển bằng điện, 01 nguồn khí nén điều khiển có áp suất 7 bar.

- 02 van điện từ cho xả dầu bẩn từ lõi lọc về kết cấu cạn như trên (Hình 1). Các van này có nhiệm vụ mở đường dầu từ bên trong lõi lọc đang vệ sinh về kết cấu cạn của hệ thống bôi trơn.

- Một bảng điện điều khiển mà trong đó có sử dụng một bộ vi xử lý PLC224 để điều khiển chương trình hoạt động tự động vệ sinh bầu lọc, 01 bộ xử lý tín hiệu vào loại 1-11C1 để xử lý các tín hiệu vào cho quá trình điều khiển, 01 bộ xử lý tín hiệu ra loại 1-10C1 để xử lý tín hiệu ra điều khiển cho hệ thống, 04 contactor để điều khiển các van điện từ xả cặn, van điều khiển xanh khí nén để điều khiển cần điều khiển vệ sinh bầu lọc, 01 bộ nguồn để biến điện áp 110V AC thành nguồn 24V DC. Bảng điện thiết kế để có thể điều khiển tự động hoặc điều khiển bằng tay.

- 01 rơ le áp suất hoặc cảm biến áp suất loại có áp suất làm việc tới 15bar. Ở đây sử dụng rơ le áp suất để cảm biến áp suất trên đường ra của bầu lọc (áp suất đi bôi trơn động cơ diesel). Khi áp suất dầu bôi trơn giảm xuống khoảng 10% so với áp suất làm việc của hệ thống bôi trơn (tương ứng với các bầu lọc bẩn) thì rơ le áp suất đưa tín hiệu đến bộ xử lý tín hiệu để điều khiển vệ sinh bầu lọc.



Hình 4. Hệ thống tự động vệ sinh bầu lọc

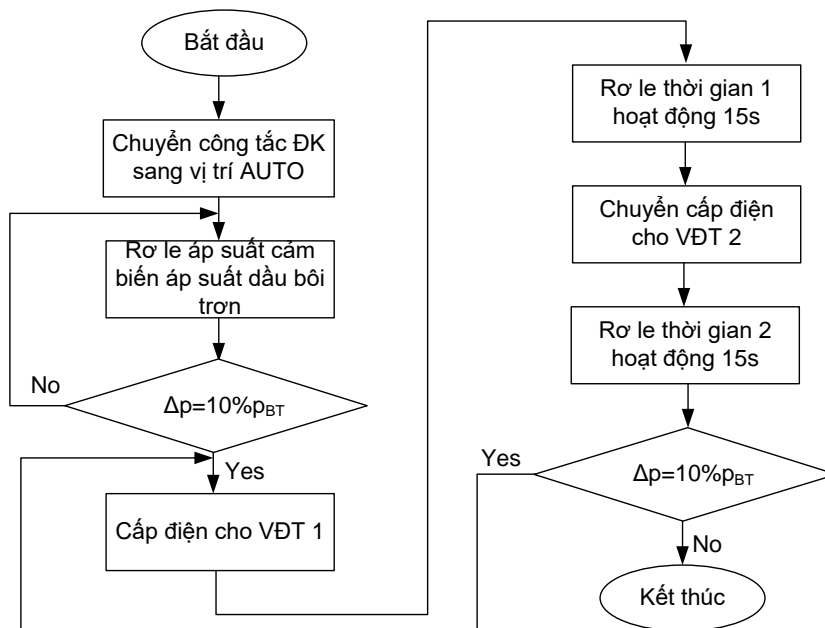
Sơ đồ mạch điện điều khiển tự động vệ sinh bầu lọc được thể hiện trên Hình 4b, còn sơ đồ bố trí cầu đầu dây của bảng điện được thể hiện như trên Hình 4c.

Ở đây nguồn điện điều khiển cho các van điện từ xả cặn và van điện từ điều khiển là nguồn 24V DC. Nguồn điện cấp vào cho bảng điện điều khiển là nguồn xoay chiều 110V AC.

4. Thiết kế chương trình điều khiển tự động vệ sinh bầu lọc

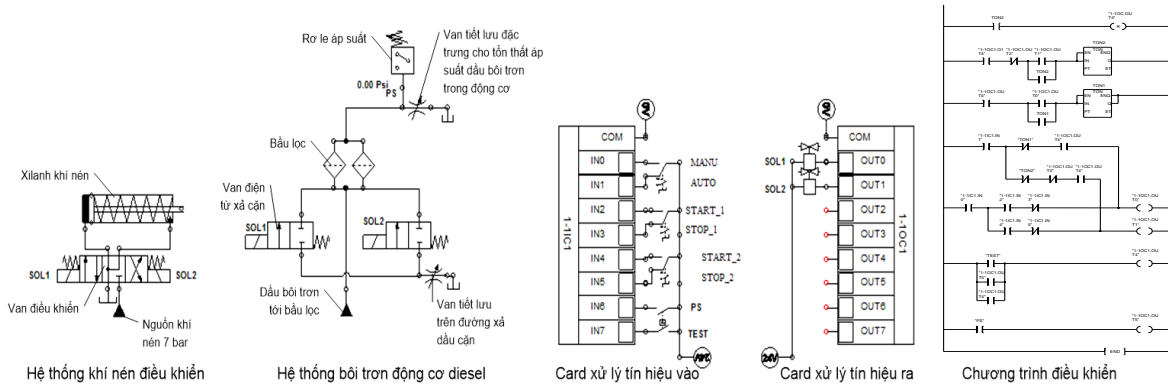
4.1. Thuật toán điều khiển tự động vệ sinh bầu lọc

Để thiết kế chương trình điều khiển tự động vệ sinh bầu lọc thì trước tiên ta phải xây dựng thuật toán điều khiển chương trình. Thuật toán điều khiển tự động vệ sinh bầu lọc được thể hiện trên Hình 5.



Hình 5. Thuật toán điều khiển tự động vệ sinh bầu lọc

4.2. Thiết kế chương trình điều khiển tự động vệ sinh bầu lọc



Hình 6. Thiết kế mạch mô phỏng hệ thống điện điều khiển tự động vệ sinh bầu lọc

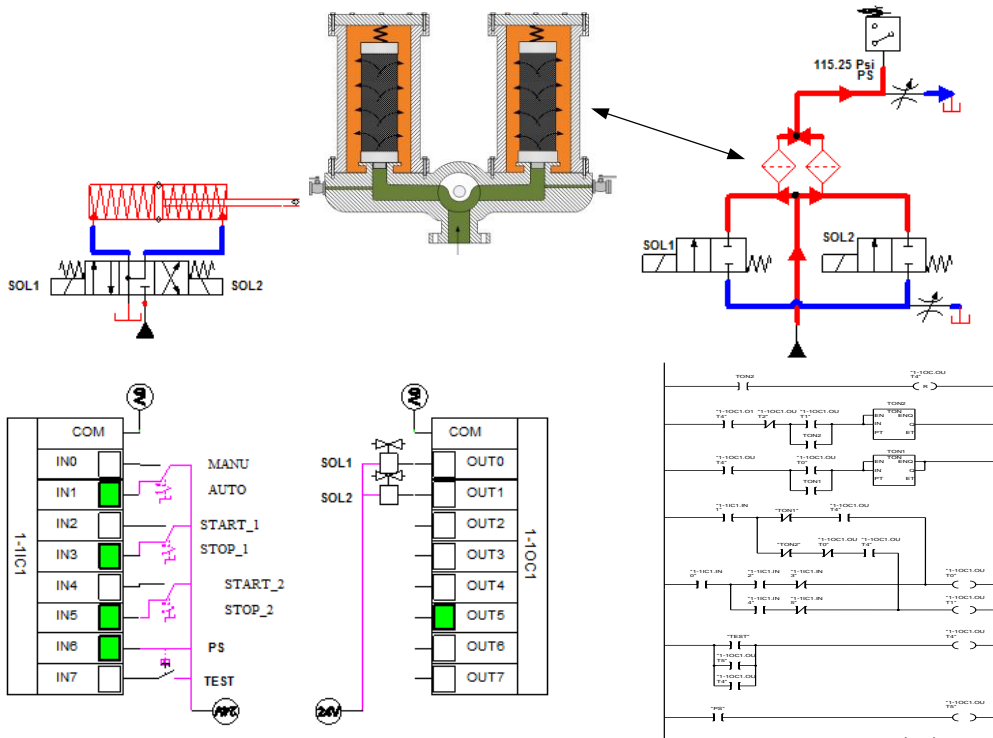
Để thiết kế chương trình điều khiển quá trình tự động vệ sinh bầu lọc và nạp chương trình vào trong bộ PLC để điều khiển, chúng tôi sử dụng phần mềm Automation Studio để thiết kế và mô phỏng. Chương trình điều khiển xây dựng trên phần mềm Automation Studio có thể tương thích với chương trình điều khiển trong PLC nên khi mô phỏng đầy đủ tính năng của chương trình điều khiển thì phần mềm này có thể nạp vào PLC để điều khiển hệ thống.

Mạch điều khiển khí nén và mạch mô phỏng hệ thống bôi trơn động cơ diesel thiết kế trên phần mềm Automation Studio được thể hiện trên Hình 6.

Mạch mô phỏng chương trình điều khiển tự động vệ sinh bầu lọc được thể hiện trên Hình 6. Trong đó có card xử lý tín hiệu vào, card xử lý tín hiệu ra và chương trình điều khiển trong PLC.

5. Kết quả mô phỏng

Sau khi thiết kế hệ thống điều khiển trên phần mềm Automation Studio, ta tiến hành mô phỏng hệ thống bằng cách nhấn vào Normal Simulation thì chương trình sẽ chạy mô phỏng nguyên lý điều khiển của hệ thống như sau:



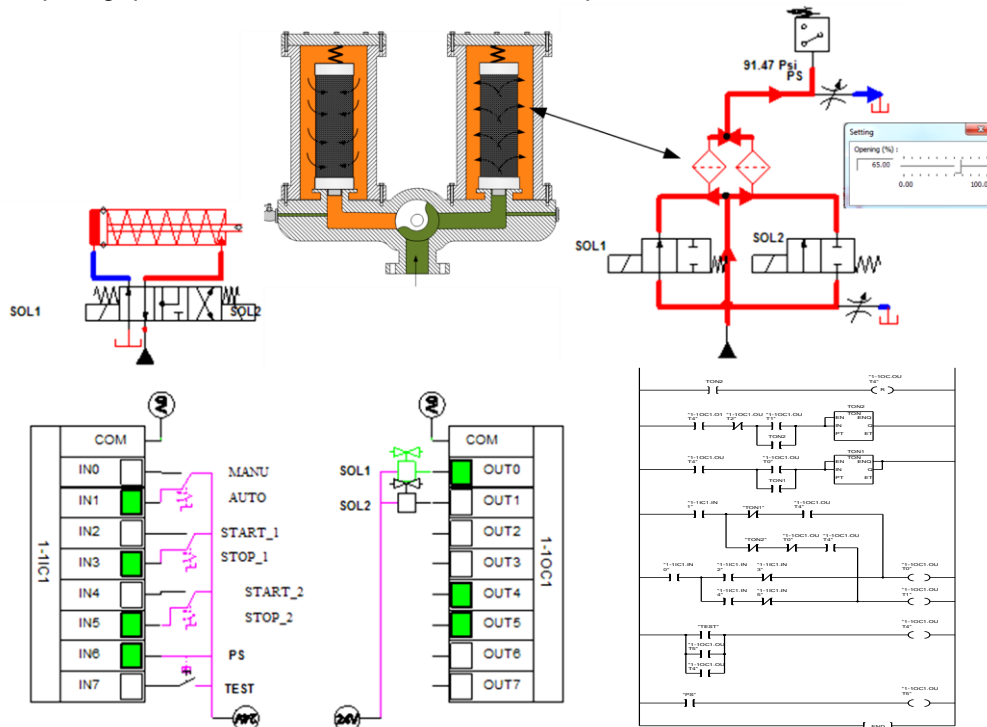
Hình 7. Mô phỏng trạng thái bầu lọc làm việc bình thường

Khi hệ thống bôi trơn động cơ diesel hoạt động, ta chuyển công tắc điều khiển sang vị trí AUTO, hệ thống sẽ đưa vào chế độ hoạt động tự động. Nếu áp suất dầu bôi trơn động cơ diesel đạt giá trị áp suất làm việc của hệ thống là từ 100 Psi trở lên (tương đương 6 bar) thì rơ le áp suất sẽ

ngắt tiếp điểm điện, không có tín hiệu điều khiển vệ sinh bầu lọc đưa tới bộ xử lý. Các van (SOL 1) và (SOL2) của van điều khiển khí nén và van điện từ xả cặn dầu không có điện. Van điều khiển khí nén ở vị trí giữa, khóa khí nén cấp tới xilanh khí nén. Cần điều khiển vệ sinh bầu lọc ở vị trí thẳng đứng và cả hai lõi lọc ở trạng thái làm việc bình thường. Các van điện từ xả dầu đều ở trạng thái đóng. Hình 7 mô phỏng bầu lọc của hệ thống bôi trơn ở trạng thái làm việc bình thường.

Để mô phỏng quá trình vệ sinh bầu lọc của hệ thống bôi trơn ta nhấn vào van tiết lưu sau rơ le áp suất (van tiết lưu này mô phỏng tồn thất áp suất trong động cơ diesel) để điều chỉnh độ mở của van tiết lưu (tương tự như các lõi lọc bị bẩn). Khi áp suất dầu bôi trơn động cơ diesel giảm xuống 10% ($p = 91,97 \text{ Psi}$) so với áp suất làm việc bình thường thì rơ le áp suất sẽ đóng tiếp điểm của rơ le, tín hiệu điện sẽ đưa tới bộ điều khiển. Rơ le thời gian 1 (TON1) có điện sẽ đưa tín hiệu cấp nguồn cho van điện từ (SOL 1) của van điều khiển khí nén và cấp nguồn cho van điện từ (SOL 1) của van xả cặn 1 để xả cặn về két lắng của hệ thống bôi trơn. Khi này van điều khiển khí nén sẽ cấp khí nén cho xilanh khí nén để điều khiển piston của xilanh khí nén sang trái. Cần điều khiển vệ sinh bầu lọc sẽ được kéo sang vị trí bên trái để vệ sinh lõi lọc bên trái của bầu lọc. Hình 8 mô phỏng quá trình điều khiển vệ sinh cho lõi lọc bên trái của bầu lọc.

Sau thời gian 15s thì rơ le thời gian 1 (TON 1) mất điện, van điện từ (SOL 1) của van xả cặn 1 mất điện, van đóng đường xả cặn dầu bên trái lại. Van điện từ (SOL1) của van điều khiển mất điện, van điều khiển được lò xo đưa về vị trí giữa. Sau 1s thì rơ le thời gian 2 (TON 2) có điện và đưa tín hiệu cấp nguồn cho van điện từ (SOL 2) của van điều khiển và van xả cặn. Van điều khiển được chuyển sang vị trí điều khiển cấp khí nén vào khoang bên trái của xilanh khí nén đẩy piston sang bên phải. Cần điều khiển vệ sinh bầu lọc được đẩy sang phải để vệ sinh cho lõi lọc bên phải. Hình 9 mô phỏng quá trình điều khiển vệ sinh lõi lọc bên phải của bầu lọc.

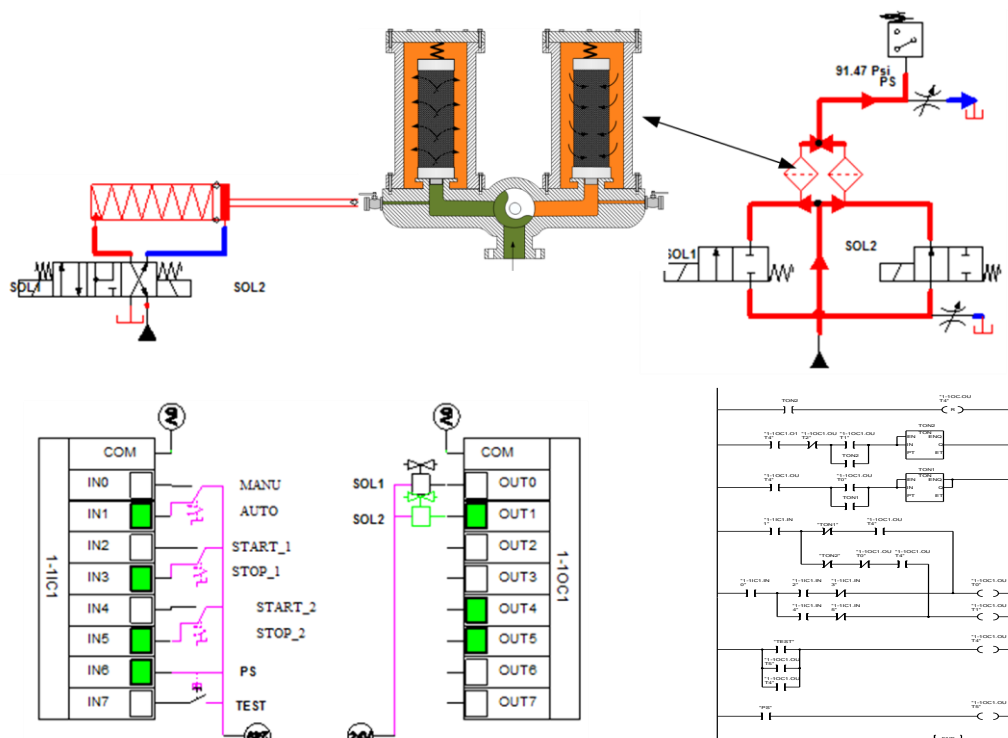


Hình 8. Mô phỏng quá trình điều khiển vệ sinh lõi lọc bên trái của bầu lọc

Sau 15s thì rơ le thời gian (TON 2) sẽ mất điện, van điện từ (SOL 2) sẽ mất điện, van xả cặn 2 đóng lại và van điều khiển khí nén trở về vị trí giữa để khóa nguồn khí nén cấp tới xilanh. Piston của xilanh khí nén lại trở về vị trí giữa, kéo cần điều khiển về vị trí giữa để mở thông các đường dầu cấp vào cho bầu lọc. Quá trình này được mô phỏng như trên Hình 7.

Nếu sau khi vệ sinh các lõi lọc của bầu lọc mà áp suất dầu bôi trơn tăng lên đến áp suất làm việc của hệ thống ($p = 100 \text{ psi}$) thì sẽ dừng điều khiển vệ sinh bầu lọc. Nếu áp suất dầu bôi trơn vẫn giảm 10% so với áp suất làm việc thì chương trình sẽ tiếp tục điều khiển để vệ sinh bầu lọc. Nếu 3 lần xả cặn liên tục mà áp suất dầu bôi trơn vẫn giảm thì sẽ có tín hiệu báo động bầu lọc bẩn.

Sau khi mô phỏng hệ thống tự động vệ sinh bầu lọc, nếu quá trình mô phỏng hoạt động tốt thì ta có thể nạp toàn bộ chương trình mô phỏng vào trong PLC để điều khiển.



Hình 9. Mô phỏng qua trình điều khiển vệ sinh lõi lọc bên phải của bầu lọc

6. Kết luận

Hệ thống tự động vệ sinh bầu lọc có thể được áp dụng cho các bầu lọc tinh của hệ thống bôi trơn động cơ diesel tàu thủy. Khi hệ thống bôi trơn động cơ diesel hoạt động thì các bầu lọc này sẽ được tự động làm sạch các lõi lọc của nó mà không cần phải dừng hệ thống bôi trơn. Như vậy các bầu lọc này có thể luôn duy trì được hệ thống bôi trơn làm việc ổn định trong thời gian dài. Bầu lọc này cũng có thể được thiết kế để có thể thao tác vệ sinh bầu lọc bằng tay bằng cách thao tác các công tắc trên bảng điện điều khiển. Điều này rất thuận tiện cho các thuyền viên trên tàu vận hành các bầu lọc này (đặc biệt khi các bầu lọc được làm sạch tự động mà không sạch).

Nếu các hệ thống tự động vệ sinh bầu lọc này sau khi được áp dụng xuống tàu để tự động làm sạch cho các bầu lọc tinh của hệ thống bôi trơn động cơ diesel tàu thủy thì có thể giảm được sức lao động của thuyền viên trên tàu. Nó có thể làm tăng cường nội địa hóa được các trang thiết bị cho ngành đóng tàu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TS. Nguyễn Trung Cường, “Động cơ diesel tàu thủy”, NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội, 2010.
- [2] TS. Phạm Hữu Tân, “Máy phụ tàu thủy tập 2”, NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội, 2012.

Ngày nhận bài: 04/03/2019
 Ngày nhận bản sửa: 26/03/2019
 Ngày duyệt đăng: 03/04/2019