

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ MẠCH ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN TRÊN THIẾT BỊ HỖ TRỢ HÀN TIG BÁN TỰ ĐỘNG

RESEARCHING AND DESIGNING OF CONTROL ELECTRIC CIRCUIT ON SEMI-AUTOMATIC TIG WELDING EQUIPMENT

ThS. Nguyễn Đăng Hà¹, ThS. Trần Đức Thắng¹, TS. Đào Mạnh Quyền²

¹Học viện Kỹ thuật Quân sự

²Trường Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải

TÓM TẮT

Bài báo trình bày tóm tắt phương án thiết kế mạch điện điều khiển các cơ cấu chấp hành trên thiết bị hỗ trợ hàn TIG bán tự động theo phương pháp thiết kế lựa chọn và ứng dụng chương trình điều khiển PLC. Sau khi thiết kế, mạch điện được ứng dụng để chế tạo thiết bị hỗ trợ hàn TIG bán tự động trên thực tế và tiến hành thử nghiệm, khảo sát với các phôi tròn có kích thước, vật liệu, độ dày khác nhau, qua đó đưa ra bảng thông số chế độ làm việc hợp lý của thiết bị.

Từ khóa: Điều khiển PLC; Hàn TIG; Phôi tròn; Thiết bị hỗ trợ hàn TIG bán tự động.

ABSTRACT

This paper presents the summary of the design of the electric circuit to control the mechanism on the semi-automatic TIG welding equipment bases on the selected design method and application of the PLC control program. This electric circuit is applied to manufacture semi-automatic TIG welding equipment in fact and test with round drafts with differences in sizes, materials, and thicknesses and gives a table of reasonable working parameters of the equipment.

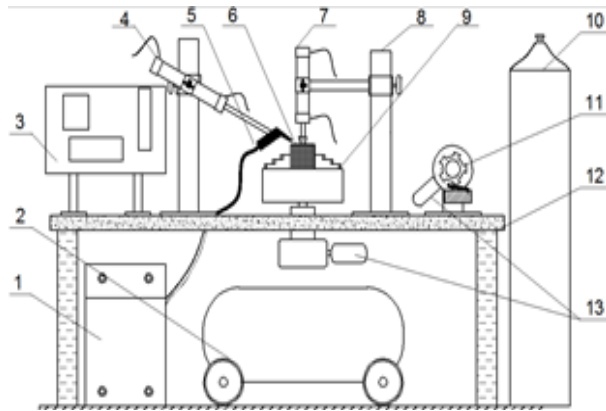
Keywords: PLC control; TIG welding; Round draft; Semi-automatic TIG welding equipment.

1. MỞ ĐẦU

Thực tế cho thấy, trong gia công cơ khí, các chi tiết máy có biên dạng tròn được dùng phổ biến nên nguyên công hàn các chi tiết dạng này cũng hay gặp. Công nghệ hàn TIG đã và đang được dùng rất phổ biến do có nhiều ưu điểm hơn so với các công nghệ hàn khác như: Có thể hàn được nhiều loại vật liệu khác nhau; nhiệt lượng tập trung cao cho phép tăng tốc độ hàn, giảm biến dạng; dễ tự động hóa quá trình

hàn; không phải làm sạch mối hàn vì không tạo xỉ. Các robot hàn đã và đang được sử dụng rộng rãi giúp tạo ra mối hàn đẹp, đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, giảm thời gian, nhân công và sức lao động. Tuy nhiên, thực tế phần lớn các robot hàn chỉ thực hiện một nguyên công nào đó trong dây chuyền sản xuất và các phần mềm điều khiển không phổ thông, khó sử dụng. Do vậy, việc nghiên cứu chế tạo ra thiết bị để hỗ trợ hàn TIG trên một phần mềm điều khiển phổ thông, dễ sử dụng, linh hoạt mà vẫn đảm bảo yêu cầu

kỹ thuật trong khi giá thành chế tạo rẻ là vấn đề cần được thực hiện. Cấu tạo chung của thiết bị hỗ trợ hàn TIG bán tự động (hình 1) [5, 6].



Hình 1. Thiết bị hỗ trợ hàn TIG bán tự động:

- 1 - Máy hàn TIG; 2 - Máy nén khí;
3 - Bảng điều khiển; 4 - Xy lanh điều khiển mở hàn;
5 - Mỏ hàn; 6 - Phôi; 7 - Xy lanh giữ phôi;
8 - Cột gá; 9 - Mâm cặp 3 chấu;
10 - Bình khí Argon; 11 - Cam đóng mở mỏ hàn;
12 - Bàn công tác; 13 - Động cơ điện.

* Nguyên lý làm việc của thiết bị hỗ trợ hàn TIG bán tự động như sau: Trên cơ sở vật liệu chế tạo phôi, chiều dày phôi hàn, đường kính phôi hàn, ta tiến hành thiết lập các thông số làm việc của thiết bị như tốc độ quay phôi, lưu lượng khí Argon, dòng điện hàn, khoảng cách từ mỏ hàn đến vật cần hàn, góc nghiêng mỏ hàn cho phù hợp. Khi thiết bị làm việc, một xy lanh khí nén làm nhiệm vụ chống tâm, một xy lanh khí nén điều khiển mỏ hàn đưa mỏ hàn đến vị trí làm việc và đồng thời quét qua, đóng công tắc hành trình để cấp nguồn cho các động cơ quay phôi và động cơ dẫn động cam đóng mở công tắc mỏ hàn. Khi hết hành trình cần hàn, tín hiệu từ bộ điều khiển trung tâm PLC sẽ điều khiển các cơ cấu chấp hành trở về trạng thái ban đầu. Khi muốn dừng thiết bị ở bất kỳ vị trí nào trên hành trình hàn, ta có thể thực hiện dễ dàng bằng một công tắc dừng khẩn cấp, điều khiển bằng tay [2, 3, 7].

2. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN TRONG THIẾT BỊ HỖ TRỢ HÀN TIG BÁN TỰ ĐỘNG

2.1. Thiết kế nguyên lý điều khiển

Bài toán thiết kế thiết bị hỗ trợ hàn TIG bán tự động đặt ra yêu cầu thiết kế mạch điện điều khiển vô cấp hai động cơ một chiều, hai van điện từ khí nén gồm: Động cơ dẫn động quay phôi có tốc độ khoảng từ 0,2 ÷ 20 vòng/phút, động cơ dẫn động cam đóng mở công tắc mỏ hàn có tốc độ khoảng từ 30 ÷ 120 vòng/phút, xy lanh điều khiển vị trí mỏ hàn, xy lanh chống tâm phôi. Tín hiệu đầu vào được xử lý bởi bộ điều khiển trung tâm PLC cho tín hiệu đầu ra để điều khiển cơ cấu chấp hành thông qua module điều khiển trung gian. Sơ đồ nguyên lý điều khiển thể hiện trong hình 2.



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý mạch điện điều khiển trên thiết bị hỗ trợ hàn TIG bán tự động

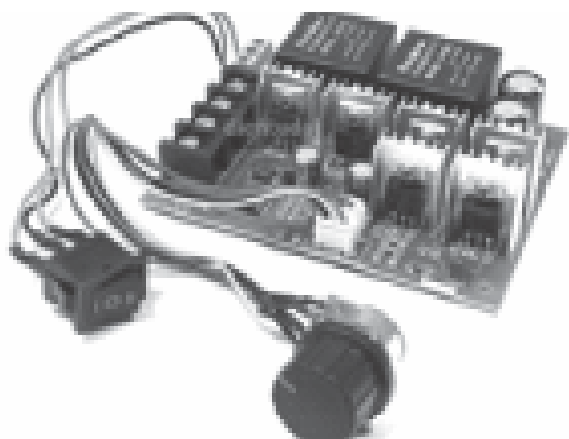
Hiện nay, bộ điều khiển trung tâm PLC và các khối module chức năng điều khiển cơ cấu chấp hành đều đã được chế tạo sẵn và phổ biến trên thị trường. Bài toán thiết kế mạch điện điều khiển trên thiết bị hàn TIG bán tự động được thiết kế theo phương án lựa chọn các module thích hợp và kết nối các module đó với nhau để tạo thành một mạch điều khiển hoàn chỉnh.

2.2. Lựa chọn các module điều khiển

a) Lựa chọn module điều khiển động cơ

Các module điều khiển động cơ một

chiều phổ biến trên thị trường hiện nay có thể kể đến là: Module motor shield BTS7960 43A, H216 15A, IC 555... Nhóm tác giả lựa chọn module điều khiển động cơ IC 555 (hình 3) để điều khiển động cơ quay phôi và động cơ dẫn động cam đóng mở công tắc mở hàn [8].

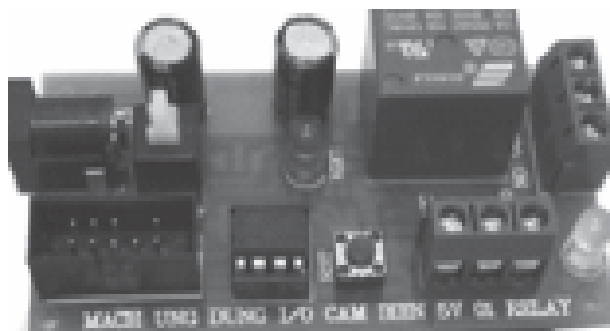


Hình 3. Module điều khiển tốc độ động cơ

Module điều khiển động cơ IC 555 có thể điều khiển động cơ đạt được dải tốc độ lớn nhờ điều chỉnh độ rộng xung điện cấp vào động cơ.

b) Lựa chọn module xử lý tín hiệu cảm biến tiệm cận

Cảm biến tiệm cận dùng để nhận biết khi thiết bị kết thúc một hành trình hàn, tạo tín hiệu đầu vào cho bộ điều khiển trung tâm PLC [8].

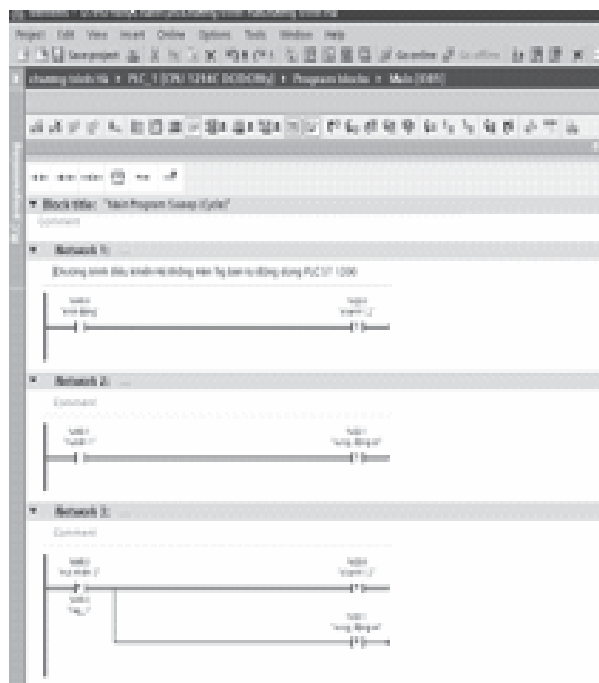


Hình 4. Mạch cảm biến tiệm cận V2

Nhóm tác giả lựa chọn mạch cảm biến tiệm cận V2 để điều khiển, nhận biết tín hiệu từ cảm biến tiệm cận LJ12A3-2-Z/BY. Đây là cảm biến kiểu điện cảm, phát hiện vật bằng kim loại nên không bị ảnh hưởng bởi ánh sáng do hồ quang hàn phát ra.

c) Lựa chọn bộ điều khiển trung tâm PLC

Bộ điều khiển trung tâm PLC có chức năng nhận tín hiệu đầu vào từ các công tắc hành trình, các bộ cảm biến và tạo tín hiệu đầu ra là các tín hiệu hoạt động để điều khiển động cơ, các van điện từ [9, 10]. Hiện nay có các bộ điều khiển trung tâm PLC được sử dụng phổ biến trên thị trường như PLC S7 200, PLC S7 300, PLC S7 1200. Nhóm tác giả đã lựa chọn bộ điều khiển trung tâm PLC S7 1200 để thiết kế mạch điện điều khiển.

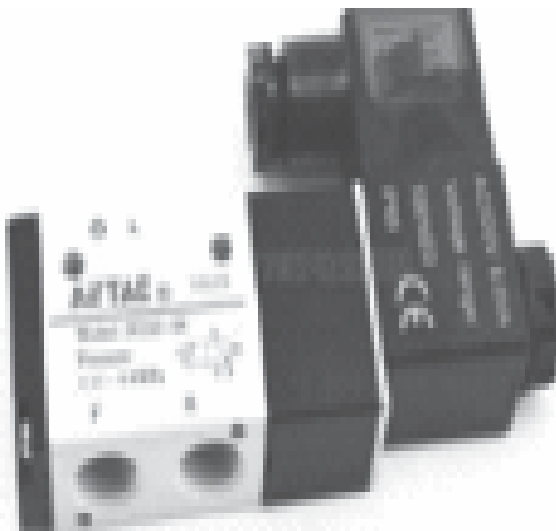


Hình 5. Chương trình PLC điều khiển

Chương trình điều khiển các module được nạp vào bộ nhớ của bộ điều khiển trung tâm thông qua việc lập trình trên máy tính (hình 5).

d) Lựa chọn van điện từ điều khiển xy lanh

Van điện từ điều khiển xy lanh khí nén cũng có nhiều loại, các loại thông dụng trên thị trường như van điện từ khí nén hai cửa 3V1-06, 2V025-08 của hãng Airtac, van điện từ khí nén STNC TG 2521-08, TG 2531-10, FG 2521-08 của hãng STNC, Nhật Bản.

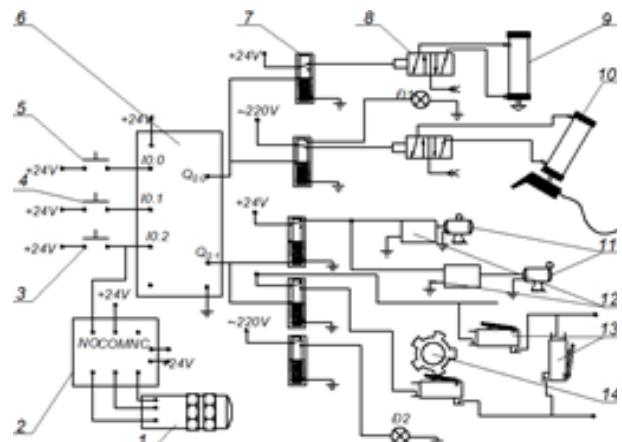


Hình 6. Van điện từ Airtac 3V1-06

Van đảo chiều khí nén 5/2 là loại van 5 cửa, 2 vị trí thông dụng để điều khiển xy lanh khí nén. Nhóm tác giả đã lựa chọn loại van điện từ Airtac 3V1-06 (hình 6) để điều khiển các xy lanh khí nén trong quá trình thiết kế và chế tạo mạch điện điều khiển trên thiết bị [8, 9].

2.3. Sơ đồ đấu nối

Sau khi phân tích và lựa chọn các module điều khiển, ta cần kết nối các module đó với nhau và tiến hành lập trình trên ngôn ngữ PLC để điều khiển các cơ cấu chấp hành hoạt động theo yêu cầu thiết kế [3, 6, 7].



Hình 7. Sơ đồ đấu nối mạch điện trên thiết bị hỗ trợ hàn TIG bán tự động

- 1 - Cảm biến tiệm cận; 2 - Mạch xử lý tín hiệu cảm biến tiệm cận; 3 - Công tắc dừng khẩn cấp;
- 4, 13 - Công tắc hành trình;
- 5 - Công tắc khởi động;
- 6 - Bộ điều khiển trung tâm PLC; 7 - Rơ le;
- 8 - Van điện từ; 9 - Xy lanh chống tâm phôi;
- 10 - Xy lanh điều khiển mở hàn; 11 - Động cơ;
- 12 - Module điều khiển tốc độ động cơ;
- 14 - Công tắc mở hàn.

Sơ đồ đấu nối các module điều khiển được thể hiện trong hình 7. Trước khi tiến hành chế tạo, sơ đồ đấu nối đã được mô phỏng và chạy thử trên phần mềm để kiểm tra tính đúng đắn trong quá trình đấu nối.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Mạch điện trên đã được ứng dụng thực tế chế tạo thiết bị hỗ trợ hàn TIG bán tự động tại Học viện Kỹ thuật Quân sự. Sau khi đấu nối các module và lập trình bộ điều khiển trung tâm PLC, mạch điện thiết kế cho kết quả hoạt động ổn định, không bị ảnh hưởng bởi điều kiện ngoài, các động cơ có thể dễ dàng điều chỉnh trong dải tốc độ đã thiết kế. Kết quả khảo sát thực tế kích thước mỗi hàn tạo ra khi thực hiện hàn trên thép cacbon, không dùng que hàn phụ khi tốc độ quay phôi cố định, thay đổi đường kính phôi hàn (bảng 1).

Bảng 1. Sự phụ thuộc của kích thước mối hàn theo đường kính phôi ứng với tốc độ quay phôi là 0,5 vòng/phút

TT	Đường kính phôi hàn (mm)	Độ rộng, chiều cao mối hàn (mm)	
		Độ rộng	Chiều cao
1	50	5,1	2,4
2	90	4,9	2,2
3	120	4,8	2,0
4	150	4,7	1,8
5	200	4,2	1,4

Bảng 2. Sự phụ thuộc của kích thước mối hàn theo tốc độ quay phôi ứng với đường kính phôi hàn 200mm, độ dày phôi 3mm

TT	Tốc độ quay phôi (vòng/phút)	Độ rộng và chiều cao mối hàn (mm)	
		Độ rộng	Chiều cao
1	0,5	5,2	2,5
2	0,8	5,0	2,3
3	1	4,9	2,1
4	1,2	4,8	2,0
5	1,5	4,5	1,8

Kết quả khảo sát thực tế kích thước mối hàn tạo ra khi thực hiện hàn trên thép cacbon, không dùng que hàn phụ khi tốc độ quay phôi thay đổi, đường kính phôi hàn cố định thể hiện như trên bảng 2. Sau khi thử nghiệm với các đường kính phôi từ 50mm đến 250mm ứng với các tốc độ quay khác nhau, nhóm tác giả đề xuất các thông số hợp lý để lựa chọn trong quá trình hàn như bảng 3. Trong bảng 3, ta ký hiệu: D- đường kính phôi (mm), t là độ dày phôi (mm), v là vận tốc quay phôi (vòng/phút), I là cường độ dòng điện hàn (A), Q là lưu lượng khí (lít/phút), d đường kính điện cực dương (mm).

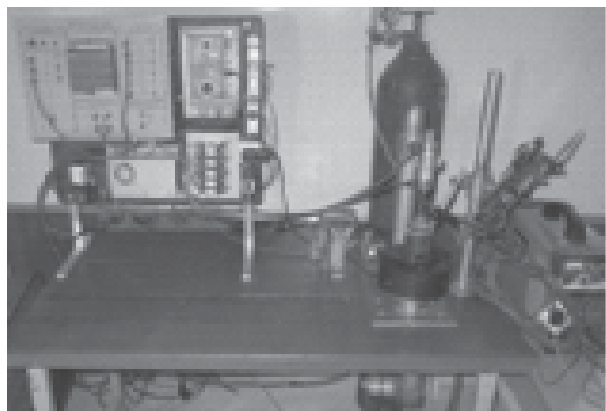
Bảng 3. Các chế độ làm việc hợp lý của thiết bị hỗ trợ hàn TIG bán tự động

TT	D	t	v	I	Q	d
1	50	1,5	1,5	70-80	6-8	1-1,6
2	90	3	1,3	80-90	8-9	1-1,6
3	120	5	1,2	90-100	9-10	2
4	150	7	1,1	110-120	10-11	2
5	200	8	1	150-180	11-12	2,4

Có thể thấy, có rất nhiều các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hàn gồm: vật liệu, độ dày phôi, điện áp, dòng điện, đường kính que hàn, lưu lượng khí... Kết quả thử nghiệm thực tế cho thấy mạch điều khiển hoạt động tốt đáp ứng yêu cầu của bài toán thiết kế. 

4. KẾT LUẬN

Trong bài báo, nhóm tác giả đã trình bày phương án thiết kế mạch điện điều khiển thiết bị hỗ trợ hàn TIG bán tự động và khảo sát, thực nghiệm để khẳng định tính đúng đắn, chính xác của mạch điện chế tạo, qua đó đã đề xuất chế độ làm việc hợp lý trong một số trường hợp khác nhau để thuận tiện trong quá trình khai thác sử dụng. Thiết bị hỗ trợ hàn TIG bán tự động đã được chế tạo thành công và đưa vào sử dụng tại Học viện Kỹ thuật Quân sự (hình 8). Qua quá trình sử dụng nhận thấy thiết bị hoạt động ổn định, sản phẩm hàn đảm bảo yêu cầu về kỹ thuật, tính thẩm mỹ, thao tác đơn giản, dễ sử dụng, tiện lợi.



Hình 8. Thiết bị hỗ trợ hàn TIG bán tự động

Các mạch điện và phần mềm điều khiển hoạt động ổn định không bị nhiễu bởi các yếu tố ngoại vi như ánh sáng hồ quang, sóng điện từ. Sản phẩm nghiên cứu có thể nhân rộng để trang bị cho các trạm, xưởng trong quân đội cũng như các xưởng cơ khí dân sự. ❖

Ngày nhận bài: 09/6/2022

Ngày phản biện: 19/6/2022

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Hoàng Minh Công (2004); *Cảm biến công nghiệp*. NXB. Xây dựng.
- [2]. Nguyễn Văn Đạt, Nguyễn Đăng Toàn (2010); *Bảo vệ rơ le trong hệ thống điện*. NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [3]. Đặng Văn Đào, Lê Văn Doanh (2008); *Kỹ thuật điện*. NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [4]. Trần Văn Địch (2012); *Công nghệ chế tạo máy*. NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [5]. Trần Văn Niên, Trần Thế San; *Hướng dẫn thực hành hàn*. NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [6]. Nguyễn Mạnh Tiến; *Điều khiển robot công nghiệp*. NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [7]. Trần Ngọc Thường (2019); *Nghiên cứu ứng dụng PLC S7-1200 điều khiển mức chất lỏng trong dây chuyền sản xuất hóa chất công nghiệp*, Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật.
- [8]. <https://dientu360.com/>
- [9]. <https://plcschneider.com/>
- [10]. <https://advancecad.edu.vn/>