

Bài 5: MẠCH BJT NGẮT DẪN

1.1 Mục tiêu:

Sau khi thực hiện xong bài thực hành, sinh viên có khả năng:

- Giải thích được nguyên lý hoạt động của transistor BJT ở chế độ ngắt dẫn.
- Ráp đúng và đo đặc chính xác các mạch ứng dụng transistor BJT hoạt động ở chế độ ngắt dẫn: các mạch tạo cổng logic đơn giản, mạch dao động đa hài, mạch Flip Flop RS, mạch dao động đơn ổn, mạch cảm biến ánh sáng...
- Biết tính toán, thiết kế các mạch ứng dụng của BJT ngắt dẫn.

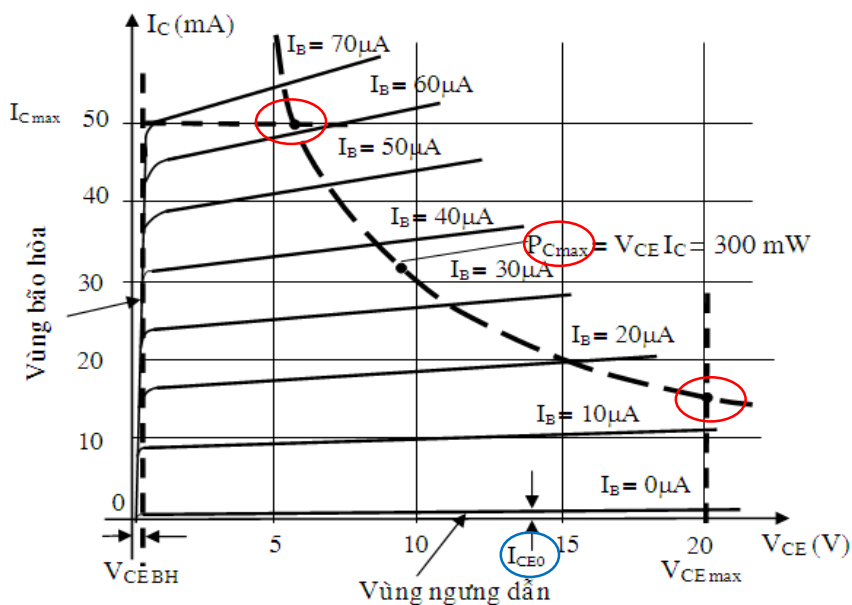
1.2 Nội dung:

1.2.1 Ba chế độ làm việc của BJT

BJT có 3 chế độ làm việc:

- Chế độ khuếch đại: tiếp giáp B-E được phân cực thuận, tiếp giáp B-C được phân cực ngược.
- Chế độ ngắt: cả B-E và B-C đều phân cực ngược.
- Chế độ dẫn bão hòa: cả B-E và B-C đều phân cực thuận.

Đặc tuyến ngõ ra của BJT với biểu diễn 3 chế độ làm việc / 3 vùng làm việc:



Hình 5-1. Đặc tuyến ngõ ra của BJT

So sánh 3 chế độ làm việc của BJT:

Ngưng dẫn	Khuếch đại	Dẫn bão hòa
$V_{BE} < V_Y$	$V_{BE} = V_Y$	$V_{BE} > V_Y$
$I_B = 0$	$I_B \neq 0$	$I_B \neq 0$
$I_C = 0$	$I_C = \beta I_B$	$I_C = I_{CBH}$
$V_{CE} = V_{CC}$	$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$	$V_{CE} = V_{CEBH}$

Bảng 5-1. So sánh 3 chế độ làm việc của BJT

1.2.2 Tiêu chuẩn TTL và CMOS

a. Tiêu chuẩn TTL:

$V_{OH} = 2,4$ đến 5 V

$V_{OL} = 0$ đến $0,4$ V

$V_{IH} = 2$ đến 5 V

$V_{IL} = 0$ đến $0,8$ V

b. Tiêu chuẩn CMOS:

$V_{OH} = 4$ đến 5 V

$V_{OL} = 0$ đến $0,5$ V

$V_{IH} = 3,5$ đến 5 V (4000, 4500, 14000, 14500, 74C, 74HC)

$V_{IL} = 0$ đến $1,5$ V (4000, 4500, 14000, 14500, 74C, 74HC)

Riêng loại 74HCT thì giống các loại TTL

PHIẾU BÁO CÁO

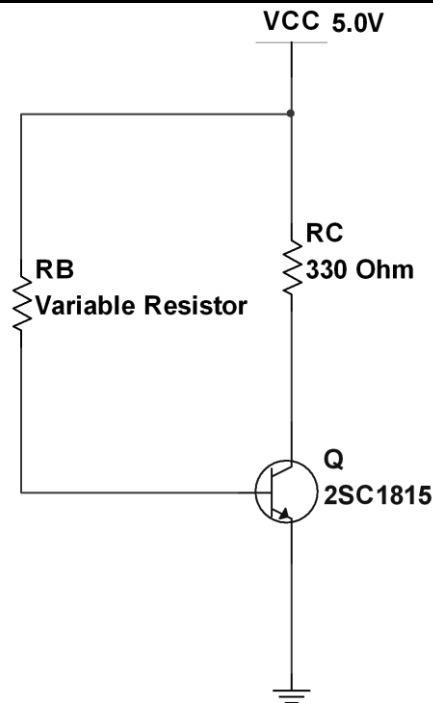
Phần 0: Đánh giá của giảng viên

STT	Đánh giá	Điểm	Ghi chú
1	Phần 1: Khảo sát 3 chế độ làm việc của BJT	1	
2	Phần 2: Mạch cổng logic (chọn 1 trong 4 mạch)	1	
3	Phần 3: Mạch dao động đa hài	1,5	
4	Phần 4: Mạch dao động đơn ổn	1	
5	Phần 5: Mạch Flip Flop RS	1,5	
6	Phần 6: Mạch cảm biến ánh sáng điều khiển động cơ	1,5	
7	Phần 7: Mạch cảm biến ánh sáng tự động mở đèn	1,5	
8	Thái độ	1	
	Tổng điểm		

Bảng 5-2. Đánh giá của giảng viên

Phần 1: Khảo sát 3 chế độ làm việc của BJT

Ráp mạch như hình sau:



Hình 5-2. Mạch BJT với các giá trị R_B khác nhau

Điền vào bảng sau:

	$R_B = 3,3 \text{ KOhm}$	$R_B = 200 + 3,3 \text{ KOhm}$	$R_B = 2 \text{ MOhm}$
Điều kiện cho biết	$V_{CE} = 0,2 \text{ V}$	$V_{CE} = 2 \text{ đến } 3 \text{ V}$	$V_{CE} = 4,95 \text{ V}$
Đo lại V_{CE}			
Đo lại I_C			
Chế độ làm việc			

Bảng 5-3. Kết quả đo dòng, áp khi thay đổi giá trị R_B .

Dựa vào kết quả đo hãy trả lời các câu hỏi:

1. So sánh các giá trị đo được V_{CE} , I_C với giá trị lý thuyết.

[illegible]

- 2. Khi tăng RB thì BJT sẽ dẫn điện mạnh hơn hay yếu hơn.**

.....

.....

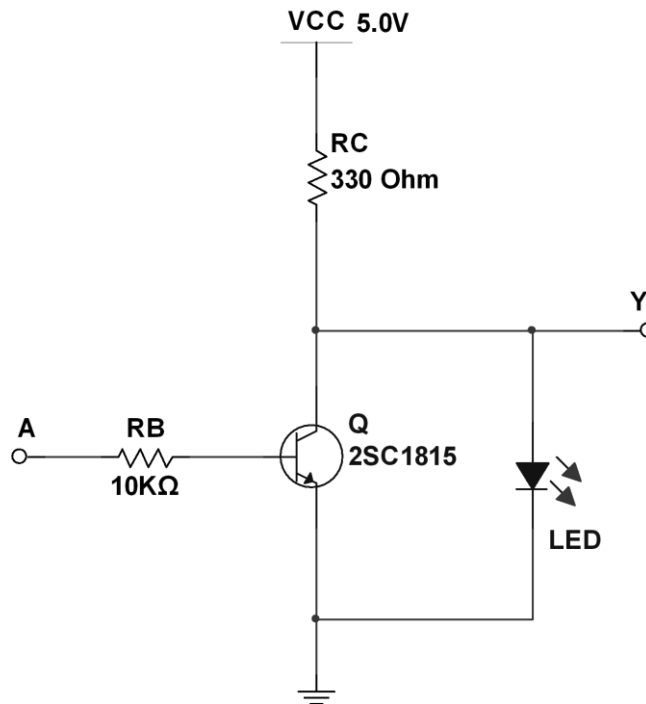
.....

.....

Phần 2: Mạch cổng logic

a. Mạch cổng logic NOT

Ráp mạch như hình sau:



Hình 5-3. Mạch cổng logic NOT

Đo và điền vào 2 bảng sau:

V_A	0V	5V
V_{BE}		
V_{LED}		
I_{Rc}		

Bảng 5-4. Kết quả đo dòng, áp khi thay đổi giá trị R_B .

V_A	0	1
V_{LED}		

Bảng 5-5. Kết quả đo theo mức logic (Bảng sự thật).

Dựa vào kết quả đo hãy trả lời các câu hỏi:

1. Khi ngõ vào $A=5V$. Giải thích nguyên lý hoạt của mạch điện.

.....

.....

.....

.....

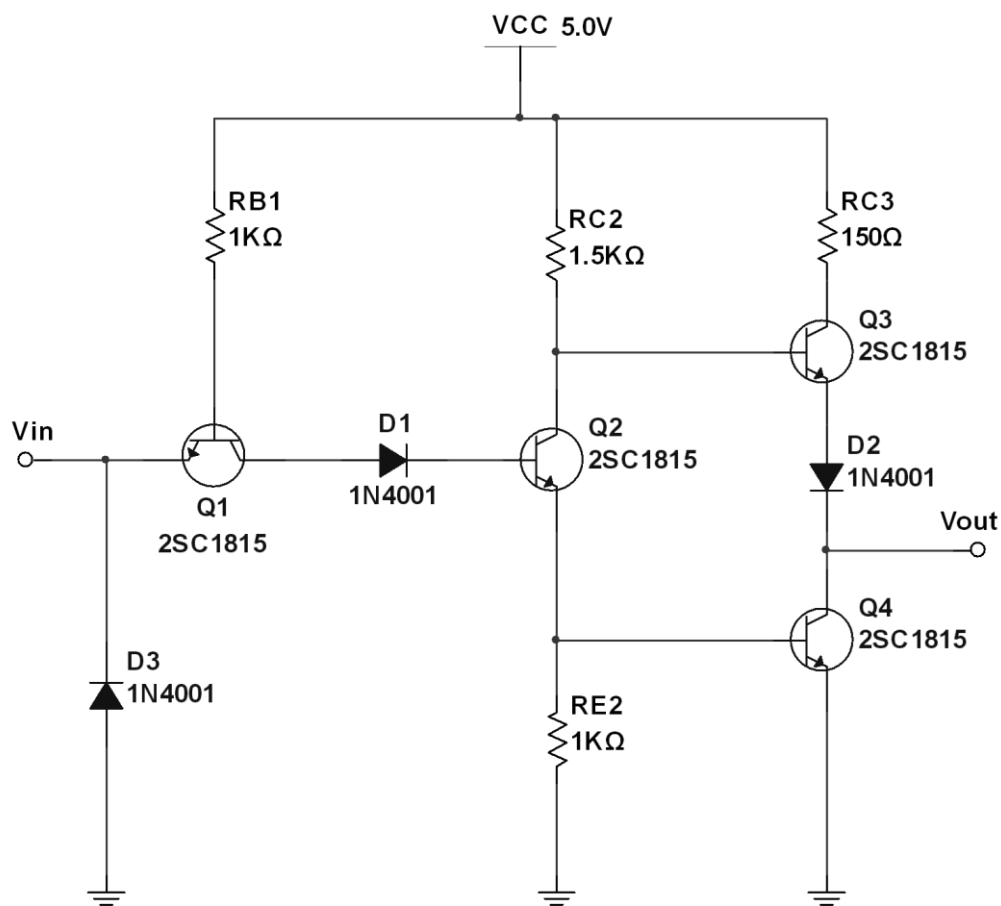
2. Ứng dụng của mạch cổng logic NOT là gì?

.....

.....

b. Mạch cổng logic NOT thực tế

Ráp mạch cổng NOT thực tế như hình sau:



Hình 5-4. Mạch cổng logic NOT thực tế.

Điền vào bảng như sau:

V_{in}	0	1
V_{out}		

Bảng 5-6. Kết quả đo theo mức logic.

Dựa vào kết quả đo hãy thực hiện yêu cầu sau đây:

1. Mô phỏng mạch điện cổng logic NOT khi $V_{in}=0V$.

.....

.....

.....

.....

2. Mô phỏng mạch điện cổng logic NOT khi $V_{in}=5V$.

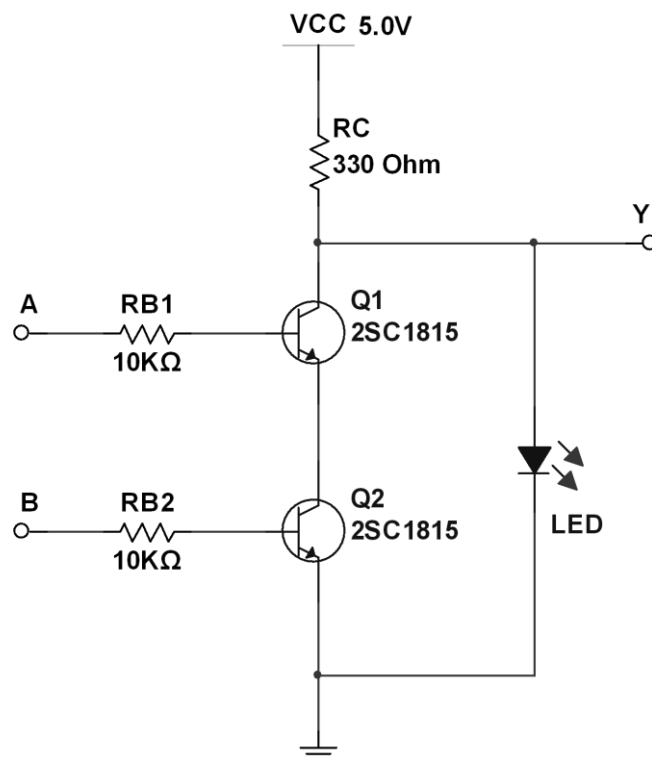
Hướng dẫn mô phỏng:

STT	Linh kiện	Ký hiệu linh kiện
1	Resistor (1,5K; 1Kx2; 150Ohm)	Place Basic
2	Diode (1N4001x3)	Place Diode
3	Transistor (2SC1815x4)	Place Transistor
4	Power (5Vdc)	Place Source
5	GND (0Vdc)	Place Source
6	Global connector (Vin, Vout)	Place Source

Bảng 5-7. Hướng dẫn mô phỏng mạch cổng logic NOT

c. Mạch cổng logic NAND

Ráp mạch như hình sau. Đây là mạch cổng logic tên gì?



Hình 5-5. Mạch cổng logic NAND

Đo và điền vào 2 bảng sau:

A	B	Vout
---	---	------

0V	5V	
0V	0V	
5V	5V	
5V	5V	

Bảng 5-8. Kết quả đo Vout của cổng logic NAND

A	B	Vout
0	1	
0	0	
1	1	
1	0	

Bảng 5-9. Kết quả đo Vout theo mức logic của cổng logic NAND

Dựa vào kết quả đo hãy thực hiện yêu cầu sau đây:

1. Mô phỏng mạch điện cổng logic NAND khi Vin=0V.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mô phỏng mạch điện cổng logic NAND khi Vin=5V.

.....

.....

.....

.....

.....

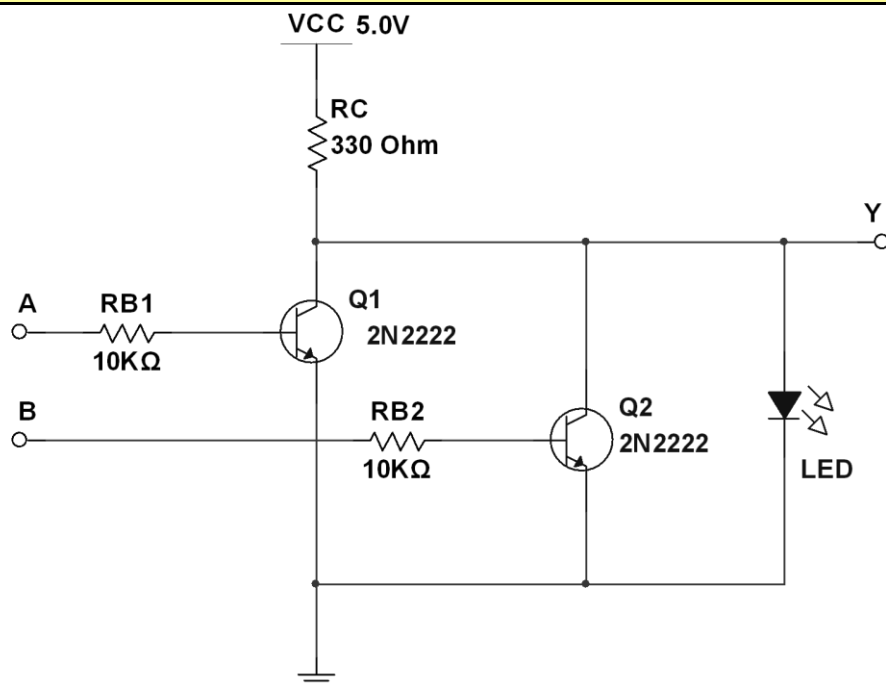
Hướng dẫn mô phỏng:

STT	Linh kiện	Ký hiệu linh kiện
1	Resistor (1Kx2; 330Ohm)	Place Basic
2	LED (1N4001)	Place Diode
3	Transistor (2SC1815x2)	Place Transistor
4	Power (5Vdc)	Place Source
5	GND (0Vdc)	Place Source
6	Global connector (A, B, Y)	Place Source

Bảng 5-10. Hướng dẫn mô phỏng mạch cổng logic NAND

d. Mạch cổng logic NOR

Ráp mạch như hình sau. Đây là mạch cổng logic tên gì?



Hình 5-6. Mạch cổng logic NOR

Đo và điền vào 2 bảng sau:

A	B	Vout
0V	5V	
0V	0V	
5V	5V	
5V	0V	

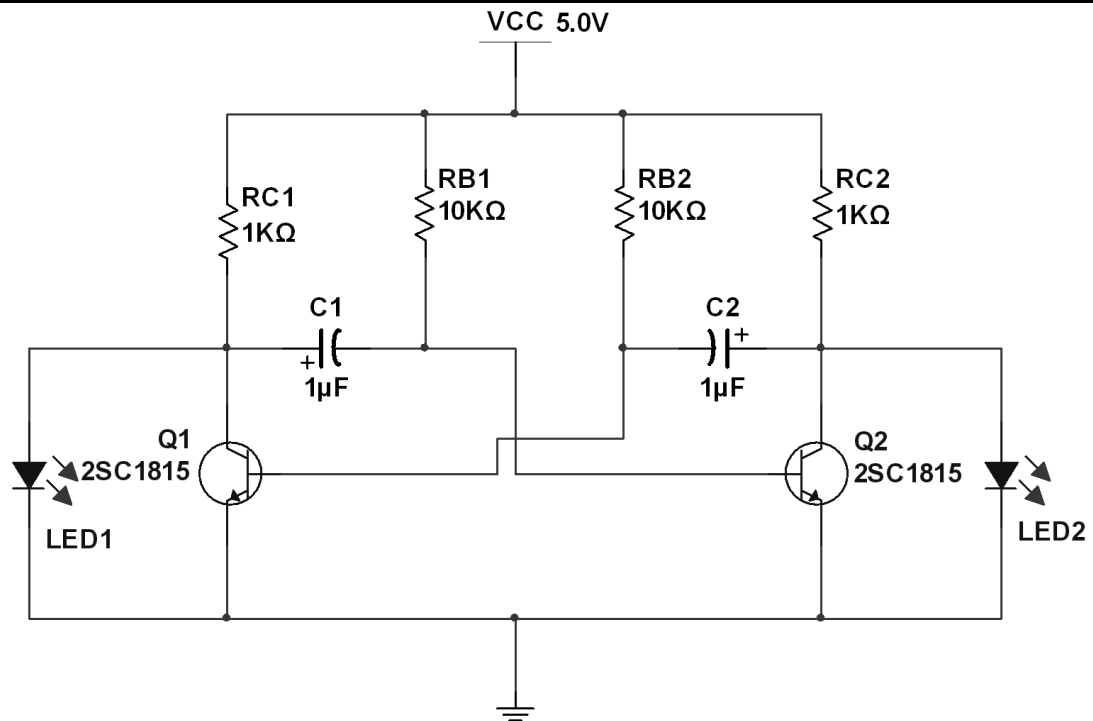
Bảng 5-11. Kết quả đo Vout theo mức logic của cổng logic NAND

A	B	Vout
0	1	
0	0	
1	1	
1	0	

Bảng 5-12. Kết quả đo Vout theo mức logic của cổng logic NAND

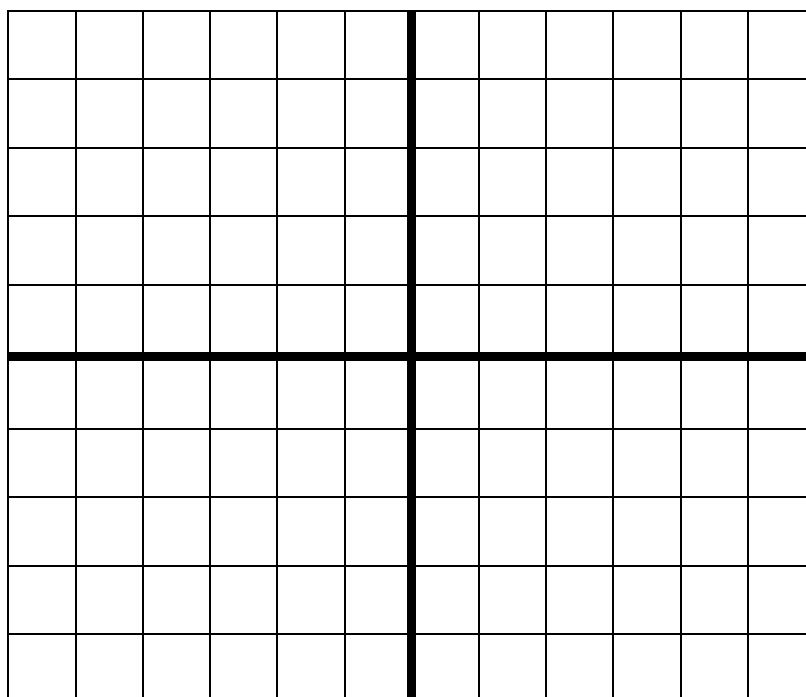
Phần 3: Mạch dao động đa hài

Ráp mạch dao động đa hài như hình sau:



Hình 5-7. Mạch dao động đa hài.

Vẽ dạng sóng trên LED1, LED2 trên cùng đồ thị:



Bảng 5-13. Vẽ dạng sóng ngõ ra.

Dựa vào kết quả đo hãy trả lời các câu hỏi:

1. Cho biết công thức tính chu kỳ ngõ ra.

.....

.....

.....

.....

2. Tính chu kỳ ngõ ra.

.....

.....

.....

.....

.....

3. BJT làm việc ở chế độ nào.

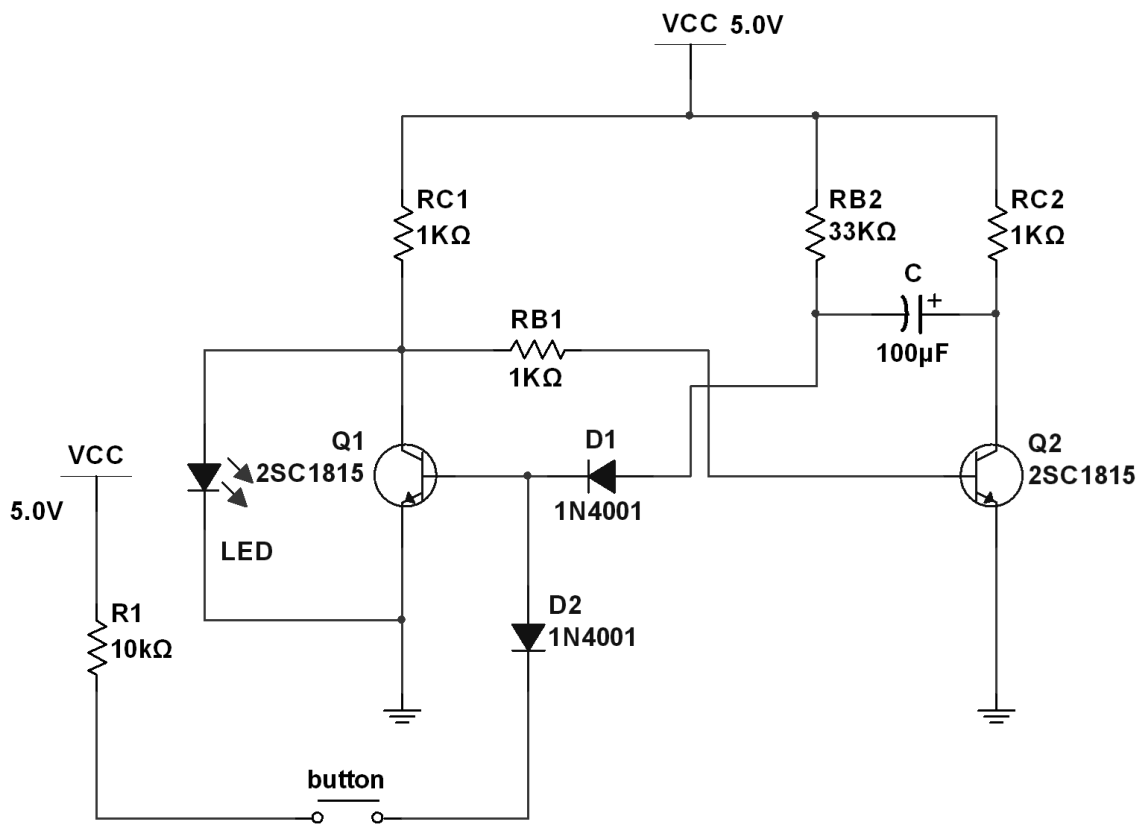
.....

.....

.....

Phần 4: Mạch dao động đơn ổn

Ráp mạch dao động đơn ổn như hình sau.



Key = Space

Hình 5-8. Mạch dao động đơn ổn.

Nhấn button, quan sát hiện tượng của LED.

Dựa vào kết quả quan sát hãy trả lời các câu hỏi:

1. Nguyên lý hoạt động của mạch hình 5-7 là gì?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Thời gian sáng của LED là bao nhiêu?

.....

.....

.....

3. Vẽ sóng Vin, Vout của mạch.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

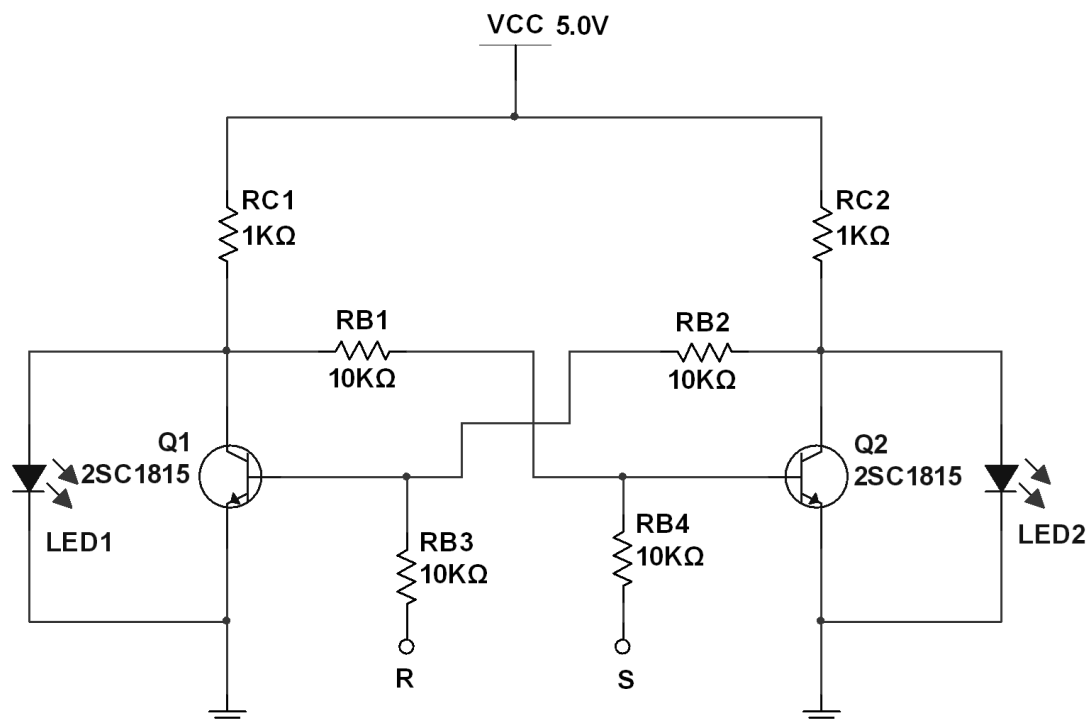
.....

.....

.....

Phần 5: Mạch Flip Flop RS

Ráp mạch dao động đơn ổn như hình sau.



Hình 5-9. Mạch Flip Flop RS.

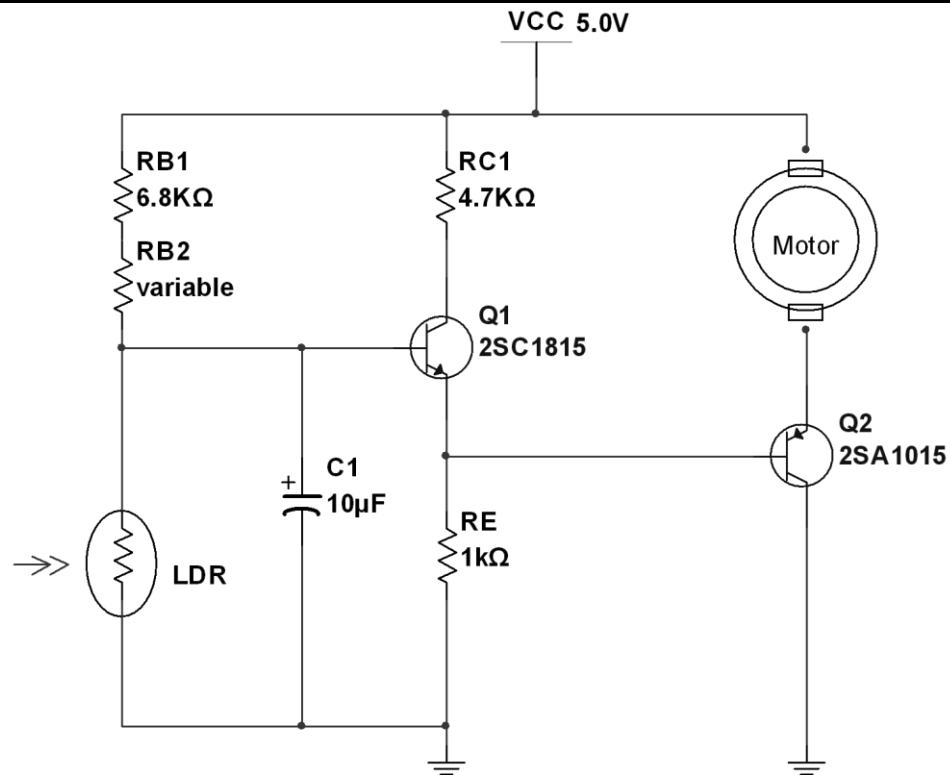
Điền vào bảng sự thật sau:

R	S	LED1	LED2
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Bảng 5-14. Bảng sự thật mạch Flip Flop

Phần 6: Mạch cảm biến ánh sáng điều khiển motor

Ráp mạch điện như sau:



Hình 5-10. Mạch cảm biến ánh sáng điều khiển motor

Dựa vào kết quả đo hãy trả lời các câu hỏi:

1. Tính giá trị R_B để motor quay khi che tối quang trở.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các BJT trong mạch điện tử thì hoạt động chế độ nào?

.....

.....

.....

.....

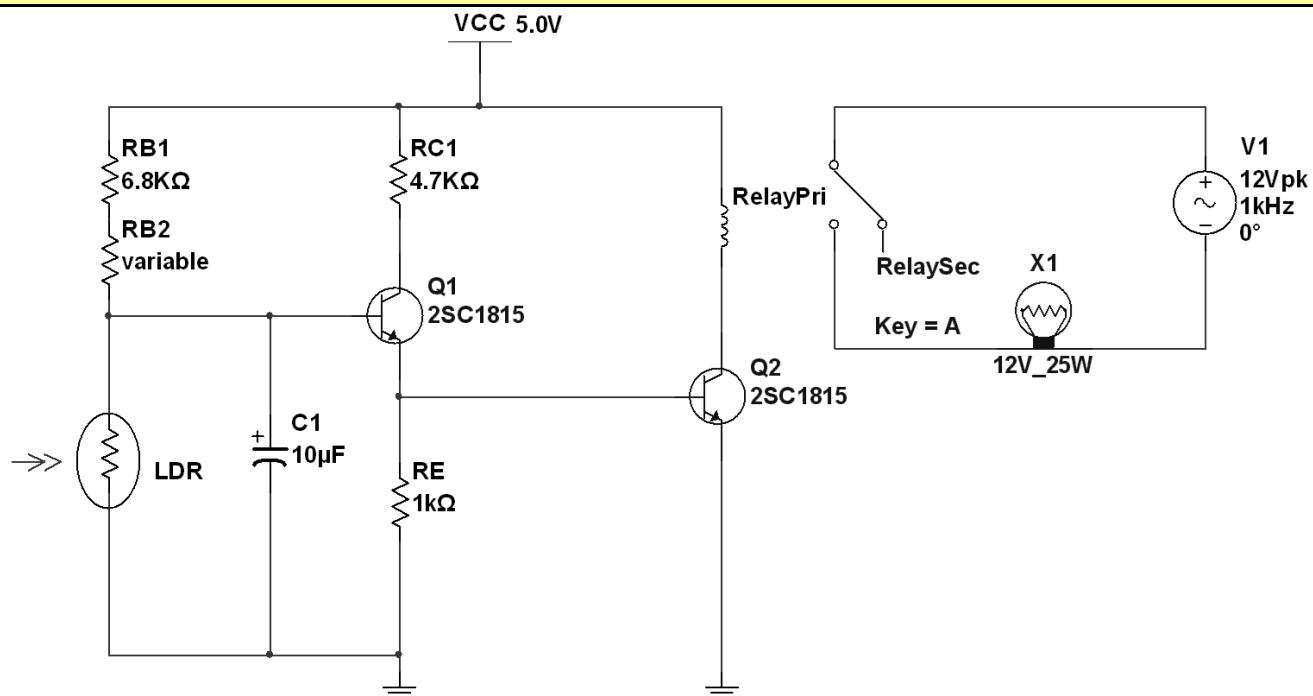
.....

.....

.....

Phần 7: Mạch cảm biến ánh sáng điều khiển bóng đèn

Ráp mạch điện như sau:



Hình 5-11. Mạch cảm biến ánh sáng điều khiển ánh sáng

Dựa vào kết quả đo hãy trả lời các câu hỏi:

1. Tính giá trị R_B để bóng đèn sáng khi che tối quang trở.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các BJT trong mạch điện tử thì hoạt động chế độ nào?

.....

.....

.....

.....

.....

Bài 6: KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN (OP-AMP)

1. Mục tiêu:

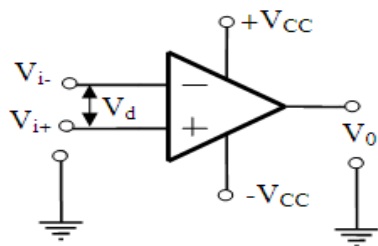
Sau khi thực hiện xong bài thực hành, sinh viên có khả năng:

- Hiểu nguyên lý hoạt động của Op-Amp ở chế độ khuếch đại, thực hiện phép toán, so sánh.
- Ráp đúng và đo đặc chính xác các mạch ứng dụng Op-Amp như: các mạch khuếch đại đảo/ không đảo, khuếch đại cộng đảo/ không đảo, mạch trừ, mạch dao động cầu Wien, mạch tích phân/ vi phân của Op-Amp,...
- Biết tính toán, thiết kế các mạch ứng dụng của Op-Amp.

2. Nội dung:

Operational Amplifier (Op-Amp) có tên tiếng Việt là khuếch đại thuật toán, được chế tạo dưới dạng mạch tích hợp (Integrated Circuit). Ưu điểm của IC nói chung là hoạt động chính xác, ít chịu tác động bởi nhiễu, thay thế, kiểm tra, dịch chuyển dễ dàng, tiện lợi.

Ký hiệu và tính chất lý tưởng của Op-Amp:



Op-Amp lý tưởng có:

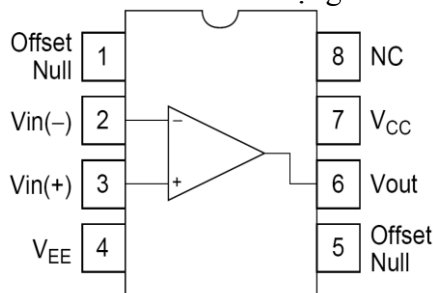
$$I_{in+} = I_{in-} = 0$$

$$V_{in+} = V_{in-}$$

Hình 6-1. Ký hiệu của Op-Amp.

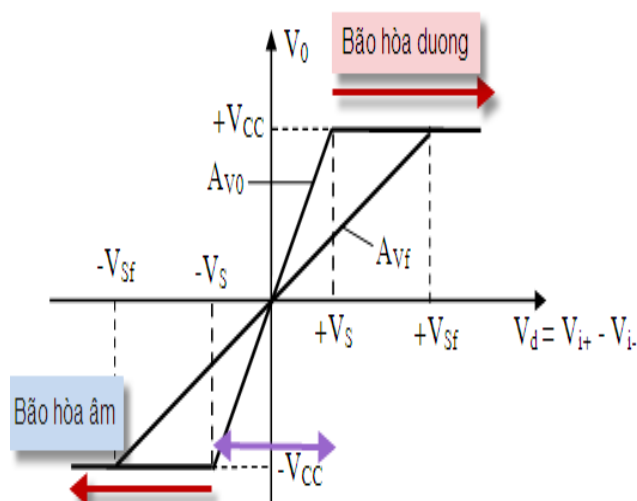
Op-Amp có các tính năng như: khuếch đại; làm toán cộng, trừ, tích phân, vi phân,...; so sánh (V_{out} ở mức cao/thấp). IC Op-Amp thông dụng là IC 741.

Sơ đồ chân và hình dạng của IC741 như sau:



Hình 6-2. Sơ đồ chân và hình dạng của IC 741.

Ba vùng/ chế độ làm việc của Op-Amp:



Hình 6-3. Ba vùng làm việc của Op-Amp.

PHẦN BÁO CÁO

Phần 0: Đánh giá của giảng viên

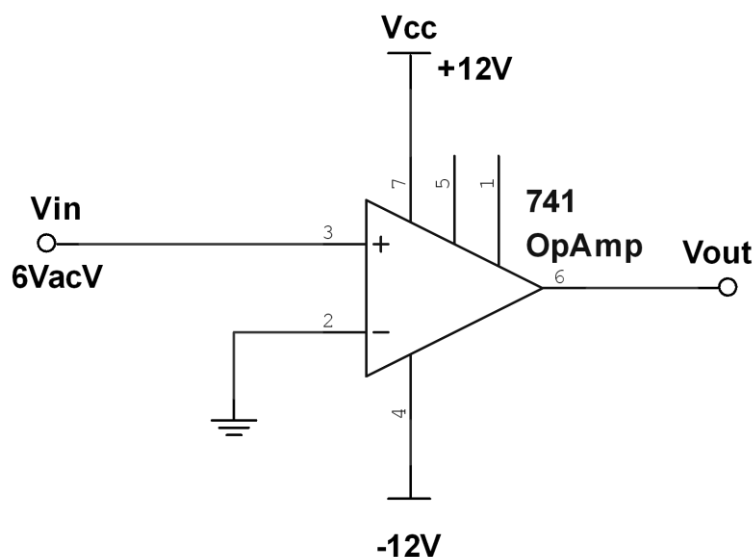
STT	Đánh giá	Điểm	Ghi chú
1	Phần 1: Vẽ đặc tuyến của Op-Amp (thuận và ngược)	1	
2	Phần 2: Mạch khuếch đại đảo	1	
3	Phần 3: Mạch khuếch đại không đảo	1	
4	Phần 4: Mạch khuếch đại cộng đảo	1	
5	Phần 5: Mạch khuếch đại cộng không đảo	1	
6	Phần 6: Mạch trừ	1	
7	Phần 7: Mạch khuếch đại Op-Amp ghép 2 tầng	1	
8	Phần 8: Mạch Op-Amp chuyển đổi (chọn 2 trong 3 mạch sau: mạch chuyển điện áp thành dòng hay mạch chuyển dòng thành điện áp hay mạch khuếch đại dòng)	2	
9	Thái độ	1	
	Tổng điểm		

Bảng 6-1. Bảng đánh giá của giảng viên

Phần 1: Vẽ đặc tuyến của Op-Amp

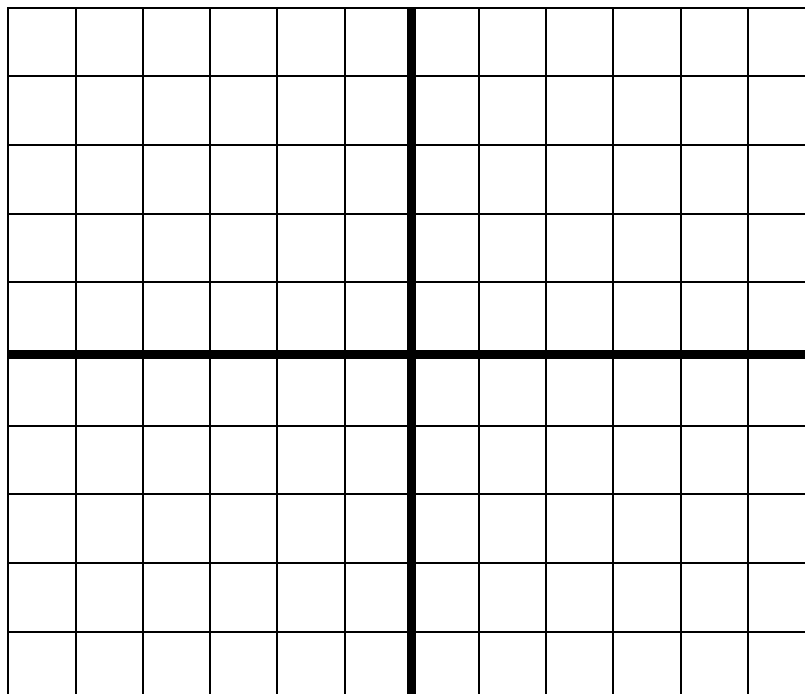
a. Đặc tuyến thuận của Op-Amp

Ráp mạch như hình sau:



Hình 6-4. Mạch Op-Amp để vẽ đặc tuyến thuận.

Dùng OSC để đo vẽ đặc tuyến thuận của Op-Amp:



Bảng 6-2. Đồ thị biểu diễn đặc tuyến thuận của Op-Amp.

Dựa vào kết quả đo hãy trả lời các câu hỏi:

1. Hãy xác định 3 vùng làm việc của Op-Amp trên đặc tuyến thuận.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Op-Amp đang làm việc ở chế độ so sánh hay khuếch đại.

.....

.....

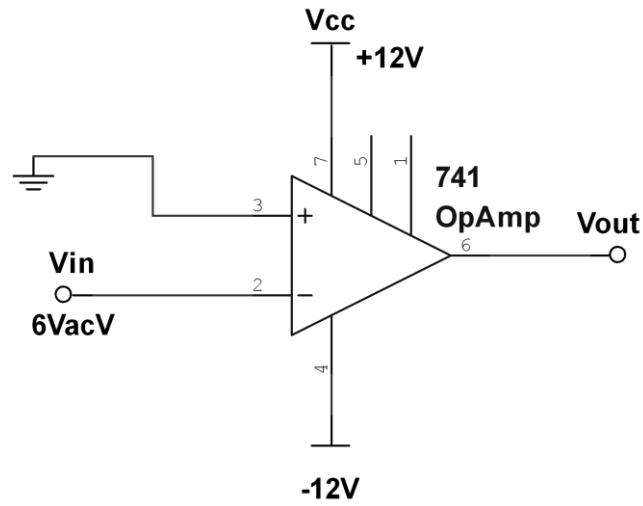
.....

.....

.....

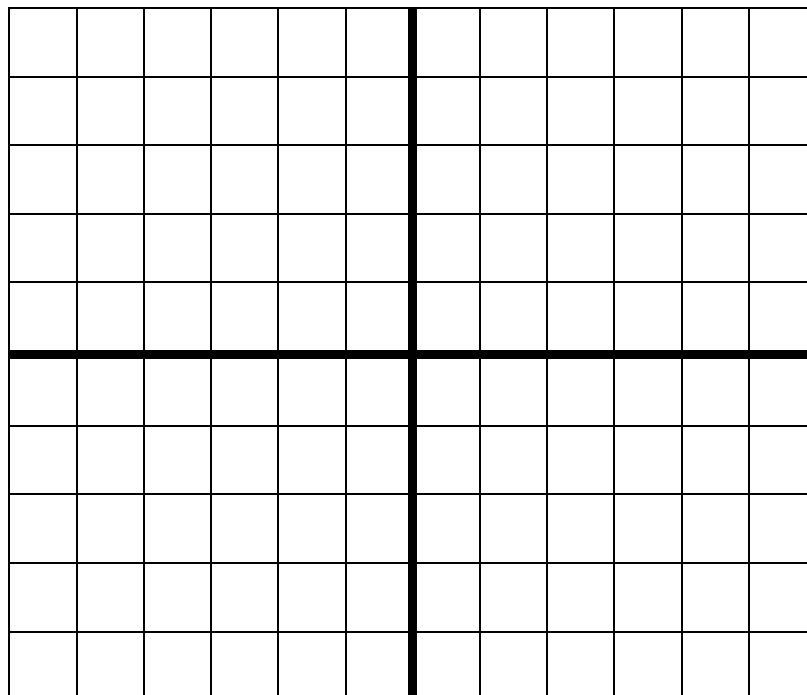
b. Vẽ đặc tuyến ngược của Op-Amp

Ráp mạch như hình sau:



Hình 6-5. Mạch Op-Amp để vẽ đặc tuyến ngược của Op-Amp.

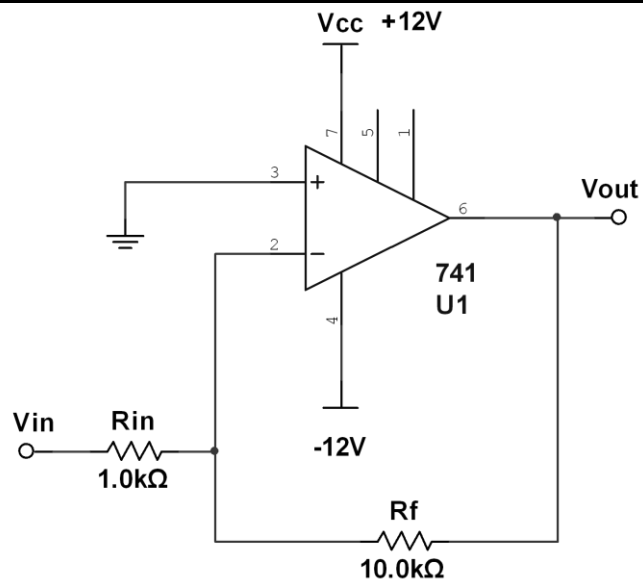
Dùng OSC để đo vẽ đặc tuyến ngược của Op-Amp:



Bảng 6-3. Đồ thị biểu diễn đặc tuyến ngược của Op-Amp.

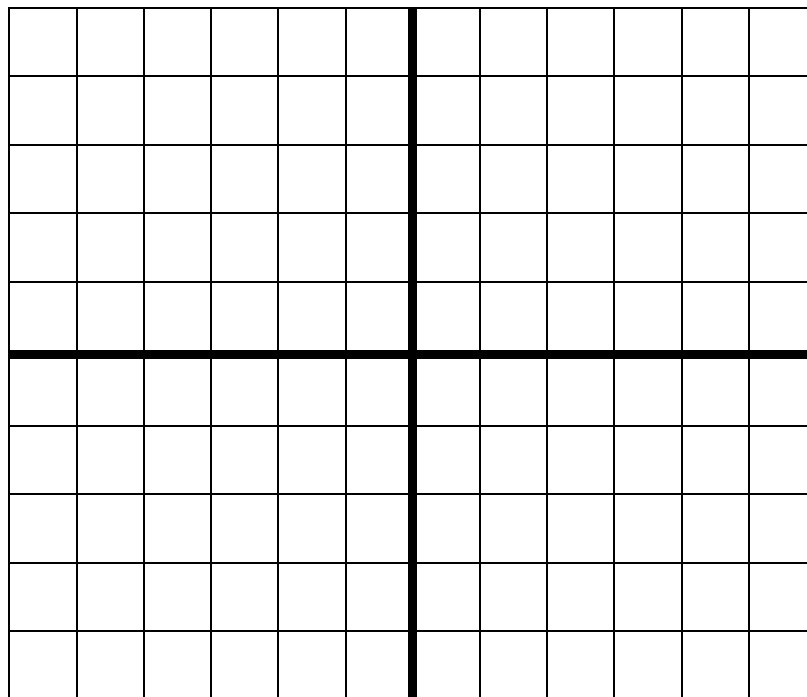
Phần 2: Mạch khuếch đại đảo của Op-Amp

Ráp mạch như hình sau:



Hình 6-6. Mạch khuếch đại đảo của Op-Amp.

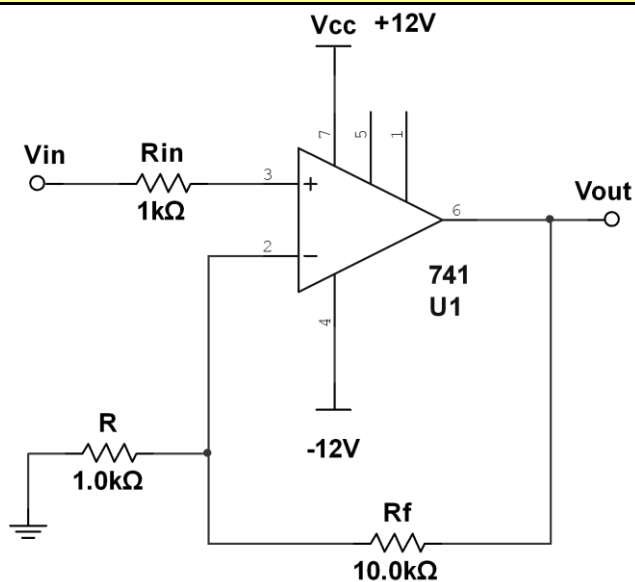
Dùng OSC, vẽ Vin, Vout trên cùng một hệ trục.



Bảng 6-4. Đồ thị biểu diễn điện áp (Vin, Vout) của mạch khuếch đại đảo.

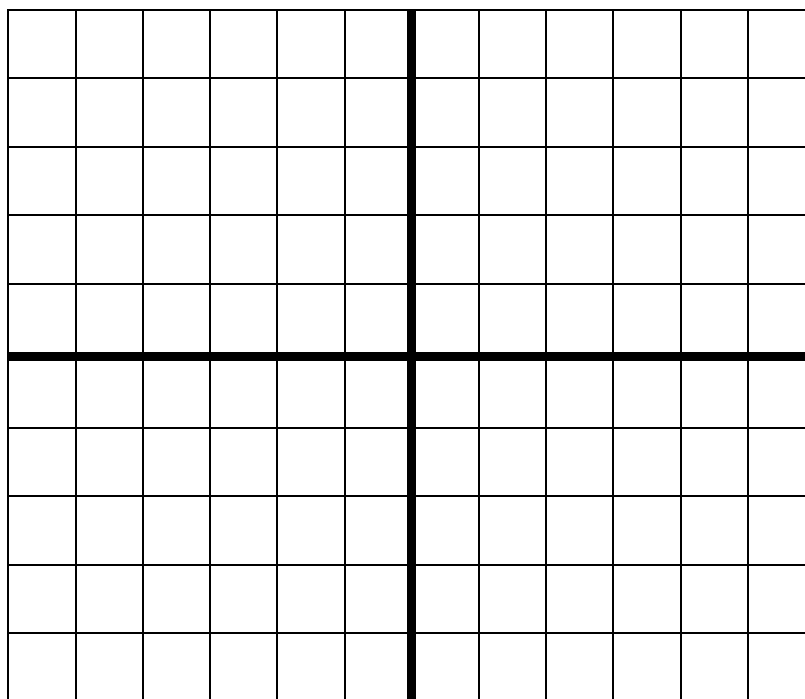
Phần 3: Mạch khuếch đại không đảo của Op-Amp

Ráp mạch như hình sau:



Hình 6-7. Mạch khuếch đại không đảo của Op-Amp.

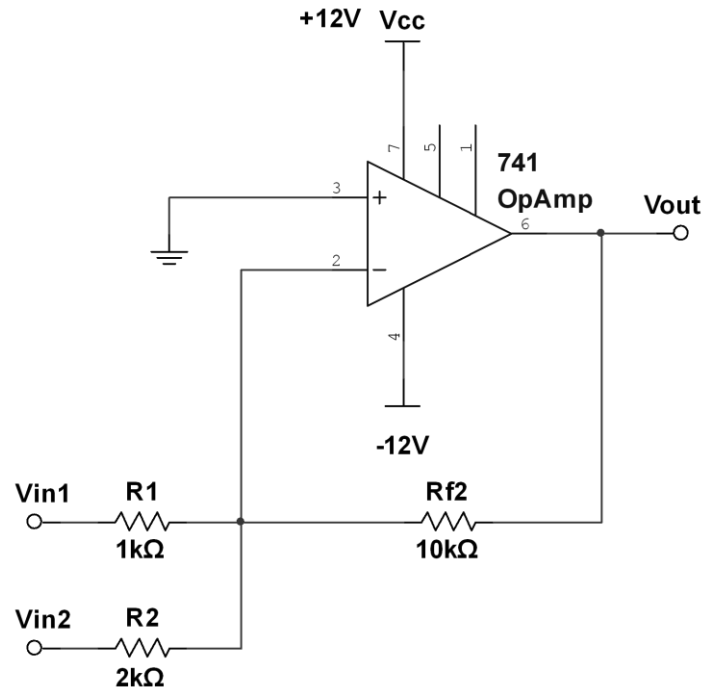
Dùng OSC, vẽ (Vin, Vout) trên cùng một hệ trục.



Bảng 6-5. Đồ thị biểu diễn điện áp (Vin, Vout) của mạch khuếch đại không đảo.

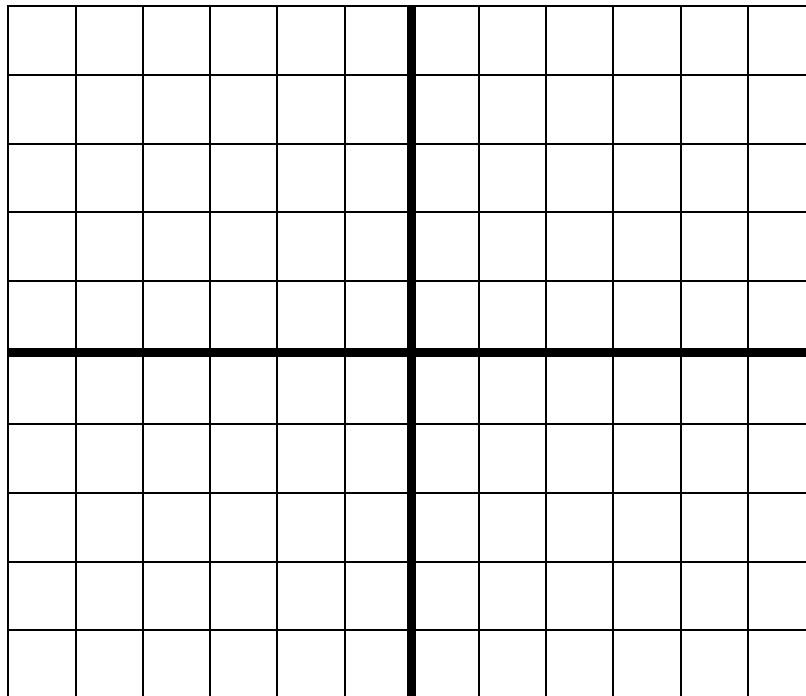
Phần 4: Mạch khuếch đại cộng đảo của Op-Amp

Ráp mạch như hình sau:



Hình 6-8. Mạch khuếch đại cộng đảo của Op-Amp.

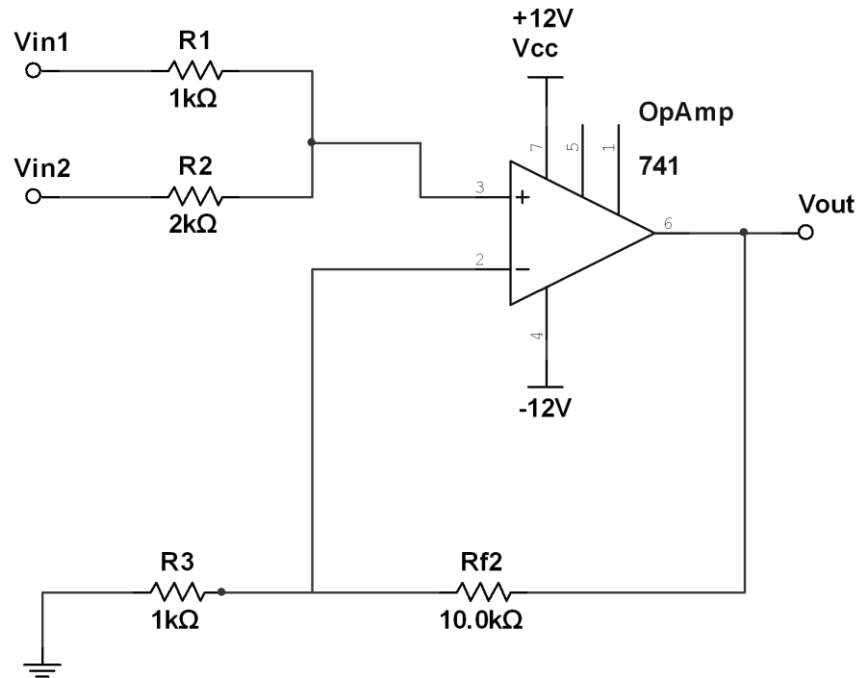
Dùng OSC, vẽ điện áp ngõ ra Vout khi biết Vin1, Vin2.



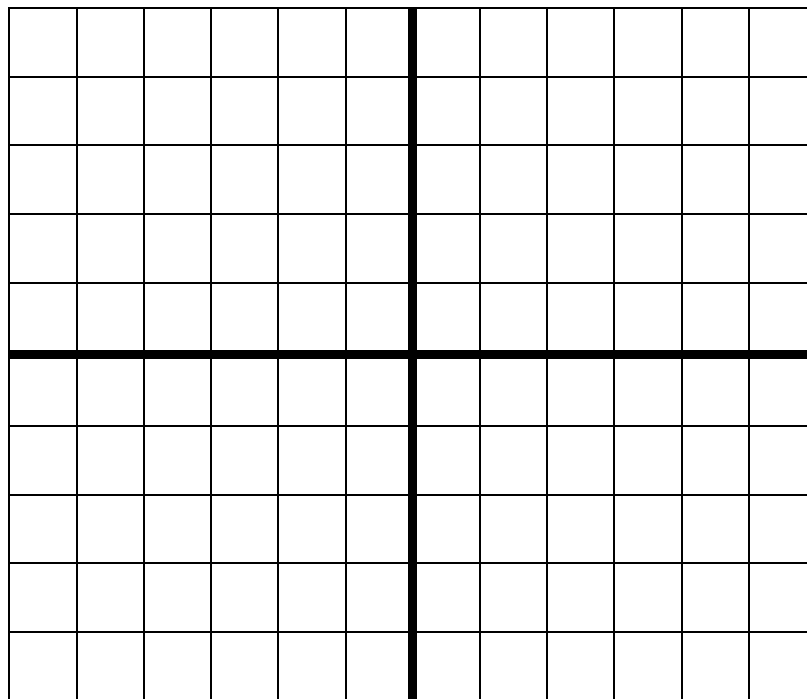
Bảng 6-6. Đồ thị biểu diễn điện áp Vout của mạch khuếch đại cộng đảo.

Phần 5: Mạch khuếch đại cộng không đảo của Op-Amp

Ráp mạch như hình sau:



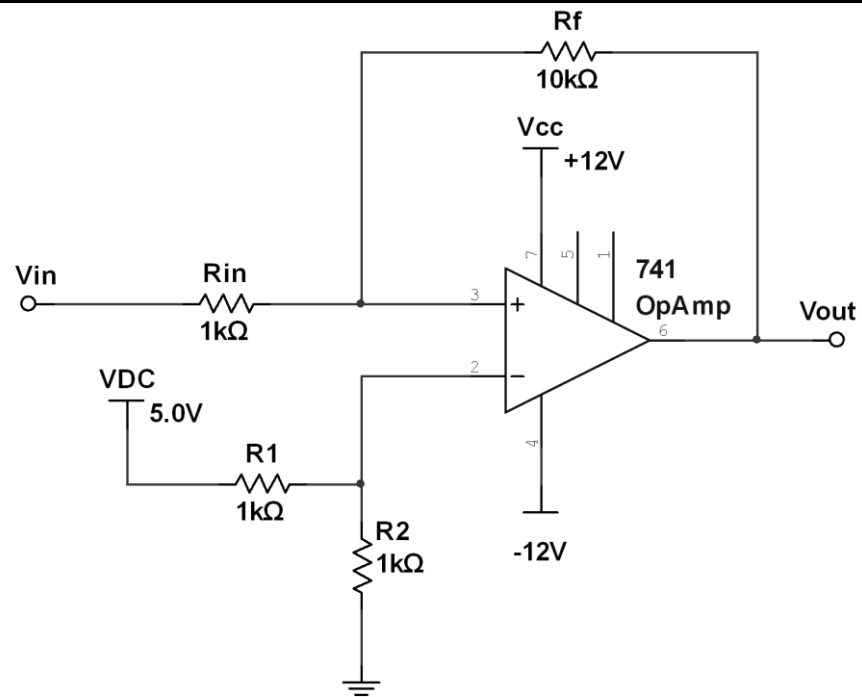
Hình 6-9. Mạch khuếch đại cộng không đảo của Op-Amp.
Dùng OSC, vẽ điện áp ngõ ra Vout khi biết Vin1, Vin2.



Bảng 6-7. Đồ thị biểu diễn điện áp Vout của mạch khuếch đại không đảo.

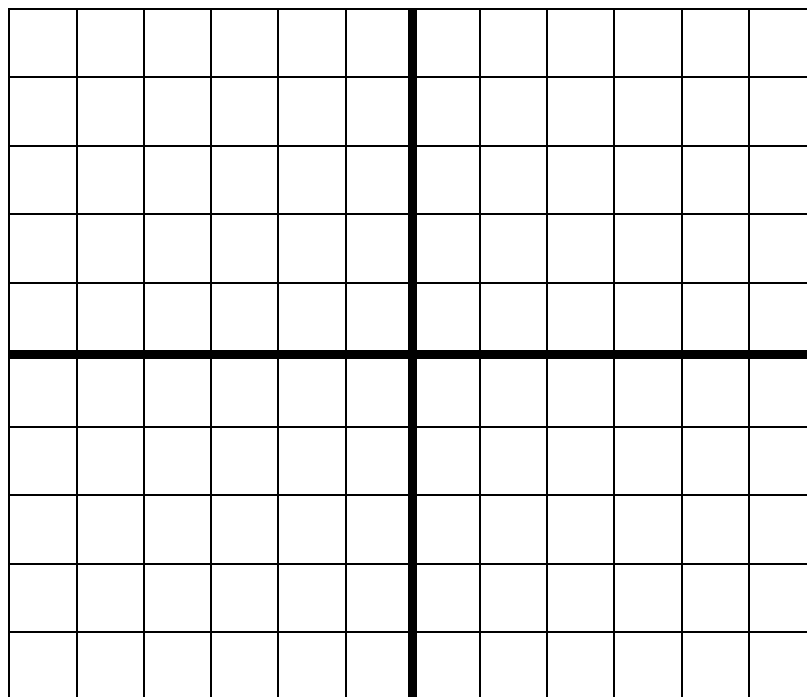
Phần 6: Mạch trừ của Op-Amp

Ráp mạch như hình sau:



Hình 6-10. Mạch trừ của Op-Amp.

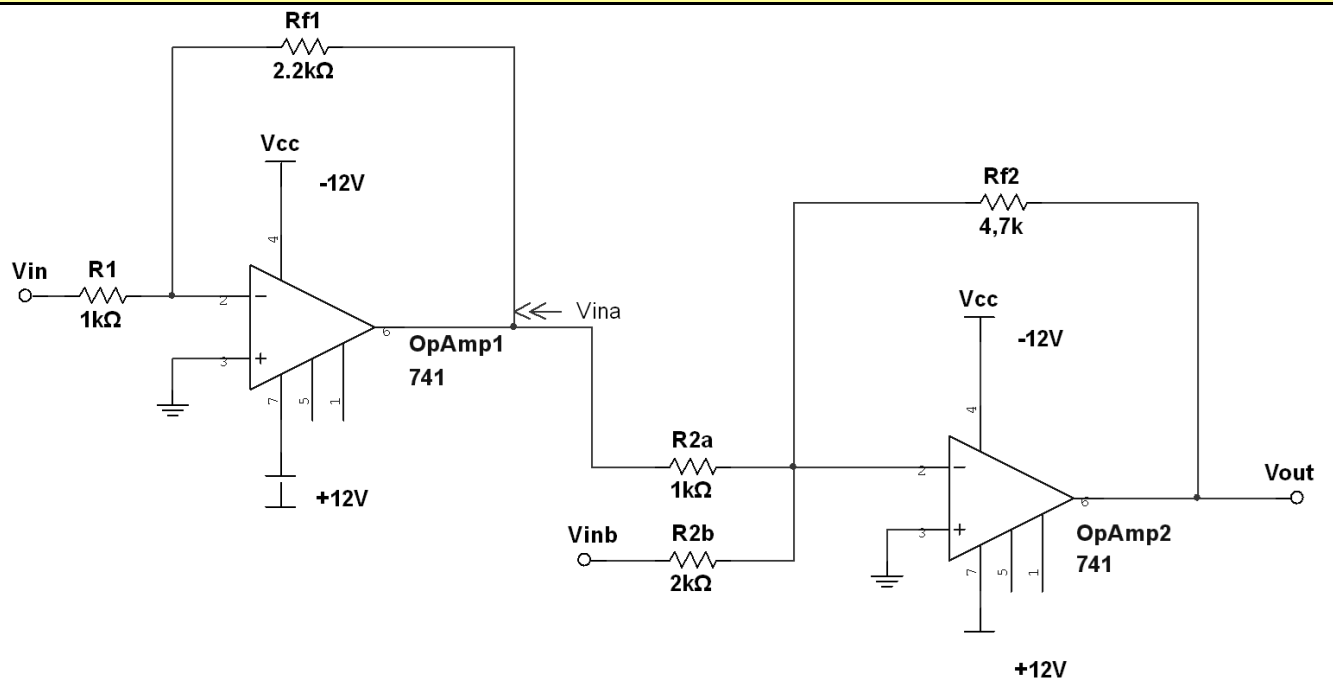
Dùng OSC, vẽ điện áp ngõ ra Vout khi biết Vin.



Bảng 6-8. Đồ thị biểu diễn điện áp Vout của mạch trừ.

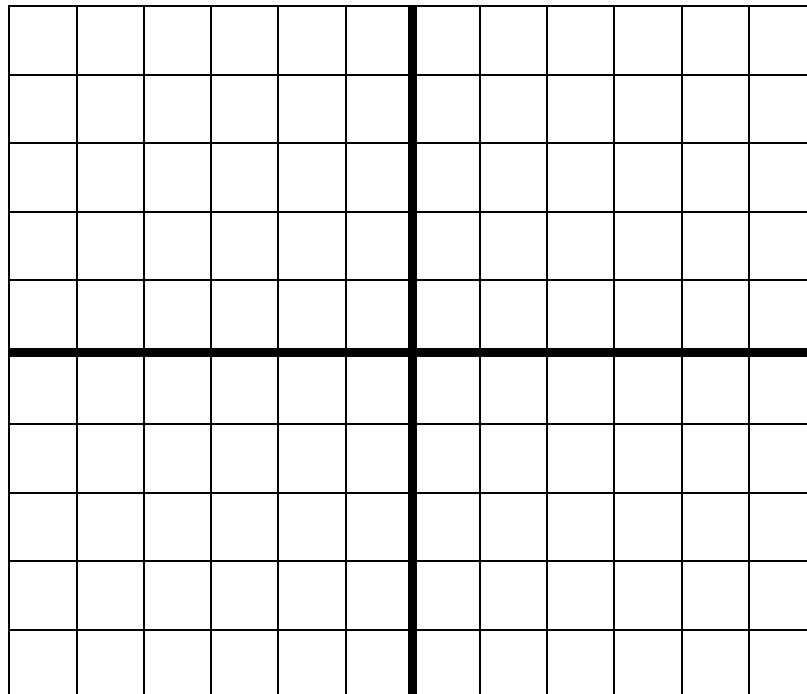
Phần 7: Mạch khuếch đại ghép 2 tầng của Op-Amp

Ráp mạch như hình sau:



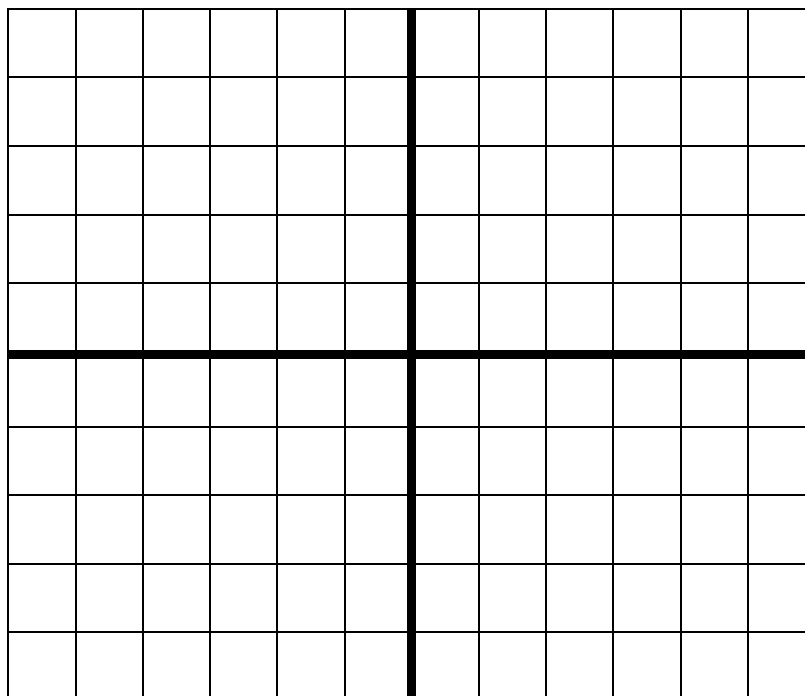
Hình 6-11. Mạch khuếch đại 2 tầng của Op-Amp.

Dùng OSC, vẽ điện áp ngõ ra V_{ina} khi biết V_{in}.



Bảng 6-9. Đồ thị biểu diễn điện áp V_{ina} của mạch khuếch đại 2 tầng.

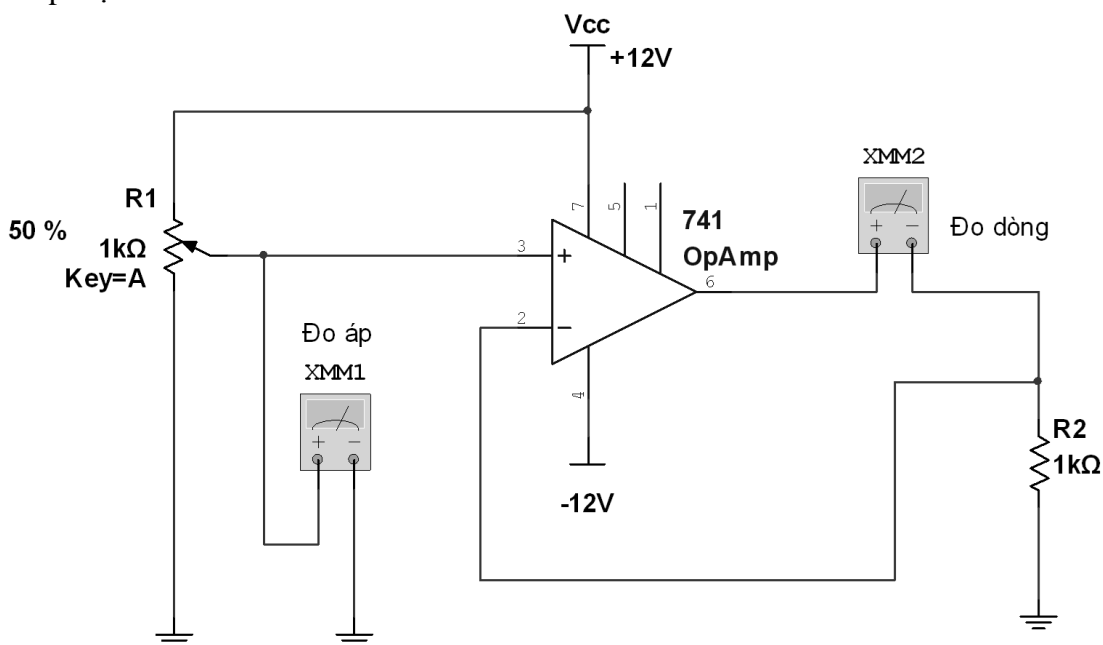
Dùng OSC, vẽ điện áp ngõ ra Vout khi biết Vin.



Bảng 6-10. Đồ thị biểu diễn điện áp Vout của mạch khuếch đại 2 tầng.

Phần 8: Mạch chuyển điện áp thành dòng điện của Op-Amp

Ráp mạch như hình sau:



Hình 6-12. Mạch chuyển điện áp thành dòng điện của Op-Amp.

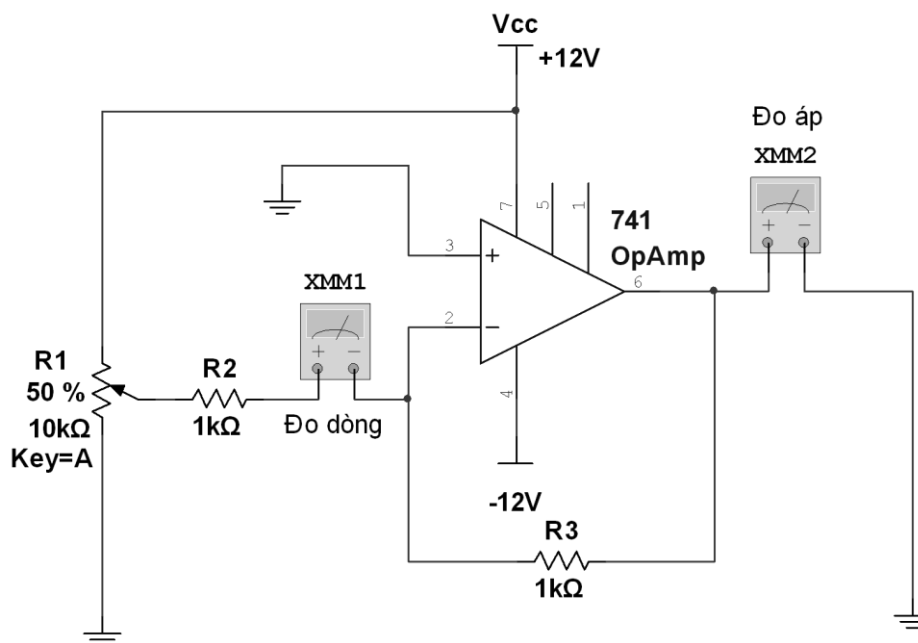
Dùng DMM để đo điện áp ngõ vào và dòng điện ngõ ra:

Điều chỉnh biến trở R1, đo điện áp ngõ vào	Đo dòng điện ngõ ra	Tính dòng điện ngõ ra
1V		
5V		
9V		

Bảng 6-11. Bảng đo điện áp ngõ vào, dòng điện ngõ ra.

Phần 9: Mạch chuyển dòng điện thành điện áp của Op-Amp

Ráp mạch như hình sau:



Hình 6-13. Mạch chuyển dòng điện thành điện áp của Op-Amp.

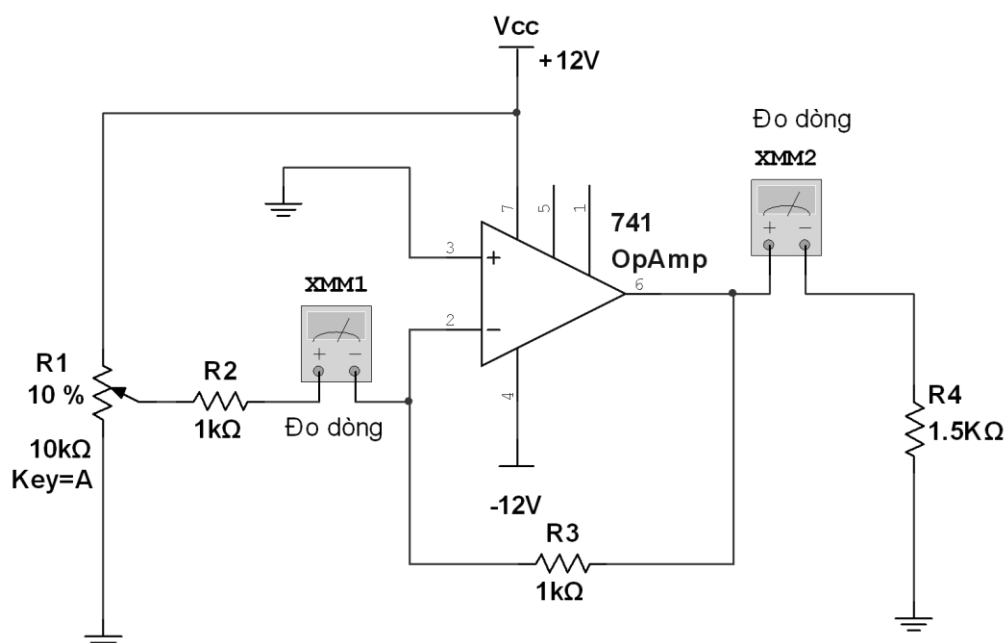
Dùng DMM để đo dòng điện ngõ vào và điện áp ngõ ra:

Điều chỉnh biến trở R1, đo dòng điện vào	Đo dòng điện ngõ vào	Tính điện áp ngõ ra
1mA		
1,5mA		
2mA		

Bảng 6-12. Bảng đo dòng điện ngõ vào, điện áp ngõ ra.

Phần 10: Mạch chuyển dòng điện thành dòng điện của Op-Amp

Ráp mạch như hình sau:



Hình 6-14. Mạch khuếch đại dòng điện của Op-Amp.

Dùng DMM để đo dòng điện ngõ vào và điện áp ngõ ra:

Điều chỉnh biến trở R1, đo dòng điện vào	Đo dòng điện ngõ vào	Tính điện áp ngõ ra	Hệ số khuếch đại dòng
1mA			
1,5mA			
2mA			

Bảng 6-13. Bảng đo dòng điện ngõ vào, dòng điện ngõ ra.

Dựa vào kết quả đo hãy thực hiện yêu cầu sau đây:

1. Mô phỏng mạch Op-Amp khuếch đại dòng điện khi dòng điện ngõ vào là 1mA.

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mô phỏng mạch Op-Amp khuếch đại dòng điện khi dòng điện ngõ vào là 2mA.

.....

.....

.....

.....

.....

Hướng dẫn mô phỏng:

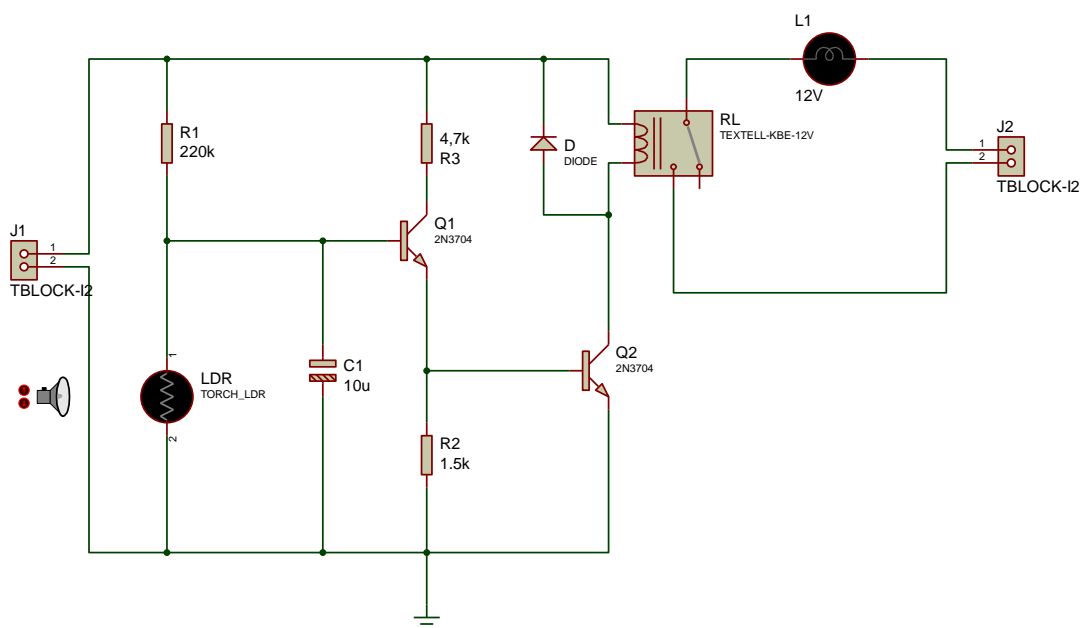
STT	Linh kiện	Ký hiệu linh kiện
1	Resistor (1Kx2; 1,5K)	Place Basic
2	Potentiometer (10K)	Place Basic
3	Op-Amp (741)	Place Analog
4	Amper kế	Multimeter
5	Power ($\pm 12V_{dc}$)	Place Source
6	GND (0Vdc)	Place Source

Bảng 6-14. Hướng dẫn mô phỏng mạch Op-Amp khuếch đại dòng.

HƯỚNG DẪN VẼ MẠCH IN VỚI PROTUES

Bước 1. Vẽ sơ đồ nguyên lý

Mạch điện có sơ đồ nguyên lý như sau

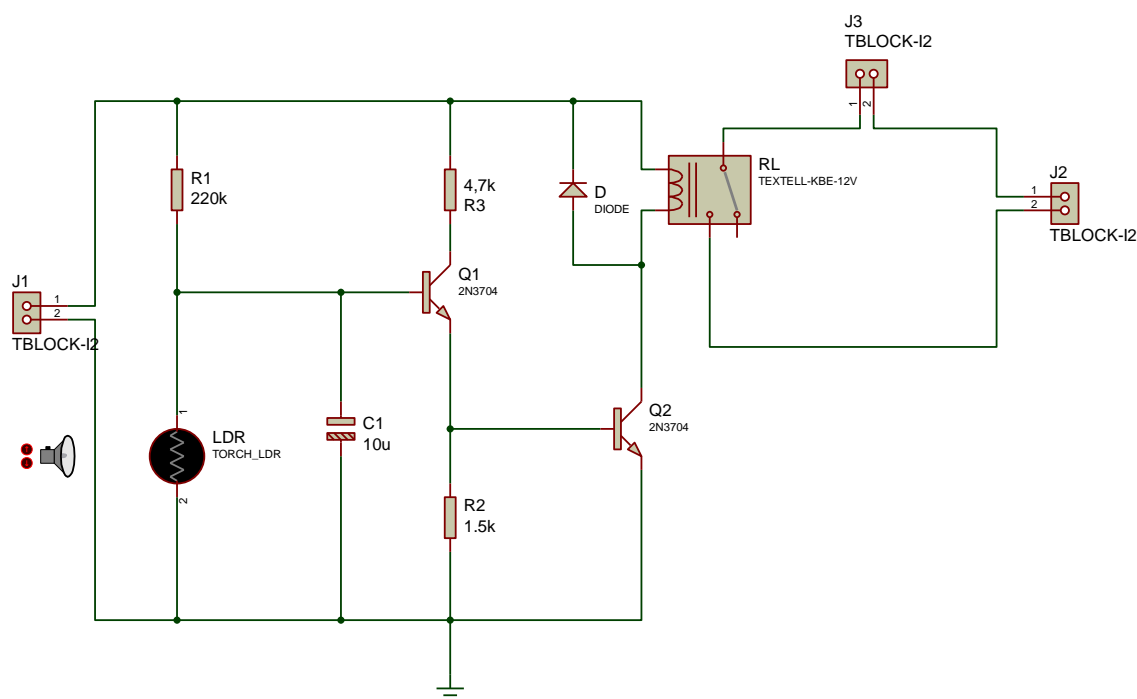


Mở Proteus, mở trang Schematic Capture.

Vào Component, vào P, lấy linh kiện.

Kết nối dây.

Hình vẽ nguyên lý trước khi chuyển sang mạch in có dạng:



The screenshot shows the Proteus 9 Professional - PCB Layout window. The 'Pick Packages' dialog is open, displaying search results for the component 'CON08_300_DIP_AM'. The left pane shows the 'COMPONENTS' list with 'CON08_300_DIP_AM' selected. The right pane shows the search results table with columns for Device, Library, and Description.

Device	Library	Description
41612-1R-B-R	CONNECTORS	32 way right angled DIN41612 connector (row B)
41612-2R-B-R	CONNECTORS	64 way right angled DIN41612 connector (rows A/B)
41612-2R-C-R	CONNECTORS	64 way right angled DIN41612 connector (rows A/C)
41612-3R-C-R	CONNECTORS	96 way right angled DIN41612 connector (rows A/B/C)
ARDUINO-SIL26	CONNECTORS	36 pin dual-in-line male header, 100th pitch.
ARDUINO-SIL10	CONNECTORS	10 pin strip male header, 100th pitch.
ARDUINO-SIL6	CONNECTORS	6 pin strip male header, 100th pitch.
ARDUINO-SIL8	CONNECTORS	8 pin strip male header, 100th pitch.
BATT	PACKAGE	2 X 1.5 AA Battery holder
BT-IDC-03	CONNECTORS	3 pin BT type IDC connector
BT-IDC-04	CONNECTORS	4 pin BT type IDC connector
CON08_300_DIP_AM	CONNECTORS1	
CON10_1X10_B	CONNECTORS1	
CON10_1X10_C	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DC	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DR_SFV	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DRB2_MOL	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DRB_51441	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DRB_52207	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DRB_52271	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DRB_52892	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DRB_54548	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DRB_585F	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DRB_MOL	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DRB_SFR	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DRB_SFW	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DUB_MOL	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DUT_58XF	CONNECTORS1	
CON10_1X10_DUT_58XF	CONNECTORS1	
CON10_1X10_HDR_2663	CONNECTORS1	
CON10_1X10_HDR_2763	CONNECTORS1	
CON10_1X10_RB_58JF	CONNECTORS1	
CON10_1X10_U_2563	CONNECTORS1	
CON10_1X10_U_FCI	CONNECTORS1	
CON10_1X10_UB_58JF	CONNECTORS1	

POWER là gồm Vcc và GND

SIGNAL là các dây còn lại

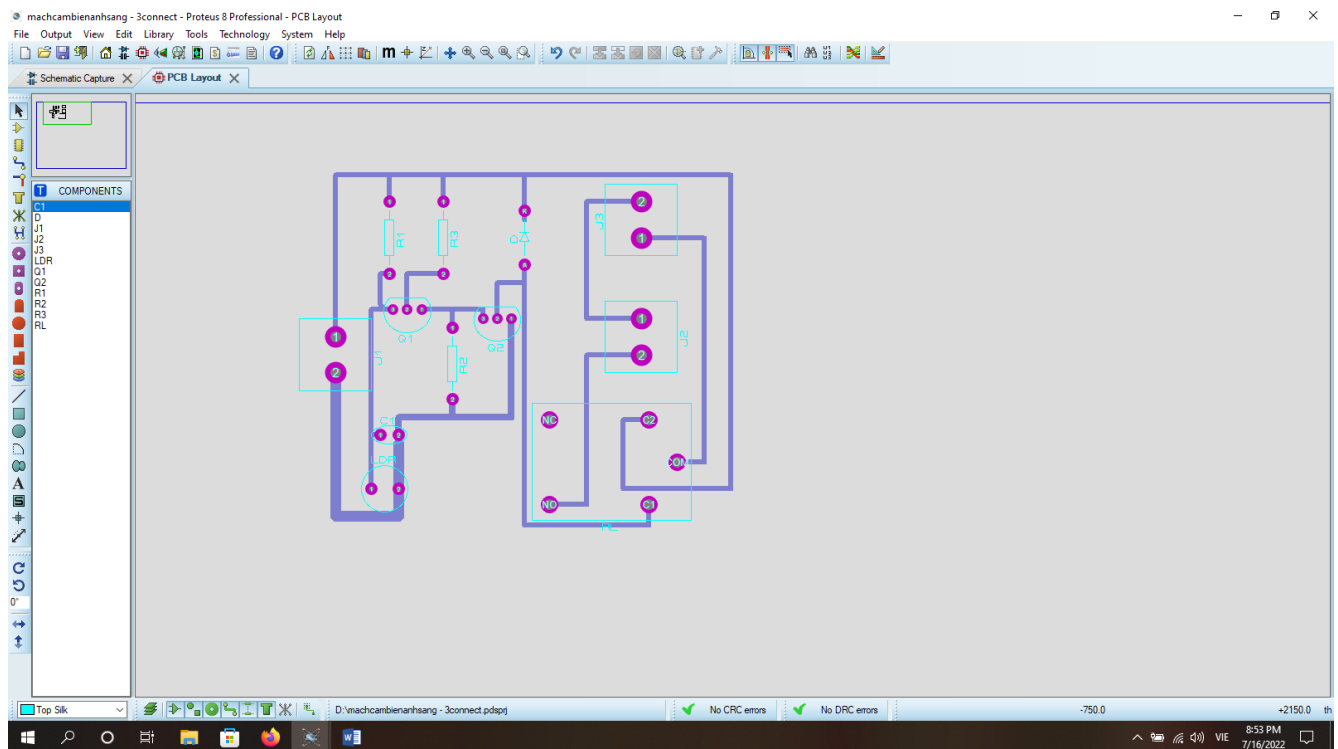
Trace Style: đường kính dây, ở đây mình chọn POWER là lớn và SIGNAL là nhỏ hơn T40

Layer Assignment for Autorouting: Lớp đi dây, ở đây mình làm mạch in là 1 lớp nên chọn Bottom Copper. Sau khi đã tùy chỉnh xong nhấn OK.

Sau khi đã đặt luật đi dây, chọn công cụ đi dây tự động hoặc đi dây thủ công.

Cách 1 là chọn công cụ đi dây tự động, ở thanh công cụ, chọn **Auto routing** máy tính sẽ hiện ra một số thiết lập cuối cùng chọn **Begin router** để đi dây.

Cách 2, thực hiện đi dây thủ công. Chọn nút Design Rule Manager. Click phải vào đường dây nối, chọn Place, chọn Route, T40. Sau đó, tiến hành đi đường mạch in từ nơi đường dây nối ban đầu. Đi theo từng đoạn nối giữa 2 linh kiện, tránh các đường mạch in chồng cắt lên nhau. Thực hiện cho hết các đường nối giữa các linh kiện.

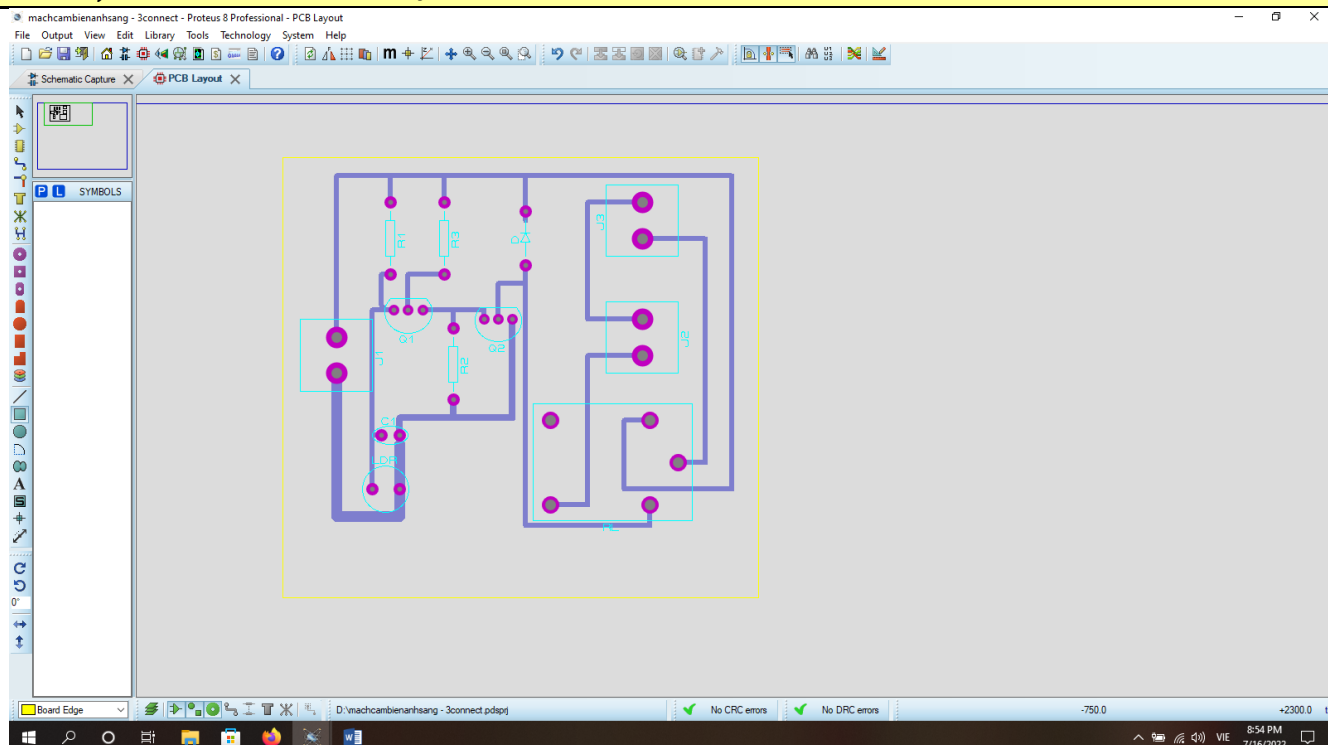


Sau khi đã xếp linh kiện hoàn tất các bạn phải tạo 1 Board Edge trước khi đi dây.

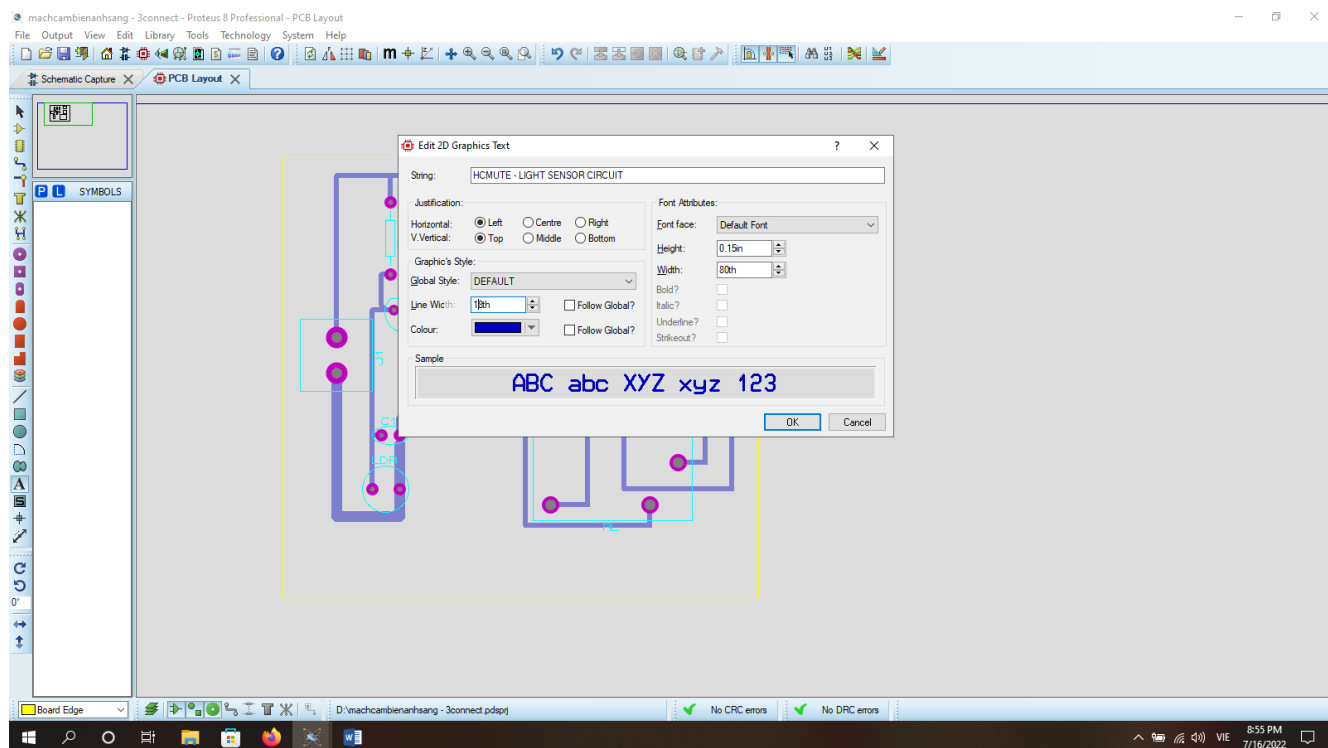
Các bạn chọn ở thanh công cụ bên trái, công cụ **2D Graphis Box Mode**.

Căn kích thước board (Khung bao hình vuông) vừa đủ với mạch vừa sắp xếp.

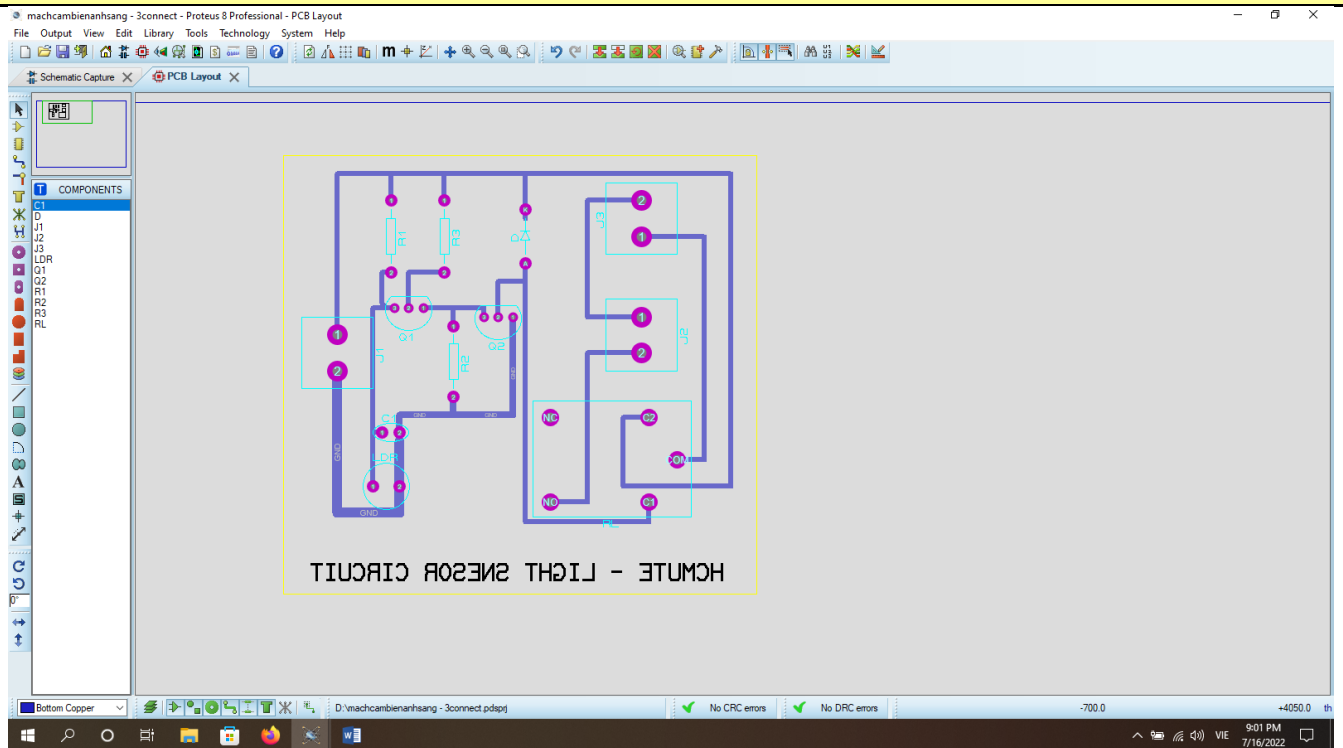
Sau đó nhấn chuột phải vào phần ô vuông vừa căn chọn **Changer layer > Board edge**.



Có thể ghi tên lên mạch in, chọn 2D Graphics Text Mode, gõ các nội dung vào bảng thông số. (String: nội dung dòng chữ muốn ghi lên mạch in, Line Width: 18 th, Height: 0.15in , Width: 60 th). Nội dung dòng chữ muốn in sẽ hiện ra ngược. Lưu ý chọn Bottom Cooper.

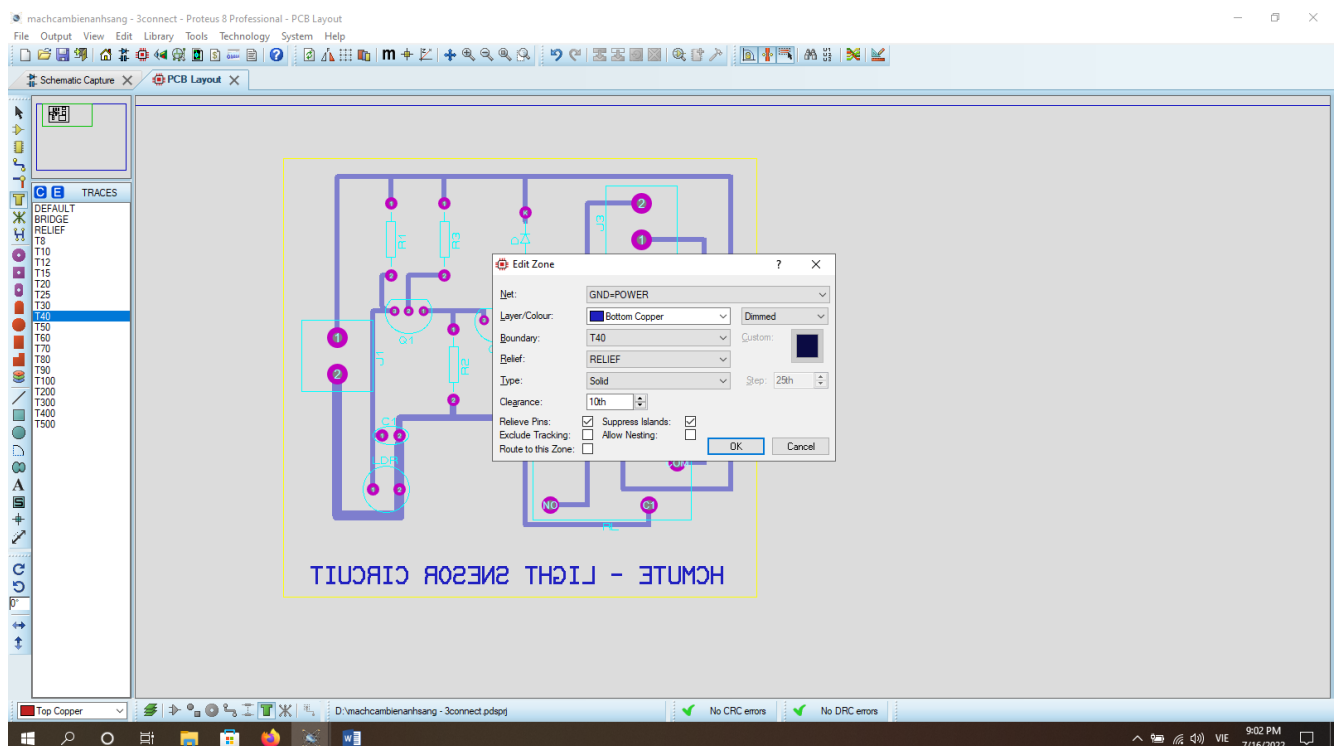


Dòng chữ được ghi lên mạch in như sau:

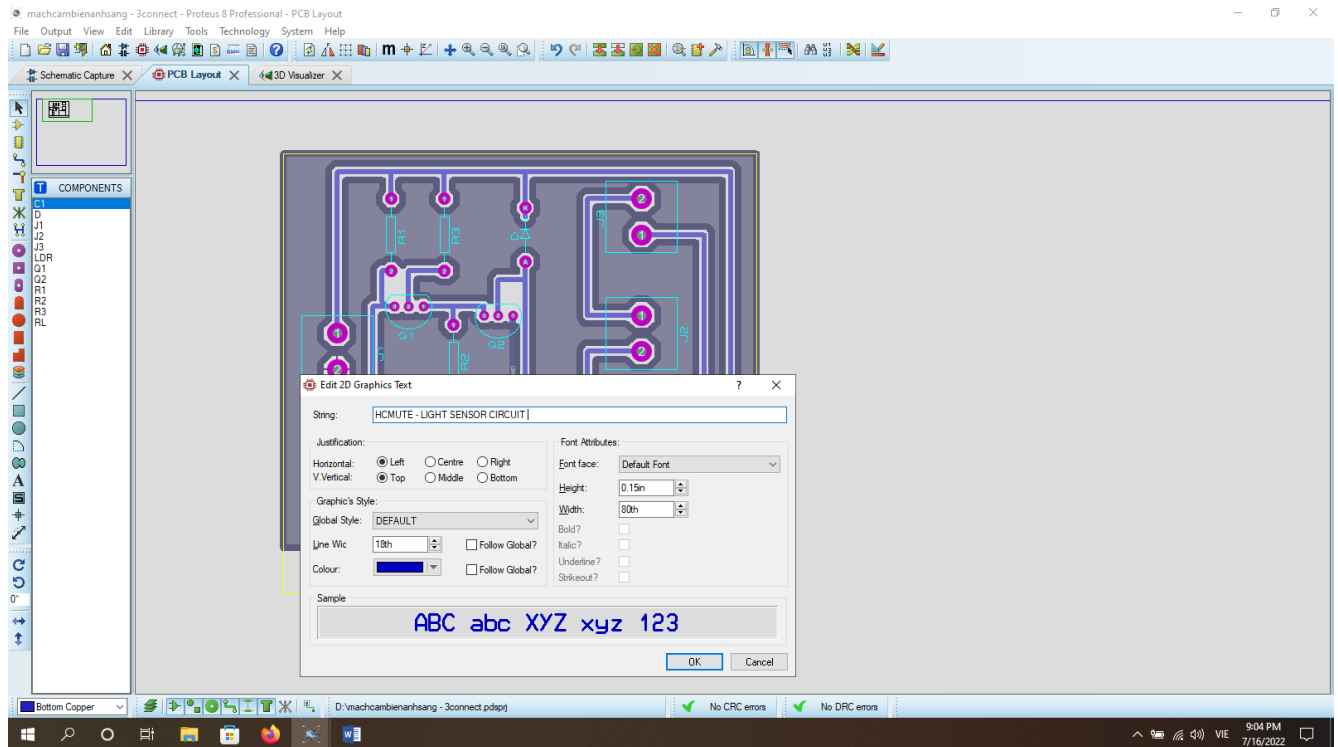


Mạch sau khi đã đi dây hoàn chỉnh, sẽ phủ đồng cho mạch bằng công cụ **Zone Mode**. Các bạn nhấn đê theo đường chéo của board rồi nhả tay ra.

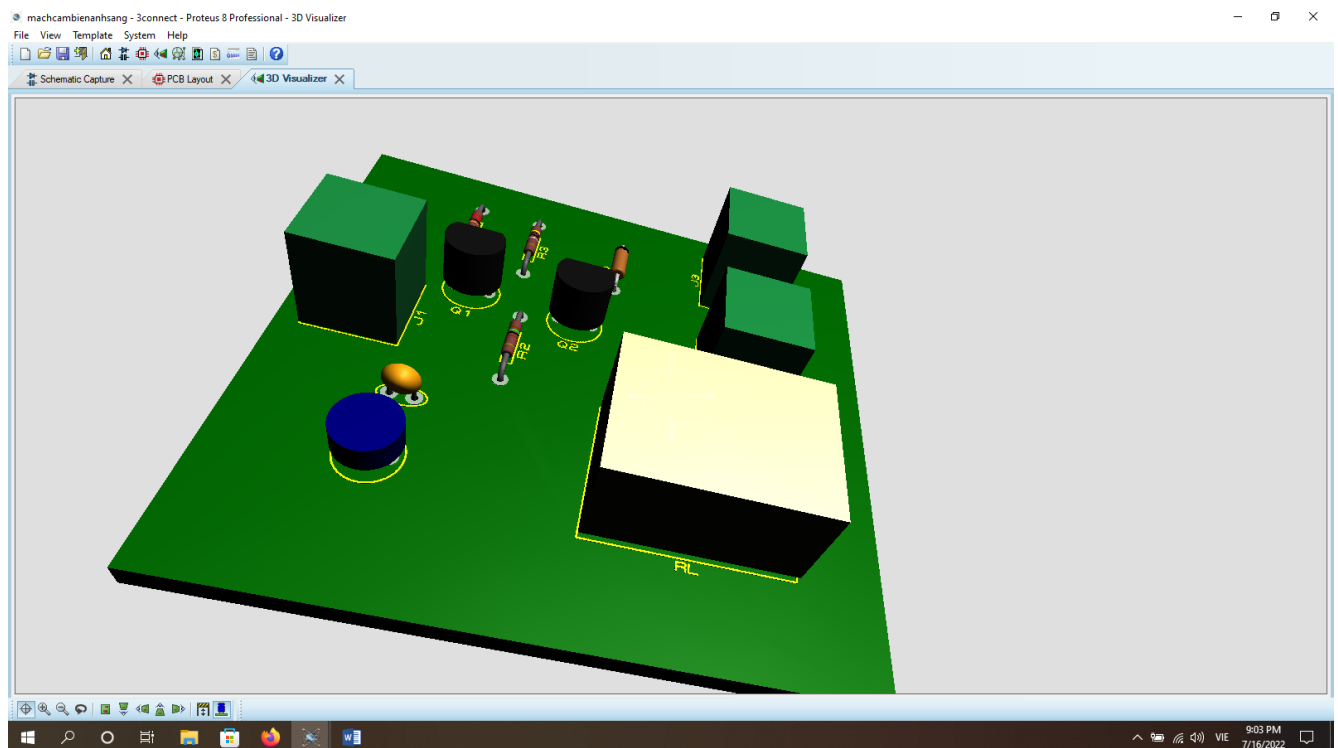
Thiết lập các thông số phủ đồng, rồi nhấn OK.



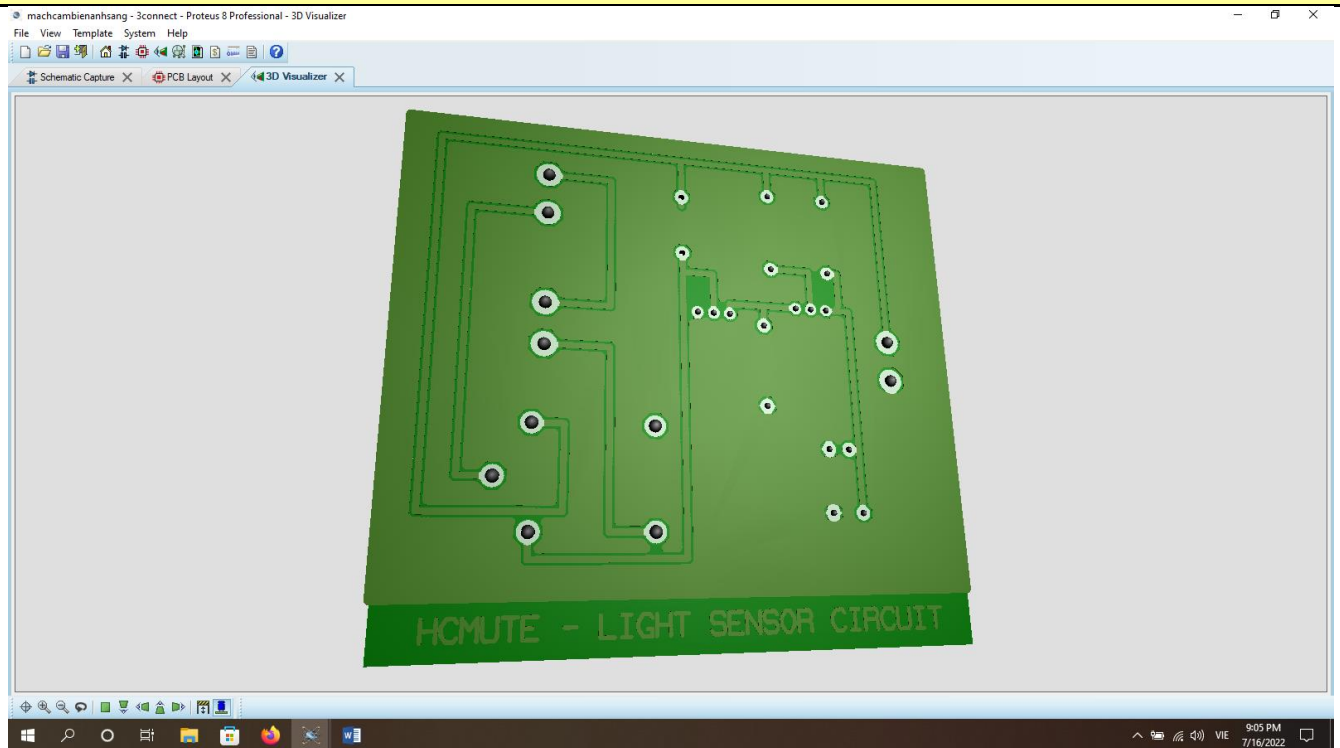
Trường hợp đã ghi dòng chữ lên mạch in và thực hiện phủ đồng:



Trên thanh công cụ, chọn 3D Visualier, mạch điện khi quan sát 3D sẽ có hình dạng sau:



Mặt dưới của mạch in có hình dạng như sau:



Tham khảo từ

dientuviet.com (ThS. Nguyễn Hữu Phước, trường Cao đẳng Kỹ thuật Cao Thắng).

<https://www.youtube.com/watch?v=cMp-ZzZ73P8> (ThS. Phạm Văn Mạnh, trường Cao đẳng Kỹ thuật Cao Thắng).

Tài liệu hướng dẫn Multisim (TS. Đào Văn Phụng, trường SPKT TP.HCM).