

THIẾT KẾ CẤU TRÚC TRUYỀN ĐỘNG TỰ ĐỘNG THỦY LỰC TỐI ƯU DÙNG VAN TỔ HỢP

Hoàng Vị (Trường Đại học KTCN - ĐH Thái Nguyên)

1. Giới thiệu chung.

Từ năm 1920 truyền động và điều khiển bằng thủy lực đã được ứng dụng trong các máy công cụ, ban đầu chủ yếu dùng để thực hiện chuyển động thẳng và công suất bé, về sau còn dùng để thực hiện chuyển động quay. Hiện nay truyền dẫn thủy lực được sử dụng rộng rãi trong hầu hết các ngành kỹ thuật: Hàng không, quân sự, xây dựng, giao thông vận tải, hoá chất, máy mỏ, cơ khí luyện kim... và nhất trong ngành cơ khí chế tạo máy. Đặc biệt đối với các máy công cụ như máy tổ hợp, máy điều khiển theo chương trình số, các dây chuyền, hệ thống sản xuất tự động linh hoạt... để thực hiện các chuyển động chính, chuyển động chạy dao, chuyển động điều khiển... Hiện tại và trong tương lai truyền dẫn thủy lực được sử dụng trong các thiết bị thực hiện chuyển động đồng bộ và các hệ thống điều khiển tự động.

Trong truyền dẫn thủy lực, hệ thống truyền động có một khâu là chất lỏng (dầu khoáng được ép). Thực hiện bằng cách cấp cho dầu một năng lượng thế năng dưới dạng áp suất (bơm nén dầu với một áp suất nhất định), sau đó thế năng dầu ép biến thành cơ năng (của động cơ dầu, cơ cấu chấp hành...). Trong điều khiển bằng thủy lực, hệ thống truyền tín hiệu có khâu truyền tín hiệu là dòng chất lỏng liên tục, để truyền tín hiệu điều khiển giữa các phần tử trong hệ thống đến các khâu chấp hành. Truyền động thủy lực truyền được công suất cao và lực lớn nhờ các cơ cấu tương đối đơn giản, hoạt động với độ tin cậy cao, ít đòi hỏi về chăm sóc, bảo dưỡng. Có thể điều chỉnh vô cấp tốc độ, dễ thực hiện tự động hoá theo điều kiện làm việc hay theo chương trình logic cho trước. Kết cấu các phần tử gọn nhẹ, vị trí của cơ cấu dẫn động và cơ cấu chấp hành không lệ thuộc nhau. Có khả năng giảm kích thước và khối lượng nhờ lựa chọn giải pháp áp suất thủy lực cao. Có đặc tính giảm chấn cao, quán tính bé, dễ đề phòng quá tải, dễ theo dõi. Tự động hoá và hiện đại hoá hệ thống đơn giản, kể cả hệ thống phức tạp bằng cách dùng các phần tử tiêu chuẩn, các phần tử tổ hợp.

Mặc dù có nhiều tính năng tích cực như vậy nhưng truyền dẫn thủy lực cũng có những nhược điểm nhất định. Tổn thất thủy lực trên ống dẫn, rò dầu bên trong các phần tử làm giảm hiệu suất và hạn chế phạm vi sử dụng. Vận tốc của cơ cấu chấp hành trong hệ thống thay đổi do độ nhớt thay đổi theo nhiệt độ, do thay đổi phụ tải. Khó đồng bộ hoá chính xác các chuyển động. Vì vậy để thiết kế được một hệ thống truyền động thủy lực tối ưu, người thiết kế khả năng phân tích và tổng hợp hệ thống theo yêu cầu. Trong bài này tác giả trình bày một số phân tích yêu cầu về phần tử, hệ thống thủy lực. Từ đó đưa ra giải pháp cấu trúc truyền dẫn tối ưu. Kết quả của nghiên cứu có thể phát triển để thành lập các hệ thống truyền dẫn ứng dụng.

2. Phân tích thiết kế hệ thống

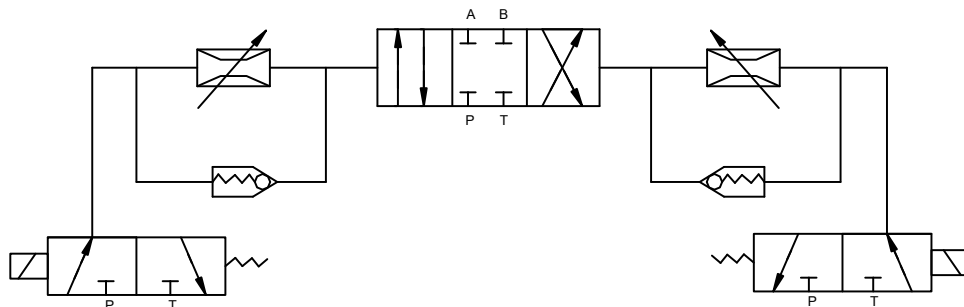
a. Các yêu cầu cơ bản của hệ thống truyền động thủy lực.

Một hệ thống truyền động được thiết lập và phát triển ứng dụng cần có giải pháp tối ưu trong thiết kế. Yêu cầu cơ bản của hệ thống truyền động thủy lực là có khả năng điều chỉnh lực

truyền dẫn, điều chỉnh và ổn định tốc độ của cơ cấu chấp hành, an toàn quá tải tốt, không gây va đập thủy lực, tự động điều khiển...

Giải pháp các phân tử tổ hợp của hệ thống truyền động thủy lực.

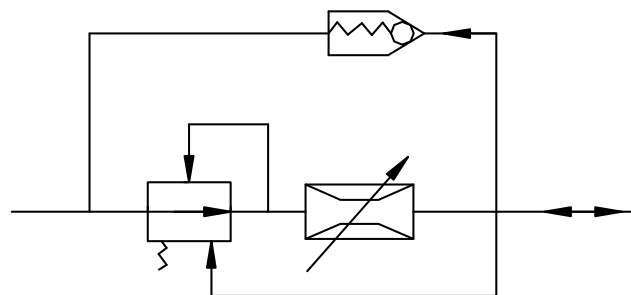
- **Điều khiển van đảo chiều:** Van đảo chiều dùng để đảo chiều dòng dầu trong hệ thống nhằm đảo chiều của cơ cấu chấp hành. Tác động nhanh có thể bằng lực cơ hoặc bằng lực điện từ của ống solenoid, thường gây va đập thủy lực có hại cho hệ thống. Để được quá trình quá độ tốt có thể dùng tiết lưu thủy lực tuy nhiên quá trình tác động khó điều khiển. Giải pháp được chọn là tổ hợp van tiết lưu với van một chiều như là phân tử tác động chậm tháo nhanh (Hình 1).



Hình 1: Bộ điều khiển van đảo chiều bằng tổ hợp van Tiết lưu- một chiều.

- **Điều chỉnh và ổn định tốc độ:**

Bộ điều chỉnh và ổn định tốc độ của hệ thống được tổ hợp từ van giảm áp và van tiết lưu. Việc điều chỉnh tốc độ thực tế là điều chỉnh tiết lưu. Tuy nhiên thiết bị này chỉ tác động theo một chiều vì vậy chỉ đặt trên đường dầu một chiều của hệ thống do đó không điều chỉnh độc lập tốc độ đảo chiều và khả năng ổn định tốc độ bị hạn chế. Giải pháp được chọn là tổ hợp song song bộ đảo chiều với van một chiều. Bộ đôi van tổ hợp này được đặt trên đường dầu hai chiều để điều chỉnh và ổn định tốc độ chiều thuận và ngược độc lập (Hình 2).

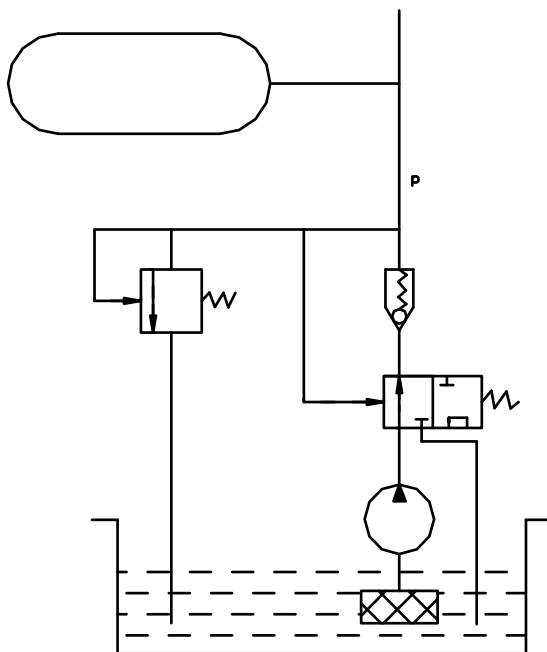


Hình 2: Bộ điều chỉnh và ổn định tốc độ đặt trên đường dầu hai chiều.

- **Tự động khống chế lưu lượng, áp suất và bảo vệ hệ thống:**

Khống chế lưu lượng và áp suất và bảo vệ hệ thống thủy lực thường sử dụng van tràn, và các van an toàn. Tuy nhiên không khắc phục được các tác động gây quá tải tức thời như va đập thủy

lực, dao động của hệ thống và các quá tải cục bộ. Giải pháp được chọn lựa là tổ hợp van tràn - van một chiều - van đảo chiều 3/2 thành bộ tự động khống chế (Hình 3).



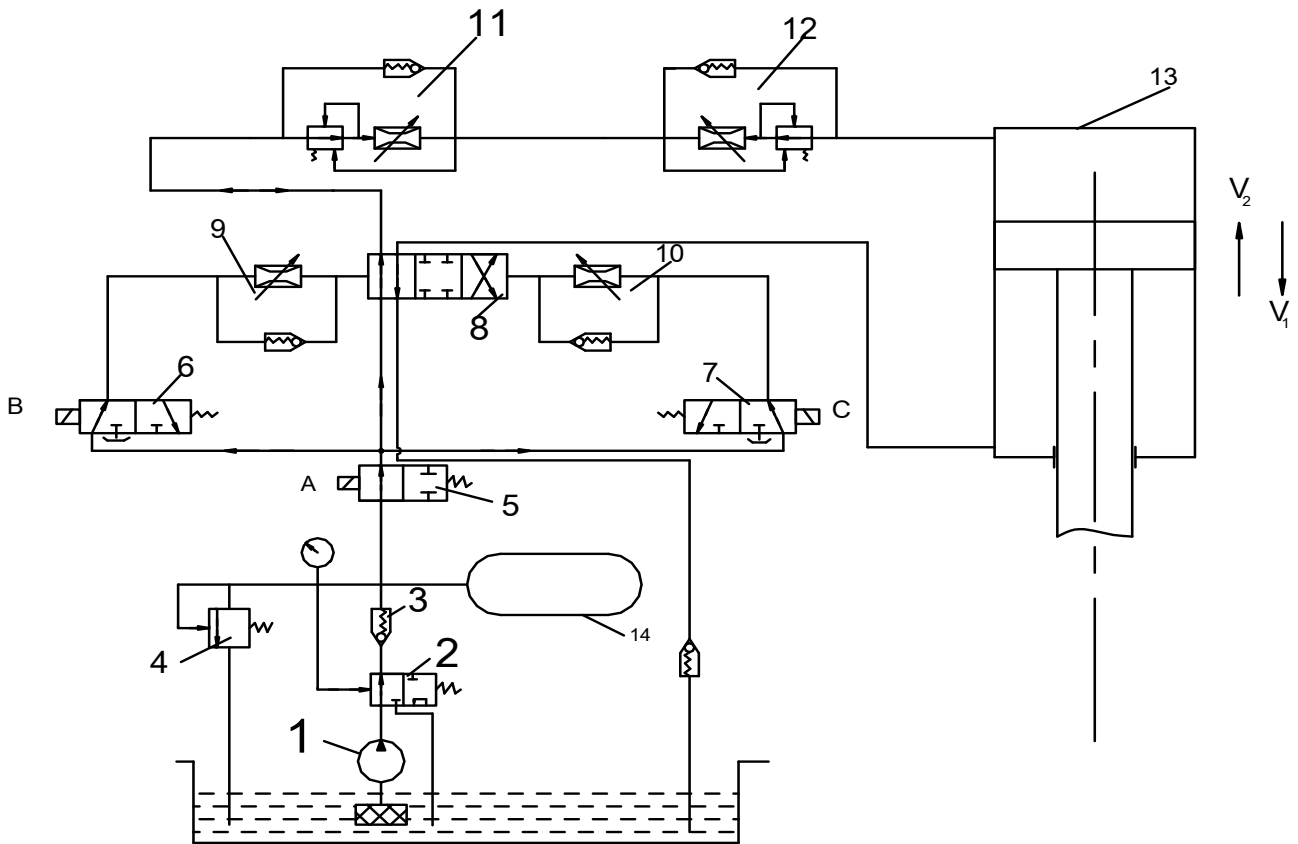
Hình 3: Bộ tự động khống chế lưu lượng, áp suất và bảo vệ hệ thống

b.Cấu trúc hệ thống truyền động thủy lực tối ưu dùng van tổ hợp.

Khi thiết kế hệ thống truyền động nhằm thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật chủ yếu như đảm bảo công suất, vận tốc truyền động. Hệ thống còn phải đạt được các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật khác như kết cấu hợp lí. Hệ thống dùng các thiết bị tiêu chuẩn. Phòng ngừa quá tải tốt. Mức độ tự động hoá cao. Làm việc êm, không gây va đập và các hiện tượng có hại khác...Để thỏa mãn các yêu cầu trên cần có giải pháp cấu trúc tối ưu, Tính toán bộ thông số động học, động lực học của hệ thống hợp lí và lựa chọn các thiết bị thỏa mãn bộ thông số thiết kế.

Trên hình 4 trình bày một giải pháp cấu trúc truyền dẫn thủy lực tối ưu. Bơm dầu (1) làm nhiệm vụ biến đổi năng lượng, cấp dầu tự động cho ác quy (14). Khi ác quy đầy dầu van (2) tự động ngắt đường dầu từ bơm tới hệ thống và tự động cấp khí áp suất của hệ thống giảm. Van tràn (4) làm nhiệm vụ điều áp, xả dầu thừa về bể và chức năng an toàn quá tải cho hệ thống. Van một chiều (3) có chức năng bảo vệ bơm dầu không bị va đập thủy lực. Như vậy bộ thiết bị tổ hợp gồm van (2) , (3) và (4) làm nhiệm vụ khống chế và bảo vệ hệ thống.

Để đưa hệ thống vào hoạt động van thường ngắt (5) chuyển sang trạng thái mở. các van logic (6) và (7) làm nhiệm vụ cấp tín hiệu điều khiển đảo chiều chuyển động cho bộ điều khiển thời gian đóng chậm (9) và (10) chống va đập thủy lực khi đảo chiều van và cơ cấu chấp hành. Bộ van tổ hợp (11) điều khiển và ổn định tốc độ V_1 và bộ van tổ hợp (12) điều khiển và ổn định tốc độ V_2 của xy lanh truyền lực 13.



Hình 4: Cấu trúc hệ thống truyền động thủy lực tối ưu dùng van tổ hợp
Theo cấu trúc này lưu lượng dầu qua van tiết lưu của bộ van tổ hợp (11):

$$Q_1 = \mu A_1 \sqrt{\frac{2g}{\gamma} (p_1 - p_2)} = \text{const}$$

Lưu lượng dầu qua van tiết lưu của bộ van tổ hợp (12):

$$Q_2 = \mu A_2 \sqrt{\frac{2g}{\gamma} (p_3 - p_4)} = \text{const}$$

Vì vậy vận tốc V_1 , V_2 được điều chỉnh độc lập và ổn định.
Các kí hiệu:

Q_i : Lưu lượng dầu qua van tiết lưu.

A_i : Diện tích tiết diện chảy của van tiết lưu.

μ : Hệ số nhớt poaser.

g : Gia tốc trọng trường.

γ : Khối lượng riêng của dầu

$(p_i - p_j)$: Hiệu áp qua van tiết lưu.

3. Kết luận

Các nghiên cứu phân tích thiết kế hệ thống truyền động thuỷ lực đã xác lập được cấu trúc tối ưu với mức độ tự động hoá cao. Tuy nhiên để phát triển một hệ thống ứng dụng cần tiếp tục nghiên cứu xác định bộ thông số kỹ thuật và các giải pháp kết cấu cũng chính là các công bố tiếp theo của nghiên cứu.

Tóm tắt

Trong bài này trình bày các phân tích tối ưu và các lí giải nhằm đi đến kết quả là giải pháp cấu trúc cho các truyền động tự động đảo chiều hợp lí nhất. Với việc kết hợp tác dụng của các phần tử thuỷ lực cơ bản thành các van tổ hợp đáp ứng tốt các yêu cầu thiết kế.

Tài liệu tham khảo

- [1]. N.Acherkan. D.Sc (1982), *Machine Tool Design (Hydraulic Circuit Design)*, Moscow.
- [2]. Hsu- PinWang, Jian-KangLi (1991), *Computer Aided Process Planning*, Elsevier science publishers.
- [3]. Steve F. Krar- J.william Oswald (1996), *Technology of Machine Tools*, Glencoe.