

MỘT NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG ARDUINO VÀ LOADCELL TRONG ĐIỀU KHIỂN CHÍNH XÁC LỰC CỦA MÁY ÉP TRỰC ĐỨNG

A STUDY ON ARDUINO CIRCUIT AND LOADCELL APPLICATION IN FORCE CONTROL OF VERTICALLY HYDRAULIC PRESS

Đỗ Viết Long, Hoàng Anh Trường, Trương Văn Thuận*

Trường Cơ khí, Đại học Bách Khoa Hà Nội

TÓM TẮT

Bài báo đề xuất một giải pháp điều khiển chính xác lực cho máy ép thủy lực 20 tấn. Cấu hình máy bao gồm hai phần: Máy ép thủy lực 4 trụ 20 tấn và bộ điều khiển van phân phối bằng mạch Arduino. Đầu xy-lanh được tích hợp cảm biến lực loadcell báo tín hiệu phản hồi liên tục, nhờ đó bộ điều khiển xử lý vận hành van phân phối. Nghiên cứu được thực hiện bằng tính toán mô phỏng số. Kết quả cho thấy cụm cảm biến loadcell và mạch Arduino đáp ứng tốt với yêu cầu đặt ra và có thể là giải pháp hữu dụng trong các hệ thống cần giám sát lực.

Từ khóa: Máy ép thủy lực; Arduino và loadcell; Điều khiển lực.

ABSTRACT

The paper offers a solution to accurately control force for a 20-ton hydraulic press. The machine configuration includes two parts: 4-pillar 20-ton hydraulic press and directional valve controller using Arduino circuit. The cylinder rod is integrated with a load cell force sensor that provides continuous feedback signals, then the controller operates the directional valve. The research was carried out using numerical simulation calculations. The results show that the combination of load cell and Arduino circuit meets the requirements well and can be a useful solution in systems that need to monitor force.

Keywords: Hydraulic press; Arduino and Loadcell; Force control.



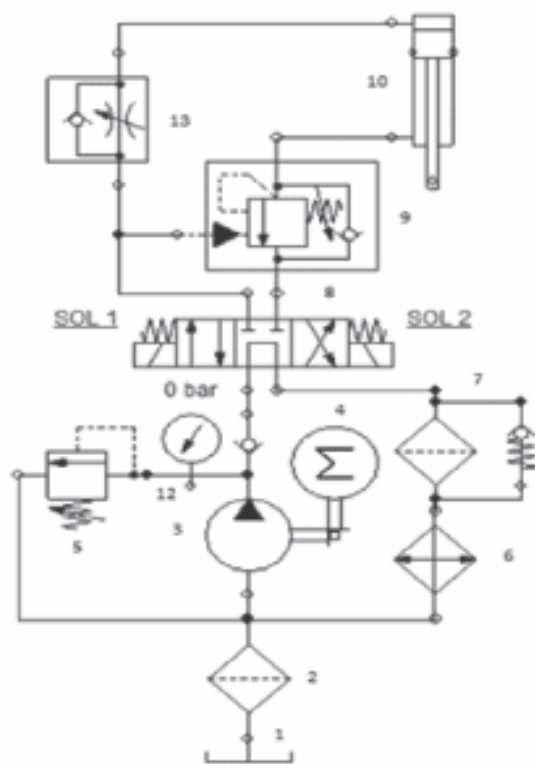
1. GIỚI THIỆU

Máy ép thủy lực là một thiết bị được sử dụng rộng rãi và quan trọng trong nhiều lĩnh vực của công nghiệp đời sống, đặc biệt trong ngành công nghiệp chế tạo để thực hiện các công đoạn lắp ráp, rèn, dập tấm, chuốt ép và hàng loạt các công việc gia công khác... Trước đây, việc điều khiển lực thường được thực hiện thông qua các hệ thống tích hợp công kênh, không đảm bảo độ chính xác cao, khó trong việc điều chỉnh và theo dõi. Việc giám sát lực thông qua cảm biến áp suất dầu cũng gặp nhiều vấn đề dẫn đến sai số do đặc tính đàn hồi của dầu [1, 2]. Đối với những thiết bị đòi hỏi chính xác về lực thì loadcell đang ngày một sử dụng rộng rãi. Việc tích hợp loadcell và một bộ Arduino vào bàn ép thủy lực nhằm giải quyết những khuyết điểm trên. Arduino cung cấp một nền tảng linh hoạt và dễ dàng lập trình, trong khi loadcell là một cảm biến lực có khả năng đo lực chính xác. Sự kết hợp hai ưu điểm nổi bật này có thể cung cấp một hệ thống điều khiển lực hiệu quả và dễ dàng tích hợp vào quy trình sản xuất công nghiệp.

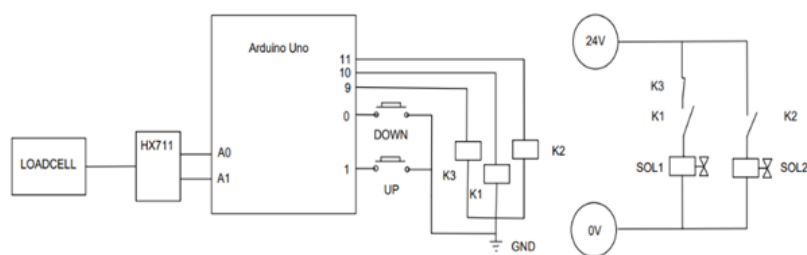
Nghiên cứu này khảo sát tính toán một cấu hình máy ép thủy lực tiêu biểu (Hình 1) với cần xy-lanh gắn bàn ép được tích hợp loadcell. Tín hiệu cảm biến được truyền liên tục để cụm Arduino xử lý và đưa ra tín hiệu điều khiển van phân phối. Quá trình này được tiến hành trong môi trường mô phỏng số.

2. CẤU HÌNH VÀ THÔNG SỐ HỆ THỐNG

Hình 1 là sơ đồ nguyên lý của hệ thống điều khiển thủy lực điển hình [3] máy ép đứng với các bộ phận chính sau: (1) Bể dầu, (2) Lọc dầu thô, (3) Bơm thủy lực, (4) Động cơ, (5) Van an toàn, (6) Bộ làm mát, (7) Bộ lọc dầu, (8) Van phân phối, (9) Van cân bằng, (10) Xy-lanh thủy lực, (11) Van một chiều, (12) Đồng hồ áp suất, (13) Van tiết lưu. Mạch thủy lực này được vận hành qua cụm điều khiển điện từ mô tả ở Hình 2.



Hình 1. Sơ đồ mạch điều khiển thủy lực máy ép



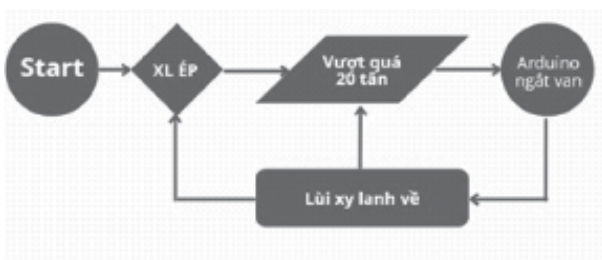
Hình 2. Sơ đồ mạch điều khiển Arduino

Thông số làm việc của mạch điều khiển thủy lực được thể hiện ở Bảng 1 dưới đây:

Bảng 1. Thông số chính của hệ thống thủy lực

Thông số hệ thống	Giá trị
Lực ép F (tấn)	20
Lưu riêng bơm, q_p (cm ³ /vg)	13,44
Công suất động cơ điện, N_{dc} (kW)	7,5
Áp suất nguồn làm việc P_{lv} (bar)	180
Đường kính ngoài xy-lanh (mm)	150
Đường kính trong xy-lanh (mm)	125
Đường kính cần pít-tông, d (mm)	70
Hành trình xy-lanh, L (mm)	400
Lực để Arduino ngắt van phân phối (tấn)	20

Hình 3 mô tả thuật toán điều khiển chuyển vị của xy-lanh khi ép. Trong quá trình làm việc, tín hiệu từ loadcell được liên tục truyền về bộ điều khiển và giám sát. Khi đạt lực đặt trước, bộ điều khiển sẽ đưa tín hiệu thay đổi trạng thái của van phân phối, dẫn tới thay đổi trạng thái của cơ cấu chấp hành.

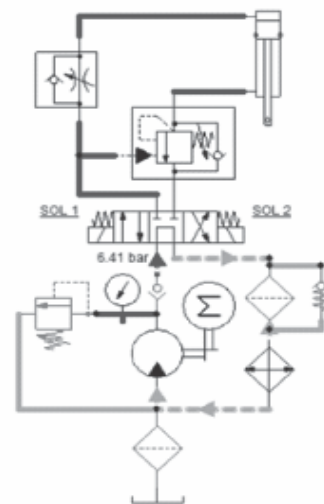


Hình 3. Sơ đồ thuật toán điều khiển

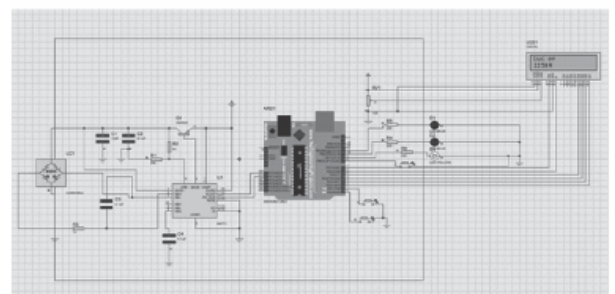
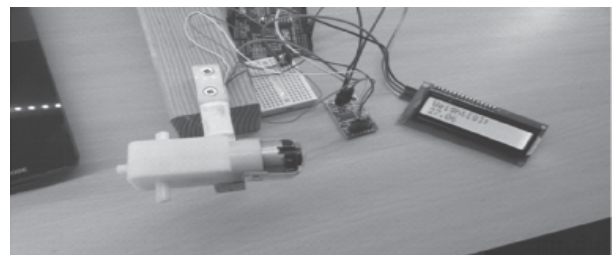
3. MÔ HÌNH HÓA, MÔ PHỎNG, THỰC NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

Trên cơ sở mạch điều khiển thủy lực đề xuất, hệ thống được mô hình hóa trong môi trường mô phỏng Automation Studio [5] như Hình 4. Bộ công cụ này cho phép tính toán mô phỏng các đặc tính thủy khí như áp suất, lưu

lượng, vận tốc,... cũng như kiểm tra tính logic của hệ truyền động, cách mà hệ thống sẽ hoạt động trong điều kiện thực tế. Nhờ đó, quá trình khảo sát được nhanh và tiết kiệm chi phí rất nhiều so với thực nghiệm hoàn toàn. Hình 5 thể hiện mạch điều khiển Arduino giả lập [6], với tín hiệu điều khiển van được thay bằng tín hiệu đèn báo nhằm thể hiện tường minh tính đúng đắn logic của chương trình điều khiển.

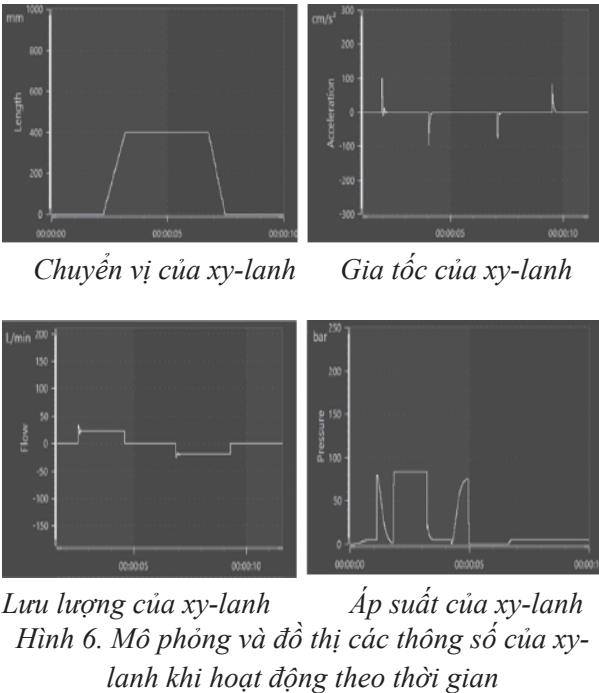


Hình 4. Mạch điều khiển thủy lực được mô hình hóa



Hình 5. Mô hình mạch Arduino kết nối loadcell

Hình 6 trình bày kết quả thu được từ khảo sát mạch điều khiển thủy khí.



Mô phỏng trong Automation Studio cho phép quan sát trực quan hệ thống hoạt động đúng nguyên lý yêu cầu. Trong quá trình khảo sát, chương trình liên tục tính toán các thông số như áp suất, lưu lượng, tốc độ và các đại lượng khác của hệ thống. Điều này cho phép đánh giá hiệu suất của hệ thống dưới nhiều điều kiện khác nhau và tinh chỉnh các thông số để đảm bảo rằng chúng đáp ứng được các tiêu chuẩn về hiệu suất và an toàn. Tương tự với mạch Arduino, chương trình bằng ngôn ngữ lập trình C/C++ trong phần mềm Arduino IDE được mô phỏng với công cụ Proteus [6]. Trong đó, lực đặt được hiển thị qua màn Led và đèn sáng giả lập cho tín hiệu điều khiển van phân phối. Kết quả của chương trình Arduino thể hiện ở bảng 2, qua đó có thể thấy mạch Arduino điều khiển chính xác yêu cầu logic đề ra của hệ thống.

Bảng 2. Bảng logic hoạt động

Nút bấm Đèn LED	Chân số 0	Chân số 1	Chân số 8	Khi $\geq F_{yc}$
Chân số 9	0	0	0	1
Chân số 10	1	0	0	0
Chân số 11	0	1	0	0

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, một hướng tiếp cận điều khiển chính xác lực được đề xuất cho máy ép 20 tấn. Thay vì sử dụng cảm biến áp suất dầu thì loadcell và mạch Arduino được ứng dụng. Kết quả thu được qua mô phỏng số chỉ ra rằng đây có thể được xem là giải pháp hữu hiệu cho bài toán điều khiển lực của hệ truyền động thủy khí. Đó là tiền đề để thực hiện những nghiên cứu thực nghiệm sâu hơn với những hệ thống công nghiệp liên quan.❖

Ngày nhận bài: 08/4/2024
Ngày phản biện: 07/5/2024

Tài liệu tham khảo:

[1]. Phạm Trọng Hòa, Jürgen Webwer; *Cơ sở truyền động và điều khiển thủy lực*.
[2]. GS,TSKH. Vũ Duy Quang, PGS,TS. Phạm Đức Nhuận; *Giáo trình Kỹ thuật thủy khí*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
[3]. TS. Phạm Văn Khảo; *Tính toán tĩnh các hệ truyền động thủy lực thể tích*.
[4]. Automation Studio 7.0 Professional, famic technologies.
[5]. Arduino IDE, Arduino LLC.
[6]. Proteus, Labcenter Electronics Ltd.