





**BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI
TRƯỜNG CAO ĐẲNG GIAO THÔNG VẬN TẢI TRUNG ƯƠNG I**

**GIÁO TRÌNH
KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ CƠ BẢN
NGHỀ: ĐIỆN DÂN DỤNG
TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP**

**Ban hành theo Quyết định số 1955/QĐ-CDGTVTWTWI-ĐT ngày 21/12/2017
của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng GTVT Trung ương I**

Hà Nội, năm 2017



TÊN MÔ ĐƠN: KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ CƠ BẢN

Mã mô đơn: MĐ 14

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của mô đơn:

Mô đơn được bố trí sau khi sinh viên học xong các môn học chung, các môn học/ mô đơn: Mạch điện, Vật liệu điện, Vẽ điện ... Đây là mô đơn cơ sở nghề. Mô đơn giúp cho người học có khái niệm, đặc điểm cấu tạo, ký hiệu, nguyên lý hoạt động của các linh kiện điện tử: R, L, C, các linh kiện bán dẫn. Đồng thời người học phải biết vận dụng những kiến thức về các linh kiện điện tử để giải thích nguyên lý hoạt động của các mạch điện tử ứng dụng, biết lắp ráp và cân chỉnh một số mạch điện tử ứng dụng có trong mô đơn. Các kiến thức tiếp thu được trong mô đơn giúp người học tiếp thu tốt các kiến thức có trong các môn học và mô dung khác trong chương trình đào tạo nghề điện dân dụng tạo tiền đề tốt để thực hiện các công việc trong thực tế làm việc sau này.

Mục tiêu của mô đơn:

*Về kiến thức:

- Giải thích được cấu tạo, nguyên lý làm việc, các thông số đặc trưng, các đặc tuyến và công dụng của các linh kiện điện tử sử dụng trong điện dân dụng.
- Giải thích được nguyên lý làm việc của các mạch chỉnh lưu, các mạch khuếch đại và các mạch ứng dụng cơ bản dùng trong điện dân dụng.

*Về kỹ năng:

- Nhận dạng, phân biệt và kiểm tra được chất lượng các linh kiện điện tử.
- Lắp ráp và sửa chữa được một số mạch điện tử đơn giản sử dụng trong điện dân dụng đạt thông số kỹ thuật yêu cầu.

*Về thái độ:

- Có tính cẩn thận, trung thực, tỉ mỉ, chính xác trong công việc.
- Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

Nội dung chính của mô đơn:

Số TT	Tên các bài trong mô đơn	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành	Kiểm tra
1	Điện trở	4	1	3	0
2	Tụ điện	4	1	3	0
3	Cuộn kháng	4	1	3	0
4	Đi-ốt	4	2	2	0
5	Lắp mạch chỉnh lưu 1 pha nửa chu kỳ	4	1	3	0
6	Lắp mạch chỉnh lưu 1 pha cả chu kỳ kiểu 2 đi-ốt	4	1	3	0
7	Lắp mạch chỉnh lưu 1 pha cả chu kỳ 2 đi-ốt có mạch lọc	4	1	3	0

8	Lắp mạch chỉnh lưu cầu 1 pha	4	1	3	0
9	Cấu tạo và nguyên lý làm việc của Transistor	4	2	2	0
10	Các đặc tuyến cơ bản của transistor	4	1	3	0
11	Điều kiện phân cực và mạch định thiên của transistor lưỡng cực (BJT)	4	1	3	0
12	Các mạch khuếch đại cơ bản của BJT	12	4	7	1
13	Mạch khuếch đại nhiều tầng ghép điện dung	4	1	3	0
14	Mạch khuếch đại nhiều tầng ghép biến áp	4	1	3	0
15	Mạch khuếch đại 1 chiều ghép tầng	8	2	4	2
16	Mạch khuếch đại vi sai	4	2	2	0
17	Mạch khuếch đại công suất	4	2	2	0
18	Transistor trường (FET)	4	3	1	0
19	Transistor 1 chuyển tiếp (UJT)	4	3	1	0
20	Thyristor	2	2	0	0
21	Triac	2	1	1	0
22	Diac	2	1	1	0
23	Mạch ổn áp 1 chiều cơ bản	4	2	2	0
24	Lắp mạch điều chỉnh điện áp 1 chiều	2	1	1	0
25	Mạch điều chỉnh điện áp xoay chiều	3	1	2	0
26	Lắp mạch bảo rò điện	2	1	1	0
27	Lắp mạch bảo vệ quá điện áp	3	1	2	0
28	Mạch bảo vệ mất điện 1 pha	2	1	1	0
29	Role thời gian điện tử	10	2	4	4
Cộng		120	44	69	7

MỤC LỤC

TÊN MÔ ĐUN: KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ CƠ BẢN	3
BÀI 1: ĐIỆN TRỞ	8
1. Cấu tạo, phân loại và ký hiệu điện trở	9

5 W	12
2. Các thông số kỹ thuật cơ bản của điện trở:.....	13
3. Cách ghi các thông số trên điện trở:	14
BÀI 2: TỤ ĐIỆN	20
1.1. Khái niệm:	21
1.2. Cấu tạo:.....	21
1.3. Phân loại tụ điện:	22
1.4. Ký hiệu tụ điện:	23
2.1 - Điện dung (trị số danh định) và sai số của tụ điện:	24
2.2 - Điện áp (hiệu điện thế) làm việc lớn nhất (U_{max}):.....	24
3.1 - Cách ghi trực tiếp:	25
3.2 - Ghi theo qui ước:.....	25
4.1. Tụ điện mắc song song	27
4.2. Tụ điện mắc nối tiếp.....	27
4.3. Tụ điện mắc hỗn hợp.....	28
5.1. Tụ điện là phần tử lọc nguồn.....	28
5.2. Tụ điện là phần tử phóng nạp tạo dao động (hình 2.11).....	29
6.1. Khi đo kiểm tra các tụ gốm (các tụ có giá trị điện dung nhỏ hơn $0.1\mu F \div 0.01\mu F$) ta dùng đồng hồ vạn năng ở chế độ đo điện trở, thang đo x1K hoặc x10K.	29
6.2. Khi đo kiểm tra các tụ hóa (các tụ có giá trị điện dung lớn hơn $1\mu F \div 1\mu F$) ta dùng đồng hồ vạn năng ở chế độ đo điện trở, thang đo x1 hoặc x10.	30
BÀI 3 : CUỘN KHÁNG	31
1.1. Khái niệm:	31
1.2. Cấu tạo:.....	32
1.3. Phân loại cuộn cảm:.....	32
1.4. Ký hiệu cuộn cảm:	33
2.1. Điện cảm:.....	34
2.2. Điện kháng (cảm kháng):	34
2.3. Hệ số phẩm chất :	34
2.4. Dòng điện cho phép lớn nhất I_{max} :	34
3.1 - Cách ghi trực tiếp:	35
3.2 - Ghi theo qui ước:.....	35
4.1. Ghi bằng số kết hợp chữ và quy ước mã.	36
4.2. Ghi bằng quy ước vòng màu.	36
4.3. Điều chỉnh trị số điện cảm của cuộn cảm.....	36
5. Tính toán ghép cuộn cảm.....	37
6. Công dụng của cuộn cảm.....	38
BÀI 4: ĐI - ỚT	39
1.1. Đi-ốt tiếp mặt.....	40

1.2. Đi-ốt tiếp diêm	42
2.1. Đi-ốt ổn áp	45
2.2. Đi-ốt phát quang.....	46
3.1 Đọc các ký hiệu, phân biệt đi-ốt	47
4.1. Đo xác định chân đi - ốt:	48
4.2. Đo xác định chất lượng đi - ốt:	48
BÀI 5: LẮP MẠCH CHỈNH LƯU MỘT PHA NỬA CHU KỲ	49
1. Sơ đồ nguyên lý	49
2. Nguyên lý hoạt động.....	50
3. Đo điện áp trước và sau chỉnh lưu	51
BÀI 6: LẮP MẠCHCHỈNH LƯU MỘT PHA CẢ CHU KỲ KIỂU 2 ĐI ỐT	52
1.1. Công dụng.....	52
1.2. Sơ đồ nguyên lý.	52
2. Nguyên lý hoạt động.....	53
3.1. Đo điện áp trước và sau chỉnh lưu	54
3.2. Xác định dạng sóng của điện áp chỉnh lưu bằng máy hiện sóng	54
3.3. Nhận xét kết quả	54
BÀI 7: LẮP MẠCHCHỈNH LƯU MỘT PHA CẢ CHU KỲ 2 ĐI ỐT	55
1.1. Mạch lọc R - C.....	55
1.2. Mạch lọc L - C	55
2.1. Sơ đồ nguyên lý.	55
2.2. Nguyên lý hoạt động.....	56
2.3. Công dụng.....	57
4.1.Đo điện áp trước và sau bộ chỉnh lưu có mạch lọc	57
4.2.Xác định dạng sóng của điện áp sau bộ chỉnh lưu có mạch lọc bằng máy hiện sóng	58
4.3.Nhận xét kết quả	58
BÀI 8: LẮP MẠCH CHỈNH LƯU CẦU MỘT PHA.....	58
1. Sơ đồ nguyên lý và nguyên lý hoạt động mạch chỉnh lưu cầu 1 pha.....	59
2. Lắp ráp mạch.....	60
3. Đo biên độ và dạng sóng điện áp vào, ra của mạch chỉnh lưu cầu một pha	61
BÀI 9: CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA TRANSITOR.....	61
1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của transistor lưỡng cực (BJT).....	62
2. Các tham số cơ bản của BJT	64
3. Xác định các cực (chân) và kiểm tra chất lượng của BJT.....	65
BÀI 10: CÁC ĐẶC TÍNH CỦA TRANSISTOR	66
1. Mạch phát chung.....	67
2. Mạch gốc chung:.....	68
3. Mạch góp chung:.....	69
BÀI 11: ĐIỀU KIỆN PHÂN CỰC VÀ CÁC MẠCH ĐỊNH THIÊN	71

1.1. Điều kiện phân cực chung	71
1.2. Điều kiện phân cực cụ thể	72
2.1. Định thiên cố định	73
2.2. Định thiên có hồi tiếp	74
3.1. Lắp và hiệu chỉnh chế độ làm việc cho mạch định thiên kiểu sụt áp	76
3.2. Lắp và hiệu chỉnh chế độ làm việc cho mạch định thiên kiểu phân áp không hồi tiếp.	76
3.3. Lắp và hiệu chỉnh chế độ làm việc cho mạch định thiên kiểu phân áp có hồi tiếp âm dòng điện.	77
BÀI 12: CÁC MẠCH KHUẾCH ĐẠI CƠ BẢN CỦA TRANSITOR	77
1.1. Sơ đồ mạch	78
1.2. Nguyên lý làm việc.....	78
2.1. Sơ đồ mạch	79
2.2. Nguyên lý làm việc.....	79
3.1. Sơ đồ mạch	80
3.2. Nguyên lý làm việc.....	81
4.1. Lắp mạch khuếch đại cực phát chung	81
4.2. Lắp mạch khuếch đại cực gốc chung.....	81
4.3. Lắp mạch khuếch đại cực góp chung	82
BÀI 13: MẠCH KHUẾCH ĐẠI NHIỀU TẦNG GHÉP ĐIỆN DUNG	82
1.1. Khái niệm:	83
1.2. Đặc điểm:.....	83
2. Đặc tính tần số	83
3.1. Sơ đồ nguyên lý:.....	87
3.2. Nguyên lý làm việc:.....	88
4.1. Sơ đồ nguyên lý:.....	89
4.2. Thực hành lắp ráp:	89
BÀI 14: MẠCH KHUẾCH ĐẠI NHIỀU TẦNG GHÉP BIẾN ÁP	90
1.1. Khái niệm:	91
1.2. Đặc điểm:.....	91
2. Đặc tính tần số	91
3.1. Sơ đồ nguyên lý:.....	91
3.2. Nguyên lý làm việc:.....	92
4.1. Sơ đồ nguyên lý:.....	93
4.2. Thực hành lắp ráp:	93
BÀI 15: MẠCH KHUẾCH ĐẠI MỘT CHIỀU GHÉP TẦNG	94
1.1. Khái niệm:	95
1.2. Đặc điểm:.....	95
2.1. Sơ đồ nguyên lý:.....	95

2.2. Nguyên lý làm việc:	96
3.1. Sơ đồ nguyên lý:	97
3.2. Thực hành lắp ráp:	97
BÀI 16: MẠCH KHUẾCH ĐẠI VI SAI	98
1.1. Khái niệm:	98
1.2. Đặc điểm:	99
2.1. Sơ đồ nguyên lý:	99
2.2. Nguyên lý làm việc:	99
3.1. Sơ đồ nguyên lý:	100
3.2. Thực hành lắp ráp:	101
BÀI 17: MẠCH KHUẾCH ĐẠI CÔNG SUẤT	102
1. Mạch khuếch đại công suất đơn dùng BJT	103
2. Mạch khuếch đại công suất đẩy kéo có biến áp dùng BJT	103
3. Mạch khuếch đại công suất đẩy kéo không có biến áp dùng BJT	105
BÀI 18: TRANSISTOR TRƯỜNG (FET)	110
1.1. Khái niệm chung và phân loại.....	111
1.2. Cấu tạo chung và ký hiệu.....	112
1.3. Nguyên lý làm việc	113
2.1. Các tham số chủ yếu của JFET	114
2.2. Các tham số chủ yếu của MOSFET	115
3.1. Đặc tuyến von – ampe của JFET	115
3.2. Đặc tuyến von – ampe của MOSFET	116

BÀI 1: ĐIỆN TRỞ

Mã bài: MĐ14.01

Giới thiệu:

Điện trở là một trong những linh kiện thông dụng thường có trong tất cả các mạch điện tử và rất nhiều mạch điện trong hệ thống điện dân dụng. Bài "Điện trở" giới thiệu về khái niệm, cấu tạo, các thông số cơ bản và cách nhận biết, ghi, đọc các tham số cơ bản của điện trở. Đồng thời bài học cũng giới thiệu các cách mắc điện trở để tạo ra được một điện trở có trị số và công suất tiêu tán tùy ý không có trong hệ thống các thông số quy chuẩn trong quá trình sản xuất điện trở. Bài học góp một phần vào việc thực hiện mục tiêu đào tạo của mô đun.

Mục tiêu:

Trình bày được cấu tạo, công dụng, các thông số đặc trưng và cách nhận biết các loại điện trở sử dụng trong điện dân dụng.

Áp dụng được các công thức để tính toán ghép điện trở.

Đo, đọc được các trị số điện trở theo ký hiệu của nhà sản xuất.

Kiểm tra, đánh giá được chất lượng của điện trở.

Lựa chọn, nối ghép đúng các điện trở để có trị số điện trở theo yêu cầu.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Nội dung chính:

Cấu tạo, phân loại và ký hiệu điện trở

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm, cấu tạo, phân loại và ký hiệu của điện trở.
- Phân biệt và gọi đúng tên các điện trở theo các cách phân loại.

1.1. Khái niệm:

Điện trở là một thuật ngữ mà ta có thể hiểu một cách đơn giản: Điện trở là đại lượng đặc trưng cho sự cản trở dòng điện của một vật dẫn điện, nếu một vật dẫn điện tốt thì điện trở nhỏ, vật dẫn điện kém thì điện trở lớn, vật cách điện thì điện trở là vô cùng lớn. Điện trở của dây dẫn: Là một đại lượng phụ thuộc vào chất liệu, độ dài và tiết diện của dây. Giá trị điện trở này được tính theo công thức:

$$R = \rho.L / S$$

Trong đó - ρ là điện trở suất phụ thuộc vào chất liệu chế tạo dây dẫn.

- L là chiều dài dây dẫn

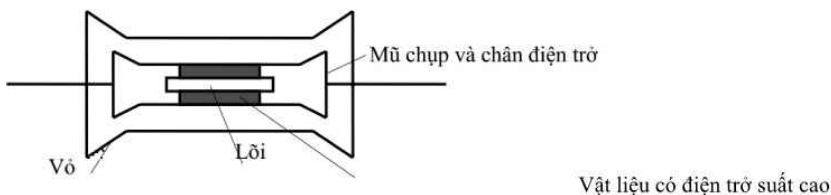
- S là tiết diện dây dẫn

- R là điện trở của dây dẫn, đơn vị là Ohm (Ω).

Khi là một phần tử trong mạch điện: Điện trở là một linh kiện thụ động được chế tạo từ các vật liệu kim loại hoặc hợp kim có điện trở suất cao (điện trở lớn) như Wolfram, kết hợp với các vật liệu cách điện như gốm, sứ, mica . . .

1.2. Cấu tạo:

Tùy theo từng loại điện trở mà chúng có cấu tạo chi tiết khác nhau. Chúng có thể được chế tạo từ việc quấn các dây điện trở quanh một lõi cách điện để tạo nên điện trở dây quấn, ép vật liệu điện trở để tạo nên điện trở khối, . . . nhưng nhìn chung điện trở có kết cấu bao gồm những thành phần như ở hình 1.1.a:



Hình 1.1.a: Các thành phần cấu tạo của một điện trở.

Hình dạng bề ngoài của một số loại điện trở như ở hình 1.1b.



Hình 1.1.b: Hình dạng bên ngoài của một số loại điện trở.

1.3. Phân loại điện trở:

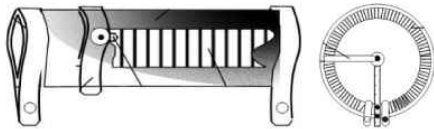
Phân loại điện trở có nhiều cách, theo mỗi cách phân loại ta có các tên gọi khác nhau của điện trở:

1.3.1. Theo giá trị điện trở:

- Điện trở không đổi: Là loại điện trở mà giá trị của nó không thể thay đổi được trong quá trình làm việc.

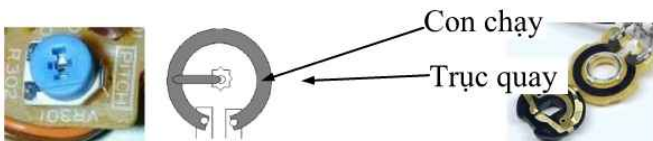
- Điện trở biến đổi (còn được gọi là biến trở): Là loại điện trở mà giá trị của nó có thể thay đổi được trong quá trình làm việc.

Biến trở có hai dạng: Dạng lắp trong mạch điện công suất lớn dùng dây quấn (còn được gọi là biến trở dây quấn). Loại này ít gặp trong các mạch điện tử.



Hình 1-2: Biến trở dây quấn

Dạng thường dùng trong các mạch điện - điện tử là dạng có công suất trung bình và nhỏ được gọi là chiết áp.



Hình 1-3: Chiết áp

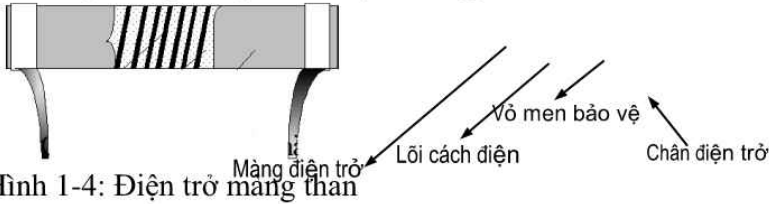
Cấu tạo của biến trở so với điện trở cố định chủ yếu là có thêm một kết cấu con chạy gắn với một trục xoay để điều chỉnh trị số điện trở (hình 1.3). Con chạy có thể có kết cấu kiểu xoay (chiết áp xoay) hoặc theo kiểu trượt (chiết áp trượt). Biến trở thường có 3 đầu ra, đầu ra giữa ứng với con trượt còn hai đầu ra ngoài ứng với hai đầu của điện trở.

1.3.2. Theo vật liệu chế tạo điện trở:

Theo vật liệu chế tạo có các loại điện trở:

+ Điện trở than tổng hợp (còn được gọi là điện trở khối hay điện trở "bánh khào"): Được chế tạo từ hỗn hợp bột than chì với các chất kết dính, sau đó đúc thành từng khối theo các hình dạng đã được thiết kế trước.

+ Điện trở than nhiệt giải hoặc màng than (còn được gọi là điện trở màng mỏng): Được chế tạo từ hỗn hợp bột than chì với các chất kết dính, sau đó quét thành lớp màng mỏng trên đế (hoặc ống) cách điện.



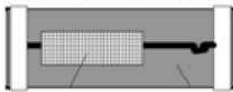
Hình 1-4: Điện trở màng than

+ Điện trở dây quấn: Được chế tạo từ sợi dây điện trở dài (dây NiCr hoặc manganin, constantan) quấn trên 1 ống cách điện (thường là gốm ceramic) và phủ bên ngoài là một lớp men cách điện (hoặc sứ) bảo vệ.



Hình 1-5: Điện trở dây quấn

+ Điện trở màng kim, điện trở màng oxit kim loại hoặc điện trở miếng: Điện trở miếng thuộc thành phần vi điện tử. Dạng điện trở miếng thông dụng là được in luôn trên tấm mạch in lắp ráp mạch.



Hình 1-6: Điện trở màng kim loại

1.3.3. Theo ứng dụng của điện trở:

Dựa vào ứng dụng, điện trở được phân loại như liệt kê trong bảng 1.1.

Bảng 1.1: Các đặc tính chính của điện trở cố định tiêu biểu

Loại điện trở	Trị số R	$P_{t.t.max}$ [w]	t^0 làm việc 0C	TCR ppm/ 0C
Chính xác:				
Dây quấn	$0,1\Omega \div 1,2M$	$1/8 \div 3/4$ ở 125^0C	$-55 \div +145$	± 10
Màng kim	$10\Omega \div 5M$	$1/20 \div 1/2$ ở 125^0C	$-55 \div +125$	± 25
Bán chính xác:				
Oxyt kim loại	$10\Omega \div 1,5M$	$1/4 \div 2$ ở 70^0C	$-55 \div +150$	± 200
Cermet	$10\Omega \div 1,5M$	$1/20 \div 1/2$ ở 125^0C	$-55 \div +175$	± 200
Than màng	$10\Omega \div 5M$	$1/8 \div 1$ ở 70^0C	$-55 \div +165$	± 510
Đa dụng:				
Than tổng hợp	$2,7\Omega \div 100M$	$1/8 \div 2$ ở 70^0C	$-55 \div +130$	± 1500
Công suất:				
Dây quấn	$0,1\Omega \div 180K$	$1 \div 21$ ở 25^0C	$-55 \div +275$	± 200

Hình ống	$1,0\Omega \div 3,8K$	$5 \div 30$ ở 25^0C	$-55 \div +275$	± 50
Bất sườn máy	$0,1\Omega \div 40K$	$1 \div 10$ ở 25^0C	$-55 \div +275$	± 20
Chính xác	$20\Omega \div 2M$	$7 \div 1000$ ở 25^0C	$-55 \div +225$	± 500
Màng kim loại: Điện trở miếng (màng vi điện tử)	$1\Omega \div 22M$		$-55 \div +125$	± 25 đến ± 200

1.4. Ký hiệu điện trở:

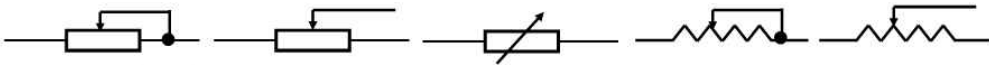
Trong các mạch điện và điện tử điện trở thường được ký hiệu như sau:

- Điện trở không đổi:

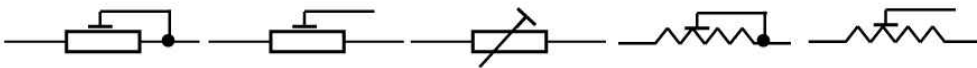


- Điện trở biến đổi:

+ Biến đổi lớn (thô chỉnh):



+ Biến đổi nhỏ (vi chỉnh):



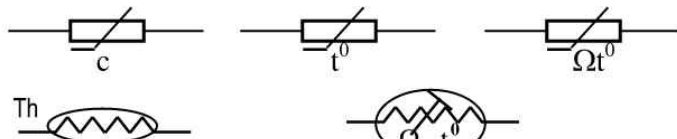
- Điện trở dán trên mạch in:



- Điện trở cầu chì:



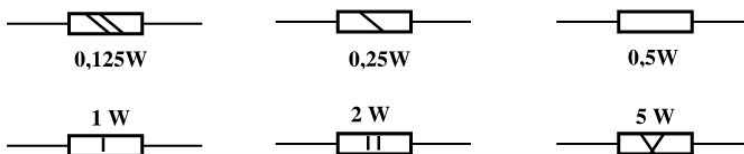
- Điện trở nhiệt (giá trị giảm khi nhiệt độ tăng):



- Quang trở (trị số biến đổi theo cường độ sáng khi ánh sáng có bước sóng thích hợp chiếu đến bề mặt thu sáng của nó):



Ngoài ra, trên ký hiệu điện trở nhiều khi người ta còn ký hiệu luôn cả công suất danh định của điện trở:



Hình 1-7: Ký hiệu của điện trở trên các mạch điện - điện tử.

2. Các thông số kỹ thuật cơ bản của điện trở:

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm và ý nghĩa các thông số cơ bản của điện trở.
- Vận dụng được kiến thức trong thay thế các điện trở trong mạch điện.

Đối với các điện trở thông thường ta cần chú ý đến các thông số kỹ thuật cơ bản sau đây:

2.1 - Trị số danh định và sai số của điện trở:

+ Trị số danh định của điện trở là một tham số cơ bản, nó là giá trị của điện trở được định trước trong quá trình sản xuất trong điều kiện tiêu chuẩn. Trị số danh định được tính theo công thức:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (\Omega)$$

Trong đó: ρ - là điện trở suất của vật liệu dẫn điện dùng để chế tạo điện trở.

l - là chiều dài vật liệu dẫn điện; S - là tiết diện của vật liệu dẫn điện.

Đơn vị điện trở là Ôm (Ω), ki lô Ôm ($K\Omega$), mê ga Ôm ($M\Omega$).

$$1K\Omega = 1.000 \Omega$$

$$1M\Omega = 1.000 K \Omega = 1.000.000 \Omega$$

+ Sai số của điện trở là độ chênh lệch cho phép lớn nhất giữa giá trị của điện trở trong điều kiện làm việc thực tế so với trị số danh định của nó. Sai số của điện trở thường được tính theo %.

Dựa vào % sai số, người ta chia điện trở ra 5 cấp chính xác:

- Cấp 0.05: có sai số $\pm 0,5 \%$
- Cấp 0.1: có sai số $\pm 1 \%$
- Cấp I: có sai số $\pm 5 \%$
- Cấp II: có sai số $\pm 10 \%$
- Cấp III: có sai số $\pm 20 \%$

2.2 - Công suất tiêu tán danh định ($P_{t.tmax}$):

Công suất tiêu tán danh định của điện trở $P_{t.tmax}$ là công suất điện cao nhất cho phép tiêu tán trên điện trở để điện trở có thể làm việc trong một thời gian dài ở điều kiện bình thường mà không bị hỏng. Nếu quá mức đó điện trở sẽ cháy hỏng.

$$P_{ttmax} = U_R \cdot I_R = R \cdot I_R^2 = \frac{U_R^2}{R}$$

Điều kiện đảm bảo cho điện trở làm việc bình thường là: $P_{tt} < P_{ttmax}$.

Trong đó P_{tt} là công suất điện thực tế tiêu tán trên điện trở.

2.3 - Hệ số nhiệt điện trở (TCR):

Hệ số nhiệt điện trở biểu thị sự thay đổi trị số của điện trở theo nhiệt độ của môi trường và được tính theo công thức sau:

$$T_{CR} = \frac{1}{R} \cdot \frac{\Delta R}{\Delta T} 10^6 \quad (\text{ppm}/^\circ\text{C})$$

Trong đó:

- R là trị số của điện trở,
- ΔR là lượng thay đổi trị số của điện trở khi nhiệt độ thay đổi một lượng là ΔT

- TCR là trị số biến đổi tương đối tính theo phần triệu của điện trở trên 1°C ($\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$).

Chú ý: Riêng với điện trở than, chúng chỉ làm việc ổn định ở 20°C , khi nhiệt độ tăng lớn hơn hoặc nhỏ hơn 20°C , giá trị điện trở của điện trở đều tăng.

3. Cách ghi các thông số trên điện trở:

Mục tiêu:

- Trình bày được các phương pháp ghi thông số điện trở.
- Chuyển đổi được các cách ghi thông số điện trở.

Trên thân điện trở thường ghi các tham số đặc trưng cho điện trở như: Trị số danh định của điện trở, sai số và công suất tiêu tán (thường từ vài phần mười Watt trở lên). Người ta có thể ghi trực tiếp hoặc ghi theo nhiều qui ước khác nhau.

3.1 - Cách ghi trực tiếp:

Cách ghi trực tiếp là cách ghi đầy đủ các tham số chính và đơn vị đo của chúng. Cách ghi này thường dùng đối với các điện trở có kích thước tương đối lớn như điện trở dây quấn.



Hình 1.8: Ghi trực tiếp tham số điện trở.

3.2 - Ghi theo qui ước:

Cách ghi theo quy ước có nhiều các quy ước khác nhau, ở đây ta xem xét một số cách quy ước thông dụng:

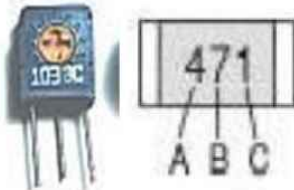
+ Không ghi đơn vị Ôm: Đây là cách ghi đơn giản nhất và nó được quy ước như sau: R (hoặc E) chỉ đơn vị là Ω ; K chỉ đơn vị là $\text{K}\Omega$; M chỉ đơn vị là $\text{M}\Omega$.



Hình 1.9: Ghi không theo đơn vị Ôm.

+ Quy ước theo mã: Mã này gồm ba chữ số và một chữ cái để chỉ sai số.

Trong các chữ số thì hai chữ số đầu tiên chỉ hai số có nghĩa thực trị số của điện trở, chữ số cuối cùng chỉ số mũ của hệ số nhân 10 (10^x) hay số chữ số 0 cần thêm vào. Các chữ cái chỉ sai số qui ước gồm: F = 1%, G = 2%, J = 5%, K = 10%, M = 20%.



Hình 1.10: Ghi quy ước theo mã.

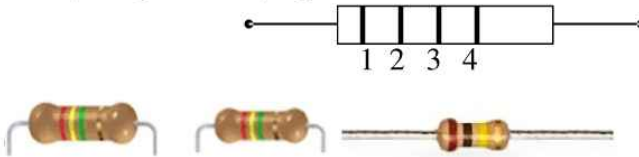
+ Quy ước màu:

Thông thường người ta sử dụng 4 vòng màu, đôi khi dùng 5 vòng màu (đối với loại có dung sai nhỏ khoảng 1%).

Loại 4 vòng màu được qui ước:

- Hai vòng màu đầu tiên là chỉ số có nghĩa thực của trị số điện trở: Hàng chục và hàng đơn vị .
- Vòng màu thứ 3 là chỉ số số 0 cần thêm vào sau hai số có nghĩa (hay gọi là số mũ của hệ số nhân $10 - 10^x$).
- Vòng màu thứ 4 chỉ sai số (%).

Thứ tự vòng màu được qui ước như sau:



Hình 1 - 11: Ghi theo quy ước màu - Thứ tự vòng màu

Loại 5 vạch màu được qui ước:

- Ba vòng màu đầu chỉ các số có nghĩa thực: Hàng trăm, hàng chục và đơn vị.
- Vòng màu thứ tư là số nhân để chỉ số số 0 cần thêm vào
- Vòng màu thứ 5 chỉ sai số.

Cách đọc trị số điện trở theo qui ước vòng màu

Mục tiêu:

- Trình bày được phương pháp đọc trị số điện trở ghi bằng vòng màu.
- Đọc được trị số và sai số của điện trở theo cách ghi bằng vòng màu.

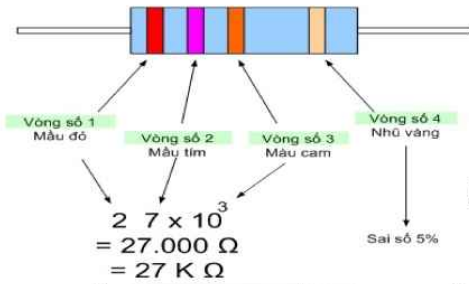
Để đọc được trị số danh định của điện trở ta có bảng giá trị các vòng màu dùng trong cách ghi bằng vòng màu. Quy ước giá trị các vòng màu như trong bảng 1.2.

Bảng 1.2: Bảng qui ước màu

Màu	Giá trị	Sai số
Đen	0	$\pm 20\%$
Nâu	1	$\pm 1\%$
Đỏ	2	$\pm 2\%$
Cam	3	
Vàng	4	
Lục (Xanh lá cây)	5	
Lam (Xanh dương)	6	
Tím	7	
Xám	8	
Trắng	9	
Nhũ vàng (vàng kim)		$\pm 5\%$
Nhũ bạc (bạc kim)		$\pm 10\%$

Ví dụ: Đọc trị số danh định của điện trở ghi bằng vạch màu:

* Cách đọc trị số điện trở 4 vòng màu: Đơn vị tính sau khi quy đổi là Ôm " Ω ".



Hình 1.12: Cách đọc điện trở 4 vòng màu

Vòng số 4 là vòng ở cuối luôn có màu nhũ vàng hay nhũ bạc, đây là vòng chỉ sai số của điện trở, khi đọc trị số ta bỏ qua vòng này.

Đối diện với vòng cuối là vòng số 1, tiếp theo đến vòng số 2, số 3

Vòng số 1 và vòng số 2 là hàng chục và hàng đơn vị

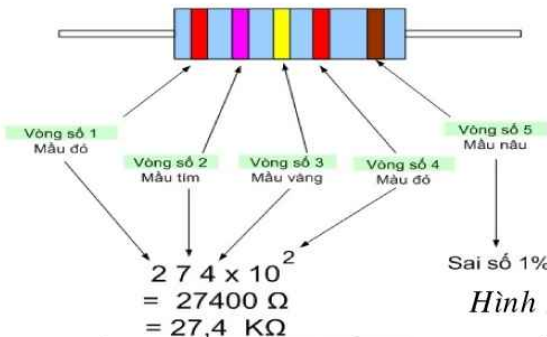
Vòng số 3 là bội số của cơ số 10.

⇒ Trị số = (vòng 1)(vòng 2) x $10^{(\text{vòng 3})}$

(Có thể tính vòng số 3 là số chữ số 0 thêm vào).

Màu nhũ chỉ có ở vòng sai số hoặc vòng số 3, nếu vòng số 3 là nhũ thì số mũ của cơ số 10 là số âm.

* Cách đọc trị số điện trở 5 vòng màu (điện trở chính xác): Đơn vị tính sau khi quy đổi là Ôm "Ω".



Hình 1.13: Cách đọc điện trở 5 vòng màu

Vòng số 5 là vòng ghi sai số, trở 5 vòng màu thì màu sai số có nhiều màu, do đó gây khó khăn cho ta khi xác định đâu là vòng cuối cùng, tuy nhiên vòng cuối luôn có khoảng cách đến vạch liền kề xa hơn một chút.

Đối diện vòng cuối là vòng số 1, tiếp đến là vòng số 2, 3.

Tương tự cách đọc trị số của trở 4 vòng màu nhưng ở đây vòng số 4 là bội số của cơ số 10, vòng số 1, số 2, số 3 lần lượt là hàng trăm, hàng chục và hàng đơn vị.

⇒ Trị số = (vòng 1)(vòng 2)(vòng 3) x $10^{(\text{vòng 4})}$

(Có thể tính vòng số 4 là số chữ số 0 thêm vào)

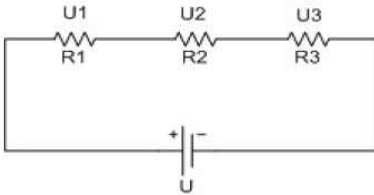
Ghép các điện trở:

Mục tiêu:

- Trình bày được phương pháp và đặc điểm ghép các điện trở.
- Đấu ghép được các điện trở theo yêu cầu.

Trong thực tế, khi ta cần một điện trở có trị số bất kỳ ta không thể có được, vì điện trở chỉ được sản xuất khoảng trên 100 loại có các giá trị thông dụng, do đó để có một điện trở bất kỳ ta phải đấu điện trở song song hoặc nối tiếp.

5.1. Điện trở mắc nối tiếp .



Điện trở mắc nối tiếp.

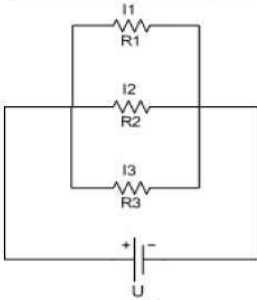
Các điện trở mắc nối tiếp có giá trị tương đương bằng tổng các điện trở thành phần cộng lại. $R_{td} = R_1 + R_2 + R_3$

Dòng điện chạy qua các điện trở mắc nối tiếp có giá trị bằng nhau và bằng

$$I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_3}{R_3}$$

Từ công thức trên ta thấy rằng, sụt áp trên các điện trở mắc nối tiếp tỷ lệ thuận với giá trị điện trở .

5.2. Điện trở mắc song song.



Điện trở mắc song song

Các điện trở mắc song song có giá trị tương đương R_{td} được tính bởi công thức:

$$\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

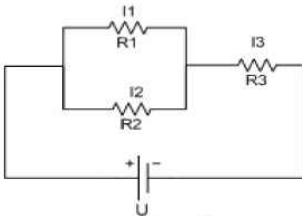
Nếu mạch chỉ có 2 điện trở song song thì: $R_{td} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

Dòng điện chạy qua các điện trở mắc song song tỷ lệ nghịch với giá trị điện trở:

$$I_1 = \frac{U}{R_1}; I_2 = \frac{U}{R_2}; I_3 = \frac{U}{R_3}$$

Điện áp trên các điện trở mắc song song luôn bằng nhau.

5.3. Điện trở mắc hỗn hợp.



Điện trở mắc hỗn hợp.

Mắc hỗn hợp các điện trở để tạo ra điện trở tối ưu theo yêu cầu về giá trị, P_{TT} .

Ví dụ: Nếu ta cần một điện trở 9K ta có thể mắc 2 điện trở 15K song song, sau đó mắc nối tiếp với điện trở 1,5K .

Công dụng của điện trở

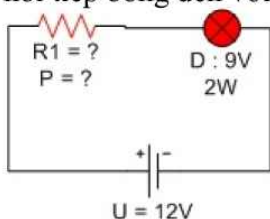
Mục tiêu

- Trình bày được những công dụng cơ bản của điện trở.

Điện trở có mặt ở mọi nơi trong thiết bị điện dân dụng, điện tử, như vậy điện trở là một trong những linh kiện quan trọng trong mạch điện - điện tử. Điện trở có những tác dụng sau:

Khống chế dòng điện qua tải (điện áp trên tải) cho đúng giá trị định mức.

Ví dụ: Có một bóng đèn 9V, nhưng ta chỉ có nguồn 12V, ta có thể tính toán đầu nối tiếp bóng đèn với điện trở để sụt áp bớt 3V trên điện trở (hình 1.8).



Hình 1.14: Đầu nối tiếp với bóng đèn một điện trở.

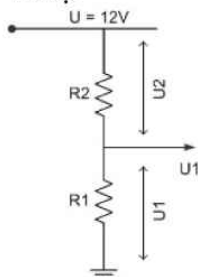
Từ hình vẽ, ta tính được trị số và công suất của điện trở cho phù hợp như sau:

Bóng đèn có điện áp 9V và công suất 2W vậy dòng tiêu thụ là $I = P/U = 2/9$ (A) Đó cũng chính là dòng điện đi qua điện trở.

Vì nguồn là 12V, bóng đèn 9V nên cần sụt áp trên điện trở là $U_R = 3V$ vậy giá trị điện trở cần tìm là: $R = U_R / I = 3 / (2/9) = 27/2 = 13,5$ (Ω). Có thể ghép hỗn hợp các điện trở để được trị số theo yêu cầu.

Công suất tiêu thụ trên điện trở là: $P_R = U_R \cdot I = 3 \cdot (2/9) = 2/3$ (W). Vì vậy ta phải chọn điện trở có công suất $P_{ttmax} > 2/3$ W (để tối ưu nên chọn $P_{ttmax} = 1W$). Mắc điện trở thành cầu phân áp để có được một điện áp theo ý muốn từ một điện áp cho trước (hình 1.9).

Ví dụ:



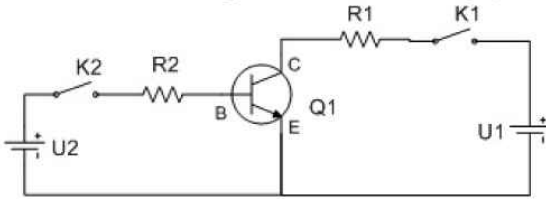
Hình 1.15: Cầu phân áp để lấy ra áp U_1 tùy ý .

Từ nguồn 12V ở trên thông qua cầu phân áp R_1 và R_2 ta lấy ra điện áp U_1 , áp U_1 phụ thuộc vào giá trị hai điện trở R_1 và R_2 theo công thức .

$$\frac{U_1}{U} = \frac{R_1}{(R_1 + R_2)} \Rightarrow U_1 = U \frac{R_1}{(R_1 + R_2)}$$

Thay đổi giá trị R_1 hoặc R_2 ta sẽ thu được điện áp U_1 theo ý muốn.

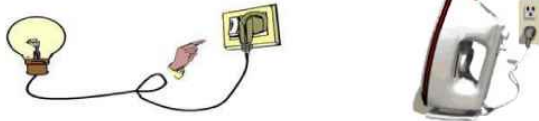
Phân cực cho bóng bán dẫn hoạt động (hình 1.10).



Hình 1.16: Mạch phân cực cho Transistor

Khi đóng các khóa K1, K2 các điện trở R1, R2 sẽ cung cấp nguồn phân cực cho BJT Q1 làm việc. Để Q1 là việc đúng chế độ quy định ta thay đổi giá trị R1 và R2.

Sử dụng làm dây tóc bóng đèn điện hoặc dây nung (dây may xo) cho bàn là, bếp điện ...

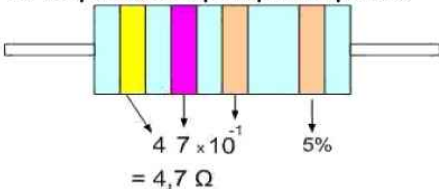


Hình 1.17: Điện trở làm thiết bị điện dân dụng

PHẦN THỰC HÀNH VỀ ĐIỆN TRỞ:

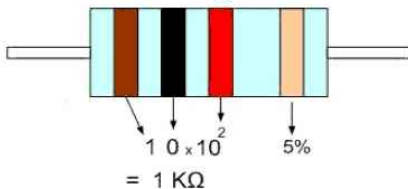
1 - Thực hành đọc trị số điện trở tùy theo ký hiệu của các vòng màu, các giá trị điện trở thông dụng trên thực tế.

1. Thực hành đọc trị số điện trở.



- Các điện trở khác nhau ở vòng màu thứ 3

Khi các điện trở khác nhau ở vòng màu thứ 3, thì ta thấy vòng màu bội số này thường thay đổi từ màu nhũ bạc cho đến màu xanh lá, tương đương với điện trở $< 1 \Omega$ đến hàng $M\Omega$.

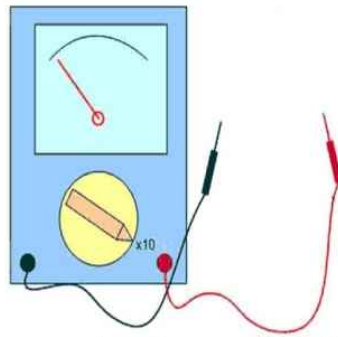


- Các điện trở có trị số khác nhau được ghi ở vòng màu số 1 và số 2 thay đổi.

Ở hình trên là các giá trị điện trở ta thường gặp trong thực tế, khi vòng màu số 3 thay đổi thì các giá trị điện trở trên tăng giảm 10 lần.

2 - Thực hành đo và xác định hư hỏng của điện trở bằng đồng hồ vạn năng.

2.1: Giới thiệu đồng hồ vạn năng điện cơ (chỉ thị kim):



Đồng hồ vạn năng (VOM) là thiết bị đo không thể thiếu được với bất kỳ một kỹ thuật viên điện tử nào, đồng hồ vạn năng có 4 chức năng chính là đo điện áp DC, đo điện áp AC, đo điện trở (R) và đo dòng điện DC.

Khi sử dụng đồng hồ vạn năng để đo kiểm tra và xác định giá trị của điện trở ta để chuyển mạch chế độ đo về đo điện trở, ở giới hạn đo thích hợp (khi chưa biết khoảng giá trị của điện trở, ta để ở giới hạn đo lớn nhất (X 10K) sau đó giảm dần về giới hạn đo thích hợp để đọc kết quả thuận lợi và chính xác nhất - ở khoảng 1/3 đến 2/3 thang chia độ trên mặt độ số đồng hồ.

Khi dùng đồng hồ vạn năng để đo điện trở, kết quả được đọc ở thang chia độ trên cùng của mặt độ số.

3 - Thực hành đấu ghép các điện trở tùy ý để đạt được các giá trị điện trở cần theo yêu cầu sử dụng trên thực tế.

BÀI 2: TỤ ĐIỆN

Mã bài: MĐ14.02

Giới thiệu:

Tụ điện là một trong những linh kiện thông dụng thường có trong các mạch điện tử và mạch điện trong hệ thống điện dân dụng. Bài học "Tụ điện" này giới thiệu về khái niệm, cấu tạo, các thông số cơ bản và cách nhận biết, ghi, đọc các tham số cơ bản của tụ điện. Đồng thời bài học cũng giới thiệu một số công dụng, các cách mắc tụ điện để tạo ra được một tụ điện có trị số và điện áp công tác tùy ý không có trong hệ thống các thông số quy chuẩn trong quá trình sản xuất tụ điện. Bài học góp một phần vào việc thực hiện mục tiêu đào tạo của mô đun.

Mục tiêu:

Trình bày cấu tạo, công dụng, các thông số đặc trưng, cách nhận biết các loại tụ điện sử dụng trong điện dân dụng.

Kiểm tra được chất lượng tụ điện.

Đo, đọc được các trị số tụ điện.

Lựa chọn nối ghép các tụ điện để có trị số điện dung yêu cầu.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Nội dung chính:

Cấu tạo, phân loại và ký hiệu các loại tụ điện

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm, cấu tạo, phân loại và ký hiệu của tụ điện.

- Phân biệt và gọi đúng tên các tụ điện theo các cách phân loại.

1.1. Khái niệm:

Tụ điện là một loại linh kiện thụ động được chế tạo từ hai bản cực kim loại và giữa chúng là một lớp cách điện (điện môi) trong điều kiện điện trường toàn phần.

Tụ điện lý tưởng là một linh kiện chỉ tích lũy năng lượng điện dưới dạng điện trường. Tuy nhiên trong thực tế, tụ điện vẫn tiêu hao năng lượng điện do chúng vẫn tồn tại một điện trở dò R_d . Điện trở này được coi là mắc song song với tụ điện lý tưởng.

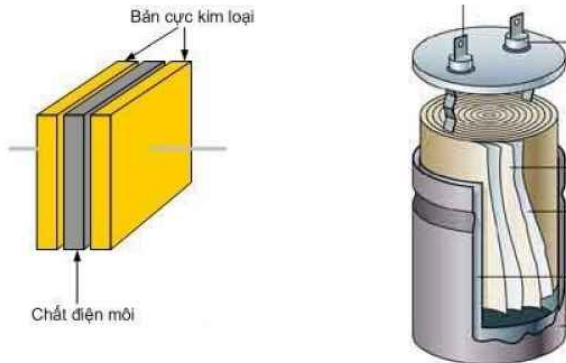
Tụ điện lý tưởng là một linh kiện không cho dòng một chiều đi qua và cho dòng xoay chiều đi qua ở những mức độ khác nhau phụ thuộc vào tần số của nguồn điện cung cấp cho nó. Trở kháng xoay chiều của tụ điện được tính:

$$X_c = 1/\omega C$$

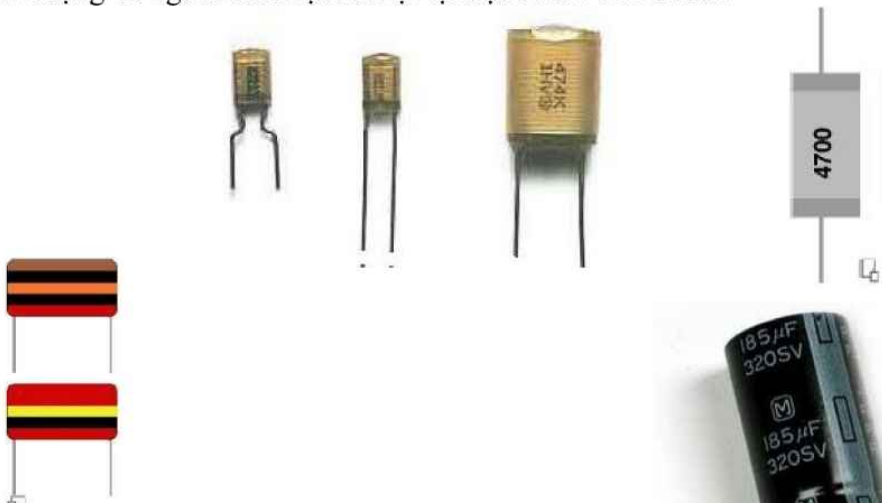
Trong đó: ω là tần số góc của nguồn điện cung cấp cho tụ, còn C là giá trị điện dung của tụ điện.

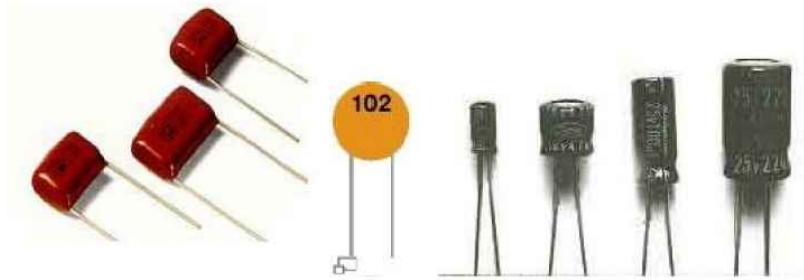
1.2. Cấu tạo:

Tùy theo từng loại tụ điện mà chúng có cấu tạo chi tiết khác nhau; nhưng nhìn chung tụ điện có kết cấu bao gồm những thành phần như ở hình 1.18a.



Hình 2.1a: Các thành phần cấu tạo của một tụ điện.
Hình dạng bề ngoài của một số loại tụ điện như ở hình 2.1b.





Hình 2.1b: Hình dạng bề ngoài của một số loại tụ điện.

1.3. Phân loại tụ điện:

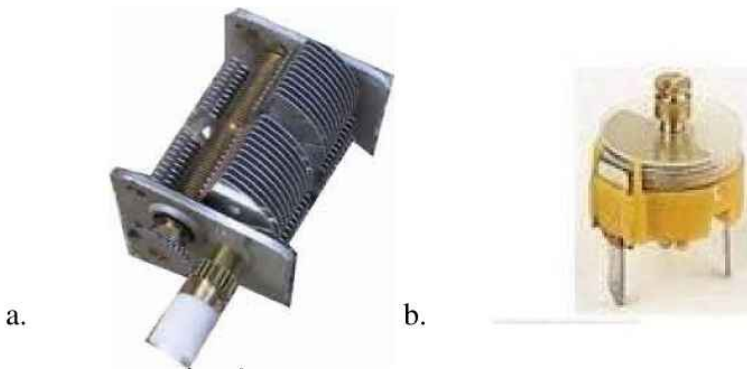
Tùy theo những phương pháp phân loại mà ta có những tên gọi khác nhau của tụ điện

1.3.1. Theo giá trị tụ điện:

- Tụ điện không đổi: Là loại tụ điện mà giá trị của nó không thể thay đổi được trong quá trình làm việc.

- Tụ điện biến đổi (còn được gọi là tụ xoay hay varicap): Là loại tụ điện mà giá trị của nó có thể thay đổi được trong quá trình làm việc.

Tụ xoay có hai dạng: Tụ có thể thay đổi được giá trị trong một giới hạn rộng (hình 2.2a) và tụ thay đổi giá trị điện dung trong một giới hạn hẹp (hình 2.2b). Cấu tạo của tụ biến đổi khác so với tụ điện cố định là có một má tĩnh và một má động, khi má động di chuyển sẽ làm phần diện tích tiếp xúc giữa 2 má tụ thay đổi làm cho giá trị điện dung của tụ điện đó thay đổi.



Hình 2.2: Tụ điện biến đổi

1.3.2. Theo vật liệu cách điện (điện môi):

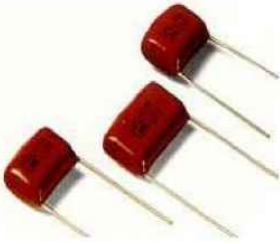
Theo vật liệu cách điện có các loại tụ điện: Tụ không khí, tụ gốm, tụ sứ, tụ mica, tụ giấy, tụ dầu, tụ hóa, tụ tantan ...

1.3.3. Theo tính chất của tụ điện:

+ Tụ không phân cực (hay tụ xoay chiều):
Là loại tụ điện khi mắc vào trong mạch không

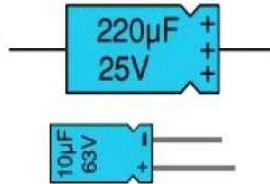
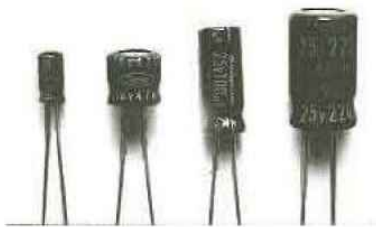


cần phân biệt cực tính của nguồn cung cấp cho nó (hình 2.3).



Hình 2.3: Tụ điện không phân cực

+ Tụ phân cực (hay tụ một chiều): Đây thường là tụ hóa (hình 2,4); khi mắc những tụ phân cực trong mạch điện phải chú ý là chân dương (+) của tụ phải được mắc về nơi có điện thế cao, còn chân âm của tụ phải được mắc về nơi có điện thế thấp để tránh những tai nạn đáng tiếc do nổ tụ khi hóa

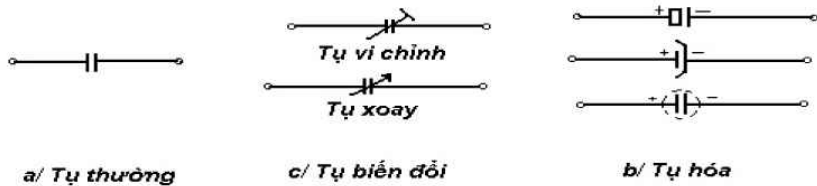


chất bị phân cực ngược.

Hình 2.4: Tụ điện phân cực

1.4. Ký hiệu tụ điện:

Trong các mạch điện và điện tử tụ điện thường được ký hiệu như sau:



Các thông số kỹ thuật cơ bản của tụ điện:

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm và ý nghĩa các thông số cơ bản của tụ điện.
- Vận dụng được kiến thức trong thay thế các tụ điện trong mạch điện.

Đối với các tụ điện thông thường ta cần chú ý đến các thông số kỹ thuật cơ bản sau đây:

2.1 - Điện dung (trị số danh định) và sai số của tụ điện:

+ Điện dung C của tụ điện là một tham số cơ bản, nó là giá trị của tụ điện được định trước trong quá trình sản xuất trong điều kiện tiêu chuẩn. Điện dung C của tụ điện là tham số đặc trưng cho khả năng tích lũy năng lượng của tụ điện và nó được tính theo công thức:

$$C = \epsilon \epsilon_0 \frac{S}{d} \text{ (F)}$$

Trong đó: ϵ - là hằng số điện môi của vật liệu cách điện dùng để chế tạo tụ điện.

ϵ_0 - là hằng số điện môi của không khí.

S - là diện tích bản cực của tụ điện

d - là khoảng cách giữa hai bản cực của tụ điện.

Đơn vị tụ điện là Farad (F), micro Farad (μF), nano Farad (nF), pico Farad (pF).

$$1\text{F} = 10^6 \mu\text{F} = 10^9 \text{nF} = 10^{12} \text{pF}$$

+ Sai số của tụ điện là độ chênh lệch cho phép lớn nhất giữa giá trị điện dung của tụ điện trong điều kiện làm việc thực tế so với trị số điện dung danh định của tụ điện. Sai số của tụ điện thường được tính theo %.

Dựa vào % sai số, người ta chia tụ điện ra 5 cấp chính xác:

- Cấp 0.05: có sai số $\pm 0,5 \%$
- Cấp 0.1: có sai số $\pm 1 \%$
- Cấp I: có sai số $\pm 5 \%$
- Cấp II: có sai số $\pm 10 \%$
- Cấp III: có sai số $\pm 20 \%$

2.2 - Điện áp (hiệu điện thế) làm việc lớn nhất (U_{max}):

Điện áp làm việc lớn nhất của tụ điện U_{max} là giá trị điện áp cao nhất cho phép đặt lên tụ điện để tụ điện có thể làm việc trong một thời gian dài ở điều kiện bình thường mà không bị hỏng. Nếu quá mức đó tụ điện sẽ cháy hỏng.

Điều kiện đảm bảo cho tụ điện làm việc bình thường là: $U_{\text{tt}} < U_{\text{max}}$.

Trong đó U_{tt} là điện áp thực tế đặt lên tụ điện trong quá trình làm việc.

Đối với các tụ điện làm việc với điện áp xoay chiều thì $U_{\text{max}} > \sqrt{2} U_{\text{tt}}$

Cách ghi các thông số trên tụ điện:

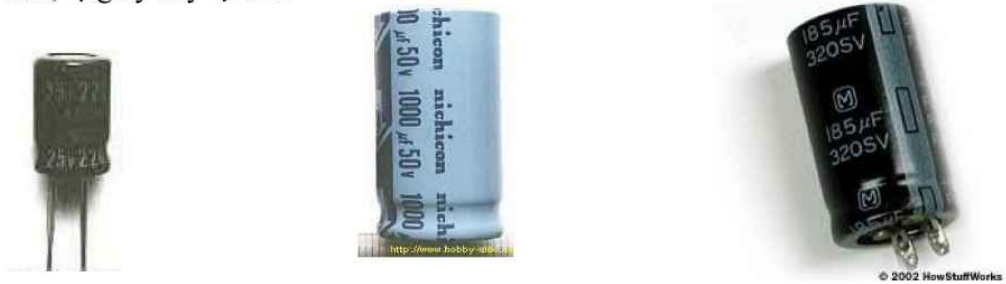
Mục tiêu:

- Trình bày được các phương pháp ghi thông số tụ điện.
- Chuyển đổi được các cách ghi thông số tụ điện.

Trên thân tụ điện thường ghi các tham số đặc trưng cho tụ điện như: Điện dung của tụ điện, sai số và điện áp làm việc lớn nhất. Người ta có thể ghi trực tiếp hoặc ghi theo nhiều qui ước khác nhau.

3.1 - Cách ghi trực tiếp:

Cách ghi trực tiếp là cách ghi đầy đủ các tham số chính và đơn vị đo của chúng. Cách ghi này thường dùng đối với các tụ điện có kích thước tương đối lớn như tụ hóa, tụ giấy hay tụ dầu.

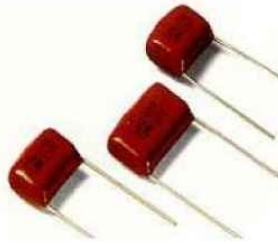


Hình 2.5: Ghi trực tiếp tham số tụ điện.

3.2 - Ghi theo qui ước:

Cách ghi theo quy ước có thể có một số quy ước thông dụng:

+ Ghi bằng số kết hợp chữ: Đây là cách ghi dùng hai chữ số và một trong số các chữ cái: R (hoặc E); K; M để ghi giá trị điện dung và một chữ cái để ghi sai số theo quy ước.



Hình 2.5: Ghi bằng số kết hợp chữ.

+ Quy ước theo mã: Mã này gồm ba chữ số và một chữ cái để chỉ sai số. Trong các chữ số thì hai chữ số đầu tiên chỉ hai số có nghĩa thực trị số điện dung C của tụ điện, chữ số cuối cùng chỉ số mũ của hệ số nhân 10 (10^X) hay có thể coi là số chữ số 0 cần thêm vào. Các chữ cái chỉ sai số qui ước gồm: F = 1%, G = 2%, J = 5%, K = 10%, M = 20%.



Hình 2.6: Ghi quy ước theo mã.

+ Quy ước màu:

Thông thường người ta sử dụng 4 vòng màu, đôi khi dùng 5 vòng màu (đối với loại có dung sai nhỏ khoảng 1%).

Loại 4 vòng màu được qui ước:

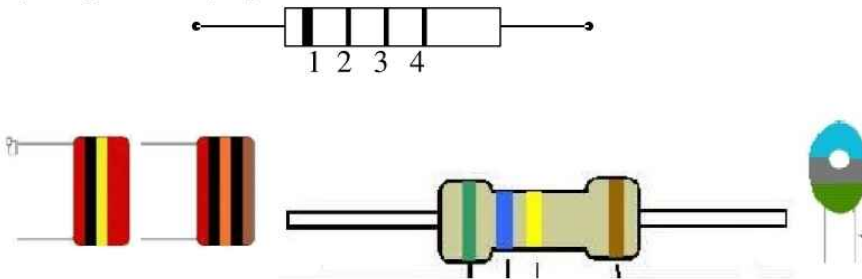
- Hai vòng màu đầu tiên là chỉ số có nghĩa thực của trị số điện dung C:

Hàng chục và hàng đơn vị.

- Vòng màu thứ 3 là chỉ số số 0 cần thêm vào sau hai số có nghĩa (hay gọi là số mũ của hệ số nhân $10 - 10^X$).

- Vòng màu thứ 4 chỉ sai số (%).

Thứ tự vòng màu được qui ước như sau:



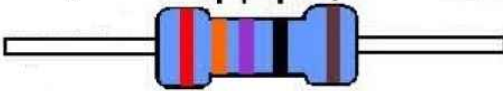
Hình 2 - 7: Ghi theo quy ước màu - Thứ tự vòng màu

Loại 5 vạch màu được qui ước:

- Ba vòng màu đầu chỉ số có nghĩa thực: Hàng trăm, hàng chục và đơn vị.

- Vòng màu thứ tư là số nhân để chỉ số số 0 cần thêm vào

- Vòng màu thứ 5 chỉ sai số.



Cách đọc trị số tụ điện theo qui ước vòng màu

Mục tiêu:

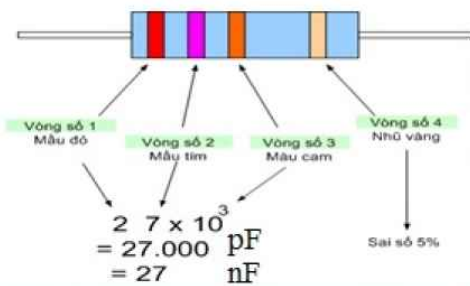
- Trình bày được phương pháp đọc trị số điện dung của tụ điện ghi bằng vòng màu.

- Đọc được trị số và sai số của tụ điện theo cách ghi bằng vòng màu.

Để đọc được trị số điện dung của tụ điện ta có bảng giá trị các vòng màu dùng trong cách ghi bằng vòng màu. Quy ước giá trị các vòng màu như trong bảng 1.2 (Phần đọc trị số danh định của điện trở).

Ví dụ: Đọc giá trị điện dung của tụ điện ghi bằng vạch màu:

* Cách đọc trị số tụ điện 4 vòng màu: Đơn vị tính sau khi quy đổi là pF.



Hình 2.8: Cách đọc giá trị điện dung tụ điện ghi bằng 4 vòng màu.

Vòng số 4 là vòng ở cuối luôn có màu nhũ vàng hay nhũ bạc, đây là vòng chỉ sai số của tụ điện, khi đọc trị số ta bỏ qua vòng này.

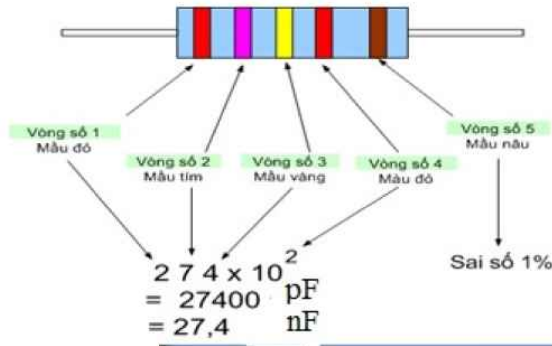
Đối diện với vòng cuối là vòng số 1, tiếp theo đến vòng số 2, số 3

Vòng số 1 và vòng số 2 là hàng chục và hàng đơn vị

Vòng số 3 là bội số của cơ số 10.

⇒ Phương pháp đọc giống như với trị số danh định của điện trở

* Cách đọc trị số tụ điện 5 vòng màu (tụ điện chính xác): Đơn vị tính sau khi quy đổi là pF.



Hình 2.9: Cách đọc điện dung của tụ điện ghi bằng 5 vòng màu.

Vòng số 5 là vòng ghi sai số, nó luôn có khoảng cách đến vạch liền kề xa hơn một chút.

Đối diện vòng cuối là vòng số 1, tiếp đến là vòng số 2, 3, 4.

Vòng số 4 là bội số của cơ số 10, vòng số 1, số 2, số 3 lần lượt là hàng trăm, hàng chục và hàng đơn vị.

⇒ Phương pháp đọc giống như với trị số danh định của điện trở được ghi bằng 5 vòng màu.

Ghép các tụ điện:

Mục tiêu:

- Trình bày được phương pháp và đặc điểm ghép các tụ điện.

Trong thực tế, khi ta cần một tụ điện có trị số bất kỳ ta không thể có được, vì tụ điện chỉ được sản xuất khoảng trên 100 loại có các giá trị thông dụng, do đó để có một tụ điện bất kỳ ta phải đấu tụ điện song song hoặc nối tiếp.

4.1. Tụ điện mắc song song .

Tụ điện mắc song song.

Các tụ điện mắc song song có giá trị tương đương bằng tổng các tụ điện thành phần cộng lại. $C_{td} = C1 + C2 + C3$

Điện áp đặt trên các tụ điện mắc song song có giá trị bằng nhau và bằng U:

4.2. Tụ điện mắc nối tiếp.

Tụ điện mắc nối tiếp

Các tụ điện mắc nối tiếp có giá trị tương đương C_{td} được tính bởi công thức:

$$\frac{1}{C_{td}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

Nếu mạch chỉ có 2 tụ điện nối tiếp thì: $C_{td} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$

4.3. Tụ điện mắc hỗn hợp.

Tụ điện mắc hỗn hợp.

Mắc hỗn hợp các tụ điện để tạo ra tụ điện tối ưu theo yêu cầu về giá trị điện dung, U_{max} .

Ví dụ: Nếu ta cần một tụ điện $9\mu F$ ta có thể mắc 2 tụ điện $15\mu F$ nối tiếp nhau, sau đó mắc song song với tụ điện $1,5\mu F$.

Công dụng của tụ điện

Mục tiêu

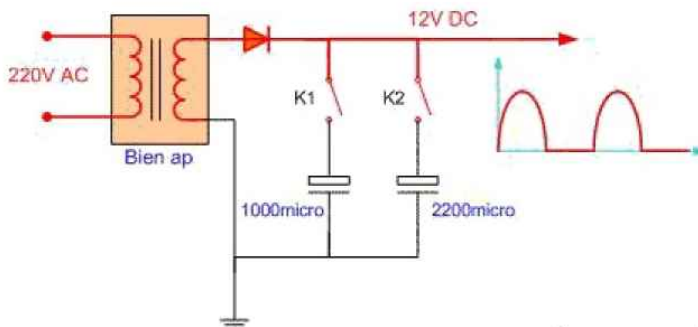
- Trình bày được những công dụng cơ bản của tụ điện.

Tụ điện tham gia vào rất nhiều mạch điện tử trong các thiết bị điện dân dụng, điện tử. Trong mỗi mạch điện khác nhau, tụ điện đều có một công dụng nhất định như truyền dẫn tín hiệu, lọc nhiễu xoay chiều, lọc xoay chiều cho nguồn điện một chiều, tạo dao động

Ta khảo sát một vài ứng dụng của tụ điện như sau:

5.1. Tụ điện là phần tử lọc nguồn

* Tụ điện dung trong mạch lọc (làm bằng phẳng hơn) cho nguồn chỉnh lưu.

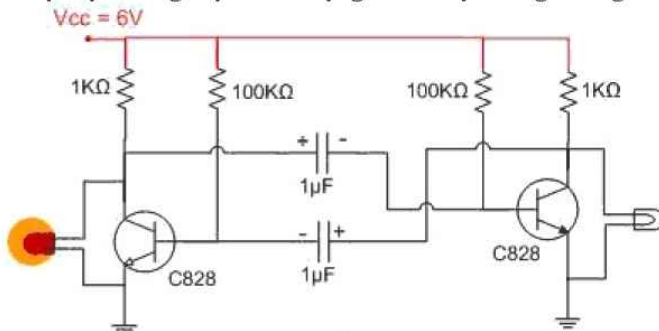


Hình 2.10: Tụ điện trong mạch lọc xoay chiều cho nguồn chỉnh lưu.

Từ hình vẽ, ta thấy: Khi số lượng tụ điện được mắc ở đầu ra mạch chỉnh lưu càng nhiều, điện dung tương đương của mạch càng lớn, khả năng dự trữ năng lượng cung cấp cho tải cũng càng lớn, do vậy giá trị nguồn cung cấp cho tải cũng ít biến đổi hơn (Vấn đề sẽ được trình bày kỹ hơn trong bài lắp mạch chỉnh lưu có lọc).

5.2. Tụ điện là phần tử phóng nạp tạo dao động (hình 2.11).

* Tụ điện trong mạch dao động đa hài tạo xung vuông.



Hình 2.11: Tụ điện làm phần tử phóng - nạp .

Trong sơ đồ mạch dao động đa hài hình 2.11, hai tụ điện có giá trị $1\ \mu\text{F}$ làm nhiệm vụ phóng - nạp để tạo nên hai dãy xung vuông tuần hoàn ở trên hai cực góp của hai BJT (sẽ được trình bày kỹ hơn ở phần sau).

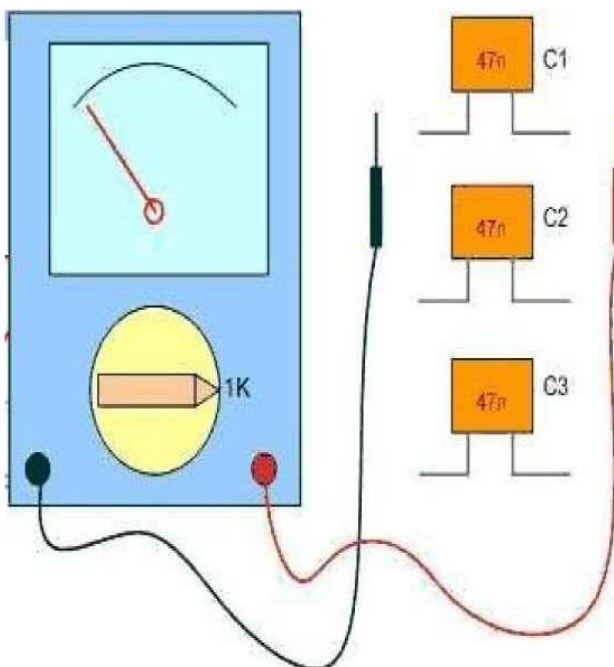
Kiểm tra chất lượng tụ điện

Mục tiêu:

- Trình bày được phương pháp đánh giá chất lượng tụ điện
- Đánh giá được chất lượng tụ điện bằng sử dụng đồng hồ vạn năng.

Ta có thể dùng thang điện trở để kiểm tra độ phóng nạp và chất lượng của tụ điện.

6.1. Khi đo kiểm tra các tụ gốm (các tụ có giá trị điện dung nhỏ hơn $0.1\ \mu\text{F} \div 0.01\ \mu\text{F}$) ta dùng đồng hồ vạn năng ở chế độ đo điện trở, thang đo $\times 1\text{K}$ hoặc $\times 10\text{K}$.



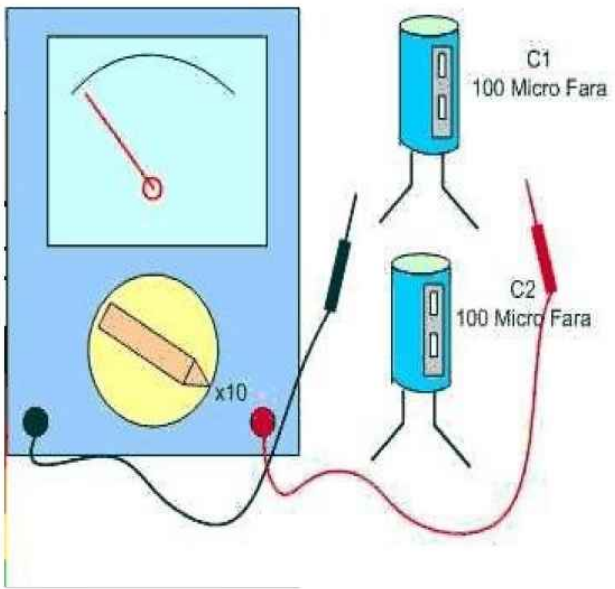
Hình 2.12: Dùng thang đo x1K để kiểm tra tụ gốm.

Phương pháp đo:

Tiếp xúc tốt một đầu que đo của đồng hồ với một chân của tụ, đưa đầu que đo còn lại tới chân còn lại của tụ điện, đồng thời quan sát kim của đồng hồ. Nếu thấy:

- Kim có hiện tượng lên - xuống (tương ứng với tụ có nạp - phóng) khi ta đo là tụ còn làm việc. Mang so sánh mức độ phóng nạp với một tụ khác còn mới, với cùng giá trị; nếu mức độ phóng nạp như nhau là tụ còn tốt.
- Kim có vọt lên nhưng không trở về vị trí cũ là tụ đã bị dò.
- Kim đồng hồ lên đến 0Ω và không trở về là tụ đã bị chập.

6.2. Khi đo kiểm tra các tụ hóa (các tụ có giá trị điện dung lớn hơn $1\mu F \div 1\mu F$) ta dùng đồng hồ vạn năng ở chế độ đo điện trở, thang đo x1 hoặc x10.



Hình 2.13: Dùng thang đo

x10 để kiểm tra tụ hóa.

Phương pháp đo kiểm tra hoàn toàn giống với đo kiểm tra tụ gốm. Chỉ lưu ý là: Tụ hóa rất ít khi bị dò hoặc bị chập mà chủ yếu là bị khô (giảm trị số điện dung) do đó khi đo để biết chính xác mức độ hỏng của tụ ta nên so sánh mức độ phóng nạp của nó với một tụ mới (tốt) có cùng trị số điện dung.

Chú ý: Khi đo tụ phóng nạp, ta phải đảo chiều que đo vài lần để xem khả năng phóng nạp của nó.

BÀI 3 : CUỘN KHÁNG

Mã bài: MĐ14.03

Giới thiệu:

Cùng với điện trở và tụ điện, cuộn cảm (cuộn kháng) cũng là linh kiện thông dụng thường có trong các mạch điện tử và mạch điện trong hệ thống điện dân dụng. Bài học "Cuộn kháng" giới thiệu về khái niệm, cấu tạo, các thông số cơ bản và cách nhận biết, ghi, đọc các tham số cơ bản của cuộn cảm. Đồng thời bài học cũng giới thiệu một số công dụng, các cách mắc cuộn cảm để tạo ra được một cuộn cảm đúng với yêu cầu của mạch mà không có trong hệ thống các thông số quy chuẩn trong quá trình sản xuất. Bài học góp một phần vào việc thực hiện mục tiêu đào tạo của mô đun.

Mục tiêu:

Trình bày được cấu tạo, công dụng, các thông số kỹ thuật của cuộn kháng.

Đo, đọc, điều chỉnh được trị số điện cảm của cuộn kháng.

Kiểm tra được chất lượng cuộn kháng.

Lựa chọn nối ghép các cuộn kháng có trị số điện cảm đạt yêu cầu.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Nội dung chính:

Cấu tạo, phân loại và ký hiệu các loại cuộn kháng (cuộn cảm)

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm, cấu tạo, phân loại và ký hiệu của tụ điện.
- Phân biệt và gọi đúng tên các tụ điện theo các cách phân loại.

1.1. Khái niệm:

Cuộn cảm là một loại linh kiện thụ động được chế tạo từ các loại vật liệu dẫn điện tốt (đồng, nhôm) được phủ cách điện rồi quấn quanh một lõi.

Cuộn cảm lý tưởng là một linh kiện chỉ tích lũy năng lượng điện dưới dạng từ trường. Tuy nhiên trong thực tế, cuộn cảm vẫn tiêu hao năng lượng điện

do chúng vẫn tồn tại điện trở R_L . Điện trở R_L này là điện trở thuần thực tế của dây dẫn và được coi là mắc nối tiếp với cuộn cảm lý tưởng.

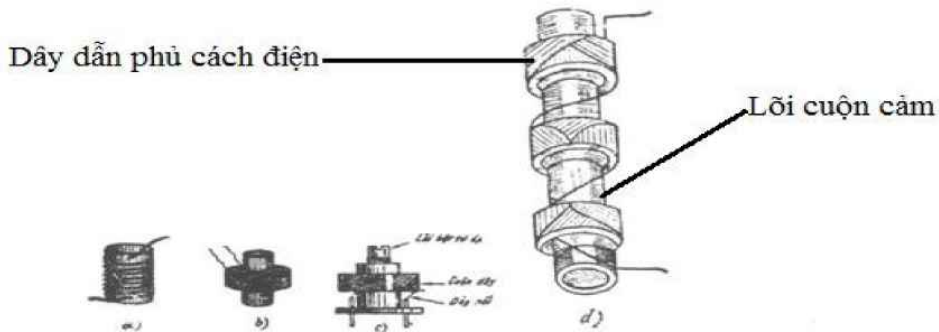
Cuộn cảm lý tưởng là một linh kiện cho dòng một chiều đi qua và ngăn cản dòng xoay chiều đi qua ở những mức độ khác nhau phụ thuộc vào tần số của nguồn điện cung cấp cho nó. Trở kháng xoay chiều của cuộn cảm được tính:

$$X_L = \omega L$$

Trong đó: ω là tần số góc của nguồn điện cung cấp cho tụ, còn L là giá trị điện cảm của cuộn cảm.

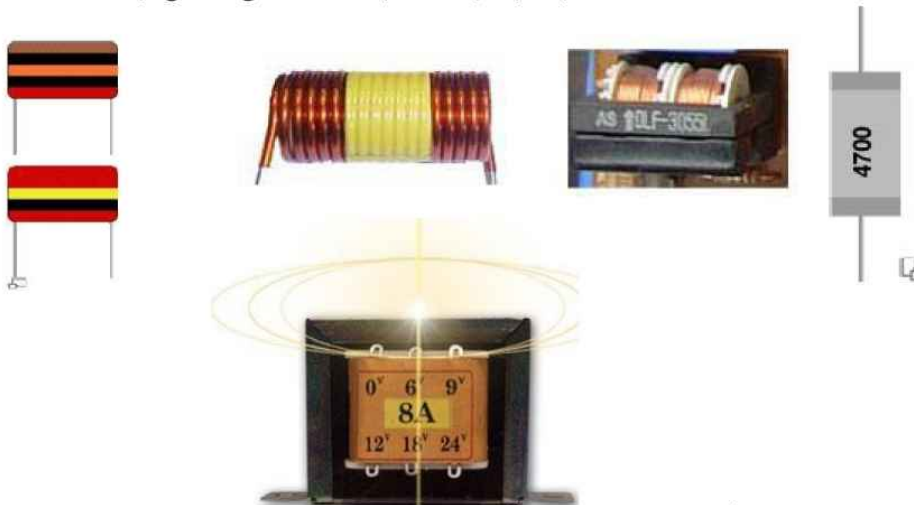
1.2. Cấu tạo:

Tùy theo từng loại tụ điện mà chúng có cấu tạo chi tiết khác nhau; nhưng nhìn chung tụ điện có kết cấu bao gồm những thành phần như ở hình 3.1a.



Hình 3.1a: Các thành phần cấu tạo của cuộn cảm.

Hình dạng bề ngoài của một số loại tụ điện như ở hình 3.1b.



Hình 3.1b: Hình dạng bề ngoài của một số loại cuộn cảm.

1.3. Phân loại cuộn cảm:

Tùy theo những phương pháp phân loại mà ta có những tên gọi khác nhau của cuộn cảm

1.3.1. Theo giá trị cuộn cảm:

- Cuộn cảm không đổi: Là loại cuộn cảm mà giá trị của nó không thể thay đổi được trong quá trình làm việc.

- Cuộn cảm biến đổi: Là loại cuộn cảm mà giá trị của nó có thay đổi được trong quá trình làm việc.

Cuộn cảm biến đổi có hai dạng: Một loại giá trị điện cảm của nó biến đổi nhờ thay đổi số vòng dây của cuộn cảm và một loại thay đổi giá trị điện cảm nhờ điều chỉnh lõi sắt từ (ferit) bên trong lòng cuộn dây.

1.3.2. Theo tần số làm việc:

Theo tần số làm việc có các loại cuộn cảm:

- Cuộn cảm cao tần: Là loại cuộn cảm có lõi là lõi không khí, là việc ở dải tần số cao hơn 10MHz - hình 3.2a.

- Cuộn cảm trung tần: Là loại cuộn cảm thường có lõi là ferit từ, làm việc ở dải tần số $30\text{KHz} < f < 10\text{MHz}$ - hình 3,2b.

- Cuộn cảm tần số thấp: Là loại cuộn cảm làm việc với tần số nhỏ hơn 30KHz, loại này thường có lõi là thép lá kỹ thuật (lõi sắt từ) - hình 3.2c.



a.



b.

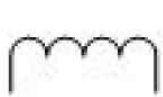


c.

Hình 3.2 Phân loại cuộn cảm theo tần số.

1.4. Ký hiệu cuộn cảm:

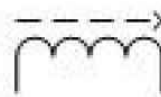
Trong các sơ đồ nguyên lý mạch điện, cuộn cảm thường được ký hiệu như trên hình 3.3.



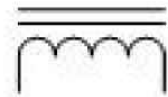
L1



L2



L3



L4

L1 là lõi không khí

L2 là lõi Ferit

L3 là lõi điều chỉnh đ-ợc

L4 lõi thép kỹ thuật

Hình 3.3 Ký hiệu cuộn cảm.

Các thông số kỹ thuật của cuộn cảm

Mục tiêu:

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm và ý nghĩa các thông số cơ bản của tụ điện.
- Vận dụng được kiến thức trong thay thế các tụ điện trong mạch điện.

Đối với các tụ điện thông thường ta cần chú ý đến các thông số kỹ thuật cơ bản sau đây:

2.1. Điện cảm:

Điện cảm của cuộn cảm là tham số đặc trưng cho khả năng tích lũy năng lượng của cuộn cảm dưới dạng từ trường. Giá trị điện cảm phụ thuộc vào loại lõi, kích thước, hình dáng, số vòng dây. Cùng một loại lõi, số vòng dây càng lớn thì điện cảm càng lớn. Kí hiệu: L.

Đơn vị là Henry (H); mili Henry (mH); micro Henry (μH).

Với: $1\text{H} = 10^3\text{mH} = 10^6\mu\text{H}$

2.2. Điện kháng (cảm kháng):

Một cuộn cảm trong mạch điện xoay chiều sẽ có điện trở thuần do điện trở dây dẫn của nó tạo ra (điện trở một chiều) cộng thêm trở kháng do điện cảm L (điện trở xoay chiều).

Trở kháng của cuộn dây: $Z_L = R_L + X_L = R_L + j2\pi fL$

Khi tần số có tần số thấp tác động thì trở kháng của cuộn dây tương đối nhỏ (gần bằng điện trở một chiều), nhưng khi tần số tăng lên thì giá trị này sẽ tăng tỷ lệ với tần số.

2.3. Hệ số phẩm chất :

Một cuộn cảm có chất lượng cao thì tổn hao năng lượng nhỏ. Muốn nâng cao hệ số phẩm chất dùng lõi bằng vật liệu dẫn từ như: ferit, sắt cacbon... số vòng dây quấn ít vòng hơn.

2.4. Dòng điện cho phép lớn nhất I_{max} :

Dòng điện I_{max} là giá trị dòng điện lớn nhất cho phép đi qua cuộn cảm để nó thể làm việc trong một thời gian dài mà không bị phá hủy vì nhiệt.

Điều kiện làm việc của cuộn cảm trong mạch là $I_{\text{tt}} < I_{\text{max}}$.

Trong đó I_{tt} là dòng tải thực tế đi qua cuộn cảm trong quá trình làm việc.

Các ký hiệu ghi trên cuộn cảm

Mục tiêu:

- Trình bày được các phương pháp ghi thông số cuộn cảm.
- Chuyển đổi được các cách ghi thông số cuộn cảm.

Trên thân cuộn cảm thường ghi các tham số đặc trưng cho cuộn cảm là giá trị điện cảm L và dòng điện I_{max} . Người ta có thể ghi trực tiếp hoặc ghi theo nhiều qui ước khác nhau.

3.1 - Cách ghi trực tiếp:

Cách ghi trực tiếp là cách ghi đầy đủ các tham số chính và đơn vị đo của chúng. Cách ghi này thường dùng đối với các cuộn cảm có kích thước tương đối lớn. Khi gặp cách ghi này chúng ta chỉ đọc trực tiếp giá trị của các tham số đó.

3.2 - Ghi theo quy ước:

Cách ghi theo quy ước có thể có một số quy ước thông dụng:

+ Ghi bằng số kết hợp chữ: Đây là cách ghi dùng hai chữ số và một trong số các chữ cái: R (hoặc E); K; M để ghi giá trị điện dung và một chữ cái để ghi sai số theo quy ước.

+ Quy ước theo mã: Mã này gồm ba chữ số và một chữ cái để chỉ sai số. Trong các chữ số thì hai chữ số đầu tiên chỉ hai số có nghĩa thực trị số của điện cảm L, chữ số cuối cùng chỉ số mũ của hệ số nhân 10 (10^X) hay số chữ số 0 cần thêm vào. Các chữ cái chỉ sai số quy ước gồm: F = 1%, G = 2%, J = 5%, K = 10%, M = 20%.

+ Quy ước màu:

Thông thường người ta sử dụng 4 vòng màu, đôi khi dùng 5 vòng màu (đối với loại có dung sai nhỏ khoảng 1%).

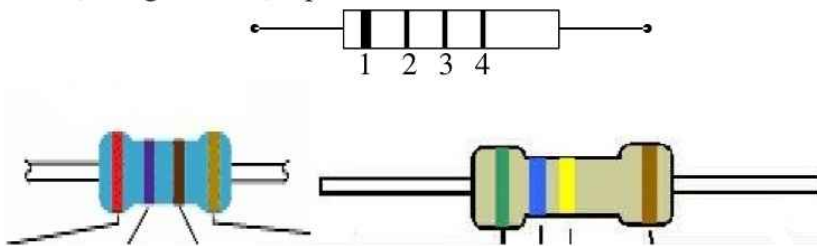
Loại 4 vòng màu được qui ước:

- Hai vòng màu đầu tiên là chỉ số có nghĩa thực của trị số điện cảm L: Hàng chục và hàng đơn vị .

- Vòng màu thứ 3 là chỉ số số 0 cần thêm vào sau hai số có nghĩa (hay gọi là số mũ của hệ số nhân 10 - 10^X).

- Vòng màu thứ 4 chỉ sai số (%).

Thứ tự vòng màu được qui ước như sau:



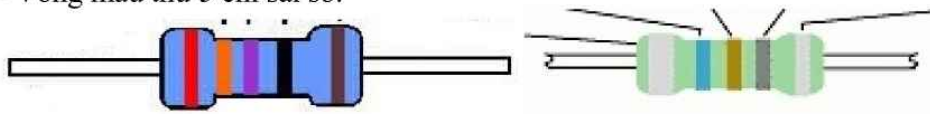
Hình 3.4: Ghi theo quy ước 4 vòng màu

Loại 5 vạch màu được qui ước:

- Ba vòng màu đầu chỉ các số có nghĩa thực: Hàng trăm, hàng chục và đơn vị.

- Vòng màu thứ tư là số nhân để chỉ số số 0 cần thêm vào

- Vòng màu thứ 5 chỉ sai số.



Hình 3.5: Ghi theo quy ước 5 vòng màu

4. Đo, đọc điều chỉnh trị số điện cảm cuộn cảm

Mục tiêu:

- Trình bày được phương pháp đọc trị số điện cảm L.

- Đọc được trị số điện cảm và sai số của tụ điện theo các cách ghi.

4.1. Ghi bằng số kết hợp chữ và quy ước mã.

4.1.1. Ghi bằng số kết hợp chữ.

- Đơn vị tính sau khi quy đổi là μH .

- Cách quy đổi: Các số nằm ở bên trái chữ cái là phần nguyên, bên phải chữ cái là phần thập phân của giá trị điện cảm.

- Nếu là chữ cái R ta nhân số ở trên với 1; K nhân với 10^3 ; M nhân với 10^6 .

Ví dụ: Khi giá trị điện cảm được ghi: 1M2M thì giá trị điện cảm $L = 1,2 \times 10^6 \mu\text{H}$, sai số $\pm 20\%$.

4.1.2. Ghi bằng quy ước mã.

Ta theo quy định cách ghi để quy đổi ra giá trị của điện cảm.

Chú ý: Đơn vị tính sau khi quy đổi là μH .

Ví dụ: Khi giá trị điện cảm được ghi 125K thì giá trị điện cảm $L = 12 \times 10^5 \mu\text{H}$, sai số là $\pm 10\%$.

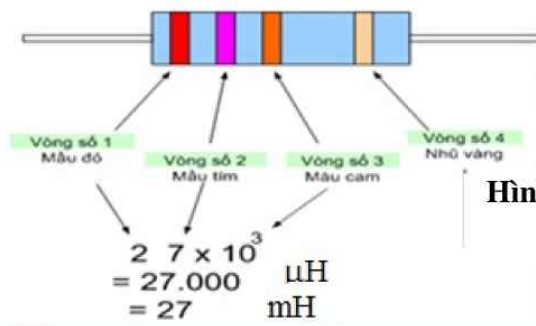
4.2. Ghi bằng quy ước vòng màu.

Để đọc được trị số điện cảm của cuộn cảm ta có bảng giá trị các vòng màu dùng trong cách ghi bằng vòng màu. Quy ước giá trị các vòng màu như trong bảng 1.2 (Phân đọc trị số danh định của điện trở).

Rồi sau đó theo quy định của bộ mã để quy đổi.

Ví dụ: Đọc giá trị điện cảm của cuộn cảm được ghi bằng vạch màu:

* Cách đọc trị số tụ điện 4 vòng màu: Đơn vị tính sau khi quy đổi là μH .



Hình 3.6: Cách đọc giá trị điện cảm ghi bằng 4 vòng màu.

Vòng số 4 là vòng ở cuối luôn có màu nhũ vàng hay nhũ bạc, đây là vòng chỉ sai số của tụ điện, khi đọc trị số ta bỏ qua vòng này.

Đổi diện với vòng cuối là vòng số 1, tiếp theo đến vòng số 2, số 3

Vòng số 1 và vòng số 2 là hàng chục và hàng đơn vị

Vòng số 3 là bội số của cơ số 10.

⇒ Phương pháp đọc giống như với trị số danh định của điện trở

4.3. Điều chỉnh trị số điện cảm của cuộn cảm.

4.3.1. Điều chỉnh bằng điều chỉnh số vòng dây

4.3.2. Điều chỉnh bằng lõi cuộn cảm

5. Tính toán ghép cuộn cảm

Mục tiêu:

- Trình bày được phương pháp và đặc điểm ghép các cuộn cảm.
- Đấu ghép được các cuộn cảm theo yêu cầu.

Trong thực tế, khi ta cần một cuộn cảm có giá trị điện cảm bất kỳ ta không thể có được, do đó để có một giá trị điện cảm bất kỳ ta phải đấu song; nối tiếp hoặc hỗn hợp các cuộn cảm.

5.1. Cuộn cảm mắc nối tiếp.

Cuộn cảm mắc nối tiếp.

Các cuộn cảm mắc nối tiếp có giá trị điện cảm tương đương bằng tổng các điện cảm thành phần cộng lại. $L_{td} = L_1 + L_2 + L_3$

Dòng điện chạy qua các cuộn cảm mắc nối tiếp có giá trị bằng nhau và bằng

$$I = \frac{U_1}{X_{L1}} = \frac{U_2}{X_{L2}} = \frac{U_3}{X_{L3}}$$

Từ công thức trên ta thấy rằng, sụt áp trên các cuộn cảm mắc nối tiếp tỷ lệ thuận với giá trị cảm kháng.

5.2. Cuộn cảm mắc song song.

Cuộn cảm mắc song song

Các cuộn cảm mắc song song có giá trị tương đương L_{td} được tính bởi công thức:

$$\frac{1}{L_{td}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$$

Nếu mạch chỉ có 2 cuộn cảm mắc song song thì: $L_{td} = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$

Dòng điện chạy qua các cuộn cảm mắc song song tỷ lệ nghịch với giá trị cảm kháng cảm mỗi cuộn cảm:

$$I_1 = \frac{U}{X_{L1}}; I_2 = \frac{U}{X_{L2}}; I_3 = \frac{U}{X_{L3}}$$

Điện áp trên các cuộn cảm mắc song song luôn bằng nhau.

5.3. Điện trở mắc hỗn hợp.

Điện trở mắc hỗn hợp.

Mắc hỗn hợp các cuộn cảm để tạo ra cuộn cảm phù hợp nhất theo yêu cầu về giá trị điện cảm, I_{max} .

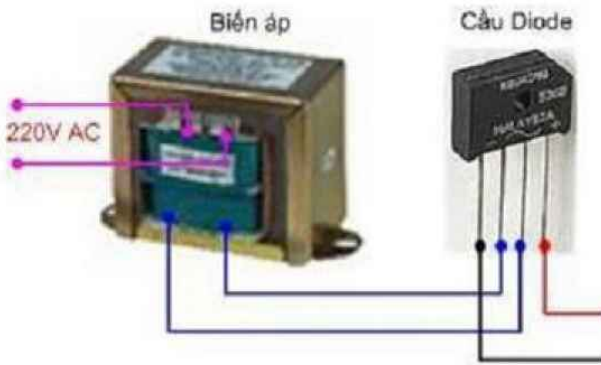
Ví dụ: Nếu ta cần một cuộn cảm có giá trị điện cảm $L = 28 \text{ mH}$ ta có thể mắc 3 cuộn cảm có $L = 39 \text{ mH}$ song song với nhau, sau đó mắc nối tiếp với cuộn cảm có $L = 15 \text{ mH}$.

6. Công dụng của cuộn cảm

Mục tiêu

- Trình bày được những công dụng cơ bản của cuộn cảm.

6.1. Dùng làm biến áp nguồn cho các bộ nguồn AC/DC



Hình
biến áp nguồn

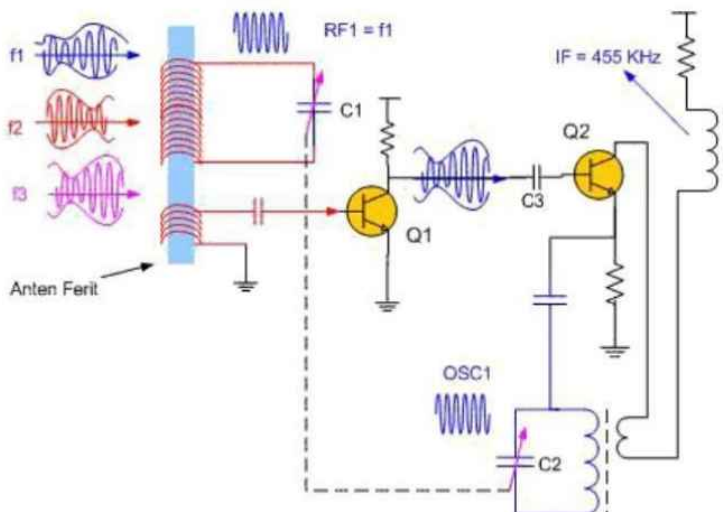
3.7: Cuộn cảm làm

6.2. Dùng chế tạo đầu từ cho các máy cát - xét.



Hình 3.8: Cuộn cảm làm đầu từ

6.3. Là một thành phần trong các mạch dao động.



Hình 3.9: Cuộn cảm làm cuộn dao động.

BÀI 4: ĐI - ÓT

Mã bài: MĐ14.04

Giới thiệu:

Cùng với điện trở và tụ điện, cuộn cảm (cuộn kháng) cũng là linh kiện thông dụng thường có trong các mạch điện tử và mạch điện trong hệ thống điện dân dụng. Bài học "Cuộn kháng" giới thiệu về khái niệm, cấu tạo, các thông số cơ bản và cách nhận biết, ghi, đọc các tham số cơ bản của cuộn cảm. Đồng thời bài học cũng giới thiệu một số công dụng, các cách mắc cuộn cảm để tạo ra được một cuộn cảm đúng với yêu cầu của mạch mà không có trong hệ thống các thông số quy chuẩn trong quá trình sản xuất. Bài học góp một phần vào việc thực hiện mục tiêu đào tạo của mô đun.

Mục tiêu:

- Trình bày được công dụng, cấu tạo nguyên lý làm việc, đặc tính vôn-am pe và các thông số đặc trưng của đi-ốt.
- Nêu được phương pháp lựa chọn, lắp ghép đi-ốt.
- Xác định được các cực và chất lượng của đi-ốt.
- Lựa chọn, lắp ghép được đi-ốt theo tiêu chuẩn kỹ thuật.
- Tích cực, chủ động và sáng tạo trong học tập

Nội dung chính:

Cấu tạo, công dụng, nguyên lý làm việc, đặc tuyến V-A và các thông số đặc trưng của đi-ốt

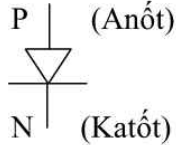
Mục tiêu:

Trình bày được cấu tạo, công dụng, nguyên lý làm việc, đặc tuyến vôn -am pe và các thông số đặc trưng của các loại đi-ốt tiếp mặt và tiếp điểm. Sử dụng được đi - ốt thường vào một số mạch thực tế

1.1. Đi-ốt tiếp mặt

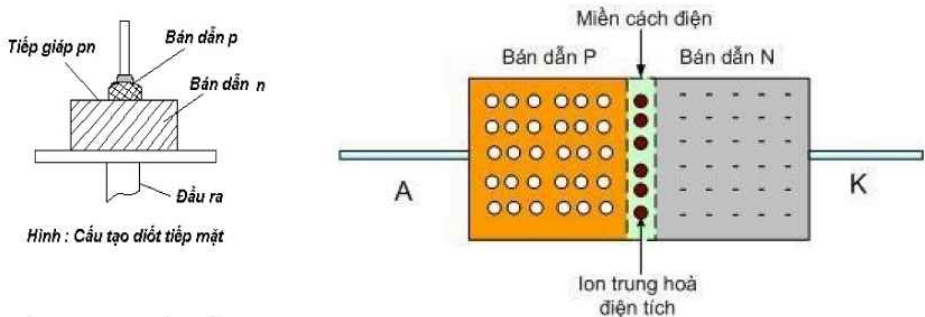
1.1.1. Khái niệm chung

Đi - ốt là một linh kiện bán dẫn được hình thành từ một chuyển tiếp P - N. Đi - ốt có hai cực là Anốt (A) - gắn với khối bán dẫn P và Katốt - gắn với bán dẫn N. Đi - ốt chỉ cho dòng điện đi theo 1 chiều từ Anốt (A) sang Katốt (K) và được ứng dụng rộng rãi trong các thiết bị điện dân dụng cũng như công nghiệp. Ký hiệu của đi - ốt thường trong các mạch điện và điện tử như trên hình 4.1a.



Hình 4.1a: Ký hiệu của đi - ốt thường.

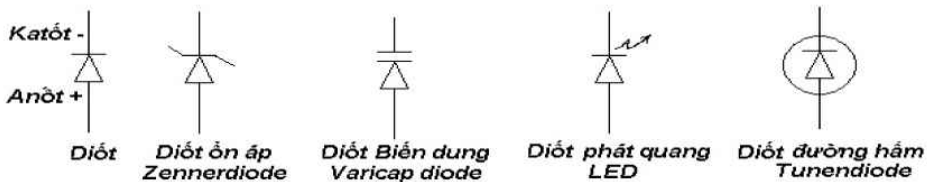
Đi - ốt tiếp mặt là loại đi - ốt mà bề mặt tiếp xúc giữa hai khối bán dẫn có diện tích lớn (hình 4.1b).



Hình : Cấu tạo điốt tiếp mặt

Hình 4.1b: Cấu tạo đi - ốt tiếp mặt.

Ký hiệu chung của các loại đi - ốt như trên hình 4.2.



Hình 4.2: Ký hiệu đi - ốt.

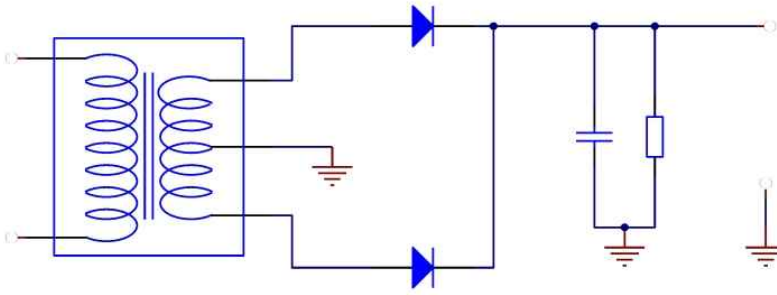
1.1.2. Đặc điểm và công dụng

- Đặc điểm:

Do diện tiếp xúc giữa hai khối bán dẫn là lớn nên đi - ốt tiếp mặt cho phép dòng điện thuận (I_{AK}) đi qua lớn; đồng thời do diện tiếp xúc lớn nên độ linh động của các động tử là kém, vì vậy đi - ốt tiếp mặt chỉ sử dụng được ở vùng tần số thấp.

- Công dụng:

Do đặc điểm nên đi - ốt tiếp mặt thường được sử dụng trong các mạch nguồn chỉnh lưu, mạch bảo vệ nguồn ...



Hình 4.3: Đi - ốt làm phần tử chỉnh lưu.

1.1.3. Các thông số đặc trưng

1 - Điện áp ngược cực đại U_{max} : Là giá trị điện áp ngược lớn nhất cho phép đặt lên đi - ốt để nó có thể làm việc trong một thời gian dài mà không bị đánh thủng (Một đi - ốt bị đánh thủng là đi - ốt bị mất tính chất dẫn điện một chiều - trở thành dây dẫn điện). Điều kiện làm việc của đi - ốt trong mạch là: $U_{tt} < U_{max}$

Đối với các đi - ốt làm việc với điện áp xoay chiều thì $U_{max} > \sqrt{2} U_{tt}$

Trong đó: U_{tt} là điện áp phân cực nghịch thực tế trong mạch đặt lên đi - ốt trong suốt quá trình làm việc của nó.

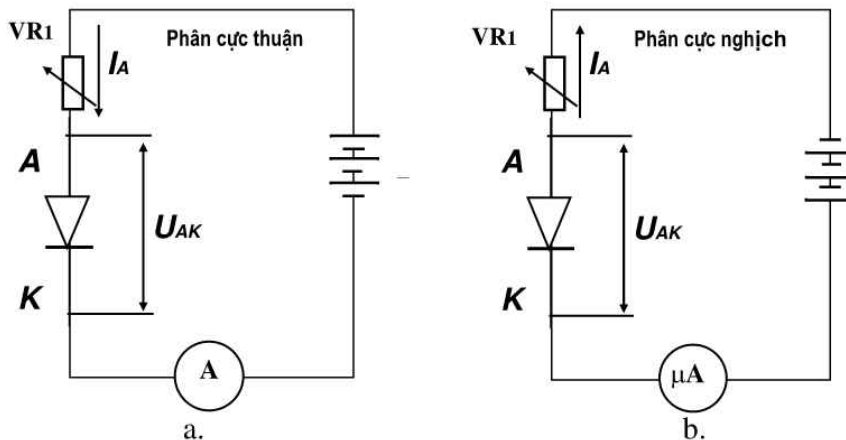
2 - Dòng điện thuận cho phép I_{max} (I_{AKmax}): Là giá trị dòng điện thuận lớn nhất cho phép đi qua đi - ốt để đi - ốt có thể làm việc trong một thời gian dài mà không bị phá hỏng (cháy). Điều kiện làm việc của đi - ốt trong mạch là: $I_{tt} < I_{max}$

Trong đó: I_{tt} là dòng điện tải thực tế trong mạch chạy qua đi - ốt trong suốt quá trình làm việc của nó.

3 - Tần số cắt f_{max} : Là tần số tín hiệu lớn nhất cho phép đi - ốt làm việc để các tham số cơ bản của đi - ốt vẫn còn trong giới hạn danh định cho phép.

1.1.4. Đặc tuyến Von - Ampe của đi - ốt

Sơ đồ nguyên lý lấy đặc tuyến Von - Ampe của đi - ốt như trên hình 4.4.



Hình 4.4: Sơ đồ nguyên lý mạch lấy đặc tuyến Von - Ampe của đi - ốt.

Khi lấy đặc tuyến thuận ta sử dụng sơ đồ hình 4.4a. Điều chỉnh VR1 để thay đổi U_{AK} (đo bằng von kế mắc song song với đi - ốt), đọc giá trị dòng điện I_A tương ứng nhờ ampe kế mắc trong mạch. Ghi kết quả và vẽ đặc tuyến Von - Ampe thuận của đi - ốt.

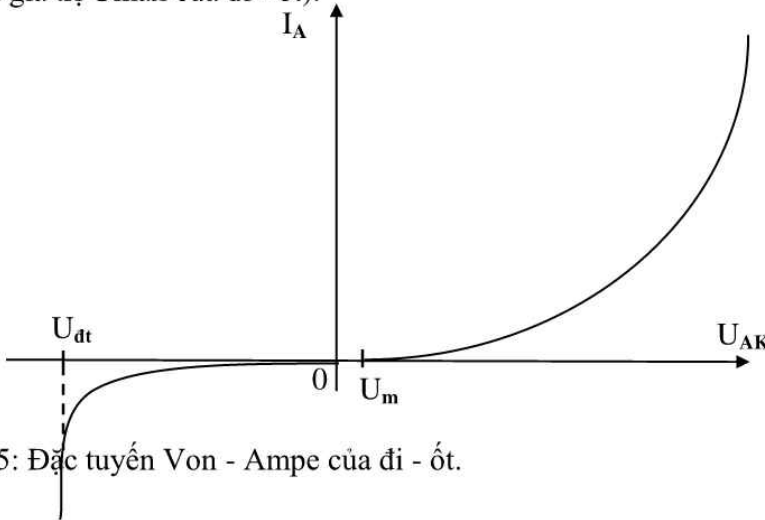
Khi lấy đặc tuyến nghịch ta sử dụng sơ đồ hình 4.4b. Điều chỉnh VR1 để thay đổi U_{AK} (đo bằng von kế mắc song song với đi - ốt), đọc giá trị dòng điện I_A tương ứng nhờ micro ampe kế mắc trong mạch. Ghi kết quả và vẽ đặc tuyến Von - Ampe thuận của đi - ốt.

Kết quả ta có được đặc tuyến Von - Ampe như trên hình 4.5.

Từ đặc tuyến Von - Ampe của đi - ốt ta nhận thấy:

- Khi được phân cực góp, giá trị dòng điện qua đi - ốt chỉ xuất hiện khi U_{AK} vượt qua giá trị U_m được gọi là điện áp mở của đi - ốt. Giá trị U_m tùy thuộc vào vật liệu làm bán dẫn thuần là Ge hay Si. Thông thường $U_m = (0,1 \div 0,3) V$

- Khi được phân cực nghịch, ban đầu giá trị của dòng I_A chỉ là dòng điện ngược (hình thành bởi sự chuyển động của các động tử thiểu số) có giá trị rất nhỏ. Nhưng khi U_{AK} đạt đến giá trị U_{dt} thì dòng I_A đột ngột tăng. Nếu tiếp tục tăng U_{AK} đi - ốt sẽ bị đánh thủng (đi - ốt thành dây dẫn và mất tính chất dẫn điện một chiều), vì vậy giá trị U_{dt} được gọi là điện áp đánh thủng của đi - ốt (nó chính là giá trị U_{max} của đi - ốt).

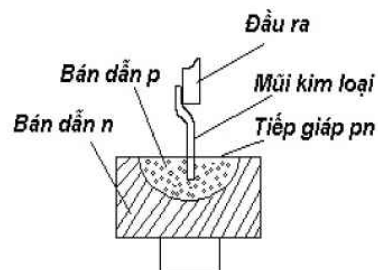


Hình 4.5: Đặc tuyến Von - Ampe của đi - ốt.

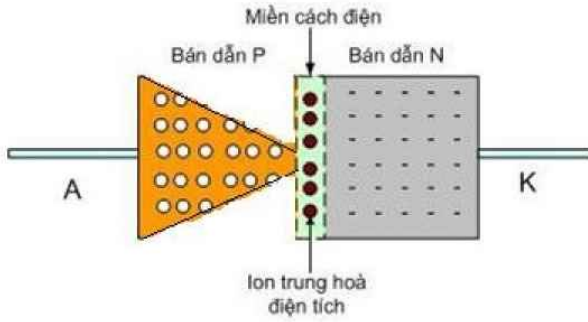
1.2. Đi-ốt tiếp điểm

1.2.1. Khái niệm chung

Đi - ốt tiếp điểm là loại đi - ốt mà bề mặt tiếp xúc giữa hai khối bán dẫn có diện tích nhỏ (hình 4.6).



Hình : Cấu tạo điốt tiếp điểm



Hình 4.6: Cấu tạo đi - ốt tiếp điểm.

1.2.2. Đặc điểm và công dụng

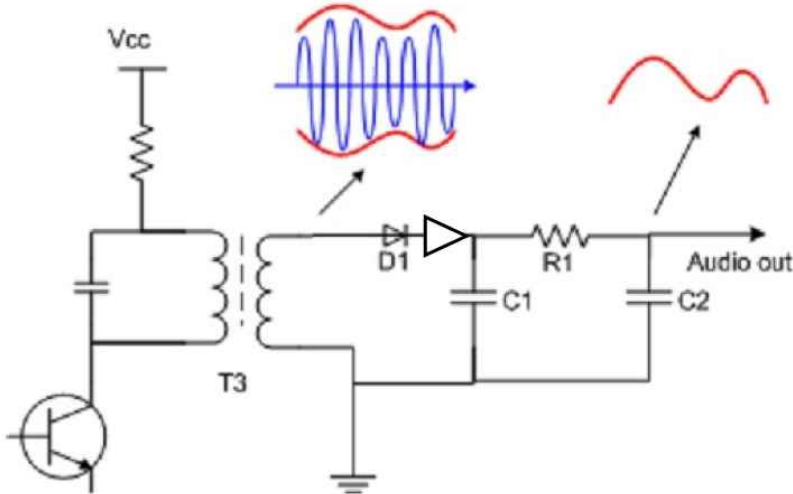
- Đặc điểm:

Do diện tiếp xúc giữa hai khối bán dẫn là nhỏ nên đi - ốt tiếp điểm chỉ cho phép dòng điện thuận (I_{AK}) đi qua nhỏ; đồng thời do diện

tiếp xúc nhỏ nên độ linh động của các động tử rất cao, vì vậy đi - ốt tiếp mặt thường được sử dụng được ở vùng tần số cao.

- Công dụng:

Do đặc điểm nên đi - ốt tiếp điểm thường được sử dụng trong các mạch tách sóng tín hiệu, mạch xung, số ...



Hình 4.7: Đi - ốt làm phần tử tách sóng.

1.2.3. Các thông số đặc trưng

1 - Điện áp ngược cực đại U_{max} : Là giá trị điện áp ngược lớn nhất cho phép đặt lên đi - ốt để nó có thể làm việc trong một thời gian dài mà không bị đánh thủng (Một đi - ốt bị đánh thủng là đi - ốt bị mất tính chất dẫn điện một chiều - trở thành dây dẫn điện). Điều kiện làm việc của đi - ốt trong mạch là: $U_{tt} < U_{max}$

Đối với các đi - ốt làm việc với điện áp xoay chiều thì $U_{max} > \sqrt{2} U_{tt}$

Trong đó: U_{tt} là điện áp phân cực nghịch thực tế trong mạch đặt lên đi - ốt trong suốt quá trình làm việc của nó.

2 - Dòng điện thuận cho phép I_{max} (I_{AKmax}): Là giá trị dòng điện thuận lớn nhất cho phép đi qua đi - ốt để đi - ốt có thể làm việc trong một thời gian dài mà không bị phá hỏng (cháy). Điều kiện làm việc của đi - ốt trong mạch là:

$I_{tt} < I_{max}$

Trong đó: I_{tt} là dòng điện tải thực tế trong mạch chạy qua đi - ốt trong suốt quá trình làm việc của nó.

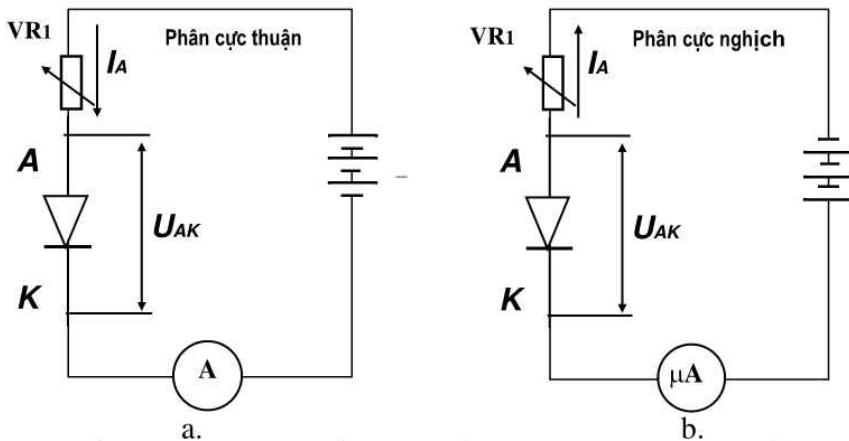
3 - Tần số cắt f_{max} : Là tần số tín hiệu lớn nhất cho phép đi - ốt làm việc để các tham số cơ bản của đi - ốt vẫn còn trong giới hạn danh định cho phép.

1.2.4. Đặc tuyến Von - Ampe của đi - ốt

Sơ đồ nguyên lý lấy đặc tuyến Von - Ampe của đi - ốt như trên hình 4.8.

Khi lấy đặc tuyến thuận ta sử dụng sơ đồ hình 4.8a. Điều chỉnh VR1 để thay đổi U_{AK} (đo bằng von kế mắc song song với đi - ốt), đọc giá trị dòng điện I_A tương ứng nhờ ampe kế mắc trong mạch. Ghi kết quả và vẽ đặc tuyến Von - Ampe thuận của đi - ốt.

Khi lấy đặc tuyến nghịch ta sử dụng sơ đồ hình 4.8b. Điều chỉnh VR1 để thay đổi U_{AK} (đo bằng von kế mắc song song với đi - ốt), đọc giá trị dòng điện I_A tương ứng nhờ micro ampe kế mắc trong mạch. Ghi kết quả và vẽ đặc tuyến Von - Ampe thuận của đi - ốt.



Hình 4.8: Sơ đồ nguyên lý mạch lấy đặc tuyến Von - Ampe của đi - ốt.

Kết quả ta có được đặc tuyến Von - Ampe như trên hình 4.9.

Từ đặc tuyến Von - Ampe của đi - ốt ta nhận thấy:

- Khi được phân cực gộpận, giá trị dòng điện qua đi - ốt chỉ xuất hiện khi U_{AK} vượt qua giá trị U_m được gọi là điện áp mở của đi - ốt. Giá trị U_m tùy thuộc vào vật liệu làm bán dẫn thuần là Ge hay Si. Thông thường $U_m = (0,1 \div 0,3) V$

- Khi được phân cực nghịch, ban đầu giá trị của dòng I_A chỉ là dòng điện ngược (hình thành bởi sự chuyển động của các động tử thiểu số) có giá trị rất nhỏ. Nhưng khi U_{AK} đạt đến giá trị $U_{đt}$ thì dòng I_A đột ngột tăng. Nếu tiếp tục tăng U_{AK} đi - ốt sẽ bị đánh thủng (đi - ốt thành dây dẫn và mất tính chất dẫn điện một chiều), vì vậy giá trị $U_{đt}$ được gọi là điện áp đánh thủng của đi - ốt (nó chính là giá trị U_{max} của đi - ốt).



Hình 4.9: Đặc tuyến Von - Ampe của đi - ốt.

Cấu tạo nguyên lý làm việc của các đi-ốt đặc biệt

Mục tiêu:

- Trình bày được nguyên lý làm việc của các đi - ốt đặc biệt trong mô đun.
- Sử dụng được các đi - ốt đặc biệt vào một số mạch điện trong thực tế.

2.1. Đi-ốt ổn áp

2.1.1. Đặc điểm cấu tạo

Đi - ốt ổn áp còn được gọi là Đi - ốt Zener (ZD) là đi - ốt được chế tạo đặc biệt để có thể làm việc được trong chế độ phân cực nghịch ở giá trị điện áp Uđt (đặc tuyến Von - Ampe của đi - ốt - mục 1 bài học này) trong một thời gian dài với dòng điện đánh thủng Idt chưa vượt quá dòng đánh thủng định mức Idtdm của đi - ốt. Khi phân cực góp nó sẽ làm việc như một đi - ốt thường.

Trong các sơ đồ nguyên lý mạch điện đi - ốt ổn áp (ZD) được ký hiệu như trên hình 4.2.

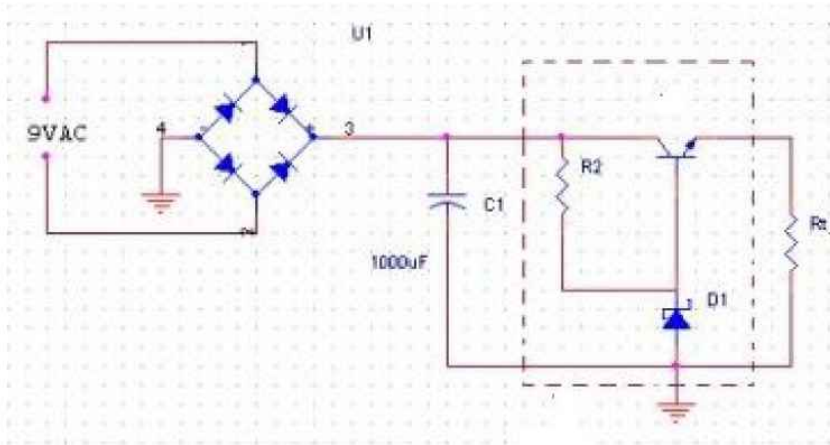
2.1.2. Nguyên lý làm việc

Mỗi ZD được chế tạo để có một $U_Z = U_{đt}$ khác nhau và rất ổn định.

Khi điện áp phân cực nghịch đặt lên hai đầu đi - ốt chưa vượt quá giá trị $U_{đt}$ thì đi - ốt làm việc giống như đi - ốt thường, không dẫn điện và điện áp trên hai đầu đi - ốt tăng bình thường theo giá trị điện áp vào.

Khi điện áp đặt lên hai đầu đi - ốt tăng đến giá trị $U_{đt}$, trong đi - ốt xảy ra hiệu ứng Zener: Dòng điện qua đi - ốt tăng lớn nhưng điện áp hai đầu đi - ốt giữ ở một mức ổn định bằng $U_{đt}$, người ta gọi đó là U_Z của từng đi - ốt. Điện áp đầu vào càng tăng thì dòng qua đi - ốt càng tăng lớn mà điện áp trên hai đầu nó vẫn giữ bằng U_Z . Dòng điện qua đi - ốt sẽ tăng đến khi đi - ốt bị đánh thủng - trở thành vật dẫn điện, mất tính chất ổn áp.

ZD được sử dụng như một mạch ổn áp tham số dụng trong các mạch điều khiển hoặc tải một chiều dòng tiêu thụ nhỏ cần điện áp ổn định như trên hình 4.10.



Hình

4.10: ZD dùng làm nguồn ổn áp.

2.2. Đi-ốt phát quang

2.2.1. Đặc điểm cấu tạo

Đi - ốt phát quang còn được gọi là LED là đi - ốt được chế tạo đặc biệt để khi được phân cực gộp thì nó sẽ "phát quang". Ánh sáng mà LED phát ra có thể ở dải tần số thị tần hoặc hồng ngoại. Khi ở dải sóng thị tần thì màu sắc của ánh sáng phụ thuộc vào vật liệu chế tạo bán dẫn để làm nên LED đó.

Trong các sơ đồ nguyên lý mạch điện, đi - ốt phát quang (LED) được ký hiệu như trên hình 4.2.

2.2.2. Nguyên lý làm việc

Mỗi loại LED được chế tạo để có một tần số ánh sáng phát ra khi được phân cực gộp là khác nhau và rất ổn định.

Khi được cấp điện áp phân cực gộp, LED sẽ phát ra "ánh sáng". Tùy theo cấu tạo của LED mà "ánh sáng" phát ra sẽ có màu khác nhau. Có loại LED chỉ phát ra một "màu" còn cường độ sáng phụ thuộc vào mức điện áp cấp cho nó; có loại LED sẽ phát ra những ánh sáng có "màu" khác nhau phụ thuộc vào mức điện áp cấp cho LED.

2.3. Đi-ốt thu quang

2.3.1. Đặc điểm cấu tạo

Đi - ốt thu quang còn được gọi là PHOTODIODE (PD) là đi - ốt được chế tạo đặc biệt (Ka tốt có cửa để nhận sáng) để luôn làm việc trong chế độ phân cực nghịch. Khi được phân cực nghịch thì điện trở của PD sẽ thay đổi theo cường độ ánh sáng có bước sóng thích hợp chiếu tới bề mặt Katốt của nó..

Trong các sơ đồ nguyên lý mạch điện, đi - ốt phát quang (LED) được ký hiệu như trên hình 4.11.



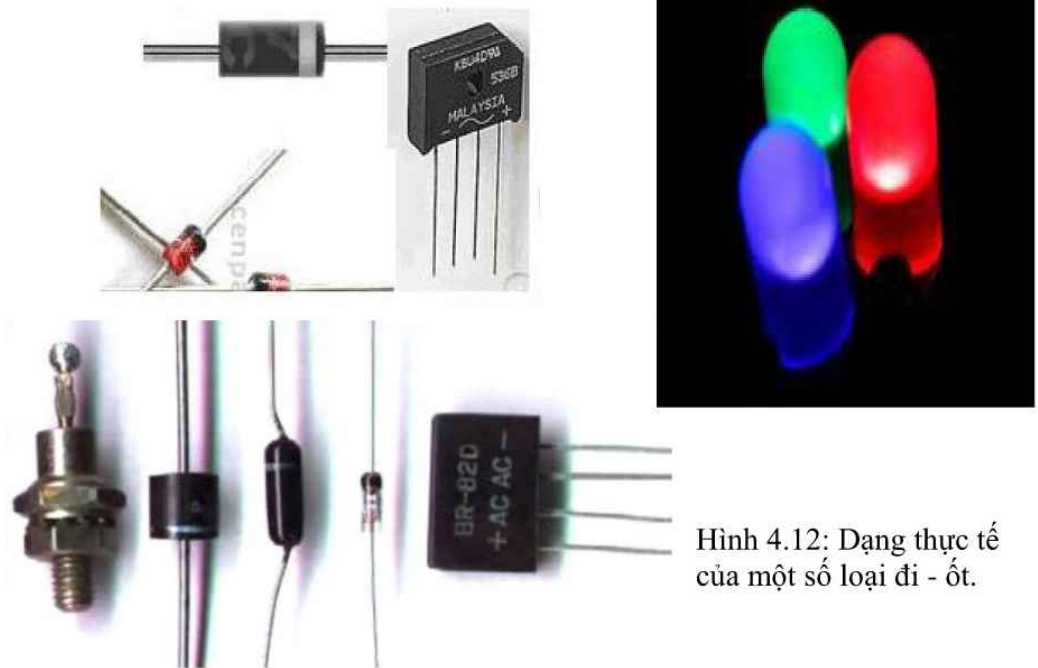
Hình 4.11: Ký hiệu của PD.

2.3.2. Nguyên lý làm việc

Mỗi loại PD được chế tạo để nhận và cảm biến với một tần số ánh sáng thích hợp chiếu tới bề mặt Ka tốt của nó.

Khi được cấp điện áp phân cực nghịch PD coi như không dẫn điện (vì chỉ có các động tử thiếu số chuyên động để tạo ra dòng điện nghịch). Nhưng khi có ánh sáng có bước sóng thích hợp chiếu đến bề mặt Ka tốt của đi - ốt, dưới sự kích thích của ánh sáng, các điện tử thoát ra khỏi mối liên kết tạo thành những cặp điện tử - lỗ trống tham gia vào quá trình dẫn điện làm cho dòng điện qua đi - ốt tăng lên - tương ứng với điện trở của đi - ốt giảm xuống. Khi cường độ ánh sáng tăng lên, số cặp điện tử - lỗ trống sinh ra càng nhiều, đi - ốt càng dẫn điện mạnh hơn - điện trở của đi - ốt giảm xuống nhiều hơn.

Hình dạng thực tế của một số loại đi - ốt thường và đi - ốt đặc biệt như trên hình 4.12.



Hình 4.12: Dạng thực tế của một số loại đi - ốt.

phân biệt đi-ốt

Mục tiêu:

- Đọc được ký hiệu chân của đi - ốt.
- Phân biệt được một số loại đi - ốt thông dụng.

Đo điện trở thuận, nghịch để xác định các cực và chất lượng đi-ốt

Mục tiêu:

3.1 Đọc các ký hiệu,

- Trình bày được phương pháp đo điện trở để xác định chân và chất lượng đi - ốt.

- Đo và xác định được chân cũng như chất lượng đi - ốt.

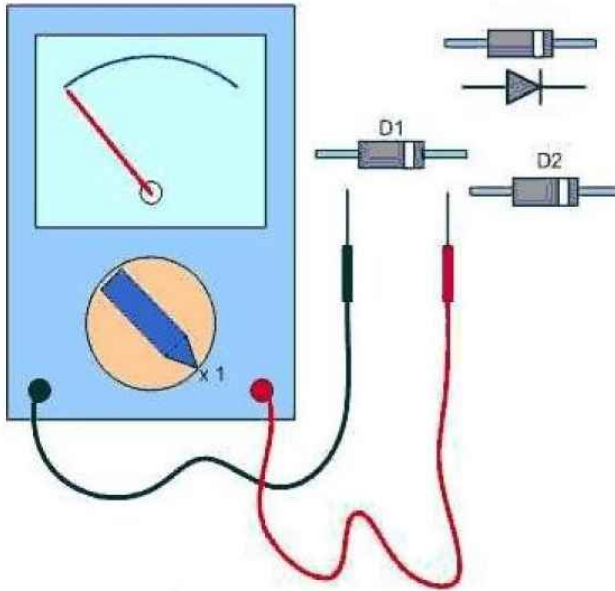
4.1. Đo xác định chân đi - ốt:

Phổ biến hiện nay là dùng đồng hồ vạn năng (AVO) chỉ thị điện cơ để xác định các chân của các linh kiện bán dẫn. Nếu dùng đồng hồ vạn năng chỉ thị số, về nguyên tắc và kết quả đo là hoàn toàn giống nhau vì vậy trong bài học này ta dùng phương pháp đo bằng đồng hồ vạn năng chỉ thị điện cơ.

Dùng đồng hồ vạn năng để ở chế độ đo điện trở, thang đo x1 (tốt hơn cả là để ở thang đo x10) như trên hình 4.13.

Với đại đa số các đồng hồ vạn năng đang sử dụng hiện nay thì khi ở chế độ đo điện trở, que đen của đồng hồ là dương (+) nguồn cung cấp lấy từ bên trong đồng hồ, còn que đỏ của đồng hồ là âm (-) nguồn.

Dùng đồng hồ đo điện trở thuận - nghịch hai chân của đi - ốt, trong hai lần đo, sẽ có một lần kim đồng hồ chỉ giá trị điện trở nhỏ, một lần kim đồng hồ không lên. Ở lần đo cho giá trị điện trở nhỏ thì khi đó que đen của đồng hồ đang ở chân Anốt, que đỏ đang ở chân Katốt của đi - ốt.



Hình 4.13:
chân đi - ốt.

Đo xác định

4.2. Đo xác định chất lượng đi - ốt:

Phương pháp xác định giống như đo xác định chân của đi - ốt. Nếu kết quả đo giống như khi đo xác định chân là đi - ốt còn tốt.

Nếu cả hai lần đo kim đồng hồ đều lên bằng 0Ω là đi - ốt đã bị chập (bị đánh thủng do quá điện áp U_{max}).

Nếu cả hai lần đo mà kim không lên là đi - ốt đã bị đứt (bị cháy do quá dòng thuận hoặc gãy ngàm chân). Khi đã xác định được chân nhờ ký hiệu, ta chỉ cần đo điện trở thuận của đi - ốt, nếu thấy kim không lên ($R_D = \infty \Omega$) là đi - ốt bị đứt).

Khi có nghi ngờ, để đồng hồ ở thang x1K đo điện trở ngược của đi - ốt mà kim vẫn lên một chút là đi - ốt đã bị dò.

Chọn, ghép nối đi-ốt

Mục tiêu:

BÀI 5: LẮP MẠCH CHỈNH LƯU MỘT PHA NỬA CHU KỲ

Mã bài: MĐ14.05

Giới thiệu:

Sau khi đã có kiến thức về các linh kiện thụ động và đi - ốt bán dẫn, bài học này sẽ giới thiệu về ứng dụng đầu tiên của đi - ốt bán dẫn: Mạch chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ. Bài học giới thiệu sơ đồ nguyên lý, nguyên lý hoạt động và lắp ráp mạch, đo kiểm tra các tham số của mạch.

Mục tiêu:

Trình bày được công dụng, sơ đồ và nguyên lý hoạt động của mạch chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ.

Lắp ráp được mạch chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ theo tiêu chuẩn kỹ thuật.

Đo được biên độ và xác định được dạng sóng của điện áp chỉnh lưu bằng máy hiện sóng.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

Nội dung chính:

Sơ đồ nguyên lý và nguyên lý hoạt động mạch chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ

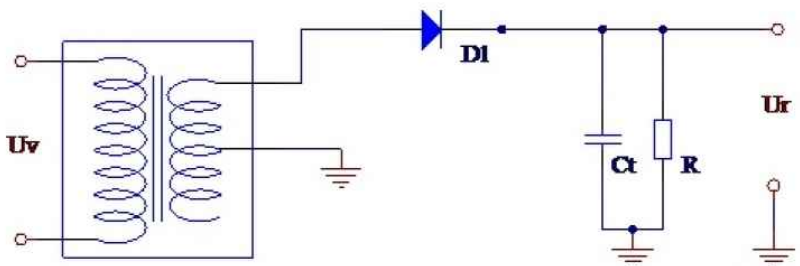
Mục tiêu:

- Vẽ lại được chính xác sơ đồ nguyên lý mạch chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ.

- Trình bày được nguyên lý hoạt động của sơ đồ và các dạng sóng vào, ra.

1. Sơ đồ nguyên lý

Sơ đồ nguyên lý của mạch chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ như trên hình 5.1.



Hình 5.1: Sơ đồ nguyên lý mạch chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ.

Tác dụng các phân tử:

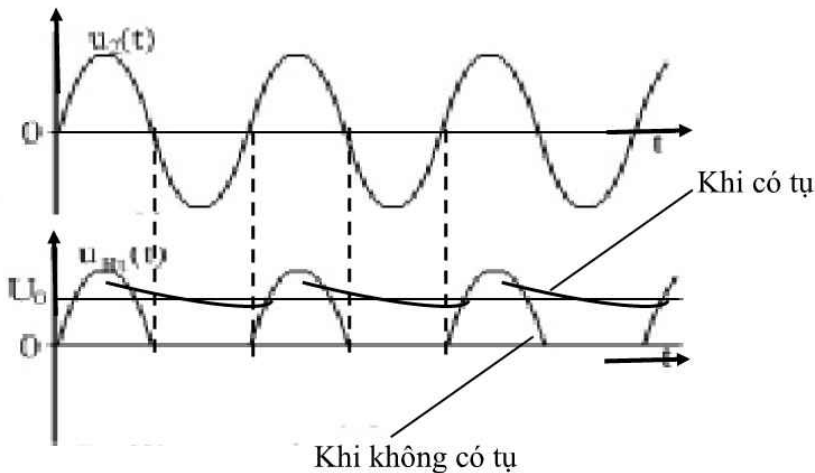
- Biến áp vào có nhiệm vụ biến đổi điện áp lưới đầu vào thành mức điện áp cần thiết cung cấp cho mạch chỉnh lưu.
- Đi - ốt D1 làm nhiệm vụ biến đổi điện áp xoay chiều đầu vào mạch chỉnh lưu thành điện áp một chiều biến đổi ở đầu ra.
- Tụ điện Ct để lọc thành phần xoay chiều và làm bằng phẳng hơn điện áp một chiều đầu ra.
- Điện trở R thay cho tải (tải giả) ở đầu ra

2. Nguyên lý hoạt động

Khi có điện áp xoay chiều hình sin đầu vào, ở nửa chu kỳ dương, đi - ốt được phân cực góp, dẫn, dòng điện sẽ đi từ đầu trên biến áp đến anốt của đi - ốt, qua katốt qua tải và quay trở về đầu dưới biến áp khép kín mạch. Vì tải là điện trở nên dạng dòng điện qua tải giống như dạng điện áp đầu vào. Nếu bỏ qua điện áp sụt trên đi - ốt thì điện áp đầu ra bằng điện áp đầu vào.

Ở nửa chu kỳ âm, đi - ốt phân cực nghịch, không dẫn do đó dòng điện và điện áp đầu ra bằng không.

Quá trình làm việc của mạch chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ khi không có tụ và khi có tụ được biểu diễn bằng đồ thị thời gian như ở trên hình 5.2.



Hình 5.2: Đồ thị thời gian điện áp vào - ra mạch chỉnh lưu.

Giá trị điện áp một chiều trung bình đầu ra U_0 của mạch chỉnh lưu:

- Khi không có tụ lọc:
- Khi có tụ lọc:

Lắp ráp mạch chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ

Mục tiêu:

- Lắp ráp được mạch chỉnh lưu đúng yêu cầu kỹ thuật.
- Đảm bảo an toàn lao động.

Đo biên độ và dạng sóng điện áp vào, ra của mạch chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ

Mục tiêu:

- Sử dụng được đồng hồ vạn năng để đo các tham số vào - ra của mạch chỉnh lưu.

- Sử dụng được máy hiện sóng để quan sát dạng tín hiệu vào, ra của mạch chỉnh lưu.

3. Đo điện áp trước và sau chỉnh lưu

3.1.1. Đo điện áp trước chỉnh lưu bằng đồng hồ vạn năng hiển thị điện cơ

3.1.2. Đo điện áp sau chỉnh lưu bằng đồng hồ vạn năng hiển thị điện cơ

3.2. Xác định dạng sóng của điện áp chỉnh lưu bằng máy hiện sóng

3.2.1. Xác định dạng sóng trước chỉnh lưu bằng máy hiện sóng

3.2.2. Xác định dạng sóng sau chỉnh lưu bằng máy hiện sóng

3.3. Nhận xét kết quả

BÀI 6: LẮP MẠCH CHỈNH LƯU MỘT PHA CẢ CHU KỲ KIỂU 2 ĐI-ỐT

Mã bài: MĐ14.06

Giới thiệu:

Từ nhược điểm của mạch chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ, để tận dụng tốt hơn năng lượng của nguồn cung cấp, trong thực tế người ta dùng mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ. Bài học này cung cấp kỹ năng lắp ráp và kiểm tra mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ dùng 2 đi-ốt. Bài học giới thiệu sơ đồ nguyên lý, nguyên lý hoạt động và lắp ráp mạch, đo kiểm tra các tham số của mạch.

Mục tiêu:

Trình bày được công dụng, sơ đồ nguyên lý, nguyên lý hoạt động của mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ kiểu 2 đi-ốt.

Lắp ráp được mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ kiểu 2 đi-ốt theo các yêu cầu cho trước đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.

Đo được biên độ và xác định được dạng sóng của điện áp chỉnh lưu bằng máy hiện sóng.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

Nội dung chính:

Công dụng, sơ đồ nguyên lý và nguyên lý hoạt động mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ kiểu 2 đi-ốt

Mục tiêu:

- Vẽ lại được chính xác sơ đồ nguyên lý mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ.
- Trình bày được nguyên lý hoạt động của sơ đồ và các dạng sóng vào, ra.

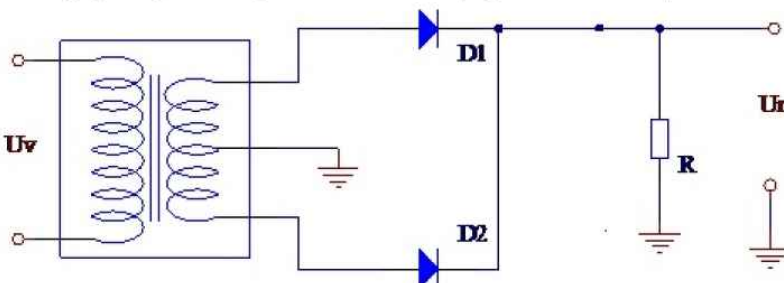
1.1. Công dụng

Mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ dùng 2 đi-ốt dùng để biến đổi nguồn điện xoay chiều đầu vào thành nguồn một chiều đầu ra cung cấp cho tải sử dụng nguồn một chiều như các động cơ một chiều, các thiết bị điện tử như TV, đầu VCD, DVD ... tận dụng tốt hơn năng lượng của nguồn xoay chiều cung cấp đầu vào.

1.2. Sơ đồ nguyên lý.

Sơ đồ nguyên lý của mạch chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ như trên hình

6.1.



Hình 6.1: Sơ đồ nguyên lý mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ dùng 2 đi - ốt.

Tác dụng các phần tử:

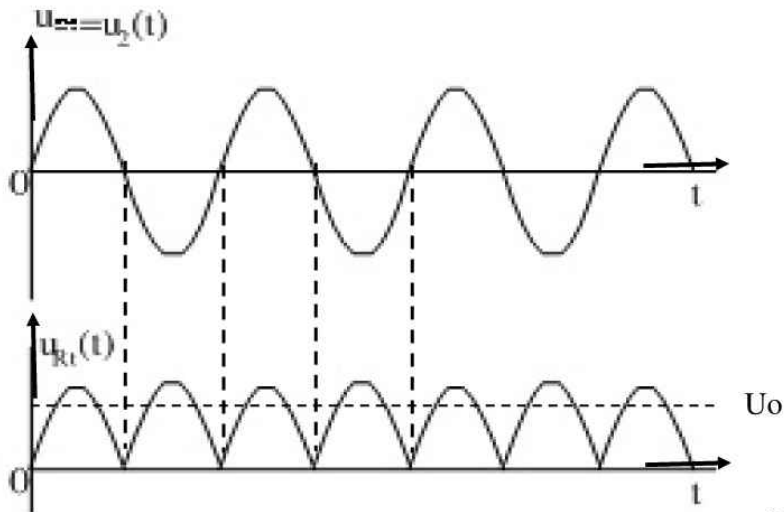
- Biến áp vào có điểm giữa có nhiệm vụ biến đổi điện áp lưới đầu vào thành 2 mức mức điện áp giống nhau cần thiết cung cấp cho mạch chỉnh lưu.
- Đi - ốt D1, D2 làm nhiệm vụ chỉnh lưu (biến đổi điện áp xoay chiều đầu vào mạch chỉnh lưu thành điện áp một chiều biến đổi ở đầu ra).
- Điện trở R thay cho tải (tải giả) ở đầu ra.

2. Nguyên lý hoạt động.

Khi có điện áp xoay chiều hình sin đầu vào, ở nửa chu kỳ dương, đi - ốt D1 được phân cực góp, dẫn, dòng điện sẽ đi từ đầu trên biến áp đến anốt của đi - ốt D1, qua katốt qua tải và quay trở về đầu giữa biến áp khép kín mạch. Vì tải là điện trở nên dạng dòng điện qua tải giống như dạng điện áp đầu vào. Nếu bỏ qua điện áp sụt trên đi - ốt thì điện áp đầu ra bằng điện áp đầu vào.

Ở nửa chu kỳ âm, đi - ốt D2 được phân cực góp, dẫn, dòng điện sẽ đi từ đầu dưới biến áp đến anốt của đi - ốt D2, qua katốt qua tải và quay trở về đầu giữa biến áp khép kín mạch. Vì tải là điện trở nên dạng dòng điện qua tải giống như dạng điện áp đầu vào. Nếu bỏ qua điện áp sụt trên đi - ốt thì điện áp đầu ra bằng điện áp đầu vào.

Quá trình làm việc của mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ dùng 2 đi - ốt khi không có tụ được biểu diễn bằng đồ thị thời gian như ở trên hình 6.2.



Hình 6.2: Đồ thị thời gian điện áp vào - ra mạch chỉnh lưu.

Giá trị điện áp một chiều trung bình đầu ra U_0 của mạch chỉnh lưu:

Lắp ráp mạch

Mục tiêu:

- Lắp ráp được mạch chỉnh lưu đúng yêu cầu kỹ thuật.
- Đảm bảo an toàn lao động.

Đo biên độ và dạng sóng điện áp vào, ra của mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ

Mục tiêu:

- Sử dụng được đồng hồ vạn năng để đo các tham số vào - ra của mạch chỉnh lưu.
- Sử dụng được máy hiện sóng để quan sát dạng tín hiệu vào, ra của mạch chỉnh lưu.

3.1. Đo điện áp trước và sau chỉnh lưu

3.1.1. Đo điện áp trước chỉnh lưu bằng đồng hồ vạn năng hiển thị điện cơ

3.1.2. Đo điện áp sau chỉnh lưu bằng đồng hồ vạn năng hiển thị điện cơ

3.2. Xác định dạng sóng của điện áp chỉnh lưu bằng máy hiện sóng

3.2.1. Xác định dạng sóng trước chỉnh lưu bằng máy hiện sóng

3.2.2. Xác định dạng sóng sau chỉnh lưu bằng máy hiện sóng

3.3. Nhận xét kết quả

BÀI 7: LẮP MẠCH CHỈNH LƯU MỘT PHA CẢ CHU KỲ 2 ĐI-ỐT

CÓ MẠCH LỘC

Mã bài: MĐ14.07

Giới thiệu:

Mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ dùng 2 đi-ốt dù đã cải thiện khả năng tận dụng năng lượng của nguồn cung cấp song điện áp một chiều đầu ra vẫn thay đổi lớn, hiệu suất của mạch chỉnh lưu không cao, vì vậy phải thêm mạch lọc đầu ra. Bài học này cung cấp kiến thức về các loại mạch lọc thụ động, kỹ năng lắp ráp và kiểm tra mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ dùng 2 đi-ốt có mạch lọc. Bài học giới thiệu sơ đồ nguyên lý, nguyên lý hoạt động và lắp ráp mạch, đo kiểm tra các tham số của mạch.

Mục tiêu:

Trình bày được công dụng, sơ đồ của các mạch lọc sau chỉnh lưu.

Trình bày được công dụng, sơ đồ của mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ kiểu 2 đi-ốt có mạch lọc.

Lắp ráp được mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ kiểu 2 đi-ốt có mạch lọc theo các yêu cầu cho trước đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.

Xác định được dạng sóng của điện áp mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ kiểu 2 đi-ốt có mạch lọc bằng máy hiện sóng.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

Nội dung chính:

Các mạch lọc

Mục tiêu:

Trình bày được công dụng, sơ đồ của các mạch lọc sau chỉnh lưu.

Trình bày ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng các loại mạch lọc thụ động thông dụng.

1.1. Mạch lọc R - C

1.2. Mạch lọc L - C

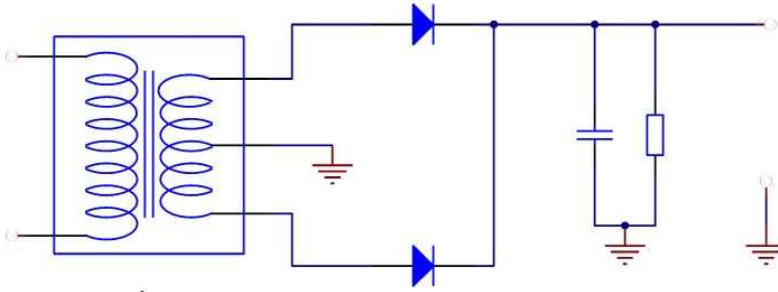
Sơ đồ mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ kiểu 2 đi-ốt có mạch lọc

Mục tiêu:

Vẽ sơ đồ nguyên lý và trình bày được công dụng của mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ kiểu 2 đi-ốt có mạch lọc.

2.1. Sơ đồ nguyên lý.

Sơ đồ nguyên lý của mạch chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ như trên hình 7.1.



Hình 7.1: Sơ đồ nguyên lý mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ dùng 2 đi - ốt có mạch lọc dùng tụ C.

Tác dụng các phần tử:

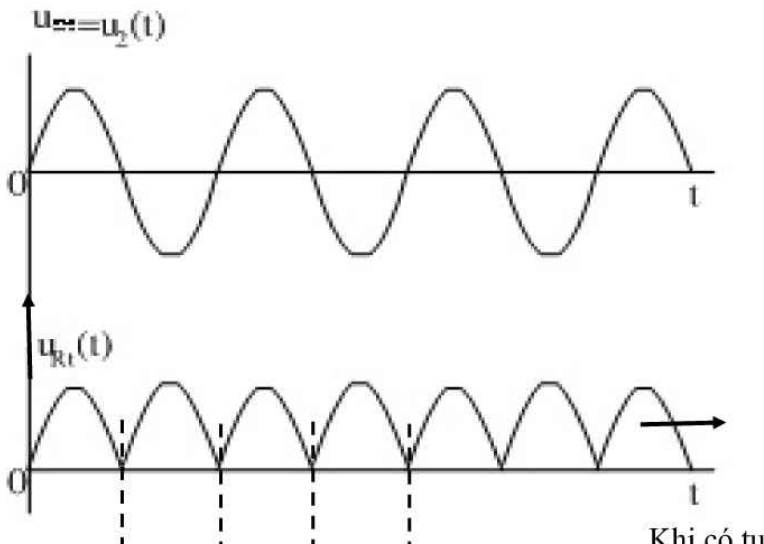
- Biến áp vào có điểm giữa có nhiệm vụ biến đổi điện áp lưới đầu vào thành 2 mức điện áp giống nhau cần thiết cung cấp cho mạch chỉnh lưu.
- Đi - ốt D1, D2 làm nhiệm vụ biến đổi điện áp xoay chiều đầu vào vào mạch chỉnh lưu thành điện áp một chiều biến đổi ở đầu ra.
- Tụ điện C_t để lọc thành phần xoay chiều và làm bằng phẳng hơn điện áp một chiều đầu ra.
- Điện trở R thay cho tải (tải giả) ở đầu ra

2.2. Nguyên lý hoạt động.

Khi có điện áp xoay chiều hình sin đầu vào, ở nửa chu kỳ dương, đi - ốt D1 được phân cực góp, dẫn, dòng điện sẽ đi từ đầu trên biến áp đến anốt của đi - ốt D1, qua katốt qua tải và quay trở về đầu giữa biến áp, khép kín mạch. Vì tải là điện trở nên dạng dòng điện qua tải giống như dạng điện áp đầu vào. Nếu bỏ qua điện áp sụt trên đi - ốt thì điện áp đầu ra bằng điện áp đầu vào.

Ở nửa chu kỳ âm, đi - ốt D2 được phân cực góp, dẫn, dòng điện sẽ đi từ đầu dưới biến áp đến anốt của đi - ốt D2, qua katốt qua tải và quay trở về đầu giữa biến áp, khép kín mạch. Vì tải là điện trở nên dạng dòng điện qua tải giống như dạng điện áp đầu vào. Nếu bỏ qua điện áp sụt trên đi - ốt thì điện áp đầu ra bằng điện áp đầu vào.

Quá trình làm việc của mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ dùng 2 đi - ốt khi không có tụ và có tụ được biểu diễn bằng đồ thị thời gian như ở trên hình 7.2.



Hình 7.2: Đồ thị thời gian điện áp vào - ra mạch chỉnh lưu cả chu kỳ dùng 2 đi - ốt có mạch lọc dùng tụ C.

Giá trị điện áp một chiều trung bình đầu ra U_o của mạch chỉnh lưu:

2.3. Công dụng

Mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ dùng 2 đi - ốt dùng để biến đổi nguồn điện xoay chiều đầu vào thành nguồn một chiều đầu ra cung cấp cho tải sử dụng nguồn một chiều như các động cơ một chiều, các thiết bị điện tử như TV, đầu VCD, DVD ... tận dụng tốt hơn năng lượng của nguồn xoay chiều cung cấp đầu vào.

Lắp ráp mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ kiểu 2 đi-ốt có mạch lọc.

Mục tiêu:

- Lắp ráp được mạch chỉnh lưu đúng yêu cầu kỹ thuật.
- Đảm bảo an toàn lao động.

Đo biên độ và dạng sóng điện áp vào, ra của mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ kiểu 2 đi-ốt có mạch lọc

Mục tiêu:

- Sử dụng được đồng hồ vạn năng để đo các tham số vào - ra của mạch chỉnh lưu có mạch lọc dùng tụ C.
- Sử dụng được máy hiện sóng để quan sát dạng tín hiệu vào, ra của mạch chỉnh lưu có mạch lọc dùng tụ C.

4.1. Đo điện áp trước và sau bộ chỉnh lưu có mạch lọc

4.1.1. Đo điện áp trước chỉnh lưu bằng đồng hồ vạn năng hiển thị điện cơ

4.1.2. Đo điện áp sau chỉnh lưu bằng đồng hồ vạn năng hiển thị điện cơ

4.2. Xác định dạng sóng của điện áp sau bộ chỉnh lưu có mạch lọc bằng máy hiện sóng

4.2.1. Xác định dạng sóng trước chỉnh lưu bằng máy hiện sóng

4.2.2. Xác định dạng sóng sau chỉnh lưu bằng máy hiện sóng

4.3. Nhận xét kết quả

BÀI 8: LẮP MẠCH CHỈNH LƯU CẦU MỘT PHA

Mã bài: MĐ14.08

Giới thiệu:

Mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ dùng 2 đi - ốt có mạch lọc đã đạt được yêu cầu điện áp ra cần thiết. Tuy vậy trên thực tế để chế tạo một biến áp thứ cấp có điểm giữa trên thực tế cũng gặp khó khăn, việc có 2 cuộn dây thứ

cấp sẽ làm tăng trọng lượng bộ nguồn, vì vậy bộ nguồn một chiều dùng điện áp xoay chiều một pha thường là mạch chỉnh lưu cầu 1 pha. Bài học này nhằm hình thành kỹ năng lắp ráp và kiểm tra mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ kiểu cầu (dùng 4 đi - ốt) có mạch lọc. Bài học giới thiệu sơ đồ nguyên lý, nguyên lý hoạt động và lắp ráp mạch, đo kiểm tra các tham số của mạch.

Mục tiêu:

Trình bày được sơ đồ nguyên lý, nguyên lý hoạt động của mạch chỉnh lưu cầu 1 pha.

Lắp ráp được mạch chỉnh lưu cầu một pha theo các yêu cầu cho trước đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

Nội dung chính:

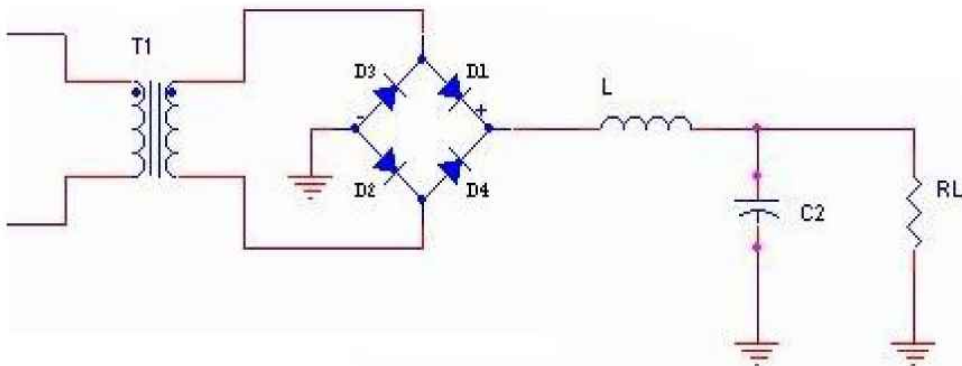
1. Sơ đồ nguyên lý và nguyên lý hoạt động mạch chỉnh lưu cầu 1 pha

Mục tiêu:

Vẽ sơ đồ nguyên lý và trình bày được công dụng của mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ kiểu 2 đi-ốt có mạch lọc.

1.1. Sơ đồ nguyên lý.

Sơ đồ nguyên lý của mạch chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ như trên hình 8.1.



Hình 8.1: Sơ đồ nguyên lý mạch chỉnh lưu một pha cả chu kỳ dùng 2 đi - ốt có mạch lọc dùng tụ C.

Tác dụng các phần tử:

- Biến áp vào có nhiệm vụ biến đổi điện áp lưới đầu vào thành mức điện áp cần thiết cung cấp cho mạch chỉnh lưu.

- Đi - ốt D1, D2, D3, D4 làm nhiệm vụ chỉnh lưu (biến đổi điện áp xoay chiều đầu vào mạch chỉnh lưu thành điện áp một chiều biến đổi ở đầu ra).

- Tụ điện C2 và cuộn cảm L để lọc thành phần xoay chiều và làm bằng phẳng hơn điện áp một chiều đầu ra.

- Điện trở R_L thay cho tải (tải giả) ở đầu ra

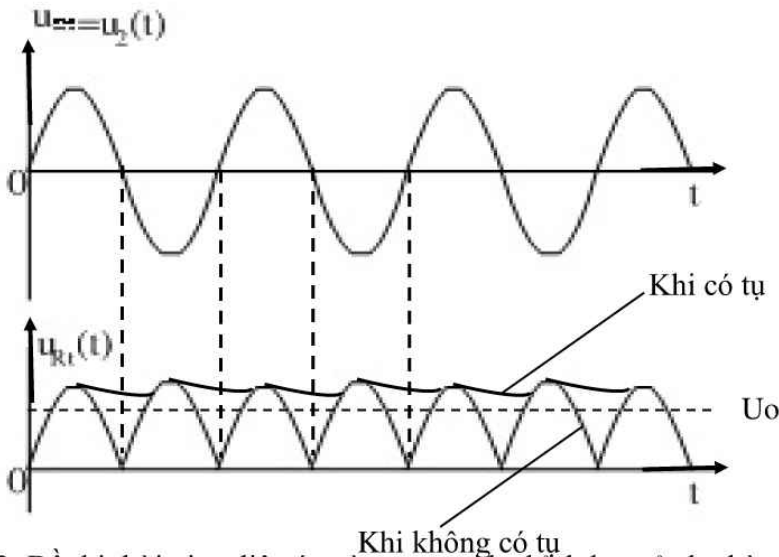
1.2. Nguyên lý hoạt động.

Khi ký hiệu các phần tử như trên sơ đồ, nguyên lý làm việc của mạch chỉnh lưu cầu như sau:

Cấp điện áp xoay chiều hình sin đầu vào, ở nửa chu kỳ dương (giả sử đầu trên biến áp có thể dương), đi - ốt D1, D2 được phân cực góp, dẫn, dòng điện sẽ đi từ đầu trên biến áp đến anốt của đi - ốt D1, qua katốt, qua tải, qua đi - ốt D2 và quay trở về đầu dưới biến áp, khép kín mạch. Vì tải là điện trở nên dạng dòng điện qua tải giống như dạng điện áp đầu vào. Nếu bỏ qua điện áp sụt trên hai đi - ốt thì điện áp đầu ra bằng điện áp đầu vào.

Ở nửa chu kỳ âm, đi - ốt D3, D4 được phân cực góp, dẫn, dòng điện sẽ đi từ đầu dưới biến áp đến anốt của đi - ốt D4, qua katốt, qua tải, qua đi - ốt D3 và quay trở về đầu trên biến áp, khép kín mạch. Vì tải là điện trở nên dạng dòng điện qua tải giống như dạng điện áp đầu vào. Nếu bỏ qua điện áp sụt trên đi - ốt thì điện áp đầu ra bằng điện áp đầu vào.

Quá trình làm việc của mạch chỉnh lưu một pha kiểu cầu khi không có tụ và có tụ được biểu diễn bằng đồ thị thời gian như ở trên hình 8.2.



Hình 8.2: Đồ thị thời gian điện áp vào - ra mạch chỉnh lưu cả chu kỳ dùng 2 đi - ốt có mạch lọc dùng tụ C.

Giá trị điện áp một chiều trung bình đầu ra U_0 của mạch chỉnh lưu:

2. Lắp ráp mạch

Mục tiêu:

- Lắp ráp được mạch chỉnh lưu đúng yêu cầu kỹ thuật.
- Đảm bảo an toàn lao động.

3. Đo biên độ và dạng sóng điện áp vào, ra của mạch chỉnh lưu cầu một pha

Mục tiêu:

- Sử dụng được đồng hồ vạn năng để đo các tham số vào - ra của mạch chỉnh lưu có mạch lọc dùng tụ C.
- Sử dụng được máy hiện sóng để quan sát dạng tín hiệu vào, ra của mạch chỉnh lưu có mạch lọc dùng tụ C.

3.1. Đo điện áp trước và sau bộ chỉnh lưu có mạch lọc

3.1.1. Đo điện áp trước chỉnh lưu bằng đồng hồ vạn năng hiển thị điện cơ

3.1.2. Đo điện áp sau chỉnh lưu bằng đồng hồ vạn năng hiển thị điện cơ

3.2. Xác định dạng sóng của điện áp sau bộ chỉnh lưu có mạch lọc bằng máy hiện sóng

3.2.1. Xác định dạng sóng trước chỉnh lưu bằng máy hiện sóng

3.2.2. Xác định dạng sóng sau chỉnh lưu bằng máy hiện sóng

3.3. Nhận xét kết quả

BÀI 9: CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA TRANSITOR

Mã bài: MĐ14.09

Giới thiệu:

Đi - ốt đã có nhiều công dụng trong các mạch điện - điện tử, song do chúng không có khả năng khuếch đại, nên vẫn rất hạn chế được sử dụng. Transitor là một linh kiện có khả năng khuếch đại như thế. Chỉ một biến đổi nhỏ của tín hiệu điều khiển đầu vào cũng làm thay đổi rất lớn các tham số đầu ra, phục vụ cho mục đích thiết kế của các mạch điện tử trong các thiết bị điện. Thực tế transistor có ba loại: Transistor lưỡng cực (BJT), transistor đơn cực UJT) và

transistor trường (FET). Bài học này giới thiệu cấu tạo, nguyên lý làm việc và cách xác định các chân của BJT.

Mục tiêu:

Trình bày được cấu tạo nguyên lý làm việc và các tham số đặc trưng của BJT.

Trình bày được phương pháp xác định các cực và chất lượng của BJT.

Dùng VOM kiểm tra và kết luận chính xác các cực và chất lượng của BJT theo đúng tiêu chuẩn nhà sản xuất.

Nhận dạng, tra cứu lựa chọn đúng BJT theo yêu cầu công việc.

Tích cực, chủ động và sáng tạo trong học tập

Nội dung chính:

1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của transistor lưỡng cực (BJT)

Mục tiêu:

Trình bày được cấu tạo và nguyên lý làm việc của BJT

1.1. Cấu tạo của BJT

1.1.1. Khái niệm:

BJT là một linh kiện bán dẫn được hình thành từ 2 lớp chuyển tiếp (tiếp giáp) P-N. Có 3 chân ra (cực của BJT) là B, C, E. Do đặc điểm của nó nên BJT thường được sử dụng trong các mạch khuếch đại, dao động ...

1.1.2. Cấu tạo cơ bản:

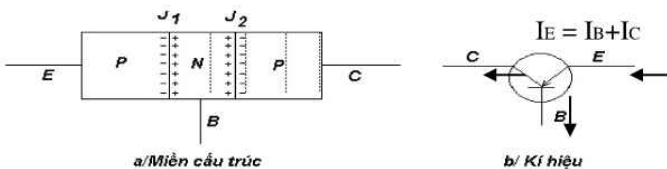
BJT có cấu tạo gồm có 3 vùng bán dẫn: Vùng giữa của BJT là vùng có thể tích rất nhỏ và độ pha tạp rất ít, thông qua tiếp xúc kim loại để đưa ra cực gốc bazơ (B). Một vùng bán dẫn ngoài có thể tích không lớn nhưng độ pha tạp rất lớn thông qua tiếp xúc kim loại để đưa ra cực phát hay emitor (E). Vùng bán dẫn ngoài còn lại có thể tích rất lớn nhưng độ pha tạp không lớn thông qua tiếp xúc kim loại để đưa ra cực góp hay collector (C).

Trong BJT có hai lớp tiếp giáp P-N, khoảng cách giữa hai lớp tiếp giáp (cũng có nghĩa là bề dày của vùng bán dẫn cực gốc) rất bé - chỉ cỡ vài chục micrô mét.

BJT có 2 loại cơ bản sau:

BJT PNP (thuận)

Có cấu tạo và ký hiệu như trên hình 9.1.

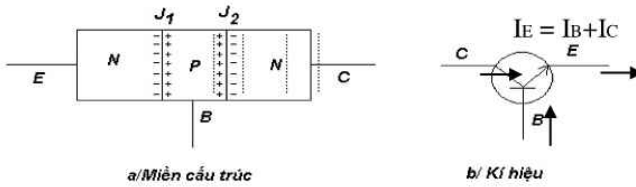


Hình 9.1: Cấu tạo và ký hiệu BJT thuận

Là loại BJT mà động tử đa số ở vùng bán dẫn giữa là các electron tự do, còn ở hai vùng bán dẫn bên là các lỗ trống.

BJT NPN (ngược)

Cấu tạo và ký hiệu như trên hình 9.2.



Hình 9.2: Cấu tạo và ký hiệu BJT npn

Là loại BJT mà động tử đa số ở vùng bán dẫn giữa là các lỗ trống, còn ở hai vùng bán dẫn bên là các electron tự do.

Một số hình dạng thực tế của BJT trên thị trường hiện nay như trên hình 9.3.

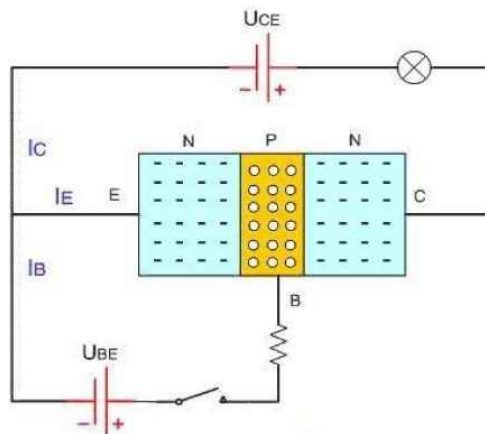


Hình 9.3: Một số dạng BJT thực tế trên thị trường

1.2. Nguyên lý làm việc:

Ta xét nguyên lý hoạt động của BJT trên cơ sở xét cho loại BJT NPN.

Nguồn cung cấp để cho BJT hoạt động như trên hình 9.4. Điều kiện là nguồn $U_{CE} \gg U_{BE}$.



Hình 9.4: Nguyên lý của BJT npn

hoạt động

Khi đã cấp nguồn U_{CE} cho BJT nhưng vẫn chưa có dòng điện qua BJT (đèn không sáng) do các động tử vẫn chưa đủ điều kiện để chuyển động.

Khi cấp nguồn U_{BE} (đóng công tắc), chuyển tiếp BE được phân cực gộp, các điện tử sẽ chuyển động qua chuyển tiếp BE để vào vùng bán dẫn B. Tại đây một số rất ít các điện tử tái hợp với các lỗ trống trong vùng bán dẫn B (do số lỗ trống ở đây rất ít), một lượng nhỏ khác khép kín mạch qua nguồn U_{BE} để tạo nên dòng I_B (do nguồn U_{BE} có giá trị nhỏ); còn lại tuyệt đại đa số sẽ cùng với các điện tử bên vùng bán dẫn C được gia tốc bởi điện trường tạo nên bởi nguồn U_{CE} , chuyển động qua vùng bán dẫn C khép kín mạch qua nguồn U_{CE} để tạo nên dòng I_C ; vì vậy dòng I_C sẽ có giá trị rất lớn (đèn sáng).

Chỉ cần một sự thay đổi nhỏ của U_{BE} sẽ làm thay đổi rất lớn số lượng điện tử ở vùng bán dẫn E chuyển động qua vùng bán dẫn B, C để tạo nên dòng I_B, I_C . Nhưng dòng I_B chỉ thay đổi rất ít còn dòng I_C thay đổi rất nhiều. Một cách tương đối, ta có thể nói: Một sự thay đổi rất nhỏ của dòng I_B cũng dẫn đến một sự thay đổi rất lớn dòng I_C .

Đây là tính chất quan trọng của BJT: Tính chất khuếch đại.

Nếu bỏ qua sự tái hợp giữa các điện tử trong vùng bán dẫn B thì trong BJT ta luôn có:

$$I_E = I_B + I_C$$

Nguyên lý hoàn toàn tương tự cho loại BJT thuận (ta chỉ việc đổi chiều của nguồn cung cấp và đổi vai trò của điện tử với lỗ trống).

2. Các tham số cơ bản của BJT

Mục tiêu:

Trình bày được tên và ý nghĩa các tham số cơ bản của BJT

2.1. I_{Cmax} : Là trị số dòng điện thuận lớn nhất qua cực C của BJT trong điều kiện làm việc thực tế. Nếu vượt quá trị số này BJT sẽ bị phá hỏng - bị cháy.

Điều kiện làm việc về dòng điện của BJT là $I_{It} < I_{Cmax}$.

Trong đó I_{It} là trị số dòng điện làm việc thực tế của BJT.

2.2. U_{Cmax} : Là trị số điện áp ngược lớn nhất đặt lên hai cực CE trong quá trình làm việc thực tế của BJT. Nếu vượt quá trị số này BJT sẽ bị phá hỏng - bị đánh thủng.

Điều kiện làm việc về điện áp của BJT là $U_{Ut} < U_{Cmax}$.

Trong đó U_{Ut} là trị số điện áp ngược thực tế đặt lên BJT trong quá trình làm việc.

2.3. P_{Cmax} : Là trị số công suất lớn nhất cho phép tiêu hao trên tiếp giáp CB.

2.4. Hệ số khuếch đại dòng điện α hay β : Cho phép ta đánh giá khả năng khuếch đại của BJT.

2.5. I_{CR} : Là trị số dòng điện cực góp I_C khi mạch vào hở ($I_V = 0$). Giá trị dòng này càng nhỏ thì chất lượng BJT càng tốt.

2.6. Nhiệt độ làm việc giới hạn t^0_{max} : Là nhiệt độ lớn nhất cho phép BJT làm việc trong một thời gian dài mà vẫn ổn định: I_{CR} không tăng quá mức, I_{Cmax} , U_{Cmax} , P_{Cmax} không giảm quá mức.

2.7. Tần số cắt f_{max} : Là giá trị tần số cao nhất BJT có thể làm việc mà các tham số cơ bản của nó giảm đi nhưng còn không dưới 70% trị số ban đầu.

3. Xác định các cực (chân) và kiểm tra chất lượng của BJT

Mục tiêu:

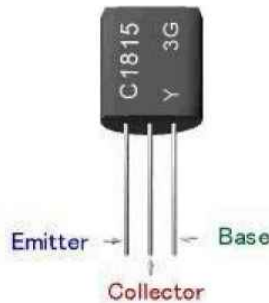
- Trình bày được các phương pháp xác định chân cho BJT.
- Xác định được chân của một số BJT thông dụng bằng quan sát và đo.

3.1. Xác định các chân BJT

3.1.1. Bằng kinh nghiệm quan sát:

Đối với các BJT của Nhật sản xuất thông thường thứ tự chân sẽ theo quy luật sau:

- Với BJT công suất nhỏ: Cắm BJT sao cho chân BJT quay xuống dưới, bề mặt có chữ (ghi loại BJT) quay đối diện với ta, thì thứ tự các chân B, C, E sẽ từ phải sang trái- như trên hình 9.5.



Hình 9.5: Xác định chân BJT công suất nhỏ bằng quan sát.

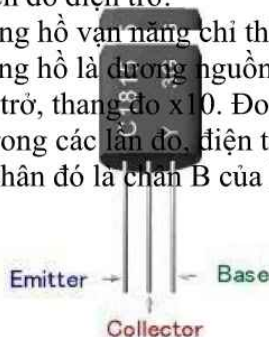
- Với BJT công suất lớn, nếu cắm BJT như với BJT công suất nhỏ thì thứ tự chân B, C, E sẽ từ trái sang phải - như trên hình 9.6.



Hình 9.6: Xác định chân BJT công suất lớn bằng quan sát.

3.1.2. Bằng cách đo điện trở:

Dùng đồng hồ vạn năng chỉ thị điện cơ thông dụng (khi đo điện trở thì que đen của đồng hồ là trong nguồn, que đỏ của đồng hồ là âm nguồn), đặt ở chế độ đo điện trở, thang đo $\times 10$. Đo điện trở thuận nghịch của từng cặp chân của BJT, nếu trong các lần đo, điện trở của một chân nào đến 2 chân còn lại có giá trị nhỏ thì chân đó là chân B của BJT. Nếu que đen của đồng hồ ở chân B thì



đó là BJT nghịch (NPN), còn nếu que đỏ của đồng hồ ở chân B thì đó là BJT thuận (PNP).

Xác định tiếp 2 chân C, E: Nếu là BJT nghịch, ta đo điện trở thuận - nghịch của 2 chân còn lại, với mỗi lần đo, dùng tay âm làm cầu nối giữa chân B và que đen của đồng hồ, trong hai lần đo, lần nào có giá trị điện trở nhỏ thì khi đó que đen đồng hồ đang ở chân C, chân còn lại là chân E. Nếu là BJT thuận, ta đo điện trở thuận - nghịch của 2 chân còn lại, với mỗi lần đo, dùng tay âm làm cầu nối giữa chân B và que đỏ của đồng hồ, trong hai lần đo, lần nào có giá trị điện trở nhỏ thì khi đó que đỏ đồng hồ đang ở chân C, chân còn lại là chân E.

3.2. Kiểm tra chất lượng của BJT

Dùng đồng hồ vạn năng chỉ thị điện cơ (hoặc chỉ thị số) để ở chế độ đo điện trở để kiểm tra. Phương pháp kiểm tra giống như đo xác định chân BJT.

- Nếu kết quả các lần đo giống như khi đo xác định chân thì BJT còn tốt.

- Nếu kết quả các lần đo đều cho giá trị $R = \infty \Omega$ thì BJT đã bị cháy hoặc đứt chân bên trong.

- Nếu kết quả các lần đo đều cho giá trị $R = 0 \Omega$ thì BJT đã bị đánh thủng trong quá trình làm việc hoặc chập chân bên trong.

- Khi để đồng hồ ở thang đo $\times 1K$ đo điện trở nghịch của các cặp chân, nếu đồng hồ chỉ thị cỡ khoảng vài trăm $K \Omega$ (kim đồng hồ nhích lên một chút) là BJT đã bị dò.

BÀI 10: CÁC ĐẶC TÍNH CỦA TRANSISTOR

Mã bài: MĐ14.10

Giới thiệu:

Đặc tính cơ bản của tất cả các Transistor là có khả năng khuếch đại. Với BJT do có 3 chân ra nên thực tế có 3 sơ đồ mắc khác nhau của BJT. Với mỗi sơ đồ mắc, chúng có những đặc tính khác nhau về mối quan hệ giữa đại lượng vào và đại lượng ra. Bài học này giới thiệu về các sơ đồ mắc dành cho BJT, lắp ráp các mạch điện đó và khảo sát đặc tính của BJT ứng với các sơ đồ mắc khác nhau đó.

Mục tiêu:

Trình bày được các đặc tính ứng với 3 cách mắc khác nhau của BJT.

Khảo sát, vẽ được các đặc tính của BJT

Lắp ráp được các mạch cơ bản dùng BJT.

Tích cực, chủ động và sáng tạo trong học tập

Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

Nội dung chính:

1. Mạch phát chung

Mục tiêu:

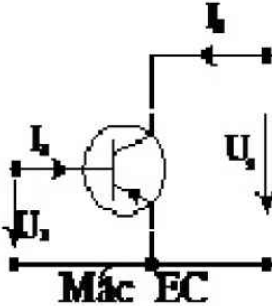
Trình bày được các đặc tính với cách mắc phát chung của BJT.

Khảo sát, vẽ được các đặc tính của BJT

Lắp ráp được mạch mắc phát chung dùng BJT.

1.1. Sơ đồ mạch

Sơ đồ nguyên lý của cách mắc BJT kiểu phát chung như trên hình 10.1.



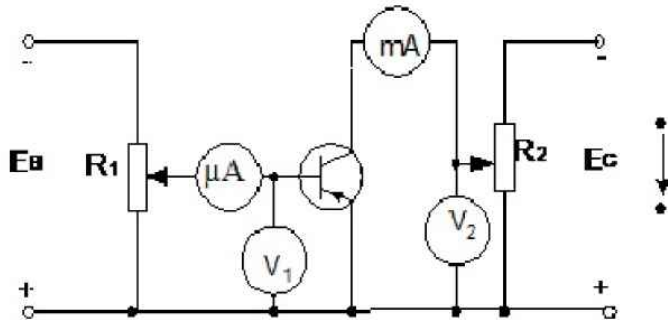
Hình 10.1: BJT mắc phát chung (EC).

Cách mắc BJT theo cách mắc phát chung được hiểu là cách mắc BJT sao cho về mặt xoay chiều (tín hiệu) thì giữa đầu ra và đầu vào có một chân chung là chân E.

Ở cách mắc EC, các tham số đầu vào là U_{BE} và I_B , còn các tham số đầu ra là U_{CE} và I_C .

Đặc điểm của sơ đồ EC là trở kháng đầu vào nhỏ, trở kháng đầu ra lớn, hệ số khuếch đại dòng và áp đều lớn do đó hệ số khuếch đại công suất rất lớn. Đây là nguyên nhân để BJT mắc theo sơ đồ EC được sử dụng rất nhiều trong các mạch điện và điện tử. Tuy nhiên BJT mắc theo sơ đồ EC khi làm việc thường có tạp âm lớn.

Để lấy được các đường đặc tính (đặc tuyến) của mạch BJT mắc EC ta sử dụng sơ đồ hình 10.2 (xét cho BJT thuận).



Hình 10.2: Mạch lấy đặc tuyến BJT mắc EC.

10.2: Mạch

Trong đó μA kế và vôn kế V_1 để đo sự biến đổi giá trị các tham số đầu vào; mA kế và vôn kế V_2 để đo sự biến đổi giá trị các tham số đầu ra tương ứng với sự thay đổi của tham số đầu vào.

1.2. Lắp ráp mạch

Lắp được mạch theo sơ đồ hình 10.2.

1.3. Khảo sát, xây dựng đặc tính.

- Khảo sát xây dựng đặc tuyến vào $I_B = f(U_{BE})$
- Khảo sát xây dựng đặc tuyến ra $I_C = f(U_{CE})$
- Khảo sát xây dựng đặc tuyến truyền đạt $I_C = f(U_{BE})$

2. Mạch gốc chung:

Mục tiêu:

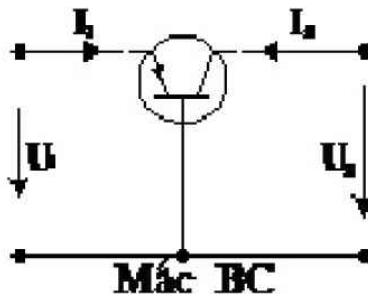
Trình bày được các đặc tính với cách mắc gốc chung của BJT.

Khảo sát, vẽ được các đặc tính của BJT

Lắp ráp được mạch mắc gốc chung dùng BJT.

2.1. Sơ đồ mạch

Sơ đồ nguyên lý của cách mắc BJT kiểu gốc chung như trên hình 10.3.



Hình 10.3: BJT

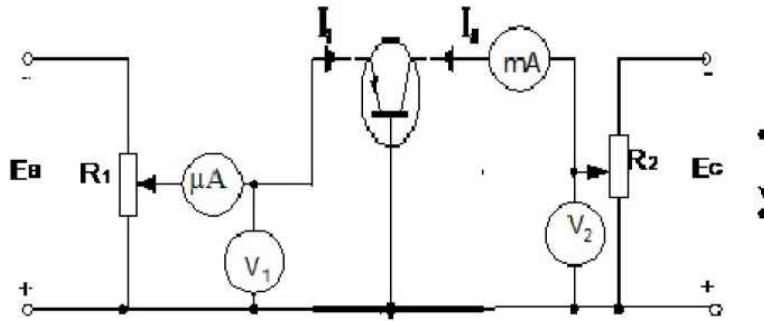
mắc gốc chung (BC).

Cách mắc BJT theo cách mắc gốc chung được hiểu là cách mắc BJT sao cho về mặt xoay chiều (tín hiệu) thì giữa đầu ra và đầu vào có một chân chung là chân B.

Ở cách mắc BC, các tham số đầu vào là U_{EB} và I_E , còn các tham số đầu ra là U_{CB} và I_C .

Đặc điểm của sơ đồ BC là trở kháng đầu vào không nhỏ như ở sơ đồ EC, trở kháng đầu ra không lớn bằng sơ đồ EC, hệ số khuếch đại dòng nhỏ hơn 1, hệ số khuếch đại áp lớn do đó hệ số khuếch đại công suất lớn. BJT mắc theo sơ đồ BC khi làm việc thường có tạp âm nội bộ nhỏ.

Để lấy được các đường đặc tính (đặc tuyến) của mạch BJT mắc EC ta sử dụng sơ đồ hình 10.4 (xét cho BJT thuận).



Hình

10.4:

Mạch lấy đặc tuyến BJT mắc BC.

Trong đó μA kế và vôn kế V_1 để đo sự biến đổi giá trị các tham số đầu vào; mA kế và vôn kế V_2 để đo sự biến đổi giá trị các tham số đầu ra tương ứng với sự thay đổi của tham số đầu vào.

2.2. Lắp ráp mạch

Lắp được mạch theo sơ đồ hình 10.4.

2.3. Khảo sát, xây dựng đặc tính.

- Khảo sát xây dựng đặc tuyến vào $I_E = f(U_{BE})$
- Khảo sát xây dựng đặc tuyến ra $I_C = f(U_{CB})$
- Khảo sát xây dựng đặc tuyến truyền đạt $I_C = f(U_{BE})$

3. Mạch gộp chung:

Mục tiêu:

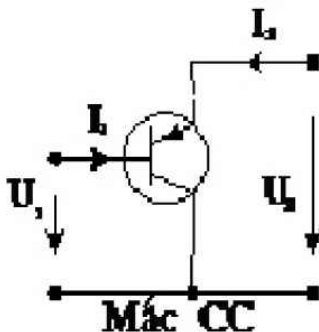
Trình bày được các đặc tính với cách mắc gộp chung của BJT.

Khảo sát, vẽ được các đặc tính của BJT

Lắp ráp được mạch mắc gộp chung dùng BJT.

3.1. Sơ đồ mạch

Sơ đồ nguyên lý của cách mắc BJT kiểu gộp chung như trên hình 10.5.



Hình 10.5: BJT mắc gộp chung (CC).

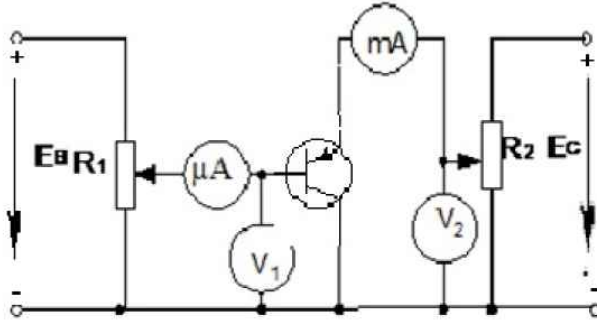
Cách mắc BJT theo cách mắc gộp chung được hiểu là cách mắc BJT sao

cho về mặt xoay chiều (tín hiệu) thì giữa đầu ra và đầu vào có một chân chung là chân C.

Ở cách mắc CC, các tham số đầu vào là U_{BC} và I_C , còn các tham số đầu ra là U_{CE} và I_E .

Đặc điểm của sơ đồ EC là trở kháng đầu vào lớn, trở kháng đầu ra nhỏ, hệ số khuếch đại dòng và áp đều nhỏ do đó mạch BJT mắc theo sơ đồ CC thường chỉ được sử dụng với tư cách là mạch phối hợp trở kháng.

Để lấy được các đường đặc tính (đặc tuyến) của mạch BJT mắc CC ta sử dụng sơ đồ hình 10.6 (xét cho BJT thuận).



Hình 10.6: Mạch lấy đặc tuyến BJT mắc CC.

Trong đó μA kế và vôn kế V_1 để đo sự biến đổi giá trị các tham số đầu vào; mA kế và vôn kế V_2 để đo sự biến đổi giá trị các tham số đầu ra tương ứng với sự thay đổi của tham số đầu vào.

3.2. Lắp ráp mạch

Lắp được mạch theo sơ đồ hình 10.6.

3.3. Khảo sát, xây dựng đặc tính.

- Khảo sát xây dựng đặc tuyến vào $I_C = f(U_{BC})$
- Khảo sát xây dựng đặc tuyến ra $I_E = f(U_{CE})$
- Khảo sát xây dựng đặc tuyến truyền đạt $I_E = f(U_{BC})$

BÀI 11: ĐIỀU KIỆN PHÂN CỰC VÀ CÁC MẠCH ĐỊNH THIÊN

CỦA TRANSITOR

Mã bài: MĐ14.11

Giới thiệu:

Muốn BJT làm việc theo đúng ý đồ thiết kế thì chúng phải được cung cấp nguồn phù hợp, đúng với yêu cầu làm việc của chúng. Việc cung cấp thế một chiều ban đầu cho mỗi chân của BJT để chúng làm việc được gọi là phân cực (hay định thiên) cho BJT làm việc. Bài học này giới thiệu về điều kiện phân cực cho các loại BJT, các loại mạch định thiên cho BJT, lắp ráp các mạch điện đó.

Mục tiêu:

Trình bày được điều kiện phân cực của BJT; sơ đồ và nguyên lý làm việc của các mạch định thiên.

Lắp được các mạch định thiên đảm bảo các thông số kỹ thuật.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

Nội dung chính:

Điều kiện phân cực của BJT

Mục tiêu:

Trình bày được điều kiện phân cực của các loại BJT.

1.1. Điều kiện phân cực chung

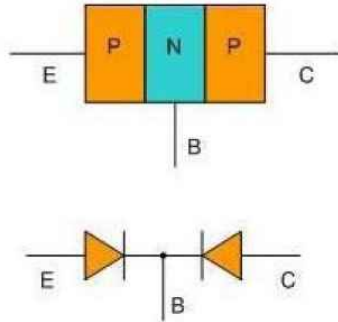
Để đảm bảo sự chuyển động của các động tử đa số trong các khối bán dẫn của BJT đúng với nguyên lý hoạt động của BJT, việc cung cấp nguồn phân cực

(định thiên) cho BJT phải đảm bảo điều kiện là chuyển tiếp B-E phải được phân cực gộp còn chuyển tiếp B - C phải được phân cực nghịch.

1.2. Điều kiện phân cực cụ thể

1.2.1. Điều kiện phân cực cho BJT loại PNP

Từ sơ đồ cấu tạo của BJT, có thể vẽ sơ đồ tương đương của BJT thuận như ở hình 11.1.



Hình 11.1: Sơ đồ tương đương của BJT thuận.

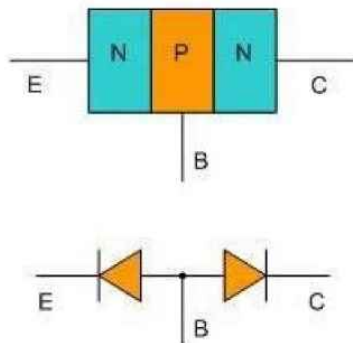
Từ sơ đồ tương đương của BJT ta thấy: Muốn chuyển tiếp B - E phân cực gộp thì $U_{BE} < 0V$ hay thế $V_B < V_E$. Muốn chuyển tiếp B - C phân cực nghịch thì $U_{CB} < 0V$ hay thế $V_C < V_B$.

Tuy nhiên từ thực tế làm việc của BJT thì điều kiện phân cực cho BJT thuận sẽ là:

$$V_C \ll V_B < V_E; U_{BE} < 0V$$

1.2.2. Điều kiện phân cực cho BJT loại NPN

Từ sơ đồ cấu tạo của BJT, có thể vẽ sơ đồ tương đương của BJT nghịch như ở hình 11.2.



Hình 11.2: Sơ đồ tương đương của BJT nghịch.

Từ sơ đồ tương đương của BJT ta thấy: Muốn chuyển tiếp B - E phân cực gộp thì $U_{BE} > 0V$ hay thế $V_B > V_E$. Muốn chuyển tiếp B - C phân cực nghịch thì $U_{CB} > 0V$ hay thế $V_C > V_B$.

Tuy nhiên từ thực tế làm việc của BJT thì điều kiện phân cực cho BJT nghịch sẽ là:

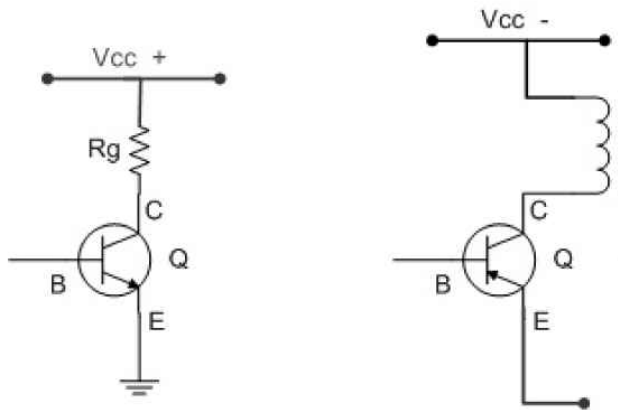
$$V_C \gg V_B > V_E; U_{BE} > 0V$$

Các mạch định thiên của BJT

Mục tiêu:

Trình bày và vẽ lại được sơ đồ và nguyên lý làm việc của các mạch định thiên cho BJT.

Để sử dụng BJT trong mạch ta cần phải cấp cho nó một nguồn điện, nguồn cung cấp là 2 nguồn một chiều như trong nguyên lý hoạt động của BJT. Việc dùng 2 nguồn điện trong mạch điện là rất phức tạp, nên trên thực tế người ta chỉ dùng một nguồn và qua các phần tử phụ để định thiên cho BJT. Tùy theo mục đích sử dụng mà nguồn điện được cấp trực tiếp vào BJT hay đi qua điện trở, cuộn dây như trên hình 11.3. Nguồn điện V_{cc} cho Transistor được quy ước là nguồn cấp cho cực CE.

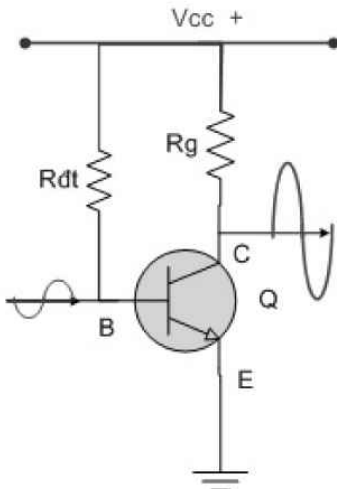


Hình 11.3: Định thiên cho BJT.

2.1. Định thiên cố định

Là phương pháp định thiên cho BJT mà giá trị điện áp phân cực được xác định bởi các phần tử trong mạch định thiên và không thay đổi trong quá trình làm việc của BJT.

2.1.1. Định thiên kiểu sụt áp



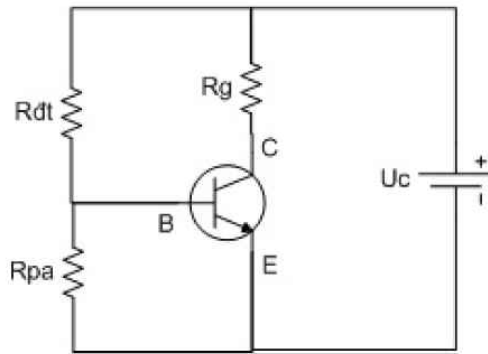
Đây là phương pháp định thiên sử dụng dòng I_B . Dòng điện I_B qua điện trở R_{dt} (hình 11.4) và phần nội trở R_{BE} sẽ tạo nên điện áp trên 2 chân B-E của BJT. Việc chọn dòng I_B và R_{dt} sẽ tạo ra U_{BE} cần thiết cho BJT làm việc.

Hình 11.4: Định thiên kiểu sụt áp.

Phương pháp định thiên này sơ đồ đơn giản nhưng do lôn phải có dòng I_B nên sẽ tổn hao năng lượng vô ích khi không có tín hiệu đư đến BJT.

2.1.2. Định thiên kiểu phân áp

Mạch định thiên cho chân B sẽ bao gồm 2 điện trở (hình 11.5), không sử dụng dòng I_B của BJT ($I_B = 0A$).



Hình 11.4: Định thiên kiểu phân áp.

Giá trị điện áp U_{BE} được tính theo công thức:

$$U_{BE} = \frac{R_{dt} \cdot R_{pa}}{R_{dt} + R_{pa}} U_c$$

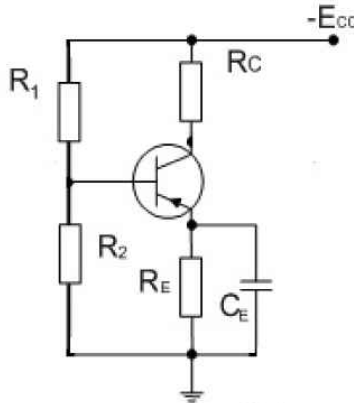
Như vậy bằng cách thay đổi giá trị R_{dt} hoặc R_{pa} ta có thể thay đổi được giá trị U_{BE} như mong muốn.

2.2. Định thiên có hồi tiếp

Các mạch định thiên cho BJT ở mục 2.1 không đảm bảo được sự ổn định chế độ làm việc dưới ảnh hưởng của nhiệt độ và các yếu tố ngoại cảnh khác. Để khắc phục nhược điểm đó, người ta dùng các mạch định thiên có hồi tiếp.

2.2.1. Mạch định thiên có hồi tiếp âm dòng điện một chiều để ổn định nhiệt cho dòng I_{CO} .

Sơ đồ nguyên lý của mạch định thiên có hồi tiếp âm dòng điện một chiều chiều để ổn định nhiệt cho dòng I_{CO} như ở trên hình 11.5.



Hình 11.5: Định thiên phân áp có hồi tiếp âm dòng một chiều.

Trong sơ đồ hình 11.5 R_E có giá trị nhỏ (khoảng vài chục đến trăm Ω), tụ C_E có trị số điện dung sao cho dung kháng X_C của nó ở dải tần mà BJT làm việc có giá trị $X_C \approx 0 \Omega$. Như vậy qua R_E trong quá trình làm việc chỉ còn lại dòng một chiều phân cực.

Nguyên tắc ổn nhiệt của mạch như sau:

Khi đã đặt xong giá trị U_{BE0} ban đầu thì dòng qua BJT ban đầu là I_{CO} . Trong quá trình làm việc nhiệt độ của BJT tăng lên, điện trở BJT giảm xuống, nếu mạch định thiên như ở hình 11.4 dòng I_C sẽ tăng lên: $I_C > I_{CO}$.

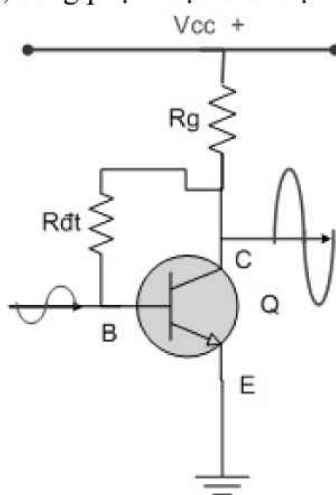
Do có R_E nên $U_{BE} = U_B - U_{RE} = U_B - I_E \cdot R_E \approx U_B - I_C \cdot R_E$.

Khi I_C tăng lên sẽ làm U_{RE} tăng theo và làm U_{BE} giảm xuống. Nếu tính toán hợp lý giá trị R_E , lượng giảm U_{BE} sẽ là cho dòng I_C trở lại đúng giá trị dòng I_{CO} . Như vậy sự thay đổi nhiệt độ của BJT không ảnh hưởng đến dòng phân cực ban đầu của BJT và chế độ làm việc ban đầu của BJT không thay đổi.

2.2.2. Mạch định thiên có hồi tiếp âm theo điện áp.

Mạch định thiên có hồi tiếp âm theo điện áp như ở hình 11.6.

Mạch này điện áp phân cực cho chân B của BJT ngoài phụ thuộc vào mạch phân cực tính toán ban đầu, còn phụ thuộc vào điện áp trên chân C. Vì điện áp đầu ra ngược pha với điện áp đầu vào (sẽ được nhắc đến ở bài 12) nên lượng chân B là hồi tiếp cực cho chân B khi tránh được hiện tượng làm nhiệm vụ làm việc cho mạch.



Mạch định thiên có hồi tiếp

Hình 11.6: Định thiên phân áp có hồi tiếp âm điện áp.

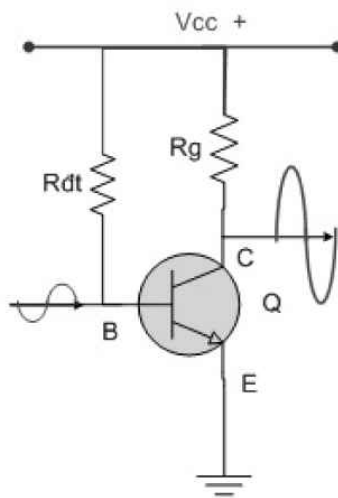
Lắp các mạch định thiên của BJT

Mục tiêu:

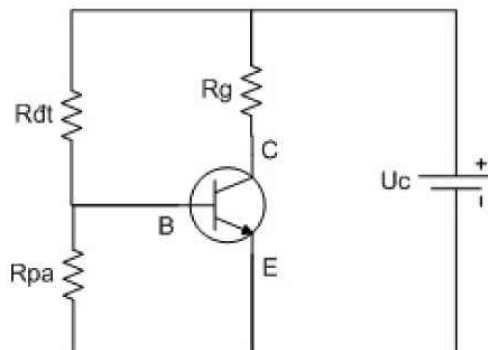
Lắp được các mạch định thiên đảm bảo các thông số kỹ thuật.

Điều chỉnh được các tham số trong mạch để đạt chế độ yêu cầu.

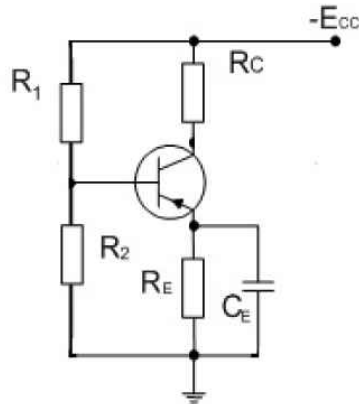
3.1. Lắp và hiệu chỉnh chế độ làm việc cho mạch định thiên kiểu sụt áp



3.2. Lắp và hiệu chỉnh chế độ làm việc cho mạch định thiên kiểu phân áp không hồi tiếp.



3.3. Lắp và hiệu chỉnh chế độ làm việc cho mạch định thiên kiểu phân áp có hồi tiếp âm dòng điện.



BÀI 12: CÁC CƠ BẢN CỦA TRANSITOR

MẠCH KHUẾCH ĐẠI

Mã bài: MĐ14.12

Giới thiệu:

Khuếch đại là một tính chất đặc trưng cho BJT và khuếch đại cũng là nhiệm vụ chủ yếu của BJT trong các mạch điện - điện tử. Bài học này giới thiệu về các dạng mắc cơ bản của BJT dùng trong các mạch khuếch đại, lắp ráp và điều chỉnh chế độ làm việc cho các mạch khuếch đại dùng BJT đạt yêu cầu kỹ thuật đặt ra.

Mục tiêu:

Trình bày sơ đồ nguyên lý, nguyên lý làm việc các mạch khuếch đại cơ bản của BJT: mạch khuếch đại cực phát chung, mạch khuếch đại cực gốc chung, mạch khuếch đại cực góp chung.

Lắp được các mạch khuếch đại cơ bản của BJT theo đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

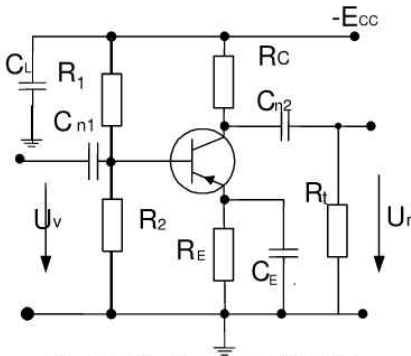
Nội dung chính:

Mạch khuếch đại cực phát chung

Mục tiêu:

Vẽ được sơ đồ nguyên lý và trình bày được nguyên lý làm việc của mạch khuếch đại mắc cực phát chung.

1.1. Sơ đồ mạch



Hình 4.16 Sơ đồ nguyên lý khuếch đại điện trở mắc Emitơ chung

Sơ đồ nguyên lý cơ bản của mạch khuếch đại điện trở mắc cực phát chung như ở hình 12.1.

Hình 12.1: Mạch khuếch đại điện trở mắc cực phát chung.

Tác dụng của các phần tử trong sơ đồ:

- R_1, R_2 là cặp điện trở định thiên cho chân B của BJT.
- C_{n1}, C_{n2} là hai tụ ghép (tụ nối tầng) để đưa tín hiệu đến mạch khuếch đại và đưa tín hiệu sau khuếch đại đến tầng tiếp theo.
- R_C là điện trở cực góp để dẫn thế phân cực cho cực C và được gọi là điện trở tải của tầng.
- R_E, C_E là cặp linh kiện tạo hồi tiếp âm dòng điện một chiều để ổn định nhiệt cho dòng I_{CO} của BJT.
- C_L là tụ lọc xoay chiều cho nguồn cung cấp.
- R_t là đặc trưng cho tải đầu ra.

1.2. Nguyên lý làm việc

Khi đưa tín hiệu xoay chiều đến đầu vào của tầng khuếch đại, tín hiệu sẽ đi qua C_{n1} đến chân B của BJT. Sự thay đổi của tín hiệu vào sẽ làm thay đổi U_{BE} của BJT dẫn đến thay đổi rất lớn dòng I_C (do tính chất khuếch đại của BJT). Điện áp đầu ra U_r sẽ nhận được sau C_{n2} . Nếu bỏ qua tổn hao trên cả C_{n1} và C_{n2} thì:

$$U_r = E_{cc} - I_c \cdot R_c$$

Do E_{cc} không thay đổi, dòng I_c thay đổi theo đúng quy luật thay đổi của U_{BE} , U_{BE} thay đổi theo đúng quy luật của tín hiệu vào và do vậy U_r cũng thay đổi theo đúng quy luật của tín hiệu đầu vào nhưng ngược lại và thay đổi rất lớn.

Ta nói mạch thực hiện được nhiệm vụ khuếch đại và tín hiệu đầu ra ngược pha với tín hiệu đầu vào.

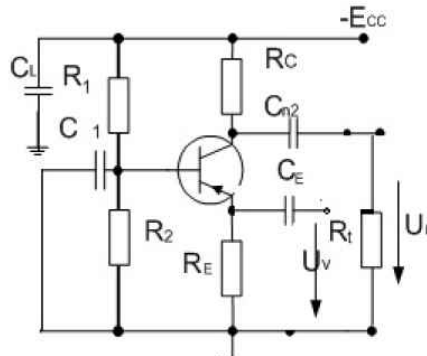
Mạch khuếch đại cực gốc chung

Mục tiêu:

Vẽ được sơ đồ nguyên lý và trình bày được nguyên lý làm việc của mạch khuếch đại mắc cực phát chung.

2.1. Sơ đồ mạch

Sơ đồ nguyên lý cơ bản của mạch khuếch đại điện trở mắc cực gốc chung như ở hình 12.2.



Hình 12.2: Mạch khuếch đại điện trở mắc cực gốc chung.

Tác dụng của các phần tử trong sơ đồ:

- R_1, R_2 là cặp điện trở định thiên cho chân B của BJT.
- C_1 là tụ nối đất xoay chiều cho chân B.
- Tụ C_e, C_{n2} là tụ ghép (tụ nối tầng) để đưa tín hiệu đến mạch khuếch đại và đưa tín hiệu sau khuếch đại đến tầng tiếp theo.
- R_c là điện trở cực góp để dẫn thế phân cực cho cực C và được gọi là điện trở tải của tầng.
- R_e là linh kiện nhận tín hiệu đưa tới đầu vào mạch khuếch đại.
- C_L là tụ lọc xoay chiều cho nguồn cung cấp.
- R_t là đặc trưng cho tải đầu ra.

2.2. Nguyên lý làm việc

Khi đưa tín hiệu xoay chiều đến đầu vào của tầng khuếch đại, tín hiệu sẽ đi qua C_{n1} đến chân B của BJT. Sự thay đổi của tín hiệu vào sẽ làm thay đổi U_{BE} của BJT dẫn đến thay đổi rất lớn dòng I_c (do tính chất khuếch đại của BJT).

Điện áp đầu ra U_r sẽ nhận được sau C_{n2} . Nếu bỏ qua tổn hao trên cả C_e và C_{n2} thì:

$$U_r = E_{cc} - I_c \cdot R_c$$

Do E_{cc} không thay đổi, dòng I_c thay đổi theo đúng quy luật thay đổi của U_{BE} , U_{BE} thay đổi theo đúng quy luật của tín hiệu vào và do vậy U_r cũng thay đổi theo đúng quy luật của tín hiệu đầu vào nhưng ngược lại và thay đổi rất lớn.

Ta nói mạch thực hiện được nhiệm vụ khuếch đại và tín hiệu đầu ra ngược pha với tín hiệu đầu vào.

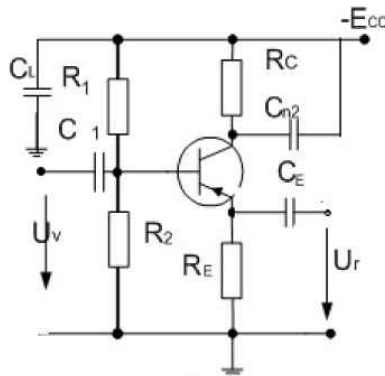
Mạch khuếch đại cực góp chung

Mục tiêu:

Vẽ được sơ đồ nguyên lý và trình bày được nguyên lý làm việc của mạch khuếch đại mắc cực góp chung.

3.1. Sơ đồ mạch

Sơ đồ nguyên lý cơ bản của mạch khuếch đại điện trở mắc cực phát chung như ở hình 12.3.



Hình 12.3: Mạch khuếch đại điện trở mắc cực góp chung.

Tác dụng của các phần tử trong sơ đồ:

- R_1, R_2 là cặp điện trở định thiên cho chân B của BJT.
- C_1, C_E là hai tụ ghép (tụ nối tầng) để đưa tín hiệu đến mạch khuếch đại và đưa tín hiệu sau khuếch đại đến tầng tiếp theo.
- C_{n2} là tụ nối đất xoay chiều cho chân C.
- R_c là điện trở cực góp để dẫn thế phân cực cho cực C và được gọi là điện trở tải của tầng.
- R_e, C_e là cặp linh kiện tạo hồi tiếp âm dòng điện một chiều để ổn định nhiệt cho dòng I_{co} của BJT.
- C_L là tụ lọc xoay chiều cho nguồn cung cấp.

3.2. Nguyên lý làm việc

Khi đưa tín hiệu xoay chiều đến đầu vào của tầng khuếch đại, tín hiệu sẽ đi qua C_{n1} đến chấu B của BJT. Sự thay đổi của tín hiệu vào sẽ làm thay đổi U_{BC} của BJT dẫn đến thay đổi rất lớn dòng I_c (do tính chất khuếch đại của BJT). Điện áp đầu ra U_r sẽ nhận được sau C_{n2} . Nếu bỏ qua tổn hao trên cả C_1 và C_e :

$$U_r = U_v - U_{BE}$$

Do E_{cc} không thay đổi, dòng I_c thay đổi theo đúng quy luật thay đổi của U_{BC} , U_{BC} thay đổi theo đúng quy luật của tín hiệu vào và do vậy U_r cũng thay đổi theo đúng quy luật của tín hiệu đầu vào.

Ta nói mạch thực hiện được nhiệm vụ khuếch đại và tín hiệu đầu ra cùng pha với tín hiệu đầu vào.

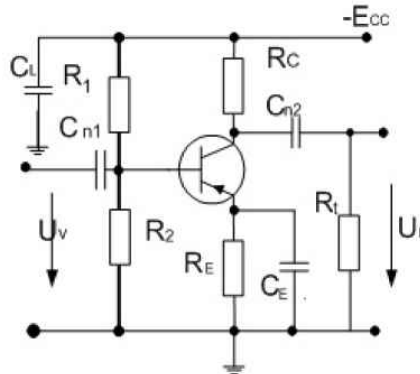
Lắp các mạch khuếch đại

Mục tiêu:

Lắp được các mạch khuếch đại cơ bản của BJT theo đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.

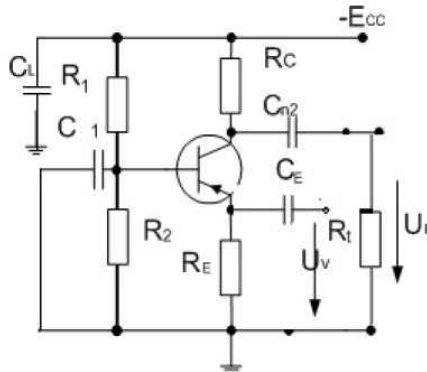
4.1. Lắp mạch khuếch đại cực phát chung

Lắp mạch theo sơ đồ:



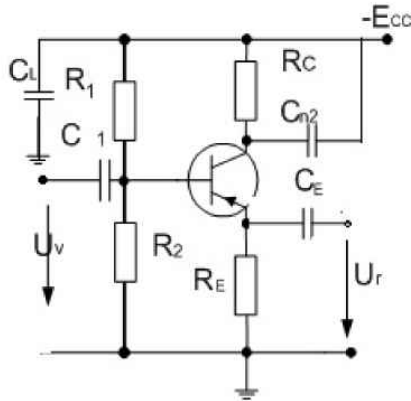
4.2. Lắp mạch khuếch đại cực gốc chung

Lắp mạch theo sơ đồ:



4.3. Lắp mạch khuếch đại cực góp chung

Lắp mạch theo sơ đồ:



BÀI 13: MẠCH KHUẾCH ĐẠI NHIỀU TẦNG GHÉP ĐIỆN DUNG

Mã bài: MĐ14.13

Giới thiệu:

Ghép tầng là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của các mạch khuếch đại. Bài học này giới thiệu về các mạch khuếch đại ghép tầng dùng tụ điện, lắp ráp và điều chỉnh chế độ làm việc cho các mạch khuếch đại dùng BJT ghép tầng dùng tụ điện đạt yêu cầu kỹ thuật đặt ra.

Mục tiêu:

Trình bày được đặc điểm, đặc tính tần số, sơ đồ nguyên lý và nguyên lý làm việc của mạch khuếch đại nhiều tầng ghép điện dung.

Lắp được mạch khuếch đại nhiều tầng ghép điện dung theo yêu cầu kỹ thuật.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

Nội dung chính:

Đặc điểm

Mục tiêu:

Trình bày được đặc điểm của mạch khuếch đại nối tầng dùng tụ điện.

1.1. Khái niệm:

Mạch khuếch đại nhiều tầng ghép điện dung là mạch khuếch đại mà việc ghép tín hiệu giữa các tầng được thực hiện nhờ tụ điện nối trực tiếp từ đầu ra của tầng trước với đầu vào của tầng tiếp theo.

1.2. Đặc điểm:

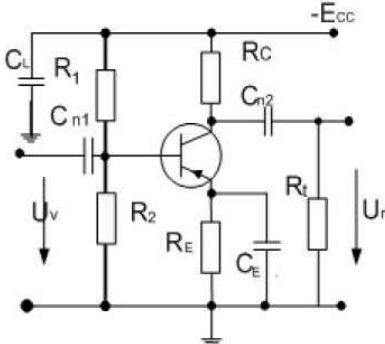
- Nối giữa các tầng dùng tụ điện, giá trị tụ điện phụ thuộc vào dải tần số làm việc.
- Sơ đồ đơn giản, không phối hợp trở kháng được giữa các tầng.

2. Đặc tính tần số

Mục tiêu:

Trình bày được đặc tuyến tần số của mạch khuếch đại nối tầng dùng tụ điện.

Ta xét trên một sơ đồ điển hình là mạch khuếch đại mắc emitter chung – vì nó là mạch thông dụng hơn cả.

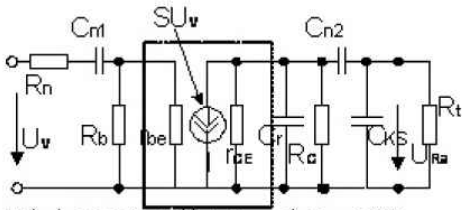


Sơ đồ nguyên lý mạch KĐ mắc
Emitter chung ghép điện dung

Phân tích và tính toán mạch khuếch đại thuần trở thường được tiến hành dựa

trên sơ đồ tương đương theo tần số tín hiệu, tức là coi các trở kháng $\frac{1}{\omega C_E}$, $\frac{1}{\omega C_e}$

là không đáng kể. Lúc này sử dụng sơ đồ tương đương của tranzistor và tương đương của mạch như ở hình 13.1.



Hình 13.1. Sơ đồ tương đương KĐ emítơ chung

Sơ đồ tương đương này chỉ tính đến các dung ký sinh ở đầu ra của mạch khuếch đại.

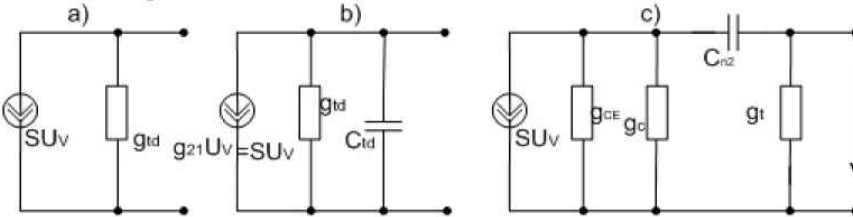
Các tụ C_{n1} và C_{n2} là các tụ nối tầng, thông các thành phần tần số tín hiệu, ngăn cách thành phần một chiều từ tầng trước sang tầng sau. Tải thuần trở là R_t , ở đây C_{ra} - điện dung đầu ra của tranzistor ($C_{ra} = C_{CE}$), điện dung ký sinh $C_{KS} = C_V + C_{Lr1} + C_{Lr2}$; C_{lr1} và C_{lr2} - điện dung ký sinh do lắp ráp ở đầu ra của tầng đang xét và đầu vào của tầng tiếp theo (tải), C_V điện dung của đầu vào của tầng tiếp theo. Trong mạch khuếch đại C_n lớn hơn nhiều so với C_{lr1} , C_{lr2} , C_{ra} , C_V và ảnh hưởng của chúng ở các vùng tần số là khác nhau. Người ta phân thành ba vùng tần số: Vùng tần số thấp, trung bình và vùng tần số cao. Xét đặc tính tần số của khuếch đại trong các vùng đó.

Ở vùng tần số trung bình: Trở kháng của C_{n2} không đáng kể, ($\frac{1}{\omega_{tb} C_n}$ nhỏ) nên

nó được thay thế gần đúng bằng dây dẫn, lúc đó

$C_{td} = C_r + C_{M1} + C_{M2} + C_V$. Với trở kháng của điện dung tương đương cực lớn ($\frac{1}{\omega_{tb} C_n} \rightarrow \infty$ vì C_{td} chỉ cỡ vài chục pF) nên sơ đồ tương đương mạch ra hình

13.1 có dạng như ở hình 13.2a.



Hình 13.2: Sơ đồ tương đương của mạch khuếch đại mắc Emítơ chung
a) Ở vùng tần số trung bình; b) Ở vùng tần số cao; c) Ở vùng tần số thấp

Với $g_{td} = g_{ra} + g_c + g_t$; $g_{ra} = \frac{1}{r_{CE}}$; $g_c = \frac{1}{RC}$; $g_t = \frac{1}{Rt}$

Từ đó ta có $U_{Ra} = -\frac{SU_V}{g_{td}}$ nên:

$$\dot{K} = \frac{U_{Ra}}{U_V} = -\frac{S}{g_{td}} = -\frac{S}{(g_2 + g_c + g_t)} = -S.R_{td} \quad (13.1)$$

Như vậy ở vùng tần số trung bình hệ số khuếch đại là một hằng số, không phụ thuộc vào tần số. Dấu trừ trong (13.1) cho ta thấy điện áp đầu ra ngược pha so với điện áp đầu vào. Ta ký hiệu K ở vùng tần số trung bình là

$$K_0 = S.R_{td} \quad (13.1)'$$

Trong thực tế thì $R_t \ll R_C$ và r_{CE} nên $R_{td} \approx R_t$:

$$K_0 \approx S.R_t$$

Ở vùng tần số cao: trở kháng của C_{n2} càng nhỏ, nhưng trở kháng của C_{ra}, C_{lr}, C_v cùng bậc với R_t, r_{CE} , và R_C nên không thể bỏ qua. Lúc đó sơ đồ tương đương mạch ra sẽ có dạng như ở hình (13.2b). Từ sơ đồ này ta tìm được :

$$Z_{td} = \frac{1}{g_{td} + j\omega_C C_{td}} = \frac{R_{td}}{1 + j\omega_C C_{td} R_{td}}; U_{Ra} = -S U_V . Z_{td}$$

$$\dot{K}_{Ca0} = K_C = \frac{U_{Ra}}{U_V} = -S Z_{td} = -\frac{S.R_{td}}{1 + j\omega_C R_{td}} = \frac{K_0}{1 + j\omega_C \tau_C} \quad (13.2)$$

$\tau_C = R_{td} . C_{td}$ - hằng số thời gian của mạch ở vùng tần số cao.

Như vậy thì :

$$\left| \dot{K}_c \right| = \frac{|K_0|}{\sqrt{1 + (\omega_C \tau_C)^2}} \quad (13.3)$$

$$m_c(\omega) = \frac{K_C}{K_0} = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega_C \tau_C)^2}} \quad (13.4)$$

Đặc tính biên độ tần số này trình bày trên hình 13.3.

Tần số giới hạn trên của dải thông ω_C được xác định theo biểu thức (4.31) có trị số bằng $\frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707$.

$$m_{c0,7} = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega_C \tau_C)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}, \text{ tức là } \omega_C \tau_C = 1. \text{ Từ đó ta có :}$$

$$\omega_C = \frac{1}{\tau_C} = \frac{1}{R_{td} . C_{td}} \quad (13.5)$$

Từ (4.32) ta thấy khi C_{td} càng lớn thì tần số giới hạn trên của dải thông càng giảm. Khi tăng R_{td} thì tần số giới hạn trên cũng giảm nhưng lại tăng trị số K_0 tức là hệ số khuếch đại ở vùng tần số trung bình.

Người ta đưa ra khái niệm "diện tích khuếch đại" bằng tích của K_0 và ω_C :

$$S_{KB} = |K_0| \omega_C = \frac{S}{C_{td}} \quad (13.6)$$

Từ (4.33) ta thấy diện tích khuếch đại được xác định chủ yếu bởi các tham số của tranzisto (hỗ dẫn S và các điện dung ký sinh).

Ở vùng tần số thấp: trở kháng của $C_{ra}, C_{lr1}, C_{lr2}, C$ rất lớn so với R_t và R_C nên sơ đồ tương đương mạch ra ở vùng tần số thấp có dạng như ở hình 4.18c.

Từ hình này ta tìm được :

$$K_t = \frac{K_0}{1 + \frac{1}{j\omega_t \tau_t}} \quad (13.7)$$



Hình 13.3. ĐTBĐT của khuếch đại điện trở.

Trong đó, τ_t - hằng số thời gian ở vùng tần số thấp

Trong đó, τ_t - hằng số thời gian ở vùng tần số thấp

$$\tau_t = C_{n2} \left(\frac{r_{cE} \cdot R_c}{r_{cE} + R_c} + R_t \right) \text{ từ (4.34) ta có :}$$

$$|K_t(\omega)| = \frac{K_0}{\sqrt{1 + \frac{1}{\omega_t^2 \cdot \tau_t^2}}} \quad (13.8)$$

$$\text{hay } m_t(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\omega_t^2 \cdot \tau_t^2}}} \quad (13.9)$$

Đặc tính tần số ở vùng tần số thấp (4.36) có dạng như ở hình 4.19b. Tần số giới hạn dưới của dải thông được xác định theo công thức

$$\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{(\omega\tau)^2}}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ từ đó } \omega_t = \frac{1}{\tau_t} \quad (13.10)$$

Từ 4.29 đến 4.37 ta có thể rút ra đặc tính tần số ở vùng tần số bất kỳ xác định theo biểu thức:

$$|K(\omega)| = \frac{|K_0|}{\sqrt{1 + \left(\omega\tau_c - \frac{1}{\omega\tau_t} \right)^2}} \quad (13.11)$$

$$m(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\omega\tau_c - \frac{1}{\omega\tau_t} \right)^2}} \quad (13.12)$$

Xét đặc tính tần số của mạch khuếch đại như trên, ta chưa xét đến quán tính của tranzisto, tức là coi hỡ dẫn $S = \text{const}$.

Thực tế hỡ dẫn của Tranzisto phụ thuộc vào tần số: S giảm khi tần số tăng.

$$S = \frac{S_0}{1 + j\omega\tau} \quad , \quad \tau - \text{hằng số thời gian của mạch vào}$$

$$\tau = (C_{be} + C_{b'e}) \cdot \frac{r_{b'b} \cdot r_{b'e}}{r_{b'b} + r_{b'e}} \approx C_{be} \cdot r_b \quad (13.13)$$

ở vùng tần số thấp và vùng tần số trung bình sai số này có thể bỏ qua. Ở vùng tần số cao trong các bộ khuếch đại dải rộng có khi không thể bỏ qua được. Lúc đó theo (4.29)

$$\dot{K}(\omega) = -\frac{S_0}{(1+j\omega\tau_t)(1+j\omega\tau_c)} \approx \frac{K_0}{1+j\omega\tau'_c} \quad (13.14)$$

Trong đó $\tau'_c = \tau + \tau_c$ và $m_c(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1+(\omega\tau'_c)^2}}$ (13.15)

Như vậy ở vùng tần số cao trong mạch khuếch đại điện trở Tranzisto lưỡng cực hệ số khuếch đại bị giảm do hai nguyên nhân :

1. Tần số càng cao thì hồ dẫn của Tranzisto càng giảm ,
2. Do điện dung ký sinh lắp ráp, điện dung mạch ra, điện dung tải đầu song song với tải ở mạch ra .

Tổng trở đầu vào: ta chỉ xét ở vùng tần số trung bình. Theo sơ đồ tương đương hình (4.17) thì ở vùng tần số trung bình

$$Z_V \approx R_n + (R_b // r_{be}) \quad (13.16)$$

Trong đó $R_b = R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$

Tổng trở đầu ra ở vùng tần số trung bình

$$Z_z = r_{CE} // R_C \approx R_C. \quad (13.17)$$

Hệ số khuếch đại ở vùng tần số trung bình có thể xác định theo công thức gần đúng sau :

$$K_I = \frac{I_t}{I_v} = \beta \cdot \frac{R_C // R_t}{R_t} = \beta \cdot \frac{R_C}{R_C + R_t} \quad (13.18)$$

Bộ khuếch đại Emitor chung cho hệ số khuếch đại dòng điện khá lớn. Nếu $R_C \gg R_t$ thì $K_i \approx \beta$.

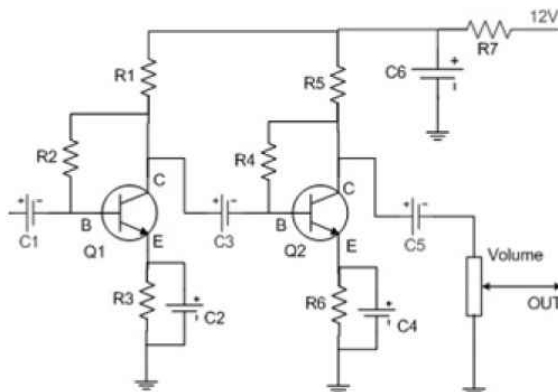
Sơ đồ nguyên lý và nguyên lý làm việc

Mục tiêu:

Trình bày được sơ đồ nguyên lý và nguyên lý làm việc của mạch khuếch đại nổi tầng dùng tụ điện.

3.1. Sơ đồ nguyên lý:

Một sơ đồ nguyên lý cho mạch khuếch đại ghép tụ điện gồm 2 tầng khuếch đại mắc cực phát chung như trên hình 13.4.



Hình 13.4: Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại 2 tầng ghép tụ điện

Tác dụng các phần tử trong sơ đồ

Trước hết ta xét tác dụng của linh kiện trong mạch. Điện trở R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 và R_6 có tác dụng định thiên và ổn định chế độ công tác (ổn định nhiệt) cho 2 BJT Q1 và Q2.

Tụ điện C_2 và C_4 được chọn sao cho trong toàn dải tần số làm việc của mạch khuếch đại nó gần như ngắn mạch hoàn toàn các thành phần tín hiệu sụt trên R_6, R_4 để triệt bỏ hồi tiếp âm theo tần số tín hiệu trên R_6, R_4 . Điện trở R_7 và C_6 tạo thành mạch lọc nguồn vừa ngăn cách ảnh hưởng lẫn nhau giữa các tầng dùng chung nguồn E_{CC} , vừa khử sụt áp xoay chiều trên nội trở nguồn E_{CC} . Muốn vậy chọn trị số của tụ mạch cực phát (gọi chung là C_E) C_E đủ lớn để $\frac{1}{\omega_1 C_E} \ll R_E$

(với R_E là tên gọi chung các điện trở mắc ở cực phát) và $\frac{1}{\omega_1 C_L} \ll R_L$ Trong đó

$\omega_1 = 2\pi f_1$, f_1 là tần số thấp nhất của tín hiệu cần khuếch đại. Ngoài ra mạch R_E, C_E còn dùng để sửa đặc tính tần số ở vùng tần số thấp. Điện trở mạch cực góp R_1, R_5 (gọi chung là R_C) để xác định chế độ một chiều như sau:

$$R_C = \frac{E_{CC} - U_{CE_0}}{I_{C_0}} - R_E$$

Các tụ điện C_1, C_3, C_5 (được gọi chung là C_n) là các tụ nối tầng dùng để ghép tín hiệu từ tầng trước tới tầng kế tiếp và ngăn điện áp một chiều từ tầng trước tới tầng kế tiếp.

3.2. Nguyên lý làm việc:

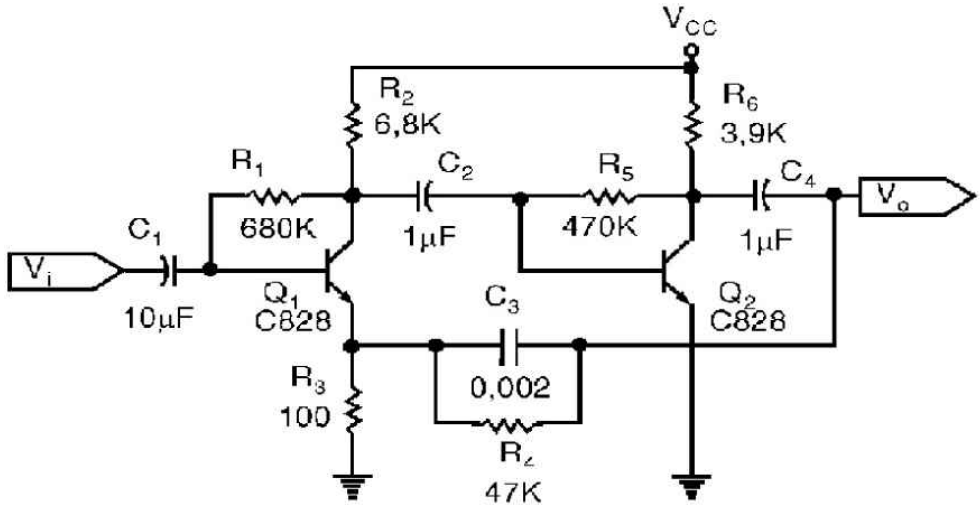
Khi đã đảm bảo điều kiện phân cực cho các tầng khuếch đại; tín hiệu được đưa tới tầng khuếch đại Q1 thông qua tụ C_1 ; sau khi được khuếch đại, tín hiệu lại thông qua tụ C_2 để đưa tới tầng khuếch đại Q2; Sau khi được Q2 khuếch đại một lần nữa, tín hiệu sẽ thông qua tụ C_5 để tới tải. Do có các tụ C_1, C_3, C_5 nên chỉ có thành phần xoay chiều tín hiệu được đưa từ tầng trước tới tầng sau mà không có thành phần một chiều phân cực cho các BJT. Chính vì lý do đó, một ưu điểm khác của mạch ghép tầng bằng tụ điện là ta có thể tính toán chế độ phân cực tối ưu cho mỗi tầng khuếch đại mà không ảnh hưởng tới các tầng khác.

Lắp mạch khuếch đại nhiều tầng ghép điện dung

Mục tiêu:

Lắp ráp hoàn chỉnh một mạch khuếch đại 2 tầng ghép điện dung, mạch làm việc đúng yêu cầu kỹ thuật.

4.1. Sơ đồ nguyên lý:



Hình 13.5: Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại ghép điện dung.

$V_{cc} = 9V$; tải đầu ra là tai nghe phone.

4.2. Thực hành lắp ráp:

Trình tự thực hiện:

4.2.1. Khảo sát sơ đồ nguyên lý

4.2.2. Lắp mạch trên bo đa năng:

- Yêu cầu chuẩn bị các linh kiện, dây nối được vệ sinh và tráng thiếc trước khi dùng làm phần tử kết nối trong mạch.
- Bố trí các linh kiện hợp lý
- Các đường dây nối trong mạch phải sáng, đẹp, không chông chéo, dễ quan sát khi hiệu chỉnh và sửa chữa.
- Mối hàn phải ngấu, bóng.
- Phải biết tiến hành kiểm tra nguội mạch để đảm bảo không gây chạm, chập, hở mạch hoặc các lỗi khác trước khi cấp nguồn và tín hiệu đầu vào.
- Mạch phải đảm bảo hoạt động đúng yêu cầu khi cấp nguồn đúng định mức và cấp tín hiệu vào được chuẩn bị trước bên ngoài.

4.2.3. Lắp mạch trên bo mạch in chuẩn bị sẵn:

- Yêu cầu mạch in chuẩn bị sẵn (theo các phần mềm thiết kế mạch in đã có) phải sạch, các đường mạch in phải liền theo đúng sơ đồ lắp ráp đã được thiết kế trước (không có đoạn mạch in nào được thiết kế là liên mà lại bị đứt trên bo mạch in chuẩn bị cho lắp ráp).
- Có sơ đồ lắp ráp kèm theo.
- Khi lắp phải cắm đúng vị trí và chiều các linh kiện (đặc biệt là các linh kiện bán dẫn) theo đúng sơ đồ lắp ráp, mối hàn phải ngấu, bóng, gọn, không gây chạm chập trên mạch in.

- Phải biết tiến hành kiểm tra nguội mạch để đảm bảo không gây chạm, chập, hở mạch hoặc các lỗi khác trước khi cấp nguồn và tín hiệu đầu vào.
- Mạch phải đảm bảo hoạt động đúng yêu cầu khi cấp nguồn đúng định mức và cấp tín hiệu vào được chuẩn bị trước bên ngoài.

BÀI 14: MẠCH KHUẾCH ĐẠI NHIỀU TẦNG GHÉP BIẾN ÁP

Mã bài: MĐ14.14

Giới thiệu:

Một thiết bị điện tử gồm có nhiều khối kết hợp lại, mỗi khối lại có nhiều tầng khuếch đại được mắc nối tiếp với nhau và khi mắc nối tiếp thường sử dụng các phân tử ghép tầng. Việc ghép tầng dùng tụ có một số nhược điểm như ở bài 13, vì vậy trong một số trường hợp cần chất lượng ghép cao hơn người ta dùng biến áp để ghép tầng. Bài học này giới thiệu về các mạch khuếch đại ghép tầng dùng biến áp, lắp ráp và điều chỉnh chế độ làm việc cho các mạch khuếch đại dùng BJT ghép tầng dùng biến áp đạt yêu cầu kỹ thuật đặt ra.

Mục tiêu:

Trình bày được đặc điểm, đặc tính tần số, sơ đồ nguyên lý và nguyên lý làm việc của mạch khuếch đại nhiều tầng ghép biến áp.

Lắp được mạch khuếch đại nhiều tầng ghép biến áp theo đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

Nội dung chính:

Đặc điểm

Mục tiêu:

Trình bày được đặc điểm của mạch khuếch đại nối tầng dùng biến áp.

1.1. Khái niệm:

Mạch khuếch đại nhiều tầng ghép biến áp là mạch khuếch đại mà việc ghép giữa các tầng được thực hiện trực tiếp nhờ các biến áp mắc ở đầu ra mỗi tầng.

1.2. Đặc điểm:

- Nối giữa các tầng dùng các biến áp, loại biến áp được sử dụng phụ thuộc vào dải tần số làm việc.
- Phối hợp trở kháng giữa các tầng được đảm bảo tốt nhờ cấu tạo các biến áp nối tầng.
- Sơ đồ phức tạp, kích thước công kênh, giá thành thường cao.

2. Đặc tính tần số

Mục tiêu:

Trình bày được đặc tuyến tần số của mạch khuếch đại nối tầng dùng biến áp.

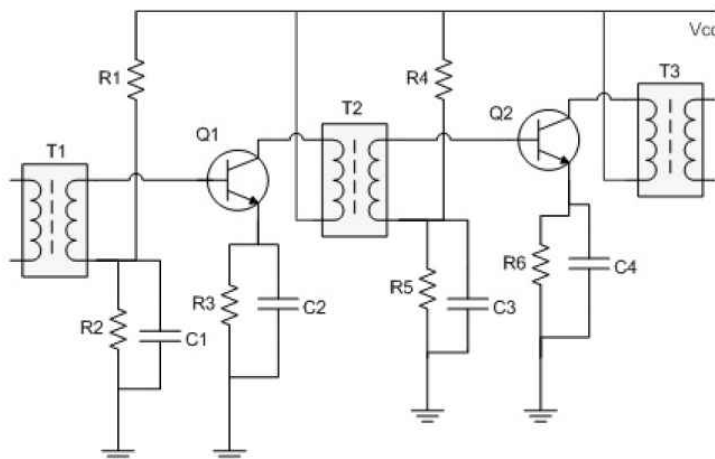
Sơ đồ nguyên lý và nguyên lý làm việc

Mục tiêu:

Trình bày được sơ đồ nguyên lý và nguyên lý làm việc của mạch khuếch đại nối tầng dùng biến áp.

3.1. Sơ đồ nguyên lý:

Sơ đồ nguyên lý của một mạch khuếch đại gồm 2 tầng ghép biến áp điện hình như sau:



Tác dụng các phân tử trong sơ đồ

Trước hết ta xét tác dụng của linh kiện trong mạch. Điện trở $R_1, R_2; R_3; R_4; R_5$ và R_6 có tác dụng định thiên và ổn định chế độ công tác (ổn định nhiệt) cho 2 BJT Q1 và Q2.

Tụ điện C_1, C_2, C_3 và C_4 được chọn sao cho trong toàn dải tần số làm việc của mạch khuếch đại nó gần như ngắn mạch hoàn toàn các thành phần tín hiệu sụt trên $R_2; R_3, R_5; R_6$ để triệt bỏ hồi tiếp âm theo tần số tín hiệu trên $R_2; R_3, R_5; R_6$. Muốn vậy chọn trị số của tụ mạch cực phát (gọi chung là C_E) C_E đủ lớn để

$$\frac{1}{\omega_1 C_E} \ll R_E \text{ (với } R_E \text{ là tên gọi chung các điện trở mắc ở cực phát); } \frac{1}{\omega_1 C1} \ll R2$$

$$\text{và } \frac{1}{\omega_1 C3} \ll R5 \text{ . Trong đó } \omega_1 = 2\pi f_1, f_1 \text{ là tần số thấp nhất của tín hiệu cần}$$

khuếch đại. Ngoài ra mạch R_E, C_E còn dùng để sửa đặc tính tần số ở vùng tần số thấp. Điện trở mạch cực góp sử dụng điện trở thuần các cuộn dây của sơ cấp biến áp nổi tầng.

Các biến áp T1, T2, T3 là các biến áp nổi tầng dùng để ghép tín hiệu từ tầng trước tới tầng kế tiếp, phối hợp trở kháng giữa đầu ra tầng trước với đầu vào tầng kế tiếp và ngăn điện áp một chiều từ tầng trước tới tầng kế tiếp.

3.2. Nguyên lý làm việc:

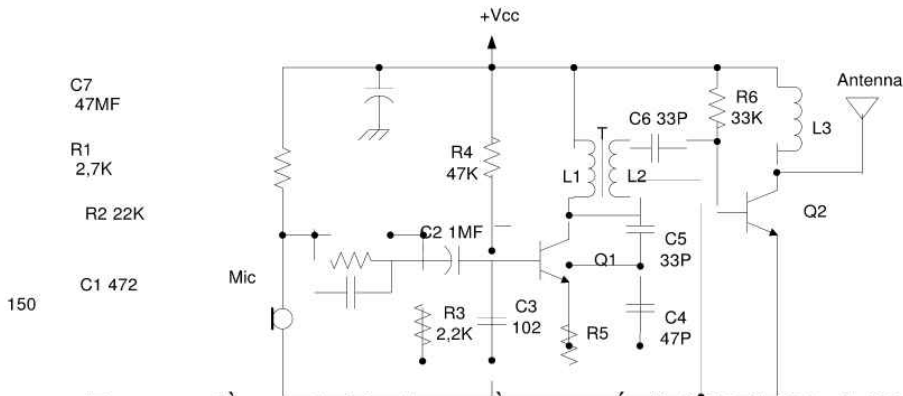
Khi đã đảm bảo điều kiện phân cực cho các tầng khuếch đại; tín hiệu được đưa tới tầng khuếch đại Q1 thông qua biến áp T1; sau khi được khuếch đại bởi tầng khuếch đại Q1, tín hiệu lại thông qua biến áp T2 để đưa tới tầng khuếch đại Q2; Sau khi được Q2 khuếch đại một lần nữa, tín hiệu sẽ thông qua biến áp T3 để tới tải. Do có các biến áp T1, T2, T3 nên chỉ có thành phần xoay chiều tín hiệu được đưa từ tầng trước tới tầng sau mà không có thành phần một chiều phân cực cho các BJT. Chính vì lý do đó, một ưu điểm khác của mạch ghép tầng bằng biến áp là ta có thể tính toán chế độ phân cực tối ưu cho mỗi tầng khuếch đại mà không ảnh hưởng tới các tầng khác. Tuy nhiên, tham gia phân cực cho cực B và C của BJT còn có điện trở thuần của các cuộn thứ cấp và sơ cấp của các biến áp, do vậy việc tính toán số vòng dây, cỡ dây của biến áp cũng là một yếu tố tham gia vào việc phân cực hợp lý cho các BJT.

Lắp mạch khuếch đại nhiều tầng ghép biến áp

Mục tiêu:

Lắp ráp hoàn chỉnh một mạch khuếch đại 2 tầng ghép biến áp, mạch làm việc đúng yêu cầu kỹ thuật.

4.1. Sơ đồ nguyên lý:



Trong sơ đồ nguyên lý trên, nguồn cung cấp là 9VDC; Q1 và Q2 đều dùng C1815; micro là loại micro điện dung.

4.2. Thực hành lắp ráp:

Trình tự thực hiện:

4.2.1. Khảo sát sơ đồ nguyên lý

4.2.2. Lắp mạch trên bo đa năng:

- Yêu cầu chuẩn bị các linh kiện, dây nối được vệ sinh và tráng thiếc trước khi dùng làm phần tử kết nối trong mạch.

- Bố trí các linh kiện hợp lý

- Các đường dây nối trong mạch phải thẳng, đẹp, không chông chéo, dễ quan sát khi hiệu chỉnh và sửa chữa.

- Mỗi hàn phải ngẫu, bóng.

- Phải biết tiến hành kiểm tra nguội mạch để đảm bảo không gây chạm, chập, hở mạch hoặc các lỗi khác trước khi cấp nguồn vào.

- Mạch phải đảm bảo hoạt động đúng yêu cầu khi cấp nguồn đúng định mức (phát được tín hiệu FM mang âm thanh từ micro đến đầu thu – dùng máy thu thanh FM).

4.2.3. Lắp mạch trên bo mạch in chuẩn bị sẵn:

- Yêu cầu mạch in chuẩn bị sẵn (theo các phần mềm thiết kế mạch in đã có) phải sạch, các đường mạch in phải liền theo đúng sơ đồ lắp ráp đã được thiết kế trước (không có đoạn mạch in nào được thiết kế là liên mà lại bị đứt trên bo mạch in chuẩn bị cho lắp ráp).

- Có sơ đồ lắp ráp kèm theo.

- Khi lắp phải cắm đúng vị trí và chiều các linh kiện (đặc biệt là các linh kiện bán dẫn) theo đúng sơ đồ lắp ráp, mỗi hàn phải ngẫu, bóng, gọn, không gây chạm chập trên mạch in.

- Phải biết tiến hành kiểm tra nguội mạch để đảm bảo không gây chạm, chập, hở mạch hoặc các lỗi khác trước khi cấp nguồn vào.

- Mạch phải đảm bảo hoạt động đúng yêu cầu khi cấp nguồn đúng định mức (phát được tín hiệu FM mang âm thanh từ micro đến đầu thu – dùng máy thu thanh FM).

BÀI 15: MẠCH KHUẾCH ĐẠI MỘT CHIỀU GHÉP TẦNG

Mã bài: MĐ14.15

Giới thiệu:

Một thiết bị điện tử gồm có nhiều khối kết hợp lại, mỗi khối lại có nhiều tầng khuếch đại được mắc nối tiếp với nhau và khi mắc nối tiếp thường sử dụng các phần tử ghép tầng. Có những tín hiệu đưa tới bộ khuếch đại biến đổi rất chậm, người ta gọi đó là tín hiệu một chiều. Các bộ khuếch đại một chiều để không làm mất tín hiệu phải tiến hành ghép trực tiếp với nhau mà không thông qua bất kỳ một phần tử ghép nào. Bài học này giới thiệu về mạch khuếch đại một chiều ghép tầng trực tiếp, lắp ráp và điều chỉnh chế độ làm việc cho các mạch khuếch đại một chiều dùng BJT ghép trực tiếp đạt yêu cầu kỹ thuật đặt ra.

Mục tiêu:

Trình bày được đặc điểm, đặc tính tần số, sơ đồ nguyên lý và nguyên lý làm việc của mạch khuếch đại 1 chiều ghép tầng.

Lắp được mạch khuếch đại 1 chiều ghép tầng theo đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

Nội dung chính:

Đặc điểm

Mục tiêu:

Trình bày được đặc điểm của mạch khuếch đại một chiều ghép tầng.

1.1. Khái niệm:

Mạch khuếch đại một chiều ghép tầng là mạch khuếch đại dùng để khuếch đại các tín hiệu biến đổi rất chậm, việc ghép giữa các tầng được thực hiện trực tiếp không thông qua các phần tử ghép tầng.

1.2. Đặc điểm:

- Nối giữa các tầng là trực tiếp.
- Sơ đồ đơn giản, khó phối hợp trở kháng giữa các tầng, có hiện tượng trôi điểm không.

Đặc tính tần số

Mục tiêu:

Trình bày được đặc tuyến tần số của mạch khuếch đại một chiều ghép tầng.

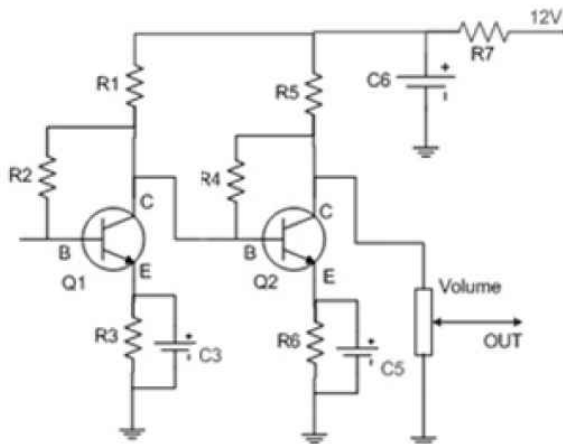
Sơ đồ nguyên lý và nguyên lý làm việc

Mục tiêu:

Trình bày được sơ đồ nguyên lý và nguyên lý làm việc của mạch khuếch đại một chiều ghép tầng.

2.1. Sơ đồ nguyên lý:

Đây là một dạng liên kết liên tiếp khá phổ biến trong các mạch khuếch đại nhất là trong kỹ thuật chế tạo vi mạch. Hình 15.1 mô tả một mạch khuếch đại hai tầng ghép trực tiếp dùng BJT. Mạch này cho phép khuếch đại tín hiệu có tần số bằng 0 Hz do ghép trực tiếp – nên nó còn được gọi là mạch khuếch đại một chiều.



Hình 15.1: Sơ

đồ nguyên lý mạch khuếch đại ghép trực tiếp.

Tác dụng các phần tử trong sơ đồ

Trước hết ta xét tác dụng của linh kiện trong mạch. Điện trở R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 và R_6 có tác dụng định thiên và ổn định chế độ công tác (ổn định nhiệt) cho 2 BJT Q1 và Q2.

Tụ điện C_3 và C_5 được chọn sao cho trong toàn dải tần số làm việc của mạch khuếch đại nó gần như ngắn mạch hoàn toàn các thành phần tín hiệu sụt trên R_3, R_6 để triệt bỏ hồi tiếp âm theo tần số tín hiệu trên R_3, R_6 . Điện trở R_7 và C_6 tạo thành mạch lọc nguồn vừa ngăn cách ảnh hưởng lẫn nhau giữa các tầng dùng chung nguồn E_{CC} , vừa khử sụt áp xoay chiều trên nội trở nguồn E_{CC} . Muốn vậy chọn trị số của tụ mạch cực phát (gọi chung là C_E) C_E đủ lớn để $\frac{1}{\omega_t C_E} \ll R_E$

(với R_E là tên gọi chung các điện trở mắc ở cực phát) và $\frac{1}{\omega_t C_6} \ll R_7$ Trong đó

$\omega_t = 2\pi f_t$, f_t là tần số thấp nhất của tín hiệu cần khuếch đại. Ngoài ra mạch R_E, C_E còn dùng để sửa đặc tính tần số ở vùng tần số thấp. Điện trở mạch cực góp R_1, R_5 (gọi chung là R_C) để xác định chế độ một chiều như sau:

$$R_C = \frac{E_{CC} - U_{CE_0}}{I_{C_0}} - R_E$$

2.2. Nguyên lý làm việc:

Khi đã đảm bảo điều kiện phân cực cho các tầng khuếch đại; tín hiệu được đưa tới tầng khuếch đại Q1; sau khi được khuếch đại, tín hiệu được ghép trực tiếp tới đầu vào (chân B) tầng khuếch đại Q2; Sau khi được Q2 khuếch đại một lần nữa, tín hiệu sẽ được ghép trực tiếp tới tải. Do không có các tụ hay biến áp ghép tầng nên không chỉ có thành phần xoay chiều tín hiệu được đưa từ tầng trước tới tầng sau mà còn có thành phần một chiều phân cực (hoặc tín hiệu) của BJT tầng trước được đưa tới tầng sau. Chính vì lý do đó, một nhược điểm của mạch ghép tầng trực tiếp là ta khó có thể tính toán chế độ phân cực tối ưu cho mỗi tầng khuếch đại.

Ta thấy mạch liên lạc trực tiếp có các ưu điểm:

- Tránh được ảnh hưởng của các tụ liên lạc ở tần số thấp, do đó tần số giảm 3dB ở cận dưới có thể xuống rất thấp.

- Tránh được sự chồng kênh cho mạch.

- Điện thế tĩnh ra của tầng đầu cung cấp điện thế tĩnh cho tầng sau.

Tuy thế, mạch cũng vấp phải một vài khuyết điểm nhỏ:

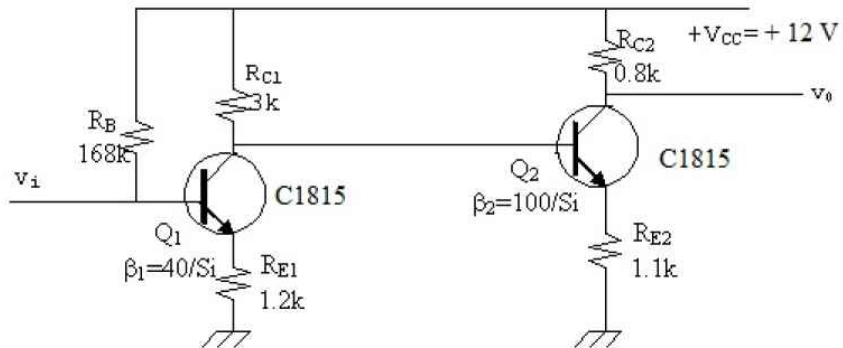
- Sự trôi dạt điểm tĩnh điều hành của tầng thứ nhất sẽ ảnh hưởng đến phân cực của tầng thứ hai.

- Nguồn điện thế phân cực thường có trị số lớn nếu ta dùng cùng một loại BJT, vấn đề chính của loại liên lạc trực tiếp là ổn định sự phân cực. Cách tính phân cực thường được áp dụng trên toàn bộ mạch mà không thể tính riêng từng tầng.

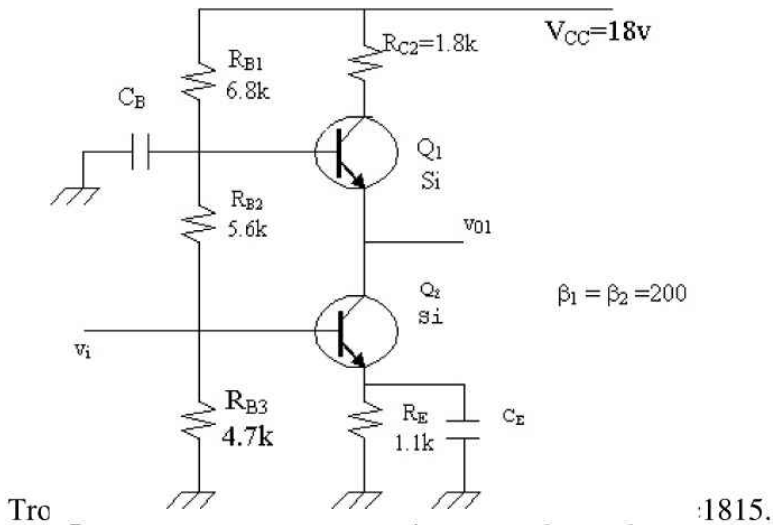
Lắp mạch khuếch đại 1 chiều ghép tầng

3.1. Sơ đồ nguyên lý:

Thực hiện lắp một mạch khuếch đại một chiều ghép trực tiếp theo sơ đồ đơn cực:



và sơ đồ mạch khuếch đại cascode:



3.2. Thực hành lắp ráp:

Trình tự thực hiện:

3.2.1. Khảo sát sơ đồ nguyên lý

3.2.2. Lắp mạch trên bo đa năng:

- Yêu cầu chuẩn bị các linh kiện, dây nối được vệ sinh và tráng thiếc trước khi dùng làm phần tử kết nối trong mạch.

- Bố trí các linh kiện hợp lý

- Các đường dây nối trong mạch phải sáng, đẹp, không chồng chéo, dễ quan sát khi hiệu chỉnh và sửa chữa.

- Mối hàn phải ngẫu, bóng.

- Phải biết tiến hành kiểm tra nguội mạch để đảm bảo không gây chạm, chập, hở mạch hoặc các lỗi khác trước khi cấp nguồn và tín hiệu đầu vào.
- Mạch phải đảm bảo hoạt động đúng yêu cầu khi cấp nguồn đúng định mức và tín hiệu vào có tần số từ 0Hz đến vài trăm KHz thì tín hiệu ra phải thay đổi tuyến tính (đúng với quy luật) với tín hiệu vào.

3.2.3. Lắp mạch trên bo mạch in chuẩn bị sẵn:

- Yêu cầu mạch in chuẩn bị sẵn (theo các phần mềm thiết kế mạch in đã có) phải sạch, các đường mạch in phải liền theo đúng sơ đồ lắp ráp đã được thiết kế trước (không có đoạn mạch in nào được thiết kế là liền mà lại bị đứt trên bo mạch in chuẩn bị cho lắp ráp).

- Có sơ đồ lắp ráp kèm theo.

- Khi lắp phải cầm đúng vị trí và chiều các linh kiện (đặc biệt là các linh kiện bán dẫn) theo đúng sơ đồ lắp ráp, mỗi hàn phải ngẫu, bóng, gọn, không gây chạm chập trên mạch in.

- Phải biết tiến hành kiểm tra nguội mạch để đảm bảo không gây chạm, chập, hở mạch hoặc các lỗi khác trước khi cấp nguồn và tín hiệu đầu vào.

- Mạch phải đảm bảo hoạt động đúng yêu cầu khi cấp nguồn đúng định mức và tín hiệu vào có tần số từ 0Hz đến vài trăm KHz thì tín hiệu ra phải thay đổi tuyến tính (đúng với quy luật) với tín hiệu vào.

BÀI 16: MẠCH KHUẾCH ĐẠI VI SAI

Mã bài: MĐ14.16

Giới thiệu:

Mạch khuếch đại một chiều ghép tầng có một nhược điểm rất lớn trong quá trình làm việc đó là hiện tượng "trôi điểm không", hiện tượng này làm cho sai lệch giữa tín hiệu ra và tín hiệu vào. Để khắc phục nhược điểm trên của mạch khuếch đại một chiều người ta sử dụng mạch khuếch đại vi sai. Bài học này giới thiệu về mạch khuếch đại vi sai, lắp ráp và điều chỉnh chế độ làm việc cho các mạch khuếch đại vi sai dùng BJT.

Mục tiêu:

Trình bày được đặc điểm, sơ đồ và nguyên lý làm việc của mạch khuếch đại vi sai.

Lắp được mạch khuếch đại vi sai theo đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

Nội dung chính:

Đặc điểm

Mục tiêu:

Trình bày được đặc điểm của mạch khuếch đại vi sai.

1.1. Khái niệm:

Khuếch đại vi sai là khuếch đại mà tín hiệu ra không tỷ lệ với trị tuyệt đối của tín hiệu vào mà tỷ lệ với hiệu của tín hiệu vào. Khuếch đại vi sai được sử

dụng để khuếch đại tín hiệu có tần số giới hạn dưới nhỏ (tới vài Hz), gọi là tín hiệu biến thiên chậm hay tín hiệu một chiều. Nó tạo cơ sở tốt để xây dựng bộ khuếch đại thuật toán.

1.2. Đặc điểm:

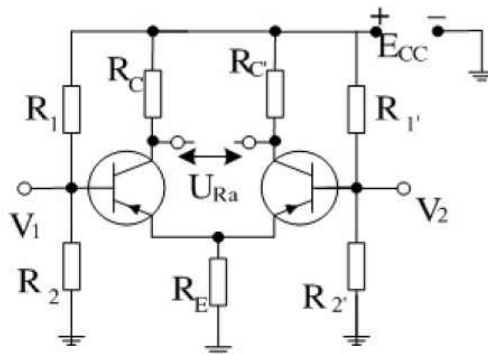
- Nối giữa các tầng là trực tiếp.
- Sơ đồ đơn giản, khó phối hợp trở kháng giữa các tầng.

Sơ đồ nguyên lý và nguyên lý làm việc

Mục tiêu:

Trình bày được sơ đồ nguyên lý và nguyên lý làm việc của mạch khuếch đại vi sai.

2.1. Sơ đồ nguyên lý:



Hình 16.1. KĐ vi sai trên
tranzisto lưỡng cực

Tác dụng các phân tử trong sơ đồ

Trước hết ta xét tác dụng của linh kiện trong mạch. Điện trở R_1 , R_2 ; R_1' ; R_2' và R_E có tác dụng định thiên và ổn định chế độ công tác (ổn định nhiệt) cho 2 BJT Q1 và Q2.

R_{C1} và R_{C2} gọi là 2 điện trở tải của mạch khuếch đại.

2.2. Nguyên lý làm việc:

Xét sơ đồ nguyên lý của khuếch đại vi sai trên hình 16.1. Đây là một cầu cân bằng song song: hai nhánh của cầu là R_{C1} và R_{C2} , hai nhánh kia là hai tranzisto T_1 và T_2 . Nếu $R_{C1} = R_{C2}$ và hai tranzisto có tham số hệt nhau thì cầu cân bằng. Mạch có hai đầu vào V_1 và V_2 , tín hiệu ra U_{ra} lấy giữa hai colecto của T_1 và T_2 . Nếu đưa vào hai đầu vào hai tín hiệu giống hệt nhau cả về biên độ và pha thì tín hiệu đó gọi là đồng pha, còn biên độ như nhau nhưng ngược pha thì gọi là

tín hiệu ngược pha hay tín hiệu *hiệu*. Xét phản ứng của mạch đối với tín hiệu vào đồng pha và ngược pha.

Nếu coi mạch hình 16.1 hoàn toàn đối xứng ($R'_1 = R_1, R'_2 = R_2, R_{C1} = R_{C2}, T_1$ và T_2 giống hệt nhau) thì tín hiệu vào đồng pha sẽ gây nên phản ứng hệt nhau cả về trị tuyệt đối và dấu của các dòng emitor và colector của T_1 và T_2 . Như vậy điện áp ở hai colector sẽ biến thiên như nhau và điện áp ra sẽ bằng không, giống như ở trạng thái tĩnh. Nói cách khác là mạch ra của khuếch đại vi sai lý tưởng không phản ứng với tín hiệu vào đồng pha. Trong khi đó gia số của dòng emitor của T_1, T_2 sẽ tạo nên trên R_E một điện áp hồi tiếp âm làm giảm lượng biến thiên của colector so với trường hợp $R_E = 0$.

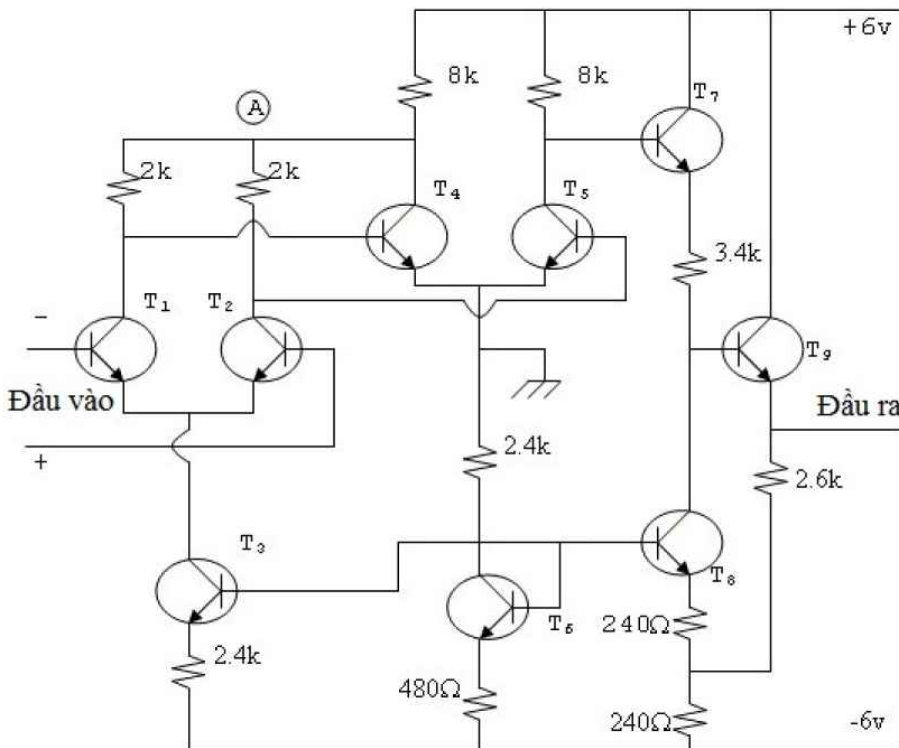
Khi tín hiệu vào là ngược pha đặt vào hai bazơ thì các dòng biến thiên như nhau về trị tuyệt đối nhưng ngược chiều (ngược dấu), tức là điện áp U_{ra} sẽ xuất hiện. Lúc này điện áp hồi tiếp âm trên R_E không xuất hiện vì dòng emitor của một tranzisto tăng bao nhiêu thì dòng emitor của tranzisto kia giảm đi bấy nhiêu. Như vậy khuếch đại vi sai phản ứng với tín hiệu vào ngược pha.

Vì khuếch đại vi sai lý tưởng phản ứng với tín hiệu vào ngược pha, không phản ứng với tín hiệu vào đồng pha nên tất cả những biến thiên do nhiệt độ, lão hoá linh kiện, tạp âm, nhiễu... có thể coi là các tác động vào đồng pha. Tức là khuếch đại vi sai sẽ làm việc ổn định, ít bị nhiễu tác động.

Lắp mạch khuếch đại vi sai

3.1. Sơ đồ nguyên lý:

Thực hiện lắp một mạch khuếch đại vi sai theo sơ đồ nguyên lý sau:



Trong sơ đồ trên:

- T1, T2: Mạch vi sai căn bản đầu vào.
- T3: Nguồn dòng điện cho T1 và T2. Điện thế phân cực tại cực gốc của T3 được xác định bởi cầu phân thế gồm T6 (mắc thành diode), điện trở 480Ω và $2.4k\Omega$.
- T4, T5: không phải là vi sai vì 2 chân E nối mass. T4 có nhiệm vụ ổn định điện thế tại điểm A cho T1 và T2.
- T5: Là tầng đơn cực chuyển tiếp giữa vi sai và tầng cuối.
- T7: Là mạch cực góp chung đầu tiên và T8 là mạch di chuyển điện thế với điện trở $3.4k$.
- T9: Là mạch cực góp chung cũng là tầng cuối để đạt được tổng trở ra nhỏ.

3.2. Thực hành lắp ráp:

Trình tự thực hiện:

3.2.1. Khảo sát sơ đồ nguyên lý

3.2.2. Lắp mạch trên bo đa năng:

- Yêu cầu chuẩn bị các linh kiện, dây nối được vệ sinh và tráng thiếc trước khi dùng làm phần tử kết nối trong mạch.

- Bố trí các linh kiện hợp lý

- Các đường dây nối trong mạch phải sáng, đẹp, không chồng chéo, dễ quan sát khi hiệu chỉnh và sửa chữa.

- Mỗi hàn phải ngẫu, bóng.

- Phải biết tiến hành kiểm tra nguội mạch để đảm bảo không gây chập, chập, hở mạch hoặc các lỗi khác trước khi cấp nguồn và tín hiệu đầu vào.

- Mạch phải đảm bảo hoạt động đúng yêu cầu khi cấp nguồn đúng định mức và tín hiệu vào có tần số từ 0Hz đến vài trăm KHz thì tín hiệu ra phải thay đổi tuyến tính (đúng với quy luật) với tín hiệu vào.

3.2.3. Lắp mạch trên bo mạch in chuẩn bị sẵn:

- Yêu cầu mạch in chuẩn bị sẵn (theo các phần mềm thiết kế mạch in đã có) phải sạch, các đường mạch in phải liền theo đúng sơ đồ lắp ráp đã được thiết kế trước (không có đoạn mạch in nào được thiết kế là liền mà lại bị đứt trên bo mạch in chuẩn bị cho lắp ráp).

- Có sơ đồ lắp ráp kèm theo.

- Khi lắp phải cắm đúng vị trí và chiều các linh kiện (đặc biệt là các linh kiện bán dẫn) theo đúng sơ đồ lắp ráp, mỗi hàn phải ngẫu, bóng, gọn, không gây chập chập trên mạch in.

- Phải biết tiến hành kiểm tra nguội mạch để đảm bảo không gây chập, chập, hở mạch hoặc các lỗi khác trước khi cấp nguồn và tín hiệu đầu vào.

- Mạch phải đảm bảo hoạt động đúng yêu cầu khi cấp nguồn đúng định mức và tín hiệu vào có tần số từ 0Hz đến vài trăm KHz thì tín hiệu ra phải thay đổi tuyến tính (đúng với quy luật) với tín hiệu vào.

BÀI 17: MẠCH KHUẾCH ĐẠI CÔNG SUẤT

Mã bài: MĐ14.17

Giới thiệu:

Mạch khuếch đại được sử dụng trong hầu hết các thiết bị điện tử, như mạch khuếch đại âm tần trong Cassete, Amply, Khuếch đại tín hiệu video trong Ti vi màu v.v ...

Trong đó mạch khuếch đại công suất là mạch khi ta đưa một tín hiệu có công suất yếu vào, đầu ra ta thu được tín hiệu có công suất mạnh hơn nhiều lần, thực ra mạch khuếch đại công suất là kết hợp cả hai mạch khuếch đại điện áp và khuếch đại dòng điện làm một.

Mục tiêu:

Trình bày được đặc điểm, sơ đồ nguyên lý và nguyên lý làm việc của mạch khuếch đại công suất.

Lắp được mạch khuếch đại công suất theo đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

Nội dung chính:

Đặc điểm

Mục tiêu:

Trình bày được đặc điểm của mạch khuếch đại công suất.

Khuếch đại công suất là khuếch đại phải đảm bảo đưa ra tải công suất danh định với tải thường có trị số nhỏ (vài chục ôm đến vài ôm). Thường trong khuếch đại công suất biên độ của dòng và áp ra thường xấp xỉ với dòng và áp

cho phép của tranzistor, tức là công suất ra gần ở mức công suất cho phép của tranzistor (công suất tiêu tán cực đại của tranzistor) và cùng xấp xỉ với công suất tiêu thụ nguồn một chiều.

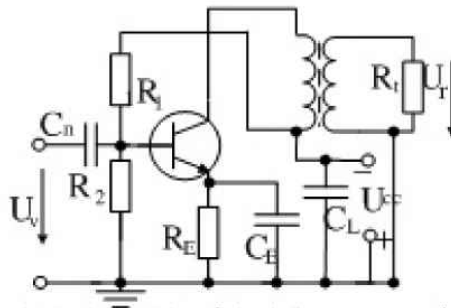
Sơ đồ và nguyên lý làm việc

Mục tiêu:

Vẽ lại được sơ đồ nguyên lý và trình bày được nguyên lý làm việc của mạch khuếch đại công suất.

1. Mạch khuếch đại công suất đơn dùng BJT

Sơ đồ nguyên lý:



Hình 17.1: Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại công suất đơn.

Trong sơ đồ này thực tế nguồn U_{CC} đặt toàn bộ lên cuộn sơ cấp của biến áp vì điện trở thuần r đối với dòng một chiều I_{C0} là khá nhỏ. Điện trở tải R_t phản ánh sang cuộn sơ cấp của biến áp ra thành $R_t' = \frac{R_t}{n^2}$, n là hệ số biến áp $n = \frac{W_1}{W_2}$; W_1 ,

W_2 - số vòng của cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp. Khi làm việc ở chế độ A biên độ dòng ra I_{mC} nhỏ hơn dòng một chiều I_{C0} , biên độ điện áp ra U_{mC} nhỏ hơn U_{C0} nên ψ, χ nhỏ hơn 1, tức là hiệu suất $\eta < 50\%$ (theo lý thuyết).

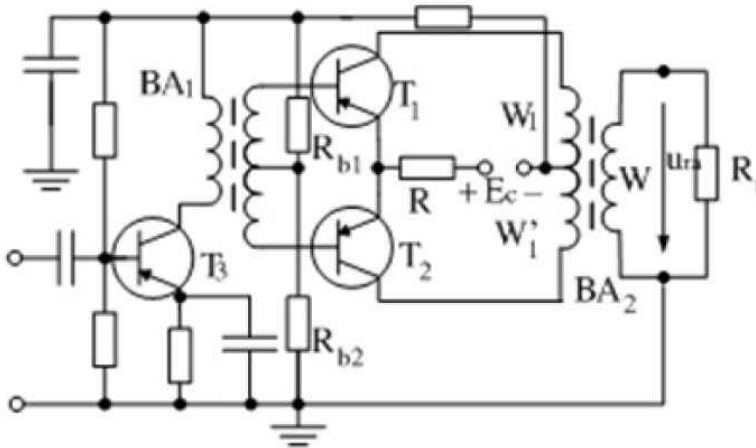
Thực tế hiệu suất chỉ đạt vài phần trăm vì nếu tăng hiệu suất thì méo sẽ tăng. Hiệu suất thấp là nhược điểm cơ bản của chế độ A, vì vậy ở các tầng công suất chế độ này ít được sử dụng. Méo tần số trong tầng ngoài những lý do đã xét trong khuếch đại điện trở, còn một nguyên nhân là biến áp. Để tăng tần số giới hạn trên cần giảm điện cảm tiêu tán của biến áp, còn để mở rộng ở vùng tần số thấp cần tăng điện cảm cuộn sơ cấp của biến áp ra. Méo phi tuyến cũng gây nên do lõi sắt từ của biến áp làm việc ở miền bão hoà từ.

2. Mạch khuếch đại công suất đẩy kéo có biến áp dùng BJT

Để tăng hiệu suất của tầng thì không thể để tranzistor làm việc ở chế độ A mà làm việc ở chế độ B hoặc chế độ AB. Khi làm việc ở chế độ B thì nếu tín

hiệu đầu vào bằng không thì dòng colector sẽ bằng không, nên lúc này công suất P_O tiêu hao nguồn sẽ bằng không, hiệu suất tăng. Tuy nhiên làm việc ở chế độ B hoặc AB tín hiệu ra chỉ tồn tại trong một phần của chu kỳ nên méo phi tuyến lớn. Để giảm méo dùng hai tranzistor mắc đẩy kéo.

Xét sơ đồ nguyên lý:



Hình 17.2: Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại công suất đẩy kéo dùng biến áp.

Ở đây biến áp BA_1 là biến áp đảo pha, tạo ra hai điện áp có biên độ như nhau nhưng ngược pha để kích vào bazơ của hai tranzistor. BA_2 là biến áp ra. Hai tranzistor T_1 và T_2 mắc đẩy kéo. Mạch colector của mỗi tranzistor mắc với một nửa cuộn sơ cấp của biến áp ra. Tỷ số biến áp ra là:

$$n_2 = w_1/w_2 = w_1'/w_2 \quad (w_1 = w_1')$$

Nếu tầng làm việc ở chế độ AB thì R_{b1} , R_{b2} đảm bảo thiên áp cho chế độ này. Nếu tầng làm việc ở chế độ B không cần định thiên; R_{b1} , R_{b2} lúc này có tác dụng để bảo đảm công tác cho mạch vào của tranzistor trong chế độ gần với chế độ nguồn dòng.

Xét sơ đồ làm việc ở chế độ B. Khi không có tín hiệu vào thì điện áp trên bazơ của cả hai tranzistor so với emitor đều bằng không. Nếu ta bỏ qua dòng ngược colector thì có thể coi dòng điện trong tầng bằng không, điện áp trên tải cũng bằng không. Trên colector của mỗi tranzistor có điện áp xấp xỉ bằng E_0 .

Khi có tín hiệu vào, giả sử nửa chu kỳ đầu là dương thì T_1 sẽ thông và khuếch đại, T_2 tiếp tục đóng. Trên cuộn w_1 sẽ tạo nên điện áp $U_{w1} = i_{C1} \cdot R_{Lc} = i_{C1} \cdot n_2^2 \cdot R_L = \beta \cdot i_{B1} \cdot n_2^2 \cdot R_L$. Trên tải R_L sẽ có điện áp ra $U_r = U_{w1}/n_2$. Khi tín hiệu chuyển sang nửa chu kỳ âm thì T_1 đóng lại, T_2 thông và khuếch đại, $i_{C2} = \beta i_{B2}$. Điện áp trên

w_1' cùng trị số với U_{w1} nếu hai tranzisto hết nhau, ngược pha nên tạo nên tải điện áp ở bán chu kỳ âm. Hình 4.43b mô tả một nửa chu kỳ của một tranzisto. Đường tải xoay chiều với $R_{t-} = n_2^2 \cdot R_t$ được dựng tại điểm $U_{CE0} = E_0$ và $I_{C0} = I_0 \approx 0$. Từ đó ta có:

$$P_{-} = 1/2 U_{Cm} \cdot I_{Cm}$$

$$P_t = \eta_{ba2} P_{-} = \frac{\eta_{ba2} U_{cm} \cdot I_{cm}}{2}$$

Trị số trung bình của dòng tiêu thụ nguồn I_0 xác định theo thành phần một chiều của chuỗi Furie trong một nửa chu kỳ:

$$I_{CTB} = I_0 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} I_{cm} \sin \theta d\theta = 2 \frac{I_{cm}}{\pi}$$

Công suất nguồn tiêu thụ P_0 là:

$$P_0 = I_0 \cdot E_0 = \frac{2 I_{cm} \cdot E_0}{\pi}$$

Hiệu suất của mạch colectơ là: $\eta_c = \frac{P_{-}}{P_0} = \frac{U_{cm} \cdot I_{cm} / 2}{\frac{2 I_{cm} E_0}{\pi}} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{U_{cm}}{E_0}$

Hiệu suất của cả tầng khuếch đại là:

$$\eta = \eta_c \cdot \eta_{ba2} = \eta_{ba2} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{U_{cm}}{E_0}$$

Nếu chọn điện áp dư ΔU_{CE} càng nhỏ thì hiệu suất càng lớn. Nếu coi $\eta_{ba2} \approx 1$, $U_C \approx E_0$ thì $\eta = \frac{\pi}{4} = 0,785$.

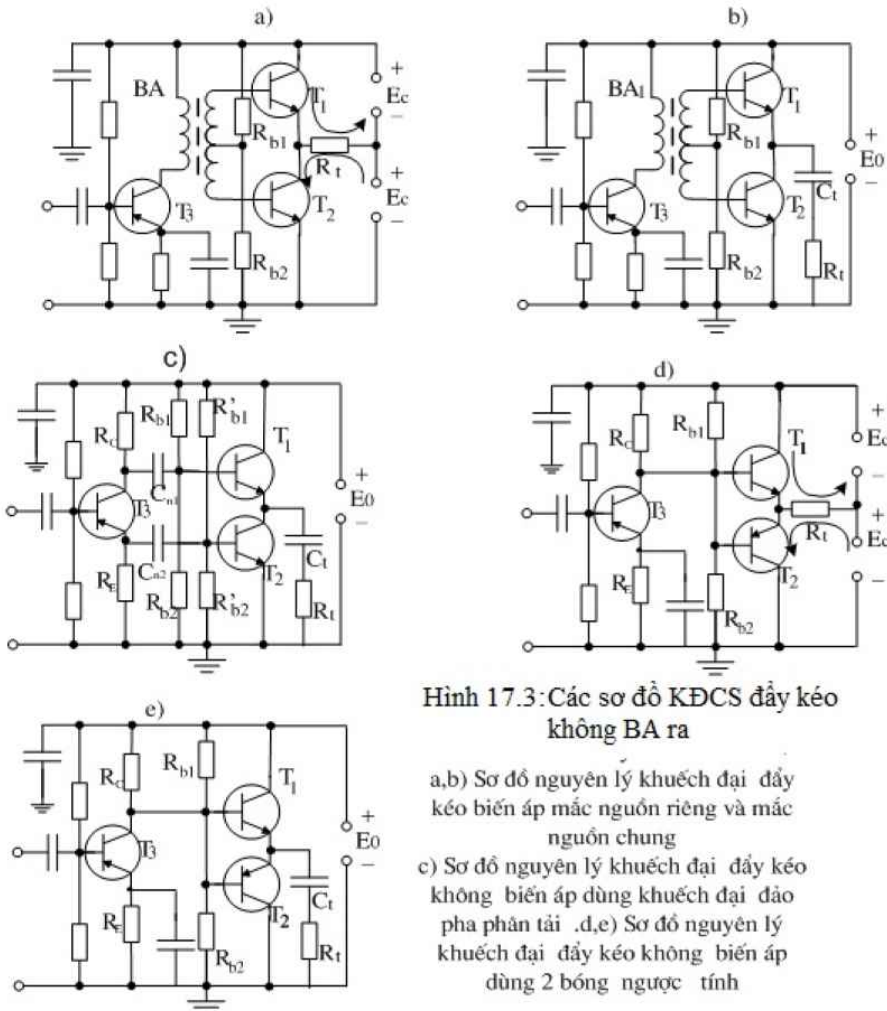
3. Mạch khuếch đại công suất đẩy kéo không có biến áp dùng BJT

Trong các sơ đồ khuếch đại công suất đã xét dùng biến áp để phối hợp trở kháng tải với tranzisto để có công suất ra lớn, hiệu suất cao. Nếu tranzisto có hồ dẫn S lớn thì có thể mắc tải trực tiếp vào colectơ của tranzisto (trở kháng tải có thể nhỏ tới mức chỉ vài Ω), nghĩa là không cần biến áp. Mạch khuếch đại không biến áp đơn thường mắc theo sơ đồ lặp emitor để dễ phối hợp trở kháng. Trở kháng ra của mạch lặp emitor cỡ $1/S$; khi S đủ lớn có thể mắc tải khá nhỏ. Tuy nhiên nếu công suất ra cỡ vài chục đến vài trăm mW trở lên thì không nên mắc lặp emitor vì mạch này có hiệu suất nhỏ. Các mạch khuếch đại không biến áp thường mắc theo sơ đồ đẩy kéo, làm việc ở chế độ B hoặc AB. Mạch có thể dùng tranzisto khác loại hoặc cùng loại.

Để tránh phiền phức khi lựa chọn hoặc thay thế các Tranzitor khác loại nhưng lại đồng nhất về tham số, có thể sử dụng hai Tranzitor cùng loại như hình 17.3a. Ở đây có tầng khuếch đại đảo pha trên T_3 tạo ra 2 điện áp cùng biên độ ngược pha để kích thích cho T_1 và T_2 mắc đẩy kéo. Ở khuếch đại đẩy kéo, Tranzitor T_1 mắc colectơ chung, tranzitor T_2 mắc Emitor chung. Từ đây ta thấy dòng Emitor của T_1 coi xấp xỉ bằng dòng Colectơ của T_2 thì dòng 1 chiều qua điện trở tải R_t coi như bằng không, tức qua tải chỉ có dòng xoay chiều tần số tín hiệu. Vì vậy có thể mắc nối tiếp với tải một tụ C_t , và lúc đó có thể dùng một nguồn và

mắc nh sơ đồ hình 17.3b. Trong cả hai sơ đồ này phải có tần khuếch đại đảo pha T_3 .

Mạch điện hình 17.3c cũng tương tự như mạch hình 17.3b nhưng tầng khuếch đại đảo pha ở đây không dùng biến áp mà dùng khuếch đại điện trở lấy ra hai điện áp ở cực C và cực E ta gọi tương ứng là U_C và U_E (so với điểm mát). Với cách lấy ra như vậy thì tầng T_3 được gọi là tầng đảo pha phân tải. Thật vậy nếu ta chọn $R_C \approx R_E$ thì điện áp tín hiệu trên R_C sẽ có biên độ là $U_{Cm} = I_{Cm} \cdot R_C$, điện áp trên R_E sẽ có biên độ là $U_{Em} = I_{Em} R_E$. Vì $I_{Em} \approx I_{cm}$ nên $U_{Cm} \approx U_{Em}$; mặt khác 2 điện áp này ngược pha (vì điện áp trên cực C ngược pha với điện áp vào, điện áp trên cực E đồng pha với điện áp vào). Như vậy tầng đảo pha phân tải cũng tạo ra 2 điện áp cùng biên độ ngược pha như tầng đảo pha có biến áp. Tuy nhiên tầng này không khuếch đại điện áp vì $U_{Em} \approx U_{Vm} = U_{Bm}$. Hai điện áp từ 2 cực C và E đưa tới cực B của 2 tranzisto tương ứng qua hai tụ nối tầng C_{n1} và C_{n2} . Hai tranzisto T_1 và T_2 được định thiên riêng tương ứng bằng $R_{b1} - R_{b2}$ và $R'_{b1} - R'_{b2}$. Mạch ra của T_1 và T_2 cũng mắc như mạch hình 17.3b.

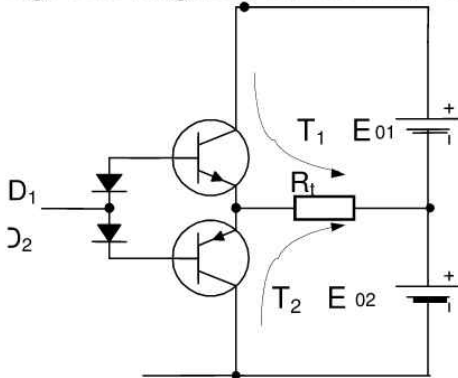


Hình 17.3: Các sơ đồ KĐCS đẩy kéo không BA ra

- a,b) Sơ đồ nguyên lý khuếch đại đẩy kéo biến áp mắc nguồn riêng và mắc nguồn chung
 c) Sơ đồ nguyên lý khuếch đại đẩy kéo không biến áp dùng khuếch đại đảo pha phân tải .d,e) Sơ đồ nguyên lý khuếch đại đẩy kéo không biến áp dùng 2 bóng ngược tính

Mạch điện hình 17.3d là mạch đẩy kéo dùng hai loại bóng khác tính với T_1 là tranzisto ngược, T_2 -thuận, dùng nguồn đối xứng(hai nguồn riêng biệt). Do hai tranzisto khác loại nên chúng cùng được kích thích bởi một điện áp lấy từ cực C của tầng T_3 (bazơ T_1 và T_2 với nhau và nối với đầu ra của tầng T_3). Mạch ra của sơ đồ này dùng hai nguồn như hình 17.3a, tuy nhiên cũng có thể dùng một nguồn-Mạch hình 4,45e. Cần lưu ý là khi mắc như vậy thì hai tranzisto phải có tham số và đặc tuyến cơ bản giống nhau. Khi làm việc ở chế độ B thì khi không có tín hiệu vào, cả hai tranzisto đều đóng, điện áp của các colectơ là $E_0/2$ (so với mát), dòng qua tải bằng không, sụt áp trên tải cũng bằng không. Khi đưa vào tín hiệu hình sin thì hai tranzisto sẽ xen kẽ nhau đóng mở, các dòng colectơ sẽ là các dòng hình sin với độ rộng bằng nửa chu kỳ (góc cắt $\theta=90^\circ$); dòng điện trong các tranzisto có chiều ngược nhau, dòng qua tải là tổng nên cũng có dạng hình sin.

Trong các mạch khuếch đại công suất không biến áp có thể ổn định nhiệt bằng mạch bù hoặc mạch hồi tiếp âm như trong các mạch khuếch đại đã xét. Người ta dùng diot, tranzitor hoặc điện trở nhiệt để bù nhiệt.



Hình 17.4: KĐCS có diode bù nhiệt

Ví dụ hình 17.4 là khuếch đại đẩy kéo với đầu vào của T_1 và T_2 đấu với hai diot D_1 và D_2 vừa định thiên tạo chế độ AB, vừa bù nhiệt. Hai diot này được phân cực thuận, sụt áp trên chúng sẽ đặt điểm công tác cho hai tranzisto. Điện áp phân cực cho T_1 và T_2 để tạo U_{B0} là điện áp thuận sụt trên D_1 và D_2 , $U_{B1,B2} = (1,1 \div 1,2)V$ và có hệ số nhiệt âm ($-1mA/^\circ C$) để bù lại sự tăng dòng I_{C0} theo nhiệt độ. Ngoài ra còn tạo hồi tiếp âm ổn định nhiệt cho T_1 và T_2 . Sự làm việc của sơ đồ này cũng tương tự như hình 17.3d.

Cuối cùng cần nhấn mạnh rằng, trong các mạch khuếch đại công suất lớn, để tăng khả năng chịu dòng của các tranzisto, các tranzisto công suất có thể được mắc song song. Ngoài ra còn lắp cánh tản nhiệt để tăng độ bền của tranzisto.

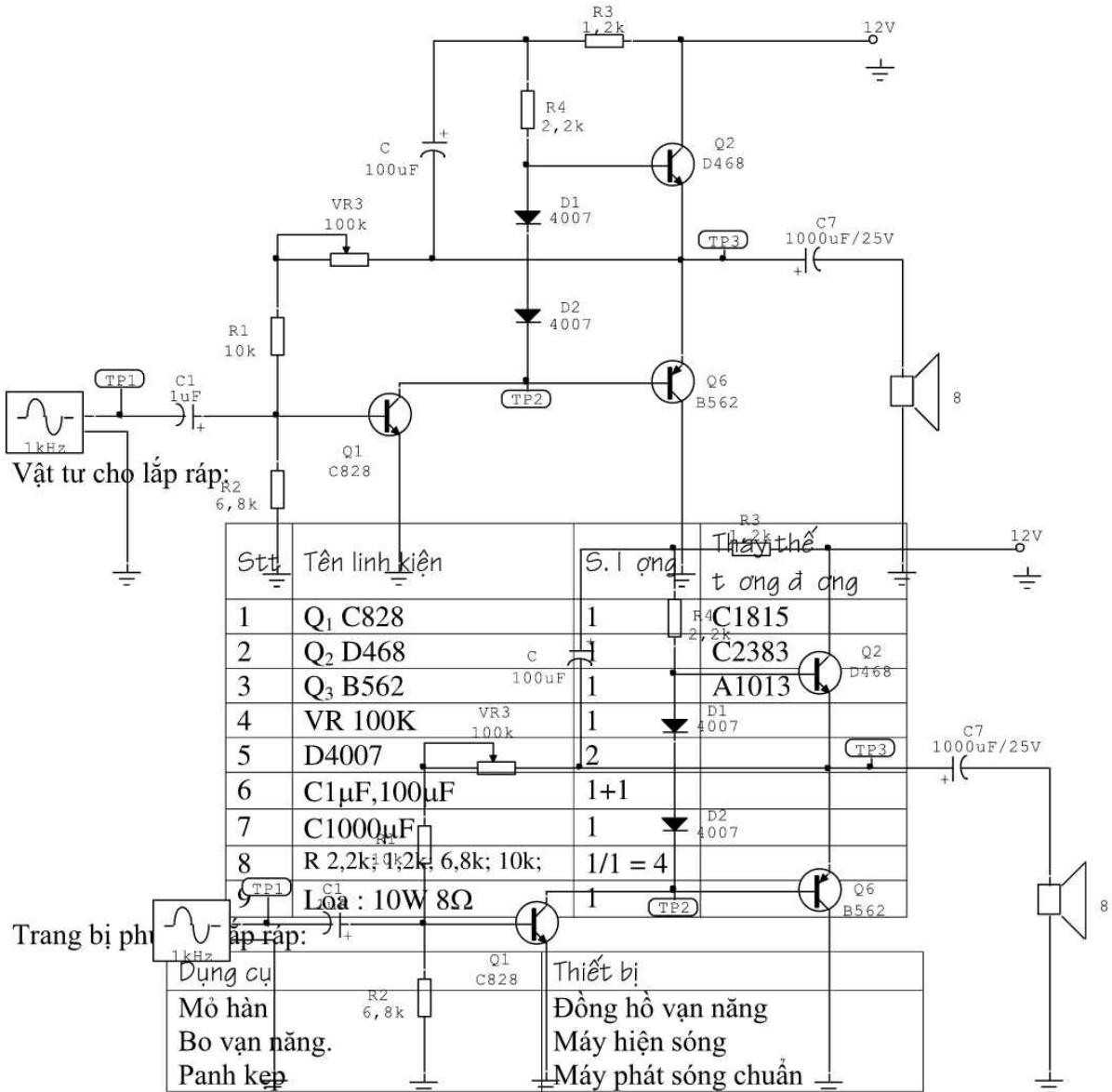
Lắp mạch khuếch đại công suất

Mục tiêu:

Lắp được mạch khuếch đại công suất theo đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.
 Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

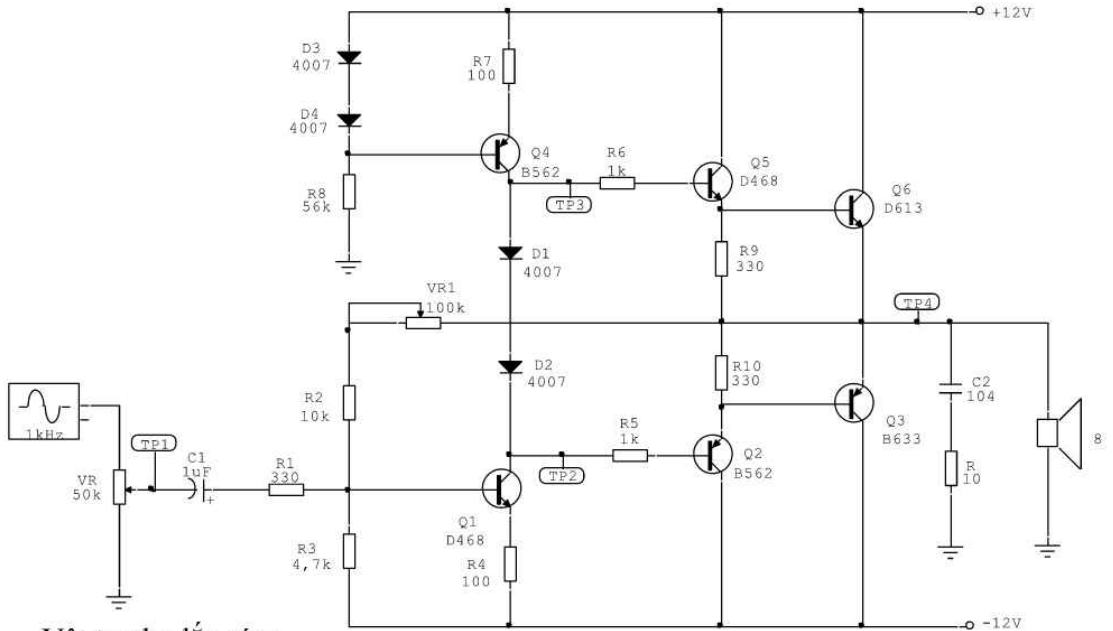
3.1. Sơ đồ nguyên lý:

Thực hiện lắp một mạch khuếch đại công suất không biến áp ra có kết hợp các mạch khuếch đại vi sai theo sơ đồ nguyên lý sau:



Kìm uốn Kéo	Đầu đĩa CD Loa thùng
----------------	-------------------------

Sơ đồ nguyên lý thứ 2 (dùng 5 BJT):



Vật tư cho lắp ráp:

Stt	Tên linh kiện	S. l ợng	Thay thế t ơng đ ợng
1	Q D468	2	C2383
2	Q B562	2	A1013
3	Q ₃ B633	1	A671
4	Q ₆ D613	1	H1061
5	VR 100K	1	
6	VR50k	1	
7	D4007	4	
8	C1µF; 104	2	
9	R 10k; 4,7k; 330; 1k; 56k; 100	2/1 = 12	
10	Loa 10W, 8Ω	1	

Trang bị phục vụ lắp ráp:

Dụng cụ	Thiết bị
---------	----------

Mỏ hàn	Đồng hồ vạn năng
Bo vạn năng.	Máy hiện sóng
Panh kẹp	Máy phát sóng chuẩn
Kim uốn	Đầu đĩa CD
Kéo	Loa thùng

3.2. Thực hành lắp ráp:

Trình tự thực hiện:

3.2.1. Khảo sát sơ đồ nguyên lý

3.2.2. Lắp mạch trên bo đa năng:

- Yêu cầu chuẩn bị các linh kiện, dây nối được vệ sinh và tráng thiếc trước khi dùng làm phần tử kết nối trong mạch.

- Bố trí các linh kiện hợp lý

- Các đường dây nối trong mạch phải thẳng, đẹp, không chằng chéo, dễ quan sát khi hiệu chỉnh và sửa chữa.

- Mối hàn phải ngẫu, bóng.

- Phải biết tiến hành kiểm tra nguội mạch để đảm bảo không gây chạm, chập, hở mạch hoặc các lỗi khác trước khi cấp nguồn và tín hiệu đầu vào.

- Mạch phải đảm bảo hoạt động đúng yêu cầu khi cấp nguồn đúng định mức và tín hiệu vào có tần số từ 50Hz đến vài trăm KHz thì tín hiệu ra phải thay đổi tuyến tính (đúng với quy luật) với tín hiệu vào.

3.2.3. Lắp mạch trên bo mạch in chuẩn bị sẵn:

- Yêu cầu mạch in chuẩn bị sẵn (theo các phần mềm thiết kế mạch in đã có) phải sạch, các đường mạch in phải liền theo đúng sơ đồ lắp ráp đã được thiết kế trước (không có đoạn mạch in nào được thiết kế là liền mà lại bị đứt trên bo mạch in chuẩn bị cho lắp ráp).

- Có sơ đồ lắp ráp kèm theo.

- Khi lắp phải cắm đúng vị trí và chiều các linh kiện (đặc biệt là các linh kiện bán dẫn) theo đúng sơ đồ lắp ráp, mối hàn phải ngẫu, bóng, gọn, không gây chạm chập trên mạch in.

- Phải biết tiến hành kiểm tra nguội mạch để đảm bảo không gây chạm, chập, hở mạch hoặc các lỗi khác trước khi cấp nguồn và tín hiệu đầu vào.

- Mạch phải đảm bảo hoạt động đúng yêu cầu khi cấp nguồn đúng định mức và tín hiệu vào có tần số từ 50Hz đến vài trăm KHz thì tín hiệu ra phải thay đổi tuyến tính (đúng với quy luật) với tín hiệu vào.

BÀI 18: TRANSISTOR TRƯỜNG (FET)

Mã bài: MĐ14.18

Giới thiệu:

Trong các bài 9, 10, 11 chúng ta đã làm quen với một loại tranzito có nguyên lý làm việc dựa trên nguyên tắc điều khiển 2 chuyên tiếp – BJT. Trong bài này chúng ta sẽ làm quen với một tranzitor có nguyên lý làm việc hoàn toàn khác với nguyên lý làm việc của BJT, đó là tranzito hiệu ứng trường viết tắt là FET. Trong FET việc điều khiển dòng điện trên mạch ra do điện áp trên mạch vào quyết định.

Mục tiêu:

Trình bày được cấu tạo, ký hiệu, nguyên lý làm việc, các tham số đặc trưng và các đặc tính của transistor trường.

Dùng VOM kiểm tra, xác định và kết luận chính xác các cực và chất lượng của transistor trường.

Có tính cẩn thận, trung thực, chính xác trong công việc.

Nội dung:

Cấu tạo, ký hiệu, nguyên lý làm việc của transistor trường

Mục tiêu:

Trình bày được cấu tạo, ký hiệu và nguyên lý làm việc của transistor trường.

1.1. Khái niệm chung và phân loại

1.1.1. Khái niệm chung

Khác với tranzito lưỡng cực, hoạt động của tranzito trường dựa trên nguyên lý hiệu ứng trường nghĩa là độ dẫn điện của đơn tinh thể bán dẫn do điện trường bên ngoài điều khiển. Dòng điện trong tranzito trường do một loại hạt dẫn tạo nên (lỗ trống hoặc điện tử) nên nó còn được gọi là linh kiện theo công nghệ đơn cực.

Nguyên lý hoạt động cơ bản của tranzito trường là dòng điện đi qua một môi trường bán dẫn có tiết diện dẫn điện thay đổi dưới tác dụng của điện trường vuông góc với lớp bán dẫn đó.

Khi thay đổi cường độ điện trường sẽ làm thay đổi điện trở của lớp bán dẫn và do đó làm thay đổi dòng điện đi qua nó. Lớp bán dẫn này được gọi là kênh dẫn điện.

1.1.2. Phân loại

Tranzito trường có hai loại chính là:

- Tranzito trường điều khiển bằng tiếp xúc P-N (hay gọi là tranzito trường mối nối): Junction field-effect transistor - viết tắt là JFET.

- Tranzito có cực cửa cách điện: Insulated-gate field effect transistor - viết tắt là IGFET.

Thông thường lớp cách điện được dùng là lớp oxit nên còn gọi là metal-oxide - semiconductor transistor (viết tắt là MOSFET).

Trong loại tranzito trường có cực cửa cách điện được chia làm 2 loại là MOSFET kênh sẵn và MOSFET kênh cảm ứng.

Mỗi loại FET lại được phân chia thành loại kênh N và loại kênh P.

Tranzito trường có ba chân cực là cực Nguồn ký hiệu là chữ S (source); cực Cửa ký hiệu là chữ G (gate); cực Máng ký hiệu là chữ D (drain).

Cực nguồn (S) là cực mà qua đó các hạt dẫn đa số đi vào kênh và tạo ra dòng điện nguồn IS.

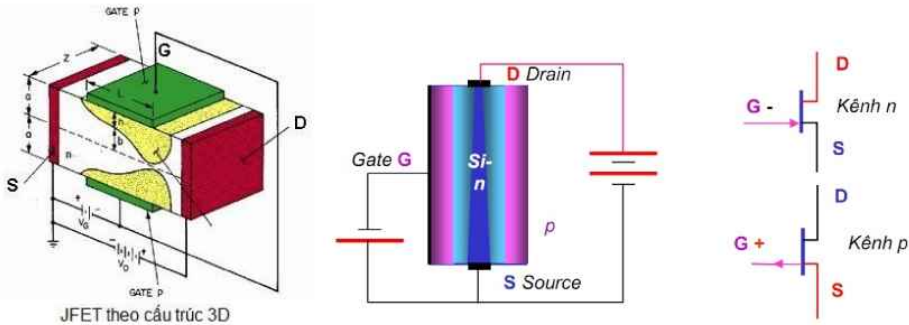
Cực máng (D) là cực mà ở đó các hạt dẫn đa số rời khỏi kênh.

Cực cửa (G) là cực điều khiển dòng điện chạy qua kênh.

1.2. Cấu tạo chung và ký hiệu

1.2.1. Cấu tạo và ký hiệu của JFET

Trên hình 18.1 là cấu tạo cơ bản của JFET kênh N và ký hiệu quy ước của JFET



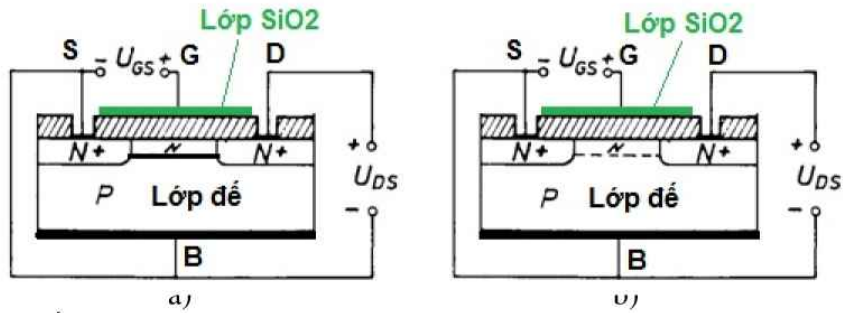
Hình 18.1: Cấu tạo cơ bản và ký hiệu JFET

Hình 18.1 đưa ra một cấu trúc JFET kiểu kênh n: Trên đế tinh thể bán dẫn Si-n người ta tạo xung quanh nó 1 lớp bán dẫn p (có tạp chất nồng độ cao hơn so với đế) và đưa ra 3 điện cực là cực nguồn S (Source), cực máng D (Drain) và cực cửa G (Gate). Như vậy hình thành một kênh dẫn điện loại n nối giữa hai cực D và S, cách li với cực cửa G (dùng làm điện cực điều khiển) bởi 1 lớp tiếp xúc p-n bao quanh kênh dẫn. Hoàn toàn tương tự, nếu xuất phát từ đế bán dẫn loại p, ta có loại JFET kênh p. Các ký hiệu quy ước của hai loại JFET kênh N và kênh P như ở bên.

1.2.2. Cấu tạo và ký hiệu của MOSFET

Đặc điểm cấu tạo của MOSFET có hai loại cơ bản được thể hiện trên hình 18.2.a và 18.2.b. Ký hiệu quy ước của MOSFET trong các mạch điện tử được cho trên hình 18.3.a, b, c và d.

Trên nền đế là đơn tinh thể bán dẫn tạp chất loại p (Si-p), người ta pha tạp chất bằng phương pháp công nghệ đặc biệt (plana, Epitaxi hay khuếch tán ion) để tạo ra 2 vùng bán dẫn loại n⁺ (nồng độ pha tạp cao hơn so với đế) và lấy ra hai điện cực là D và S. Hai vùng này được nối thông với nhau nhờ một kênh dẫn điện loại n có thể hình thành ngay trong quá trình chế tạo (loại kênh đặt sẵn hình 18.2a) hay chỉ hình thành sau khi đã có 1 điện trường ngoài (lúc làm việc trong mạch điện) tác động (loại kênh cảm ứng - hình 18.2 b). Tại phần đối diện với kênh dẫn, người ta tạo ra điện cực thứ ba là cực cửa G sau khi đã phủ lên bề mặt kênh 1 lớp cách điện mỏng SiO₂. Từ đó MOSFET còn có tên là loại FET có cực cửa cách li (IGFET). Kênh dẫn được cách li với đế nhờ tiếp giáp pn thường được phân cực ngược nhờ 1 điện áp phụ đưa tới cực thứ 4 là cực đế.



Hình 18.2: Cấu tạo MOSFET

a) Loại kênh đặt sẵn; b) Loại kênh cảm ứng.

Ký hiệu:	Kênh đặt sẵn		Kênh cảm ứng	
Kênh N				
Kênh P				

Hình 18.3: Ký hiệu quy ước của MOSFET

1.3. Nguyên lý làm việc

1.3.1. Nguyên lý làm việc của JFET

Để phân cực JFET, người ta dùng hai nguồn điện áp ngoài là $U_{DS} > 0$ và $U_{GS} < 0$ như hình 18.1 (với kênh P, các chiều điện áp phân cực sẽ ngược lại, sao cho tiếp giáp p-n bao quanh kênh dẫn luôn được phân cực ngược). Do tác dụng của các điện trường này, trên kênh dẫn xuất hiện 1 dòng điện (là dòng điện tử với kênh n) hướng từ cực D tới cực S gọi là dòng điện cực máng I_D . Dòng I_D có độ lớn tùy thuộc vào các giá trị U_{DS} và U_{GS} vì độ dẫn điện của kênh phụ thuộc mạnh cả hai điện trường này.

1.3.2. Nguyên lý làm việc của MOSFET

Để phân cực MOSFET người ta đặt 1 điện áp $U_{DS} > 0$. Cần phân biệt hai trường hợp:

- Với loại kênh đặt sẵn, xuất hiện dòng điện tử trên kênh dẫn nối giữa S và D và trong mạch ngoài có dòng cực máng I_D (chiều đi vào cực D), ngay cả khi chưa có điện áp đặt vào cực cửa ($U_{GS} = 0$). Nếu đặt lên cực cửa điện áp $U_{GS} > 0$, điện tử tự do có trong vùng đế (là hạt thiểu số) được hút vào vùng kênh dẫn đối diện với cực cửa làm giàu hạt dẫn cho kênh, tức là làm giảm điện trở của kênh, do đó làm tăng dòng cực máng I_D . Chế độ làm việc này được gọi là chế độ giàu của MOSFET. Nếu đặt tới cực cửa điện áp $U_{GS} < 0$, quá trình trên sẽ ngược lại, làm kênh dẫn bị nghèo đi do các hạt dẫn (là điện tử) bị đẩy xa khỏi kênh.

Điện trở kênh dẫn tăng tùy theo mức độ tăng của U_{GS} theo chiều âm sẽ làm giảm dòng I_D . Đây là chế độ nghèo của MOSFET.

- Với loại kênh cảm ứng, khi đặt tới cực cửa điện áp $U_{GS} < 0$, không có dòng cực máng ($I_D = 0$) do tồn tại hai tiếp giáp p-n mắc đối nhau tại vùng máng - đế và nguồn - đế, do đó không tồn tại kênh dẫn nối giữa máng - nguồn. Khi đặt $U_{GS} > 0$, tại vùng đế đối diện cực cửa xuất hiện các điện tử tự do (do cảm ứng tĩnh điện) và hình thành một kênh dẫn điện nối liền hai cực máng và nguồn. Độ dẫn của kênh tăng theo giá trị của U_{GS} do đó dòng điện cực máng I_D tăng. Như vậy MOSFET loại kênh cảm ứng chỉ làm việc với 1 loại cực tính của U_{GS} và chỉ ở chế độ làm giàu kênh.



Hình dạng của một số MOSFET trên thực tế

Các tham số đặc trưng của transistor tương

2.1. Các tham số chủ yếu của JFET

Các tham số chủ yếu của JFET gồm hai nhóm:

2.1.1. Tham số giới hạn gồm có:

- Dòng cực máng cực đại cho phép I_{Dmax} là dòng điện ứng với điểm B trên đặc tuyến ra (đường ứng với giá trị $U_{GS} = 0$); Giá trị I_{Dmax} khoảng 50mA;
- Điện áp máng - nguồn cực đại cho phép và điện áp của nguồn U_{GSmax} $U_{DSmax} = U_B / (1,2 \div 1,5)$ (cỡ vài chục Vôn) ở đây U_B là điện áp máng nguồn ứng với điểm B.
- Điện áp khóa U_{GS0} (hay U_p) (bằng giá trị U_{DS0} ứng với đường $U_{GS} = 0$)

2.1.2. Tham số làm việc gồm có:

- Điện trở trong hay điện trở vi phân đầu ra $r_i = \partial U_{DS} / \partial I_D | U_{GS} = \text{const}$ (cỡ 0,5 M Ω) r_i thể hiện độ dốc của đặc tuyến ra trong vùng bão hòa.
- Hồ dẫn của đặc tuyến truyền đạt:

$$S = \frac{\partial I_D}{\partial U_{GS}} | U_{DS} = \text{const}$$

cho biết tác dụng điều khiển của điện áp cực cửa tới dòng cực máng, giá trị điển hình với JFET hiện nay là $S = (7 - 10) \text{ mA/V}$.

Cần chú ý giá trị hỗ dẫn S đạt cực đại $S = S_0$ lúc giá trị điện áp U_{GS} lân cận điểm 0 và được tính bởi $S_0 = 2I_{D0}/U_{GS0}$.

- Điện trở vi phân đầu vào:

$$r_{\text{vào}} = \frac{\partial U_{GS}}{\partial I_G}$$

$r_{\text{vào}}$ do tiếp giáp p-n quyết định, có giá trị khoảng $10^9 \Omega$.

Ở tần số làm việc cao, người ta còn quan tâm tới điện dung giữa các cực C_{DS} và C_{GD} (cỡ pf).

2.2. Các tham số chủ yếu của MOSFET

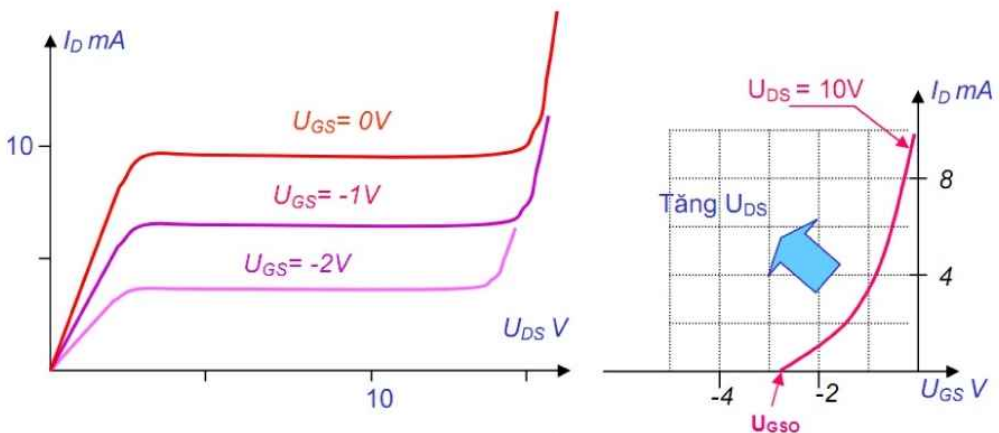
Các tham số của MOSFET được định nghĩa và xác định giống như đối với JFET gồm có: hỗ dẫn S của đặc tính truyền đạt, điện trở trong r_i , điện trở vào r_v và nhóm các tham số giới hạn: điện áp khóa U_{GS0} (ứng với 1 giá trị U_{DS} xác định), điện áp thất kênh hay điện áp máng - nguồn bão hòa U_{DS0} (ứng với $U_{GS} = 0$) dòng $I_{D\text{maxCF}}$, $U_{DS\text{maxCF}}$.

Các đặc tính của transistor trường

3.1. Đặc tuyến von – ampe của JFET

Nếu xét riêng sự phụ thuộc của I_D vào từng điện áp khi giữ cho điện áp còn lại không đổi (coi là một tham số) ta nhận được hai hệ hàm quan trọng nhất của JFET là :

$$\begin{aligned} I_D &= f_1(U_{DS}) \Big|_{U_{GS} = \text{const}} \\ I_D &= f_2(U_{GS}) \Big|_{U_{DS} = \text{const}} \end{aligned}$$



Hình 18.4: Họ đặc tuyến ra và đặc tuyến truyền đạt

Biểu diễn f_1 ứng với vài giá trị không đổi của U_{GS} ta thu được họ đặc tuyến ra của JFET.

Đường biểu diễn f_2 ứng với một giá trị không đổi của U_{DS} cho ta họ đặc tuyến truyền đạt của JFET. Dạng điển hình của các họ đặc tuyến này được cho trên hình 18.4 a và b.

Đặc tuyến ra của JFET chia làm 3 vùng rõ rệt:

- Vùng gần gốc, khi U_{DS} nhỏ, I_D tăng mạnh tuyến tính theo U_{DS} và ít phụ thuộc vào U_{GS} . Đây là vùng làm việc ở đó JFET giống như một điện trở thuần cho tới lúc đường cong bị uốn mạnh (điểm A trên hình 18.4 a ứng với đường $U_{GS} = 0V$).

- Vùng ngoài điểm A được gọi là vùng thắt (vùng bão hoà) khi U_{DS} đủ lớn, I_D phụ thuộc rất yếu vào U_{DS} mà phụ thuộc mạnh vào U_{GS} . Đây là vùng ở đó JFET làm việc như một phần tử khuếch đại, dòng I_D được điều khiển bằng điện áp U_{GS} . Quan hệ này đúng cho tới điểm B.

- Vùng ngoài điểm B gọi là vùng đánh thủng, khi U_{DS} có giá trị khá lớn, I_D tăng đột biến do tiếp giáp p-n bị đánh thủng thác lũ xảy ra tại khu vực gần cực D do điện áp ngược đặt lên tiếp giáp p-n tại vùng này là lớn nhất.

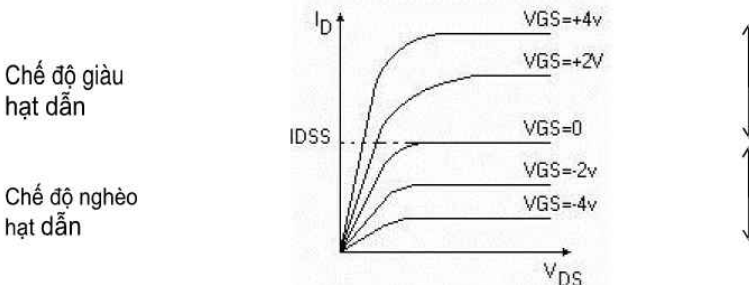
Qua đồ thị đặc tuyến ra, ta rút ra mấy nhận xét sau:

- Khi đặt trị số U_{GS} âm dần, điểm uốn A xác định ranh giới hai vùng tuyến tính và bão hoà dịch gần về phía gốc tọa độ. Hoàn hảo điểm A (ứng với 1 trị số nhất định của U_{GS}) cho xác định 1 giá trị điện áp gọi là điện áp bão hoà cực máng U_{DS0} (còn gọi là điện áp thắt kênh). Khi $|U_{GS}|$ tăng, U_{DS0} giảm.

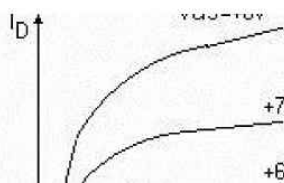
- Tương tự với điểm B: Ứng với các giá trị U_{GS} âm hơn, việc đánh thủng tiếp giáp p-n xảy ra sớm hơn, với những giá trị U_{DS} nhỏ hơn.

Đặc tuyến truyền đạt của JFET (h.18.4b) giống hệt các đặc tuyến anot-lưới của đèn 5 cực chân không, xuất phát từ 1 giá trị U_{GS0} , tại đó $I_D = 0$, gọi là điện áp khoá (còn ký hiệu là U_P). Độ lớn U_{GS0} bằng U_{DS0} ứng với đường $U_{GS} = 0$ trên họ đặc tuyến ra. Khi tăng U_{GS} , I_D tăng hầu như tỉ lệ do độ dẫn điện của kênh tăng theo mức độ giảm phân cực ngược của tiếp giáp p-n. Lúc $U_{GS} = 0$, $I_D = I_{D0}$. Giá trị I_{D0} là dòng tĩnh cực máng khi không có điện áp cực cửa. Khi có $U_{GS} < 0$, $I_D < I_{D0}$ và được xác định bởi $I_D = I_{D0} (1 - U_{GS} / U_{GS0})$.

3.2. Đặc tuyến von – ampe của MOSFET



Họ đặc tuyến ra của MOSFET kênh có sẵn loại N



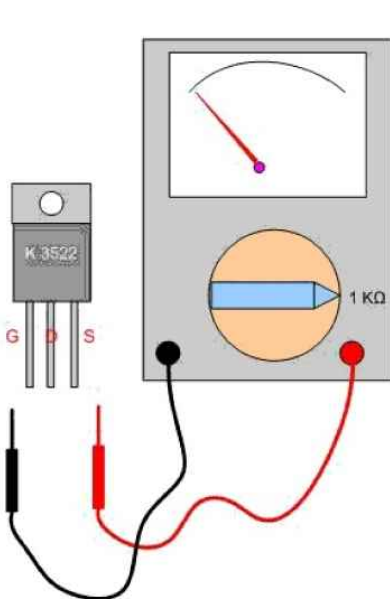
Họ đặc tuyến ra của MOSFET kênh cảm ứng loại N

Xác định các cực và kiểm tra chất lượng của transistor trường bằng VOM

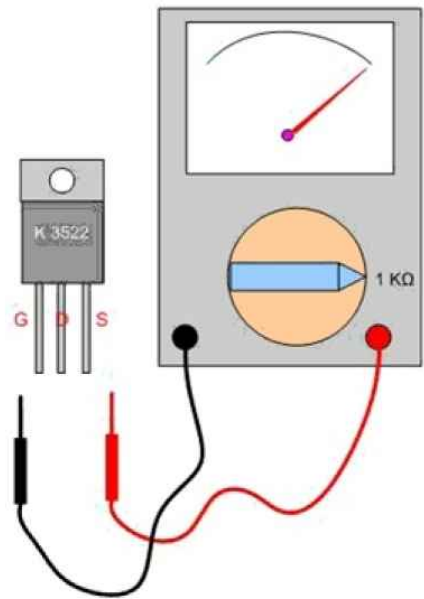
Một MOSFET còn tốt: Là khi đo trở kháng giữa G với S và giữa G với D có điện trở bằng vô cùng (kim không lên cả hai chiều đo) và khi G đã được thoát điện thì trở kháng giữa D và S phải là vô cùng.

Các bước kiểm tra như sau:

- Bước 1: Chuẩn bị: Để đồng hồ vạn năng ở chế độ đo điện trở, thang $\times 1\text{K}\Omega$
 - Bước 2: Nạp cho G một điện tích (đề que đen vào G que đỏ vào S hoặc D).
 - Bước 3: Sau khi nạp cho G một điện tích ta đo điện trở giữa D và S (que đen vào D que đỏ vào S) => kim sẽ lên.
 - Bước 4: Chập G vào D hoặc G vào S để thoát điện chân G.
 - Bước 5: Sau khi đã thoát điện chân G đo lại điện trở D-S, kim không lên.
- => Kết quả như vậy là MOSFET tốt.



Đo kiểm tra MOSFET ngược thấy còn tốt.



Đo kiểm tra MOSFET ngược thấy bị chập

Nếu từ bước 2 trở đi:

- Đo giữa G và S hoặc giữa G và D nếu kim lên = 0Ω là chập G-S hoặc G-D.
- Đo giữa D và S mà cả hai chiều đo kim lên bằng 0Ω là chập D-S.

*** Đo kiểm tra MOSFET trong mạch.**

Khi kiểm tra MOSFET trong mạch, ta chỉ cần để đồng hồ đo ở chế độ đo điện trở, thang $\times 1\Omega$ và đo điện trở giữa D và S. Nếu 1 chiều kim đồng hồ có lên, đảo chiều que đo kim đồng hồ không lên là MOSFET bình thường. Nếu cả hai chiều kim đồng hồ đều lên $= 0\ \Omega$ là MOSFET bị chập DS.

