

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA – ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
KHOA ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG



BÁO CÁO THỰC TẬP CÔNG NHÂN

GVHD : KS. Lê Hồng Nam

Nhóm học phần : 21.40

Tổ : 7

Sinh viên thực hiện: Vũ Tuyên Hoàng 21DTCLC2

Nguyễn Viết Sơn 21DTCLC2

Nguyễn Bá Thành 21DTCLC4

Đà Nẵng, năm 2025

LỜI MỞ ĐẦU

Thế giới bước vào kỷ nguyên số, một kỷ nguyên được đánh dấu bằng sự ra đời của điện tử, máy móc công nghệ cao. Đáp ứng nhu cầu gắt gao của xã hội, ngành Điện tử ngày càng phát triển mạnh mẽ hơn để đào tạo ra những thế hệ kỹ sư với trình độ chuyên môn cao. Một thế hệ kỹ sư được đào tạo đầy đủ và bài bản những kiến thức để có thể tạo ra những thiết bị, máy móc đáp ứng mọi nhu cầu của cuộc sống.

Mạch BJT, Cảm biến nhiệt độ, MOSFET là sản phẩm nền tảng phát triển các sản phẩm Điện tử phục vụ cho nhu cầu của con người. Hưởng lợi từ Chương trình Đào tạo ngành Kỹ thuật Điện tử - Viễn thông, chúng em được học các kiến thức về điện tử thông qua các môn học: Lý thuyết mạch 1&2, Kỹ thuật mạch điện tử 1&2... Những kiến thức đó đảm bảo cho chúng em có một nền tảng tốt để thực hiện phân tích và thiết kế mạch cơ bản

Nhận thấy sự hữu ích và tiện lợi của dạng mạch cơ bản về hiệu suất, hệ số sử dụng nguồn, công suất, độ lợi băng thông, biên độ tín hiệu ra... Nhóm em đã quyết định hoàn thành ba đề tài.

Trong quá trình thực hiện đồ án tuy gặp nhiều khó khăn, nhưng chúng em đã nhận được sự hướng dẫn tận tình và chu đáo đến từ KS Lê Hồng Nam. Điều đó đã tạo một thuận lợi to lớn để chúng em hoàn thành.

Đồng thời, chúng em xin CAM KẾT những nội dung trong bài báo cáo dưới đây thuộc sở hữu của chúng em, không thực hiện sao chép nguyên văn những đồ án trước đó. Tất cả những kiến thức tham khảo được đều được dẫn chứng cụ thể.

Một lần nữa, chúng em xin chân thành cảm ơn KS Lê Hồng Nam đã tận tình giúp đỡ chúng em trong thời gian qua. Chúng em xin chúc thầy sức khỏe, hạnh phúc và thành công trong công việc.

Chúng em xin chân thành cảm ơn!

Mục lục

LỜI MỞ ĐẦU.....	2
BẢNG ĐÁNH GIÁ PHẦN TRĂM CÔNG VIỆC.....	6
BÀI 1: THI CÔNG VÀ KIỂM TRA MẠCH ĐIỀU KHIỂN TỦ CƠ BẢN (40%).....	6
I. Thi công và kiểm tra mạch điều khiển tải DC (dùng BJT NPN) Vũ Tuyên Hoàng.....	6
1. Lý thuyết.....	6
1.1. Vẽ sơ đồ mạch.....	6
1.2. Giải thích nguyên lý làm việc:	6
1.3. Tính chọn linh kiện:	7
1.4 Mô phỏng mạch.....	10
2.Thực hành:	11
2.1. Thi công mạch.....	11
2.1.1 Thông kê các thiết bị và dụng cụ sử dụng.....	11
2.1.2 Vẽ và thi công mạch in	11
2.1.3 Kiểm tra linh kiện rời (đọc giá trị và kiểm tra):	14
2.1.4 Hàn và kiểm tra mạch in	17
2.2 Kiểm tra mạch	18
2.2.1. Kiểm tra linh kiện chính opto PC817:.....	19
2.2.2. Kiểm tra linh kiện chính BJT 2SD718:.....	19
II.Thi công và kiểm tra mạch điều khiển tải DC (dùng mosfet P)(Nguyễn Việt Sơn).....	24
1. Lý thuyết.....	24
1.1. Vẽ sơ đồ mạch.....	24
1.2. Giải thích nguyên lý làm việc	24
1.3. Tính chọn linh kiện.....	25
1.3.1. Tính chọn R1	25
1.3.2. Tính chọn Mosfet:	25
1.3.3. Tính chọn R2:.....	25
1.4. Mô phỏng mạch.....	26
2. Thực Hành.....	27
2.1. Thi công mạch.....	27
2.1.1. Thông kê các thiết bị và dụng cụ sử dụng.....	27
2.1.2. Vẽ và thi công mạch in	27
2.1.3. Kiểm tra linh kiện rời (đọc giá trị và kiểm tra).....	28
2.1.4. Hàn và kiểm tra mạch in	30
2.2. Kiểm tra mạch.....	31
2.2.1. Kiểm tra linh kiện Mosfet (IRF9540N)	32
2.2.2. Kiểm tra linh kiện Opto PC817	33

2.2.3. Kiểm tra tổng thể mạch (ở trường hợp công suất lớn nhất):	33
III.Thi công và kiểm tra mạch điều khiển tải DC (dùng IGBT)(Nguyễn Bá Thành)	35
1. Lý thuyết	35
1.1. Vẽ sơ đồ mạch:	35
1.2. Giải thích nguyên lý làm việc:	35
1.3. Tính chọn linh kiện:	36
1.3.1. Tính chọn R1	37
1.3.2. Tính chọn R2	37
1.3.3. Tính chọn IGBT	37
1.4. Mô phỏng mạch:	38
Nhận xét kết quả mô phỏng:	39
2. Thực hành	40
2.1 Thi công mạch	40
2.1.1. Thống kê các thiết bị và dụng cụ sử dụng	40
2.2.2. Vẽ và thi công mạch in	41
2.1.3. Kiểm tra linh kiện rời (đọc giá trị và kiểm tra)	44
Hàn và kiểm tra mạch in	46
2.2 Kiểm tra mạch	46
Thống kê các thiết bị và dụng cụ sử dụng	46
2.2.1. Kiểm tra linh kiện chính Opto	50
2.2.2. Kiểm tra linh kiện chính IGBT	51
2.2.3. Kiểm tra tổng thể mạch (ở trường hợp công suất lớn nhất):	52
BÀI 2: THI CÔNG VÀ KIỂM TRA MẠCH ĐIỆN TỬ ỨNG DỤNG (60%)	54
I. Lý thuyết	54
Vẽ sơ đồ mạch và giải thích nguyên lý làm việc	54
Sơ đồ mạch mô phỏng khói nguồn:	58
Sơ đồ mạch mô phỏng động cơ AC, cảm biến độ ẩm:	59
Sơ đồ mạch mô phỏng động cơ DC, cảm biến nhiệt độ:	62
Kết quả mô phỏng và nhận xét khói nguồn:.....	65
Kết quả mô phỏng và nhận xét khói động cơ AC, cảm biến độ ẩm:.....	67
Kết quả mô phỏng và nhận xét khói động cơ DC, cảm biến nhiệt độ:.....	68
II. Thi công và kiểm tra, sửa chữa mạch	69
Thông kê các thiết bị và dụng cụ sử dụng	69
Các linh kiện chính sử dụng:	69
1.Thi công mạch	70
2.Đo kiểm tra khói Nguồn	80
3.Đo kiểm tra khói cảm biến độ ẩm, động cơ AC	83
4.Đo kiểm tra khói cảm biến nhiệt độ, động cơ DC	90

5, Viết chương trình điều khiển:	92
6, Kiểm tra mạch tổng thể hệ thống mạch nhà kính:	92
III. Nhận xét:	93
Phân tích ưu nhược điểm của mạch:	93

BẢNG ĐÁNH GIÁ PHẦN TRĂM CÔNG VIỆC

BẢNG PHÂN CHIA NHIỆM VỤ BÀI 1		
Tên thành viên	Nhiệm vụ	Mức độ hoàn thành
Vũ Tuyên Hoàng	Thi công và kiểm tra mạch điều khiển tải BJT NPN	90%
Nguyễn Viết Sơn	Thi công và kiểm tra mạch điều khiển tải Mosfet P	90%
Nguyễn Bá Thành	Thi công và kiểm tra mạch điều khiển tải IGBT	90%

BẢNG PHÂN CHIA NHIỆM VỤ BÀI 2		
Tên thành viên	Nhiệm vụ	Mức độ hoàn thành
Vũ Tuyên Hoàng	Thi công và kiểm tra mạch nguồn	80%
Nguyễn Viết Sơn	Thi công và kiểm tra mạch cảm biến độ ẩm và động cơ AC	70%
Nguyễn Bá Thành	Thi công và kiểm tra mạch cảm biến nhiệt độ và động cơ DC	80%

Thực tập công nhân: Nhóm 21.40 Tô 7

KS. Lê Hồng Nam

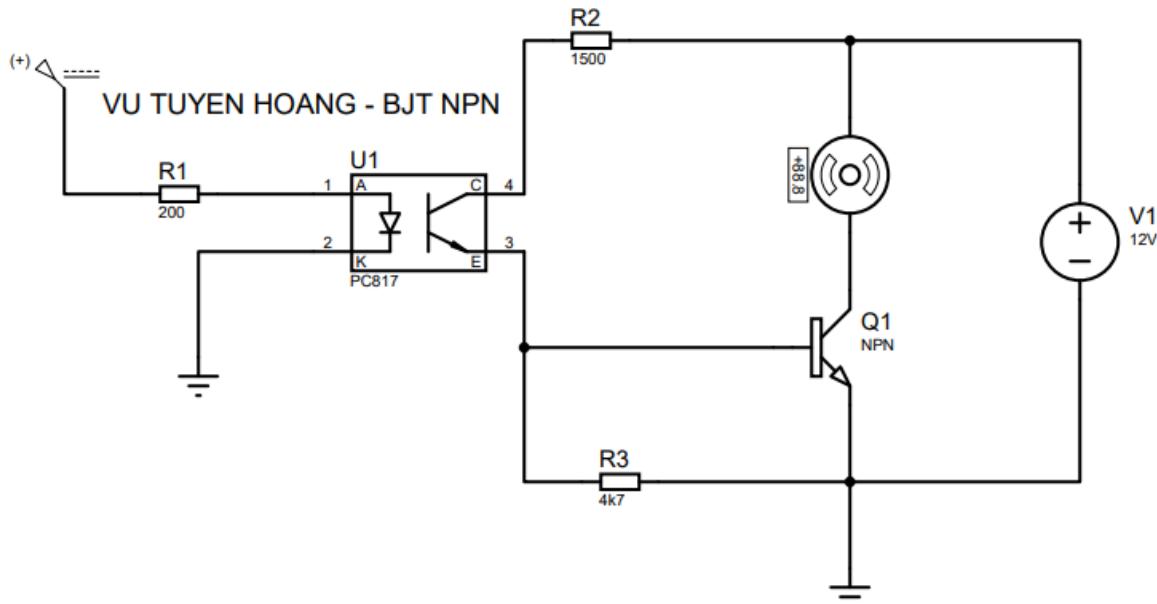
ĐÁNH GIÁ CỦA GIẢNG VIÊN

BÀI 1: THI CÔNG VÀ KIỂM TRA MẠCH ĐIỆN TỬ CƠ BẢN (40%)

I. Thi công và kiểm tra mạch điều khiển tải DC (dùng BJT NPN) Vũ Tuyên Hoàng

1. Lý thuyết

1.1. Vẽ sơ đồ mạch



Hình 1:Sơ đồ mạch điều khiển động cơ DC bằng BJT NPN

1.2. Giải thích nguyên lý làm việc:

-Khi xung điều khiển ở mức 1 cho dòng điện chạy qua R1 vào opto sẽ khiến cho BJT trong opto dẫn có dòng chảy qua cực C đến cực E. Khi đó sẽ có dòng từ nguồn qua R2 → opto xuống R3 xuống Mass. Có dòng chảy từ nguồn qua động cơ qua Q1 xuống Mass → động cơ hoạt động.

-Khi xung điều khiển mức 0.Không có dòng qua R1 vào opto khiến opto không dẫn điện→dẫn đến không có dòng chảy từ nguồn qua R2 xuống opto tới Mass. Không có dòng qua Q1 xuống Mass →động cơ tắt.

1.3. Tính chọn linh kiện:

- +Điện áp nguồn cung cấp $V_{cc}=12(V)$
- +Dòng điện chạy qua cực C của Q1 : $I_{C/Q1}=1(A)$
- +Công suất cực đại $P_{cc}=V_{cc}.I_{C/Q1}=12.1=12(W)$

$$V_{CEO} > V_{CC} = 12(V)$$

$$I_{CEO} > I_{C/Q1} = 1(A)$$

$$P_C > P_{cc} = 12(W)$$

* Ta chọn:BJT: 2SD718

V_{CEO}	I_C	P_C	β
120(V)	10(A)	80(W)	55-160

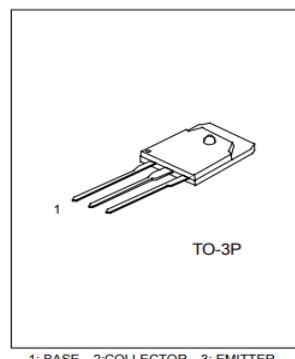
*DATASHEET:

UTC2SD718 NPN EPITAXIAL SILICON TRANSISTOR

HIGH POWER AMPLIFIER APPLICATION

FEATURES

- *Recommended for 45~50W Audio Frequency Amplifier Output Stage.
- *Complementary to 2SB688.



1: BASE 2:COLLECTOR 3: Emitter

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_a=25^\circ C$)

PARAMETER	SYMBOL	RATINGS	UNIT
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	120	V
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	120	V
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	5	V
Collector Current	I_C	10	A
Base Current	I_B	1	A
Collector Power Dissipation ($T_c=25^\circ C$)	P_C	80	W
Junction Temperature	T_j	150	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	-55 ~ 150	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_a=25^\circ C$, unless otherwise specified)

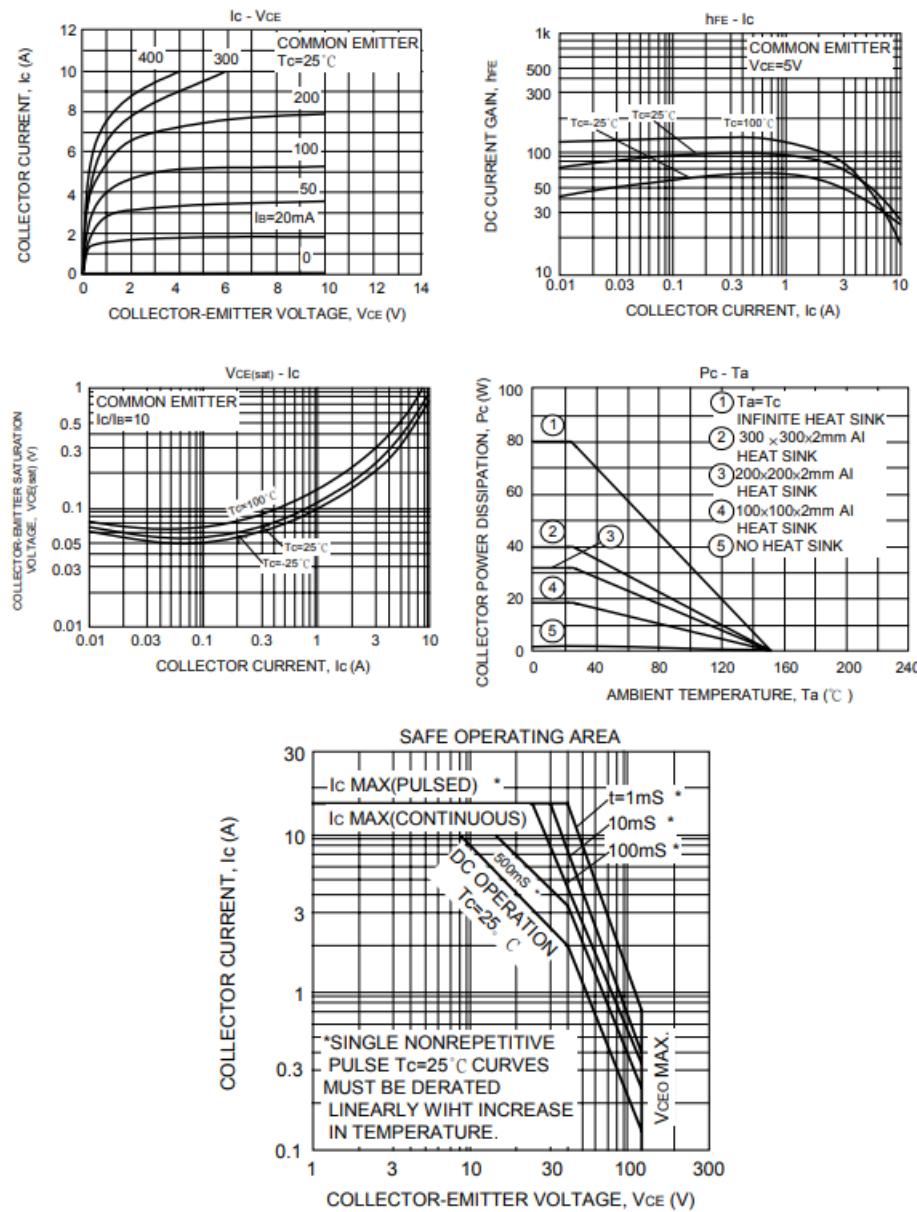
PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
Collector-Emitter Breakdown Voltage	$V_{BR(CEO)}$	$I_C=50mA, I_B=0$	120			V
Collector Cut-off Current	I_{CBO}	$V_{CB}=120V, I_E=0$			10	μA
Emitter Cut-off Current	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$			10	μA
DC Current Gain	H_{FE}	$V_{CE}=5V, I_C=1A$	55		160	
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_C=6A, I_B=0.6A$			2.0	V
Base-Emitter Voltage	V_{BE}	$V_{CE}=5V, I_C=5A$			1.5	V
Transition Frequency	f_T	$V_{CE}=5V, I_C=1A$		12		MHz
Collector Output Capacitance	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	170			pF

CLASSIFICATION OF hFE

RANK	R	O
RANGE	55-110	80-160

UTC 2SD718 NPN EPITAXIAL SILICON TRANSISTOR

ELECTRICAL CHARACTERISTICS CURVES



-Dòng IB bão hòa Q1:

$$I_2 = I_{BSAT/Q1} \geq \frac{I_c/Q_1}{\beta_{min}} = \frac{1}{55} = 18(mA)$$

Chọn dòng $I_{B/Q1}=20(mA)$

Dòng $I_{C/Q2} \approx I_{B/Q1}=20(mA)$

Q1 dẫn bão hòa nên chọn:

$$V_{BE\ SAT/Q1}=0.8(V)$$

$$V_{CE\ SAT/Q1} = V_{CE\ opto} = 0.2(V)$$

Điện áp rơi trên R2

$$\begin{aligned} V_{R2} &= 12(V) - V_{CE\ opto} \\ &= 12(V) - 0.2(V) = 11.8(V) \end{aligned}$$

$$R_2 = \frac{v_{R2}}{I_2} = \frac{11.8}{20m} = 590(\Omega)$$

$$P_{R2} = I^2 \cdot R = (20m)^2 \cdot 590 = 0.236(w)$$

$$\rightarrow \text{Ta chọn } R2 = 1500(\Omega) / \frac{1}{4}(w)$$

Ta chọn opto PC817

Chọn $I_{C/opto} = 20(mA) \rightarrow V_F = 1,2(V)$

$$R_1 = \frac{5(v) - 1,2(v)}{20(mA)} = 190(\Omega)$$

\rightarrow Chọn $R_1 = 200(\Omega)$

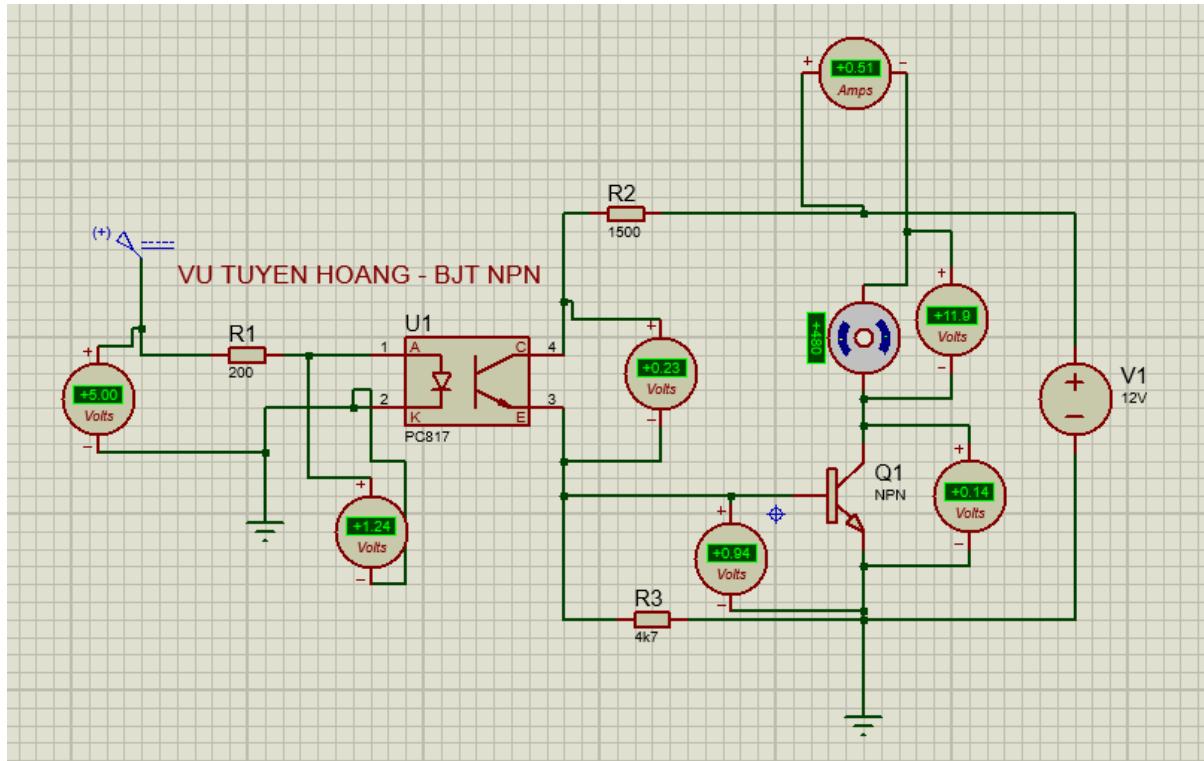
Để Q1 tắt nhanh ta chọn $R3 >> R2 \rightarrow R3 = 4700(\Omega)$

-Kết luận

R1	200(Ω)
R2	1500(Ω)
R3	4700(Ω)
Opto PC817	
2SD718	

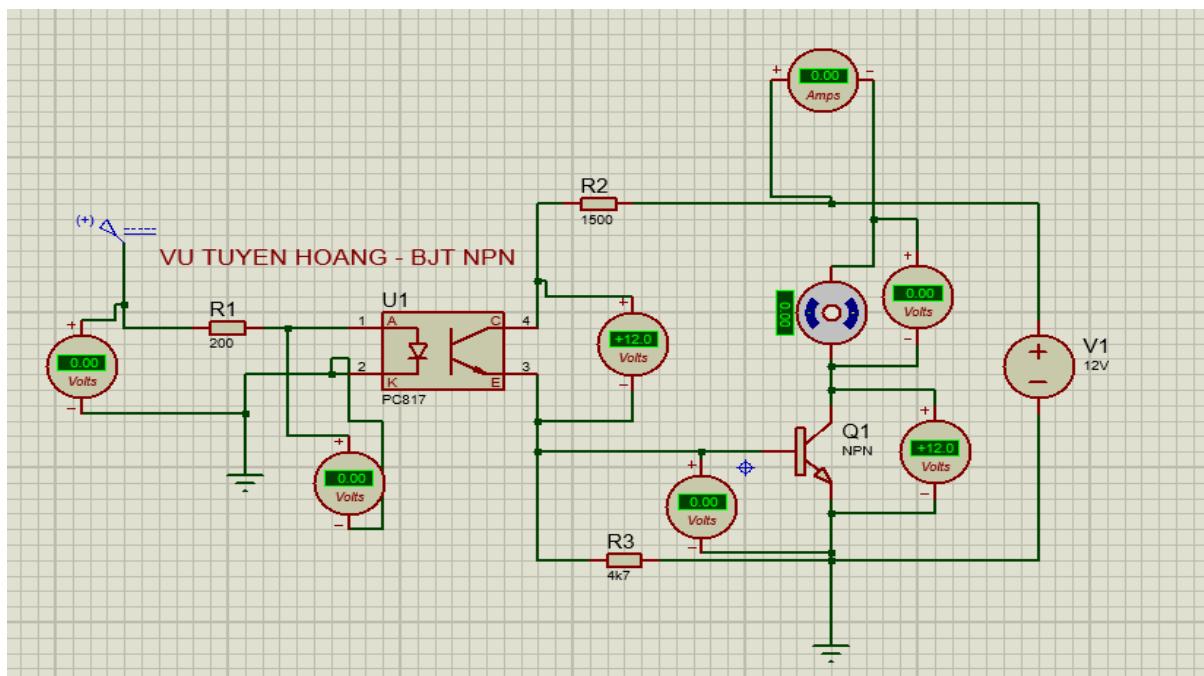
1.4 Mô phỏng mạch

-Mức logic 1:



Hình 2:Sơ đồ mạch điều khiển động cơ DC bằng BJT NPN-Mức 1

-Mức logic 0:



Hình 3:Sơ đồ mạch điều khiển động cơ DC bằng BJT NPN-Mức 0

	V_{in}	V_F	V_O	V_{BE}	V_{CE}	V_{MOTOR}	I_{MOTOR}
Mức 1	5(V)	1.24(V)	0.23(V)	0.94(V)	0.14(V)	11.9(V)	0.51(A)
Mức 0	0(V)	0(V)	12(V)	0(V)	12(V)	0(V)	0(A)

- Nhận xét kết quả mô phỏng

- Tín hiệu đầu vào mức thấp (mức 0), $V_{in/U1}=0$ (V) $\in (0 \div 0.1)$, $V_{out/U1}=12$ (V) $\in (11.9V \div 12.1V)$. Tín hiệu đầu vào ở mức cao (mức 1), $V_{in/U1}=1.24$ (V) $\in (1.2V \div 1.4V)$, $V_{out/U1}=0.23$ (V) $\in (0.1V \div 0.3V)$. \Rightarrow Điện áp ngõ ra của opto thay đổi theo điện áp ngõ vào của opto \Rightarrow Opto hoạt động
- Tín hiệu đầu vào mức cao (mức 1), $V_{BE/Q1}=0.94$ (V) $\in (0.7V \div 1.2V)$., $V_{CE/Q1}=0.14$ (V) $\in (0.1V \div 0.2V)$., . Khi tín hiệu ngõ vào ở mức thấp (mức 0), $V_{BE/Q1}=0$ (V), $V_{CE/Q1}=12$ (V) $\in (11.9V \div 12.1V)$ \Rightarrow Điện áp ngõ ra của BJT Q1 thay đổi theo điện áp ngõ vào \Rightarrow BJT Q1 hoạt động bình thường.
- Điện áp motor (mức 1): $11.9V \in (11.8V \div 12V) \rightarrow$ đạt yêu cầu.

2.Thực hành:

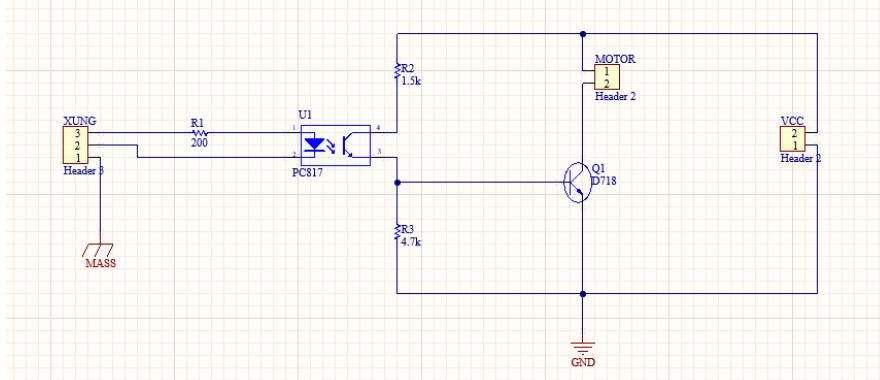
2.1. Thi công mạch

2.1.1 Thông kê các thiết bị và dụng cụ sử dụng

Board đồng, bột sắt, bàn ủi, máy hàn, xăng, giẻ lau, tua vít, kìm cắt linh kiện, máy khoan mạch, nhựa thông (lỏng và rắn), thiếc hàn, dao rọc giấy, đồng hồ đo, dây dẫn, hút thiếc...

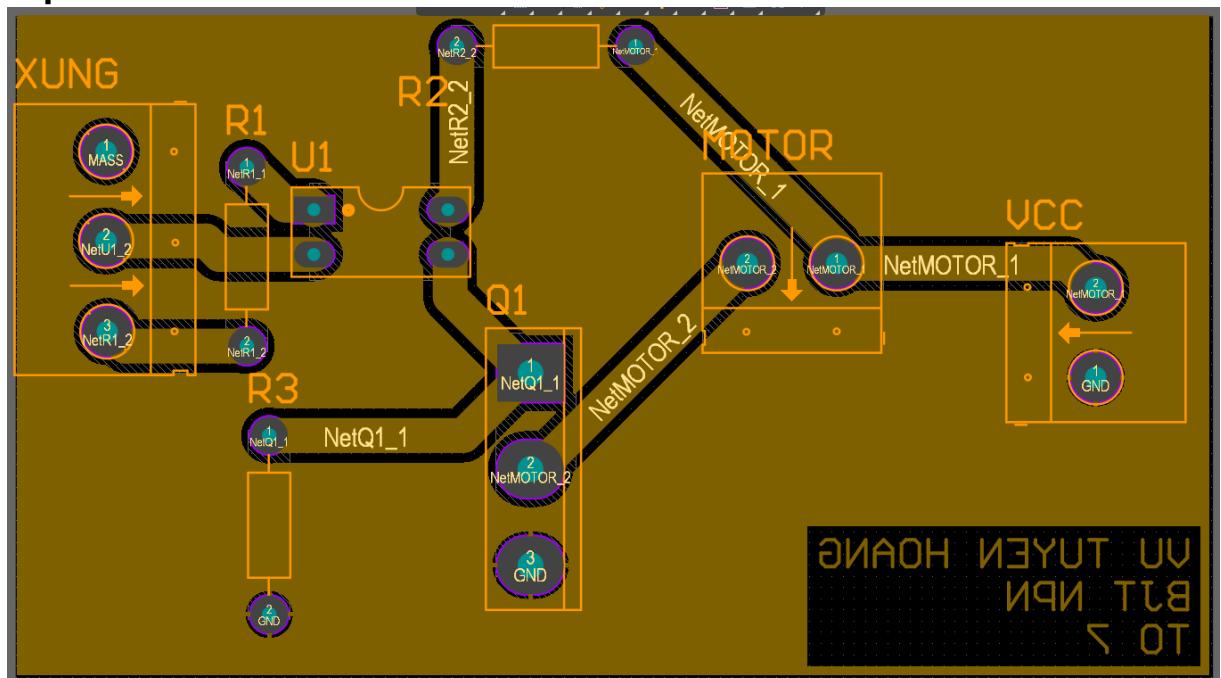
2.1.2 Vẽ và thi công mạch in

* Mạch nguyên lý



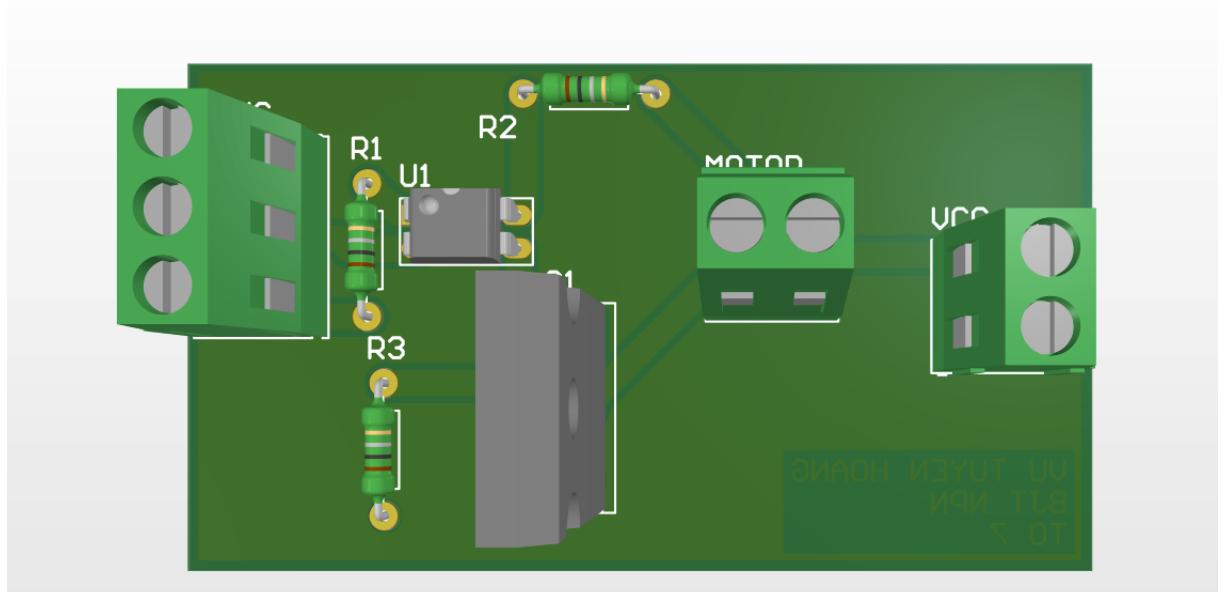
Hình4: Sơ đồ mạch nguyên lý Alitium

Mạch in 2D



Hình 5: Mạch in 2D trên phần mềm Altium

Mạch in 3D



Hình 6 Mạch in 3D trên phần mềm Altium

- **Thi công mạch in**

Ta thực hiện in mạch theo trình tự như sau:

Bước 1: In mạch đã vẽ ra giấy in mạch

Bước 2: Cắt tấm phíp đồng theo kích thước của mạch đã vẽ và sau đó vệ sinh mạch bằng cách dùng giấy nhám đánh sạch lớp oxit hóa đang bám trên tấm mạch in

Bước 3: Chuyển mạch in từ tấm phim đã in sẵn lên trên tấm đồng, sử dụng phần giấy không có keo còn lại quấn đều xung quanh để cố định

Bước 4: Điều chỉnh bàn ủi lên mức nhiệt độ cao nhất và ủi vào miếng dán để làm chảy mực từ phim bóng sang tấm đồng. Di nhẹ bàn ủi trong 10-15 phút

Bước 5: Khi đã làm sạc toàn bộ phần giấy trên mạch, quan sát tổng thể mạch in, nếu có nét bị đứt, dùng bút lông để vẽ đè lên

Bước 6: Ngâm tấm đồng vào dung dịch muối sắt III (pha nước với FeCl₃). Sau khi ngâm khoảng 30 phút, lấy mạch ra xem đã tan hết đồng hay chưa, nếu chưa thì tiếp tục nhúng tấm đồng vào dung dịch đến khi tan hết thì lấy ra

Bước 7: Dùng nước sạch để rửa lại mạch. Sử dụng giẻ lau tẩm xăng để tẩy lớp mực in ra khỏi mạch.

Bước 8: Ta dùng máy khoan để khoan các lỗ ghi linh kiện

Bước 9: Sau khi khoan xong, ta cần đánh sơ lại một lần mạch in bằng giấy nhám nhuyễn, làm sạch lớp oxit hóa lần cuối rồi mới nhúng mạch vào dung dịch nhựa thông pha với xăng và dầu lửa. Khi nhúng mạch xong, để ráo và phơi khô lớp sơn phủ

Bước 10: Kiểm tra mạch in và linh kiện rồi mới hàn lên mạch

Bước 11: Sau khi hàn mạch xong ta phủ thêm 1 lớp nhựa thông mỏng nữa để bảo vệ các mối hàn khỏi bị oxi hóa

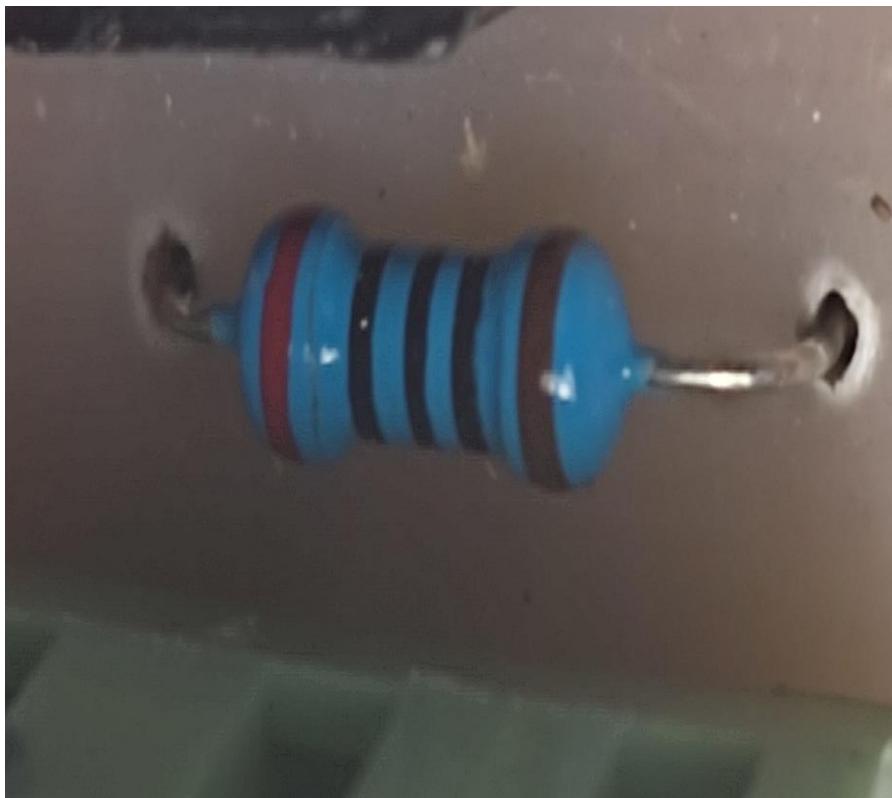
2.1.3 Kiểm tra linh kiện rời (đọc giá trị và kiểm tra):

Màu	Giá trị	Hệ số nhân	Sai số
Đen	0	1	
Nâu	1	10	$\pm 1\%$
Đỏ	2	100	$\pm 2\%$
Cam	3	1,000	
Vàng	4	10,000	
Lục	5	100,000	$\pm 0.5\%$
Lam	6	1,000,000	$\pm 0.25\%$
Tím	7	10,000,000	$\pm 0.1\%$
Xám	8		$\pm 0.05\%$
Trắng	9		
Hoàng kim		0.1	$\pm 5\%$
Bạc		0.01	$\pm 10\%$
Không có gì			$\pm 20\%$

-Dụng cụ đo: Đồng hồ ZOYI



- Điều chỉnh R1:



- Đọc màu điện trở: đỏ - đen – đen - nâu
- Đọc giá trị: $200 \pm 1\%$
- Dùng đồng hồ đo: $197.4(\Omega)$. * **Điện trở R2:**



-Đọc màu điện trở: nâu-lục-đen-nâu-nâu

-Đọc giá trị: $1500 \pm 1\%$

-Dùng đồng hồ đo: $1489 (\Omega)$.

* **Đèn trở R3:**

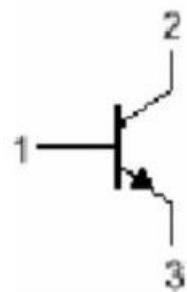
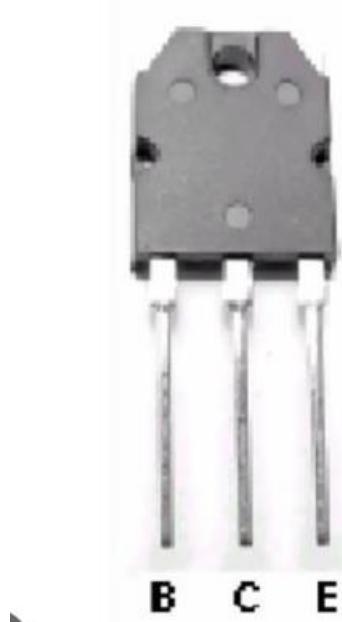


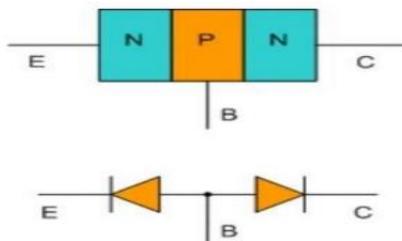
-Đọc màu điện trở: vàng-tím-đen-nâu-nâu

-Đọc giá trị: $4700 \pm 1\%$

-Dùng đồng hồ đo: $4675 (\Omega)$.

• **BJT NPN: 2SD718**





Bước 1: Chuyển đồng hồ vạn năng về thang đo diode

Bước 2: Trên BJT sẽ có lần lượt 3 chân là B, C, E do vậy bạn sẽ phải tiến hành đo chân B mắc lên chân C. Hãy kết nối que đỏ với chân B và que đen nối với chân C. Giá trị điện áp sẽ hiển thị trên 2 chân diode mắc ngược này. Nếu giá trị khoảng 0.6V có nghĩa nó vẫn còn sống + Tương tự, nối que đỏ với chân B và que đen nối với chân E. Giá trị điện áp sẽ hiển thị trên 2 chân diode mắc ngược này. Nếu giá trị khoảng 0.6V có nghĩa nó vẫn còn sống. + Ngược lại, nối que đỏ với chân E và que đen nối với chân B, giá trị sẽ hiển thị OL. Nối que đỏ với chân C và que đen nối với chân B, giá trị sẽ hiển thị OL.

→ Như vậy, BJT Q1 vẫn hoạt động tốt

- Dùng đồng hồ đo Chân BE=0.618 (V) . Chân BC=0.621(V)

Cách đo opto quang theo phương pháp thực nghiệm như sau:

Bước 1: Điều chỉnh ohm kế về thang đo X1KΩ hoặc X10KΩ. Sau đó, chạm các đầu đo của máy đo với emitter và collector (3 và 4). Trong đó, que đỏ nối với chân Collector (4) và que đen nối với Emitter (3)

Bước 2: Mắc nối tiếp một điện trở khoảng 300Ω với cực dương của đèn LED

Bước 3: Bật nguồn điện và tăng điện áp từ 0 đến 3 V. Trên ohm kế sẽ hiển thị giá trị điện trở đầu ra giảm khi điện áp đầu vào tăng và ngược lại.

2.1.4 Hàn và kiểm tra mạch in

- Dùng mỏ hàn, chì, nhựa thông, hàn linh kiện vào bo mạch
- Hàn linh kiện sao cho lượng chì vừa đủ phủ hết chân linh kiện và không để dính sang phần mass
- Thời gian hàn linh kiện khoảng 2-3s cho một mối hàn
- Kiểm tra các mối hàn có chắc chắn không, có gắn chặt vào mạch không, có bị rung lắc không.

-Kiểm tra mạch in

2.2 Kiểm tra mạch

Thống kê các thiết bị và dụng cụ sử dụng:

-Đồng hồ đo ZOYI

-Nguồn 5v-12v

-Tua vít

-Dây điện

-2 header 2 chân+1 header 3 chân

-3 điện trở

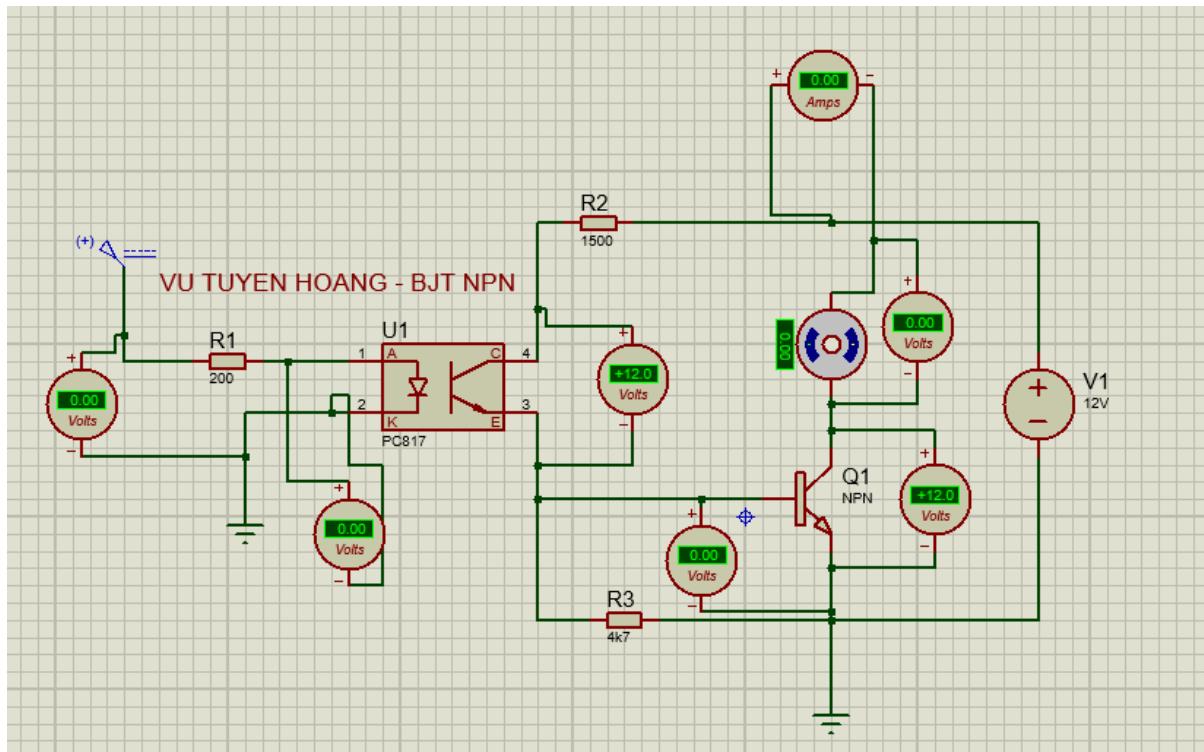
-1 BJT NPN 2SD718

-1 đèn opto+ 1 PC817

- Đo và kiểm tra mạch ngoài thực tế:

-Mức logic 0:

*** Mô phỏng**



Hình 7:Mạch điều khiển hoạt động ở mức 0

2.2.1. Kiểm tra linh kiện chính opto PC817:

Trường hợp ngõ vào ở mức thấp:

$$\begin{cases} V_f = 0V \in (0V \div 0,2V) \\ V_{CE/opto} = 12V \in (11,8V \div 12V) \end{cases}$$

2.2.2. Kiểm tra linh kiện chính BJT 2SD718:

Trường hợp ngõ vào ở mức thấp:

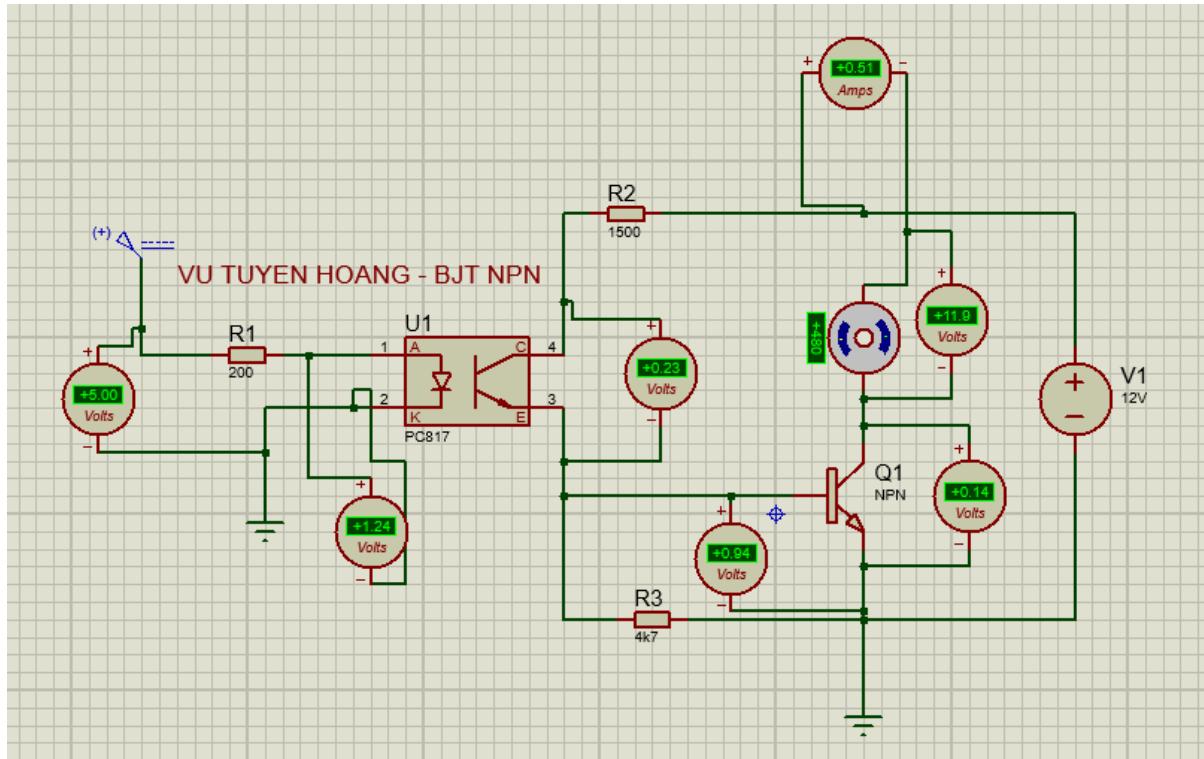
$$\begin{cases} V_{BE} = 0V \in (0V \div 0,95V) \\ V_{CE} = 12V \in (11,8V \div 12V) \end{cases}$$

	V_{in}	V_F	V_O	V_{BE}	V_{CE}	V_{MOTOR}	I_{MOTOR}
Mức 0	0 V	0 V	12 V	0 V	12 V	0 V	0 A

-Đo thực tế

	V_{in}	V_F	V_O	V_{BE}	V_{CE}	V_{MOTOR}	I_{MOTOR}
Mức 0	0 V	0 V	12V	0 V	12V	0 V	0 A

Các giá trị đo mạch thực tế gần giống như tính toán và mô phỏng → đạt yêu cầu

-Mức logic 1:*** Mô phỏng***Hình 8: Mạch điều khiển hoạt động ở mức 1***a. Kiểm tra linh kiện chính opto PC817:**

Trường hợp ngõ vào ở mức cao:

$$\{ \quad V_f = 1.24V \epsilon (1.2V \div 1.4V)$$

$$\{ V_{CE/opto} = 0.23V \epsilon (0V \div 0.3V)$$

- Tiến hành trên mạch

b. Kiểm tra linh kiện chính BJT 2SD718:

Trường hợp ngõ vào ở mức cao:

$$\{ \quad V_{BE} = 0.94V \epsilon (0V \div 0.95V)$$

$$\{ \quad V_{CE} = 0.14V \epsilon (0V \div 0.2V)$$

	V _{in}	V _F	V _O	V _{BE}	V _{CE}	V _{MOTOR}	I _{MOTOR}
Mức 1	5V	1.24V	0.23 V	0.94 V	0.14V	11.9 V	0.51 A

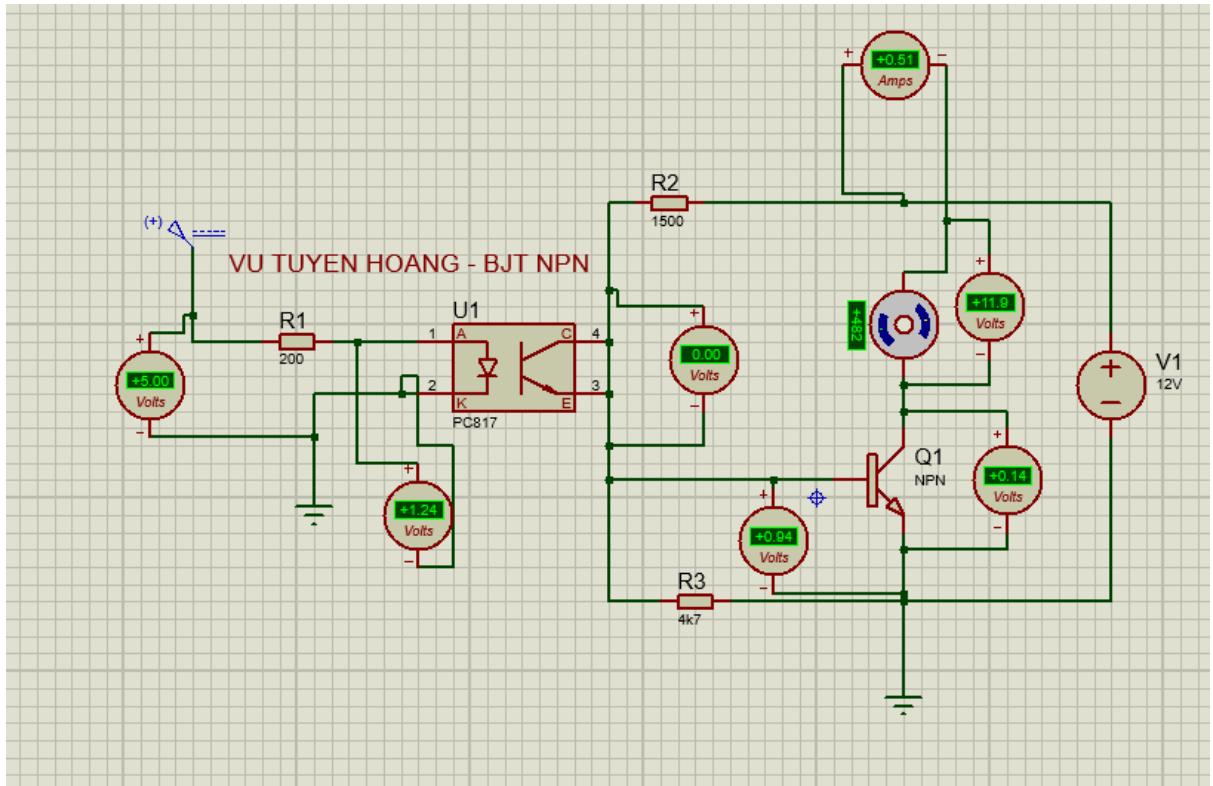
-Tiến hành đo thực tế:

	V _{in}	V _F	V _O	V _{BE}	V _{CE}	V _{MOTOR}	I _{MOTOR}
Mức 1	5V	1.214V	0.184V	0.757V	0.199V	11.83V	0.522A

- Điện áp ngõ vào: $5(V) \in (4.8(V) - 5.1(V))$
- Điện áp ngõ vào opto: $V_{12}=1.214V \in (1.20(V) - 1.25(V))$
- Điện áp ngõ ra opto: $V_{34}=0.184V \in (0.02(V) - 0.2(V))$
- Điện áp $V_{BE/BJT}=0.757(V) \in (0.7(V) - 1(V))$
- Điện áp $V_{CE/BJT}=0.196(V) \in (0.1(V) - 0.2(V))$
- Điện áp động cơ: $V_{MOTOR}=11.83(V) \in (11.8(V) - 12.2(V))$.
- Dòng qua động cơ: $I_{MOTOR}=0.522(A) \in (0.5(A) - 1.5(A))$
- Qua quá trình đo thực tế phát hiện lỗi sai tại :
 - + $I_{MOTOR} : 0.074(A) < 0.5(A)$ khắc phục bằng cách lắp thêm 4 điện trở $100(\Omega)$ song song với motor để tăng dòng lên. Đã khắc phục được vấn đề dòng từ $0.074(A) \rightarrow 0.522(A)$ thỏa mãn yêu cầu
- **Tác dụng của linh kiện trong mạch:**
 - R1: cung cấp tạo dòng cho opto để có dòng kích ở ngõ vào, hạn dòng
 - R2: cung cấp tạo dòng cho opto để có dòng kích ở ngõ ra, hạn dòng
 - R3: làm cho BJT tắt nhanh
 - OPTO PC817: Có tác dụng cách ly quang, cách ly tầng công suất và tín hiệu điều khiển, ngăn không chi nhiễu ở tầng công suất ảnh hưởng đến tín hiệu điều khiển, truyền tín hiệu điều khiển.
 - BJT 2SD718: điều khiển động cơ 12(V), dòng lớn hơn 0.5(A)

- Kiểm tra nối tắt
-Nối tắt V_{ce}/opto

+MÔ PHỎNG



Hình 9: Mạch hoạt động khi nối tắt chân Vce của opto

Đo tại	Giá trị	Thuộc khoảng	Nhận xét
V _{BE/BJT}	0.94(V)	0.7(V)÷1(V)	Đạt
V _{CE/BJT}	0.14(V)	0.01(V) ÷ 0.2(V)	Đạt
V _{MOTOR}	11.9(V)	11.8(V) ÷ 12.2(V)	Đạt
I _{MOTOR}	0.51(A)	>0.5(A)	Đạt

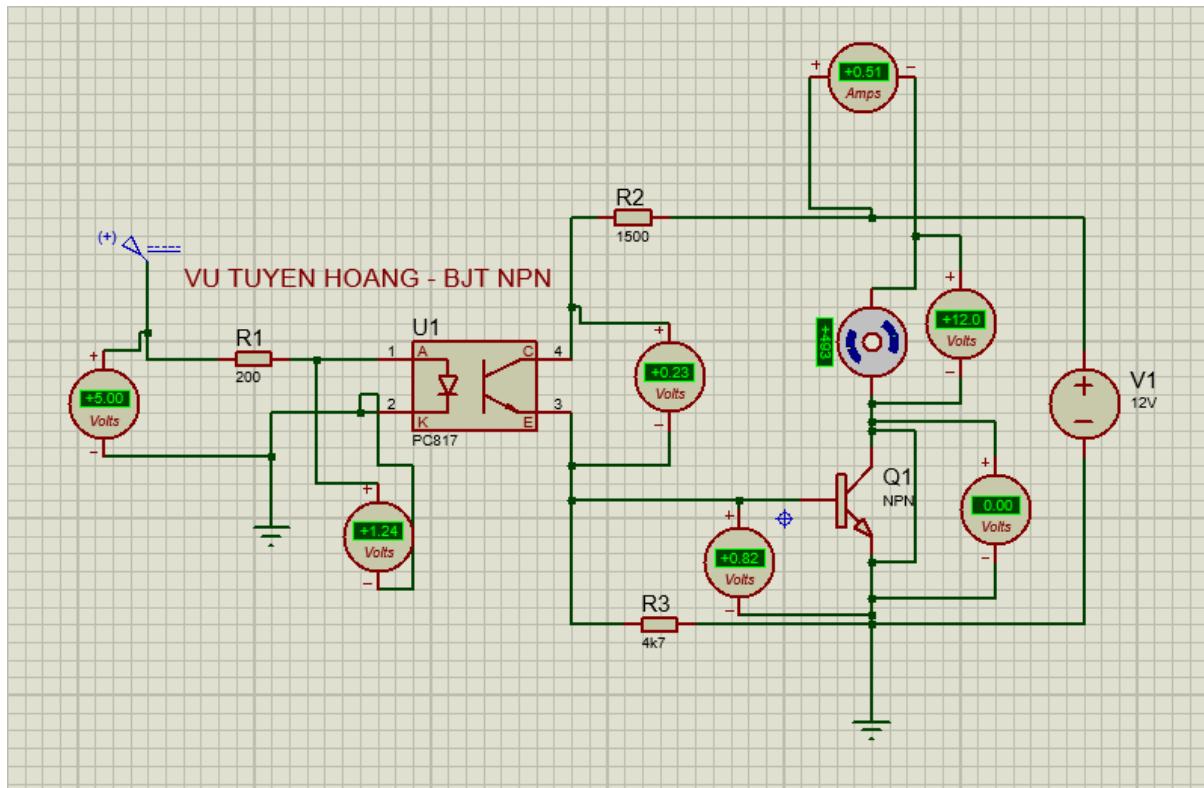
+ ĐO THỰC TẾ

Đo tại	Giá trị	Thuộc khoảng	Nhận xét
V _{BE/BJT}	0.748(V)	0.7(V)÷1(V)	Đạt
V _{CE/BJT}	0.169(V)	0.01(V) ÷ 0.2(V)	Đạt
V _{MOTOR}	11.9(V)	11.8(V) ÷ 12.2(V)	Đạt
I _{MOTOR}	0.55(A)	>0.5(A)	Đạt

→ Thỏa mãn mạch hoạt động tốt khi nối tắt Vce opto.

- Nối tắt V_{CE/BJT}

+Mô phỏng



Hình 10: Mạch hoạt động khi nối tắt chân Vce của BJT NPN

Đo tại	Giá trị	Thuộc khoảng	Nhận xét
V _{MOTOR}	12(V)	11.8(V)-12.2(V)	Đạt
I _{MOTOR}	0.51(A)	>0.5(A)	Đạt

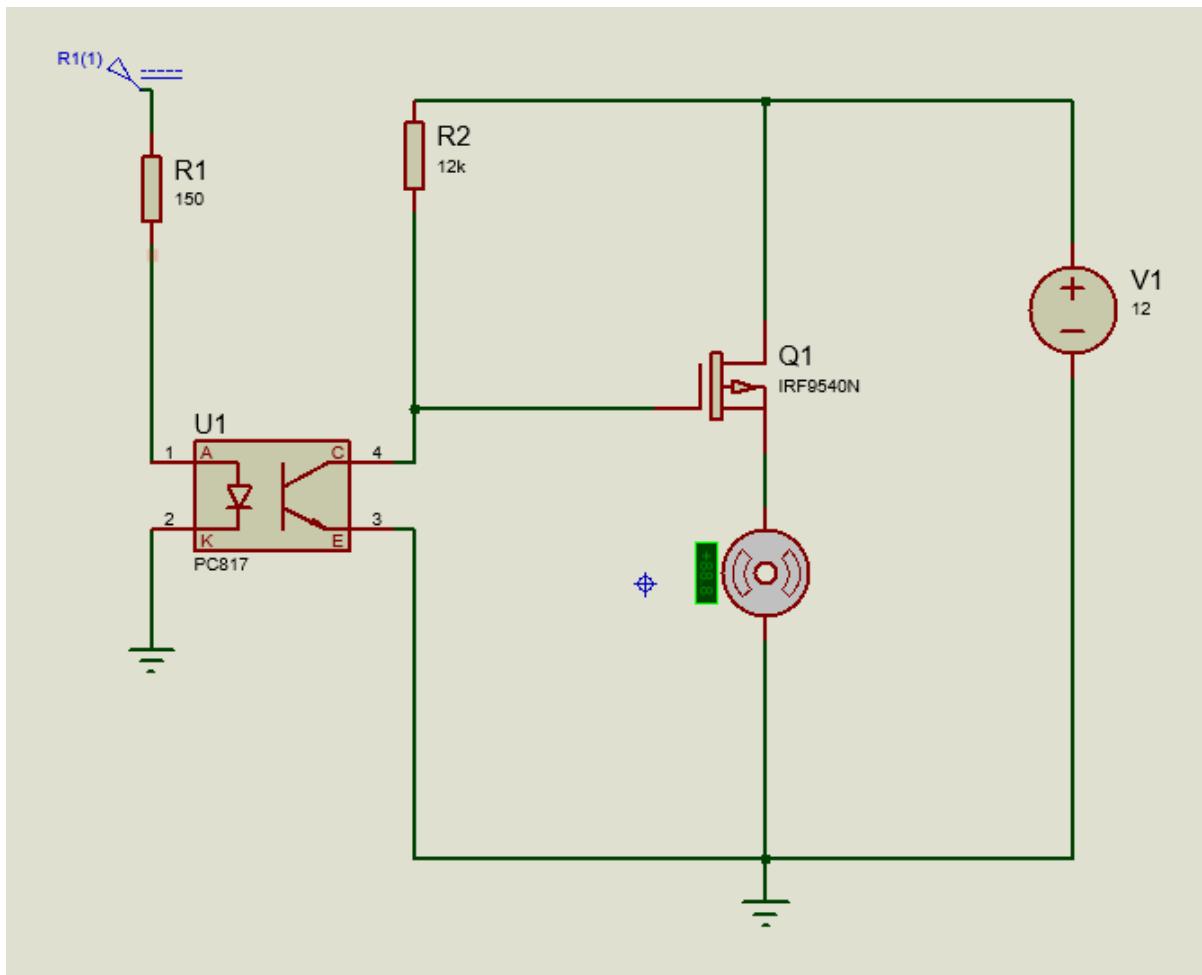
+Đo thực tế

Đo tại	Giá trị	Thuộc khoảng	Nhận xét
V _{MOTOR}	12.08(V)	11.8(V)-12.2(V)	Đạt
I _{MOTOR}	0.55(A)	>0.5(A)	Đạt

II.Thi công và kiểm tra mạch điều khiển tải DC (dùng mosfet P)(Nguyễn Viết Sơn)

1. Lý thuyết

1.1. Vẽ sơ đồ mạch



1.2. Giải thích nguyên lý làm việc

Ở mức logic bằng 1 dòng đi qua opto làm opto dẫn, qua đó có điện áp kích cho Mosfet làm việc, nên có dòng đi qua động cơ làm cho động cơ hoạt động.

Ở mức logic bằng 0 không có dòng đi qua opto làm opto không hoạt động, nên không có điện áp kích cho mosfet dẫn, vậy nên không có dòng đi qua động cơ.

1.3. Tính chọn linh kiện

1.3.1. Tính chọn R_1

$$1.2 \leq Vf \leq 1.4 \text{ (V)}$$

$$R_1 = \frac{Vcc - Vf}{If} = \frac{5 - 1.2}{50mA} = 72(\Omega)$$

$$R_1 = \frac{Vcc - Vf}{If} = \frac{5 - 1.4}{50mA} = 190(\Omega)$$

$$72 \leq R_1 \leq 190 \text{ (V)}$$

Chọn R_1 là $150(\Omega)$

1.3.2. Tính chọn Mosfet:

$$I_d > 2It = 2.2 = 4(A)$$

$$V_{ds} > 2V_{cc} = 2.12 = 24(V)$$

$$P > 2P_t = 2.24 = 48(W)$$

Tra Datasheet ta chọn mosfet IRF9540N

1.3.3. Tính chọn R_2 :

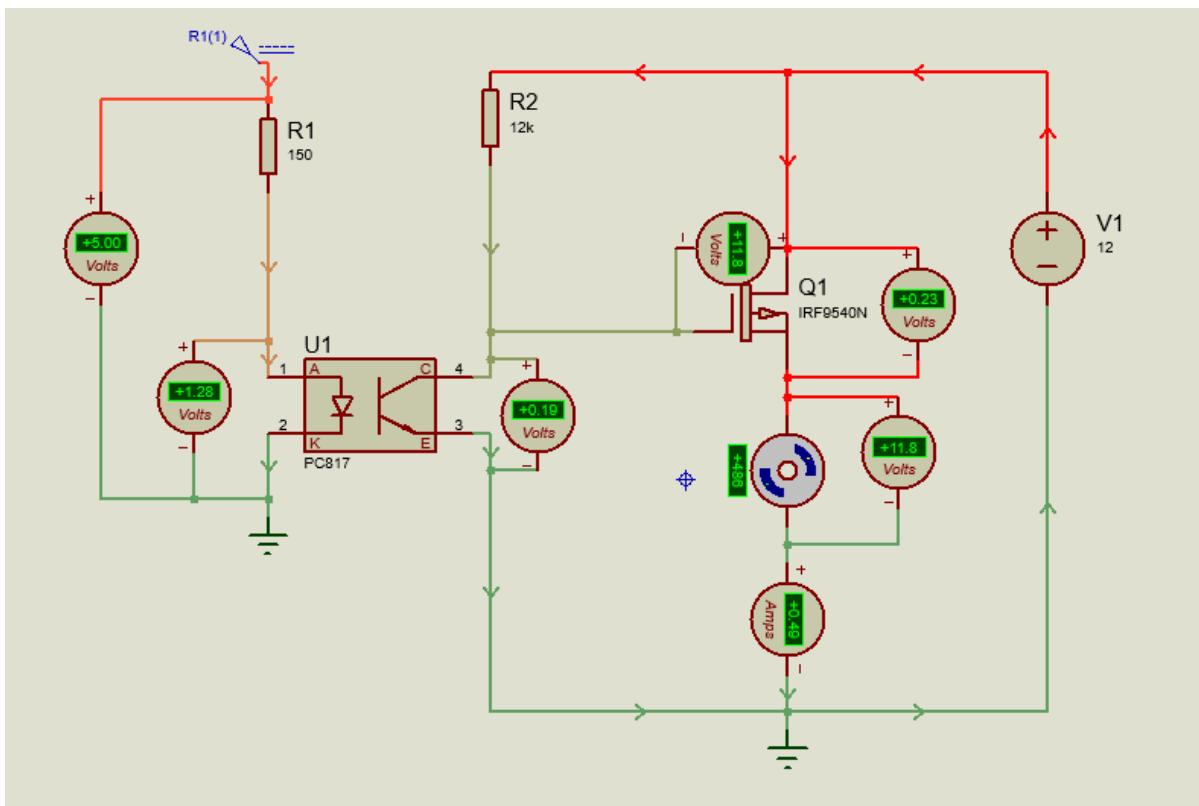
$$- V_{cc} + v_{R_2} + V_{gs} + V_{tải} = 0$$

$$\Rightarrow v_{R_2} = V_{cc} - V_{gs} - V_{tải} = 12 + 11,8 - 11,8 = 12 \text{ (V)}$$

$$R_2 = \frac{v_{r2}}{I_{r2}} = \frac{12}{1mA} = 12(k\Omega)$$

\Rightarrow chọn R_2 là $12 k\Omega$

1.4. Mô phỏng mạch



- Nhận xét kết quả mô phỏng

+ Trường hợp mức cao:

V_0	V_f	V_{34}	V_{GS}	V_{DS}	$V_{tải}$	$I_{tải}$
5V	1.28V	0,19V	11.8V	0.23V	11,8V	0.5A

Điện áp ngõ vào: $V_f = 1,28V$ (1,2V - 1.4V)

Điện áp ngõ ra opto: $V_{34} = 0.19V$ (0V – 0,2 V)

⇒ Đủ điều kiện để opto dẫn.

Điện áp ngõ vào mosfet: $V_{GS} = 11,8V$.

Điện áp ngõ ra mosfet: $V_{DS} = 0.23V$.

⇒ Đủ điều kiện để mosfet dẫn.

⇒ Tải hoạt động.

+ Trường hợp mức thấp:

V_0	V_f	V_{34}	V_{GS}	V_{DS}	$V_{tải}$	$I_{tải}$
0V	0V	12 V	0V	12V	12V	0A

Điện áp ngõ vào opto: $V_f=0$ V

Điện áp ngõ ra opto: $V_{34} = 12V$

⇒ Opto tắt không có dòng chạy qua.

Điện áp ngõ vào mosfet: $V_{GS}=0V$

Điện áp ngõ ra mosfet: $V_{DS}=12V$

⇒ Không có điện áp kích Mosfet tắt

⇒ Tải không hoạt động

2. Thực Hành

2.1. Thi công mạch

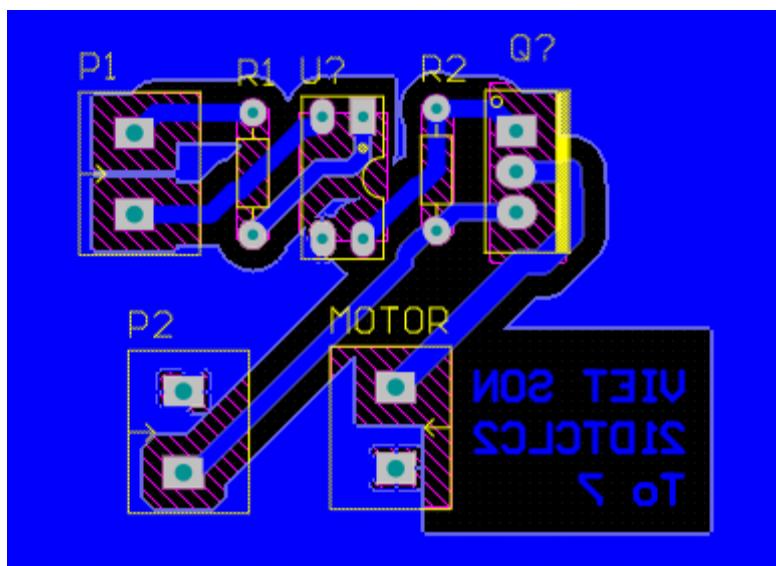
2.1.1. Thống kê các thiết bị và dụng cụ sử dụng

Thiết bị: Nguồn, Adapter 12V, Máy tạo nguồn, đồng hồ vạn năng.

Dụng cụ: Mỏ hàn, nhựa thông thiết, bo đồng giấy nhám, bột sắt(FeCl3)
dao rọc giấy, thước

Máy khoan mini cầm tay, Bàn là, giấy in mạch

2.1.2. Vẽ và thi công mạch in



- +In mạch từ phần mềm altium lên giấy in chuyên dụng.
- +Cắt bo đồng sao cho phù hợp với mạch in và đánh bóng bo đồng.
- +Tiến hành ủi mạch sao cho mực ăn xuống bo đồng (ủi tầm 10p).
- +Ủi xong, tiến hành ngâm mạch với FeCl3 khoảng 15-20 phút, sau đó gấp mạch ra kiểm tra xem đã ăn mòn hết chưa, nếu chưa thì ngâm tiếp.
- +Ngâm xong lấy giấy nhám đánh bay toàn bộ lớp màu đen ra lộ ra đường mạch, ta lấy máy khoan khaon lỗ cho mạch mũi 0.8mm cho lỗ nhỏ và 1.2mm cho linh kiện có lỗ to.
- Hoàn thành bước gia công mạch in.

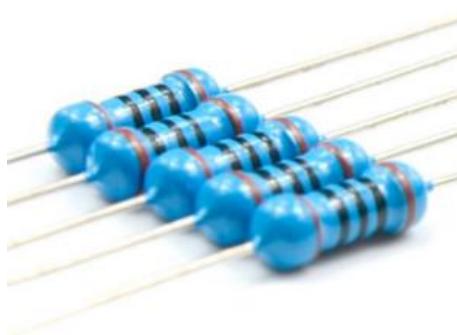
2.1.3. Kiểm tra linh kiện rời (đọc giá trị và kiểm tra)

+Kiểm tra điện trở:

- Dựa vào bảng màu sau đây để xác định điện trở:

Màu	Giá trị	Hệ số	Sai số
Đen	0	10^0	
Nâu	1	10^1	$\pm 1\%$
Đỏ	2	10^2	$\pm 2\%$
Cam	3	10^3	
Vàng	4	10^4	
Lục	5	10^5	$\pm 0.5\%$
Lam	6	10^6	$\pm 0.25\%$
Tím	7	10^7	$\pm 0.1\%$
Xám	8	10^8	$\pm 0.05\%$
Trắng	9	10^9	
Hoàng kim			$\pm 5\%$
Bạc			$\pm 10\%$
Không có			$\pm 20\%$

Trở 150 ohm:



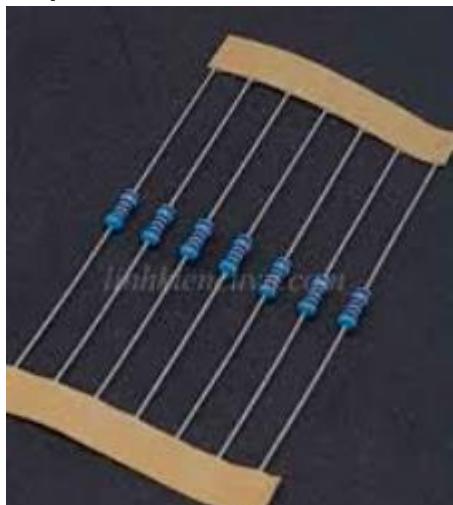
Màu: Nâu, Lục, Đen, Đen, Nâu tương ứng giá trị : 1,5,0,0, 1%

Giá trị điện trở là $150 \pm 1\%$

Dùng đồng hồ điện tử kyritsu Model 1009 tiến hành đo, đặt 2 que đen, đỏ vào 2 đầu điện trở đo được giá trị 179 ohm (nằm trong khoảng giá trị cho phép)

Điện trở hoạt động bình thường.

Điện trở 12K:



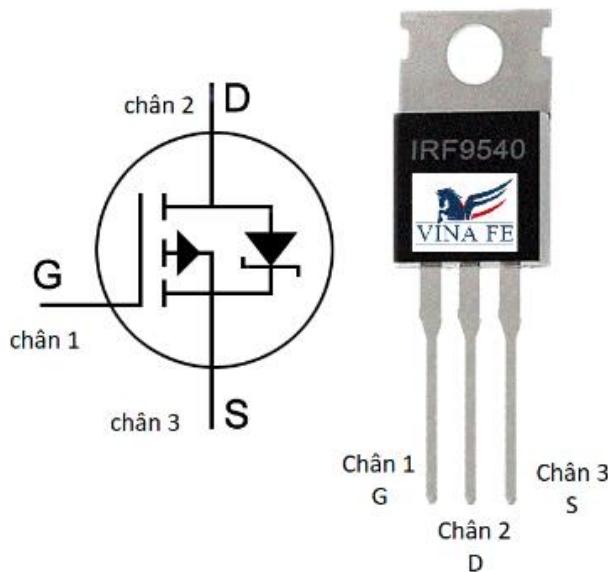
Màu: Nâu, Đỏ, Đen, Đỏ, Nâu tương ứng giá trị : 1, 2, 0, 0, 1%

Giá trị điện trở là $12K \pm 1\%$

Dùng đồng hồ điện tử kyritsu Model 1009 tiến hành đo, đặt 2 que đen, đỏ vào 2 đầu điện trở đo được giá trị $3.29K$ ohm (nằm trong khoảng giá trị cho phép)

Điện trở hoạt động bình thường.

+Kiểm tra Mosfet: Kênh P



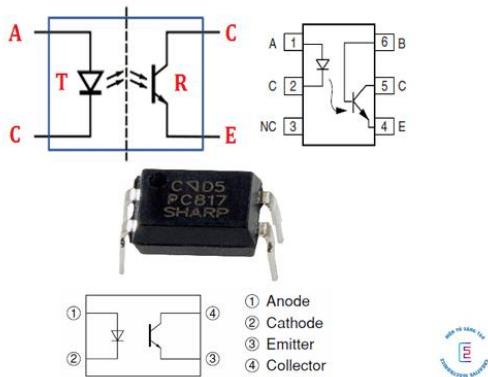
Dùng đồng hồ điện tử XL830L tiến hành đo

Đo giữa chân G và S cả 2 chiều que, thấy số không lên(tiếp giáp GS chưa thủng)

Đo giữa chân G và D cả 2 chiều que, số không lên(tiếp giáp GD chưa thủng)

Đo chân D và S (Sau khi nốt tắt chân G D để thoát hết điện cực do quá trình đo để lại điện tích lên chân G), có 1 chiều số sẽ không lên (nhớ đảo chiều que đo).

Kiểm tra opto PC817:



Dùng đồng hồ XL830L, chỉnh thang đo về thang đo có hình diode, que đen cắm vào đầu cathod, đen vào anode đồng hồ hiện giá trị 918, đảo chiều đồng hồ hiện 1.

Kết luận led opto còn hoạt động.

Vặn đến thang đo điện trở đo 2 đầu C-E của opto đồng hồ hiện 1, đảo chiều đồng hồ cũng hiện 1.

Kết luận chân CE của opto hoạt động tốt và không bị ngắn mạch.

2.1.4. Hàn và kiểm tra mạch in

Hàn:

-Gắn linh kiện đã kiểm tra vào mạch đã gia công, cố định từng linh kiện bằng cách bẻ ngang chân đối với các linh kiện chân dài, điều chỉnh nhiệt độ mỏ hàn (nếu có) khoảng 350°C và bắt đầu hàn từng con linh kiện lên mạch.

Lưu ý nên có thời gian nghỉ khi hàn để làm tránh quá tải nhiệt độ làm hỏng linh kiện.

Kiểm tra mạch in:

-Kiểm tra các mối hàn đã hàn dín chân, bo tròn chân linh kiện chưa, nếu chưa thì chỉnh sửa lại, kiểm tra các linh kiện có chắc chắn không, vặn thang đo có đến thang đo có kí hiệu (:)) đặt hai đầu đo vào hai đầu của dây cần đo. Khi đó, bạn đã bắt đầu đo thông mạch bằng đồng hồ vạn năng. Nếu mạch không bị đứt, đồng hồ sẽ kêu tiếng "bíp", nếu mạch bị đứt đồng hồ đo điện sẽ không kêu.

-Kiểm tra thông mạch

- *Đo nguồn cung cấp, que đen đặt vào âm nguồn, que đỏ đặt vào dương nguồn
- *Kiểm tra từ nguồn đến tải que đen và âm nguồn que đỏ vào M2.
- *Kiểm tra từ nguồn qua tải, que đen đặt vào âm nguồn ,que đỏ đặt vào M1.
- *Kiểm tra từ nguồn đến chân D mosfet, que đen vào âm nguồn, que đỏ vào chân D.
- *Kiểm tra từ nguồn đến chân S mosfet, que đỏ vào âm nguồn, que đen vào chân S.
- *Trường hợp chưa nối tắt chân D-S đo điện áp của tải $V_{tải}=0V$ (0-0.2V)
- *Trường hợp nối tắt chân D-S đo điện áp của tải $V_{tải}= 12V$.

Kết quả đo thông mạch:

$$V_{cc} = 12V \text{ (11.8-12.2V)}$$

$$Vu_2/M1=12V(11.8-12.2V)$$

$$Vu_2/M2=12V(11.8-12.2V)$$

$$Vu_2/D=12V(11.8-12.2V)$$

$$Vu_1/S=12V(11.8-12.2V)$$

Nhận xét: Đo các điểm ở trên để xem tải có nhận điện áp hay không.

Kiểm tra thấy nguồn cung cấp qua tải, qua chân D S của mosfet.

Tải xoay khi cung cấp mức cao, tải đứng yên khi cung cấp mức thấp.

Tải hoạt động bình thường.

2.2. Kiểm tra mạch

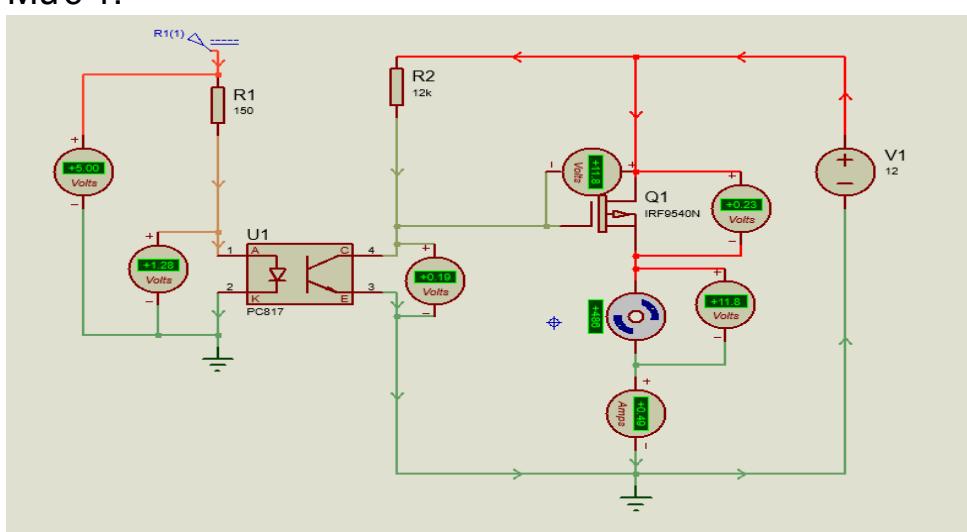
Thông kê các thiết bị và dụng cụ sử dụng

Thiết bị: Máy cấp nguồn, đồng hồ điện tử vạn năng.

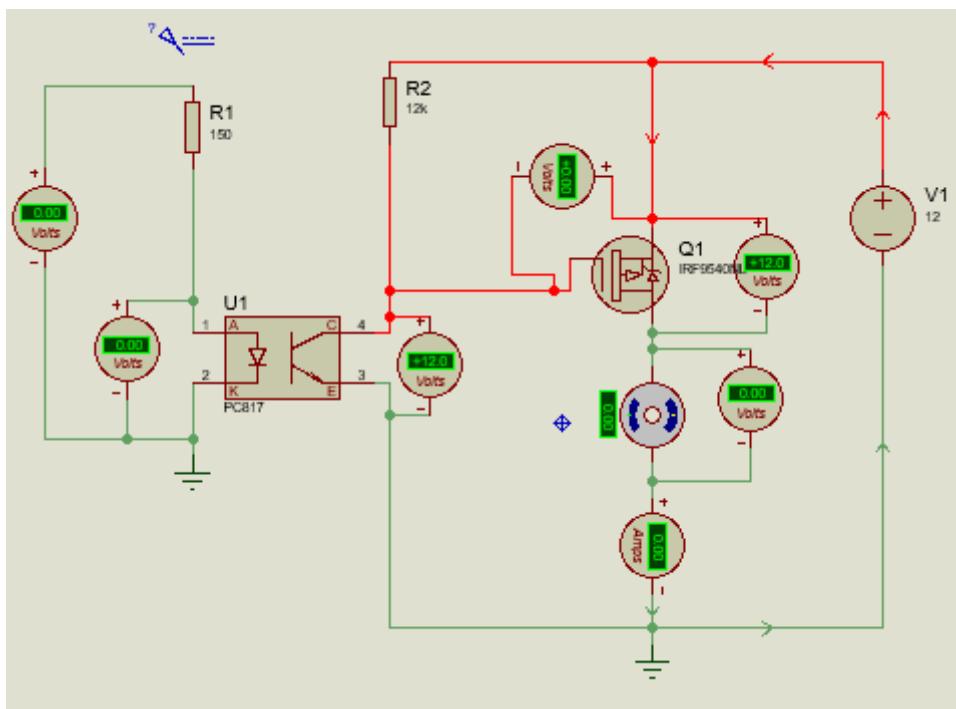
Dụng cụ: tua vít, dây nối,

Vẽ sơ đồ mạch

Mức 1:



Mức 0:



2.2.1. Kiểm tra linh kiện Mosfet (IRF9540N)

Trường hợp mức 1:

- $V_{GS}=11,82V \in (11,2-12,2V)$ đạt
- $V_{DS}=0,05V \in (0-0,2V)$ đạt
- $V_{tải}=11,8 \in (11,8-12,2V)$ đạt

Trường hợp mức 0:

- $V_{GS}=0V \in (0-0.2V)$ đạt
- $V_{DS}=11.85V \in (11.8-12.2V)$ đạt
- $V_{tải}=0V$ đạt

Nhận xét:

- Ở mức cao: $V_{GS}=11.82$ (ngõ vào)
 $V_{DS}=0,05V$ (ngõ ra)
- Ở mức thấp: $V_{GS}=0V$ (ngõ vào)
 $V_{DS}=11.85V$ (ngõ ra)

Tín hiệu ngõ ra thay đổi theo tín hiệu ngõ vào đúng theo nguyên lý nên mosfet hoạt động tốt

Nguyên nhân đo các điểm trên:

- V_{GS} : đo kiểm tra điện áp vào của MOSFET, đã đủ điện áp để MOSFET dẫn ,đường dây từ dương nguồn đến chân G không bị đứt,đường dây nối ổn định.

- V_{DS} : đo kiểm tra điện áp ra của MOSFET, đã đủ điện áp để MOSFET dẫn, đường dây từ chân D đến S không bị đứt, đường dây nối ổn định.
- $V_{tải}$: đo thông mạch trên tải, đường dây từ nguồn đến tải không bị đứt, đường dây nối ổn định

2.2.2. Kiểm tra linh kiện Opto PC817

- Trường hợp mức cao:

- $V_f = 1.283V \in (1V-1,4V)$ đạt
- $V_{34} = 0,05V \in (0-0,2V)$ đạt
- $V_{tải} = 11,82 \in (11,8-12,2V)$ đạt

- Trường hợp mức thấp:

- $V_f = 0V$ đạt
- $V_{34} = 11.8V$ đạt
- $V_{tải} = 0.5V$ đạt

❖ Nhận xét:

- Ở mức thấp: $V_f = 0 V$ (ngõ vào)
 $V_{34} = 11.8 V$ (ngõ ra)
- Ở mức cao: $V_f = 1.283V$, (ngõ vào)
 $V_{34} = 0.05V$ (ngõ ra)

Tín hiệu ngõ ra thay đổi theo tín hiệu ngõ vào đúng theo nguyên lý nên opto hoạt động tốt.

Nguyên nhân đo các điểm trên:

- V_f : Kiểm tra điện áp vào của opto, đường mạch từ nguồn qua trở R1 đến opto không bị đứt, ổn định.
- V_{34} : Kiểm tra điện áp ra của opto, đường mạch từ nguồn qua trở R1 qua chân 12 của opto đến chân 3 và 4 không bị đứt, ổn định.
- $V_{tải}$: đo thông mạch trên tải, đường dây từ nguồn 5V qua R1 qua opto đến động cơ qua mosfet không bị đứt, đường dây nối ổn định

2.2.3. Kiểm tra tổng thể mạch (ở trường hợp công suất lớn nhất):

Trường hợp ngõ vào ở mức cao:

$$\{ \quad V_{in} = 5 V$$

Opto PC817

$$\{ \quad V_{AK\ opto} = 1,22 V \in (1,1 V \div 1,4 V) \quad \text{đạt}$$

$$\{ \quad V_{CE\ opto} = 0,06 V \in (0 V \div 0,2 V) \quad \text{đạt}$$

Mosfet IRF9540N

$$\{ \quad V_{GS} = 11,8 V \in (11,8 V \div 12 V) \quad \text{đạt}$$

$$\{ V_{DS} = 0.08 \text{ V} \in (0 \text{ V} \div 0.2\text{V}) \text{ đạt}$$

Động cơ

$$\{ V_{DC} = 11.84 \text{ V} \in (11.8\text{V} \div 12\text{V}) \text{ đạt}$$

$$\{ I_{DC} = 0.68 \text{ A} \in (> 0.5\text{A}) \text{ đạt}$$

Trường hợp ngõ vào ở mức thấp:

$$\{ V_{in} = 0 \text{ V}$$

Opto PB817

$$\{ V_{AK \text{ opto}} = 0 \text{ V} \in (0\text{V} \div 0.2\text{V}) \text{ đạt}$$

$$\{ V_{CE \text{ opto}} = 12 \text{ V} \in (11.8\text{V} \div 12\text{V}) \text{ đạt}$$

Mosfet IRF9540N

$$\{ V_{GS} = 0 \text{ V} \in (0 \text{ V} \div 0.2 \text{ V}) \text{ đạt}$$

$$\{ V_{DS} = 12 \text{ V} \in (11.8 \text{ V} \div 12 \text{ V}) \text{ đạt}$$

Động cơ

$$\{ V_{DC} = 0 \text{ V} \in (0\text{V} \div 0.2\text{V}) \text{ đạt}$$

$$\{ I_{DC} = 0 \text{ A} \in (0\text{A} \div 0.1\text{A}) \text{ đạt}$$

Nhận xét:

+ Khi tín hiệu của ngõ vào ở mức thấp ($0\text{V} \div 0.1\text{V}$) thì điện áp rơi trên động cơ bằng $0\text{V} \in (0\text{V} \div 0.1\text{V})$ và dòng qua động cơ bằng $0\text{A} \in (0\text{A} \div 0.1\text{A})$.

+ Khi tín hiệu của ngõ vào ở mức cao ($3.6\text{V} \div 5\text{V}$) thì điện áp rơi trên động cơ bằng $11.88\text{V} \in (11.8\text{V} \div 12\text{V})$ và dòng qua động cơ bằng $0.68\text{A} \in (0.7\text{A} \div 1.3\text{A})$.

Các linh kiện hoạt động tốt

Tín hiệu ngõ ra thay đổi theo tín hiệu ngõ vào

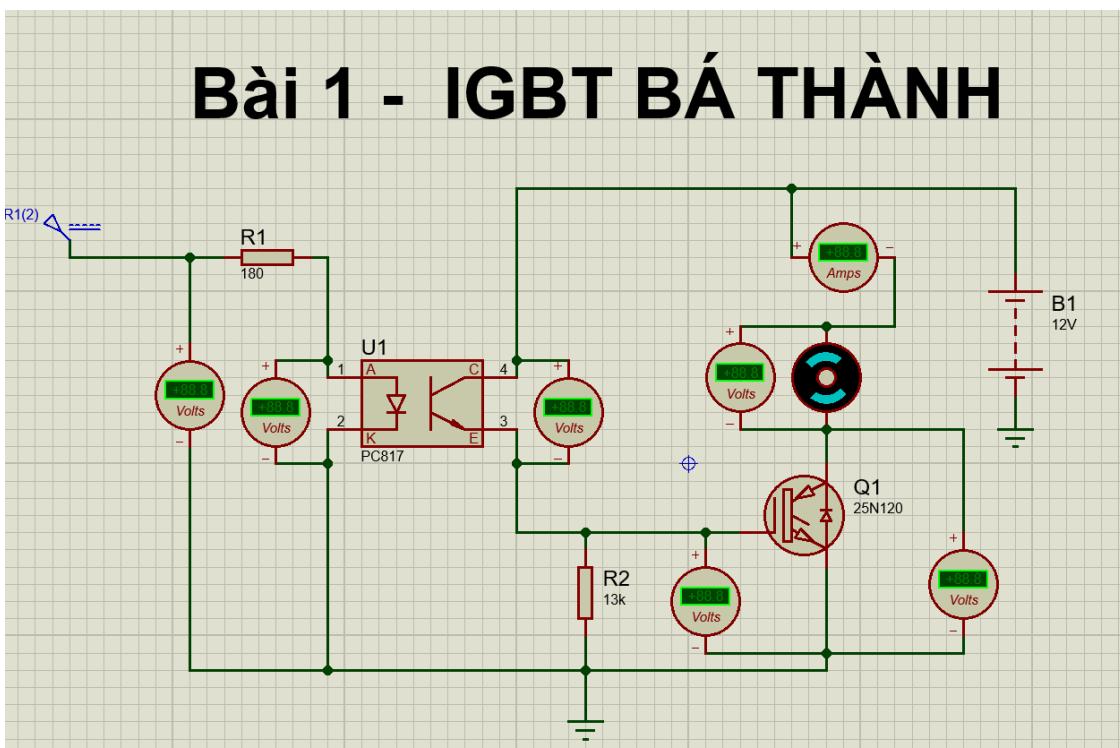
⇒ Mạch hoạt động tốt, đúng với nguyên lý hoạt động

Sai số giữa mô phỏng và thực tế có thể chấp nhận được ($0.1\% - 0.2\%$)

III.Thi công và kiểm tra mạch điều khiển tải DC (dùng IGBT)(Nguyễn Bá Thành)

1. Lý thuyết

1.1. Vẽ sơ đồ mạch:



Hình 1.1 Sơ đồ mạch điều khiển động cơ DC bằng IGBT

1.2. Giải thích nguyên lý làm việc:

+ Khi tín hiệu ngõ vào ở mức cao (tương đương điện áp tín hiệu từ 3,6V đến 5V), khi đó tạo điện áp ngõ vào của opto từ 1,1V đến 1,4V à làm cho opto dẫn à điện áp ngõ ra của opto từ 0V đến 0.2V à khi đó có dòng kích cho IGBT tạo điện áp ngõ vào của IGBT từ 11,8V đến 12V à làm cho IGBT dẫn bão hòa à điện áp ngõ ra của IGBT có điện áp từ 0.8V đến 1V làm cho động cơ hoạt động.

+ Khi tín hiệu ngõ vào ở mức thấp (tương đương điện áp tín hiệu từ 0V đến 0.1V), khi đó điện áp ngõ vào của opto từ 0V đến 0.6V à làm cho opto không dẫn à điện áp ngõ ra opto từ 11,8V đến 12V à khi đó không có dòng kích làm cho IGBT dẫn bão hòa, điện áp ngõ vào của IGBT từ 0V đến 0,2V à điện áp ngõ ra của IGBT từ 11.8V đến 12V à điện áp rơi trên động cơ bằng 0V. Động cơ không hoạt động.

1.3. Tính chọn linh kiện:

Chọn động cơ DC: $V_{DC} = 12V$, $I_{DC} >> 0,5A$

Chọn nguồn: $V_{in} = 5V$ và $V_{CC} = 12V$

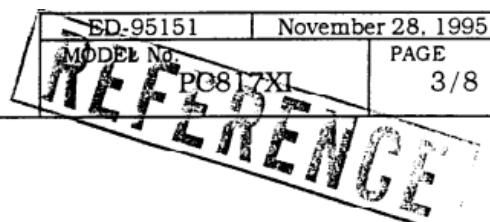
Tra datasheet của opto PC817, ta có dòng điều khiển

$I_F = 20mA$, $I_C = 1mA$, $V_F = 1,2V$ và $V_{CESat} = 0,2V$

Ta có: Trở động cơ $R_{DC} = 12\Omega$

Dòng điện chạy qua motor:

$$I_{DC} = \frac{V_{CC} - V_{CESat}}{R_{DC}} = \frac{12 - 0,2}{12} \approx 1 \text{ (A)}$$



SHARP CORPORATION

ED-95151 November 28, 1995
MODEL NO. PC817-XI PAGE 3/8
REFERENCE

3. Ratings and characteristics

3.1 Absolute maximum ratings $T_a=25^\circ C$

Parameter		Symbol	Rating	Unit
Input	*1 Forward current	I_F	50	mA
	*2 Peak forward current	I_{FM}	1	A
	Reverse voltage	V_R	6	V
	*1 Power dissipation	P	70	mW
Output	Collector-emitter voltage	V_{CEO}	35	V
	Emitter-collector voltage	V_{ECO}	6	V
	Collector current	I_C	50	mA
	*1 Collector power dissipation	P_C	150	mW
*1 Total power dissipation		P_{tot}	200	mW
*3 Isolation voltage		V_{iso}	5	kVrms
Operating temperature		T_{opr}	-30 to +100	°C
Storage temperature		T_{stg}	-55 to +125	°C
*4 Soldering temperature		T_{sol}	260	°C

Hình 1.2 Datasheet của Opto PC817

1.3.1. Tính chọn R1

$$1.2 \leq V_f \leq 1.4 \text{ (V)}$$

$$R_1 = \frac{Vin - VF}{IF} = \frac{5 - 1,2}{0,02} = 190 \text{ } (\Omega)$$

$$R_1 = \frac{Vin - VF}{IF} = \frac{5 - 1,4}{0,02} = 180 \text{ } (\Omega)$$

$$180 \leq R_1 \leq 190 \text{ } (\Omega)$$

Chọn $R_1 = 180 \Omega$

1.3.2. Tính chọn R2

R_2 có nhiệm vụ làm tắt nhanh Q1

$$R_2 = \frac{V_{CC} - V_{CESsat}}{I_C} = \frac{12 - 0,2}{1mA} = 12800 \text{ } (\Omega)$$

Chọn $R_2 = 13k \Omega$

1.3.3. Tính chọn IGBT

Công suất: $P = V_{cc} \cdot I_{DC} = 12.1 = 12W$

$$V_{CEO} \geq (1,5 \div 2) V_{cc} = 18 \div 26V$$

$$I_{CEO} \geq (1,5 \div 2) I_c = 1,5 \div 2A$$

$$P_c \geq (1,5 \div 2) P = 9 \div 12W$$

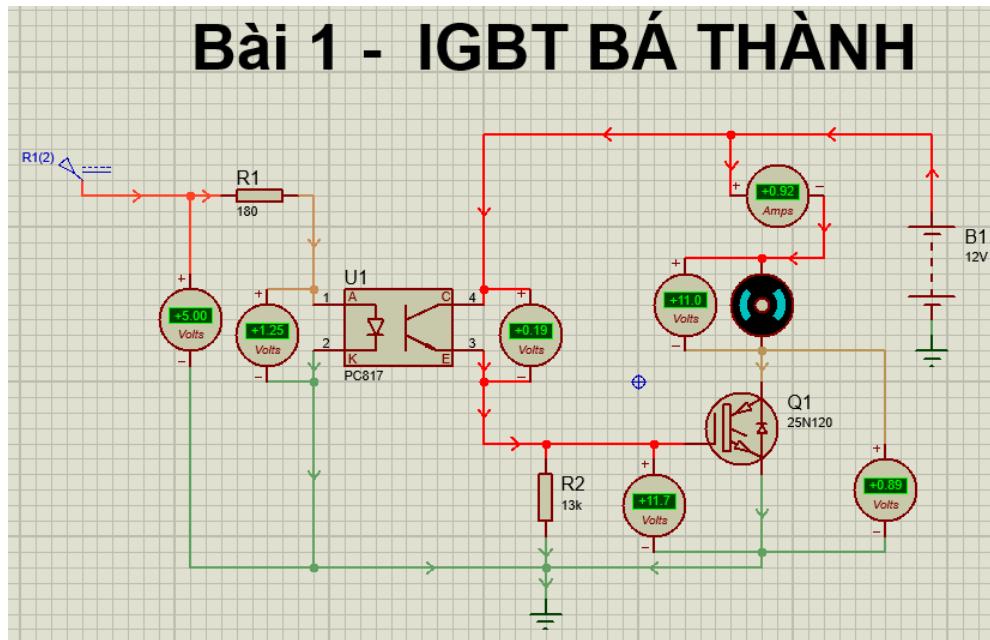
Tra datasheet chọn IGBT 25N120

Low $V_{CE(sat)}$ High speed IGBT		IXGH 25 N120 IXGH 25 N120A	
		V_{CES}	I_{C2S}
		1200 V	50 A
V_{ces}	$T_j = 25^\circ C$ to $150^\circ C$	1200	V
V_{ces}	$T_j = 25^\circ C$ to $150^\circ C$; $R_{ce} = 1 M\Omega$	1200	V
V_{ces}	Continuous	±20	V
V_{ces}	Transient	±30	V
I_{ces}	$T_j = 25^\circ C$	50	A
I_{ces}	$T_j = 90^\circ C$	25	A
I_{ces}	$T_j = 25^\circ C$, 1 ms	100	A
SSOA (RBSOA)	$V_{ce} = 15 V$, $T_j = 125^\circ C$, $R_s = 33 \Omega$ Clamped inductive load, $L = 100 \mu H$	$I_{ce} = 50$ @ 0.8 V_{ce}	A
P_g	$T_j = 25^\circ C$	200	W
T_j		-55 ... +150	°C
T_{jH}		150	°C
T_{jL}		-55 ... +150	°C
M_o	Mounting torque (M3)	1.13/10	Nm/lv.in.
Weight		6	g
Maximum lead temperature for soldering		300	°C
1.6 mm (0.062 in.) from case for 10 s			
Features			
<ul style="list-style-type: none"> • International standard package • JEDEC TO-247 AD • 2nd generation HDMOS™ process • Low on-state resistance • for low on-state conduction losses • MOS Gate turn-on • drive simplicity 			
Applications			
<ul style="list-style-type: none"> • AC motor speed control • DC servo and robot drives • DC choppers • Uninterruptible power supplies (UPS) • Switch-mode and resonant-mode power converters • Capacitor discharge systems • Solid state relays 			
Advantages			
<ul style="list-style-type: none"> • Easy to mount with 1 screw (TO-247) • Isolated mounting screw hole • High power density 			
BV_{ces}	$I_c = 3 mA$, $V_{ce} = 0 V$	1200	V
$V_{ces(m)}$	$I_c = 250 \mu A$, $V_{ce} = V_{ce}$	2.5	6 V
I_{ces}	$V_{ce} = 0.8 \times V_{ces}$, $T_j = 25^\circ C$	250	μA
V_{ces}	$V_{ce} = 0 V$, $T_j = 125^\circ C$	1	mA
I_{ces}	$V_{ce} = 0 V$, $V_{ce} = \pm 20 V$	±100	nA
$V_{ces(max)}$	$I_c = I_{ces}$, $V_{ce} = 15 V$	25N120 25N120A	3 V 4 V

Hình 1.3 Datasheet của IGBT 25N120

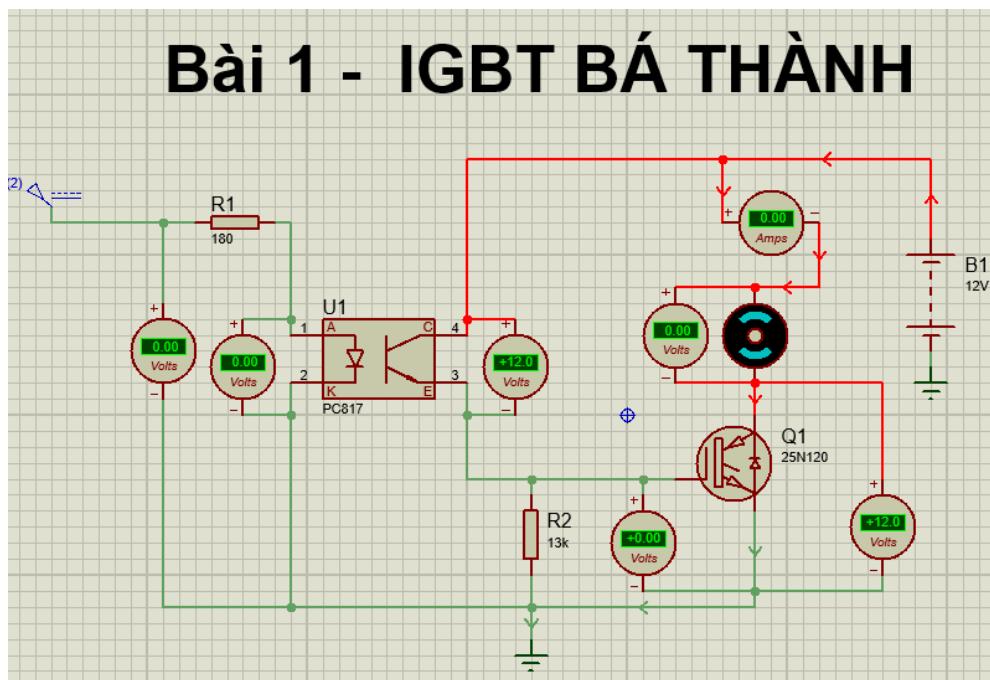
1.4. Mô phỏng mạch:

Trường hợp tín hiệu vào ở mức cao:



Hình 1.4 Mô phỏng mạch ở trường hợp tín hiệu vào ở mức cao

Trường hợp tín hiệu ngõ vào ở mức thấp:



Hình 1.5 Mô phỏng mạch ở trường hợp tín hiệu vào ở mức thấp

Tác dụng của linh kiện trong mạch:

- R1:cung cấp tạo dòng cho opto để có dòng kích ở ngõ vào, hạn dòng
- R2:làm cho IGBT tắt nhanh
- OPTO PC817:Có tác dụng cách ly quang, cách ly tầng công suất và tín hiệu điều khiển, ngăn không chi nhiễu ở tầng công suất ảnh hưởng đến tín hiệu điều khiển, truyền tín hiệu điều khiển.
- IGBT 25N120:điều khiển động cơ 12(V), dòng lớn hơn 0.5(A)

Nhận xét kết quả mô phỏng:

Bảng 1: Kết quả mô phỏng mạch

	V_{in}	$V_{f/OPTO}$	$V_{CE/OPTO}$	$V_{GE/IGBT}$	$V_{CE/IGBT}$	V_{DC}	I_{DC}
Mức 1	5V	1,25V	0,19V	11,7V	0,89V	11V	0,92A
Mức 0	0V	0V	12V	0V	12V	0V	0A

+ Khi tín hiệu ngõ vào ở mức cao:

Opto: $V_{f/OPTO} = 1,25V \in (1,1V \div 1,4V)$; đạt

$V_{CE/OPTO} = 0,19V \in (0V \div 0.2V)$; đạt

IGBT: $V_{GE/IGBT} = 11,7V \in (11,8V \div 12V)$; không đạt

$V_{CE/IGBT} = 0,89V \in (0V \div 0,2V)$; không đạt

Làm cho động cơ hoạt động với mức điện áp 11V, dòng 0,92A

Điện áp bị thiếu 1V so với yêu cầu do $V_{CE/IGBT}$ lớn hơn 0,2 V, dòng điện đạt yêu cầu

+ Khi tín hiệu ngõ vào ở mức thấp:

Opto: $V_{f/OPTO} = 0V \in (0V \div 0,2V)$; đạt

$V_{CE/OPTO} = 12V \in (11,8V \div 12V)$; đạt

IGBT: $V_{GE/IGBT} = 0V \in (0V \div 0,2V)$ đạt

$V_{CE/IGBT} = 12V \in (11,8V \div 12V)$ đạt

Làm cho động cơ tắt, đạt yêu cầu

2. Thực hành

2.1 Thi công mạch

2.1.1. Thông kê các thiết bị và dụng cụ sử dụng

- Đồng hồ đo, máy cấp nguồn.
- Mỏ hàn, thiết hàn, nhựa thông, khoan, bài ủi, kìm bấm chân
- Bảng đồng, bột sắt, dao cắt giấy, thước kẻ.

Các linh kiện:

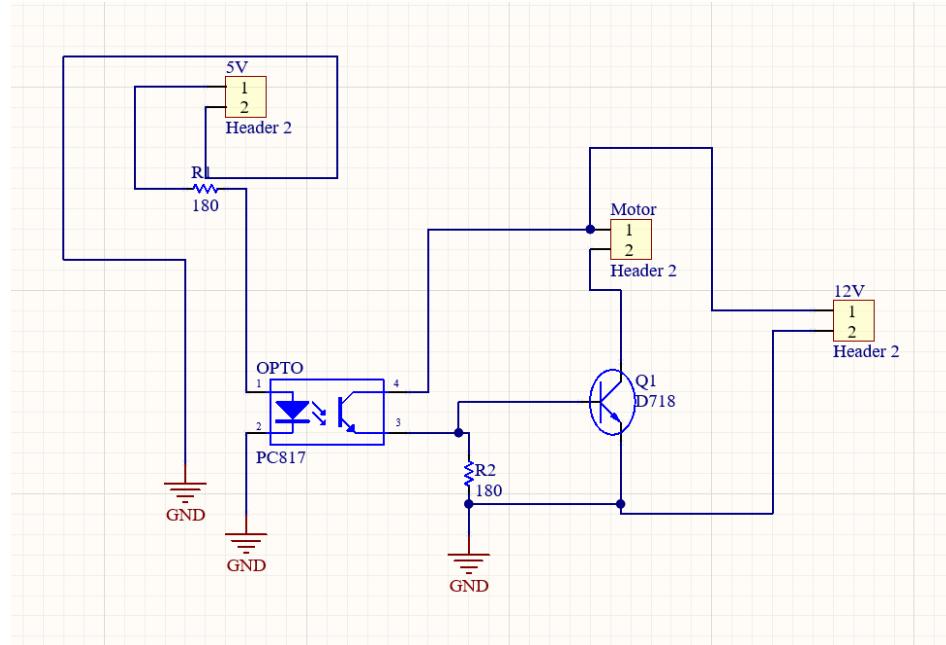
- IGBT 25N120
- Opto PC817
- 3 con domino
- Các điện trở có giá trị 180Ω và $11k\Omega$
- Dây điện
- Động cơ DC (12V – 1A)



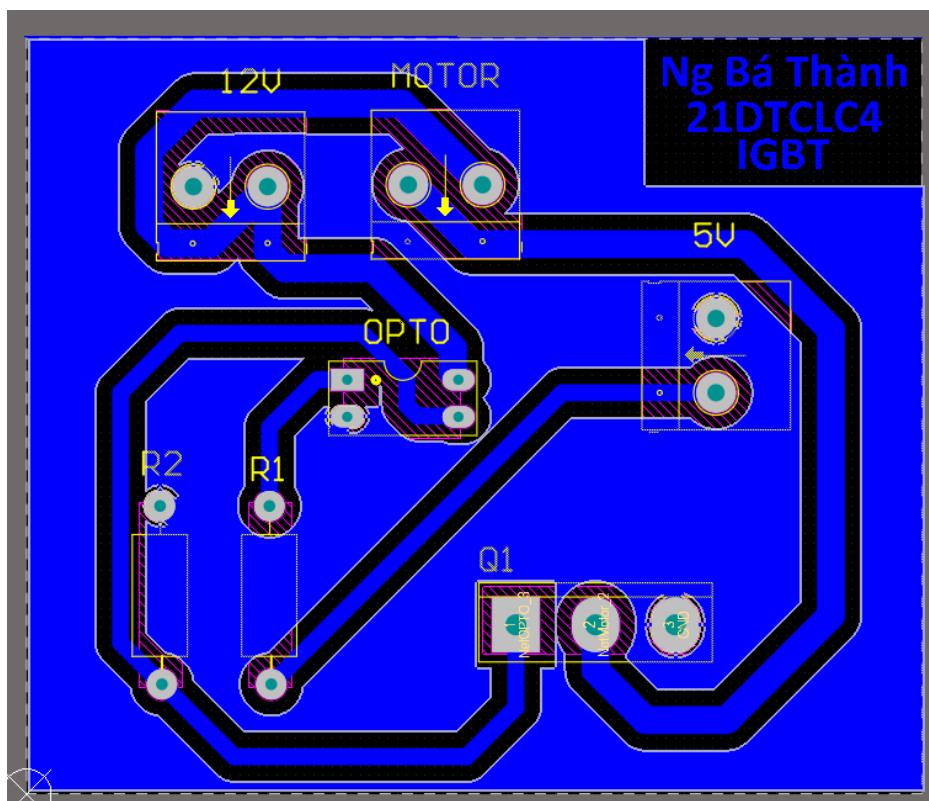
Hình 2.1 Máy cấp nguồn DC GWINSTEK GPS-2303 (bên trái) và đồng hồ đo KYORITSU model 1009 (bên phải)

2.2.2. Vẽ và thi công mạch in

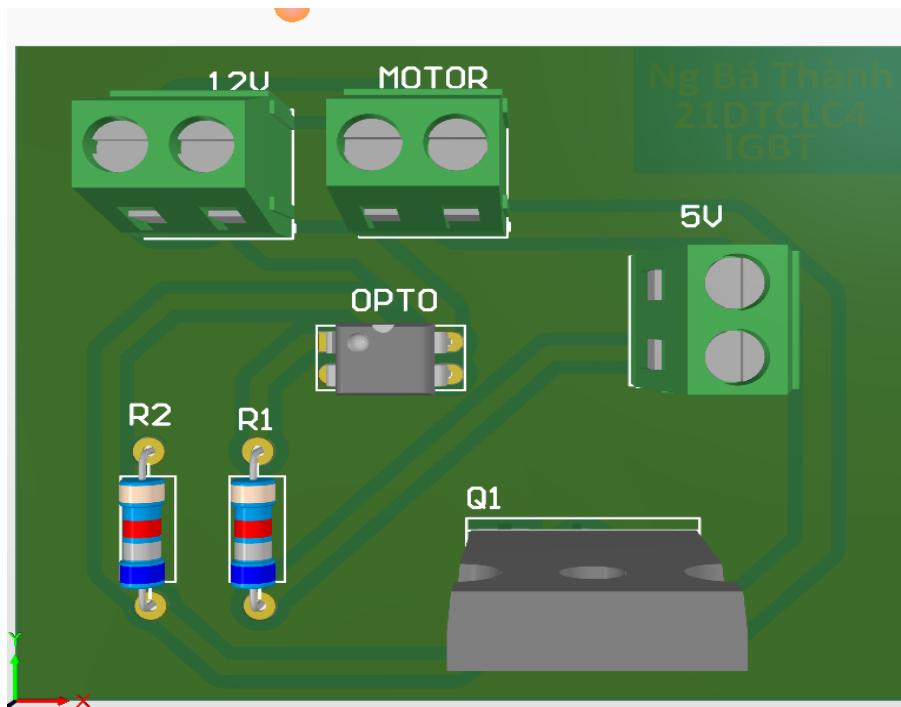
-Vẽ mạch in trên phần mềm Altium



Hình 2.2 Mạch nguyên lý trên phần mềm Altium



Hình 2.3 Mạch in 2D trên phần mềm Altium



Hình 2.4 Mạch in 3D trên phần mềm Altium

Thi công mạch in

Ta thực hiện in mạch theo trình tự như sau:

Bước 1: In mạch đã vẽ ra giấy in mạch

Bước 2: Cắt tấm phíp đồng theo kích thước của mạch đã vẽ và sau đó vệ sinh mạch bằng cách dùng giấy nhám đánh sạch lớp oxit hóa đang bám trên tấm mạch in

Bước 3: Chuyển mạch in từ tấm phim đã in sẵn lên trên tấm đồng, sử dụng phần giấy không có keo còn lại quấn đều xung quanh để cố định

Bước 4: Điều chỉnh bàn ủi lên mức nhiệt độ cao nhất và ủi vào miếng dán để làm chảy mực từ phim bóng sang tấm đồng. Di nhẹ bàn ủi trong 10-15 phút

Bước 5: Khi đã làm sạc toàn bộ phần giấy trên mạch, quan sát tổng thể mạch in, nếu có nét bị đứt, dùng bút lông để vẽ đè lên

Bước 6: Ngâm tấm đồng vào dung dịch muối sắt III (pha nước với FeCl₃). Sau khi ngâm khoảng 30 phút, lấy mạch ra xem đã tan hết đồng hay chưa, nếu chưa thì tiếp tục nhúng tấm đồng vào dung dịch đến khi tan hết thì lấy ra

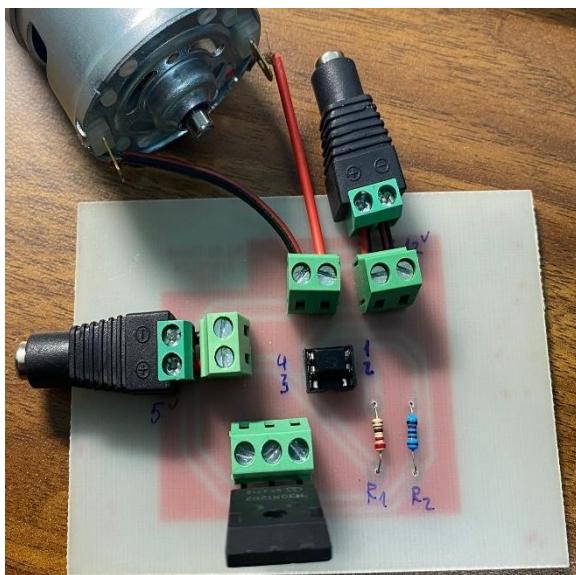
Bước 7: Dùng nước sạch để rửa lại mạch. Sử dụng giẻ lau tẩm xăng để tẩy lớp mực in ra khỏi mạch.

Bước 8: Ta dùng máy khoan để khoan các lỗ ghi linh kiện

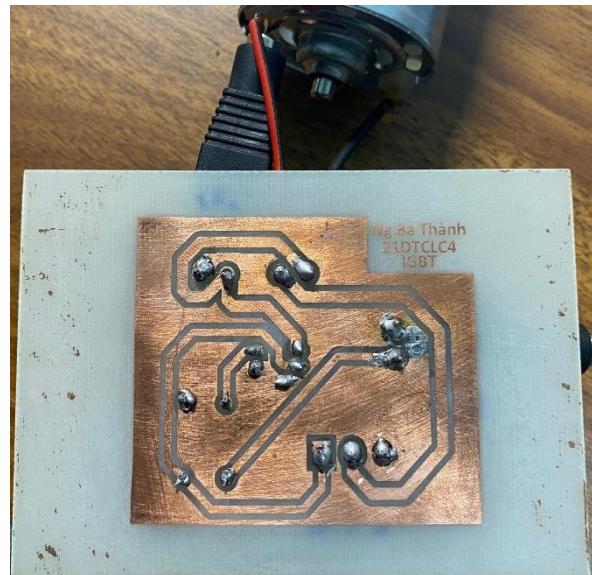
Bước 9: Sau khi khoan xong, ta cần đánh sơ lại một lần mạch in bằng giấy nhám nhuyễn, làm sạch lớp oxit hóa lần cuối rồi mới nhúng mạch vào dung dịch nhựa thông pha với xăng và dầu lửa. Khi nhúng mạch xong, để ráo và phơi khô lớp sơn phủ

Bước 10: Kiểm tra mạch in và linh kiện rồi mới hàn lên mạch

Bước 11: Sau khi hàn mạch xong ta phủ thêm 1 lớp nhựa thông mỏng nữa để bảo vệ các mối hàn khỏi bị oxi hóa



Hình 2.5 Mặt trước mạch thi công



Hình 2.6 Mặt sau mạch thi công

2.1.3. Kiểm tra linh kiện rời (đọc giá trị và kiểm tra)

Dựa vào bảng màu sau đây để xác định điện trở:

Màu	Giá trị	Hệ số	Sai số
Đen	0	10^0	
Nâu	1	10^1	$\pm 1\%$
Đỏ	2	10^2	$\pm 2\%$
Cam	3	10^3	
Vàng	4	10^4	
Lục	5	10^5	$\pm 0.5\%$
Lam	6	10^6	$\pm 0.25\%$
Tím	7	10^7	$\pm 0.1\%$
Xám	8	10^8	$\pm 0.05\%$
Trắng	9	10^9	
Hoàng kim			$\pm 5\%$
Bạc			$\pm 10\%$
Không có			$\pm 20\%$

Hình 2.7 Bảng giá trị màu điện trở

- Điện trở R1: **180 Ω**

Màu: nâu, xám, đen tương ứng với giá trị 1, 8, 0

Giá trị điện trở là 180

Dùng đồng hồ điện tử Victor VC830L tiến hành đo, đặt 2 que đen, đỏ vào 2 đầu điện trở đo được giá trị **180 Ω** (nằm trong khoảng giá trị cho phép)

Điện trở hoạt động bình thường.

- Điện trở R2: **13k Ω**

Màu: Nâu, Cam, Cam tương ứng giá trị : 1, 3, 3

Giá trị điện trở là 13k

Dùng đồng hồ điện tử Victor VC830L tiến hành đo, đặt 2 que đen, đỏ vào 2 đầu điện trở đo được giá trị **11k Ω** (nằm trong khoảng giá trị cho phép)

Điện trở hoạt động bình thường.

Kiểm tra opto PC817

Bước 1: Điều chỉnh ohm kế về thang đo X1KΩ hoặc X10KΩ. Sau đó, chạm các đầu đo của máy đo với emitter và collector (3 và 4). Trong đó, que đỏ nối với chân Collector (4) và que đen nối với Emitter (3)

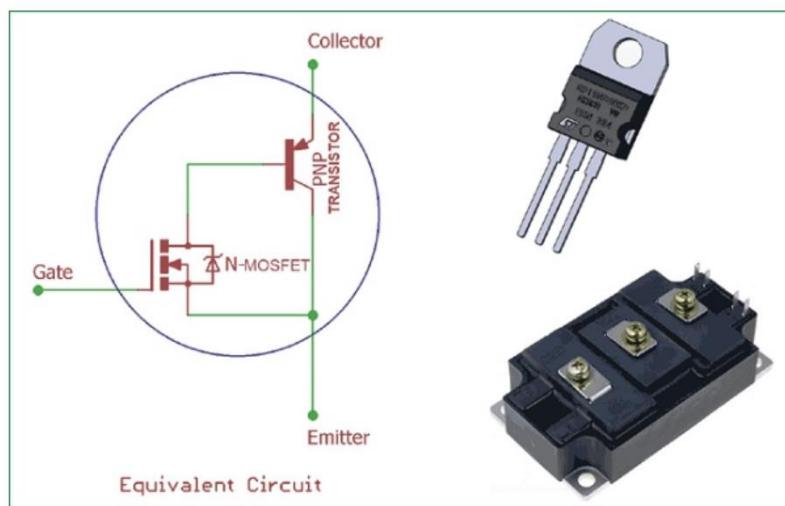
Bước 2: Mắc nối tiếp một điện trở khoảng 300Ω với cực dương của đèn LED

Bước 3: Bật nguồn điện và tăng điện áp từ 0 đến 3 V. Trên ohm kế sẽ hiển thị giá trị điện trở đầu ra giảm khi điện áp đầu vào tăng và ngược lại.

Kiểm tra motor

- Bật và chỉnh máy cấp nguồn lên giá trị 12V – 1A
- Tắt nút output rồi kẹp 2 đầu dây của máy cấp nguồn vào 2 đầu dây của động cơ (cực dương kẹp với cực dương, cực âm kẹp với cực âm)
- Bật nút output thì thấy motor chạy
⇒ Motor còn hoạt động tốt

Kiểm tra IGBT



IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)
Hình 2.8 Sơ đồ chân của IGBT

Xả điện áp IGBT:

Kết nối que đen với chân C hoặc E, que đỏ với chân G.

Xác nhận kim đồng hồ về 0.

Kiểm tra chân C và E:

Đo C-E: Que đen C, que đỏ E: Kim **không** lên.

Đo E-C: Que đen E, que đỏ C: Kim **lên**.

Kích chân G:

Que đen G, que đỏ C hoặc E.

Kiểm tra sau khi kích G:

Đo C-E: Que đen C, que đỏ E: Kim **lên**.

Đo E-C: Que đen E, que đỏ C: Kim **lên**.

Kiểm tra G-C:

Đo G-C: Que đen G, que đỏ C: Kim **không** lên.

Đo C-G: Que đen C, que đỏ G: Kim **không** lên.

Hàn và kiểm tra mạch in

+ Khoan các lỗ trên bảng đồng ở vị trí chân linh kiện

+ Cắm các linh kiện vào các lỗ đã khoan

+ Dùng mỏ hàn và thiết để hàn linh kiện vào mạch với lượng thiết vừa đủ, bo tròn chân, không dính sang dây khác, linh kiện khác.

+ Hàn xong cắt bỏ chân dư, tránh bị chập mạch, nhiễu điện.

+ Sau khi hàn xong thì đo kiểm tra thông mạch.

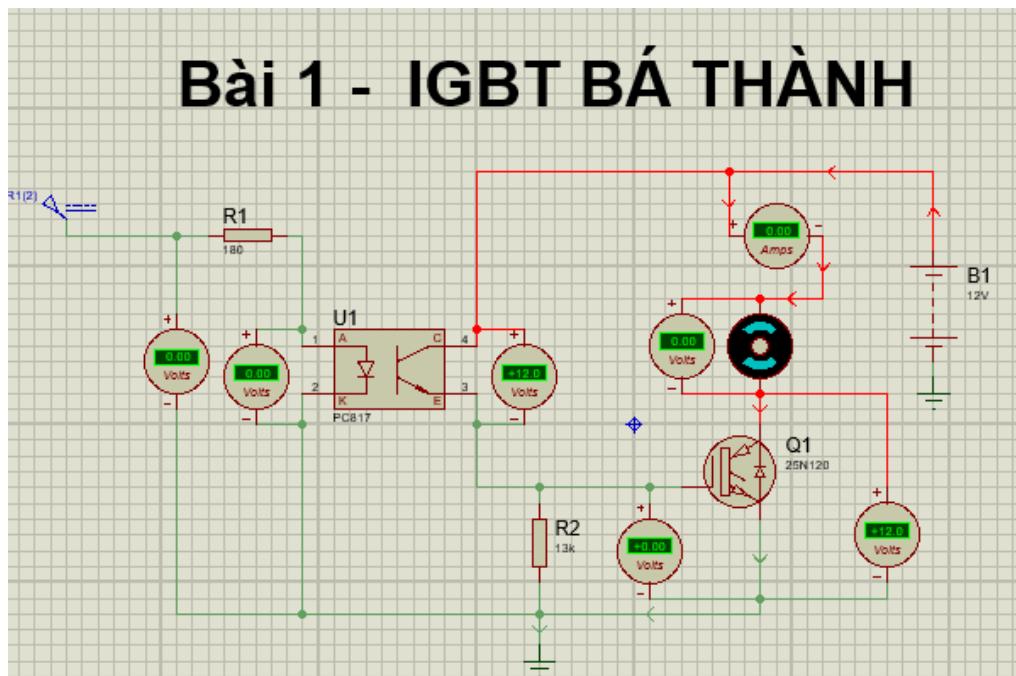
2.2 Kiểm tra mạch

Thống kê các thiết bị và dụng cụ sử dụng

- Thiết bị: Nguồn, Adapter 12V, Adapter 5V, Máy tạo nguồn, đồng hồ vạn năng.
- Dụng cụ: Mỏ hàn, nhựa thông thiết, bo đồng giấy nhám, bột sắt(FeCl₃) dao rọc giấy, thước
- Máy khoan mini cầm tay, Bàn là, giấy in mạch

Vẽ sơ đồ mạch có ghi điện áp và vẽ dòng điện chạy trong mạch trong các trường hợp khác nhau

Trường hợp **Mức logic 0:**



Hình 2.9 Mô phỏng mạch ở trường hợp tín hiệu vào ở mức thấp

Opto: $V_{f/OPTO} = 0 \text{ V} \in (1,1 \text{ V} \div 1,4 \text{ V})$; Đạt

$V_{CE/OPTO} = 12 \text{ V} \in (11,8 \text{ V} \div 12 \text{ V})$; Đạt

IGBT: $V_{GE/IGBT} = 0 \text{ V} \in (0 \text{ V} \div 0,2 \text{ V})$; Đạt

$V_{CE/IGBT} = 12 \text{ V} \in (11,8 \text{ V} \div 12 \text{ V})$; Đạt

Số liệu mô phỏng

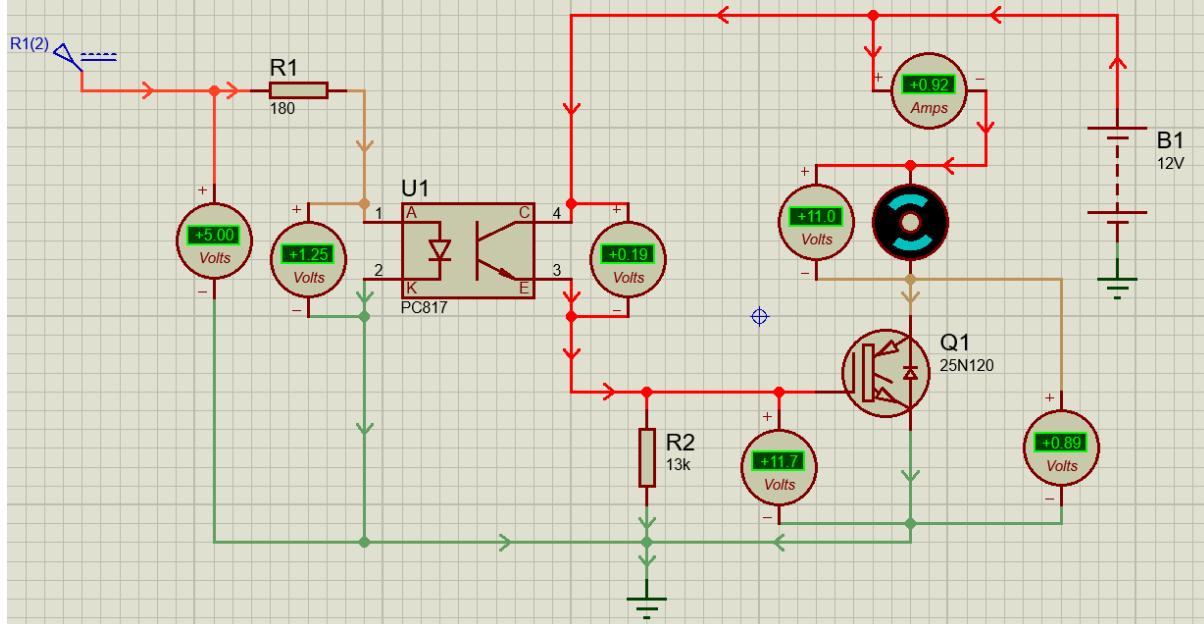
	V_{in}	$V_{f/OPTO}$	$V_{CE/OPTO}$	$V_{GE/IGBT}$	$V_{CE/IGBT}$	V_{DC}	I_{DC}
Mức 0	0 V	0 V	12 V	0 V	12 V	0 V	0 A

Số liệu đo thực tế

	V_{in}	$V_{f/OPTO}$	$V_{CE/OPTO}$	$V_{GE/IGBT}$	$V_{CE/IGBT}$	V_{DC}	I_{DC}
Mức 0	0 V	0 V	11,91 V	0 V	12,05 V	0 V	0 A

Trường hợp Mức logic 1:

Bài 1 - IGBT BÁ THÀNH



Hình 2.10 Mô phỏng mạch ở trường hợp tín hiệu vào ở mức cao

Opto: $V_{f/OPTO} = 1,25 \text{ V} \in (1,1 \text{ V} \div 1,4 \text{ V})$; Đạt
 $V_{CE/OPTO} = 0,19 \text{ V} \in (0 \text{ V} \div 0,2 \text{ V})$; Đạt

IGBT: $V_{GE/IGBT} = 11,7 \text{ V} \in (12,8 \text{ V} \div 13 \text{ V})$; Đạt
 $V_{CE/IGBT} = 0,89 \text{ V} \in (0,8 \text{ V} \div 1,2 \text{ V})$; Đạt

Số liệu mô phỏng

	V_{in}	$V_{f/OPTO}$	$V_{CE/OPTO}$	$V_{GE/IGBT}$	$V_{CE/IGBT}$	V_{DC}	I_{DC}
Mức 1	5 V	1,25 V	0,19 V	11,7 V	0,89 V	11 V	0,92 A

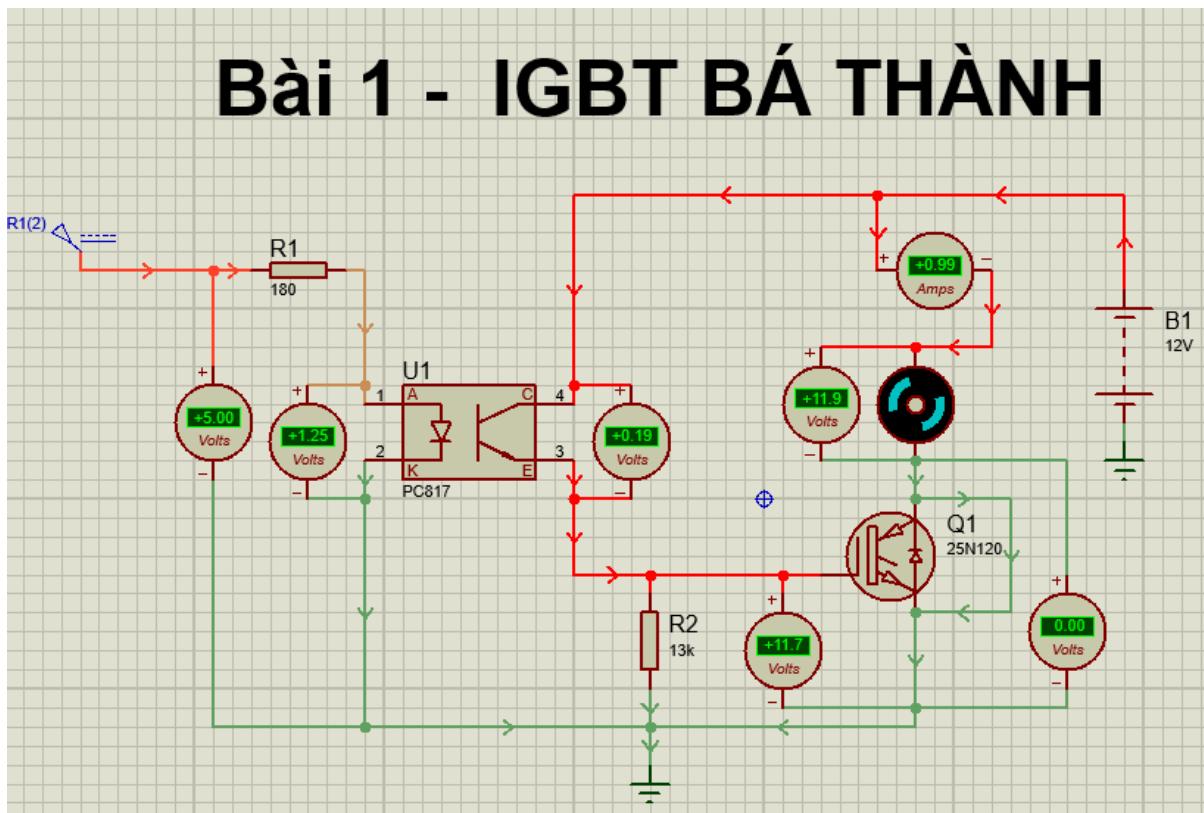
Số liệu đo thực tế

	V_{in}	$V_{f/OPTO}$	$V_{CE/OPTO}$	$V_{GE/IGBT}$	$V_{CE/IGBT}$	V_{DC}	I_{DC}
Mức 1	5 V	1,22 V	0,06 V	11,91 V	0,22 V	11,6 V	1,33 A

- Điện áp ngõ vào: $V_{in} = 5 \text{ V} \in (4,8 \text{ V} \div 5,1 \text{ V})$ Đạt
- Điện áp ngõ vào opto: $V_{f/OPTO} = 1,22 \text{ V} \in (1,1 \text{ V} \div 1,4 \text{ V})$ Đạt
- Điện áp ngõ ra opto: $V_{CE/OPTO} = 0,06 \text{ V} \in (0 \text{ V} \div 0,2 \text{ V})$ Đạt
- Điện áp $V_{GE/IGBT} = 11,91 \text{ V} \in (11,8 \text{ V} \div 12 \text{ V})$ Đạt
- Điện áp $V_{CE/IGBT} = 0,22 \text{ V} \in (0 \text{ V} \div 0,2 \text{ V})$ Đạt
- Điện áp động cơ: $V_{DC} = 11,6 \text{ V} \in (11,8 \text{ V} \div 12 \text{ V})$ Chưa Đạt
- Dòng qua động cơ: $I_{DC} = 1,33 \text{ A} \in (>0,5 \text{ A})$ Đạt

2.2.1. Kiểm tra linh kiện chính Opto

Nối tắt $V_{CE/IGBT}$:



Hình 2.11 Mô phỏng mạch ở trường hợp nối tắt CE IGBT

Mô phỏng

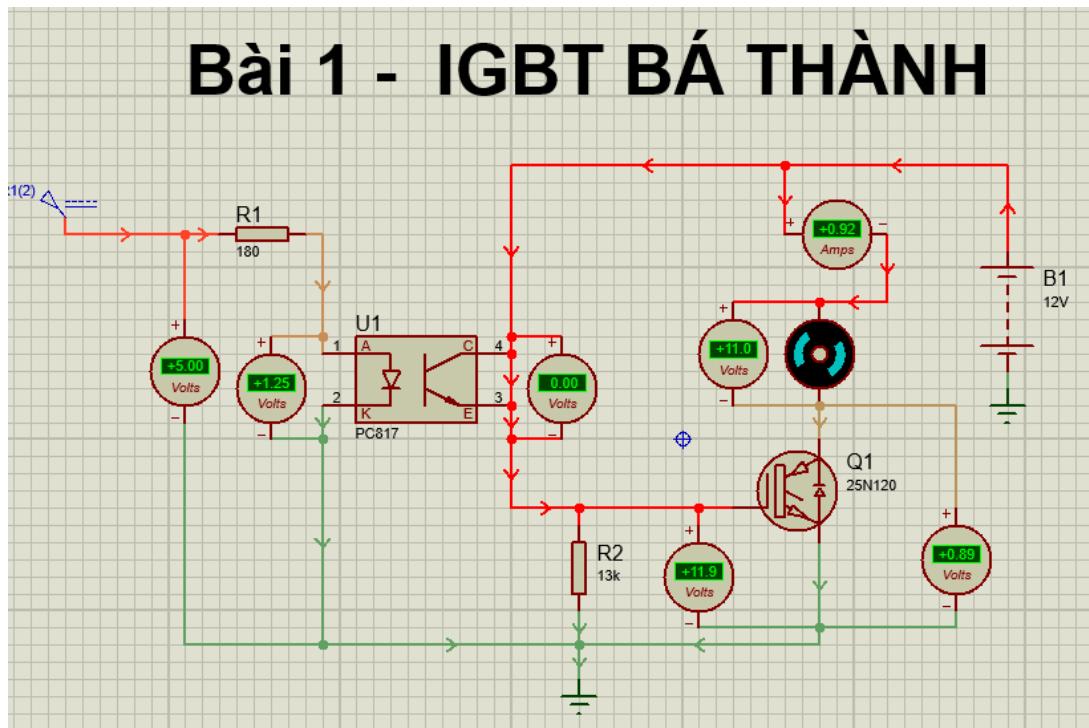
Đo tại	Giá trị	Thuộc khoảng	Nhận xét
V_{DC}	11,9 V	11,8 V ÷ 12 V	Đạt
I_{DC}	0,99 A	>0,5 A	Đạt

Đo thực tế

Đo tại	Giá trị	Thuộc khoảng	Nhận xét
V_{DC}	11,84 V	11,8 V ÷ 12 V	Đạt
I_{DC}	1,15 A	>0,5 A	Đạt

2.2.2. Kiểm tra linh kiện chính IGBT

- Nối tắt $V_{CE/OPTO}$:



Hình 2.12 Mô phỏng mạch ở trường nối tắt CE opto

Mô phỏng

Đo tại	Giá trị	Thuộc khoảng	Nhận xét
V_{GE}	11,9 V	11,8 V ÷ 12 V	Đạt
V_{CE}	0,89 V	0 V ÷ 0,2 V	Chưa Đạt
V_{DC}	11 V	11,8 V ÷ 12 V	Chưa Đạt
I_{DC}	0,92 A	>0.5 A	Đạt

Đo thực tế

Đo tại	Giá trị	Thuộc khoảng	Nhận xét
V_{GE}	11,91 V	11,8 V ÷ 12 V	Đạt
V_{CE}	0,22 V	0 V ÷ 0,2 V	Đạt
V_{DC}	11,67 V	11,8 V ÷ 12 V	Chưa Đạt
I_{DC}	1,13 A	>0.5 A	Đạt

→Mạch hoạt động tương đối tốt, dòng đáp ứng đủ, tuy nhiên điện áp thiếu một chút và sẽ chạy tốt nếu nguồn tăng từ 12 V lên 12,27 V

2.2.3. Kiểm tra tổng thể mạch (ở trường hợp công suất lớn nhất):

Trường hợp ngõ vào ở mức cao:

$$\{ \quad V_{in} = 5 \text{ V}$$

Opto PC817

$$\{ \quad V_{AK\ Opto} = 1,22 \text{ V} \in (1,1 \text{ V} \div 1,4 \text{ V}) \quad \text{đạt}$$

$$\{ \quad V_{CE\ Opto} = 0,06 \text{ V} \in (0 \text{ V} \div 0,2 \text{ V}) \quad \text{đạt}$$

IGBT 25N120

$$\{ \quad V_{GE} = 11,91 \text{ V} \in (11,8 \text{ V} \div 12 \text{ V}) \quad \text{đạt}$$

$$\{ \quad V_{CE} = 0,22 \text{ V} \in (0 \text{ V} \div 0,2 \text{ V}) \quad \text{đạt}$$

Động cơ

$$\{ \quad V_{DC} = 11,6 \text{ V} \in (11,8 \text{ V} \div 12 \text{ V}) \quad \text{chưa đạt}$$

$$\{ \quad I_{DC} = 1,33 \text{ A} \in (> 0,5 \text{ A}) \quad \text{đạt}$$

Trường hợp ngõ vào ở mức thấp:

$$\{ \quad V_{in} = 0 \text{ V}$$

Opto PB817

$$\{ \quad V_{AK\ Opto} = 0 \text{ V} \in (0 \text{ V} \div 0,2 \text{ V}) \quad \text{đạt}$$

$$\{ \quad V_{CE\ Opto} = 11,91 \text{ V} \in (11,8 \text{ V} \div 12 \text{ V}) \quad \text{đạt}$$

IGBT 25N120

$$\{ \quad V_{GE} = 0 \text{ V} \in (0 \text{ V} \div 0,2 \text{ V}) \quad \text{đạt}$$

$$\{ \quad V_{CE} = 12,05 \text{ V} \in (11,8 \text{ V} \div 12 \text{ V}) \quad \text{đạt}$$

Động cơ

$$\{ \quad V_{DC} = 0 \text{ V} \in (0 \text{ V} \div 0,2 \text{ V}) \quad \text{đạt}$$

$$\{ \quad I_{DC} = 0 \text{ A} \in (0 \text{ A} \div 0,1 \text{ A}) \quad \text{đạt}$$

Nhận xét:

+ Khi tín hiệu của ngõ vào ở mức thấp ($0V \div 0.1V$) thì điện áp rơi trên động cơ bằng $0V \in (0V \div 0.1V)$ và dòng qua động cơ bằng $0A \in (0A \div 0.1A)$.

+ Khi tín hiệu của ngõ vào ở mức cao ($3.6V \div 5V$) thì điện áp rơi trên động cơ bằng $11,6V \in (11,8V \div 12V)$ không đáp ứng tiêu chí đề bài và dòng qua động cơ bằng $1,33 A \in (>0,5A)$ đáp ứng tiêu chí đề bài

Nhược điểm:

Qua quá trình đo thực tế phát hiện lỗi sai tại :

$V_{MOTOR} : 11,6 V < 11,8 V$ khi sử dụng nguồn 12 V nên điện áp trên động cơ bị sụt, khắc phục bằng 2 cách:

- Cách 1: Tăng nguồn từ 12 V lên 12,27 V .Đã khắc phục được vấn đề điện áp từ $11,65 V \rightarrow 11,88 V$ thỏa mãn yêu cầu.
- Cách 2: Thay IGBT từ H30R1202 có $V_{CE} = 0,73 V$ sang IGBT 25N120 có $V_{CE} = 0,22 V$ nhỏ hơn để tránh tình trạng sụt áp quá nhiều trên động cơ.

$I_{MOTOR} : 0,06 A < 0,5 A$ khi sử dụng motor có điện trở nội là $184,6\Omega$ nên khi cung cấp điện áp 12 V không đáp ứng tiêu chí dòng lớn hơn 0,5 A, khắc phục bằng 2 cách:

- Cách 1: Đổi motor có nội trở $184,6\Omega$ sang motor $12,63\Omega$. Khắc phục được vấn đề dòng từ $0,06 \rightarrow 1,33$ thỏa mãn yêu cầu.
- Cách 2: Mắc trở 10Ω song song với motor có nội trở $184,6\Omega$ thì đó dòng điện sẽ được giải quyết từ $0,06 \rightarrow 1,31$ thỏa mãn yêu cầu.

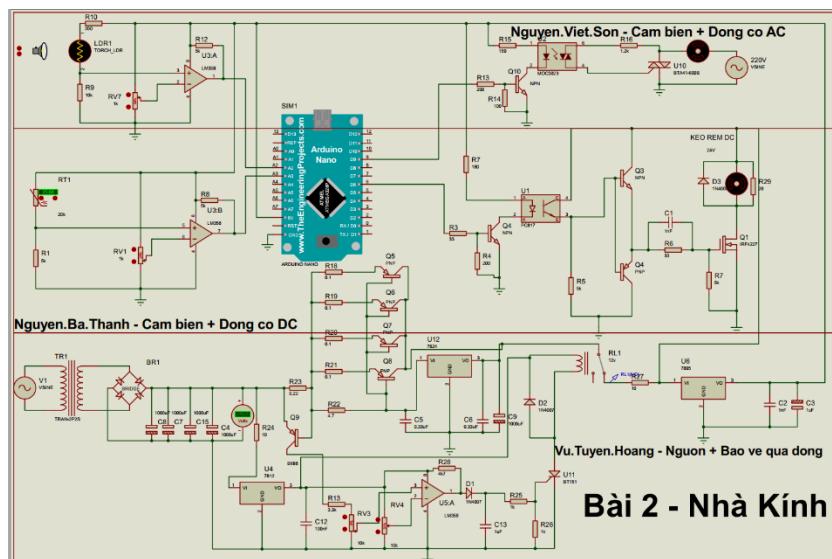
BÀI 2: THI CÔNG VÀ KIỂM TRA MẠCH ĐIỆN TỬ ỨNG DỤNG (60%)

I. Lý thuyết

Mô phỏng mạch ứng dụng Nhà kính, 24V, 3A

Vẽ sơ đồ mạch và giải thích nguyên lý làm việc

Sơ đồ mạch:



Hình 1: Sơ đồ mạch tổng thể

Giải thích nguyên lý làm việc chung toàn mạch:

Nguồn xoay chiều 220V qua cầu biến áp 10A chuyển thành nguồn 25V một chiều, đi qua các tụ và mạch bảo vệ dòng, ta thu được nguồn 24V, nguồn 5V và dòng 2,5A khi gắn tải.

Nguồn 24V cung cấp điện áp cho mạch động cơ DC (kéo rèm).

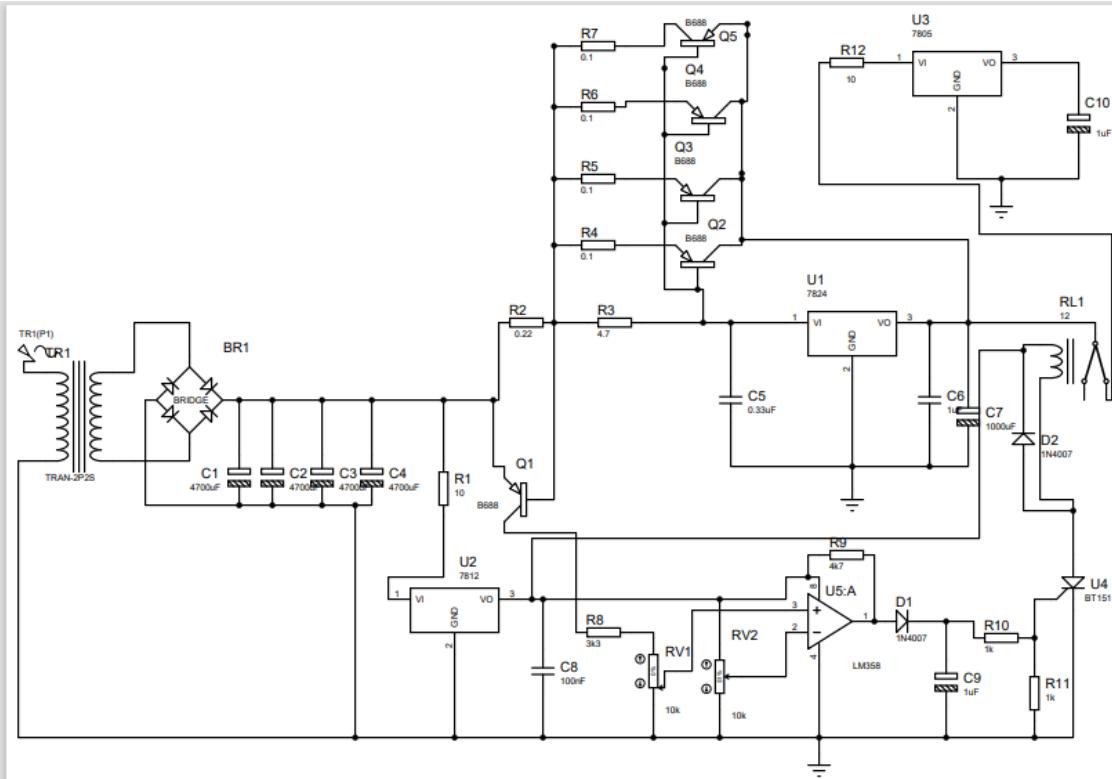
Nguồn 5V cung cấp điện áp cho Arduino nano để xử lý mức 0, 1.

Nguồn 5V cung cấp điện áp cho ngõ vào cảm biến độ ẩm, và cảm biến nhiệt độ

Khi cảm biến độ ẩm không có nước, điện áp trên Opamp chân 3 nhỏ hơn chân 2, chân 1 mức thấp, qua Arduino nano cho ra mức cao, làm Moc3201 dẫn, làm triac hoạt động, đèn sáng. Và ngược lại.

Khi cảm biến nhiệt độ cao, điện áp 2 đầu giảm, điện áp trên Opamp chân 3 lớn hơn chân 2, chân 1 mức cao, qua Arduino nano cho ra mức cao, làm Opto PC817 dẫn, Q3 phía trên dẫn, Q4 phía dưới tắt, làm Mosfet hoạt động, động cơ quay. Và ngược lại.

Giải thích nguyên lý làm việc:



Hình 2: Sơ đồ mạch khối nguồn+bảo vệ dòng

Khối nguồn:

+ Trường hợp 1 : Mạch không có tải: Ban đầu, điện áp xoay chiều lấy từ nguồn điện dân dụng V_{in} (200 – 220) V – tần số 50Hz đi qua máy biến áp TR1 hạ áp xuống thành điện áp xoay chiều V_{in1} (27– 30) V – tần số 50Hz.

Điện áp xoay chiều tiếp tục đi qua cầu diode BR1 chỉnh lưu điện áp xoay chiều thành điện áp 1 chiều V_{in2} (28 – 35) V – tần số 100Hz. Sau đó, điện áp tiếp tục đi qua 4 con tụ C1,C2,C3,C4: 4700uF để lọc tín hiệu nhấp nhô từ cầu diode để sóng ra phẳng hơn đi vào IC ổn áp IC LM7824 thứ nhất với điện áp V_{in3} (30 – 38) V. Điện áp tiếp tục đi qua IC LM7824 để ổn định điện áp đầu ra V_{o1} (23,5– 24,5) V. Điện áp tiếp tục đi qua các tụ C5, C6,C7 để lọc nguồn đầu ra và dập tắt hiện tượng dao động tự kích của IC LM7824. Điện áp tiếp tục đi qua Relay với điện áp vào V_{in4} (23,5 – 24,5)V và cho ra điện áp đầu ra(23,5 – 24,5) V. Tương tự điện áp sau khi đi qua các tụ C1, C2,C3,C4 sẽ rẽ nhánh để vào IC ổn áp LM7812 thứ hai với điện áp vào V_{in5} (30 – 38)V. Điện áp tiếp tục đi qua IC LM7812 để ổn định điện áp đầu ra V_{o3} (11,8 – 12,2) V. Điện áp

tiếp tục đi qua các tụ C8, C9 và đi vào Relay. IC ổn áp LM7805 với điện áp đầu vào Vin6 (23,8 – 24,2) V. Điện áp tiếp tục đi qua IC LM7805 để ổn định điện áp đầu ra Vo4 (4,8 – 5,2). Vì dòng qua IC ổn áp thường rất nhỏ nên các BJT Q1, Q2, Q3, Q4, Q5 có nhiệm vụ gánh dòng cho IC và nâng dòng ngõ ra. Vì không có tải nên $I_{out} = 0$, BJT làm việc ở chế độ cắt với VEB (0 – 0,1) V và VEC (10 – 14) V. Điện áp ngõ ra của mạch Vout (23,8 – 24,2) V, $V_{out} \in (4,8 – 5,1)$ V.

+ Trường hợp 2 mạch có tải 3A : Ban đầu, điện áp xoay chiều lấy từ nguồn điện dân dụng Vin (200 – 220) V – tần số 50Hz đi qua máy biến áp TR1 hạ áp xuống thành điện áp xoay chiều Vin1 (27– 30) V – tần số 50Hz. Điện áp xoay chiều tiếp tục đi qua cầu diode BR1 chỉnh lưu điện áp xoay chiều thành điện áp 1 chiều Vin2 (28 – 35) V – tần số 100Hz. Sau đó, điện áp tiếp tục đi qua 4 con tụ C1, C2, C3, C4: 4700uF để lọc tín hiệu nhấp nhô từ cầu diode để sóng ra phẳng hơn đi vào IC ổn áp IC LM7824 thứ nhất với điện áp Vin3 (32 – 35) V. Điện áp tiếp tục đi qua IC LM7824 để ổn định điện áp đầu ra Vo1 (23,5– 24,2) V. Điện áp tiếp tục đi qua các tụ C5, C6, C7 để lọc nguồn đầu ra và dập tắt hiện tượng dao động tự kích của IC LM7824. Điện áp tiếp tục đi qua Relay với điện áp vào Vin4 (23,5 – 24,2)V và cho ra điện áp đầu ra (23,5 – 24,2) V. Tương tự điện áp sau khi đi qua các tụ C1, C2, C3, C4 sẽ rẽ nhánh để vào IC ổn áp LM7812 thứ hai với điện áp vào Vin5 (33 – 35)V. Điện áp tiếp tục đi qua IC LM7812 để ổn định điện áp đầu ra Vo3 (11,8– 12,2) V. Điện áp tiếp tục đi qua các tụ C8, C9 và đi vào Relay. IC ổn áp LM7805 với điện áp đầu vào Vin6 (23,5 – 24,2) V. Điện áp tiếp tục đi qua IC LM7805 để ổn định điện áp đầu ra Vo4 (4,8 – 5,2). Vì dòng qua IC ổn áp thường rất nhỏ nên các BJT Q1, Q2, Q3, Q4, Q5 có nhiệm vụ gánh dòng cho IC và nâng dòng ngõ ra. Vì mắc tải với dòng điện ngõ ra $I_{out} \in (2,5-3)$ A nên BJT làm việc ở chế độ khuếch đại với $V_{EB} \in (0,6 – 0,75)$ V và $V_{EC} \in (5 – 10)$ V. Điện áp ngõ ra của mạch $V_{out} \in (23,5 – 24,2)$ V, $V_{out} \in (4,8 – 5,1)$ V.

Khối bảo vệ quá dòng:

Trường hợp 1 : Trường hợp chưa xảy quá dòng

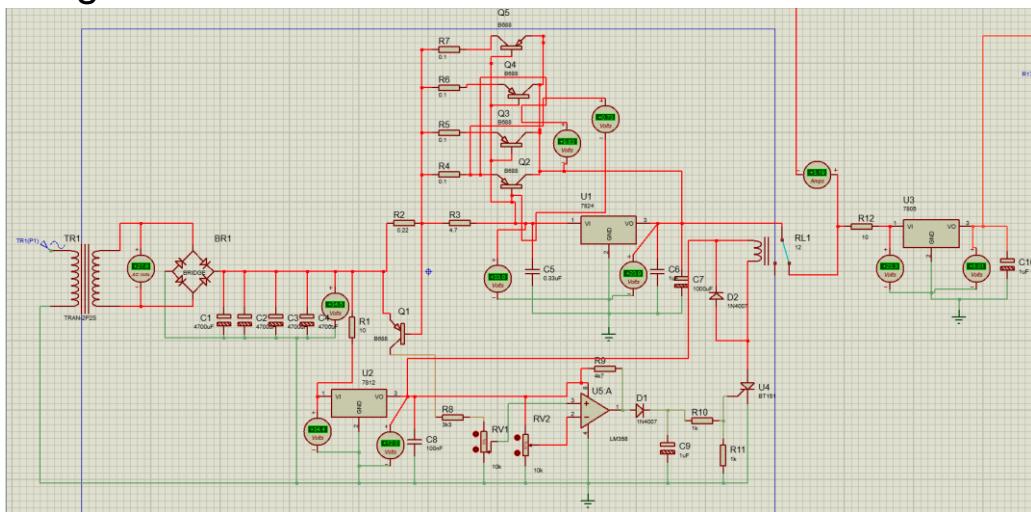
Khi dòng điện nguồn $< (11 - 12) A$, BJT Q₁ có $V_{EB/Q1} \in (0 - 0.2)^V$ và $V_{EC/Q1} \in (29 - 32)^V$. Khi đó BJT B688 hoạt động ở chế độ cắt . Opamp có giá trị $V_{in(+)/opamp} \in (0,001 - 0,002)^V < V_{in(-)/opamp} \in (0,1 - 12)^V$ nên $V_{out/opamp} \in (0 - 1)^V$. Không có dòng kích cho SCR hoạt động, SCR có giá trị $V_{AK/SCR} \in (11 - 12)^V$ và $V_{GK/SCR} \in (0 - 0,2)^V$ nên không có dòng điện chạy từ A sang K của relay làm cho relay không ngắt. Relay có giá trị $V \in (11,7 - 12,1)^V \rightarrow$ Nguồn hoạt động bình thường.

Trường hợp 2 : Trường hợp xảy ra quá dòng

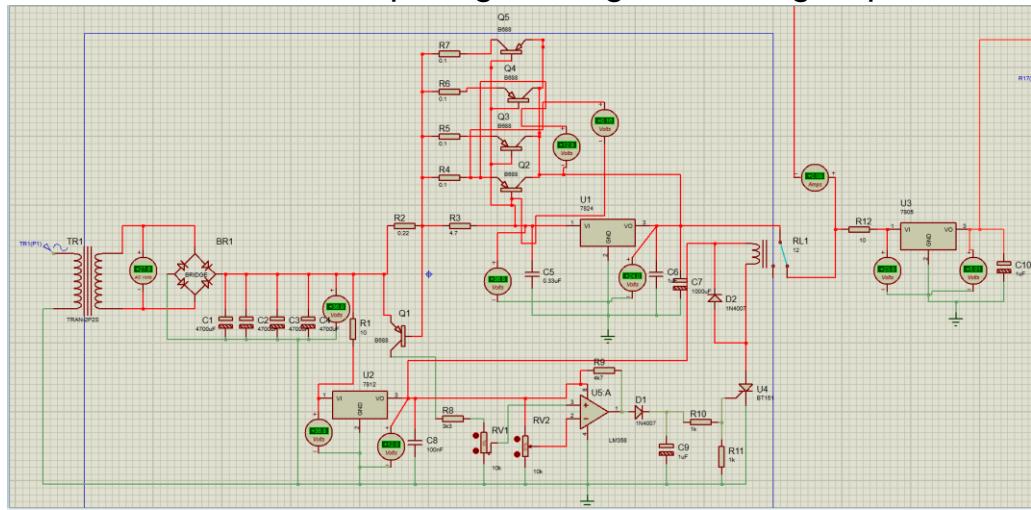
Khi dòng điện nguồn $> (11 - 12) A$, BJT Q₁ có $V_{EB/Q1} \in (0,7 - 1)^V$ và $V_{EC/Q1} \in (0 - 0,2)^V$. Khi đó BJT B688 hoạt động ở chế độ bão hòa . Opamp có giá trị $V_{in(+)/opamp} \in (11 - 12)^V > V_{in(-)/opamp} \in (0,1 - 12)^V$ nên $V_{out/opamp} \in (11 - 12)^V$. Khi đó có dòng điện chạy qua kích cho SCR hoạt động, SCR có giá trị $V_{AK/SCR} \in (0 - 1)^V$ và $V_{GK/SCR} \in (0,7 - 1)^V$ nên có dòng điện chạy tự A sang K làm cho relay hút tiếp điểm, relay đóng. Relay có giá trị $V \in (0 - 0,1)^V \rightarrow$ Nguồn bị cắt, mạch động cơ được bảo vệ.

Sơ đồ mạch mô phỏng khối nguồn:

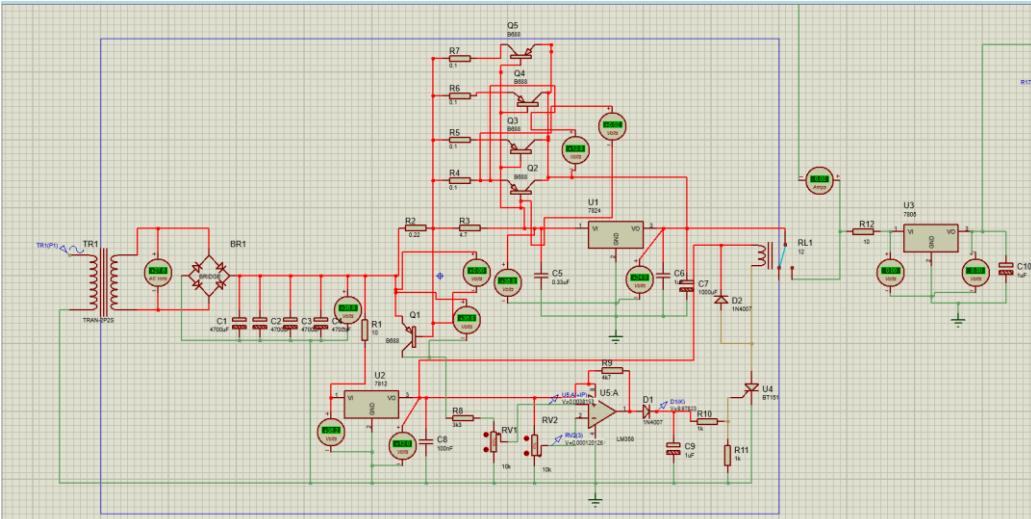
+ Khối nguồn:



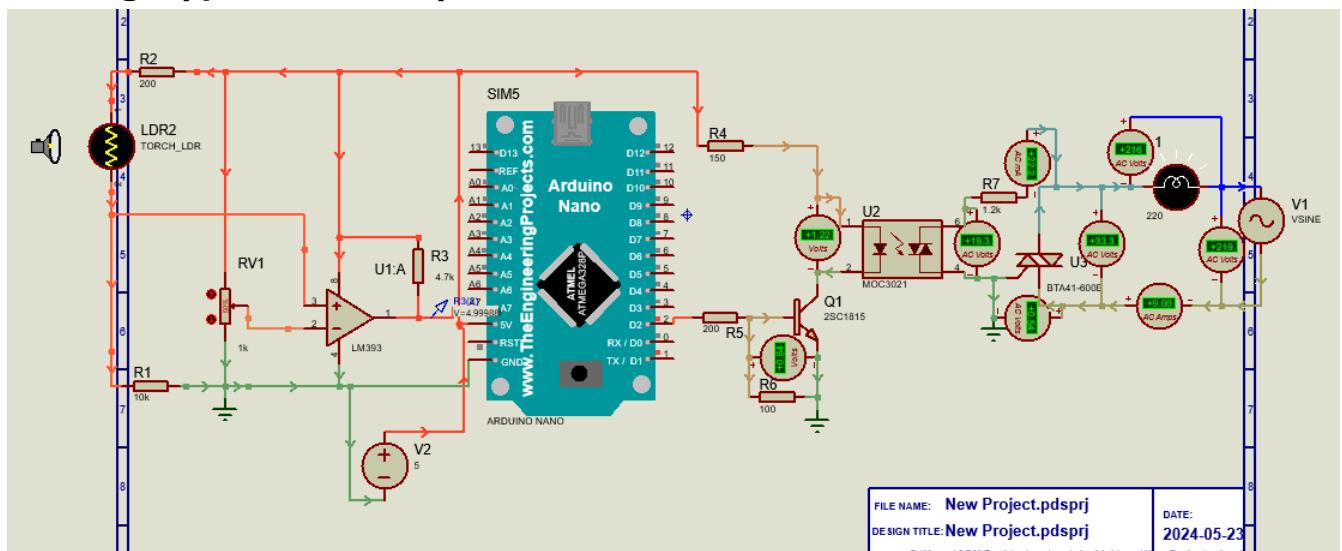
Hình 3: Mô phỏng khối nguồn trường hợp có tải



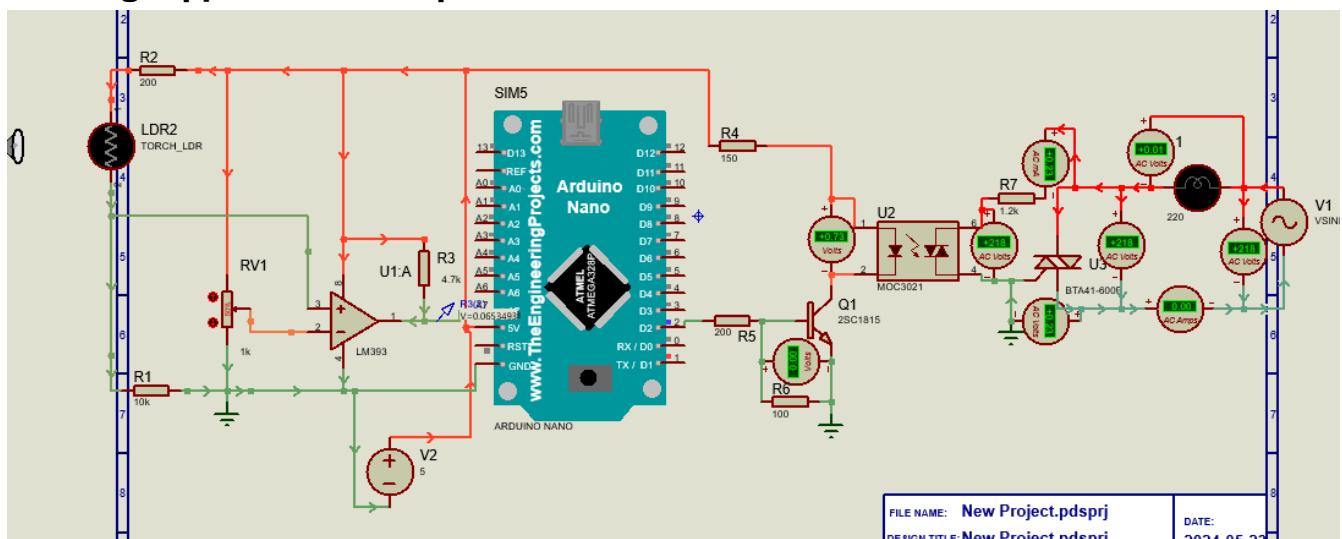
Hình 4: Mô phỏng khối nguồn trường hợp không có tải



Hình 5: Mô phỏng khối nguồn Trường hợp quá dòng

Sơ đồ mạch mô phỏng động cơ AC, cảm biến độ ẩm:**Trường hợp cảm biến độ ẩm và đèn ở mức 1:**

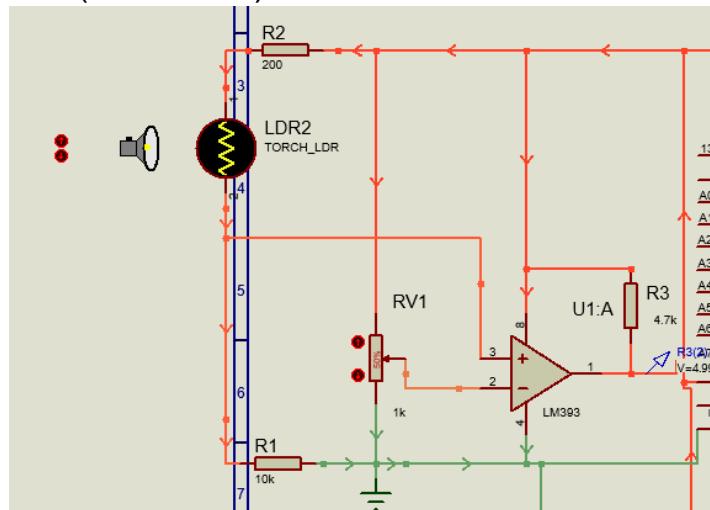
Hình 6: Mô phỏng mạch ở trường hợp cảm biến ở mức 1

Trường hợp cảm biến độ ẩm và đèn ở mức 0:

Hình 7: Mô phỏng mạch ở trường hợp cảm biến ở mức 0

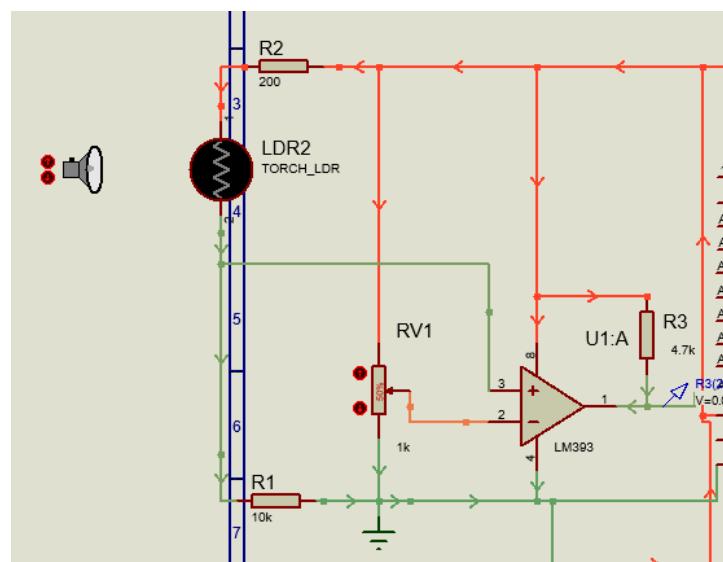
Khối cảm biến : Sử dụng cảm biến độ ẩm

+ Mức 1 : Dùng 2 sợi dây điện để làm cảm biến độ ẩm .Khi 2 sợi dây điện cảm nhận đc nước thì 2 sợi dây điện sẽ thông với nhau làm thay đổi điện áp trên chân 3 và chân 2 của LM358 làm điện áp trên chân 3 của LM393 lớn hơn điện áp chân 2 của LM358. Nên ngõ ra chân 1 của LM393 là 5V (mức cao).



Hình 8: Cảm biến độ ẩm mức 1

+ Mức 0 : Dùng 2 sợi dây điện để làm cảm biến độ ẩm .Khi 2 sợi dây điện không cảm nhận đc nước thì 2 sợi dây điện sẽ không thông với nhau tạo thành hở mạch làm thay đổi điện áp trên chân 3 và chân 2 của LM393. Nên ngõ ra chân 1 của LM393 sẽ là 0V (mức thấp).

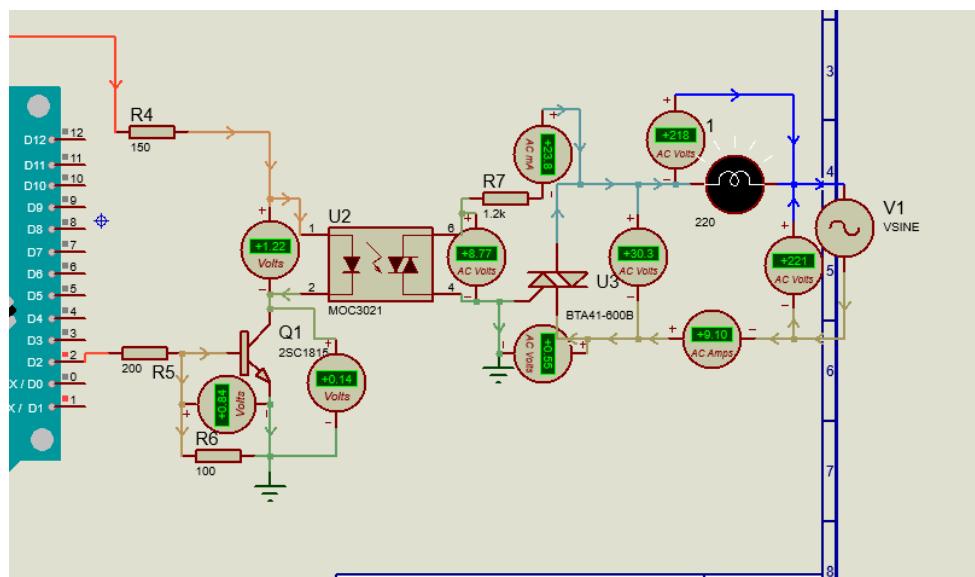


Hình 9: Cảm biến độ ẩm mức 0

Khối điều khiển đèn:

+ Mức 1 :

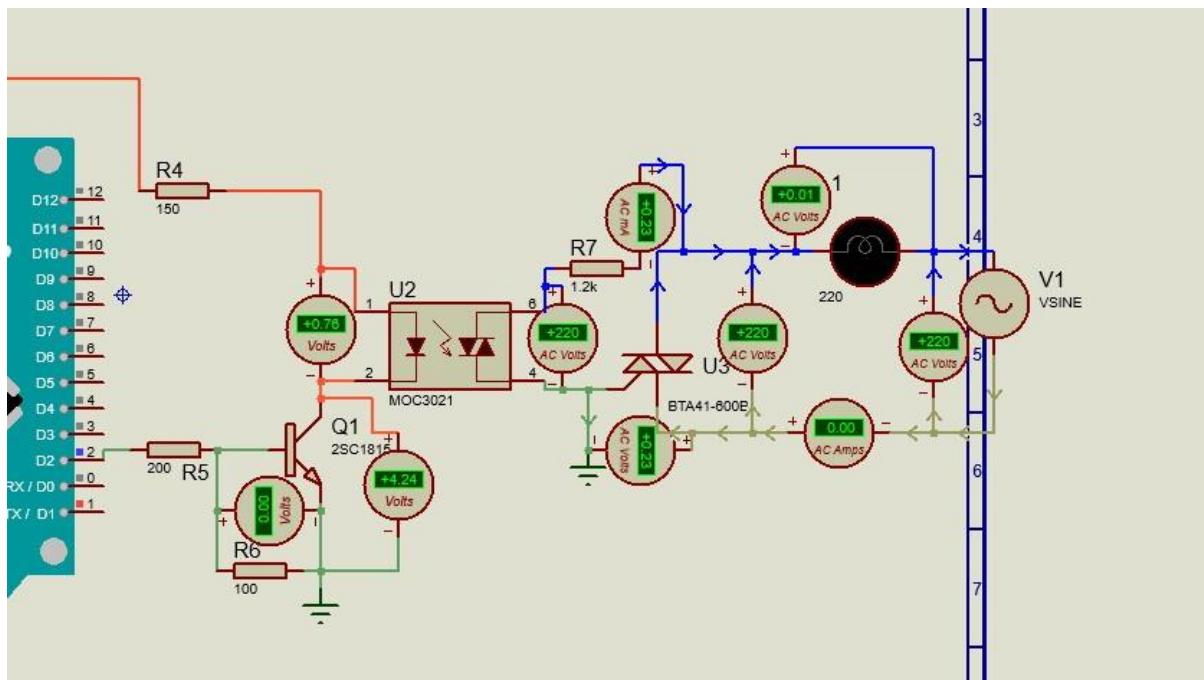
- Khi ngõ vào của khối điều khiển là đầu ra D2 của Arduino là mức cao (5V) đi qua R5 và R6, kích vào chân B của Q1, làm cho Q1 hoạt động. Chân C và E của Q1 được thông mạch.
- Nguồn 5V đi vào R6, đi qua chân 1-2 của MOC3021, đi qua chân C-E của Q1 và đi xuống mass. Kích cho chân 6-4 của MOC3021 thông mạch. Làm cho MOC3021 hoạt động. Khi đó có dòng dẫn vào chân G làm triac hoạt động. Chân T1T2 dẫn thông 2 chiều -> dòng từ nguồn qua tải, qua triac làm đèn sáng.



Hình 10: Mạch động cơ AC mức 1

+ Mức 0:

- Khi ngõ vào của khối điều khiển là đầu ra D2 của Arduino là mức thấp (0V) không có điện áp đi qua R5 và R6 để kích vào chân B của Q1 hoạt động. Nên chân C và E của Q1 không thông mạch, Q1 không hoạt động.
- Nguồn 5V đi vào R6, đi qua chân 1-2 của MOC3021 đến Q1 thì dừng lại vì Q1 không dẫn. Nên chân 6-4 của MOC3021 không thông mạch. Làm cho MOC3021 không hoạt động, không có dòng dẫn vào chân G -> triac không hoạt động, làm hở mạch và đèn không sáng.

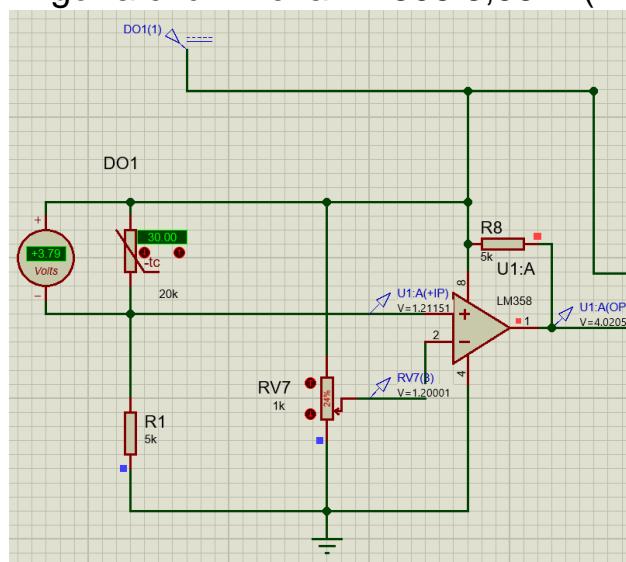


Hình 11: Mạch động cơ AC mức 0

Sơ đồ mạch mô phỏng động cơ DC, cảm biến nhiệt độ:

Khối cảm biến : Sử dụng cảm biến nhiệt độ

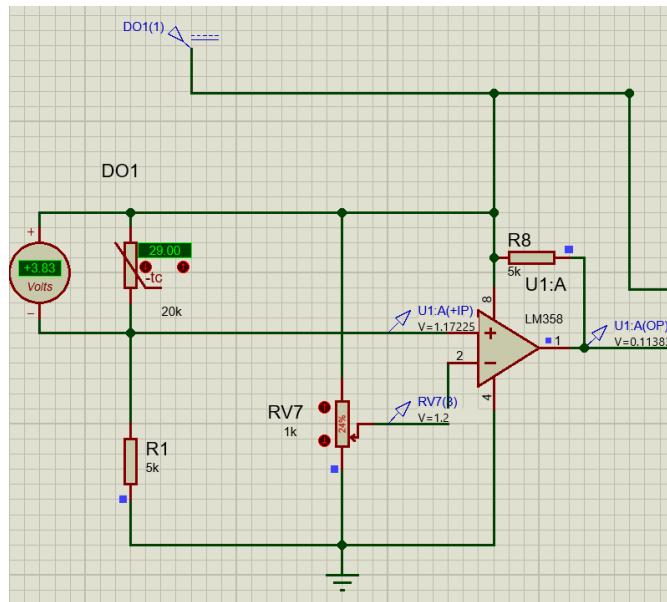
- + Mức 1 : Dùng mối hàn đưa vào nhiệt trở để làm cảm biến nhiệt độ .Khi nhiệt độ nóng lên, điện áp thay đổi giữa hai đầu nhiệt trở giảm còn 3,8 V, điện áp trên chân 2 của LM393 nhỏ hơn điện áp chân 3 của LM393. Nên ngõ ra chân 1 của LM393 3,95 V (mức cao).



Hình 12: Cảm biến nhiệt độ mức 1

- + Mức 0 : Không đưa mối hàn vào nhiệt trở để cảm biến nhiệt độ. Nhiệt trở nguội lại , điện áp thay đổi giữa hai đầu nhiệt trở tăng lên 3,84 V, điện áp trên chân 2 của LM393 lớn hơn điện áp chân 3 của

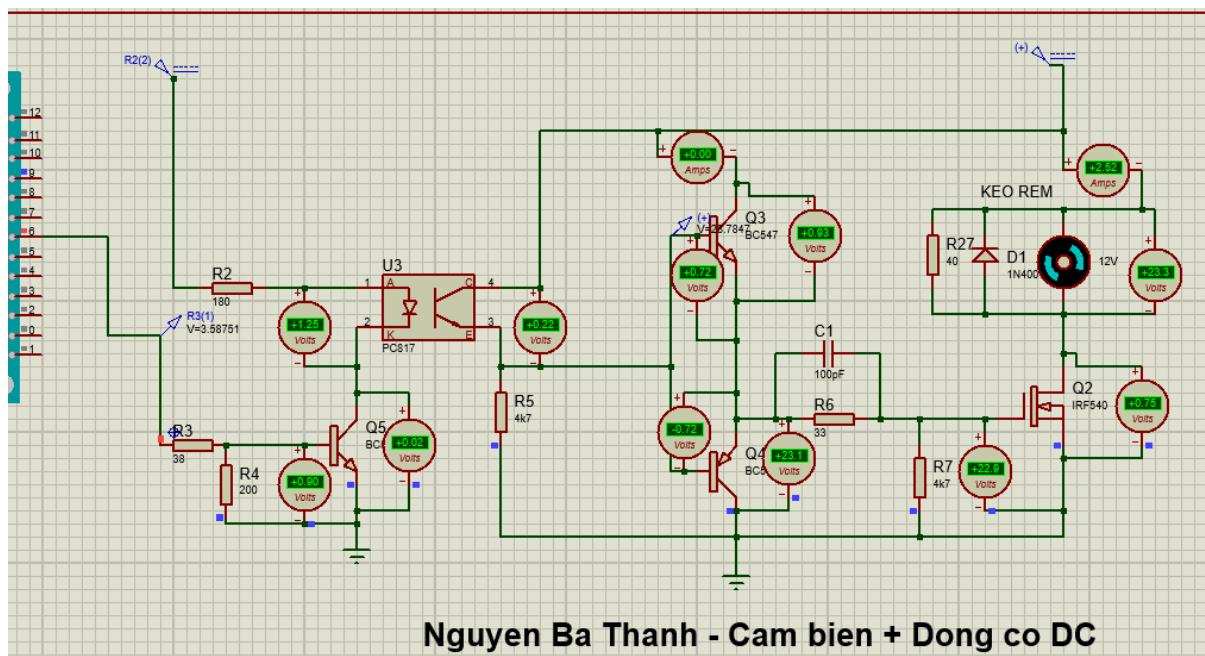
LM393. Nên ngõ ra chân 1 của LM393 có mức điện áp 0 V (mức thấp).



Hình 13: Cảm biến nhiệt độ mức 0

Khối điều khiển động cơ:

+ Mức 1 :



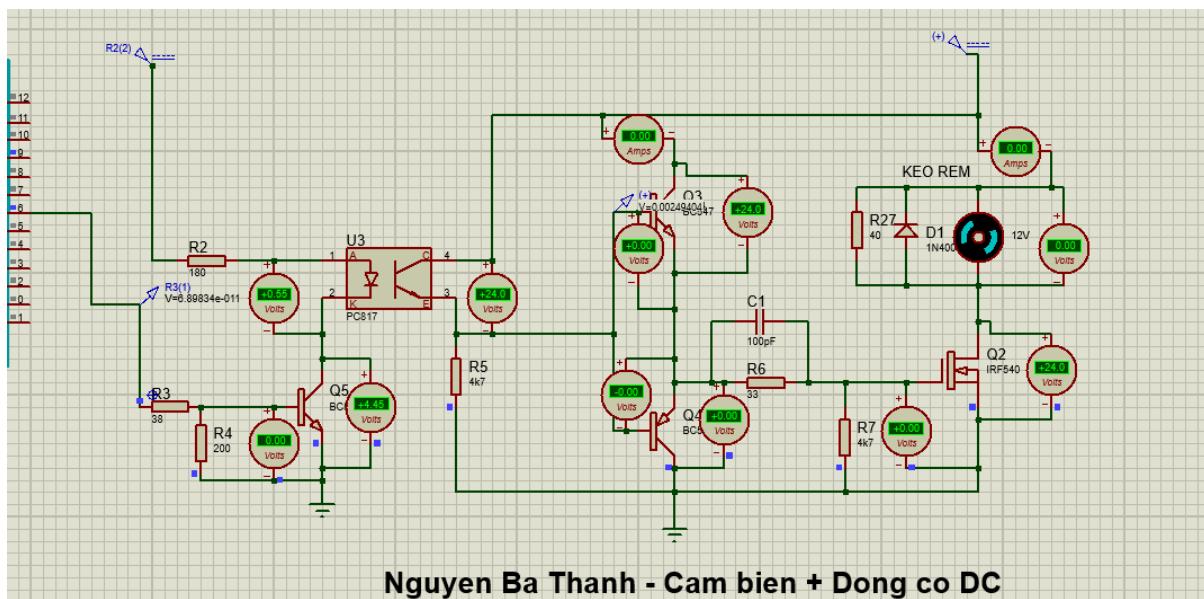
Nguyen Ba Thanh - Cam bien + Dong co DC

Hình 14: Khối động cơ DC mức 1

- Khi tín hiệu ra ở chân D6 của arduino ở mức cao (3,3V÷5V), khi đó tín hiệu vào opto nằm trong khoảng 1.1V đến 1.4V, khi đó tín hiệu ra của opto nằm trong khoảng 0V đến 0,2V → áp ở trên chân 3 của opto khoảng 23,8V đến 24V,

- Điện áp vào Q3 khoảng 0,6V đến 0,9V, điện áp ra Q3 khoảng 0.8V đến 1V → Q3 dẫn.
- Điện áp vào Q4 khoảng 0.6V đến 0.9V, điện áp ra Q4 khoảng 23V đến 24V → Q4 không dẫn.
- Nạp dòng cho tụ ngõ vào của mosfet → ngõ vào mosfet khoảng 23V đến 24V, ngõ ra khoảng 0,8V đến 1V → mosfet dẫn
- Điện áp rơi trên động cơ khoảng 23V đến 24V → động cơ hoạt động.

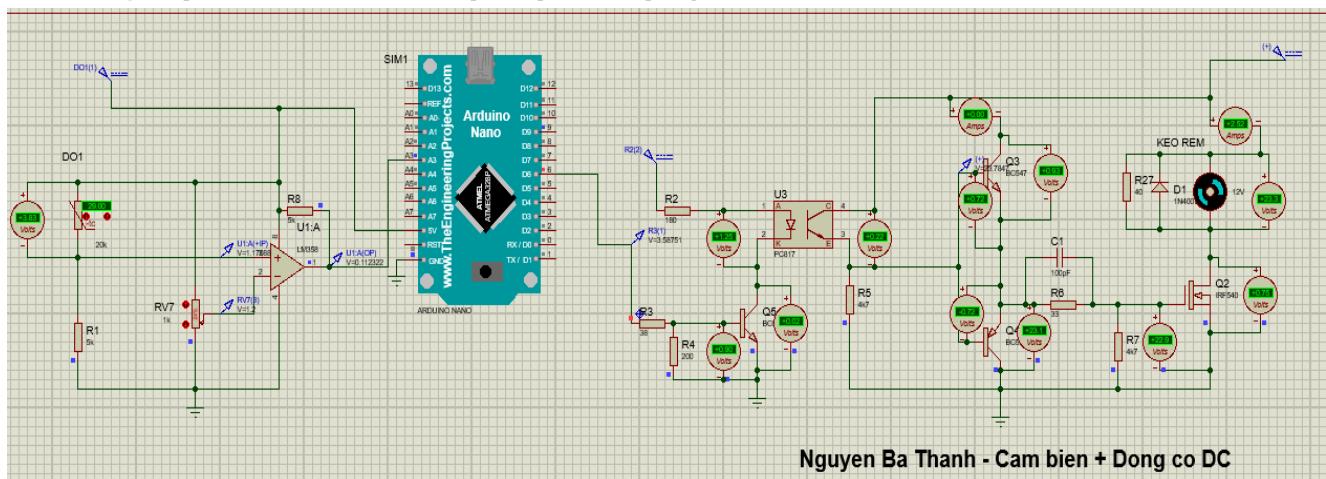
+ Mức 0:



Hình 15: Khối động cơ DC mức 0

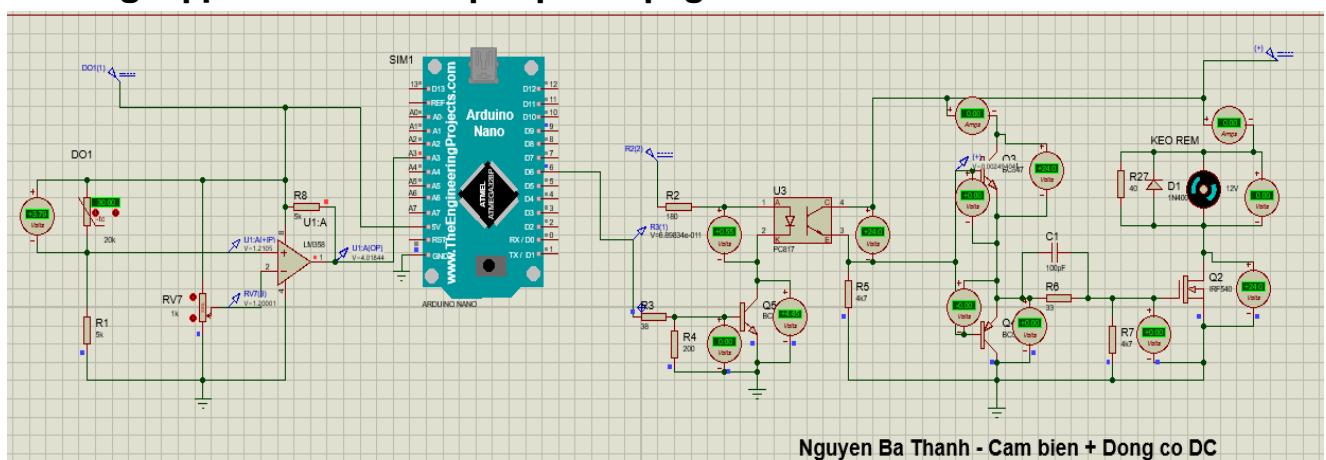
- Khi tín hiệu ra ở chân D6 của arduino ở mức thấp (0V÷0,2V), khi đó tín hiệu vào opto nằm trong khoảng 0V đến 0,5V, khi đó tín hiệu ra của opto nằm trong khoảng 23V đến 24V → áp ở trên chân 3 của opto khoảng 0V đến 0,2V,
- Điện áp vào Q3 khoảng 0V đến 0,2V, điện áp ra Q3 khoảng 23V đến 24V → Q3 không dẫn.
- Điện áp vào Q4 khoảng 0V đến 0,2V, điện áp ra Q4 khoảng 0V đến 0,2V → Q4 không dẫn.
- Không có dòng nạp cho tụ ngõ vào của mosfet → ngõ vào mosfet khoảng 0V đến 0,2V, ngõ ra khoảng 23V đến 24V → mosfet tắt
- Điện áp rơi trên động cơ khoảng 0V đến 0,2V → động cơ hoạt động.

Trường hợp cảm biến nhiệt độ và động cơ ở mức 1:



Hình 16: Mạch cảm biến nhiệt độ và động cơ DC mức 1

Trường hợp cảm biến nhiệt độ và động cơ ở mức 0:



Hình 17: Mạch cảm biến nhiệt độ và động cơ DC mức 0

Kết quả mô phỏng và nhận xét khói nguồn:

Trường hợp có tải :

Bảng 1 Kết quả mô phỏng trường hợp có tải

V_{CE} Q2	V_{BE} Q2	V_{OUT}	I_{OUT}	V_{IN} LM782 4	V_{OUT} LM782 4	V_{IN} LM781 2	V_{OUT} LM78 12	V_{IN} LM7805	V_{OUT} LM780 5
9.79 V	0.73V	23.9V	3.2A	33V	23.9V	34.4 V	12V	23.4V	5.01 V

$8V \div 10V$	$0.65V \div 0.85V$	$23.9V \div 24V$	$2.5A \div 3.5A$	$30V \div 35V$	$23.8V \div 24.1V$	$34V \div 37V$	$11.9V \div 12.1V$	$23.8V \div 24.1V$	$4.9V \div 5.1V$
Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Không Đạt	Đạt

Trường hợp không tải :

Bảng 2 Kết quả mô phỏng trường hợp không có tải

V_{CE} Q2	V_{BE} Q2	V_{OUT}	I_{OUT}	V_{IN} LM782 4	V_{OUT} LM782 4	V_{IN} LM781 2	V_{OUT} LM78 12	V_{IN} LM7805	V_{OUT} LM7805
13V	0.09V	24V	0A	36.9V	24V	36.9V	12V	24V	5.01 V
$10V \div 15V$	$0V \div 0.1V$	$23.5V \div 24V$	0A	34V $\div 37V$	$23.9V \div 24.1V$	34V $\div 37V$	$11.9V \div 12.1V$	$23.9V \div 24.1V$	$4.9V \div 5.1V$
Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt

Trường hợp quá dòng :

Bảng 3 Kết quả mô phỏng trường hợp quá dòng

V_{CE} Q1	V_{BE} Q1	V_{in+} opamp	V_{in-} opamp	V_{out} opamp	V_{out}	I_{out}
36.9V	0V	0.0038V	0.00012V	9.9731V	0V	0A
35V-38V	$0.7V \div 1.2V$					
Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt		

Trường hợp không quá dòng :

Bảng 4 Kết quả mô phỏng trường hợp không quá dòng

V_{CE} Q1	V_{BE} Q1	V_{in+} opamp	V_{in-} opamp	V_{out} opamp	V_{out}	I_{out}
33.4V	0.71V	0V	6.113V	0.13V	23.9V	3.19A
$27 \div 35$	$0.5 \div 0.8$	$0 \div 2.4$	$3 \div 30$	$0 \div 2$	$23.9 \div 24.1$	$2.5 \div 3.5$
Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt

Nhận xét mô phỏng :

Trường hợp có tải :

- BJT hoạt động trong vùng khuếch đại, giá trị V_{be} nằm trong khoảng ($0.65 \div 0.85$), giá trị V_{ce} nằm trong khoảng ($6 \div 15$)
- Sai số giữa tính toán và mô phỏng nằm trong khoảng chấp nhận
- Mạch hoạt động bình thường

Trường hợp không có tải :

- BJT hoạt động trong vùng cắt, giá trị Vbe nằm trong khoảng (0 ÷ 0,1), giá trị Vce nằm trong khoảng (10 ÷ 15)
- Sai số giữa tính toán và mô phỏng nằm trong khoảng chấp nhận
- Mạch hoạt động bình thường

Trường hợp quá dòng :

- BJT hoạt động trong vùng cắt , giá trị Vbe nằm trong khoảng (0-0,1)(V), giá trị Vce nằm trong khoảng (35-38V)
- Opamp hoạt động đúng với nguyên lý hoạt động
- Khi quá dòng Relay mở

Trường hợp không quá dòng :

- BJT hoạt động trong vùng bão hòa, giá trị Vbe nằm trong khoảng (0-0,8V), giá trị Vce nằm trong khoảng (27-35V)
- Opamp hoạt động đúng với nguyên lý hoạt động

Kết quả mô phỏng và nhận xét khối động cơ AC, cảm biến độ ẩm:

Bảng 5: Kết quả mô phỏng

	Vin	VbeQ1	VceQ1	Vin/o pto	Vout/o pto	Vin/ U3	Vout/U 3	Iac	Vac
Mức 0	0V	0V	4,24	0,76	219	0.23 V	220V	0A	0V
Mức 1	5V	0.88V	0,14	1,22	0,13	0.54	28.6	9.0 4A	217V

Nhận xét :

- Ở mức 1:
 - Đối với BJT: $V_{beQ1}=0.88V$ thuộc khoảng (0,8-1,1V)
 - $V_{out}=0,14V$
 - ⇒ BJT hoạt động ổn định
 - Đối với opto : $V_{in}=1,22V$ thuộc khoảng (1-1,3V); $V_{out}=0,13Vac$.
 - ⇒ Opto hoạt động bình thường.
 - Đối với triac: $V_{in}=0.23V$; $V_{out}=28.6Vac$
 - ⇒ Triac hoạt động tốt
 - Ở mức 0:
 - Đối với BJT: $V_{beQ1}=0V$
 - $V_{out}=4,22V$
 - ⇒ BJT hoạt động ổn định
 - Đối với opto : $V_{in}=0,76V$ thuộc khoảng (0.5-0.8V); $V_{out}=219Vac$.
 - ⇒ Opto hoạt động bình thường.
 - Đối với triac: $V_{in}=0.54V$; $V_{out}=220Vac$
 - ⇒ Triac hoạt động tốt
- ➔ BJT, opto, triac hoạt động đúng nguyên lý làm việc.

Kết quả mô phỏng và nhận xét khói động cơ DC, cảm biến nhiệt độ:

Bảng 6: Kết quả mô phỏng

	V_{in}	$V_{GS/Q5}$	$V_{DS/Q5}$	V_{AK}	V_{CE}	$V_{GS/Q2}$	$V_{DS/Q2}$	I_{DC}	V_{DC}
Mức 0	0V	0V	4,45V	0,55V	24V	0V	24V	0A	0V
Mức 1	3,6V	0,9V	0,02V	1,25V	0,22V	22,9V	0,75V	2,5A	23,3V

Nhận xét :

Ở mức 1:

Đối với Mosfet

- $V_{GS/Q2} = 22,9V \in (22,5V \div 24V)$

- $V_{DS/Q2} = 0,75V \in (0,5V \div 0,8V)$

- Mosfet hoạt động ổn định

Đối với Opto

- $V_{AK} = 1,25V \in (1,1V \div 1,4V)$

- $V_{CE} = 0,22V \in (0V \div 0,2V)$

- Opto hoạt động ổn định

Đối với Động cơ

- $V_{DC} = 23,3V \in (23 \div 24V)$

- $I_{DC} = 2,5A \in (2,5A \div 3A)$

- Mosfet hoạt động ổn định

Mosfet, opto, motor hoạt động đúng nguyên lý làm việc.

II. Thi công và kiểm tra, sửa chữa mạch

Thống kê các thiết bị và dụng cụ sử dụng

- Đồng hồ đo victor VC830L, biến áp 10A.
- Mỏ hàn, thiết hàn, nhựa thông, khoan, bàn ủi, kìm bấm chân.
- Bảng đồng, bột sắt, dao cắt giấy, thước kẻ.

Các linh kiện chính sử dụng:

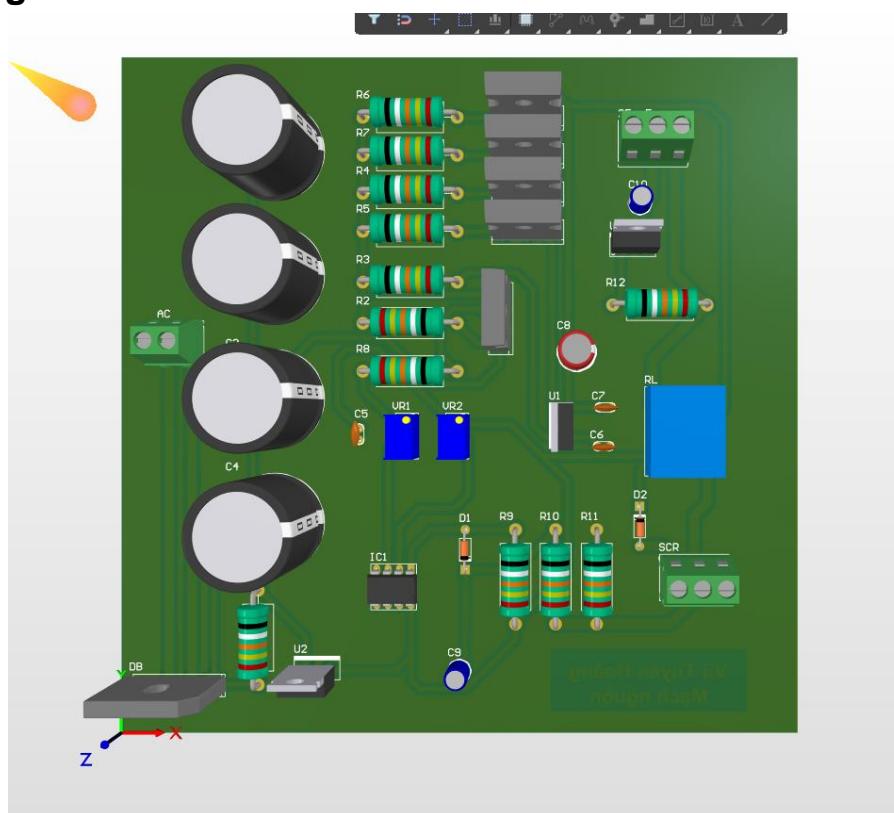
- Khối nguồn+bảo vệ dòng: LM7805,LM7812,LM7824, các điện trở, tụ, relay, LM358, BT151, BJT B688, cầu diode
- Khối điều khiển đèn: opto MOC3021, BJT 2SC1815, triac BTA 41-600B, đèn 220V, nguồn điện xoay chiều 220V, các điện trở...

- Khối cảm biến: LM393, các điện trở, nguồn 5V, nguồn 24V, Arduino Nano, nhiệt trở 20k
- Khối điều khiển động cơ: opto PC817, BJT D718, B688, Mosfet 4227, motor, các điện trở và tụ...

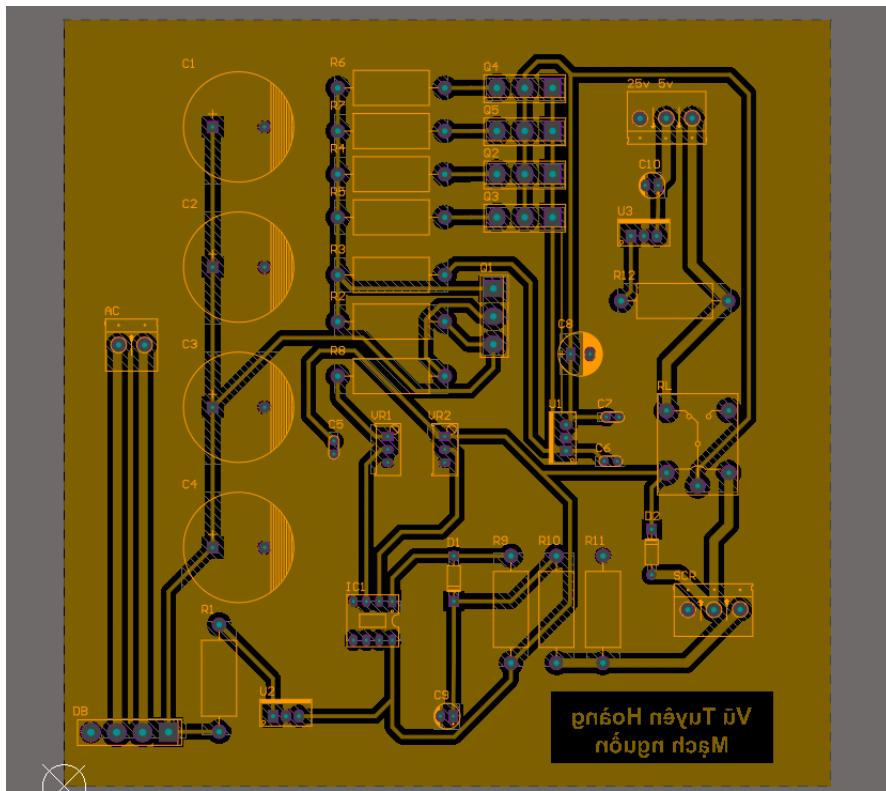
1.Thi công mạch

Vẽ mạch in trên altium:

+ Khối nguồn:

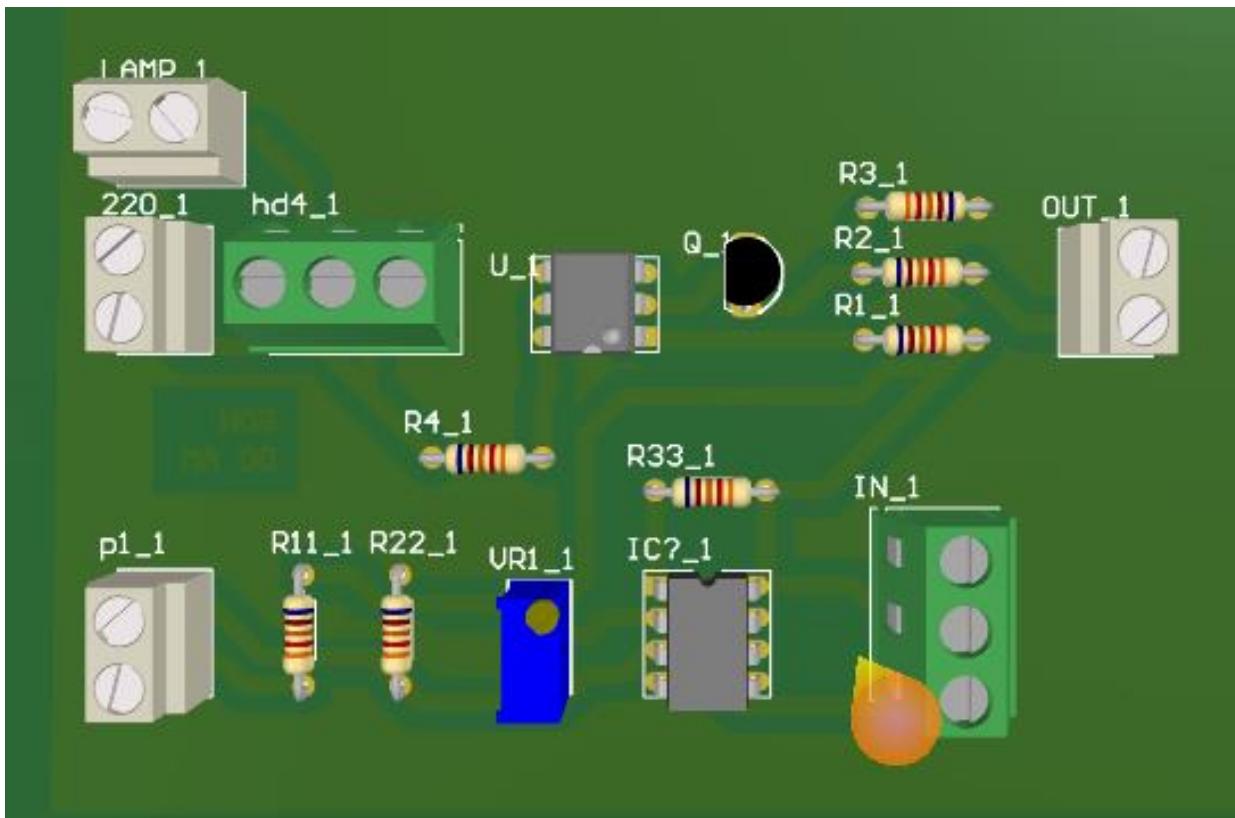


Hình 2.1 Mạch in 3D trên phần mềm Altium

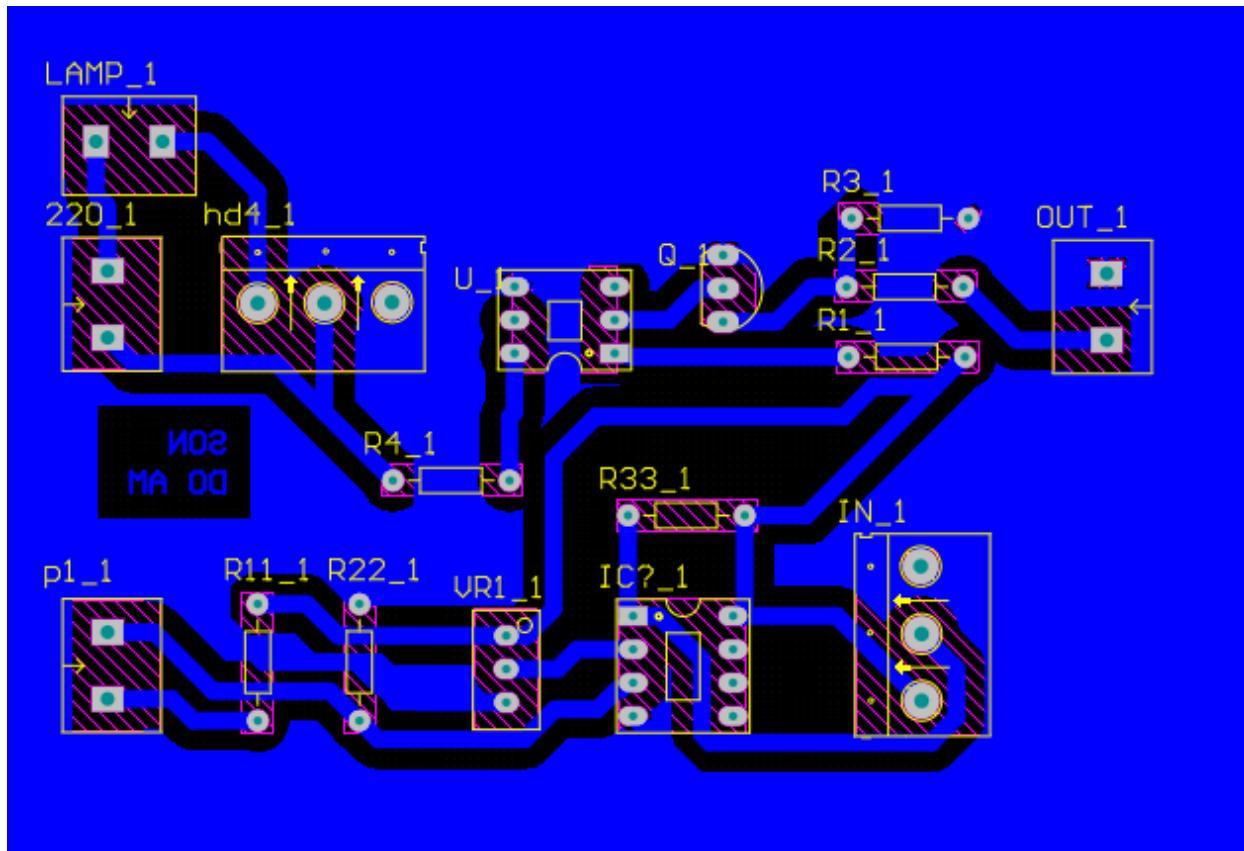


Hình 2.2 Mạch in 2D trên phần mềm Altium

+ Khối cảm biến độ ẩm và động cơ AC

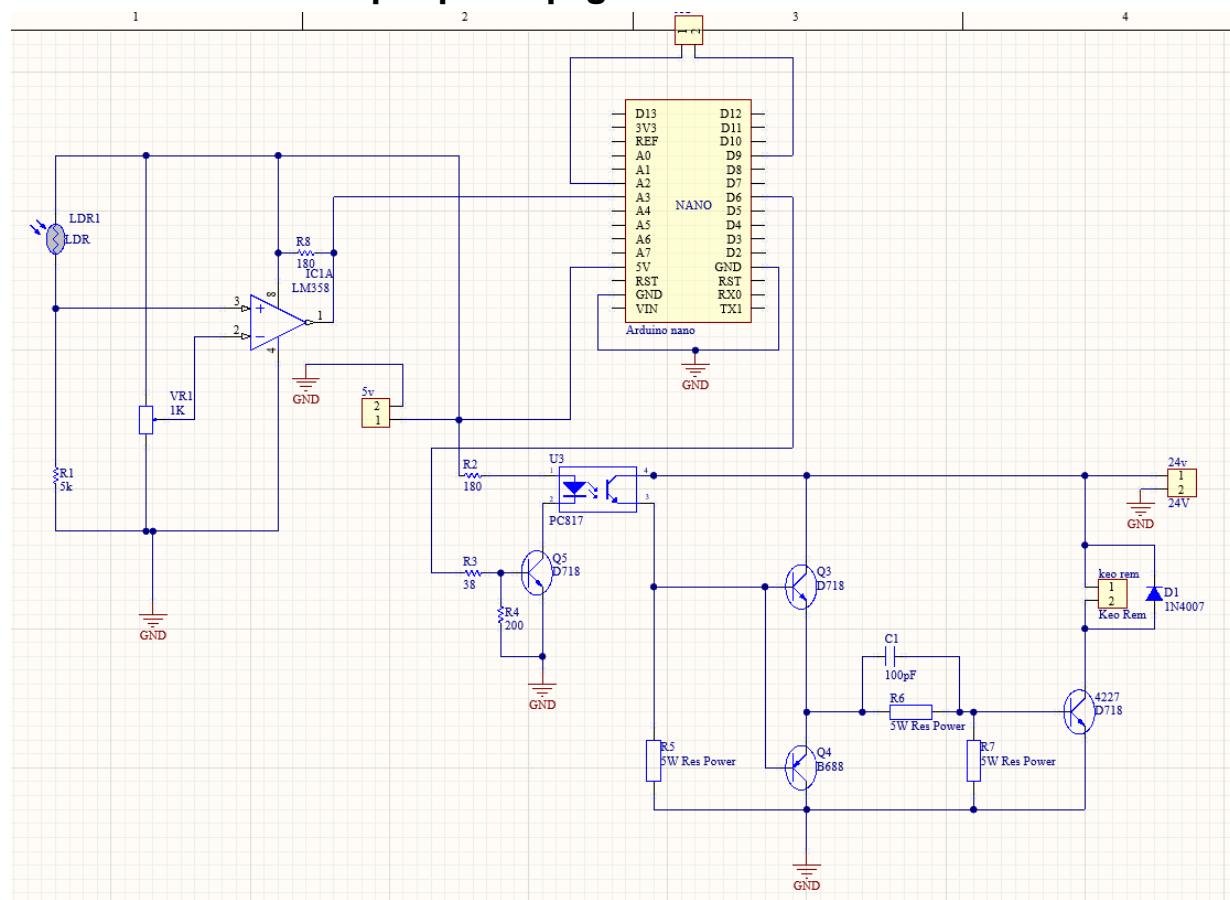


Hình 2.3 Mạch in 3D trên phần mềm Altium

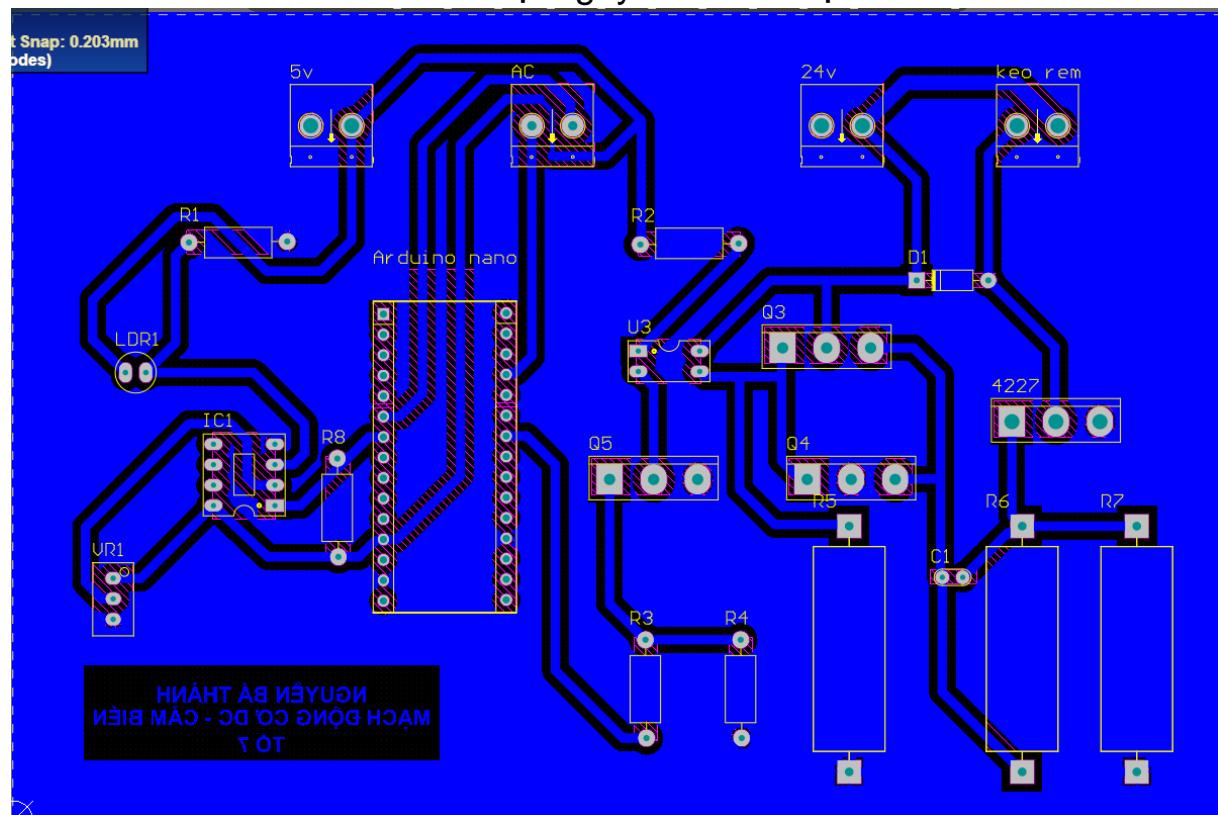


Hình 2.4 Mặt sau của mạch AC trên Altium

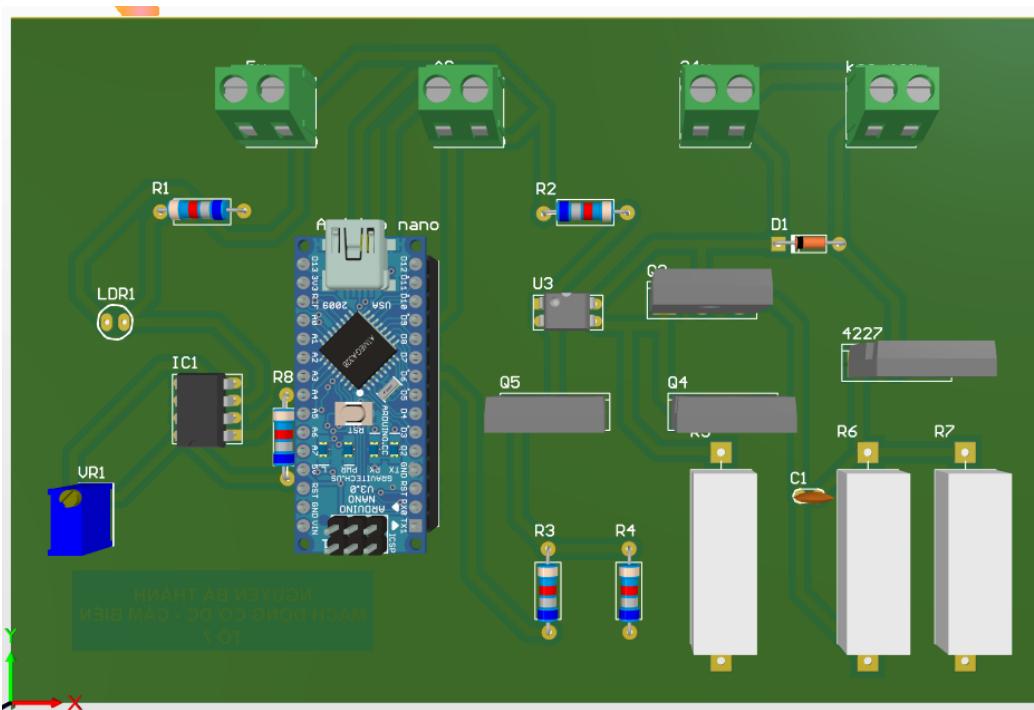
+ Khối cảm biến nhiệt độ và động cơ DC



Hình 2.5 Mặt nguyên lý của mạch trên Altium



Hình 2.6 Mặt 2D của mạch trên Altium



Hình 2.7 Mặt 3D của mạch trên Altium

Kiểm tra linh kiện rời:

+ Khối nguồn:

Biến áp : Đọc giá trị ghi trên biến áp ta xác định được biến áp biến đổi điện áp xoay chiều 220V thành điện áp xoay chiều 24V với dòng điện cực đại đầu ra bằng 10A.

Kiểm tra: sử dụng đồng hồ số DT9205A bật ở thang đo điện áp xoay chiều cấp nguồn điện dân dụng 220V, sau đó đo điện áp xoay chiều ở đầu ra của biến áp thì thu được điện áp xoay chiều nằm trong khoảng từ (23.5V – 24.5V).

=> Biến áp hoạt động tốt.

Tụ hóa : xác định giá trị tụ điện, điện áp định mức và cực âm của tụ bằng cách đọc các giá trị ghi trên tụ.

Kiểm tra tụ : sử dụng đồng hồ số DT9205A bật ở thang đo điện trở. Đo 2 chân của tụ, nếu đồng hồ nhảy số lên rồi xuống về vị trí cũ.

=> Tụ hóa hoạt động tốt.

Cầu diode GS 507 : đọc tên được ghi trên cầu diode là GS 507 rồi tra datasheet của cầu diode ta xác định được dòng điện cực đại có thể đi qua cầu diode.

Kiểm tra cầu diode : sử dụng đồng hồ số ZOZY ZT102A bật ở thang đo diode. Đo chân (-) với lần lượt 2 chân AC, đầu đỏ ở chân (-) và đầu đen

ở chân AC đồng hồ hiện giá trị khoảng 0.446V và 0.451V. Khi đảo vị trí 2 que đo, đồng hồ hiện giá trị OL. Đo chân (-) với chân (+), đồng hồ hiện giá trị OL. Tiếp tục đo chân (+) với lần lượt 2 chân AC, đầu đo ở chân AC và đèn ở chân (+) đồng hồ hiện giá trị khoảng 0.445V và 0.45V . Khi đảo vị trí 2 que đo, đồng hồ hiện giá trị OL. Đo chân (+) với chân (-), đồng hồ hiện giá trị OL.

=> Cầu diode hoạt động tốt.

BJT : đọc tên trên BJT và tra datasheet để xác định các tham số , VCE , P ,

Kiểm tra BJT : sử dụng đồng hồ số ZOZY ZT102A bật ở thang đo diode. Đưa que đèn vào chân B, que đo vào 2 chân còn lại ta đo được tiếp giáp BC và BE khoảng 0.64V và 0.645V. Bốn trường hợp còn lại đồng hồ đều trả về giá trị OL.

=> BJT hoạt động tốt.

IC ổn áp LM7824,LM7812 và LM7805 : đọc tên linh kiện và tra datasheet để biết cách măc, các giá trị Vin , Vout mà IC làm việc.

Kiểm tra IC ổn áp LM7824: cấp nguồn 30V đạt trong khoảng (14.5v- 35V) ổn áp được đầu ra là 24,05V đạt khoảng (23.9-24.1)

=> IC ổn áp LM7824 hoạt động tốt.

Kiểm tra IC ổn áp LM7812 : cấp nguồn 30V đạt trong khoảng (14.5V – 35V) ổn áp được đầu ra 12,01V đạt khoảng (11,9V - 12,1V).

=> IC ổn áp LM7812 hoạt động tốt.

Kiểm tra IC ổn áp LM7805 : cấp nguồn 24V đạt trong khoảng (23.5V – 24V) ổn áp được đầu ra 5V đạt khoảng (4,9V – 5,1V).

=> IC ổn áp LM7824,LM7812 và LM7805 hoạt động tốt.

Đọc và kiểm tra các giá trị của điện trở :

Kiểm tra : sử dụng đồng hồ số ZOZY ZT102A bật ở thang đo điện trở. Tiến hành đưa 2 que đo chập vào 2 đầu điện trở, so sánh với các giá trị ghi trên điện trở.

+ Khối cảm biến độ ẩm và động cơ AC

Kiểm tra BJT 2SC1815:

Tra datasheet xác định chân của BJT 2SC1815.

Bật đồng hồ và xoay thang đo về đo diode.

Đặt que đen vào chân B, que đỏ lần lượt vào chân C và E -> lên số.

Đo các trường hợp khác ->OL

⇒ BJT còn hoạt động tốt.

Kiểm tra Triac:

Tra datasheet xác định chân của BTA41-600b.

Sử dụng đồng hồ đo DT9205A bậc thang đo về thang đo điện trở

Tiến hành đặt que đỏ vào chân G, que đen vào chân A1, đo được 15 ohm

Tiếp tục đo trở kháng 2 chân A1A2 đồng hồ chỉ khác 0

=> Triac hoạt động tốt

Đọc và kiểm tra các giá trị của điện trở :

Kiểm tra : sử dụng đồng hồ số DT9205A bật ở thang đo điện trở. Tiến hành đưa 2 que đo chập vào 2 đầu điện trở, so sánh với các giá trị ghi trên điện trở.

+ Khối cảm biến nhiệt độ và động cơ DC

Kiểm tra motor:

- Bật và chỉnh máy cấp nguồn lên giá trị 24V – 3A
- Tắt nút output rồi kẹp 2 đầu dây của máy cấp nguồn vào 2 đầu dây của động cơ (cực dương kẹp với cực dương, cực âm kẹp với cực âm)
- Bật nút output thì thấy motor chạy
- Motor còn hoạt động tốt.

Kiểm tra Mosfet :

- Tra datasheet để xác định chân của Mosfet .
- Bật và chỉnh đồng hồ Kyarisu Module 1009 về thang đo diode.
- Đặt que đo đỏ và que đo đen ở các chân G, D và S nhận thấy que đen ở chân G, que đỏ lần lượt ở chân D và S thì nhảy số, còn lại các trường hợp hiển thị OL.
- Mosfet còn hoạt động tốt.

Đọc và kiểm tra các giá trị của điện trở :

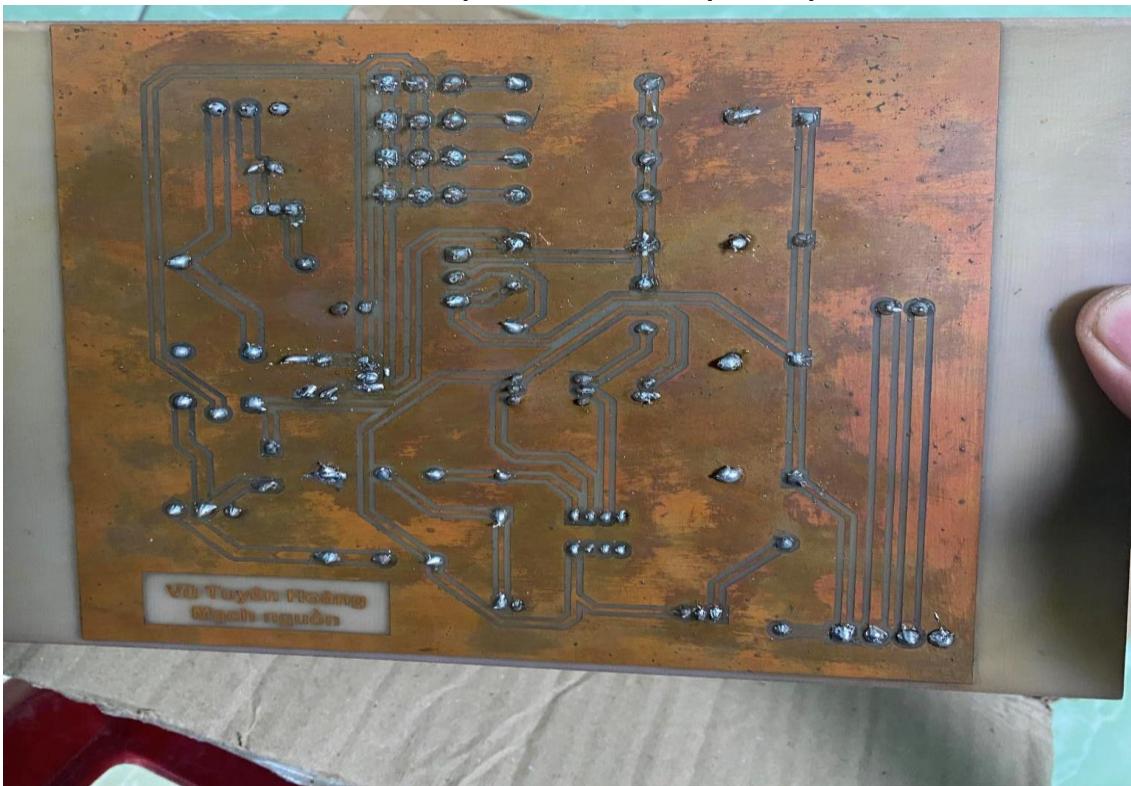
- Kiểm tra : sử dụng đồng hồ số Victor VC830L bật ở thang đo điện trở.
- Tiến hành đưa 2 que đo chập vào 2 đầu điện trở, so sánh với các giá trị ghi trên điện trở.

Hàn mạch

+ Khối nguồn:

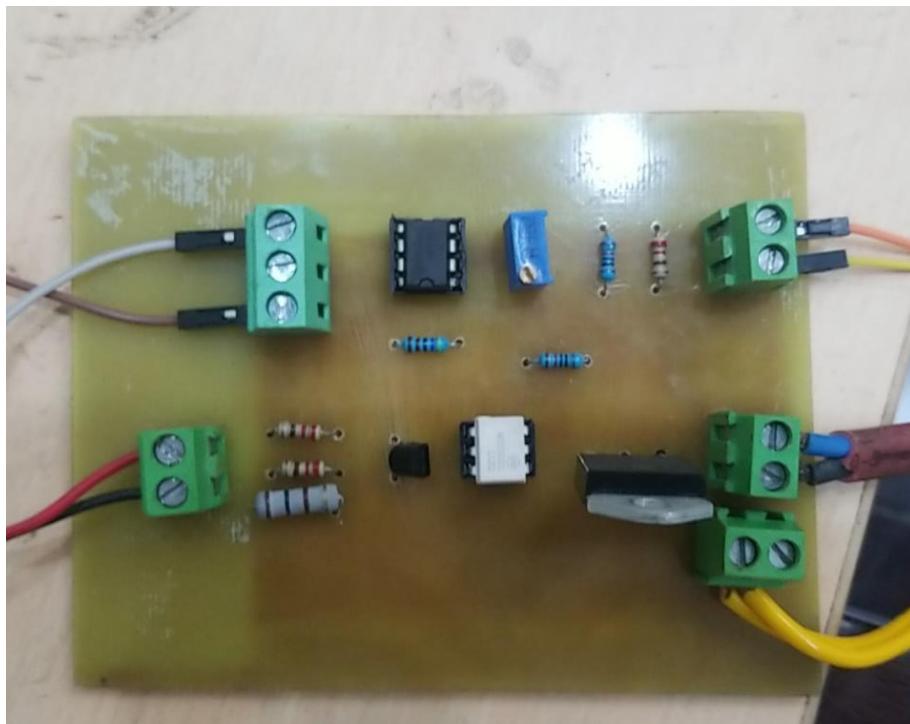


Hình 2.8: Mặt trước của mạch thực tế



Hình 2.9: Mặt sau của mạch thực tế

+ Khối cảm biến độ ẩm và động cơ AC

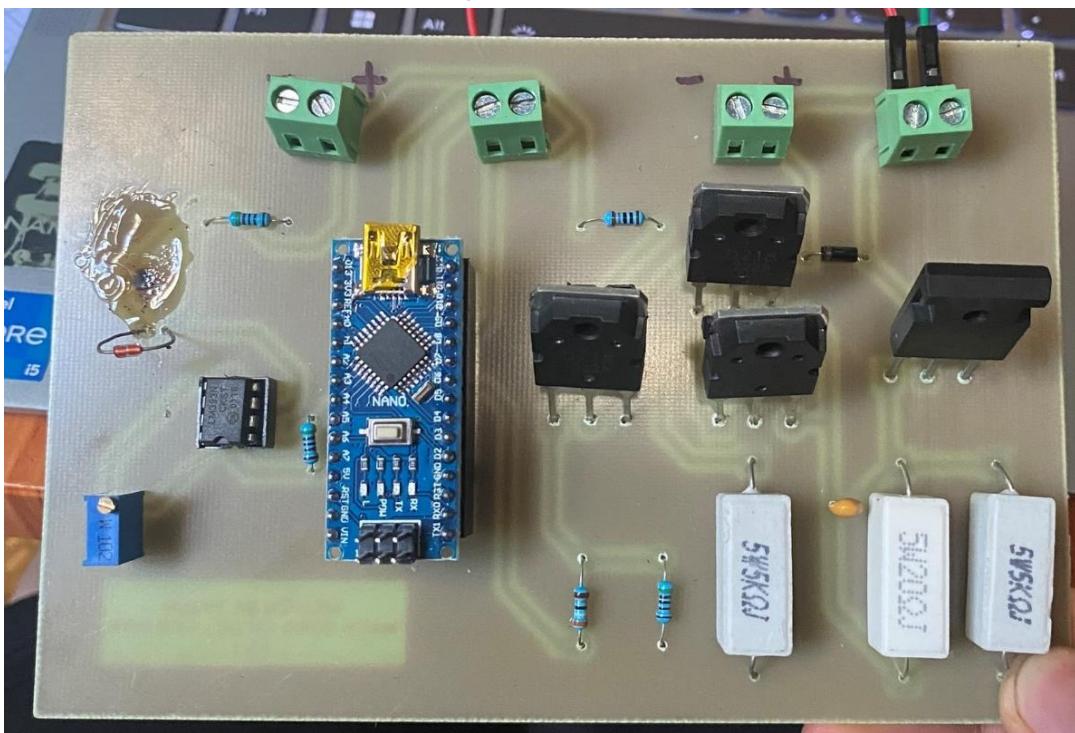


Hình 2.10 Mặt trước của mạch thực tế

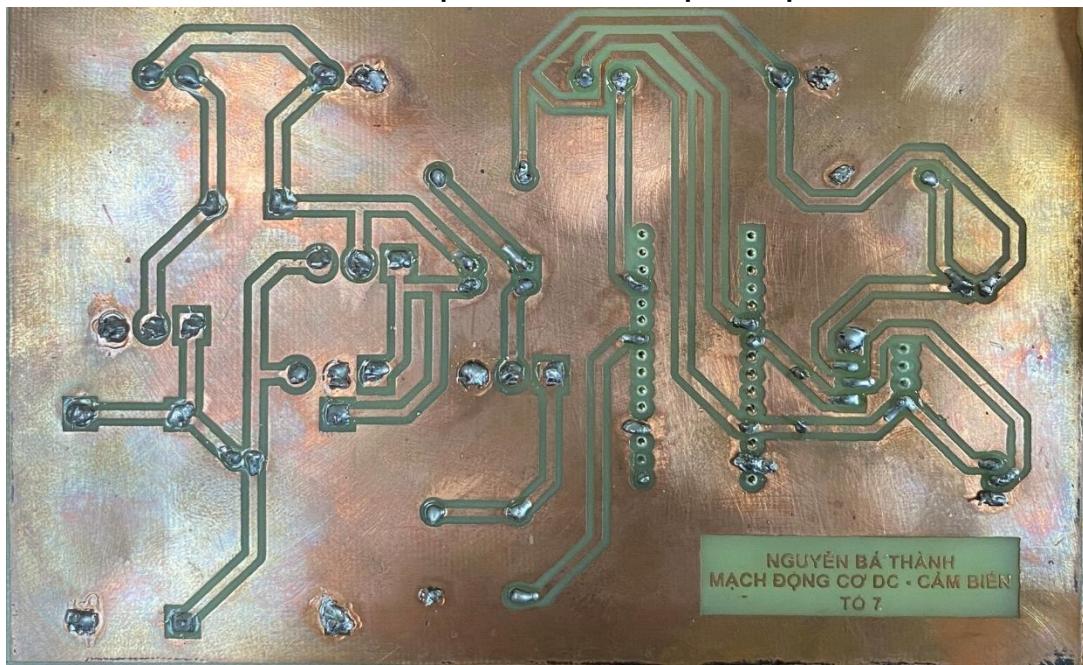


Hình 2.11 Mặt sau của mạch thực tế

+ Khối cảm biến nhiệt độ và động cơ DC



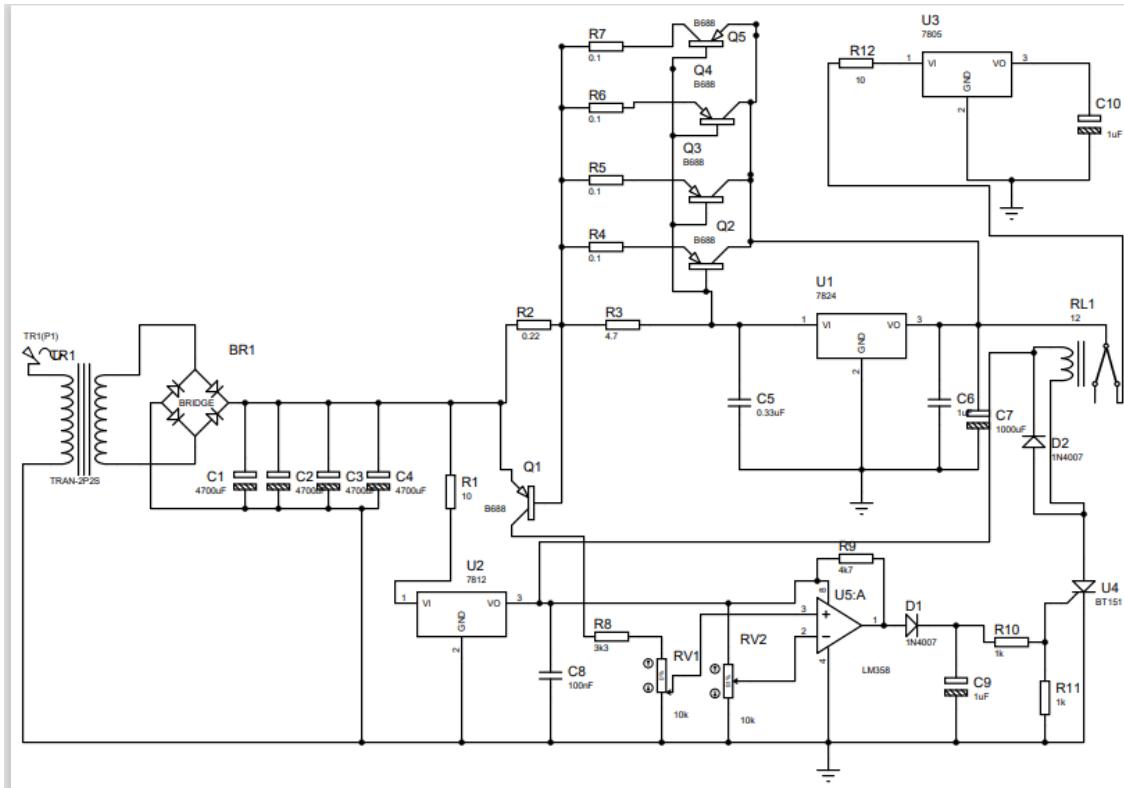
Hình 2.12 Mặt trước của mạch thực tế



Hình 2.13 Mặt sau của mạch thực tế

2. Đo kiểm tra khối Nguồn

Sơ đồ mạch khối nguồn + bảo vệ dòng



Hình 2.14: Sơ đồ mạch khối nguồn

Kiểm tra nguyên lý làm việc

+ Trường hợp 1 : Mạch không có tải

- Điện áp ngõ vào : $V_{in} = 215V \in (180 - 220)V \Rightarrow$ Đạt.
- Điện áp sau biến áp : $V_{in1} = 23,35V \in (19,7 - 25,1)V$.
 \Rightarrow Biến áp hoạt động tốt.
- Điện áp sau cầu diode : $V_{in2} = 30,8V \in (26,2 - 33,8)V$.
 \Rightarrow Cầu diode hoạt động tốt.
- Điện áp đầu vào IC LM7824 (1) : $V_{in3} = 29,54V \in (26,1 - 33,7)V$.
- Điện áp đầu ra IC LM7824 (1) : $V_{o1} = 24,1V \in (23,9 - 24,2)V$.
 \Rightarrow IC Ổn áp LM7824 (1) hoạt động tốt.
- Điện áp đầu vào relay : $V_{in4} = 24,05V \in (23,8 - 24,2)V$.
- Điện áp đầu ra relay : $V_{o2} = 24,05V \in (23,8 - 24,2)V$.
 \Rightarrow Relay 12V hoạt động tốt.
- Điện áp đầu vào IC LM7812 (2) : $V_{in5} = 29,72V \in (26,1 - 33,7)V$.

- Điện áp đầu ra IC LM7812 (2) : $V_{o3} = 12,21^V \in (11,8 - 12,3)^V$.
 ⇒ IC ổn áp LM 7812 (2) hoạt động tốt.
 - Điện áp đầu vào IC LM7805 : $V_{in6} = 24,06^V \in (23,9 - 24,1)^V$.
 - Điện áp đầu ra IC LM7805 : $V_{o4} = 5^V \in (4,8 - 5,1)^V$.
 ⇒ IC ổn áp LM 7805 hoạt động tốt.
 - Điện áp cực E-B của các BJT nâng dòng : $V_{EB/Q2-Q5} = 0,26^V \in (0 - 0,6)^V$.
 - Điện áp cực E-C của các BJT nâng dòng : $V_{EC/Q2-Q5} = 4,674^V \in (4,5 - 5)^V$.
 ⇒ BJT Q2-Q5 hoạt động ở chế độ cắt.
 - Điện áp ngõ ra : $V_{out} = 24,03^V \in (23,6 - 24,4)^V$.
 - Dòng điện ngõ ra : $I_{out} = 0^A$.
 ⇒ Mạch khồi nguồn hoạt động tốt.
- + **Trường hợp 2 : Mạch có tải 12^V – 3^A (trở 8(Ω)-100W)**
- Điện áp ngõ vào : $V_{in} = 204^V \in (200 - 220)^V \Rightarrow$ Đạt.
 - Điện áp sau biến áp : $V_{in1} = 22,67^V \in (20,5 - 24,1)^V$.
 ⇒ Biến áp hoạt động tốt.
 - Điện áp sau cầu diode : $V_{in2} = 26,05^V \in (24,5 - 31,5)^V$.
 ⇒ Cầu diode hoạt động tốt.
 - Điện áp đầu vào IC LM7824(1): $V_{in3} = 30,2^V \in (29,8 - 31)^V$.
 - Điện áp đầu ra IC LM7824(1): $V_{in}=23.9v \in (23,8 - 24,2)^V$.
 - Điện áp đầu vào relay : $V_{in4} = 23,9^V \in (23,8 - 12,2)^V$.
 - Điện áp đầu ra relay : $V_{o2} = 23,9^V \in (23,8 - 24,2)^V$.
 ⇒ Relay 12^V hoạt động tốt.
 - Điện áp đầu vào IC LM7812 (2) : $V_{in5} = 30,6^V \in (29,6 - 31)^V$.
 - Điện áp đầu ra IC LM7812 (2) : $V_{o3} = 12,02^V \in (11,8 - 12,1)^V$.

⇒ IC ổn áp LM 7812 (2) hoạt động tốt.

- Điện áp đầu vào IC LM7805 : $V_{in6} = 23,9V \in (23,8 - 24,2)V$.
- Điện áp đầu ra IC LM7805 : $V_{o4} = 5,013V \in (4,8 - 5,1)V$.

⇒ IC ổn áp LM 7805 hoạt động tốt.

- Điện áp cực E-B của các BJT nâng dòng : $V_{EB/Q2-Q5} = 0,735V \in (0,6 - 0,75)V$.
- Điện áp cực E-C của các BJT nâng dòng : $V_{EC/Q2-Q5} = 2,167V \in (2-4,5)V$.

⇒ BJT Q1-Q5 hoạt động tốt

- Điện áp ngõ ra : $V_{out} = 23,76V \in (23,6 - 24,4)V$.
- Dòng điện ngõ ra : $I_{out} = 2.821A$.

⇒ Mạch khồi nguồn hoạt động tốt

+ **Trường hợp 3: Đo ngưỡng dẫn (trở 45Ω)-100W**

- Điện áp ngõ vào : $V_{in} = 218V \in (200 - 220)V \Rightarrow$ Đạt.
- Điện áp sau biến áp : $V_{in1} = 23,85V \in (20,5 - 24,1)V$.

⇒ Biến áp hoạt động tốt.

- Điện áp sau cầu diode : $V_{in2} = 30,08V \in (24,5 - 31,5)V$.

⇒ Cầu diode hoạt động tốt.

- Điện áp cực E-B của các BJT nâng dòng : $V_{EB/Q2-Q5} = 0,64V \in (0,6 - 0,75)V$.
- Điện áp cực E-C của các BJT nâng dòng : $V_{EC/Q2-Q5} = 5,653V \in (4-6)V$.

⇒ BJT Q1-Q5 hoạt động tốt

- Điện áp ngõ ra : $V_{out} = 24,05V \in (23,6 - 24,4)V$.

⇒ Mạch khồi nguồn hoạt động tốt

- **Đo kiểm tra mạch bảo vệ dòng (trở 5Ω)-100W → Dòng 5(A) >3(A))**

$$V_{1-4/IM358P}=10,57V$$

V_{2-4/IM358P}=1,187^V (-)

V_{3-4/IM358P}=8,9^v (+)

$\rightarrow V_{IN(+)} > V_{IN(-)}$ (thỏa mãn)

$$V_{BE/Q1} = 0.883V \in (0.75V - 0.9V)$$

$$V_{CE/Q1} = 0,033^V \in (0^V - 0,2^V)$$

- Còn sai xót tại relay vẫn đóng mặc dù xảy ra quá dòng.

Nhận xét kết quả đo

→ Mạch bảo vệ dòng hoạt động tốt.

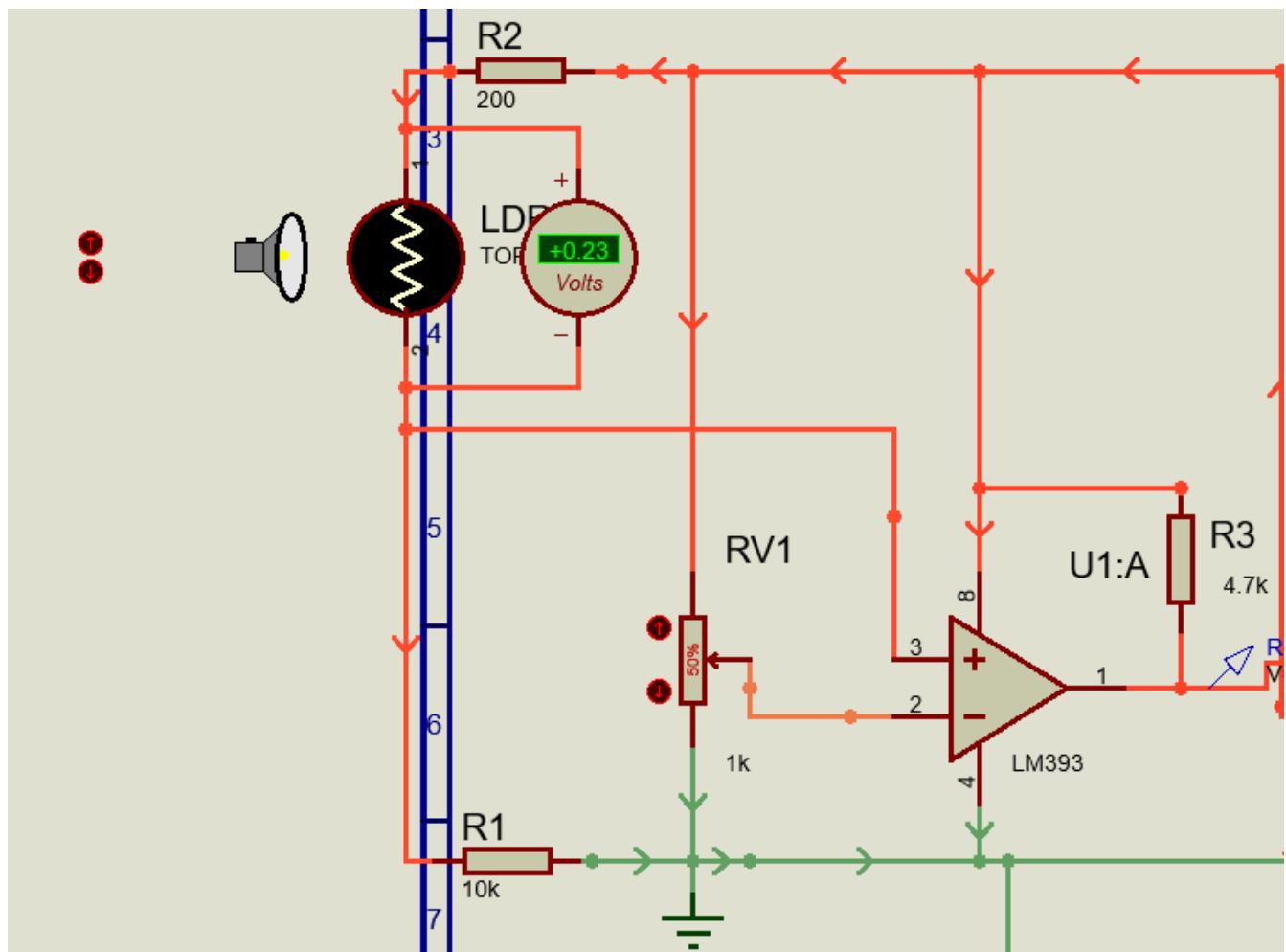
3, Đo kiểm tra khối cảm biến độ ẩm, động cơ AC

Sơ đồ mạch khởi cảm biến độ ẩm, động cơ AC

Mô phỏng

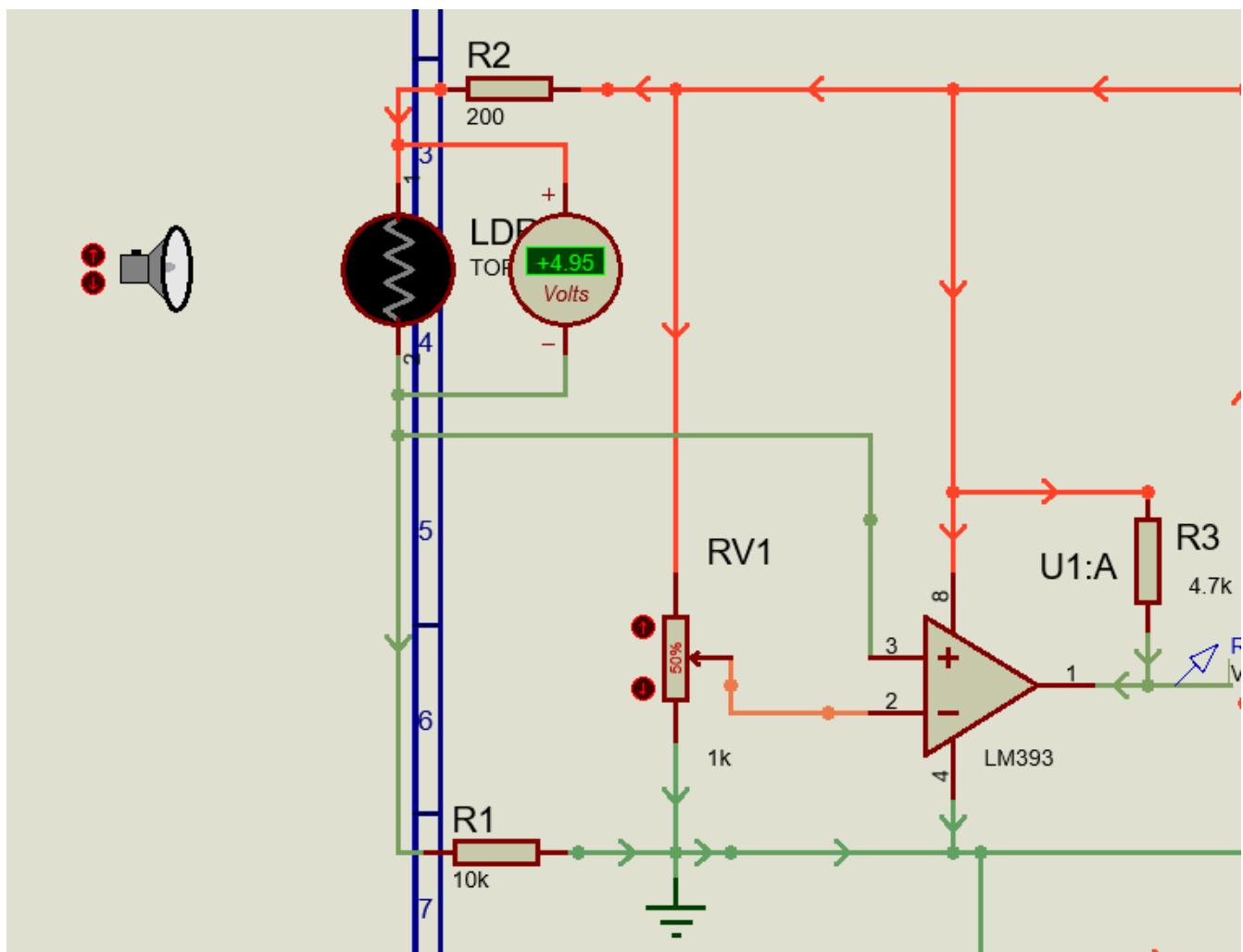
Khối cảm biến độ ẩm:

Mức 1:



Hình 2.15 Khối cảm biến độ ẩm mức 1

Mức 0:



Hình 2.16 Khối cảm biến độ ẩm mức 0

Kết quả mô phỏng:

	V_{in}	V_{da}	V_{out}
Mức 1	5V	0,23V	5V
Mức 0	0V	4.95V	0V

Nhận xét :

- Ở mức 1:
 - $V_{da} = 0.23$ thuộc khoảng (0-1V)
 - ⇒ Cảm biến hoạt động ổn định
 - $V_{out} = 5V$.

⇒ LM393 hoạt động bình thường.

- Ở mức 0:

- $V_{da} = 4.95$ thuộc khoảng (3.3-5V)

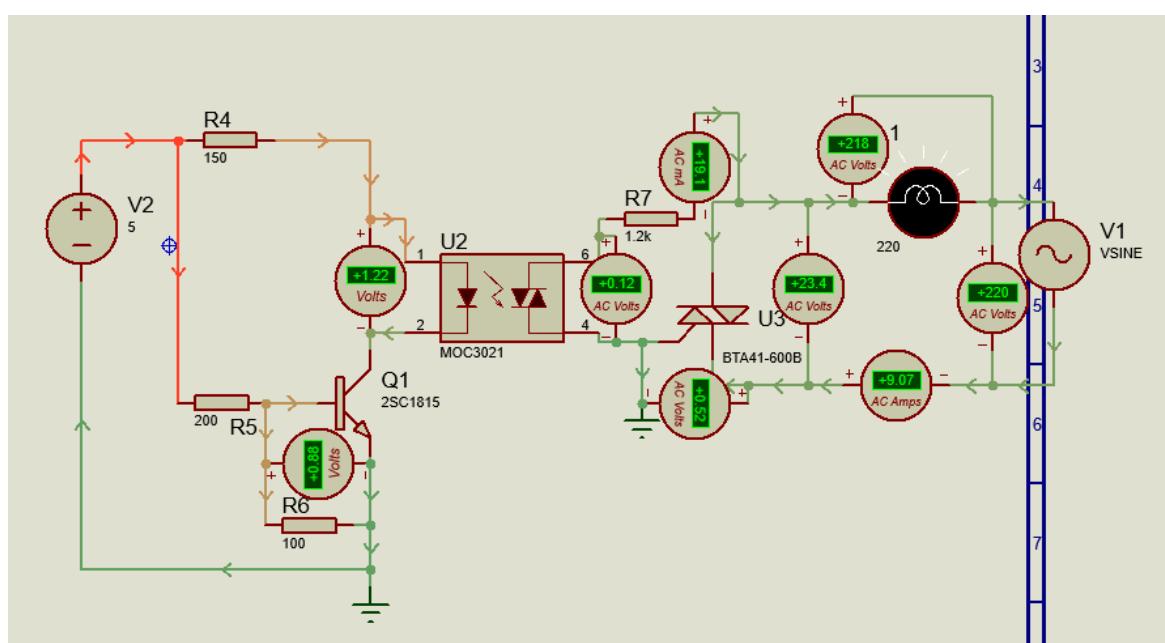
- ⇒ Cảm biến hoạt động ổn định

- $V_{out} = 0V$.

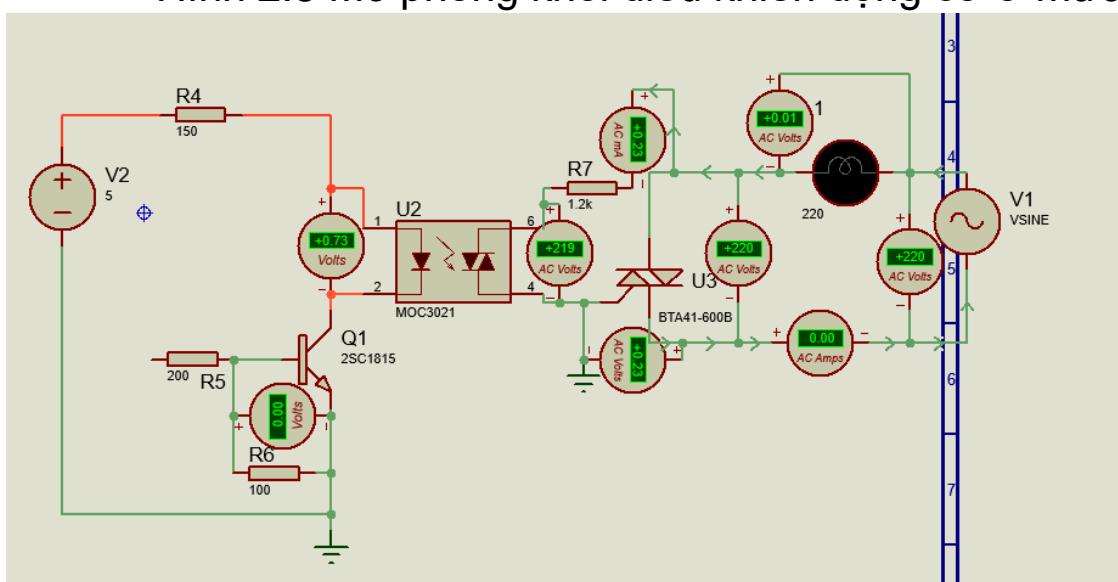
- ⇒ LM393 hoạt động bình thường.

→ Cảm biến và LM393 hoạt động đúng nguyên lý làm việc.

Khối điều khiển đèn:



Hình 2.3 Mô phỏng khối điều khiển động cơ ở mức 1



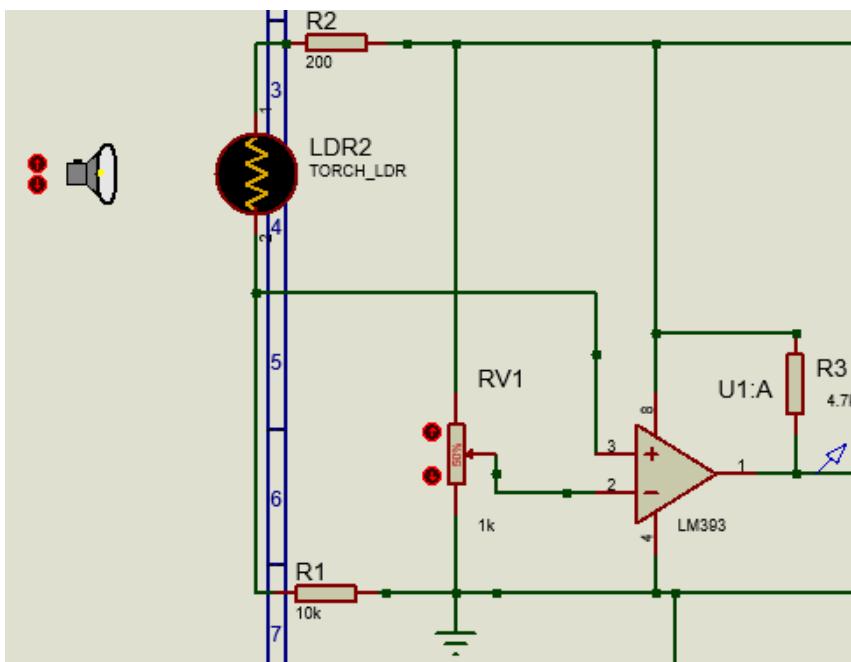
Hình 2.4 Mô phỏng khối điều khiển động cơ ở mức 0

Bảng 2.1. Kết quả mô phỏng

	V _{in}	V _{beQ1}	V _{ceQ1}	V _{in} / opto	V _{out} / opto	V _{in} / U3	V _{out} / U3	I _{ac}	V _{ac}	V đèn
Mức 0	0V	0V	4,24	0,76	219	0.23 V	220V	0A	220V	218
Mức 1	5V	0.88V	0,14	1,22	0,13	0.54	28.6	9.0 4A	220V	0

Nhận xét :

- Ở mức 1:
 - Đổi với BJT: $V_{beQ1}=0.88V$ thuộc khoảng (0,8-1,1V)
 - $V_{out}=0.14V$
⇒ BJT hoạt động ổn định
 - Đổi với opto : $V_{in}=1.22V$ thuộc khoảng (1-1,3V);
 $V_{out}= 0.13V_{ac}$.
 - ⇒ Opto hoạt động bình thường.
 - Đổi với triac: $V_{in}=0.23V$; $V_{out}=28.6V_{ac}$
⇒ Triac hoạt động tốt
 - Ở mức 0:
 - Đổi với BJT: $V_{beQ1}=0V$
 - $V_{out}=4.22V$
⇒ BJT hoạt động ổn định
 - Đổi với opto : $V_{in}=0.76V$ thuộc khoảng (0.5-0.8V);
 $V_{out}= 219V_{ac}$.
 - ⇒ Opto hoạt động bình thường.
 - Đổi với triac: $V_{in}=0.54V$; $V_{out}=220V_{ac}$
⇒ Triac hoạt động tốt
- ⇒ BJT, opto, triac hoạt động đúng nguyên lý làm việc.

Thực tế**Đo kiểm tra khói****Khói cảm biến****Sơ đồ mạch****Hình 2.5 Sơ đồ mạch khói cảm biến**

- Kiểm tra nguyên lý làm việc khói cảm biến

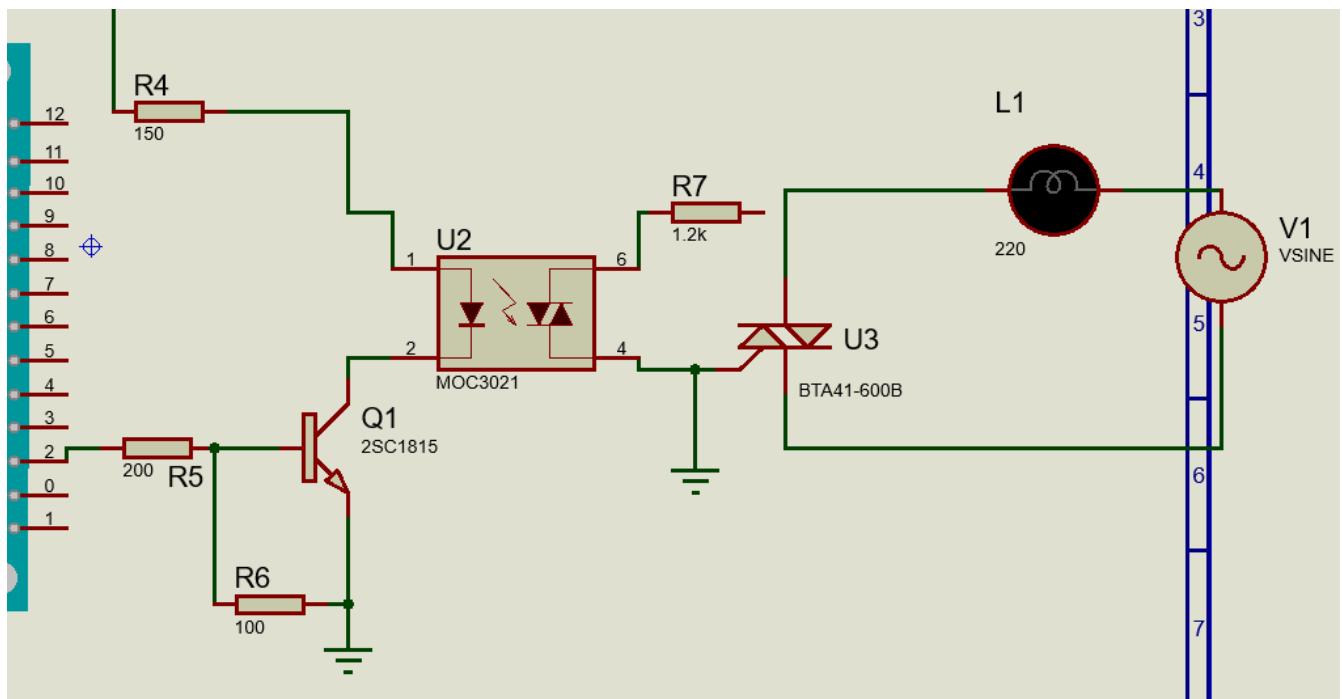
	V_{in}	V_{da}	V_{out}
Mức 1	5V	0,8V	5V
Mức 0	0V	4.5V	0V

Nhận xét :

- Ở mức 1:
 - $V_{da} = 0.8$ thuộc khoảng (0-1V)
⇒ Cảm biến hoạt động ổn định
 - $V_{out} = 5V$.
⇒ LM393 hoạt động bình thường.
- Ở mức 0:
 - $V_{da} = 4.5$ thuộc khoảng (3.3-5V)
⇒ Cảm biến hoạt động ổn định
 - $V_{out} = 0V$.
⇒ LM393 hoạt động bình thường.

➔ Cảm biến và LM393 hoạt động đúng nguyên lý làm việc.

Khối điều khiển đèn



Sơ đồ mạch

Hình 2.23 Sơ đồ mạch khối điều khiển đèn
- Kiểm tra nguyên lý làm việc khối điều khiển đèn

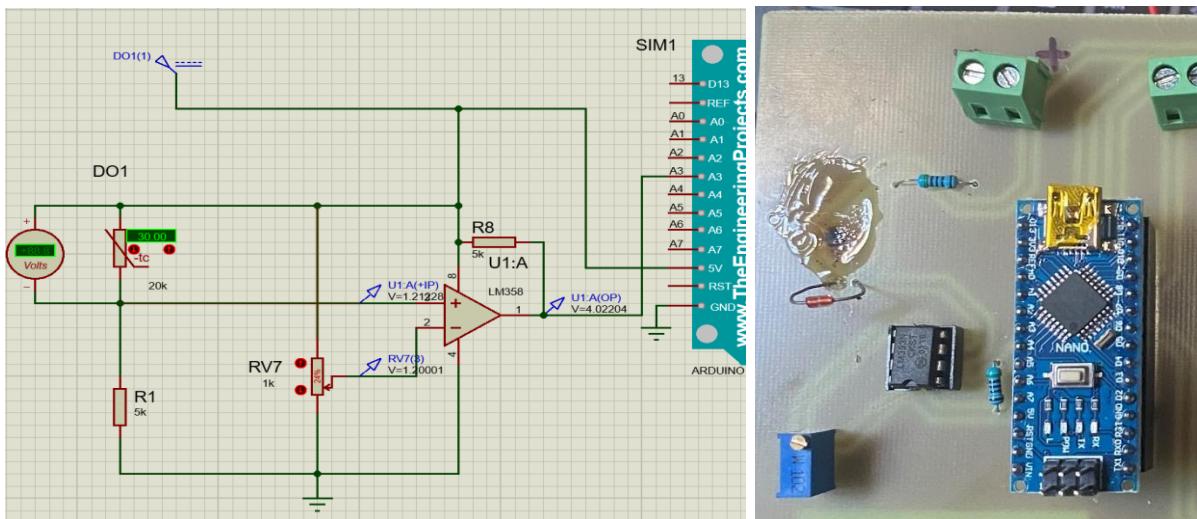
	V _{in}	V _{be} (BJT)	V _{ce} (BJT)	V _{in} / opto	V _{out} / opto	V _{in} / triac	V _{out} / triac	I _{ac}	V _{đèn}	V _{ac}
Mức 1	5V	0,8V	0,2V	1,28 V	0,43V ac	0.54 Vac	27.3V ac	0,0 1A	215	218V
Mức 0	0V	0,01V	4,3V	0.78 V	218V ac	0.01 Vac	218V ac	0.0 1	0	218

Nhận xét :

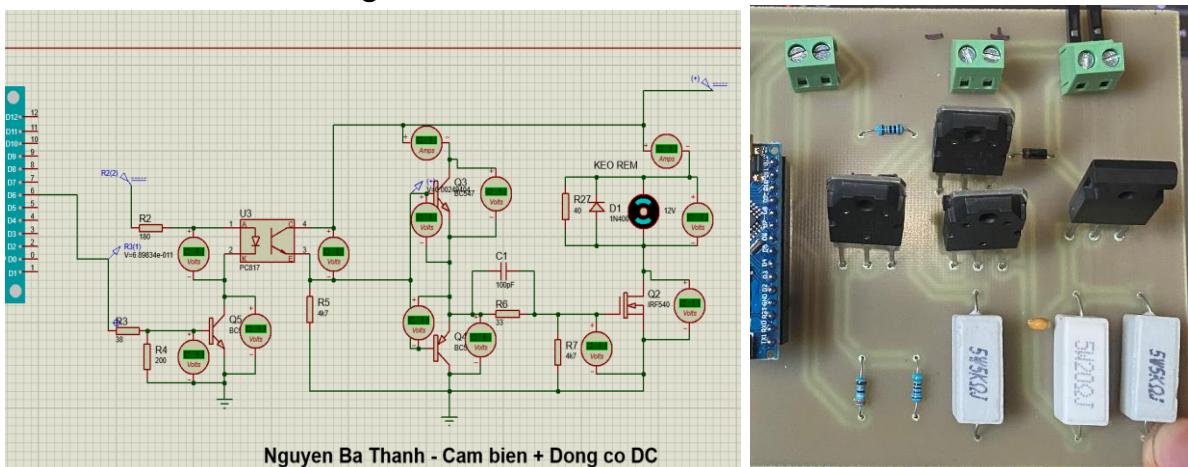
- Ở mức 1:
 - Đối với BJT: $V_{beQ1}=0.8V$ thuộc khoảng (0,8-1,1V)
 - $V_{out}=0.2V$
⇒ BJT hoạt động ổn định
 - Đối với opto : $V_{in}=1.28V$ thuộc khoảng (1-1,3V);
 $V_{out}= 0.43V_{ac}$.
⇒ Opto hoạt động bình thường.
 - Đối với triac: $V_{in}=0.54V$; $V_{out}=27.3V_{ac}$
⇒ Triac hoạt động tốt
 - Ở mức 0:
 - Đối với BJT: $V_{beQ1}=0V$
 - $V_{out}=4.3V$
⇒ BJT hoạt động ổn định
 - Đối với opto : $V_{in}=0.78V$ thuộc khoảng (0.5-0.8V);
 $V_{out}= 219V_{ac}$.
⇒ Opto hoạt động bình thường.
 - Đối với triac: $V_{in}=0.01V$; $V_{out}=220V_{ac}$
⇒ Triac hoạt động tốt
- BJT, opto, triac hoạt động đúng nguyên lý làm việc.

4. Đo kiểm tra khối cảm biến nhiệt độ, động cơ DC

Sơ đồ mạch cảm biến nhiệt độ



Hình 2.19 Sơ đồ mạch khói cảm biến nhiệt độ mô phỏng và thực tế
Sơ đồ mạch khói động cơ DC



Hình 2.20 Sơ đồ mạch khói điều khiển động cơ DC mô phỏng và thực tế

Kiểm tra nguyên lý làm việc

Khối cảm biến nhiệt độ

	V_{in}	V_{NTC}	V_{out}
Mức 1	5V	1,9V	4,98V
Mức 0	0V	3,65V	0,03V

Khối điều khiển động cơ

	V_{IN}	$V_{BE/Q3}$	$V_{CE/Q3}$	V_{12}	V_{34}	V_{GS}	V_{DS}	V_{DC}	I_{DC}
Mức 1	5V	0,57V	0,69V	1,21V	0,11V	23,1V	0,06V	24 V	2,8A
Mức 0	0V	0V	23,9V	0V	23,9V	0V	24V	0 V	0A

Nhận xét kết quả đo

Khi đưa mỏ hàn vào, nhiệt độ cao

Mức cao: Điện áp 2 đầu nhiệt trở là 1,9V

chân 1 Opamp 4,98 V

chân 2 Opamp 2,64 V

chân 3 Opamp 3,84 V

Opamp hoạt động tốt và đầu ra chân 1 mức cao đủ điện áp yêu cầu

Khi không đưa mỏ hàn vào, nhiệt độ thấp

Mức thấp: Điện áp 2 đầu nhiệt trở là 3,65V

chân 1 Opamp 0,03 V

chân 2 Opamp 2,64 V

chân 3 Opamp 1,56V

Opamp hoạt động tốt và đầu ra chân 1 mức thấp đủ điện áp yêu cầu

$$V_{12} = 1,21V \epsilon (1,1 V \div 1,4 V) \quad \text{đạt}$$

$$V_{34} = 0,11V \epsilon (0 V \div 0,2 V) \quad \text{đạt}$$

$$V_{BE/Q3} = 0,57V \epsilon (0,5 V \div 0,7 V) \quad \text{đạt}$$

$$V_{CE/Q3} = 0,69V \epsilon (0,5 V \div 0,7 V) \quad \text{đạt}$$

$$V_{GS/FET} = 23,1V \epsilon (23 V \div 24 V) \quad \text{đạt}$$

$$V_{DS/FET} = 0,06V \epsilon (0 V \div 0,2 V) \quad \text{đạt}$$

$$V_{DC} = 24 V \epsilon (23 V \div 24 V) \quad \text{đạt}$$

$$I_{DC} = 2,8A \epsilon (2.5A \div 3A) \quad \text{đạt}$$

5. Viết chương trình điều khiển:

```

void setup() {
    pinMode(A2, INPUT); // Cài đặt chân A2 là input
    pinMode(A3, INPUT); // Cài đặt chân A3 là input

    pinMode(6, OUTPUT); // Cài đặt chân 6 là output
    pinMode(9, OUTPUT); // Cài đặt chân 9 là output
}

void loop() {
    int inputState1 = digitalRead(A2); // Đọc trạng thái chân A2
    int inputState2 = digitalRead(A3); // Đọc trạng thái chân A3

    if (inputState1 == HIGH) {
        digitalWrite(9, HIGH); // Chân 9 dẫn
    } else {
        digitalWrite(9, LOW); // Chân 9 tắt
    }
    if (inputState2 == LOW) {
        digitalWrite(6, HIGH); // Chân 6 dẫn
    } else {
        digitalWrite(6, LOW); // Chân 6 dẫn ngược lại
    }
}

```

6. Kiểm tra mạch tổng thể hệ thống mạch nhà kính:

Mạch nguồn cung cấp điện áp 24V, khi có tải dòng 3A đạt yêu cầu đề bài

Động cơ DC hoạt động 24V, dòng 2,8A đạt yêu cầu đề bài

Động cơ AC hoạt động giữa 2 đầu Triac 28 đạt yêu cầu đề bài

Thông kê kết quả kiểm tra hệ thống:

Hệ thống tương đối ổn định, mạch chạy tốt, đáp ứng yêu cầu đề bài

Phân tích và nhận xét

Mosfet IRF540 khi sử dụng dòng 3A không chịu nổi, dễ cháy nên cần thay Mosfet 25N120 chịu được dòng lớn hơn

Cần mắc trở song song với motor để tăng dòng từ 1,33 A lên 2,8A

III. Nhận xét:

Phân tích ưu nhược điểm của mạch:

Ưu điểm:

- Hiệu quả: Cảm biến ánh sáng và độ ẩm có thể dễ dàng phát hiện sự thay đổi ánh sáng và độ ẩm trong môi trường, giúp mở rèm và bơm nước kịp thời, tăng năng suất cây trồng
- Tính tự động: Hệ thống hoạt động tự động mà không cần sự can thiệp của con người, giảm bớt công việc quản lý và giám sát.

Nhược điểm:

- Độ nhạy của cảm biến: Cảm biến ánh sáng có thể bị ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường như ánh sáng mạnh, dẫn đến việc phát hiện không chính xác.
- Sai sót: Hệ thống có thể gặp phải những trường hợp phát hiện sai sót, khiến cho rèm đóng lại không mong muốn
- Phụ thuộc vào điện năng: Hệ thống yêu cầu nguồn điện để hoạt động, vì vậy nếu có sự cố với nguồn điện, hệ thống có thể trở nên vô dụng.
- Chi phí: Việc cài đặt và bảo trì hệ thống có thể tốn kém, đặc biệt là khi cần sửa chữa hoặc thay thế các linh kiện bị hỏng.

Cách khắc phục nhược điểm:

- Độ nhạy của cảm biến: Để giảm thiểu ảnh hưởng của ánh sáng mạnh, có thể sử dụng các bộ lọc hoặc mặt kính chắn ánh sáng để điều chỉnh độ nhạy của cảm biến. Ngoài ra, việc cài đặt cảm biến ở vị trí chiến lược cũng quan trọng để tránh các nguồn sáng ngoài.
- Sai sót: Cần kiểm tra và hiệu chỉnh định kỳ các thiết lập và calibrations của hệ thống để đảm bảo cảm biến hoạt động chính xác. Đồng thời, cần thường xuyên kiểm tra và bảo dưỡng hệ thống để phát hiện và khắc phục sớm các sự cố.
- Phụ thuộc vào điện năng: Để giảm thiểu tác động của sự cố về nguồn điện, có thể sử dụng hệ thống dự phòng hoặc nguồn điện dự trữ như pin dự phòng. Đồng thời, việc sử dụng công nghệ tiết kiệm năng lượng và hiệu suất cao cũng có thể giúp giảm thiểu tác động của sự cố về nguồn điện.
- Chi phí: Cần tìm kiếm các giải pháp kỹ thuật và công nghệ tiên tiến nhằm giảm thiểu chi phí cài đặt và bảo trì hệ thống. Ngoài ra, việc lựa chọn các nhà cung cấp linh kiện và dịch vụ uy tín và có kinh nghiệm cũng là một cách để giảm thiểu chi phí và đảm bảo chất lượng của hệ thống.

Tính ứng dụng của hệ thống:

- Hệ thống mạch nhà kính này có ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực và có thể cải thiện năng suất cây trồng:
- Khu nông nghiệp: hệ thống có thể được sử dụng để tự động bơm nước và mở rèm để nhận ánh sáng làm tăng năng suất cây, không còn phụ thuộc vào con người.