

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CẤU HÌNH HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN THỦY LỰC ĐẾN HIỆU QUẢ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG

Nguyễn Hữu Tuấn

Trường Đại học Thủy lợi, email: nhtuan@tlu.edu.vn

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Hiện nay trên thế giới nói chung và nước ta nói riêng đi cùng với sự phát triển thì nhu cầu sử dụng nguồn năng lượng ngày càng tăng lên. Nguồn năng lượng ngày càng cạn kiệt như xăng dầu và điện cũng không ngoại lệ. Mức tiêu thụ dầu hằng năm trên thế giới tăng dần trong khi nguồn năng lượng này có hạn và sẽ cạn dần trong tương lai gần. Chính vì thế, các nghiên cứu ngày nay tập trung tìm ra nguồn năng lượng mới và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng hiện có. Các thiết bị máy móc hiện nay ngoài thực hiện được đầy đủ các chức năng yêu cầu thì cần tiết kiệm năng lượng.

Tuy nhiên, các hệ thống được lựa chọn phần nhiều mới chỉ chú trọng đến đảm bảo những chức năng yêu cầu của hạng mục thiết kế mà chưa quan tâm nhiều đến hiệu quả sử dụng năng lượng, tiết kiệm nhiên liệu.

Để đánh giá ảnh hưởng của cấu hình hệ thống điều khiển thủy lực đến hiệu quả sử dụng năng lượng, bài báo này đi nghiên cứu trên các bộ công tác của máy công cụ nhằm rút ngắn thời gian một chu kỳ gia công sản phẩm, nâng cao năng suất của dây chuyền sản xuất và tiết kiệm năng lượng.

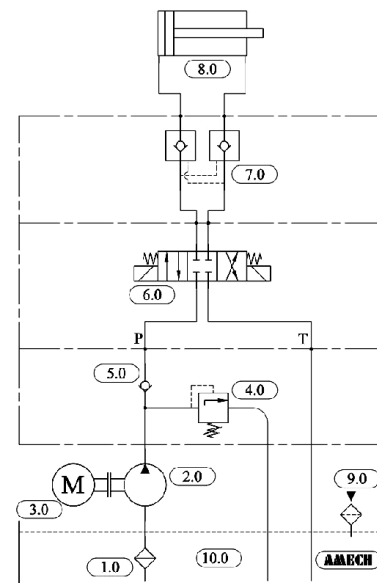
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Ứng dụng phần mềm Automation Studio mô phỏng tính toán hiệu quả hệ thống điều khiển thủy lực trên máy, thiết bị. Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của cấu hình hệ thống thủy lực tới chức năng làm việc và hiệu quả sử dụng năng lượng.

Đối tượng nghiên cứu hệ thống thủy lực trên máy, thiết bị với các thông số cơ bản, sơ đồ hệ thống như Bảng 1 và Hình 1.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật hệ thống thủy lực

Loại máy	Máy công cụ
Lực đẩy (daN)	10000
Đường kính piston/cán piston/hành trình(cm)	12/9/50
Áp suất làm việc (bar)	200
Lưu lượng bơm (lít/phút)	24



Hình 1. Hệ thống thủy lực máy nghiên cứu

Nghiên cứu mô phỏng sử dụng các nguyên lý cơ bản của thủy lực như định luật Pascal về khuếch đại lực: áp suất ở trong một khối chất lỏng kín được truyền nguyên vẹn theo mọi hướng trong toàn bộ khối chất lỏng và tác dụng vuông góc với các bề mặt tiếp xúc với chất lỏng.

Tiếp đến, để thấy rõ dòng năng lượng được bảo toàn, phương trình liên tục chỉ ra đối với dòng chảy ổn định trong đường ống, lưu lượng trọng lượng (trọng lượng của chất lỏng đi qua một mặt cắt trong một đơn vị thời gian) là như nhau cho tất cả các mặt cắt bất kỳ của đường ống. Do chất lỏng về cơ bản là không nén được nên phương trình liên tục đối với các hệ thống thủy lực có dạng:

$$Q_1 = A_1 v_1 = A_2 v_2 = Q_2 \quad (1)$$

Trong đó: Q_1, Q_2 : lưu lượng thể tích; A_1, A_2 : diện tích mặt cắt ngang ống; v_1, v_2 : vận tốc của chất lỏng.

Phương trình năng lượng đưa ra tổng năng lượng có trong khối chất lỏng ở vị trí 1 cộng với năng lượng thêm vào bởi bơm trừ đi năng lượng lấy ra từ động cơ thủy lực trừ đi năng lượng mất mát do ma sát, bằng tổng năng lượng có trong khối chất lỏng khi nó đến vị trí 2.

$$\begin{aligned} Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + H_p - H_m - H_L \\ = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} \end{aligned} \quad (2)$$

Ở vị trí 1, trọng lượng khối chất lỏng có độ cao Z_1 , áp suất p_1 và vận tốc v_1 . Khi khối chất lỏng này đến vị trí 2, độ cao, áp suất và vận tốc tương ứng của nó sẽ là Z_2, p_2 , và v_2 . H_L là tổn thất do ma sát từ vị trí 1 đến vị trí 2, H_p là cột áp bơm cung cấp thêm, H_m là cột áp lấy ra từ động cơ thủy lực. Tổn thất cột áp do ma sát trong một hệ thống thực tế bao gồm hai thành phần: Tổn thất trong các ống dẫn và tổn thất trong các van, chỗ nối. Tổn thất trong ống có thể tính bằng phương trình Darcy:

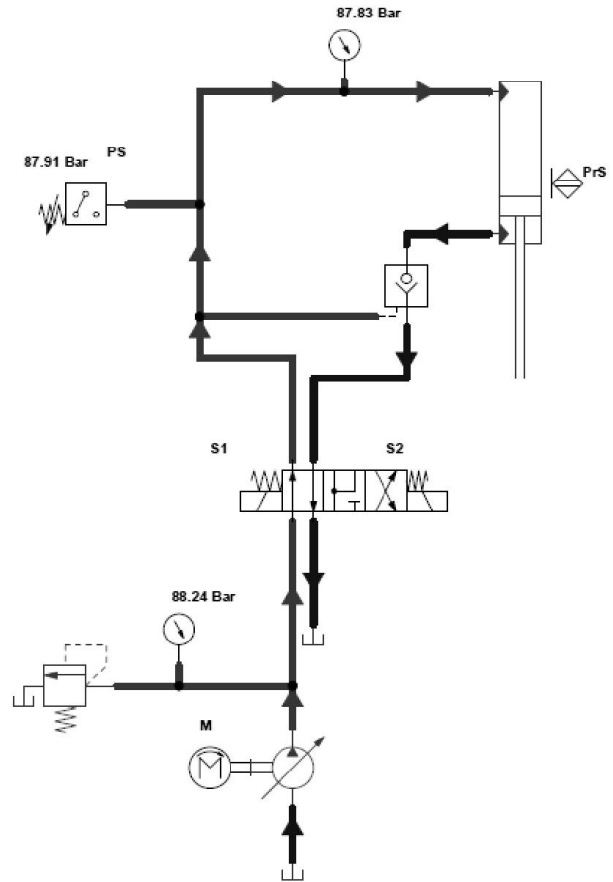
$$H_L = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad (3)$$

ơi: f là hệ số ma sát, L là chiều dài ống, D là đường kính trong của ống, v là vận tốc trung bình của chất lỏng, g là gia tốc trọng trường. Đối với dòng chảy tầng, hệ số ma sát:

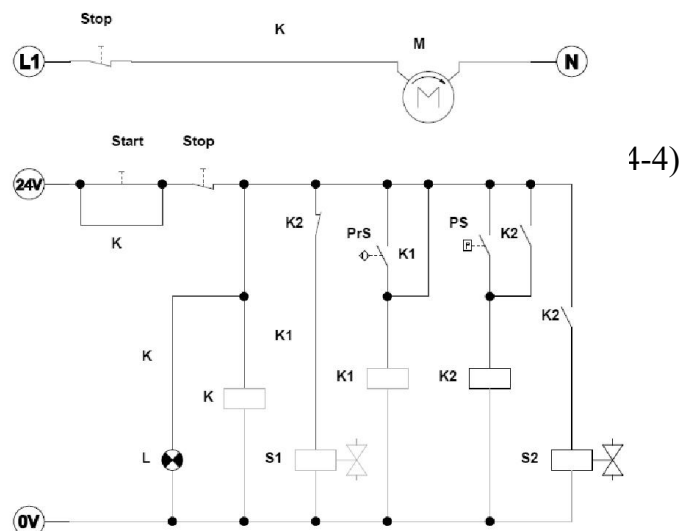
$$f = \frac{64}{N_R}; N_R \text{ là số Reynolds}$$

Dựa trên các thông số máy nghiên cứu và các nguồn tài liệu liên quan, mô hình xây dựng được thể hiện trên Hình 2. Mô hình bao gồm

các phần tử cơ bản: Bơm điều chỉnh lưu lượng được dẫn động từ động cơ điện (M), van an toàn, van đảo chiều 4/3 điều khiển điện từ - hồi vị lò xo với vị trí trung tâm tái tạo, van một chiều điều khiển được, công tắc áp suất thủy lực - điện từ (PS), cảm biến hành trình (PrS), piston xy lanh tác động hai chiều.

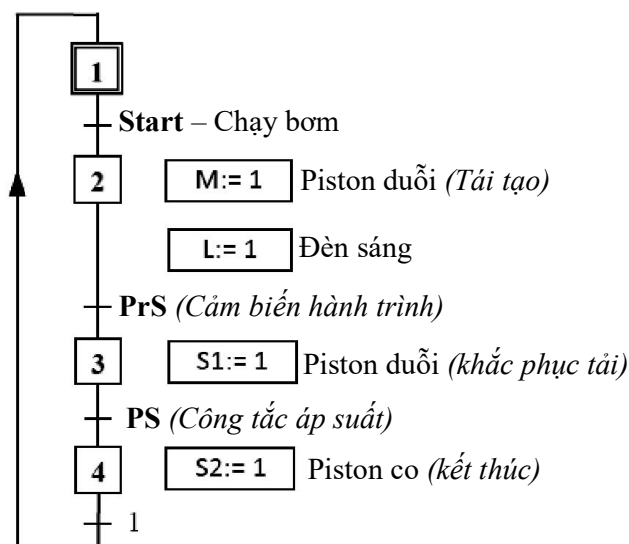


Hình 2. Xây dựng sơ đồ mô phỏng



Hình 3. Sơ đồ hệ thống điều khiển

Hoạt động điều khiển được thể hiện bằng biểu đồ hành trình bước hay mạng mô tả thành chuỗi các giai đoạn trong chu trình sản xuất (GRAFCET - Graphe fonctionnel de commande étape transition). GRAFCET là sơ đồ hình chức năng cho phép mô tả các trạng thái làm việc của hệ thống và biểu diễn quá trình điều khiển với các trạng thái và sự chuyển đổi từ trạng thái này sang trạng thái khác. Sơ đồ GRAFCET của hệ thống nghiên cứu được thể hiện như Hình 4.



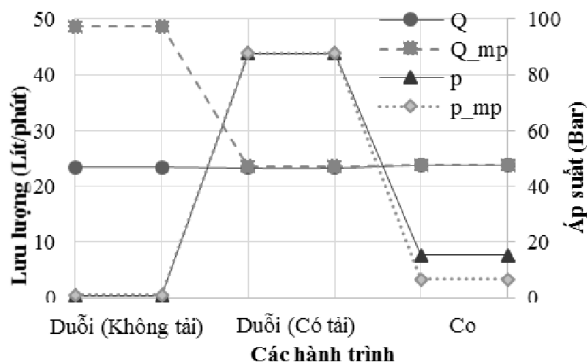
Hình 4. Sơ đồ GRAFCET

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Mô hình đã được cập nhật đặc tính kỹ thuật phần tử và hiệu chỉnh, so sánh với thông số kỹ thuật của máy nguyên mẫu về các chức năng hoạt động đảm bảo hệ thống có thể tự động hóa trong quá trình vận hành đảm bảo độ tin cậy nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng.

Để đánh giá ảnh hưởng của cấu hình đến hiệu quả sử dụng năng lượng, từ Hình 5 kết quả cho thấy: Ở hành trình duỗi (không tải), lưu lượng của hệ thống cải tiến cao hơn so với hệ thống nguyên bản 107,4%, còn áp suất có sự thay đổi nhỏ giữa hai hệ thống, do áp suất khi làm việc ở hành trình này nhỏ hơn hoặc bằng 1 bar, do vậy sự thay đổi này có thể bỏ qua. Sự cải thiện về lưu lượng là do hệ thống đã thay thế van đảo chiều với vị trí trung tâm đóng thành van đảo chiều với vị trí

trung tâm tái tạo nhằm tăng vận tốc di chuyển ở hành trình không tải điều này sẽ dẫn đến giảm thời gian gia công sản phẩm làm tăng năng suất của thiết bị và cả hệ thống trong dây chuyền sản xuất.



Hình 5. Sự thay đổi lưu lượng và áp suất các hành trình

Ở hành trình duỗi (có tải): Lưu lượng và áp suất trong xy lanh về cơ bản không có sự sai khác nhiều do chức năng của các phần tử không đổi. Ở hành trình co: Lưu lượng không có sự thay đổi nhiều do cấu hình giữ nguyên, tuy nhiên áp suất giảm 8,6 bar (khoảng 55%), sự giảm này là do hệ thống cải tiến đã sử dụng một van một chiều điều khiển được thay vì dùng hai van như sơ đồ nguyên mẫu. Do các máy công cụ thường bố trí piston theo phương đứng nên để chống trôi piston có thể dùng một van mà vẫn đảm bảo được các chức năng làm việc của hệ thống.

4. KẾT LUẬN

Theo kết quả mô hình cho thấy, hệ thống thủy lực đề xuất đã được thiết kế đảm bảo các chức năng làm việc và tự động hóa trong dây chuyền sản xuất. Giá trị cải thiện nhất ở hành trình không tải, lưu lượng tăng 107,4%, điều này sẽ làm giảm thời gian gia công sản phẩm dẫn đến năng suất hệ thống tăng.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Automation Studio, Famic Technologies Inc.
- [2] Anthony Esposito (2003), Fluid power with applications, Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.