

XÂY DỰNG HỆ ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU LẬP TRÌNH ĐƯỢC PHỤC VỤ ĐÀO TẠO

Lê Thế Vinh

Dương Công Hiệp

Nguyễn Minh Quân

Bùi Xuân Vinh

Lê Thị Ngọc Hà

ABSTRACT

The programmable system control DC motor has been investigated and established by means of both simulation and experiment. It aims to give a medium for training and to improve professional skills for the student. The current work presents the results of the study on this system by simulation method using Electronics Workbench software. The characteristics and behavior of D/A Converter, Power-Amplifier and DC motor also discuss.

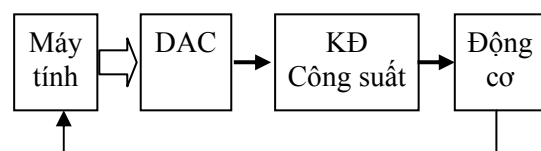
TÓM TẮT

Hệ điều khiển động cơ điện một chiều công suất nhỏ đã được nghiên cứu, thiết kế, lắp đặt bằng cả hai phương pháp mô phỏng và thực nghiệm. Hệ điều khiển được thiết kế nhằm mục đích phục vụ giảng dạy, tăng kỹ năng nghề cho sinh viên, góp phần nâng cao chất lượng đào tạo. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu hệ bằng phương pháp mô phỏng trên phần mềm Electronics Workbench. Kết quả khảo sát các mạch chuyển đổi tín hiệu số - tương tự, khuếch đại công suất và điều khiển động cơ được trình bày và thảo luận.

I. GIỚI THIỆU

Thực tế cho thấy, các hệ điều khiển tự động lập trình được, có vai trò quan trọng trong đời sống và xã hội, đặc biệt trong các lĩnh vực kỹ thuật và trong ngành điện tử. Hiện nay, nhiều trung tâm nghiên cứu ứng dụng, cơ sở sản xuất, xí nghiệp có dây chuyền công nghệ hiện đại đã chú trọng đến việc ghép nối máy vi tính với các thiết bị, để điều khiển, theo dõi sự hoạt động của chúng, nhằm nâng cao hiệu quả công việc và giảm giá thành sản phẩm. Vấn đề được đặt ra khi thực hiện việc ghép nối máy tính với thiết bị là ghép bằng cách nào? Làm sao để máy tính và thiết bị “nhận ra” nhau? Mạch điện tử làm giao diện giữa chúng được thiết kế và lắp đặt như thế nào để cho hệ thống hoạt động tốt? Vấn đề này đang là đề tài thu hút sự quan tâm của nhiều cơ sở đào tạo, nghiên cứu ứng dụng và phát triển. Hơn nữa, nó liên quan đến nhiều khối kiến thức sinh viên được học như: Kỹ thuật mạch điện

tử, Kỹ thuật số, Kỹ thuật đo lường, Vi xử lý, Vi điều khiển, Cấu trúc máy tính, Kỹ thuật lập trình v.v nên việc thực hiện nghiên cứu thực nghiệm, xây dựng hệ ghép nối máy tính, vi điều khiển với thiết bị là rất có ý nghĩa trong quá trình dạy và học. Các thông tin nhận được từ thực nghiệm trong công việc giúp người học hiểu rõ và sâu sắc hơn kiến thức lý thuyết, hình thành cách suy nghĩ, phương pháp làm khi giải quyết một công việc thực tế, hình thành kỹ năng tay nghề. Hệ tự động điều khiển động cơ một chiều được nghiên cứu và xây dựng nhằm đáp ứng các nhu cầu này. Hệ này cũng là kết quả có được từ sự trăn trở của nhóm giảng viên về việc nâng cao chất lượng đào tạo.



Hình 1: Sơ đồ khối của hệ điều khiển

Sơ đồ khối của hệ điều khiển được trình bày trên hình 1.

Máy tính điều khiển động cơ bằng chương trình, thực hiện việc gửi tín hiệu ra và nhận tín hiệu phản hồi. Trong khuôn khổ bài báo này, các kết quả mô phỏng sẽ được đề cập và phân tích. Phần kết quả thực nghiệm sẽ được trình bày ở bài báo thứ hai.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

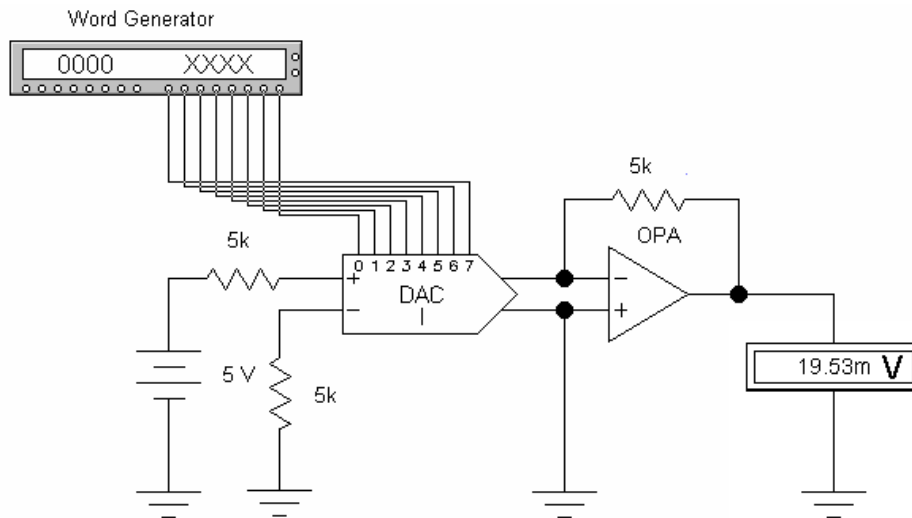
Hệ điều khiển được nghiên cứu bằng cả hai phương pháp mô phỏng và thực nghiệm. Phương pháp mô phỏng được

thực hiện trên phần mềm Electronics Workbench cho các khối mạch chuyển đổi số - tương tự (DAC), khối khuếch đại công suất và điều khiển động cơ. Sau khi khảo sát kỹ lưỡng từng khối, ba khối này được kết nối với nhau, việc khảo sát tiếp tục được thực hiện. Ưu điểm của phương pháp này cho phép thực hiện một số lượng lớn các thí nghiệm, cung cấp nhiều kết quả chi tiết có giá trị, định hướng cho phương pháp thực nghiệm đạt hiệu quả cao và nâng cao tính khả thi. Kết quả khảo sát riêng từng khối và cả hệ gồm ba khối được trình bày chi tiết ở phần tiếp theo.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Kết quả khảo sát khối chuyển đổi tín hiệu DAC

Sơ đồ mạch điện được chỉ ra trên hình 2.



Hình 2: Khối chuyển đổi tín hiệu số - tương tự

Bảng 1. Một số trạng thái vào/ra của khối DAC

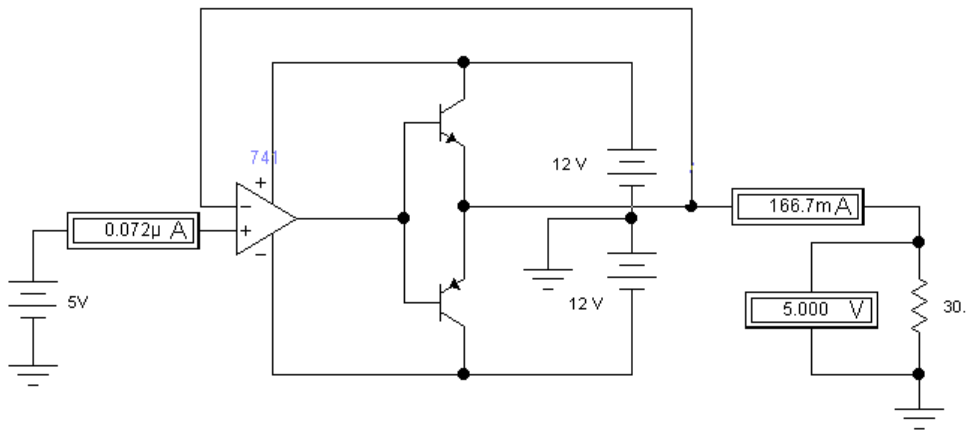
Trạng thái	Tín hiệu vào nhị phân	Tín hiệu thập phân	Tín hiệu ra (mV)
1	0000 0000	0	0
2	0000 0001	1	19,53
3	0000 0011	3	58,59
4	1000 0000	128	2.500
5	1000 0001	129	2.520
6	1000 0011	131	2.559
7	1000 0111	135	2.637
8	1111 1111	255	4.980

Tín hiệu số của máy tính gửi ra từ cổng song song LPT (hoặc từ một thiết bị khác, như vi điều khiển PSoc, 89C51, PIC,...) được đưa vào IC chuyển đổi tín hiệu số - tương tự, phần thực nghiệm chúng tôi sử dụng vi mạch DAC0808. Đầu ra của IC là tín hiệu dòng điện tương ứng với tín hiệu nhị phân ở đầu vào và điện áp so sánh. Tín hiệu điện áp tương ứng được lấy ra từ bộ khuếch đại thuật toán mắc trực tiếp với IC như hình 2. Với điện áp so sánh bằng 5V, khi thay đổi tín hiệu nhị phân ở đầu vào, ta thu được kết quả trên bảng 1. Số liệu trên bảng 1 cho thấy điện áp đầu ra của khối DAC tỷ lệ thuận với tín hiệu số ở đầu vào, chứng tỏ quá trình chuyển đổi tín hiệu được mạch thực hiện tốt. Trọng số

của bit thấp nhất bằng 19,53 mV. Tuy nhiên, ta cần lưu ý rằng khi tất cả các bit ở trạng thái 1 thì điện áp đầu ra là 4,98V.

2. Kết quả khảo sát khối khuếch đại công suất

Khối mạch này sử dụng vi mạch khuếch đại thuật toán kết hợp với hai Transistor mắc theo mô hình khuếch đại đẩy kéo như hình 3. Khối này có điện áp đầu ra được giữ nguyên (bằng đầu vào), nhưng cường độ dòng điện được khuếch đại đáng kể. Kết quả khảo sát trên bảng 2 cho thấy, công suất đầu ra của khối khuếch đại phụ thuộc rất mạnh vào điện áp đầu vào và phụ thuộc mạnh vào trở kháng của tải.



Hình 3. Khối khuếch đại công suất

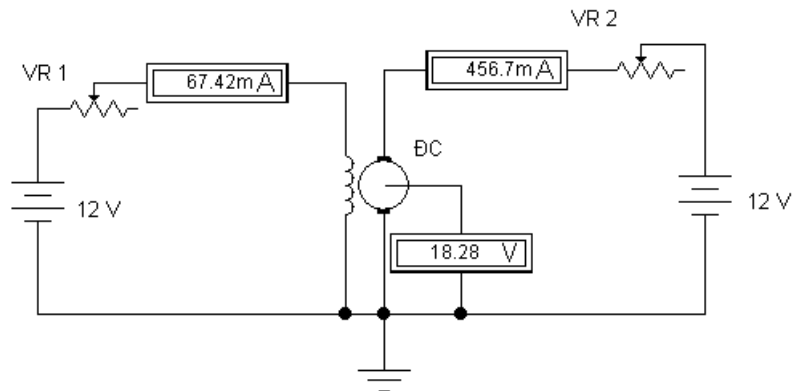
Bảng 2. Số liệu khảo sát khối khuếch đại

$U_{\text{vào}}$ (V)	R (Ω)	I_{ra} (mA)	P (W)
2,5	15	166,7	0,42
3,0	15	200,0	0,60
4,0	15	266,6	1,07
5,0	15	333,3	1,67
7,5	15	500,0	3,75
9,0	15	599,9	5,40
5,0	5	1000,0	5,00
5,0	10	499,9	2,50
5,0	20	250,0	1,25
5,0	25	200,0	1,00
5,0	30	166,7	0,83

3. Khảo sát các đặc trưng của động cơ

Động cơ điện một chiều gồm hai phần, phần cảm và phần ứng. Phần cảm tạo ra từ trường được ký hiệu hình cuộn dây, phần ứng có dòng điện chạy qua và chịu tác dụng một mômen lực làm quay động cơ (hình 4). Tốc độ quay của động cơ phụ thuộc vào dòng điện trong cả phần cảm và phần ứng. Để khảo sát, chúng tôi thay đổi giá trị của hai biến trở tương ứng: VR 1 và VR 2. Giá trị hiển thị trên Vôn kế là số

vòng quay trên phút của động cơ. Kết quả khảo sát được trình bày trong bảng 3. Số liệu trong bảng 3 cho thấy, tốc độ quay của động cơ phụ thuộc mạnh vào dòng điện chạy qua phần ứng. Khi dòng điện chạy qua phần cảm thay đổi, dòng điện qua phần ứng cũng thay đổi, nhưng không nhiều. Trong phần thực nghiệm, chúng tôi đưa dòng điều khiển vào phần ứng. Phần cảm được cấp bởi một nguồn không đổi.



Hình 4: Khối điều khiển động cơ

Giá trị cực đại của VR 1 = 100 Ω; VR 2 = 50 Ω

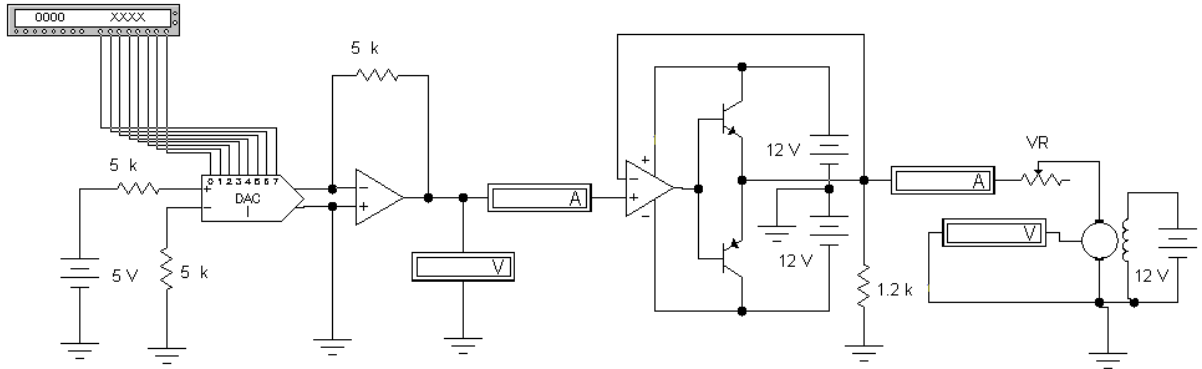
Bảng 3. Kết quả khảo sát điều khiển động cơ

VR 1 (%)	VR 2 (%)	I ₁ (mA)	I ₂ (mA)	Tốc độ (v/p)
10	50	86,96	454,7	23,48
20	50	81,08	455,3	21,92
50	50	67,42	456,7	18,28
80	50	57,69	457,5	15,68
50	10	67,42	1912,0	76,54
50	20	67,42	1064,0	42,60
50	40	67,42	564,0	22,58
50	80	67,42	290,7	11,64

4. Kết quả khảo sát chung của hệ

Sơ đồ mạch được trình bày trên hình 5. Sự phụ thuộc tốc độ quay của động cơ vào tín hiệu số điều khiển đưa vào và giá trị

biến trở VR, đóng vai trò hiệu chỉnh cho động cơ đã được khảo sát. Bảng 4 trình bày số liệu thu thập được từ quá trình này.



Hình 5: Hệ điều khiển động cơ điện một chiều

Biến trở VR có giá trị cực đại bằng 500 Ω .

Số liệu trên bảng 4 cho thấy tốc độ động cơ phụ thuộc tuyến tính với điện áp do tín hiệu số điều khiển. Ảnh hưởng lớn của biến trở VR cũng thể hiện rõ trên bảng

kết quả. Ở đây, chúng tôi có lưu ý rằng số liệu trong 3 hàng đầu tiên, thực tế cho thấy với điện áp thấp như vậy ($0,058 \text{ V} \ll 2,5\text{V}$) động cơ chưa thể quay được vì mômen chưa đủ lớn.

Bảng 4. Số liệu khảo sát hệ điều khiển

Trạng thái	Tín hiệu vào nhị phân	U_{dk} (V)	Giá trị của biến trở (%)	Tốc độ động cơ (v/p)
1	0000 0000	0,000	1	0,00
2	0000 0001	0,019	1	0,17
3	0000 0011	0,058	1	0,50
4	1000 0000	2,500	1	21,61
5	1000 0001	2,520	1	21,78
6	1000 0011	2,559	1	22,11
7	1000 0111	2,637	1	22,79
8	1111 1111	4,980	1	43,05
9	1000 0000	2,500	2	12,16
10	1000 0001	2,520	2	12,26
11	1000 0011	2,559	2	12,45
12	1000 0111	2,637	2	12,83
13	1111 1111	4,980	2	24,23
14	1000 0000	2,500	5	5,264
15	1111 1111	4,980	5	10,49

IV. KẾT LUẬN

Hệ điều khiển động cơ điện một chiều đã được nghiên cứu, xây dựng bằng phương pháp mô phỏng. Hệ điều khiển có

tốc độ động cơ phù hợp tốt với số liệu đo được từ thực nghiệm. Kết quả khảo sát cho thấy, khối mạch chuyển đổi tín hiệu số - tương tự làm việc ổn định. Khối mạch khuếch đại chịu ảnh hưởng lớn tải và tốc

độ quay của động cơ phụ thuộc nhiều vào dòng điện chạy qua phần ứng.

Nghiên cứu này chứng tỏ tính hiệu quả của phương pháp mô phỏng, mở ra một hướng mới giúp giáo viên và sinh viên có cơ hội được thực hiện một số lượng lớn các thí nghiệm, tham gia thiết kế các hệ thống tự động điều khiển, từ đơn giản đến phức tạp. Đặc biệt đối với sinh viên, quá trình này sẽ hình thành kỹ năng nghề, phương pháp làm việc khoa học, những yếu tố quan trọng nhằm tăng khả năng làm việc sau khi ra trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Victor Kremin, Rapid NiCd/NiMH Battery Charger and DC Brushed Motor Controller for Autonomous Appliances, 2005.

http://www.psocdeveloper.com/docs/apnotes/an-mode/detail/an-pointer/an2260/an-file/an2260_01.pdf.html

[2] Andrey Magarita, Brushless DC Motor Control, 2004.

http://www.psocdeveloper.com/docs/apnotes/an-mode/detail/an-pointer/an2227/an-file/an2227_01.pdf.html

[3] DC Motor Operation.

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/magnetic/motdc.html>

[4] Automotive BLDC Motor Control for PSoC.

http://www.psocdeveloper.com/docs/apnotes/an-mode/detail/an-pointer/an2278/an-file/an2278_01.pdf.html

[5] D/A Converters D/A Examples

<http://inst.eecs.berkeley.edu/~n247/sp07/lectures/L14.pdf>

[6] Power Amplifier Fundamentals

<http://www.rocketroberts.com/techart/amp.htm>