

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CƠ ĐIỆN – XÂY DỰNG VÀ NÔNG LÂM TRUNG BỘ

GIÁO TRÌNH
ĐIỆN TỬ CƠ BẢN

NGHỀ : ĐIỆN CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ : CAO ĐẲNG

*Ban hành kèm theo Quyết định số 77/QĐ-CĐTB-ĐT ngày 19 tháng 01 năm 2021 của
Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Cơ điện – Xây dựng và Nông lâm Trung bộ*

Năm 2021

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

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

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

LỜI GIỚI THIỆU

Giáo trình “Điện tử cơ bản” biên soạn theo chương trình đào tạo nghề “Điện Công Nghiệp” trình độ cao đẳng/trung cấp. Giáo trình nhằm trang bị cho người học những kiến thức cơ bản về linh kiện điện tử và các mạch điện tử cơ bản được sử dụng trong ngành điện công nghiệp, làm cơ sở cho người học nghiên cứu những mô đun khác trong chương trình đào tạo nghề “Điện Công Nghiệp”.

Giáo trình được chia làm 5 bài, trong đó:

Bài 1: Các khái niệm cơ bản

Nội dung: Các kiến thức và kỹ năng cơ bản về điện tử của người thợ.

Bài 2: Linh kiện điện tử

Nội dung: Các kiến thức và kỹ năng về nguyên lý hoạt động, nhận dạng, đọc, đo, thay thế linh kiện điện tử.

Bài 3: Kỹ thuật ghép nối transistor

Nội dung: Các kiến thức và kỹ năng trong việc ghép nối transistor hình thành mạch khuếch đại.

Bài 4: Dao động tạo xung và biến đổi dạng xung

Nội dung: Các kiến thức và kỹ năng trong điều chế xung.

Bài 5: Các mạch ứng dụng cơ bản dùng transistor lưỡng cực

Nội dung: Các kiến thức và kỹ năng trong việc ghép nối transistor lưỡng cực hình thành một số mạch ứng dụng cơ bản.

So với giáo trình biên soạn 2017, giáo trình này đã được chỉnh sửa theo hướng loại bỏ một số nội dung quá sâu về điện tử. Trong quá trình biên soạn, chúng tôi đã có nhiều cố gắng nhằm biên soạn ngắn gọn, cụ thể, trực quan cho phù hợp với đối tượng học nghề. Chúng tôi rất mong nhận được ý kiến đóng góp từ độc giả và các bạn đồng nghiệp để chúng tôi tiếp tục hoàn thiện giáo trình nhằm phục vụ bạn đọc tốt hơn.

Mọi sự góp ý xin được gửi về: **Khoa Điện- điện tử – Trường Cao đẳng Cơ điện- Xây dựng & Nông lâm Trung Bộ/Email: khoa.dientu@gmail.com**

Bình Định, ngày..... tháng.... năm.....

Tham gia biên soạn

- 1. Chủ biên: KS Lê Kim Ngọc.*
- 2. Ths Nguyễn Văn Lợi.*
- 3. KS Phạm Quang Khải.*

MỤC LỤC

TT	NỘI DUNG	Trang
	Lời giới thiệu	3
	Mục lục	4
	Giới thiệu modun	7
	Bài 1: Các khái niệm cơ bản	8
1	<i>Các vấn đề chung về kỹ thuật điện tử</i>	8
1.1	Kỹ thuật điện tử trong điện công nghiệp	8
1.2	Xu thế phát triển của kỹ thuật điện tử	8
2	<i>Vật liệu chế tạo thiết bị điện tử</i>	8
2.1	Vật liệu dẫn điện	8
2.2	Vật liệu cách điện	13
2.3	Vật liệu hàn	15
2.4	Chất bán dẫn	15
3	<i>Bo mạch điện tử</i>	18
3.1	Bản mạch in	18
3.2	Tổ chức linh kiện trên bản mạch	22
4	<i>Dụng cụ, thiết bị cầm tay nghề điện tử</i>	22
4.1	Mỏ hàn	22
4.2	Hút chì	25
4.3	Máy khoan	25
4.4	Dụng cụ đo lường	26
4.5	Các dụng cụ khác	26
5	<i>Kỹ thuật hàn xả, hàn nối linh kiện</i>	26
	Bài 2: Linh kiện điện tử	29
1	<i>Điện trở</i>	29
1.1	Kí hiệu, phân loại, cấu tạo	29
1.2	Cách đọc, đo và cách mắc điện trở	31
1.3	Các linh kiện khác cùng nhóm và ứng dụng	36
2	<i>Tụ điện</i>	37

2.1	Kí hiệu, phân loại, cấu tạo	37
2.2	Cách đọc, đo và cách mắc tụ điện	39
2.3	Các linh kiện khác cùng nhóm và ứng dụng	43
3	<i>Cuộn cảm</i>	43
3.1	Kí hiệu, phân loại, cấu tạo	43
3.2	Cách đọc, đo và cách mắc cuộn cảm	44
3.3	Các linh kiện khác cùng nhóm và ứng dụng	44
4	<i>Điốt bán dẫn</i>	44
4.1	Đi ốt chỉnh lưu	44
4.2	Điốt zener	47
4.3	Điốt phát quang	47
4.4	Một số loại đi ốt bán dẫn khác	48
5	<i>Transistor lưỡng cực</i>	48
5.1	Cấu tạo, nguyên lý làm việc	48
5.2	Các thông số kỹ thuật chính	51
5.3	Phân cực cho transistor lưỡng cực	51
5.4	Các chế độ làm việc của transistor (ngưng dẫn, khuếch đại, bão hòa)	53
5.5	Ảnh hưởng của nhiệt độ đối với transistor, biện pháp ổn định nhiệt	53
6	<i>Transistor trường</i>	54
6.1	Cấu tạo, nguyên lý làm việc	54
6.2	Các thông số kỹ thuật chính.	55
6.3	Phân cực cho transistor trường	55
7	<i>Mạch tích hợp</i>	56
7.1	Khái niệm chung	56
7.2	Nhận dạng IC	57
Bài 3: Kỹ thuật ghép nối transistor		60
1	<i>Ba kiểu ghép nối transistor</i>	60
1.1	Mạch ghép theo kiểu E-C	60
1.2	Mạch ghép theo kiểu B-C	61
1.3	Mạch ghép theo kiểu C-C	63
2	<i>Mạch ghép phức hợp</i>	64

2.1	Mạch khuếch đại Cascode	64
2.2	Mạch khuếch đại Dalington	65
2.3	Mạch khuếch đại vi sai	66
Bài 4: Dao động tạo xung và biến đổi dạng xung		68
1	<i>Mạch tạo xung vuông</i>	68
1.1	Mạch tạo xung vuông từ tín hiệu hình sin	68
1.2	Mạch tạo xung vuông từ tín hiệu bất kỳ	69
1.3	Mạch dao động đa hài dùng transistor	70
1.4	Mạch dao động đa hài dùng IC	73
2	<i>Mạch tạo xung nhọn</i>	73
3	<i>Mạch tạo xung răng cưa</i>	75
4	<i>Mạch dao động dịch pha</i>	75
5	<i>Mạch dao động hình sin</i>	76
5.1	Mạch dao động hình sin dùng L-C cơ bản	76
5.2	Mạch dao động hình Colpitt	77
5.3	Mạch dao động Hartley	77
5.4	Mạch dao động thạch anh	78
Bài 5: Các mạch ứng dụng cơ bản dùng transistor lưỡng cực		80
1	<i>Mạch điều chỉnh điện áp</i>	80
1.1	Nguyên tắc điều chỉnh tuyến tính	80
1.2	Một số mạch điều chỉnh điện áp cơ bản	80
2	<i>Mạch ổn áp</i>	81
2.1	Mạch ổn áp tuyến tính mắc nối tiếp	81
2.2	Mạch ổn áp mắc rẽ	89
3	<i>Mạch khuếch đại công suất</i>	89
3.1	Mạch khuếch đại đơn	89
3.2	Mạch khuếch đại đẩy kéo	92
Tài liệu tham khảo		95

MODUN: ĐIỆN TỬ CƠ BẢN

Mã modun: MĐ 13

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học của môn học:

- Vị trí của modun: Được bố trí sau khi học sinh học xong các môn học, mô-đun sau: An toàn lao động, vật liệu điện, đo lường điện, có thể học song song với môn mạch điện.
- Tính chất của modun: Là modun kỹ thuật cơ sở, thuộc modun đào tạo nghề bắt buộc.
- Ý nghĩa, vai trò modun: Modun tạo kiến thức nền tảng để học viên có thể nhanh chóng tiếp cận với các môn học/modun nghề chuyên môn.

Mục tiêu của môn học:

Học xong môn học này học viên có khả năng:

- Giải thích và phân tích được cấu tạo nguyên lý các linh kiện điện tử thông dụng.
- Nhận dạng được chính xác ký hiệu của từng linh kiện, đọc chính xác trị số của chúng.
- Phân tích được nguyên lý một số mạch ứng dụng cơ bản của tranzito như: Mạch khuếch đại, dao động, tạo xung, điều chỉnh điện áp, ổn áp ...
- Xác định được chính xác sơ đồ chân linh kiện, lắp ráp, cân chỉnh một số mạch ứng dụng đạt yêu cầu kỹ thuật và an toàn.
- Hình thành tư duy khoa học phát triển năng lực làm việc theo nhóm
- Rèn luyện tính chính xác khoa học và tác phong công nghiệp

BÀI 1

CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Mục tiêu:

- Phân biệt, hiểu tính chất, công dụng các vật liệu chế tạo thiết bị điện tử.
- Biết cách bố trí hợp lý dây dẫn, linh kiện trên bo mạch điện tử
- Sử dụng được một số dụng cụ cầm tay cơ bản nghề điện tử, hàn tháo lắp linh kiện điện tử đúng kỹ thuật.
- Rèn luyện tính chính xác, nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

Nội dung chính:

1. Các vấn đề chung về kỹ thuật điện tử.

1.1. Kỹ thuật điện tử trong điện công nghiệp.

Hiện nay, thiết bị điện tử đã trở thành một phần không thể thiếu trong điện công nghiệp. Tuyệt đại đa số các hệ thống điều khiển điện trong công nghiệp đều có các trung tâm điều khiển là thiết bị điện tử. Với yêu cầu khả năng điều khiển “mềm”, tương tác được với nhiều thiết bị, điều khiển đa tính năng, điều khiển từ xa,, sự xâm nhập của thiết bị điện tử vào lĩnh vực điện công nghiệp là không thể đảo ngược.

1.2. Xu thế phát triển của kỹ thuật điện tử.

Về kích thước linh kiện: ngày càng nhỏ, gọn.

Mật độ tích hợp: số lượng linh kiện bố trí trên một đơn vị diện tích ngày càng tăng.

Điện áp sử dụng, công suất tiêu hao: ngày càng nhỏ.

Cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật lần thứ 4 có thể sẽ là cuộc cách mạng về công nghệ vật liệu. Khi đó, công nghệ kỹ thuật điện tử sẽ có những bước nhảy vọt.

2. Vật liệu chế tạo thiết bị điện tử.

2.1. Vật liệu dẫn điện.

BẢNG THÔNG SỐ VẬT LIỆU DẪN ĐIỆN

TT	Tên vật liệu	Điện trở suất ρ $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	Hệ số nhiệt α	Nhiệt độ nóng chảy $t^\circ\text{C}$	Tỷ trọng	Hợp kim	Phạm vi ứng dụng	Ghi chú
1	Đồng đỏ hay đồng kỹ thuật	0,0175	0,004	1080	8,9		Chủ yếu dùng làm dây dẫn	
2	Đồng thau	(0,03 - 0,06)	0,002	900	3,5	đồng với kẽm	- Các lá tiếp xúc - Các đầu nối dây	
3	Nhôm	0,028	0,0049	660	2,7		- Làm dây dẫn điện - Làm lá nhôm trong tụ xoay - Làm cánh tản nhiệt - Dùng làm tụ điện (tụ hoá)	- Bị ôxyt hoá nhanh, tạo thành lớp bảo vệ, nên khó hàn, khó ăn mòn - Bị hơi

								nước mặn ăn mòn
4	Bạc			960	10,5		- Mạ vỏ ngoài dây dẫn để sử dụng hiệu ứng mặt ngoài trong lĩnh vực siêu cao tần	
5	Nicken	0,07	0,006	1450	8,8		- Mạ vỏ ngoài dây dẫn để sử dụng hiệu ứng mặt ngoài trong lĩnh vực siêu cao tần	Có giá thành rẻ hơn bạc
6	Thiếc	0,115	0,0012	230	7,3	Hợp chất dùng để làm chất	- Hàn dây dẫn. - Hợp kim thiếc và	Chất hàn dùng để hàn trong

						hàn gồm: - Thiếc 60% - Chì 40%	chì có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của từng kim loại thiếc và chì...	khi lắp ráp linh kiện điện tử
7	Chì	0,21	0,004	330	11,4		- Cầu chì bảo vệ quá dòng - Dừng trong Acqui chì - Vỏ bọc cáp chôn	Dùng làm chất hàn (xem phần trên)
8	Sắt	0,098	0,0062	1520	7,8		- Dây sắt mạ kẽm làm dây dẫn với tải nhẹ - Dây lưỡng kim gồm lõi sắt vỏ bọc đồng làm dây dẫn chịu	- Dây sắt mạ kẽm giá thành hạ hơn dây đồng - Dây lưỡng kim dẫn

							lực cơ học lớn	điện gân như dây đồng do có hiệu ứng mặt ngoài
9	Maganin	0,5	0,00005	1200	8,4	Hợp chất gồm: - 80% đồng - 12% mangan - 2% nic ken	Dây điện trở	
10	Contantan	0,5	0,000005	1270	8,9	Hợp chất gồm: - 60% đồng - 40% nic ken - 1% Mangan	Dây điện trở nung nóng	
11	Niken – Crôm	1,1	0,00015	1400 (nhiệt độ làm	8,2	Hợp chất gồm: - 67%	- Dừng làm dây đốt nóng (dây mỗ	

				việc: 900)		Nicken - 16% sắt - 15% crôm - 1,5% mangan	hàn, dây bếp điện, dây bàn là).	
--	--	--	--	---------------	--	---	--	--

2.2. Vật liệu cách điện.

BẢNG THÔNG SỐ VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN

TT	Tên vật liệu	Độ bền về điện (kV/mm)	t ⁰ C chịu đựng	Hằng số điện môi	Góc tổn hao	Tỷ trọng	Đặc điểm	Phạm vi ứng dụng
1	Mi ca	50-100	600	6-8	0,0004	2,8	Tách được thành từng mảnh rất mỏng	- Dùng trong tụ điện - Dùng làm vật cách điện trong thiết bị nung nóng (VD:bàn là)
2	Sứ	20-28	1500- 1700	6-7	0,03	2,5		- Giá đỡ cách điện cho đường dây dẫn - Dùng trong tụ điện, đế đèn, cốt cuộn dây
3	Gốm	không chịu được	không chịu được	1700- 4500	0,02- 0,03	4	- Kích thước nhỏ	- Dùng trong tụ điện

		điện áp cao	hiệt độ lớn				nhưng điện dung lớn	
4	Bakêlit	10-40		4-4,6	0,05- 0,12	1,2		
5	Êbônit	20-30	50-60	2,7-3	0,01- 0,015	1,2- 1,4		
6	Giấy làm tụ điện	20	100	3,5	0,01	1-1,2		Dùng trong tụ điện
7	Cao su	20	55	3	0,15	1,6		- Làm vỏ bọc dây dẫn - Làm tấm cách điện
8	Lựa cách điện	8-60	105	3,8- 4,5	0,04- 0,08	1,5		Dùng trong biến áp
9	Paraphin	20-30	49-55		1,9- 2,2			Dùng làm chất tản sấy biến áp, động cơ điện để chống ẩm
10	Nhựa thông	10-15	60-70	3,5	0,01	1,1		- Dùng làm sạch mối hàn - Hỗn hợp paraphin và nhựa thông dùng làm chất tản sấy biến áp, động cơ điện để chống ẩm
11	Êpoxi	18-20	1460	3,7-	0,013	1,1-		Hàn gắn các

				3,9		1,2		bộ kiện điện- điện tử
12	Các loại plastic (polyetylen, polyclovinin)							Dùng làm chất cách điện

2.3. Vật liệu hàn.

Hiện nay trên thị trường Việt Nam vật liệu hàn thông dụng là hợp kim thiếc/chì có tỉ lệ 63/37. Hợp kim này có nhiệt độ nóng chảy 180°C thường quen gọi là chì hàn hoặc thiếc hàn. Người ta thường sử dụng chì hàn cùng chất xúc tác là nhựa thông.

Chì là vật liệu độc hại, Liên minh Châu Âu đã ban hành chỉ thị RoHS (Restriction of hazardous substances directive in electrical and electronic equipment 2002/95/EC) về hạn chế các chất nguy hiểm trong các thiết bị điện và điện tử vào tháng 2 năm 2003 và có hiệu lực vào ngày 01 tháng 7 năm 2006, được yêu cầu để được thi hành và trở thành luật ở mỗi nước thành viên.



Theo đó tất cả những sản phẩm điện tử có chứa chì không được bán tại Châu Âu.

Vật liệu hàn thay thế phổ biến hiện nay là hợp chất 99C (99,7% thiếc và 0,3 % đồng).

2.4. Chất bán dẫn.

2.4.1. Đặc tính của chất bán dẫn.

Định nghĩa: Chất bán dẫn là chất có đặc tính dẫn điện trung gian giữa chất dẫn điện và chất cách điện.

Sự phân chia trên chỉ có tính chất tương đối, vì điện trở suất của chất bán dẫn còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác, nếu chỉ dựa vào điện trở suất để định nghĩa thì chưa thể biểu thị đầy đủ các tính chất của các chất bán dẫn.

Các đặc tính của chất bán dẫn:

- Điện trở của chất bán dẫn giảm khi nhiệt độ tăng, điện trở tăng khi nhiệt độ giảm. Một cách lý tưởng ở không độ tuyệt đối (-273°C) thì các chất bán dẫn đều trở thành cách điện. Điện trở của chất bán dẫn thay đổi rất nhiều theo độ tinh khiết. Các chất bán dẫn hoàn toàn tinh khiết có thể coi như cách điện khi ở nhiệt độ thấp. Nhưng nếu chỉ có một chút tạp chất thì độ dẫn điện tăng lên rất nhiều, thậm chí có thể dẫn điện tốt như các chất dẫn điện.
- Điện trở của chất bán dẫn thay đổi dưới tác dụng của ánh sáng. Cường độ ánh sáng càng lớn thì điện trở của chất bán dẫn thay đổi càng lớn.
- Khi cho kim loại tiếp xúc với bán dẫn hay ghép hai loại bán dẫn N và P với nhau thì nó chỉ dẫn điện tốt theo một chiều. Ngoài ra, các chất bán dẫn có nhiều đặc tính khác nữa.

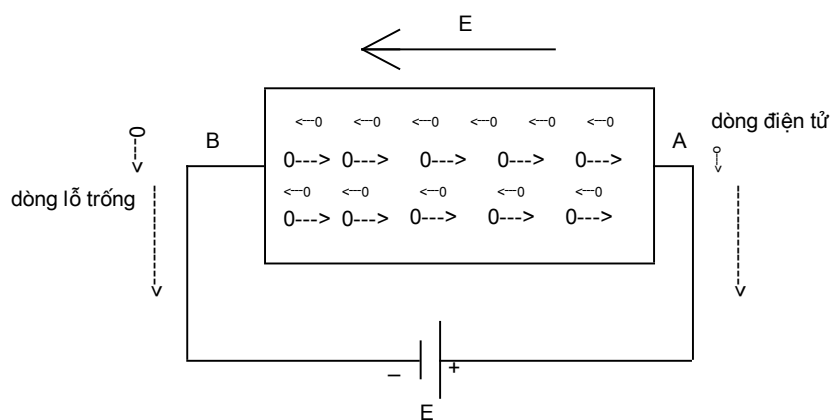
2.4.2. Chất bán dẫn thuần.

Người ta đã nghiên cứu và đưa ra kết luận: Dòng điện trong các chất dẫn điện là do các điện tử tự do chạy theo một chiều nhất định mà sinh ra. Còn dòng điện trong chất bán dẫn không những do sự di chuyển có hướng của các điện tích âm (điện tử), mà còn là sự di chuyển có hướng của các điện tích dương (lỗ trống).

Ví dụ: Một nguyên tử Gécmani có bốn điện tử ngoài cùng. Nó liên kết với bốn nguyên tử chung quanh. Tạo thành 8 điện tử ở lớp ngoài cùng. Mỗi liên kết này khá bền vững. Cho nên ở nhiệt độ bình thường sẽ không có thừa điện tử tự do, do đó không có khả năng dẫn điện. Gọi là trạng thái trung hoà về điện.

Khi nhiệt độ tác động vào chất bán dẫn tăng lên, thì điện tử lớp ngoài cùng được cung cấp nhiều năng lượng nhất. Một số điện tử nào đó có đủ năng lượng thắng được sự ràng buộc của hạt nhân thì rời bỏ nguyên tử của nó, trở thành điện tử tự do, di chuyển trong mạng tinh thể. Chỗ của chúng chiếm trước đây trở thành lỗ trống và trở thành ion dương. Ion dương có nhu cầu lấy một điện tử bên cạnh để trở về trạng thái trung hoà về điện. Người ta coi ion dương đó có một lỗ trống, khiến cho một điện tử bên cạnh dễ nhảy vào lấp đi. Chỗ của điện tử này lại bỏ trống, nghĩa là lại tạo nên một lỗ trống khác và lại có một điện tử ở cạnh đó nhảy vào lấp chỗ trống. Cứ như vậy, mỗi khi có một điện tử tự do thoát khỏi ràng buộc với hạt nhân của nó, chạy lung tung trong mạng tinh thể, thì cũng có một lỗ chạy trong đó. Thực chất, sự di chuyển của lỗ trống là do di chuyển của các điện tử chạy tới lấp lỗ trống.

Trong chất bán dẫn tinh khiết bao giờ số điện tử và số lỗ trống di chuyển cũng bằng nhau. Ở nhiệt độ thấp thì chỉ có ít cặp điện tử lỗ trống di chuyển. Nhưng nhiệt độ càng cao thì càng có nhiều cặp điện tử, lỗ trống di chuyển. Sự di chuyển này không có chiều nhất định nên không tạo nên dòng điện. Nếu bây giờ đấu thanh bán dẫn với hai cực dương, âm của một pin, thì giữa hai đầu thanh bán dẫn có một điện trường theo chiều từ A đến B (hình minh họa). Các điện tử sẽ di chuyển ngược chiều điện trường, các điện tử tới lấp lỗ trống cũng chạy ngược chiều điện trường. Dòng điện tử và dòng lỗ trống hợp thành dòng điện trong thanh bán dẫn. nhiệt độ càng tăng thì dòng điện càng lớn.



Chiều chuyển động của các điện tử và lỗ trống.

2.4.3. Chất bán dẫn loại P.

Bán dẫn loại P còn gọi là bán dẫn lỗ trống hay bán dẫn dương. Nếu cho một ít nguyên tử Indi (In) vào trong tinh thể Gecmani tinh khiết thì ta thấy hiện tượng sau: Nguyên tử indi có ba điện tử ở lớp ngoài cùng, nên ba điện tử đó chỉ liên kết với ba điện tử của ba nguyên tử Gecmani chung quanh. Còn liên kết thứ tư của Indi với một nguyên tử Gecmani nữa thì lại thiếu mất một điện tử, chỗ thiếu đó gọi là lỗ trống, do có lỗ trống đó nên có sự di chuyển điện tử của nguyên tử Gecmani bên cạnh tới lấp lỗ trống và lại tạo nên một lỗ trống khác, khiến cho một điện tử khác lại tới lấp. Do đó chất bán dẫn loại P có khả năng dẫn điện. Lỗ trống coi như một điện tích dương. Nguyên tử Indi trước kia trung tính, nay trở thành ion âm, vì có thêm điện tử.

Hiện tượng dẫn điện như trên gọi là dẫn điện bằng lỗ trống. Chất bán dẫn đó là bán dẫn loại P hay còn gọi là bán dẫn dương.

Nếu có tạp chất hoá trị III như Indi (In), bo (B), Gali (Ga) vào các chất bán dẫn hoá trị bốn như Ge, Si, C thì có bán dẫn loại P.

Trong chất bán dẫn loại P, lỗ trống là những hạt mang điện tích chiếm đa số. Số lượng lỗ trống phụ thuộc vào nồng độ tạp chất, còn số các cặp điện tử - lỗ trống do phá vỡ liên kết tạo thành thì phụ thuộc vào nhiệt độ.

Nếu đầu hai cực của bộ pin vào hai đầu một thanh bán dẫn loại P thì dưới tác động của điện trường E, các lỗ trống (đa số) và các cặp điện tử - lỗ trống đang di chuyển lung tung theo mọi hướng sẽ phải di chuyển theo hướng quy định. Nhờ đó trong mạch có dòng điện. Dòng điện do lỗ trống sinh ra lớn hơn nhiều so với dòng điện do cặp điện tử - lỗ trống. Vì thế trong bán dẫn loại P các lỗ trống là điện tích đa số.

2.4.4. Chất bán dẫn loại N.

Bán dẫn loại N còn gọi là bán dẫn điện tử hay bán dẫn âm. Nếu cho một ít tạp chất Asen (As) vào tinh thể Gecmani (Ge) tinh khiết ta thấy hiện tượng sau: nguyên tử asen có năm điện tử ở lớp ngoài cùng, nên chỉ có 4 điện tử của Asen kết hợp với bốn điện tử liên kết giữa Asen và bốn nguyên tử Gecmani, còn điện tử thứ năm thì thừa ra. Nó không bị ràng buộc với một nguyên tử gecmani nào, nên trở thành điện tử tự do chạy lung tung trong tinh thể chất bán dẫn. Do đó, khả năng dẫn điện của loại bán dẫn này tăng lên rất nhiều so với chất bán dẫn thuần. Nồng độ tạp chất Asen càng cao thì số điện tử thừa càng nhiều và chất bán dẫn càng dẫn điện tốt. Hiện tượng dẫn điện như trên gọi là dẫn điện bằng điện tử. Chất bán dẫn đó gọi là chất bán dẫn N,

Nếu cho tạp chất hoá trị V như phốt pho (P), Asen (As), Antimoan (Sb) vào các chất hoá trị 4 như Gecmani (Ge), silic (Si), cacbon (C) ta có bán dẫn N. Trong chất bán dẫn loại N thì các điện tử thừa là các hạt điện tích âm chiếm đa số. Số lượng điện tử thừa phụ thuộc nồng độ tạp chất. Còn số các cặp điện tử - lỗ trống do phá vỡ liên kết tạo thành thì phụ thuộc vào nhiệt độ.

Nếu đầu hai cực của bộ pin vào hai đầu một thanh bán dẫn loại N, thì dưới tác động của điện trường E, các điện tử thừa và các cặp điện tử - lỗ trống đang di chuyển lộn xộn sẽ phải di chuyển theo hướng nhất định: điện tử chạy ngược chiều điện trường còn các lỗ trống chạy cùng chiều điện trường. Nhờ đó trong mạch có dòng điện. Dòng điện do các điện tử thừa sinh ra lớn hơn nhiều so với dòng điện do các cặp điện tử - lỗ trống tạo nên. Vì thế các điện tử thừa này gọi là điện tích đa số.

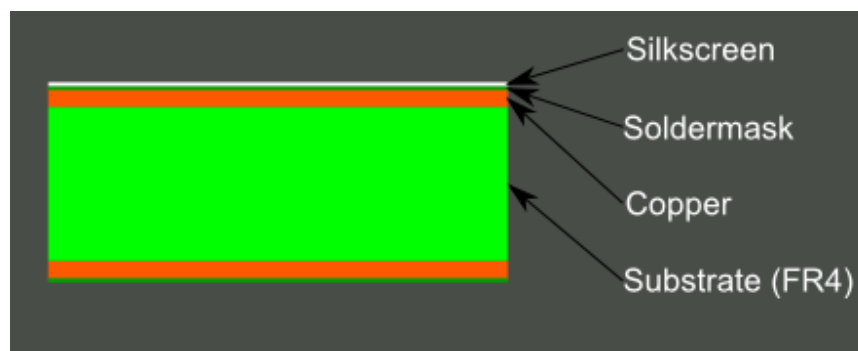
3. Bo mạch điện tử.

3.1. Bản mạch in (PCB).

PCB (viết tắt từ Printed Circuit Board) là một bản mạch có các đường nối dẫn điện liên kết các linh kiện với nhau theo nguyên lý. Mỗi hàn kim loại tạo mối liên kết điện giữa bề mặt PCB với các linh kiện gắn trên nó.

Trước khi mạch in PCB ra đời, mạch điện được đấu với nhau bằng dây điện nối điểm -điểm rất mất thời gian. Và đó cũng là nguyên nhân dẫn đến nhiều hư hỏng, ngắn mạch, đứt mạch.

Một tấm PCB được cấu thành từ nhiều lớp, mỗi lớp là một loại vật liệu khác nhau được kết dính bằng vật liệu kết dính và ép nhiệt để trở thành 1 bản mạch duy nhất.



Vật liệu nền (Substrate)

Vật liệu nền, thường là sợi thủy tinh (FR4), ngoài ra còn có các vật liệu khác như nhựa Bakelit (FR1), eposi kết hợp sợi thủy tinh (CEM) ... Sợi thủy tinh có rất nhiều ưu điểm, nên hầu hết các thiết kế người ta sử dụng FR-4. Ngoài ra, đối với các loại PCB dẻo còn sử dụng loại nhựa chịu nhiệt cao để làm vật liệu nền (Kapton hoặc tương đương).

Có rất nhiều độ dày khác nhau cho PCB, chủ yếu và phổ biến là 1.6mm, ngoài ra còn có 0.16mm, 0.5mm, 0.8mm, 1.0mm, 1.2mm, 2.0mm ...

Các loại nền mạch rẻ tiền như Eposi, Phenol được sử dụng trong các sản phẩm điện tử cần giá thành thấp có độ bền kém hơn FR-4, có những đặc tính không dễ chịu như có mùi khét khi hàn, nếu đặt nhiệt độ quá cao hay hàn quá lâu bản mạch sẽ bị phân hủy, phát sinh khói.

Đường đồng (Copper)

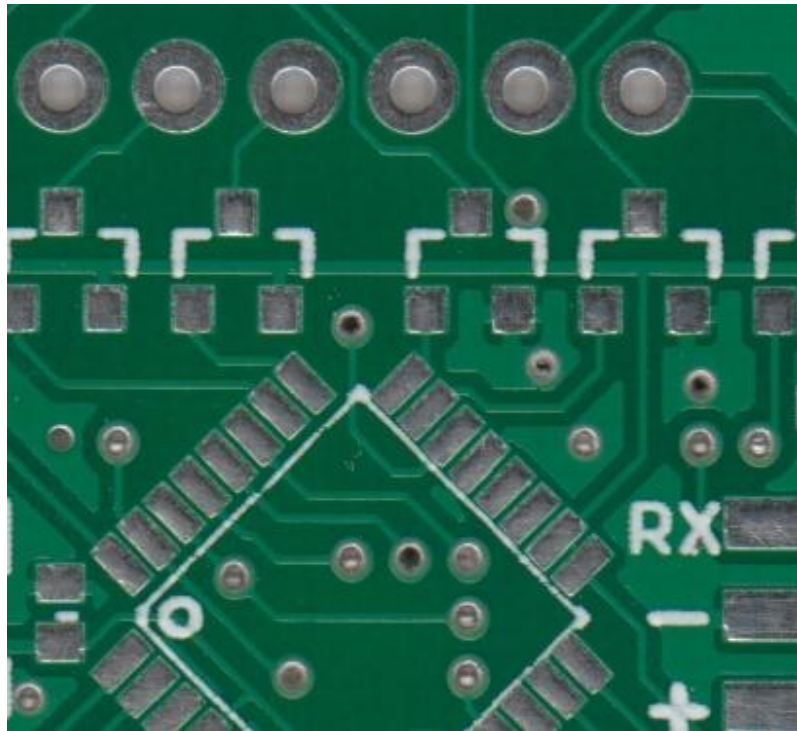


Lớp tiếp theo là lớp đồng mỏng, được ép dính bằng keo kết dính và nhiệt trên vật liệu nền. Thông thường, đối với mạch 2 lớp, thì đồng được ép trên cả 2 mặt, đối với mạch 1 lớp, thì đồng chỉ được ép trên 1 mặt.

Độ dày của lớp đồng khác nhau và được đo bằng trọng lượng, ounce/foot vuông. Đa số PCB có độ dày 1 ounce/foot vuông (độ dày của lớp đồng khoảng 35 micromet).

Lớp phủ (Soldermask).

Lớp phía trên lớp đồng là lớp phủ, hay còn gọi là mặt nạ mở phủ, phổ biến có màu xanh lá, ngoài ra có màu đỏ, đen, trắng, xanh dương. Nó được phủ lên lớp đồng để ngăn cách các đường đồng tiếp xúc ngẫu nhiên đối với kim loại, mối hàn, hoặc dây dẫn. Ngoài ra nó còn hữu ích để hàn chính xác, ngăn chặn lem hàn.



Trên hình, lớp phủ màu xanh lá được sử dụng phổ biến cho các loại PCB, phủ qua hết các đường mạch tuy nhiên vẫn chừa ra những chỗ màu trắng để hàn linh kiện.

Lớp in linh kiện (Silkscreen)



Lớp in linh kiện màu trắng là lớp trên cùng PCB, trên cả lớp phủ xanh. Ở lớp này có thể thêm những ký tự, số, ký hiệu của các linh kiện để dễ dàng nhận biết và lắp ráp

linh kiện lên PCB. Thông thường lớp in linh kiện có màu trắng, tuy nhiên có những màu khác nữa như màu đen, màu xám, nhưng tùy thuộc vào màu của lớp phủ để sử dụng màu của lớp in linh kiện sao cho nổi bật nhất. Ví dụ phủ đen thì in linh kiện trắng, còn phủ trắng thì in linh kiện đen.

3.2. Tổ chức linh kiện trên bản mạch.

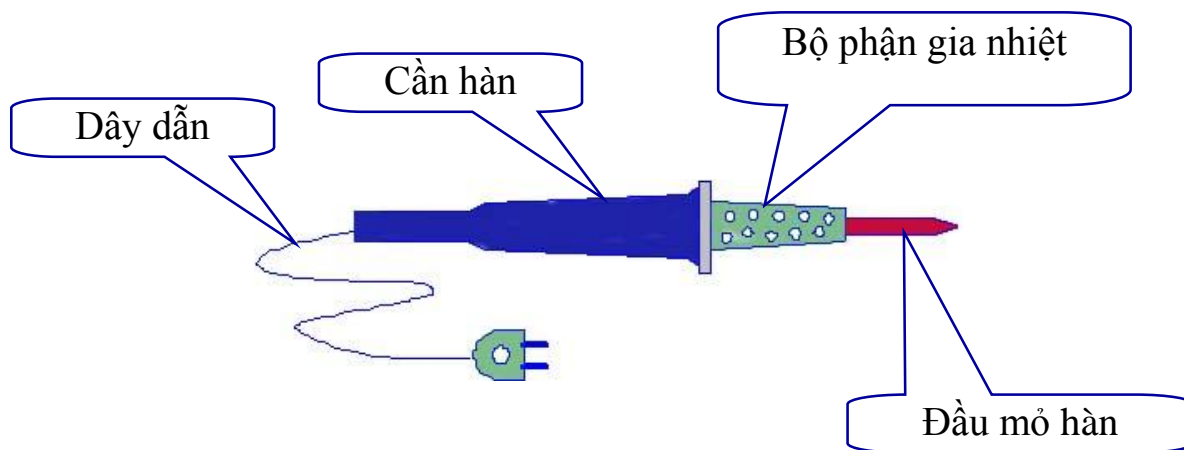
Việc bố trí linh kiện trên bo mạch cho đúng và hợp lý phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố. Tuy nhiên trong thiết kế mạch phải đảm bảo các nguyên tắc sau.

- Có không gian đủ lớn cho các linh kiện công suất.
- Hạn chế tối thiểu các đoạn dây nối chồng chéo.

4. Dụng cụ, thiết bị cầm tay nghề điện tử.

4.1. Mỏ hàn.

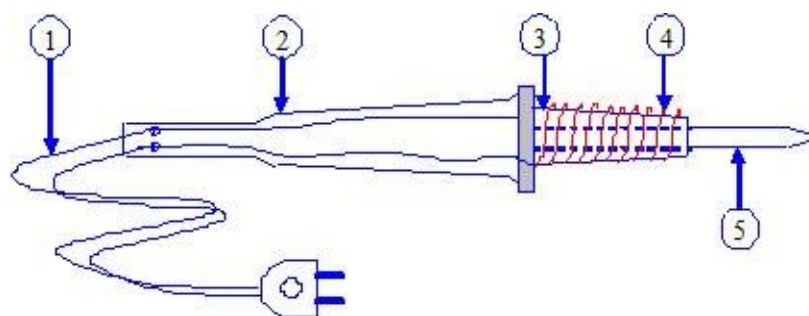
a/ Mỏ hàn nhiệt



Cấu tạo bên ngoài mỏ hàn thường

Phần chính của mỏ hàn thường là bộ phận gia nhiệt. Trên một ống sứ hình trụ rỗng, mặt ngoài tạo rãnh theo đường xoắn ốc, trên rãnh người ta đặt dây điện trở nhiệt, giữa ruột của ống sứ là mỏ hàn bằng đồng đỏ.

Đầu dây ra của điện trở nhiệt được bao phủ bởi các vòng (khoen) sứ nhỏ chịu nhiệt và cách điện tốt, xuyên qua cần hàn rồi đấu vào dây dẫn điện để dẫn điện vào mỏ hàn.

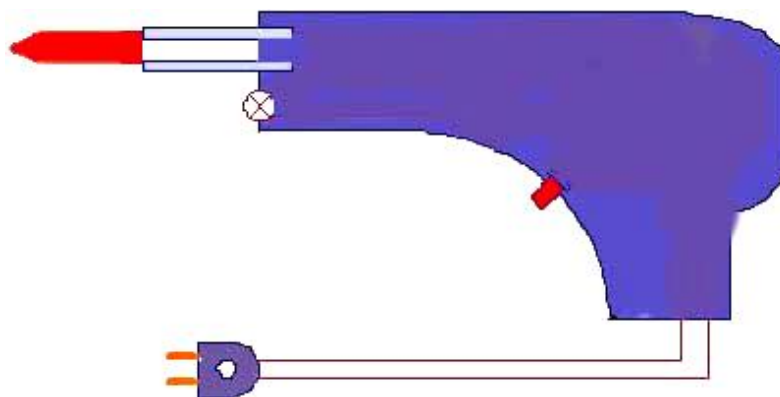


Cấu tạo bên trong mỏ hàn thường

Khi mỏ hàn được cấp nguồn sẽ xuất hiện dòng điện chạy qua cuộn dây điện trở nhiệt (1) cuốn trên ống sứ (3), làm cho cuộn dây (4) nóng dần lên sinh ra nhiệt. Nhiệt lượng này truyền qua ống sứ cách điện sang đầu mỏ hàn (5) (đầu mỏ hàn nằm trong ống sứ và cuộn dây). Đầu mỏ hàn được làm bằng kim loại nên hấp thụ nhiệt. Nhiệt lượng do đầu mỏ hàn tỏa ra nóng hơn nhiệt độ nóng chảy của thiếc nên khi ta đưa đầu mỏ hàn vào thiếc sẽ làm cho thiếc bị nóng chảy. Vậy mỏ hàn đã sinh nhiệt.

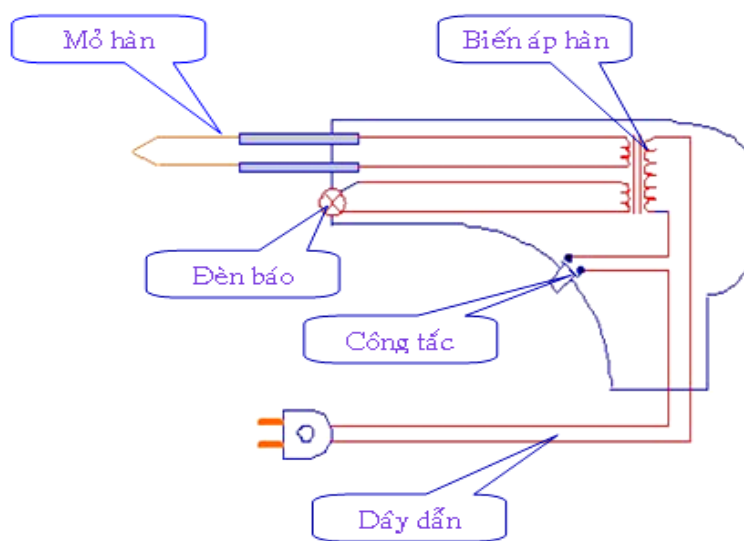
b/ Mỏ hàn xung

Mỏ hàn xung thường được sử dụng ở mạng điện lưới 110V hay 220V, mỏ hàn xung được chế tạo gồm nhiều loại công suất khác nhau : 45W, 60W, 75W và 100W, 200W, tùy theo đối tượng hàn mà ta chọn loại mỏ hàn xung nào cho phù hợp.



Hình dạng bên ngoài mỏ hàn xung

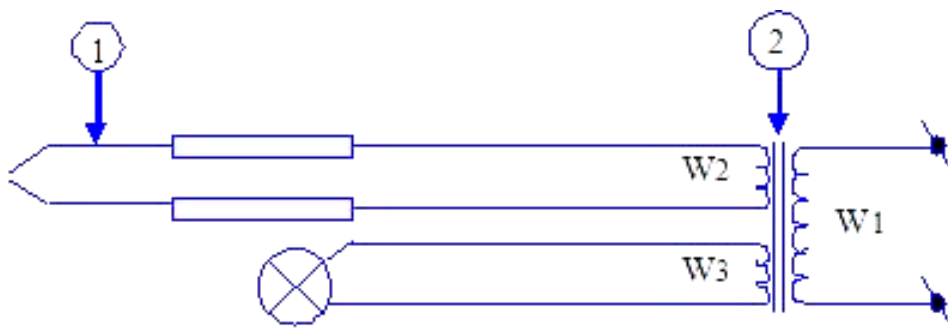
Bộ phận tạo nhiệt cho mỏ hàn xung chính là phần dây dẫn làm mỏ hàn, dòng điện làm nóng mỏ hàn được lấy từ cuộn thứ cấp (cuộn thứ cấp có hai cuộn: cuộn chính cấp dòng cho mỏ hàn ; cuộn phụ cấp dòng cho đèn báo của biến áp hàn). Biến áp hàn có cuộn sơ cấp nối tiếp với nút ấn (công tắc nguồn) và dây dẫn điện cùng phích cắm để lấy điện xoay chiều vào.



Cấu tạo bên trong mỏ hàn xung

Khi sử dụng mỏ hàn xung để hàn thì dùng ngón tay ấn vào công tắc để nối dòng điện vào cấp cho mỏ hàn, khi hàn xong thì trả lại trạng thái bình thường, dòng điện sẽ bị ngắt.

*** Nguyên lý sinh nhiệt**



Sơ đồ nguyên lý sinh nhiệt mỏ hàn xung

Khi cấp nguồn cho mỏ hàn, trong cuộn dây sơ cấp W_1 của biến áp (2) có dòng điện chạy qua làm xuất hiện từ trường biến thiên. Từ trường biến đổi này sẽ móc vòng sang cuộn thứ cấp W_2 của biến áp (2). Lúc này trên cuộn W_2 xuất hiện sức điện động cảm ứng từ cuộn sơ cấp W_1 . Khi đầu mỏ hàn (1) nối chập hai đầu cuộn W_2 làm xuất hiện dòng điện chạy qua mỏ hàn. Hơn nữa, khi chế tạo người ta đã tính toán và sử dụng cuộn dây W_2 có đường kính to, ngược lại đầu mỏ hàn có đường kính nhỏ hơn

nhiều lần do đó dòng điện rất lớn chạy từ cuộn W_2 qua đầu mỏ hàn sẽ làm nóng mỏ hàn.

***Ưu nhược điểm của mỏ hàn xung**

- Ưu điểm

Thời gian gia nhiệt rất nhanh và ít tổn hao điện năng.

- Nhược điểm

Kết cấu phức tạp, giá thành cao hơn so với mỏ hàn thường.

*** Những điểm cần lưu ý khi hàn nối**

Mỏ hàn thuộc loại gia nhiệt do vậy:

- Nên kiểm tra thường xuyên tình trạng cách điện ở mỏ hàn. Nếu mỏ hàn bị điện chạm vỏ sẽ gây nguy hiểm, mất an toàn.
- Khi sử dụng mỏ hàn thường, tuyệt đối tránh va chạm mạnh có thể làm vỡ sứ, hỏng cách điện, hoặc đứt dây điện trở nhiệt, ... làm mỏ hàn bị hỏng.
- Đối với mỏ hàn xung không được ấn công tắc liên tục quá lâu, biến áp sẽ bị quá nhiệt, cháy biến áp làm hỏng mỏ hàn.

4.2. Hút chì.



4.3. Máy khoan.



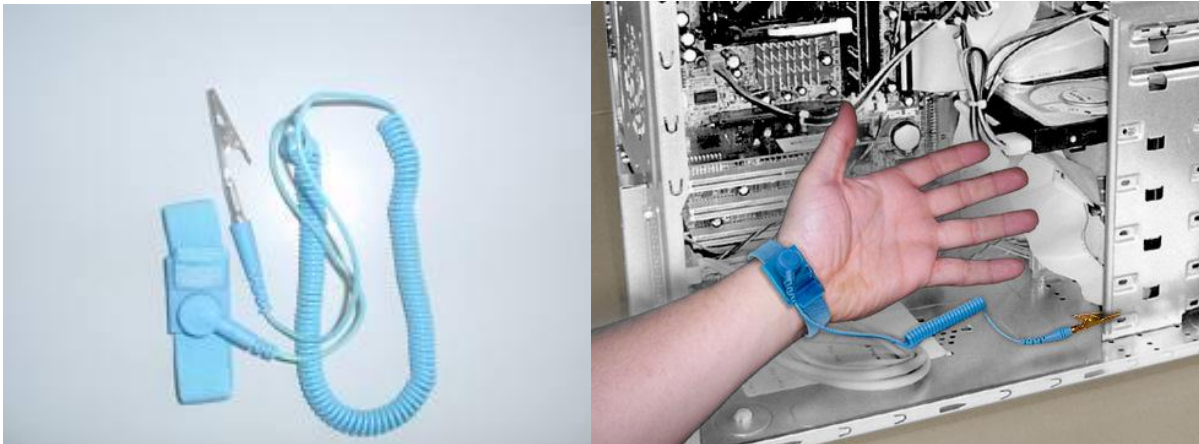
4.4. Dụng cụ đo lường. (xem GT Đo Lường Điện)

4.5. Các dụng cụ khác.

- Đầu dò logic.



- Vòng tĩnh điện.



5. Kỹ thuật hàn xả, hàn nối linh kiện.

5.1. Hàn xả.

a/ Hút thiếc bằng dây nhiều sợi:

+ Dùng mỏ hàn nóng đặt lên chum dây hút thiếc để nhiệt độ của chum dây nóng tương đương với mỏ hàn.

+ Đưa chum dây hút thiếc kèm theo mũi mỏ hàn áo nhựa thông để nhựa thông thấm sâu vào chum dây hút thiếc.

+ Sau đó đưa chum dây hút thiếc có nhựa thông và mỏ hàn nóng đặt trên chum dây hút thiếc và đặt vào chân linh kiện cần hút thiếc thì thiếc trên chân linh kiện sẽ ngấm qua chum dây hút thiếc. Nếu cần ta rê chum dây hút thiếc và mỏ hàn nóng đi qua đi lại quanh chân linh kiện cần hút thiếc thì thiếc cần hút sẽ bị hút hết.

Sau khi hút thiếc xong thì ta dùng mỏ hàn nóng lay tách nhẹ chân linh kiện ra khỏi mạch in.

Sau khi làm xong tất cả các chân linh kiện như vậy thì ta phải nhẹ nhàng nhấc linh kiện ra khỏi mạch in.

b/ Hút thiếc bằng bơm hút thiếc:

Để thực hiện hút được thiếc ta ấn trực pittông để pittông bơm hút thiếc nằm ở vị trí thấp nhất. Ta dùng mỏ hàn nóng dí vào chân linh kiện cần hút thiếc, khi thiếc ở chân linh kiện nóng chảy hoàn toàn thì ta đặt mũi bơm hút thiếc vào cạnh chân linh kiện đồng thời ấn nút chốt bơm thì lập tức pittông của bơm hút thiếc sẽ chạy về mức tối đa nhờ lực của lò xo và tạo ra đầu mũi bơm hút thiếc một sự chênh lệch về áp suất buột thiếc nóng chảy ở chân linh kiện theo mũi bơm đi vào trong bơm. Kết quả chân linh kiện hết thiếc.

5.2. Kỹ thuật hàn nối linh kiện

Một mối hàn đạt tiêu chuẩn kỹ thuật nếu nó tiếp xúc tốt về điện, bền chắc về cơ, nhỏ gọn về kích thước và tròn láng về hình thức.

- Quy trình hàn nối

Bước 1: Xử lý sạch tại hai điểm cần hàn

Dùng dao hoặc giấy nhám cạo sạch lớp ôxit trên bề mặt tại hai điểm cần hàn. Ngoài ra còn có thể dùng axit hàn để nhanh chóng tẩy sạch lớp ôxit này.

Bước 2: Tráng thiếc

Dùng mỏ hàn gia nhiệt tại điểm vừa xử lý (ở bước 1) rồi tráng phủ một lớp thiếc mỏng.

Chú ý

Nếu bước 1 làm chưa tốt (chưa tẩy sạch được lớp ôxit trên bề mặt) thì tráng thiếc sẽ không dính.

Bước 3: Hàn nối

Đặt hai điểm cần hàn tiếp xúc với nhau, ấn đầu mỏ hàn sát vào cả hai vật cần hàn để gia nhiệt, rồi đưa thiếc hàn vào điểm cần hàn, thiếc hàn nóng chảy và bao phủ kín

điểm hàn sau đó nhấc mỏ hàn và dây thiếc hàn ra hai hướng khác nhau (nhấc thiếc hàn trước).

*** Một số điểm cần chú ý khi thao tác hàn**

- Nếu điểm hàn chưa đủ nóng, thiếc chưa chảy lỏng hoàn toàn thì mối hàn sẽ không tròn láng (không nhẵn bóng), không đảm bảo tiếp xúc tốt về điện và độ bền chắc về cơ.

- Để sửa một mối hàn, ta có thể dùng nhựa thông bằng cách ấn đầu mỏ hàn vào nhựa thông rồi ấn sát vào mối hàn cần sửa cho đến khi thiếc đã hàn nóng chảy lỏng hoàn toàn ta nhấc mỏ hàn ra.

- Khi hàn các linh kiện bán dẫn như điốt, tranzitor, ... nên dùng kẹp kim loại kẹp vào chân linh kiện để tản nhiệt, tránh làm hỏng linh kiện. Tùy từng điều kiện, từng vị trí, điểm hàn nên cách thân linh kiện ít nhất 1cm và sử dụng mỏ hàn có công suất nhỏ.

- Trong quá trình hàn, việc định vị các chân linh kiện sao cho chắc chắn là rất quan trọng. thông thường, với những linh kiện điện tử có từ hai chân trở lên, ban đầu ta không nhất thiết phải hàn ngay được bất cứ một chân nào trước mà nên gá sơ bộ một chân nào đó trước để định vị. Sau đó, hàn các chân khác cho được, cuối cùng hàn lại chân đã gá ban đầu.

- Không được để mỏ hàn tiếp xúc quá lâu vào điểm hàn và chân linh kiện vì nếu để quá lâu dễ làm bong mạch in và hỏng linh kiện.

- Trong khi thao tác hàn tuyệt đối không được vẩy mỏ hàn làm thiếc bắn ra gây nguy hiểm cho người và thiết bị.

BÀI 2

LINH KIỆN ĐIỆN TỬ

Mục tiêu:

- Phân biệt được các loại linh kiện điện tử cơ bản theo các đặc tính của linh kiện.
- Đọc đúng trị số, tra cứu được thông số kỹ thuật các linh kiện điện tử theo qui ước quốc tế.
- Đo kiểm tra được chất lượng linh kiện điện tử cơ bản.
- Sử dụng được bảng tra để xác định đặc tính kỹ thuật linh kiện theo nội dung bài đã học.
- Lắp được mạch thí nghiệm xác định đặc tính kỹ thuật của linh kiện.
- Kiểm tra đánh giá được chất lượng linh kiện bằng VOM/ DVOM trên cơ sở đặc tính của linh kiện.
- Thay thế, thay tương đương linh kiện điện tử theo yêu cầu kỹ thuật của mạch điện công tác.
- Rèn luyện tính chính xác, nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

Nội dung chính:

1. Điện trở.

1.1. Kí hiệu, phân loại, cấu tạo.

a/ Kí hiệu.



Hình dạng của điện trở trong thiết bị điện tử.



Ký hiệu của điện trở trên các sơ đồ nguyên lý.

Đơn vị của điện trở

- Đơn vị điện trở là Ω (Ohm) , $K\Omega$, $M\Omega$
- $1K\Omega = 1000\Omega$, $1M\Omega = 1000K\Omega = 1000.000\Omega$

b/ Phân loại.

- **Điện trở thường** : Điện trở thường là các điện trở có công suất nhỏ từ 0,125W đến 0,5W

- **Điện trở công suất** : Là các điện trở có công suất lớn hơn từ 1W, 2W, 5W, 10W.

- **Điện trở sứ, điện trở nhiệt** : Là cách gọi khác của các điện trở công suất, điện trở này có vỏ bọc sứ, khi hoạt động chúng tỏa nhiệt.

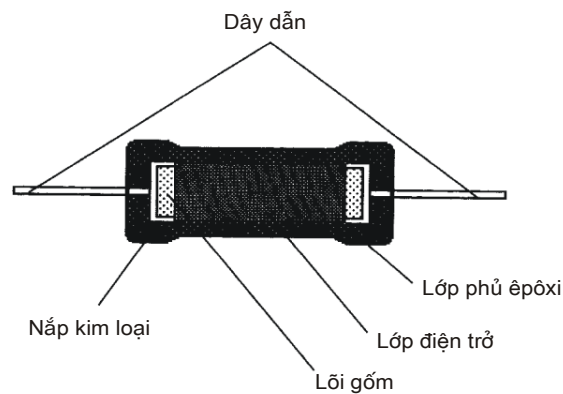
c/ Cấu tạo.

Tùy theo kết cấu của điện trở mà người ta phân loại:

- Điện trở hợp chất Cacbon: Điện trở có cấu tạo bằng bột Cacbon tán trộn với chất cách điện và keo kết dính rồi ép lại, nối thành từng thỏi hai đầu có dây dẫn ra để hàn. Loại điện trở này rẻ tiền, dễ làm nhưng có nhược điểm là không ổn định, độ chính xác thấp, mức độ tạp âm cao. Một đầu trên thân điện trở có những vạch màu hoặc có chấm màu. Đó là những quy định màu dùng để biểu thị trị số điện trở và cấp chính xác.

Các loại điện trở hợp chất bột than này có trị số từ 10 đến hàng chục Môm, công suất từ 1/4 W tới vài W.

- Điện trở màng Cacbon: Các điện trở màng Cacbon đã thay thế hầu hết các điện trở hợp chất Cacbon trong các mạch điện tử. Đáng lẽ lắp đầy các hợp chất Cacbon, điện trở màng Cacbon gồm một lớp chuẩn xác màng Cacbon bao quanh một ống phủ gốm mỏng. Độ dày của lớp màng bao này tạo nên trị số điện trở, màng càng dày, trị số điện trở càng nhỏ và ngược lại. Các dây dẫn kim loại được kết nối với các nắp ở cả hai đầu điện trở. Toàn bộ điện trở được bao bằng một lớp keo Êpôxi, hoặc bằng một lớp gốm. Các điện trở màng Cacbon có độ chính xác cao hơn các điện trở hợp chất Cacbon, vì lớp màng được láng một lớp Cacbon chính xác trong quá trình sản xuất. Loại điện trở này được dùng phổ biến trong các máy tăng âm, thu thanh, trị số từ 1 Ω tới vài chục Môm, công suất tiêu tán từ 1/8 W tới hàng chục W; có tính ổn định cao, tạp âm nhỏ, nhưng có nhược điểm là dễ vỡ.



Mặt cắt của điện trở màng cacbon.

- Điện trở dây quấn: Điện trở này gồm một ống hình trụ bằng gốm cách điện, trên đó quấn dây kim loại có điện trở suất cao, hệ số nhiệt nhỏ như Constantan, Mangani. Dây điện trở có thể tráng men, hoặc không tráng men và có thể quấn các vòng sát nhau hoặc quấn theo những rãnh trên thân ống. Ngoài cùng có thể phun một lớp men bóng và ở hai đầu có dây ra để hàn. Cũng có thể trên lớp men phủ ngoài có chừa ra một khoảng để có thể chuyển dịch một con chạy trên thân điện trở điều chỉnh trị số.

Do điện trở dây quấn gồm nhiều vòng dây nên có một trị số điện cảm. Để giảm thiểu điện cảm này, người ta thường quấn các vòng dây trên một lá cách điện dẹt hoặc quấn hai dây chập một đầu để cho hai vòng dây liền sát nhau có dòng điện chạy ngược chiều nhau.

Loại điện trở dây quấn có ưu điểm là bền, chính xác, chịu nhiệt cao do đó có công suất tiêu tán lớn và có mức tạp âm nhỏ. Tuy nhiên, điện trở loại này có giá thành cao.

- Điện trở màng kim loại: Điện trở màng kim loại được chế tạo theo cách kết lắng màng Niken-Crôm trên thân gốm chất lượng cao, có xẻ rãnh hình xoắn ốc, hai đầu được lắp dây nối và thân được phủ một lớp sơn. Điện trở màng kim loại ổn định hơn điện trở than nhưng giá thành đắt gấp khoảng 4 lần. Công suất danh định khoảng 1/10W trở lên. Phần nhiều người ta dùng loại điện trở màng kim loại với công suất danh định 1/2W trở lên, dung sai $\pm 1\%$ và điện áp cực đại 200V.

- Điện trở Ôxýt kim loại: Điện trở Ôxýt kim loại được chế tạo bằng cách kết lắng màng Ôxýt thiếc trên thanh thủy tinh đặc biệt. Loại điện trở này có độ ẩm rất cao, không bị hư hỏng do quá nóng và cũng không bị ảnh hưởng do ẩm ướt. Công suất danh định thường là 1/2W với dung sai

1.2. Cách đọc, đo và cách mắc điện trở.

a/ Cách đọc trị số điện trở.

*** Trị số tiêu chuẩn của điện trở.**

Trong mạch điện tùy theo nhu cầu thiết kế mà ta sử dụng điện trở có trị số khác nhau, tuy nhiên trong sản xuất người ta không thể chế tạo mọi trị số của điện trở. Thực tế thường điện trở chỉ được sản xuất với các trị số theo chuẩn sau (cùng với ước số và bội số của chúng).

BẢNG CÁC TRỊ SỐ TIÊU CHUẨN CỦA ĐIỆN TRỞ

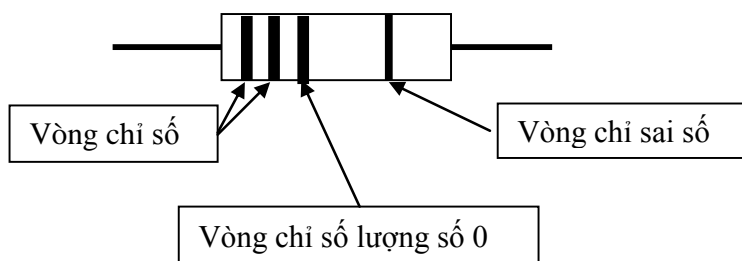
(đơn vị: Ω)

10	22	33	47	56	68	82
12	27	39				
15						
18						

Ví dụ: Người ta chỉ sản xuất các điện trở $0,1\Omega$, 1Ω , 10Ω , 100Ω , 12Ω , nhưng không sản xuất điện trở 11Ω .

*** Cách ghi trị số điện trở 4 vòng màu.**

Người ta ghi trị số điện trở 4 vòng màu bằng cách sơn các vòng màu lên thân điện trở. Căn cứ vào vị trí và màu sắc điện trở, người ta đọc được trị số điện trở.



BẢNG QUI ƯỚC MÃ MÀU ĐIỆN TRỞ

Qui ước màu	Đổi thành số	Số lượng số 0	Sai số
Đen	0	Không có	
Nâu	1	0 Một số 0	1%
Đỏ	2	00 Hai số 0	2%
Cam	3	000 Ba số 0	
Vàng	4	0.000 Bốn số 0	

Lục (xanh lá)	5	00.000	Năm số 0	
Lam(xanh dương)	6	000.000	Sáu số 0	
Tím	7	0.000.000	Bảy số 0	
Xám	8	00.000.000	Tám số 0	
Trắng	9	000.000.000	Chín số 0	
Nhũ vàng		x 0,1		5%
Nhũ bạc		x 0,01		10%

Chú ý: Với điện trở 4 vòng màu chỉ có hai loại sai số 5% (nhũ vàng), 10% (nhũ bạc).

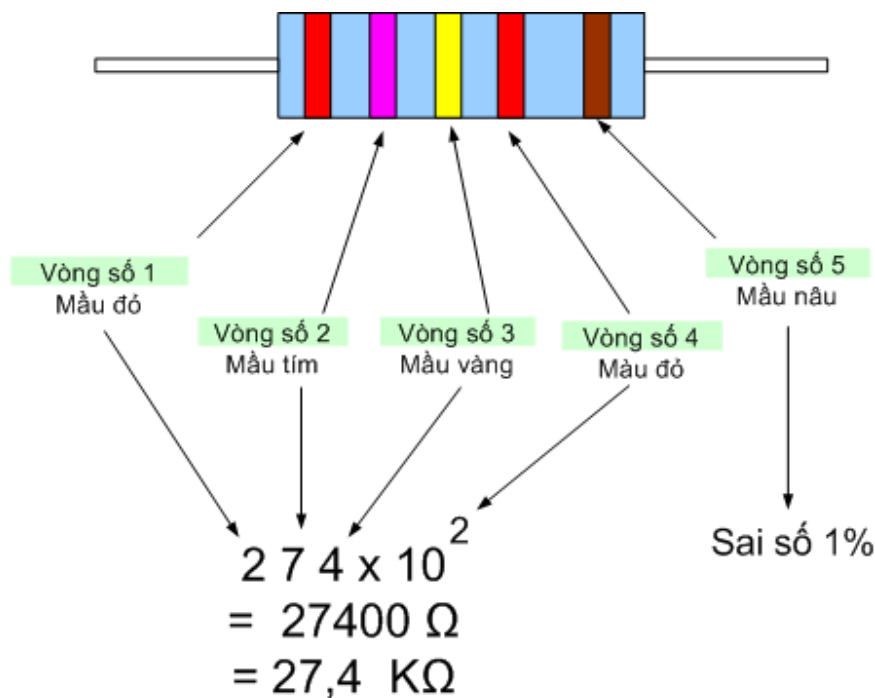
Ví dụ 1: Đọc trị số điện trở có vòng màu như sau:

- Nâu - đỏ - đen – nhũ vàng = 1-2- không có số 0- 5%. Đọc là: 12Ω sai số 5%.
- Cam - cam - đỏ - nhũ bạc = 3- 3- 00 - 10%. Đọc là: 3.300Ω ($3,3K\Omega$), sai số 10%.
- Nâu – đen – nhũ vàng – nhũ vàng = 1-0- x0,1- 5%. Đọc là: 1Ω , sai số 5%.

Ví dụ 2: Chọn điện trở 4 vòng màu có trị số như sau:

- 330Ω , sai số 5%. → cam – cam – nâu – nhũ vàng.
- $4,7\Omega$, sai số 5% → vàng – tím – nhũ vàng – nhũ vàng.
- $68K\Omega$, sai số 5% → lam – xám – cam – nhũ vàng.

*** Cách đọc trị số điện trở 5 vòng màu : (điện trở chính xác)**



- Vòng số 5 là vòng cuối cùng, là vòng ghi sai số, trừ 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 xa hơn một chút.

- Đối diện vòng cuối là vòng số 1

- 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^(mũ vòng 4)**

- Có thể tính vòng số 4 là số con số không "0" thêm vào

b/ Cách đo điện trở.

Để đo trị số điện trở ta thực hiện như sau :

- Chỉnh đồng hồ về các thang đo trở, nếu điện trở nhỏ thì để thang đo x1 hoặc x10 hoặc x100, nếu điện trở lớn thì để thang đo x1K hoặc x10K. => sau đó chập hai que đo và chỉnh kim đồng hồ về vị trí 0.

- Đặt que đo vào hai đầu điện trở, đọc trị số trên thang đo.

Giá trị đo được = chỉ số đọc được trên thang đo x thang đo

Ví dụ : nếu để thang x100 và chỉ số báo là 27 thì giá trị đo được = 100 x 27 = 2700 Ohm = 2,7 KOhm.

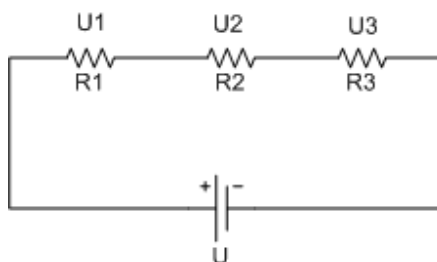
Chú ý:

- Nếu ta để thang đo quá cao thì kim chỉ lên một chút , như vậy đọc trị số sẽ không chính xác.

- Nếu ta để thang đo quá thấp , kim lên quá nhiều, và đọc trị số cũng không chính xác.

c/ Cách mắc điện trở.

- Mắc nối tiếp.



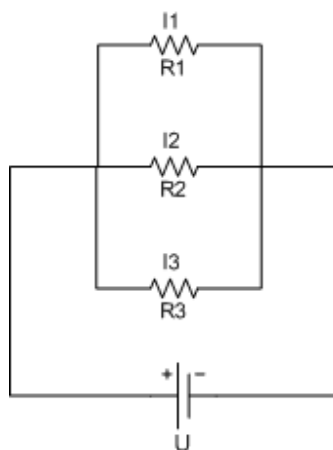
Điện trở mắc nối tiếp.

- Các điện trở mắc nối tiếp có giá trị tương đương bằng tổng các điện trở thành phần cộng lại. $R_{td} = R1 + R2 + R3$.

- Dòng điện chạy qua các điện trở mắc nối tiếp có giá trị bằng nhau và bằng I $I = (U1 / R1) = (U2 / R2) = (U3 / R3)$.

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

- Mắc song song.



Điện trở mắc song song

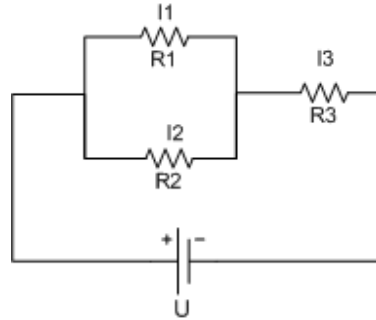
- Các điện trở mắc song song có giá trị tương đương R_{td} được tính bởi công thức $(1 / R_{td}) = (1 / R1) + (1 / R2) + (1 / R3)$

- Nếu mạch chỉ có 2 điện trở song song thì $R_{td} = R1.R2 / (R1 + R2)$

- Dòng điện chạy qua các điện trở mắc song song tỷ lệ nghịch với giá trị điện trở.
 $I_1 = (U / R_1)$, $I_2 = (U / R_2)$, $I_3 = (U / R_3)$

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

- **Mắc hỗn hợp**

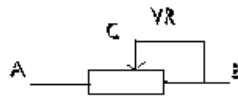


Điện trở mắc hỗn hợp.

- Mắc hỗn hợp các điện trở để tạo ra điện trở tối ưu hơn .
- 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 .

1.3. Các linh kiện khác cùng nhóm và ứng dụng.

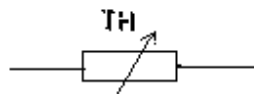
a/ Biến trở.



Ký hiệu biến trở

Con trượt C càng tiến về A thì giá trị điện trở càng bé và ngược lại con trượt C càng tiến về B thì giá trị điện trở càng lớn.

b/ Điện trở nhiệt.



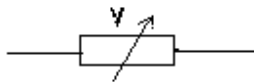
Ký hiệu điện trở nhiệt

Dưới tác dụng của nhiệt độ làm thay đổi giá trị của điện trở.

Có 2 loại điện trở nhiệt đó là điện trở nhiệt dương (khi nhiệt độ tăng lên thì giá trị điện trở cũng tăng), loại thứ 2 là điện trở nhiệt âm (khi nhiệt độ tăng giá trị điện trở giảm).

c/ Điện trở Varixto.

Còn gọi là điện trở Varicap tức là khi điện áp đặt vào 2 đầu của nó tăng lên thì làm giá trị điện trở giảm.



Ký hiệu điện trở Varixto

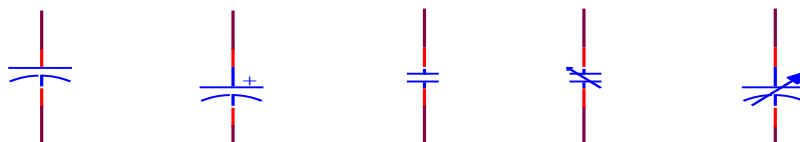
d/ Điện trở quang.

Giá trị điện trở thay đổi theo cường độ ánh sáng tức là khi cường độ ánh sáng tăng thì giá trị điện trở giảm.

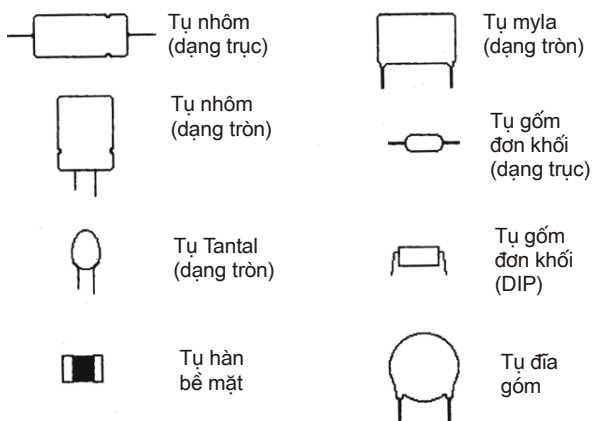
2. Tụ điện.

2.1. Kí hiệu, phân loại, cấu tạo.

a/ Kí hiệu.



Giới thiệu ký hiệu các dạng tụ điện thông dụng



Các dạng tụ điện thông dụng.

Đơn vị điện dung của tụ : Đơn vị là Fara (F) , 1Fara là rất lớn do đó trong thực tế thường dùng các đơn vị nhỏ hơn như MicroFara (μ F) , NanoFara (nF), PicoFara (pF).

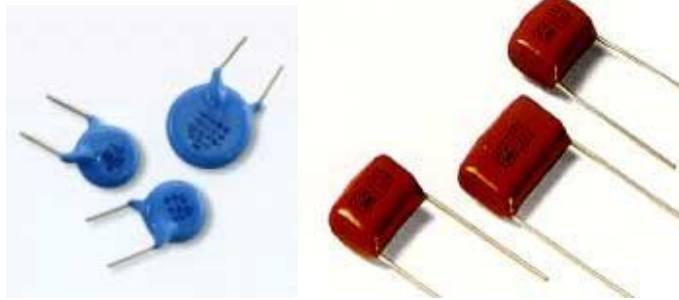
- 1 Fara = 1.000 μ Fara = 1.000.000 n F = 1.000.000.000 p F
- 1 μ Fara = 1.000 n Fara
- 1 n Fara = 1.000 p Fara

*** Ký hiệu :** Tụ điện có ký hiệu là C (Capacitor)

b/ Phân loại.

- **Tụ giấy, Tụ gốm, Tụ mica. (Tụ không phân cực)**

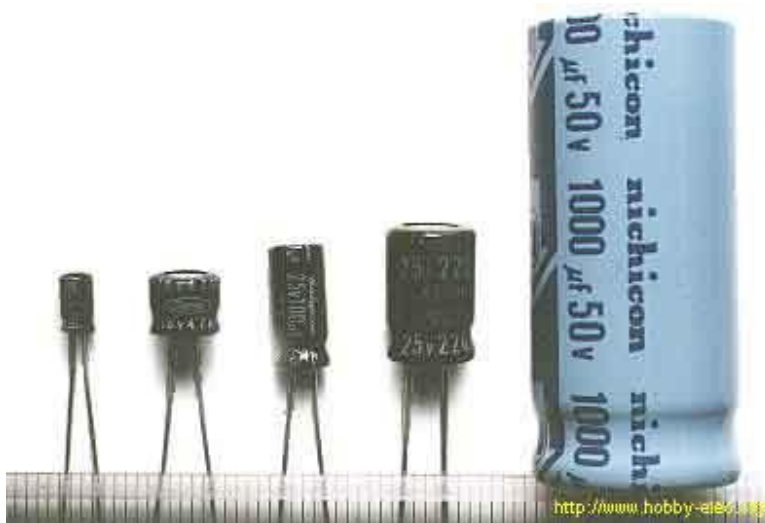
Các loại tụ này không phân biệt âm dương và thường có điện dung nhỏ từ $0,47 \mu\text{F}$ trở xuống, các tụ này thường được sử dụng trong các mạch điện có tần số cao hoặc mạch lọc nhiễu.



Tụ gốm - là tụ không phân cực.

Tụ hoá (Tụ có phân cực).

Tụ hoá là tụ có phân cực âm dương, tụ hoá có trị số lớn hơn và giá trị từ $0,47 \mu\text{F}$ đến khoảng $4.700 \mu\text{F}$, tụ hoá thường được sử dụng trong các mạch có tần số thấp hoặc dùng để lọc nguồn, tụ hoá luôn luôn có hình trụ..



Tụ hoá - Là tụ có phân cực âm dương.

- **Tụ xoay.**

Tụ xoay là tụ có thể xoay để thay đổi giá trị điện dung, tụ này thường được lắp trong Radio để thay đổi tần số cộng hưởng khi ta dò đài.

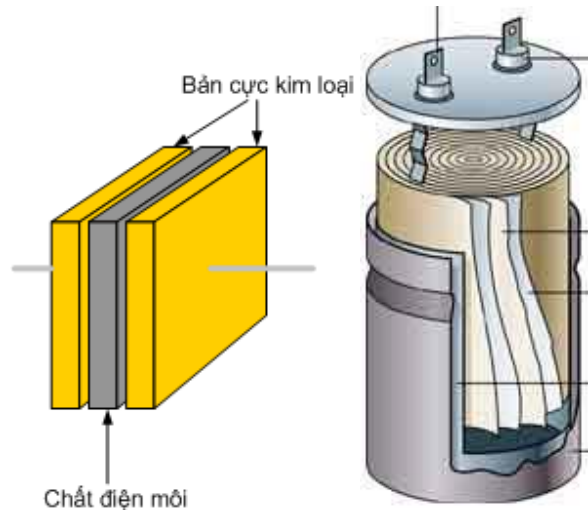


Tụ xoay sử dụng trong Radio

c/ Cấu tạo.

Cấu tạo của tụ điện gồm hai bản cực đặt song song, ở giữa có một lớp cách điện gọi là điện môi.

Người ta thường dùng giấy, gốm, mica, giấy tẩm hoá chất làm chất điện môi và tụ điện cũng được phân loại theo tên gọi của các chất điện môi này như Tụ giấy, Tụ gốm, Tụ hoá.



Cấu tạo tụ gốm, cấu tạo tụ hoá

2.2. Cách đọc, đo và cách mắc tụ điện.

a/ Đọc trị số tụ điện.

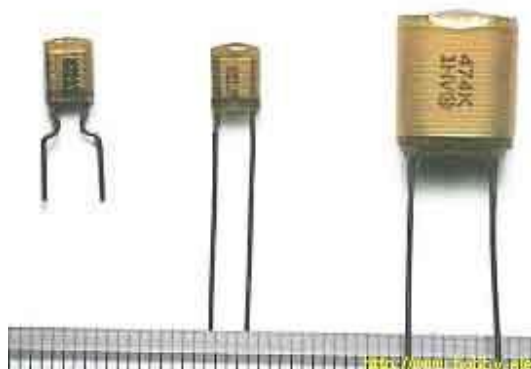
Với tụ hoá : Giá trị điện dung của tụ hoá được ghi trực tiếp trên thân tụ

Tụ hoá là tụ có phân cực (-) , (+) và luôn luôn có hình trụ .



Tụ hoá ghi điện dung là $185 \mu\text{F} / 320 \text{ V}$

*** Với tụ giấy , tụ gốm :** Tụ giấy và tụ gốm có trị số ghi bằng ký hiệu



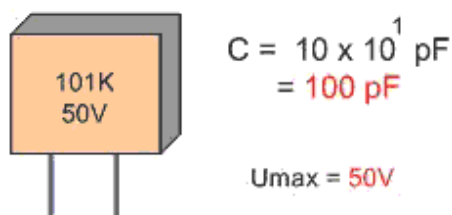
Tụ gốm ghi trị số bằng ký hiệu.

Cách đọc: Lấy hai chữ số đầu nhân với $10^{(\text{Mũ số thứ 3})}$

Ví dụ: tụ gốm bên phải hình ảnh trên ghi 474K nghĩa là: Giá trị $= 47 \times 10^4 = 470000 \text{ pF}$
 $= 470 \text{ n Fara} = 0,47 \mu\text{F}$.

Chữ K hoặc J ở cuối là chỉ sai số 5% hay 10% của tụ điện .

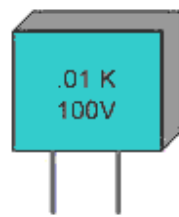
*** Thực hành đọc trị số của tụ điện.**



Cách đọc trị số tụ giấy và tụ gốm.

Chú ý : chữ K là sai số của tụ, 50V là điện áp cực đại mà tụ chịu được.

* Tụ giấy và tụ gốm còn có một cách ghi trị số khác là ghi theo số thập phân và lấy đơn vị là MicroFara



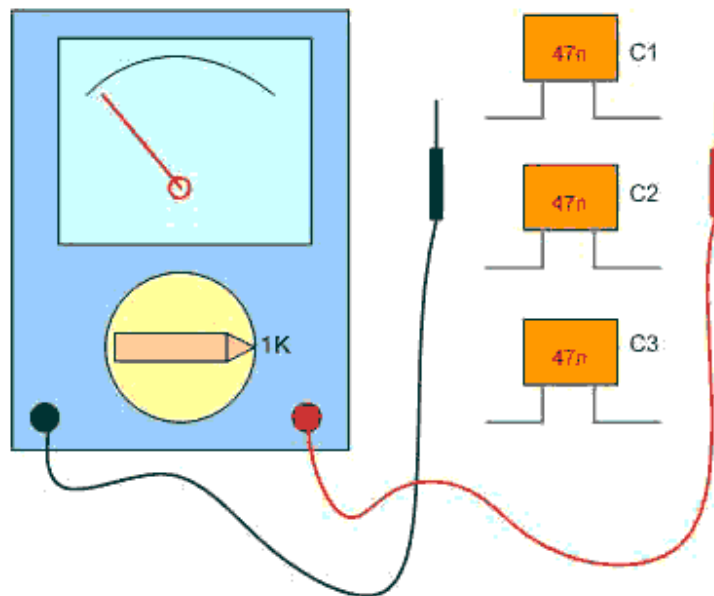
$$C = 0,01 \mu F \\ = 10 \text{ nF}$$

$$U_{\max} = 100V$$

Một cách ghi trị số khác của tụ giấy và tụ gốm.

b/ Đo kiểm tra tụ giấy và tụ gốm.

Tụ giấy và tụ gốm thường hỏng ở dạng bị rò rỉ hoặc bị chập, để phát hiện tụ rò rỉ hoặc bị chập ta quan sát hình ảnh sau đây .



Đo kiểm tra tụ giấy hoặc tụ gốm .

Ở hình ảnh trên là phép đo kiểm tra tụ gốm, có ba tụ C1 , C2 và C3 có điện dung bằng nhau, trong đó C1 là tụ tốt, C2 là tụ bị rò và C3 là tụ bị chập.

Khi đo tụ C1 (Tụ tốt) kim phóng lên 1 chút rồi trở về vị trí cũ. (Lưu ý các tụ nhỏ quá $< 1\text{nF}$ thì kim sẽ không phóng nạp).

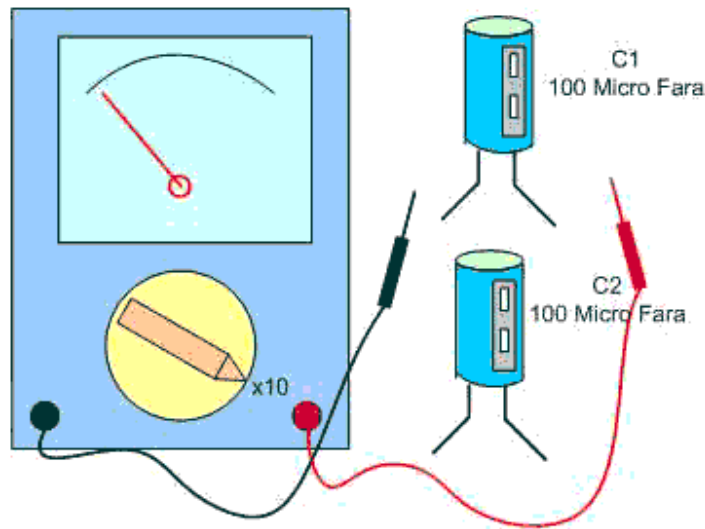
Khi đo tụ C2 (Tụ bị rò) ta thấy kim lên lưng chừng thang đo và dừng lại không trở về vị trí cũ.

Khi đo tụ C3 (Tụ bị chập) ta thấy kim lên $= 0 \Omega$ và không trở về.

Lưu ý: Khi đo kiểm tra tụ giấy hoặc tụ gốm ta phải để đồng hồ ở thang $\times 1\text{K}\Omega$ hoặc $\times 10\text{K}\Omega$, và phải đảo chiều kim đồng hồ vài lần khi đo.

Đo kiểm tra tụ hoá

Tụ hoá ít khi bị rò hay bị chập như tụ giấy, nhưng chúng lại hay hỏng ở dạng bị khô (khô hoá chất bên trong lớp điện môi) làm điện dung của tụ bị giảm , để kiểm tra tụ hoá , ta thường so sánh độ phóng nạp của tụ với một tụ còn tốt có cùng điện dung, hình ảnh dưới đây minh hoạ các bước kiểm tra tụ hoá.



Đo kiểm tra tụ hoá

Để kiểm tra tụ hoá C2 có trị số $100\mu\text{F}$ có bị giảm điện dung hay không, ta dùng tụ C1 còn mới có cùng điện dung và đo so sánh.

Để đồng hồ ở thang từ $\times 1\Omega$ đến $\times 100\Omega$ (điện dung càng lớn thì đề thang càng thấp).

Đo vào hai tụ và so sánh độ phóng nạp , khi đo ta đảo chiều que đo vài lần.

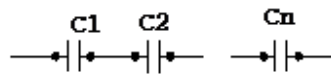
Nếu hai tụ phóng nạp bằng nhau là tụ cần kiểm tra còn tốt, ở trên ta thấy tụ C2 phóng nạp kém hơn do đó tụ C2 ở trên đã bị khô.

Trường hợp kim lên mà không trở về là tụ bị rò.

Chú ý : Nếu kiểm tra tụ điện trực tiếp ở trên mạch , ta cần phải hút rỗng một chân tụ khỏi mạch in, sau đó kiểm tra như trên.

c/ Cách mắc tụ điện: Trong thực tế cách mắc tụ điện thường ít khi được sử dụng, do công dụng của chúng trên mạch điện thông thường dùng để lọc hoặc liên lạc tín hiệu nên sai số cho phép lớn. Do đó người ta có thể lấy gần đúng mà không ảnh hưởng gì đến mạch điện. Trong các trường hợp đòi hỏi độ chính xác cao như các mạch dao động, các mạch điều chỉnh...người ta mới sử dụng cách mắc theo yêu cầu cho chính xác.

Mạch mắc nối tiếp như hình vẽ:



Mạch tụ điện mắc nối tiếp

Công thức tính: $\frac{1}{C_{td}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$

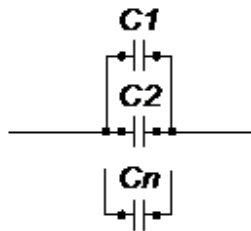
C_{td} : Điện dung tương đương của mạch điện.

Cũng giống như điện trở giá trị của tụ điện được sản xuất theo bảng 2.1. Trong mạch mắc song song điện dung tương đương của mạch điện luôn nhỏ hơn hoặc bằng điện dung nhỏ nhất mắc trên mạch.

Ví dụ: Cho tụ hai tụ điện mắc nối tiếp với $C_1 = 1\mu F$, $C_2 = 2,2\mu F$ tính điện trở tương đương của mạch điện.

Giải: Từ công thức tính ta có: $C_{td} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{1 \times 2,2}{1 + 2,2} = 0,6875\mu F$

Mạch mắc song song:



Mạch tụ điện mắc song song

Công thức tính: $C_{td} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

C_{td} : Điện dung tương đương của mạch điện.

Ví dụ: Tính điện dung tương đương của hai tụ điện mắc nối tiếp, với $C_1 = 3,3\mu F$; $C_2 = 4,7\mu F$.

Giải: Từ công thức ta có: $C_{td} = C_1 + C_2 = 3,3 + 4,7 = 8\mu F$

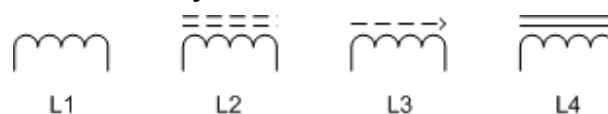
3.3. Các linh kiện khác cùng nhóm và ứng dụng.

3. Cuộn cảm.

3.1. Kí hiệu, cấu tạo, phân loại.

a/ Kí hiệu, phân loại.

Trong mạch điện cuộn cảm được ký hiệu như sau :



Ký hiệu cuộn dây trên sơ đồ :

L1 là cuộn dây lõi không khí, L2 là cuộn dây lõi ferit, L3 là cuộn dây có lõi chỉnh, L4 là cuộn dây lõi thép kỹ thuật.

Các ký hiệu của cuộn cảm.

Ngoài cách ký hiệu như trên cuộn cảm có thể được ký tự như T hay L.

b/ Cấu tạo.

Theo cấu tạo, cuộn cảm gồm có các loại:

- Cuộn cảm không có lõi là cuộn cảm được quấn trên một ống cách điện, có ít số vòng dây thích ứng với tần số cao.
- Cuộn cảm được quấn trên lõi bằng sứ, cũng dùng cho tần số cao, loại này dùng sứ là chất điện môi tốt, tiêu hao ít nên có hệ số phẩm chất cao.
- Cuộn cảm được quấn nhiều vòng, nhiều lớp, dùng cho tần số thấp hơn.
- Để tăng trị số điện cảm người ta thường quấn nhiều vòng dây trên lõi có độ từ thẩm lớn.



3.2. Cách đọc, đo và cách mắc cuộn cảm.

a/ Cách đọc trị số: cách đọc giống như tụ điện, đơn vị tính là mH.

b/ Cách đo: với cuộn cảm có hệ số tự cảm lớn cách đo giống như đo tụ điện.

3.3. Các linh kiện khác cùng nhóm và ứng dụng.

4. Điốt bán dẫn.

4.1. Điốt chỉnh lưu.

4.1.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc.

Điốt chỉnh lưu gồm hai bán dẫn loại P và loại N tiếp giáp nhau. Đầu bán dẫn P là cực dương, đầu bán dẫn N là cực âm. Điốt tiếp mặt có nhiều cỡ to nhỏ, hình thức khác nhau. Do diện tiếp xúc lớn, nên dòng điện cho phép đi qua có thể lớn hàng trăm miliampe đến hàng chục Ampe, điện áp ngược có thể từ hàng trăm đến hàng ngàn vôn. Nhưng điện dung giữa các cực lớn tới hàng chục picôFara trở lên, nên chỉ dùng được ở tần số thấp để nắn điện.

Ký hiệu của điốt chỉnh lưu :



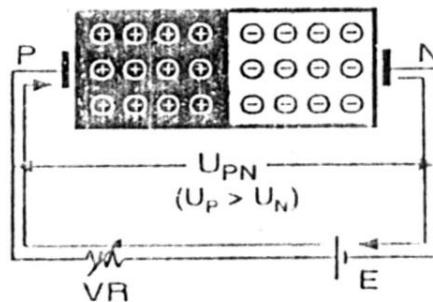
Nguyên lý làm việc của điốt chỉnh lưu.

Khi ghép hai loại bán dẫn P và N với nhau thì điện tử thừa của N chạy sang P và các lỗ trống của bán dẫn P chạy sang N. Chúng gặp nhau ở vùng tiếp giáp, tái hợp với nhau và trở nên trung hoà về điện.

Ở vùng tiếp giáp về phía bán dẫn P, do mất lỗ trống nên chỉ còn lại những ion âm. Vì vậy, ở vùng đó có điện tích âm. Ở vùng tiếp giáp về phía bán dẫn N, do mất điện tử thừa, nên chỉ còn lại những ion dương. Vì vậy ở vùng đó có điện tích dương, do đó, hình thành điện dung ở mặt tiếp giáp. Đến đây, sự khuếch tán qua lại giữa P và N dừng lại. Vùng tiếp giáp đã trở thành một bức rào ngăn không cho lỗ trống từ P chạy qua N và điện tử N chạy qua P. Riêng các hạt mang điện tích thiểu số là các điện tử trong bán dẫn P và các lỗ trống trong bán dẫn N là có thể vượt qua tiếp giáp, vì chúng không bị ảnh hưởng của bức xạ hàng rào ngăn, mà chỉ phụ thuộc nhiệt độ. Trong bán dẫn P, các điện tích đa số là các lỗ trống, còn trong bán dẫn N là các điện tử thừa.

Bây giờ ta xét sự vận chuyển động của các phần tử mang điện khi phân cực cho Điốt.

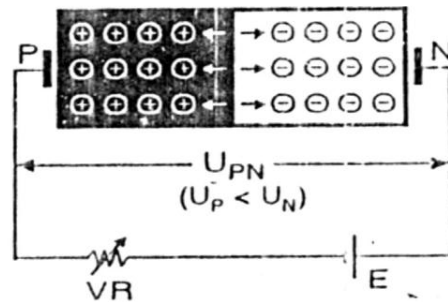
+ Phân cực thuận được trình bày



Phân cực thuận cho điốt chỉnh lưu

Do tác dụng của điện trường E, các điện tử thừa trong N chạy ngược chiều điện trường vượt qua tiếp giáp sang P, để tái hợp với các lỗ trống trong P chạy về phía tiếp giáp. Điện tử tự do từ âm nguồn sẽ chạy về bán dẫn N để thay thế, tạo nên dòng thuận có chiều ngược lại. Dòng thuận tăng theo điện áp phân cực. Ngoài ra, phải kể đến sự tham gia vào dòng thuận của các điện tử trong cặp điện tử - lỗ trống. Khi nhiệt độ tăng lên thì thành phần này tăng, làm cho dòng thuận tăng lên.

+ Phân cực ngược được trình bày



Phân cực ngược cho Điốt chỉnh lưu.

Do tác động của điện trường E các điện tử thừa trong N và các lỗ trống trong P đều di chuyển về hai đầu mà không vượt qua được tiếp giáp, nên không tạo nên được dòng điện. Chỉ còn một số điện tích thiểu số là những lỗ trống trong vùng bán dẫn N và các điện tử trong vùng bán dẫn P (của cặp điện tử - lỗ trống) mới có khả năng vượt qua tiếp giáp. Chúng tái hợp với nhau. Do đó có một dòng điện tử rất nhỏ từ cực âm nguồn chạy tới để thay thế các điện tử trong P chạy về phía N và tạo nên dòng điện ngược rất nhỏ theo chiều ngược lại. Gọi là dòng ngược vì nó chạy từ bán dẫn âm (N) sang bán dẫn dương (P). Dòng ngược này phụ thuộc vào nhiệt độ và hầu như không phụ thuộc điện áp phân cực. Đến khi điện áp phân cực ngược tăng quá lớn thì tiếp giáp bị đánh thủng và dòng ngược tăng vọt lên.

4.1.2. Các thông số kỹ thuật chính.

Có hai thông số kỹ thuật chính cần quan tâm là:

- Dòng điện thuận qua điốt không được lớn hơn giá trị tối đa cho phép (do nhà sản xuất cung cấp, có thể tra cứu trong các tài liệu của hãng sản xuất để xác định).
- Điện áp phân cực ngược (tức UKA) không được lớn hơn VBR (ngưỡng đánh thủng của điốt, cũng do nhà sản xuất cung cấp).

Ví dụ: Điốt 1N4007 có thông số kỹ thuật do hãng sản xuất cung cấp như sau: $VBR=1000V$, $IF_{MAX} = 1A$, $V_F = 1.1V$ khi $IF = IF_{MAX}$. Những thông số trên cho biết:

- Dòng điện thuận qua điốt không được lớn hơn 1A.
- Điện áp ngược cực đại đặt lên điốt không được lớn hơn 1000V.

- Điện áp thuận (tức UAK) có thể tăng đến 1.1V nếu dòng điện thuận bằng 1A. Cũng cần lưu ý rằng đối với các điốt chỉnh lưu nói chung thì khi $U_{AK} = 0.6V$ thì điốt đã bắt đầu dẫn điện và khi $U_{AK} = 0.7V$ thì dòng qua điốt đã đạt đến vài chục mA.

4.1.3. Ứng dụng.

Điốt chỉnh lưu chủ yếu được dùng trong mạch nắn điện (chỉnh lưu).

4.2. Điốt zener.

4.2.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc.

- *Cấu tạo*: Điốt Zener có cấu tạo giống như các loại điốt khác nhưng các chất bán dẫn được pha tỉ lệ tạp chất cao hơn để có dòng điện rỉ lớn. Thông thường hiện nay trong kỹ thuật người ta sản xuất chủ yếu là Điốt Silic.

- *Kí hiệu*:



Ký hiệu của điốt Zener

- *Nguyên lý làm việc*:

Trạng thái phân cực thuận điốt Zener có đặc tính giống như điốt nắn điện thông thường.

Trạng thái phân cực ngược do pha tạp chất với tỉ lệ cao nên dòng rỉ lớn và điện áp ngược thấp, điện áp đó gọi là điện áp Zener (V_z). Khi phân cực ngược đến trị số V_z thì dòng qua điốt tăng mà điện áp không tăng.

4.2.2. Các thông số kỹ thuật chính.

- Điện áp làm việc V_z .
- Dòng điện làm việc I_z .
- Dòng điện tối đa cho phép I_{zmax} .
- Công suất tổn hao $P_z = V_z \cdot I_{zmax}$.

4.2.3. Ứng dụng.

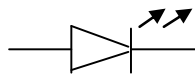
Chủ yếu dùng trong mạch ổn áp, mạch tạo điện áp chuẩn, mạch xén....

4.3. Điốt phát quang (LED).

4.3.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc.

Điốt phát quang là điốt phát ra ánh sáng khi nó được phân cực thuận.

- *Kí hiệu:*



Ký hiệu của LED.

- *Tính chất:* Led có điện áp phân cực thuận cao hơn Điốt nắn điện nhưng điện áp phân cực ngược cực đại thường không cao khoảng 1,4 - 2,8V. Dòng điện khoảng 5mA - 20mA.

4.3.2. Các thông số kỹ thuật chính.

- Điện áp phân cực thuận: phụ thuộc vào màu sắc led.

- Dòng điện làm việc: 5mA – 10mA.

4.3.3. Ứng dụng.

Thường được dùng trong các mạch báo hiệu, chỉ thị trạng thái của mạch (báo nguồn, chỉ báo âm lượng...).

4.4. Một số loại điốt bán dẫn khác.

2.5. Tranzito lưỡng cực (BJT).

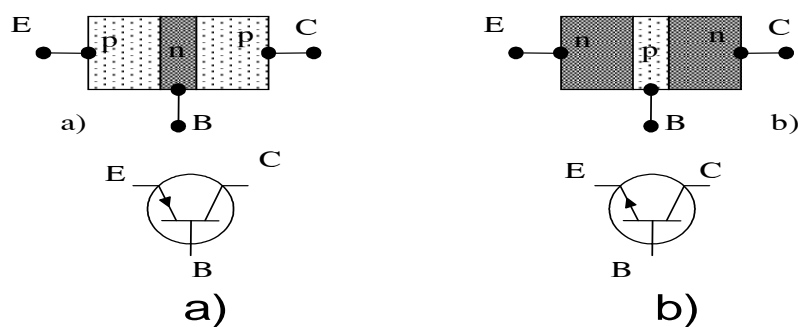
2.5.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc.

a/ Cấu tạo, ký hiệu quy ước

Nếu trên một đế bán dẫn ta tạo ra hai mặt ghép n-p liên tiếp nhau thì ta có một tranzito lưỡng cực (bipolar) hay đơn giản quen gọi là tranzito.

Tranzito có khả năng khuếch đại tín hiệu, tranzito đóng vai trò rất quan trọng trong các mạch điện tử nên ta cần nghiên cứu tỉ mỉ nguyên lý làm việc và các thông số của nó.

Tranzito có hai mặt ghép n-p cấu tạo từ ba lớp bán dẫn tạp khác tính nên nó có thể là p-n-p hoặc n-p-n. Loại tranzito p-n-p có cấu trúc và ký hiệu như ở hình a gọi là tranzito thuận, loại n-p-n hình b gọi là tranzito ngược.



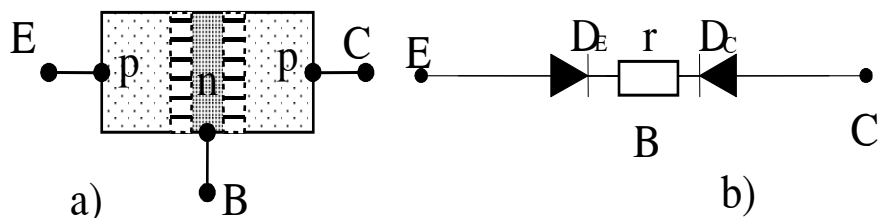
Cấu tạo và ký hiệu

a) Của tranzisto thuận ; b) Của tranzisto ngược

Hai loại tranzisto này có cấu tạo khác nhau nhưng nguyên lý làm việc tương tự nhau. Sự khác nhau ở đây là phân cực nguồn cho hai loại tranzisto này ngược tính nhau. Vì vậy chỉ cần xét nguyên lý làm việc của một loại là có thể suy ra loại kia. Ví dụ ta xét cấu tạo và nguyên lý làm việc của tranzisto thuận p-n-p.

Cấu tạo của một tranzisto trình bày trên hình a. Miền bán dẫn p thứ nhất gọi là cực phát E - cực Emitter, đó là miền có nồng độ tạp chất lớn, tức là nồng độ lỗ trống lớn để phát ra lỗ trống. Miền thứ hai là miền n gọi là miền cực gốc B hay cực bazơ. Miền này vừa mỏng (cỡ vài μm) lại vừa nghèo điện tử (nồng độ tạp chất nhỏ). Miền thứ ba là miền cực góp hay cực collector hay cực C có nồng độ tạp chất trung bình.

Cả ba miền cực đều có chân để nối ra ngoài để hàn vào mạch. Mặt ghép n-p giữa E và B gọi là mặt ghép Emitter, mặt ghép n-p giữa C và B gọi là mặt ghép collector. Như vậy về mặt cấu trúc có thể coi tranzisto lưỡng cực như hai điôt mắc nối tiếp nhau qua điện trở khối r_B của miền cực B. Tuy nhiên không thể dùng 2 điôt mắc nối tiếp nhau để được 1 tranzisto vì trong tranzisto do cấu tạo như trên nên hai điôt (hai mặt ghép) có tác dụng tương hỗ với nhau qua miền bazơ. Hiệu ứng “tranzit” chỉ xảy ra khi khoảng cách giữa hai mặt ghép nhỏ hơn nhiều so với độ dài khuếch tán của hạt dẫn.



a) Cấu tạo,

b) Các mặt ghép của tranzisto

b. Nguyên lý hoạt động.

Trong ứng dụng thông thường (khuếch đại), nối phát nền phải được phân cực thuận trong lúc nối thu nền phải được phân cực nghịch.

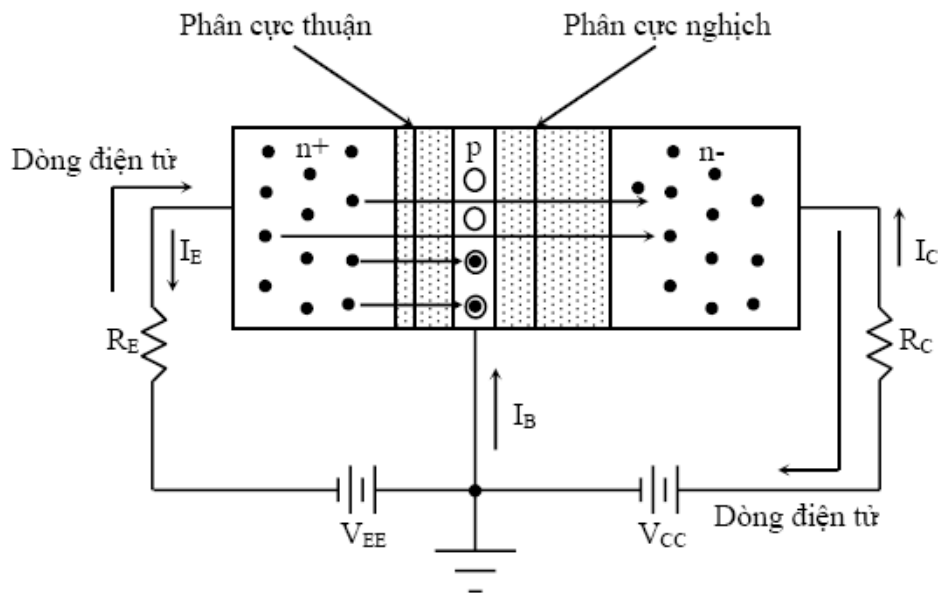
Vì nối phát nền được phân cực thuận nên vùng hiếm hẹp lại. Nối thu nền được phân cực nghịch nên vùng hiếm rộng ra.

Nhiều điện tử từ cực âm của nguồn V_{EE} đi vào vùng phát và khuếch tán sang vùng nền. Như ta đã biết, vùng nền được pha tạp chất ít và rất hẹp nên số lỗ trống không nhiều, do đó lượng trống khuếch tán sang vùng phát không đáng kể.

Mạch phân cực như sau:

Do vùng nền hẹp và ít lỗ trống nên chỉ có một ít điện tử khuếch tán từ vùng phát qua tái hợp với lỗ trống của vùng nền. Hầu hết các điện tử này khuếch tán thẳng qua vùng thu và bị hút về cực dương của nguồn V_{CC} .

Các điện tử tự do của vùng phát như vậy tạo nên dòng điện cực phát I_E chạy từ cực phát E. Các điện tử từ vùng thu chạy về cực dương của nguồn V_{CC} tạo ra dòng điện thu I_C chạy vào vùng thu. Mặt khác, một số ít điện tử là hạt điện thiếu số c a vùng nền chạy về cực dương của nguồn V_{EE} tạo nên dòng điện I_B rất nhỏ chạy vào cực nền B.



Mạch phân cực cho Tranzitor

Như vậy, theo định luật Kirchhoff, dòng điện I_E là tổng của các dòng điện I_C và I_B .

Ta có: $I_E = I_C + I_B$

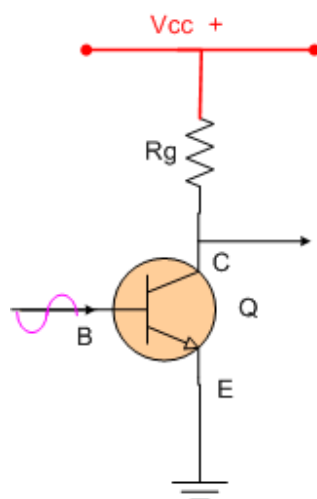
Dòng I_B rất nhỏ (hàng micro ampe) nên ta có thể coi như: $I_E \approx I_C$.

2.5.2. Các thông số kỹ thuật chính.

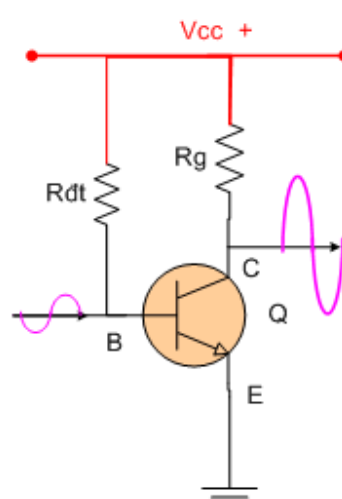
- **Dòng điện cực đại** : Là dòng điện giới hạn của transistor, vượt qua dòng giới hạn này Transistor sẽ bị hỏng.
- **Điện áp cực đại** : Là điện áp giới hạn của transistor đặt vào cực CE , vượt qua điện áp giới hạn này Transistor sẽ bị đánh thủng.
- **Tần số cắt** : Là tần số giới hạn mà Transistor làm việc bình thường, vượt quá tần số này thì độ khuếch đại của Transistor bị giảm.
- **Hệ số khuếch đại** : Là tỷ lệ biến đổi của dòng I_{CE} lớn gấp bao nhiêu lần dòng I_{BE}
- **Công suất cực đại** : Khi hoạt động Transistor tiêu tán một công suất $P = U_{CE} \cdot I_{CE}$ nếu công suất này vượt quá công suất cực đại của Transistor thì Transistor sẽ bị hỏng.

2.5.3. Phân cực (định thiên) cho transistor lưỡng cực.

Định thiên : là cấp một nguồn điện vào chân B (qua trở định thiên) để đặt Transistor vào trạng thái sẵn sàng hoạt động, sẵn sàng khuếch đại các tín hiệu cho dù rất nhỏ.



Transistor không định thiên



Transistor có định thiên

* **Tại sao phải định thiên cho Transistor nó mới sẵn sàng hoạt động ?** : Để hiểu được điều này ta hãy xét hai sơ đồ trên :

- Ở trên là hai mạch sử dụng transistor để khuếch đại tín hiệu, một mạch chân B không được định thiên và một mạch chân B được định thiên thông qua R_{dt} .
- Các nguồn tín hiệu đưa vào khuếch đại thường có biên độ rất nhỏ (từ 0,05V đến 0,5V) khi đưa vào chân B (đèn chưa có định thiên) các tín hiệu này không đủ để tạo ra dòng I_{BE} (đặc điểm mỗi P-N phai có

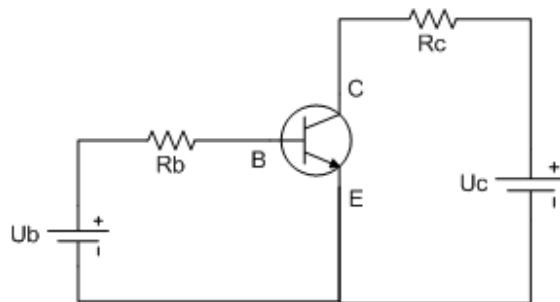
0,6V mới có dòng chạy qua) \Rightarrow vì vậy cũng không có dòng $I_{CE} \Rightarrow$ sụt áp trên $R_g = 0V$ và điện áp ra chân C = V_{cc} .

- Ở sơ đồ thứ 2 , Transistor có R_{dt} định thiên \Rightarrow có dòng I_{BE} , khi đưa tín hiệu nhỏ vào chân B \Rightarrow làm cho dòng I_{BE} tăng hoặc giảm \Rightarrow dòng I_{CE} cũng tăng hoặc giảm , sụt áp trên R_g cũng thay đổi \Rightarrow và kết quả đầu ra ta thu được một tín hiệu tương tự đầu vào nhưng có biên độ lớn hơn.

\Rightarrow **Kết luận** : Định thiên (hay phân cực) nghĩa là tạo một dòng điện I_{BE} ban đầu, một sụt áp trên R_g ban đầu để khi có một nguồn tín hiệu yếu đi vào cực B , dòng I_{BE} sẽ tăng hoặc giảm \Rightarrow dòng I_{CE} cũng tăng hoặc giảm \Rightarrow dẫn đến sụt áp trên R_g cũng tăng hoặc giảm \Rightarrow và sụt áp này chính là tín hiệu ta cần lấy ra .

* **Một số mạch định thiên khác .**

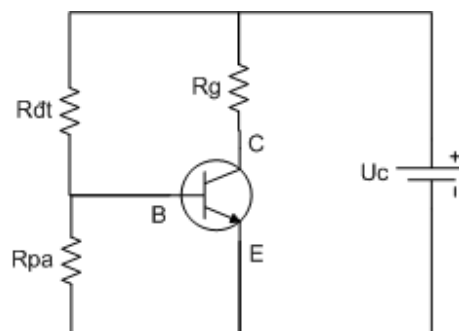
- **Mạch định thiên dùng hai nguồn điện khác nhau .**



Mạch định thiên dùng hai nguồn điện khác nhau

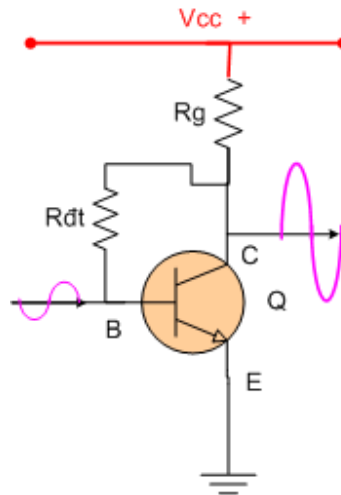
- **Mạch định thiên có điện trở phân áp**

Để có thể khuếch đại được nhiều nguồn tín hiệu mạnh yếu khác nhau, thì mạch định thiên thường sử dụng thêm điện trở phân áp R_{pa} đấu từ B xuống mass.



Mạch định thiên có điện trở phân áp R_{pa}

- **Mạch định thiên có hồi tiếp:** Là mạch có điện trở định thiên đầu từ đầu ra (cực C) đến đầu vào (cực B) mạch này có tác dụng tăng độ ổn định cho mạch khuếch đại khi hoạt động.



Mạch định thiên có hồi tiếp

2.5.4. Các chế độ làm việc của transistor (ngưng dẫn, bão hòa, khuếch đại).

+ Chế độ ngắt (ngưng dẫn): Cung cấp nguồn điện sao cho hai tiếp xúc P-N đều phân cực ngược. Tranzito có điện trở rất lớn và chỉ có một dòng điện rất nhỏ chạy qua nên tranzito coi như không dẫn điện.

+ Chế độ dẫn bão hòa: Cung cấp nguồn điện sao cho cả hai tiếp xúc P-N đều phân cực thuận. Tranzito có điện trở rất nhỏ và dòng điện qua nó là khá lớn.

Ở chế độ ngắt và chế độ dẫn bão hòa, tranzito làm việc như một phần tử tuyến tính trong mạch điện. Ở chế độ này tranzito như một khóa điện tử và nó được sử dụng trong các mạch xung, các mạch số.

+ Chế độ tích cực (khuếch đại): Ta cấp nguồn điện sao cho tiếp xúc phát TE phân cực thuận, và tiếp xúc góp TC phân cực ngược. Ở chế độ tích cực, tranzito làm việc với quá trình biến đổi tín hiệu dòng điện, điện áp, hay công suất và nó có khả năng tạo dao động, khuếch đại tín hiệu,... Đây là chế độ thông dụng của tranzito trong các mạch điện tử tương tự.

2.5.5. Ảnh hưởng nhiệt độ đối với T, biện pháp ổn định nhiệt.

- Khi nhiệt độ tăng, các dòng điện rỉ của cực thu (I_{CBO} , I_{CEO} , I_{CES}) đều tăng.
- Khi nhiệt độ tăng, các độ lợi điện thế α_{DC} , β_{DC} cũng tăng.
- Khi nhiệt độ tăng, điện thế phân cực thuận (điện thế ngưỡng) nối nền phát V_{BE} giảm. Thông thường, V_{BE} giảm 2,2mV khi nhiệt độ tăng 1°C .

- Dòng điện rỉ I_{CBO} tăng gấp đôi khi nhiệt độ tăng 8°C trong transistor Si.

* Biện pháp ổn định nhiệt.

- Dùng điện trở R_e .

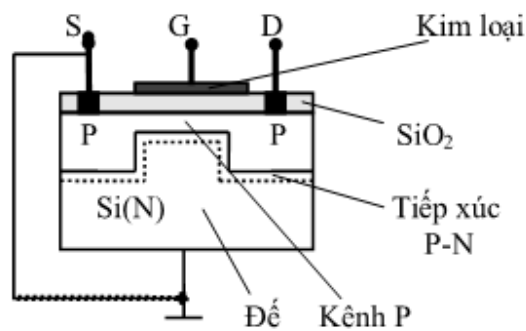
- Dùng điện trở R_b hồi tiếp từ cực C.

- Dùng cầu phân áp có điện trở nhiệt.

2.6. Tranzito trường.

2.6.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc.

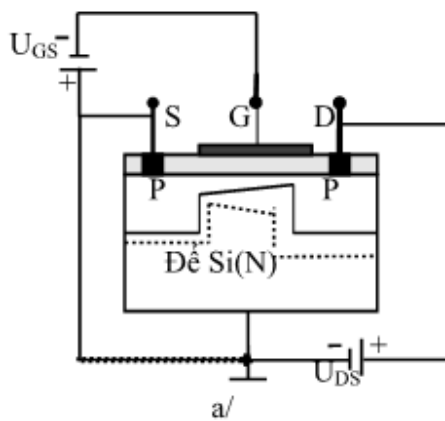
Tranzito trường MOSFET kênh sẵn còn gọi là MOSFET-chế độ nghèo (Depletion-Mode) MOSFET viết tắt là DMOSFET. Tranzito trường loại MOS có kênh sẵn là loại tranzito mà khi chế tạo người ta đã chế tạo sẵn kênh dẫn.



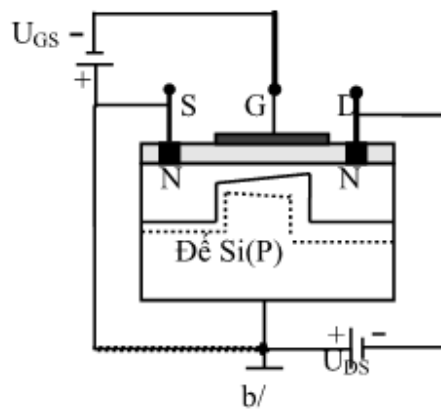
Tranzito loại MOSFET kênh sẵn có hai loại là kênh loại P và kênh loại N. Khi tranzito làm việc, thông thường cực nguồn S được nối với đế và nối đất nên $U_S = 0$. Các điện áp đặt vào các chân cực cửa G và cực máng D là so với chân cực S. Nguyên tắc cung cấp nguồn điện cho các chân cực sao cho hạt dẫn đa số chạy từ cực nguồn S qua kênh về cực máng D để tạo nên dòng điện I_D trong mạch cực máng. Còn điện áp đặt trên cực cửa có chiều sao cho MOSFET làm việc ở chế độ giàu hạt dẫn hoặc ở chế độ nghèo hạt dẫn

Nguyên lý làm việc của hai loại tranzito kênh P và kênh N giống nhau chỉ có cực tính của nguồn điện cung cấp cho các chân cực là trái dấu nhau.

MOSFET kênh sẵn loại P MOSFET kênh sẵn loại N



a- MOSFET kênh dẫn loại P.



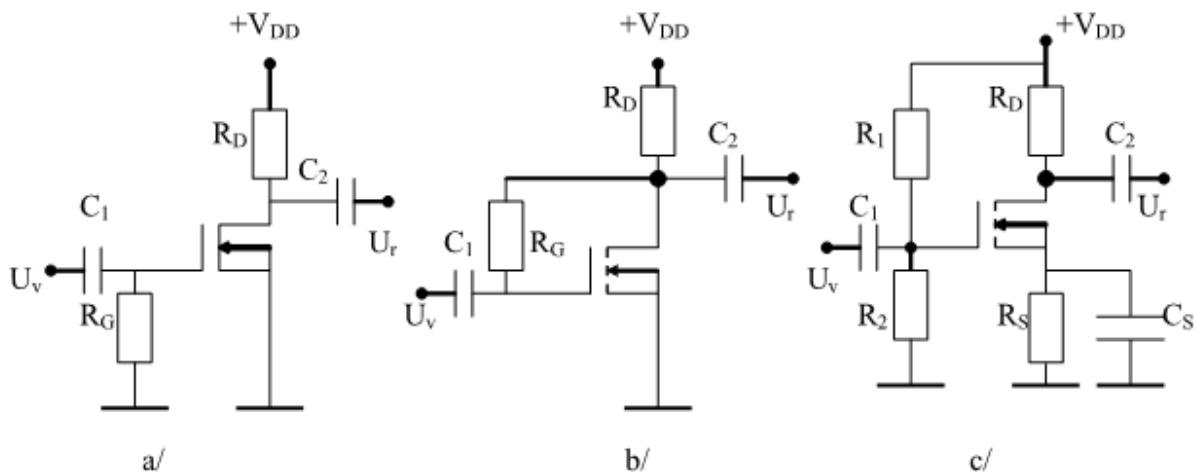
b- MOSFET kênh dẫn loại N

2.6.2. Các thông số kỹ thuật chính.

- Dòng điện tối đa cực máng I_d .
- Điện áp tối đa đặt lên tiếp giáp DS: V_{ds} .
- Điện áp kích cực cổng: V_{gs} .

2.6.3. Phân cực cho transistor trường.

Thông thường có 3 cách phân cực cho MOSFET là: a/ phân cực cố định, b/ phân cực hồi tiếp và c/ phân cực phân áp.



Phân cực zero và $I_D = I_{D0}$. Đây là cách phân cực đơn giản nhất. Sơ đồ hình b là cách phân cực hồi tiếp cực máng cho MOSFET kênh cảm ứng. Do dòng $I_G = 0$ nên $U_{RG} = 0V$ và $U_r = U_v$. Sơ đồ hình c là mạch phân cực phân áp. Ở cách phân áp này có trở kháng vào $Z_v = R_1 // R_2$; $U_{GS} = U_G - I_D R_S$.

2.7. Mạch tích hợp.

2.7.1. Khái niệm chung.

Vi mạch, hay vi mạch tích hợp, hay mạch tích hợp (integrated circuit, gọi tắt IC, còn gọi là chip theo thuật ngữ tiếng Anh) là tập các mạch điện chứa các linh kiện bán dẫn (như transistor) và linh kiện điện tử thụ động (như điện trở) được kết nối với nhau, để thực hiện được một chức năng xác định.



Các linh kiện trong đó được chế tạo với kích thước rất nhỏ, cỡ micromet hoặc nhỏ hơn thế, chế tạo bởi công nghệ silicon. Việc các linh kiện được tích hợp đóng gói trong một IC giúp giảm kích thước mạch đi rất nhiều, bên cạnh đó, độ chính xác của mạch tăng lên.

Mạch tích hợp (IC) là một yếu tố chủ chốt của lĩnh vực điện tử hiện đại. Chúng là trái tim và bộ não của hầu hết các mạch. Một vi mạch tích hợp có chức năng như một bộ khuếch đại, dao động, định thời, bộ nhớ, bộ đếm, bộ nhớ máy tính hoặc một bộ vi xử lý.

Có rất nhiều loại IC, loại lập trình được và loại cố định chức năng, không lập trình được. Người ta có rất nhiều cách để phân loại IC. Thông thường người ta phân loại IC theo tín hiệu mà nó xử lý. Ví dụ IC nguồn chuyển đổi, điều chỉnh, ổn định dòng điện và mức điện áp đi qua nó. Một nguồn cung cấp điện của IC có thể phân chia và nhân điện thế nhất định từ một nguồn điện áp mong muốn cho bất kỳ điện áp đầu ra công suất mong muốn.

2.7.2. Nhận dạng IC.

* IC chỉ có một hàng chân: Thông thường chúng ta xác định chân như sau

+ Như hình ảnh trên đây là IC có một hàng chân thì chúng ta xác định chân 1 từ trái sang phải (hình ảnh).



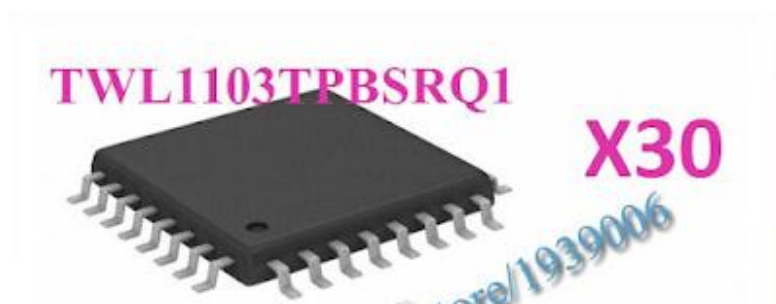
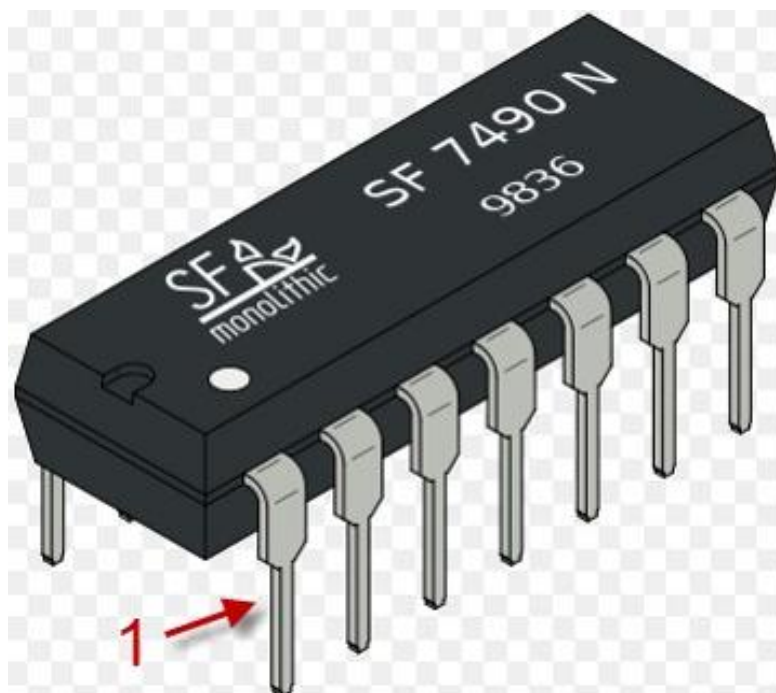
IC có một hàng chân và cách xác định thứ tự chân

+ Ở phía góc dưới bên trái con IC có một lỗ hình tròn nhỏ là phía chúng ta xác định được chân 1. Các chân 2, 3... được đếm lần lượt từ trái sang phải.

*IC nhiều hàng chân

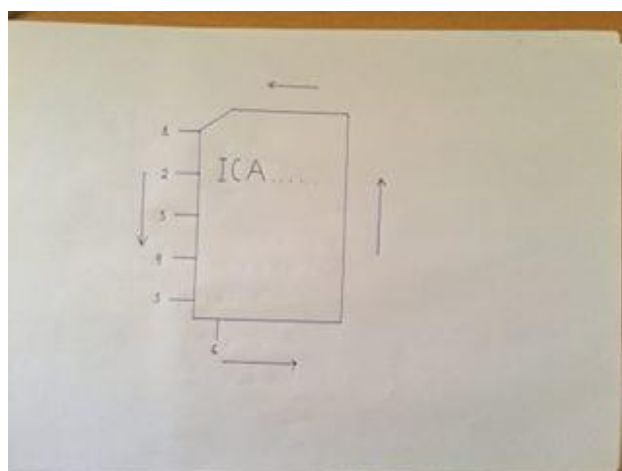
+ Để xác định được chân của IC nhiều hàng chân thì chúng ta xác định dựa vào đặc điểm hình dạng của từng con IC như sau:

+ Chúng ta phải để ý trên thân con IC có một dấu chấm ở một trong 4 góc của IC. Tại góc đó chính là chân 1 của IC. Các chân còn lại của IC được đếm từ chân 1 từ trái sang phải theo một đường tròn đến hết.

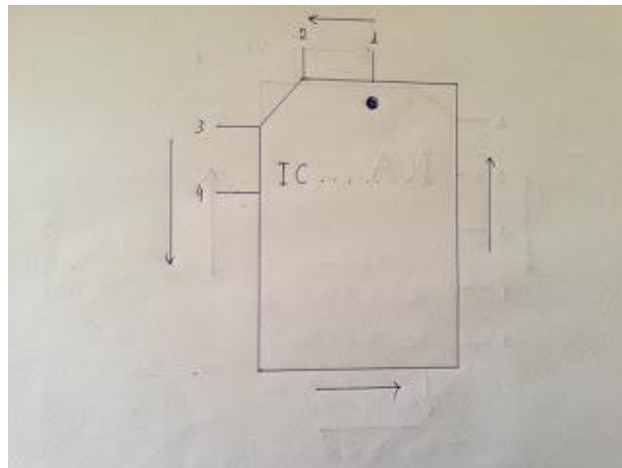


IC nhiều hàng chân

*Nếu gặp IC có một đầu được vát thì đầu các chân được xác định như hình vẽ dưới.



* Nếu gặp IC có đầu vát nhưng giữa thân con IC lại có một dấu chấm thì chúng ta xác định các chân con IC như hình vẽ dưới.



BÀI 3

KỸ THUẬT GHÉP NỐI TRANSISTOR

Mục tiêu:

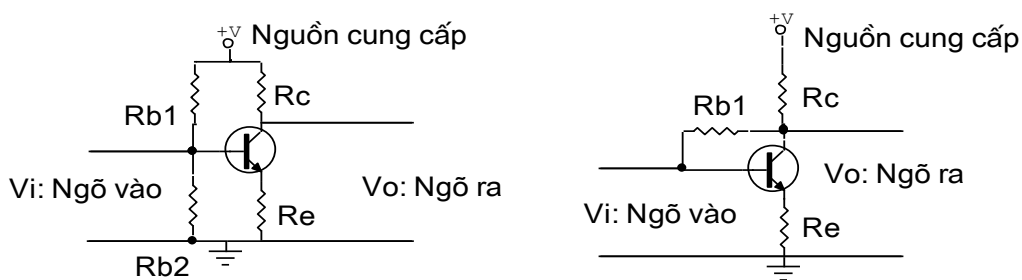
- Phân biệt được đầu vào và ra tín hiệu trên sơ đồ mạch điện và thực tế theo các tiêu chuẩn mạch điện.
- Kiểm tra được chế độ làm việc của tranzito theo sơ đồ thiết kế.
- Thiết kế/lắp ráp được các mạch khuếch đại dùng tranzito theo yêu cầu kỹ thuật.
- Rèn luyện tính chính xác, nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

Nội dung chính:

1. Ba kiểu ghép nối transistor.

1.1. Mạch mắc theo kiểu E-C.

Hình dưới đây mô tả mạch khuếch đại cực phát chung (E-C).



Mạch khuếch đại E-C

Trong đó:

V_i : ngõ vào

V_o : Ngõ ra.

R_c : Điện trở tải để lấy tín hiệu ra.

R_e : Điện trở ổn định nhiệt.

$R_1; R_2$: Điện trở phân cực B

Các thông số kỹ thuật của mạch:

- Tổng trở ngõ vào:

$$R_i = \frac{V_i}{I_i} = \frac{V_{be}}{I_b}$$

- Tổng trở ngõ ra:

$$R_o = \frac{V_o}{I_o} = \frac{V_{ce}}{I_c}$$

- Độ khuếch đại dòng điện:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_c}{I_b} = \beta$$

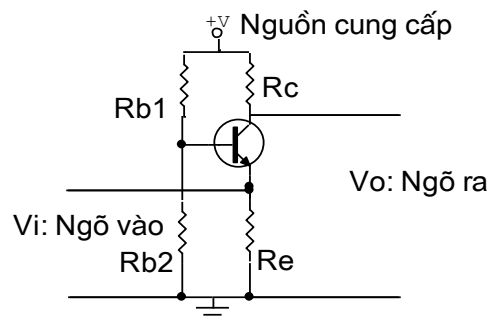
- Độ khuếch đại điện áp:

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

Mạch này có một số tính chất sau:

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

1.2. Mạch mắc theo kiểu B-C.



Mạch mắc theo kiểu B-C

Trong đó:

V_i : Ngõ vào

V_o : Ngõ ra

R_c : Điện trở tải

R_e : Điện trở ngõ vào

R_{b1}, R_{b2} : điện trở phân cực

Các thông số kỹ thuật của mạch:

- Tổng trở ngõ vào:

$$R_i = \frac{V_i}{I_i} = \frac{V_{be}}{I_e}$$

- Tổng trở ngõ ra:

$$R_o = \frac{V_o}{I_o} = \frac{V_{cb}}{I_c}$$

- Độ khuếch đại dòng điện:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_c}{I_b} = \beta \leq 1$$

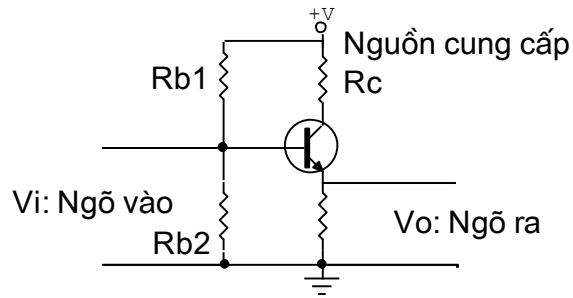
- Độ khuếch đại điện áp:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_{cb}}{V_{be}} = \alpha$$

Mạch này có một số tính chất sau:

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

1.3. Mạch mắc theo kiểu C-C.



Mạch mắc theo kiểu C chung (CC)

Các thông số kỹ thuật của mạch:

- Tổng trở ngõ vào:

$$R_i = \frac{V_i}{I_i} = \frac{V_b}{I_b}$$

- Tổng trở ngõ ra:

$$R_o = \frac{V_o}{I_o} = \frac{V_e}{I_e}$$

- Độ khuếch đại dòng điện:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_e}{I_b} = \beta + 1$$

- Độ khuếch đại điện áp:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_e}{V_b} \cong 1$$

Mạch có một số tính chất sau:

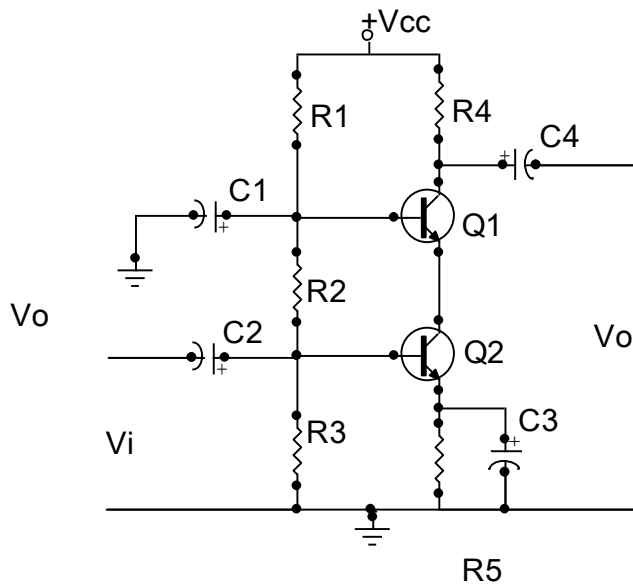
- Tín hiệu được đưa vào cực B và lấy ra trên cực E.
- Tín hiệu ngõ vào và ngõ ra đồng pha.
- Hệ số khuếch đại dòng điện $\beta > 1$, hệ số khuếch đại điện áp $\alpha < 1$.
 - Tổng trở ngõ vào từ vài $k\Omega$ đến vài chục $k\Omega$.
 - Tổng trở ngõ ra nhỏ từ vài chục Ω đến vài trăm Ω .
 - Xét góc pha: Khi V_b tăng làm cho I_b tăng và I_e tăng nên V_e cũng tăng theo, nên điện áp của tín hiệu vào và ra đồng pha.

2. Mạch ghép phức hợp.

2.1. Mạch khuếch đại Cascode.

Đặc điểm của mạch là dùng 2 tầng khuếch đại mắc nối tiếp. Tầng thứ hai mắc theo kiểu BC để tăng tần số cắt, giảm nhiễu tạp, giảm thấp nhất hiệu ứng Miller ở tần số cao. Tầng thứ nhất theo kiểu EC, làm việc ở điện áp thấp, hệ số khuếch đại điện áp nhỏ để giảm hiệu ứng miller của tụ ở tần số cao. Hệ số khuếch đại điện áp toàn mạch lại rất lớn (khoảng vài trăm lần).

Mạch thường được dùng để khuếch đại điện áp tín hiệu ở các mạch có tín hiệu và tổng trở vào nhỏ như ngõ vào của các mạch khuếch đại cao tần của thiết bị thu vô tuyến. Trong thực tế mạch thường được dùng Transito loại NPN để có nguồn cung cấp dương, tiện cho việc thiết kế mạch như hình vẽ.



Mạch khuếch đại cascode dùng nguồn dương

Trong mạch:

- R_1, R_2, R_3 : Cầu điện trở phân cực cho Q_1, Q_2
- C_1 : Thoát mass xoay chiều cho cực B của Q_1 Tăng hệ số khuếch đại tín hiệu điện áp.
- R_4 : Điện trở tải lấy tín hiệu ra của mạch.
- R_5 : Điện trở ổn định nhiệt cho mạch.
- C_3 : Thoát mass xoay chiều nâng cao hệ số khuếch đại tín hiệu.

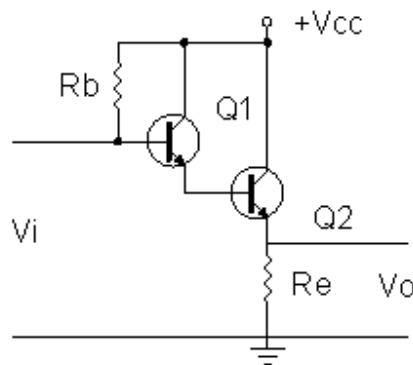
- C_2, C_4 : Tụ liên lạc tín hiệu vào và ra của mạch. Trong thiết kế tùy vào tần số tín hiệu đi qua mạch mà người ta có thể chọn giá trị của tụ sao cho phù hợp.

Nguyên lý hoạt động của mạch có thể được trình bày đơn giản như sau:

Khi có tín hiệu ngõ vào qua tụ liên lạc C_2 đặt vào cực B của Q_2 , khuếch đại và lấy ra trên cực C (Mạch được coi như mắc theo kiểu EC, có hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp lớn hơn 1). Lúc này tín hiệu được đảo pha và đưa vào chân E của Q_1 , (Mạch được coi như mắc theo kiểu BC chỉ dùng khuếch đại điện áp) và được lấy ra trên chân C của Q_1 và lấy ra trên tụ C_4 . Tín hiệu giữ nguyên pha từ Q_2 . Như vậy tín hiệu ra ngược pha với tín hiệu vào.

2.2. Mạch khuếch đại Darlington:

Đặc điểm của mạch là: Điện trở vào lớn, điện trở ra nhỏ, hệ số khuếch đại dòng lớn, hệ số khuếch đại điện áp ≈ 1 trên tải Emitơ.



Mạch khuếch đại Dalington

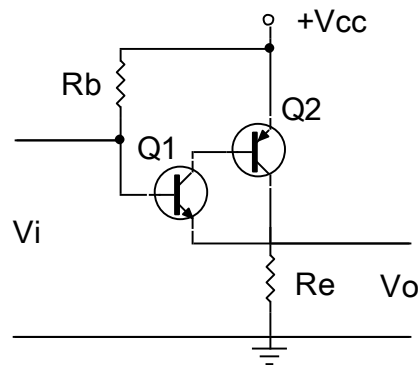
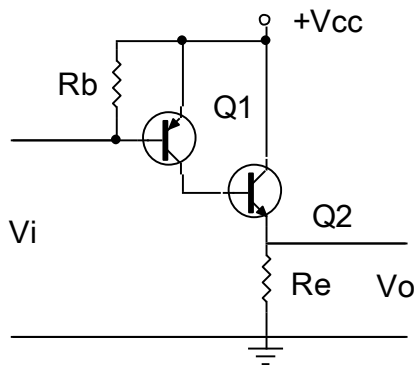
Cách phân cực của mạch là lấy dòng I_e của Q_1 làm dòng I_b của Q_2 . Hai tranzito tương đương với 1 tranzito khi đó $\beta_D = \beta_1 * \beta_2$ và $V_{be} = 1,6V$. dòng cực gốc I_b được tính:

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

Do β_D rất lớn nên:

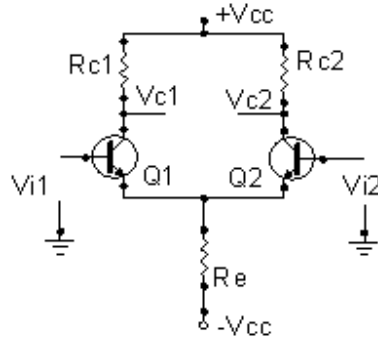
$$I_e = (\beta_D + 1) \cdot I_b \approx \beta_D \cdot I_b$$

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



2.3. Mạch khuếch đại vi sai:

Các mạch khuếch đại đã xét khuếch đại trực tiếp tín hiệu vào. Mạch khuếch đại vi sai chỉ khuếch đại sai lệch giữa hai tín hiệu vào.



Mạch khuếch đại vi sai căn bản

Mạch làm việc theo nguyên lý cầu cân bằng và có cấu trúc đối xứng. Hai Tranzito cùng tên nên có các thông số kỹ thuật giống hệt nhau. Mạch có hai ngõ vào V_{i1} và V_{i2} và có một ngõ ra (V_{c1} và V_{c2}). Điện áp lấy ra giữa hai cực C của Q_1 và Q_2 gọi là kiểu đối xứng. Nếu điện áp lấy ra giữa một trong hai cực C của Tranzito với mass gọi là kiểu lấy ra không đối xứng.

Nếu cực B của Q_1 có tín hiệu ngõ vào V_{i1} , Cực B của Q_2 có tín hiệu ngõ vào V_{i2} thì điện áp ngõ ra lấy ra giữa hai cực C là:

$$V_o = A.(V_{c1} - V_{c2})$$

Trong đó A là hệ số khuếch đại điện áp vi sai.

Điện áp ra $V_c = V_{c1} = V_{c2}$ so với mass là:

$$V_c = V_{cc} - I_c.R_c$$

Ở chế độ một chiều (không có tín hiệu xoay chiều) thì do cực B nối qua điện trở R_b về Mass nên $V_b \approx 0$. Điện áp cực E là:

$$V_e = V_b = V_{be} = 0 - 0,7 = -0,7V$$

Dòng cực E:

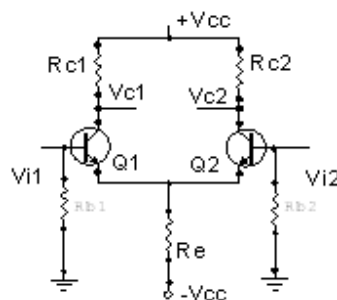
$$I_e = \frac{V_e - (-V_{cc})}{R_e} = \frac{V_{cc} - 0,7}{R_e}$$

Vì Q1 và Q2 giống nhau nên:

$$I_{e1} = I_{e2} = \frac{I_e}{2}$$

$$I_{c1} = I_{c2} = \frac{I_e}{2}$$

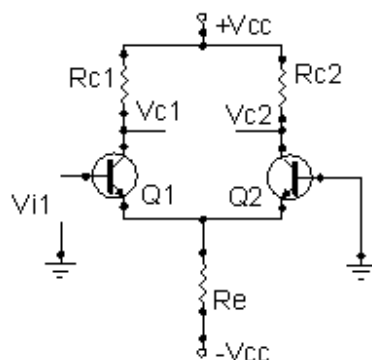
$$V_{c1} = V_{c2} = V_c = V_{cc} - I_c R_c$$



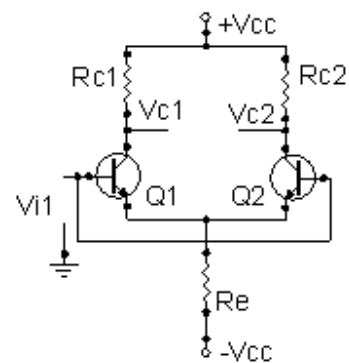
Mạch khuếch đại vi sai ở chế độ một chiều

Khi đầu vào có tín hiệu xoay chiều (chế độ xoay chiều) thì tùy cách đưa tín hiệu vào mà ta có các chế độ làm việc khác nhau:

- Chế độ vi sai: Có hai tín hiệu vào ở hai cực B
- Chế độ đơn: Một tín hiệu vào ở một cực B, Cực B còn lại nối Mass
- Chế độ đồng pha: Một tín hiệu cùng đưa vào hai cực B



*Mạch khuếch đại vi sai
ở chế độ đơn*



*Mạch khuếch đại vi sai
ở chế độ đồng pha*

BÀI 4

DAO ĐỘNG TẠO XUNG VÀ BIẾN ĐỔI DẠNG XUNG

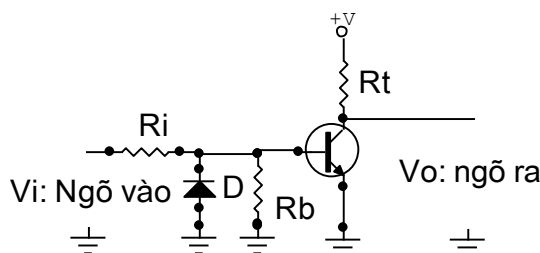
Mục tiêu:

- Phân tích nguyên lý, sơ đồ các dạng mạch tạo xung và biến đổi dạng xung.
- Lắp ráp, kiểm tra, phát hiện hư hỏng ở các mạch: Mạch tạo xung vuông, xung răng cưa, xung nhọn, mạch tạo dao động đa hài, dao động sine.
- Sửa chữa đạt yêu cầu kỹ thuật của mạch trên thực tế.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và an toàn- Phát huy tính chủ động trong học tập và trong công việc.

Nội dung chính:

1. Mạch tạo xung vuông.

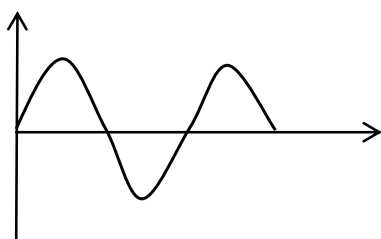
1.1. Mạch tạo xung vuông từ tín hiệu hình sin.



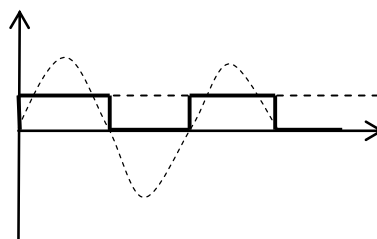
Mạch tạo xung vuông từ tín hiệu hình sin

Trên sơ đồ mạch điện tín hiệu ngõ vào có dạng hình sin được đưa đến ngõ vào V_i qua điện trở R_i giảm áp hạn chế bớt tín hiệu ngõ vào và tránh ảnh hưởng đến trở kháng ngõ ra của mạch tín hiệu sin.

Khi có tín hiệu sin ở ngõ vào diốt D cắt bỏ bán kỳ âm của tín hiệu chỉ còn bán kỳ dương đặt vào cực B của tranzito. Điện trở R_b phân cực B cho tranzito bằng phương pháp phân cực tự động nằm sâu trong vùng ngưng dẫn ở chế độ khuếch đại hạng B. Bán kỳ dương của tín hiệu sin làm tăng phân cực B cho tranzito, tranzito nhanh chóng chuyển từ trạng thái ngưng dẫn sang trạng thái dẫn điện bão hoà nếu giá trị của tín hiệu sin đủ lớn thời gian dẫn điện bão hoà khá lâu trong suốt thời gian đỉnh của tín hiệu sin, khi đỉnh của tín hiệu sin giảm xuống đến mức thấp tranzito nhanh chóng chuyển sang trạng thái ngưng dẫn đến khi nhận bán kỳ dương kế tiếp. Ở ngõ ra cực C của tranzito người ta nhận được tín hiệu có dạng vuông.



Dạng tín hiệu ngõ vào



Dạng tín hiệu ngõ ra

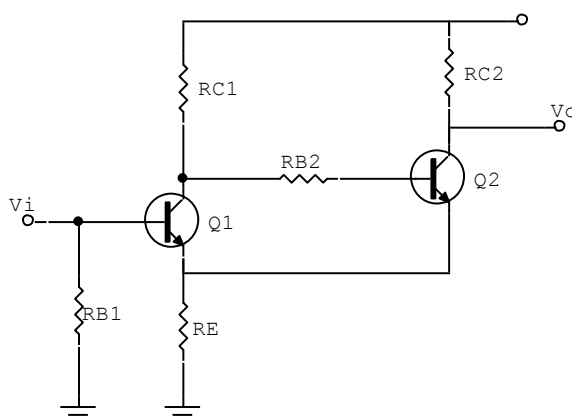
Dạng tín hiệu ngõ vào và ngõ ra

Mạch tạo xung vuông từ tín hiệu sin thường được dùng làm tín hiệu xung ACL trong các bộ vi xử lý làm việc với điện áp xoay chiều hoặc sửa dạng xung trong các mạch so pha ở các thiết bị điều chỉnh tần số hoặc pha.

1.2 Mạch tạo xung vuông từ tín hiệu bất kỳ:

Trái ngược với mạch tạo xung vuông từ tín hiệu sin. Mạch tạo xung từ tín hiệu bất kỳ được dùng rộng rãi trong kỹ thuật số, chúng được dùng để tạo ra các xung tín hiệu số cho các mạch xử lý dạng số từ các tín hiệu tương tự như Hình 2.12 gọi là mạch Schmitt trigger.

Trên sơ đồ hai tranzito Q_1 và Q_2 được mắc trực tiếp có chung cực E. Cực B₂ được phân cực nhờ R_{b2} lấy từ V_{C1} để có điện áp vào là xung vuông thì hai transistor Q_1 và Q_2 phải làm việc luân phiên ở chế độ bão hòa và ngưng dẫn. khi Q_1 ngưng dẫn thì Q_2 bão hòa và ngược lại khi Q_1 bão hòa thì Q_2 ngưng dẫn



Mạch Schmitt trigger căn bản

Nguyên lí hoạt động :

- Khi chưa có tín hiệu ngõ vào :

Tranzito Q_1 ngưng dẫn do phân cực $V_{be} \approx 0$ (R_{B1} nối mass)

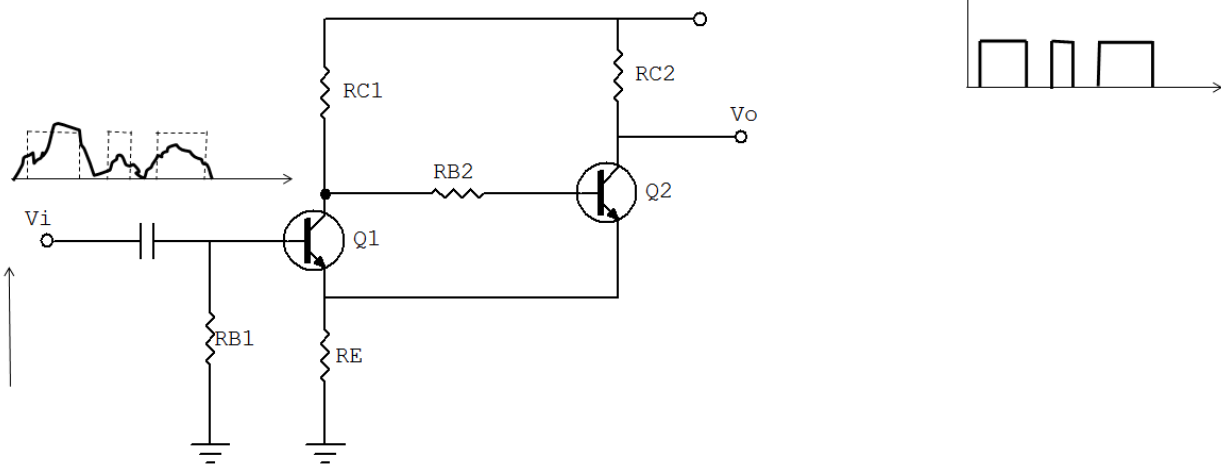
Tranzito Q_2 dẫn bão hòa do V_{C1} tăng cao qua R_{B2} phân cực $V_{BE2} \approx 0,7V$. Khi chưa có tín hiệu thời gian dẫn bão hòa lâu, có thể làm Q_2 thủng nên dòng phân cực qua R_{C2} nhỏ.

Tín hiệu phải có biên độ đủ lớn để kích Q_1 dẫn bão hòa do đó tín hiệu trước khi được đưa đến mạch Schmitt trigơ được đưa qua các mạch khuếch đại

Tín hiệu ngõ vào thường được ghép qua tụ để phân cách thêm điện áp phân cực giảm sự ảnh hưởng do ghép tầng

- Khi có tín hiệu ngõ vào:

Tranzito Q_1 chuyển từ trạng thái ngưng dẫn sang trạng thái dẫn làm điện áp V_{C1} 0 giảm qua R_{B2} làm cho V_{B2} giảm, kéo theo sự giảm điện áp V_{E2} cũng chính là V_{E1} do được mắc chung làm cho V_{BE1} nhanh chóng tăng cao hơn $0,7V$, Q_1 dẫn bão hòa $V_{CE1} \approx 0,2V$ qua R_{B2} $V_{CE2} \approx 0,2V$, Q_2 ngưng dẫn ở ngõ ra V_{C2} ta được tín hiệu có dạng xung phụ thuộc vào dạng xung ngõ vào.



Dạng tín hiệu ngõ vào và ngõ ra mạch Schmitt trigơ

Như vậy ngõ ra của mạch Schmitt trigơ ta có được các xung vuông có biên độ bằng nhau nhưng độ rộng xung phụ thuộc độ rộng tín hiệu tương tự ngõ vào .

1.3. Mạch dao động đa hài dùng transistor.

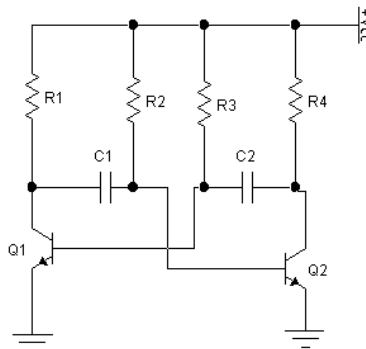
*Mạch dao động đa hài là mạch dao động tích thoát tạo ra các xung vuông. Mạch có thể công tác ở ba chế độ:

- Chế độ tự dao động gọi là trạng thái tự kích (không ổn)
- Chế độ đồng bộ (đơn ổn)
- Chế độ đợi (lưỡng ổn)

Định nghĩa: Mạch dao động đa hài không ổn là mạch dao động tích thoát dùng R, C tạo ra các xung vuông hoạt động ở chế độ tự dao động.

***Cấu tạo**

Trong mạch dao động đa hài không ổn, người ta thường dùng các tranzito Q_1 , Q_2 loại NPN. Các linh kiện trong mạch có những chức năng riêng, góp phần làm cho mạch dao động. Các trị số của các linh kiện R và C có tác dụng quyết định đến tần số dao động của mạch. Các điện trở R_1 , R_3 làm giảm áp và cũng là điện trở tải cấp nguồn cho Q_1 , Q_2 . Các điện trở R_2 , R_4 có tác dụng phân cực cho các tranzito Q_1 , Q_2 . Các tụ C_1 , C_2 có tác dụng liên lạc, đưa tín hiệu xung từ tranzito Q_1 sang tranzito Q_2 và ngược lại. Hình dưới minh họa cấu tạo của mạch dao động đa hài không ổn dùng tranzito và các linh kiện R và C.



Mạch dao động đa hài không ổn

Mạch trên có cấu trúc đối xứng: các tranzito cùng thông số và cùng loại (hoặc NPN hoặc PNP), các linh kiện R và C có cùng trị số như nhau.

**Nguyên lý hoạt động*

Như đã nêu trên, trong mạch các nhánh mạch có tranzito Q_1 và Q_2 đối xứng nhau: 2 tranzito cùng thông số và cùng loại NPN, các linh kiện điện trở và tụ điện tương ứng có cùng trị số: $R_1 = R_4$, $R_2 = R_3$, $C_1 = C_2$. Tuy vậy, trong thực tế, không thể có các tranzito và linh kiện điện trở và tụ điện giống nhau tuyệt đối, vì chúng đều có sai số, cho nên khi cấp nguồn Vcc cho mạch điện, sẽ có một trong hai tranzito dẫn trước hoặc dẫn mạnh hơn.

Giả sử phân cực cho tranzito Q_1 cao hơn, cực B của tranzito Q_1 có điện áp dương hơn điện áp cực B của tranzito Q_2 , Q_1 dẫn trước Q_2 , làm cho điện áp tại chân C của Q_1 giảm, tụ C_1 nạp điện từ nguồn qua R_2 , C_1 đến Q_1 về âm nguồn, làm cho cực B của Q_2 giảm xuống, Q_2 nhanh chóng ngưng dẫn. Trong khi đó, dòng I_{B1} tăng cao dẫn đến Q_1 dẫn bão hòa. Đến khi tụ C_1 nạp đầy, điện áp dương trên chân tụ tăng điện áp cho cực B của Q_2 , Q_2 chuyển từ trạng thái ngưng dẫn sang trạng thái dẫn điện, trong khi đó, tụ C_2 được nạp điện từ nguồn qua R_3 đến Q_2 về âm nguồn, làm điện áp tại chân B của Q_1 giảm thấp, Q_1 từ trạng thái dẫn sang trạng thái ngưng dẫn. Tụ C_1 xả điện qua mối nối B-E của Q_2 làm cho dòng I_{B2} tăng cao làm cho tranzito Q_2 dẫn bão hòa. Đến khi tụ C_2 nạp đầy, quá trình diễn ra ngược lại. Dạng xung trên các tranzito được trình bày ở đồ thị xung.

Trên cực C của 2 tranzito Q_1 và Q_2 xuất hiện các xung hình vuông, chu kỳ T được tính bằng thời gian tụ nạp điện và xả điện trên mạch.

$$T = (t_1 + t_2) = 0,69 (R_2 \cdot C_1 + R_3 \cdot C_2)$$

Do mạch đối xứng, ta có:

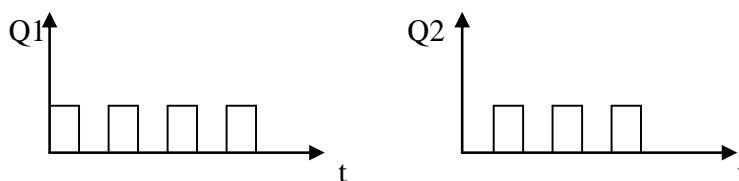
$$T = 2 \times 0,69 \cdot R_2 \cdot C_1 = 1,4 \cdot R_3 \cdot C_2$$

Trong đó:

t_1, t_2 : thời gian nạp và xả điện trên mạch

R_1, R_3 : điện trở phân cực B cho tranzito Q_1 và Q_2

C_1, C_2 : tụ liên lạc, còn gọi là tụ hồi tiếp xung dao động



Dạng xung trên các tranzito Q_1 và Q_2 theo thời gian

Từ đó, ta có công thức tính tần số xung như sau:

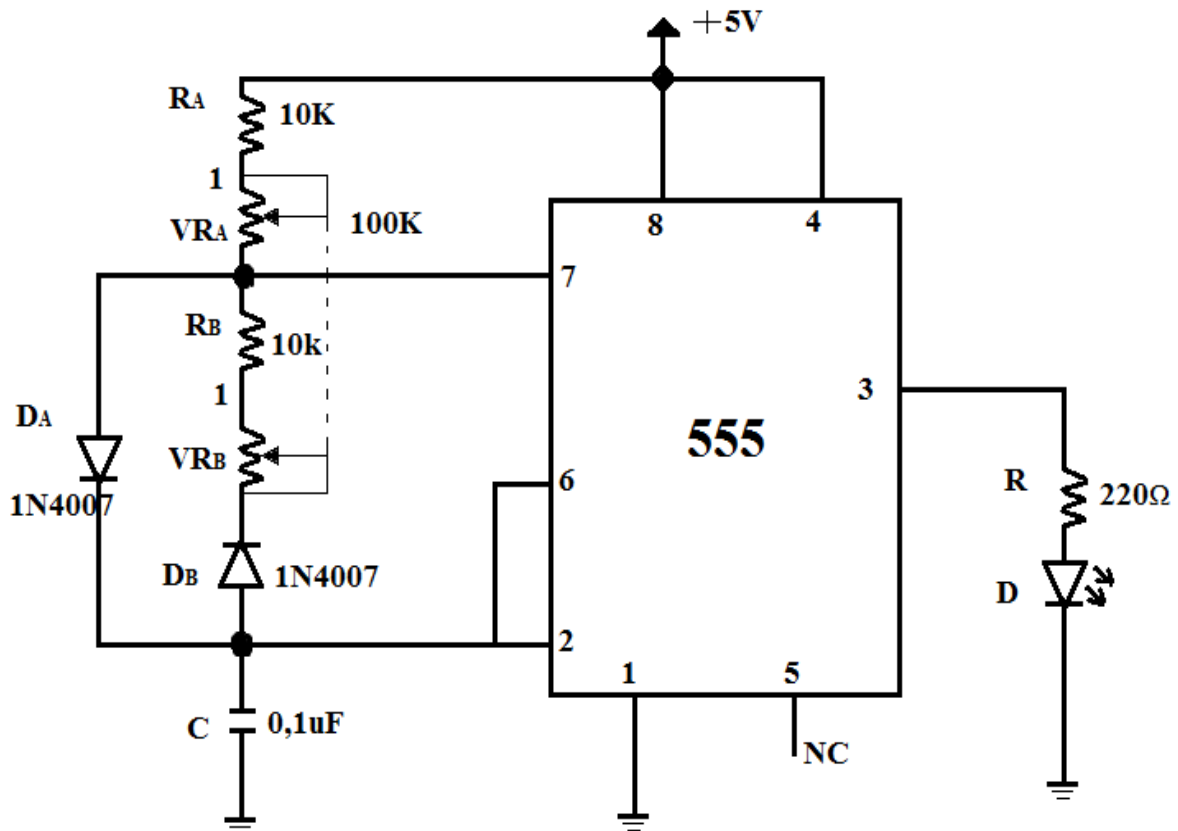
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,69 (R_2 \cdot C_1 + R_3 \cdot C_2)}$$

$$f = \frac{1}{T} \approx \frac{1}{1,4 (R_B \cdot C)}$$

1.3. Mạch dao động đa hài dùng IC.

Ngày nay, công nghệ chế tạo IC rất phát triển, nên việc lắp ráp mạch dao động, ngoài việc dùng tranzito, người ta còn hay dùng IC 555 hoặc IC số. Tuy vậy, chúng ta cần nắm vững cấu tạo và hoạt động của mạch dao động đa hài dùng tranzito, để vận dụng kiến thức khi sửa chữa mạch trong các thiết bị.

Sau đây là một ví dụ về mạch dao động đa hài dùng IC 555



Mạch phi ổn điều chỉnh chu trình, giữ nguyên tần số dùng IC555.

2. Mạch tạo xung nhọn.

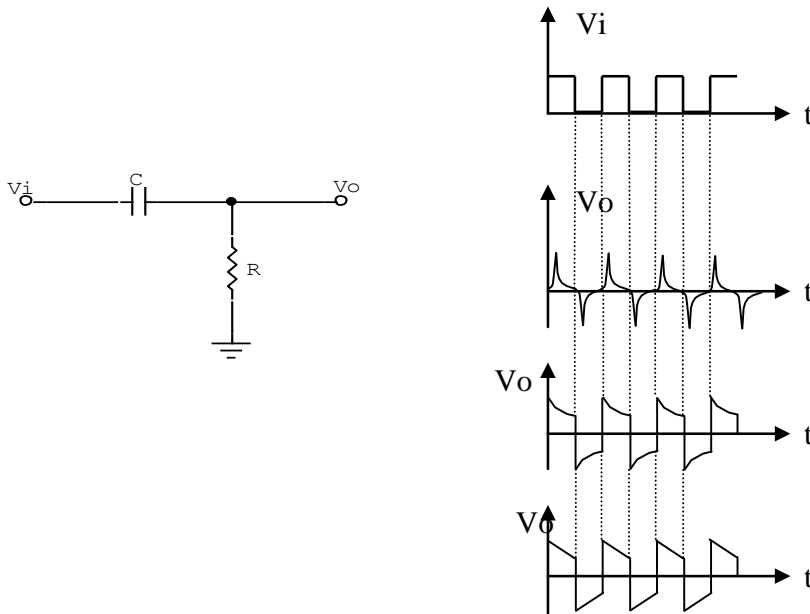
Mạch tạo xung nhọn dùng linh kiện thụ động thông thường là mạch vi phân biến đổi xung vuông thành các xung nhọn có cực tính hẹp.

Mạch vi phân là mạch có điện áp ngõ ra $V_o(t)$ tỷ lệ với vi phân của điện áp ngõ vào $V_i(t)$ theo thời gian:

$$U_o(t) = k \frac{dU_i(t)}{dt}$$

Kỹ thuật mạch vi phân có tác dụng thu hẹp độ rộng xung, tạo các xung nhọn để kích mở các linh kiện điều khiển như SCR, Triac, JGBT,...

Mạch điện và dạng xung được mô tả dưới đây:



a) Sơ đồ nguyên lý mạch vi phân b) Các dạng xung V_i và V_o

Đối với xung vuông: với chu kỳ T_i hằng số thời gian $\tau = R.C$ có 3 trường hợp xảy ra:

□ $\tau \ll T_i$ tụ sẽ nạp và xả điện rất nhanh cho ra 2 xung ngược dấu có độ rộng, hẹp gọi là xung nhọn.

□ $\tau = \frac{T_i}{5}$ tụ nạp điện theo hàm số mũ (đường đỉnh cong) qua điện trở R khi điện áp ngõ vào bằng 0V tụ xả điện âm qua trở R tạo ra xung ngược dấu có biên độ giảm dần.

□ $\tau \gg T_i$: Tụ C đóng vai trò như 1 tụ liên lạc tín hiệu trong đó R làm tải của tín hiệu nên đỉnh xung ở phần sau có giảm một ít và cho ra 2 xung có cực tính trái dấu nhau.

Từ các trường hợp trên, trong kỹ thuật cần lưu ý: khi dùng mạch vi phân để tạo xung nhọn điều khiển mạch điện, nhất là các mạch công suất, cần chọn các giá trị R, C thích hợp đảm bảo sao cho hằng số thời gian đủ nhỏ, đồng thời sụt áp trên mạch tương đối nhỏ đảm bảo biên độ xung điều khiển đủ lớn, tác động đến chế độ chuyển mạch của mạch của mạch điện.

3. Mạch tạo xung răng cưa:

Mạch tạo xung răng cưa dùng linh kiện thụ động trong kỹ thuật chủ yếu dùng mạch tích phân, có tác dụng biến đổi các xung vuông hoặc xung nhọn thành các xung răng cưa.

Mạch tích phân là mạch mà tín hiệu ngõ ra tích phân theo thời gian của điện áp tín hiệu ngõ vào.

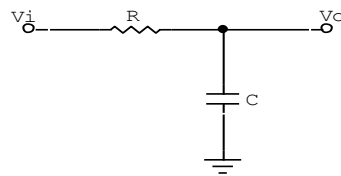
$$V_o(t) = K \int V_i(t) dt$$

Trong đó:

V_o : điện áp ngõ ra

V_i : điện áp ngõ vào

K: hệ số tỉ lệ $K < 1$.

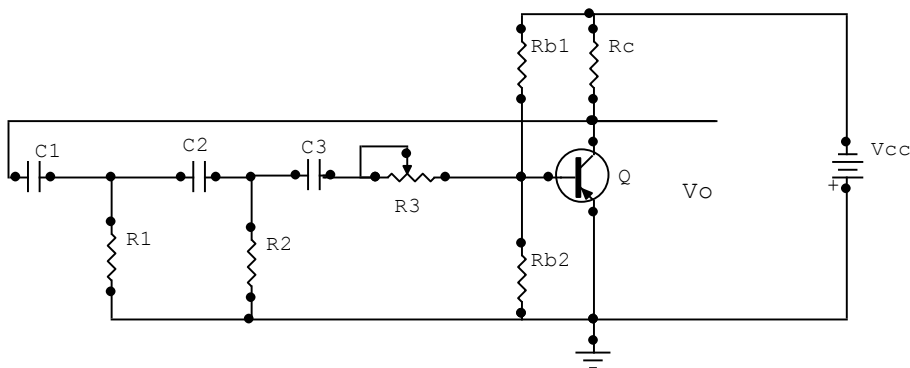


Mạch tích phân

4. Mạch dao động dịch pha.

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

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



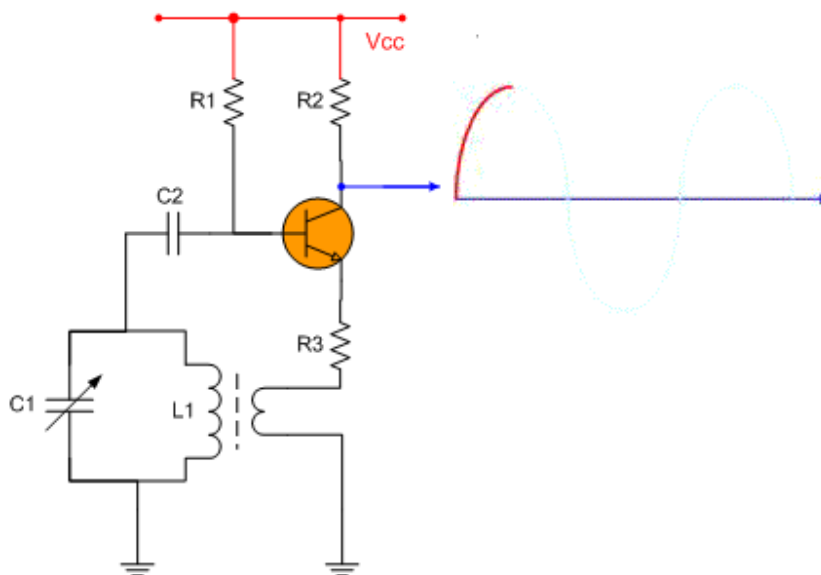
Mạch dao động dịch pha

Hoạt động của mạch như sau: Khi được cấp nguồn Qua cầu chia thế Rb1 và Rb2 Q dẫn điện, điện áp trên cực C của Tranzito Q giảm được đưa trở về qua mạch hồi tiếp C_1, C_2, C_3 và R_1, R_2, R_3 và được di pha một góc 180° nên có biên độ tăng cùng chiều với ngõ vào (hồi tiếp dương). Tranzito tiếp tục dẫn mạnh đến khi dẫn bão hoà thì các tụ xả điện làm cho điện áp tại cực B Tranzito giảm thấp, tranzito chuyển sang trạng thái ngưng dẫn đến khi xả hết điện, điện áp tại cực B tăng lên hình thành chu kỳ dẫn điện mới. Hình thành xung tín hiệu ở ngõ ra. Điểm quan trọng cần ghi nhớ là đường vòng hồi tiếp phải thoả mãn điều kiện là pha của tín hiệu ngõ ra qua mạch di pha phải lệch một góc 180° , nếu không thoả mãn điều kiện này thì mạch không thể dao động được, hoặc dạng tín hiệu ngõ ra sẽ bị biến dạng không đối xứng.

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

5. Mạch dao động hình sin.

5.1. Mạch dao động hình sin dùng L-C cơ bản.



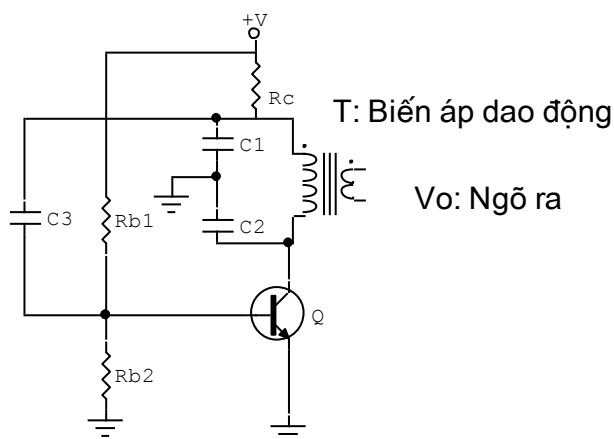
Mạch dao động hình Sin dùng L - C

Mạch dao động trên có tụ $C1 // L1$ tạo thành mạch dao động L -C Để duy trì sự dao động này thì tín hiệu dao động được đưa vào chân B của Transistor, R1 là trở định thiên cho Transistor, R2 là trở gánh để lấy ra tín hiệu dao động ra , cuộn dây đầu

từ chân E Transistor xuống mass có tác dụng lấy hồi tiếp để duy trì dao động. Tần số dao động của mạch phụ thuộc vào C1 và L1 theo công thức

$$f = 1 / 2 \cdot (L1 \cdot C1)^{1/2}$$

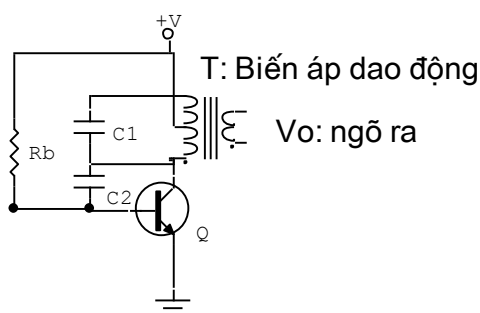
5.2. Mạch dao động hình Colpitts.



Mạch dao động ba điểm điện dung (colpitts)

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

5.3. Mạch dao động Hartley.



Mạch dao động hình sin ba điểm điện cảm (Hartley)

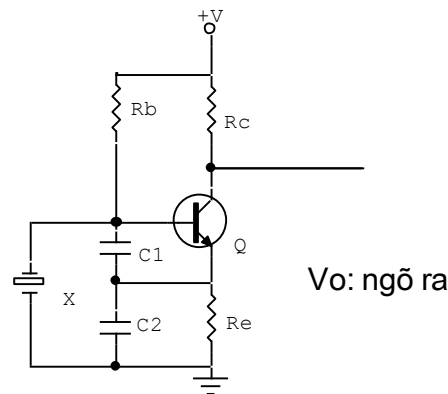
Trên sơ đồ mạch được mắc theo kiểu E-C, với cuộn dây có điểm giữa, cuộn dây và tụ C1 tạo thành một khung cộng hưởng quyết định tần số dao động của mạch. tụ C2 làm

nhiệm vụ hồi tiếp dương tín hiệu về cực B của tranzito để duy trì dao động. Mạch được phân cực bởi điện trở R_b .

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

5.4. Mạch dao động thạch anh.

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



Mạch dao động dùng thạch anh.

Nhiệm vụ các linh kiện trong mạch như sau:

Q: tranzito dao động;

R_c : Điện trở tải lấy tín hiệu ngõ ra;

R_e : Điện trở ổn định nhiệt và lấy tín hiệu hồi tiếp;

C_1, C_2 : Cầu chia thế dùng tụ để lấy tín hiệu hồi tiếp về cực B;

R_b : Điện trở phân cực B cho tranzito Q;

X: thạch anh dao động;

+V: Nguồn cung cấp cho mạch.

Hoạt động của mạch như sau: Khi được cấp nguồn điện áp phân cực B cho tranzito Q đồng thời nạp điện cho thạch anh và hai tụ C_1 và C_2 làm cho điện áp tại cực B giảm thấp, đến khi mạch nạp đầy điện áp tại cực B tăng cao qua vòng hồi tiếp dương C_1, C_2 điện áp tại cực B tiếp tục tăng đến khi Tranzito dẫn điện bão hòa mạch bắt đầu xả

điện qua tiếp giáp BE của tranzito làm cho điện áp tại cực B của tranzito giảm đến khi mạch xả hết điện bắt đầu lại một chu kỳ mới của tín hiệu. Tần số của mạch được xác định bởi tần số của thạch anh, dạng tín hiệu ngõ ra có dạng hình sin do đó để tạo ra các tín hiệu có dạng xung số cho các mạch điều khiển các tín hiệu xung được đưa đến các mạch dao động đa hài lưỡng ổn (FF) để sửa dạng tín hiệu.

BÀI 5

CÁC MẠCH ỨNG DỤNG CƠ BẢN DÙNG TRANSISTOR LƯỜNG CỰC

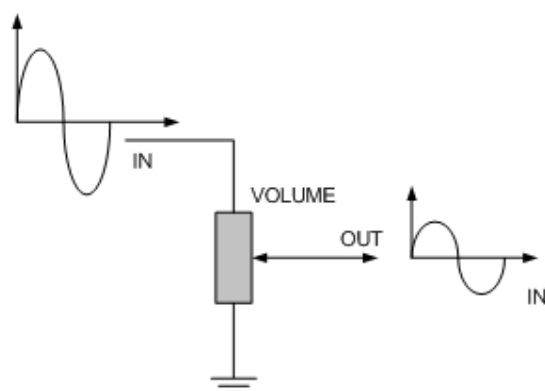
Mục tiêu:

- Phân tích, lắp được mạch điều chỉnh điện áp, mạch ổn áp, mạch khuếch đại công suất theo sơ đồ bản vẽ cho trước.
- Đo đạc/kiểm tra/đánh giá/sửa chữa được các mạch điện theo yêu cầu kỹ thuật.
- Thiết kế/lắp được các mạch theo yêu cầu kỹ thuật.
- Xác định và thay thế được linh kiện hư hỏng trong mạch điện tử đơn giản.
- Phát huy tính chủ động trong học tập và trong công việc.

Nội dung chính:

1. Mạch điều chỉnh điện áp.

1.1. Nguyên tắc điều chỉnh tuyến tính.

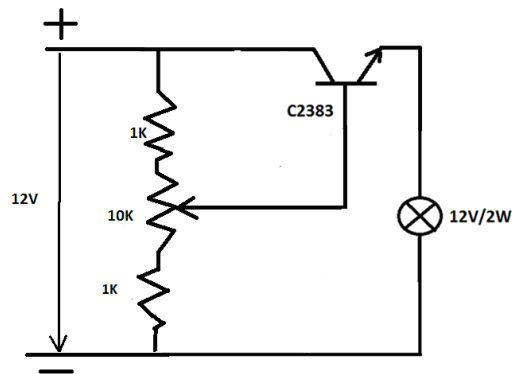


$$U_{out} = U_{in} - U_r.$$

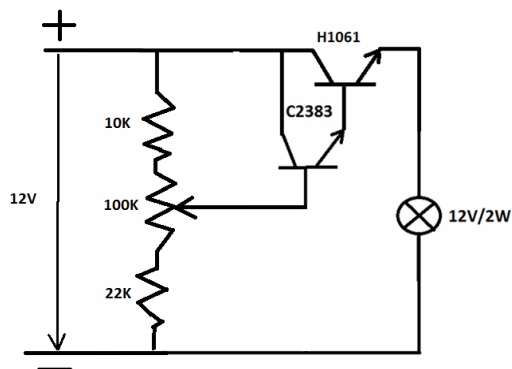
Thay đổi trị số R, người ta thay đổi được điện áp rơi trên chính nó (U_r), nghĩa là thay đổi được U_{out} .

1.2. Một số mạch điều chỉnh điện áp cơ bản.

a/ Mạch điều chỉnh điện áp 500mA.



b/ Mạch điều chỉnh điện áp 5A.

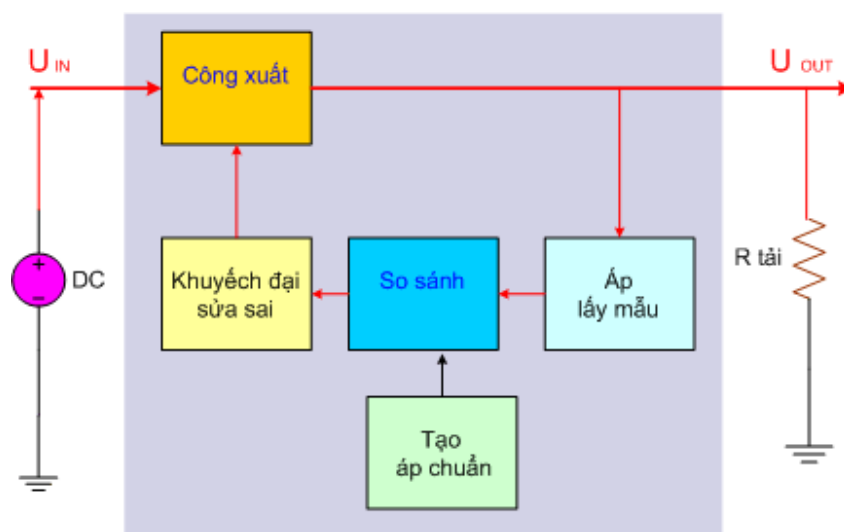


2. Mạch ổn áp.

2.1. Mạch ổn áp tuyến tính mắc nối tiếp.

2.1.1. Nguyên tắc hoạt động.

Sơ đồ khối của mạch ổn áp có hồi tiếp .



*** Một số đặc điểm của mạch ổn áp có hồi tiếp :**

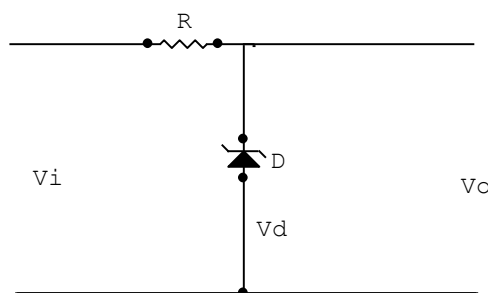
- Cung cấp điện áp một chiều ở đầu ra không đổi trong hai trường hợp điện áp đầu vào thay đổi hoặc dòng tiêu thụ của tải thay đổi, tuy nhiên sự thay đổi này phải có giới hạn.
- Cho điện áp một chiều đầu ra có chất lượng cao, giảm thiểu được hiện tượng gợn xoay chiều.

*** Nguyên tắc hoạt động của mạch.**

- Mạch lấy mẫu sẽ theo dõi điện áp đầu ra thông qua một cầu phân áp tạo ra (U_m : áp lấy mẫu)
- Mạch tạo áp chuẩn \Rightarrow ghim lấy một mức điện áp cố định (U_c : áp chuẩn)
- Mạch so sánh sẽ so sánh hai điện áp lấy mẫu U_m và áp chuẩn U_c để tạo thành điện áp điều khiển.
- Mạch khuếch đại sửa sai sẽ khuếch đại áp điều khiển, sau đó đưa về điều chỉnh sự hoạt động của đèn công suất theo hướng ngược lại, nếu điện áp ra tăng \Rightarrow thông qua mạch hồi tiếp điều chỉnh \Rightarrow đèn công suất dần giảm \Rightarrow điện áp ra giảm xuống. Ngược lại nếu điện áp ra giảm \Rightarrow thông qua mạch hồi tiếp điều chỉnh \Rightarrow đèn công suất lại dần tăng \Rightarrow và điện áp ra tăng lên \Rightarrow kết quả điện áp đầu ra không thay đổi.

2.1.2. Mạch ổn áp dùng điốt zenner.

Lợi dụng tính chất của Điốt Zener mà người ta có thể giữ điện áp tại một điểm nào đó không đổi gọi là ghim áp hoặc ổn áp.



Mạch điện sử dụng điốt Zêne

V_i : Là điện áp ngõ vào

V_o Là điện áp ngõ ra.

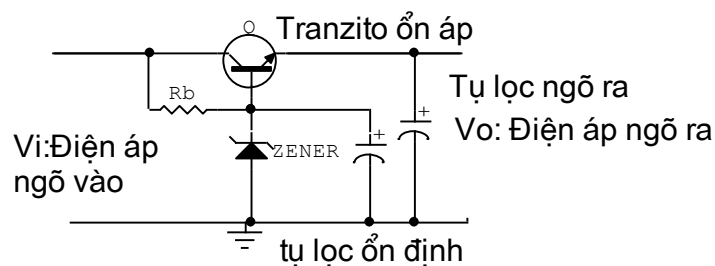
. Nếu điện áp ngõ vào là tín hiệu có biên độ cao hơn điện áp V_z thì ngõ ra tín hiệu bị xén mất phần đỉnh chỉ còn lại khoảng biên độ bằng V_z

- . Nếu điện áp ngõ vào là điện áp DC cao hơn V_z thì ngõ ra điện áp DC chỉ bằng V_z .
- . Nếu điện áp ngõ vào cao hơn rất nhiều V_z . Dòng qua điôt zêne tăng cao đến một giá trị nào đó vượt qua giá trị cho phép thì điôt bị đánh thủng. Làm cho điện áp ngõ ra bị triệt tiêu. Tính chất này được dùng trong các bộ nguồn để bảo vệ chống quá áp ở nguồn đảm bảo an toàn cho mạch điện khi nguồn tăng cao.

R trong mạch giữ vai trò là điện trở hạn dòng hay giảm áp.

2.1.3. Mạch ổn áp dùng transistor.

Mạch lợi dụng tính ổn áp của điôt zêne và điện áp phân cực thuận của tranzito để thiết lập mạch ổn áp.



Mạch ổn áp tham số dùng tranzito NPN.

Q: Tranzito ổn áp

R_b : Điện áp phân cực B cho tranzito và điôt zene

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

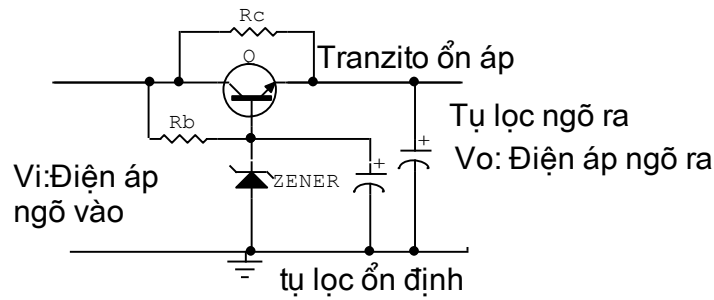
$$V_o = V_z + V_{be}$$

V_z : Điện áp zene

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

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

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

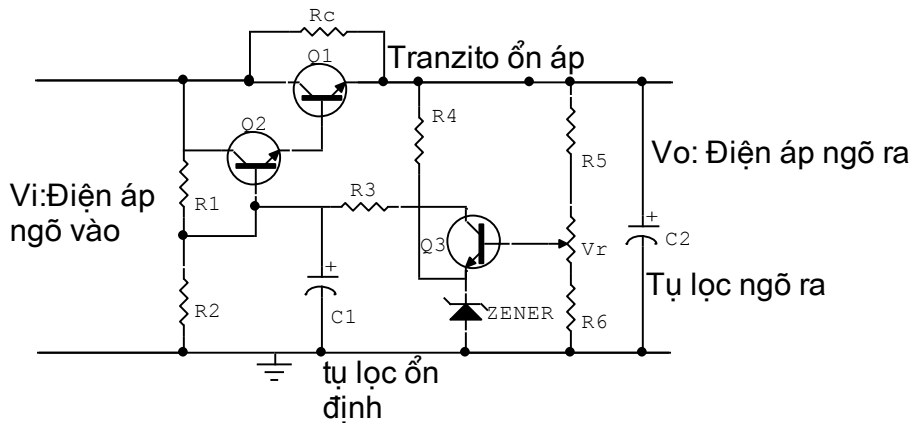


Mạch ổn áp tham số dùng tranzito NPN có điện trở gánh dòng

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

2.1.4. Mạch ổn áp có hồi tiếp.

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



Mạch ổn áp hồi tiếp có điều chỉnh

Nhiệm vụ của các linh kiện trong mạch như sau:

- + Q_1 : Tranzito ổn áp, cấp dòng điện cho mạch
- + Q_2 : Khuếch đại điện áp một chiều
- + Q_3 : So sánh điện áp được gọi là dò sai
- + R_c : Trở gánh dòng
- + R_1, R_2 : Phân cực cho Q_2
- + R_3 : Hạn dòng cấp nguồn cho Q_3
- + R_4 : Phân cực cho zener, tạo điện áp chuẩn cố định cho cực E Q_3 gọi là tham

chiếu

- + R_5, R_6, V_r : cầu chia thế phân cực cho B Q_3 gọi là lấy mẫu.
- + C_1 : Chống đột biến điện áp.
- + C_2 : Lọc nguồn sau ổn áp cách li nguồn với điện áp một chiều từ mạch ngoài.

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

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

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

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

2.1.5. Mạch ổn áp dùng IC.

* IC ổn áp 78XX, 79XX.

Với những mạch điện không đòi hỏi độ ổn định của điện áp quá cao, sử dụng IC ổn áp thường được người thiết kế sử dụng vì mạch điện khá đơn giản. Các loại ổn áp thường được sử dụng là IC 78xx - 79xx, với xx là điện áp cần ổn áp. Ví dụ 7805 ổn áp 5V, 7808 ổn áp 8V, 7812 ổn áp 12V hay ổn áp điện áp âm có 7905 ổn áp điện áp -5V, 7912 ổn áp -12V. Việc dùng các loại IC ổn áp 78xx tương tự nhau hay đối với 79xx cũng tương tự, dưới đây là minh họa cho IC ổn áp 7805

+ Họ 78xx là họ cho ổn định điện áp đầu ra là dương. Còn xx là giá trị điện áp đầu ra như 5V, 6V....

+ Họ 79xx là họ ổn định điện áp đầu ra là âm. Còn xx là giá trị điện áp đầu ra như : -5V, -6V.

Sự kết hợp của hai con này sẽ tạo ra được bộ nguồn đối xứng.

Về mặt nguyên lý nó hoạt động tương đối giống nhau. Bây giờ ta xét từng IC 78, 79.

78xx

78xx là loại dòng IC dùng để ổn định điện áp dương đầu ra với điều kiện đầu vào luôn luôn lớn hơn đầu ra 3V.

Tùy loại IC 78 mà nó ổn áp đầu ra là bao nhiêu.

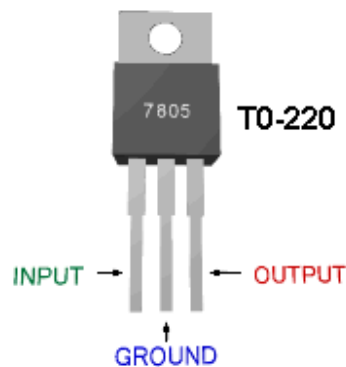
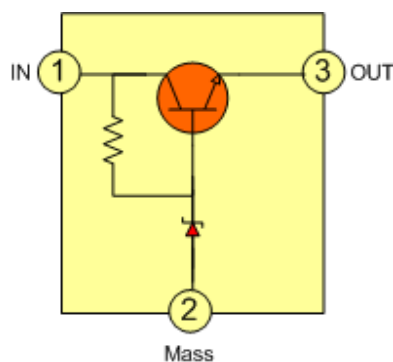
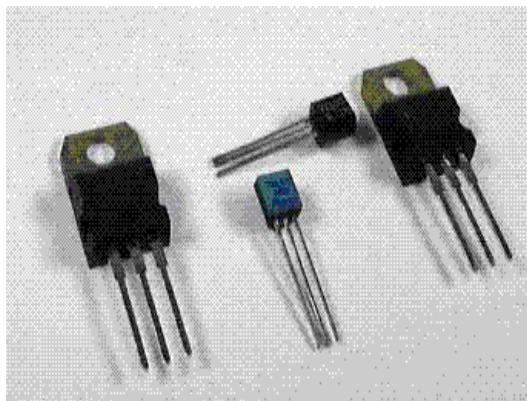
ví dụ : 7806 - 7809...vv.

+ 78xx gồm có 3 chân :

1 : Vin - Chân nguồn đầu vào.

2 : GND - Chân nối đất.

3 : Vo - chân nguồn đầu ra.



Chú ý: điện áp đặt trước IC 78xx phải lớn hơn điện áp cần ổn áp từ 2V đến 3V

*** Những dạng seri của 78XX.**

LA7805: IC ổn áp 5V.

LA7806 IC ổn áp 6V.

LA7808 IC ổn áp 8V.

LA7809 IC ổn áp 9V.

LA7812 IC ổn áp 12V.

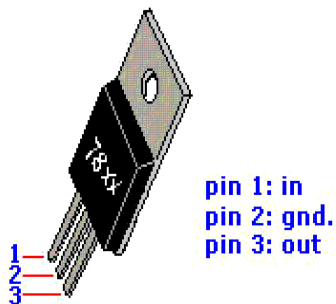
LA7815 IC ổn áp 15V.

LA7818 IC ổn áp 18V.

LA7824 IC ổn áp 24V.

*** Cách xác định chân:.**

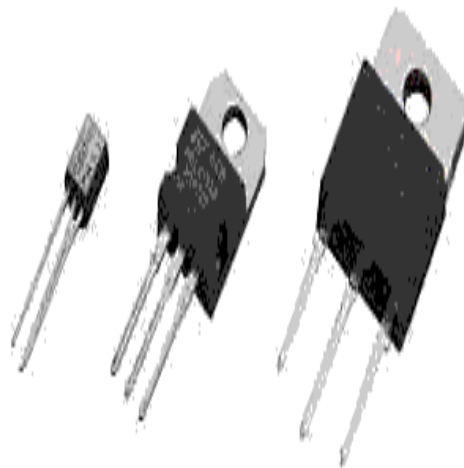
78xx là ic có 3 chân và các seri khác nhau thì chung thứ tự chân.



79xx

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

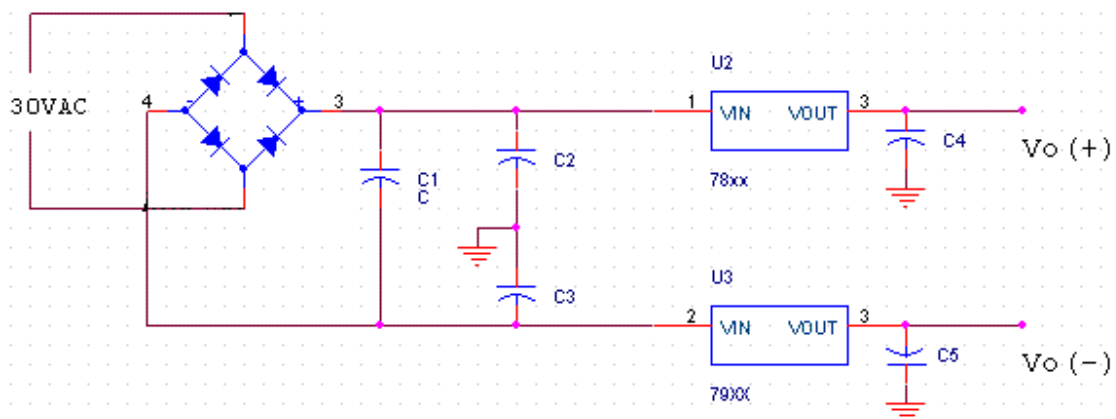
Họ 79 cũng có nhiều loại mức ổn áp đầu ra như dòng 78 : 7905, 7906... với dòng chịu đựng là 1A và 0.1A.



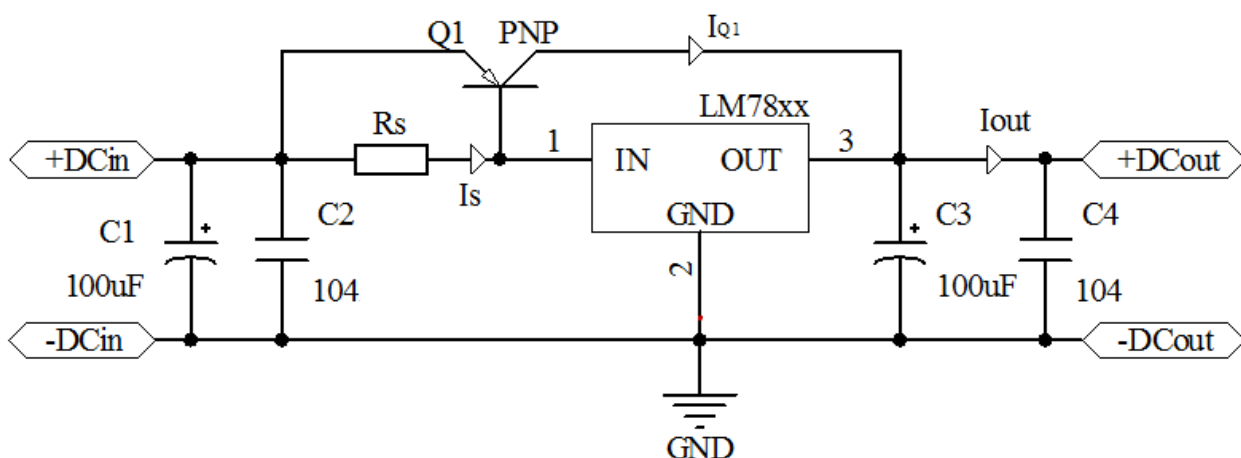


Ứng dụng của 78xx và 79xx vào bộ nguồn.

Trong các bộ nguồn thì 78 và 79 được sử dụng rất nhiều trong các mạch nguồn để tạo điện áp đầu ra mong muốn đặc biệt những thiết bị này cần điện áp đầu vào cố định không thay đổi lên xuống. Đây là mạch nguyên lý của 78 và 79.

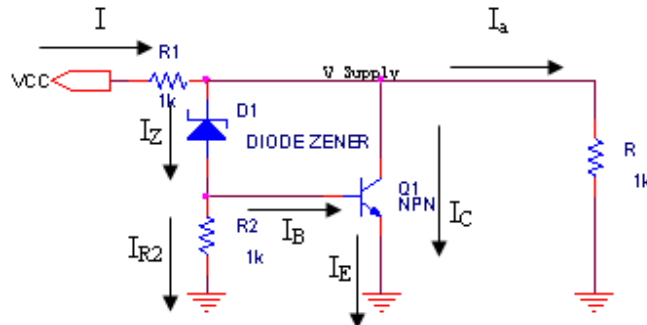


2.1.6. Nâng công suất mạch ổn áp.



2.2. Mạch ổn áp mắc rẽ.

Mạch ổn định điện áp theo nguyên lý nguồn dòng song song chỉ được sử dụng để tạo điện áp chuẩn hoặc để kích thích cho các mạch ổn áp theo nguyên lý khác làm việc...



Một trong những ứng dụng của nguồn dòng song song là tạo ra mạch ổn áp theo nguyên lý **bù dòng song song** để có thể làm ổn định được điện áp cung cấp cho các tải có công suất tiêu thụ có thể lên tới vài Watt.

Theo hình dưới đây, ta thấy rằng mạch ổn định điện áp được bổ sung bởi một transistor Q_1 để có nhiệm vụ tạo nên một dòng bù lớn hơn so với dòng rẽ cho phép của diode Zener D_1 .

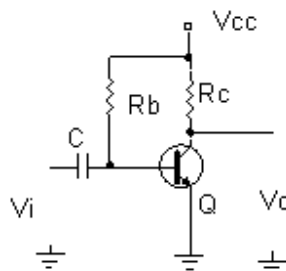
Thật vậy, khi điện áp cung cấp cho tải R là V_{Supply} lớn hơn điện áp V_Z của diode Zener thì một dòng rẽ sẽ chạy qua Zener và gây sụt áp trên R_2 để tạo nên một điện áp phân cực cho transistor Q_1 làm việc.

3. Mạch khuếch đại công suất.

3.1. Mạch khuếch đại đơn.

3.1.1. Mạch khuếch đại công suất đơn tải điện trở.

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



Mạch khuếch đại công suất ở chế độ A tải dùng điện trở

Trong đó:

- Q: Tranzito khuếch đại công suất
- R_c : Điện trở tải
- R_b : Điện trở phân cực
- C: Tụ lên lạc tín hiệu ngõ vào
- V_i : Tín hiệu ngõ vào tầng khuếch đại công suất
- V_o : Tín hiệu ngõ ra tầng khuếch đại công suất

**Chế độ tĩnh:*

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

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

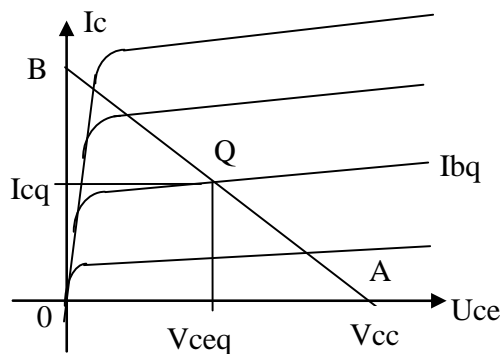
Tương ứng với dòng cực C là:

$$I_c = \beta \cdot I_b$$

Điện áp V_{ce} :

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

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



Đặc tuyến làm việc của Tranzitor

**Chế độ động:*

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

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

Khi tín hiệu vào lớn biến thiên xa hơn so với điểm làm việc tĩnh đã được thiết lập từ trước, dòng điện Ic và điện áp Vce biến thiên và đạt đến giá trị giới hạn. Đối với dòng điện, giá trị giới hạn này thấp nhất $I_{\min} = 0$, và cao nhất $I_{\max} = V_c/R_c$. Đối với điện áp Vce, giới hạn thấp nhất $V_{ce} = 0V$, và cao nhất $V_{ce} = V_{cc}$.

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

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

- *Công suất ra:*

+ Tính theo giá trị hiệu dụng:

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

$$P_o = I_c^2 . R_c$$

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

+ Tính theo giá trị đỉnh:

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

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

+ Tính theo giá trị đỉnh - đỉnh:

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

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

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

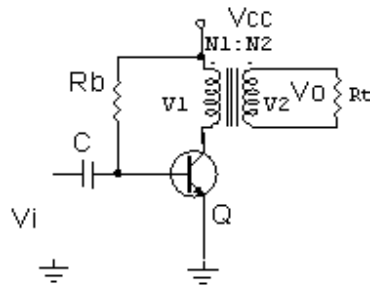
- *Hiệu suất mạch:* Hiệu suất của một mạch khuếch đại phụ thuộc tổng công suất xoay chiều trên tải và tổng công suất cung cấp từ nguồn 1 chiều. Hiệu suất được tính theo công thức sau:

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

P_o : Công suất ra

P : Công suất cung cấp từ nguồn một chiều

3.1.2. Mạch khuếch đại công suất đơn ghép biến áp:



Mạch khuếch đại công suất ở chế độ A tải ghép biến áp

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

Sự biến đổi điện áp theo biểu thức: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_2}{N_1}$

3.2. Mạch khuếch đại đẩy kéo.

3.2.1. Mạch khuếch đại công suất đẩy kéo ghép trực tiếp.

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

Nhiệm vụ các linh kiện trong mạch:

C: Tụ liên lạc tín hiệu ngõ vào;

R_t : Điện trở tải của tầng khuếch đại công suất;

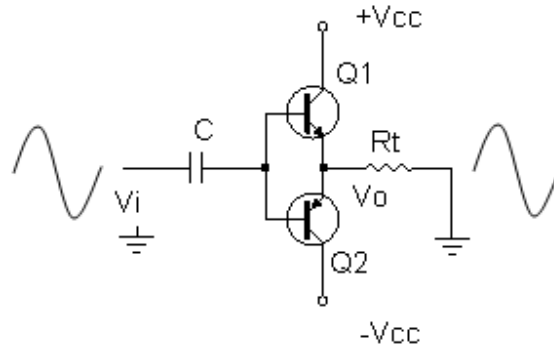
Q_1, Q_2 : Cặp tranzito khuếch đại công suất hỗ trợ đối xứng;

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

Hoạt động của mạch: Mạch được phân cực với thiên áp tự động. ở bán kỳ dương của tín hiệu Q_1 dẫn dòng điện nguồn dương qua tải R_t , Q_2 tắt không cho dòng điện nguồn qua tải. ở bán kỳ âm của tín hiệu Q_2 dẫn dòng điện nguồn âm qua tải R_t , Q_1 tắt.

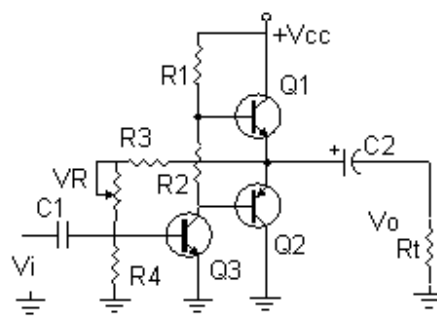
Mạch này có ưu điểm đơn giản, chống méo hài, hiệu suất lớn và điện áp phân cực ngõ ra $\approx 0V$ nên có thể ghép tín hiệu ra tải trực tiếp. Nhưng dễ bị méo xuyên giao và cần nguồn đối xứng làm cho mạch điện cồng kềnh, phức tạp đồng thời dễ làm hư hỏng tải

khi Tranzito bị đánh thủng. Để khắc phục nhược điểm này thông thường người ta dùng mạch ghép ra dùng tụ.



Mạch khuếch đại công suất đẩy kéo ghép trực tiếp.

3.2.2. Mạch đẩy kéo ghép dùng tụ:



Mạch khuếch đại công suất ghép bằng tụ

Nhiệm vụ của các linh kiện trong mạch:

Q_1, Q_2 : Cặp tranzito khuếch đại công suất

Q_3 : Đảo pha tín hiệu

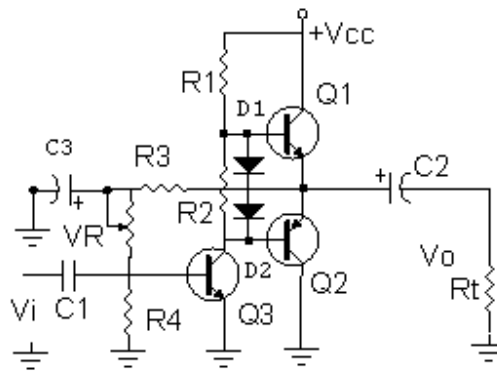
R_1, R_2 : Phân cực cho Q_1, Q_2 đồng thời là tải của Q_3

R_3, VR : Lấy một phần điện áp một chiều ngõ ra quay về kết hợp với R_4 làm điện áp phân cực cho Q_3 làm hồi tiếp âm điện áp ổn định điểm làm việc cho mạch.

C_1 : Tụ liên lạc tín hiệu ngõ vào.

C_2 : Tụ liên lạc tín hiệu ngõ ra đến tải.

Mạch này có đặc điểm là có độ ổn định làm việc tương đối tốt, điện áp phân cực ngõ ra $V_o \approx \frac{V_{cc}}{2}$ khi mạch làm việc tốt. Nhưng có nhược điểm dễ bị méo xuyên giao nếu chọn chế độ phân cực cho 2 tranzito Q_1, Q_2 không phù hợp hoặc tín hiệu ngõ vào có biên độ không phù hợp với thiết kế của mạch và một phần tín hiệu ngõ ra quay trở về theo đường hồi tiếp âm làm giảm hiệu suất của mạch để khắc phục nhược điểm này người ta có thể dùng mạch có dạng sau:



Mạch khuếch đại công suất ghép bằng tụ cải tiến.

Trong đó C_3 : Lọc bỏ thành phần xoay chiều của tín hiệu

D_1, D_2 :Cắt rào điện áp phân cực cho Q_1 và Q_2 ,

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

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1. ĐỀ CƯƠNG MÔĐUN/MÔN HỌC NGHỀ SỬA CHỮA THIẾT BỊ ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP”, Dự án Giáo dục kỹ thuật và Dạy nghề (VTEP), Tổng cục Dạy Nghề, Hà Nội, 2003**
- 2. CHẤT BÁN DẪN ĐIÔT VÀ TRANZITO - GIÁO TRÌNH MẠCH ĐIỆN TỬ KỸ THUẬT TƯƠNG TỰ, NXB Thống kê. Hà Nội, 2001**
- 3. KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ, ELECTRONIC TECHNOLOGY, NXB Khoa học - Xã hội, Hà Nội, 2001**
- 4. VẬT LÝ LỚP 11, NXB Giáo dục, Hà Nội, 2006.**
- 5. MẠCH ĐIỆN TỬ, NXB Lao động - Xã hội, “Tủ sách kỹ thuật điện tử, HÀ NỘI, 2002.**
- 6. Nguyễn Tấn Phước: SỔ TAY TRA CỨU LINH KIỆN ĐIỆN TỬ**
- 7. Nguyễn Kim Giao, Lê Xuân Thế: SỔ TAY TRA CỨU CÁC TRANZITO NHẬT BẢN**
- 8. Dương minh trí: SỔ TAY TRA CỨU IC CMOS, NXB TP. HCM, 1991**
- 9. Dương minh trí: SỔ TAY TRA CỨU IC TTL, NXB TP. HCM, 1991**
- 10. Đỗ xuân Thụ: GIÁO TRÌNH ĐIỆN TỬ CƠ BẢN, Dự án GDKT VÀ DN, Hà Nội, 2007**
- 11. Đỗ Thanh Hải, Nguyễn Xuân Mai: PHÂN TÍCH MẠCH TRANZITO, NXB Thống kê, Hà Nội, 2002.**
- 12. TS. Đàm Xuân Hiệp: ĐIỆN TỬ CƠ SỞ TẬP 1, 2 . BASIC ELECTRONICS . 2001.**
- 13. Nguyễn Minh Giáp: SÁCH TRA CỨU LINH KIỆN ĐIỆN TỬ SMD. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2003.**