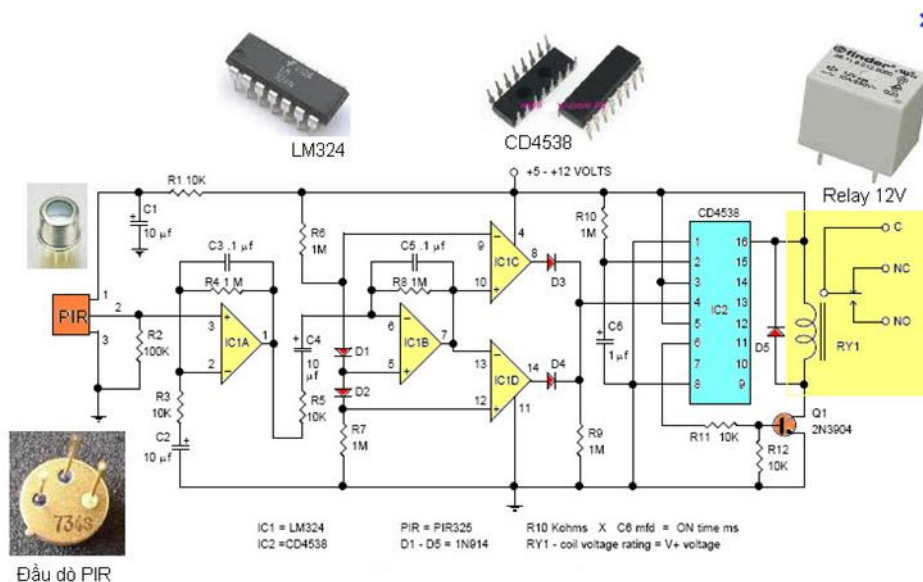


BỘ LAO ĐỘNG THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI
TỔNG CỤC DẠY NGHỀ

GIÁO TRÌNH
Môn đụn: MẠCH ĐIỆN TỬ CƠ BẢN
NGHỀ: ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 120/QĐ-TCDN
ngày 25 tháng 02 năm 2013 của Tổng cục trưởng Tổng cục Dạy nghề*



Năm 2013

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Để thực hiện biên soạn giáo trình đào tạo nghề Điện tử công nghiệp ở trình độ Cao Đẳng Nghề và Trung Cấp Nghề, giáo trình Mạch điện tử là một trong những giáo trình môn học đào tạo chuyên ngành được biên soạn theo nội dung chương trình khung được Bộ Lao động Thương binh Xã hội và Tổng cục Dạy Nghề phê duyệt. Nội dung biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, tích hợp kiến thức và kỹ năng chặt chẽ với nhau, logic.

Khi biên soạn, nhóm biên soạn đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến nội dung chương trình đào tạo và phù hợp với mục tiêu đào tạo, nội dung lý thuyết và thực hành được biên soạn gắn với nhu cầu thực tế trong sản xuất đồng thời có tính thực tiễn cao. Nội dung giáo trình được biên soạn với dung lượng thời gian đào tạo 90 giờ gồm có:

MĐ17- 1: Mạch khuếch đại tín hiệu nhỏ dùng transistor

MĐ17- 2 : Mạch khuếch đại tín hiệu nhỏ dùng FET

MĐ17- 3: Mạch ghép transistor – hồi tiếp

MĐ17- 4 :Mạch khuếch đại công suất

MĐ17- 5 : Mạch dao động

MĐ17- 6 : Mạch ổn áp

Trong quá trình sử dụng giáo trình, tùy theo yêu cầu cũng như khoa học và công nghệ phát triển có thể điều chỉnh thời gian và bổ sung những kiến thức mới cho phù hợp. Trong giáo trình, chúng tôi có đề ra nội dung thực tập của từng bài để người học cũng cố và áp dụng kiến thức phù hợp với kỹ năng.

Tuy nhiên, tùy theo điều kiện cơ sở vật chất và trang thiết bị, các trường có thể sử dụng cho phù hợp. Mặc dù đã cố gắng tổ chức biên soạn để đáp ứng được mục tiêu đào tạo nhưng không tránh được những khiếm khuyết. Rất mong nhận được đóng góp ý kiến của các thầy, cô giáo, bạn đọc để nhóm biên soạn sẽ hiệu chỉnh hoàn thiện hơn. Các ý kiến đóng góp xin gửi về Trường Cao đẳng nghề Lilama 2, Long Thành Đồng Nai

Đồng Nai, ngày 10 tháng 06 năm 2013

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên: TS. Lê Văn Hiền

2. Ths. Trần Minh Đức

Mục lục

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN	1
LỜI GIỚI THIỆU	2
BÀI 1: MẠCH KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU NHỎ DÙNG TRANSISTOR	7
1. Khái niệm.....	7
1.1 Khái niệm về tín hiệu	7
1.2 Các dạng tín hiệu.....	7
2. Mạch mắc theo kiểu EC, BC, CC.....	8
2.1 Mạch mắc theo kiểu EC (kiểu Echung).....	8
2.2 Mạch mắc theo kiểu B chung (B-C):	14
2.3 Mạch mắc theo kiểu C chung (C-C):	17
BÀI 2: MẠCH KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU NHỎ DÙNG FET	29
1. Mạch khuếch đại cực nguồn chung	29
1.1 Mạch điện cơ bản	29
1.2 Mạch điện tương đương.....	29
1.3 Các thông số cơ bản.....	30
2. Mạch khuếch đại cực máng chung	35
2.1 Mạch điện cơ bản	36
2.2 Mạch điện tương đương.....	36
2.3 Các thông số cơ bản.....	36
Khảo sát mạch khuếch đại cực máng chung	36
3. Mạch khuếch đại cực cổng chung	40
3.1 Mạch điện cơ bản	40
3.2 Mạch điện tương đương.....	40
3.3 Các thông số cơ bản.....	40
4. Lắp mạch khuếch đại tín hiệu nhỏ dùng FET	44
5. Sửa chữa mạch khuếch đại dùng FET	47
BÀI 3: MẠCH GHÉP TRANSISTOR.....	49
1. Mạch ghép cascade.....	49
1.1 Mạch điện	49
1.2 Nguyên lý hoạt động	49
1.3 Đặc điểm và ứng dụng.....	50
1.4 Lắp mạch Transistor ghép cascode	50
2. Mạch Khuếch đại vi sai	52
2.1 Mạch điện.....	52

2.2 Nguyên lý hoạt động	52
2.3 Đặc điểm và mạch ứng dụng	53
2.4 Lắp mạch khuếch đại vi sai.....	55
3. Mạch khuếch đại Dalington	56
3.1 Mạch điện.....	56
3.2 Nguyên lý hoạt động	57
3.3 Đặc điểm và ứng dụng	59
3.4 Lắp mạch khuếch đại dalington	60
4. Mạch khuếch đại hồi tiếp, trở kháng vào, ra của mạch khuếch đại	61
4.1 Hồi tiếp.....	61
4.2 Trở kháng vào và ra của mạch khuếch đại hồi tiếp	63
4.3 Lắp mạch khuếch đại hồi tiếp	64
5. Lắp mạch khuếch đại tổng hợp	65
5.1 Khảo sát DC từng tầng đơn	66
5.2 Khảo sát AC từng tầng đơn:	66
Bài 4: MẠCH KHUẾCH ĐẠI CÔNG SUẤT	70
1. Khái niệm.....	70
1.1 Khái niệm mạch khuếch đại công suất.....	70
1.2 Đặc điểm phân loại mạch khuếch đại công suất.....	70
2. Khuếch đại công suất loại A	72
2.1 Khảo sát đặc tính của mạch	72
2.2 Mạch khuếch đại công suất loại A dung biến áp	75
3. Khuếch đại công suất loại B	76
3.1. Mạch khuếch đại đẩy kéo dùng biến áp: Hình 4.4	76
3.2 Các dạng mạch khuếch đại công suất loại B	77
4. Mạch khuếch đại công suất dung Mosfet	79
4.1 Mạch điện.....	79
4.2 Đặc tính kỹ thuật	80
5. Lắp mạch khuếch đại tổng hợp	80
Bài 1: Lắp mạch khuếch đại công suất lớp A	85
Bài 2: Lắp mạch khuếch đại dung Mosfet.	87
6. Sửa chữa mạch khuếch đại tổng hợp	88
BÀI 5: MẠCH DAO ĐỘNG.....	98
1 Khái niệm.....	98
1.1 Khái niệm về mạch dao động	98
1.2 Các thông số kỹ thuật, phân loại.....	98
2. Dao động dịch pha.....	99
2.1 Mạch điện cơ bản	99

2.2 Nguyên lý mạch dao động dịch pha và ứng dụng.....	99
2.3 Lắp mạch dao động dịch pha	100
3. Mạch dao động hình sin:	101
3.1 Nguyên tắc	101
3.2 Mạch dao động.....	102
3.3 Lắp mạch dao động sóng sin.....	103
4. Mạch dao động thạch anh	104
4.1 Mạch dao động thạch anh.....	104
4.2 Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng.....	104
4.3 Lắp mạch dao động thạch anh	106
Yêu cầu đánh giá kết quả học tập	110
Bài 6: MẠCH ỔN ÁP.....	111
1. Khái niệm:	111
1.1 Khái niệm ổn áp	111
1.2 Thông số kỹ thuật của mạch ổn áp.....	112
2. Mạch ổn áp tham số.....	112
2.1. Mạch ổn áp tham số dùng diode zener.....	113
2.2 Mạch ổn áp tham số dùng transistor	116
2.3 Lắp mạch ổn áp tham số.....	124
3. Mạch ổn áp có hồi tiếp	129
3.1 Các thành phần cơ bản của mạch ổn áp	129
3.2 Mạch ổn áp kiểu bù	129
3.3 Mạch ổn áp kiểu xung	130
3.4. Lắp mạch ổn áp có hồi tiếp.....	131
CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP KIỂM TRA KẾT THÚC MÔ ĐUN	135
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	144

MÔ ĐUN MẠCH ĐIỆN TỬ CƠ BẢN

Mã số mô đun: MĐ 17

Vị trí, tính chất, ý nghĩa vai trò của Mô đun

+ Vị trí của mô đun: Mô đun được bố trí dạy sau khi học xong các môn học cơ bản chuyên môn như linh kiện điện tử, đo lường điện tử, chế tạo mạch in và hàn linh kiện điện tử.

+ **Tính chất của mô đun:** Là mô đun kỹ thuật cơ sở

+ **Ý nghĩa của mô đun:** giúp người học nắm bắt được cấu tạo và nguyên lý hoạt động các hệ dùng vi mạch

+ **Vai trò của Mô-đun:** khắc phục và sửa chữa các board điều khiển trong công nghiệp.

Mục tiêu của mô-đun

+ Về kiến thức:

- Phân tích được nguyên lý một số mạch ứng dụng cơ bản như mạch nguồn một chiều, ổ áp, dao động, các mạch khuếch đại tổng hợp...

+ Về kỹ năng:

- Thiết kế được các mạch điện ứng dụng đơn giản.
- Lắp ráp được một số mạch điện ứng dụng cơ bản như mạch nguồn một chiều, ổ áp, dao động, các mạch khuếch đại tổng hợp...

- Vẽ lại các mạch điện thực tế chính xác, cân chỉnh một số mạch ứng dụng đạt yêu cầu kỹ thuật và an toàn, sửa chữa được một số mạch ứng dụng cơ bản.

- Kiểm tra, thay thế các mạch điện tử đơn giản đúng yêu cầu kỹ thuật

+ **Về thái độ:** Rèn luyện cho sinh viên thái độ nghiêm túc, cẩn thận, chính xác trong học tập và thực hiện công việc

III. NỘI DUNG MÔ ĐUN

ST T	Tên các bài trong mô đun	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành	Kiểm tra
1	Mạch khuếch đại tín hiệu nhỏ dùng tranzito	6	3	3	
2	Mạch khuếch đại tín hiệu nhỏ dùng FET	8	3	4	1
3	Mạch ghép transistor - hồi tiếp	24	7	16	1
4	Khuếch đại công suất	20	6	13	1
5	Mạch dao động	20	3	16	1
6	Mạch ổn áp	12	3	8	1

	Cộng:	90	25	60	5
--	--------------	-----------	-----------	-----------	----------

BÀI 1
MẠCH KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU NHỎ DÙNG TRANSISTOR
Mã bài: MĐ17-1

Giới thiệu:

Một đặc điểm nổi bật của cấu tạo tranzito là tính khuếch đại tín hiệu. Trong trường hợp lắp mạch loại cực E chung (E-C), với một tín hiệu có biên độ điện áp nhỏ đặt vào cực bader B, ta cũng có thể nhận được tín hiệu có biên độ điện áp rất lớn tại cực colectơ C. Tùy theo hệ số khuếch đại của tranzito, ta có thể nhận được tín hiệu lớn gấp hàng chục, thậm chí hàng trăm lần tín hiệu ban đầu.

Nghiên cứu các mạch khuếch đại là nhiệm vụ quan trọng của người thợ sửa chữa điện tử trong kiểm tra, thay thế các linh kiện và mạch điện tử trong thực tế.

Mục tiêu thực hiện

- + Học xong bài học này, học viên có năng lực:
- + Phân tích được nguyên lý làm việc của các mạch mắc tranisitor cơ bản
- + Phân biệt ngõ vào và ngõ ra tín hiệu trên sơ đồ mạch điện, thực tế theo các tiêu chuẩn mạch điện.
- + Kiểm tra chế độ làm việc của tranzito theo sơ đồ thiết kế.
- + Thiết kế các mạch khuếch đại dùng tranzito đơn giản theo yêu cầu kỹ thuật.

1. Khái niệm

1.1 Khái niệm về tín hiệu

Tín hiệu là sự biến đổi của một hay nhiều thông số của một quá trình vật lý nào đó theo qui luật của tin tức. Trong phạm vi hẹp của mạch điện, tín hiệu là hiệu thế hoặc dòng điện. Tín hiệu có thể có trị không đổi, ví dụ hiệu thế của một pin, accu; có thể có trị số thay đổi theo thời gian, ví dụ dòng điện đặc trưng cho âm thanh, hình ảnh. . . . Tín hiệu cho vào một mạch được gọi là tín hiệu vào hay kích thích và tín hiệu nhận được ở ngõ ra của mạch là tín hiệu ra hay đáp ứng.

Người ta dùng các hàm theo thời gian để mô tả tín hiệu và đường biểu diễn của chúng trên hệ trục biên độ - thời gian được gọi là dạng sóng. Dưới đây là một số hàm và dạng sóng của một số tín hiệu phổ biến.

1.2 Các dạng tín hiệu

Về dạng sóng ta có tín hiệu sin, vuông, xung, răng cưa, v.v..

Về tần số là tín hiệu hạ tần, âm tần (AF), cao tần (HF), siêu cao tần (VHF), cực cao tần (UHF), v.v., hoặc đôi khi phát biểu theo bước sóng: sóng rất dài (VLF), sóng dài (LW), sóng trung bình (MW), sóng ngắn (SW), sóng centimet, sóng milimet, sóng vi ba, sóng nanomet, v.v..

Về sự liên tục gồm có tín hiệu liên tục (continuous) và gián đoạn (không liên tục) (discontinuous). Liên tục hay gián đoạn là xét về biên độ hoặc thời gian.

Về dạng sóng hay sự liên tục, người ta còn phân ra tín hiệu tương tự (analog) hay liên tục thời gian (continuous_time) và tín hiệu số (digital) hay rời rạc thời gian (discrete-time). Tín hiệu biến thiên liên tục về biên độ như hình 1.1 là tín hiệu tương tự. Tín hiệu như hình 1.3a là tín hiệu số.

Về tính xác định người ta phân ra tín hiệu xác định (deterministic) và tín hiệu ngẫu nhiên (random).

Về tính tuần hoàn có tín hiệu tuần hoàn (periodic) có dạng sóng lặp lại sau mỗi chu kỳ T , và tín hiệu không tuần hoàn (aperiodic) là tín hiệu không có sự lặp lại tức không có chu kỳ. Nếu sự lặp lại chỉ gần đúng ta có tín hiệu chuẩn tuần hoàn (quasi-periodic).

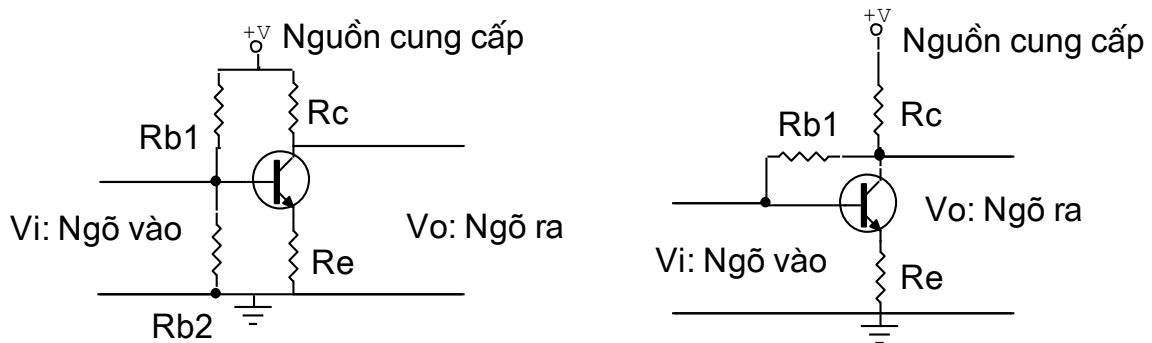
2. Mạch mắc theo kiểu EC, BC, CC

Mục tiêu

- + Giải thích được nguyên lý hoạt động của ba cách mắc
- + Lắp được mạch khuếch đại cơ bản

2.1 Mạch mắc theo kiểu EC (kiểu Echung)

2.1.1 Mạch điện cơ bản



Hình 1.1 Sơ đồ cấu tạo mạch Tranzito mắc theo kiểu E chung (E-C) thực tế
Trong đó:

V_i : ngõ vào

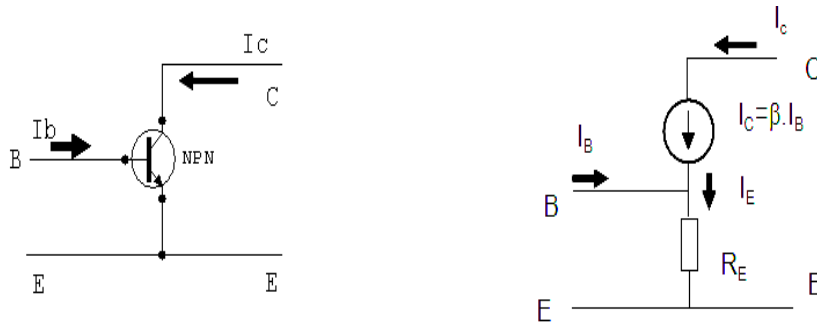
V_o : Ngõ ra.

R_c : Điện trở tải để lấy tín hiệu ra.

R_e : Điện trở ổn định nhiệt.

$R_1; R_2$: Điện trở phân cực B

2.1.2 Mạch điện tương đương



a) Cách mắc mạch theo kiểu E-C

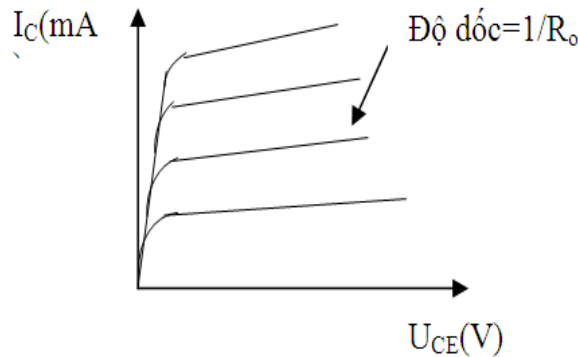
b) Sơ đồ tương đương mạch E-C

Hình 1.2

Theo sơ đồ trên ta có:

$$Z_v = \frac{U_V}{I_V} = \frac{U_{BE}}{I_B} = \frac{\beta \cdot I_B \cdot R_E}{I_B} = \beta \cdot R_E \tag{1.1}$$

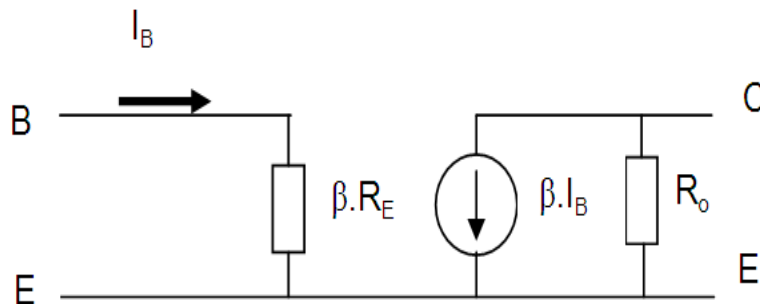
Trên sơ đồ tương đương không xác định được trở kháng ra của mạch. Thực tế được xác định theo độ dốc của đường đặc tuyến ra hình 1.3



Hình 1.3 Đặc tuyến ra của mạch E-C

Giả sử trở kháng ra của mạch CE là $Z_R = R_o$.

Với trở kháng vào là $\beta \cdot R_E$, trở kháng ra là R_o ta vẽ lại được sơ đồ tương đương của mạch như hình 1.4



Hình 1.4: Sơ đồ tương đương cách mắc C-E khi có tải

2.1.3 Các thông số kỹ thuật của mạch

- Tổng trở ngõ vào:

$$R_i = \frac{V_i}{I_i} = \frac{V_{be}}{I_b} \quad (1.2)$$

- Tổng trở ngõ ra:

$$R_o = \frac{V_o}{I_o} = \frac{V_{ce}}{I_c} \quad (1.3)$$

- Độ khuếch đại dòng điện:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_c}{I_b} = \beta \quad (1.4)$$

- Độ khuếch đại điện áp:

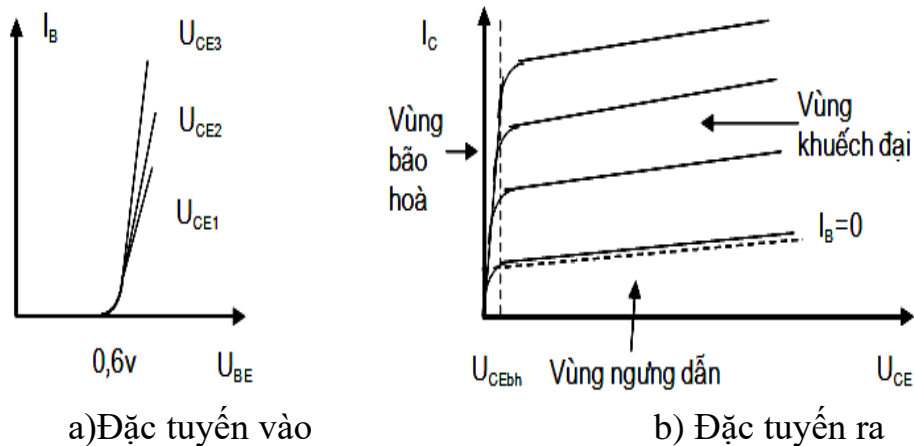
$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_{ce}}{V_{be}} = -\beta \cdot \frac{R_c}{R_i} \quad (1.5)$$

2.1.4 Tính chất, nguyên lý

Mạch này có một số tính chất sau:

- Tín hiệu được đưa vào cực B và lấy ra trên cực C.
- Tín hiệu ngõ vào và ngõ ra ngược pha (đảo pha)
- Hệ số khuếch đại dòng điện $\beta > 1$ và khuếch đại điện áp $\alpha < 1$.
- Tổng trở ngõ vào khoảng vài trăm Ohm đến vài K Ω .
- Tổng trở ngõ ra khoảng vài k Ω đến hàng trăm k Ω .

Trong cách mắc C-E, đặc tuyến ra là quan hệ giữa dòng ra I_c và điện áp ra U_{CE} , ứng với khoảng giá trị dòng vào I_B . Đặc tuyến vào là quan hệ giữa dòng vào I_B và điện áp vào U_{BE} , ứng với khoảng giá trị của điện áp ra U_{CE} . Được trình bày ở hình 1.6 a và 1.6 b



Hình 1.5

Trên sơ đồ 1.5 a: Đặc tuyến vào của Tranzito, cho ta thấy tranzito chỉ bắt đầu dẫn điện khi điện áp U_{BE} vượt qua khỏi giá trị điện áp phân cực 0,6 v. Dòng điện phân cực I_B phụ thuộc vào nguồn cung cấp V_{CE} , nguồn cung cấp càng cao thì dòng phân cực I_B càng lớn.

Trên sơ đồ hình 1.5 b: Đặc tuyến ra của Tranzito, cho thấy Tranzito được chia làm ba vùng làm việc gồm có:

- + Vùng ngưng dẫn: Là vùng nằm dưới đường $I_B = 0$. Lúc này điện áp phân cực V_{BE} nằm dưới mức phân cực 0,6v.
- + Vùng khuếch đại: Là vùng tiếp giáp BE phân cực thuận, tiếp giáp BC phân cực ngược. Vùng này dùng để khuếch đại tín hiệu dòng điện, điện áp hay công suất.
- + Vùng bão hoà: Là vùng nằm bên trái đường U_{CEbh} lúc này cả hai mối nối BE và BC đều được phân cực thuận.

Theo đặc tuyến ra hình 1.6b Khi $I_B = 0$. Thì dòng $I_C \neq 0$ điều này được giải thích như sau:

$$\begin{aligned} \text{Ta có:} \quad I_C &= \alpha I_E + I_{CBO} \\ I_C &= \alpha (I_C + I_B) + I_{CBO} \end{aligned} \quad (1.6)$$

$$\text{Suy ra:} \quad I_C = \frac{\alpha I_B}{1 - \alpha} + \frac{I_{CBO}}{1 - \alpha}$$

- + Hệ số β : Trong chế độ một chiều, để đánh giá khả năng điều khiển của dòng I_B đối với dòng I_C người ta định nghĩa hệ số khuếch đại dòng điện ò:

$$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B} \quad (1.7)$$

Với I_C và I_B là giá trị tại điểm làm việc. Thông thường ò nằm trong khoảng từ 50 đến 400.

Trong chế độ xoay chiều, hệ số khuếch đại ò được định nghĩa:

$$\beta_{ac} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \Big|_{U_{CE} = \text{const}} \quad (1.8)$$

2.1.5 Lắp Mạch khuếch đại E chung

a. Mục tiêu

- + Thực hiện được mạch khuếch đại đơn tầng
- + Đo được các thông số của mạch khuếch đại

b. Dụng cụ thực hành

- + Bàn thực hành
- + Bộ thí nghiệm điện tử cơ bản
- + Các linh kiện điện trở, transistor

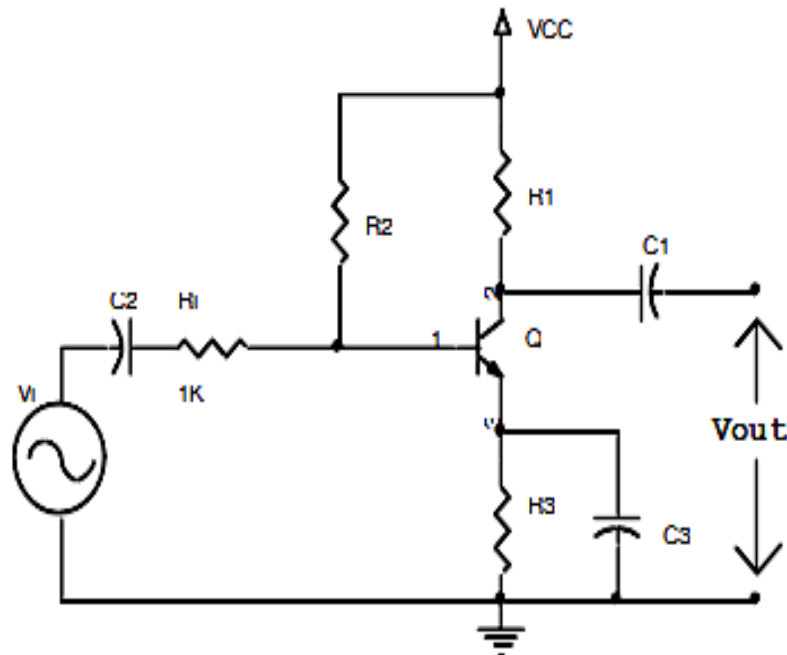
c. Chuẩn bị lý thuyết

Yêu cầu chuẩn bị các câu hỏi lý thuyết sau

- + Khái niệm về mạch khuếch đại
- + Các yêu cầu cho một mạch khuếch đại
- + chức năng các tụ điện trong mạch khuếch đại
- + cách tính hệ số khuếch đại, tổng trở vào, ra của mạch khuếch đại

d. Nội dung thực hành

bài thực hành số 1: Lắp mạch như hình vẽ



Hình 1.6: Mạch khuếch đại E chung

Với $V_{CC} = 5V_{DC}$, $R_1 = 2.2K$, $R_2 = 1M$, $R_3 = 470$, $C_1 = C_2 = 10\mu F$, $C_3 = 100\mu F$

Q loại 2SC1815 (C1815). V_i được lấy từ máy phát sóng âm tần

- Đo phân cực tĩnh:
- Đo kết quả phân cực của mạch I_{CQ} và V_{CEQ}

Yêu cầu của sinh viên

- Tính hie
- Viết và vẽ phương trình đường tải DC, AC
- Xác định biên độ điện áp ra cực đại trên R_1

Chú ý: trong phần này để đơn giản sinh viên chỉ cần lắp mạch phần DC, không cần nối dây nguồn V_i và các tụ điện.

- Chế độ AC: sinh viên thực hiện các bước sau

❖ Đo hệ số khuếch đại điện áp A_v

Bước 1: Tắt nguồn DC, để hở tụ C_2 lắp mạch như hình 1.8

Bước 2: Bật nguồn DC, kiểm tra lại phân cực (Q phải ở chế độ khuếch đại)

Bước 3: Cho $V_{imax} = 50mV$, tần số 1kHz, dạng sin chuẩn (nếu tín hiệu ngõ ra bị méo thì giảm nhỏ biên độ ngõ vào cho đến khi biên độ tín hiệu ra là sin chuẩn)

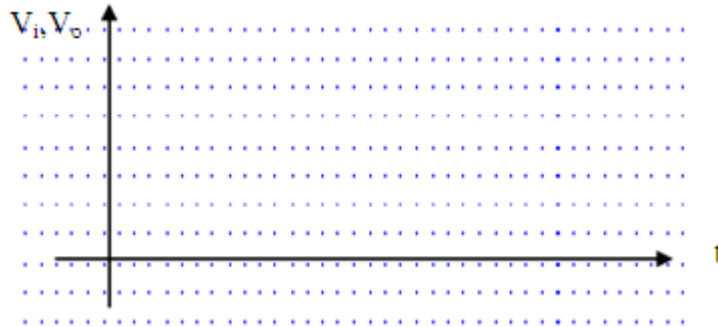
Bước 4: Kiểm tra dao động ký OSC, dây đo, vị trí các núm điều chỉnh như :POS, Time/DIV, Volt/DIV, Mod ... sao cho có thể hiển thị Vị trí trên OSC

Bước 5: Nối tụ C2 vào mạch, dùng OSC đo đồng thời tín hiệu V_i và V_{out} , tăng V_i đến khi nào V_{out} vừa méo (không có dạng sin) thì ngừng tăng V_i

Bước 6: Đọc các giá trị đỉnh V_i , V_{out} (V_0) ghi vào bảng

V_{ip}	V_{op}

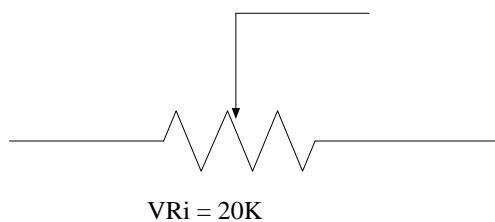
Tính hệ số khuếch đại A_v của mạch bằng cách đo: $A_v = V_0 / V_i$ nhận xét
Sử dụng dao động ký đo vẽ dạng sóng vào V_i , ra V_o trên cùng hệ trục



Hình 1.7

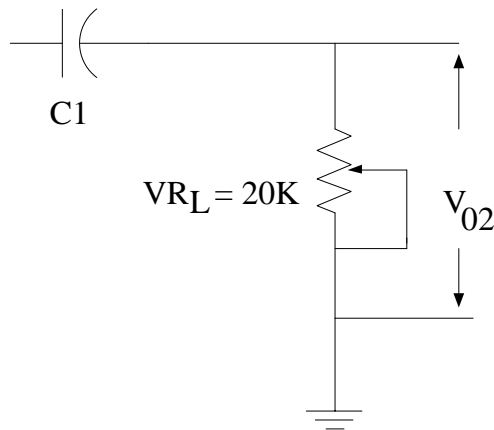
❖ Đo tổng trở vào

- Bước 1: Tắt nguồn DC từ mạch hình 1.8. mắc nối tiếp biến trở $V_{Ri} = 10K$ vào giữa hai tụ C2 và R_i
- Bước 2: Bật nguồn DC, dùng OSC quan sát dạng sóng vào và ra. Điều chỉnh V_i sao cho V_o đủ lớn, không méo
- Bước 3: Dùng OSC quan sát đồng thời hai tín hiệu tại hai đầu biến trở V_{Ri} so với mass. Chỉnh biến trở V_{Ri} cho tới khi thấy biên độ tín hiệu này giảm bằng $\frac{1}{2}$ biên độ tín hiệu kia.
- Bước 4: Tháo biến trở V_{Ri} , ra khỏi mạch, đo giá trị của biến trở, đây chính là tổng trở của mạch .



❖ Đo tổng trở ra

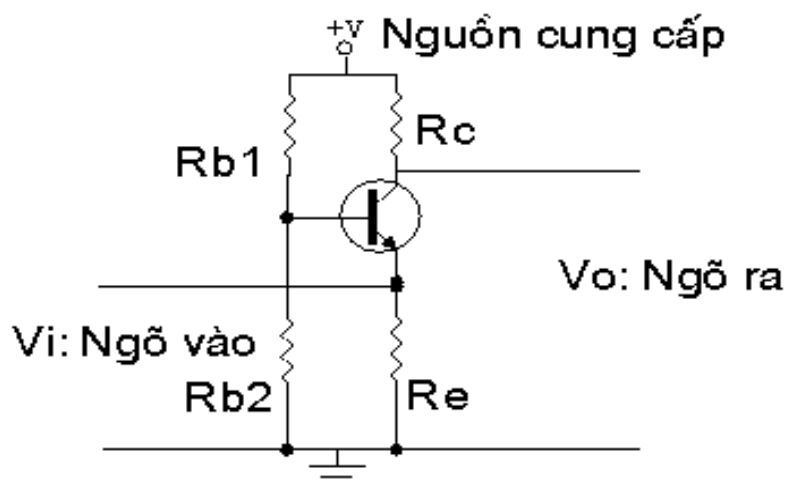
- Bước 1: Từ mạch hình 1.6 .Sinh viên dùng OSC đo biên độ điện áp ngõ ra V_0 , giá trị này gọi là V_{01} . Giữ cố định V_i
- Bước 2: mắc biến trở $VR_L = 20K$ ở ngõ ra của mạch (song song với tải AC).
- Bước 3: dùng OSC quan sát V_0 . Chỉnh biến trở VR_L cho tới khi thấy biên độ tín hiệu ngõ ra giảm còn $\frac{1}{2}$ so với biên độ V_{01} .
- Bước 4: Cắt biến trở VR_L ra khỏi mạch và đo giá trị biến trở này. Đây chính là tổng trở ra của mạch.



Hình 1.8

2.2 Mạch mắc theo kiểu B chung (B-C):

2.2.1 Mạch điện cơ bản: Hình 1.9



Hình 1.9: Sơ đồ cấu tạo mạch Tranzito mắc theo kiểu B-C

Trong đó:

V_i : Ngõ vào

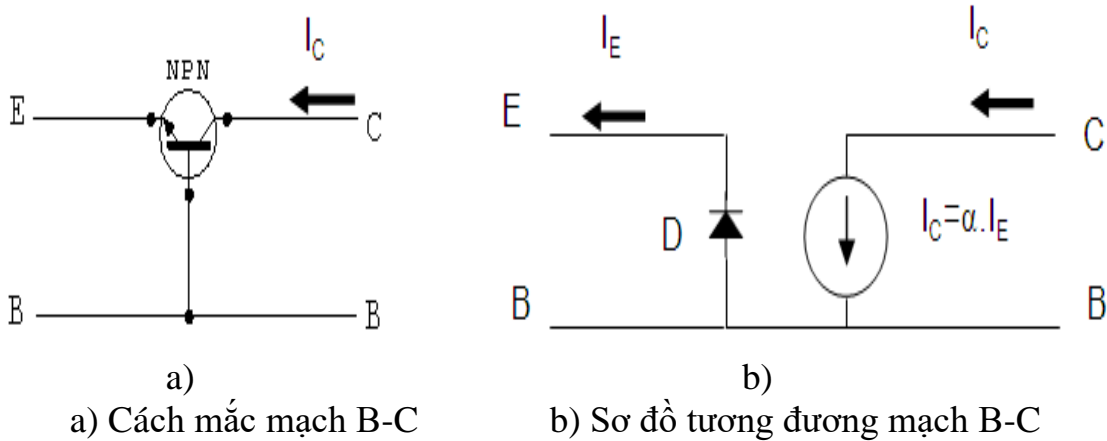
V_o : Ngõ ra

R_c : Điện trở tải

R_e : Điện trở ngõ vào

R_{b1}, R_{b2} : điện trở phân cực

2.2.2 Mạch điện tương đương



Hình 1.10

Trên sơ đồ mạch hình 1.10 là sơ đồ mạch Tranzito mắc theo kiểu B-C của Tranzito npn. Như cấu tạo của Tranzito được kết hợp từ ba khối bán dẫn tạo nên hai tiếp giáp pn. Có thể coi tiếp giáp BE như một điốt D, ngoài ra vì $I_C = \alpha \cdot I_E$ nên giữa hai cực B và C được thay thế bằng một nguồn dòng có giá trị là nhỏ I_E . Với sự thay thế đó ta có sơ đồ tương đương như hình 1.10b

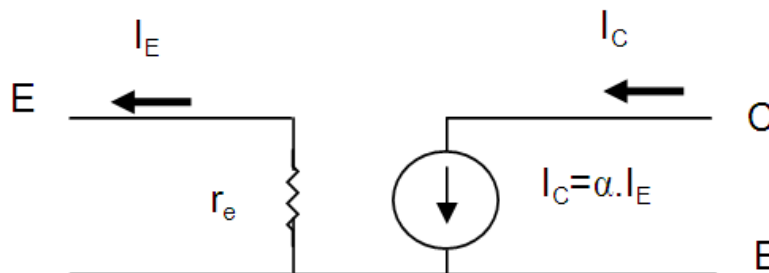
Khi Tranzito được phân cực và hoạt động ở vùng khuếch đại thì tiếp giáp BE được phân cực thuận. Khi đó Điốt D tương đương với một điện trở có giá trị bằng điện trở thuận của Điốt, điện trở này được ký hiệu là r_e và được tính:

$$r_e = \frac{U_T}{I_E}$$

Với U_T là điện áp nhiệt, ở nhiệt độ bình thường $U_T = 26\text{mV}$, do đó:

$$r_e = \frac{26\text{mV}}{I_E}$$

Như vậy sơ đồ tương đương được vẽ lại như hình 1.11



Hình 1.11 : Sơ đồ tương đương mạch mắc B-C

Với sơ đồ tương đương hình 1.11 Có thể tính được trở kháng vào ra của mạch như sau:

- Trở kháng vào : $Z_V = r_e$ Giá trị r_e rất nhỏ, tối đa khoảng 50Ω
 - Trở kháng ra được Z_R được tính khi cho tín hiệu vào bằng không, vì thế $I_E = 0$ nên $I_C = \beta \cdot I_E$ có nghĩa ngõ ra của hình 1.8 hở mạch, do đó: $Z_R = \infty$
- Thực tế trở kháng ra của mạch C-B khoảng vài MΩ.

2.2.3 Các thông số cơ bản:

- Tổng trở ngõ vào:

$$R_i = \frac{V_i}{I_i} = \frac{V_{be}}{I_e} \quad (1.9)$$

- Tổng trở ngõ ra:

$$R_o = \frac{V_o}{I_o} = \frac{V_{cb}}{I_c} \quad (1.10)$$

- Độ khuếch đại dòng điện:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_c}{I_b} = \beta \leq 1 \quad (1.11)$$

- Độ khuếch đại điện áp:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_{cb}}{V_{be}} = \alpha \quad (1.12)$$

2.2.4 . Tính chất:

Mạch này có một số tính chất sau:

- Tín hiệu được đưa vào cực E và lấy ra trên cực C.
- Tín hiệu ngõ vào và ngõ ra đồng pha.
- Hệ số khuếch đại dòng điện $\beta < 1$, hệ số khuếch đại điện áp $\alpha > 1$.
- Tổng trở ngõ vào nhỏ từ vài chục Ω đến vài trăm Ω.
- Tổng trở ra rất lớn từ vài chục kΩ đến hàng MΩ.

2.2.5 Lắp mạch khuếch đại B chung

a. Mục tiêu

- + Thực hiện được mạch khuếch đại đơn tầng
- + Đo được các thông số của mạch khuếch đại

b. Dụng cụ thực hành

- + Bàn thực hành
- + Bộ thí nghiệm điện tử cơ bản
- + Các linh kiện điện trở, transistor

c. Chuẩn bị lý thuyết

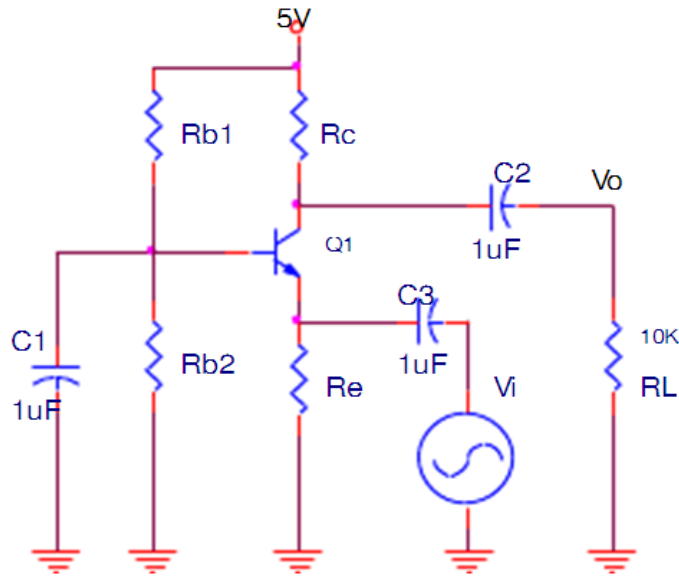
Yêu cầu chuẩn bị các câu hỏi lý thuyết sau

- + Khái niệm về mạch khuếch đại

- + Các yêu cầu cho một mạch khuếch đại
- + chức năng các tụ điện trong mạch khuếch đại
- + cách tính hệ số khuếch đại, tổng trở vào, ra của mạch khuếch đại

d. Nội dung thực hành

Lắp mạch như hình vẽ



Hình 1.12: Mạch khuếch đại B chung

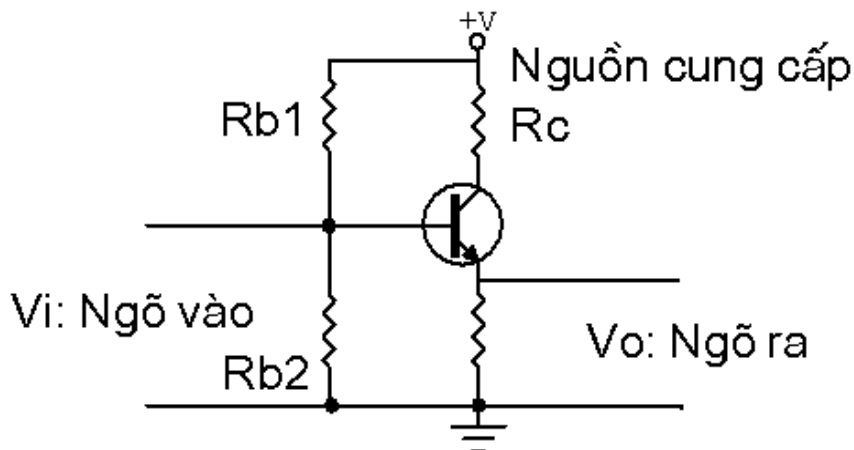
Sinh viên mắc mạch như hình 1.12 thực hiện tương tự như mạch khuếch đại E chung

Với $V_{CC} = +12V_{DC}$, $R_{b1} = 15K$, $R_{b2} = 6,8K$, $R_E = 390$, Q1 loại 2SC1815 (C1815). V_i được lấy từ máy phát sóng âm tần

Chú ý: khi thực hiện đo tổng trở vào, ra của mạch khuếch đại sinh viên cần phải chọn giá trị biến trở đặt vào sao cho kết quả đo đặc chính xác nhất. cần xem lại lý thuyết tính toán tổng trở vào ra của mạch khuếch đại.

2.3 Mạch mắc theo kiểu C chung (C-C):

2.3.1. Mạch điện cơ bản : Hình 1.13



Hình 1.13: Sơ đồ cấu tạo mạch mắc theo kiểu C-C

Trong đó:

V_i : Ngõ vào

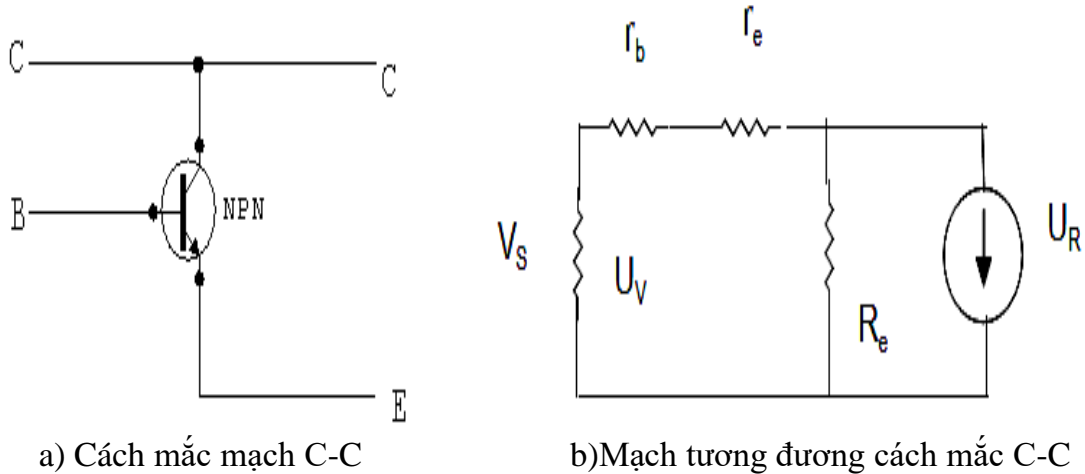
V_o : Ngõ ra

R_c : Điện trở tải

R_e : Điện trở ngõ ra

R_{b1}, R_{b2} : điện trở phân cực

2.3.2 Mạch tương đương: hình 1.14



a) Cách mắc mạch C-C

b) Mạch tương đương cách mắc C-C

Hình 1.14

2.3.3 Các thông số cơ bản

- Tổng trở ngõ vào:

$$R_i = \frac{V_i}{I_i} = \frac{V_b}{I_b} \quad (1.13)$$

- Tổng trở ngõ ra:

$$R_o = \frac{V_o}{I_o} = \frac{V_e}{I_e} \quad (1.14)$$

- Độ khuếch đại dòng điện:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_e}{I_b} = \beta + 1 \quad (1.15)$$

Độ khuếch đại điện áp:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_e}{V_b} \cong 1 \quad (1.16)$$

- Tính tổng trở ngõ vào:

$$R_i = \frac{U_V}{I_V} = \frac{I_b \cdot r_b + i_e \cdot r_e + i_e \cdot R_e}{I_b}$$

$$R_i = r_b + \beta \cdot r_e + \beta \cdot R_e$$

$$R_i = h_{ie} + \beta \cdot R_e \quad (\cong \text{Vài trăm K}\Omega) \quad (1.17)$$

Tính tổng trở ngõ ra:

Điện trở R_b là điện trở của cầu phân áp R_{b1} song song R_{b2} . Đứng từ ngõ vào nhìn và mạch ta thấy điện trở R_b song song nội trở nguồn R_s . Thường điện trở R_b rất lớn so với R_s nên điện trở tương đương của R_b song song với R_s cũng chính là R_s như mạch tương đương hình 1.14. Nên tổng trở ngõ ra là:

$$R_O = \frac{U_R}{I_R} = \frac{V_e}{I_e}$$

Theo mạch tương đương thì các điện trở R_s , r_b và βr_e mắc nối tiếp nhau và mắc song song với điện trở R_e . Ta có:

$$V_e = I_a \cdot R_e = I_b \cdot (R_s + r_b + \beta \cdot r_e)$$

Suy ra:

$$R_O = \frac{V_e}{I_e} = \frac{I_b \cdot (R_s + r_b + \beta \cdot r_e)}{\beta \cdot I_b} = \frac{R_s + r_b + \beta \cdot r_e}{\beta}$$

$$R_O = r_a + \frac{1}{\beta} (r_b + R_s) \quad (\cong \text{vài chục ohm}) \quad (1.18)$$

- Tính độ khuếch đại dòng điện:

$$A_i = \frac{I_R}{I_V} = \frac{I_a}{I_b} = \frac{(\beta + 1) \cdot I_b}{I_b}$$

$$A_i = \beta + 1 \quad (1.19)$$

Tính độ khuếch đại điện áp:

$$A_v = \frac{U_R}{U_V} = \frac{V_e}{V_b} = \frac{I_e \cdot R_e}{I_b \cdot r_b + I_e \cdot r_e + I_e \cdot R_e} = \frac{\beta \cdot R_e}{r_b + \beta \cdot r_e + \beta \cdot R_e}$$

$$A_v \cong 1 \quad \text{Vì } (r_b + \beta \cdot r_e \ll \beta \cdot R_e) \quad (1.20)$$

- Xét góc pha: Khi V_b tăng làm cho I_b tăng và I_e tăng nên V_e cũng tăng theo, nên điện áp của tín hiệu vào và ra đồng pha.

2.3.4. Tính chất:

Mạch có một số tính chất sau:

- Tín hiệu được đưa vào cực B và lấy ra trên cực E.
- Tín hiệu ngõ vào và ngõ ra đồng pha.
- Hệ số khuếch đại dòng điện $\beta > 1$, hệ số khuếch đại điện áp $\alpha < 1$.
- Tổng trở ngõ vào từ vài $k\Omega$ đến vài chục $k\Omega$.
- Tổng trở ngõ ra nhỏ từ vài chục Ω đến vài trăm Ω .

2.3.5 Lắp mạch khuếch đại cực C chung

a. Mục tiêu

- + Thực hiện được mạch khuếch đại đơn tầng
- + Đo được các thông số của mạch khuếch đại

b. Dụng cụ thực hành

- + Bàn thực hành

- + Bộ thí nghiệm điện tử cơ bản
- + Các linh kiện điện trở, transistor

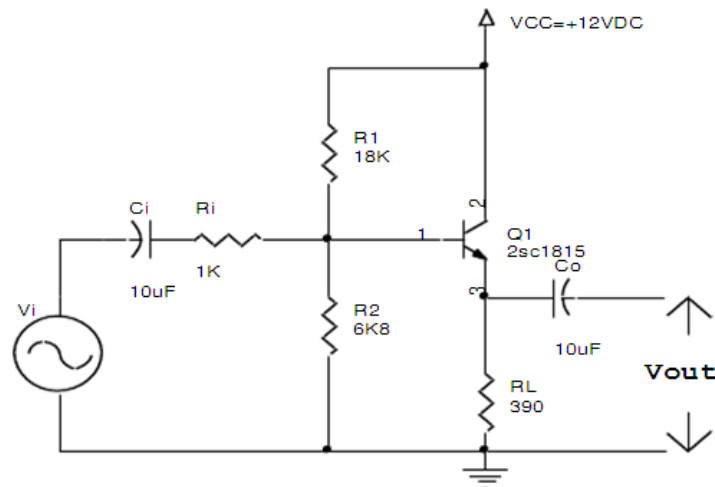
c. Chuẩn bị lý thuyết

Yêu cầu chuẩn bị các câu hỏi lý thuyết sau

- + Khái niệm về mạch khuếch đại
- + Các yêu cầu cho một mạch khuếch đại
- + chức năng các tụ điện trong mạch khuếch đại
- + cách tính hệ số khuếch đại, tổng trở vào, ra của mạch khuếch đại

d. Nội dung thực hành

Lắp mạch như hình vẽ



Hình 1.15: Mạch khuếch đại C chung

Sinh viên mắc mạch như hình 1.15 thực hiện tương tự như mạch khuếch đại E chung

Chú ý: khi thực hiện đo tổng trở vào, ra của mạch khuếch đại sinh viên cần phải chọn giá trị biến trở đặt vào sao cho kết quả đo đặc chính xác nhất.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

Bài tập 1: Câu hỏi trắc nghiệm khách quan

Hãy lựa chọn phương án đúng để trả lời các câu hỏi dưới đây bằng cách tô đen vào ô vuông thích hợp:

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
1.	Mắc tranzito như thế nào để có tổng trở vào nhỏ nhất?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	a. Mắc kiểu E chung.				
	b. Mắc kiểu B chung				
	c. Mắc kiểu C chung				
	d. Tùy vào dạng mạch.				

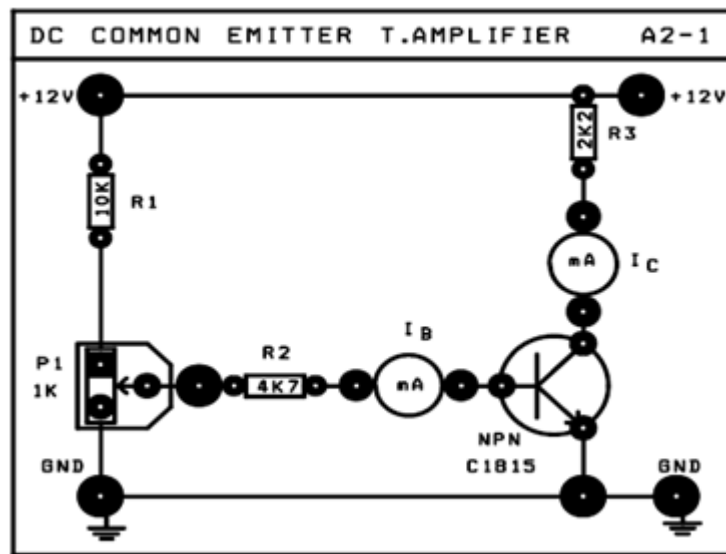
2.	Mắc tranzito kiểu nào để có tổng trở vào lớn nhất? a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung d. Tùy vào dạng mạch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Mắc tranzito kiểu nào để có tổng trở ra nhỏ nhất? a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung d. Tùy vào dạng mạch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Mắc tranzito kiểu nào để có tổng trở ra lớn nhất? a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung d. Tùy vào dạng mạch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Mắc tranzito kiểu nào để có hệ số khuếch đại dòng lớn hơn 1? a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung d. Tùy vào dạng mạch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Mắc tranzito kiểu nào để có hệ số khuếch đại điện áp lớn hơn 1? a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung d. Tùy vào dạng mạch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Mắc tranzito kiểu nào để cho hệ số khuếch đại dòng và điện áp lớn hơn 1? a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung. d. Tùy vào dạng mạch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	Trong trường hợp nào tranzito ở trạng thái ngưng dẫn? a. Tiếp giáp BE phân cực ngược. b. Tiếp giáp BC phân cực ngược. c. Tiếp giáp BE phân cực thuận. d. Gồm a và b.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	4.9. Trường hợp nào tranzito ở trạng thái khuếch đại?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	a. Tiếp giáp BE phân cực ngược. b. Tiếp giáp BC phân cực ngược. c. Tiếp giáp BE phân cực thuận. d. Gồm a và c.				
10	Trường hợp nào tranzito dẫn điện bão hoà? a. Tiếp giáp BE phân cực ngược. b. Tiếp giáp BC phân cực thuận. c. Tiếp giáp BE phân cực thuận. d. Gồm a và c.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bài tập 2 : Mạch phân cực BJT NPN

Sơ đồ nối dây:

- ◆ Cấp nguồn +12V của nguồn DC POWER SUPPLY cho mạch A2-1
- Chốt +12V của mạch \Leftrightarrow chốt +12V
- Chốt GND của mạch \Leftrightarrow chốt GND của nguồn DC POWER SUPPLY.
- ◆ Ngắn mạch các mA kế.
- ◆ Khảo sát BJT NPN C1815.



Các bước thí nghiệm :

Bước 1: Chỉnh biến trở P1 để V_{CE} có các giá trị theo bảng A2-1. Đo điện áp rơi trên R2 (V_{R2}), ghi vào **Bảng A2-1**. Tính I_B , I_C , và hệ số khuếch đại dòng β .

Bảng A2-1

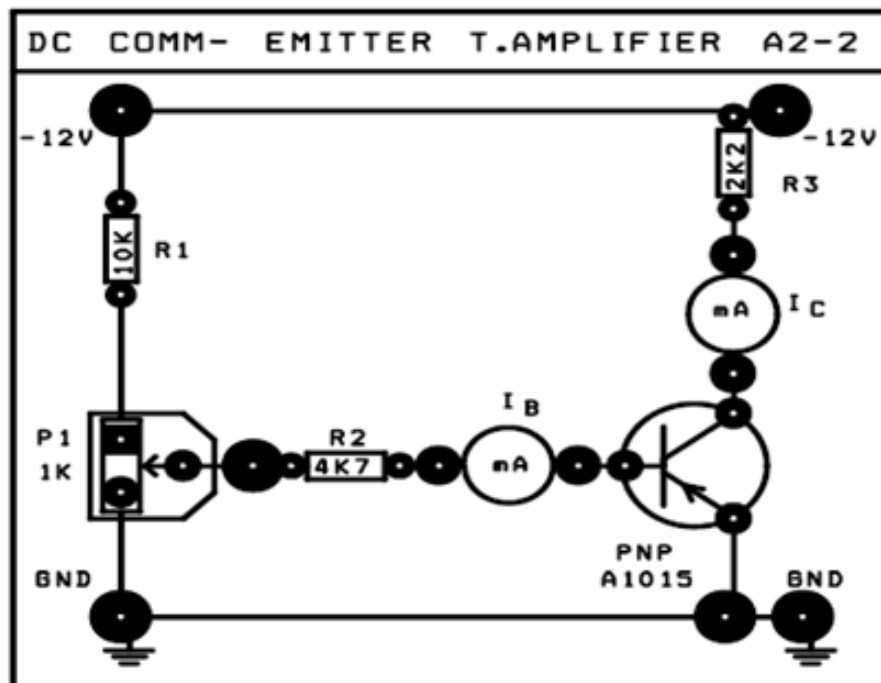
Điện áp V_{CE} [V]	Thông số cần đo	Thông số tính toán			Nhận xét Trạng thái hoạt động của BJT (Ngưng dẫn, Khuếch đại, Bảo hòa)
	V_{R2} [V]	$I_B = \frac{V_{R2}}{R_2}$ [A]	$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_3 + P_2}$ [A]	$\beta = h_{fe} = I_C / I_B$	
$\approx V_{CC}$					
$= 5.5 \text{ V} \div 6.5 \text{ V}$					
$= 0.1 \div 0.2 \text{ V}$					

Bước 2: Cho biết điểm làm việc tĩnh Q trong cả 3 trường hợp phân cực nêu trên của BJT:

	$Q(I_{CQ}, V_{CEQ})$	Trạng thái làm việc
Q_1		
Q_2		
Q_3		

2. 1.2 Phân cực BJT PNP

- ◆ Cấp nguồn -12V của nguồn DC POWER SUPPLY cho mạch A2-2
- Chốt -12V của mạch chốt -12V
- Chốt GND của mạch chốt GND của nguồn DC POWER SUPPLY.
- ◆ Ngắt mạch các mA kế.
- ◆ Khảo sát BJT PNP A1015



Các bước thí nghiệm :

Bước 1: Chỉnh biến trở P1 để V_{CE} có các giá trị theo bảng A2-2. Đo điện áp rơi trên R2 (VR_2) ghi vào **Bảng A2-2**. Tính I_B , I_C , và hệ số khuếch đại dòng β .

Bảng A2-2

Điện áp V_{CE} [V]	Thông số cần đo	Thông số tính toán			Nhận xét Trạng thái hoạt động của BJT (Ngưng dẫn, Khuếch đại, Bảo hòa)
	V_{R2} [V]	$I_B = \frac{V_{R2}}{R_2}$ [A]	$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_3 + P_2}$ [A]	$\beta = h_{fe} = I_c / I_b$	
$\approx -12V$					
$\approx -5.5 \div -6.5V$					
$\approx -0.1 \div -0.2V$					

Bước 2: Cho biết điểm làm việc tĩnh Q trong cả 3 trường hợp phân cực nêu trên của BJT :

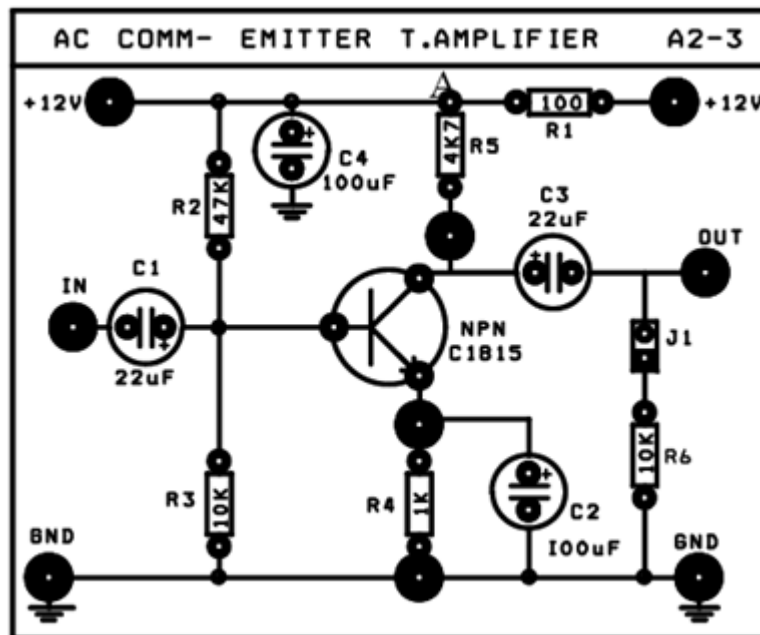
	$Q_1(I_{CQ}, V_{CEQ})$	Trạng thái làm việc
$Q_1(I_{CQ1}, V_{CEQ1})$		
$Q_2(I_{CQ2}, V_{CEQ2})$		
$Q_3(I_{CQ3}, V_{CEQ3})$		

Bài tập3: Lắp mạch phân cực CE

Khảo sát DC

Sơ đồ nối dây

♦ Cấp nguồn +12V của nguồn DC POWER SUPPLY cho mạch A2-3



Các bước thí nghiệm:

Bước 1:

1. Xác định điểm làm việc tĩnh $Q(I_{CQ}, V_{CEQ})$ của mạch :

- Đo điện áp tại điểm A : $V_A = \dots\dots\dots$
- Đo điện áp $V_{CEQ} = \dots\dots\dots$
- Tính dòng : $I_{CQ} = \frac{V_A - V_{CEQ}}{R_4 + R_5} = \dots\dots\dots$

\Rightarrow Điểm làm việc tĩnh $Q(I_{CQ}, V_{CEQ}) = \dots\dots\dots$

Bước 2: Cho biết trạng thái hoạt động của BJT :

.....

Khảo sát đặc tính khuếch đại AC ở dãy tần giữa

Sơ đồ nối dây:

- ◆ Vẫn cấp nguồn +12V nguồn DC POWER SUPPLY cho mạch A2-3
- ◆ Dùng thêm tín hiệu từ máy phát tín hiệu Function Generator trên thiết bị ATS để

đưa tín hiệu AC đến ngõ vào IN của mạch khuếch đại. Và chỉnh máy phát tín hiệu : - Đặt chế độ (Function) tại vị trí : Sine

- Chỉnh biến trở Amplitude để có giá trị điện áp đỉnh đỉnh $V_{IN(p-p)} = 30mV$
- Tần số 1Khz: Range : Đặt tại vị trí : x1K

Frequency : Vị trí phù hợp.

- ◆ Nói ngõ ra OUT của máy phát đến ngõ vào IN của mạch.
- ◆ Dùng dao động ký để quan sát tín hiệu điện áp ngõ IN vào và ngõ ra OUT

1. Đo các giá trị V_{IN} , V_{OUT} , tính A_v . Ghi kết quả vào bảng A2-3
2. Đo độ lệch pha $\Delta\Phi$ giữa tín hiệu ngõ vào V_{IN} và tín hiệu ngõ ra V_{OUT}

Bảng A2-3

Thông số cần đo	Trị số điện áp vào $V_{IN} (p-p) = 30 mV$
Biên độ $V_{OUT (p-p)}$	
Độ lợi điện áp $A_v = \frac{V_{OUT(p-p)}}{V_{IN(p-p)}}$	
Độ lệch pha $\Delta\Phi$	

3. Quan sát trên dao động ký và vẽ trên cùng một hệ trục tọa độ dạng tín hiệu điện áp ngõ vào (V_{IN}) và tín hiệu điện áp ngõ ra (V_{OUT})

Đánh giá kết quả

Phần 1: HOẠT ĐỘNG THỰC HÀNH TẠI XƯỞNG TRƯỜNG

a. Nội dung:

- Thực hành lắp ráp các mạch khuếch đại dùng Tranzito .
- Nghiên cứu, hiệu chỉnh, sửa chữa các mạch khuếch đại dùng Tranzito

b. Hình thức tổ chức: Tổ chức theo nhóm nhỏ mỗi nhóm từ 2 -4 học sinh.

Giáo viên hướng dẫn ban đầu học sinh thực hiện các nội dung dưới sự theo dõi, chỉ dẫn của giáo viên.

1. Dụng cụ, thiết bị, vật liệu dùng cho thí nghiệm:

2. Dụng cụ, thiết bị (những thứ không tiêu hao trong quá trình thực hành):

- Sơ đồ các mạch điện thực tế
- Máy đo VOM hiển thị số hoặc hiển thị kim
- Máy hiện sóng hai tia 40 MHz
- Máy tính và phần mềm thiết kế mạch
- Bộ nguồn cho thí nghiệm
- Mỏ hàn

3. Vật liệu (những thứ tiêu hao trong quá trình thực hành):

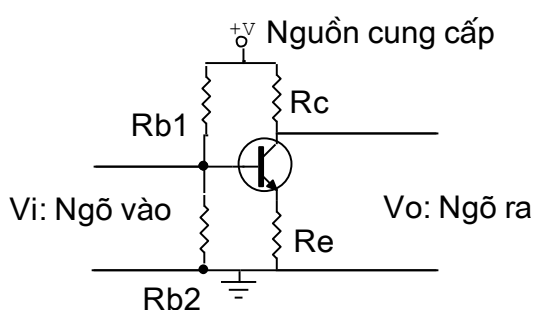
- Các linh kiện thụ động rời
- Các tranzito dùng để lắp mạch theo yêu cầu thực hành
- Mạch in
- Nhựa thông
- Chì hàn

4. Các bài thực hành

Bài thực hành 1: Thực hành lắp ráp mạch cực E chung (E-C)

- Lắp ráp mạch:

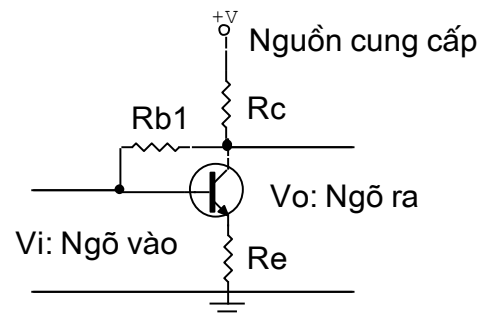
- . Mạch khuếch đại mắc theo kiểu E-C: Theo sơ đồ mạch điện



$$R_c = 1K\Omega$$

$$R_e = 100\Omega$$

$$R_{b1} = 22K\Omega$$



$$R_c = 1K\Omega$$

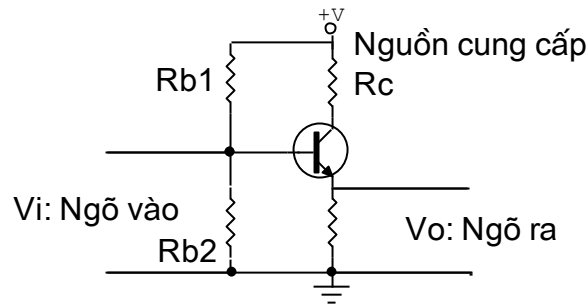
$$R_e = 100\Omega$$

$$R_{b1} = 220K\Omega$$

- Cho tín hiệu hình sin ngõ vào 1vpp. Quan sát dạng sóng ngõ vào và ngõ ra khi tăng nguồn và cho nhận xét.
- Lần lượt giữ nguồn ở 3 mức 3v, 6v, 12v tăng dần biên độ tín hiệu ngõ vào đến 3vpp quan sát dạng sóng và cho nhận xét.
- Thực hiện tính hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp trong các trường hợp.

Bài thực hành 3: Thực hành lắp ráp mạch cực C chung (C-C)

- Mắc mạch theo kiểu C-C: Theo sơ đồ mạch điện



$$R_e = 1K\Omega$$

$$R_{b1} = 22K\Omega$$

$$R_c = 100\Omega$$

$$R_{b2} = 1,8K\Omega$$

- Cho nguồn cung cấp điều chỉnh được từ 3 – 12 v vào mạch điện tăng dần điện áp, ghi lại số liệu và cho nhận xét về mối tương quan giữa các yếu tố:

Điện áp	3v	4v	5v	6v	7v	8v	9v	10v	11v	12v
Vc										
Vb										

- Cho tín hiệu hình sin ngõ vào 1vpp. Quan sát dạng sóng ngõ vào và ngõ ra khi tăng nguồn và cho nhận xét.
- Lần lượt giữ nguồn ở 3 mức 3v, 6v, 12v tăng dần biên độ tín hiệu ngõ vào đến 3vpp quan sát dạng sóng và cho nhận xét.
- Thực hiện tính hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp trong các trường hợp.

BÀI 2

MẠCH KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU NHỎ DÙNG FET

Mã bài: MĐ17-2

Mục tiêu:

- Phân tích được nguyên lý làm việc của các mạch khuếch đại cơ bản dùng FET
- Thiết kế, lắp ráp các mạch khuếch đại dùng FET theo đúng yêu cầu kỹ thuật.
- Đo đạc, kiểm tra, sửa chữa được các mạch điện tín hiệu nhỏ dùng FET theo yêu cầu kỹ thuật.

Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

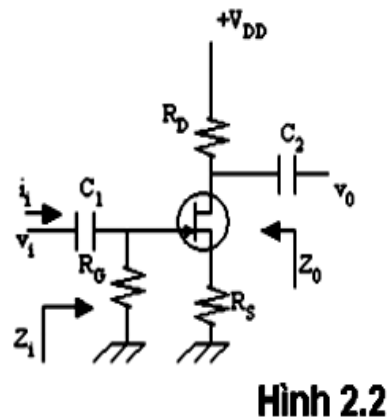
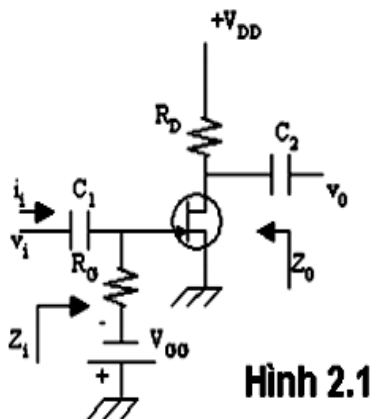
1. Mạch khuếch đại cực nguồn chung

Mục tiêu

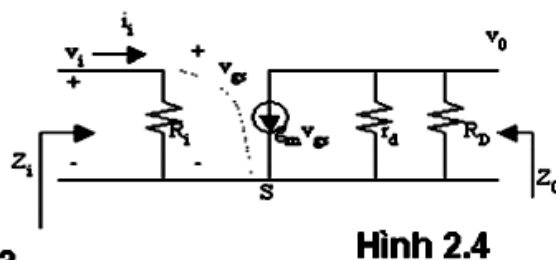
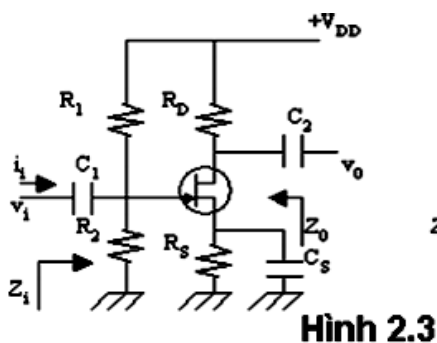
- + Giải thích được nguyên lý hoạt động cơ bản
- + Biết được các thông số cơ bản

1.1 Mạch điện cơ bản

Có thể dùng mạch phân cực cố định (hình 2.1), mạch phân cực tự động (hình 2.2) hoặc mạch phân cực bằng cầu chia điện thế (hình 2.3). Mạch tương đương xoay chiều vẽ ở hình 2.4.



1.2 Mạch điện tương đương



Trong đó $R_i=R_G$ ở hình 2.1 và 2.2 ; $R_i=R_1 // R_2$ ở hình 2.3 .

1.3 Các thông số cơ bản

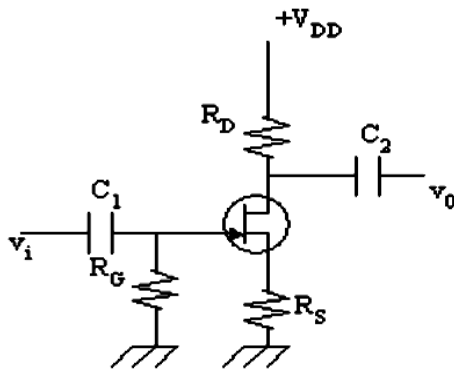
- Độ lợi điện thế: $A_v = \frac{v_0}{v_i} = -g_m (R_D // r_d)$ (2.1)

- Tổng trở vào: $Z_i = \frac{v_i}{i_i} = R_i$ (2.2)

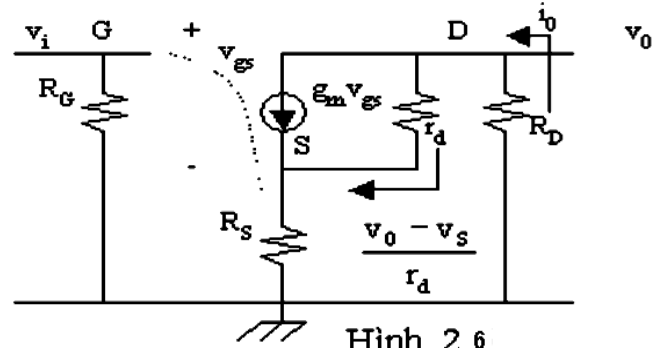
- Tổng trở ra: $Z_0 = r_d // R_D$ (2.3)

Độ lợi điện thế của mạch khuếch đại cực nguồn chung với điện trở R_S :

Giả sử ta xem mạch hình 2.5 với mạch tương đương hình 2.6



Hình 2.5



Hình 2.6

Ta có: $i_0 = g_m v_{gs} + \frac{v_0 - v_s}{r_d} = g_m v_{gs} + \frac{-i_0 R_D - i_0 R_S}{r_d}$

Vì $v_{gs} = v_i - i_0 R_S$

Nên:

$$i_0 = g_m (v_i - i_0 R_S) + \frac{-i_0 R_D - i_0 R_S}{r_d}$$

$$\Rightarrow i_0 = \frac{g_m v_i}{1 + g_m R_S + \frac{R_D + R_S}{r_d}} = -\frac{v_0}{R_D}$$

Suy ra: $A_v = \frac{v_0}{v_i} = -\frac{g_m R_D}{1 + g_m R_S + \frac{R_D + R_S}{r_d}}$

Nếu ta bỏ r_d trong mạch tương đương:

$$A_v = -\frac{g_m R_D}{1 + g_m R_S} \quad (2.4)$$

Bài thực hành cho học viên

Bài thực hành số 1 : Khảo sát đặc tuyến Volt-Ampe của JFET (JFET kênh N)

a. Thiết bị sử dụng

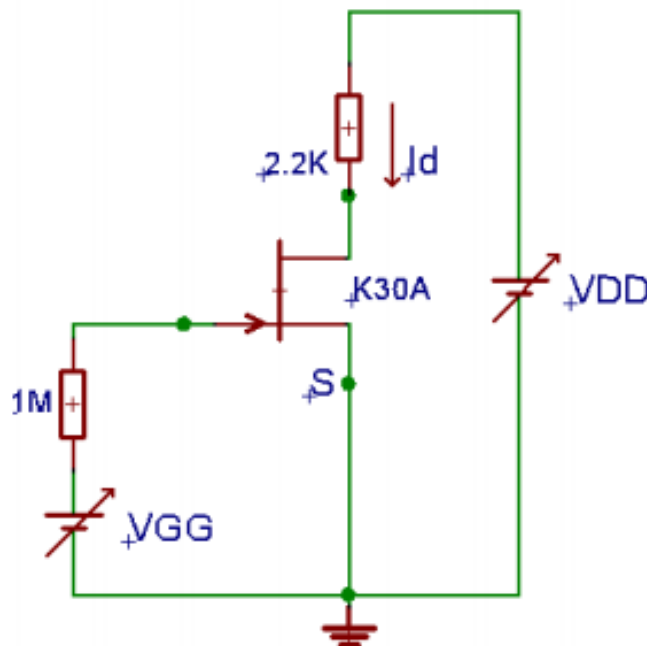
- Mô hình thực hành Mạch điện tử
- Máy OSC
- Các linh kiện điện tử

b. Mục tiêu

Sau khi học xong Sinh viên có khả năng:

- Định nghĩa các dạng mạch khuếch đại dùng FET.
- Vẽ được đặc tuyến Volt-Ampe và phân tích AC các dạng mạch KĐ dùng FET.
- Biết được đặc điểm và ứng dụng thực tế của các dạng mạch.
- Lắp ráp, cân chỉnh và đo được các đại lượng: độ lợi, tổng trở vào, tổng trở ra, tần số cắt ...
- Nhận xét và giải thích được các kết quả đo.

TH1 : khảo sát Đặc tuyến ngõ ra

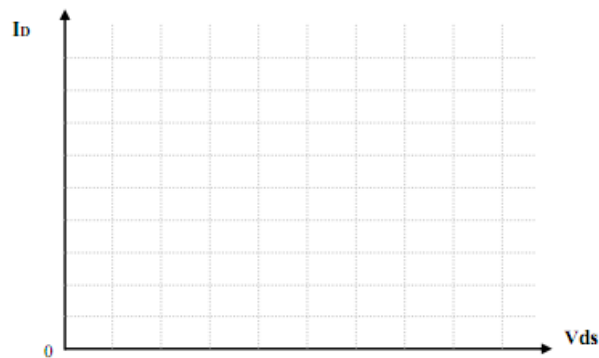


Hình 2.4

- Thay đổi các điện áp VGG và VDD, và ghi các giá trị vào bảng sau:
Bảng 2.1

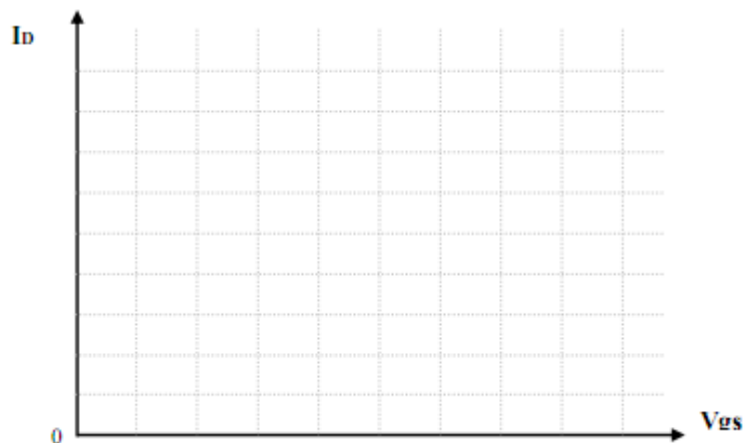
V _{GS} (V)	V _{DS} (V)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	I _D													
0,4	I _D													
0,8	I _D													
1	I _D													
1,2	I _D													
1,6	I _D													
2	I _D													

- Từ các số liệu trong bảng 2.1, vẽ đặc tuyến ra : $I_D = f(V_{DS})$ với $V_{GS} = \text{const}$



Hình 2.5

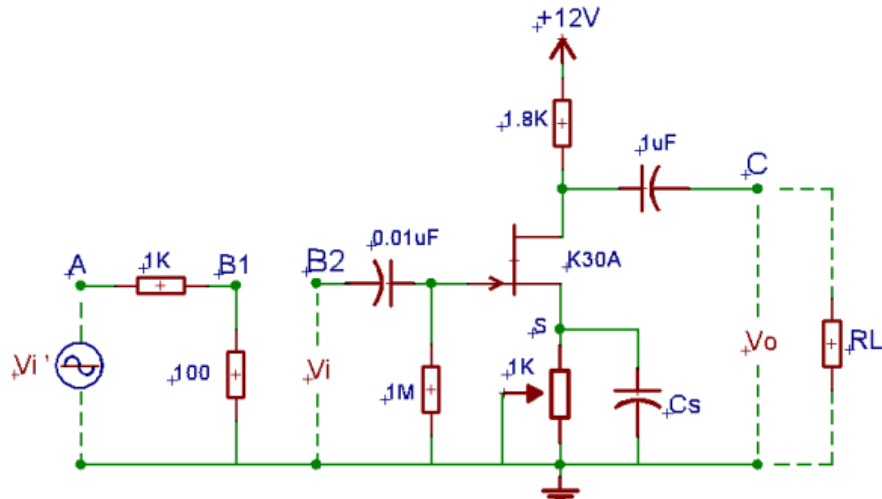
- Nêu ý nghĩa đặc tuyến ra
TH2. Đặc tuyến truyền đạt
- Từ các số liệu trong bảng 2.1, vẽ đặc tuyến truyền đạt : $I_D = f(V_{GS})$ với $V_{DS} = \text{const}$.



Hình 2.6

- Nêu ý nghĩa đặc tuyến truyền đạt

Bài thực hành số 2 : Mạch khuếch đại cực nguồn chung



Hình 2.7

❖ Yêu cầu

1. Đo và vẽ dạng sóng ngõ ra V_o , ngõ vào V_i ? Nhận xét.
2. Xác định các thông số A_v , A_i , Z_i , Z_o , độ lệch pha. Nhận xét kết quả.
3. Trường hợp ta thêm tụ $C_s = 10\mu F$, thực hiện tương tự như 2 bước trên. So sánh các kết quả đo được với trường hợp không có tụ C_s .

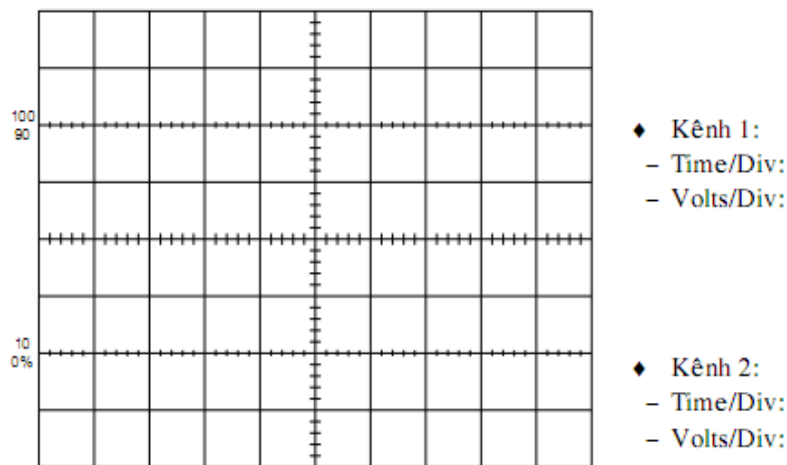
❖ Hướng dẫn thực hiện

Bước 1: Tháo tụ C_s , cấp V_i là tín hiệu hình Sin, biên độ 3V, tần số 1KHz vào tại A.

Bước 2: Dùng OSC đo tín hiệu ra V_o ở kênh 1, tiếp tục chỉnh biến trở sao cho V_o đạt lớn nhất nhưng không bị méo dạng.

Bước 3: Xác định A_v :

- Dùng OSC đo V_i tại A, V_o tại B ở 2 kênh CH1 và CH2. Vẽ lại dạng sóng và nhận xét về biên độ.



- Sau đó tính A_v theo công thức :

$$A_v = \frac{V_o}{V_i}$$

Hình 2.8

Bước 4: Xác định Zi:

- Mắc nối tiếp điện trở $R_v=100K\Omega$ giữa 2 điểm B1 và B2, tính Zi theo công thức:

$$Z_i = \frac{R_v}{\left(\frac{V_1}{V_2} - 1\right)}$$

- Với: V_1 là giá trị điện áp ngõ ra tại B1
 V_2 là giá trị điện áp ngõ ra tại B2

Bước 5: Xác định Zo :

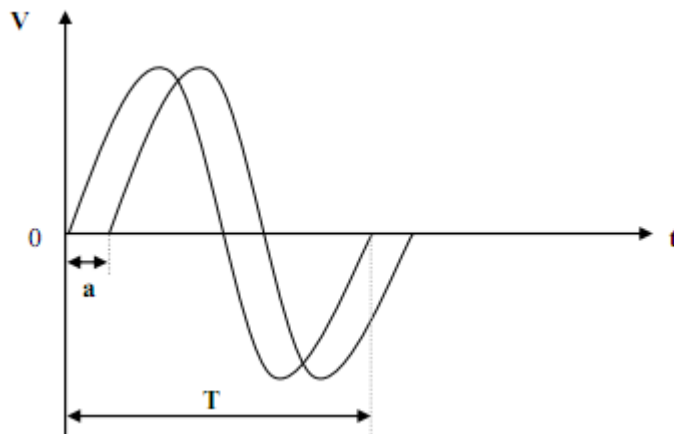
- Mắc thêm điện trở tải $R_L = 100K\Omega$, tính Zo theo công thức:

$$Z_o = R_L \cdot \left(\frac{V_{o1}}{V_{o2}} - 1\right)$$

- Với : V_{o1} là điện áp tại ngõ ra C khi chưa mắc R_L
 V_{o2} là điện áp tại ngõ ra C khi đã mắc R_L

Bước 6: Xác định góc lệch pha:

- Dùng OSC đo V_i , V_o và cho hiển thị cùng lúc ở 2 kênh CH1, CH2



Hình 2.9

- Xác định góc lệch pha theo công thức :

$$\varphi = \frac{a}{T} \cdot 360^\circ$$

- Với: T là chu kỳ của tín hiệu

φ là góc lệch pha

a là độ lệch về thời gian

Bước 7: Xác định tần số cắt dưới :

- Giữ nguyên biên độ nhưng thay đổi tần số của tín hiệu vào V_i , quan sát tín hiệu ngõ ra V_o trên OSC. Giảm tần số của V_i đến khi V_o giảm bằng $(1/\sqrt{2}) V_o$ thì dừng lại, đo giá trị tần số tại vị trí hiện hành, đó chính là tần số cắt dưới f_L .

Bước 8: Xác định tần số cắt trên :

- Giữ nguyên biên độ nhưng thay đổi tần số của tín hiệu vào V_i , quan sát tín hiệu ngõ ra V_o trên OSC. Tăng tần số của V_i đến khi V_o giảm bằng $(1/\sqrt{2}) V_o$ thì dừng lại, đo giá trị tần số tại vị trí hiện hành, đó chính là tần số cắt trên fH.

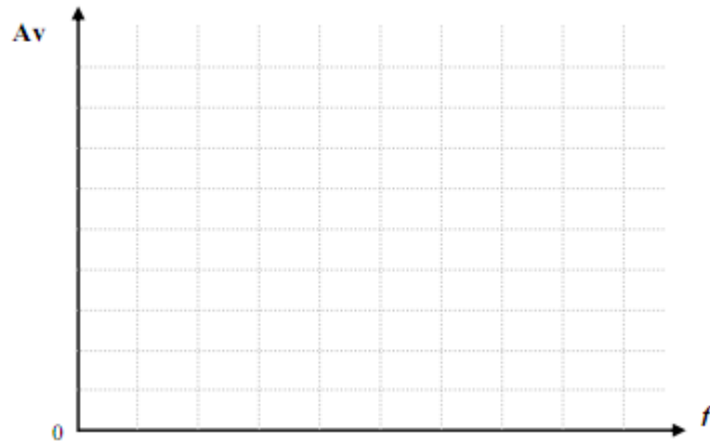
Bước 9: Vẽ đáp tuyến biên độ - tần số

- Giữ nguyên biên độ, thay đổi tần số của tín hiệu vào V_i và lập bảng kết quả như sau:

Bảng 2.2

f (Hz)	10	50	200	500	1K	10K	50K	100K	200K	500K	1M	2M
V_o												
A_v												
$A_v(\%)$												

- Từ bảng kết quả vẽ đáp tuyến biên độ - tần số



Hình 2.10

Bước 10: Thêm tụ $C_s = 10\mu\text{F}$, thực hiện lại các bước trên. Ghi lại các kết quả vào bảng và nhận xét.

Bảng 2.3

Kiểu S chung	A_v	A_i	Z_i	Z_o	f_L	f_H	φ
Chưa có tụ C_s							
Có tụ C_s							

Yêu cầu đánh giá

- Lắp mạch theo yêu cầu
- Sau khi thực hiện xong các bước trên, các nhóm ghi lại các kết quả và nhận xét trong bài báo cáo thí nghiệm.
- Nhận xét kết quả thực hiện của học viên

2. Mạch khuếch đại cực máng chung

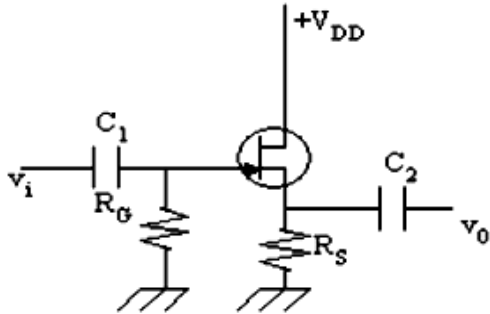
Mục tiêu

- + Giải thích được nguyên lý hoạt động cơ bản

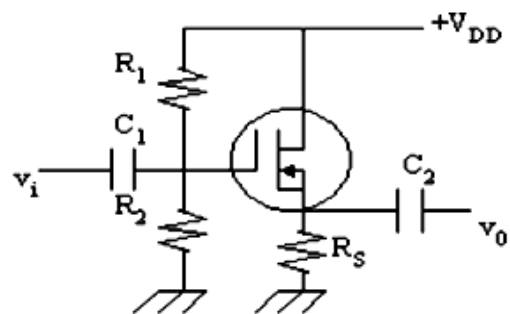
+ Biết được các thông số cơ bản

2.1 Mạch điện cơ bản

Người ta có thể dùng mạch phân cực tự động hoặc phân cực bằng cầu chia điện thế như hình 2.11 và hình 2.12

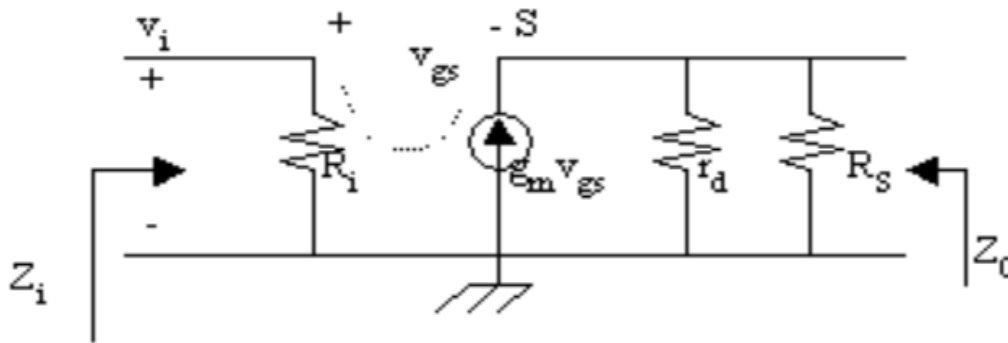


Hình 2.11



Hình 2.12

2.2 Mạch điện tương đương



Hình 2.13

2.3 Các thông số cơ bản

Mạch tương đương xoay chiều được vẽ ở hình 2.13. Trong đó: $R_i = R_G$ trong hình 2.11 và $R_i = R_1 // R_2$ trong hình 2.12

- Độ lợi điện thế:

$$V_{gs} = v_i - v_0$$

$$\Rightarrow A_v = \frac{v_0}{v_i} = \frac{g_m (R_s // r_d)}{1 + g_m (R_s // r_d)} < 1 \quad (2.5)$$

- Tổng trở vào $Z_i = R_i$

$$(2.6)$$

- Tổng trở ra: Ta thấy R_S song song với r_d và song song với nguồn dòng điện $g_m v_{gs}$. Nếu ta thay thế nguồn dòng điện này bằng một nguồn điện thế nối tiếp với điện trở $1/g_m$ và đặt nguồn điện thế này bằng 0 trong cách tính Z_0 , ta tìm được tổng trở ra của mạch:

$$Z_0 = R_s // r_d // 1/g_m \quad (2.7)$$

Bài thực hành :

Khảo sát mạch khuếch đại cực máng chung

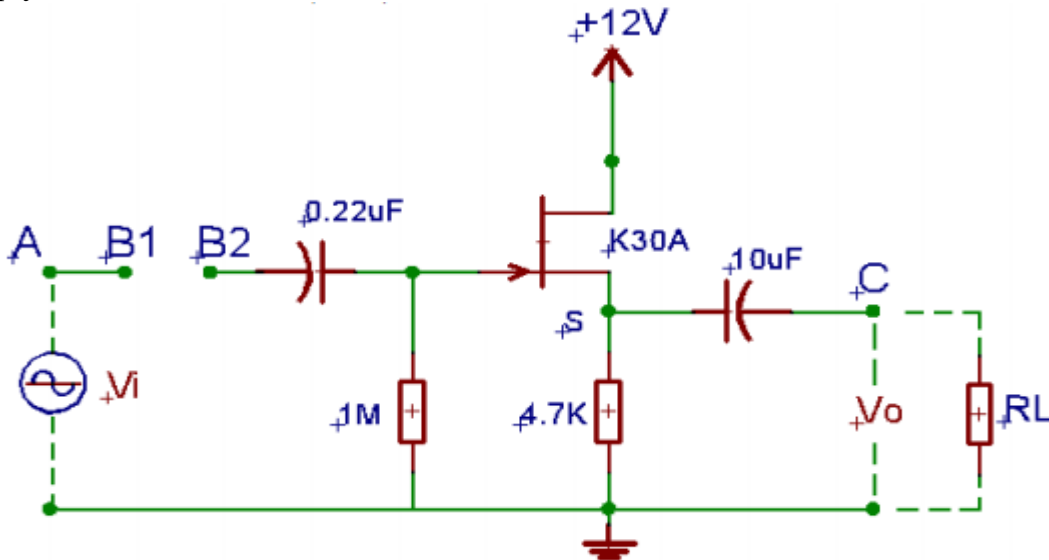
a. Thiết bị sử dụng

- Mô hình thực hành Mạch điện tử
- Máy OSC
- Các linh kiện điện tử

b. Mục tiêu

Sau khi học xong Sinh viên có khả năng:

- Định nghĩa các dạng mạch khuếch đại dùng FET.
 - Vẽ được đặc tuyến Volt-Ampe và phân tích AC các dạng mạch KĐ dùng FET.
 - Biết được đặc điểm và ứng dụng thực tế của các dạng mạch.
 - Lắp ráp, cân chỉnh và đo được các đại lượng: độ lợi, tổng trở vào, tổng trở ra, tần số cắt ...
 - Nhận xét và giải thích được các kết quả đo.
- c. quy trình thực hiện



Hình 2.14

❖ Yêu cầu

1. Đo và vẽ dạng sóng ngõ ra V_o , ngõ vào V_i ? Nhận xét.
2. Xác định các thông số A_v , A_i , Z_i , Z_o , ϕ . Nhận xét kết quả.

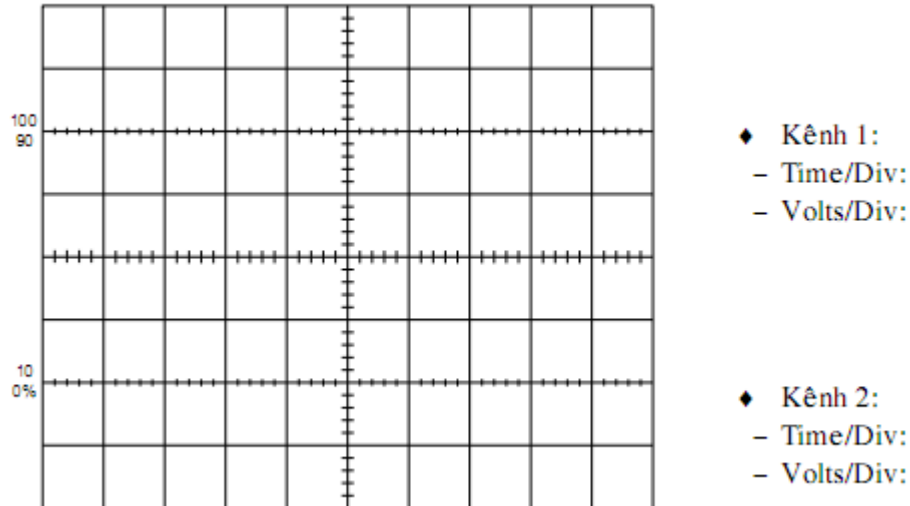
❖ Hướng dẫn thực hiện

Bước 1: Cấp V_i là tín hiệu hình Sin, biên độ 2V, tần số 1Khz vào tại A.

Bước 2: Dùng OSC đo tín hiệu ra V_o ở CH1. Tiếp tục chỉnh biến trở sao cho V_o đạt lớn nhất nhưng không bị méo dạng.

Bước 3: Xác định A_v :

- Dùng OSC đo V_i tại A, V_o tại C ở 2 kênh CH1 và CH2. Vẽ lại dạng sóng và nhận xét về biên độ.



Hình 2.15

- Sau đó tính A_v theo công thức :

$$A_v = \frac{V_o}{V_i}$$

Bước 4: Xác định Z_i :

- Mắc nối tiếp điện trở $R_v=100K\Omega$ giữa B1 và B2, sau đó tính Z_i theo công thức:

$$Z_i = \frac{R_v}{\left(\frac{V_1}{V_2} - 1\right)}$$

- Với: V_1 là giá trị điện áp ngõ ra tại B1

V_2 là giá trị điện áp ngõ ra tại B2

Chú ý: Các thông số V_1, V_2 phải được đo bằng OSC.

Bước 5: Xác định Z_o :

$$Z_o = R_L \cdot \left(\frac{V_{o1}}{V_{o2}} - 1\right)$$

- Với: V_{o1} là điện áp tại ngõ ra tại C khi chưa mắc RL

V_{o2} là điện áp tại ngõ ra tại C khi đã mắc RL = 10K Ω

Bước 6: Xác định góc lệch pha:

- Dùng OSC đo V_i, V_o và cho hiển thị cùng lúc ở 2 kênh CH1, CH2

- Xác định góc lệch pha theo công thức :

$$\varphi = \frac{\alpha}{T} \cdot 360^\circ$$

Bước 7: Xác định tần số cắt dưới :

- Giữ nguyên biên độ nhưng thay đổi tần số của tín hiệu vào V_i , quan sát tín hiệu ngõ ra V_o trên OSC. Giảm tần số của V_i đến khi V_o giảm bằng $(1/\sqrt{2}) V_o$ thì dừng lại, đo giá trị tần số tại vị trí hiện hành, đó chính là tần số cắt dưới f_L .

Bước 8: Xác định tần số cắt trên :

- Giữ nguyên biên độ nhưng thay đổi tần số của tín hiệu vào V_i , quan sát tín hiệu ngõ ra V_o trên OSC. Tăng tần số của V_i đến khi V_o giảm bằng $(1/\sqrt{2}) V_o$ thì dừng lại, đo giá trị tần số tại vị trí hiện hành, đó chính là tần số cắt trên f_H .

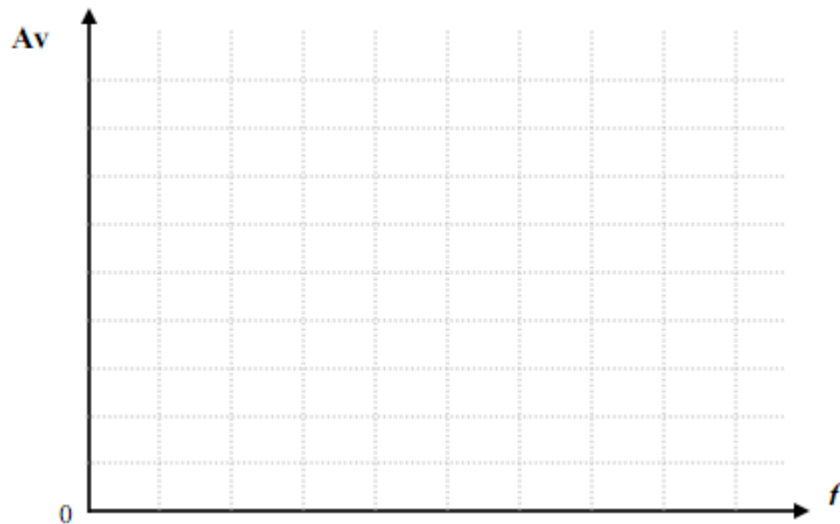
Bước 9: Vẽ đáp tuyến biên độ - tần số

- Giữ nguyên biên độ, thay đổi tần số của tín hiệu vào V_i và lập bảng kết quả như sau:

Bảng 2.4

$f(\text{Hz})$	10	50	200	500	1K	10K	50K	100K	200K	500K	1M	2M
V_o												
A_v												
$A_v(\%)$												

- Từ bảng kết quả vẽ đáp tuyến biên độ - tần số



Hình 2.16

Bước 10: Lập bảng tổng kết

Bảng 2.5

Kiểu D chung	A_v	A_i	Z_i	Z_o	f_L	f_H	φ
Kết quả đo							

- Sau khi thực hiện xong các bước, các nhóm ghi lại các kết quả và nhận xét.

Yêu cầu đánh giá

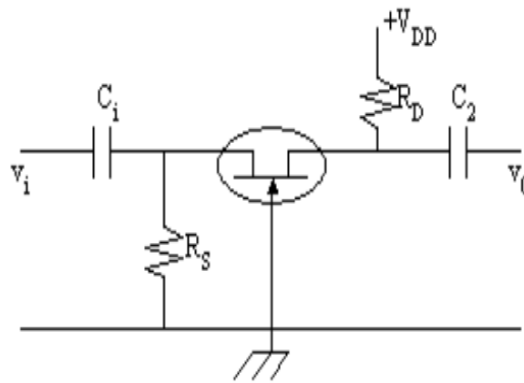
- Lắp mạch theo yêu cầu
- Sau khi thực hiện xong các bước trên, các nhóm ghi lại các kết quả và nhận xét trong bài báo cáo thí nghiệm.
- Nhận xét kết quả thực hiện của học viên

3. Mạch khuếch đại cực công chung

Mục tiêu

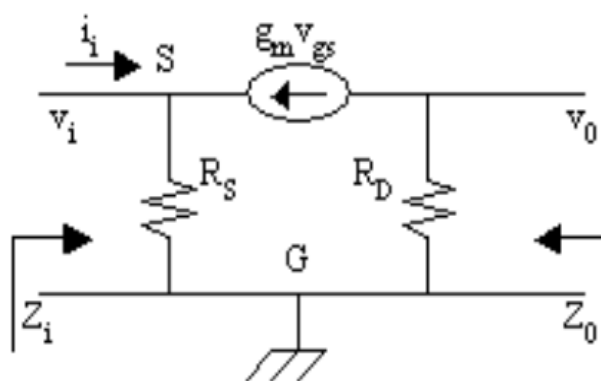
- + Giải thích được nguyên lý hoạt động cơ bản
- + Biết được các thông số cơ bản

3.1 Mạch điện cơ bản



Hình 2.17

3.2 Mạch điện tương đương



Hình 2.18

3.3 Các thông số cơ bản

Từ mạch tương đương xoay chiều ta thấy:

$$\begin{aligned} v_{gs} &= -v_i \\ v_0 &= -g_m v_{gs} R_D = g_m R_D v_i \\ \Rightarrow A_v &= \frac{v_0}{v_i} = g_m R_D \end{aligned} \quad (2.8)$$

$$\begin{aligned} \text{Ngoài ra: } i_i &= \frac{v_i}{R_s} - g_m v_{gs} = \frac{v_i}{R_s} + g_m v_i = v_i \left(g_m + \frac{1}{R_s} \right) \\ \Rightarrow Z_i &= \frac{v_i}{i_i} = \frac{R_s}{1 + g_m R_s} = R_s // \frac{1}{g_m} \end{aligned} \quad (2.9)$$

$$\text{Và } Z_0 = R_D \quad (2.10)$$

Nếu đưa r_d vào mạch tương đương thì:

$$A_v = g_m (R_D // r_d)$$

$$Z_i = R_s // \frac{1}{g_m}$$

$$Z_0 = r_d // R_D$$

Bài tập thực hành cho học viên : Lắp mạch khuếch đại kiểu cực cổng chung

a. Thiết bị sử dụng

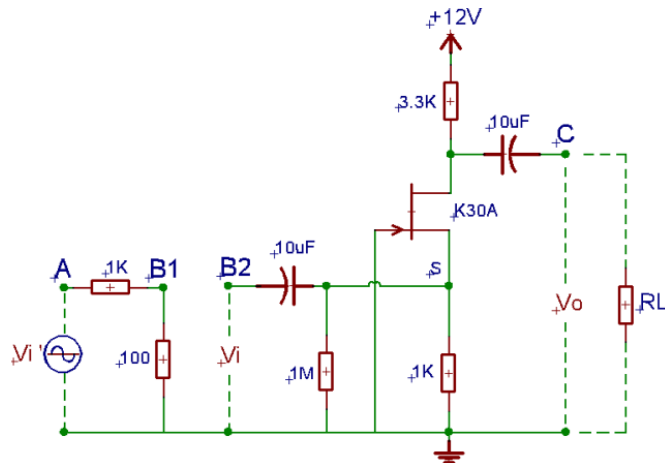
- Mô hình thực hành Mạch điện tử
- Máy OSC
- Các linh kiện điện tử

b. Mục tiêu

Sau khi học xong Sinh viên có khả năng:

- Định nghĩa các dạng mạch khuếch đại dùng FET.
- Vẽ được đặc tuyến Volt-Ampe và phân tích AC các dạng mạch KĐ dùng FET.
- Biết được đặc điểm và ứng dụng thực tế của các dạng mạch.
- Lắp ráp, cân chỉnh và đo được các đại lượng: độ lợi, tổng trở vào, tổng trở ra, tần số cắt ...
- Nhận xét và giải thích được các kết quả đo.

c. Quy trình thực hiện



Hình 2.19

❖ Yêu cầu:

1. Đo và vẽ dạng sóng ngõ ra V_o , ngõ vào V_i ? Nhận xét.
2. Xác định các thông số A_v , Z_i , Z_o , φ . Nhận xét kết quả.

❖ Hướng dẫn thực hiện

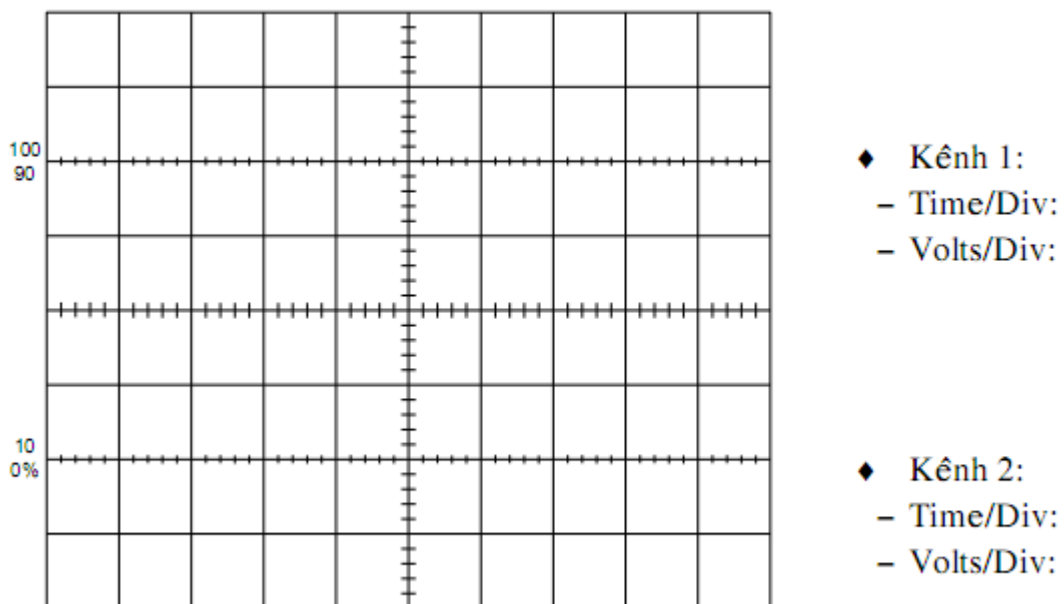
Bước 1: Cấp V_i là tín hiệu hình Sin, biên độ 3V, tần số 1KHz vào tại A.

Bước 2: Dùng OSC đo tín hiệu ra V_o ở kênh CH1, Tiếp tục chỉnh biên trở sao cho

V_o lớn nhất nhưng không bị méo dạng.

Bước 3: Xác định A_v :

- Dùng OSC đo V_i tại A, V_o tại B ở 2 kênh CH1 và CH2. Vẽ lại dạng sóng của V_i và V_o và nhận xét về sự lệch pha của V_i và V_o



Hình 2.20

- Sau đó tính :

$$A_v = \frac{V_o}{V_i}$$

Bước 4: Xác định Zi:

- Mắc nối tiếp điện trở $R_v=1K\Omega$ giữa B1 và B2, sau đó tính Zi như sau:

$$Z_i = \frac{R_v}{\left(\frac{V_1}{V_2} - 1\right)}$$

- Với: V_1 là giá trị điện áp ngõ ra tại B1

V_2 là giá trị điện áp ngõ ra tại B2

Chú ý: Các thông số V_1, V_2 phải được đo bằng OSC.

Bước 5: Xác định Zo:

$$Z_o = RL \cdot \left(\frac{V_{o1}}{V_{o2}} - 1\right)$$

- Với: V_{o1} là điện áp tại ngõ ra tại C khi chưa mắc RL

V_{o2} là điện áp tại ngõ ra tại C khi đã mắc $RL = 100K\Omega$

Bước 6: Xác định góc lệch pha:

- Dùng OSC đo V_i, V_o và cho hiển thị cùng lúc ở 2 kênh CH1, CH2

- Xác định góc lệch pha theo công thức :

$$\varphi = \frac{\alpha}{T} \cdot 360^\circ$$

Bước 7: Xác định tần số cắt dưới:

- Giữ nguyên biên độ nhưng thay đổi tần số của tín hiệu vào V_i , quan sát tín hiệu ngõ ra V_o trên OSC. Giảm tần số của V_i đến khi V_o giảm bằng $(1/\sqrt{2})$ V_o thì dừng lại, đo giá trị tần số tại vị trí hiện hành, đó chính là tần số cắt dưới f_L .

Bước 8: Xác định tần số cắt trên:

- Giữ nguyên biên độ nhưng thay đổi tần số của tín hiệu vào V_i , quan sát tín hiệu ngõ ra V_o trên OSC. Tăng tần số của V_i đến khi V_o giảm bằng $(1/\sqrt{2})$ V_o thì dừng lại, đo giá trị tần số tại vị trí hiện hành, đó chính là tần số cắt trên f_H .

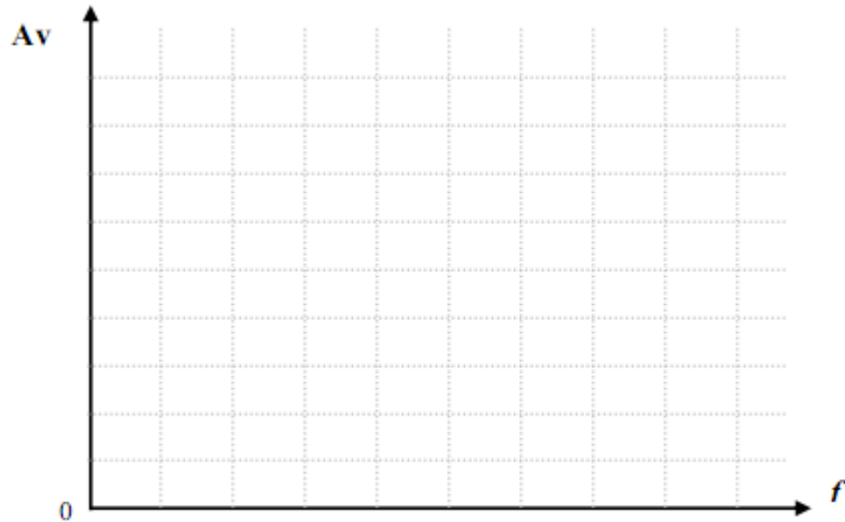
Bước 9: Vẽ đáp tuyến biên độ - tần số

- Giữ nguyên biên độ, thay đổi tần số của tín hiệu vào V_i và lập bảng kết quả như sau:

Bảng 2.6

f (Hz)	10	50	200	500	1K	10K	50K	100K	200K	500K	1M	2M
V_o												
A_v												
$A_v(\%)$												

- Từ bảng kết quả vẽ đáp tuyến biên độ - tần số



Hình 2.21

Bước 10: Lập bảng tổng kết

Bảng 2.7

Kiểu G chung	A_v	A_i	Z_i	Z_o	f_L	f_H	φ
Kết quả đo							

Yêu cầu đánh giá về kết quả học tập

- Lắp mạch theo yêu cầu
- Sau khi thực hiện xong các bước trên, các nhóm ghi lại các kết quả và nhận xét trong bài báo cáo thí nghiệm.
- Nhận xét kết quả thực hiện của học viên

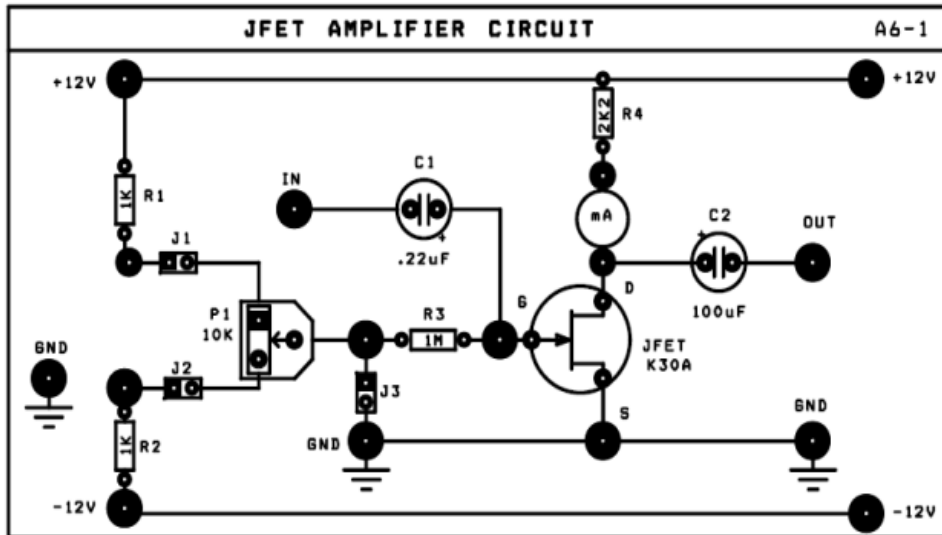
4. Lắp mạch khuếch đại tín hiệu nhỏ dùng FET

Bài 1 : Lắp mạch Fet Cực nguồn chung

a. Khảo sát DC

Cấp nguồn $\pm 12V$ của nguồn DC POWER SUPPLY

Ngắt mạch mA-kế .



Hình 2.22: Phân cực mạch khuếch đại dùng FET

Các bước thực hành

Bước 1: Nối J3, không nối J1, J2 - để nối cực cổng Gate T1 qua trở R3 & P1 xuống đất (không cấp thế nuôi cho cổng của JFET). Ghi giá trị dòng và thế trên transistor trường.

$V_{GS} = \dots\dots\dots$

$V_{DS} = \dots\dots\dots$

$I_D = \dots\dots\dots$ được gọi là dòng $\dots\dots\dots$

Giải thích đặc điểm khác biệt giữa transistor trường FET (yếu tố điều khiển bằng thế) và transistor lưỡng cực BJT (yếu tố điều khiển bằng dòng).

Bước 2: Ngắt J3, nối J1, J2 để phân cực thế cho cổng của JFET

+ Chỉnh biến trở P1 từng bước để có điện áp điều khiển V_{GS} như bảng A6-1. Đo điện áp V_{DS} , tính dòng I_D qua FET ghi kết quả vào bảng.

Bảng A6-1

V_{GS} (V)	1	0,5	0	-0,5	-1V	-1,5	-2V	-3V	-4V	-5V
V_{DS} (V)										
I_D (mA)										

+ Biểu diễn trên đồ thị các giá trị đo được giữa dòng I_D (trục y) và thế V_{GS} (trục x). Xác định giá trị điện thế nghẽn V_p (punch off) = $\dots\dots\dots$ (V)

b. Khảo sát AC (Vấn mạch A6-1)

Sơ đồ nối dây :

- ♦ Vẫn ngắt J3, nối J1, J2, để phân cực thế cho cổng của JFET
- ♦ Chỉnh P2 để dòng qua T1 ~ 1mA

Các bước thực hiện

Bước 1: Đo hệ số khuếch đại áp A_v , và độ lệch pha $\Delta\Phi$:

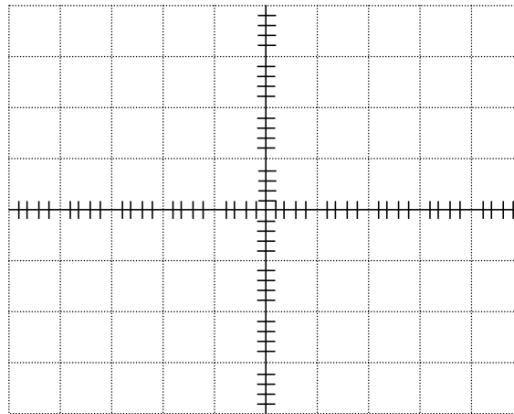
Dùng thêm tín hiệu từ máy phát tín hiệu Function Generator, và chỉnh máy phát tín hiệu để có: Sóng : Sin , Tần số : 1Khz, $V_{IN(p-p)} = 100mV$

- Nối ngõ ra OUT của máy phát đến ngõ vào IN của mạch.
- Dùng dao động ký để quan sát tín hiệu điện áp ngõ vào và ngõ ra. Đo các giá trị V_{OUT} , $\Delta\Phi$, tính A_v . Ghi kết quả vào bảng A6-2

Bảng A6-2

Thông số cần đo	Trị số điện áp vào $V_{IN} (p-p) = 100 mV$
V_{OUT}	
Độ lợi điện áp $A_v = \frac{V_{OUT(p-p)}}{V_{IN(p-p)}}$	
Độ lệch pha $\Delta\Phi$	

Quan sát trên dao động ký và vẽ trên cùng một hệ trục tọa độ dạng tín hiệu điện áp ngõ vào (V_{IN}) và tín hiệu điện áp ngõ ra (V_{OUT})



Hình 2.2

Dựa vào trạng thái hoạt động của transistor trường FET nối kiểu Source chung ở bảng A6-2, nêu nhận xét về các đặc trưng của mạch khuếch đại (về hệ số khuếch đại áp A_v , độ lệch pha $\Delta\Phi$)

.....

.....

.....

Bước 2: Khảo sát ảnh hưởng tổng trở vào của mạch khuếch đại:

Đổi chế độ máy phát sóng Sin. Giữ nguyên biên độ tín hiệu vào tại lối vào $IN(A)/ A6-1 : V_{IN1} = 100mV$

- Sau đó tháo dây tín hiệu khỏi chân IN, đo biên độ tín hiệu từ lối ra máy phát xung (không tải) . $V_{IN2} = \dots\dots\dots$
- So sánh biên độ xung trong hai trường hợp, tính sự mất mát biên độ (%) do ảnh hưởng điện trở vào của sơ đồ.

$\Delta V (\%) = \dots\dots\dots$

Bước 3: Khảo sát đáp ứng tần số

Giữ cố định biên độ điện áp tín hiệu vào $V_{IN} (pp) = 100mV$. Thay đổi tần số máy phát sóng từ cực tiểu đến cực đại (bằng cách chỉnh Range). Đo biên độ đỉnh - đỉnh $V_{OUT}(pp)$ tại ngõ ra, ghi nhận vào Bảng A6-3. Tính A_v .

Bảng A6-3

Tần số máy phát f [KHz]						
Biên độ $V_{OUT} (p-p)$						
A_v						

Vẽ biểu đồ Boode thể hiện quan hệ Biên độ A_v – Tần số f theo Bảng A6-3



Hình 2.24

Nhận xét về đáp ứng băng thông của mạch khuếch đại dùng FET. So sánh với BJT?

.....

.....

.....

.....

5. Sửa chữa mạch khuếch đại dùng FET

Các bước thực hiện

Bước 1: chuẩn bị dụng cụ thực tập

- mỏ hàn, chì hàn, nhựa thông
- kìm nhọn, kìm cắt
- các linh kiện +board mạch

Bước 2: Nối điện, đo kiểm tra căn chỉnh bộ khuếch đại công suất

Chúng ta chia làm hai công đoạn

- + nối điện, đo kiểm tra, căn chỉnh bộ khuếch đại công suất khi chưa gắn Fet
- + nối điện, đo kiểm tra, căn chỉnh bộ khuếch đại công suất khi gắn Fet

Trong mỗi công đoạn được chia nhỏ, phân ra làm nhiều bước theo thứ tự như sau

a. Công tác chuẩn bị

- đo kiểm tra độ cách điện và dẫn điện khi chưa và sau khi gắn bộ khuếch đại công suất

- đo kiểm tra bộ cấp nguồn tạo điện áp một chiều (DC) đối xứng ($\pm V_{dc}$) cấp nguồn cho bộ khuếch đại làm việc. Nối các dây dẫn nguồn V_{dc} với bảng giá thử.

b. Các bước thực hiện

- + Bước 1: đo kiểm tra căn chỉnh tầng khuếch đại
- + Bước 2: Đo kiểm tra căn chỉnh mạch phân áp đầu vào tầng lái ghép công suất ra loa
- + Bước 3: Đo kiểm tra căn chỉnh bộ khuếch đại công suất còn thiếu Fet công suất
- + Bước 4: đo kiểm tra căn chỉnh bộ khuếch đại công suất có Fet công suất
- + Bước 5: thông mạch tín hiệu bộ khuếch đại công suất.
- + **Kiểm tra**

BÀI 3

MẠCH GHÉP TRANSISTOR

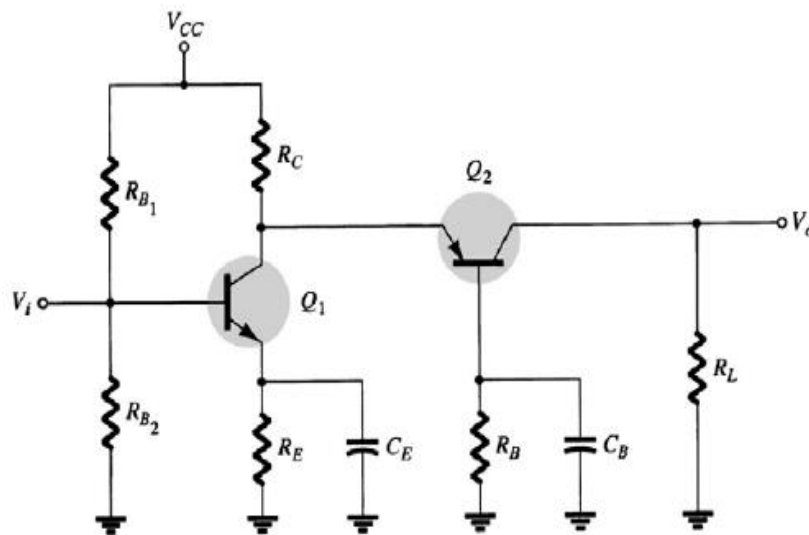
Mã bài: MĐ17-3

Mục tiêu:

- Phân tích được nguyên lý hoạt động các mạch khuếch đại ghép tầng.
- Trình bày được các khái niệm về hồi tiếp, các cách mắc hồi tiếp, ảnh hưởng của các mạch hồi tiếp đối với bộ khuếch đại.
- Đo, kiểm tra, sửa chữa các mạch điện theo yêu cầu kỹ thuật.
- Thiết kế, lắp ráp các mạch theo yêu cầu kỹ thuật.
- Thay thế các mạch hư hỏng theo số liệu cho trước.
- Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

1. Mạch ghép cascade

1.1 Mạch điện

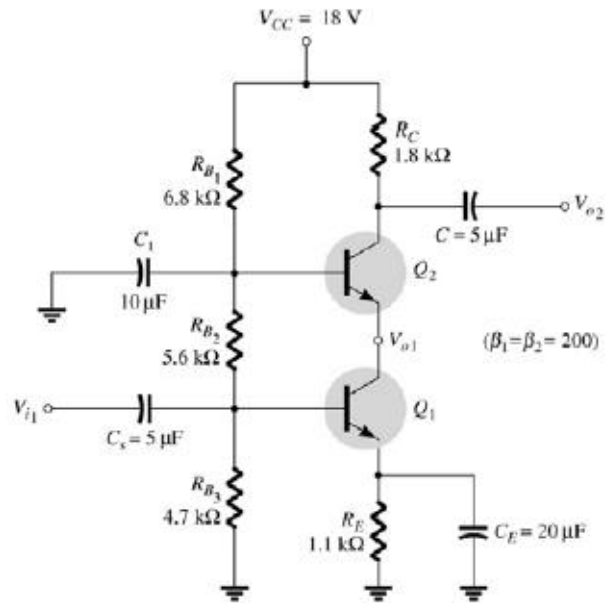


Hình 3.1: Mạch khuếch đại ghép Cascode

1.2 Nguyên lý hoạt động

- Hai transistor mắc chung E và chung B được nối trực tiếp
- Đặc biệt được sử dụng nhiều trong các ứng dụng ở tần số cao, ví dụ: mạch khuếch đại dải rộng, mạch khuếch đại chọn lọc tần số cao
- Tầng EC với hệ số khuếch đại điện áp âm nhỏ và trở kháng vào lớn để điện dung Miller đầu vào nhỏ
- Phối hợp trở kháng ở cửa ra tầng EC và cửa vào tầng BC
- Cách ly tốt giữa đầu vào và đầu ra: tầng BC có tổng trở vào nhỏ, tổng trở ra lớn có tác dụng để ngăn cách ảnh hưởng của ngõ ra đến ngõ vào nhất là ở tần số cao, đặc biệt hiệu quả với mạch chọn lọc tần số cao

1.3 Đặc điểm và ứng dụng



Hình 3.2: Mạch Cascode thực tế

- Mạch ghép Cascode thực tế:

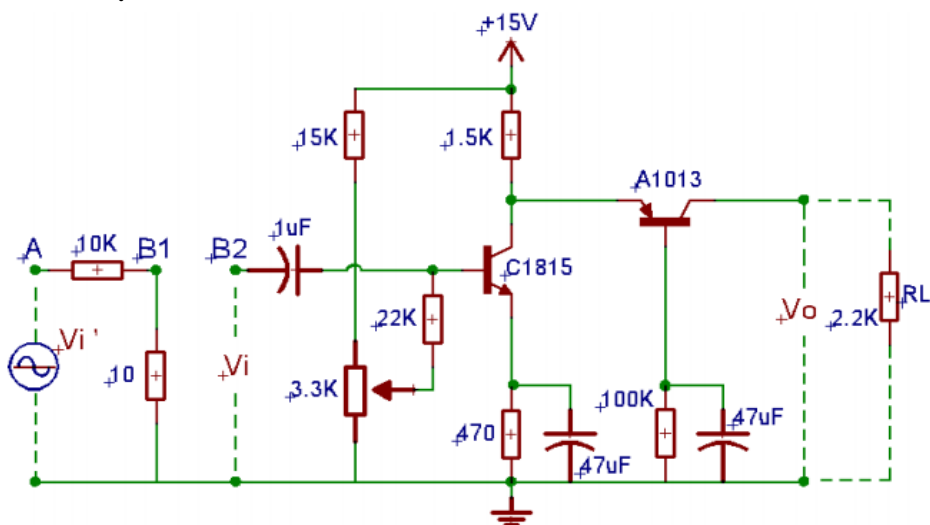
$A_V^1 = -1 \Rightarrow$ điện dung Miller ở đầu vào nhỏ

A_V^2 lớn \Rightarrow hệ số khuếch đại tổng lớn

1.4 Lắp mạch Transistor ghép cascode

❖ Yêu cầu

1. Đo và vẽ dạng sóng ngõ ra V_o , ngõ vào V_i ? Nhận xét.
2. Xác định các thông số A_v , A_i , Z_i , Z_o . Nhận xét kết quả.
3. Xác định tần số cắt dưới, tần số cắt trên, băng thông. Vẽ đáp tuyến biên độ-tần số của mạch.



Hình 3.3

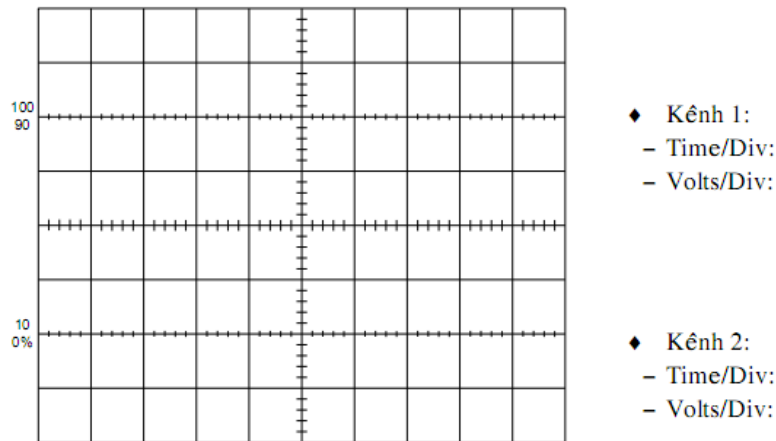
❖ Hướng dẫn thực hiện

Bước 1: Cấp Vi' là tín hiệu hình Sin, biên độ 1V, tần số 1KHz vào tại A.

Bước 2: Nối 2 điểm B1 và B2. Dùng OSC đo tín hiệu ra Vo ở kênh 1, tiếp tục chỉnh các biến trở sao cho Vo đạt lớn nhất nhưng không bị méo.

Bước 3: Xác định Av:

- Dùng OSC đo Vi tại B, Vo tại C ở 2 kênh 1 và kênh 2. Vẽ lại dạng sóng và nhận xét về độ lệch pha và biên độ của Vi và Vo



Hình 3.4

Bước 4: Xác định Zi:

- Mắc nối tiếp điện trở $R_v=47\Omega$ giữa B1 và B2, sau đó tính Zi:

$$Z_i = \frac{R_v}{\left(\frac{V_1}{V_2} - 1\right)}$$

- Với: V1 là giá trị điện áp ngõ ra tại B1

V2 là giá trị điện áp ngõ ra tại B2

Chú ý: Các thông số V1, V2 phải được đo bằng OSC.

Bước 5: Xác định Zo:

$$Z_o = RL \cdot \left(\frac{V_{o1}}{V_{o2}} - 1\right)$$

- Với : Vo1 là điện áp tại ngõ ra C khi chưa mắc RL

Vo2 là điện áp tại ngõ ra C khi đã mắc $RL = 2.2K\Omega$

Bước 6: Xác định góc lệch pha φ

- Dùng OSC đo Vi, Vo và cho hiển thị cùng lúc ở 2 kênh 1,2

- Xác định góc lệch pha theo công thức :

$$\varphi = \frac{a}{T} \cdot 360^\circ$$

- Với: T là chu kỳ của tín hiệu

φ là góc lệch pha

a là độ lệch về thời gian

Yêu cầu đánh giá

- Lắp đúng mạch theo yêu cầu

- Vẽ dạng sóng của tín hiệu ra V_o và tín hiệu vào V_i .

- Xác định độ lệch pha giữa tín hiệu V_i vào và tín hiệu ra V_o .

- Tính công suất ngõ ra P_o .

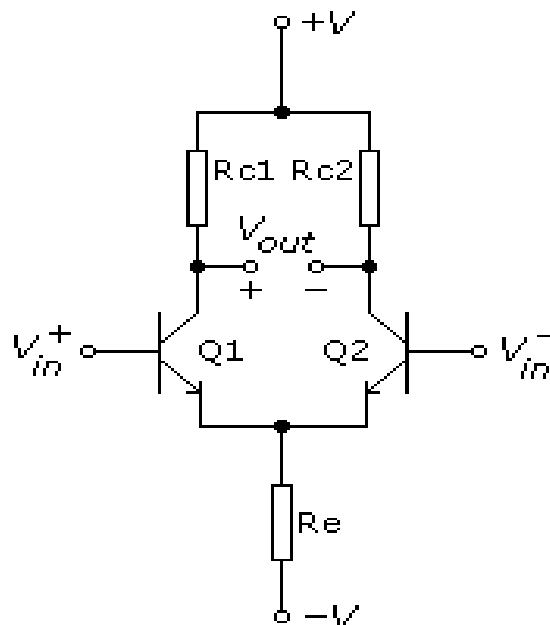
2. Mạch Khuếch đại vi sai

Mục tiêu

+ Giải thích được nguyên lý hoạt động của mạch

+ Lắp được mạch khuếch đại vi sai

2.1 Mạch điện



Hình 3.3 Mạch khuếch đại vi sai

2.2 Nguyên lý hoạt động

- Mạch đối xứng theo đường thẳng đứng, các phần tử tương ứng giống nhau về mọi đặc tính
- Q1 giống hệt Q2, mắc kiểu EC hoặc CC
- 2 đầu vào v_1 và v_2 , có thể sử dụng 1 hoặc phối hợp
- 2 đầu ra v_a và v_b , sử dụng 1 hoặc phối hợp
- Đầu vào cân bằng, đầu ra cân bằng

$$V_{in} = V_1 - V_2 ; V_{out} = V_a - V_b$$

- Đầu vào cân bằng, đầu ra không cân bằng

$$V_{in} = V_1 - V_2 ; V_{out} = V_a$$

- Đầu vào không cân bằng, đầu ra cân bằng

$$V_{in} = V_1 ; V_{out} = V_a - V_b$$

- Đầu vào không cân bằng, đầu ra không cân bằng

$$V_{in} = V_1 ; V_{out} = V_a$$

- hệ số khuếch đại vi sai và hệ số triệt tiêu đồng pha

Chế độ phân cực 1 chiều: $V_{B1} = V_{B2} \Rightarrow I_{C1} = I_{C2} = I_E/2 \Rightarrow V_{C1} = V_{C2}$

Nếu $v_{in} = v_1 - v_2 \Rightarrow V_{B1+v_{in}}$ và $V_{B2-v_{in}} \Rightarrow i_{c1} > i_{c2}$

$$\Rightarrow v_{out} = v_{c1} - v_{c2} > 0$$

\Rightarrow khuếch đại điện áp vi sai

Nếu $v_{in} = v_1 = v_2 \Rightarrow V_{B1+v_{in}}$ và $V_{B2+v_{in}} \Rightarrow i_{c1} = i_{c2}$

$$\Rightarrow v_{out} = v_{c1} - v_{c2} = 0$$

triệt tiêu điện áp đồng pha

Phân tích bằng sơ đồ tương đương xoay chiều:

$$v_{in} = v_1, v_2 = 0 ; v_{out} = v_a : A_v = R_C / 2r_e$$

$$v_{in} = v_1 - v_2 ; v_{out} = v_a - v_b : A_d = R_C / r_e \quad (\text{differential mode})$$

$$v_{in} = v_1 = v_2 ; v_{out} = v_a : A_c = \beta R_C / (\beta r_e + 2(\beta + 1)R_E) \quad (\text{common mode})$$

Nhận xét :

- Tín hiệu vào ngược pha: khuếch đại lớn
- Tín hiệu vào cùng pha: khuếch đại nhỏ
- khả năng chống nhiễu tốt
- Tỉ số nén đồng pha (CMRR-Common mode rejection ratio)

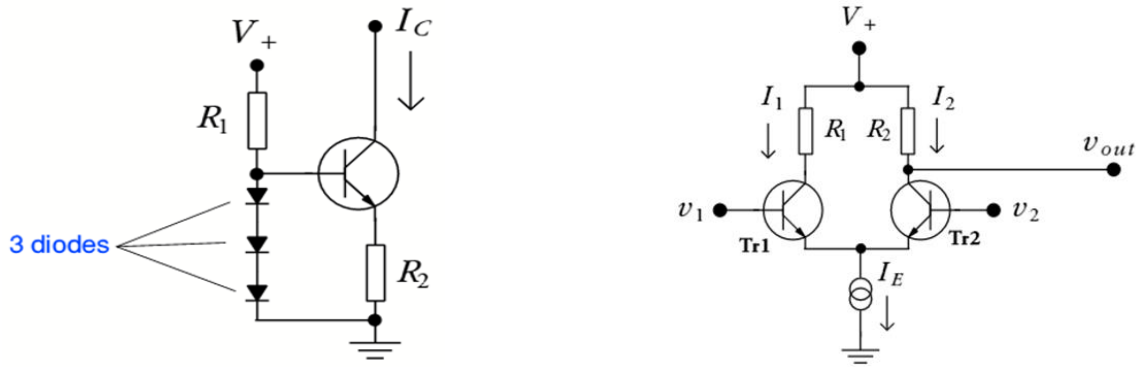
= Hệ số KĐ vi sai/Hệ số KĐ đồng pha

\Rightarrow CMRR càng lớn chất lượng mạch càng tốt

Với KĐ ngõ ra không cân bằng, T_1, T_2 vẫn có tác dụng trừ các tín hiệu nhiễu đồng pha hay ảnh hưởng của nhiệt độ tác dụng lên hai transistor

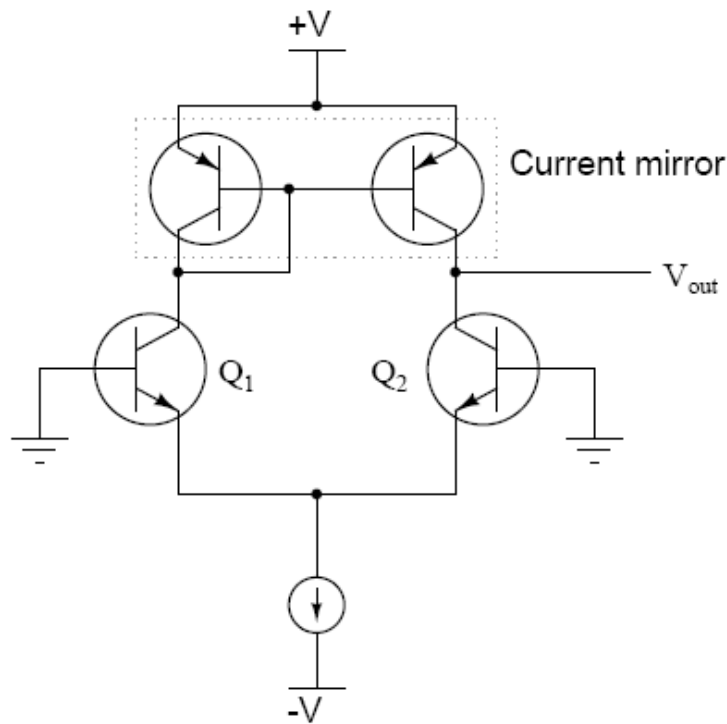
2.3 Đặc điểm và mạch ứng dụng

- ❖ Nâng cao tính chống nhiễu



Hình 3.4: Mạch nâng cao tính chống nhiễu

- Có nguồn dòng ổn định với nội trở rất lớn
-> ổn định nhiệt và giảm hệ số KĐ đồng pha
-> tăng khả năng chống nhiễu
Nguồn dòng cũng có thể là mạch dòng gương



Hình 3.5: Mạch dòng gương

- Sử dụng “active loads” - mạch dòng gương
⇒ thiết lập dòng collector như nhau trên cả hai transistor
⇒ tăng hệ số khuếch đại vi sai
- ❖ Vấn đề điện áp trôi
 - Ng/nhân: đặc tính kỹ thuật của hai transistor không hoàn toàn giống nhau
 - Khắc phục: Dùng điện trở R_C không đối xứng (biến trở)

Bước 2 :

- Chỉnh biến trở VR2 sao cho điện áp $V_{CD} = 0$.
- Cấp V_i tại E là tín hiệu Sin, biên độ 1V, tần số 1 KHz, dùng OSC đo tín hiệu tại D ta được tín hiệu ra V_o .
- Sau đó tăng biên độ V_i đến khi tín hiệu ra V_o tại D bắt đầu méo dạng.
- Xác định hệ số khuếch đại

$$A_v = \frac{V_o}{V_i}$$

Bước 3:

- Chỉnh biến trở VR2 sao cho điện áp $V_B = 5V$.
- Cấp V_i tại E là tín hiệu Sin, biên độ 1V, tần số 1 KHz, dùng OSC đo tín hiệu tại D ta được tín hiệu ra V_o .
- Sau đó tăng biên độ V_i đến khi tín hiệu ra V_o tại D bắt đầu méo dạng.
- Xác định hệ số khuếch đại:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i}$$

- So sánh và nhận xét A_v ở bước 2 và bước 3.
- Sau khi thực hiện xong các bước, các nhóm ghi lại các kết quả và nhận xét.

Yêu cầu đánh giá

- Lắp đúng mạch theo yêu cầu
- Ghi kết quả và nhận xét
- Nhận xét của giáo viên hướng dẫn

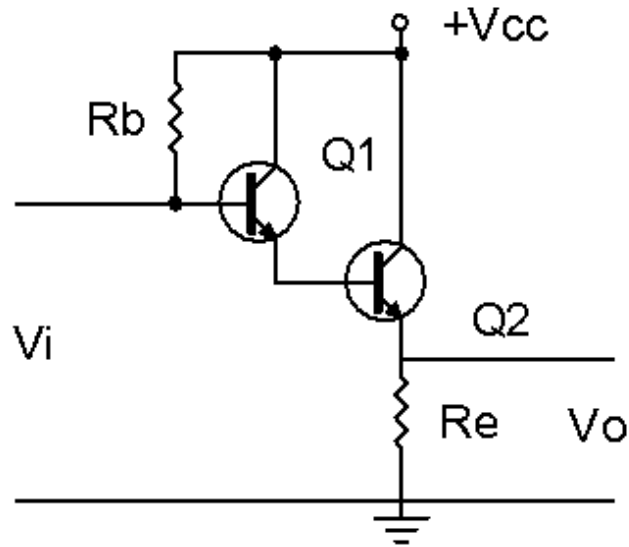
3. Mạch khuếch đại Darlington

Mục tiêu

- + Giải thích được nguyên lý hoạt động của mạch
- + Lắp được mạch khuếch đại vi sai

3.1 Mạch điện

Mạch khuếch đại Darlington dạng cơ bản được trình bày ở hình 4.9. Đặc điểm của mạch là: Điện trở vào lớn, điện trở ra nhỏ, hệ số khuếch đại dòng lớn, hệ số khuếch đại điện áp ≈ 1 trên tải Êmitơ.



Hình 3.6: Mạch khuếch đại dalington

3.2 Nguyên lý hoạt động

Cách phân cực của mạch là lấy dòng I_e của Q_1 làm dòng I_b của Q_2 . Hai tranzito tương đương với 1 tranzito khi đó $\beta_D = \beta_1 - \beta_2$ và $V_{be} = 1,6V$. dòng cực gốc I_b được tính:

Do β_D rất lớn nên:

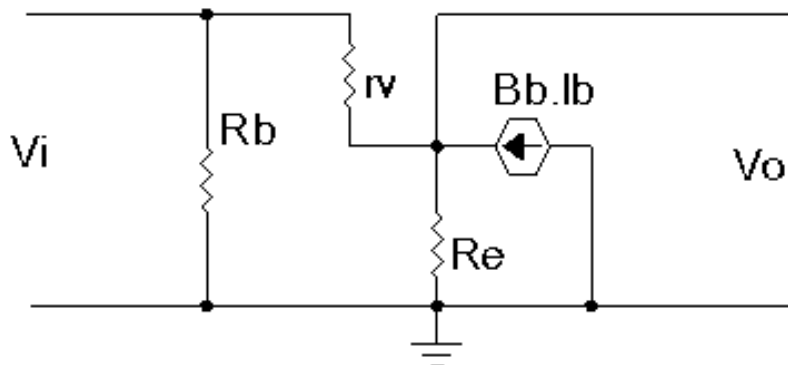
$$I_b = \frac{V_{cc} - V_{be}}{R_b + \beta_D \cdot R_e}$$

$$I_e = (\beta_D + 1) \cdot I_b \approx \beta_D \cdot I_b$$

Điện áp phân cực là:

$$V_e = I_e \cdot R_e$$

$$V_b = V_e + V_{be}$$



Hình 3.7: Mạch tương đương khuếch đại dalington

- Tính trở kháng vào : Z_i

Dòng cực B chạy qua r_v là: $I_b = \frac{V_i - V_o}{r_v}$

$$\begin{aligned} \text{Với:} \quad V_o &= (I_b + \beta_D \cdot I_\beta) \cdot R_e \\ \Rightarrow I_b \cdot r_v &= V_i - V_o = V_i - I_b(1 + \beta_D \cdot R_e) \\ \Rightarrow V_i &= I_b \cdot (r_v + (1 + \beta_D) \cdot R_e) \end{aligned}$$

Trở kháng vào nhìn từ cực B của Tranzito :

$$\frac{V_i}{I_b} = r_v + \beta_D \cdot R_e$$

\Rightarrow Trở kháng vào của mạch:

$$Z_i = R_b // (r_v + \beta_D \cdot R_e) \quad ($$

- Hệ số khuếch đại dòng: A_i

Dòng điện ra trên R_E

$$I_o = I_\beta + \beta_D \cdot R_e = (\beta_D + 1) \cdot I_b \approx \beta_D \cdot I_b$$

Với

$$\frac{I_o}{I_b} = \beta_D$$

\Rightarrow Hệ số khuếch đại dòng của mạch là:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_o}{I_b} \cdot \frac{I_b}{I_i}$$

$$\text{Với:} \quad I_b = \frac{R_b}{(r_v + \beta_D \cdot R_e) + R_b} \cdot I_i \approx \frac{R_b}{\beta_D \cdot R_e + R_b} \cdot I_i$$

$$\Rightarrow A_i = \beta_D \cdot \frac{R_b}{\beta_D \cdot R_e + R_b} = \frac{\beta_D \cdot R_b}{\beta_D \cdot R_e + R_b}$$

- Trở kháng ra: Z_o

Ta có:

$$I_o = \frac{V_o}{R_e} + \frac{V_o}{r_i} - \beta_D \cdot I_b = \frac{V_o}{R_e} + \frac{V_o}{r_i} - \beta_D \left(\frac{V_o}{r_i} \right) = \left(\frac{1}{R_e} + \frac{1}{r_i} + \frac{\beta_D}{r_i} \right) \cdot V_o$$

Mặt khác:

$$Z_o = \frac{V_o}{I_o} = \frac{1}{\frac{1}{R_e} + \frac{1}{r_i} + \frac{\beta_D}{r_i}}$$

- Hệ số khuếch đại điện áp:

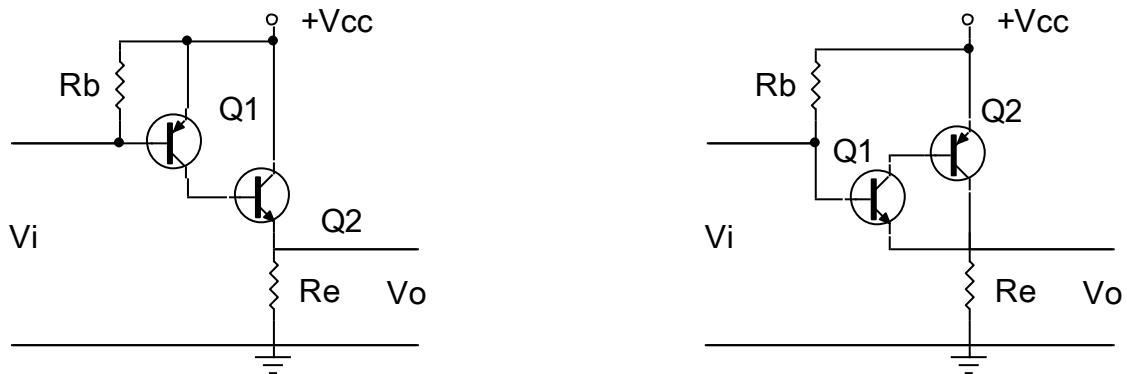
$$V_o = (I_b + \beta_D \cdot I_b) \cdot R_e = I_b (R_e + \beta_D \cdot R_e)$$

$$V_i = I_b \cdot r_i + R_e \cdot (I_b + \beta_D \cdot I_b)$$

Ta có:

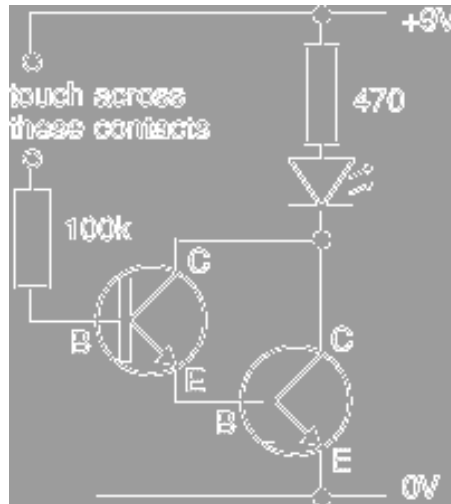
$$\begin{aligned}
 V_i &= I_b(r_i + R_e + \beta_D \cdot I_i) \\
 V_o &= \frac{V_i}{r_i + (R_e + \beta_D \cdot R_e)} \cdot (R_e + \beta_D \cdot R_e) \\
 A_u &= \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_e + \beta_D \cdot R_e}{r_i + (R_e + \beta_D \cdot R_e)} \approx 1
 \end{aligned}
 \tag{4.27}$$

Trong thực tế ứng dụng ngoài cách mắc căn bản dùng hai tranzito cùng loại PNP hoặc NPN người ta còn có thể dùng hai Tranzito khác loại để tạo thành mạch khuếch đại Darlington như hình minh họa:



Hình 3.8: Cách ghép transistor thành mạch khuếch đại dalington

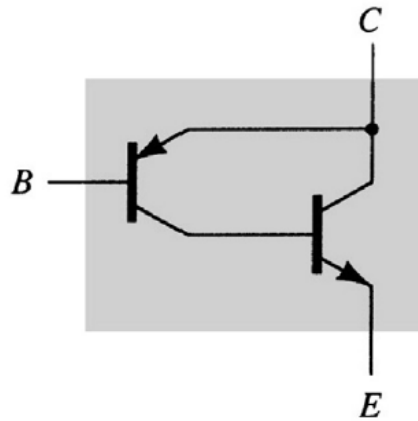
3.3 Đặc điểm và ứng dụng



Hình 3.9: Mạch ứng dụng dalington

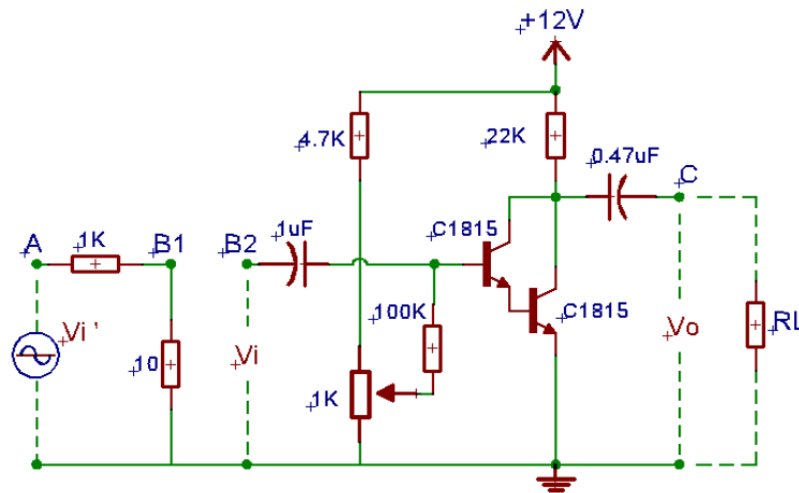
- Nhạy cảm với dòng rất nhỏ -> có thể làm mạch “touch-switch”
- Mắc kiểu CC cho khuếch đại công suất với yêu cầu phối hợp trở kháng với tải có tổng trở nhỏ

Ghép Darlington bù



- Tương tự ghép darlington
- Hai transistor *khác loại*, hoạt động giống như một BJT loại pnp
- Hệ số khuếch đại dòng điện tổng rất lớn

3.4 Lắp mạch khuếch đại dalington



3.4.1 Yêu cầu

1. Đo và vẽ dạng sóng ngõ ra V_o , ngõ vào V_i ? Nhận xét.
2. Xác định các thông số A_v , Z_i , Z_o . Nhận xét kết quả.
3. Xác định tần số cắt dưới, tần số cắt trên, băng thông. Vẽ đáp tuyến biên độ-tần số.

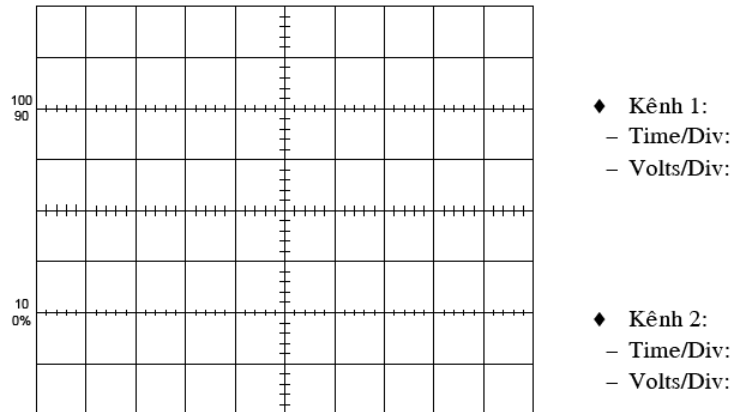
3.4.2 Hướng dẫn thực hiện

Bước 1: Cấp V_i' là tín hiệu hình Sin, biên độ 3V, tần số 1Khz vào tại A.

Bước 2: Nối 2 điểm B1 và B2. Dùng OSC đo tín hiệu ra V_o ở kênh 1, Tiếp tục chỉnh biến trở sao cho V_o lớn nhất nhưng không bị méo.

Bước 3: Xác định A_v :

- Dùng OSC đo V_i tại B, V_o tại C ở 2 kênh CH1 và CH2. Vẽ lại dạng sóng của V_i và V_o và nhận xét về sự lệch pha và biên độ của V_i và V_o .



- Sau đó tính :

$$A_v = \frac{V_o}{V_i}$$

Bước 4: Xác định Z_i :

- Mắc nối tiếp điện trở $R_v=10K\Omega$ giữa B1 và B2, sau đó tính Z_i

$$Z_i = \frac{R_v}{\left(\frac{V_1}{V_2} - 1\right)}$$

- Với: V_1 là giá trị điện áp ngõ ra tại B1
 V_2 là giá trị điện áp ngõ ra tại B2

Bước 5: Xác định Z_o :

- Với : V_{o1} là điện áp tại ngõ ra C khi chưa mắc RL
 V_{o2} là điện áp tại ngõ ra C khi đã mắc RL = 100K Ω

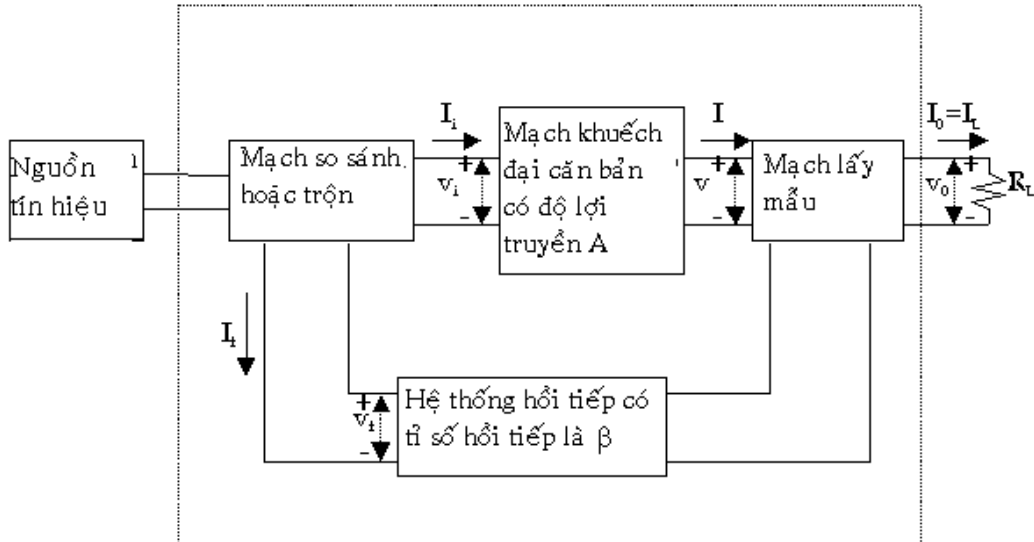
$$Z_o = RL \cdot \left(\frac{V_{o1}}{V_{o2}} - 1\right)$$

Yêu cầu đánh giá

- Sinh viên vẽ lại mạch điện hình 3.4, 3.5
- Vẽ dạng sóng của tín hiệu ra V_o và tín hiệu vào V_i .
- Xác định độ lệch pha giữa tín hiệu V_i vào và tín hiệu ra V_o .
- Tính công suất ngõ ra P_o .
- Lập bảng số liệu ghi các giá trị A_v , A_i , Z_i , Z_o , φ . Nhận xét kết quả.

4. Mạch khuếch đại hồi tiếp, trở kháng vào, ra của mạch khuếch đại

4.1 Hồi tiếp

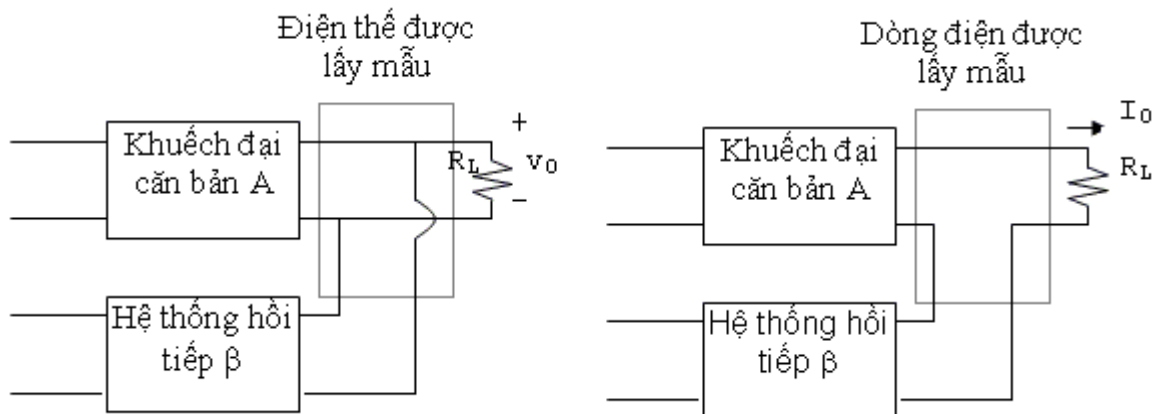


Hình 3.10: Sơ đồ mạch hồi tiếp

Nguồn tín hiệu: Có thể là nguồn điện thế V_S nối tiếp với một nội trở R_S hay nguồn dòng điện I_S song song với nội trở R_S .

Hệ thống hồi tiếp: Thường dùng là một hệ thống 2 cổng thụ động (chỉ chứa các thành phần thụ động như điện trở, tụ điện, cuộn dây).

Mạch lấy mẫu: Lấy một phần tín hiệu ở ngõ ra đưa vào hệ thống hồi tiếp. Trường hợp tín hiệu điện thế ở ngõ ra được lấy mẫu thì hệ thống hồi tiếp được mắc song song với ngõ ra và trong trường hợp tín hiệu dòng điện ở ngõ ra được lấy mẫu thì hệ thống hồi tiếp được mắc nối tiếp với ngõ ra.



Hình 3.11: Sơ đồ mạch lấy mẫu

Tỉ số truyền hay độ lợi:

Ký hiệu A trong hình 3.11 biểu thị tỉ số giữa tín hiệu ngõ ra với tín hiệu ngõ vào của mạch khuếch đại căn bản. Tỉ số truyền v/v_i là độ khuếch đại điện thế hay độ lợi điện thế A_V . Tương tự tỉ số truyền I/I_i là độ khuếch đại dòng điện hay độ lợi dòng điện A_I của mạch khuếch đại. Tỉ số I/v_i được gọi là điện dẫn truyền (độ truyền dẫn-Transconductance) G_M và v/I_i được gọi là điện trở

truyền R_M . Như vậy G_M và R_M được định nghĩa như là tỉ số giữa hai tín hiệu, một ở dạng dòng điện và một ở dạng điện thế. Độ lợi truyền A chỉ một cách tổng quát một trong các đại lượng A_V , A_I , G_M , R_M của một mạch khuếch đại không có hồi tiếp tùy theo mô hình hóa được sử dụng trong việc phân giải.

Ký hiệu A_f được định nghĩa như là tỉ số giữa tín hiệu ngõ ra với tín hiệu ngõ vào của mạch khuếch đại hình 3.10 và được gọi là độ lợi truyền của mạch khuếch đại với hồi tiếp. Vậy thì A_f dùng để diễn tả một trong 4 tỉ số:

$$\frac{v_0}{v_s} = A_{vM}; \frac{I_0}{I_s} = A_{IM}$$

$$\frac{I_0}{v_s} = G_{Mf}; \frac{v_0}{I_s} = R_{Mf}$$

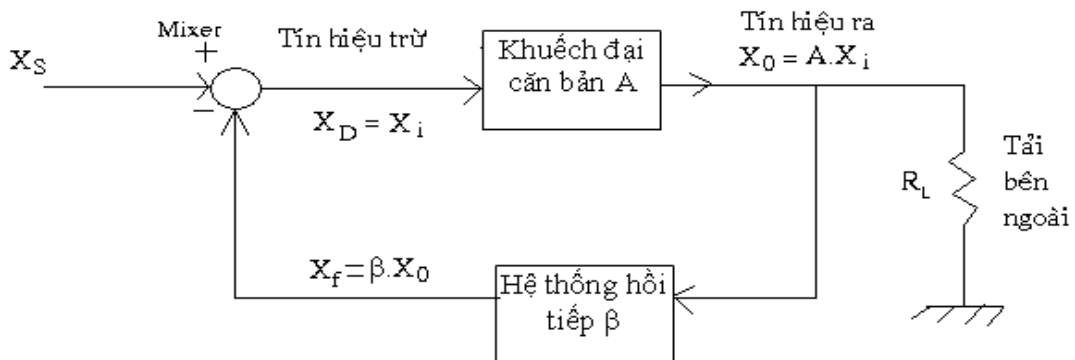
Sự liên hệ giữa độ lợi truyền A_f và độ lợi A của mạch khuếch đại căn bản (chưa có hồi tiếp) sẽ được tìm hiểu trong phần sau.

Trong một mạch có hồi tiếp, nếu tín hiệu ngõ ra gia tăng tạo ra thành phần tín hiệu hồi tiếp đưa về ngõ vào làm cho tín hiệu ngõ ra giảm trở lại ta nói đó là mạch hồi tiếp âm (negative feedback).

4.2 Trở kháng vào và ra của mạch khuếch đại hồi tiếp

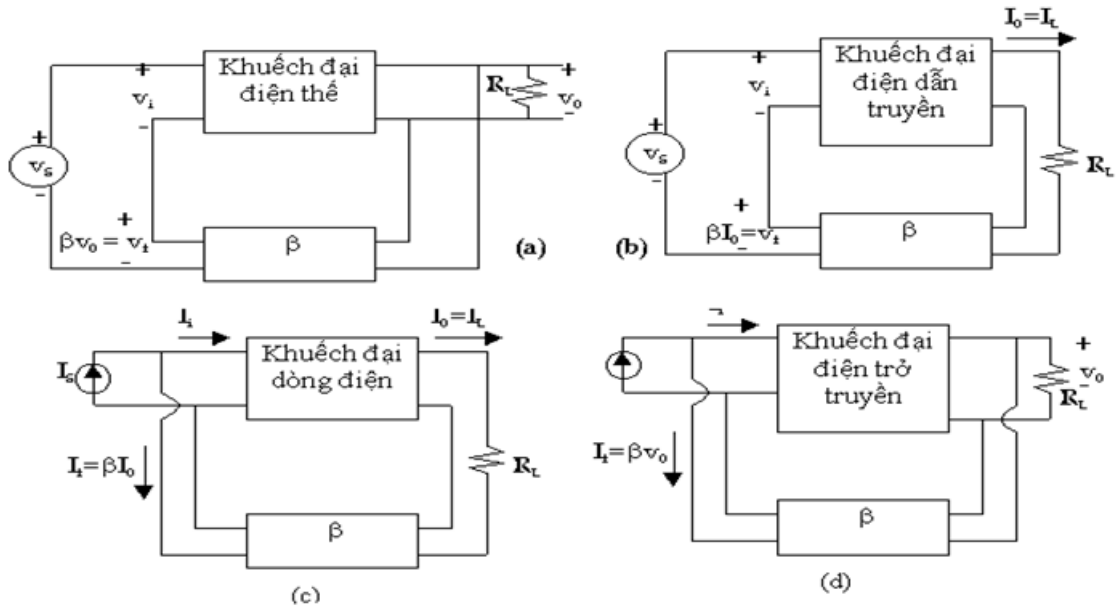
Một mạch khuếch đại có hồi tiếp có thể được diễn tả một cách tổng quát như hình 3.12

Để phân giải một mạch khuếch đại có hồi tiếp, ta có thể thay thế thành phần tích cực (BJT, FET, OP-AMP ...) bằng mạch tương đương tín hiệu nhỏ. Sau đó dùng định luật Kirchhoff để lập các phương trình liên hệ.



Hình 3.12: Hàm truyền của mạch hồi tiếp

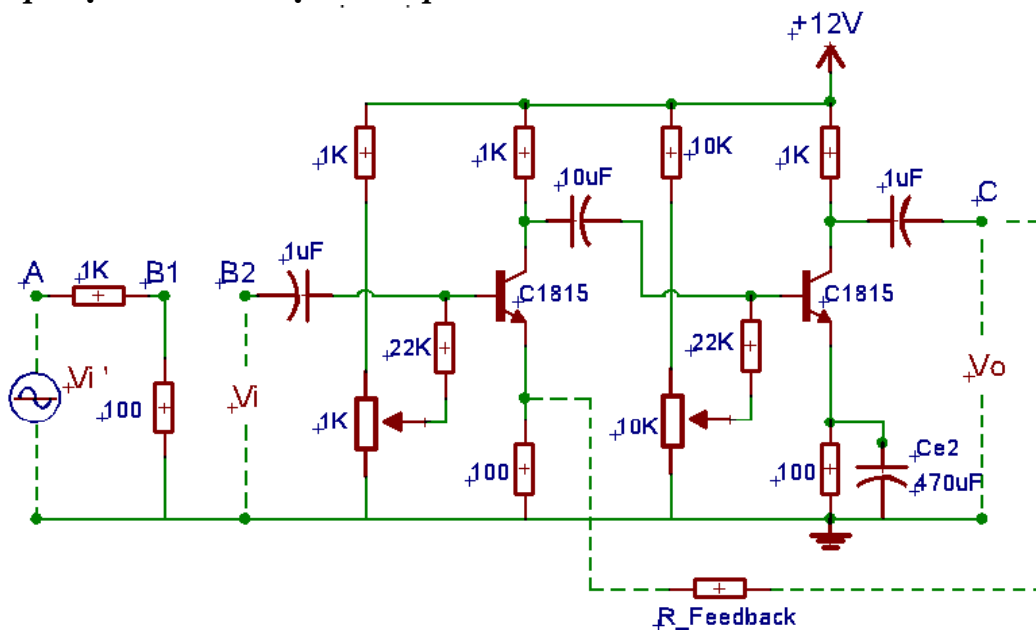
Trong mạch hình 3.12 có thể là một mạch khuếch đại điện thế, khuếch đại dòng điện, khuếch đại điện dẫn truyền hoặc khuếch đại điện trở truyền có hồi tiếp như được diễn tả ở hình 3.13



- (a) Khuếch đại điện thế với hồi tiếp điện thế nối tiếp
 (b) Khuếch đại điện dẫn truyền với hồi tiếp dòng điện nối tiếp
 (c) Khuếch đại dòng điện với hồi tiếp dòng điện song song
 (d) Khuếch đại điện trở truyền với hồi tiếp điện thế song song

Hình 3.13: Dạng mạch khuếch đại hồi tiếp

4.3 Lắp mạch khuếch đại hồi tiếp



4.3.1 Yêu cầu

1. Đo và vẽ dạng sóng ngõ ra V_o , ngõ vào V_i ? Nhận xét.
2. Xác định các thông số A_v , A_i , Z_i , Z_o . Nhận xét kết quả.
3. Xác định tần số cắt dưới, tần số cắt trên và băng thông. Vẽ đáp tuyến biên độ-tần số của mạch

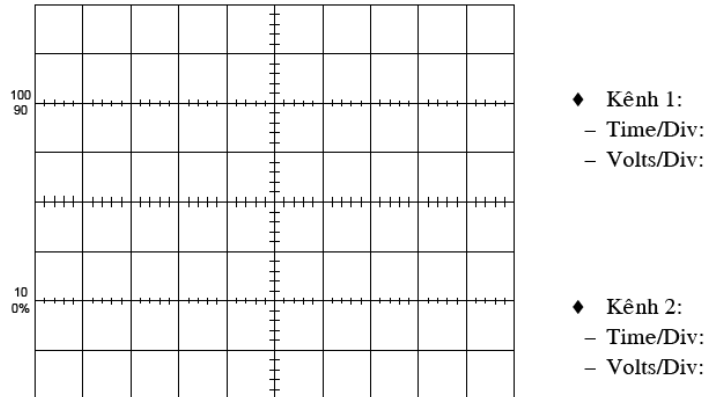
4.3.2 Hướng dẫn thực hiện

Bước 1: Cấp Vi' là tín hiệu hình Sin, biên độ 1V, tần số 1Khz vào tại A.

Bước 2: Đo tín hiệu Vo ở kênh CH1 của OSC và chỉnh các biến trở sao cho Vo đạt lớn nhất nhưng không bị méo dạng.

Bước 3: Xác định Av:

- Dùng OSC đo và vẽ dạng sóng Vi, Vo:



- Xác định Av theo công thức sau:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i}$$

Bước 4: Xác định Zi:

$$Z_i = \frac{R_v}{\left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right)}$$

- Với: V1 là giá trị điện áp ngõ ra tại B1

V2 là giá trị điện áp ngõ ra tại B2

Bước 5: Xác định Zo:

$$Z_o = RL \cdot \left(\frac{V_{o1}}{V_{o2}} - 1 \right)$$

- Với: Vo1 là điện áp tại ngõ ra C khi chưa mắc RL

Vo2 là điện áp tại ngõ ra C khi đã mắc RL = 22KΩ

Bước 6: Xác định góc lệch pha φ giữa tín hiệu vào Vi và tín hiệu ra Vo. Nhận xét kết quả.

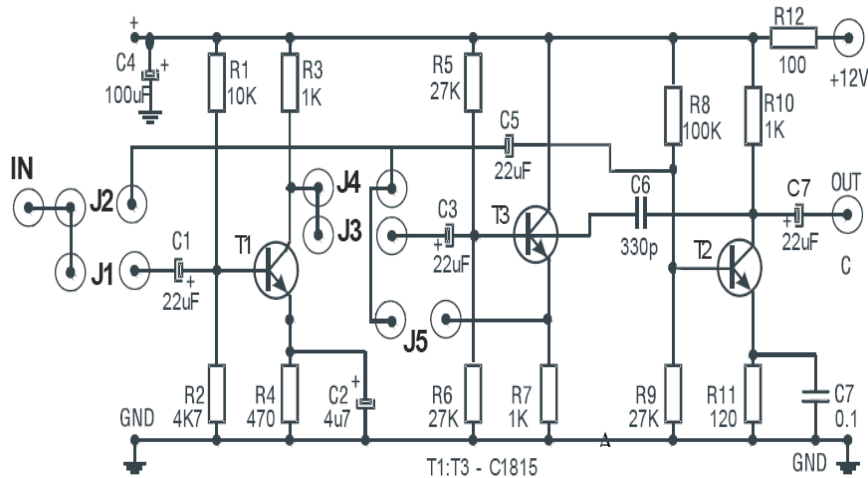
Yêu cầu đánh giá

- Sinh viên vẽ lại mạch điện hình 4.1
- Vẽ dạng sóng của tín hiệu ra Vo và tín hiệu vào Vi.
- Xác định và nhận xét về độ lệch pha giữa tín hiệu Vi vào và tín hiệu ra Vo.
- Lập bảng số liệu ghi các giá trị Av, Ai, Zi, Zo, φ. Nhận xét kết quả.
- Tính công suất ngõ ra P

5. Lắp mạch khuếch đại tổng hợp

Mạch khuếch đại đa tầng ghép RC

5.1 Khảo sát DC từng tầng đơn



Hình 3.14 Mạch khuếch đại ghép đa tầng

(Chú ý: Khi có tín hiệu nhiễu cao tần, tụ C6 để tạo mạch phản hồi âm khử nhiễu)

Tầng T1 : Xác định điểm làm việc tĩnh Q_1 (I_{CQ1} , V_{CEQ1}) của transistor T1 :

Đo điện áp tại điểm A : $V_A = \dots\dots\dots$

Đo điện áp $V_{CEQ1} = \dots\dots\dots$

$$\Rightarrow I_{CQ1} = \frac{V_A - V_{CEQ1}}{R_3 + R_4} = \dots\dots\dots$$

Vậy : $Q_1 (I_{CQ1}, V_{CEQ1}) = \dots\dots\dots$

Tầng T2 : Xác định điểm làm việc tĩnh Q_2 (I_{CQ2} , V_{CEQ2}) của transistor T2 :

Đo điện áp $V_{CEQ2} = \dots\dots\dots$

$$\Rightarrow I_{CQ2} = \frac{V_A - V_{CEQ2}}{R_{10} + R_{11}} = \dots\dots\dots$$

Vậy : $Q_2 (I_{CQ2}, V_{CEQ2}) = \dots\dots\dots$

Tầng T3 : Xác định điểm làm việc tĩnh Q_3 (I_{CQ3} , V_{CEQ3}) của transistor T3 :

Đo điện áp $V_{CEQ3} = \dots\dots\dots$

$$\Rightarrow I_{CQ3} = \frac{V_A - V_{CEQ3}}{R_7} = \dots\dots\dots$$

Vậy : $Q_3 (I_{CQ3}, V_{CEQ3}) = \dots\dots\dots$

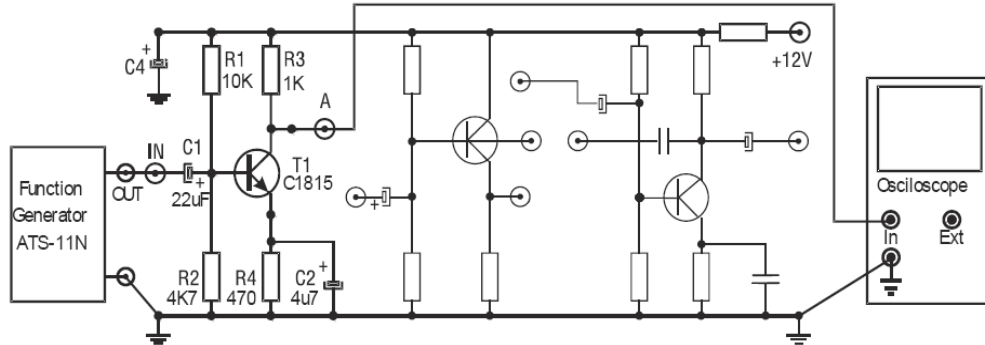
5.2 Khảo sát AC từng tầng đơn: *Vấn cấp nguồn +12V cho mạch A4-1.*

5.2.1 Khảo sát AC tầng T1 :

Xác định độ lợi điện áp $Av1$ và độ lệch pha $\Delta\Phi1$ của tầng T1 :

♦ Khảo sát riêng tầng T1 như hình 4-2.

♦ Dùng tín hiệu AC từ máy phát sóng (FUNCTION GENERATOR) để đưa đến ngõ vào IN của tầng T1 và chỉnh máy phát để có: Sóng Sin, $f=10\text{Khz}$. Điều chỉnh biên độ máy phát tín hiệu đưa vào ngõ vào IN sao cho biên độ tín hiệu tại ngõ ra OUT của T1 không bị méo dạng.



Hình 3.15

Dùng dao động ký để quan sát tín hiệu và ghi nhận điện áp ngõ vào VIN và ngõ ra VOUT (tại cực C của T1) ghi kết quả vào bảng dưới.

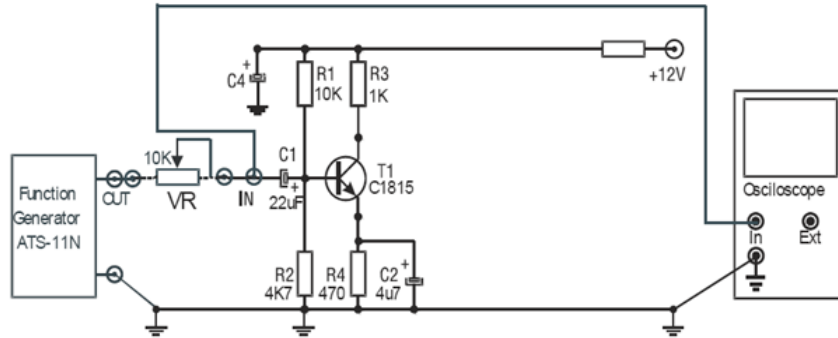
Thông số cần đo	Trị số điện áp vào V_{IN} (p-p) =
V_{OUT}	
Độ lợi điện áp $A_{v1} = \frac{V_{OUT(p-p)}}{V_{IN(p-p)}}$	
Độ lệch pha $\Delta\Phi$	

Bước 1: Giữ nguyên biên độ tín hiệu vào VIN1 ,

Bước 2: Mắc biến trở VR 10K (trên thiết bị ATS) với ngõ vào IN của T1 như hình 4-3.

Bước 3: Chỉnh biến trở VR cho đến khi biên độ tín hiệu ra $V_{IN} = 0,5 V_{IN1}$

Bước 4: Tắt nguồn, dùng VOM (DVM) đo giá trị của VR. Đây chính là giá trị tổng trở vào $Z_{in1} = \dots\dots\dots$



H. 3.15 Cách xác định tổng trở vào Z_i của T1

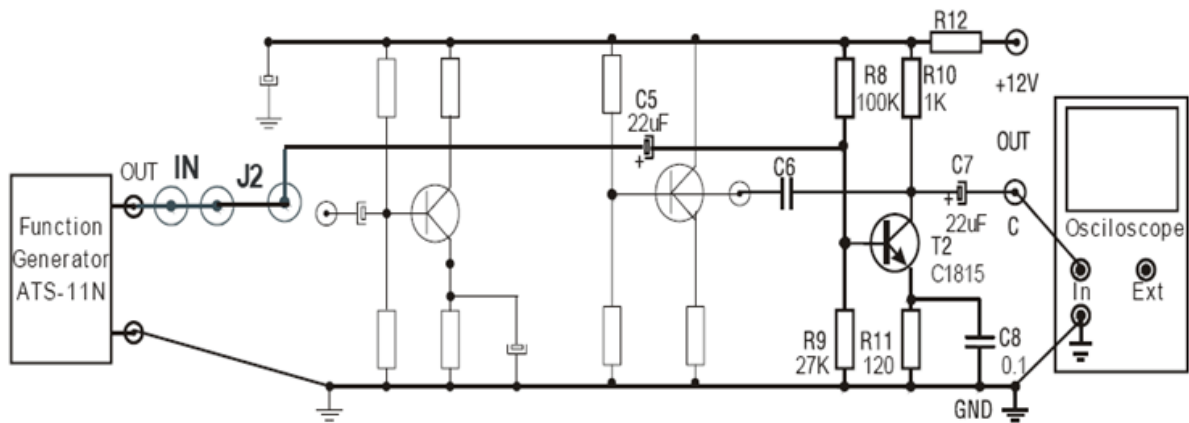
Báo Cáo Thí Nghiệm. Ghi nhận xét vào **bảng A4-1**

Bảng A4-1

Thông số	Tính toán lý thuyết	Đo đạc thực nghiệm
A_{v1}		
$\Delta\Phi_1$		
Z_{in1}		
Z_{out1}		
Nhận xét		

5.2.2 Khảo sát AC tầng T2 : Vẫn cấp nguồn +12 V cho mạch A4-1

◆ Ngắn mạch J2 để khảo sát tầng T2 như **hình 4-5**.



H. 3.16 Mạch khuếch đại dùng tầng T2 (Mạch A4-1)

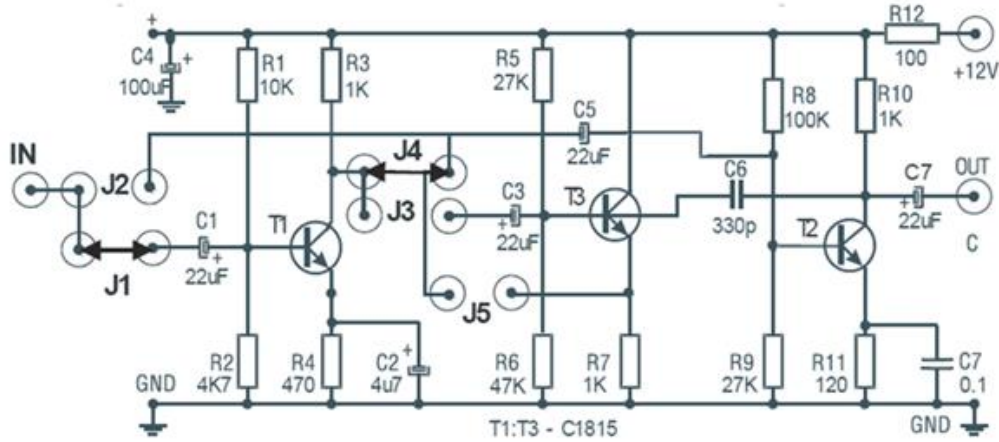
◆ Tương tự đo các thông số A_{v2} , $\Delta\Phi_2$, Z_{in2} , Z_{out2} ghi kết quả vào **bảng A4-2**

◆ So sánh các giá trị đo được ở trên với các kết quả tính ở phần **Câu hỏi chuẩn bị ở nhà (Phần I)** trong **Báo Cáo Thí Nghiệm**. Ghi nhận xét vào **bảng A4-2**

Bảng A4-2

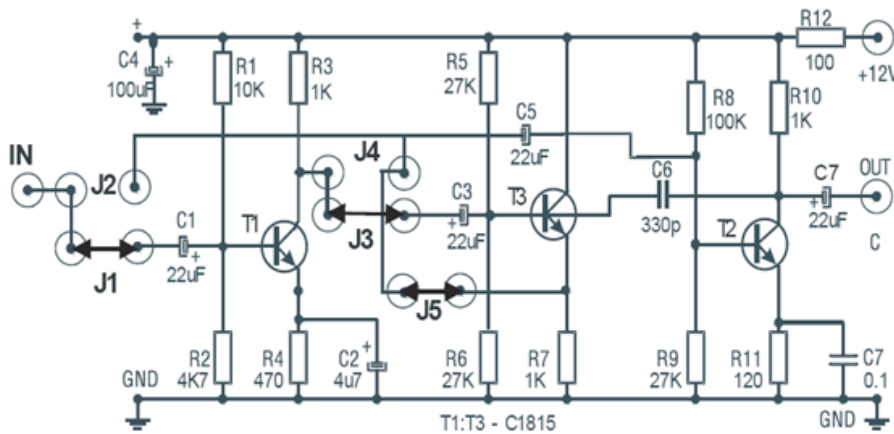
Thông số	Tính toán lý thuyết	Đo đạc thực nghiệm
A_{v2}		
$\Delta\Phi_2$		
Z_{in2}		
Z_{out2}		
Nhận xét		

Khảo sát mạch khuếch đại ghép 2 tầng RC (dùng transistor T1 & T2)



Hình 3.17: Mạch khuếch đại đa tầng ghép RC dung T1 và T2

Khảo sát mạch khuếch đại ghép 2 tầng T1, T2 qua tầng lặp Emitter T3 (T1, T3 & T2) :



H 3.18 : Bộ khuếch đại với bộ lặp lại emitter ghép tầng

Bài 4

MẠCH KHUẾCH ĐẠI CÔNG SUẤT

Mã bài: MĐ 17-4

Mục tiêu:

- Phân tích được nguyên lý hoạt động và đặc điểm tính chất của các loại mạch khuếch đại công suất.
- Đo đạc, kiểm tra, sửa chữa một số mạch khuếch đại công suất theo yêu cầu kỹ thuật.
- Thiết kế, lắp ráp một số mạch theo yêu cầu kỹ thuật.
- Thay thế một số mạch hư hỏng theo số liệu cho trước.
- Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

1. Khái niệm

1.1 Khái niệm mạch khuếch đại công suất

Mạch khuếch đại công suất có nhiệm vụ tạo ra một công suất đủ lớn để kích thích tải. Công suất ra có thể từ vài trăm mW đến vài trăm watt. Như vậy mạch công suất làm việc với biên độ tín hiệu lớn ở ngõ vào: do đó ta không thể dùng mạch tương đương tín hiệu nhỏ để khảo sát như trong các chương trước mà thường dùng phương pháp đồ thị.

Các mạch khuếch đại đã được nghiên cứu ở bài trước, tín hiệu ra của các mạch đều nhỏ (dòng và áp tín hiệu). Để tín hiệu ra đủ lớn đáp ứng yêu cầu điều khiển các tải, Ví dụ như loa, mô tơ, bóng đèn...ta phải dùng đến các mạch khuếch đại công suất. để tín hiệu ra có công suất lớn đáp ứng các yêu cầu về kỹ thuật của tải như độ méo phi tuyến, hiệu suất làm việc...vì thế mạch công suất phải được nghiên cứu khác các mạch trước đó.

Vậy tầng công suất là tầng khuếch đại cuối cùng của bộ khuếch đại. Nó có nhiệm vụ cho ra tải một công suất lớn nhất có thể, với độ méo cho phép và đảm bảo hiệu suất cao.

Do khuếch đại tín hiệu lớn, Transistor làm việc trong vùng không tuyến tính nên không thể dùng sơ đồ tương đương tín hiệu nhỏ nghiên cứu mà phải dùng đồ thị.

1.2 Đặc điểm phân loại mạch khuếch đại công suất

Tùy theo chế độ làm việc của transistor, người ta thường phân mạch khuếch đại công suất ra thành các loại chính như sau:

- Khuếch đại công suất loại A: Tín hiệu được khuếch đại gần như tuyến tính, nghĩa là tín hiệu ngõ ra thay đổi tuyến tính trong toàn bộ chu kỳ 360° của tín hiệu ngõ vào (Transistor hoạt động cả hai bán kỳ của tín hiệu ngõ vào). Chế độ A: Là chế độ khuếch đại cả hai bán kỳ (Dương và Âm của tín hiệu hình sin) ngõ vào. Chế độ này có hiệu suất thấp (Với tải điện

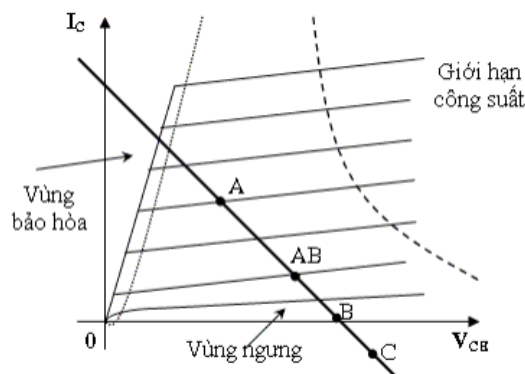
trở dưới 25%) nhưng méo phi tuyến nhỏ nhất, nên được dùng trong các trường hợp đặc biệt.

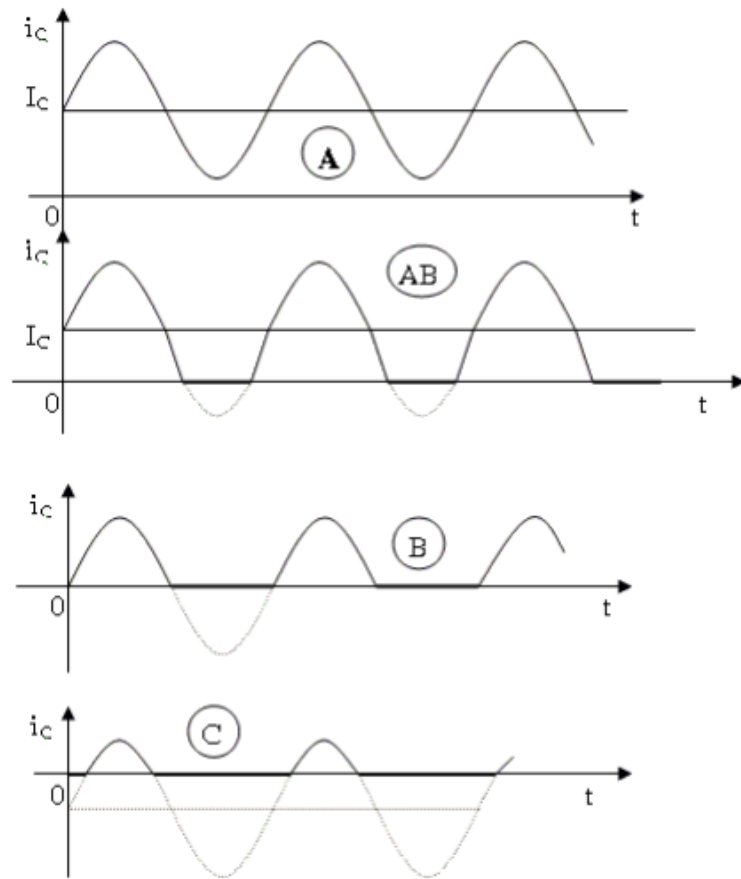
- Khuếch đại công suất loại AB: Transistor được phân cực ở gần vùng ngưng. Tín hiệu ngõ ra thay đổi hơn một nửa chu kỳ của tín hiệu vào (Transistor hoạt động hơn một nửa chu kỳ - dương hoặc âm - của tín hiệu ngõ vào). Chế độ AB: Có tính chất chuyển tiếp giữa A và B. Nó có dòng tĩnh nhỏ để tham gia vào việc giảm méo lúc tín hiệu vào có biên độ nhỏ
- Khuếch đại công suất loại B: Transistor được phân cực tại $V_{BE}=0$ (vùng ngưng). Chỉ một nửa chu kỳ âm hoặc dương - của tín hiệu ngõ vào được khuếch đại.. Chế độ B: Là chế độ khuếch đại một bán kỳ của tín hiệu hình sin ngõ vào, đây là chế độ có hiệu suất lớn ($\eta=78\%$), tuy méo xuyên giao lớn nhưng có thể khắc phục bằng cách kết hợp với chế độ AB và dùng hồi tiếp âm

Khuếch đại công suất loại C: Transistor được phân cực trong vùng ngưng để chỉ một phần nhỏ hơn nửa chu kỳ của tín hiệu ngõ vào được khuếch đại. Mạch này thường được dùng khuếch đại công suất ở tần số cao với tải cộng hưởng và trong các ứng dụng đặc biệt. Chế độ C: Khuếch đại tín hiệu ra nhỏ hơn nửa tín hiệu sin, có hiệu suất khá cao ($> 78\%$) nhưng méo rất lớn. Nó được dùng trong các mạch khuếch đại cao tần có tải là khung cộng hưởng để chọn lọc sóng đài mong muốn và để có hiệu suất cao.

* Chế độ D: Transistor làm việc như một khoá điện tử đóng mở. Dưới tác dụng của tín hiệu vào điều khiển Transistor thông báo hoá là khoá đóng, dòng điện chạy qua transistor I_C đạt giá trị cực đại, còn khoá mở khi Transistor ngắt dòng qua transistor bằng không $I_C=0$.

Ngoài cách phân loại như trên thực tế phân tích mạch trong sửa chữa người ta có thể chia mạch khuếch đại công suất làm hai nhóm. Các mạch khuếch đại công suất được dùng một Transistor gọi là khuếch đại đơn, Các mạch khuếch đại công suất dùng nhiều Transistor gọi là khuếch đại kép.





H 4.1 Mô tả việc phân loại các mạch khuếch đại công suất

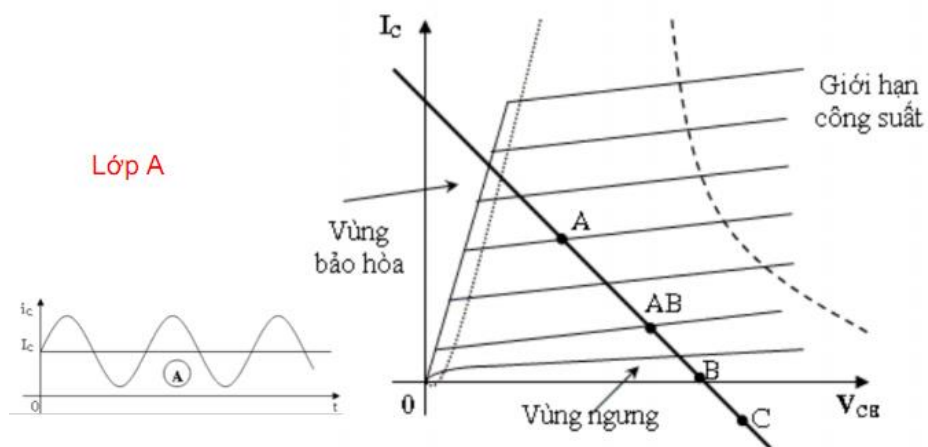
2. Khuếch đại công suất loại A

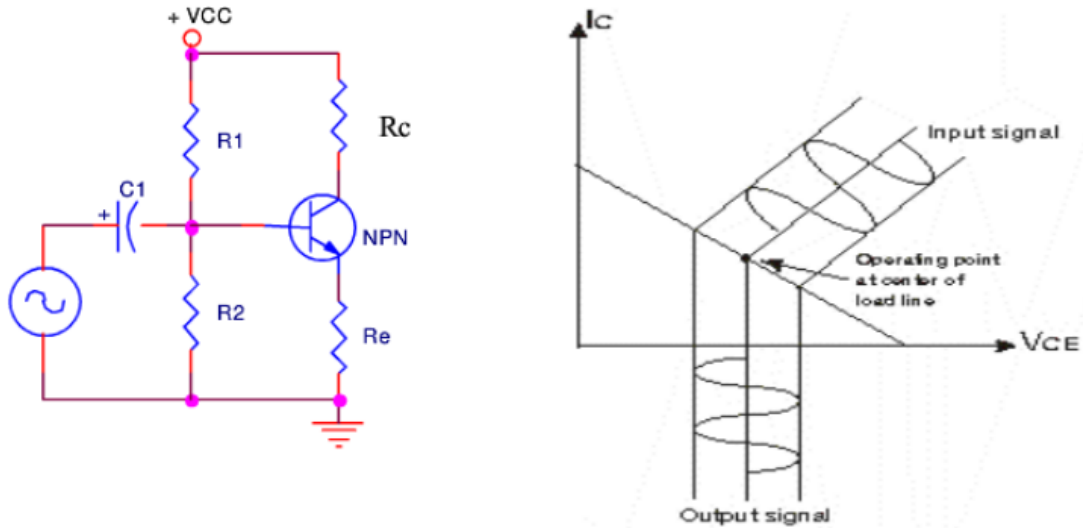
Mục tiêu:

- + Mô tả và giải thích mạch khuếch đại công suất
- + Phân biệt được mạch khuếch đại công suất

2.1 Khảo sát đặc tính của mạch

Mạch khuếch đại công suất lớp A dùng tải R_c





Hình 4.2: Mạch khuếch đại công suất loại A dùng tải điện trở

Xem hình 4.2 là một tầng khuếch đại công suất, với các điện trở R_1 , R_2 và R_e sẽ được tính toán sao cho BJT hoạt động ở chế độ lớp A. Nghĩa là phân cực chọn điểm Q nằm gần giữa đường tải (Hình 4.1). Và để có tín hiệu xoay chiều khuếch đại tốt ở cực thu hạng A, ta có: $V_{CE}(Q) \cong V_{CC}/2$.

Công suất cung cấp: $P_i(\text{DC}) = V_{CC} \cdot I_C(Q)$

Công suất trên tải R_c của dòng xoay chiều:

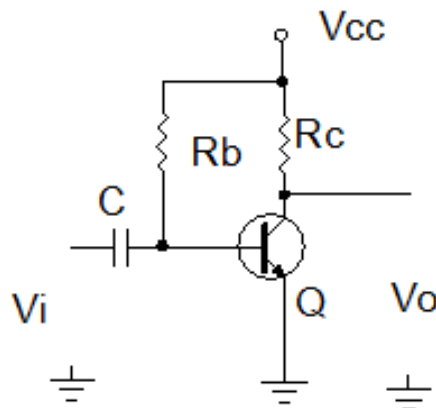
$$P_{O(AC)} = I_{C(RMS)}^2 R_C = \frac{V_{(RMS)}^2}{R_C} = \frac{V_{(P-P)}^2}{8R_C}$$

Lớp A tiêu hao tổn nhiều công suất, nhất là ở mức tín hiệu rất thấp. Một lý do làm cho khuếch đại lớp A mất công suất nhiều là do nguồn DC bị tiêu tán trên tải

Phân tích mạch

Mạch khếch đại công suất chế độ A dùng tải điện trở:

Trong mạch khuếch đại chế độ A, điểm làm việc thay đổi đối xứng xung quanh điểm làm việc tĩnh. Xét tầng khuếch đại đơn mắc EC và mạch này có hệ số khuếch đại lớn và méo nhỏ. Chỉ xét mạch ở nguồn cấp nối tiếp như sau



Trong đó:

- Q: Tranzito khuếch đại công suất
- Rc: Điện trở tải
- Rb: Điện trở phân cực
- C: Tụ lên lạc tí hiệu ngõ vào
- Vi: Tín hiệu ngõ vào tầng khuếch đại công suất

Trong đó:

- Q: Tranzito khuếch đại công suất
- Rc: Điện trở tải
- Rb: Điện trở phân cực
- C: Tụ lên lạc tí hiệu ngõ vào
- Vi: Tín hiệu ngõ vào tầng khuếch đại công suất
- Vo: Tín hiệu ngõ ra tầng khuếch đại công suất

✚ **Chế độ tĩnh:**

Dòng phân cực một chiều được tính theo công thức V_{cc} và R_b :

$$I_b = \frac{V_{cc} - 0,7}{R_b}$$

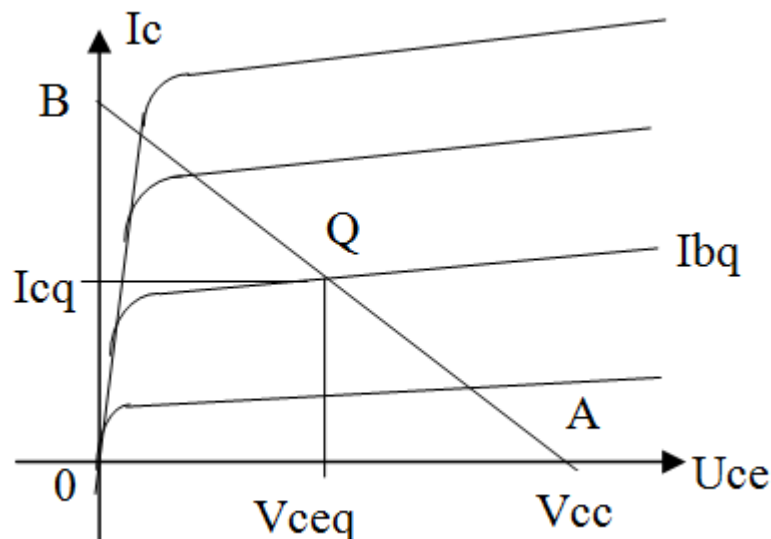
Tương ứng với dòng cực C là:

$$I_c = \beta \cdot I_b$$

Điện áp V_{ce} :

$$V_{ce} = V_{cc} - I_c \cdot R_c$$

Từ giá trị V_{cc} ta vẽ được đường tải một chiều AB. Từ đó xác định được điểm làm việc Q tương ứng với I_{BQ} trên đặc tuyến ra. Hạ đường chiếu từ điểm Q đến hai trục tọa độ sẽ được I_{CQ} và V_{CEQ}



Hình 4.16: Đặc tuyến làm việc của Tranzitor

❖ **Chế độ động:**

Khi có một tín hiệu AC được đưa đến đầu vào của bộ khuếch đại, dòng điện và điện áp sẽ thay đổi theo đường tải một chiều.

Một tín hiệu đầu vào nhỏ sẽ gây ra dòng điện cực B thay đổi xung quanh điểm làm việc tĩnh, dòng cực C và điện áp Vce cũng thay đổi xung quanh điểm làm việc này.

Khi tín hiệu vào lớn biến thiên xa hơn so với điểm làm việc tĩnh đã được thiết lập từ trước. dòng điện Ic và điện áp Vce biến thiên và đạt đến giá trị giới hạn. Đối với dòng điện, giá trị giới hạn này thấp nhất Imin = 0, và cao nhất Imax = Vc/Rc. Đối với điện áp Vce, giới hạn thấp nhất Vce = 0v, và cao nhất Vce = Vcc.

❖ *Công suất cung cấp từ nguồn một chiều:*

$$P = V_{cc}.I_c$$

❖ *Công suất ra:*

+ Tính theo giá trị hiệu dụng:

$$P_o = V_{ce}.I_c$$

$$P_o = I_c^2.R_c$$

$$P_o = \frac{V_c^2}{R_c}$$

+ Tính theo giá trị đỉnh:

$$P_o = \frac{V_{ce}.I_c}{2} = \frac{I_c^2}{2}.R_c$$

$$P_o = \frac{V_{ce}^2}{2.R_c}$$

+ Tính theo giá trị đỉnh - đỉnh:

$$P_o = \frac{V_{ce}.I_c}{8}$$

$$P_o = \frac{I_c^2}{8}.R_c$$

$$P_o = \frac{V_{ce}^2}{8R_c}$$

❖ *Hiệu suất mạch:* Hiệu suất của một mạch khuếch đại phụ thuộc tổng công suất xoay chiều trên tải và tổng công suất cung cấp từ nguồn 1 chiều. Hiệu suất được tính theo công thức sau:

$$\eta = \frac{P_o}{P}.100\%$$

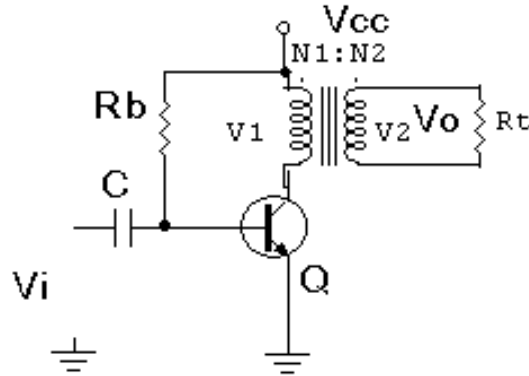
P_o: Công suất ra

P: Công suất cung cấp từ nguồn một chiều

2.2 Mạch khuếch đại công suất loại A dung biến áp

$$R_x = 20.R_2$$

$$C_x = \frac{1}{2\pi.Bw.R_1}; \text{ Bw: độ rộng băng tần, chọn là 20Khz}$$



Hình 4.3 Mạch khuếch đại công suất chế độ A ghép biến áp:

Đây là mạch khuếch đại công suất chế độ A với hiệu suất tối đa khoảng 50%, sử dụng biến áp để lấy tín hiệu ra đến tải Rt hình 4.3. Biến áp có thể tăng hay giảm điện áp và dòng điện theo tỉ lệ tính toán trước.

Sự biến đổi điện áp theo biểu thức:

$$\frac{V1}{V2} = \frac{N2}{N1}$$

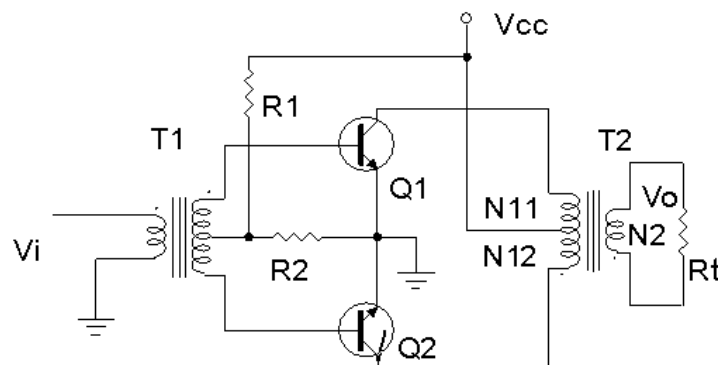
3. Khuếch đại công suất loại B

Mục tiêu:

- + Giải thích nguyên lý hoạt động của mạch
- + Phân biệt được các dạng mạch khuếch đại công suất loại B

3.1. Mạch khuếch đại đẩy kéo dùng biến áp: Hình 4.4

Ở chế độ B, tranzito sẽ điều khiển dòng điện ở mỗi nửa chu kỳ của tín hiệu. Để lấy được cả chu kỳ của tín hiệu của tín hiệu đầu ra, thì cần sử dụng 2 tranzito, mỗi tranzito được sử dụng ở mỗi nửa chu kỳ khác nhau của tín hiệu, sự hoạt động kết hợp sẽ cho ra chu kỳ đầy đủ của tín hiệu.



Hình 4.4 Mạch khuếch đại đẩy kéo dùng biến áp

R1, R2: Mạch phân cực

Q1, Q2: Tranzito khuếch đại công suất.

T1: biến áp ghép tín hiệu ngõ vào

T2: Biến áp ghép tín hiệu ngõ ra.

Rt: Tải ngõ ra

Ưu điểm của mạch là ở chế độ phân cực tĩnh không tiêu thụ nguồn cung cấp do 2 Tranzito không dẫn điện nên không tổn hao trên mạch. Mặt khác do không dẫn điện nên không xảy ra méo do bão hoà từ. Hiệu suất của mạch đạt khoảng 80%.

Nhược điểm của mạch là méo xuyên giao lớn khi tín hiệu vào nhỏ, khi cả hai vé khuếch đại không được cân bằng.

Nguyên lý hoạt động của mạch: Tín hiệu ngõ vào được ghép qua biến áp T1 để phân chia tín hiệu đưa vào cực B của hai Tranzito. ở nửa chu kỳ dương của tín hiệu ngõ vào Q1 được phân cực thuận nên dẫn điện, Q2 bị phân cực nghịch nên không dẫn. ở nửa chu kỳ âm của tín hiệu ngõ vào Q1 bị phân cực nghịch nên không dẫn, Q2 được phân cực thuận nên dẫn điện. Trong thời gian không dẫn điện trên Tranzito không có dòng điện nguồn chảy qua chỉ có dòng điện rỉ I_{CEO} rất nhỏ chảy qua. ở biến áp T2 ghép tín hiệu ngõ ra dòng điện chạy qua 2 Tranzito được ghép trở lại từ hai nửa chu kỳ để ở ngõ ra cuộn thứ cấp đến Rt tín hiệu được phục nguyên dạng toàn kỳ ban đầu. Tại thời điểm chuyển tiếp làm việc của 2 Tranzito do đặc tính phi tuyến của linh kiện bán dẫn và đặc tính từ trễ của biến áp sẽ gây ra hiện tượng méo xuyên giao (méo điểm giao). Để khắc phục nhược điểm này người ta có thể mắc các mạch bù đối xứng.

3.2 Các dạng mạch khuếch đại công suất loại B

3.2.1 Mạch đẩy kéo ghép trực tiếp:

Mạch khuếch đại công suất ghép trực tiếp mục đích là để bù méo tạo tín hiệu đối xứng chống méo xuyên giao, được sử dụng chủ yếu là cặp Tranzito hở bổ đối xứng (là 2 tranzito có các thông số kỹ thuật hoàn toàn giống nhau nhưng khác loại PNP và NPN, đồng thời cùng chất cấu tạo) hình 4.19.

Nhiệm vụ các linh kiện trong mạch:

C: Tự liên lạc tín hiệu ngõ vào

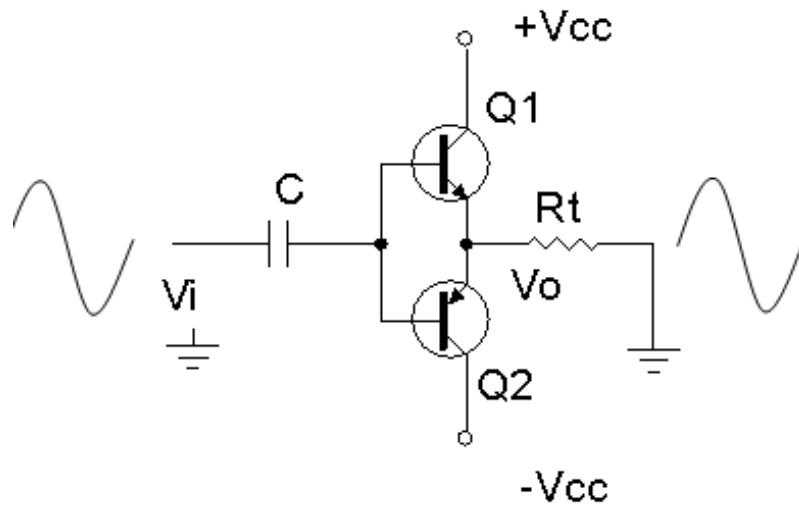
Rt: Điện trở tải của tầng khuếch đại công suất

Q1, Q2: Cặp tranzito khuếch đại công suất hở bổ đối xứng

Mạch có đặc điểm là nguồn cung cấp cho mạch phải là 2 nguồn đối xứng, khi không đảm bảo yếu tố này dạng tín hiệu ra dễ bị méo nên thông thường nguồn cung cấp cho mạch thường được lấy từ các nguồn ổn áp.

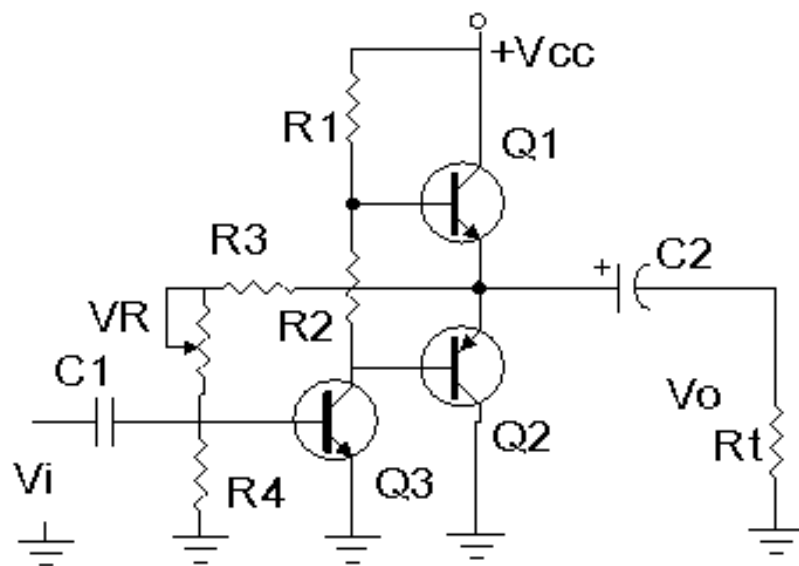
Hoạt động của mạch: Mạch được phân cực với thiên áp tự động. ở bán kỳ dương của tín hiệu Q1 dẫn dòng điện nguồn dương qua tải R_t , Q2 tắt không cho dòng điện nguồn qua tải. ở bán kỳ âm của tín hiệu Q2 dẫn dòng nguồn âm qua tải R_t , Q1 tắt.

Mạch này có ưu điểm đơn giản, chống méo hài, hiệu suất lớn và điện áp phân cực ngõ ra $\approx 0v$ nên có thể ghép tín hiệu ra tải trực tiếp. Nhưng dễ bị méo xuyên giao và cần nguồn đối xứng làm cho mạch điện cồng kềnh, phức tạp đồng thời dễ làm hư hỏng tải khi Tranzito bị đánh thủng. Để khắc phục nhược điểm này thông thường người ta dùng mạch ghép ra dùng tụ.



Hình 4.5: Mạch đẩy kéo ghép trực tiếp

3.2.2 Mạch đẩy kéo ghép dùng tụ: Hình 4.6



Hình 4.6 Mạch khuếch đại công suất đẩy kéo ghép tụ

Nhiệm vụ của các linh kiện trong mạch:

Q1, Q2: Cặp tranzito khuếch đại công suất

Q3: Đảo pha tín hiệu

R1, R2: Phân cực cho Q1, Q2 đồng thời là tải của Q3

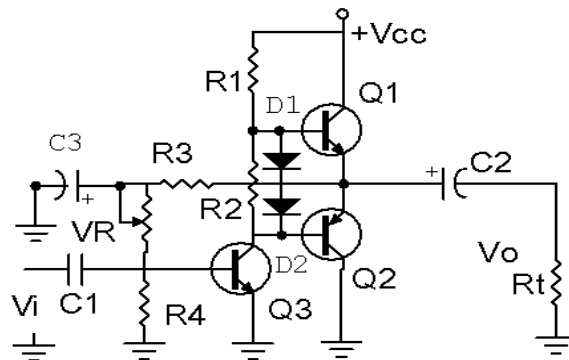
R3, VR: Lấy một phần điện áp một chiều ngõ ra quay về kết hợp với R4 làm điện áp phân cực cho Q3 làm hồi tiếp âm điện áp ổn định điểm làm việc cho mạch.

C1: Tụ liên lạc tín hiệu ngõ vào.

C2: Tụ liên lạc tín hiệu ngõ ra đến tải.

Mạch này có đặc điểm là có độ ổn định làm việc tương đối tốt, điện áp phân cực ngõ ra $V_0 = V_{CC}/2$ khi mạch làm việc tốt.

Nhưng có nhược điểm dễ bị méo xuyên giao nếu chọn chế độ phân cực cho 2 tranzito Q1, Q2 không phù hợp hoặc tín hiệu ngõ vào có biên độ không phù hợp với thiết kế của mạch và một phần tín hiệu ngõ ra quay trở về theo đường hồi tiếp âm làm giảm hiệu suất của mạch để khắc phục nhược điểm này người ta có thể dùng mạch có dạng ở hình 4.7:



Hình 4.7: Mạch khuếch đại công suất đẩy kéo ghép tụ cải tiến

Trong đó C3: Lọc bỏ thành phần xoay chiều của tín hiệu

D1, D2: Cắt rào điện áp phân cực cho Q1 và Q2,

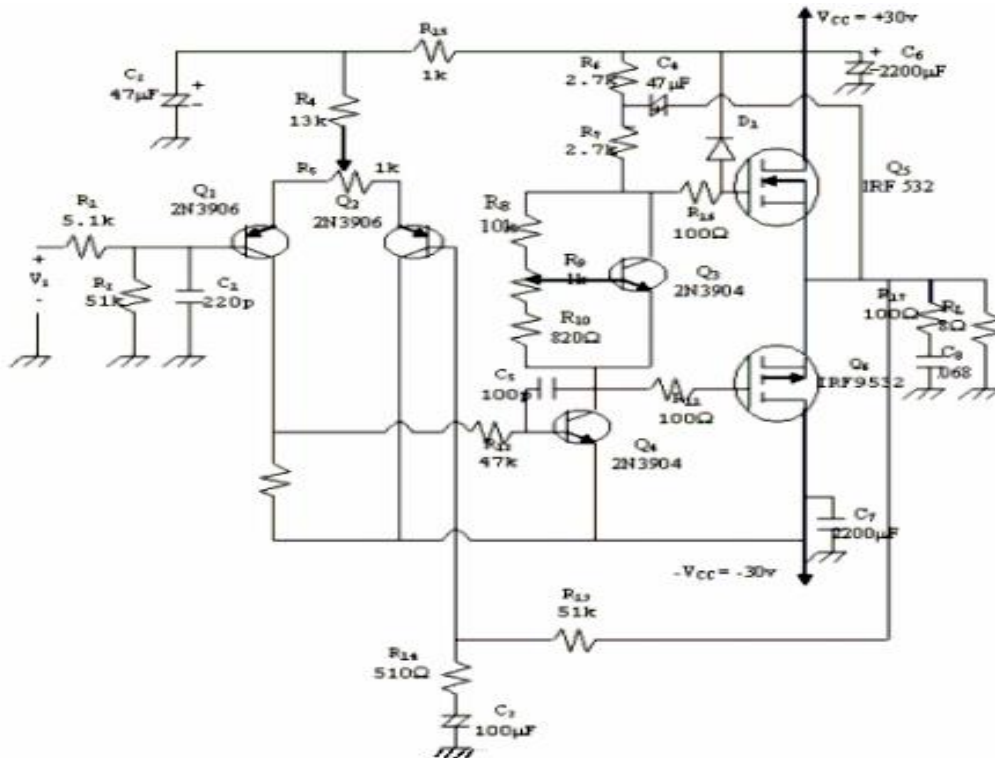
Trên thực tế mạch có thể dùng từ 1 đến 4 điôt cùng loại để cắt rào điện thế. Ngoài ra với sự phát triển của công nghệ chế tạo linh kiện hiện nay các mạch công suất thường được thiết kế sẵn dưới dạng mạch tổ hợp (IC) rất tiện lợi cho việc thiết kế mạch và thay thế trong sửa chữa.

4. Mạch khuếch đại công suất dung Mosfet

Mục tiêu

- + Giải thích được nguyên lý hoạt động của mạch
- + Biết được đặc tính kỹ thuật của mạch khuếch đại

4.1 Mạch điện



H 4.8: Mạch khuếch đại công suất dung Mosfet

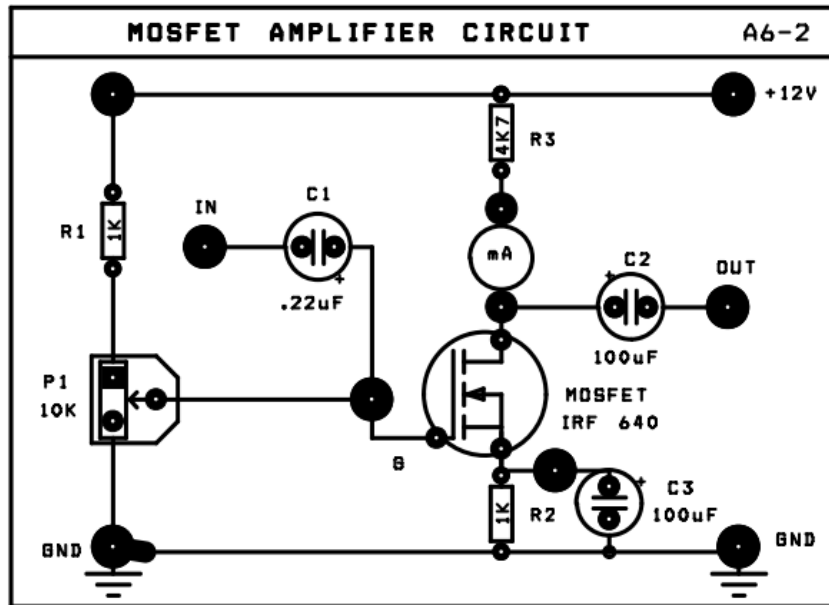
4.2 Đặc tính kỹ thuật

Phần này giới thiệu một mạch dùng MOSFET công suất với tầng đầu là một mạch khuếch đại vi sai. Cách tính phân cực, về nguyên tắc cũng giống như phần trên. Ta chú ý một số điểm đặc biệt:

- Q1 và Q2 là mạch khuếch đại vi sai. R2 để tạo điện thế phân cực cho cực nền của Q1. R1, C1 dùng để giới hạn tần số cao cho mạch (chống nhiễu ở tần số cao).
- Biến trở R5 tạo cân bằng cho mạch khuếch đại vi sai.
- R13, R14, C3 là mạch hồi tiếp âm, quyết định độ lợi điện thế của toàn mạch.
- R15, C2 mạch lọc hạ thông có tác dụng giảm sóng dư trên nguồn cấp điện của tầng khuếch đại vi sai.
- Q4 dùng như một tầng đảo pha ráp theo mạch khuếch đại hạng A.
- Q3 hoạt động như một mạch ổn áp để ổn định điện thế phân cực ở giữa hai cực cổng của cặp công suất.
- D1 dùng để giới hạn biên độ vào cực cổng Q5. R16 và D1 tác dụng như một mạch bảo vệ.
- R17 và C8 tạo thành tải giả xoay chiều khi chưa mắc tải.

5. Lắp mạch khuếch đại tổng hợp

Bài 1: Lắp mạch khuếch đại dùng MOSFET (Mạch A6-2)



a. Mạch nguồn chung

Nội dung:

- ◆ Cấp nguồn +12V cho mạch A6-2
- ◆ Ngắn mạch mA –kế.

Các bước thực hiện

Bước 1: Ghi giá trị dòng ban đầu qua T1

$$V_{R3} = \dots\dots\dots ; I_D = \dots\dots\dots$$

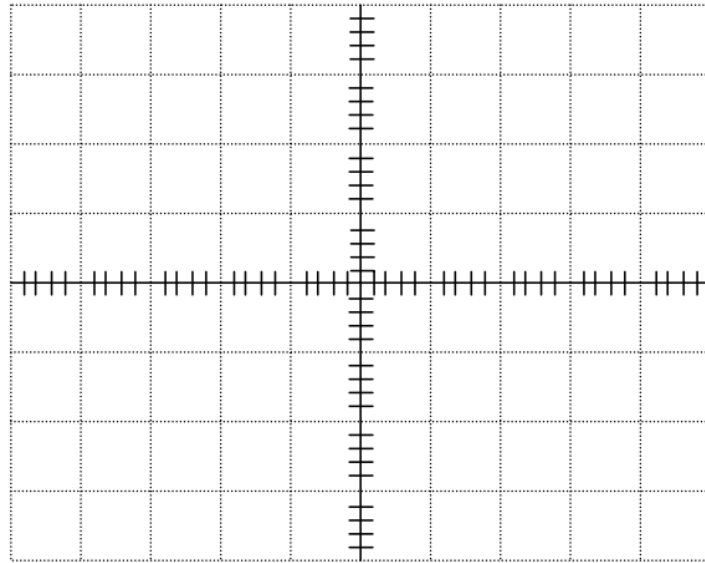
Bước 2: Dùng thêm tín hiệu từ máy phát tín hiệu Function Generator, và chỉnh máy phát tín hiệu để có: Sóng : Sin , Tần số : 1Khz, $V_{IN}(p-p) = 100mV$

- Nối ngõ ra OUT của máy phát đến ngõ vào IN của mạch.
- Dùng dao động ký để quan sát tín hiệu điện áp ngõ vào và ngõ ra. Đo các giá trị V_{OUT} , $\Delta\Phi$, tính A_v . Ghi kết quả vào bảng A6-4

Bảng A6-4

Thông số cần đo	Trị số điện áp vào $V_{IN}(p-p) = 100 mV$
V_{OUT}	
Độ lợi điện áp A_v	
Độ lệch pha $\Delta\Phi$	

Quan sát trên dao động ký và vẽ trên cùng một hệ trục tọa độ dạng tín hiệu điện áp ngõ vào (V_{IN}) và tín hiệu điện áp ngõ ra (V_{OUT})



Dựa vào trạng thái hoạt động của MOSFET nối kiểu Source chung ở bảng A6-4, nêu nhận xét về các đặc trưng của mạch khuếch đại (về hệ số khuếch đại áp A_v , độ lệch pha $\Delta\Phi$)

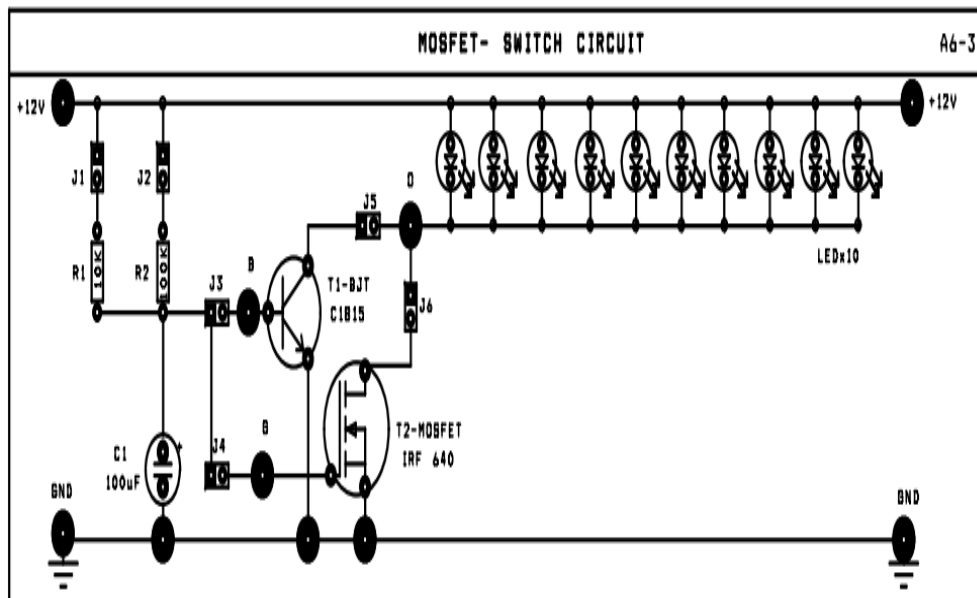
.....

.....

Bài 2: Mạch đóng mở dùng MOSFET

Sơ đồ nối dây :

♦ Cấp nguồn +12V cho mạch A6-3



Các bước thực hiện

Bước 1: Lần lượt gắn mạch các J theo yêu cầu trong bảng A 6-5, để khảo sát mạch đóng mở dùng BJT (T1) và FET (T2), xác định trạng thái các LED và dòng I_B trong mỗi trường hợp.

Bảng A6-4

STT	J1	J2	J3	J4	J5	J6	TRẠNG THÁI LED	Dòng I _B
1	1		1		1			
2		1	1		1			
3	1			1		1		
4		1		1		1		

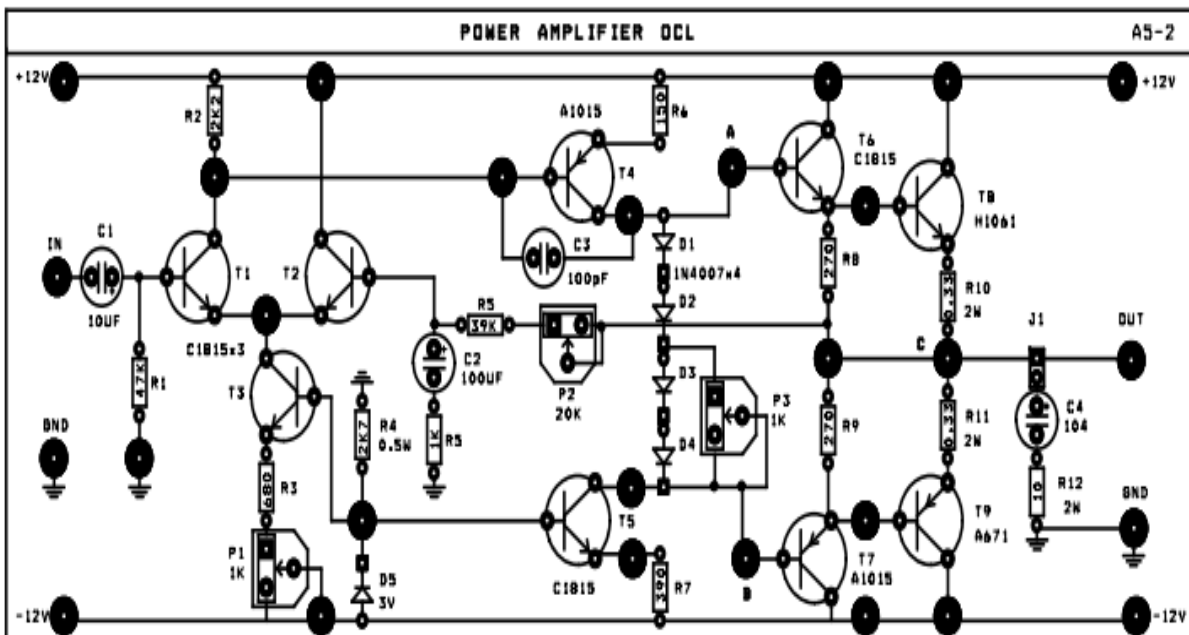
Trên cơ sở đó so sánh vai trò đóng mở của BJT và MOSFET.

.....

.....

.....

Bài 3. Lắp mạch khuếch đại công suất) OCL
Cấp nguồn $\pm 12V$ cho mạch



Các bước thí nghiệm:

Bước 1: Chỉnh biến trở P1 sao cho $V_{out} \approx 0V$ (DC)

Bước 2: Chỉnh P3 sao cho $V_{AB} = 1,4V$

- Đo $V_{AC} = \dots\dots\dots$ và $V_{BC} = \dots\dots\dots$

So sánh, nhận xét?

- Đo V_{BE} (Q6) = $\dots\dots\dots$, V_{BE} (Q8) = $\dots\dots\dots$

Cho biết trạng thái hoạt động của Q6 và Q8?

Bước 3: Chỉnh P3 max ($V_{AB} \sim 2,6V$). Tương tự bước 2 đo:

- Đo $V_{AC} = \dots\dots\dots$ và $V_{BC} = \dots\dots\dots$

So sánh, nhận xét?

- Đo V_{BE} (Q6) = $\dots\dots\dots$, V_{BE} (Q8) = $\dots\dots\dots$

Cho biết trạng thái hoạt động của Q6 và Q8?

Bước 4: Dùng tín hiệu AC từ máy phát tín hiệu FUNCTION GENERATION để đưa đến ngõ vào IN của mạch và chỉnh máy phát để có : Sóng Sin, $f = 1\text{Khz.}$,

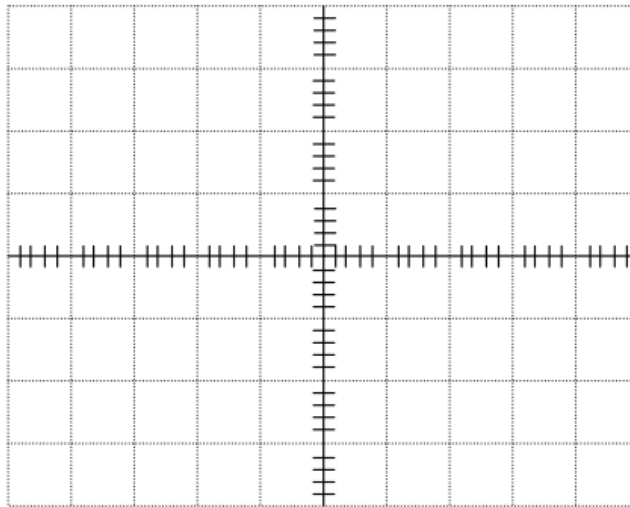
$V_{IN} (pp) = 30\text{mV.}$

Bước 5: Chỉnh P3 từ min đến max để quan sát dạng sóng ra. Nhận xét ?

Chỉnh P3 để dạng sóng ra đẹp nhất. Đo các giá trị V_{IN} , V_{OUT} , tính A_v . Đo độ lệch pha $\Delta\Phi$ giữa tín hiệu ngõ vào V_{IN} và tín hiệu ngõ ra V_{OUT} ghi kết quả vào bảng

Thông số cần đo	Trị số điện áp vào $V_{IN} (p-p) = 30 \text{ mV}$
Biên độ $V_{OUT (p-p)}$	
Độ lợi điện áp $A_v = \frac{V_{OUT(p-p)}}{V_{IN(p-p)}}$	
Độ lệch pha $\Delta\Phi$	

Bước 7: Quan sát trên dao động ký và vẽ trên cùng một hệ trục tọa độ dạng tín hiệu điện áp ngõ vào (V_{IN}) và tín hiệu điện áp ngõ ra (V_{OUT})



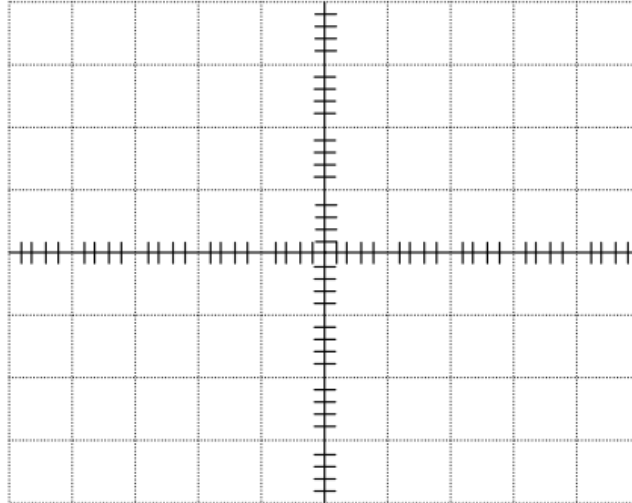
Bước 8: Chỉnh biến trở P1, quan sát sự thay đổi của biên độ tín hiệu ra, giải thích?

.....

Bước 9: Chỉnh biến trở P2, quan sát sự thay đổi của biên độ tín hiệu ra, giải thích?

.....

 Bước 10: Dùng dao động ký đo và vẽ tín hiệu điện áp tại cực E của 2 transistor T6 , T7 trên cùng đồ thị. Nhận xét quan hệ về pha giữa chúng.



Bước 11: Dùng lý thuyết đã học xác định hệ số khuếch đại áp (A_v) toàn mạch. Nhận xét gì về A_v thí nghiệm với Lý thuyết?

.....

Bước 12: Cho biết chức năng của các Transistor T3 trong mạch?

.....

Bước 13; Đưa tín hiệu ra loa, ngắt mạch J4, cho biết vai trò của C4 và R12 ?

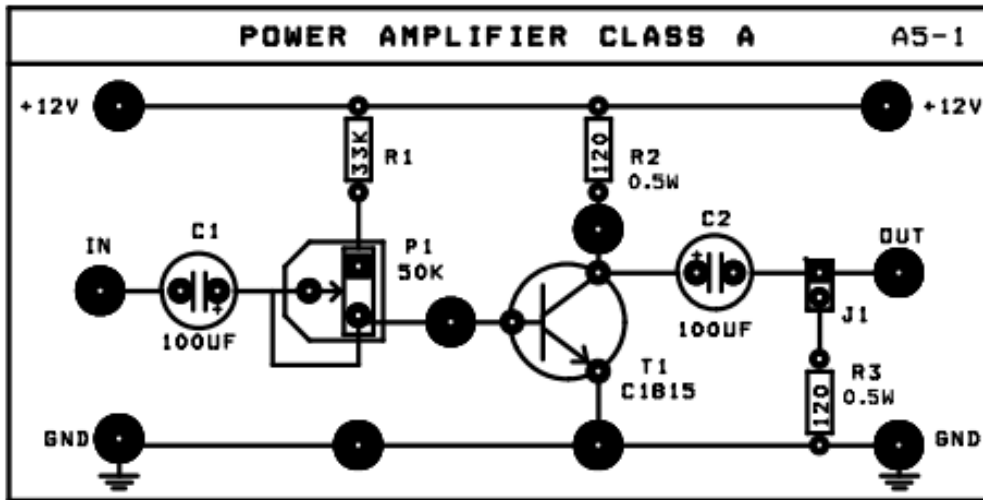
.....

Bài tập nâng cao

Bài 1: Lắp mạch khuếch đại công suất lớp A

Sơ đồ nối dây

Cấp nguồn +12V của nguồn DC POWER SUPPLY cho mạch



Các bước thí nghiệm

Bước 1: Chỉnh biến trở P1 sao cho $V_{CE} = V_{CC}/2 = 6V$; xác định công suất cung cấp

$$P_i(DC) = V_{CC} \cdot I_{C(Q)}$$

Bước 2: Cấp tín hiệu từ máy phát tín hiệu (function generator) để đưa đến ngõ vào IN của mạch và chỉnh máy phát để có: Sóng: Sin, $f = 1KHz.$, $V_{IN}(pp) = 30mV$

- Xác định hệ số khuếch đại áp và suất trên tải R_C của dòng xoay chiều:

$$P_{O(AC)} = I_{C(RMS)}^2 R_C = \frac{V_{(RMS)}^2}{R_C} = \frac{V_{(P-P)}^2}{8R_C}$$

Tính hiệu suất của mạch khuếch

$$\eta = \frac{P_{O(AC)}}{P_{i(DC)}} \times 100\%$$

Bước 3: Thay đổi điểm tĩnh làm việc

Chỉnh biến trở P1 sao cho $V_{CE} = 3V$; tăng dần biên độ đỉnh – đỉnh của tín hiệu vào đến khi tín hiệu ra bắt đầu biến dạng. Có nhận xét gì về tính hiệu ra, giải thích?

.....

Chỉnh biến trở P1 sao cho $V_{CE} = 9V$; tăng dần biên độ đỉnh – đỉnh của tín hiệu vào đến khi tín hiệu ra bắt đầu biến dạng. Có nhận xét gì về tính hiệu ra, giải thích?

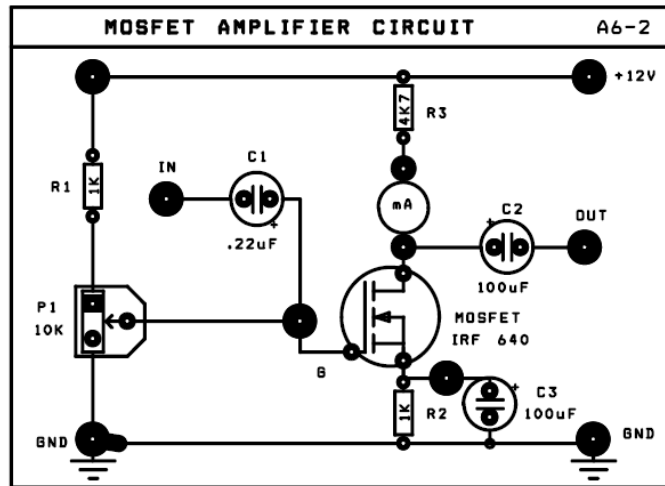
.....

Bài 2: Lắp mạch khuếch đại dung Mosfet.

a. MẠCH SOURCE CHUNG (CS)

Sơ đồ nối dây : (Hình 6-2)

- ◆ Cấp nguồn +12V cho mạch A6-2
- ◆ Ngắn mạch mA –kế.



Các bước thí nghiệm

Bước 1. Ghi giá trị dòng ban đầu qua T1: $VR3 = \dots\dots\dots$, $ID = \dots\dots\dots$

Bước 2. Dùng thêm tín hiệu từ máy phát tín hiệu Function Generator, và chỉnh máy phát tín hiệu để có: Sóng :Sin , Tần số : 1Khz, $V_{IN}(p-p) = 100mV$
 - Nối ngõ ra OUT của máy phát đến ngõ vào IN của mạch.
 - Dùng dao động ký để quan sát tín hiệu điện áp ngõ vào và ngõ ra. Đo các giá trị

V_{OUT} , $\Delta\Phi$, tính A_v . Ghi kết quả vào bảng A6-4

Bảng A6-4

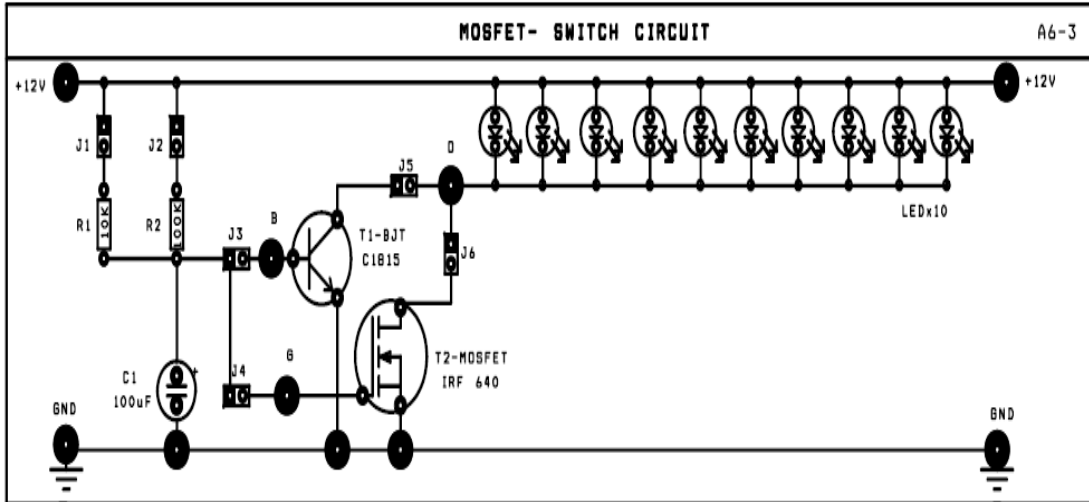
Thông số cần đo	Trị số điện áp vào $V_{IN}(p-p) = 100 mV$
V_{OUT}	
Độ lợi điện áp A_v	
Độ lệch pha $\Delta\Phi$	

Quan sát trên dao động ký và vẽ trên cùng một hệ trục tọa độ dạng tín hiệu điện áp ngõ vào (V_{IN}) và tín hiệu điện áp ngõ ra (V_{OUT})

b. Mạch đóng mở dùng Mosfet

Sơ đồ nối dây :(Hình 6-3)

- ◆ Cấp nguồn +12V cho mạch A6



Các bước thí nghiệm :

- Lần lượt ngắn mạch các J theo yêu cầu trong bảng A 6-5, để khảo sát mạch đóng mở dùng BJT (T1) và FET (T2), xác định trạng thái các LED và dòng IB trong mỗi trường hợp.

STT	J1	J2	J3	J4	J5	J6	TRẠNG THÁI LED	Dòng IB
1	1		1		1			
2		1	1		1			
3	1			1		1		
4		1		1		1		

Trên cơ sở đó so sánh vai trò đóng mở của BJT và MOSFET.

.....

6. Sửa chữa mạch khuếch đại tổng hợp

Mục tiêu

- + Sửa chữa được mạch công suất đơn giản
- + Giải thích nguyên lý hoạt động của mạch

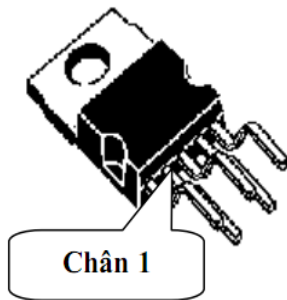
6.1 Mạch khuếch đại công suất dùng IC TDA2003:

Hiện nay, để thiết kế mạch khuếch đại công suất suất nhỏ (vài WATT đến vài chục WATT) người ta thường sử dụng linh kiện tích hợp (IC).Mạch khuếch đại công suất dùng IC có hiệu suất làm việc cao, mạch đơn giản và dễ thiết kế. Một số thông số kỹ thuật của TDA2003:

- Dải tần làm việc: 40Hz – 15Khz
- Điện áp cung cấp 8 – 18VDC
- Điện trở tải (loa) 4 (công suất ra sẽ thay đổi nếu điện trở tải thay đổi)
- Công suất ra tại 1Khz: ~6W tại mức điện áp cung cấp 14,4V

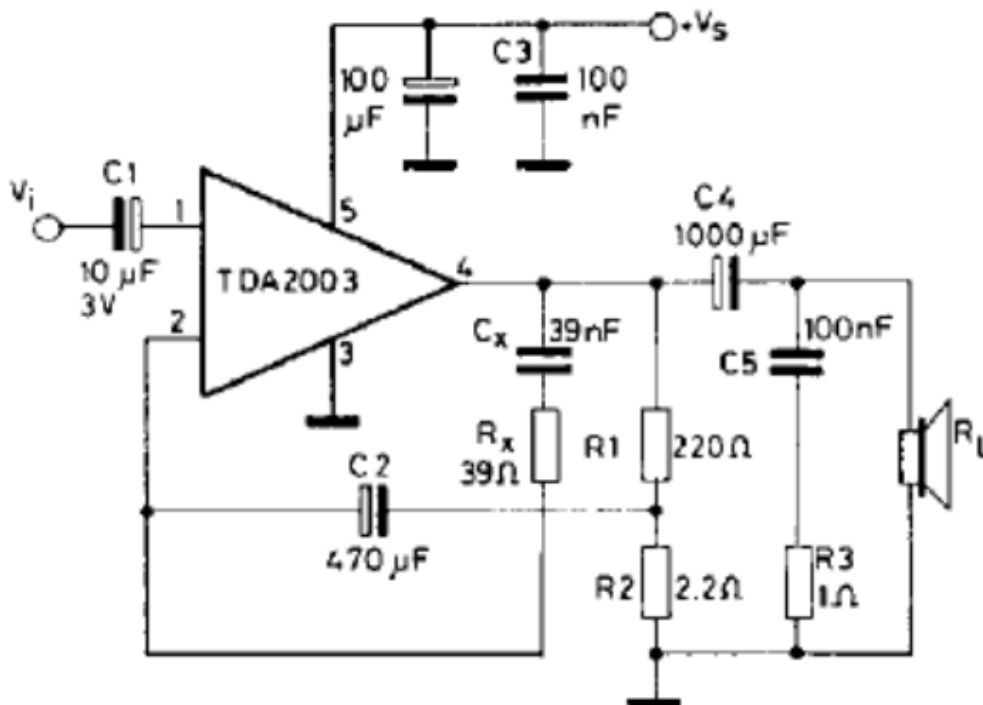
- Hiệu suất 69%

Hình dạng và sơ đồ chân IC:



Chân số	Chức năng
1	Input
2	Negative feedback
3	GND
4	Output
5	VCC

Mạch tiêu biểu:



Hình 4.9: Mạch khuếch đại công suất dùng IC TDA2003

Trong đó: R_x và C_x được xác định:

Kiểm tra.

Bài tập thực hành cho học viên

Phần 1: hoạt động tại xưởng

Nội dung:

- Thực hành lắp ráp các mạch khuếch đại dùng Tranzito .
- Nghiên cứu, hiệu chỉnh, sửa chữa các mạch khuếch đại dùng Tranzito

Hình thức tổ chức: Tổ chức theo nhóm nhỏ mỗi nhóm từ 2 -4 học sinh.

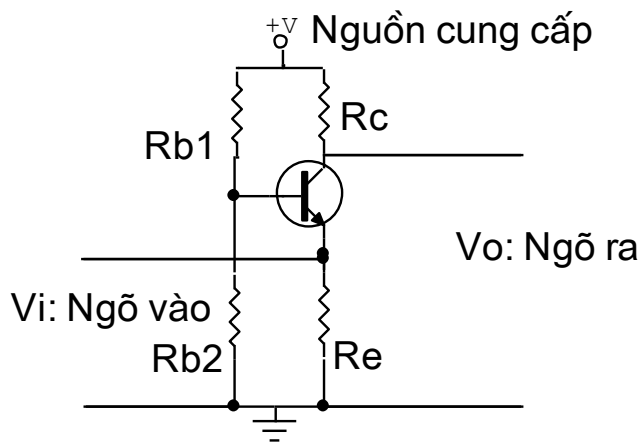
Giáo viên hướng dẫn ban đầu học sinh thực hiện các nội dung dưới sự theo dõi, chỉ dẫn của giáo viên.

Vb										
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- Cho tín hiệu hình sin ngõ vào 1vpp. Quan sát dạng sóng ngõ vào và ngõ ra khi tăng nguồn và cho nhận xét.
- Lần lượt giữ nguồ ở 3 mức 3v, 6v, 12v tăng dần biên độ tín hiệu ngõ vào đến 3vpp quan sát dạng sóng và cho nhận xét.
- Thực hiện tính hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp trong các trường hợp.

Bài thực hành 2: Thực hành lắp ráp mạch cực B chung (B-C)

- Mạch mắc theo kiểu B-C: Theo sơ đồ mạch điện



$R_c = 1K\Omega$ $R_{b1} = 22K\Omega$
 $R_e = 100\Omega$ $R_{b2} = 1,8K\Omega$

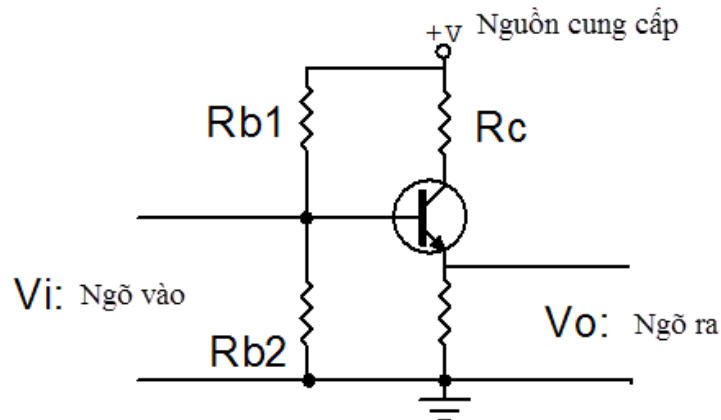
- Cho nguồn cung cấp điều chỉnh được từ 3 – 12 v vào mạch điện tăng dần điện áp, ghi lại số liệu và cho nhận xét về mối tương quan giữa các yếu tố:

Điện áp	3v	4v	5v	6v	7v	8v	9v	10v	11v	12v
Vc										
Vb										

- Cho tín hiệu hình sin ngõ vào 1vpp. Quan sát dạng sóng ngõ vào và ngõ ra khi tăng nguồn và cho nhận xét.
- Lần lượt giữ nguồ ở 3 mức 3v, 6v, 12v tăng dần biên độ tín hiệu ngõ vào đến 3vpp quan sát dạng sóng và cho nhận xét.
- Thực hiện tính hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp trong các trường hợp.

Bài thực hành 3: Thực hành lắp ráp mạch cực C chung (C-C)

- Mắc mạch theo kiểu C-C: Theo sơ đồ mạch điện



$$R_c = 1K\Omega$$

$$R_{b1} = 22K\Omega$$

$$R_c = 100\Omega$$

$$R_{b2} = 1,8K\Omega$$

- Cho nguồn cung cấp điều chỉnh được từ 3 – 12 v vào mạch điện tăng dần điện áp, ghi lại số liệu và cho nhận xét về mối tương quan giữa các yếu tố:

Điện áp	3v	4v	5v	6v	7v	8v	9v	10v	11v	12v
Vc										
Vb										

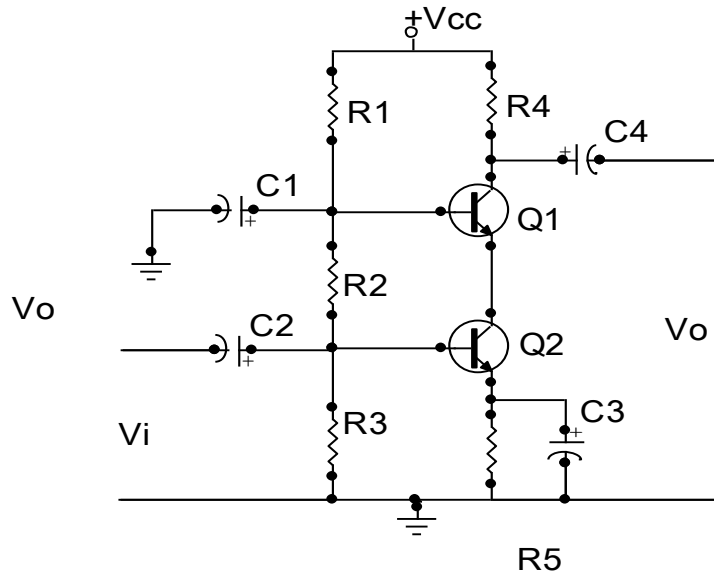
- Cho tín hiệu hình sin ngõ vào 1vpp. Quan sát dạng sóng ngõ vào và ngõ ra khi tăng nguồn và cho nhận xét.

- Lần lượt giữ nguồn ở 3 mức 3v, 6v, 12v tăng dần biên độ tín hiệu ngõ vào đến 3vpp quan sát dạng sóng và cho nhận xét.

- Thực hiện tính hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp trong các trường hợp

Bài thực hành 4: Thực hành lắp ráp mạch Cascode

- Lắp ráp mạch:



$$R_1 = 22K\Omega, \quad R_2 = 10K\Omega, \quad R_3 = 1,8 K\Omega,$$

$$C_1 = .047/ 50v; \quad C_2 = C_3 = C_4 = 10\mu F/ 50v$$

- Khảo sát mạch điện:

Cấp nguồn cho mạch điện 12vdc. Đo điện áp phân cực ở các chân B, C, E của các tranzito để ghi lại số liệu ở trạng thái phân cực tĩnh.

Cho tín hiệu ngõ vào dạng sin có biên độ 2vpp quan sát dạng sóng ngõ vào và ngõ ra và cho nhận xét.

Dùng VOM đo lại chế độ phân cực để có nhận xét về dạng mạch khi chưa có tín hiệu vào và khi có tín hiệu vào.

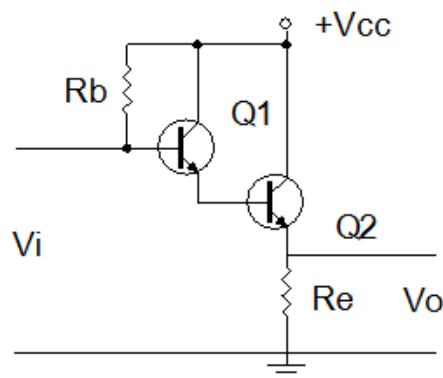
Cho tín hiệu ngõ vào có dạng xung vuông 2vpp tần số 1KHz thực hiện lại công việc và cho nhận xét.

- Xác định hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp của mạch điện.

- Thay đổi các giá trị R_1 , R_2 , R_3 , và R_4 cho nhận xét về hệ số khuếch đại tín hiệu.

Bài thực hành 5: Thực hành lắp ráp mạch Darlington

☞ Mạch khuếch đại Darlington



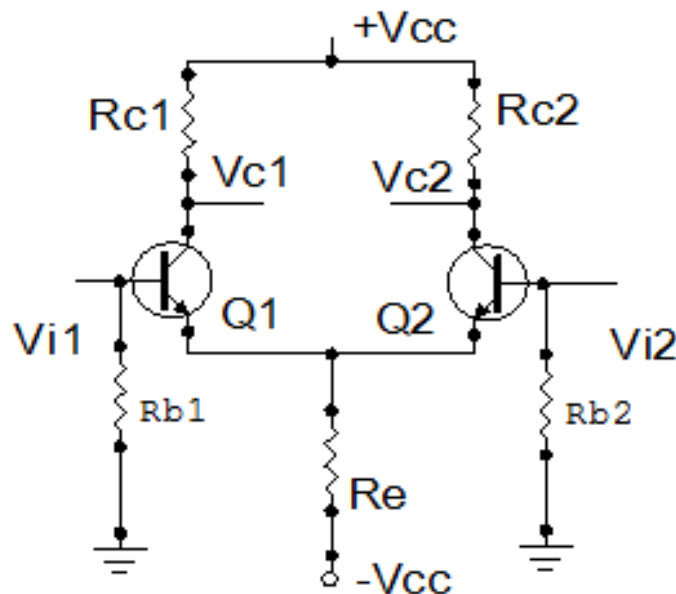
- Nguồn $V_{cc} = 12v$
- $R_e = 2k2$
- $R_b = 120k$
- Q1, Q2 Dùng C1815
- + Thực hiện lắp ráp mạch theo sơ đồ
- + Dùng đồng hồ VOM đo điện áp ở các chân Tranzito và ghi lại số liệu.
- + Cho tín hiệu dạng sin 3v AC vào cực B qua điện trở hạn dòng 10k.

Quan sát và vẽ dạng sóng ngõ vào và ngõ ra. Giải thích hiện tượng.

- + Tính hệ số khuếch đại dòng và áp của mạch điện. Cho nhận xét.

Bài thực hành 6: Thực hành lắp ráp mạch khuếch đại vi sai

- Lắp ráp mạch khuếch đại vi sai:

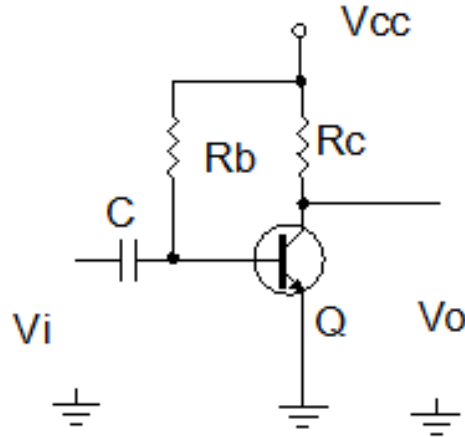


- + Nguồn $V_{cc} = \pm 12v$
- + Q1, Q2: C1815
- + $R_{c1} = R_{c2} = 10K\Omega$
- + $R_e = 1K\Omega$
- + $R_{b1} = R_{b2} = 220K\Omega$
- Thực hiện lắp ráp trên panen chân cắm
- Đo điện áp phân cực trên các chân B và C của tranzito Q1 và Q2 cho nhận xét và giải thích kết quả đo.
- Cho tín hiệu dạng sin ngõ vào B1 và B2 3Vac /50Hz qua hai điện trở hạn dòng 10KΩ. Quan sát dạng sóng ngõ ra trên C1 và C2. Giải thích hiện tượng.
- Cho tín hiệu ngõ vào ở 01 Cực B và quan sát dạng sóng ngõ ra. Cho nhận xét trong hai trường hợp.

Bài thực hành 7: Thực hành lắp ráp mạch khuếch đại công suất chế độ A

* Lắp ráp mạch khuếch đại công suất đơn: (chế độ A)

Mạch khuếch đại dùng điện trở như sơ đồ dưới đây:



+ Nguồn $V_{cc} = 12V$

+ $R_c = 2K\Omega$

+ $R_b = 220K\Omega$

+ $C = 0.1\mu f / 50v$

+ $Q = D401$

Đo điện áp phân cực C của tranzito và hiệu chỉnh lại điện trở R_b sao cho điện áp phân cực $C = 1/2 V_{cc}$ ($=6v$) Cho tín hiệu ngõ vào dạng sin $V_i = 1v / 50Hz$.

Dùng máy hiện sóng đo biên độ ngõ vào và đo biên độ ngõ ra:

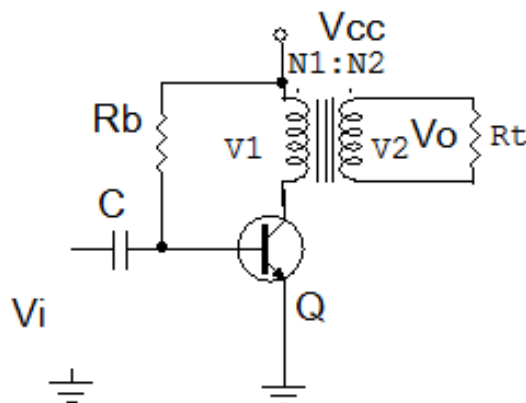
+ Tính hệ số khuếch đại của mạch điện (hệ số khuếch đại điện áp)

+ Quan sát dạng sóng tín hiệu ngõ vào và ngõ ra cho nhận xét.

+ Gắn tải ngõ ra cực C 100Ω qua tu liên lạc 1ởf quan sát dạng sóng và nhận xét

Khi tải giảm dần.

Mắc mạch khuếch đại công suất theo chế độ A tải ghép biến áp



Trong sơ đồ mạch điện Điện trở R_c được thay bằng biến áp T có $N_1=100\Omega$, $N_2= 8\Omega$

Cho tín hiệu dạng sin $1vac$.

+ Tính hệ số khuếch đại dòng, áp của mạch

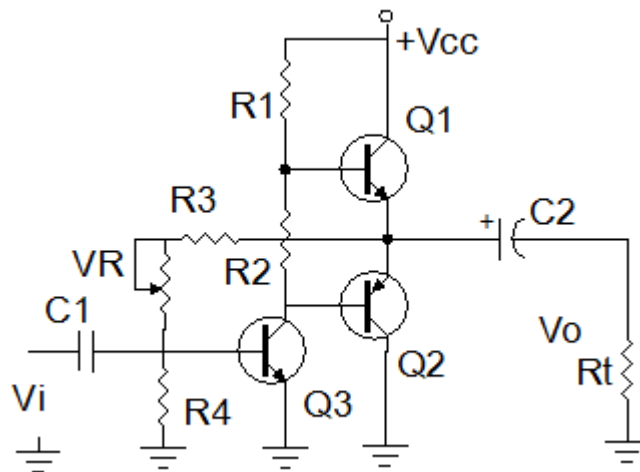
+ Quan sát dạng sóng ngõ vào và ra

+ Nhận xét tín hiệu ngõ ra trong trường hợp dùng cuộn biến áp và không dùng cuộn biến áp

Bài thực hành 8: Thực hành lắp ráp mạch công suất chế độ B - C

* Lắp ráp mạch khuếch đại đẩy kéo ghép ra dùng tụ:

Mắc mạch khuếch đại công suất đẩy kéo ghép tụ theo sơ đồ dưới đây:



+ Nguồn $V_{cc} = 12v$

+ Q1,Q2 : cặp Tranzitor hồ bô đối xứng D468, B562 hoặc tương đương

+ Q3: C945 hoặc C1815

+ R4: 2k2

+ R1: 4k7

+ R2: 470 Ω

+ R3 100k Ω

+ Rt: Loa 8 Ω hoặc điện trở $R = 10 \Omega$

+ VR: 100k Ω

+ C1: 10mf

+ C2: 470mf

- Điều chỉnh VR sao cho điện áp ngõ ra = $V_{cc}/2$.

- Đo và ghi nhận điện áp trên các chân của tranzito Q1, Q2, Q3.

- Cho tín hiệu ngõ vào có dạng sin 1Khz. Quan sát và vẽ dạng tín hiệu ngõ ra trên các chân.

+ B và C của Q3:

+ E của Q1 và Q2:

- Chế độ hoạt động của Q1, Q2 .

- Chế độ hoạt động của Q3
- Giải thích nguyên lí hoạt động của toàn mạch

Yêu cầu đánh giá kết quả học tập

- Lắp đúng mạch theo yêu cầu
- Giáo viên nhận xét và đánh giá quá trình thực hành của học viên tại xưởng
-

BÀI 5

MẠCH DAO ĐỘNG

Mã bài: MĐ 17-5

Giới thiệu

- Ngoài công dụng chính là khuếch đại Tranzito còn có các công dụng khác là tạo ra các nguồn tín hiệu, biến đổi các tín hiệu điều khiển, biến đổi nguồn trong mạch điện như tạo các xung điều khiển, xén tín hiệu, ghim mức tín hiệu, ổn định nguồn điện cung cấp... nhất là trong các mạch điện tử đơn giản.
- Với sự tiến bộ của lĩnh vực vật lý chất rắn, tranzito BJT ngày càng hoạt động được ở tần số cao có tính ổn định.
- Các mạch dùng tranzito BJT chịu va chạm cơ học, do đó được sử dụng rất thuận tiện trong các dây chuyền công nghiệp có rung động cơ học lớn.
- Tranzito BJT ngày càng có tuổi thọ cao nên càng được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị điện tử thay thế cho các đèn điện tử chân không.
- Với các ưu điểm trên, mạch ứng dụng dùng tranzito BJT được sử dụng rộng rãi trong các dây chuyền công nghiệp và trong đời sống xã hội.
- Nghiên cứu các mạch ứng dụng dùng Tranzito là nhiệm vụ quan trọng của người thợ sửa chữa điện tử trong kiểm tra, thay thế các linh kiện và mạch điện tử trong thực tế.

Mục tiêu thực hiện

Học xong bài học này, học viên có năng lực:

- Gọi tên các mạch ứng dụng dùng tranzito chính xác trên sơ đồ mạch điện và thực tế.
- Lắp ráp các mạch ứng dụng dùng tranzito đơn giản đạt yêu cầu kỹ thuật.
- Kiểm tra, sửa chữa các mạch ứng dụng đạt yêu cầu kỹ thuật.
- Thiết kế các mạch ứng dụng dùng tranzito đơn giản theo yêu cầu kỹ thuật.

1 Khái niệm

1.1 Khái niệm về mạch dao động

Ngoài các mạch khuếch đại điện thế và công suất, dao động cũng là loại mạch căn bản của ngành điện tử. Mạch dao động được sử dụng phổ biến trong các thiết bị viễn thông. Một cách đơn giản, mạch dao động là mạch tạo ra tín hiệu.

1.2 Các thông số kỹ thuật, phân loại

Tổng quát, người ta thường chia ra làm 2 loại mạch dao động: Dao động điều hòa (harmonic oscillators) tạo ra các sóng sin và dao động tích thoát (thu

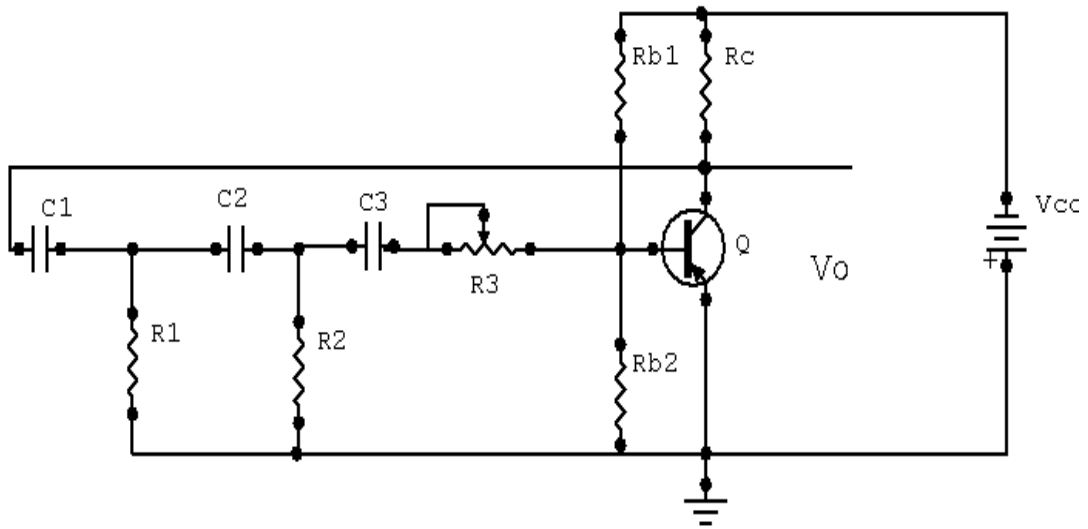
giãn - relaxation oscillators) thường tạo ra các tín hiệu không sin như răng cưa, tam giác, vuông (sawtooth, *triangular, square*).

2. Dao động dịch pha

Mục tiêu

- + Biết được mạch dao động dịch pha cơ bản
- + Hiểu được nguyên lý hoạt động
- + Lắp được mạch dao động dịch pha

2.1 Mạch điện cơ bản



H 4.10 Mạch dao động dịch pha

2.2 Nguyên lý mạch dao động dịch pha và ứng dụng

Điểm chính là mạch được mắc theo kiểu E chung. Sự hồi tiếp từ cực C đến cực B qua các linh kiện $C_1, C_2, C_3, R_1, R_2, R_3$ nối tiếp với đầu vào. Điện trở R_3 có tác dụng biến đổi tần số của mạch dao động. Đối với mỗi mạch dịch pha RC để tạo ra sự dịch pha 60° thì $C_1=C_2=C_3$ và $R_1=R_2=R_3$. Tần số của mạch dao động f_0 được tính:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot C_1 \cdot \sqrt{6R_1^2 \cdot 4R_1 \cdot R_c}}$$

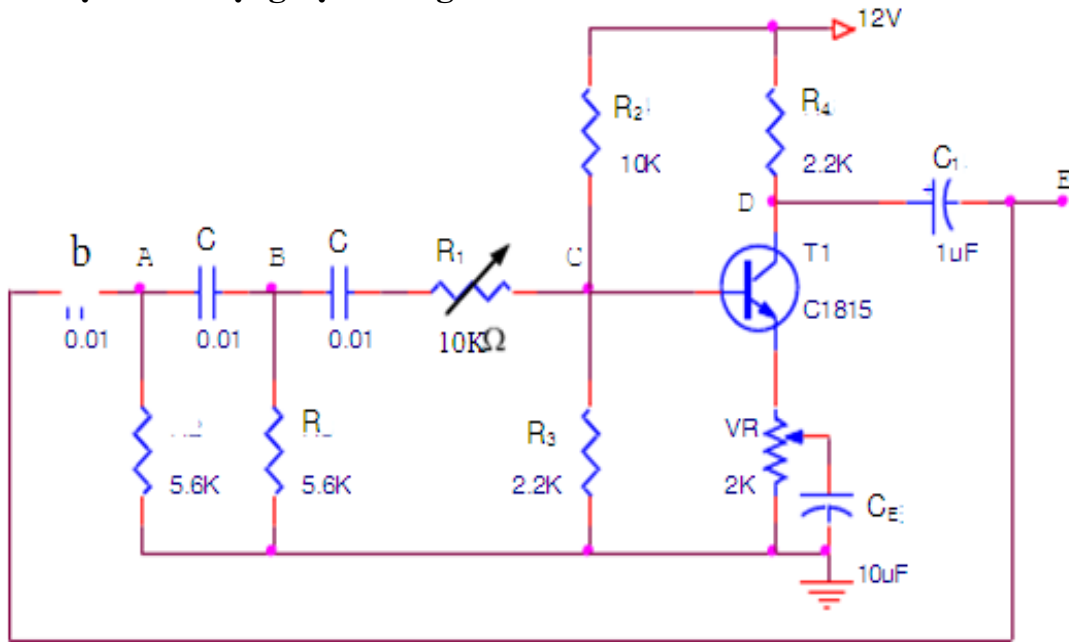
Hoạt động của mạch như sau: Khi được cấp nguồn Qua cầu chia thế R_{b1} và R_{b2} Q dẫn điện, điện áp trên cực C của Tranzito Q giảm được đưa trở về qua mạch hồi tiếp C_1, C_2, C_3 và R_1, R_2, R_3 và được di pha một góc 180° nên có biên độ tăng cùng chiều với ngõ vào (Hồi tiếp dương). Tranzito tiếp tục dẫn mạnh đến khi dẫn bão hoà thì các tụ xả điện làm cho điện áp tại cực B Tranzito giảm thấp, tranzito chuyển sang trạng thái ngưng dẫn đến khi xả hết điện, điện áp tại cực B tăng lên hình thành chu kỳ dẫn điện mới. Hình thành xung tín hiệu ở ngõ ra. Điểm quan trọng cần ghi nhớ là đường vòng hồi tiếp phải thoả mãn điều kiện là pha của tín hiệu ngõ ra qua mạch di pha phải lệch

một góc 180^0 , nếu không thoả mãn điều kiện này thì mạch không thể dao động được, hoặc dạng tín hiệu ngõ ra sẽ bị biến dạng không đối xứng.

Mạch thường được dùng để tạo xung có tần số điều chỉnh như mạch dao động dọc trong kỹ thuật truyền hình, do mạch làm việc kém ổn định khi nguồn cung cấp không ổn định hoặc độ ẩm môi trường thay đổi nên ít được sử dụng trong điện tử công nghiệp và các thiết bị cần độ ổn định cao về tần số

2.3 Lắp mạch dao động dịch pha

2.3.1 Mạch dao động dịch dùng BJT



2. Đo và ghi nhận các giá trị điện áp phân cực $V_{BE} = \dots\dots\dots$
 $V_{CE} = \dots\dots\dots$

(Lưu ý phân cực lại nếu cần để transistor ở chế độ khuếch đại)

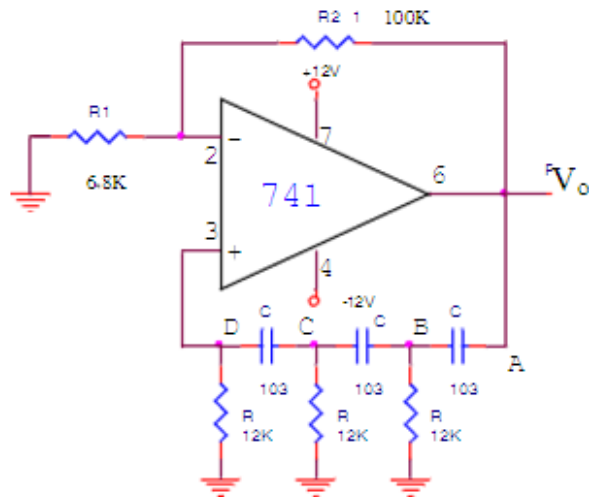
3. Dùng dao động ký đo và vẽ dạng sóng ra tại A, B, C, D, E.
 4. Đo tần số của mạch trên $f = \dots\dots\dots$
 5. Tính tần số dao động của mạch dao động dịch pha

$$f = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}} =$$

6. Thay giá trị tụ $C = 0,1\mu F$, làm lại các bước 4 đến 6

.....

2.3.2 Lắp mạch dao động dịch pha dùng IC



2. Dùng dao động ký đo và vẽ dạng sóng ra tại A, B, C, D, E.

3. Đo tần số của mạch trên $f = \dots\dots\dots$

4. Tính tần số dao động của mạch dao động dịch pha

$$f = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}} =$$

5. Thay giá trị tụ $C = 0,1\mu F$, làm lại các bước 2 đến 4

.....

.....

.....

.....

3. Mạch dao động hình sin:

Mục tiêu

- + Biết được nguyên lý hoạt động của mạch
- + Lắp được mạch dao động sóng sin

3.1 Nguyên tắc

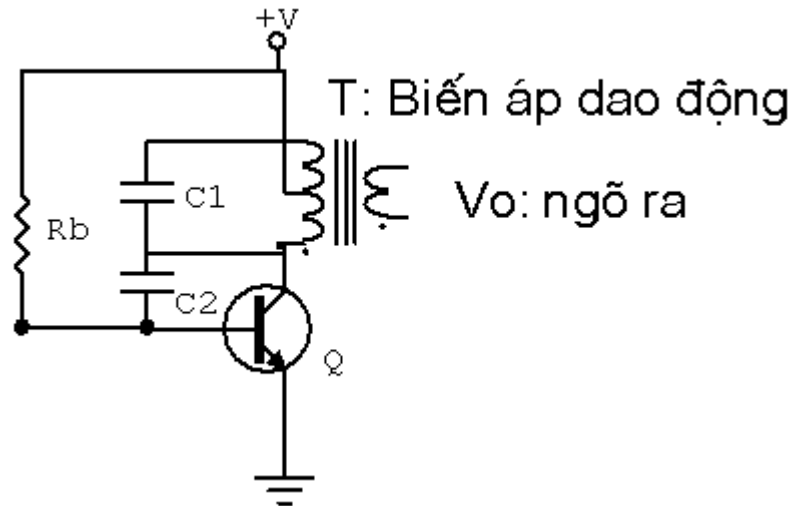
Dao động hình sin có ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực điện tử, chúng cung cấp nguồn tín hiệu cho các mạch điện tử trong quá trình làm việc. Có nhiều kiểu dao động hình sin khác nhau nhưng tất cả đều phải chứa hai thành phần cơ bản sau:

- *Bộ xác định tần số*: Nó có thể là một mạch cộng hưởng L-C hay một mạch R-C. Mạch cộng hưởng là sự kết hợp giữa điện cảm và tụ điện, tần số của mạch dao động chính là tần số của cộng hưởng riêng của mạch L-C. Mạch R-C không cộng hưởng tự nhiên nhưng sự dịch pha của mạch này được sử dụng để xác định tần số của mạch dao động.

- *Bộ duy trì*: có nhiệm vụ cung cấp năng lượng bổ xung đến bộ cộng hưởng để duy trì dao động. Bộ phận này bản thân nó phải có một nguồn cung cấp V_{dc} , thường là linh kiện tích cực như tranzito nó dẫn các xung điện đều đặn đến các mạch cộng hưởng để bổ xung năng lượng, phải đảm bảo độ dịch pha và độ lợi vừa đủ để bù cho sự suy giảm năng lượng trong mạch.

3.2 Mạch dao động

3.2.1 . Mạch dao động ba điểm điện cảm(Hartley): (hình 4.11)

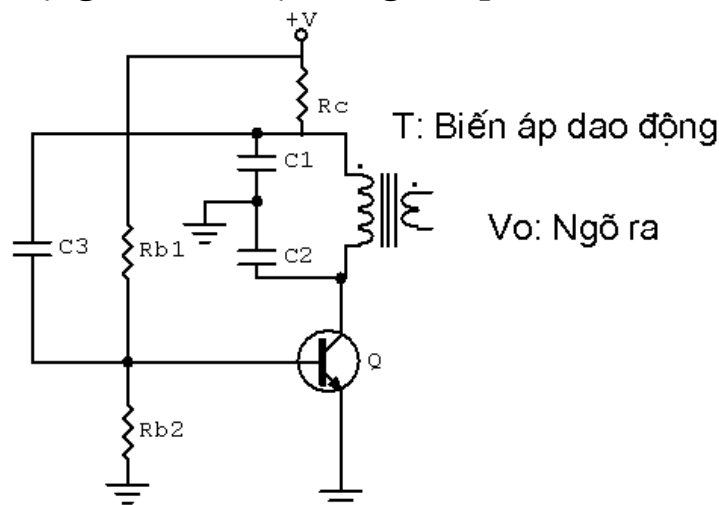


Hình 4.11 : Mạch dao động hình sin ba điểm điện cảm

Trên sơ đồ mạch được mắc theo kiểu E-C, với cuộn dây có điểm giữa, cuộn dây và tụ C_1 tạo thành một khung cộng hưởng quyết định tần số dao động của mạch. tụ C_2 làm nhiệm vụ hồi tiếp dương tín hiệu về cực B của tranzito để duy trì dao động. Mạch được phân cực bởi điện trở R_b .

Tín hiệu hồi tiếp được lấy trên nhánh của cuộn cảm nên được gọi là mạch dao động ba điểm điện cảm (hartley)

3.2.2 Mạch dao động ba điểm điện dung (Colpitts): (Hình 4.12)



Hình 4.12: Mạch dao động ba điểm điện dung

Trên sơ đồ mạch được mắc theo kiểu E-C với cuộn dây không có điểm giữa, khung cộng hưởng gồm cuộn dây mắc song song với hai tụ C1, C2 mắc nối tiếp nhau, tụ C3 làm nhiệm vụ hồi tiếp dương tín hiệu về cực B của tranzito Q để duy trì dao động, mạch được phân cực bởi cầu chia thế Rb1 và Rb2. Tín hiệu ngõ ra được lấy trên cuộn thứ cấp của biến áp dao động. trong thực tế để điều chỉnh tần số dao động của mạch người ta có thể điều chỉnh phạm vi hẹp bằng cách thay đổi điện áp phân cực B của Tranzito và điều chỉnh phạm vi lớn bằng cách thay đổi hệ số tự cảm của cuộn dây bằng lõi chỉnh đặt trong cuộn dây thay cho lõi cố định.

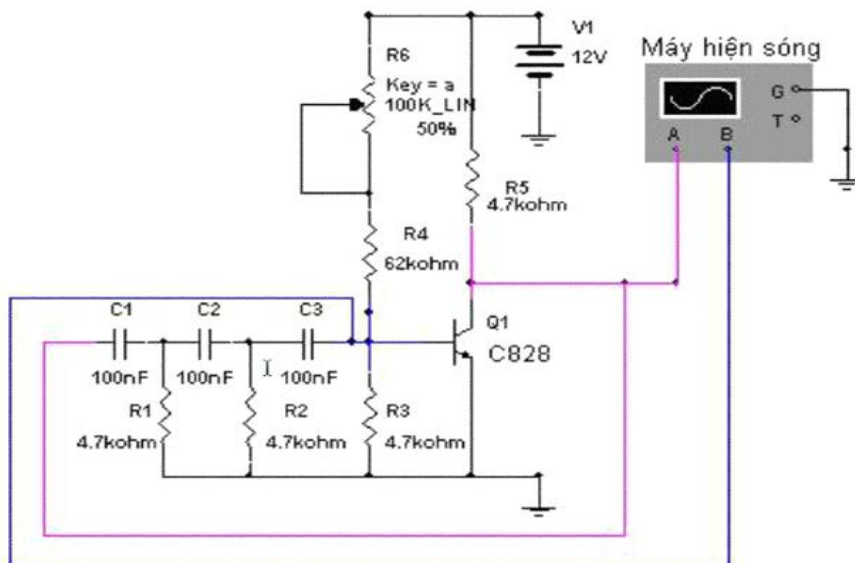
3.3 Lắp mạch dao động sóng sin

3.3.1 Mục đích và yêu cầu:

Nghiên cứu những kiến thức cơ bản về mạch dao động, tìm hiểu một số mạch tạo tín hiệu cơ bản

- Mạch tạo dao động hình sin dùng mạch dịch pha RC
- Mạch tạo dao động hình sin dùng mạch cộng hưởng LC
- Mạch tạo dao động đa hài dùng transistor

3.3.2 Các vật tư thiết bị chuẩn bị thực hành



STT	Tên vật tư, thiết bị	Số lượng
1.	Tranzito C828	01
2.	Điện trở 4,7K	04
3.	Điện trở 10K	01
4.	Biến trở 100K	01
5.	Tụ điện 0,1 μ F (104)	03
6.	Nguồn một chiều 6-12V	01
7.	Máy hiện sóng	01
8.	Các dụng cụ khác: Board, panh, kìm cắt, dao...	

3.3.3 Các bước thực hiện

Hủy mạch phản hồi, điều chỉnh chế độ một chiều của tầng khuếch đại, vặn biến trở VR sao cho $V_{CE} = (1/2) V_{CC}$.

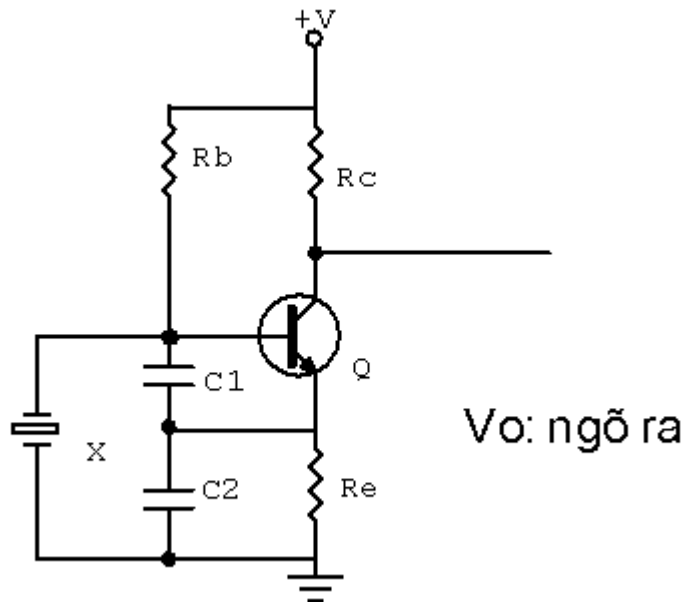
Nối mạch phản hồi cho mạch dao động, quan sát dạng tín hiệu trên máy hiện sóng, đo tần số bằng máy hiện sóng, so sánh tần số tính được bằng lý thuyết

4. Mạch dao động thạch anh

Mục tiêu

- + Giải thích được nguyên lý hoạt động của mạch dao động thạch anh
- + Lắp được mạch dao động thạch anh

4.1 Mạch dao động thạch anh



Hình 4.13 Mạch dao động dùng thạch anh

4.2 Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

Những tinh thể thạch anh đầu tiên được sử dụng bởi chúng có tính chất “áp điện”, có nghĩa là chúng chuyển các dao động cơ khí thành điện áp và ngược lại, chuyển các xung điện áp thành các dao động cơ khí. Tính chất áp điện này được Jacques Curie phát hiện năm 1880 và từ đó chúng được sử dụng vào trong các mạch điện tử do tích chất hữu ích này.

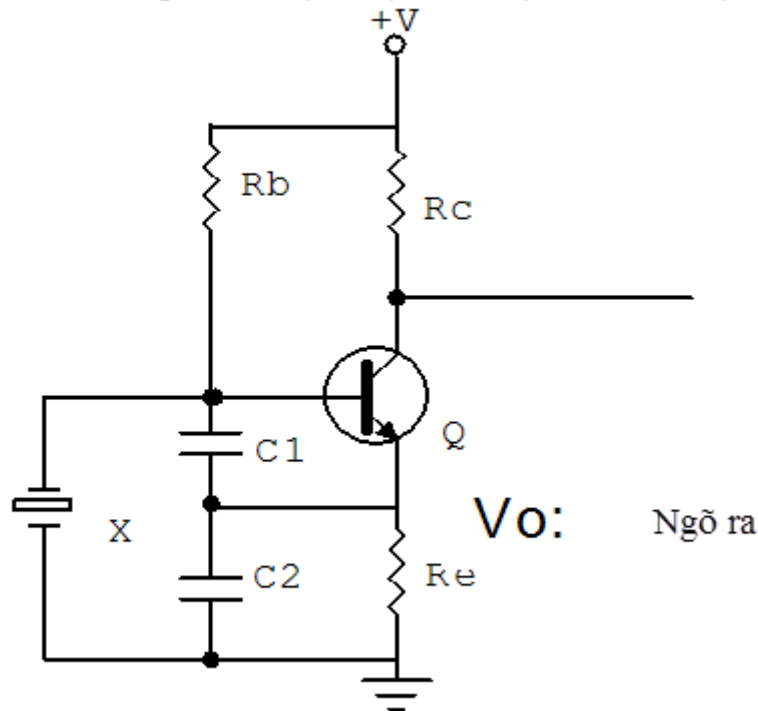
Một đặc tính quan trọng của tinh thể thạch anh là nếu tác động bằng các dạng cơ học đến chúng (âm thanh, sóng nước...) vào tinh thể thạch anh thì chúng sẽ tạo ra một điện áp dao động có tần số tương đương với mức độ tác động vào chúng, do đó chúng được ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực. Chẳng hạn kiểm soát những sự rung động trong các động cơ xe hơi để kiểm soát sự hoạt động của chúng.

Lần đầu tiên Walter G. Cady ứng dụng thạch anh vào một bộ kiểm soát dao động điện tử vào năm 1921. Ông công bố kết quả vào năm 1922 và đến năm 1927 thì Warren A. Marrison đã ứng dụng tinh thể thạch anh vào điều khiển sự hoạt động của các đồng hồ.

Ngày nay, mọi máy tính dù hiện đại nhất cũng vẫn sử dụng các bộ dao động tinh thể để kiểm soát các bus, xung nhịp xử lý.

❖ Nguyên lý hoạt động cơ bản

Thạch anh còn được gọi là gốm áp điện, chúng có tần số cộng hưởng tự nhiên phụ thuộc vào kích thước và hình dạng của phần tử gốm dùng làm linh kiện nên chúng có hệ số phẩm chất rất cao, độ rộng băng tần hẹp, nhờ vậy độ chính xác của mạch rất cao. Dao động thạch anh được ứng dụng rộng rãi trong các thiết bị điện tử có độ chính xác cao về mặt tần số như tạo nguồn sóng mang của các thiết bị phát, xung đồng hồ trong các hệ thống vi xử lý...

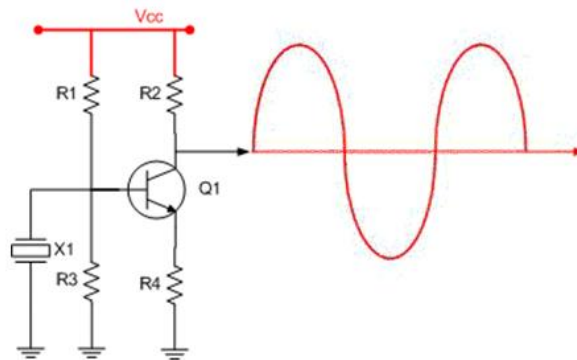


Hình 5.2 Mạch dao động dùng thạch anh

Nhiệm vụ các linh kiện trong mạch như sau:

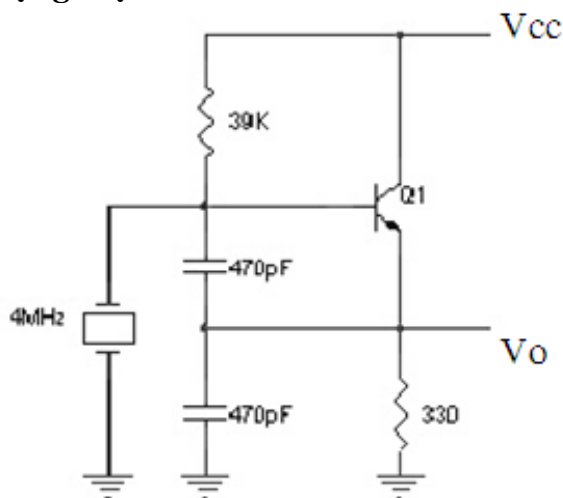
- Q: tranzito dao động
- R_c : Điện trở tải lấy tín hiệu ngõ ra
- R_e : Điện trở ổn định nhiệt và lấy tín hiệu hồi tiếp
- C_1, C_2 : Cầu chia thế dùng tụ để lấy tín hiệu hồi tiếp về cực B
- R_b : Điện trở phân cực B cho tranzito Q
- X: thạch anh dao động
- +V: Nguồn cung cấp cho mạch

Hoạt động của mạch như sau: Khi được cấp nguồn điện áp phân cực B cho tranzito Q đồng thời nạp điện cho thạch anh và hai tụ C1 và C2 làm cho điện áp tại cực B giảm thấp, đến khi mạch nạp đầy điện áp tại cực B tăng cao qua vòng hồi tiếp dương C1, C2 điện áp tại cực B tiếp tục tăng đến khi Tranzito dẫn điện báo hoả mạch bắt đầu xả điện qua tiếp giáp BE của tranzito làm cho điện áp tại cực B của tranzito giảm đến khi mạch xả hết điện bắt đầu lại một chu kỳ mới của tín hiệu. Tần số của mạch được xác định bởi tần số của thạch anh, dạng tín hiệu ngõ ra có dạng hình sin do đó để tạo ra các tín hiệu có dạng xung số cho các mạch điều khiển các tín hiệu xung được đưa đến các mạch dao động đa hài lưỡng ổn (FF) để sửa dạng tín hiệu.



- X1 : là thạch anh tạo dao động , tần số dao động được ghi trên thân của thạch anh, khi thạch anh được cấp điện thì nó tự dao động ra sóng hình sin. Thạch anh thường có tần số dao động từ vài trăm KHz đến vài chục MHz.
- Transistor Q1 khuếch đại tín hiệu dao động từ thạch anh và cuối cùng tín hiệu được lấy ra ở chân C.
- R1 vừa là điện trở cấp nguồn cho thạch anh vừa định thiên cho transistor Q1
- R2 là trở gánh tạo ra sụt áp để lấy ra tín hiệu

4.3 Lắp mạch dao động thạch anh



Nguồn $V_{cc} = 5V$, Q1 sử dụng loại C945

- Cắt đường nối thạch anh ra khỏi mạch: sử dụng VOM đo phân cực Q1.
- Nối thạch anh vào mạch: sử dụng dao động ký đo vẽ dạng sóng V_o .
- Gọi tên mạch. Tính tần số dao động theo thực tế và theo lý thuyết.

Bài tập thực hành cho học viên

Bài 2 : Các mạch dao động điều hoà dùng thạch anh

a. Mục tiêu của bài:

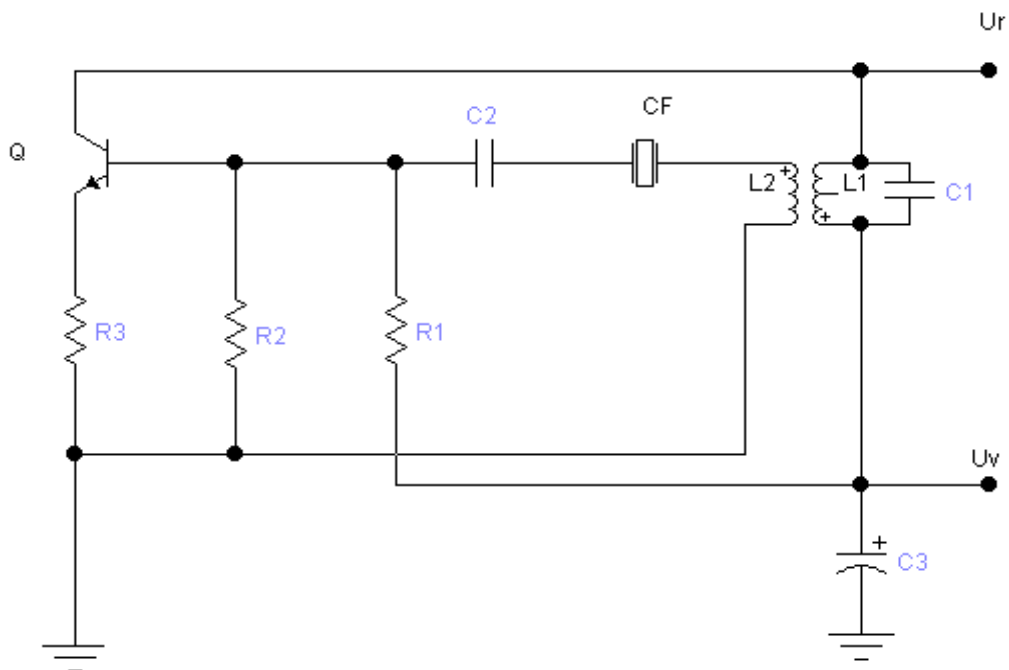
Học xong bài này người học sẽ có khả năng:

- Vẽ được sơ đồ nguyên lý, nêu tác dụng linh kiện và giải thích được nguyên lý làm việc của mạch .
- Lắp ráp và cân chỉnh được mạch điện đảm đúng quy trình.

b. Nội dung của bài:

Bộ tạo dao động dùng thạch anh với tần số cộng hưởng nối tiếp

a. Mạch điện.



b. Tác dụng của các linh kiện.

- L1, C1: Khung cộng hưởng
- L2 : hồi tiếp
- R1,R2: Định thiên phân áp cho Q
- R3 : Ổn định nhiệt
- C2, CF: Hồi tiếp dương
- C3: Tụ lọc nguồn .

c. Nguyên lý làm việc.

Khi được cấp nguồn mạch dao động với tần số cộng hưởng riêng của khung C_1, L_1 . Trong khung cộng hưởng có dao động, với tần số cộng hưởng đúng bằng tần số cộng hưởng nối tiếp của thạch anh, trở kháng của thạch anh nhỏ, thành phần hồi tiếp dương về cực B lớn.

Như vậy mạch tạo được dao động, tần số dao động của mạch chính là tần số cộng hưởng nối tiếp của thạch anh.

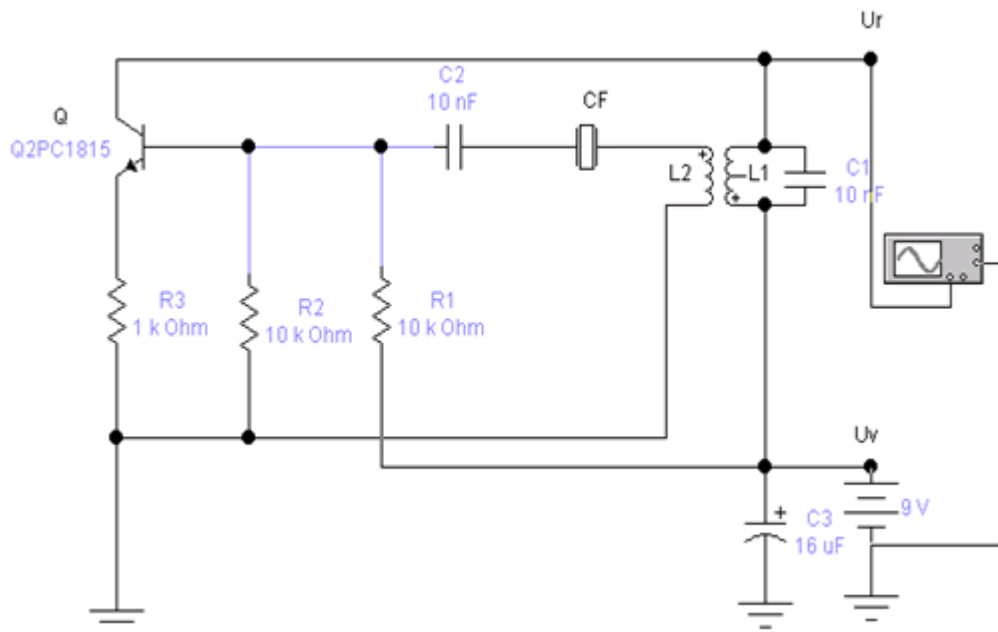
d. Tần số dao động của mạch.

Tần số dao động của mạch chính là tần số cộng hưởng nối tiếp của thạch anh, tần số này làm việc theo sự ổn định của thạch anh.

$$F_{đđ} = F_q$$

Bài 3: Lắp ráp và cân chỉnh mạch dao động dùng thạch anh với tần số cộng hưởng nối tiếp

a. Sơ đồ mạch



b. Chuẩn bị vật liệu linh kiện

Stt	Tên linh kiện	Số lượng
1	Q = C1815	1
2	C2 = 102(1nF)/104nF	1
3	C1 = 102(1nF)	1
4	C3 = 10 μ F/16V	1
5	R1 = R2 = 10k	2
6	R3 = 1k	1
7	CF = 455KHz	1
8	MBA âm tần 151/220	1

➤ Chuẩn bị vật liệu, linh kiện:

- *Vật liệu:* Thiếc, nhựa thông, cáp điện thoại, mạch in.
- *Linh kiện:* Chọn thông số các linh kiện theo sơ đồ mạch đã cho.

Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị:

Dụng cụ	Thiết bị
Mỏ hàn, Etô Panh kẹp Kìm cắt, kìm uốn Dao con, kéo	Đồng hồ vạn năng Máy hiện sóng 60MHz Bộ nguồn chân đế đa năng

c. Quy trình lắp ráp và cân chỉnh. (*Giáo viên làm mẫu theo trình tự, phân tích cho học sinh hiểu*)

Stt	Các bước công việc	Dụng cụ, thiết bị	Thao tác thực hành	Yêu cầu kỹ thuật
1	Kiểm tra Linh kiện	Đồng hồ vạn năng Bo mạch Pank kẹp Kìm, kéo Dao con	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính linh kiện - Vệ sinh linh kiện. - Đo sự liên kết của mạch in - Xác định vị trí đặt linh kiện, điểm đo, cấp nguồn. - Uốn nắn chân linh kiện cho phù hợp với vị trí lắp ráp. 	<ul style="list-style-type: none"> - Xác định được chất lượng linh kiện - Ngay ngắn sáng bóng - Đảm bảo thuận lợi cho thao tác cân chỉnh mạch. - Chân linh kiện không được uốn sát vào thân để bị đứt ngầm bên trong.
2	Lắp ráp mạch	Mỏ hàn ĐHVN Bo mạch Pank kẹp Kìm, kéo	<ul style="list-style-type: none"> - Gá lắp các linh kiện : Q, R1, R2, R3; C2, CF; C1, L1; C3; Máy biến áp - Đấu dây cấp nguồn. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lắp ráp đúng cực tính, giá trị của linh kiện. - Mối hàn đảm bảo tiếp xúc, bóng đẹp.

3	Kiểm tra nguội	Mỏ hàn ĐHVN Bo mạch Pank kẹp Kim, kéo	- Quan sát vị trí các linh kiện ngay ngắn, đúng vị trí. - Mối hàn, tiếp xúc của linh kiện với mạch, dây dẫn....	- Đúng vị trí, giá trị. - Sáng bóng, tiếp xúc tốt
	Cấp nguồn, đo thông số của mạch	ĐHVN Máy hiện sóng Bo mạch	- Đo điện áp vào, ra của mạch - Quan sát dạng tín hiệu ra.	- $U_v = (9-12)V_{dc}$; $U_r = (16-20)V_{ac}$ - Tín hiệu dạng Sin tuần hoàn
4	Cân chỉnh mạch	Mỏ hàn ĐHVN Bo mạch Pank kẹp Kim, kéo	- Thay thế giá trị của C1 cho phù hợp với L1, hoặc C2. - Thay R3 tăng lên 1,5k	- Đảm bảo mạch hoạt động đúng – tín hiệu chuẩn.

Yêu cầu đánh giá kết quả học tập

- ✓ Giải thích được nguyên lý hoạt động của mạch
- ✓ Lắp được mạch theo sơ đồ nguyên lý
- ✓ Nhận xét và rút kinh nghiệm thực hành cho học viên
- ✓ Kiểm tra

Bài 6
MẠCH ỔN ÁP
Mã bài: MĐ17-6

Giới thiệu

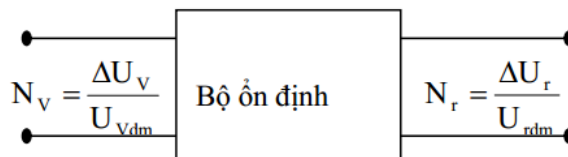
Nhiệm vụ của mạch ổn định điện áp là giữ cho điện áp đầu ra ổn định khi điện áp đầu vào thay đổi hay tải thay đổi. Để đánh giá độ ổn định của mạch ổn áp người ta đưa ra hệ số ổn định Ku

Mục tiêu:

- Phân tích được nguyên lý hoạt động, phạm vi ứng dụng của các mạch ổn áp cấp nguồn.
- Đo đạc, kiểm tra, sửa chữa một số mạch ổn áp theo yêu cầu kỹ thuật.
- Thiết kế, lắp ráp một số mạch ổn áp theo yêu cầu kỹ thuật.
- Thay thế một số mạch ổn áp hư hỏng theo số liệu cho trước.
- Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

1. Khái niệm:**1.1 Khái niệm ổn áp**

Hệ số ổn định điện áp Ku nói lên tác dụng của bộ ổn định đã làm giảm độ không ổn định điện áp ra trên tải đi bao nhiêu lần so với đầu vào.



Độ không ổn định đầu vào

$$N_v = \frac{\Delta U_v}{U_{vdm}}$$

Độ không ổn định điện áp đầu ra

$$N_r = \frac{\Delta U_r}{U_{rdm}}$$

$\Delta U_v, \Delta U_r$ là độ lệch lớn nhất về 1 phía của điện áp đầu vào và đầu ra so với các giá trị định mức đầu vào, đầu ra U_{vdm}, U_{rdm} . Vậy độ ổn định điện áp của bộ ổn áp.

- Dải ổn định D_u, D_i nói lên độ rộng của khoảng làm việc của bộ ổn áp, ổn dòng.
- Hiệu suất: khi làm việc các bộ ổn định cũng tiêu hao năng lượng điện trên chúng, do đó hiệu suất của bộ ổn định

$$\eta = \frac{P_r}{P_v} = \frac{P_r}{P_r + P_{th}}$$

P_r : Công suất có ích trên tải của bộ ổn định

P_v : Công suất mà bộ ổn định yêu cầu từ đầu vào

P_{th} : Công suất tổn hao trên bộ ổn định

1.2 Thông số kỹ thuật của mạch ổn áp

- Dải điện áp ngõ vào:
- Dòng điện vào:
- Tần số:
- Điện áp cung cấp ngõ ra :
- Dòng điện DC:

1.3 Phân loại mạch ổn áp

Tùy theo nhu cầu về điện áp, dòng điện tiêu thụ, độ ổn định mà trong kỹ thuật người ta phân chia mạch ổn áp thành hai nhóm gồm ổn áp xoay chiều và ổn áp một chiều.

Ổn áp xoay chiều dùng để ổn áp nguồn điện từ lưới điện trước khi đưa vào mạng cục bộ hay thiết bị điện. Ngày nay với tốc độ phát triển của kỹ thuật người ta có các loại ổn áp như: ổn áp bù từ, ổn áp dùng mạch điện tử, ổn áp dùng linh kiện điện tử....

Ổn áp một chiều dùng để ổn định điện áp cung cấp bên trong thiết bị, mạch điện của thiết bị theo từng khu vực, từng mạch điện tùy theo yêu cầu ổn định của mạch điện. Người ta có thể chia mạch ổn áp một chiều thành hai nhóm lớn là ổn áp tuyến tính và ổn áp không tuyến tính (còn gọi là ổn áp xung). việc thiết kế mạch điện cũng đa dạng phức tạp, từ ổn áp dùng Diot zener, ổn áp dùng tranzito, ổn áp dùng IC... Trong đó mạch ổn áp dùng tranzito rất thông dụng trong việc cấp điện áp thấp, dòng tiêu thụ nhỏ cho các thiết bị và mạch điện có công suất tiêu thụ thấp.

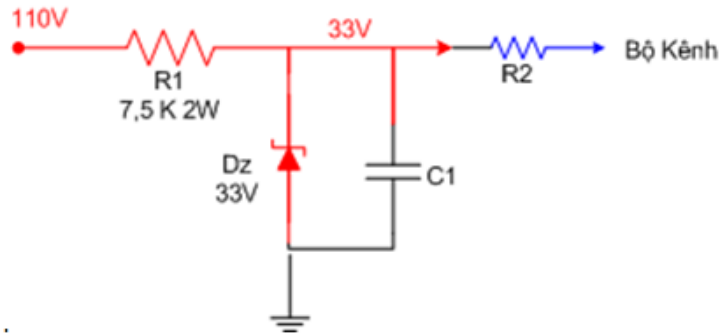
2. Mạch ổn áp tham số

Mục tiêu

- + Biết được nguyên lý mạch ổn áp dung diode zener và mạch ổn áp dung transistor
- + Lắp được mạch ổn áp cơ bản

2.1. Mạch ổn áp tham số dùng diode zener

a. Mạch ổn áp dùng diode zener



Hình 6.1: Mạch ổn áp dùng diode zener

Mạch ổn áp tạo áp 33V cố định cung cấp cho mạch dò kênh trong Ti vi màu

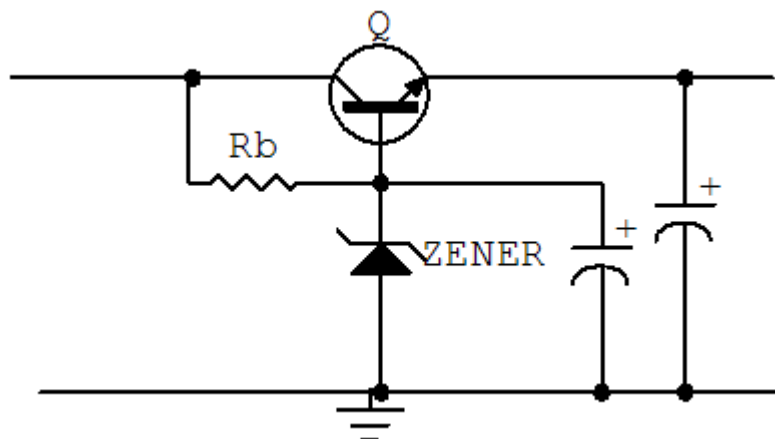
Từ nguồn 110V không cố định thông qua điện trở hạn dòng R1 và gim trên Dz 33V để lấy ra một điện áp cố định cung cấp cho mạch dò kênh. Khi thiết kế một mạch ổn áp như trên ta cần tính toán điện trở hạn dòng sao cho dòng điện ngược cực đại qua Dz phải nhỏ hơn dòng mà Dz chịu được, dòng cực đại qua Dz là khi dòng qua R2 = 0

Như sơ đồ trên thì dòng cực đại qua Dz bằng sụt áp trên R1 chia cho giá trị R1, gọi dòng điện này là I1 ta có

$$I_1 = (110 - 33) / 7500 = 77 / 7500 \sim 10\text{mA}$$

Thông thường ta nên để dòng ngược qua Dz $\leq 25\text{ mA}$

b. Mạch lợi dụng tính ổn áp của diot zener và điện áp phân cực thuận cho tranzito để thiết lập mạch ổn áp (Hình 6.2)



Hình 6.2: Mạch ổn áp tham số dùng tranzito NPN

Q: Tranzito ổn áp

R_b: Điện áp phân cực B cho tranzito và diot zêne

Ở mạch này cực B của tranzito được giữ mức điện áp ổn định nhờ diot zêne và điện áp ngõ ra là điện áp của điện áp zêne và điện áp phân cực thuận của tranzito

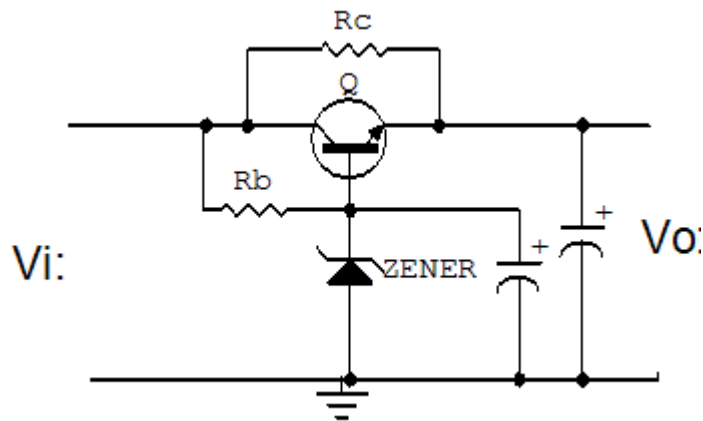
$$V_o = V_z + V_{be}$$

V_z : Điện áp zêner

V_{be} : Điện áp phân cực thuận của Tranzito (0,5 – 0,8v)

Điện áp cung cấp cho mạch được lấy trên cực E của tranzito, tùy vào nhu cầu mạch điện mà mạch được thiết kế có dòng cung cấp từ vài mA đến hàng trăm mA, ở các mạch điện có dòng cung cấp lớn thường song song với mạch được mắc thêm một điện trở R_c khoảng vài chục đến vài trăm Ohm như hình 6.3 gọi là trở gánh dòng.

Việc chọn tranzito cũng được chọn tương thích với dòng tiêu thụ của mạch điện để tránh dư thừa làm mạch điện cồng kềnh và dòng phân cực qua lớn làm cho điện áp phân cực V_{be} không ổn định dẫn đến điện áp cung cấp cho tải kém ổn định.

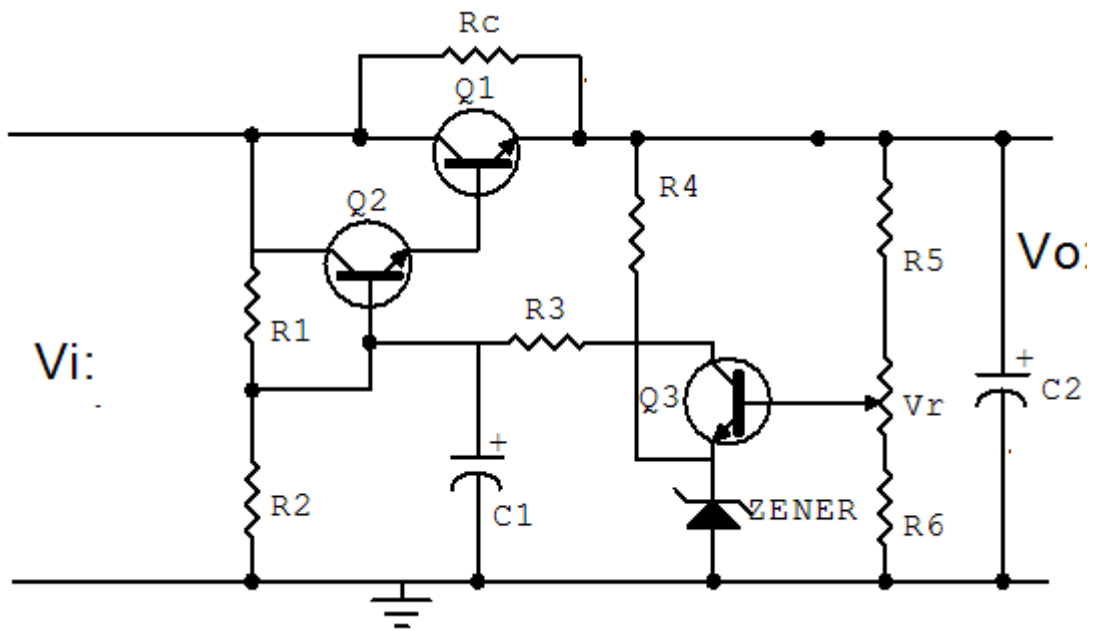


Hình 6.3: Mạch ổn áp tham số dùng tranzito NPN có điện trở gánh dòng

Dòng điện cấp cho mạch là dòng cực C của tranzito nên khi dòng tải thay đổi dòng cực C thay đổi theo làm trong khi dòng cực B không thay đổi, nên mặc dù điện áp không thay đổi (trên thực tế sự thay đổi không đáng kể) nhưng dòng tải thay đổi làm cho tải làm việc không ổn định.

c. Mạch ổn áp có điều chỉnh: Hình 6.4

Mạch ổn áp này có thể điều chỉnh được điện áp ngõ ra và có độ ổn định cao nhờ đường vòng hồi tiếp điện áp ngõ ra nên còn được gọi là ổn áp có hồi tiếp.



Hình 6.4: Mạch ổn áp có điều chỉnh

Nhiệm vụ của các linh kiện trong mạch như sau:

- + Q_1 : Tranzito ổn áp, cấp dòng điện cho mạch
- + Q_2 : Khuếch đại điện áp một chiều
- + Q_3 : So sánh điện áp được gọi là dò sai
- + R_c : Trở gánh dòng
- + R_1, R_2 : Phân cực cho Q_2
- + R_3 : Hạn dòng cấp nguồn cho Q_3
- + R_4 : Phân cực cho zener, tạo điện áp chuẩn cố định cho cực E Q_3 gọi là tham chiếu
- + R_5, R_6, V_r : cầu chia thế phân cực cho B Q_3 gọi là lấy mẫu.
- + C_1 : Chống đột biến điện áp.
- + C_2 : Lọc nguồn sau ổn áp cách li nguồn với điện áp một chiều từ mạch ngoài.

• **Hoạt động của mạch được chia làm hai giai đoạn như sau:**

Giai đoạn cấp điện: Là giai đoạn lấy nguồn ngoài cấp điện cho mạch được thực hiện gồm R_c, Q_1, Q_2, R_1, R_2 Nhờ quá trình cấp điện từ nguồn đến cực C của Q_1, Q_2 và phân cực nhờ cầu chia điện áp R_1, R_2 làm cho hai tranzito Q_1, Q_2 dẫn điện. Trong đó Q_2 dẫn điện phân cực cho Q_1 , dòng qua Q_1 cùng với dòng qua điện trở R_c gánh dòng cấp nguồn cho tải. Trong các mạch có dòng cung cấp thấp thì không cần điện trở gánh dòng R_c .

Giai đoạn ổn áp: Điện áp ngõ ra một phần quay trở về Q_3 qua cầu chia thế R_5, R_6, V_r đặt vào cực B. do điện áp tại chân E được giữ cố định nên điện áp tại cực C thay đổi theo điện áp tại cực B nhưng ngược pha, qua điện trở R_3

đặt vào cực B của Q_2 khuếch đại điện áp một chiều thay đổi đặt vào cực B của Q_1 để điều chỉnh điện áp ngõ ra, cấp điện ổn định cho mạch. Điện áp ngõ ra có thể điều chỉnh được khoảng 20% so với thiết kế nhờ biến trở V_r . Hoạt động của Q_1 trong mạch giống như một điện trở biến đổi được để ổn áp.

Mạch ổn áp này có dòng điện cung cấp cho mạch tương đối lớn có thể lên đến vài Amp và điện áp cung cấp lên đến hàng trăm Volt.

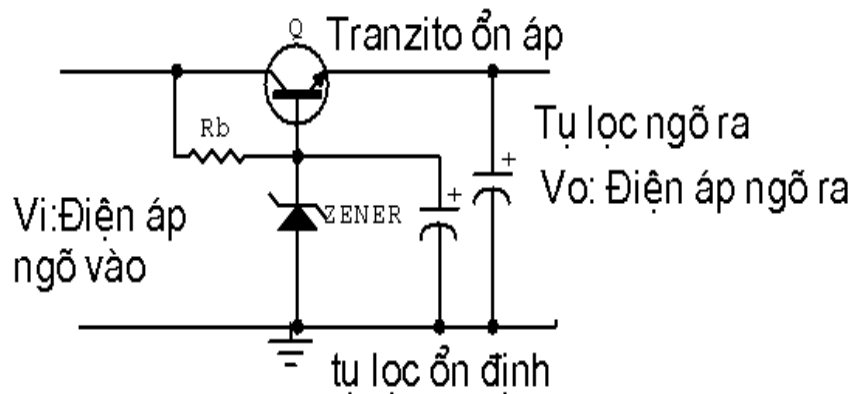
- **Ưu nhược điểm:**

Mạch có ưu điểm dễ thiết kế, dễ kiểm tra, sửa chữa tuy nhiên mạch có nhiều nhược điểm cụ thể là mạch kém ổn định khi nguồn ngoài thay đổi, sụt áp trên nguồn tương đối lớn nên tổn thất công suất trên nguồn cao nhất là các mạch có công suất lớn cần phải có thêm bộ tản nhiệt nên cồng kềnh. Không cách li được nguồn trong và ngoài nên khi Q_1 bị thủng gây ra hiện tượng quá áp trên mạch gây hư hỏng mạch điện, độ ổn định không cao

2.2 Mạch ổn áp tham số dùng transistor

a. Mạch ổn áp tham số:

Mạch lợi dụng tính ổn áp của diot zêne và điện áp phân cực thuận của tranzito để thiết lập mạch ổn áp (Hình 6.5)



Hình 6.5 : Mạch ổn áp tham số dùng tranzito NPN

Q: Tranzito ổn áp

R_b : Điện áp phân cực B cho tranzito và diot zêne

Ở mạch này cực B của tranzito được giữ mức điện áp ổn định nhờ diot zêne và điện áp ngõ ra là điện áp của điện áp zêne và điện áp phân cực thuận của tranzito

$$V_o = V_z + V_{be}$$

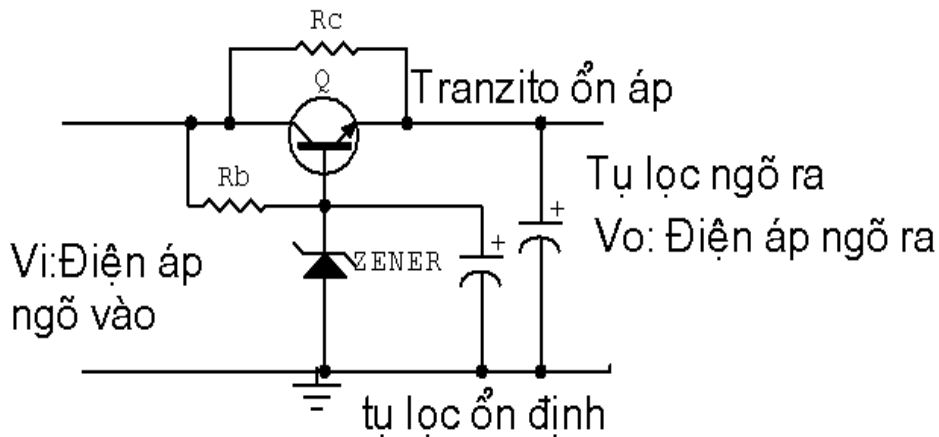
V_z : Điện áp zêne

V_{be} : Điện áp phân cực thuận của Tranzito (0,5 – 0,8v)

Điện áp cung cấp cho mạch được lấy trên cực E của tranzito, tùy vào nhu cầu mạch điện mà mạch được thiết kế có dòng cung cấp từ vài mA đến

hàng trăm mA, ở các mạch điện có dòng cung cấp lớn thường song song với mạch được mắc thêm một điện trở R_c khoảng vài chục đến vài trăm Ohm như hình 6.6 gọi là trở gánh dòng.

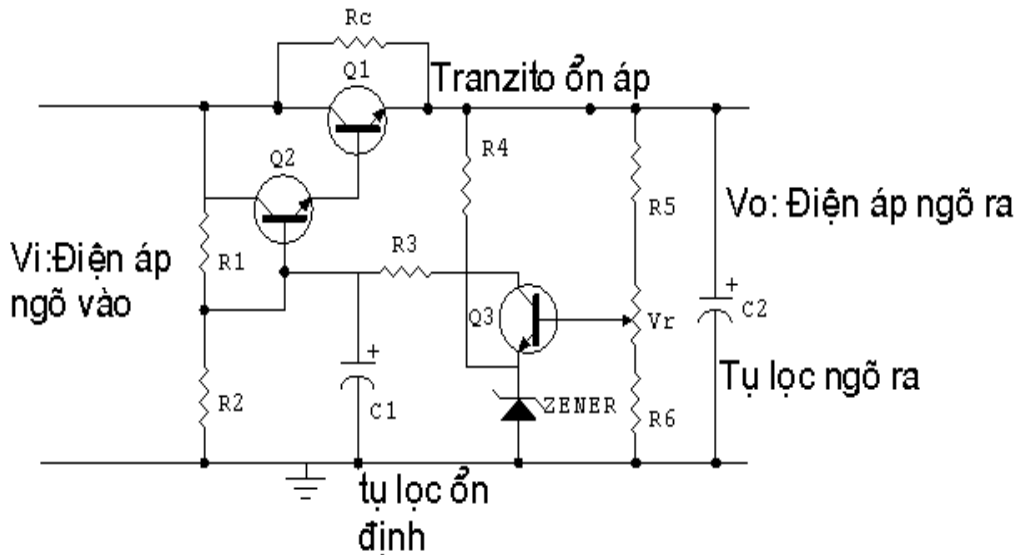
Việc chọn tranzito cũng được chọn tương thích với dòng tiêu thụ của mạch điện để tránh dư thừa làm mạch điện cồng kềnh và dòng phân cực qua lớn làm cho điện áp phân cực V_{be} không ổn định dẫn đến điện áp cung cấp cho tải kém ổn định.



Hình 6.6: Mạch ổn áp tham số dùng tranzito NPN có điện trở gánh dòng

b. Mạch ổn áp có điều chỉnh: Hình 6.7

Mạch ổn áp này có thể điều chỉnh được điện áp ngõ ra và có độ ổn định cao nhờ đường vòng hồi tiếp điện áp ngõ ra nên còn được gọi là ổn áp có hồi tiếp.



Hình 6.7: Mạch ổn áp có điều chỉnh

Nhiệm vụ của các linh kiện trong mạch như sau:

- + Q_1 : Tranzito ổn áp, cấp dòng điện cho mạch
- + Q_2 : Khuếch đại điện áp một chiều
- + Q_3 : So sánh điện áp được gọi là dò sai

- + R_c : Trở gánh dòng
- + R_1, R_2 : Phân cực cho Q_2
- + R_3 : Hạn dòng cấp nguồn cho Q_3
- + R_4 : Phân cực cho zener, tạo điện áp chuẩn cố định cho cực E Q_3 gọi là tham chiếu
- + R_5, R_6, V_r : cầu chia thế phân cực cho B Q_3 gọi là lấy mẫu.
- + C_1 : Chống đột biến điện áp.
- + C_2 : Lọc nguồn sau ổn áp cách li nguồn với điện áp một chiều từ mạch ngoài.

□ **Hoạt động của mạch được chia làm hai giai đoạn như sau:**

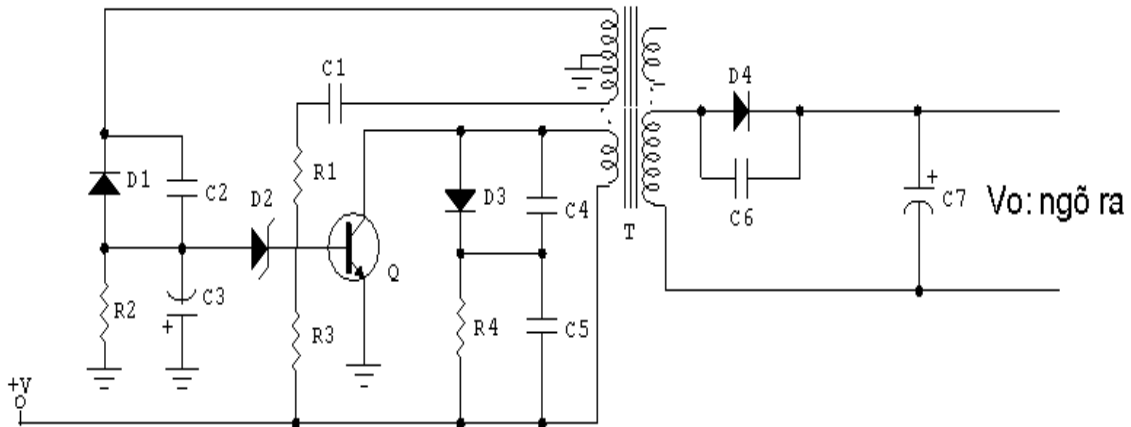
Giai đoạn cấp điện: Là giai đoạn lấy nguồn ngoài cấp điện cho mạch được thực hiện gồm R_c, Q_1, Q_2, R_1, R_2 Nhờ quá trình cấp điện từ nguồn đến cực C của Q_1, Q_2 và phân cực nhờ cầu chia điện áp R_1, R_2 làm cho hai tranzito Q_1, Q_2 dẫn điện. Trong đó Q_2 dẫn điện phân cực cho Q_1 , dòng qua Q_1 cùng với dòng qua điện trở R_c gánh dòng cấp nguồn cho tải. Trong các mạch có dòng cung cấp thấp thì không cần điện trở gánh dòng R_c .

Giai đoạn ổn áp: Điện áp ngõ ra một phần quay trở về Q_3 qua cầu chia thế R_5, R_6, V_r đặt vào cực B. do điện áp tại chân E được giữ cố định nên điện áp tại cực C thay đổi theo điện áp tại cực B nhưng ngược pha, qua điện trở R_3 đặt vào cực B Q_2 khuếch đại điện áp một chiều thay đổi đặt vào cực B của Q_1 để điều chỉnh điện áp ngõ ra, cấp điện ổn định cho mạch. Điện áp ngõ ra có thể điều chỉnh được khoảng 20% so với thiết kế nhờ biến trở V_r . Hoạt động của Q_1 trong mạch giống như một điện trở biến đổi được để ổn áp.

Mạch ổn áp này có dòng điện cung cấp cho mạch tương đối lớn có thể lên đến vài Amp và điện áp cung cấp lên đến hàng trăm Volt.

c. Mạch ổn áp không tuyến tính:

Mạch ổn áp không tuyến tính có nhược điểm khó thiết kế nhưng có nhiều ưu điểm như: có độ ổn định cao ngay cả khi nguồn ngoài thay đổi, tổn thất công suất thấp, không gây hư hỏng cho mạch điện khi ổn áp bị đánh thủng và có thể thiết kế được các mức điện áp, và dòng điện theo ý muốn. Trong thực tế mạch ổn áp không tuyến tính cũng có nhiều dạng mạch khác nhau, trong đó mạch dùng tranzito và IC là thông dụng hiện nay Chủ yếu là ổn áp kiểu xung dùng dao động nghẹt . Mạch điện điển hình dùng tranzito có dạng mạch đơn giản như hình 6.8



Hình 6.8: Mạch ổn áp ổn áp kiểu xung dùng dao động nghệt

Trong mạch Tranzito Q đóng vai trò là phần tử dao động đồng thời là phần tử ổn áp, T là biến áp dao động nghệt đồng thời là biến áp tạo nguồn thứ cấp cung cấp điện cho mạch điện hoặc thiết bị. C_1 , R_1 giữ vai trò là mạch hồi tiếp xung để duy trì dao động. R_4 làm nhiệm vụ phân cực ban đầu cho mạch hoạt động. D_3 , R_4 , C_4 , C_5 làm nhiệm vụ chống quá áp bảo vệ tranzito. Các linh kiện D_1 , R_2 , C_3 , C_2 . Tạo nguồn cung cho mạch ổn áp. D_2 làm nhiệm vụ tạo điện áp chuẩn cho mạch ổn áp gọi là tham chiếu.

Hoạt động của mạch cũng tương tự như mạch ổn áp có điều chỉnh gồm có hai giai đoạn.

Giai đoạn tạo nguồn. Được thực hiện như sau: Điện áp một chiều từ nguồn ngoài được tiếp tế đến cực C của Q qua cuộn sơ cấp của biến áp T , một phần được đưa đến cực B của tranzito qua điện trở phân cực R_3 làm cho tranzito chuyển trạng thái từ không dẫn điện sang trạng thái dẫn điện sinh ra dòng điện chạy trên cuộn sơ cấp của biến áp T , dòng điện biến thiên này cảm ứng lên các cuộn thứ cấp hình thành xung hồi tiếp về cực B của Tranzito Q để duy trì dao động gọi là dao động nghệt. Xung dao động nghệt lấy trên cuộn thứ cấp khác được nắn bởi điôt D_4 và lọc bởi tụ C_7 hình thành nguồn một chiều thứ cấp cung cấp điện áp cho mạch điện lúc này điện áp ngõ ra chưa được ổn định.

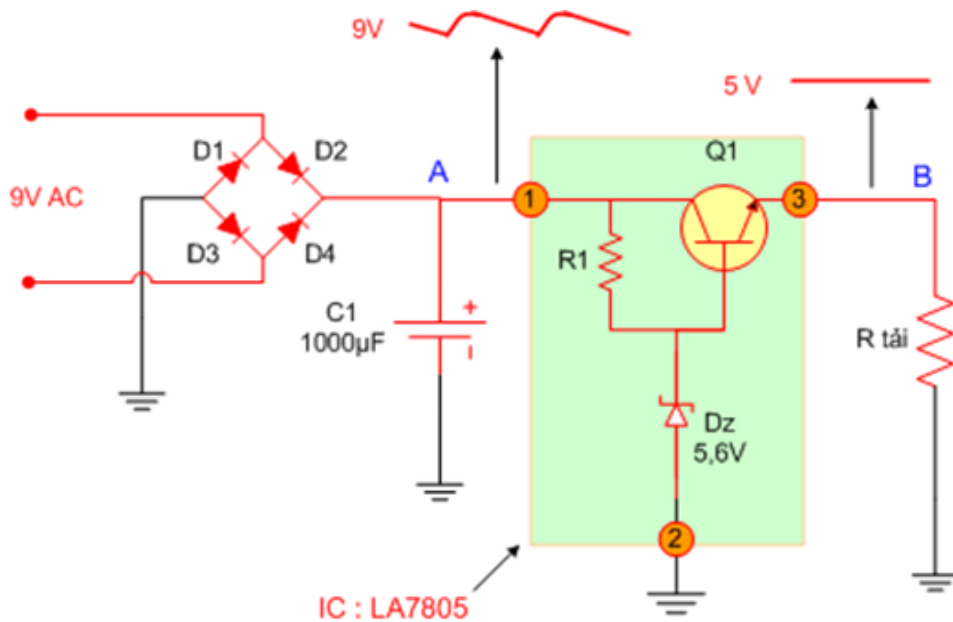
Giai đoạn ổn áp. Được thực hiện bởi một nhánh thứ cấp khác nắn lọc xung để hình thành điện áp một chiều có giá trị âm nhờ D_1 , C_3 đặt vào cực B của tranzito Q qua Diôt zener D_2 điều chỉnh điện áp phân cực của tranzito Q để ổn định điện áp ngõ ra. Giữ điện áp ngõ ra được ổn định.

Để hiểu rõ nguyên tắc ổn định điện áp của mạch, giả thuyết điện áp ngõ ra tăng đồng thời cũng làm cho điện áp âm được hình thành từ D_1 và C_3 cũng tăng làm cho điện áp tại anôt của zener D_2 tăng kéo theo điện áp tại catôt giảm làm giảm dòng phân cực cho Q ổn áp dẫn điện yếu điện áp ngõ ra giảm

bù lại sự tăng ban đầu giữ ở mức ổn định. Hoạt động của mạch xảy ra ngược lại khi điện áp ngõ ra giảm cũng làm cho điện áp âm tại Anod của D_2 giảm làm cho điện áp tại catôt tăng nên tăng phân cực B cho tranzito Q do đó Q dẫn mạnh làm tăng điện áp ngõ ra bù lại sự giảm ban đầu điện áp ra ổn định.

Mạch điện Hình 6.8 chỉ được dùng cung cấp nguồn cho các mạch điện có dòng tiêu thụ nhỏ và sự biến động điện áp ngõ vào thấp. Trong các mạch cần có dòng tiêu thụ lớn, tầm dò sai rộng thì cấu trúc mạch điện phức tạp hơn, dùng nhiều linh kiện hơn, kể cả tranzito, các thành phần của hệ thống ổn áp được hoàn chỉnh đầy đủ sẽ có: ổn áp, dò sai, tham chiếu, lấy mẫu và bảo vệ nếu hệ thống nguồn cần độ an toàn cao.

d. Mạch ổn áp dùng IC ổn áp



Hình 6.2: Mạch ổn áp dùng IC

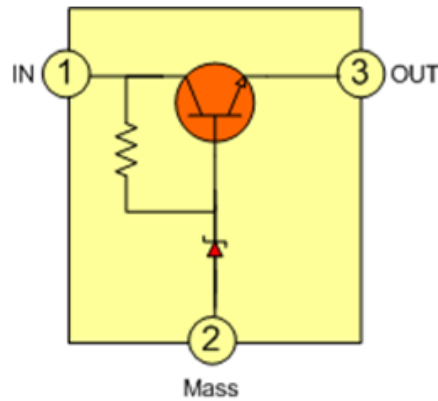
Mạch ổn áp dùng Diode Zener như trên có ưu điểm là đơn giản nhưng nhược điểm là cho dòng điện nhỏ ($\leq 20\text{mA}$). Để có thể tạo ra một điện áp cố định nhưng cho dòng điện mạnh hơn nhiều lần người ta mắc thêm Transistor để khuếch đại về dòng như sơ đồ dưới đây.

Ở mạch trên điện áp tại điểm A có thể thay đổi và còn gợn xoay chiều nhưng điện áp tại điểm B không thay đổi và tương đối phẳng.

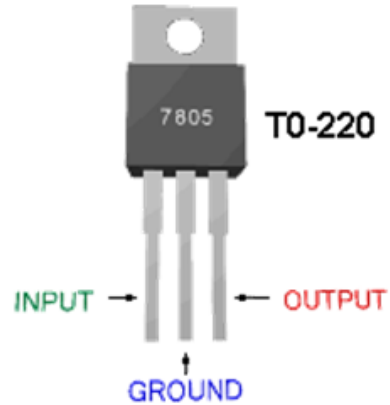
Nguyên lý ổn áp : Thông qua điện trở R1 và Dz gim cố định điện áp chân B của Transistor Q1, giả sử khi điện áp chân

E đèn Q1 giảm \Rightarrow khi đó điện áp UBE tăng \Rightarrow dòng qua đèn Q1 tăng \Rightarrow làm điện áp chân E của đèn tăng, và ngược lại ...

Mạch ổn áp trên đơn giản và hiệu quả nên được sử dụng rất rộng rãi và người ta đã sản xuất các loại IC họ LA78.. để thay thế cho mạch ổn áp trên, IC LA78.. có sơ đồ mạch như phần mạch có màu xanh của sơ đồ trên.



IC ổn áp họ LA78..



IC ổn áp LA7805

Hình 6.3 IC ổn áp

Lưu ý :

Họ IC78.. chỉ cho dòng tiêu thụ khoảng 1A trở xuống, khi ráp IC trong mạch thì $U_{in} > U_{out}$ từ 3 đến 5V khi đó IC mới phát huy tác dụng

❖ Mạch ổn áp tuyến tính 78XX- 79XX

Họ 78xx: Ổn định điện áp dương. xx là giá trị điện áp đầu ra chẳng hạn 7805: 5V, 7809:9V...

- Họ 79xx: Ổn định điện áp âm, xx là giá trị điện áp đầu ra chẳng hạn 7905:-5V, 7909:-9V,...

- Kết hợp của 78xx + 79xx sẽ tạo ra được bộ nguồn đối xứng

78xx để ổn định điện áp dương đầu ra với điện áp đầu vào luôn luôn lớn hơn đầu ra 3V.

78xx gồm 3 chân :



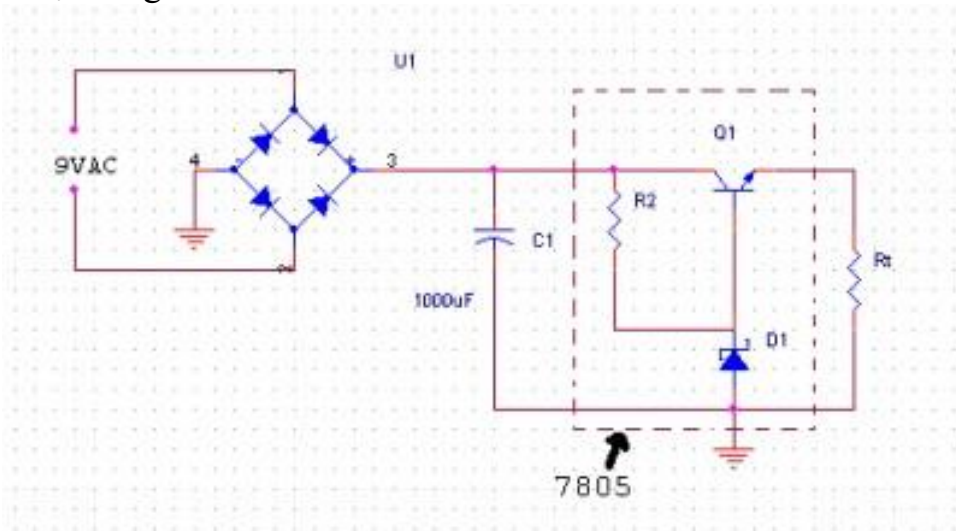
1 : Vin - Nguồn vào

2 : GND - Nối đất

3 : Vo - Nguồn ra.

Nguyên lý mạch: Mạch ổn áp dùng Diode Zener có ưu điểm là đơn giản nhưng nhược điểm là cho dòng điện bé ($\leq 20\text{mA}$). Để có thể tạo ra một điện áp ổn định nhưng cho dòng điện lớn hơn người ta mắc thêm Transistor để khuếch đại dòng như sơ đồ hình dưới.

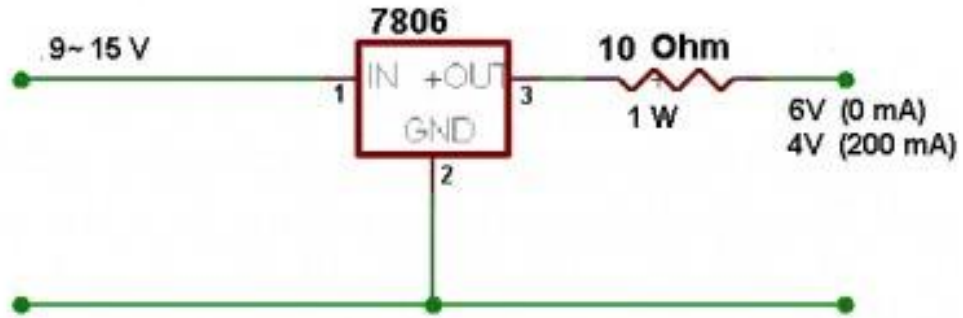
Nguyên lý mạch: Mạch ổn áp dùng Diode Zener có ưu điểm là đơn giản nhưng nhược điểm là cho dòng điện bé ($\leq 20\text{mA}$). Để có thể tạo ra một điện áp ổn định nhưng cho dòng điện lớn hơn người ta mắc thêm Transistor để khuếch đại dòng như sơ đồ hình dưới.



Hình 6.4: Mạch ổn áp dùng zener

Ở mạch trên điện áp tại điểm 3 có thể thay đổi và còn gọn xoay chiều nhưng điện áp tại điểm Rt không thay đổi và tương đối phẳng. Thông qua điện trở R2 và D1 gim cố định điện áp chân Rt của Transistor Q1, giả sử khi điện áp chân E transistor Q1 giảm => khi đó điện áp UBE tăng => dòng qua transistor Q1 tăng => làm điện áp chân E của transistor Q1 tăng, và ngược lại ...

Mạch ổn áp trên đơn giản và hiệu quả nên được sử dụng rất rộng rãi và người ta đã sản xuất các loại IC họ LA78.. để thay thế cho mạch ổn áp trên, IC LA78.. sẽ thay thế cho phần mạch đánh dấu bằng nét đứt của sơ đồ trên.

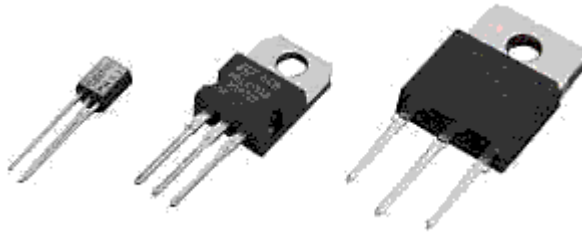


Hình 6.5: Mạch ổn áp dùng IC ổn áp

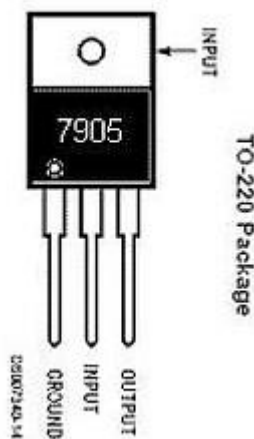
* Seri 78XX: LA7805, LA7808, LA7809, LA7812 là dòng cho điện áp ra tương ứng với dòng là 1A. Ngoài ra còn các seri khác chịu được dòng
 78Lxx Chuyển đổi điện áp dương từ +5V --> +24V. Dòng 0.1A
 78Mxx Chuyển đổi điện áp dương từ +5V --> +24V. Dòng 0.5A
 78Sxx Chuyển đổi điện áp dương từ +5V --> +24V. Dòng 0.2A

79xx

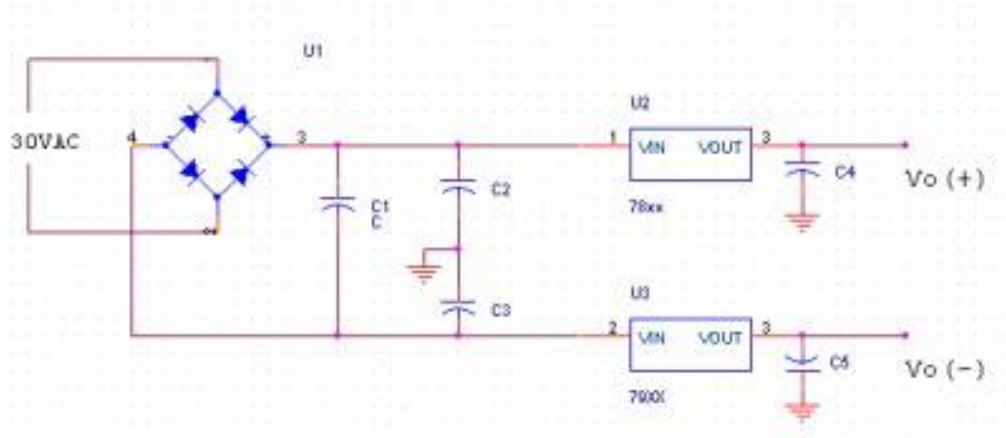
Cũng như họ 78xx, họ 79xx hoạt động tương tự nhưng điện áp đầu ra là âm (-).



Chân của 79xx thì khác với 78xx, được xác định như hình bên dưới



Sử dụng kết hợp 78xx với 79xx tạo nguồn đối xứng



Hình 6.6: Mạch ổn áp nguồn đối xứng

2.3 Lắp mạch ổn áp tham số

Mục tiêu

- + Rèn luyện kỹ năng thi công mạch
- + Giải thích sơ đồ nguyên lý mạch
- + Giải thích nguyên lý bảo vệ quá dòng, bảo vệ quá áp

Dụng cụ thực hành

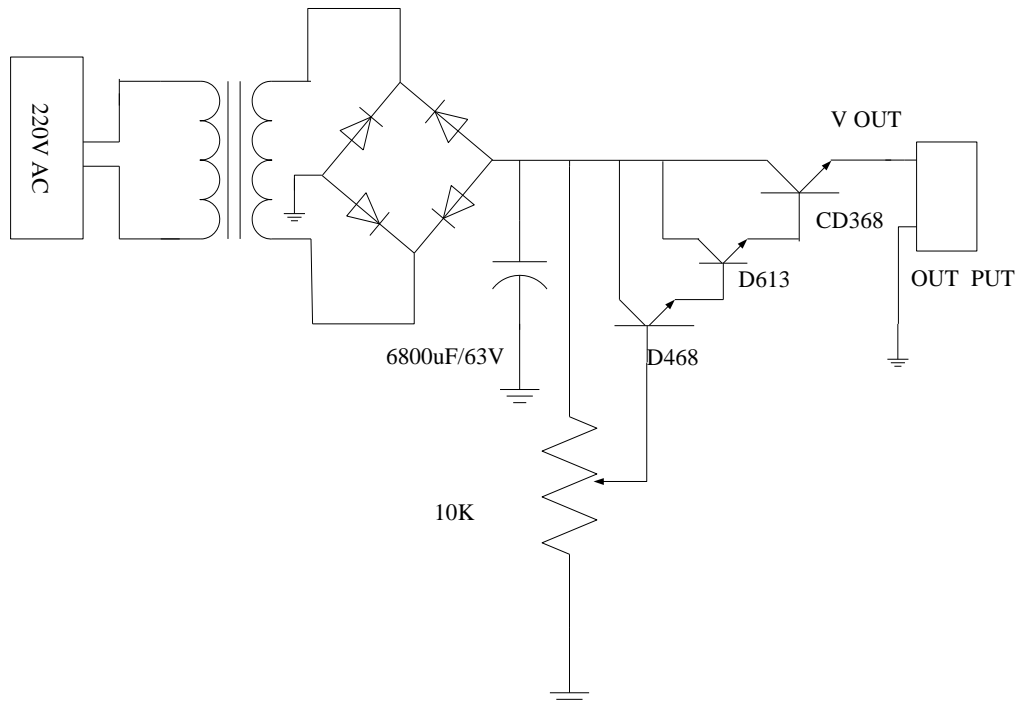
- + Bàn thực hành
- + Mạch in đã làm trước
- + Mỏ hàn, chì hàn, kìm cắt
- + VOM, dao động ký
- + Linh kiện điện tử

Chuẩn bị lý thuyết

- + Nguyên lý hoạt động của mạch ổn áp có dòng tải lớn
- + Công dụng BJT ghép darlington
- + % ổn áp là gì, công thức tính % ổn áp
- + ảnh hưởng của khối tạo áp chuẩn, trong mạch ổn áp tuyến tính
- + cách vẽ mạch in bằng các phần mềm điện tử
- + cách thi công mạch in đã được vẽ bằng phần mềm

Nội dung thực hành

Bài 1: Lắp mạch ổn áp tuyến tính



Hình 6.7: Mạch ổn áp tuyến tính

Chỉnh biến trở sao cho $V_{out} = 12V$

Đo giá trị các đại lượng sau

V_i	V_{out}	$V_{CE T1}$	$V_{B T3}$	$V_{AC IN}$

- Gắn tải sao cho $I_L = 1A$ (có thể dùng đèn tròn 12V/10W) hoặc dùng điện trở 12 Ω - cần lưu ý công suất của điện trở

- Đo các giá trị các đại lượng sau

V_i	V_{out}	$V_{CE T1}$	$V_{B T3}$	$V_{AC IN}$

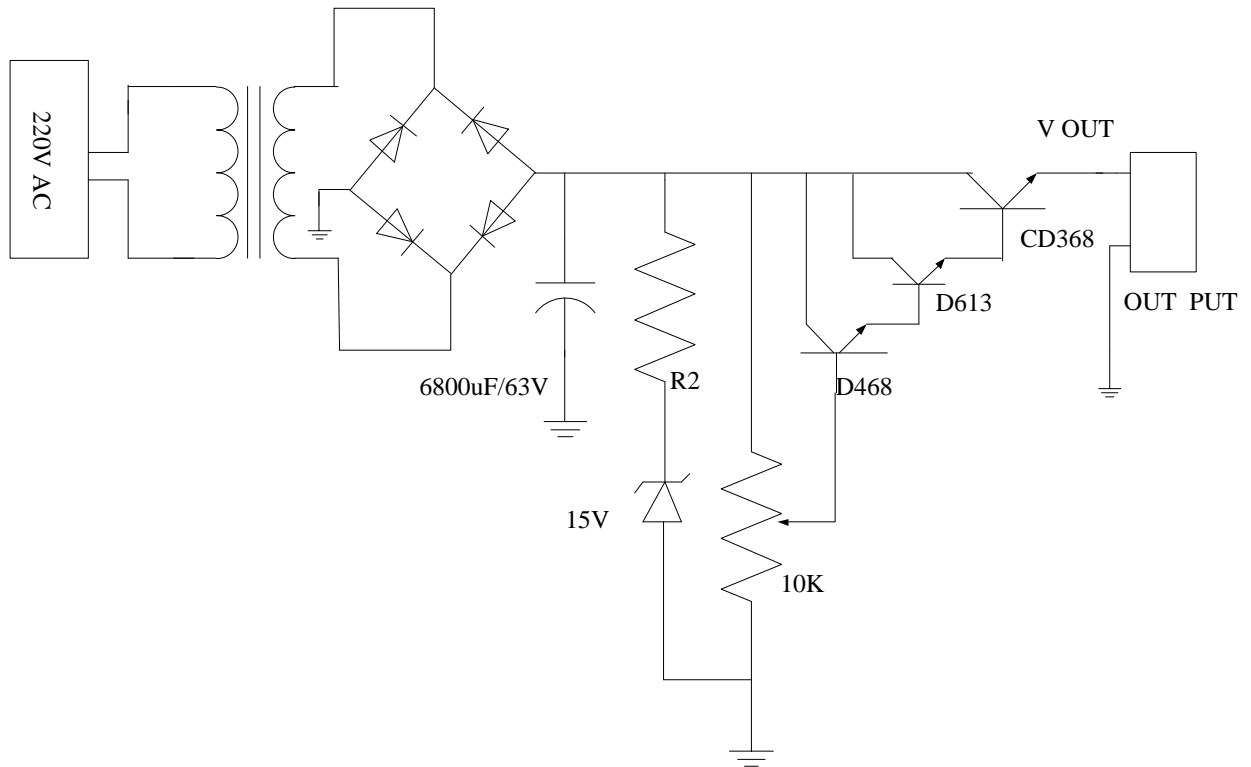
Từ V_{out} đo được ở trên, tính

I_L	P_{Q3}	Phần trăm ổn áp theo tải = $(V_{out \text{ có tải }})/(V_{out \text{ không tải }}) \times 100\%$

Cho mạch hoạt động 10 phút, đo nhiệt độ miếng tản nhiệt (hoặc sờ tay lên miếng tản nhiệt của transistor công suất quan sát độ nóng của transistor công suất

Bài thực hành nâng cao

Bài 2: Mạch ổn áp tuyến tính có diode zener



Hình 6.8: Mạch ổn áp dùng diode zener

- Tính giá trị của R2 sao cho dòng qua zener là 10mA
- Chọn biến trở sao cho $V_{out} = 12V$
- Đo giá trị các đại lượng sau

V_i	V_{out}	$V_{CE T1}$	$V_{B T3}$	$V_{AC IN}$

- **Gắn tải** sao cho $I_L = 1A$ (có thể dùng đèn tròn 12V/10W) hoặc dùng điện trở 12Ω - cần lưu ý công suất của điện trở
- **Đo các giá trị các đại lượng sau**

V_i	V_{out}	$V_{CE T1}$	$V_{B T3}$	$V_{AC IN}$

Từ V_{out} đo được ở trên, tính

I_L	P_{Q3}	Phần trăm ổn áp theo tải = $(V_{out \text{ có tải}} / (V_{out \text{ không tải}})) \times 100\%$

Cho mạch hoạt động 10 phút, đo nhiệt độ miếng tản nhiệt (hoặc sờ tay lên miếng tản nhiệt của transistor công suất quan sát độ nóng của transistor công suất)

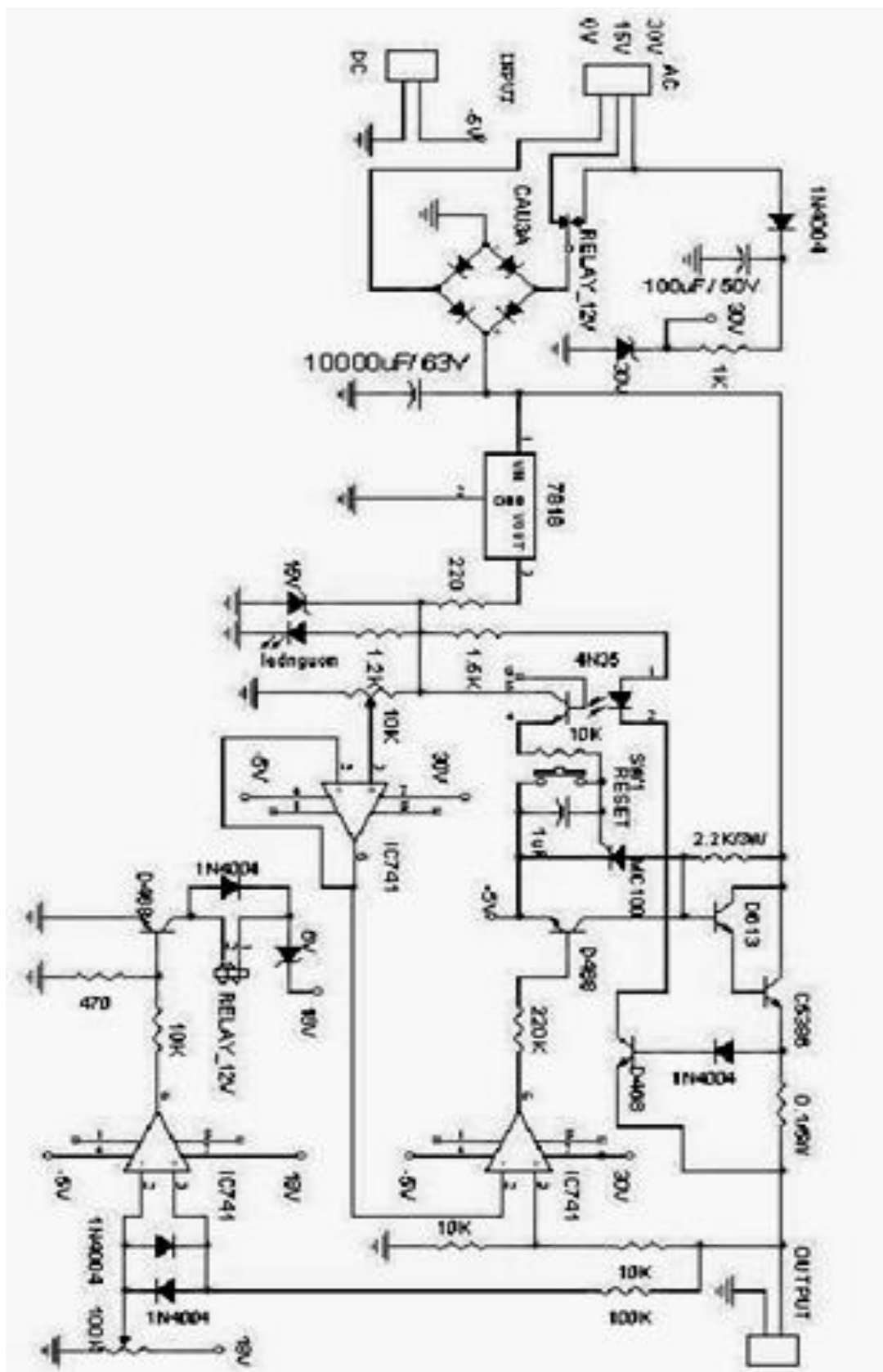
Phần 2: thi công mạch

a. Yêu cầu

- Giải thích sự hoạt động của mạch trước khi thi công
- Thiết kế và ủ mạch in ở nhà

b. Trình tự lắp ráp các linh kiện như sau

- Bước 1: lắp mạch chỉnh lưu tụ lọc, đo và kiểm tra điện áp trên tụ lọc nguồn
- Bước 2: lắp các zener ổn áp, điện áp trên các zener đạt yêu cầu không?, nếu không, kiểm tra lại các giá trị điện trở hạn dòng cho zener
- Bước 3: lắp biến trở điều chỉnh điện áp và đo kiểm tra điện áp trên chân số 2 của biến trở, nếu điện áp này thay đổi từ 0V – 15V khi ta chỉnh biến trở là tốt
- Bước 4: lắp op- amp khuếch đại đệm, đo điện áp ngõ ra của IC này(chân số 6), nếu điện áp này thay đổi từ 0V -15V khi chúng ta chỉnh biến trở là tốt
- Bước 5: ngắt mạch B-E của transistor công suất (khi chưa gắn tải thì chưa cần thiết lắp transistor công suất), lắp các linh kiện còn lại, ngoại trừ các linh kiện bảo vệ. chỉnh biến trở, nếu như V_{out} thay đổi từ 0V – 30V là mạch đã hoạt động.
- Bước 6: tháo rời điểm nối B-E ở trên, lắp transistor công suất và các linh kiện còn lại.
- Bước 7: kiểm tra hoạt động của mạch bằng cách gắn tải sao cho $I_L = 1A$, tính phần trăm ổn áp theo tải
- Bước 8: Ngắt mạch ngõ ra để kiểm tra hoạt động của mạch bảo vệ.



Hình 6.9: Mạch ổn áp có bảo vệ ngắn mạch

Yêu cầu đánh giá

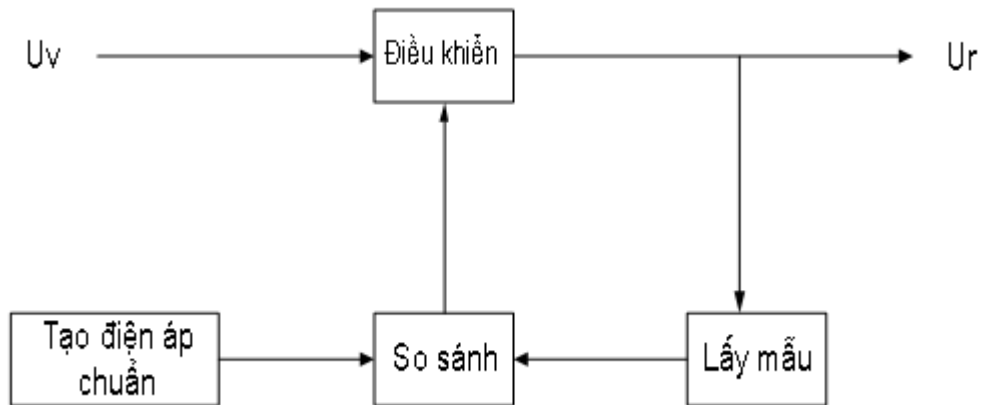
- Nguyên lý hoạt động của từng mạch
- Kết quả đo
- Kết quả vẽ mạch in bằng phần mềm điện tử

3. Mạch ổn áp có hồi tiếp

Mục tiêu

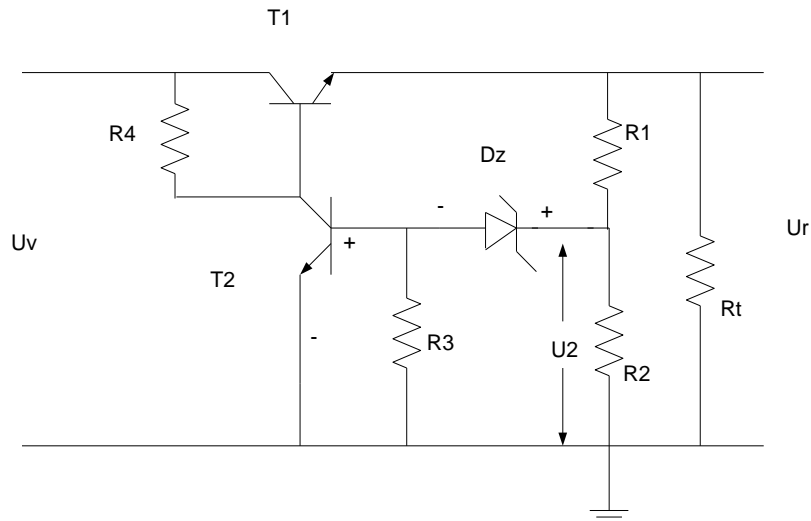
- + Hiểu được cấu trúc cơ bản dạng mạch có hồi tiếp
- + Lắp được mạch ổn áp có hồi tiếp

3.1 Các thành phần cơ bản của mạch ổn áp



- + Mạch ổn áp kiểu bù
- + Mạch ổn áp nối tiếp dùng khuếch đại thuật toán
- + Mạch hạn chế dòng điện .

3.2 Mạch ổn áp kiểu bù



Hai điện trở $R1$ và $R2$ đóng vai trò như một mạch lấy mẫu, diode zener Dz cung cấp điện áp tham chiếu và transistor $T2$ điều khiển dòng bazơ của transistor $T1$ để thay đổi dòng qua transistor $T1$ duy trì được điện áp đầu ra.

Nếu điện áp đầu ra tăng qua phân áp R1 và R2, điện áp U2 tăng làm điện áp Ube của T2 tăng (điện áp Uz không đổi), làm dòng qua T2 tăng dẫn đến dòng Ib của T1 giảm làm cho dòng qua tải giảm. điện áp đầu ra giảm, vì vậy duy trì được điện áp đầu ra của mạch. Trường hợp đầu ra giảm, giải thích tương tự

Điện áp U2 bằng tổng của điện áp Ube của T2 và Uz và được tính

$$U_2 = U_{BE2} + U_z = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_r$$

Do đó điện áp đầu ra U_r được xác định

$$U_r = \frac{R_1 + R_2}{R_2} (U_z + U_{BE2})$$

Ví dụ: Cho mạch điện như hình vẽ trên

Trong đó $R_1 = 20k.\text{ohm}$, $U_z = 8.3V$, $R_2 = 30K.\text{ohm}$. Tính điện áp ổn áp ngõ ra.

3.3 Mạch ổn áp kiểu xung

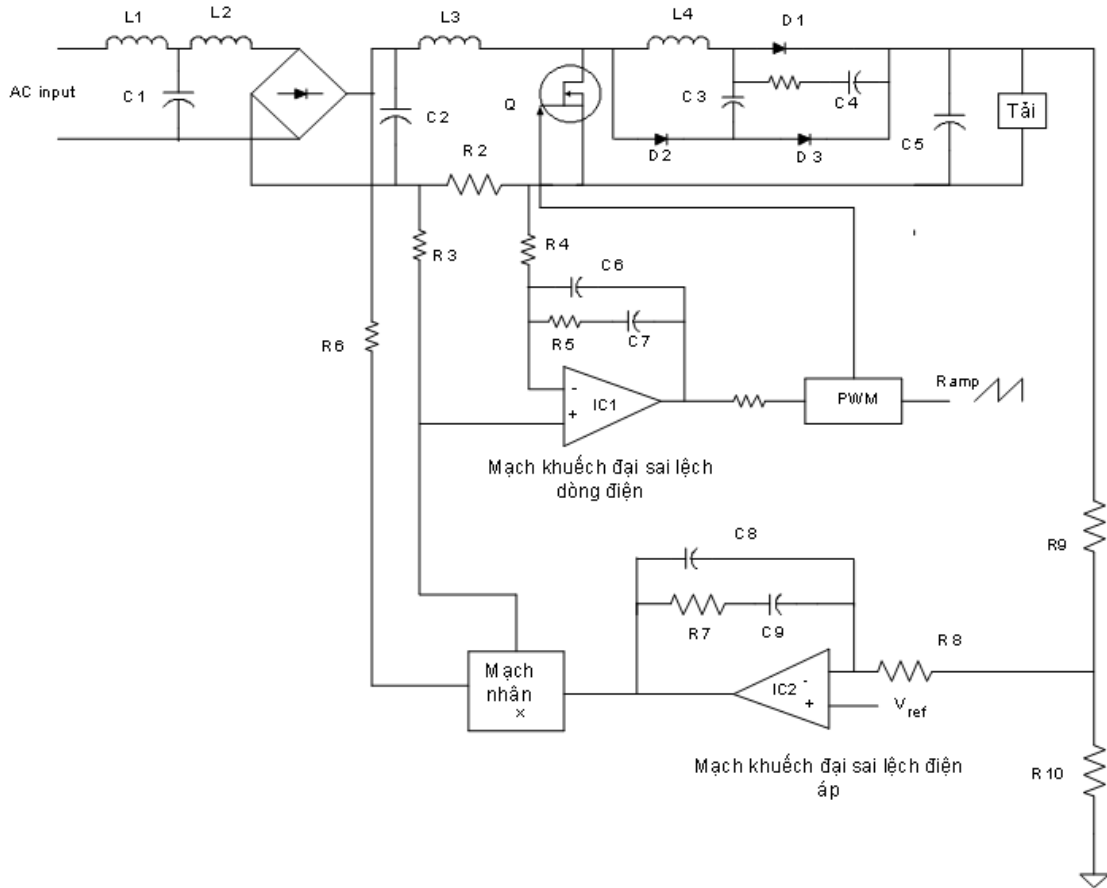
Mạch này cung cấp điện áp ổn áp ngõ ra 400VDC. Phạm vi điện áp AC cho phép thay đổi trong khoảng 85VAC – 246VAC. Chức năng của mạch như sau:

Cuộn dây lọc nhiễu điện từ L_1, C_1 và L_2 . Cầu diode chỉnh lưu từ AC sang DC.

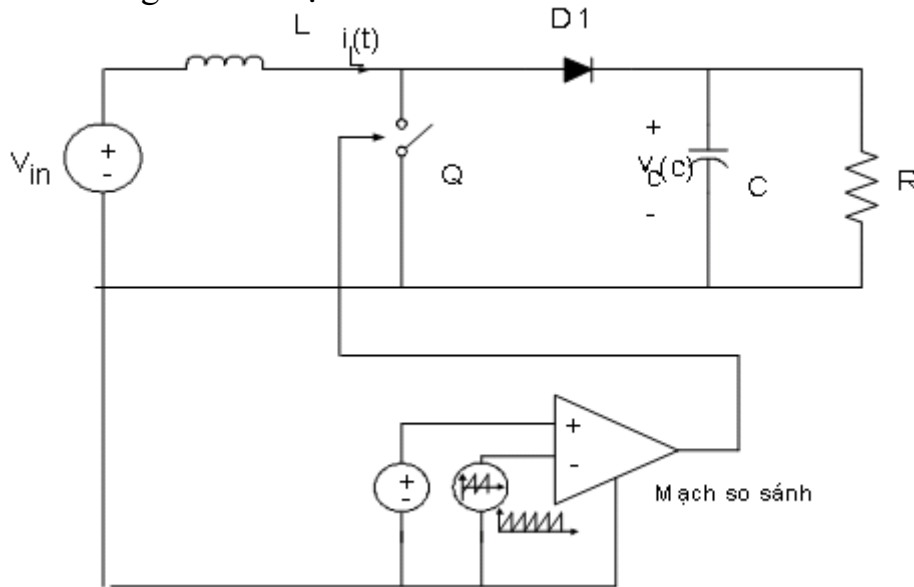
Các phần tử cơ bản L_3, Q, D_1, C_5 là thành phần chính trong mạch boost converter. Tụ C_2 dùng để lọc độ gợn tần số switching của điện áp AC. Các phần tử L_4, D_2, C_3, D_3, R_1 và C_4 phụ trợ cho diode D_1 tạo dòng điện phục hồi.

Mạch điều khiển vòng lặp có ổn áp gồm $R_9, R_{10}, R_8, C_9, C_8, C_7$ và IC2 phát hiện điện áp sai lệch từ điện áp phản hồi đưa về. Ngõ ra của IC2 được đưa về mạch nhân (mạch tích đạo hàm) chỉnh lưu điện áp ngõ vào, do đó tạo ra tín hiệu dòng điện mẫu tại ngõ ra của khối mạch nhân.

Vòng lặp ổn áp dòng điện được thực hiện bởi $R_2, R_3, R_4, C_6, C_5, C_7$ và IC1 tạo ra tín hiệu sai lệch dòng điện tại ngõ vào dương của IC1 đưa vào bộ PWM, mạch PWM so sánh với tín hiệu răng cưa để tạo ra tín hiệu chi kỳ làm việc dùng để điều khiển Q.



Mô hình hóa đơn giản của mạch



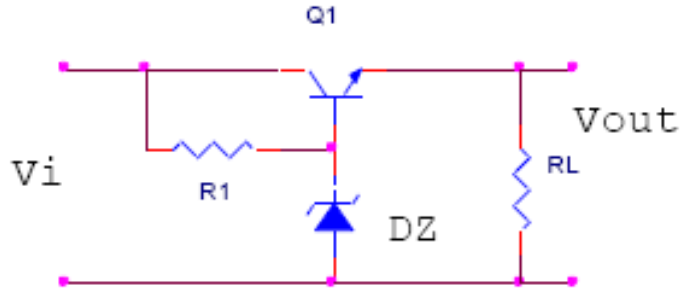
Hình 2.5 : Mô hình hóa đơn giản của mạch Boost PFC

3.4. Lắp mạch ổn áp có hồi tiếp

Mạch ổn áp dùng linh kiện rời

Lần 1:

- Sinh viên mắc mạch như hình vẽ ($R1 = 1K\Omega$, $RL = 1K\Omega$, $Q1: H1061$):



Điều chỉnh nguồn V_i và ghi giá trị vào bảng sau:

Bảng 6.1

V_i (V)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$V_Z=4,7V$	V_B													
	V_o													
$V_Z=5,6V$	V_B													
	V_o													
$V_Z=9,1V$	V_B													
	V_o													

□□ Nhận xét:

1/. Dựa vào bảng giá trị hãy cho biết mạch ổn áp trong phạm vi nào? Tại sao?

.....

.....

.....

2/. Điện áp V_o phụ thuộc vào linh kiện nào? Tại sao?

.....

.....

3/. Trình bày và phân tích hoạt động của mạch?

.....

.....

.....

.....

□□ Lần 2:

□ Nhận xét:

1/. Dựa vào bảng giá trị hãy cho biết khi điều chỉnh VR thì ảnh hưởng như thế nào tới VO? Tại sao?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2/. Khi VR thay đổi thì điện áp V_{Omin} bằng bao nhiêu? V_{Omin} phụ thuộc vào những linh kiện nào? Tại sao?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3/. Khi VR thay đổi thì điện áp V_{B2max} bằng bao nhiêu? V_{B2max} phụ thuộc vào những linh kiện nào? Tại sao?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4/. Trình bày và phân tích hoạt động của mạch?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP KIỂM TRA KẾT THÚC MÔ ĐUN

A. Câu hỏi trắc nghiệm khách quan

Bài 1: *Hãy điền vào chỗ trống nội dung thích hợp với câu gợi ý dưới đây:*

1: Hãy điền vào chỗ trống những nội dung thích hợp:

- a) Mạch dao động đa hài không ổn là
- b) Trong mạch dao động đa hài không ổn dùng hai tranzito có cùng thông số và cùng loại, các linh kiện quyết định tần số dao động là
- c) Trong mạch dao động đa hài không ổn, nguyên nhân tạo cho mạch dao động được là do.....
- d) Ngoài các linh kiện R và C được đưa vào mạch dao động đa hài không ổn dùng tranzito hoặc, người ta còn có thể dùng.....để tạo tần số dao động ổn định và chính xác.
- e) Mạch xén còn được gọi là mạch.....
- f) Mức xén dùng tranzito được xác lập dựa trên
- g) Ổn áp là mạch thiết lập nguồn cung cấp điệncho các mạch điện trong thiết bị theo yêu cầu thiết kế của mạch điện, từ

Trả lời nhanh các câu hỏi dưới đây:

2: Muốn thay đổi tần số của mạch dao động đa hài chúng ta nên thực hiện bằng cách nào ?

3: Muốn thay đổi thời gian ngắt mở, thường gọi là độ rộng xung, cần thực hiện bằng cách nào?

4: Muốn cho một tranzito luôn dẫn trước khi cấp nguồn, cần thực hiện bằng cách nào?

5: Với nguồn cung cấp 12V tần số 1kHz dòng điện tải $I_C = 10\text{mA}$ dùng tranzito C1815 ($\beta=100$) hãy chọn các linh kiện RC cho mạch.

6: Hãy cho biết nguyên nhân vì sao một mạch dao động không thể tạo dao động được, khi điện áp phân cực trên hai tranzito hoàn toàn giống nhau.

Hãy làm bài tập dưới đây theo các số liệu đã cho:

7: Cho một mạch điện có $R_e = 4,7\text{K}$, $R_b = 47\text{K}$, $C=0,01\mu\text{F}$. Dùng tranzito C1815 ($\beta=100$) với nguồn cung cấp 12V. Hãy cho biết:

- a) Độ rộng xung của mạch
- b) Tần số của mạch
- c) Tổng trở của mạch

Bài 2: Hãy lựa chọn phương án mà học viên cho là đúng nhất trong các câu gợi ý dưới đây và tô đen vào ô vuông thích hợp:





TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
1	<p>Sơ đồ mạch dao động đa hài đơn ổn dùng tranzito khác mạch dao động đa hài không ổn dùng tranzito ở yếu tố sau:</p> <p>a. Các linh kiện trong mạch mắc không đối xứng</p> <p>b. Trị số các linh kiện trong mạch không đối xứng</p> <p>c. Cách cung cấp nguồn</p> <p>cả các yếu tố trên</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<p>Xét về mặt nguyên lí có thể xác định được trạng thái dẫn hay không dẫn của tranzito bằng cách:</p> <p>a. Nhìn cách phân cực của mạch</p> <p>b. Đo điện áp phân cực</p> <p>c. Xác định ngõ vào và ra của mạch</p> <p>tất cả các yếu tố trên.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<p>Thời gian phân cách là:</p> <p>a. Thời gian giữa hai xung liên tục tại ngõ ra của mạch</p> <p>b. Thời gian giữa hai xung kích thích vào mạch</p> <p>c. Thời gian xuất hiện xung</p> <p>d. Thời gian tồn tại xung kích thích.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<p>Độ rộng xung là:</p> <p>a. Thời gian xuất hiện xung ở ngõ ra</p> <p>b. Thời gian xung kích thích</p> <p>c. Thời gian hồi phục trạng thái xung</p> <p>thời gian giữa hai xung xuất hiện ở ngõ ra</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<p>Thời gian hồi phục là:</p> <p>a. Thời gian từ khi xuất hiện xung đến khi trở về trạng thái ban đầu</p> <p>b. Thời gian tồn tại xung</p> <p>c. Thời gian mạch ở trạng thái ổn định</p> <p>d. Thời gian từ trạng thái xung trở về trạng thái ban đầu</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6	Mạch đa hài đơn ổn dùng một nguồn có ưu điểm a. Dễ trong thiết kế mạch b. Có công suất tiêu thụ thấp c. Có nguồn cung cấp thấp d. Tất cả đều đúng	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Mạch đa hài đơn ổn có tụ gia tốc có ưu điểm: a. Có độ rộng xung nhỏ b. Có biên độ lớn c. Có thời gian chuyển trạng thái nhanh d. Có thời gian hồi phục ngắn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

BÀI 3:

Hãy lựa chọn phương án đúng để trả lời các câu hỏi dưới đây bằng cách tô đen vào ô vuông thích hợp:

tt	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
1	Thể nào là chất bán dẫn? a. Là chất có khả năng dẫn điện. b. Là chất có khả năng dẫn điện yếu c. Là chất không có khả năng dẫn điện d. Là chất nằm giữa chất dẫn và cách điện.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Các yếu tố nào ảnh hưởng đến khả năng dẫn điện của chất bán dẫn? a. Nhiệt độ môi trường. b. Độ tinh khiết của chất bán dẫn c. Các nguồn năng lượng khác. d. Tất cả các yếu tố trên.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Dòng điện trong bán dẫn P là gì? a. Là dòng các điện tử tự do. b. Là dòng các lỗ trống. c. Là dòng các ion âm. d. Là tất cả các yếu tố trên.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Dòng điện trong chất bán dẫn N là gì? a. Dòng các điện tử tự do. b. Dòng các lỗ trống. c. Dòng các ion âm. d. Tất cả các yếu tố trên.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Linh kiện bán dẫn có ưu điểm gì? a. Nhỏ gọn. b. Giảm công suất tiêu hao c. Giảm nhiều nguồn d. Các yếu tố trên.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6	Linh kiện bán dẫn có nhược điểm gì? a. Điện áp ngược nhỏ. b. Có dòng rỉ ngược. c. Các thông số kỹ thuật thay đổi theo nhiệt độ. d. Các yếu tố trên.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Điốt tiếp mặt có đặc điểm gì? a. Dòng điện chịu tải lớn. b. Điện áp đánh thủng lớn. c. Điện dung tiếp giáp lớn. d. Tất cả các yếu tố trên.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Các kí hiệu sau ký hiệu nào của điốt tiếp mặt? a.  b.  c.  d. 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Điốt tiếp mặt dùng để làm gì? a. Tách sóng. b. Nắn điện. c. Ghim áp. d. Phát sáng	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Dòng điện chạy qua điốt có chiều như thế nào? a. Chiều tùy thích. b. Chiều từ Anode đến Catode. c. Chiều từ Catode đến Anode. d. Tất cả đều sai.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Mạch nắn điện dùng điốt có mấy loại dạng mạch? a. Nắn điện một bán kỳ. b. Nắn điện hai bán kỳ. c. Nắn điện tăng áp. d. Tất cả các loại trên.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Điốt tách sóng có đặc điểm gì? a. Dòng điện chịu tải rất nhỏ. b. Công suất chịu tải nhỏ. c. Điện dung kí sinh nhỏ. d. Tất cả các yếu tố trên.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Điốt tách sóng có công dụng gì? a. Nắn điện.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<ul style="list-style-type: none"> b. Ghim áp. c. Tách sóng tín hiệu nhỏ. d. Phát sáng. 				
14	Điốt Zener có đặc điểm cấu tạo gì? <ul style="list-style-type: none"> a. Giống điốt tiếp mặt. b. Giống điốt tách sóng. c. Có tỷ lệ tạp chất cao. d. Có diện tích tiếp xúc lớn. 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Điốt zener có tính chất gì khi được phân cực thuận? <ul style="list-style-type: none"> a. Dẫn điện như điốt thông thường. b. Không dẫn điện. c. Có thể dẫn hoặc không dẫn. d. Tất cả đều sai. 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Điốt zêne có tính chất gì khi bị phân cực ngược? <ul style="list-style-type: none"> a. Không dẫn điện. b. Không cho điện áp tăng hơn điện áp zêne c. Dẫn điện. d. Có thể dẫn hoặc không dẫn. 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Điốt quang có tính chất gì? <ul style="list-style-type: none"> a. Điện trở ngược vô cùng lớn khi bị che tối. b. Điện trở ngược giảm khi bị chiếu sáng. c. Điện trở ngược luôn lớn ở mọi trường hợp. d. Cả a và b. 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

18	Điốt phát quang có tính chất gì? <ul style="list-style-type: none"> a. Giống như điốt nắn điện b. Phát sáng khi được phân cực thuận. c. Phát sáng khi được phân cực ngược. d. Giống như điốt quang. 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Điốt biến dung có tính chất gì? <ul style="list-style-type: none"> a. Điện dung giảm khi được phân cực thuận. b. Điện dung tăng khi được phân cực ngược. c. Điện dung tăng khi được phân cực thuận. d. Gồm a và b. 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	Tranzito có gì khác với điốt? <ul style="list-style-type: none"> a. Có hai tiếp giáp PN. b. Có ba chân (cực) 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<ul style="list-style-type: none"> c. Có tính khuếch đại. d. Tất cả các yếu tố trên. 				
21	Fet có đặc điểm gì khác tranzito? <ul style="list-style-type: none"> a. Tổng trở vào rất lớn. b. Đa lượng điều khiển là điện áp. c. Hoạt động không dựa trên mối nối PN d. Tất cả các yếu tố trên. 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	Điểm khác biệt ở điểm nào? <ul style="list-style-type: none"> a. Nguyên tắc cấu tạo. b. Nguyên lý làm việc. c. Phạm vi ứng dụng. d. Tất cả các yếu tố trên 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	SCR khác tranzito ở điểm nào? <ul style="list-style-type: none"> a. Nguyên tắc cấu tạo. b. Nguyên lý làm việc. c. Phạm vi ứng dụng. d. Tất cả các yếu tố trên. 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	SCR có tính chất cơ bản gì? <ul style="list-style-type: none"> a. Bình thường không dẫn b. Khi dẫn thì dẫn bão hoà. c. Dẫn luôn khi ngắt nguồn kích thích. d. Tất cả các yếu tố trên. 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	Muốn ngắt SCR người ta thực hiện bằng cách nào? <ul style="list-style-type: none"> a. Đặt điện áp ngược. b. Ngắt dòng đi qua SCR. c. Nối tắt AK của SCR d. Một trong các cách trên. 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	Trong kỹ thuật SCR thường được dùng để làm gì? <ul style="list-style-type: none"> a. Làm công tắc đóng ngắt. b. Điều khiển dòng điện một chiều. c. Nắn điện có điều khiển. d. Tất cả các yếu tố trên. 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	Về cấu tạo SCR có mấy lớp tiếp giáp PN? <ul style="list-style-type: none"> a. Một lớp tiếp giáp. b. Hai lớp tiếp giáp. c. Ba lớp tiếp giáp. d. Bốn lớp tiếp giáp. 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	Về cấu tạo Triac có mấy lớp tiếp giáp PN? <ul style="list-style-type: none"> a. Một lớp tiếp giáp. b. Hai lớp tiếp giáp. 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	c. Ba lớp tiếp giáp. d. Bốn lớp tiếp giáp.				
29	Nguyên lý hoạt động của Triắc có đặc điểm gì? a. Giống hai điốt mắc ngược đầu. b. Giống hai tranzito mắc ngược đầu. c. Giống hai SCR mắc ngược đầu. d. Tất cả đều sai.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	Trong kỹ thuật Triắc có công dụng gì? a. Khoá đóng mở hai chiều. b. Điều khiển dòng điện xoay chiều. c. Tất cả đều đúng . d. Tất cả đều sai.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hãy điền vào chỗ trống các cụm từ thích hợp với nội dung nêu dưới đây:

31. Chất bán dẫn là chất có đặc tính dẫn điện trung gian. giữa chất dẫn điện và chất cách điện.

32. Chất bán dẫn có điện trở tăng khi nhiệt độ tăng, được gọi là nhiệt trở dương và ngược lại. Chất bán dẫn có điện trở giảm khi nhiệt độ giảm được gọi là âm

33. Có chất bán dẫn khi cường độ ánh sáng tăng lên thì điện trở của chất bán dẫn cũng tăng theo, được gọi là quang trở dương

34. Chất tạp trong chất bán dẫn có tác dụng tạo điện tử hoặc lỗ trống cho chất bán dẫn.

35. Trong kết cấu mạng tinh thể dùng gecmani (hoặc silicon...) có hoá trị 4, chất tạp là asen (As), photpho (P) hoặc ăngtimoan (Sb) sẽ tạo nên chất bán dẫn loại N còn nếu trong kết cấu mạng tinh thể dùng chất tạp là inđi (In), bo (B) hoặc gali (Ga) sẽ tạo nên chất bán dẫn loại P

36. Hai chất bán dẫn P và N tiếp xúc với nhau tạo nên tiếp giáp P-N, nếu được phân cực thuận (điện áp dương được đặt vào phía chất bán dẫn P), lúc đó dòng điện từ dương nguồn qua khối bán dẫn P vượt qua vùng tiếp giáp để đến khối bán dẫn N chảy qua tiếp giáp P-N.

37. Mạch nắn điện toàn kỳ dùng 2 điốt có nhược điểm là phải dùng biến áp có ba mối để tạo nên hai cuộn dây có số vòng và độ dài bằng nhau để có được điện áp ngõ ra có trị số bằng nhau.

38. Mạch nắn điện toàn kỳ dùng 2 điốt có ưu điểm là dùng ít linh kiện hơn chỉnh lưu toàn kỳ.

39. Mạch nắn điện hình cầu có ưu điểm là sử dụng biến áp không đối xứng

40. Mạch nắn điện hình cầu có nhược điểm là phải lựa chọn các Diot nắn điện như nhau để nắn điện toàn kỳ.

Câu hỏi về Diot

Hãy tô đen vào ô trống tương ứng với nội dung của các phần câu nêu trong bảng dưới đây mà học viên cho là đúng hoặc sai:

tt	Nội dung	đúng	sai
41	Điốt tách sóng thường dùng loại điốt tiếp mặt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42	Điốt nắn điện thường dùng loại điốt tiếp mặt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43	Điốt zêne có điện áp zêne (điện áp ngược) thấp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44	ánh sáng từ bên ngoài tác động vào điốt quang làm thay đổi điện trở của điốt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45	Điốt phát quang sẽ phát ra ánh sáng khi không có dòng điện đi qua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46	Điốt quang và điốt phát quang đều có khả năng cho dòng điện đi theo một chiều	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
47	Mỗi thanh của LED 7 thanh có một hoặc hai điốt để hiển thị ký tự	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
48	Khi sử dụng LED 7 thanh cần biết LED đó thuộc loại LED anôt chung hoặc LED cathôt chung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
49	Điốt quang có điện dung thay đổi khi điện áp phân cực thay đổi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
50	Điện áp đặt vào để LED phát quang thường là 1,4 -2,8V	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Câu hỏi về tranzito:

Hãy tô đen vào ô trống tương ứng với nội dung của các phần câu nêu trong bảng dưới đây mà học viên cho là đúng hoặc sai:

TT	Tranzito	đúng	sai
51	Tranzito lưỡng cực có hai lớp tiếp giáp PN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
52	Dòng điện chính chạy qua Tranzito đi từ cực c đến cực E gọi là dòng I_c	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
53	Tranzito lưỡng cực dẫn điện khi Diode BE dẫn điện và $V_c >$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Ve		
54	Tranzito lưỡng cực muốn làm việc nhất thiết phải có dòng phân cực B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
55	Tranzito hiệu ứng trường muốn làm việc chỉ cần điện áp phân cực	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
56	Tranzito có tổng trở ngõ vào và ra nhỏ hơn FEET	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
57	Tranzito và FEET đều được dùng để khuếch đại hoặc chuyển mạch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
58	Tranzito và FEET đều bị đánh thủng khi bị quá dòng hay quá áp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
59	JFEET kênh p dẫn điện mạnh khi điện áp phân cực dương	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
60	JFEET kênh n dẫn điện mạnh khi điện áp phân cực dương	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Sổ tay linh kiện điện tử cho người thiết kế mạch (*R. H.WARRING - người dịch KS. Đoàn Thanh Huệ - nhà xuất bản Thống kê*)
- [2] Giáo trình linh kiện điện tử và ứng dụng (*TS Nguyễn Viết Nguyên - Nhà xuất bản Giáo dục*)
- [3] Kỹ thuật mạch điện tử (*Phạm Xuân Khánh, Bò Quốc Bảo, Nguyễn Viết Tuyển, Nguyễn Thị Phước Vân - Nhà xuất bản Giáo dục*)
- [4] Kỹ thuật điện tử - Đỗ Xuân Thụ NXB Giáo dục, Hà Nội, 2005 (*Đỗ Xuân Thụ - NXB Giáo dục*)
- [5] Sổ tay tra cứu các tranzito Nhật Bản (*Nguyễn Kim Giao, Lê Xuân Thề*)