

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

ĐẠI HỌC KHOA HỌC

-----*-----

KHOA ĐIỆN TỬ VIỄN THÔNG

Chương trình chất lượng cao

Ts Bùi Trọng Tú, Ths Lê Trung Khanh

Thực hành
ĐIỆN TỬ CƠ BẢN

Lưu hành nội bộ

--- Tháng 4, 2021 ---

Nội dung

Nội dung.....	2
BÀI 1	3
THIẾT BỊ ĐO TƯƠNG TỰ.....	3
BÀI 2	11
THIẾT BỊ ĐO KỸ THUẬT SỐ.....	11
BÀI 3	18
PHẦN MỀM THIẾT KẾ ĐIỆN TỬ.....	18
BÀI 4	31
MÔ PHỎNG QUÉT DC VÀ MIỀN THỜI GIAN TRONG PSPICE.....	31
BÀI 5	39
MÔ PHỎNG AC VÀ ĐÁP ỨNG TẦN SỐ TRONG PSPICE.....	39
BÀI 6	47
ĐI ỐT NỐI P-N VÀ CÁC MẠCH CHỈNH LƯU.....	47
BÀI 7	52
MẠCH CHỈNH LƯU CÓ TỤ LỌC.....	52
BÀI 8	57
ĐI ỐT ZENER VÀ MẠCH ỔN ÁP DC.....	57
BÀI 9	62
TRANSISTOR BJT VÀ BỘ KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU NHỎ.....	62
BÀI 10	67
JFET VÀ BỘ KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU NHỎ.....	67

BÀI 1

THIẾT BỊ ĐO TƯƠNG TỰ

I. MỤC TIÊU

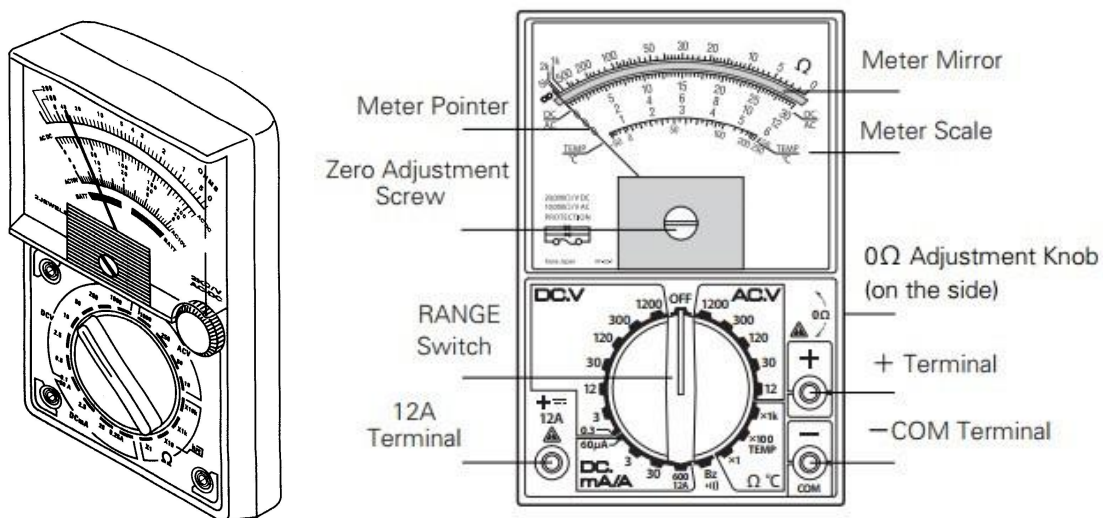
Trong bài thực hành này, sinh viên sẽ được luyện tập các kỹ năng:

- Sử dụng đồng hồ đo vạn năng tương tự (VOM).
- Đọc và đo điện trở, kiểm tra các linh kiện điện tử như tụ điện, cuộn cảm, biến áp, diode và BJT.

II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

a. Đồng hồ đo vạn năng tương tự (VOM)

Hình 1.1 mô tả các thành phần cơ bản của một đồng hồ đo vạn năng sử dụng điện kế khung quay (galvanometer).

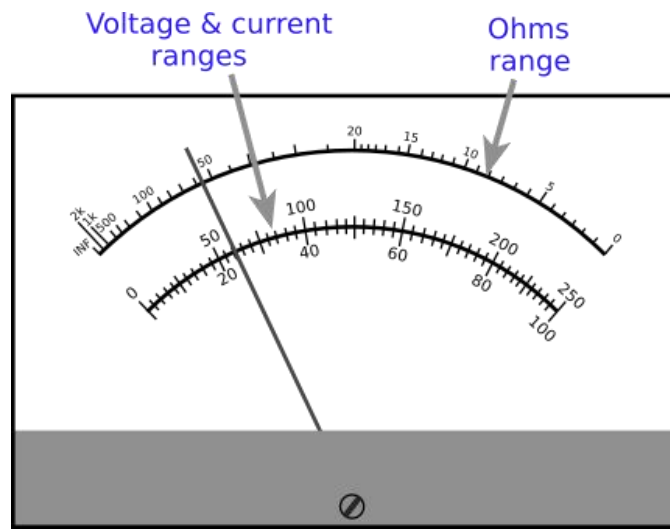


Hình 1.1. Đồng hồ vạn năng (VOM) dùng điện kế khung quay.

Trong đó:

- **-COM Terminal** được gắn với dây đo màu đen.
- **+Terminal** được gắn với dây đo màu đỏ.
- **0ΩADJ** dùng để hiệu chỉnh vị trí 0 Ohm. Đây là nút quan trọng trong quá trình đo điện trở.
- **RANGE Switch** được dùng để chọn chế độ đo và thang đo. Thông thường, các thiết bị đo có các chế độ sau: đo điện thế DC, đo điện thế AC, đo dòng điện DC ở các thang mA hoặc A, đo điện trở.

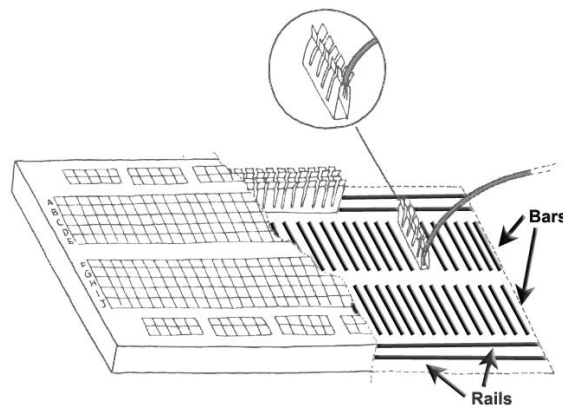
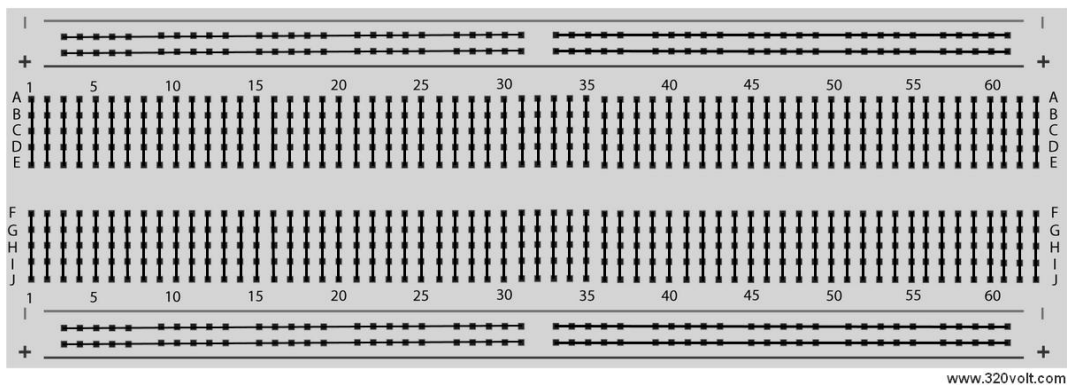
- **Zero Adjustment Screw** dùng để cân chỉnh vị trí 0 của kim chỉ thị (thông thường, ở vị trí tận cùng bên trái).
- Hình 1.2 mô tả thang giá trị và đơn vị được in trên mặt chỉ thị của VOM.



Hình 1.2. Thang đo và đơn vị.

b. Breadboard

Breadboard là một dụng cụ giúp hiện thực một mạch điện bằng dây nối và linh kiện điện tử. Nó có những dải dây kim loại chạy phía dưới bề mặt để kết nối các lỗ cắm theo một cấu trúc được mô tả như ở hình 1.3.



Hình 1.3. Breadboard và cấu trúc bên trong.

III. THỰC HÀNH

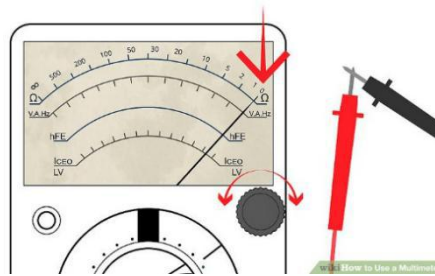
a. Thiết bị

- Đồng hồ vạn năng VOM.
- Breadboard, điện trở, tụ điện, cuộn cảm, biến áp, đi ốt và BJT.

b. Đo điện trở bằng đồng hồ vạn năng VOM

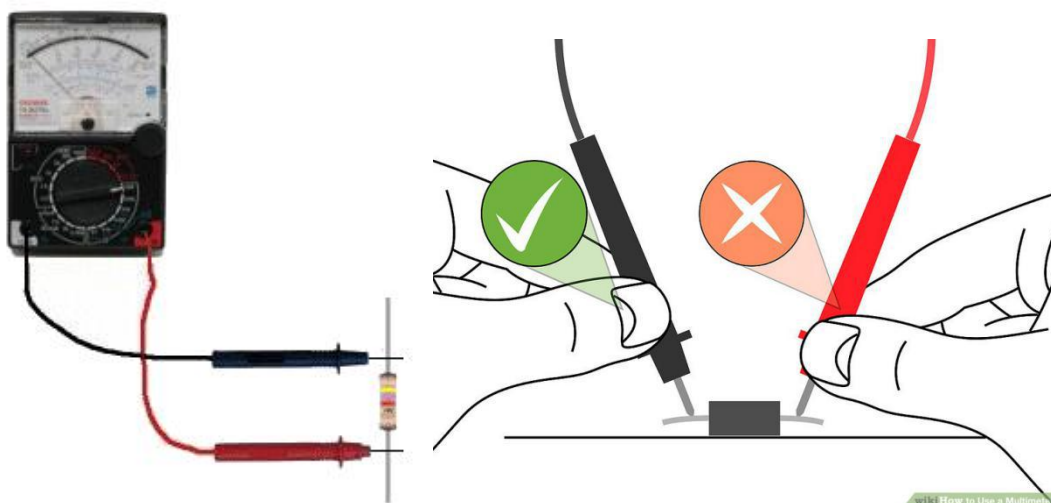
**Lưu ý: nếu bạn có ý định đo điện trở trực tiếp trên một bo mạch, phải ngắt kết nối bo mạch đó khỏi nguồn cung cấp (tháo pin trong tình huống bo mạch dùng pin).*

- Bước 1: Chọn thang đo OHM phù hợp.
- Bước 2: Chạm 2 đầu que đo (Đen và Đỏ) của VOM lại với nhau.
- Bước 3: Hiệu chỉnh nút **0ΩADJ** để chỉnh kim chỉ thị về vị trí 0 OHM.



Hình 1.4. Hiệu chỉnh điểm 0 OHM.

- Bước 4: Đặt 2 đầu que đo và 2 chân của điện trở cần đo như hình 1.5.

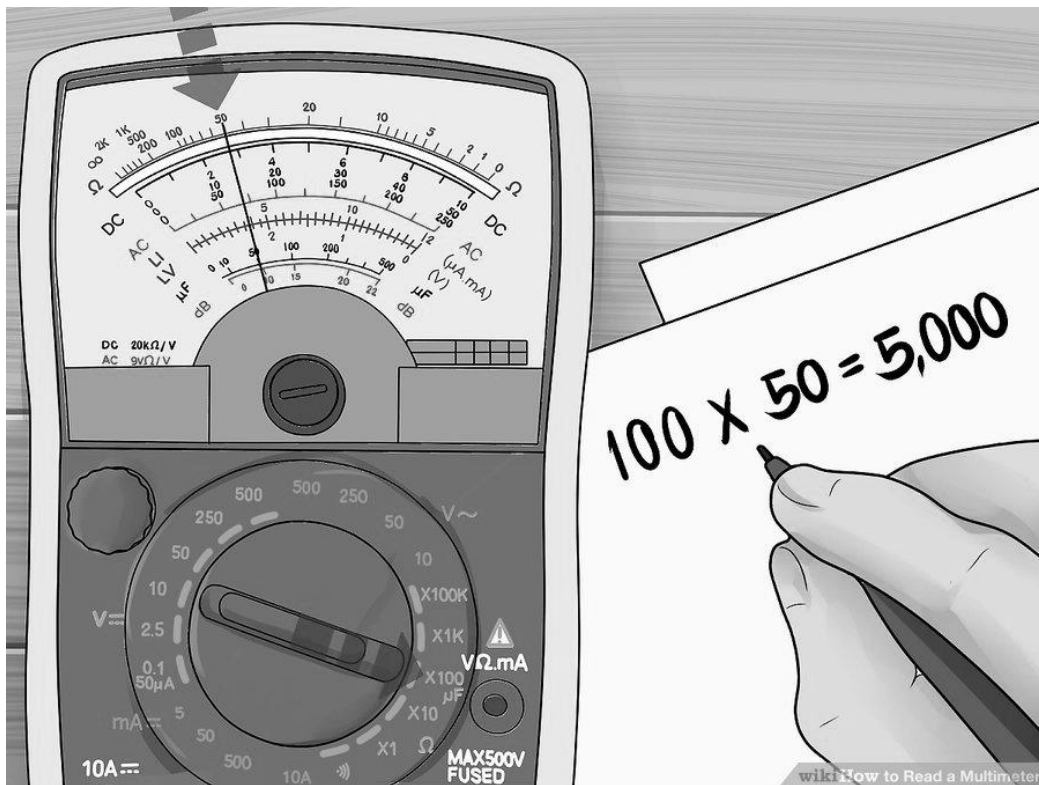


Hình 1.5. Đo điện trở sử dụng VOM

- Bước 5: Đọc giá trị được chỉ thị trên VOM và so sánh với giá trị điện trở được tính toán bằng phương pháp đọc vòng màu điện trở.

**** ĐỌC GIÁ TRỊ TRÊN MÀN HÌNH CHỈ THỊ NHƯ THẾ NÀO?**

- Thang X1:
Giá trị = Vị trí của kim (vd.: $20 \Omega \times 1 = 20 \Omega$)
- Thang X10:
Giá trị = Vị trí của kim $\times 10$ (vd.: $20 \Omega \times 10 = 200 \Omega$)
- Thang X100:
Giá trị = Vị trí của kim $\times 100$ (vd.: $20 \Omega \times 100 = 2000 \Omega$)
- Thang X1k:
Giá trị = Vị trí của kim $\times 1 \text{ k} \Omega$ (vd.: $20 \Omega \times 1 \text{ k} = 20 \text{ k}\Omega$)
- X10k scale:
Giá trị = Vị trí của kim $\times 10 \text{ k} \Omega$ (vd.: $20 \Omega \times 10 \text{ k} = 20 \text{ k}\Omega$)



Hình 1.6. Cách đọc giá trị trên đồng hồ VOM

c. Kiểm tra tụ điện bằng VOM

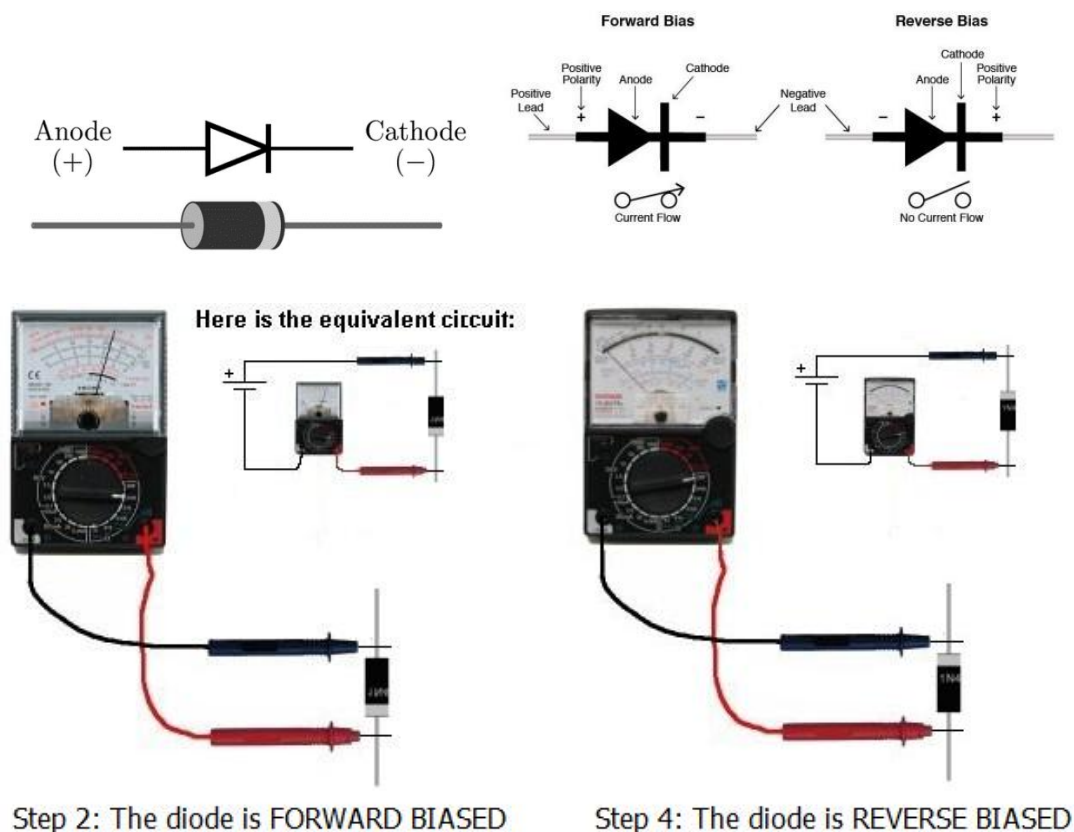
- Bước 1: Chọn thang đo OHM phù hợp.
- Bước 2: Đặt 2 đầu que đo vào 2 chân tụ điện.
- Bước 3: Theo dõi sự di chuyển của kim:
 - Nếu kim di chuyển lên sau đó di chuyển xuống thì tụ còn tốt.
 - Nếu kim di chuyển lên sau đó đứng yên không di chuyển xuống thì tụ bị ngắn mạch.
 - Nếu kim không di chuyển thì tụ bị hở hoặc thang đo không phù hợp (tụ có điện dung nhỏ thì dùng thang đo lớn và ngược lại).

d. Kiểm tra cuộn cảm và biến áp bằng đồng hồ VOM

- Bước 1: Chọn thang đo X1 của chế độ đo OHM.
- Bước 2: Đo điện trở của cuộn cảm.
- Bước 3: Đo điện trở cuộn thứ cấp và sơ cấp của biến áp.

e. Kiểm tra di ốt bằng đồng hồ VOM

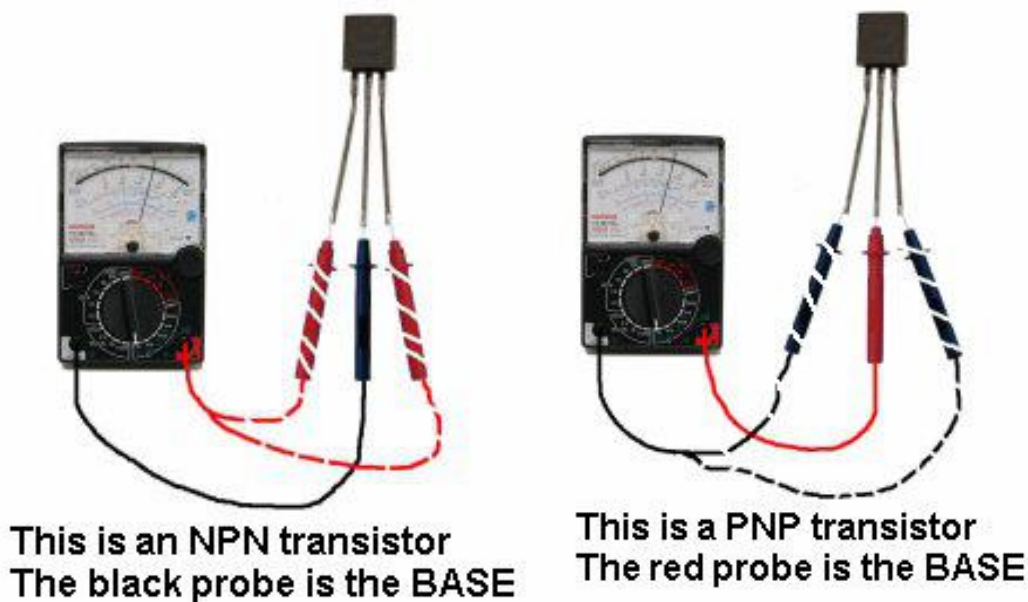
- Bước 1: Chọn thang đo X10 hoặc X100 của chế độ đo OHM.
- Bước 2: Đặt que đo màu đỏ vào chân Cathode của di ốt, que đo màu đen vào chân Anode.
- Bước 3: Theo dõi sự di chuyển của kim:
 - Nếu kim di chuyển lên, di ốt có thể còn tốt.
 - Nếu kim không di chuyển, di ốt bị đứt.
- Bước 4: Đặt que đo màu đen vào chân Cathode của di ốt, que đo màu đỏ vào chân Anode.
- Bước 5: Theo dõi sự di chuyển của kim:
 - Nếu kim không di chuyển, di ốt còn tốt.
 - Nếu kim di chuyển lên, di ốt bị ngắn mạch.



Hình 1.7. Đo kiểm di ốt bằng VOM

f. Kiểm tra BJT bằng đồng hồ VOM

- Bước 1: Chọn thang đo X10 hoặc X100 của chế độ đo OHM.
- Bước 2: Tiến hành đo từng chân với 2 chân còn lại (tổng cộng 6 lần đo):
 - Nếu có 1 chân trong đó khi que Đen đang chạm chân đó, que Đỏ lần lượt chạm 2 chân còn lại, và trong cả 2 lần đó kim đồng hồ đều di chuyển, thì BJT đó là loại NPN, và chân đang chạm que Đen là chân BASE.
 - Nếu có 1 chân trong đó khi que Đỏ đang chạm chân đó, que Đen lần lượt đo 2 chân còn lại, và trong cả 2 lần đó kim đồng hồ đều di chuyển, thì BJT đó là loại PNP, và chân đang chạm que Đỏ là chân BASE.
 - Nếu trong 6 lần đo, kim di chuyển nhiều hơn 2 lần thì BJT bị hỏng.



Hình 1.8. Kiểm tra BJT bằng VOM

g. Đo điện thế DC bằng đồng hồ VOM

- Bước 1: Chọn thang lớn nhất trong chế độ đo DCV.
- Bước 2: Đặt que Đen tại điểm có điện thế thấp (thường là điểm GND), que Đỏ tại điểm có điện thế cao hơn cần đo.
- Bước 3: Đọc kết quả trên mặt chỉ thị.
- Bước 4: Nếu giá trị quá nhỏ để đọc, chuyển thang đo xuống thang thấp hơn.

h. Đo điện thế AC bằng đồng hồ VOM

- Bước 1: Chọn thang lớn nhất trong chế độ đo ACV.
- Bước 2: Đặt que Đen tại điểm có điện thế thấp (thường là điểm GND), que Đỏ tại điểm có điện thế cao hơn cần đo.

- Bước 3: Đọc kết quả trên mặt chỉ thị.
- Bước 4: Nếu giá trị quá nhỏ để đọc, chuyển thang đo xuống thang thấp hơn.

IV. CÂU HỎI CHUẨN BỊ Ở NHÀ

Tìm phương trình chuyển đổi tương đương giữa nguồn dòng và nguồn thế?

V. BÁO CÁO

Điền kết quả thực hành vào mẫu báo cáo ở trang kế tiếp.

BÁO CÁO THỰC HÀNH

BÀI 1: THIẾT BỊ ĐO TƯƠNG TỰ

Ngày: Thời gian:

Lớp: * Ca: * Nhóm:

Thành viên: - tên:, MSSV:

- tên:, MSSV:

BẢNG KẾT QUẢ		
Câu hỏi chuẩn bị	Phương trình	
b	Đo điện trở	Đọc: Đo: Đọc: Đo: Đọc: Đo:
c	Kiểm tra tụ điện	Thang đo: Giá trị thấp nhất kim chỉ thị :
d	Cuộn cảm	Trở kháng thuần trở :
	Biến áp	Điện trở cuộn sơ cấp : Điện trở cuộn thứ cấp :
e	Đo đi ốt	Thang đo: Giá trị thấp nhất kim chỉ thị :
f	Đo BJT	Loại BJT : Vị trí các chân:
g	Điện thế DC	Giá trị đo được :
h	Điện thế AC	Giá trị đo được :

----- HẾT -----

BÀI 2

THIẾT BỊ ĐO KỸ THUẬT SỐ

I. MỤC TIÊU

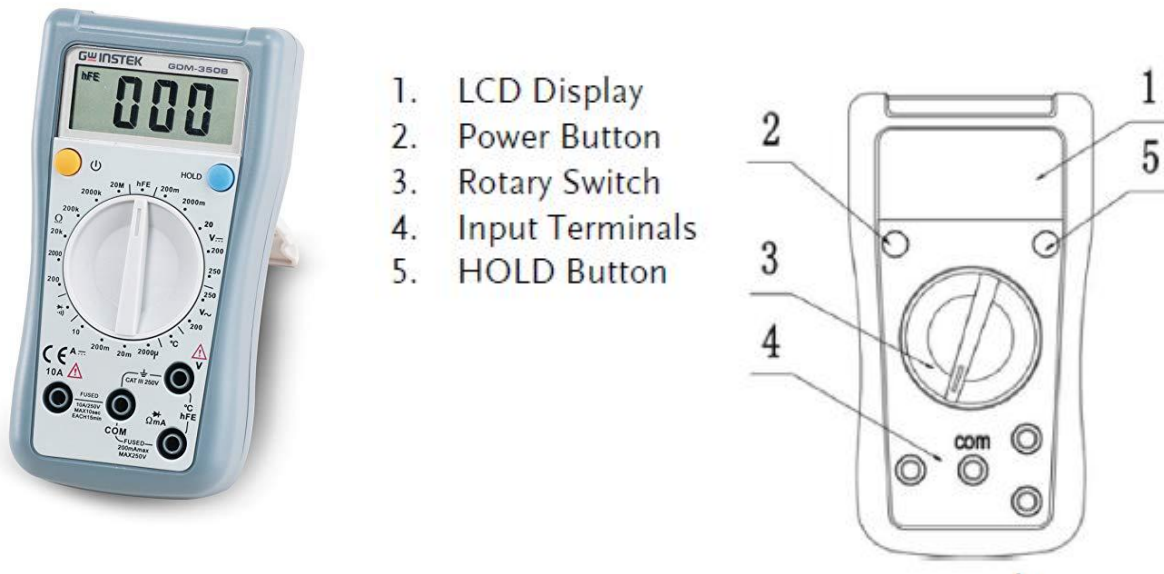
Trong bài thực hành này, sinh viên sẽ được luyện tập các kỹ năng:

- Sử dụng đồng hồ đo vạn năng số (DMM), máy đo sóng (dao động ký) và máy phát hàm (sóng).
- Đọc và đo điện trở, kiểm tra các linh kiện điện tử như tụ điện, cuộn cảm, biến áp, diode và BJT.

II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

a. Đồng hồ vạn năng kiểu số (DMM)

Hình 2.1 mô tả những thành phần cơ bản của VOM kỹ thuật số (hay còn gọi là DMM).



Hình 2.1. VOM kỹ thuật số (DMM).

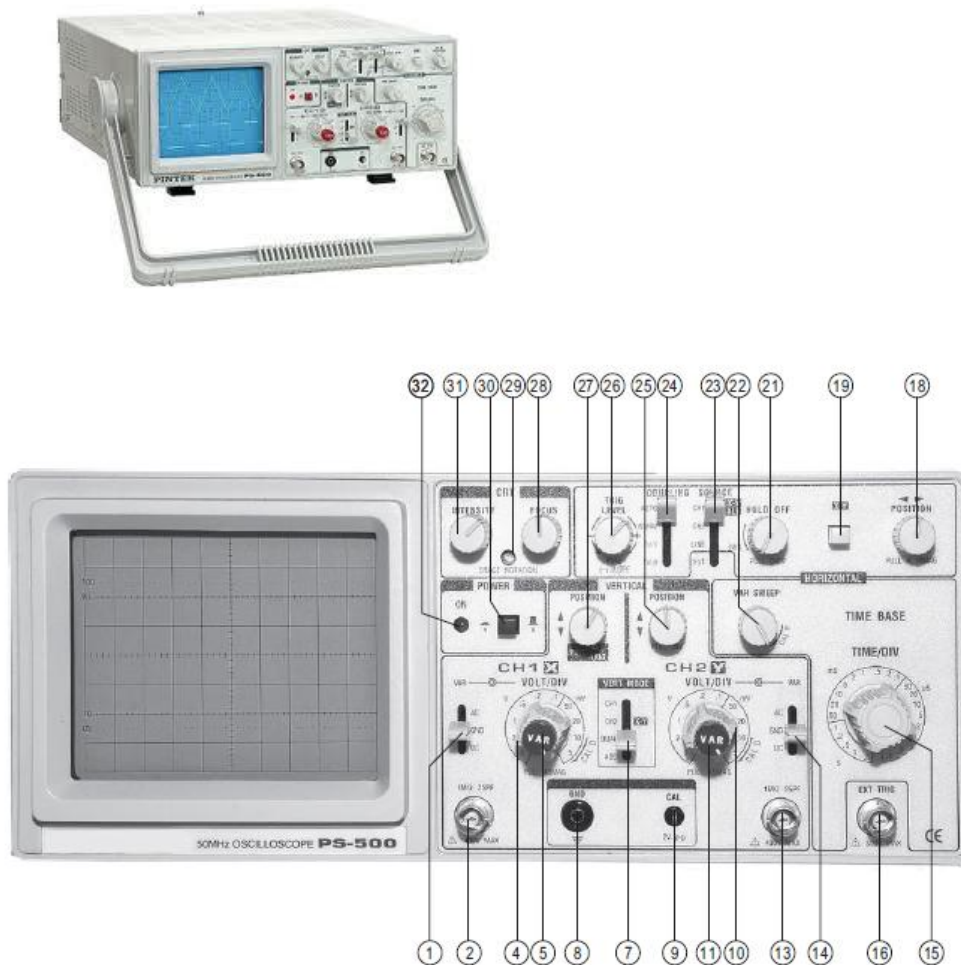
- **LCD** hiển thị kết quả.
- **Power Button** bật tắt thiết bị, một số DMM có tính năng tự động tắt để tiết kiệm năng lượng.
- **Rotary Switch** để lựa chọn đại lượng và thang đo.
- **Input Terminals** kết nối tới dây đo, lỗ **COM** gắn với dây màu đen.

- **HOLD Button** tạm dừng thiết bị và giữ giá trị đo lần cuối hiển thị trên LCD. Để có thể đo liên tục, nút này phải được thả không bấm.

DMM dễ sử dụng hơn VOM truyền thống vì việc hiển thị bằng LCD giúp đọc các giá trị dễ dàng và chính xác hơn, đặc biệt là các giá trị nhỏ.

Các điều chỉnh chế độ hoạt động: tham khảo sổ tay sử dụng tại phụ lục A.

b. DAO ĐỘNG KÝ (OSCILLOSCOPE)

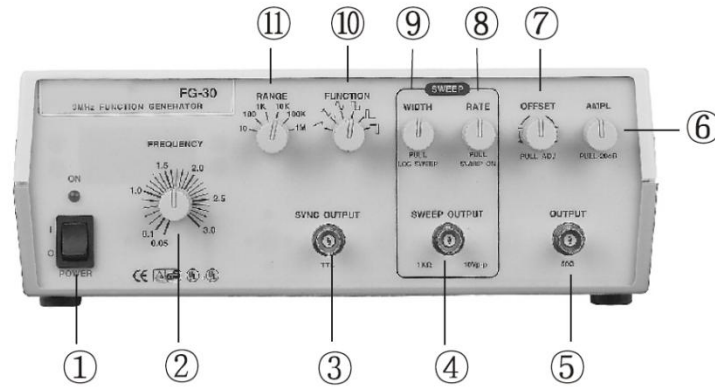


Hình 2.2. Dao động ký (Oscilloscope)

Các điều chỉnh chế độ hoạt động, các chỉ thị và các kết nối tín hiệu vào: tham khảo phụ lục B.

c. Máy phát sóng (Function Generator)

Máy phát sóng là thiết bị dùng để tạo ra các sóng với hình dạng, chu kỳ và biên độ có thể tùy chỉnh nhằm mục đích kiểm tra, thử nghiệm. Hình 2.3 mô tả hình dạng của một máy phát sóng.



Hình 2.3. Máy phát sóng.

Các điều chỉnh chế độ hoạt động, các chỉ thị và các kết nối tín hiệu vào: tham khảo phụ lục C.

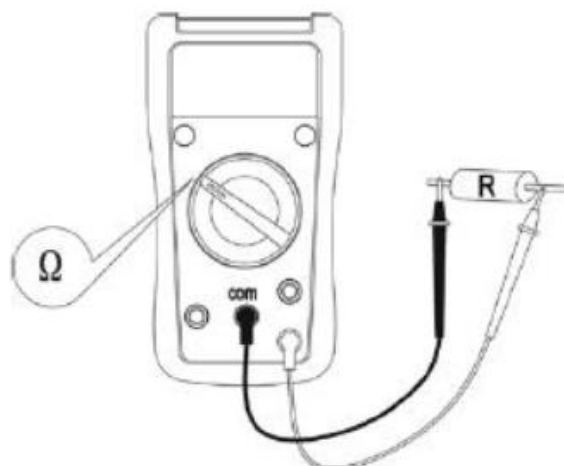
III. THỰC HÀNH

a. Thiết bị

- Đồng hồ vạn năng số (DMM).
- Breadboard, điện trở, tụ điện, cuộn cảm, biến áp, đi ốt và BJT.
- Dao động ký.
- Máy phát sóng.

b. Đo OHM bằng VOM kỹ thuật số (DMM)

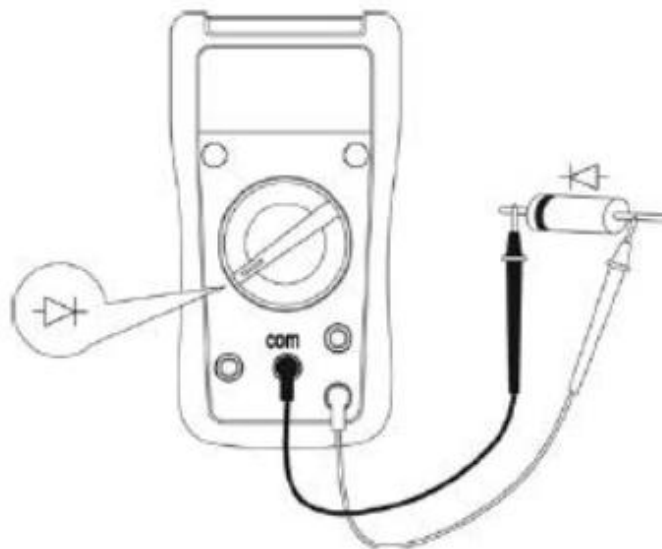
- Bước 1: Bật nguồn DMM.
- Bước 2: Gắn dây đo màu Đen vào lỗ COM, dây đo màu Đỏ vào lỗ Ω mA.
- Bước 3: Chọn thang đo phù hợp ở chế độ đo OHM.
- Bước 4: Đặt 2 đầu que đo vào 2 chân của điện trở.
- Bước 5: Đọc giá trị trên LCD, đơn vị của giá trị là đơn vị của thang đo Ω đang lựa chọn.



Hình 2.4. Đo điện trở bằng VOM kỹ thuật số (DMM).

c. Kiểm tra diode bằng VOM kỹ thuật số (DMM)

- Bước 1: Bật nguồn DMM.
- Bước 2: Gắn dây đo màu Đen vào lỗ COM, dây đo màu Đỏ vào lỗ Ω mA.
- Bước 3: Xoay núm xoay đến biểu tượng diode \rightarrow .
- Bước 4: Đặt que đo màu đỏ vào chân Anode của diode, que đo màu đen vào chân Cathode.
- Bước 5: Nếu LCD hiển thị giá trị khác “1” thì diode có thể còn tốt.
- Bước 6: Đặt que đo màu đen vào chân Anode của diode, que đo màu đỏ vào chân Cathode.
- Bước 7: Nếu LCD hiển thị “1”, diode còn tốt, ngược lại, diode bị ngắn mạch.



Hình 2.5. Testing diode with Digital VOM

d. Đo điện thế DC bằng VOM kỹ thuật số (DMM)

- Bước 1: Chọn thang đo lớn nhất của chế độ đo V_{\dots} .
- Bước 2: Đặt que Đen tại điểm có điện thế thấp (thường là điểm GND), que Đỏ tại điểm có điện thế cao hơn cần đo.
- Bước 3: Đọc kết quả trên mặt chỉ thị.
- Bước 4: Nếu giá trị quá nhỏ để đọc, chuyển thang đo xuống thang thấp hơn.

e. Đo điện thế AC bằng VOM kỹ thuật số (DMM)

- Bước 1: Chọn thang đo lớn nhất của chế độ đo V_{\sim} .
- Bước 2: Đặt que Đen tại điểm có điện thế thấp (thường là điểm GND), que Đỏ tại điểm có điện thế cao hơn cần đo.
- Bước 3: Đọc kết quả trên mặt chỉ thị.

- Bước 4: Nếu giá trị quá nhỏ để đọc, chuyển thang đo xuống thang thấp hơn.

f. Dao động ký và máy phát sóng

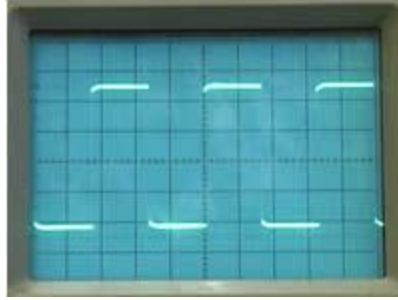
Dao động ký

- Bước 1: Chọn thang X1 trên dây đo máy dao động ký.



Hình 2.6. Chọn thang X1 trên dây đo máy dao động ký

- Bước 2: bật nút POWER (30), LED (32) sẽ sáng khi dao động ký được bật nguồn.
- Bước 3: hiệu chỉnh INTENSITY (31) để thay đổi độ sáng.
- Bước 4: hiệu chỉnh FOCUS (28) để thay đổi độ dày của tia sáng.
- Bước 5: chỉnh cần gạt VERT MODE (7) qua kênh 1 (CH1).
- Bước 6: chỉnh cần gạt SOURCE (23) qua CH1.
- Bước 7: kiểm tra và đảm bảo nút X-Y (19) không ở trạng thái bị nhấn giữ.
- Bước 8: xoay VAR (5) theo chiều kim đồng hồ đến khi nghe tiếng “click”.
- Bước 9: xoay VAR SWEEP (22) theo chiều kim đồng hồ đến vị trí tận cùng.
- Bước 10: gắn đầu que đo vào CAL (9) để kiểm tra dây đo.
- Bước 11: chỉnh cần gạt AC-GND-DC Switch (1) qua GND.
- Bước 12: xoay POSITION (27) cho đến khi thấy một đường sáng nằm ngang ở chính giữa màn hình.
- Bước 13: chỉnh cần gạt AC-GND-DC Switch (1) qua AC.
- Bước 14: xoay TIME / DIV (15) qua vị trí .5 mS
- Bước 15: xoay VOL / DIV (4) cho đến khi thấy sóng vuông trên màn hình.



Hình 2.7. Sóng vuông trên màn hình dao động ký.

- Bước 16: sử dụng phương trình được mô tả trong sổ tay hướng dẫn sử dụng của dao động ký (phụ lục C, mục TIME MEASUREMENTS, FREQUENCY MEASUREMENTS và MEASUREMENT OF VOLTAGE BETWEEN TWO POINT ON A WAVEFORM) để tính chu kỳ, tần số, giá trị điện thế đỉnh - đỉnh của sóng.

Máy phát sóng

- Bước 17: bật nút POWER (1) của máy phát sóng, LED sẽ sáng sau khi máy phát sóng được bật nguồn.
- Bước 18: xoay RANGE (11) qua 1K.
- Bước 19: xoay FUNCTION (10) qua hình sóng sin.
- Bước 20: xoay FREQUENCY (2) qua vị trí 1.5.
- Bước 21: xoay OFFSET (7) ngược chiều kim đồng hồ đến vị trí tận cùng.
- Bước 22: gắn dây cáp vào OUTPUT (5).
- Bước 23: gắn dây cáp ở bước 22 vào đầu đo của máy dao động ký.
- Bước 24: Kiểm tra dạng sóng trên màn hình máy dao động ký và tính toán chu kỳ, tần số và điện thế đỉnh - đỉnh của sóng này.

IV. CÂU HỎI CHUẨN BỊ Ở NHÀ

Tìm phương trình để tính điện thế giữa 2 điểm trên màn hình máy dao động ký?

V. BÁO CÁO

Điền kết quả thực hành vào mẫu báo cáo ở trang kế tiếp.

BÁO CÁO THỰC HÀNH
BÀI 2: THIẾT BỊ ĐO KỸ THUẬT SỐ

Ngày: Thời gian:

Lớp: * Ca: * Nhóm:

Thành viên: - tên:, MSSV:

- tên:, MSSV:

BẢNG KẾT QUẢ		
Câu hỏi chuẩn bị	Phương trình	
b	Đo điện trở	Đọc: Đo: Đọc: Đo: Đọc: Đo:
c	Đo điốt	Giá trị phân cực thuận :
d	Điện thế DC	Giá trị đo được :
e	Điện thế AC	Giá trị đo được :
f	Dao động ký	Chu kỳ : Tần số : Vpp:
	Máy phát sóng	Chu kỳ : Tần số : Vpp:

----- HẾT -----

BÀI 3

PHẦN MỀM THIẾT KẾ ĐIỆN TỬ

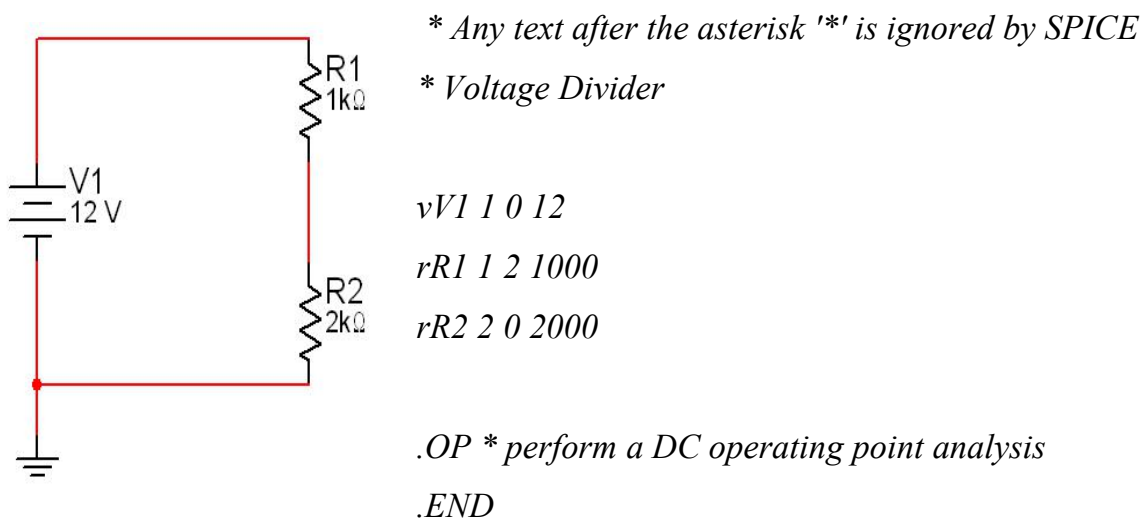
I. MỤC TIÊU

Trong bài thực hành này, sinh viên sẽ được luyện tập các kỹ năng:

- Sử dụng phần mềm thiết kế điện tử (CAD) để thiết kế và mô phỏng mạch điện tử.

II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Phần mềm thiết kế điện tử (CAD) là chương trình máy tính giúp các kỹ sư thiết kế mạch điện, PCB và chạy mô phỏng mạch. Việc mô phỏng giúp tính toán và dự đoán trước các hoạt động, trạng thái của mạch điện. Để mô phỏng một mạch điện, SPICE là công cụ phổ biến nhất trong công nghiệp điện tử. Hình dưới đây mô tả một mạch điện được diễn giải bởi chương trình SPICE:



Hình 3.1. Mạch cầu chia thế và Netlist.

Có rất nhiều phần mềm CAD khác nhau được phát triển và sử dụng trên toàn thế giới. Loạt bài thực hành về nội dung này sử dụng phần mềm OrCAD PCB Designer Lite vì sự phong phú các tính năng và miễn phí cho học tập. OrCAD Lite có đầy đủ các tính năng và đặc trưng của phiên bản thương mại, tuy nhiên, nó giới hạn kích thước và độ phức tạp của một bản thiết kế. OrCAD Lite không giới hạn thời gian sử dụng. Các chương trình thành phần:

- OrCAD Capture: đây là công cụ để tạo ra các bản vẽ mạch điện.
- OrCAD CIS: CIS (Component Information System) là công cụ quản lý thông tin của linh kiện, ngoài ra nó có sự tích hợp các luồng dữ liệu giúp hỗ trợ cho các việc thiết kế quy trình.

- OrCAD PSpice® A/D and Advanced Analysis: là bộ công cụ tích hợp các quy chuẩn công nghiệp, tín hiệu tương tự, tín hiệu hỗn hợp và các chương trình phân tích để mô phỏng và xác thực hoạt động của mạch điện.
- OrCAD PCB Editor: đây là công thiết kế bo mạch điện tử (PCB - Printed Circuit Board).

III. THỰC HÀNH

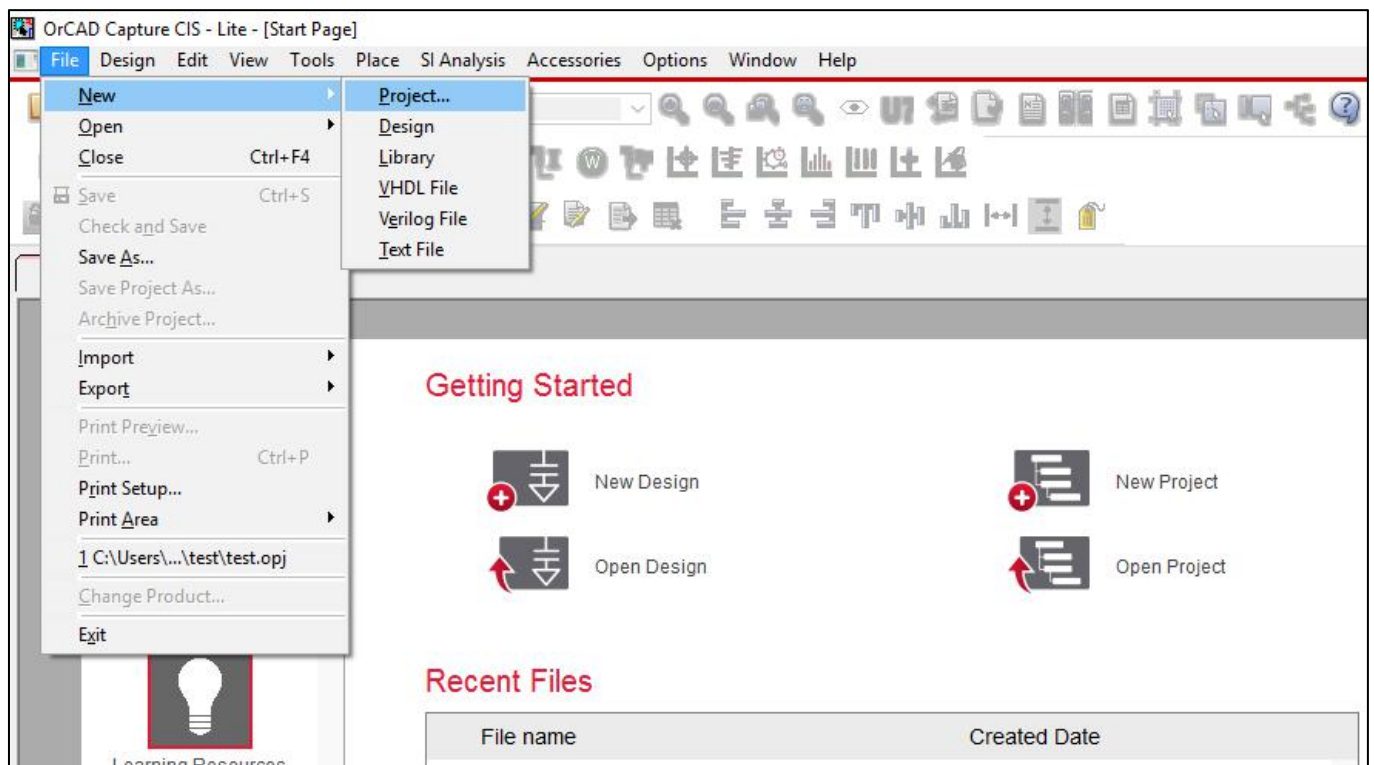
a. Thiết bị

- OrCAD PCB Designer Lite

b. Sơ đồ mạch

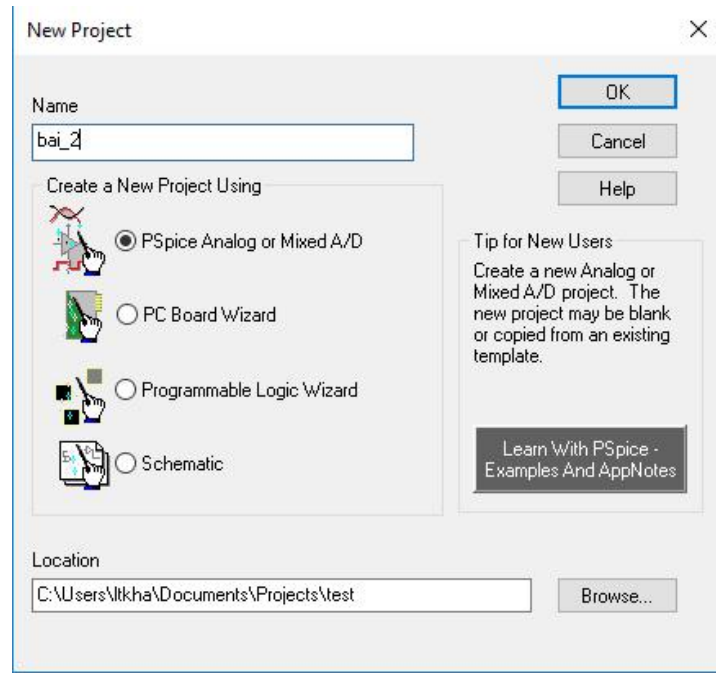
Bước 1: mở Capture CIS Lite từ menu Start hoặc lối tắt trên màn hình.

Bước 2: chọn File->New->Project



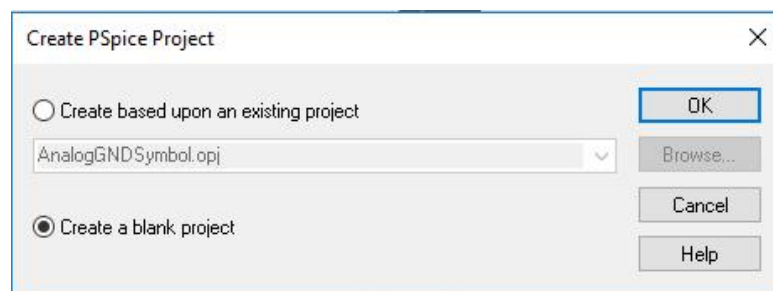
Hình 3.2. File->New->Project

Bước 3: trong hộp New Project, đặt tên của thiết kế trong ô Name, chọn loại thiết kế theo hình dưới đây. Sau đó, chọn OK để tiếp tục.



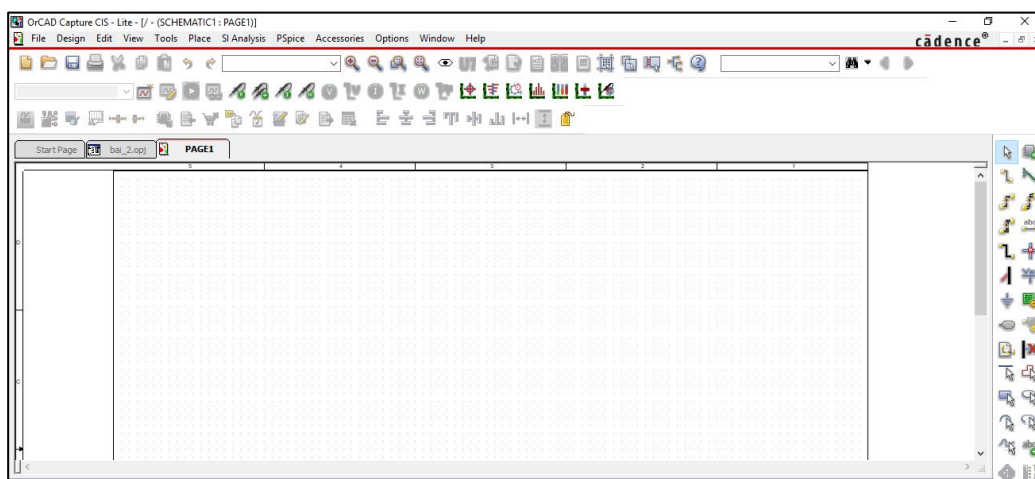
Hình 3.3. Đặt tên và loại cho thiết kế

Bước 4: OrCAD sẽ hỏi bạn tạo một thiết kế trống hoặc sử dụng mẫu có sẵn, chọn “Create a blank project” như hình 3.4.



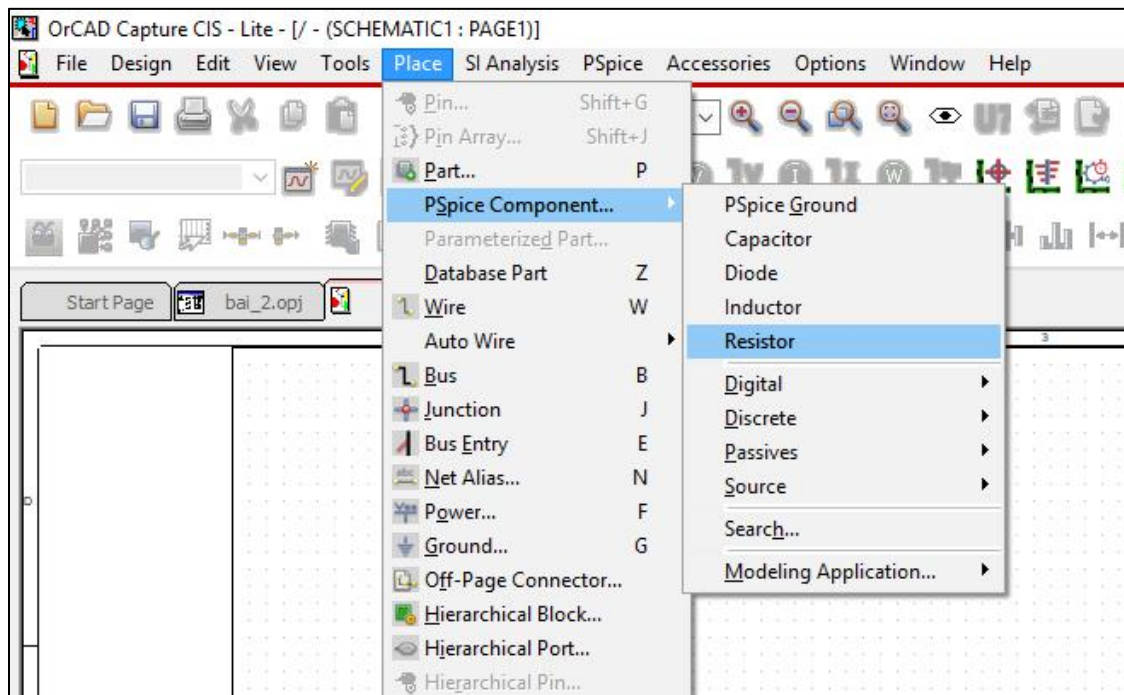
Hình 3.4. Tạo thiết kế trống

Bước 5: một trang trắng sẽ mở ra như hình 3.5



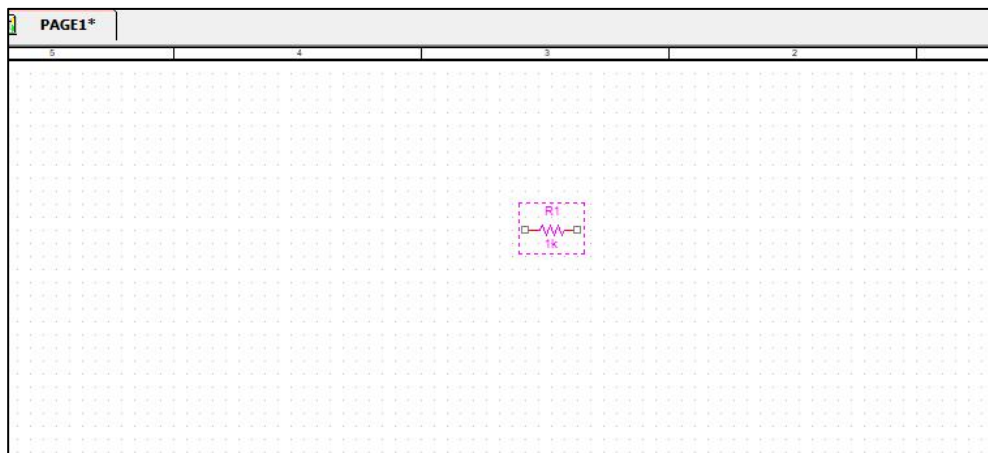
Hình 3.5. Trang trắng cho thiết kế

Bước 6: đi tới Place->PSpice Component...->Resistor để lấy ra một điện trở. Sau đó, một biểu tượng điện trở sẽ xuất hiện và di chuyển cùng con trỏ chuột.



Hình 3.6. Place->PSpice Component...->Resistor

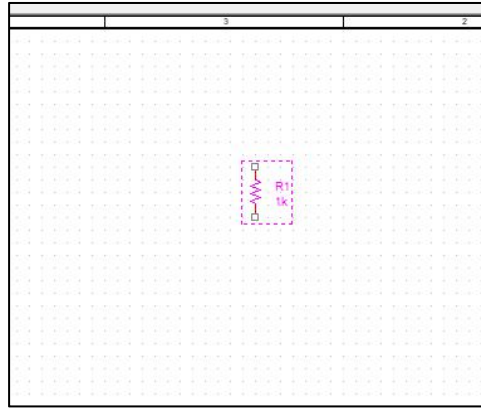
Bước 7: bấm chuột trái để đặt điện trở trên vào trang thiết kế.



Hình 3.7: Đặt một điện trở

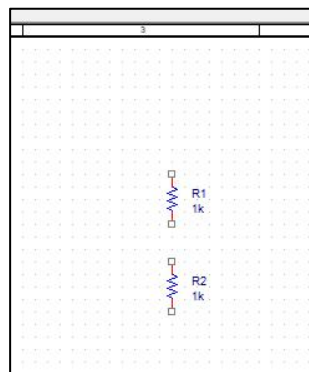
Bước 8: chọn điện trở vừa đặt, bấm và giữ chuột trái để di chuyển và đặt điện trở trên vào vị trí khác của trang thiết kế.

Bước 9: để xoay linh kiện, bấm chuột trái trên linh kiện để lựa chọn, sau đó nhấn phím R xoay 90 độ.



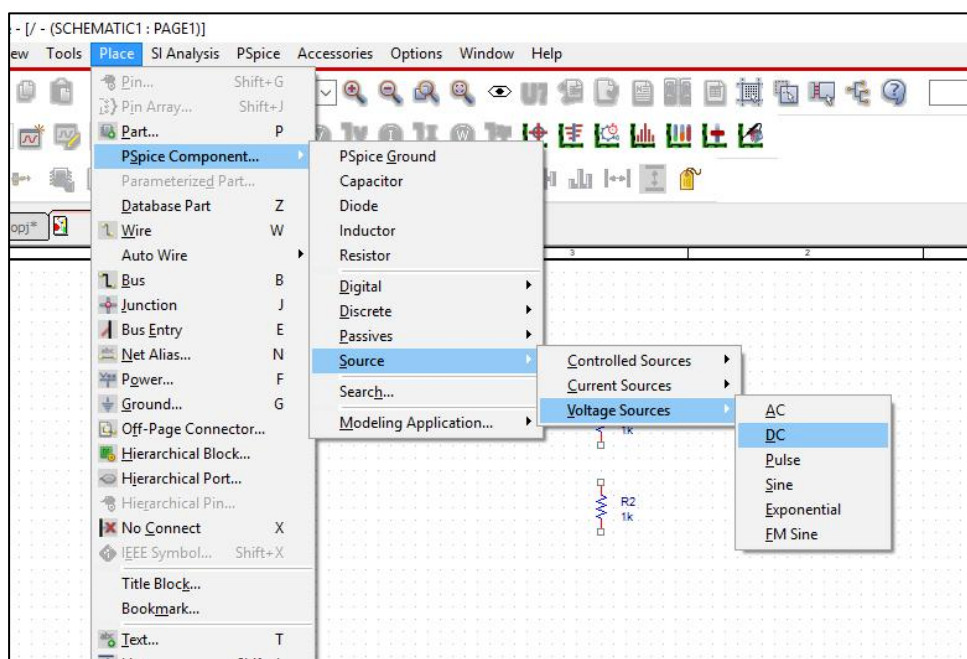
Hình 3.8. Chọn và nhấn phím R để xoay linh kiện 90 độ.

Bước 10: đặt thêm một điện trở khác vào trang thiết kế (lặp lại các bước từ 6 đến 9)



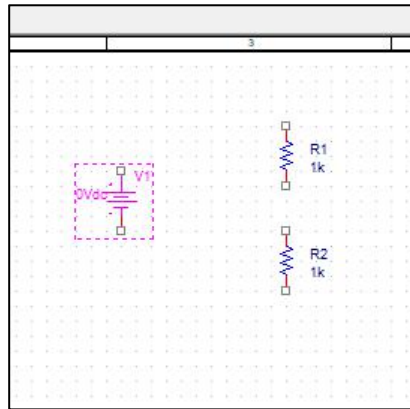
Hình 3.9. Đặt R2

Bước 11: đi đến Place->PSpice Component...->Source->Voltage Sources->DC để đặt một nguồn điện thế DC.



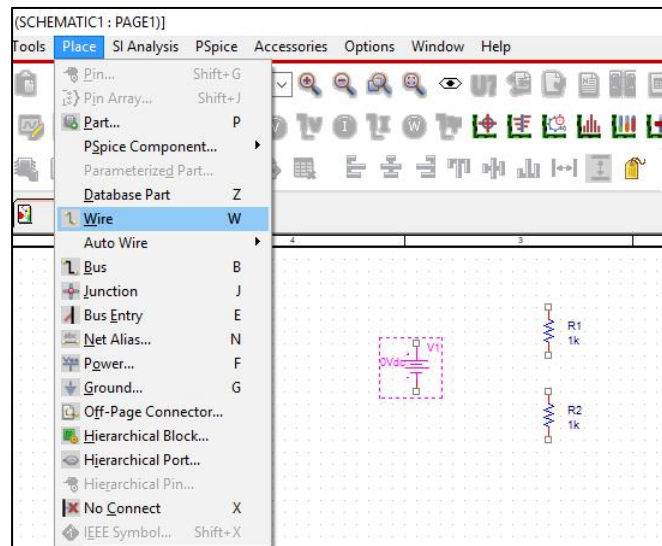
Hình 3.10. Place->PSpice Component...->Source->Voltage Sources->DC

Bước 12: bấm chuột trái trên trang thiết kế để đặt V1



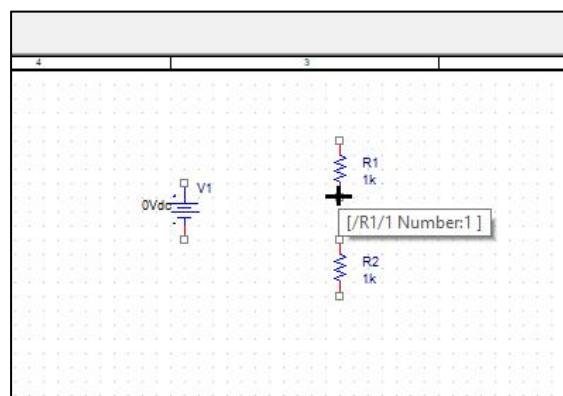
Hình 3.11. Đặt một nguồn điện thế DC.

Bước 13: đi đến Place->Wire (or nhấn W) để đi đến chế độ nối dây. Nếu bạn muốn thoát khỏi chế độ này, nhấn Esc trên bàn phím của bạn.



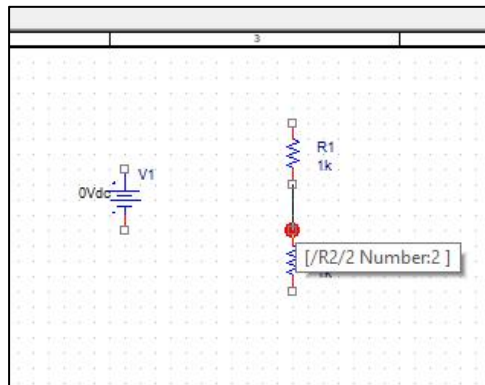
Hình 3.12. Place->Wire

Bước 14: bấm chuột trái vào một chân của R1



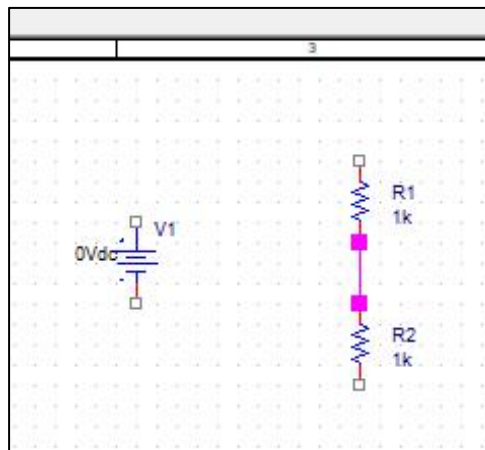
Hình 3.13. bấm chuột trái vào một chân của R1.

Bước 15: di chuyển con trỏ tới một chân của R2 cho đến khi thấy xuất hiện chấm tròn màu đỏ.



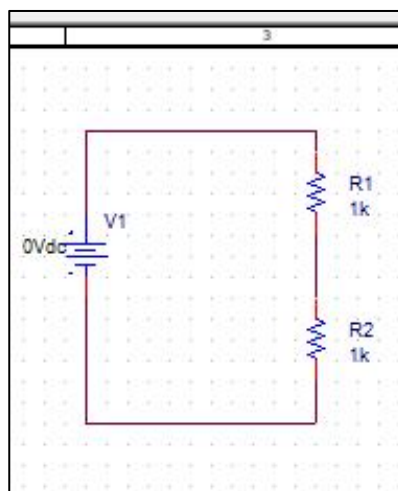
Hình 3.14. Di chuyển con trỏ tới một chân của R2.

Bước 16: bấm chuột trái trên chân này của R2 để kết thúc quá trình nối dây giữa R1 và R2.



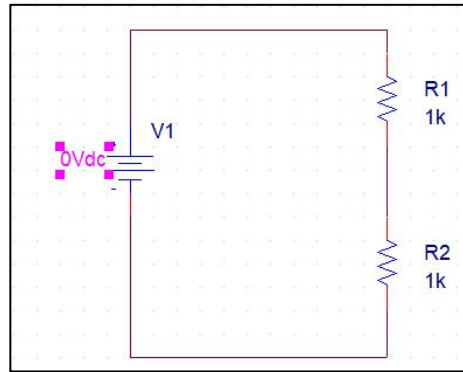
Hình 3.15. Hoàn thành nối dây giữa R1 và R2.

Bước 17: lặp lại các bước từ 13 đến 16 để hoàn thành việc nối dây toàn mạch điện như hình bên dưới.



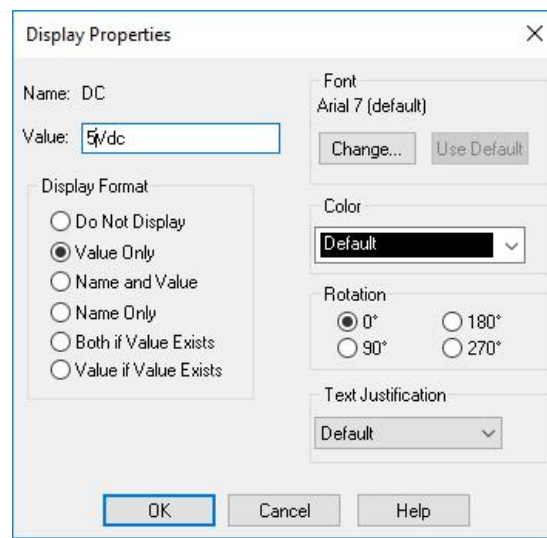
Hình 3.16. Mạch hoàn chỉnh.

Bước 18: bấm kép chuột trái trên giá trị “0Vdc”



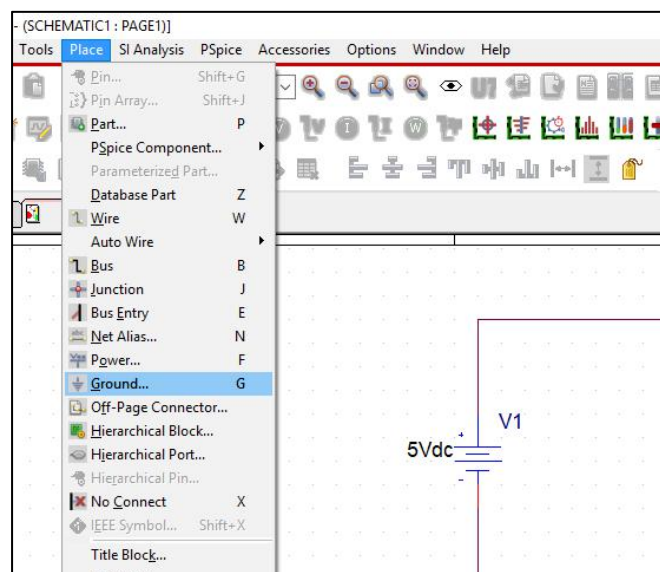
Hình 3.17. Bấm kép chuột trái vào “0Vdc”

Bước 19: đổi giá trị trong ô Value qua 5Vdc sau đó chọn OK.

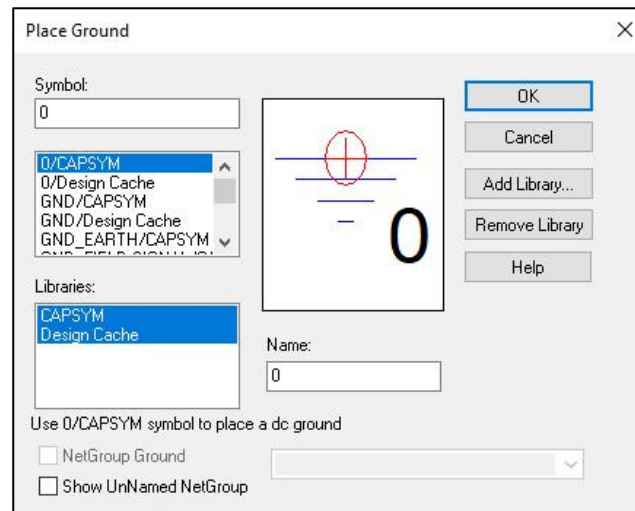


Hình 3.18. Đổi Value qua 5Vdc

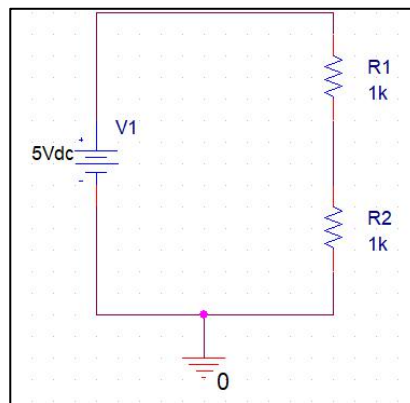
Bước 20: đi đến Place->Ground... để đặt biểu tượng GND vào trang thiết kế.



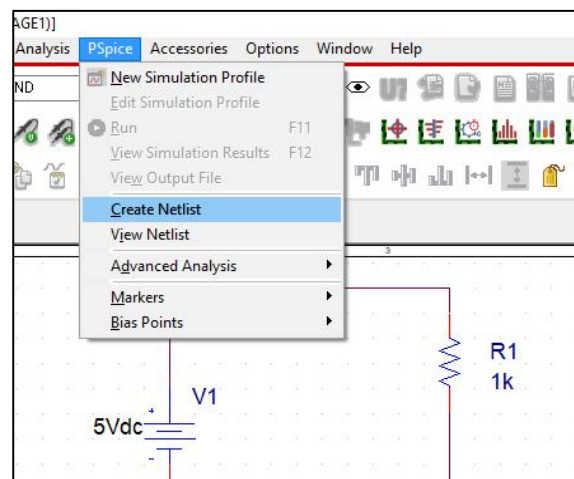
Hình 3.19. Place->Ground...

Bước 21: Chọn 0/CAPSYM

Hình 3.20. Chọn 0/CAPSYM

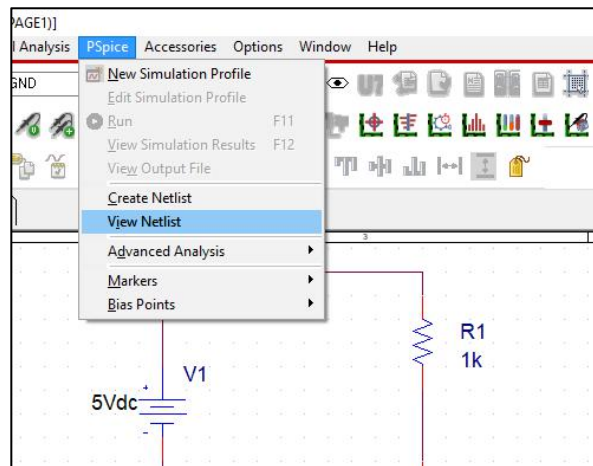
Bước 22: Nối dây GND vào mạch điện.

Hình 3.21. Nối dây GND vào mạch điện.

Bước 23: đi đến PSpice->Create Netlist

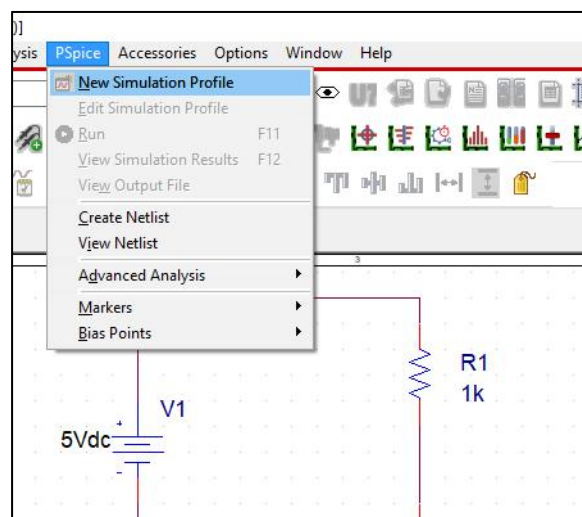
Hình 3.22. PSpice->Create Netlist

Bước 24: đi đến PSpice->View Netlist để xem netlist của mạch điện này.



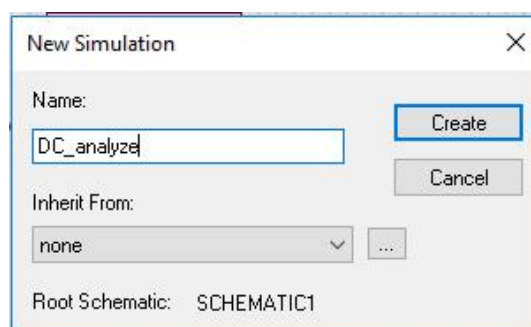
Hình 3.23: PSpice->View Netlist

Bước 25: đi đến PSpice->New Simulation Profile để tạo và thiết lập các thông tin mô phỏng.



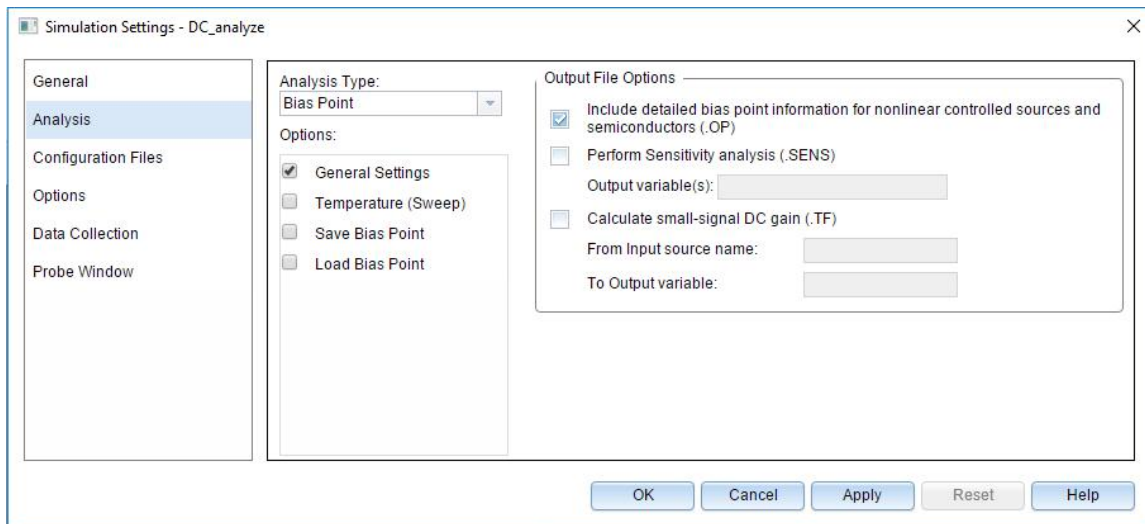
Hình 3.24. PSpice->New Simulation Profile

Bước 26: đặt tên cho thiết lập này (bất kỳ tên nào bạn muốn nhưng không chứa các ký tự đặc biệt như khoảng trắng, &, #,...)



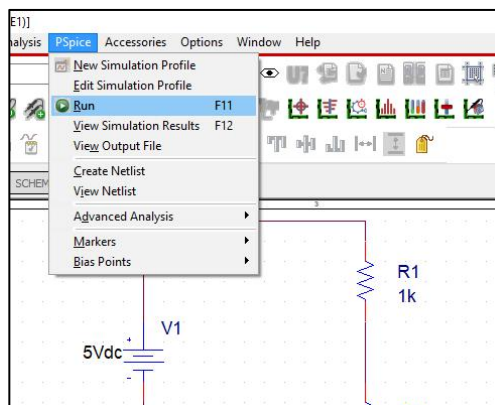
Hình 3.25. Đặt tên cho thiết lập sau đó chọn Create.

Bước 27: Cửa sổ Cài đặt sẽ hiện ra và chọn các thông tin mô phỏng như hình dưới.



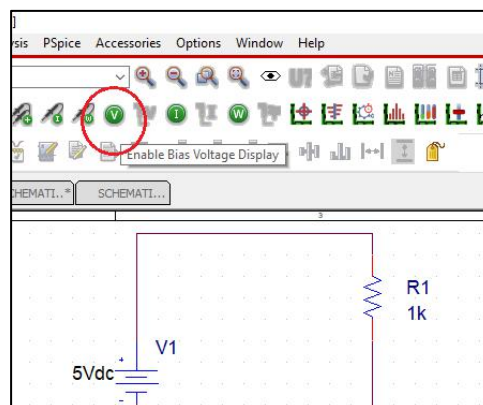
Hình 3.26. Thiết lập các thông tin mô phỏng sau đó chọn OK.

Bước 28: đi đến PSpice->Run để chạy mô phỏng



Hình 3.27. Chạy mô phỏng mạch điện.

Bước 29: sau khi quá trình chạy kết thúc, bấm vào nút V để hiện kết quả lên trang thiết kế.



Hình 3.28. Hiển thị kết quả các nút mạch.

Bước 30: Điền các kết quả vào báo cáo.

IV. CÂU HỎI CHUẨN BỊ Ở NHÀ

Cài đặt OrCAD PCB Designer Lite trên máy tính của bạn.

Viết phương trình chuyển mạch tương đương từ cầu chia thế sang nguồn thế?

V. BÁO CÁO

Điền kết quả thực hành vào mẫu báo cáo ở trang kế tiếp.

BÁO CÁO THỰC HÀNH
BÀI 3: PHẦN MỀM THIẾT KẾ ĐIỆN TỬ

Ngày: Thời gian:

Lớp: * Ca: * Nhóm:

Thành viên: - tên:, MSSV:

- tên:, MSSV:

BẢNG KẾT QUẢ		
Câu hỏi chuẩn bị	Phương trình	
Bước 24	Netlist	
Bước 30	Sơ đồ mạch và kết quả mô phỏng (chỉ vẽ sơ đồ và các kết quả)	
Thực hành mở rộng	R1=2k, R2=5k, V1=15Vdc Vẽ kết quả	

----- HẾT -----

BÀI 4

MÔ PHỎNG QUÉT DC VÀ MIỀN THỜI GIAN TRONG PSPICE

I. MỤC TIÊU

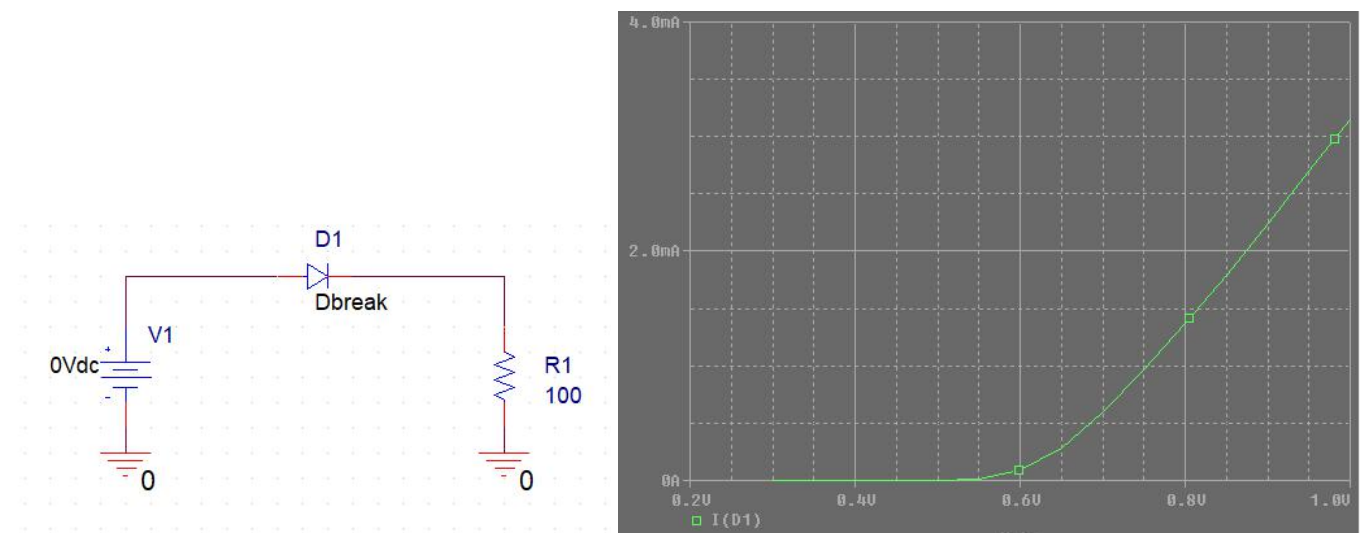
Trong bài thực hành này, sinh viên sẽ được luyện tập các kỹ năng:

- Mô phỏng và phân tích mạch điện ở chế độ quét DC và miền thời gian trong PSPICE

II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

a. Quét DC (DC Sweep)

Đây là một tính năng trong chế độ mô phỏng DC. Trong tính năng này, điện thế hoặc dòng điện DC của các nguồn cung cấp sẽ biến thiên trong một khoảng giá trị với các bước nhảy được thiết lập trước. Chức năng mô phỏng này rất hữu dụng trong việc phân tích các đặc tính DC của một mạch điện hoặc tìm ra các điểm hoạt động tối ưu của một thiết kế.

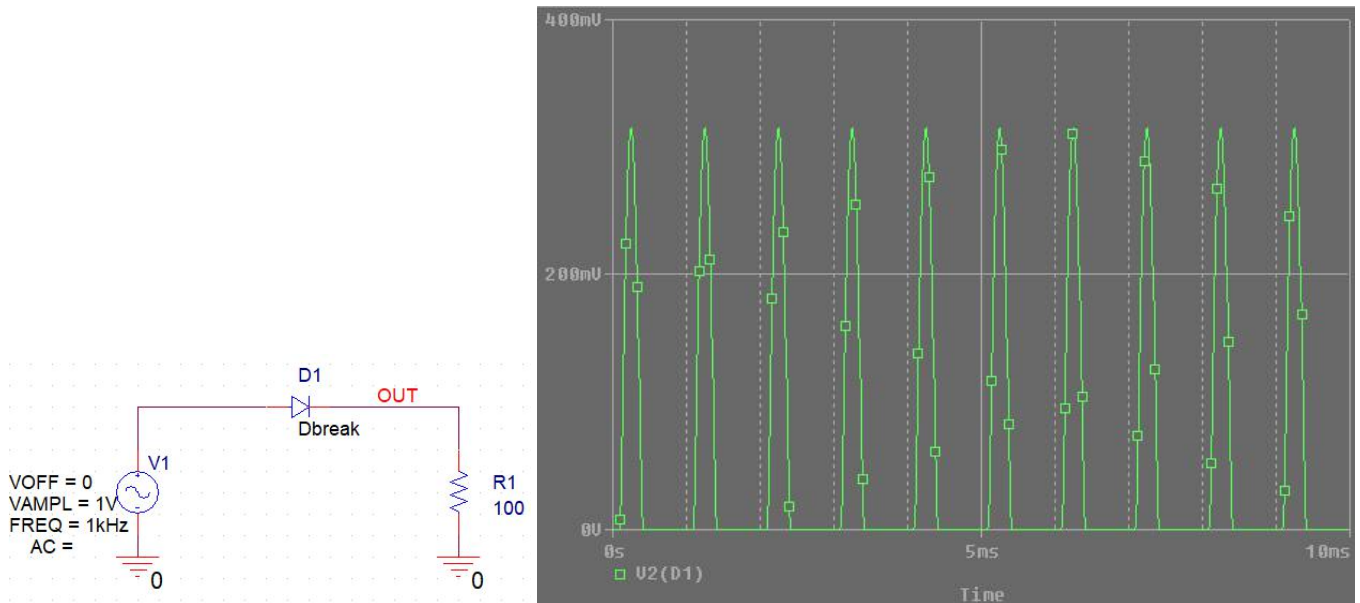


Hình 4.1 Trích xuất đường đặc trưng Điện thế - Dòng điện của đi ốt bằng quét DC.

Trong mạch điện ở hình 4.1, điện thế của nguồn V1 thay đổi từ 0.2V đến 1.0V với bước nhảy 0.05V, ứng với sự thay đổi đó, dòng điện đi qua D1 cũng thay đổi theo một đường cong được mô tả trong đồ thị điện thế - dòng điện.

b. Túc thời (miền thời gian)

Đây là chế độ mô phỏng chỉ ra hoạt động của mạch điện theo thời gian. Do đó, thiết lập thời gian phân tích là yếu tố quan trọng nhất của chế độ này. Việc thiết lập này yêu cầu các tham số bao gồm: thời điểm bắt đầu (thông thường tại 0 giây), thời điểm kết thúc và bước nhảy thời gian. Bước nhảy càng nhỏ thì kết quả mô phỏng càng chính xác, nhưng tổng thời gian để hoàn thành mô phỏng sẽ tăng vì SPICE phải thực hiện nhiều phép tính.



Hình 4.2. Điện thế ngõ ra trên dây “OUT” trong chế độ mô phỏng tức thời.

Hình 4.2 mô tả một ví dụ về mô phỏng chế độ tức thời. Một nguồn thế AC phát sóng sin được kết nối vào một diode để hình thành mạch chỉnh lưu một bán kỳ. Thời điểm bắt đầu mô phỏng tại 0 giây, kết thúc tại 10 mili giây với bước nhảy thời gian là 10 micro giây.

Chế độ mô phỏng tức thời là một chế độ mô phỏng vô cùng quan trọng, nó không chỉ giúp kiểm tra hoạt động của mạch mà còn giúp chứng minh tính năng của một mạch điện.

III. THỰC HÀNH

a. Thiết bị

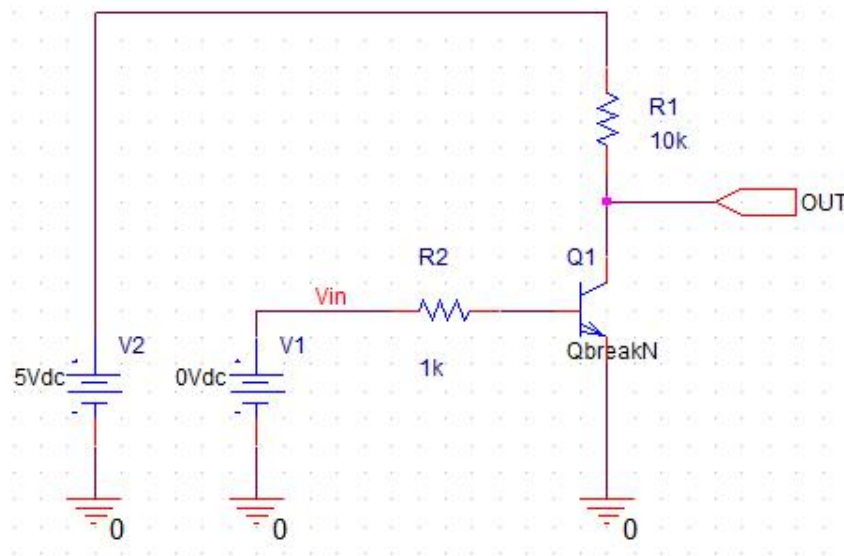
- OrCAD PCB Designer Lite

b. DC sweep

Bước 1: mở Capture CIS Lite và vẽ mạch như hình 4.3.

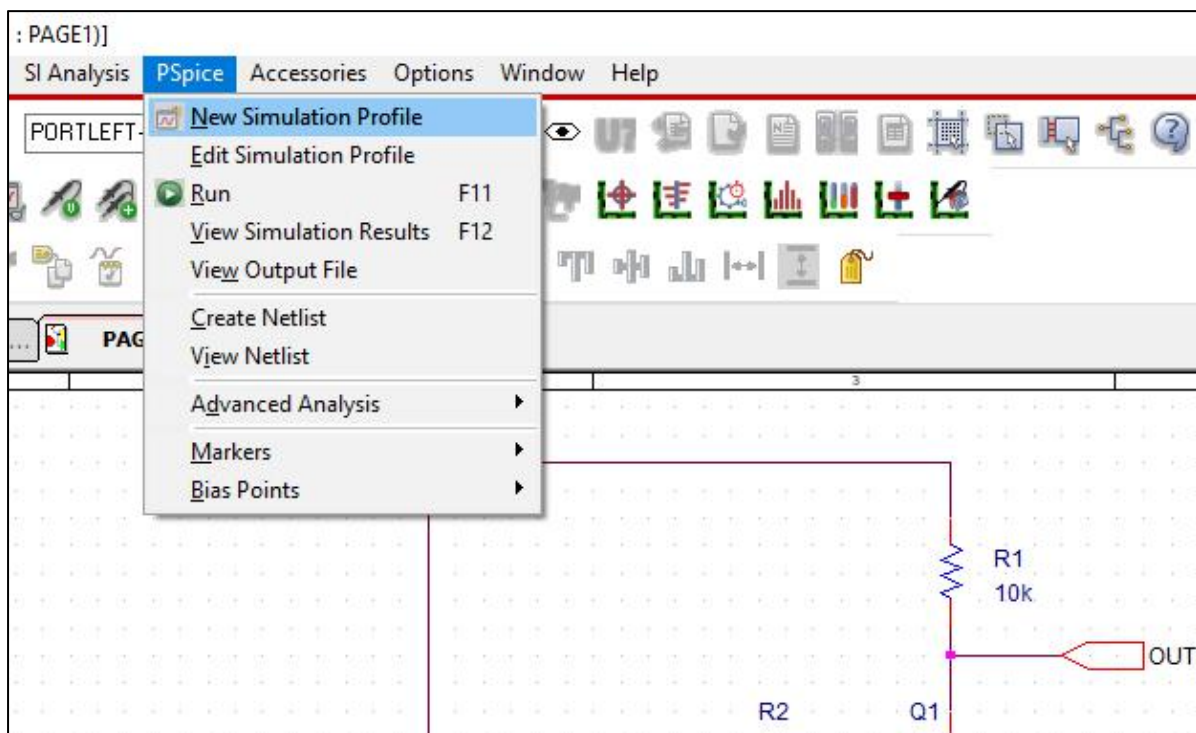
- Đặt tên cho dây (ví dụ: Vin):

- Place->Net Alias...
 - Gõ tên dây Vin sau đó bấm OK.
 - Bấm vào một dây cần đặt tên trên sơ đồ mạch để đặt tên vừa gõ vào dây đó.
- Để đặt một cổng (ví dụ: OUT):
- Place->Hierarchical Port...
 - Chọn kiểu cho cổng, ví dụ PORTLEFT-L, sau đó bấm OK.
 - Nhấp trái vào trang sơ đồ để đặt cổng này..
 - Nối một dây tới cổng này.
 - Nhấp kép vào nhãn PORTLEFT-L để đổi tên cổng, ví dụ: OUT.



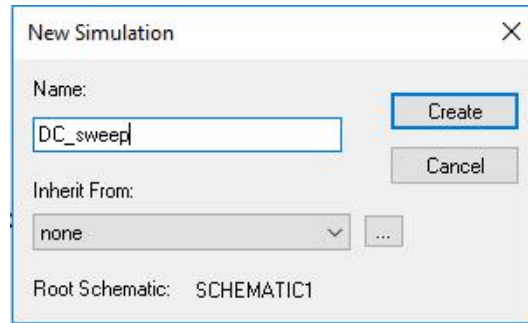
Hình 4.3 Mạch kiểm tra hoạt động của transistor NPN

Bước 2: chọn PSpice->New Simulation Profile



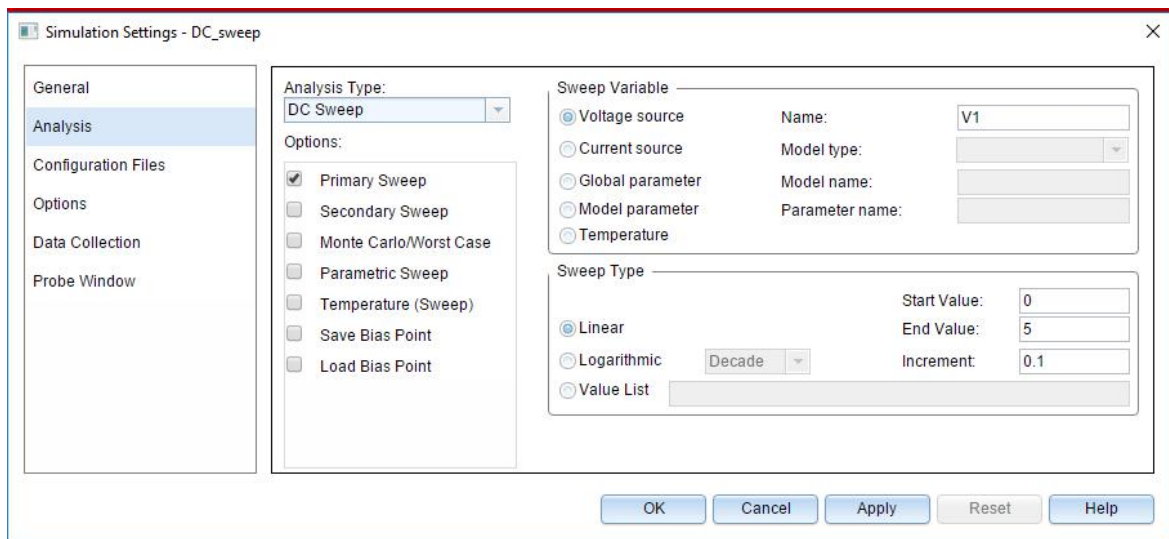
Hình 4.4. Tạo một mô phỏng

Bước 3: đặt tên cho thiết lập mô phỏng (tên này không ảnh hưởng đến mô phỏng)



Hình 4.5 Đặt tên cho thiết lập mô phỏng

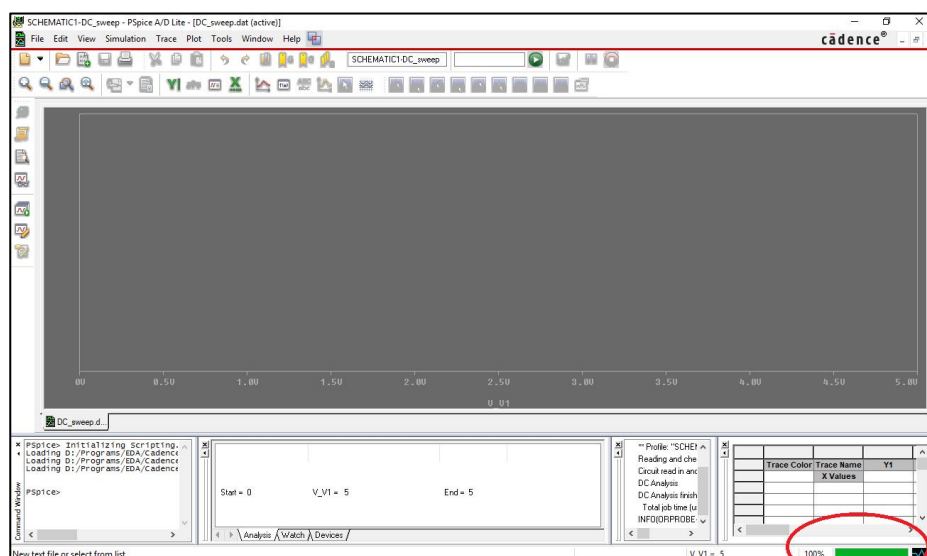
Bước 4: thiết lập các lựa chọn mô phỏng như hình dưới sau đó nhấn OK.



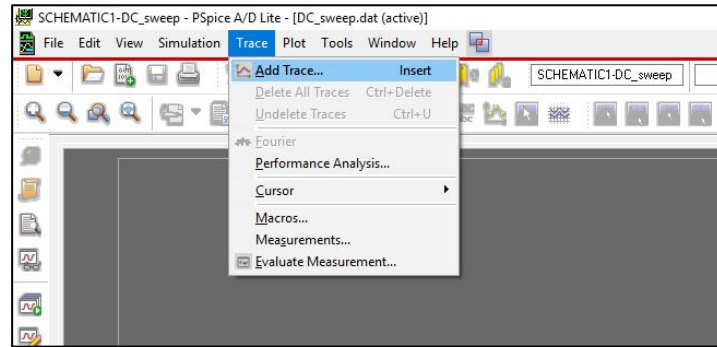
Hình 4.6. Thiết lập mô phỏng quét DC.

Bước 5: Tạo netlist của mạch điện.

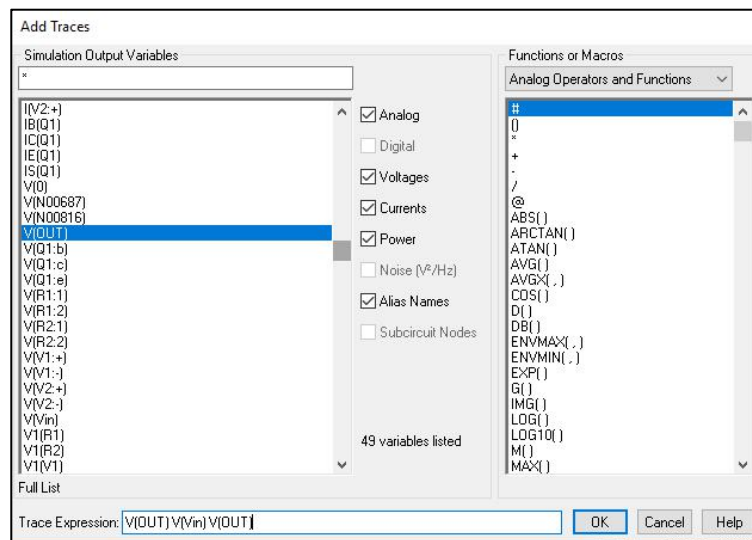
Bước 6: Chạy mô phỏng (PSpice->Run) và đợi đến khi cửa sổ PSpice A/D Lite hiện 100%



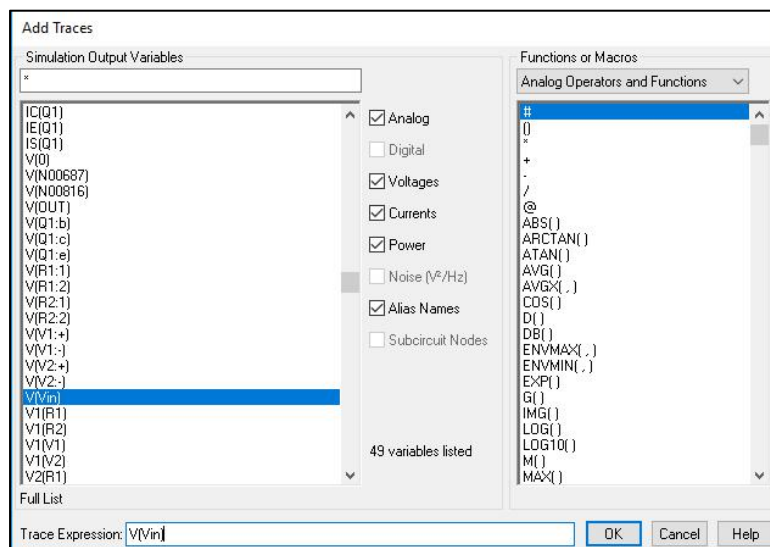
Hình 4.7. Cửa sổ PSpice A/D Lite

Bước 7: đi đến Trace->Add Trace...

Hình 4.8. Thêm tín hiệu để vẽ.

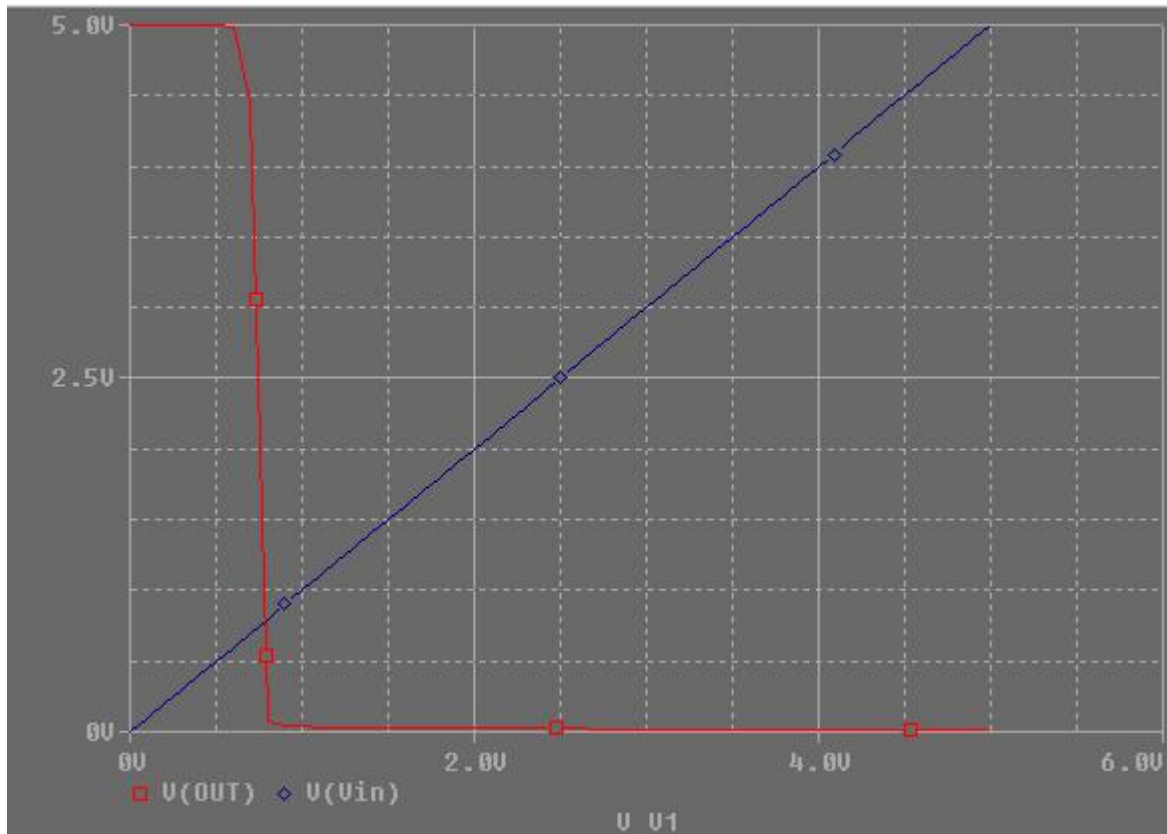
Bước 8: Tìm và chọn V(OUT) để vẽ.

Hình 4.9. Chọn V(OUT) sau đó nhấn OK

Bước 9: lặp lại bước 8 để vẽ V(Vin)

Hình 4.10. Chọn V(Vin) để vẽ sau đó nhấn OK

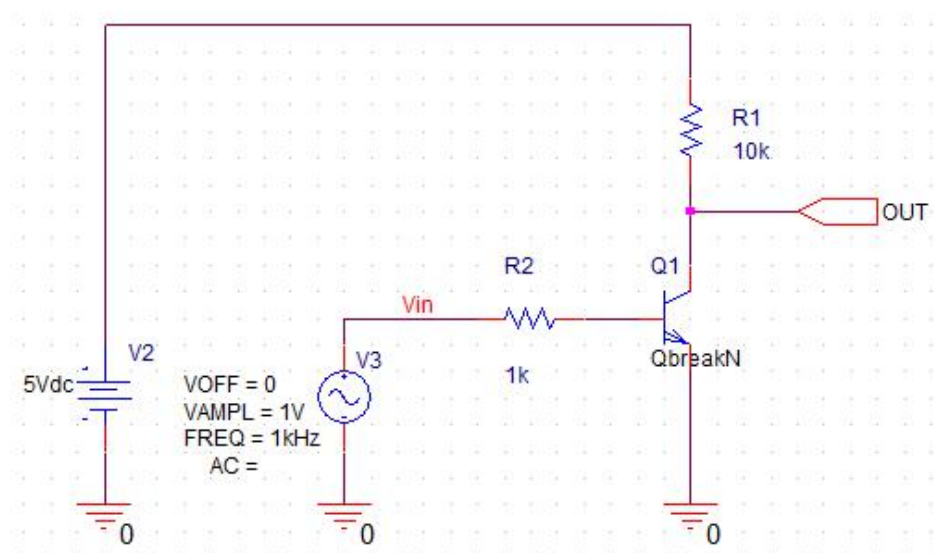
Bước 10: kết quả



Hình 4.11. Dạng sóng kết quả

c. Miền thời gian

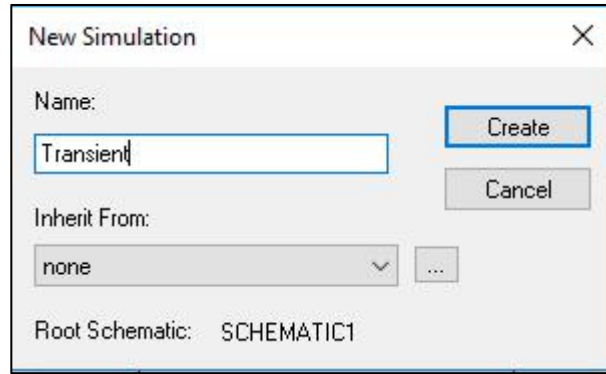
Bước 11: đổi mạch điện ở phần trước thành sơ đồ dưới đây:



Hình 4.12. Mạch điện mới

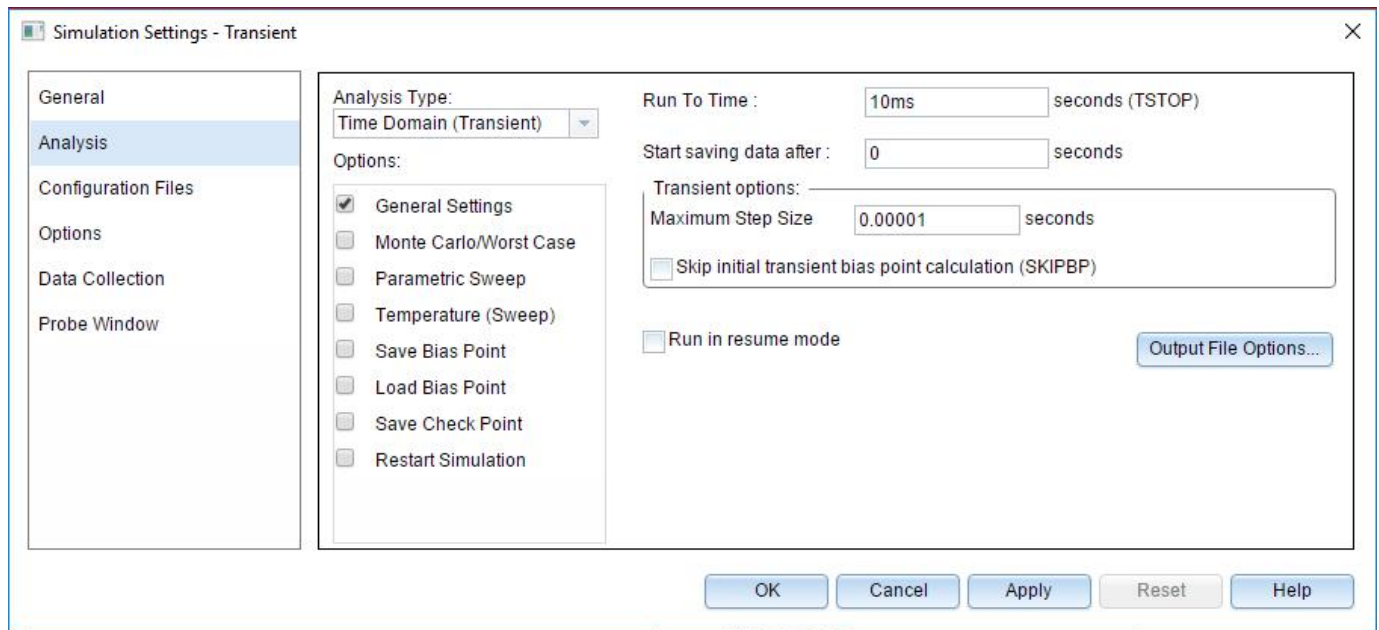
Bước 12: chọn PSpice->New Simulation Profile

Bước 13: đặt tên cho thiết lập mô phỏng (tên này không ảnh hưởng đến mô phỏng)



Hình 4.13 Đặt tên cho thiết lập mô phỏng

Bước 14: thiết lập các lựa chọn mô phỏng như hình dưới sau đó nhấn OK.



Hình 4.14. Thiết lập mô phỏng tức thời

Bước 15: Lặp lại từ bước 5 đến bước 10 để có kết quả.

IV. CÂU HỎI CHUẨN BỊ Ở NHÀ

V. BÁO CÁO

Điền kết quả thực hành vào mẫu báo cáo ở trang kế tiếp.

BÁO CÁO THỰC HÀNH**BÀI 4: QUÉT DC VÀ MÔ PHỎNG MIỀN THỜI GIAN TRONG PSPICE**

Ngày: Thời gian:

Lớp: * Ca: * Nhóm:

Thành viên: - tên:, MSSV:

- tên:, MSSV:

BẢNG KẾT QUẢ		
Bước 5	Netlist	
Bước 10	Tìm điểm chuyển trạng thái của mạch	
Bước 11	Netlist của mạch mới	
Bước 15	Vẽ sóng kết quả của mạch mới khi mô phỏng ở miền thời gian	

----- HẾT -----

BÀI 5

MÔ PHỎNG AC VÀ ĐÁP ỨNG TẦN SỐ TRONG PSPICE

I. MỤC TIÊU

Trong bài thực hành này, sinh viên sẽ được luyện tập các kỹ năng:

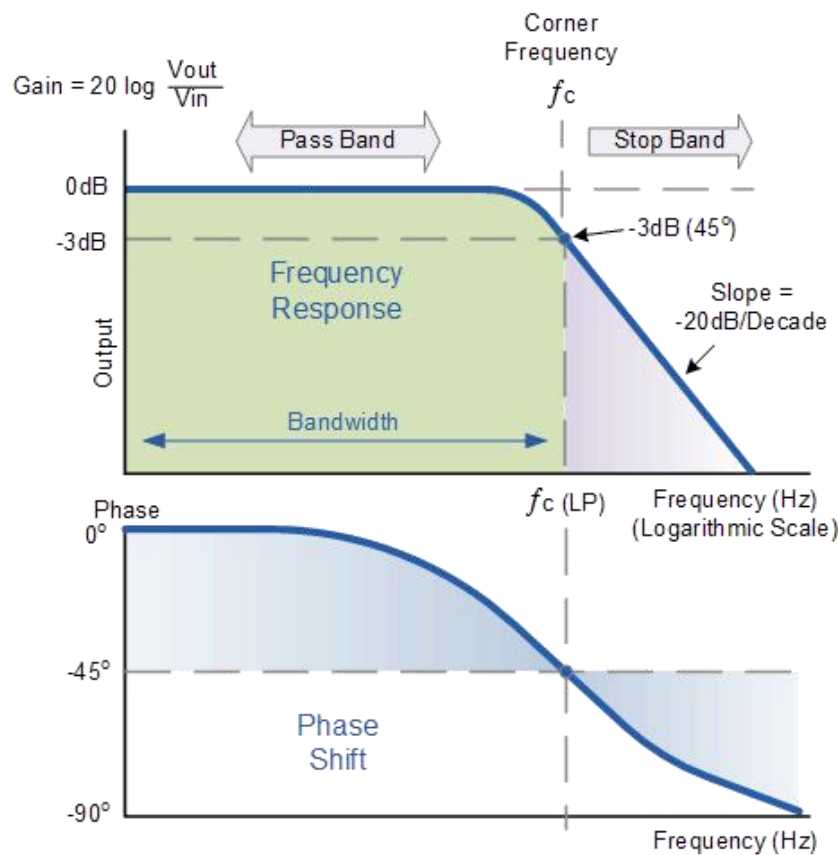
- Mô phỏng đáp ứng tần số sử dụng chế độ AC trong PSPICE

II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

a. Đáp ứng tần số

Đáp ứng tần số là phương pháp mô phỏng để phân tích các đặc tính động của một mạch điện hoặc hệ thống. Nó đo lường tỷ số giữa đầu ra và đầu vào khi tần số của tín hiệu ngõ vào biến thiên trong những khoảng khác nhau. Kết quả của việc phân tích cho chúng ta biết tốc độ hoạt động tối đa của hệ thống.

Kết quả của đáp ứng tần số thường được thể hiện dưới dạng giản đồ Bode như hình 5.1.

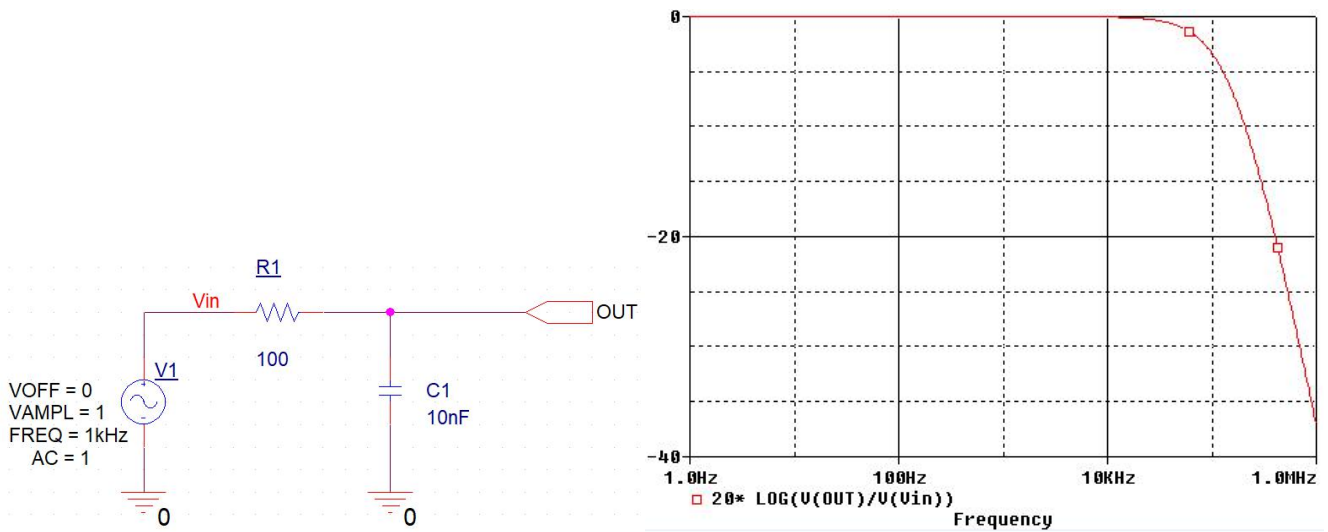


Hình 5.1 giản đồ Bode.

Trong hình 5.1 trên, **tần số góc** (*corner frequency*), hay còn gọi là **tần số cắt** (*cutoff frequency*), là tần số của tín hiệu ngõ vào mà tại đó tỷ số giữa biên độ vào-ra giảm đi một lượng $1/\sqrt{2}$ (tương ứng đường đáp ứng biên độ trên giản đồ Bode giảm một lượng -3dB).

b. Mô phỏng chế độ AC

Mô phỏng chế độ AC trong PSPICE là một chế độ cho phép thay đổi tần số ngõ vào của tín hiệu và phân tích đặc tính của mạch hoặc hệ thống ở miền tần số.

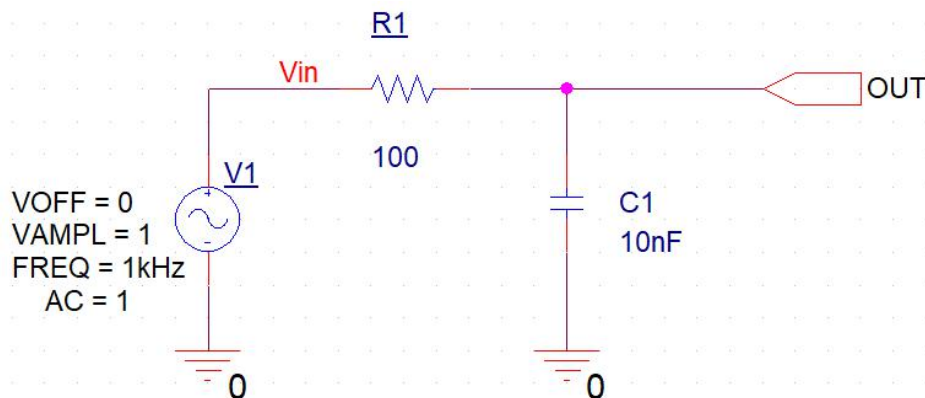


Hình 5.2 Giản đồ Bode của mạch lọc thấp qua đơn giản

III. THỰC HÀNH

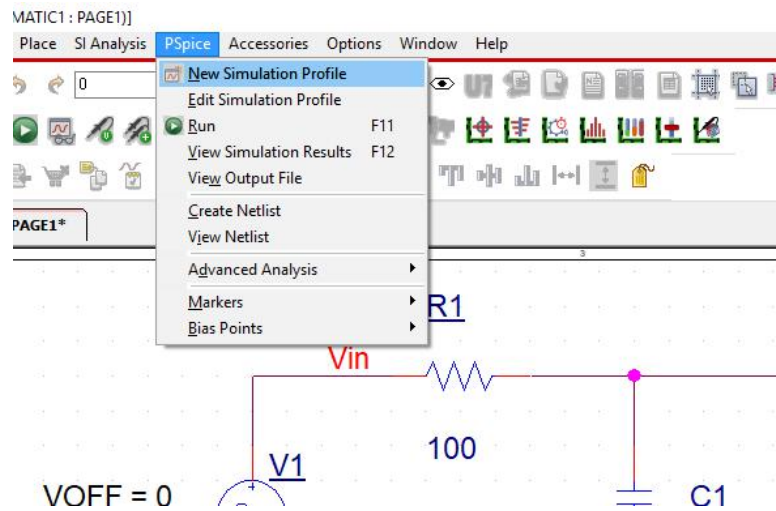
a. Mạch lọc thấp qua đơn giản

Bước 1: mở phần mềm Capture CIS Lite và vẽ mạch như hình 5.3.



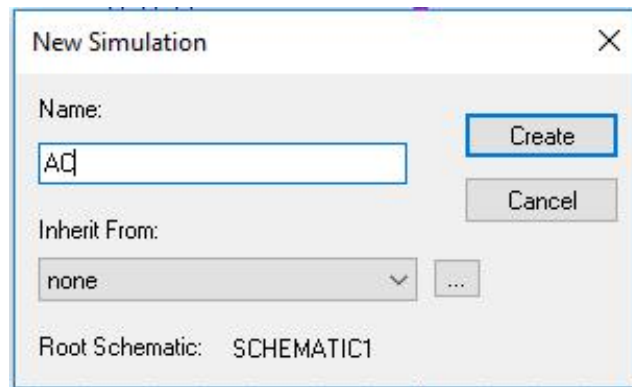
Hình 5.3 Mạch lọc thấp qua đơn giản.

Bước 2: chọn PSpice->New Simulation Profile



Hình 5.4. Thiết lập mô phỏng

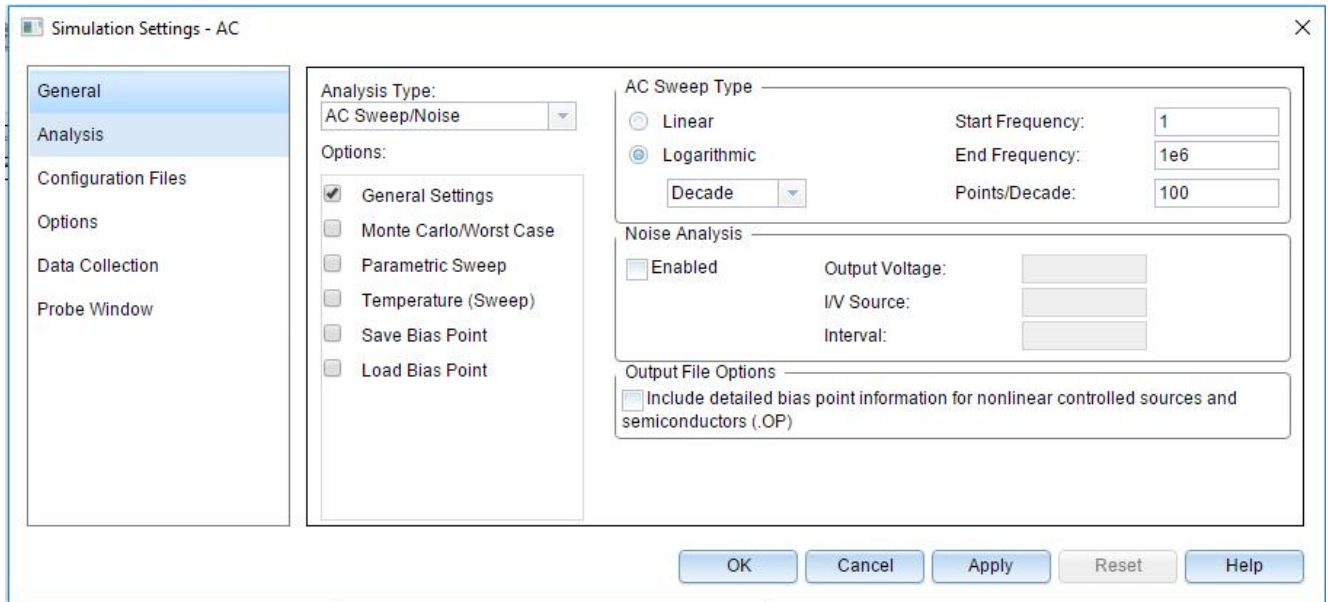
Bước 3: đặt tên cho thiết lập mô phỏng (tên này không ảnh hưởng đến mô phỏng).



Hình 5.5 đặt tên cho thiết lập mô phỏng.

Bước 4: thiết lập các tham số mô phỏng như hình 5.6:

- Analysis Type: AC Sweep
- AC Sweep Type: Logarithmic
- Start Frequency: 1 (it means 1 Hz)
- End Frequency: 1e6 (it means 1×10^6 Hz or 1 MHz)
- Points/Decade: 100 (số điểm càng lớn, độ chính xác càng cao tuy nhiên thời gian mô phỏng càng tăng)



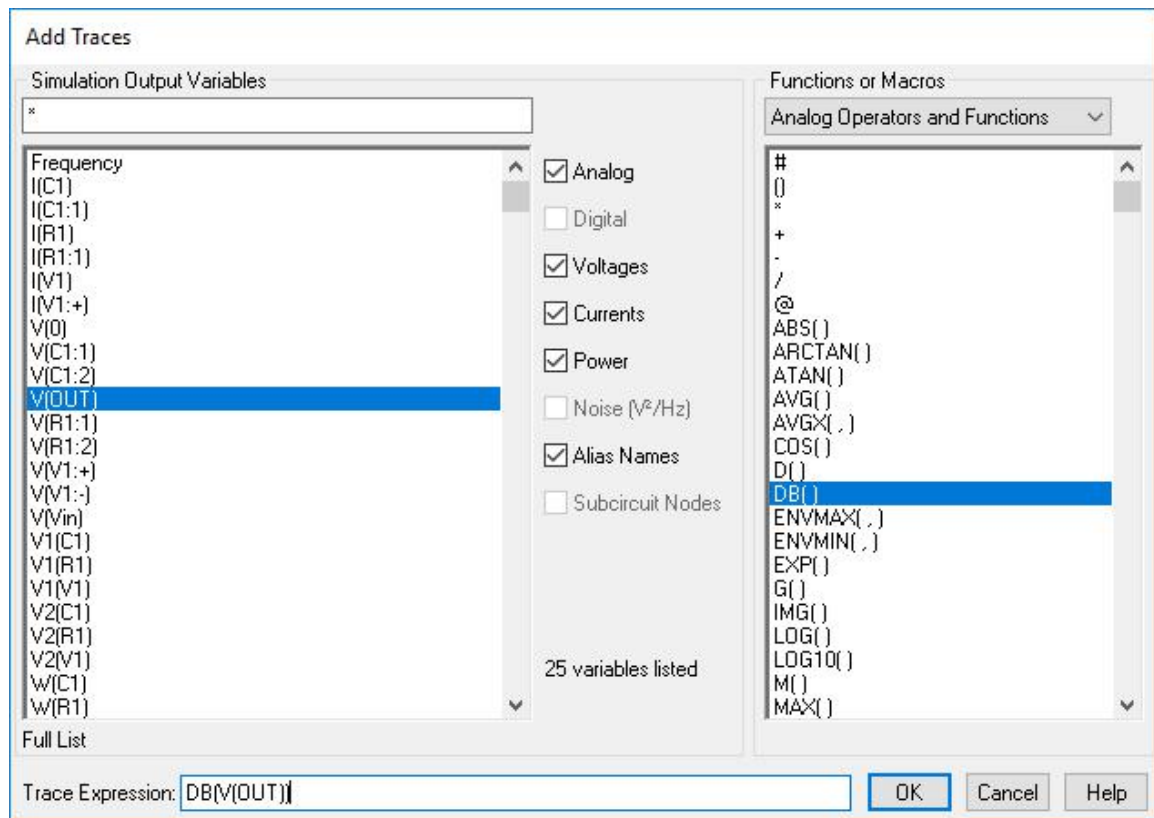
Hình 5.6 Simulation parameters for AC Sweep

Bước 5: tạo netlist của mạch điện.

Bước 6: chạy mô phỏng (PSpice->Run) và đợi PSpice A/D Lite hiện 100%.

Bước 7: trong cửa sổ PSpice A/D Lite, đi đến Trace->Add Trace...

Bước 8: trong cửa sổ Add Traces, nhập hàm như hình 5.7 và nhấn OK.



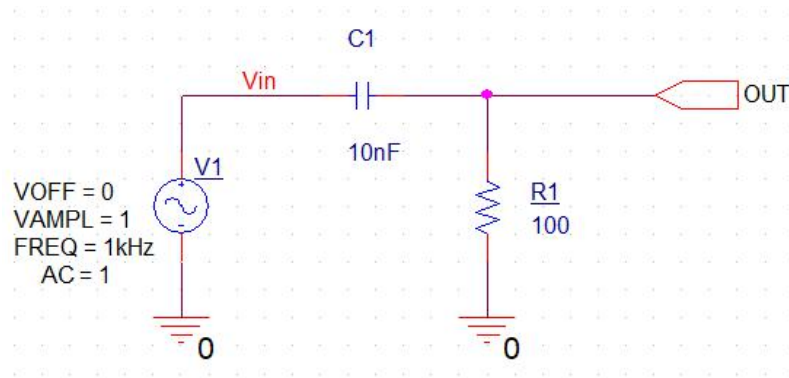
Hình 5.7 Nhập hàm tính Decibel (DB) và vẽ tín hiệu ngõ ra

Bước 9: nhấp phải trên đồ thị và chọn Cursor On để hiện thị con trỏ trên đồ thị.

Bước 10: sử dụng các phím mũi tên trên bàn phím để di chuyển con trỏ tới vị trí -3dB tìm giá trị tần số tại điểm này.

b. Mạch lọc cao qua đơn giản

Bước 11: đổi sơ đồ mạch sang mạch như hình 5.8.

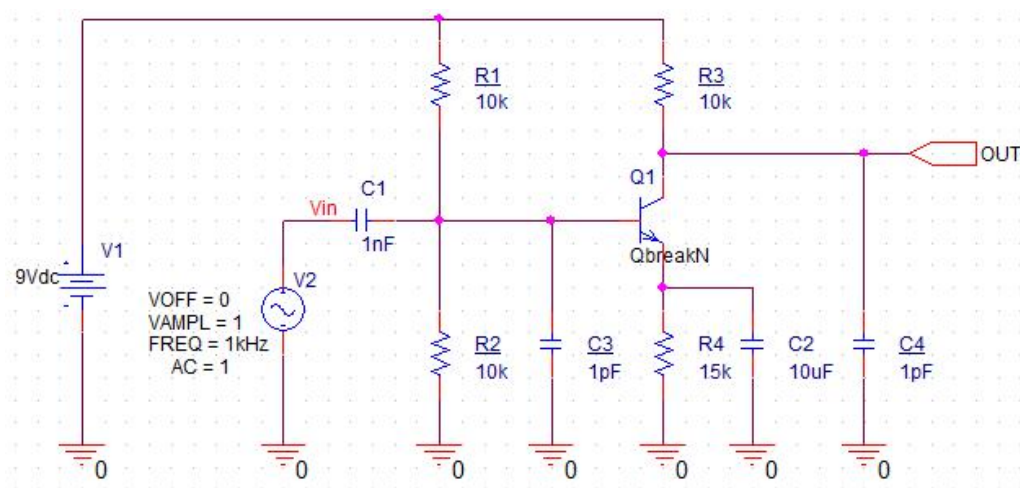


Hình 5.8 Mạch lọc cao qua đơn giản

Bước 12: lặp lại từ bước 2 đến 10 để tìm tần số cắt của mạch này.

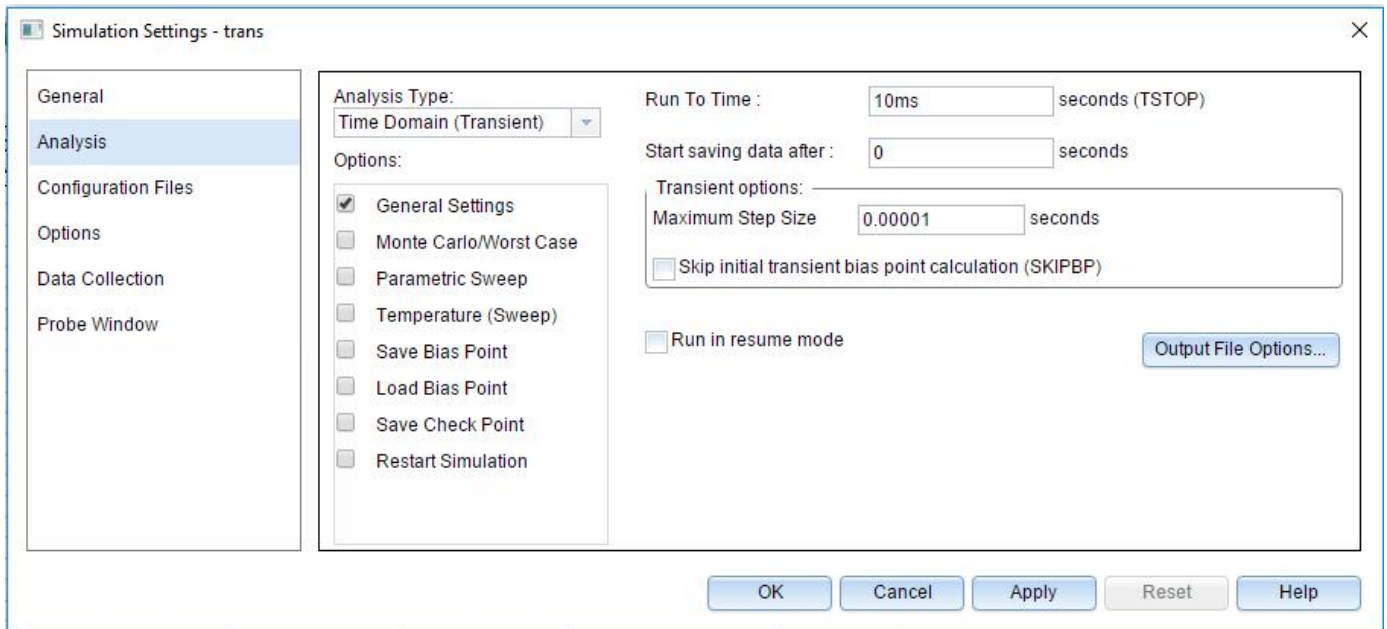
c. Mạch khuếch đại BJT đơn giản

Bước 13: tạo dự án mới cho mạch điện trong hình 5.9.



Hình 5.9 Mạch khuếch đại BJT đơn giản.

Bước 14: thiết lập các mô phỏng miền thời gian như hình 5.10.

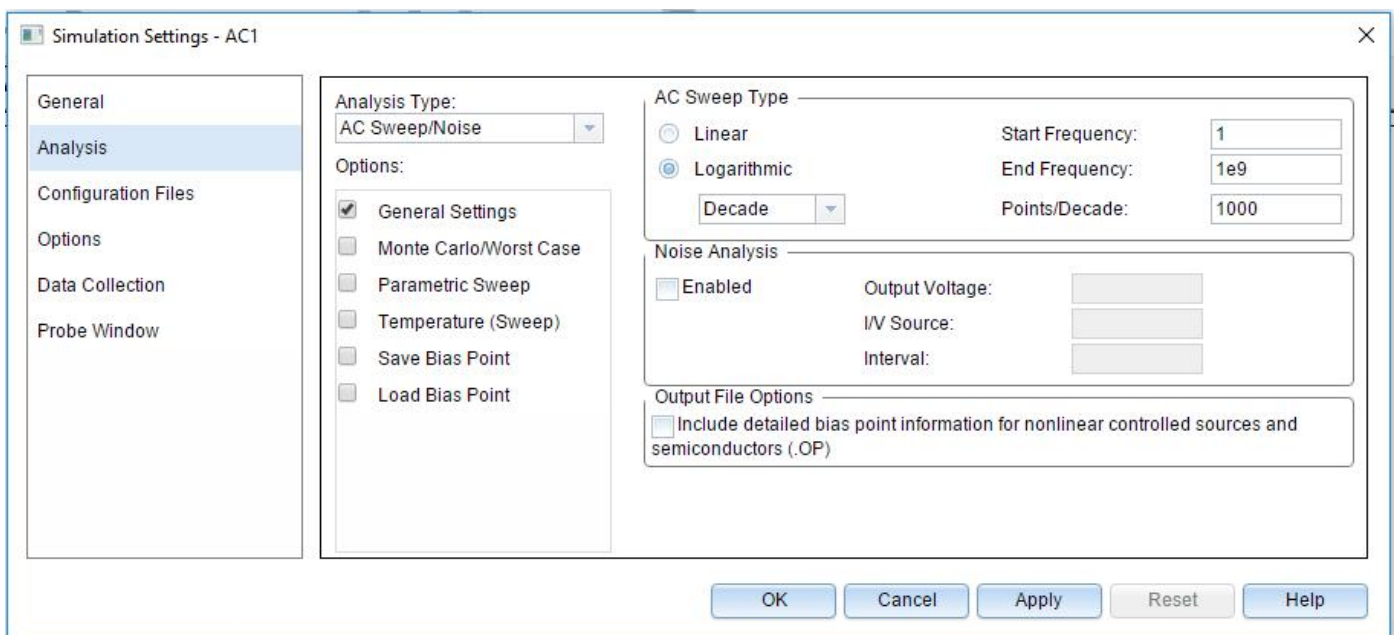


Hình 5.10 Tham số mô phỏng miền thời gian.

Bước 15: chạy mô phỏng và vẽ các tín hiệu V(OUT) và V(Vin).

Bước 16: lặp lại từ bước 2 tới bước 10 với các tham số như hình 5.11 để tìm tần số cắt của mạch khuếch đại.

- Start Frequency: 1 Hz
- End Frequency: 1e9 (it means 1 GHz)
- Points/Decade: 1000



Hình 5.11 Các tham số mô phỏng bước AC.

IV. CÂU HỎI CHUẨN BỊ Ở NHÀ

V. BÁO CÁO

Điền kết quả thực hành vào mẫu báo cáo ở trang kế tiếp.

BÁO CÁO THỰC HÀNH**BÀI 5: MÔ PHỎNG CHẾ ĐỘ AC VÀ PHÂN TÍCH ĐÁP ỨNG TẦN SỐ TRONG PSPICE**

Ngày: Thời gian:

Lớp: * Ca: * Nhóm:

Thành viên: - tên:, MSSV:

- tên:, MSSV:

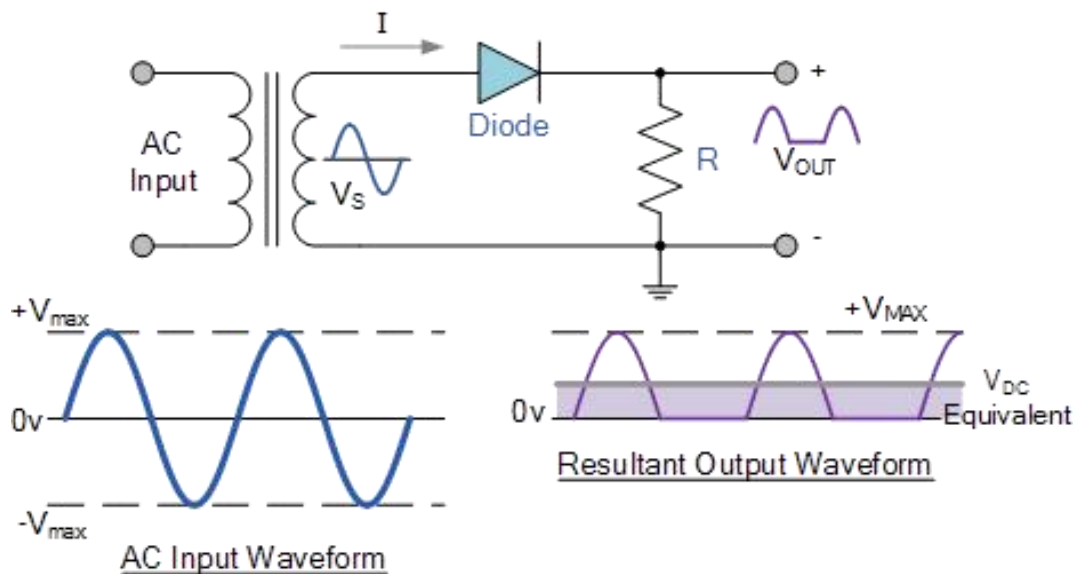
BẢNG KẾT QUẢ		
Bước 7	Netlist	
Bước 11	Vẽ đồ thị Bode	Tần số cắt =
Bước 15	Netlist của mạch mới	
Bước 17	Vẽ đồ thị Bode	Tần số cắt =

----- HẾT -----

BÀI 6**ĐIỐT NỐI P-N VÀ CÁC MẠCH CHỈNH LƯU****I. MỤC TIÊU**

Trong bài thực hành này, sinh viên sẽ được luyện tập các kỹ năng:

- Thực nghiệm các mạch chỉnh lưu cơ bản.
- Tính toán các thông số của các mạch chỉnh lưu cơ bản.

II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT**1. Chỉnh lưu bán kỳ**

Hình 6.1. Mạch chỉnh lưu bán kỳ.

Điện thế DC trung bình ngõ ra:

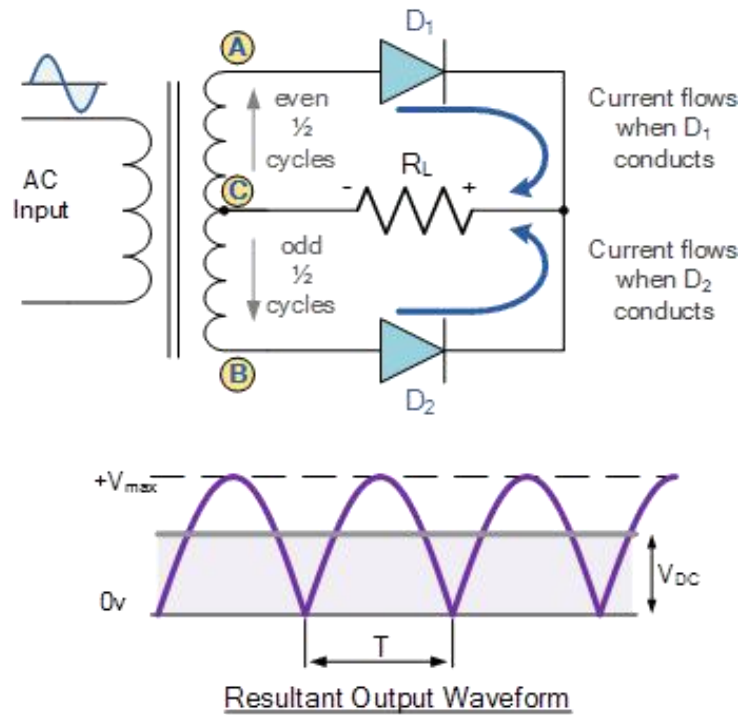
$$V_{dc} = \frac{V_{max}}{\pi} = 0.318 \times V_{max} = 0.45 \times V_S \quad (1)$$

Dòng điện qua tải là

$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R} \quad (2)$$

2. Chỉnh lưu toàn kỳ

a) Loại 02 đi ốt



Hình 6.2. Chỉnh lưu toàn kỳ 02 đi ốt.

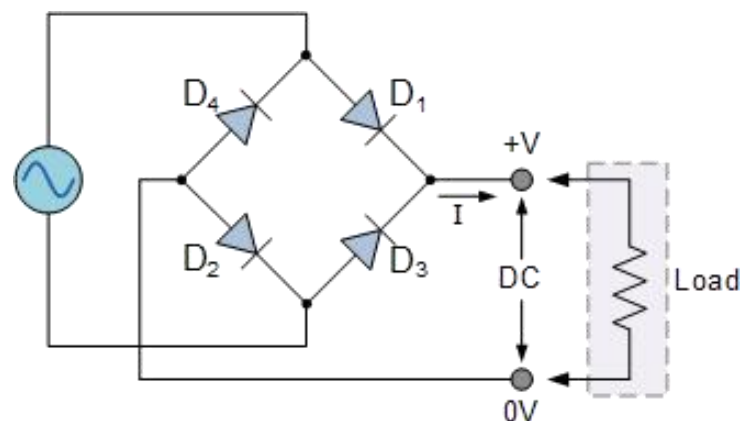
Điện thế DC trung bình ngõ ra:

$$V_{dc} = \frac{2 \times V_{max}}{\pi} = 0.636 \times V_{max} = 0.9 \times V_S \quad (3)$$

Dòng điện qua tải là

$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R} \quad (4)$$

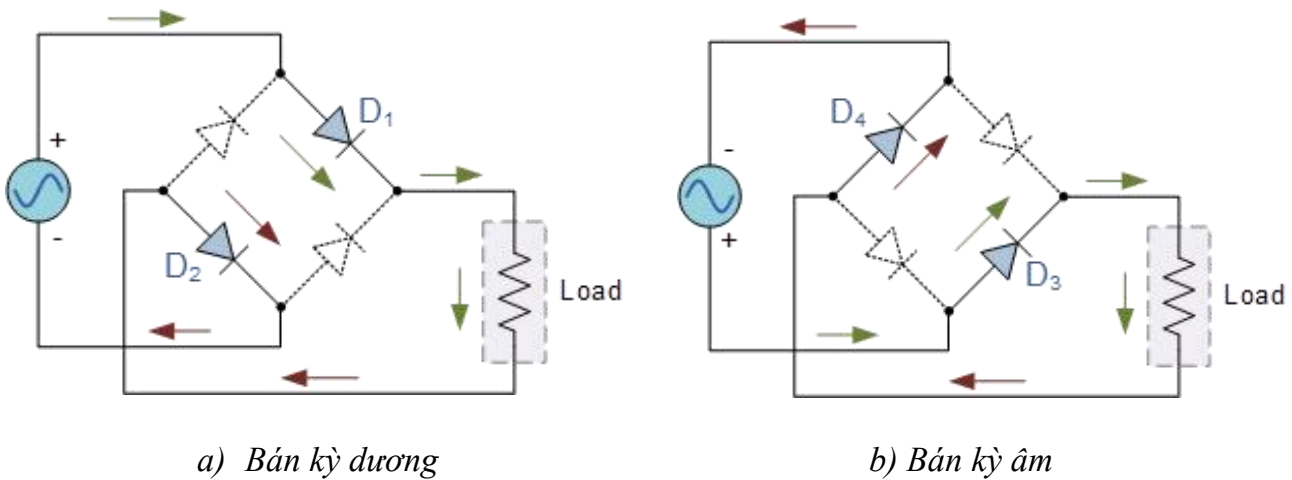
b) Loại 04 đi ốt



Hình 6.3. Chỉnh lưu toàn kỳ 04 đi ốt (cầu đi ốt)

Mạch điện trên có 02 chu trình làm việc:

- Bán kỳ dương: D3 và D4 mở vì phân cực ngược, D1 và D2 dẫn nối tiếp.
- Bán kỳ âm: D1 và D2 mở vì phân cực ngược, D3 và D4 dẫn nối tiếp.



Hình 6.4. Chu kỳ làm việc của mạch chỉnh lưu toàn kỳ dùng cầu đi ốt.

Các phương của mạch này tương đương với các phương trình của chỉnh lưu toàn kỳ 02 đi ốt.

III. THỰC HÀNH

1. Thiết bị

- Đi ốt, điện trở, breadboard và dây nối.
- Nguồn điện AC 6V/0V/6V 50Hz.

2. Chỉnh lưu bán kỳ

Bước 1: lắp mạch như hình 6.1 với $R_L = 2.2 \text{ k}\Omega$.

Bước 2: tìm giá trị V_{pp} và tần số của điện thế AC đầu vào bằng máy đo sóng, tính giá trị hiệu dụng.

Bước 3: quan sát dạng sóng giữa 2 đầu điện trở R_L bằng máy đo sóng, tính tần số và V_{LDC} .

Bước 4: đo điện thế V_{LDC} giữa 2 đầu điện trở R_L bằng DMM.

Bước 5: tính dòng điện I_{LDC} qua điện trở R_L .

3. Chỉnh lưu toàn kỳ 02 đi ốt

Bước 6: lắp mạch như hình 6.2 với $R_L = 2.2 \text{ k}\Omega$.

Bước 7: tìm giá trị V_{pp} và tần số của điện thế AC đầu vào bằng máy đo sóng, tính giá trị hiệu dụng.

Bước 8: quan sát dạng sóng giữa 2 đầu điện trở R_L bằng máy đo sóng, tính tần số và V_{LDC} .

Bước 9: đo điện thế V_{LDC} giữa 2 đầu điện trở R_L bằng DMM.

Bước 10: tính dòng điện I_{LDC} qua điện trở R_L .

4. Chỉnh lưu toàn kỳ cầu đi ốt

Bước 11: lắp mạch như hình 6.3 với $R_L = 2.2 \text{ k}\Omega$.

Bước 12: tìm giá trị V_{pp} và tần số của điện thế AC đầu vào bằng máy đo sóng, tính giá trị hiệu dụng.

Bước 13: quan sát dạng sóng giữa 2 đầu điện trở R_L bằng máy đo sóng, tính tần số và V_{LDC} .

Bước 14: đo điện thế V_{LDC} giữa 2 đầu điện trở R_L bằng DMM.

Bước 15: tính dòng điện I_{LDC} qua điện trở R_L .

IV. CÂU HỎI CHUẨN BỊ Ở NHÀ

Viết netlist cho mạch ở hình 6.3.

V. BÁO CÁO

Điền kết quả thực hành vào mẫu báo cáo ở trang kế tiếp.

BÁO CÁO THỰC HÀNH**BÀI 6: ĐIỐT NỐI P-N VÀ CÁC MẠCH CHỈNH LƯU**

Ngày: Thời gian:

Lớp: * Ca: * Nhóm:

Thành viên: - tên:, MSSV:

- tên:, MSSV:

BẢNG KẾT QUẢ		
Câu hỏi chuẩn bị		
Chỉnh lưu bán kỳ	Dạng sóng ngõ ra	
		$V_{pp}(\text{thứ cấp}) = \dots\dots\dots$ $f_{AC} = \dots\dots\dots$ $V_{AChd} = \dots\dots\dots$ $V_{LDC}(\text{lý thuyết}) = \dots\dots\dots$ $V_{LDC}(\text{thực tế}) = \dots\dots\dots$ $I_{LDC} = \dots\dots\dots$ $f_{DC} = \dots\dots\dots$
Chỉnh lưu toàn kỳ 02 điốt	Dạng sóng ngõ ra	
		$V_{pp}(\text{thứ cấp}) = \dots\dots\dots$ $f_{AC} = \dots\dots\dots$ $V_{AChd} = \dots\dots\dots$ $V_{LDC}(\text{lý thuyết}) = \dots\dots\dots$ $V_{LDC}(\text{thực tế}) = \dots\dots\dots$ $I_{LDC} = \dots\dots\dots$ $f_{DC} = \dots\dots\dots$
Chỉnh lưu toàn kỳ cầu điốt	Dạng sóng ngõ ra	
		$V_{pp}(\text{thứ cấp}) = \dots\dots\dots$ $f_{AC} = \dots\dots\dots$ $V_{AChd} = \dots\dots\dots$ $V_{LDC}(\text{lý thuyết}) = \dots\dots\dots$ $V_{LDC}(\text{thực tế}) = \dots\dots\dots$ $I_{LDC} = \dots\dots\dots$ $f_{DC} = \dots\dots\dots$

----- HẾT -----

BÀI 7

MẠCH CHỈNH LƯU CÓ TỤ LỌC

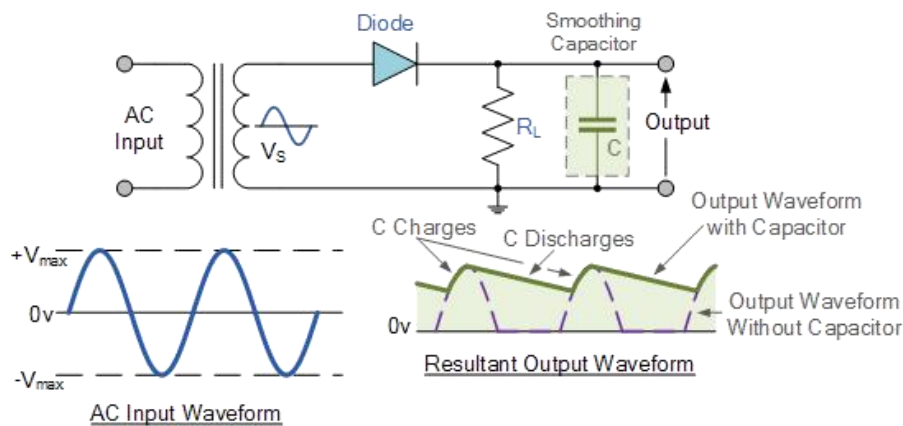
I. MỤC TIÊU

Trong bài thực hành này, sinh viên sẽ được luyện tập các kỹ năng:

- Thực nghiệm các mạch chỉnh lưu có lọc ngõ ra.
- Tính toán các thông số của các mạch chỉnh lưu có lọc ngõ ra.

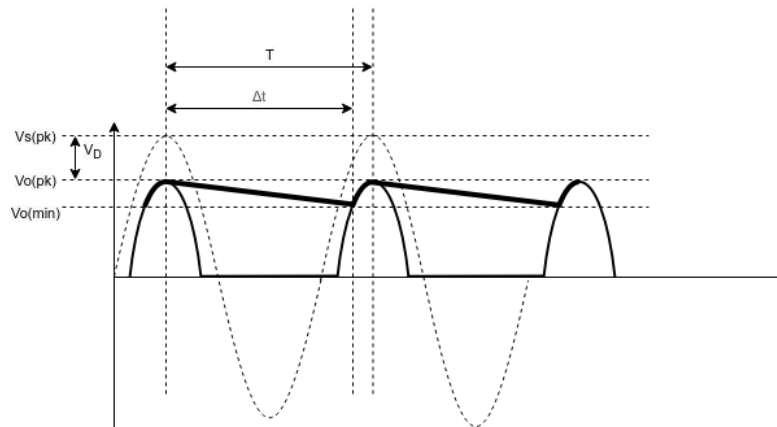
II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Chỉnh lưu bán kỳ



Hình 7.1. Chỉnh lưu bán kỳ có tụ lọc phẳng ngõ ra.

Để đơn giản quá trình phân tích, có thể xem thời gian nạp điện của tụ gần như bằng 0 vì thời hằng $R_L C$ rất lớn. Điện thế lớn nhất rơi trên tụ sau khi nạp là $V_{Cmax} = V_{o(pk)} = V_{max} - V_D$. Sau thời điểm đó, điện thế này xả dần về giá trị $V_{Cmin} = V_{o(min)}$ thông qua điện trở R_L trong một khoảng thời gian Δt .



Hình 7.2. Dạng sóng ngõ ra

$$V_{LDC} = \frac{V_{Cmax} + V_{Cmin}}{2} = \frac{V_{o(pk)} + V_{o(min)}}{2} \quad (1)$$

$$V_{Cmin} = V_C(\Delta t) = V_{o(pk)} e^{-\frac{\Delta t}{R_L C}} \approx V_{o(pk)} \left(1 - \frac{\Delta t}{R_L C}\right) \quad (2)$$

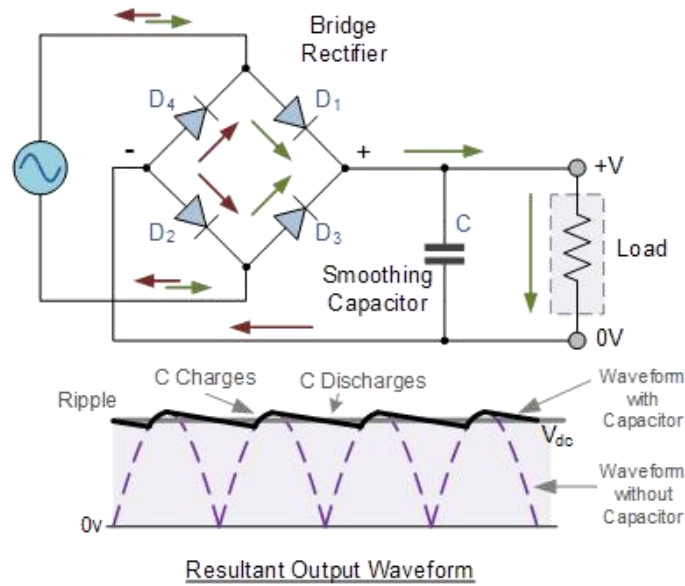
$$V_{ripple(pk-pk)} = V_{Cmax} - V_{Cmin} \quad (3)$$

$$V_{rp} = \frac{V_{ripple(pk-pk)}}{2} = \frac{V_{o(pk)}}{2f R_L C} \quad (4)$$

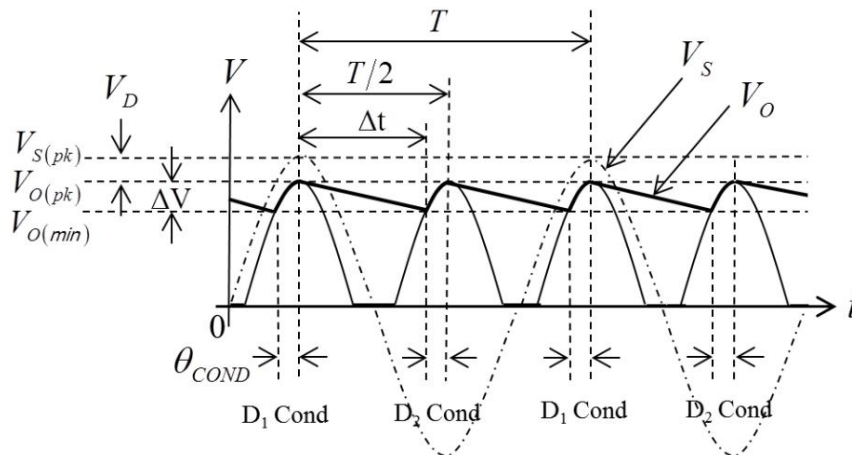
$$V_{LDC} \approx V_{o(pk)} \left(1 - \frac{\Delta t}{2R_L C}\right) \quad (5)$$

$$\approx V_{o(pk)} \left(1 - \frac{1}{2f R_L C}\right) \quad (6)$$

2. Chỉnh lưu toàn kỳ



Hình 7.3. Chỉnh lưu toàn kỳ 4 diode có tụ lọc phẳng ngõ ra.



Hình 7.4. Dạng sóng ngõ ra.

$$V_{LDC} = \frac{V_{Cmax} + V_{Cmin}}{2} = \frac{V_{o(pk)} + V_{o(min)}}{2} \quad (7)$$

$$V_{Cmin} = V_C(\Delta t) = V_{o(pk)} e^{-\frac{\Delta t}{RC}} \approx V_{o(pk)} \left(1 - \frac{\Delta t}{R_L C}\right) \quad (8)$$

$$V_{ripple(pk-pk)} = V_{Cmax} - V_{Cmin} \quad (9)$$

$$V_{rp} = \frac{V_{ripple(pk-pk)}}{2} = \frac{V_{o(pk)}}{4f R_L C} \quad (10)$$

$$V_{LDC} \approx V_{o(pk)} \left(1 - \frac{\Delta t}{4R_L C}\right) \quad (11)$$

$$\approx V_{o(pk)} \left(1 - \frac{1}{4f R_L C}\right) \quad (12)$$

3. Hệ số dợn sóng (ripple factor)

Khi sử dụng tụ có điện dung lớn, đường cong xả điện của tụ có thể coi gần như tuyến tính. Điện thế dợn sóng hiệu dụng (toàn kỳ) được tính theo công thức:

$$V_{rp(eff)} = \frac{V_{rp}}{\sqrt{3}} = \frac{V_p}{\sqrt{3}(4f R_L C)} \quad (13)$$

Hệ số dợn sóng:

$$r = \frac{V_{rp(eff)}}{V_{dc}} = \frac{V_{o(pk)}}{\sqrt{3}(4f R_L C)V_{dc}} \quad (14)$$

Chất lượng của mạch lọc càng cao khi giá trị r càng bé.

III. THỰC HÀNH

1. Thiết bị

- Đì ốt, điện trở, tụ điện, breadboard và dây nối.
- Nguồn điện AC 6V/0V/6V 50Hz.

2. Chính lưu bán kỳ có tụ lọc phẳng ngõ ra

Bước 1: lắp mạch như hình 7.1 với $R_L = 2.2 \text{ k}\Omega$, $C = 1 \text{ uF}$.

Bước 2: tìm giá trị V_{pp} của điện thế AC đầu vào bằng máy đo sóng, tính giá trị hiệu dụng.

Bước 3: quan sát dạng sóng giữa 2 đầu điện trở R_L bằng máy đo sóng, tính V_{LDC} .

Bước 4: đo điện thế V_{LDC} giữa 2 đầu điện trở R_L bằng DMM.

Bước 5: tính dòng điện I_{LDC} qua điện trở R_L .

Bước 6: tính điện thế V_{rp} giữa 2 đầu điện trở R_L .

Bước 7: thay C bằng tụ điện 47 μF .

Bước 8: quan sát dạng sóng giữa 2 đầu điện trở R_L bằng máy đo sóng, tính V_{LDC} .

Bước 9: đo điện thế V_{LDC} giữa 2 đầu điện trở R_L bằng DMM.

Bước 10: tính dòng điện I_{LDC} qua điện trở R_L .

3. Chỉnh lưu toàn kỳ có tụ lọc phẳng ngõ ra

Bước 11: lắp mạch như hình 7.3 với $R_L = 2.2 \text{ k}\Omega$, $C = 1 \text{ uF}$.

Bước 12: tìm giá trị V_{pp} của điện thế AC đầu vào bằng máy đo sóng, tính giá trị hiệu dụng.

Bước 13: quan sát dạng sóng giữa 2 đầu điện trở R_L bằng máy đo sóng, tính V_{LDC} .

Bước 14: đo điện thế V_{LDC} giữa 2 đầu điện trở R_L bằng DMM.

Bước 15: tính dòng điện I_{LDC} qua điện trở R_L .

Bước 16: tính điện thế V_{rp} giữa 2 đầu điện trở R_L .

Bước 17: thay C bằng tụ điện 47 μF .

Bước 18: quan sát dạng sóng giữa 2 đầu điện trở R_L bằng máy đo sóng, tính V_{LDC} .

Bước 19: đo điện thế V_{LDC} giữa 2 đầu điện trở R_L bằng DMM.

Bước 20: tính dòng điện I_{LDC} qua điện trở R_L .

Bước 21: tính điện thế V_{rp} và hệ số dợn sóng (ripple factor).

IV. CÂU HỎI CHUẨN BỊ Ở NHÀ

Mô phỏng miền thời gian mạch ở hình 7.3 và viết netlist của mạch.

V. BÁO CÁO

Điền kết quả thực hành vào mẫu báo cáo ở trang kế tiếp.

BÁO CÁO THỰC HÀNH
BÀI 7: MẠCH CHỈNH LƯU CÓ LỌC

Ngày: Thời gian:

Lớp: * Ca: * Nhóm:

Thành viên: - tên:, MSSV:

- tên:, MSSV:

BẢNG KẾT QUẢ			
Câu hỏi chuẩn bị	Netlist		Dạng sóng ngõ ra
Chỉnh lưu bán kỳ	Dạng sóng ngõ ra	C = 10 uF	C = 47 uF
	C = 10 uF	$V_{pp}(\text{thứ cấp}) = \dots\dots\dots V_{LDC}(\text{lý thuyết}) = \dots\dots\dots$ $V_{LDC}(\text{thực tế}) = \dots\dots\dots I_{LDC} = \dots\dots\dots V_{rp} = \dots\dots\dots$	
	C = 47 uF	$V_{pp}(\text{thứ cấp}) = \dots\dots\dots V_{LDC}(\text{lý thuyết}) = \dots\dots\dots$ $V_{LDC}(\text{thực tế}) = \dots\dots\dots I_{LDC} = \dots\dots\dots V_{rp} = \dots\dots\dots$	
	Dạng sóng ngõ ra	C = 10 uF	C = 47 uF
Chỉnh lưu toàn kỳ	C = 10 uF	$V_{pp}(\text{thứ cấp}) = \dots\dots\dots V_{LDC}(\text{lý thuyết}) = \dots\dots\dots$ $V_{LDC}(\text{thực tế}) = \dots\dots\dots I_{LDC} = \dots\dots\dots V_{rp} = \dots\dots\dots$	
	C = 47 uF	$V_{pp}(\text{thứ cấp}) = \dots\dots\dots V_{LDC}(\text{lý thuyết}) = \dots\dots\dots$ $V_{LDC}(\text{thực tế}) = \dots\dots\dots I_{LDC} = \dots\dots\dots V_{rp} = \dots\dots\dots$ Hệ số dợn sóng =	
	Dạng sóng ngõ ra	C = 10 uF	C = 47 uF

----- HẾT -----

BÀI 8

ĐI ỐT ZENER VÀ MẠCH ỔN ÁP DC

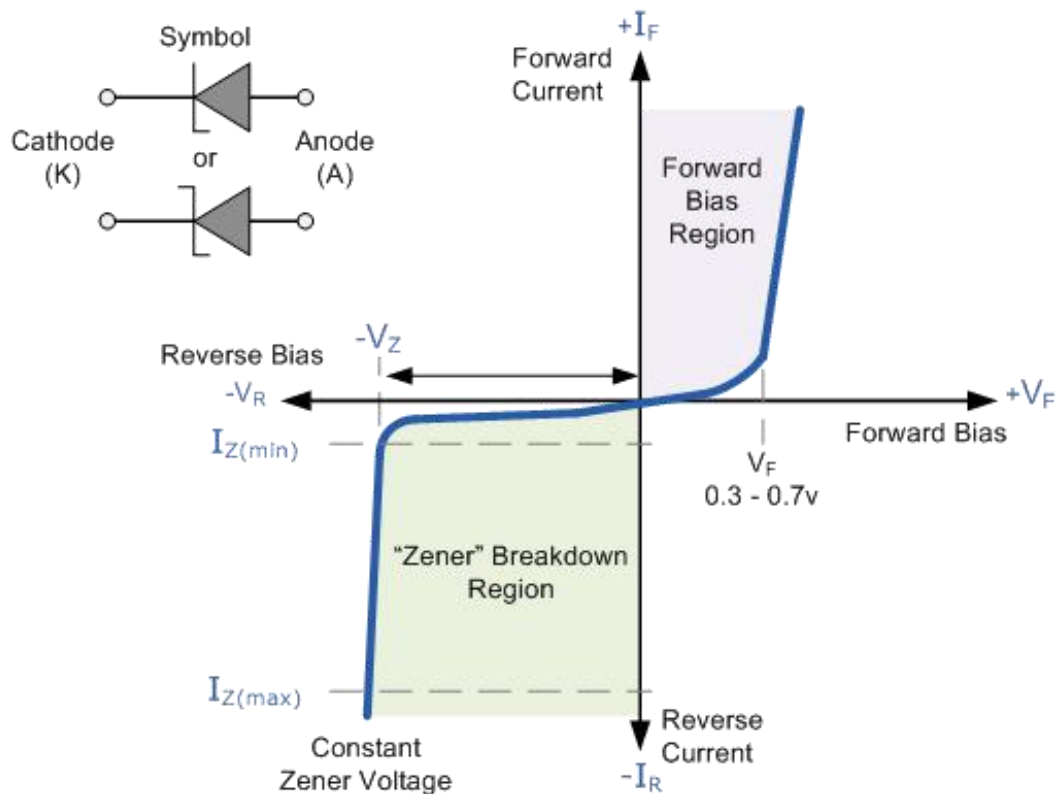
I. MỤC TIÊU

Trong bài thực hành này, sinh viên sẽ được luyện tập các kỹ năng:

- Tính toán và thực hiện mạch điện cơ bản của đi ốt Zener.
- Thiết kế và lắp ráp mạch ổn áp DC đơn giản sử dụng dựa trên đi ốt Zener.

II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Đi ốt Zener



Hình 8.1. Đường đặc trưng Vân - ampe của đi ốt zener.

Các điều kiện hoạt động:

- Điện thế DC ngõ vào phải lớn hơn điện thế Zener:

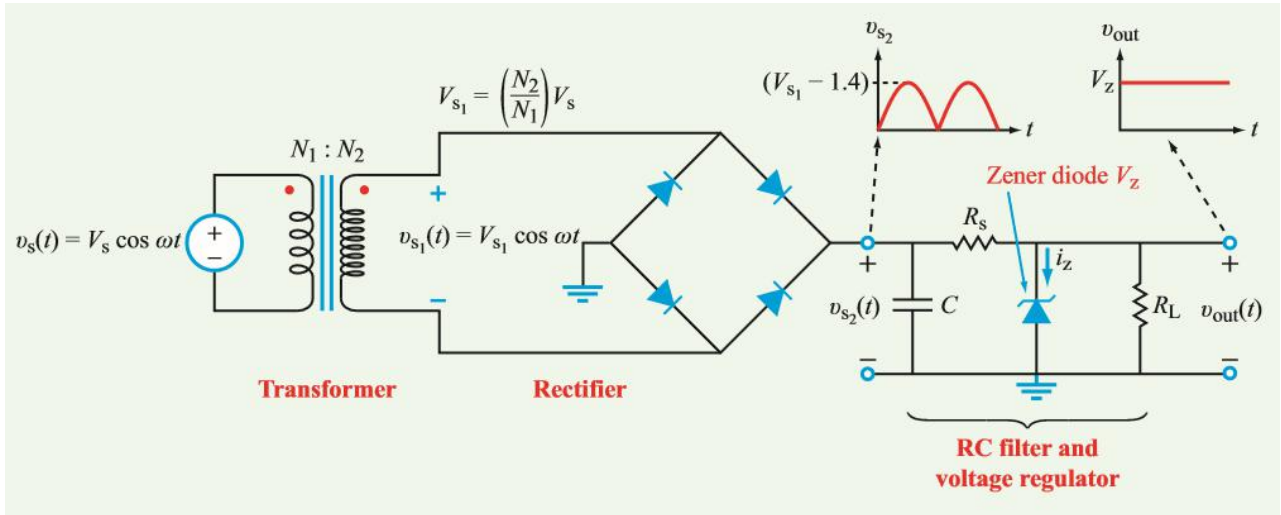
$$V_{iDC} > V_Z$$

- Dòng điện đi qua đi ốt phải thỏa điều kiện:

$$I_{Z(min)} < I_Z < I_{Z(max)}$$

Trong các tài liệu kỹ thuật, giá trị $I_{Z(min)}$ còn được gọi là I_{ZK} , giá trị $I_{Z(max)}$ được tính toán dựa vào công suất chịu đựng tối đa.

2. Ổn áp DC



Hình 8.2. Ổn áp DC sử dụng đi ốt zener.

Trong mạch hình 8.2, R_s đóng vai trò là điện trở hạn dòng cho mạch đi ốt zener diode. Điện thế DC ngõ vào được tính bởi:

$$V_{iDC} = V_2 = V_1 - 1.4$$

Mạch Zener có các phương trình sau:

$$V_{LDC} = V_Z$$

$$I_S = I_Z + I_L$$

$$I_L = \frac{V_{LDC}}{R_L}$$

$$I_S = \frac{V_{LDC} - V_Z}{R_S}$$

$$I_Z = I_S - I_L$$

Để đảm bảo điều kiện hoạt động cũng như bảo vệ mạch đi ốt Zener khỏi sự cháy nổ do quá dòng ($I_Z > I_{Z(max)}$), giá trị của R_s phải nằm trong dải giá trị theo phương trình:

$$\frac{V_{iDC(max)} - V_Z}{I_{Z(max)} + I_{L(min)}} \leq R_S \leq \frac{V_{iDC(min)} - V_Z}{I_{Z(min)} + I_{L(max)}}$$

Trong trường hợp không có tải ($I_L=0A$), I_Z sẽ bằng I_S , khi đó:

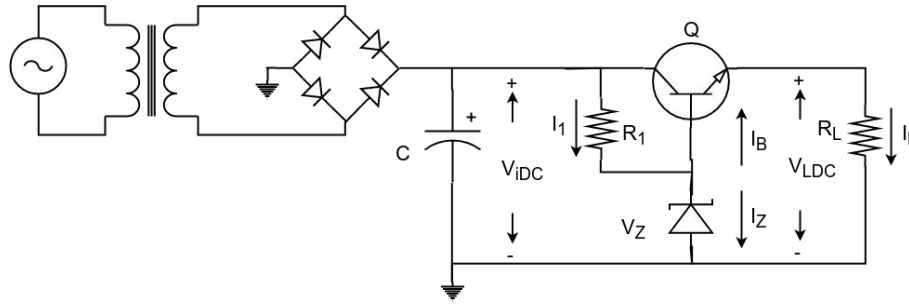
$$I_Z = I_S < I_{Z(max)}$$

Công suất tiêu tán được tính theo:

$$P_Z = V_Z \times I_Z < P_{Z(max)}$$

$$P_{R_S} = R_S \times I_S^2$$

3. Ổn áp DC nối tiếp transistor



Hình 8.3. Mạch ổn áp DC nối tiếp transistor.

Các phương trình :

$$V_{LDC} = V_Z - V_{BE}$$

$$I_1 = I_Z + I_B$$

$$I_1 = \frac{V_{iDC} - V_Z}{R_1}$$

$$I_L = \frac{V_{LDC}}{R_L}$$

$$I_B = \frac{I_E}{\beta + 1} = \frac{I_L}{\beta + 1}$$

$$I_Z = I_1 - I_B = I_1 - \frac{I_L}{\beta + 1}$$

Các công suất tiêu tán:

$$\begin{aligned} P_D &= V_{CEQ} \times I_{CQ} = (V_{iDC} - V_{LDC}) \times I_{CQ} \\ &= (V_{iDC} - V_{LDC}) \times \beta I_B = (V_{iDC} - V_{LDC}) \times \frac{\beta I_E}{\beta + 1} \\ &= (V_{iDC} - V_{LDC}) \times I_L < P_{D(max)} \\ P_Z &= V_Z \times I_Z < P_{Z(max)} \\ P_{R1} &= R_1 \times I_1^2 \end{aligned}$$

Trở kháng ngõ ra:

$$R_o = \left. \frac{V_o}{I_o} \right|_{V_i \rightarrow 0, R_L \rightarrow \infty} = \frac{r_2}{\beta} + r_e = r_e$$

III. THỰC HÀNH

1. Thiết bị

- Điốt, điốt Zener, tụ điện, điện trở, NPN BJT, breadboard và dây nối.
- Nguồn điện AC 6V/0V/6V 50Hz.

2. Mạch ổn áp DC

Bước 1: tìm giá trị $I_{Z(min)}$, $I_{Z(max)}$ và tính giá trị R_s cho mạch ở hình 8.2 biết điốt Zener 3.3 V / 1 W, $C = 47 \mu F$ và R_L trong khoảng từ 100Ω tới 2200Ω .

Bước 2: lắp mạch hình 8.2 với các thông số ở bước 1 và $R_L = 2200 \Omega$.

Bước 3: đo điện thế V_{iDC} và V_{LDC} giữa 2 đầu điện trở R_L .

Bước 4: tính dòng điện I_S , I_L và I_Z đi qua điện trở R_S , R_L và đi ốt zener.

Bước 5: tính công suất rơi trên R_S và đi ốt Zener.

Bước 6: đổi điện trở R_L thành 100Ω , đo lại điện thế V_{LDC} giữa 2 đầu điện trở R_L .

Bước 7: tính lại dòng điện I_S , I_L và I_Z đi qua điện trở R_S , R_L và đi ốt zener.

Bước 8: tính công suất rơi trên R_S và đi ốt Zener.

3. Ổn áp DC nối tiếp transistor

Bước 9: lắp mạch như hình 8.3 biết đi ốt Zener $3.3 \text{ V} / 1 \text{ W}$, $C = 47 \text{ uF}$, $R_1 = 2.2 \text{ k}\Omega$, $R_L = 100 \Omega$ và BJT là 2N2222A.

Bước 10: tính điện thế V_{LDC} giữa 2 đầu điện trở R_L .

Bước 11: tính dòng điện I_L đi qua điện trở R_L .

Bước 12: đo điện thế V_{iDC} , V_Z , V_{BE} và V_{LDC} giữa 2 đầu điện trở R_L .

Bước 13: tính lại dòng điện I_L đi qua điện trở R_L dựa vào kết quả ở bước 12.

Bước 14: tính dòng điện I_1 đi qua điện trở R_1 dựa vào kết quả ở bước 12.

IV. CÂU HỎI CHUẨN BỊ Ở NHÀ

Từ các phương trình của ổn áp DC nối tiếp transistor, tìm phương trình xác định khoảng giá trị cho R_1 theo β , I_L , I_Z , V_{iDC} và V_Z .

V. BÁO CÁO

Điền kết quả thực hành vào mẫu báo cáo ở trang kế tiếp.

BÁO CÁO THỰC HÀNH**BÀI 8: ZENER DIODE VÀ MẠCH ỔN ÁP DC**

Ngày: Thời gian:

Lớp: * Ca: * Nhóm:

Thành viên: - tên:, MSSV:

- tên:, MSSV:

BẢNG KẾT QUẢ		
Câu hỏi chuẩn bị		
Ổn áp DC sử dụng điốt Zener	Tính toán	$I_{Z(\min)} = \dots\dots\dots I_{Z(\max)} = \dots\dots\dots R_S = \dots\dots\dots$
	Sơ đồ mạch	
	$R_L = 2200 \Omega$	$V_{LDC} = \dots\dots\dots V_{iDC} = \dots\dots\dots V_Z = \dots\dots\dots$ $\Rightarrow I_L = \dots\dots\dots I_S = \dots\dots\dots I_Z = \dots\dots\dots$ $\Rightarrow P_S = \dots\dots\dots P_Z = \dots\dots\dots$
	$R_L = 100 \Omega$	$V_{LDC} = \dots\dots\dots V_{iDC} = \dots\dots\dots V_Z = \dots\dots\dots$ $\Rightarrow I_L = \dots\dots\dots I_S = \dots\dots\dots I_Z = \dots\dots\dots$ $\Rightarrow P_S = \dots\dots\dots P_Z = \dots\dots\dots$
Ổn áp DC nối tiếp transistor	Tính toán	$\beta = \dots\dots\dots$ $V_{LDC} = \dots\dots\dots I_L = \dots\dots\dots$
	Đo lường	$V_{LDC} = \dots\dots\dots V_{iDC} = \dots\dots\dots V_Z = \dots\dots\dots V_{BE} = \dots\dots\dots$ $\Rightarrow I_L = \dots\dots\dots I_1 = \dots\dots\dots$

----- HẾT -----

BÀI 9

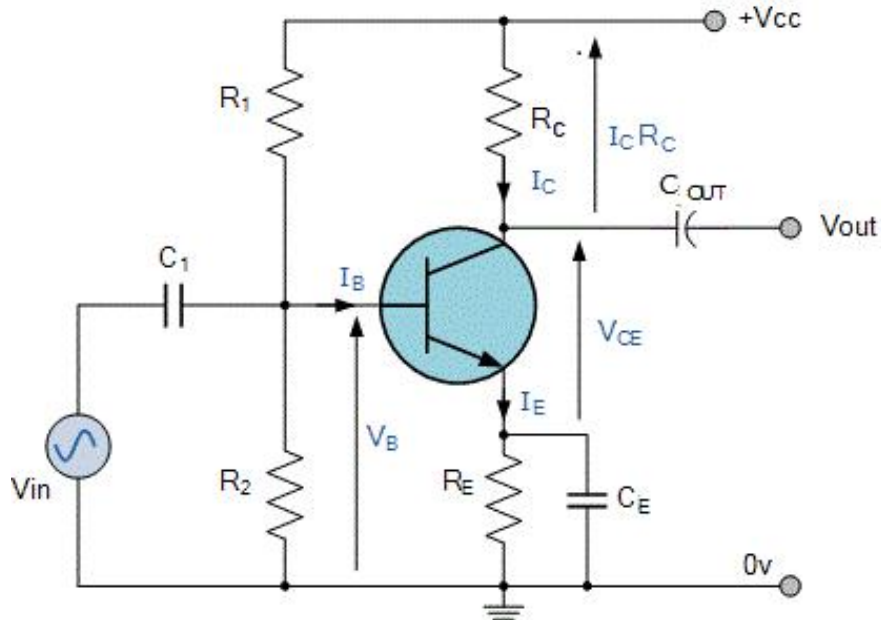
TRANSISTOR BJT VÀ BỘ KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU NHỎ

I. MỤC TIÊU

Trong bài thực hành này, sinh viên sẽ được luyện tập các kỹ năng:

- Khảo sát hoạt động của transistor BJT.
- Phân tích đặc tính AC của transistor BJT trong mạch khuếch đại tín hiệu nhỏ.

II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT



Hình 9.1. Bộ khuếch đại tín hiệu nhỏ sử dụng transistor BJT chế độ cực E chung (CE).

Các đặc tính DC characteristics:

$$V_{BB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

$$R_B = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B + (B + 1)R_E}$$

$$I_C = \beta I_B$$

$$V_{CE} = V_{CC} - (R_C + R_E)I_C$$

Hệ số ổn định nhiệt:

$$S_i = (1 + B) \times \frac{R_B + R_E}{R_B + (1 + B)R_E} \approx 1 + \frac{R_B}{R_E}$$

Các đặc tính khuếch đại tín hiệu nhỏ (có tụ điện bypass CE):

- Trở kháng ngõ vào nhìn từ cực B:

$$Z_i = \frac{dV_{be}}{dI_b} = h_{ie}$$

- Trở kháng ngõ vào nhìn từ nguồn tín hiệu:

$$Z_{iS} = \frac{dV_i}{dI_i} = \frac{R_B h_{ie}}{R_B + h_{ie}}$$

- Độ lợi thế:

$$A_v = -\frac{h_{fe} Z_C}{h_{ie}} = -\frac{h_{fe} R_C}{h_{ie}}$$

- Độ lợi dòng:

$$A_i = \frac{I_c}{I_b} = h_{fe}$$

$$A_{iB} = \frac{I_c}{I_i} = A_i \times \frac{R_B}{R_B + h_{ie}}$$

- Trở kháng ngõ ra:

$$Z_o = \left. \frac{V_o}{I_o} \right|_{V_s=0, Z_L \rightarrow \infty} = \frac{1}{h_{oe}} \approx \infty$$

$$Z_o = r_o \parallel R_C \approx R_C$$

III. THỰC HÀNH

1. Thiết bị

- NPN BJT, điện trở, tụ điện, biến trở, breadboard và dây nối.
- Nguồn điện DC, máy phát sóng, máy đo sóng.

2. Thực hành

Bước 1: lắp mạch như hình 9.1 sử dụng transistor NPN, $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_C = 1.5 \text{ k}\Omega$, $R_E = 1 \text{ k}\Omega$, $C_1 = C_{out} = 10 \text{ uF}$, $C_E = 47 \text{ uF}$

Bước 2: tính V_{BB} , V_{CE} , I_B và I_C . Đo điện thế V_{BB} , V_{BE} và V_{CE} .

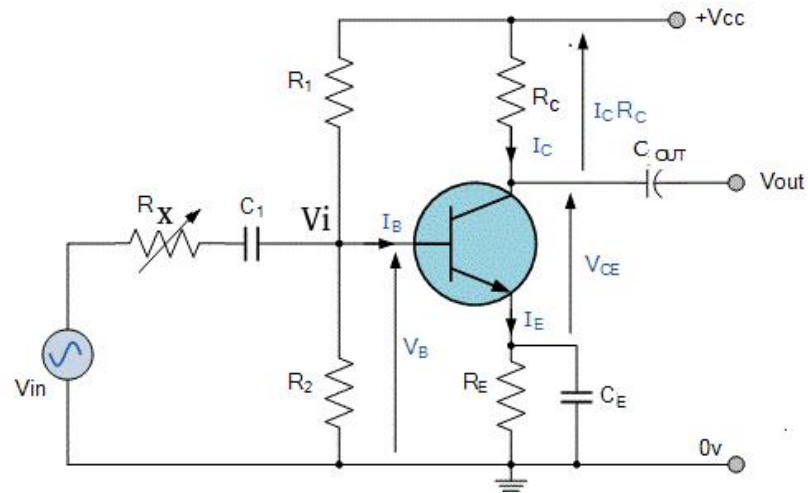
Bước 3: đưa một sóng sin 200 mV V_{pp} - 1 kHz vào C_1 .

Bước 4: kiểm tra dạng sóng ngõ ra bằng máy đo sóng, xác định V_{pp} sóng ngõ ra.

Bước 5: tính độ lợi điện thế của mạch.

Bước 6: thay đổi tần số sóng sin ngõ vào cho đến khi độ lợi điện thế giảm một lượng 3 dB.

Bước 7: thêm một biến trở R_x vào mạch như hình 9.2 dưới đây



Hình 9.2. Thêm biến trở Rx để đo trở kháng ngõ vào.

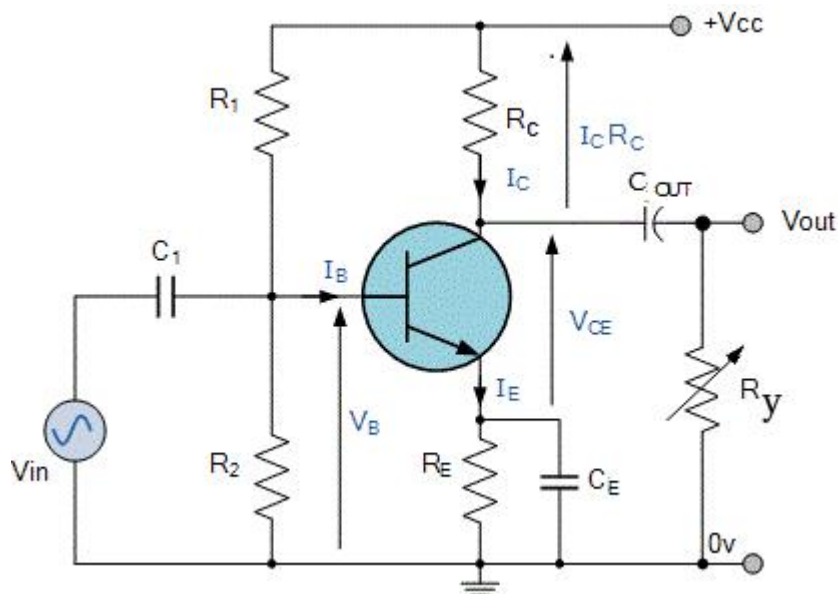
Bước 8: đưa một sóng sin 200 mV Vpp - 1 kHz vào Rx.

Bước 9: hiệu chỉnh Rx đến khi $V_i = V_{in} / 2$.

Bước 10: tháo biến trở Rx khỏi mạch.

Bước 11: đo giá trị Rx hiệu chỉnh được.

Bước 12: thêm một biến trở Ry vào mạch như hình 9.3 dưới đây



Hình 9.3. Thêm biến trở Ry để đo trở kháng ngõ ra.

Bước 13: đưa một sóng sin 200 mV Vpp - 1 kHz vào C1.

Bước 14: hiệu chỉnh Ry cho đến khi điện thế ngõ ra giảm còn một nửa so với kết quả ở bước 4.

Bước 15: tháo Ry ra khỏi mạch.

Bước 16: đo giá trị Ry.

Bước 17: tháo Ry và tụ CE ra khỏi mạch.

Bước 18: kiểm tra dạng sóng ngõ ra bằng máy đo sóng, xác định Vpp sóng ngõ ra.

Bước 19: tính độ lợi điện thế của mạch.

IV. CÂU HỎI CHUẨN BỊ Ở NHÀ

Viết netlist cho mạch ở hình 9.2.

V. BÁO CÁO

Điền kết quả thực hành vào mẫu báo cáo ở trang kế tiếp.

BÁO CÁO THỰC HÀNH**BÀI 9: BJT TRANSISTOR VÀ BỘ KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU NHỎ**

Ngày: Thời gian:

Lớp: * Ca: * Nhóm:

Thành viên: - tên:, MSSV:

- tên:, MSSV:

BẢNG KẾT QUẢ		
Câu hỏi chuẩn bị		
Bước 2	$V_{BB(cal)} = \dots\dots\dots V_{BB(real)} = \dots\dots\dots V_{BE(real)} = \dots\dots\dots$ $I_{B(cal)} = \dots\dots\dots I_{C(cal)} = \dots\dots\dots$ $V_{CE(cal)} = \dots\dots\dots V_{CE(real)} = \dots\dots\dots$	
Bước 4	Sóng vào	Sóng ra
Bước 5	$V_{pp(output)} = \dots\dots\dots A_{Vo/Vi} = \dots\dots\dots$	
Bước 6	$F_{Cutoff} = \dots\dots\dots$	
Bước 11	Trở kháng ngõ vào =	
Bước 16	Trở kháng ngõ ra =	
Bước 18	Sóng vào	Sóng ra
Bước 19	$V_{pp(output)} = \dots\dots\dots A_{Vo/Vi} = \dots\dots\dots$	

----- HẾT -----

BÀI 10

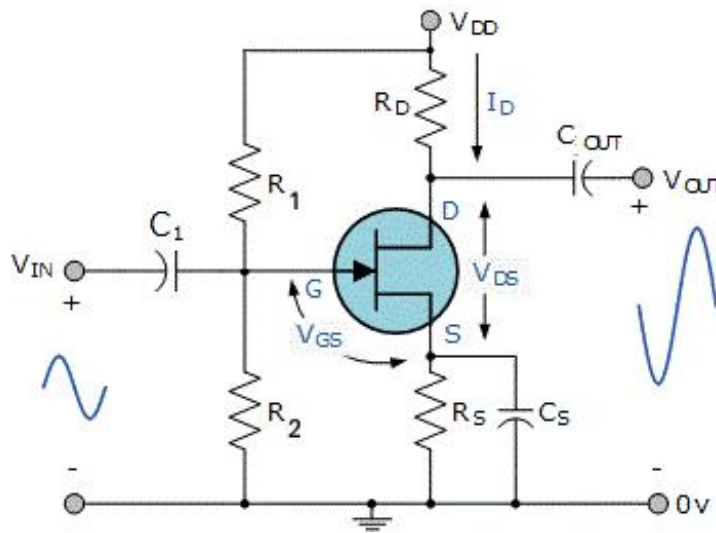
JFET VÀ BỘ KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU NHỎ

I. MỤC TIÊU

Trong bài thực hành này, sinh viên sẽ được luyện tập các kỹ năng:

- Khảo sát hoạt động của transistor JFET.
- Phân tích đặc tính AC của JFET trong mạch khuếch đại tín hiệu nhỏ.

II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT



Hình 10.1. Bộ khuếch đại tín hiệu nhỏ sử dụng JFET chế độ nguồn chung (CS)

Đặc tính miền DC:

$$V_{GS} = -V_S = -R_S I_D$$

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GSoff}} \right)^2$$

$$V_{DS} = V_{DD} - (R_D + R_S) I_D$$

Đặc tính miền AC (có tụ bypass C_S):

- Độ truyền dẫn (transconductance):

$$g_m = \frac{dI_D}{dV_{GS}} = \left| \frac{2I_{DSS}}{V_{GSoff}} \right| \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GSoff}} \right) = g_{m0} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GSoff}} \right)$$

- Độ lợi điện thế:

$$A_v = -g_m Z_L = -g_m R_D$$

- Trở kháng ngõ vào:

$$Z_i = R_G = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

- Trở kháng ngõ ra:

$$Z_O = r_d$$

$$Z_o = r_d || R_D \approx R_D$$

III. THỰC HÀNH

1. Thiết bị

- JFET kênh n, điện trở, tụ điện, biến trở, breadboard và dây nối.
- Nguồn điện DC, máy phát sóng, máy đo sóng.

2. Thực hành

Bước 1: lắp mạch như hình 10.1 trong đó $R_D = 2.2 \text{ k}\Omega$, $R_S = 1.5 \text{ k}\Omega$, $R_1 = R_2 = 1 \text{ M}\Omega$, $R_E = 1 \text{ k}\Omega$, $C_1 = C_{out} = 10 \text{ uF}$, $C_S = 47 \text{ uF}$

Bước 2: tính V_G , V_{GS} , V_{DS} và I_D . Đo điện thế V_G , V_{GS} và V_{DS} .

Bước 3: đưa một sóng sin 200 mV Vpp - 1 kHz vào C_1 .

Bước 4: kiểm tra dạng sóng ngõ ra bằng máy đo sóng, xác định Vpp sóng ngõ ra.

Bước 5: tính độ lợi điện thế.

Bước 6: tháo tụ điện C_s khỏi mạch.

Bước 7: đưa một sóng sin 200 mV Vpp - 1 kHz vào C_1 .

Bước 8: kiểm tra dạng sóng ngõ ra bằng máy đo sóng, xác định Vpp sóng ngõ ra.

Bước 9: tính độ lợi điện thế.

IV. CÂU HỎI CHUẨN BỊ Ở NHÀ

Viết netlist cho mạch ở hình 10.1.

V. BÁO CÁO

Điền kết quả thực hành vào mẫu báo cáo ở trang kế tiếp.

BÁO CÁO THỰC HÀNH**BÀI 10: JFET VÀ BỘ KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU NHỎ**

Ngày: Thời gian:

Lớp: * Ca: * Nhóm:

Thành viên: - tên:, MSSV:

- tên:, MSSV:

BẢNG KẾT QUẢ		
Câu hỏi chuẩn bị		
Bước 2	$V_{G(cal)} = \dots\dots\dots V_{G(real)} = \dots\dots\dots V_{GS(cal)} = \dots\dots\dots V_{GS(real)} = \dots\dots\dots$ $V_{DS(cal)} = \dots\dots\dots V_{DS(real)} = \dots\dots\dots$ $I_{D(cal)} = \dots\dots\dots$	
Bước 4	Sóng vào	Sóng ra
Bước 5	$V_{pp(output)} = \dots\dots\dots A_{Vo/Vi} = \dots\dots\dots$	
Bước 8	Sóng vào	Sóng ra
Bước 9	$V_{pp(output)} = \dots\dots\dots A_{Vo/Vi} = \dots\dots\dots$	

----- HẾT -----