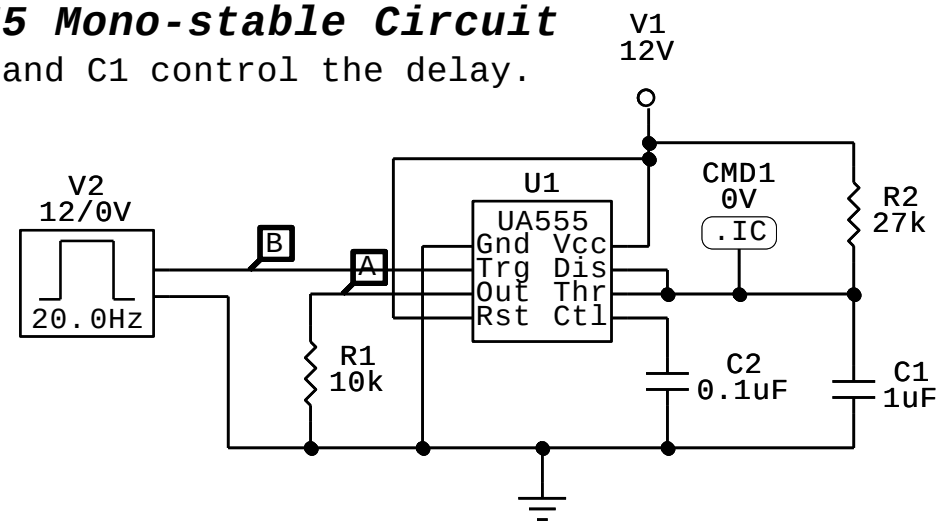
TRUNG TÂM DẠY NGHỀ QUẬN 5

GIÁO TRÌNH

ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP I

Negative Edge Triggered
555 Mono-stable Circuit

R2 and C1 control the delay.



LƯU HÀNH NỘI BỘ

Mục lục

Nội dung	Trang
Chương I : Cơ sở điện học	
Bài 1: Cấu tạo vật chất	1
Bài 2: Các đại lượng điện cơ bản	4
Chương II: Linh kiện điện tử và ứng dụng	
Bài 3: Điện trở	16
Bài 4: Tụ điện	26
Bài 5: Từ trường và cuộn dây	35
Bài 6: Diode bán dẫn	50
Bài 7: Transistor lưỡng cực	66
Bài 8: Transistor trường	78
Bài 9: Họ linh kiện 4 lớp bán dẫn	84
Bài 10: Vi mạch tích hợp	94
PHỤ LỤC	
CÁCH SỬ DỤNG ĐỒNG HỒ ĐO V.O.M	103

CHƯƠNG I

CƠ SỞ ĐIỆN HỌC

BÀI 1 CẤU TẠO VẬT CHẤT

I – Điện là gì ?

Danh từ điện bắt nguồn từ chữ Hy lạp electron (hổ phách). Hổ phách khi được cọ xát có khả năng hút được các vật nhẹ, người ta nói hổ phách đã nhiễm điện hay đã có điện tích . Hiện tượng này đã được phát hiện từ thời Hy lạp cổ đại.

Một đũa thủy tinh sau khi cọ xát vào da thú hay đũa êbônit cọ xát vào len cũng sẽ thu được điện tích (nhiễm điện). Qua thực nghiệm người ta thấy tính chất điện trên đũa thủy tinh và trên đũa êbônit khác nhau, chứng tỏ có hai loại điện tích . Các điện tích sinh ra khi cọ xát đũa thủy tinh vào da thú được quy ước là điện tích dương ký hiệu bằng dấu cộng (+); Các điện tích sinh ra khi cọ xát đũa thủy êbônit vào len được quy ước là điện tích âm ký hiệu bằng dấu trừ (-) . Các thí nghiệm chứng tỏ rằng các điện tích cùng dấu thì đẩy nhau và các điện tích trái dấu thì hút nhau.

II – Khái niệm vật chất:

Vật chất là một khái niệm dùng để chỉ các sự vật hiện tượng tồn tại xung quanh chúng ta và ta có thể cảm nhận được chúng thông qua các giác quan.

III – Cấu tạo của vật chất – cấu tạo nguyên tử:

Vật chất được tạo thành bởi các phân tử hoặc các nguyên tử. Phân tử là phần tử nhỏ bé nhất của một hợp chất mà vẫn giữ nguyên tính chất của hợp chất đó. Nguyên tử là phần tử nhỏ bé nhất của một đơn chất (nguyên tố hóa học) mà vẫn giữ nguyên được tính chất của đơn chất đó.

Trong ngành điện tử thì ta chỉ quan tâm đến cấu tạo của nguyên tử .

Mỗi nguyên tử có cấu tạo gồm một số hạt điện tử (electron) mang điện tích âm , một số hạt dương tử (proton) mang điện tích dương và các hạt trung tính (neutron) không mang điện.

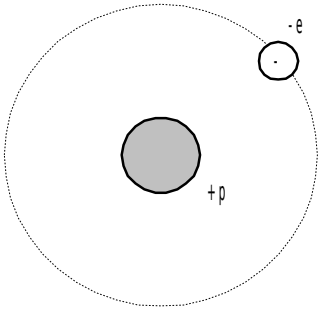
Điện tích của điện tử và dương tử có độ lớn bằng nhau nhưng trái dấu. (e = 1,602.10^{-19} Coulomb); Những hạt trung tính và proton có khối lượng gần như tương đương nhau (m_p = 1,67. 10^{-27} kg) và quy tụ thành một vùng nhỏ ở giữa nguyên tử gọi là nhân của nguyên tử. Như vậy, hạt nhân của nguyên tử mang điện tích dương .

Điện tử có khối lượng m = 9,1. 10^{-31}kg tức là rất nhỏ hơn so với proton (1840 lần). Điện tử chuyển động xung quanh nhân trên những quỹ đạo mà bán kính trung bình của quỹ đạo lớn hơn bán kính của nhân khoảng 10 000 lần.

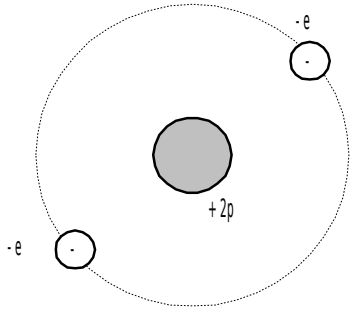
Thí dụ:

Nguyên tử có cấu tạo đơn giản nhất là Hidrogen (H) có nhân là 1 proton mang điện tích dương và một điện tử mang điện tích âm quay xung quanh nhân (hình 1).

Nguyên tử có cấu tạo đơn giản tiếp theo là Helium (He) có nhân gồm 2 proton và 2 điện tử quay xung quanh nhân. (hình 2)



Hình 1: Caáu taïo nguyeân töû Hydro



Hình 2: Caáu taïo nguyeân töû Helium

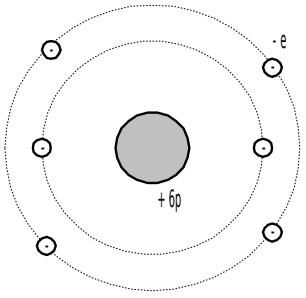
Ở những nguyên tử có số lượng điện tử lớn hơn 2 thì các điện tử quay xung quanh nhân trên những lớp (tầng) cố định, thứ tự các tầng tính từ nhân ra được ký hiệu : K; L; M; N; O; P và Q. Số điện tử tối đa trên mỗi tầng được tính theo công thức: $2.n^2$ với n là số thứ tự của tầng.

Thí dụ :

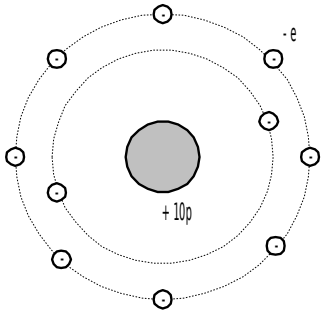
Nguyên tử Cacbon (C) có 6 điện tử , sự phân bố điện tử trên các tầng như sau:
Tầng K có số thứ tự là 1 nên số điện tử tối đa là : $2.n^2 = 2.1^2 = 2$ điện tử .
Tầng L có số thứ tự là 2 nên số điện tử tối đa là : $2.n^2 = 2.2^2 = 8$ điện tử . Nhưng do nguyên tử Cacbon chỉ có 6 điện tử mà ở tầng K đã có 2 điện tử nên tầng L chỉ còn lại 4 điện tử . (hình 3)

Nguyên tử Neon (Ne) có 10 điện tử , sự phân bố điện tử trên các tầng như sau:
Tầng K có số điện tử tối đa là : $2.n^2 = 2.1^2 = 2$ điện tử .
Tầng L có số điện tử tối đa là : $2.n^2 = 2.2^2 = 8$ điện tử . Ta thấy rằng đối với nguyên tử Neon thì số điện tử vừa đúng bằng tổng số điện tử tối đa trên mỗi tầng. (hình 4)

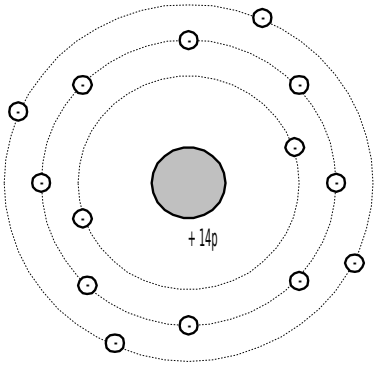
Nguyên tử Silic (Si) có 14 điện tử , sự phân bố điện tử trên các tầng như sau:
Tầng K có số điện tử tối đa là : $2.n^2 = 2.1^2 = 2$ điện tử .
Tầng L có số điện tử tối đa là : $2.n^2 = 2.2^2 = 8$ điện tử .
Tầng M có số điện tử tối đa là: $2.n^2 = 2.3^2 = 18$ điện tử . Nhưng do nguyên tử Silic chỉ có 14 điện tử nên trên tầng M còn lại số điện tử là: 14 – 2 – 8 = 4 điện tử . (hình 5)



Hình 3: Caáu taïo nguyeân töû Cacbon



Hình 4: Caáu taïo nguyeân töû Neon



Hình 5: Caáu taïo nguyeân töû Slic

Nhận xét:

Số điện tử trên lớp điện tử ngoài cùng của nguyên tử có thể đúng bằng số điện tử tối đa tính theo công thức $2n^2$ (thí dụ các khí trơ), nhưng ở đa số các chất thì số điện tử lớp ngoài cùng không bằng số điện tử tối đa tính theo công thức trên.

Bình thường , số hạt proton ở nhân bằng tổng số điện tử quay xung quanh nhân , ta nói nguyên tử trung hòa về điện (lượng điện tích dương ở nhân bằng lượng điện tích âm ở các lớp điện tử xung quanh nhân). Nhưng sự trung hòa về điện của nguyên tử có bền vững hay không còn phụ thuộc vào số lượng điện tử trên lớp điện tử ngoài cùng của nguyên tử . Nếu số lượng điện tử ở tầng ngoài cùng đủ số tối đa (bão hòa) theo công thức $2n^2$ thì nguyên tử sẽ rất bền vững, tính chất lý hóa của nó rất khó bị thay đổi. Khi số lượng điện tử ở lớp ngoài cùng đạt gần đủ số bão hòa, (thí dụ nguyên tử có tầng ngoài cùng là N chỉ có 31 điện tử thay vì 32 điện tử là đủ số bão hòa) thì nguyên tử có khuynh hướng nhận thêm điện tử để trở thành Ion âm. Khi số lượng điện tử ở lớp ngoài cùng có rất ít so với số bão hòa , (thí dụ nguyên tử có lớp điện tử ngoài cùng là M chỉ có 1 hay 2 điện tử thay vì 18 điện tử là đủ số bão hòa) thì số điện tử lớp ngoài cùng này dễ thoát ly khỏi nguyên tử trở thành điện tử tự do và nguyên tử trở thành Ion dương .

Xét trên phương diện tác dụng điện, người ta chia vật chất thành 3 loại : chất dẫn điện, chất cách điện và chất bán dẫn điện.

Chất dẫn điện: là các chất cho phép các điện tích truyền qua dễ dàng. Như các kim loại , lớp điện tử ngoài cùng có 1, 2 hay 3 điện tử tức là rất ít so với số điện tử bão hòa của lớp đó nên các điện tử dễ dàng thoát ly khỏi nguyên tử trở thành điện tử tự do. Số điện tử tự do càng nhiều thì tính chất dẫn điện càng tốt.

Chất cách điện: là các chất mà cấu tạo nguyên tử có lớp điện tử ngoài cùng đã đủ số bão hòa hay đã gần đủ nên số lượng điện tử tự do ít, do đó các điện tích truyền qua nó rất khó khăn.

Chất bán dẫn điện: là các chất có tính chất trung gian giữa chất dẫn điện và chất cách điện, tức là trong cùng một điều kiện thì chất bán dẫn có độ dẫn điện lớn hơn độ dẫn điện của chất cách điện và nhỏ hơn của chất dẫn điện . Cấu tạo nguyên tử của chất bán dẫn có số điện tử ở lớp ngoài cùng là 3; 4 hoặc 5 điện tử.

BÀI 2 CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐIỆN CƠ BẢN

I – Điện tích :

Là lượng điện chứa trong một vật, có độ lớn bằng tổng số điện tử thừa (điện tích âm) hoặc thiếu (điện tích dương) trong vật ấy.

Ký hiệu điện tích làQ . Đơn vị điện tích là Coulomb (C).

II – Điện trường :

1 – Khái niệm: Điện trường là môi trường đặc biệt bao xung quanh các vật tích điện (điện tích), trong đó có lực điện tương tác ngay cả không có vật chất giữa chúng.

Thí nghiệm:

Giả sử ta có một vật A có điện tích q được giữ đứng yên trong chân không , ta đưa một vật B có điện tích q' đến gần vật A thì vật A sẽ tác động lên vật B một lực F được xác định bằng định luật Coulomb. Ta thấy rằng, mặc dù môi trường chân không là môi trường không có vật chất nhưng vẫn có lực điện tương tác giữa hai vật A và B.

2 – Cường độ điện trường :

Cường độ điện trường là một đại lượng véctơ đặc trưng cho độ lớn của điện trường.

Cường độ điện trường ký hiệu là E được tỷ số giữa lực tác dụng lên một điện tích thử độ lớn của điện tích thử bằng điện tích đơn vị dương tại điểm đang xét của trường .

$$E \quad \frac{F}{q} \quad (\frac{Volt}{met})$$

3 – Đường sức của điện trường :

Đường sức của điện trường là một khái niệm dùng để minh họa điện trường. Người ta quy ước chiều của đường sức hướng từ điện tích dương đến điện tích âm (ra dương vào âm) (hình 7). Số lượng các đường sức điện trường đi qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với chúng phải bằng trị số của cường độ điện trường E tại nơi xét. Nếu vẽ các đường sức điện trường theo quy ước trên thì mật độ của các đường sức sẽ xác định giá trị của cường độ điện trường .

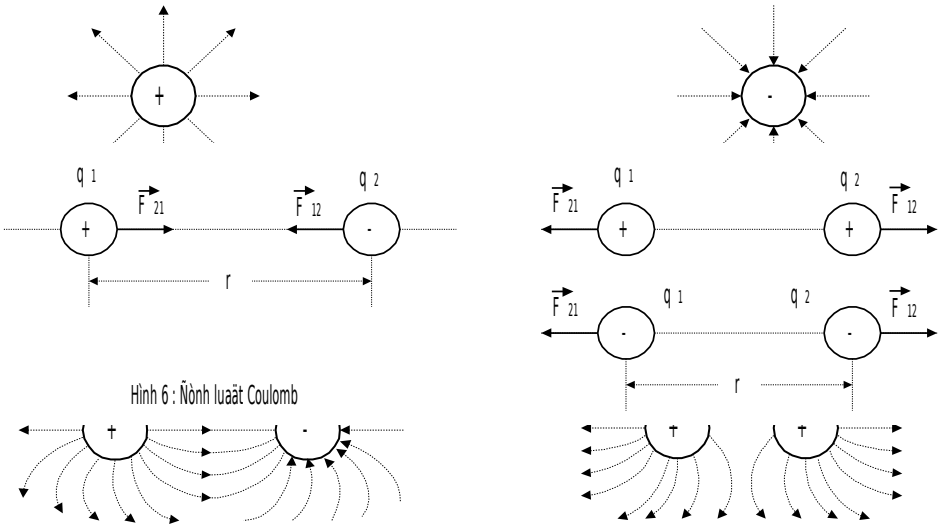
III – Định luật Coulomb:

Năm 1785, nhà bác học Pháp Charles Augustin De Coulomb, trên cơ sở các thí nghiệm bằng cân xoắn, đã thiết lập được một định luật xác định lực tương tác giữa các điện tích điểm q_1 và q_2 đứng yên, khoảng cách giữa chúng là r :

$$F_{12} \qquad F_{21} \quad k\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

F_{12} : lực tác dụng của q_1 lên q_2 (đơn vị Newton – N).
F_{21} : lực tác dụng của q_2 lên q_1 (đơn vị Newton – N).
q_1 , q_2 : độ lớn của hai điện tích (đơn vị Coulomb – C).
r : khoảng cách giữa q_1 và q_2 (đơn vị mét – m).
k : hệ số phụ thuộc vào hệ đơn vị được chọn.
: hằng số điện môi của môi trường .

Định luật Coulomb phát biểu: Lực tương tác giữa hai điện tích điểm đứng yên tỷ lệ thuận với tích các độ lớn của chúng và tỷ lệ nghịch với tích của hằng số điện môi của với được ch , nếu



Hình 6 : Ñònh luaät Coulomb

b : Ñöôøng söùc cuûa ñieän tröôøng do hai ñieän tích traùi daáu sinh ra

c : Ñöôøng söùc cuûa ñieän tröôøng do hai ñieän tích cuøng daáu sinh ra

Hình 7 : Ñöôøng söùc cuûa ñieän tröôøng

IV – Điện thế - Hiệu điện thế:

1 – Điện thế :

Điện thế là một đại lượng đặc trưng cho khả năng tác dụng điện tại một điểm trong điện trường hoặc của mạch điện khi so sánh điểm đó với một điểm khác có điện thế quy ước bằng không.

Ký hiệu điện thế : V Đơn vị điện thế : Volt (V)

2 – Hiệu điện thế (điện áp):

Hiệu điện thế là một đại lượng cho biết sự chênh lệch điện thế giữa hai điểm bất kỳ trong điện trường hoặc trong mạch điện. Hiệu điện thế tại hai điểm được xác định bằng hiệu số điện thế giữa hai điểm đó.

Thí dụ:

Có hai điểm A và B nằm trong một mạch điện, điểm A có điện thế là V_A và điểm B có điện thế là V_B . Hiệu điện thế giữa hai điểm A và B được tính : $U_{AB} = V_A - V_B$.

Ký hiệu của hiệu điện thế là U , tuy nhiên, trong thực tế đôi khi người ta vẫn dùng lẫn ký hiệu của điện thế và hiệu điện thế là V.

Đơn vị của hiệu điện thế là Volt (V)

Bội số của Volt là Kilovolt (KV) : 1 KV = 1 000 V

Mêgavolt (MV) : 1 MV = 1 000 KV = 1 000 000 V

Ước số của Volt là millivolt (mV) : 1V = 1 000 mV

microvolt (V) : 1V = 1 000 000 V

V – Dòng điện – Cường độ dòng điện:

1 – Dòng điện:

Khi một vật dẫn để trong điều kiện bình thường , không có điện trường ngoài tác động thì các điện tử tự do chuyển động về mọi phía của vật dẫn. Nhưng khi ta đặt vật dẫn vào một điện trường (áp lên hai đầu của vật dẫn một hiệu điện thế) thì dưới tác dụng của điện trường , các điện tử tự do bị hút về phía có điện thế cao hơn tạo thành dòng điện trong vật dẫn.

Định nghĩa: Dòng điện là dòng dịch chuyển có hướng của các điện tử .

2 – Chiều của dòng điện:

Như ở trên ta đã biết bản chất của dòng điện là dòng các điện tử tự do mà điện tử thì mang điện tích âm nên chiều của dòng điện là chạy từ nới có điện thế thấp về nơi có điện thế cao. Nhưng trong thực tế **người ta quy ước chiều của dòng điện là chạy từ nơi có điện thế cao về nơi có điện thế thấp** tức là chiều của dòng điện ngược với chiều chuyển động của các điện tử.

3 – Cường độ dòng điện:

Cường độ dòng điện là một đại lượng đặc trưng cho độ lớn của dòng điện, nó được xác định bằng tỉ số giữa lượng điện tích Q chuyển qua tiết diện ngang của của vật dẫn và thời gian t mà lượng điện tích đó chuyển qua.

Ký hiệu cường độ dòng điện là I (Intensity).

Đơn vị của cường độ dòng điện là A (Ampere)

Theo định nghĩa ta có công thức tính cường độ dòng điện : $I \quad \frac{Q}{t}$

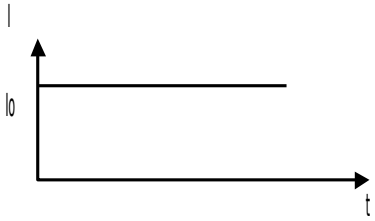
Các ước số của Ampere :

Milliampere (mA) : 1A = 1 000 mA

Microampere (A) : 1A = 1 000 000 A

4 – Dòng điện một chiều (Direct Current – DC):

Dòng điện một chiều (DC) là dòng điện có trị số và chiều dòng điện không thay đổi theo thời gian. Đồ thị biểu diễn dòng điện DC có dạng như hình 8.



Hình 8: Ñoàng thaùng bieåu dieãn doøng ñieän moät chieàu

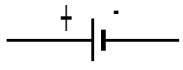
VI – Nguồn điện một chiều:

1 – Khái niệm:

Muốn có dòng điện liên tục và lâu dài thì phải có nguồn cung cấp và thu nhận điện tử gọi là nguồn điện một chiều. Nguồn điện một chiều rất đa dạng , nhiều chủng loại như Pile, Accu, máy phát điện một chiều, bộ nắn điện …

Ký hiệu của nguồn điện một chiều có dạng như hình 9

Mỗi nguồn điện một chiều gồm có hai điện cực : điện cực dương được quy ước ký hiệu bằng dấu cộng (+) là nơi thu nhận điện tử. Điện cực âm được quy ước ký hiệu bằng dấu trừ (-) là nơi cung cấp điện tử.



Hình 9: kyù hieäu nguoàn ñieän moät chieàu

2 – Các thông số của Pin – Accu (bình điện):

Khi sử dụng Pin hoặc Accu ta cần chú ý đến 2 thông số chính sau đây:

Điện áp trên hai điện cực của nguồn ký hiệu là U, đơn vị là V (Volt).

Điện lượng của nguồn ký hiệu là Q , đơn vị là Ah (Ampere giờ). Điện lượng Q đặc trưng cho lượng điện năng được tích chứa trong nguồn. Bộ nguồn có kích thước càng lớn thì có điện lượng càng lớn .Thời gian sử dụng bộ nguồn được tính theo công thức:

Với:

$t \quad \frac{Q}{I}$ t : Thời gian sử dụng bộ nguồn tính theo đơn vị giờ (h)

Q : Điện lượng của nguồn tính theo đơn vị Ah (Ampere giờ)

I : Cường độ dòng điện do bộ nguồn cung cấp tính theo đơn vị A

Thí dụ:

Một bình Accu có ghi 12V và 60Ah . Có nghĩa là điện áp trên hai điện cực của Accu là 12V và điện lượng của nó là 60Ah.

Nếu cường độ dòng điện tiêu thụ là 1A thì thời gian sử dụng liên tục là:

$$t \quad \frac{Q}{I} \quad \frac{60(Ah)}{1(A)} \quad 60(h)$$

Nếu cường độ dòng điện tiêu thụ là 10A thì thời gian sử dụng liên tục là:

$$t \quad \frac{Q}{I} \quad \frac{60(Ah)}{10(A)} \quad 6(h)$$

Trong nguồn điện một chiều luôn tồn tại một nội trở, khi nguồn điện cung cấp cho tải một cường độ dòng điện lớn thì dòng điện đó cũng đi qua nội trở của nguồn và sinh ra nhiệt lượng có thể làm hư hỏng nguồn. Để tránh hư hỏng nguồn do dòng điện quá lớn, người ta giới hạn dòng điện cung cấp cho tải hoặc dòng điện nạp theo công thức :

$$I_{\max} \quad \frac{Q}{10h}$$

Thí dụ:

Nguồn điện có Q = 60Ah thì dòng điện cho phép tối đa là : $I_{\max} \quad \frac{60Ah}{10h} \quad 6A$

3 – Các loại nguồn Pin – Accu:

Pin: có 2 loại pin thông dụng là pin khô và pin Nikel – Cadminium (Ni – Cd).

❖ Pin khô có nhiều kích cỡ và hình dáng khác nhau tùy theo điện lượng và yêu cầu sử dụng. Tuy nhiên, trên thị trường phổ biến 3 loại là :

- Pin đại ký hiệu R20 , U = 1,5V; Q = 4Ah.
- Pin trung ký hiệu R14 , U = 1,5V; Q = 2,5Ah.
- Pin tiểu ký hiệu R6 , U = 1,5V; Q = 0,5Ah.

Pin khô chỉ sử dụng được một lần.

❖ Pin Ni – Cd : có điện áp giữa hai điện cực là 1,2V, điện lượng tùy thuộc vào kích thước của pin. Pin Ni – Cd có thể sử dụng nhiều lần.

Accu: có hai loại Accu thông dụng là Accu chì (Accu Acid) và Accu kiềm.

❖ Accu chì có các điện cực là các tấm chì nhúng trong dung dịch Acid Sulfuric (H_2SO_4). Mỗi ngăn (hộc) của Accu chì có điện áp 2V. Mỗi bình Accu có nhiều ngăn ghép lại để đạt được các cấp điện áp như :6V; 12V hoặc 24V.

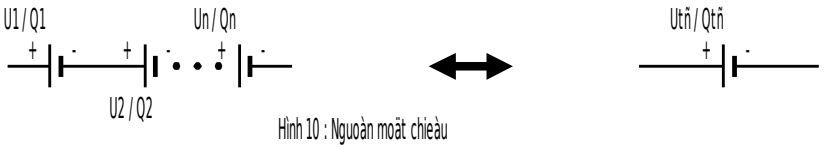
❖ Accu kiềm có các điện cực là sắt (Fe) và kền (Nikel - Ni) nhúng trong dung dịch Hydroxid Kaly (KOH). Mỗi ngăn (hộc) của Accu kiềm có điện áp 1,2V. Mỗi bình Accu có nhiều ngăn ghép lại để đạt được các cấp điện áp như : 2,4V; 4,8V; 6V; 12V hoặc 24V.

4 – Các cách ghép nguồn một chiều:

Do nhà sản xuất chỉ sản xuất nguồn một chiều có một số loại điện áp và điện lượng nhất định, mà trong thực tế thì nhu cầu sử dụng rất đa dạng với những loại nguồn có điện áp và điện lượng khác nhau do đó ta cần phải ghép các bộ nguồn với nhau để tạo ra một bộ nguồn một chiều mới có điện áp và điện lượng như mong muốn để đáp ứng nhu cầu sử dụng .

a) Ghép nối tiếp:

Trong hình 10 trình bày cách ghép nối tiếp các nguồn một chiều, trong đó bộ nguồn thứ nhất có điện áp là U1 và điện lượng là Q1, bộ nguồn thứ hai có điện áp là U2 và điện lượng là Q2 , bộ nguồn thứ " n " có điện áp Un và điện lượng Qn. Ta phải chọn các bộ nguồn sao cho Q1 = Q2 = . . . = Qn .



Hình 10 : Nguoàn moät chieàu gheùp noái tieáp

Khi ghép nối tiếp các bộ nguồn với nhau ta được một bộ nguồn tương đương có điện áp tương đương (Utđ) bằng tổng điện áp của các nguồn thành phần.

$$Utđ = U1 + U2 + \ldots + Un$$

$$Nếu\ U1 = U2 = \ldots = Un = U \quad thì \quad Utđ = n \cdot U$$

Điện lượng của nguồn tương đương bằng điện lượng của mỗi nguồn thành phần

$$Qtđ = Q1 = Q2 = \ldots = Qn$$

Như vậy, trong cách mắc nối tiếp thì điện áp của bộ nguồn tương đương tăng lên còn điện lượng không tăng tức là không tăng được khả năng cung cấp dòng của bộ nguồn.

Thí dụ:

Ta có hai bình Accu, bình thứ nhất có điện áp U1 = 12V và điện lượng Q1 = 4Ah, bình thứ hai có U2 = 6V và Q2 = 4Ah.

Khi mắc nối tiếp hai bình Accu với nhau ta sẽ có một bộ nguồn tương đương có điện áp tương đương là :

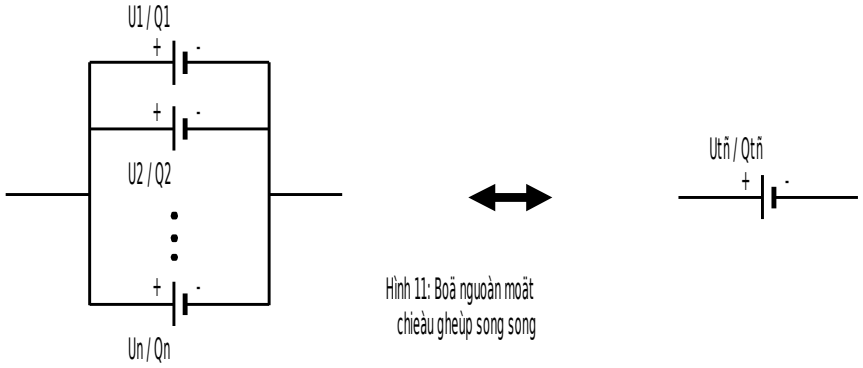
$$Utđ = U1 + U2 = 12V + 6V = 16V$$

Và điện lượng tương đương là :

$$Qtđ = Q1 = Q2 = 4Ah$$

b) Ghép song song:

Trong hình 11 trình bày cách ghép song song các nguồn một chiều, trong đó bộ nguồn thứ nhất có điện áp là U1 và điện lượng là Q1, bộ nguồn thứ hai có điện áp là U2 và điện lượng là Q2 , bộ nguồn thứ " n " có điện áp Un và điện lượng Qn. Ta phải chọn các bộ nguồn sao cho U1 = U2 = . . . = Un .



Hình 11: Boä nguoàn moät chieàu gheùp song song

Khi ghép song song các bộ nguồn với nhau ta được một bộ nguồn tương đương có điện áp tương đương (Utđ) bằng điện áp của mỗi nguồn thành phần.

$$Utđ = U1 = U2 = \ldots = Un$$

Điện lượng của nguồn tương đương bằng tổng điện lượng của các nguồn thành phần: $Qtđ = Q1 + Q2 + \ldots + Qn$

Nếu $Q1 = Q2 = \ldots = Qn = Q$ thì $Qtđ = n \cdot Q$

Như vậy, trong cách mắc song song thì điện lượng của bộ nguồn tương đương tăng lên còn điện áp không tăng .

Thí dụ:

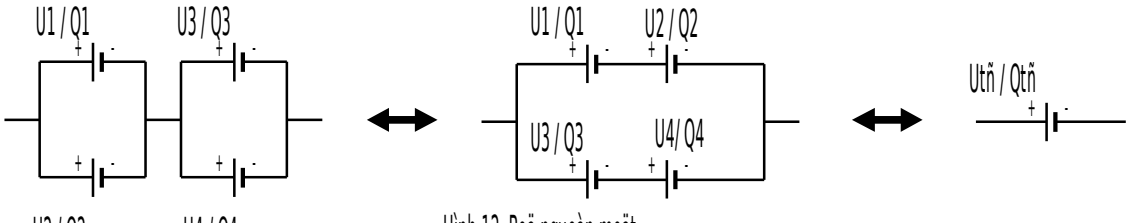
Ta có hai bình Accu, bình thứ nhất có điện áp U1 = 12V và điện lượng Q1 = 4Ah, bình thứ hai có U2 = 12V và Q2 = 7Ah.

Khi mắc song song hai bình Accu với nhau ta sẽ có một bộ nguồn tương đương có điện áp tương đương là : Utđ = U1 = U2 = 12V

Và điện lượng tương đương là : Qtđ = Q1 + Q2 = 4Ah +7Ah = 11Ah

c) Ghép hỗn hợp:

Ghép hỗn hợp được trình bày trong hình 12 là sự tổng hợp của hai cách ghép nối tiếp và song song.



Hình 12: Boä nguoàn moät chieàu gheùp hoãn hôïp

Trong cách ghép hỗn hợp ta sẽ tạo ra một bộ nguồn tương đương có điện áp và điện lượng đều lớn hơn điện áp và điện lượng của mỗi nguồn thành phần. Tùy theo yêu cầu mà ta có thể sử dụng nhiều sơ đồ ghép hỗn hợp khác nhau. Tuy nhiên cách ghép này ít sử dụng trong thực tế. Để tính toán điện áp tương đương và điện lượng tương đương của bộ nguồn ghép hỗn hợp, ta vẫn áp dụng các công thức của cách ghép nối tiếp và song song để tính cho từng nhánh tương ứng.

VII – Công và công suất của dòng điện:

1 - Công của dòng điện:

Khi năng lượng điện được sử dụng để chuyển hóa thành dạng năng lượng khác như nhiệt năng , cơ năng, quang năng, hóa năng … trong một khoảng thời gian nào đó, ta nói rằng dòng điện đã sinh công. Công do dòng điện sinh ra tỉ lệ thuận với điện áp của nguồn, cường độ dòng điện và thời gian sinh công.

$$W = U . I . t$$

Trong đó: W: Công của dòng điện có đơn vị là Joule – J.

U: Điện áp nguồn có đơn vị là Volt – V .

I : Cường dòng điện có đơn vị là Ampere – A.

t: Thời gian sinh công có đơn vị là giây – s.

Trong sử dụng điện năng thì công cũng chính là lượng điện năng tiêu thụ có đơn vị tính là Watt giây (Ws).

Watt giây là lượng điện năng tiêu thụ rất nhỏ nên người ta thường dùng các bội số của nó là :

Watt giờ (Wh) : 1Wh = 3600 Ws

Kilowatt giờ (KWh) : 1KWh = 1 000 Wh

Megawatt giờ (MWh) : 1MWh = 1 000 KWh = 1 000 000 Wh

2 – Công suất của dòng điện:

Công suất là công của dòng điện sinh ra trong thời gian một giây.

Trong đó:

$P = \frac{W}{t} = \frac{U I t}{t} = UI$ hay $P = UI$ P : Công suất của dòng điện có đơn vị là Watt – W .

W : Công của dòng điện có đơn vị là Joule – J .

Các bội số của Watt là:

Kilowatt (KW) : 1KW = 1 000 W

Megawatt (MW) : 1MW = 1 000 KW = 1 000 000 W

Ước số của Watt là:

Miliwatt (mW) : 1W = 1 000 mW

Thí dụ:

Một bóng đèn có ghi 220V / 100W. Giả sử mỗi ngày thắp sáng 10 giờ hỏi điện năng tiêu thụ trong một tháng là bao nhiêu?

Giải:

Bóng đèn ghi 220V / 100W tức là nó chỉ chịu đựng được điện áp tối đa là 220V, khi cung cấp cho nó một điện áp 220V thì nó sẽ tiêu thụ một công suất là 100W.

Từ công thức P = U I ta suy ra : $I = \frac{P}{U}$ Thay số ta có: $I = \frac{100}{220} = 0{,}45A$

Điện năng tiêu thụ của bóng đèn trong một giờ là:

$W/_{1\ giờ}$ = U I t = 220 . 0,45 = 100 Wh

Điện năng tiêu thụ của bóng đèn trong một ngày là:

$W/_{1\ ngày} = W/_{1\ giờ}$ x 10 giờ = 100 Wh x 10 = 1 000 Wh = 1KWh

Điện năng tiêu thụ của bóng đèn trong một tháng là:

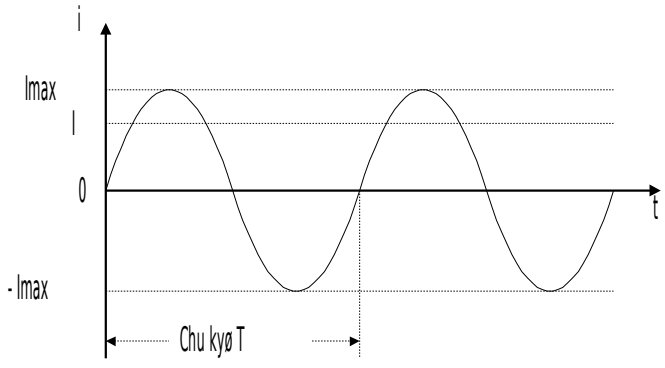
$W/_{1\ tháng} = W/_{1\ ngày}$ x 30 = 1KWh x 30 = 30 KWh

VIII – Dòng điện xoay chiều (Alternating Current – AC):

1 – Định nghĩa và đồ thị:

❖ Dòng điện xoay chiều là dòng điện có chiều và trị số biến thiên liên tục theo thời gian .

❖ Dòng điện xoay chiều hình Sin là dòng điện xoay chiều biến thiên theo quy luật của hàm số Sin. Đồ thị biểu diễn có dạng như hình 13.



Hình 13: Ñoà thò bieåu dieãn doøng ñieân xoay chieàu hình Sin

3 - Các đại lượng của dòng điện xoay chiều hình Sin:

a) Chu kỳ:

Chu kỳ là quãng thời gian ngắn nhất để dòng điện lặp lại một quá trình biến thiên như cũ.

Ký hiệu chu kỳ là T Đơn vị là giây – s.

b) Tần số:

Tần số là số chu kỳ dòng điện thực hiện được trong một giây.

Ký hiệu tần số là f Đơn vị là Hezt – Hz

Các bội số của Hertz là :

Kilohezt (KHz) : 1KHz = 1 000 Hz

Megahezt (MHz) : 1 MHz = 1 000 KHz = 1 000 000 Hz

Quan hệ giữa tần số và chu kỳ được tính theo công thức sau:

$$f \quad \frac{1}{T} \qquad T \quad \frac{1}{f}$$

c) Giá trị tức thời:

Giá trị tức thời là giá trị của dòng điện (hoặc điện áp) tại một thời điểm bất kỳ trong một chu kỳ của đại lượng hình Sin.

Ký hiệu i (đối với dòng điện) và u (đối với điện áp).

Công thức tính:

$i = I_m \sin(\quad t + \quad _0)$

$u = U_m \sin(\quad t + \quad _0)$

d) Giá trị cực đại:

Là trị số lớn nhất của giá trị tức thời trong một chu kỳ.

Ký hiệu Im (dòng điện cực đại) và Um (điện áp cực đại).

e) Giá trị hiệu dụng:

Để dễ dàng trong việc tính toán năng lượng điện, người ta đưa ra một đại lượng là giá trị hiệu dụng để biểu thị cho hiệu quả sử dụng năng lượng của dòng điện AC khi so sánh với dòng điện một chiều về hiệu ứng nhiệt.

Khi ta nối vào hai cực của một nguồn điện xoay chiều một phụ tải thuần trở, nguồn điện sẽ tạo ra một dòng điện xoay chiều chạy qua tải. Sau một thời gian là t thì dòng điện AC sẽ làm phụ tải nóng lên toả ra một nhiệt lượng là Q_{AC} . Cũng với phụ tải như trên, ta nối với hai cực của một nguồn điện một chiều có thể điều chỉnh được

sao cho sau cùng một thời gian là t thì trên tải cũng tỏa ra một nhiệt lượng là $Q_{DC} = Q_{AC}$.

Ta nói: cường độ dòng điện một chiều ở trường hợp sau chính là trị số cường độ dòng điện hiệu dụng của dòng điện xoay chiều ở trường hợp đầu và điện áp của nguồn một chiều ở trường hợp sau chính là giá trị điện áp hiệu dụng của nguồn xoay chiều ở trường hợp đầu.

Ký hiệu giá trị hiệu dụng là I (dòng điện hiệu dụng) và U (điện áp hiệu dụng).

Giá trị hiệu dụng và giá trị cực đại liên hệ với nhau theo công thức sau:

$$I \quad \frac{\mathrm{Im}}{\sqrt{2}} \qquad \mathrm{Im} \quad I\sqrt{2} \qquad\qquad U \quad \frac{Um}{\sqrt{2}} \qquad Um \quad U\sqrt{2}$$

Các giá trị dòng điện và điện áp xoay chiều mà ta đo được bằng đồng hồ VOM đều là các giá trị hiệu dụng.

f) Công suất của dòng điện xoay chiều:

❖ *Công suất hiệu dụng:*

Công suất hiệu dụng là công suất tiêu tán năng lượng (công suất có ích hoặc công suất thực sự sinh công) . Nó phụ thuộc nhiều vào hệ số Cos của tải.

Công suất hiệu dụng được tính theo công thức sau:

P = UI Cos Trong đó:

P: Công suất hiệu dụng có đơn vị là Watt – W .

U, I : điện áp và dòng điện cung cấp.

Cos : Hệ số công suất.

Để sử dụng nguồn AC có hiệu quả, người ta phải tìm cách nâng hệ số công suất Cos lên gần bằng 1. Trên thực tế, các thiết bị tiêu thụ điện thường có hệ số Cos trong khoảng từ 0,65 đến 0,95.

❖ *Công suất phản kháng:*

Công suất phản kháng đặc trưng cho cường độ trao đổi năng lượng điện từ trường giữa nguồn và phụ tải.

Công suất phản kháng được tính theo công thức sau:

Q = UI Sin Trong đó:

Q: Công suất phản kháng có đơn vị là VAR

U, I : điện áp và dòng điện cung cấp.

Sin : Hệ số phản kháng.

❖ *Công suất biểu kiến:*

Công suất biểu kiến là tổng vectơ của công suất hiệu dụng và công suất phản kháng.

Công suất phản kháng được tính theo công thức sau:

$$S \quad \sqrt{P^2 \quad Q^2} \quad UI$$

Trong đó:

S: Công suất biểu kiến có đơn vị là VA.

P: Công suất hiệu dụng có đơn vị là Watt – W.

Q: Công suất phản kháng có đơn vị là VAR.

IX – Mạng điện 3 pha:

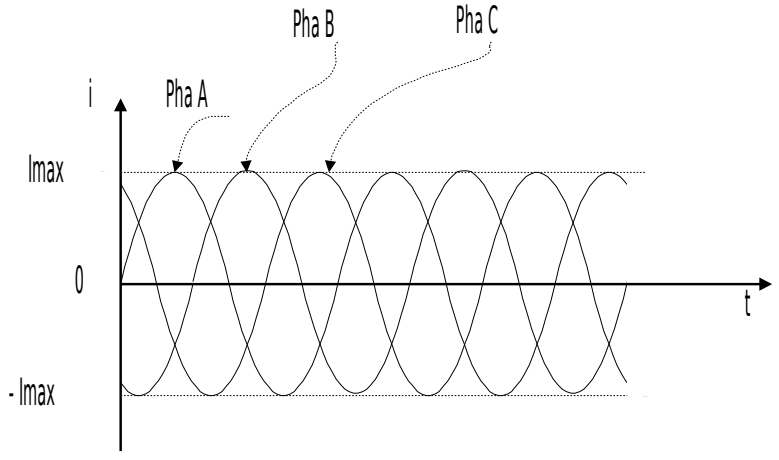
Mạng điện 3 pha bao gồm : nguồn điện 3 pha, đường dây truyền tải và các phụ tải 3 pha.

Để tạo ra nguồn điện 3 pha người ta dùng máy phát điện 3 pha. Nguồn điện 3 pha gồm 3 sức điện động xoay chiều hình Sin cùng biên độ, cùng tần số nhưng lệch nhau về pha 120^0 (hình 14)

Mỗi nguồn điện 3 pha hoặc phụ tải 3 pha có cấu tạo gồm 3 cuộn dây đặt lệch nhau 120^0 trong không gian, mỗi cuộn dây được gọi là 1 pha. Mỗi pha có điểm đầu và điểm cuối. Người ta thường ký hiệu điểm đầu của mỗi pha là A, B và C; ký hiệu điểm cuối mỗi pha là X, Y và Z.

Điện áp và dòng điện trên mỗi pha của nguồn điện 3 pha (hoặc phụ tải 3 pha) được gọi là điện áp pha (ký hiệu là U_P) và dòng điện pha (ký hiệu là I_P).

Điện áp và dòng điện trên trên các đường dây truyền dẫn từ nguồn điện 3 pha đến phụ tải 3 pha gọi là điện áp dây (ký hiệu là U_d) và dòng điện dây (ký hiệu là I_d).

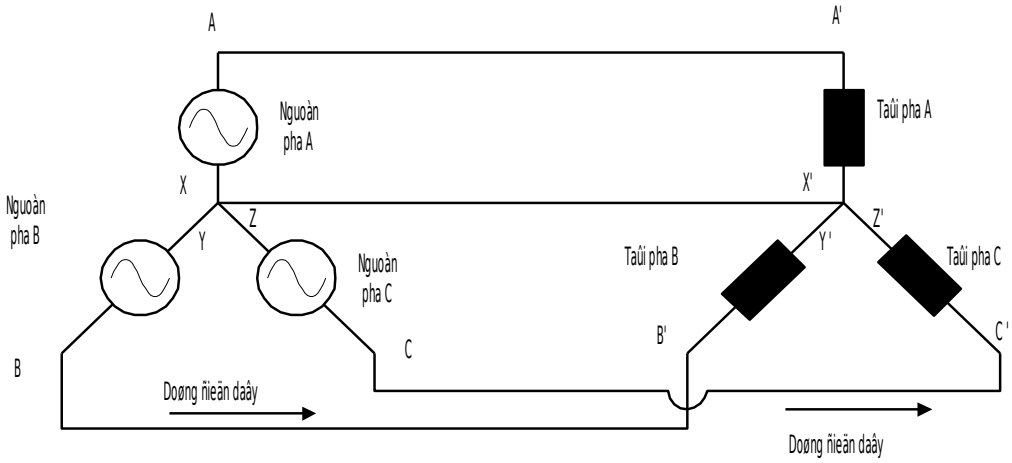


Hình 14: Ñoà thò bieåu dieãn doøng ñieän xoay chieàu hình Sin 3 pha

Có hai cách nối mạng điện 3 pha là cách nối hình sao và cách nối hình tam giác.

1 – Cách nối hình sao:

Trong hình 15 trình bày cách nối hình sao của mạng điện 3 pha.



Hình 15: Maïng ñieän 3 pha noái hình sao

Đối với nguồn, 3 điểm cuối X, Y và Z của mỗi pha nối với nhau tạo thành điểm trung tính của nguồn.

Đối với tải, 3 điểm cuối X', Y' và Z' của mỗi pha nối với nhau tạo thành điểm trung tính của tải.

Các điểm đầu A, B và C của nguồn nối với các điểm đầu A', B' và C' của tải.

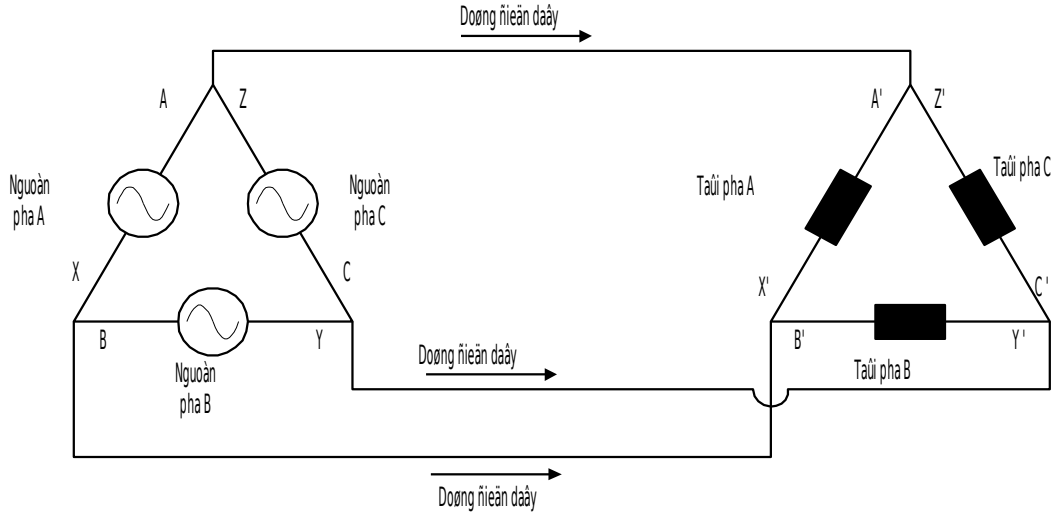
Nếu mạng điện 3 pha đối xứng thì điện thế tại điểm trung tính là 0V.

Trong cách nối hình sao, quan hệ giữa điện áp dây với điện áp pha và dòng điện dây với dòng điện pha như sau:

$$Ud \quad \sqrt{3} \quad Up \qquad Id \quad Ip$$

2 – Cách nối hình tam giác:

Trong hình 16 trình bày cách nối hình tam giác của mạng điện 3 pha.



Hình 16: Maïng ñieän 3 pha noái tam giaùc

Ta thấy rằng, ở nguồn cũng như ở tải, các pha đều được nối lần lượt với nhau đầu pha này nối với điểm cuối của pha kia tạo thành hình tam giác và nối các điểm nối AZ, BX và CY của mạng nguồn với các điểm nối A'Z', B'X' và C'Y' của mạng tải.

Trong cách nối hình tam giác, quan hệ giữa điện áp dây với điện áp pha và dòng điện dây với dòng điện pha như sau:

$$Ud \quad Up \qquad Id \quad \sqrt{3} \quad Ip$$

4 – Công suất trong mạng điện 3 pha:

Trong mạng điện 3 pha công suất được tính theo công thức sau:

$$P \quad 3 \quad Up \quad Ip \quad \sqrt{3} \quad Ud \quad Id$$

CHƯƠNG II

Linh kiện điện tử và ứng dụng

BÀI 3 Điện trở (resistor – r)

I – Điện trở của dây dẫn điện:

Điện trở là đại lượng đặc trưng cho khả năng cản trở dòng điện của vật dẫn.

Điện trở của dây dẫn tỷ lệ thuận với chiều dài của dây và tỷ lệ nghịch với diện tích tiết diện ngang của dây dẫn.

Công thức tính: $R \quad \frac{l}{S}$ Trong đó:

R : điện trở của dây dẫn, đơn vị là (ohm).

(đọc là rô) : điện trở suất của dây dẫn, đơn vị là m (ohm mét).

l : chiều dài dây dẫn, đơn vị là m (mét).

S : diện tích tiết diện ngang của dây dẫn , đơn vị là mm^2 (mili mét vuông).

Điện trở có đơn vị tính là ôm (ohm) viết tắt là . Ngoài đơn vị tính là , điện trở còn tính theo các bội số của ôm là:

Kilô ôm (K) 1 K = 1000

Mêga ôm (M) 1M = 1000 000 .

Điện trở suất của một chất là điện trở của một đoạn dây dẫn làm bằng chất đó có chiều dài 1m và diện tích tiết diện ngang là $1mm^2$. Điện trở suất của dây dẫn phụ thuộc vào vật liệu làm dây. Đơn vị tính là m.

Điện trở suất của một số chất tiêu biểu là:

Bạc có = 0,016 m.	Đồng có = 0,017 m.
Vàng có = 0,02 m.	Nhôm có = 0,026 m.
Kẽm có = 0,06 m.	Thép có = 0,1 m.
Chì có = 0,21 m.	Thủy tinh có = 10^{18} m. (Chất cách điện).

II – Định luật OHM (ÔM):

Định luật ohm là một định luật rất quan trọng, nó nêu lên mối quan hệ giữa ba đại lượng là điện áp, dòng điện và điện trở .

Định luật ohm được phát biểu như sau: Cường độ dòng điện chạy trong một đoạn mạch tỉ lệ thuận với điện áp đặt trên hai đầu đoạn mạch và tỉ lệ nghịch với điện trở của đoạn mạch.

Công thức: $I \quad \frac{U}{R}$

I: Cường độ dòng điện (A)

U:Điện áp (V)

R: Điện trở ( )

III – Các tham số cơ bản của điện trở:

Điện trở được dùng rất phổ biến trong các mạch điện tử để tạo ra dòng điện hay điện áp thích hợp theo yêu cầu làm việc của mạch.

Khi sử dụng điện trở ta cần lưu ý đến các đặc tính kỹ thuật sau:

1 – Trị số định mức:

Trị số này có đơn vị là ôm ( ) và được nhà chế tạo ghi trên thân điên trở bằng chữ số hoặc bằng ký hiệu màu sắc (những vòng màu hoặc chấm màu).

Trị số định mức của điện trở không phải là một dãy liên tục mà chỉ được sản xuất theo một số trị số nhất định sau:

10 11 12 13 15 16 18 20 22 24 27 30 33 36 39
43 47 51 56 62 68 75 82 91

Như vậy trị số điện trở chỉ có các giá trị là bội số hoặc ước số cơ số 10 của các giá trị trong dãy giá trị trên.

2 – Dung sai (sai số):

Dung sai là độ sai số của trị số định mức so với trị số thực của điện trở. Có ba cấp sai số thường gặp là 5% , 10% và 20% .

Thí dụ: một điện trở có ghi trị số là 100 và ghi dung sai 5% nghĩa là trị số thực của điện trở này là100 5 . Ngoài ra còn có cấp sai số 1% và 2% chỉ gặp trong các thiết bị đòi hỏi điện trở có độ chính xác cao như các loại máy đo lường .

3 – Công suất định mức:

Công suất định mức là công suất tối đa tiêu tán trên điện trở mà không làm hỏng điện trở. Công suất định mức của điện trở được xác định trong điều kiện nhiệt độ ở 20^0 C. Điện trở được chế tạo có các cỡ công suất định mức là: 1/ 20W, 1/16W, 1/ 10W, 1/ 8W, 1/ 4W, 1/ 2W, 1W, 2W, 5W … Công suất định mức càng lớn thỉ điện trở có kích thước càng to.

Cách chọn công suất danh định của điện trở :

Để điện trở không bị cháy khi có dòng điện thường trực chạy qua thỉ phải biết được công suất tiêu tán nhiệt trên nó.

Ta có: P = U. I và $I \quad \frac{U}{R} \qquad P \quad I^2 . R$ Hay $P \quad \frac{U^2}{R}$

Chọn công suất danh định của điện trở (ký hiệu P_R) theo công thức: P_R 2P

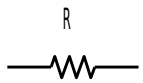
Trong đó, số 2 được gọi là hệ số an toàn.

IV – Ký hiệu – Các cách ghi đặc tính trên điện trở :

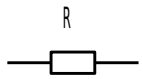
1 – Ký hiệu trên sơ đồ mạch:

Trên sơ đồ mạch, bên cạnh ký hiệu của điện trở như hình 17, người ta ghi số thứ tự của điện trở như : R1; R2; R15 …

Trị số của điện trở được ghi bằng các chữ số kèm với các chữ cái ký hiệu đơn vị điện trở . Thí dụ: 1K ; 2K2 ; 4.7K ; 1M ; 330 …một số trường hợp chỉ có chữ K ở sau các chữ số chỉ trị



Kyù hieäu cuûa Myõ, Nhaät

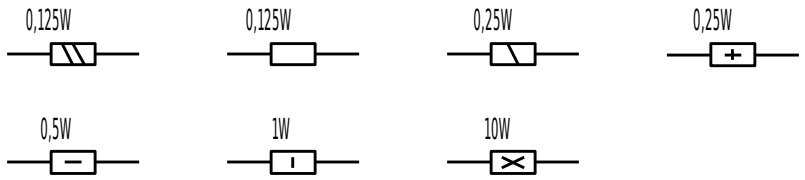


Kyù hieäu cuûa Chaâu AÂu

Hình 17: kyù hieäu ñieän trôû treân sô ñoà

số thì ta hiểu đơn vị là K hay chữ M thì đơn vị là M . Không ghi chữ thì đơn vị là .

Trên sơ đồ, công suất danh định của điện trở thường chỉ được ghi với những điện trở có công suất lớn hơn 0,5W. Trong các sơ đồ mạch của châu Âu người ta ghi công suất danh định của điện trở ngay trên ký hiệu như hình 18.



Hình 18: Moät soá kyù hieäu ghi coâng suaát cuûa ñieän trôû cuûa Chaâu AÂu

Thí dụ:

Trên sơ đồ có ghi các điện trở :

R12 100K ta hiểu là : số thứ tự của điện trở là 12, trị số là 100K , công suất nhỏ hơn 0,5W.

R1 33/1W ta hiểu là : số thứ tự của điện trở là 1, trị số là 33 , công suất là 1W.

R202 3.9/5W ta hiểu là : số thứ tự của điện trở là 202, trị số là 3,9 , công suất là 5W.

2 – Cách ghi đặc tính trên thân điện trở :

a) – Cách ghi trực tiếp:

Thường dùng với điện trở dây quấn. Các số liệu thường là trị số điện trở và dung sai, còn công suất định mức thì chỉ ghi trên các điện trở từ vài Watt trở lên; điện trở công suất nhỏ như 2W, 1W,1/ 2W, 1/4W, 1/ 8W, 1/ 16W thì dựa vào kích thước và loại điện trở cụ thể với trị số gần đúng như sau:

Công suất 1/ 4W có chiều dài 0,7cm
Công suất 1/ 2W có chiều dài 1cm
Công suất 1W có chiều dài 1,2 cm
Công suất 2W có chiều dài 1,6cm
Công suất 4W có chiều dài 2,4cm

Có nhiều qui ước ghi trị số điện trở khác nhau. Cách đơn giản nhất là không ghi đơn vị Ôm; Nếu sau trị số có ghi chữ M thì đơn vị là M , ghi chữ K thì đơn vị là K , ghi chữ E hoặc không ghi chữ thì đơn vị là .

Thí dụ:

Điện trở có ghi:

3M tức là trị số của nó là 3M
K47 tức là trị số của nó là 470
1E 8 hoặc 1,8E tức là trị số của nó là 1,8
2K2 tức là trị số của nó là 2,2K
56E tức là trị số của nó là 56

Một quy ước khác là dùng các chữ số để ghi trị số tính theo đơn vị là , trong các chữ số đó thì 2 hoặc 3 chữ số đầu là chữ số có nghĩa còn chữ số cuối là số chữ số 0 cần thêm vào sau 2 hoặc 3 chữ số đầu. Còn chữ cái tiếp theo sau các chữ số dùng để chỉ dung sai : F=1% ,G=2% , J=5% , K=10% , M=20%.

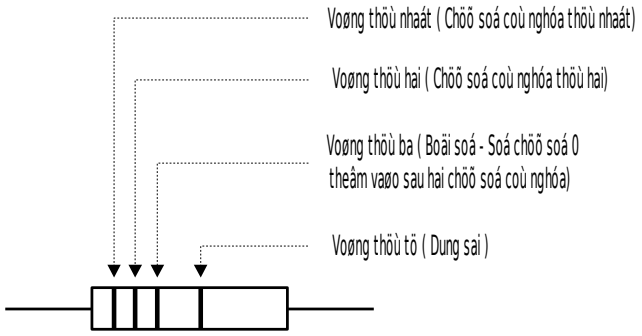
Thí dụ:

Điện trở có ghi 1003F ta đọc như sau: Ta thấy rằng điện trở có 4 chữ số, như vậy ta xác định được các chữ số có nghĩa là 100, chữ số 3 cuối cho ta biết là phải thêm 3 số 0 vào sau các chữ số có nghĩa tức là trị số của điện trở này là 100 000 , còn chữ F ở

cuối để chỉ dung sai (sai số) của nó là 1%. Tương tự ta có 152J = 1500 5% 102K = 1K 10%

b) Cách ghi trị số bằng các vòng màu (chấm màu):

Các điện trở công suất thấp thường có kích thước rất nhỏ nên không ghi được trị số bằng chữ do đó người ta dùng các vòng màu để chỉ thị các giá trị của nó. Loại điện trở có 4 vòng màu thì 3 vòng đầu chỉ trị số, vòng thứ tư chỉ dung sai. Để đọc được trị số điện trở cần chú ý là hai vòng đầu là số có nghĩa, vòng thứ ba là số chữ số 0 cần thêm vào (Hình 19).



Hình 19: Caùch ghi trò soá treân thaân ñieän trôû baèng caùc voøng maøu

Sau đây là bảng quy ước trị số màu:

MÀU	SỐ CÓ NGHĨA THỨ NHẤT	SỐ CÓ NGHĨA THỨ HAI	BỘI SỐ	DUNG SAI (SAI SỐ)
ĐEN	0	0	$10^0 = 1$	20%
NÂU	1	1	$10^1 = 10$	1%
ĐỎ	2	2	$10^2 = 100$	2%
CAM	3	3	$10^3 = 1000$	
VÀNG	4	4	$10^4 = 10\ 000$	
XANH LÁ	5	5	$10^5 = 100\ 000$	
XANH LƠ	6	6	$10^6 = 1000\ 000$	
TÍM	7	7		
XÁM	8	8		
TRẮNG	9	9		
VÀNG KIM			$10^{-1} = 0,1 = 1/10$	5%
BẠC KIM			$10^{-2} = 0,01 = 1/100$	10%

Trường hợp đặc biệt, vòng thứ tư không có màu (khi đó điện trở chỉ có 3 vòng màu) thì dung sai của điện trở là 20%.

Thí dụ:

Vạch thứ nhất (Số có nghĩa thứ nhất)	Vạch thứ hai (Số có nghĩa thứ hai)	Vạch thứ ba (Số chữ số 0 thêm vô)	Vạch thứ tư (Dung sai)	Trị số của điện trở
Nâu 1	Đen 0	Nâu 1	Vàng kim 5%	100 5%

Nâu 1	Đỏ 2	Cam 3	Bạc kim 10%	12 000 10%
Cam 3	Xanh lơ 6	Đen 0	Vàng kim 5%	36 5%
Vàng 4	Tím 7	Vàng kim 1/10	Vàng kim 5%	4,7 5%

Ngoài ra còn loại điện trở có 5 vòng màu, đây là loại điện trở có dung sai nhỏ (1% và 2%). Cách đọc trị số cũng giống như loại điện trở có 4 vòng màu, chỉ khác là ba vòng đầu là các chữ số có nghĩa, vòng thứ tư là bội số (số chữ số 0 thêm vào sau các chữ số có nghĩa) và vòng thứ năm là dung sai.

Thí dụ:

Nâu, đen, đen, đen, nâu : 100 1%

Đỏ ,tím,xanh lá,vàng kim, đỏ: 27,5 2%

Xám, đỏ, xanh lá, nâu, nâu : 8250 1% = 8,25K 1%

V – Phân loại điện trở :

1 – Điện trở cố định:

Điện trở cố định là điện trở có trị số cố định không thay đổi được trong khi sử dụng .Căn cứ vào công nghệ chế tạo, ta có điện trở cố định loại than ép, loại điện trở phun (màng), và loại điện trở dây quấn.

a) Điện trở than ép:

Điện trở than ép còn được gọi là điện trở kết tụ. Nó được chế tạo từ một hỗn hợp than chì trộn lẫn với keo cách điện (kaolin, bakêlít …), rồi được đúc nóng thành thanh trụ tròn. Với một chiều dài và đường kính không đổi, trị số của điện trở phụ thuộc vào tỷ lệ giữa bột than và chất keo cách điện.

Điện trở kết tụ có hai dạng: dạng có đuôi cuốn tròn và dạng có đuôi xuyên trục.

Điện trở kết tụ có các đặc điểm sau:

- Do các hạt than không hoàn toàn sát nhau nên làm phát sinh tiếng ồn.
- Trị số định mức trong khoảng từ vài đến 22M , độ dung sai khá lớn (10% đến 20%).
- Nhiệt độ sử dụng dưới 100^0C, nếu bị nóng quá trị số điện trở tăng nhiều.
- Công suất định mức từ 0,25W đến 4W, tương ứng với điện áp làm việc từ 250V đến 500V.

Điện trở kết tụ có công nghệ chế tạo đơn giản, giá thành hạ nên được dùng phổ biến.

b) Điện trở phun:

Điện trở phun còn được gọi là điện trở màng . Cấu tạo của nó do một màng kim loại (thường dùng Nikel – Crôm) hoặc oxyt kim loại (thường dùng oxyt thiếc) phun lên một lõi là ống bằng sứ hoặc thủy tinh. Lớp màng dẫn điện này được phun theo hình xoắn ốc quấn quanh chiều dài lõi, bên ngoài có phủ lớp sơn cách điện hoặc bao bằng một lớp nhựa cứng.

Điện trở phun có các đặc điểm sau:

- Cấu trúc khá đồng nhất nên hạn chế được tiếng ồn, có thể dùng với tần số siêu cao.
- Trị số định mức trong khoảng từ vài chục đến vài chục M , độ dung sai thấp (5%).

- Công suất định mức từ 0,25W đến 4W, tương ứng với điện áp làm việc từ 250V đến 500V.

Tuy nhiên do kết cấu màng nên điện trở dễ bị vỡ, kích thước lớn và giá thành cao.

c) Điện trở dây quấn:

Điện trở dây quấn làm bằng dây hợp kim Ni – Cr quấn trên lõi cách điện bằng amiăng, đất nung hay sành hoặc sứ. Bên ngoài được bao phủ bởi lớp sơn cách điện hay lớp vỏ nhựa cứng. Để giảm hệ số tự cảm của điện trở dây quấn, người ta quấn một nửa số vòng dây theo chiều thuận và nửa số vòng dây còn lại quấn theo chiều ngược .

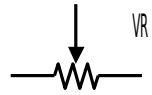
Điện trở dây quấn có các đặc điểm sau:

- Trị số điện trở từ 0,1 đến 51K , độ dung sai thấp.
- Điện áp làm việc của điện trở phụ thuộc vào chiều dài chứ không phụ thuộc vào công suất định mức, khoảng 7V/mm cho loại thường và 12V/mm cho loại có bao phủ lớp vỏ thủy tinh.
- Nhiệt độ tối đa khi sử dụng vào khoảng 125^{o}C đến 275^{o}C
- Ngoài ra, theo yêu cầu kỹ thuật, điện trở dây quấn có các chính xác đến 0,1%, có sức bền cơ học lớn, trị số ổn định tốt.

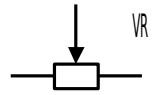
2 – Biến trở (Variable resistor – VR):

Ký hiệu biến trở như hình 20.

Biến trở còn được gọi là chiết áp, là loại điện trở được sử dụng khi thường xuyên cần thay đổi trị số. Phần tử chính của biến trở là một điện trở màng than hay dây quấn có dạng hình vòng cung góc quay 270^o và một trục xoay ở giữa nối với một con trượt bằng than (cho biến trở dây quấn) hoặc bằng kim loại (cho biến trở than), con trượt sẽ ép lên bề mặt điện trở để tạo kiểu nối tiếp xúc làm thay đổi trị số điện trở khi xoay trục.



Kyù hieäu cuûa Myõ, Nhaät

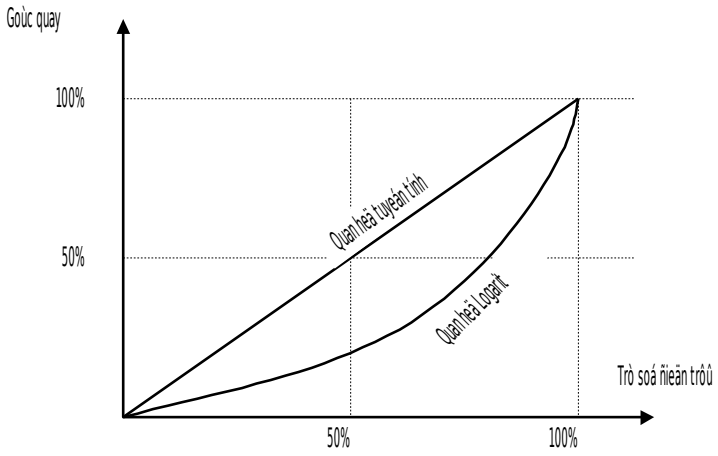


Kyù hieäu cuûa Chaâu AÂu

Hình 20: Kyù hieäu bieán trôû treân sô ñoà

Biến trở dây quấn là loại biến trở tuyến tính tức là có trị số thay đổi tỉ lệ với góc quay của trục.

Biến trở than có loại là biến trở tuyến tính, có loại trị số thay đổi không tỷ lệ theo góc quay mà thay đổi theo dạng hàm số logarit.



Hình 21: Quan heä giöõa goùc quay vaø trò soá cuûa bieán trôû

Các trị số phổ biến của biến trở than là:

100 - 220 - 470 - 1K - 2,2K - 4,7K - 10K - 20K - 47K
100K - 200K - 470K - 1M - 2,2M

Các trị số phổ biến của biến trở dây quấn là:

10 - 22 - 47 - 100 - 220 - 470 - 1K - 2,2K
4,7K - 10K - 22K - 47K

3 – Nhiệt trở (Thermistor – Th):

Là loại điện trở có trị số thay đổi theo nhiệt độ. Ký hiệu của nhiệt trở được trình bày trong hình 22.

Hình 22: Kyù hieäu vaø hình daïng cuûa nhieät trôû

Có hai loại nhiệt trở:

a) Nhiệt trở âm (Negative Temperatur

Là loại nhiệt trở có hệ số nhiệt âm, khi có nhiệt độ tăng lên thì trị số điện trở giảm xuống và ngược lại. Nhiệt trở NTC được chế tạo với trị số từ 1 đến 10M đo ở nhiệt độ 25°C và có trị số giảm từ 3% đến 6% khi nhiệt độ tăng lên 1°C. Nhiệt trở NTC có nhiệt độ sử dụng tối đa là 300°C, quá nhiệt độ này nhiệt trở bị hỏng.

a) Nhiệt trở dương (Positive Temperature Coefficient – PTC) :

Là loại nhiệt trở có hệ số nhiệt dương , khi nhiệt độ tăng lên thì trị số điện trở tăng lên và ngược lại. Nhiệt trở PTC có rất nhiều hình dạng như hình đĩa, hình hạt đậu hoặc hình trụ có đầu hơi nhọn. Trong vùng làm việc điện trở của PTC có thể tăng từ 10% đến 90% khi nhiệt độ tăng 1°C.

Trị số của nhiệt trở ghi trong sơ đồ là trị số đo được ở nhiệt độ 25°C.

c) Ứng dụng của nhiệt trở:

Nhiệt trở âm (NTC) thường được dùng để ổn định cho các linh kiện bán dẫn, đo và ổn định nhiệt cho các lò, bảo vệ sợi nung của các đèn điện tử…

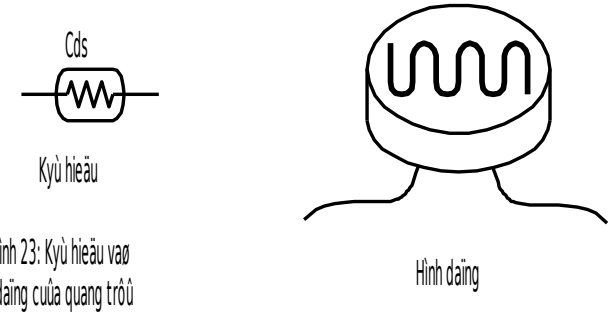
Nhiệt trở dương (PTC) thường được dùng để bảo vệ mạch khỏi bị quá dòng điện. Nếu vì lý do nào đó, dòng điện trong mạch tăng thì nhiệt độ trên PTC tăng làm tăng trị số điện trở, điều đó hạn chế sự gia tăng cường độ dòng điện.

4 – Quang trở:

Ký hiệu của quang trở được trình bày trong hình 23.

Quang trở thường được chế tạo từ chất Sunfur Cadmium nên trên ký hiệu thường ghi chữ Cds.

Quang trở có trị số lớn hay nhỏ tùy thuộc vào cường độ ánh sáng chiếu vào nó. Cường độ ánh sáng chiếu vào nó càng



Hình 23: Kyù hieäu vaø hình daïng cuûa quang trôû

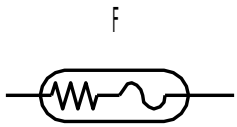
mạnh thì trị số điện trở của

nó càng giảm và ngược lại.

Khi bị che tối, giá trị điện trở của quang trở khoảng vài trăm K đến vài M . Khi được chiếu sáng, giá trị điện trở của quang trở khoảng vài trăm đến vài K .

5 – Điện trở cầu chì (Fusistor – F):

Ký hiệu của điện trở cầu chì được trình bày trong hình 24.



Hình 24: Kyù hieäu cuûa ñieän trôû caàu chì

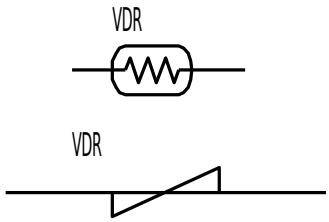
Điện trở cầu chì có cấu tạo và hình dạng bên ngoài giống như điện trở thông thường nhưng có kích thước lớn hơn và trị số thường chỉ vài ôm. Đặc trưng của loại điện trở này là dễ bị đứt khi cường độ dòng điện chạy qua nó vượt quá mức cho phép.

Điện trở cầu chì thường đặt ở đầu nguồn cung cấp để bả chập. Ngoài ra còn giảm dòng quá độ khi mới mở máy, do đó không được nối tắt khi bị đứt.

6 – Điện trở tùy áp (Voltage Depending Resistor – VDR):

Ký hiệu của điện trở tùy áp được trình bày trong hình 25.

VDR là loại điện trở mà trị số phụ thuộc vào điện áp đặt trên nó. Khi điện áp nhỏ hơn mức ngưỡng qui định thì VDR có trị số điện trở rất lớn vài M đến vài chục M . Khi điện áp trên nó vượt mức quy định thì điện trở của nó giảm nhỏ vài đến vài trăm .



Hình 25: Kyù hieäu cuûa ñieän trôû tuøy aùp

VDR được ứng dụng trong các trường hợp chống qua áp ở nguồn vào, chống sét.

VI – PHƯƠNG PHÁP GHÉP ĐIỆN TRỞ :

Do trị số danh định của điện trở chỉ được sản xuất theo một số giá trị nhất định, nếu muốn có các trị số danh định khác thì ghép nối tiếp hoặc song song nhiều điện trở .

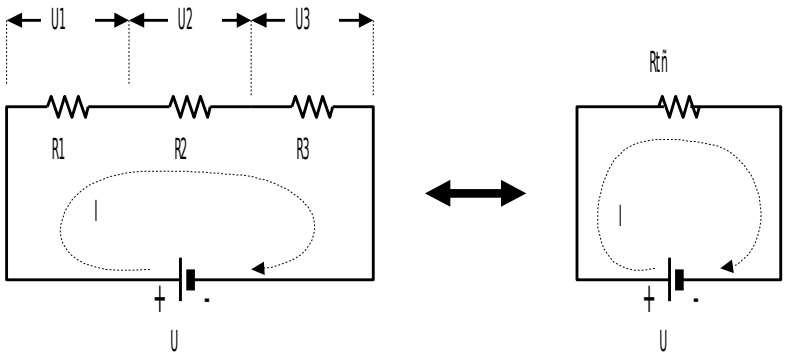
1 – Ghép nối tiếp:

Dùng 3 điện trở nối tiếp nhau như hình 26õ.

Từ định luật Ôm ta có:

$U_1 = R_1 . I$

$U_2 = R_2 . I$



Hình 26: Ñieän trôû maéc noái tieáp

$U_3 = R_3 . I$

Tổng số điện thế trên ba điện trở chính là điện thế nguồn nên:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = R_1 . I + R_2 . I + R_3 . I = (R_1 + R_2 + R_3) . I$$

Áp dụng định luật Ôm cho mạch tương đương ta có: $U = R_{td} . I$

Mà trong cả hai mạch điện áp nguồn là như nhau nên ta có:

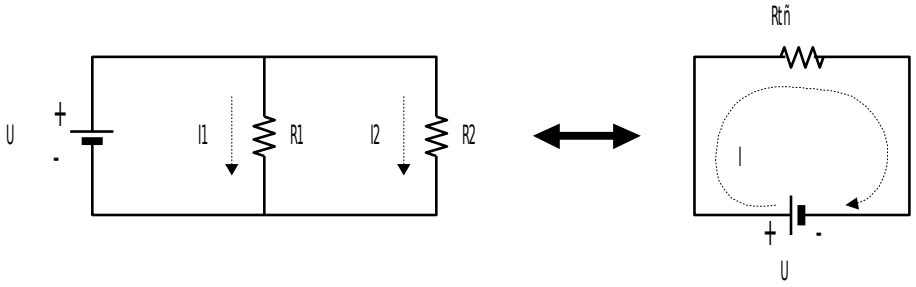
$$(R_1 + R_2 + R_3) . I = R_{td} . I \qquad R_{td} = (R_1 + R_2 + R_3)$$

Như vậy, trong mạch ghép nối tiếp, điện trở tương đương có trị số bằng tổng trị số của các điện trở thành phần.

Nếu $R_1 = R_2 = R_3 = \ldots = R_n = R$ Thì : $R_{td} = n . R$

Công suất danh định của điện trở tương đương bằng tổng công suất của các điện trở thành phần nếu trị số và công suất danh định của mỗi điện trở là như nhau. Trong trường hợp ghép nối tiếp các điện trở có trị số và công suất chịu đựng khác nhau thì khi xét công suất danh định của điện trở tương đương ta phải xét đến công suất danh định của từng điện trở thành phần.

2 – Ghép song song:



Hình 27: Ñieän trôû maéc song song

Dùng 2 điện trở ghép song song như hình 27b, theo định luật Ôm ta có:

$$I_1 \quad \frac{V}{R_1} \quad , \quad I_2 \quad \frac{V}{R_2}$$

Tổng các dòng điện chạy trên mỗi điện trở chính là dòng điện I của nguồn cung cấp nên:

$$I \quad I_1 \quad I_2 \quad \frac{U}{R_1} \quad \frac{U}{R_2}$$

Và trong mạch tương đương ta có: $I \quad \frac{U}{R_{td}}$

Mà dòng điện I trong cả hai mạch là như nhau nên ta có:

$$\frac{U}{R_1} \quad \frac{U}{R_2} \quad \frac{U}{R_{td}} \qquad U.(\frac{1}{R_1} \quad \frac{1}{R_2}) \quad U.\frac{1}{R_{td}}$$

Đơn giản U ở hai vế ta có: $\frac{1}{R_{td}} \quad \frac{1}{R_1} \quad \frac{1}{R_2}$

Phát triển công thức trên cho n điện trở mắc song song ta có:

$$\frac{1}{R_{td}} \quad \frac{1}{R_1} \quad \frac{1}{R_2} \quad \dots \quad \frac{1}{R_n}$$

Nếu $R_1 = R_2 = R_3 = \dots = R_n = R$ Thì : $R_{td} \quad \frac{R}{n}$

Vậy trong cách ghép song song, điện trở tương đương có trị số nhỏ hơn trị số của mỗi điện trở thành phần.

Công suất danh định của điện trở tương đương bằng tổng công suất của các điện trở thành phần nếu trị số và công suất danh định của mỗi điện trở là như nhau. Trong trường hợp ghép song song các điện trở có trị số và công suất chịu đựng khác nhau thì khi xét công suất danh định của điện trở tương đương ta phải xét đến công suất danh định của từng điện trở thành phần.

VIII – Các hư hỏng thường gặp ở điện trở:

Hư hỏng phổ biến là cháy đứt, tăng trị số. Trường hợp giảm trị số chỉ có ở điện trở dây quấn khi các vòng dây bị chạm vào nhau (rất ít gặp).

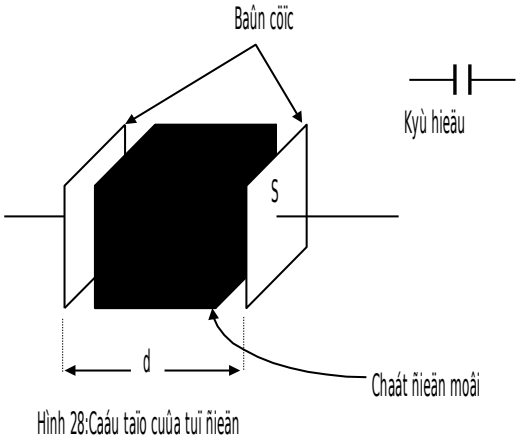
Đối với biến trở thường hư hỏng ở dạng con trượt không tiếp xúc hoặc bị bụi bẩn nên tiếp xúc không tốt.

Đối với VDR thông thường trị số của nó rất lớn, nếu đo thấy trị số của nó nhỏ (vài chục K) là nó đã bị hỏng.

BÀI 4 TỤ ĐIỆN

I. Định nghĩa – Cấu tạo:

Tụ điện là một loại linh kiện dùng để tạo phần tử dung kháng ở trong mạch.



Hình 28:Caáu taïo cuûa tuï ñieän

Cấu tạo:

Tụ có cấu tạo gồm 2 bản cực bằng giữa là chất cách điện gọi là điện môi. C như: giấy, dầu cách điện, mica, gốm, kh điện môi để đặt tên cho tụ điện.

II. Điện dung:

Điện dung ký hiệu là C, là đại lượng đặc trưng cho khả năng tích trữ năng lượng điện (dưới dạng điện trường) của tụ điện.

Điện dung của tụ điện tỉ lệ thuận với diện tích của hai bản cực và tỉ lệ nghịch với khoảng cách giữa hai bản cực.

Công thức:

$$C \quad \frac{S}{d}$$

Trong đó:

C: Điện dung của tụ điện, đơn vị là Farad (F).

: Hằng số điện môi, phụ thuộc vào tính chất của chất điện môi giữa hai bản cực của tụ.

S : Diện tích bản cực của tụ, đơn vị làmét vuông (m^2).

D: Khoảng cách giữa hai bản cực của tụ, đơn vị là mét (m).

Điện dung có đơn vị là Farad (F), nhưng trong thực tế thì Farad là trị số rất lớn nên người ta chỉ dùng các ước số của Farad là:

MicroFarad kýhiệu là F ngoài ra còn ký hiệu là MF hoặc UF.

1 F = 10^{-6} F = 1/1 000 000 F hay 1F = 1 000 000 F = 10^{6} F

NanoFarad kýhiệu là Nf

1nF = 10^{-9} F = 1/1 000 000 000 F hay 1F = 1 000 000 000 nF = 10^{9} nF

PicoFarad kýhiệu là PF

1PF = 10^{-12} F = 1/1 000 000 000 000 hay 1F = 1 000 000 000 000 PF = 10^{12} PF

III. Các tham số cơ bản của tụ điện:

1 – Trị số định mức:

Trị số định mức có các đơn vị là F, nF và PF. Trị số định mức được nhà chế tạo ghi trên thân tụ bằng chữ số hoặc màu sắc (những chấm màu).

2 – Điện áp làm việc (Working Voltage – WV):

Điện áp làm việc là một tham số quan trọng của tụ điện, nó có thể biểu thị trị số điện áp lớn nhất cho phép đặt trên tụ mà không làm hư tụ. Điện áp làm việc phụ thuộc vào cấu tạo của tụ (bề dầy và tính chất của chất điện môi).

Trên vỏ tụ người ta thường ghi trị số giới hạn của điện áp làm việc , nếu ta đặt lên hai cực của tụ một điện áp lớn hơn mức giới hạn tụ sẽ chóng hư hỏng hoặc bị đánh thủng.

Thông thường ta chọn tụ điện có điện áp làm việc lớn gấp 2 lần điện áp đặt lên hai bản cực của tụ.

3 – Dung sai:

Dung sai là độ sai số của trị số điện dung. Thường có ba cấp dung sai 5%, 10%, và 20%.

IV. Cách đọc trị số trên tụ điện:

Trên tụ điện người ta thường ghi trị số theo những cách khác nhau:

1) Ghi trực tiếp:

Đối với các tụ có kích thước lớn, các trị số của tụ được ghi trực tiếp trên thân tụ.

Thí dụ:

2 F / 25V tức là trị số điện dung của tụ là 2 F và điện áp làm việc là 25V.

47 F /50V tức là trị số điện dung của tụ là 47 F và điện áp làm việc là 50V.

2) Ghi trị số bằng các chữ số và chữ cái:

Dùng các chữ số và chữ cái để ghi trị số tính theo đơn vị làPF , trong các chữ số đó thì 2 hoặc 3 chữ số đầu là chữ số có nghĩa còn chữ số cuối là số chữ số 0 cần thêm vào sau 2 hoặc 3 chữ số đầu. Còn chữ cái tiếp theo sau các chữ số dùng để chỉ dung sai : F=1% ,G=2% , J=5% , K=10% , M=20%.

Thí dụ: Tụ điện có ghi 1003F ta đọc như sau: ta thấy rằng điện trở có 4 chữ số, như vậy ta xác định được các chữ số có nghĩa là là ba chữ số 100, chữ số 3 cuối cho ta biết là phải thêm 3 số 0 vào sau các chữ số có nghĩa tức là trị số của tụ điện này là 100 000PF , còn chữ F ở cuối để chỉ dung sai (sai số) của nó là 1%.

Tương tự ta có: 152J 1500PF 5%

102 K 1000PF 10%

474M 470 000 PF 20%

Lưu ý: Khi trị số điện dung được ghi bằng 2 chữ số thì đó chính là trị số của tụ điện đọc trực tiếp theo đơn vị PF hoặc nF

Thí dụ:

47 47PF22n 22nF 100P 100PF

3) Ghi bằng dấu chấm thập phân:

Trị số điện dung của tụ được ghi bằng một dấu chấm (.) đứng trước các chữ số. Đơn vị tính là F. Dung sai vẫn được ký hiệu bằng chữ cái.

Thí dụ:

.1 0,1 F **.**01 0,01 F **.**0047 0,0047 F = 4700PF

4 – Cách ghi bằng các vòng màu hoặc chấm màu:

a) Đối với tụ mica:

Ta có 6 chấm màu như hình 29 a thì:

1: Số có nghĩa thứ nhất.

2: Số có nghĩa thứ hai.

3: Số có nghĩa thứ ba.

4: Số nhân thập phân.

5: Dung sai.

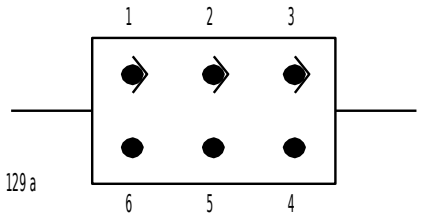
6: Điện áp làm việc .

Như ở hình 29b ta có 3 chấm màu thì :

1: Số có nghĩa thứ nhất.

2: Số có nghĩa thứ hai.

3: Số nhân thập phân.



Hình 129: Caùch ghi trò soá baèng maøu cuûa tuï mi ca.

Ở loại này , điện áp làm việc là 500V và dung sai là 20%. Nếu có chấm màu thứ tư thì chấm này cho biết điện áp làm việc :

nâu – 150V; đỏ – 250V; cam – 350V; xanh – 500V; xám – 1000V

Những màu của chấm chỉ định về các số có nghĩa, hệ số nhân, dung sai, điện áp làm việc được ghi trong bảng sau:

MÀU	SỐ CÓ NGHĨA	BỘI SỐ (SỐ CHỮ SỐ 0 THÊM VÔ)	DUNG SAI (SAI SỐ)	ĐIỆN ÁP LÀM VIỆC
ĐEN	0	$10^0 = 1$	20%	
NÂU	1	$10^1 = 10$	1%	100V
ĐỎ	2	$10^2 = 100$	2%	200V
CAM	3	$10^3 = 1000$	3%	300V
VÀNG	4	$10^4 = 10\ 000$	4%	400V
XANH LÁ	5	$10^5 = 100\ 000$	5%	500V
XANH LƠ	6	$10^6 = 1000\ 000$	6%	600V
TÍM	7	$10^7 = 10\ 000\ 000$	7%	700V
XÁM	8	$10^8 = 100\ 000\ 000$	8%	800V
TRẮNG	9	$10^9 = 1000\ 000\ 000$	9%	900V
VÀNG KIM			5%	1000V
BẠC KIM			10%	2000V
KHÔNG MÀU			20%	500V

b) Ñoái vôùi tuï giaáy:

Nhö trong hình 30, ta coù 6 chaám maøu thì:

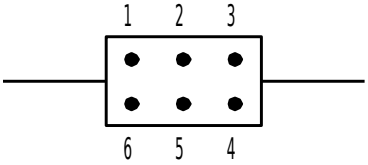
1: Soá coù nghóa thöù nhaát.

2: Soá coù nghóa thöù hai.

3: Soá coù nghóa thöù ba.

4: Soá nhaân thaäp phaân.

5: Dung sai. 6: Ñieän aùp laøm vieäc.

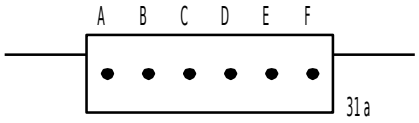


Hình 30: Caùch ghi trò soá baèng maøu cuûa tuï giaáy.

Löu yù: caàn phaân bieät tuï mica vaø tuï giaáy. Tuï mica thì ôû caïnh 3 chaám maøu 1, 2, 3 coù vaïch hình noùn, tröôøng hôïp chaám 1 laø maøu baïc thì laø tuï giaáy. Tuï giaáy thì khoâng coù vaïch hình noùn.

c) Ñoái vôùi tuï ñieän goám söù:

Daïng phoå bieán thöôøng gaëp ôû tuï ñieän goám söù laø daïng hình ñoàng tieàn, trò soá ñöôïc ghi baèng chöõ soá. Tuy nhieân ngöôøi ta cuõng duøng vaïch maøu hoaëc chaám maøu ñeå ghi trò soá cuûa tuï (hieän nay raát ít



31a

Nếu dùng chấm màu có 6 chấm (hình 31 a). Nếu tụ có trị số yêu cầu chính xác sẽ dùng 4 vòng mầu (hình 31b) và trị số không cần chính xác lắm thì dùng 3 vòng mầu (hình c).

Các vòng mầu và chấm màu A, B, C, D… có nghĩa như sau:

A: Số có nghĩa thứ nhất (theo bảng luật mầu).

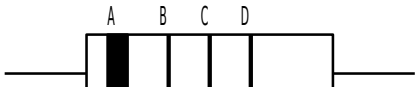
B: Số có nghĩa thứ hai (theo bảng luật mầu).

C: Hệ số nhân (theo bảng luật mầu).

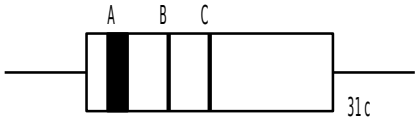
D: Dung sai

E: Hệ số nhiệt

F: Điện áp làm việc (theo bảng luật mầu).



31b



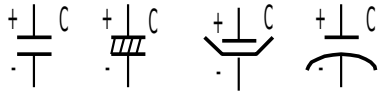
31c

Hình 31: Caùch ghi trò soá baèng maøu cuûa tuï ñieän goám söù

V. Phân loại tụ điện:

1 – Tụ hóa học (tụ hóa):

Trong hình 32 là các ký hiệu của tụ hóa.



Hình 32: Kyù hieäu tuï hoùa

Cấu tạo của tụ hóa gồm cực dương là một miếng nhôm thuần chất (bề dầy 100 m), bằng cách điện giải dung dịch axit boric để được một lớp ôxít nhôm bám phủ trên bề mặt miếng nhôm. Lớp ôxít nhôm có bề dày phụ thuộc điện áp tạo ra nó (khoảng 0,5 m dưới điện áp 200V).

Tụ hóa được phân cực thành đầu dương (+) và đầu âm (-) nên nó chỉ làm việc ở điện áp một chiều. Lớp điện môi của tụ là lớp ôxít nhôm , cực dương là miếng nhôm có bám lớp ôxít nhôm và cực âm là chất điện giải (glycoborat amônium) thấm vào một miếng giấy thấm đặt tiếp xúc với miếng nhôm.

Tụ được bảo vệ trong hộp kín. Do lớp điện môi rất mỏng nên tụ hóa có trị số điện dung rất lớn từ vài F đến vài chục ngàn F. Khi sử dụng ta phải chú ý mắc đúng cực tính của tụ: cực dương của tụ mắc vào nơi có điện thế cao hơn, cực âm mắc vào nơi có điện thế thấp hơn.

2 – Tụ giấy:

Tụ giấy là loại tụ điện không có cực tính, cấu tạo gồm 2 miếng nhôm rất mỏng làm bản cực của tụ, giữa hai bản cực là lớp giấy cách điện dùng làm điện môi. Tất cả được cuộn thành ống tròn. Sau khi sấy khô chúng được tẩm trong chân không bằng paraphin hoặc dầu tổng hợp. Tụ được bảo vệ bằng ống thủy tinh, bằng sứ hay nhựa tổng hợp.

Tụ giấy có kết cấu đơn giản, giá thành hạ, điện áp làm việc từ vài trăm V đến vài ngàn V. Điện dung khá lớn (vài F). Tuy nhiên tụ giấy có tổn hao điện môi lớn , nhất là ở tần số cao, nên nó được sử dụng ở mạch tần số thấp.

3 – Tụ gốm (tụ ceramic):

Tụ gốm được chế tạo từ lớp điện môi bằng gốm (sứ) hình tròn dẹt, hai mặt được tráng bạc hay đồng để hình thành má tụ. Bên ngoài được phủ một lớp sơn hay verni cách điện.

Kích thước tụ gốm thường khá nhỏ và điện dung có trị số từ vài PF đến vài chục ngàn PF. Tụ gốm thường được sử dụng ở tần số cao.

4 – Tụ mi ca:

Tụ gồm nhiều miếng mica mỏng, đã khử nước , tráng bạc đặt chồng lên nhau. Tụ được bảo vệ bằng tấm mica (hoặc bakêlít) , sau đó được bao phủ một lớp chống ẩm bằng sáp, hoặc nhựa cứng. Tụ mica có dạng hình khối chữ nhật (nhìn giống viên kẹo nên có người gọi là tụ kẹo) mỗi cạnh dài từ 1cm đến 2cm.

Thường tụ mica có trị số điện dung thấp từ 1PF đến vài ngàn PF nhưng điện áp làm việc rất cao (trên 1000V). Tụ mica được sử dụng nhiều ở mạch tần số cao.

5 – Tụ tantal:

Tụ tantal có cấu tạo giống như tụ hóa, nhưng cực dương của tụ làm bằng chất tantalium và chất điện môi là ôxit tantalium (Ta_2O_5) do đó tụ có kích thước nhỏ hơn

nhiều so với tụ hóa mà trị số vẫn khá lớn (4700PF đến 330 F). Tụ tantal là loại tụ có phân cực tính (giống tụ hóa) và điện áp làm việc thấp (vài chục V).

6 – Tụ biến đổi:

Trên hình 33 làký hiệu của tụ biến đổi.

Tụ biến đổi là loại tụ mà trị số điện dung của nó có thể thay đổi tùy theo yêu cầu sử dụng , bằng cách xoay hoặc tịnh tiến các má tụ.

Hình 33: Kyù hieäu tuï bieán ñoåi

Tụ biến đổi có nhiều loại, thông dụng nhất là loại đa dụng và loại điều chuẩn.

Loại đa dụng còn được gọi là tụ xoay, được dùng làm tụ điều hương bât đài trong các radio…Tụ xoay có thể có một hoặc nhiều ngăn; Mỗi ngăn có má động (có thể chuyển động được) và má tĩnh (má cố định), mỗi má do nhiều phiến kim loại (nhôm hoặc đồng thau) hợp thành và sắp xếp xen kẽ nhau, điện môi có thể là không khí , mica, màng chất dẻo như polyethylen (nhựa P.E)…Má tĩnh được cố định bằng cách bắt cứng với miếng cách điện , má động gắn với trục xoay.

Trị số điện dung của tụthay đổi theo góc xoay của trục, thường thì tụ xoay có điện dung thay đổi từ
35PF đến 365PF, điện áp làm việc không quá 150V.

Loại tụ điều chuẩn (tụ tinh chỉnh) thường gọi tắt là trimcap (trimer capacitor) có điện dung thay đổi bằng cách dùng cái vặn vít (tuốc nơ vít) để thay đổi vị trí giữa má động và má tĩnh. Loại này cũng có nhiều kiểu , điện môi có thể là không khí, mica, gốm (sứ) , màng chất dẻo, thủy tinh hình ống…Tụ tinh chỉnh có trị số điện dung rất nhỏ (từ vài PF đến 100PF) và trị số điện dung của tụ thường chỉ được điều chỉnh khi sửa chữa hoặc cân chỉnh mạch , sau khi đã điều chỉnh thì giữ nguyên trị số khi sử dụng

Để giảm nhỏ kích thước , một số tụ xoay cũng được chế tạo kèm theo luôn cả các tụ tinh chỉnh cần thiết.

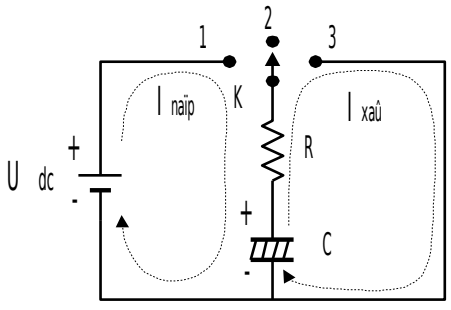
VI. Đặc tính của tụ điện đối với dòng điện DC và dòng điện AC:

1 – Đặc tính của tụ điện đối với dòng điện DC:

Lập mạch thí nghiệm như hình 34.

Ta thấy rằng giữa hai bản cực của tụ là chất cách điện nên tụ điện không cho dòng điện một chiều đi qua.

Tuy nhiên vào các thời điểm đóng hoặc ngắt mạch điện thì có hiện tượng tĩnh điện xảy ra. Đó là quá trình nạp và xả của tụ điện.



Hình 34: Thí nghieäm
söï naïp xaû cuûa tuï ñieän

a) Quá trình nạp:

Lúc đầu, khóa K đặt ở vị trí 2.

Điện áp trên hai cực của tụ điện $V_C = 0V$.

Bật khóa K về vị trí 1:

Dưới tác dụng của lực điện trường do nguồn DC sinh ra, các điện tử tự do trên cực dương (+) của tụ bị hút về phía cực dương của nguồn, đồng thời các điện tử tự do từ cực âm của nguồn chạy đến bản cực âm của tụ tạo thành dòng điện tử chạy trong mạch (hay nói cách khác có dòng điện $I_{nạp}$ chạy trong mạch).

Lúc đầu, do sự chênh lệch điện thế giữa 2 bản cực của nguồn và 2 bản cực của tụ lớn nên dòng điện nạp ($I_{nạp}$) lớn ($I_{nạp} = U_{dc}/ R$). Hiện tượng này làm cho điện tích dương trên bản cực dương của tụ và điện tích âm trên bản cực âm của tụ dần dần tăng lên. Sự tích điện trái dấu hình thành nên một điện trường ngày càng lớn giữa hai bản cực của tụ điện.

Khi điện áp trên 2 bản cực của tụ điện tăng lên thì sự chênh lệch điện thế giữa tụ điện và nguồn DC giảm làm cho dòng nạp giảm theo. Đến khi điện thế trên hai bản cực của tụ điện bằng điện thế nguồn DC thì dòng nạp tắt ($I_{nạp} = 0$). Lúc này quá trình nạp kết thúc , ta nói tụ đã nạp đầy.

Điện tích được nạp trên tụ được tính theo công thức: $Q = C . V$

Trong đó: Q: Điện tích được nạp trên tụ (Coulomb – C)

C: Điện dung của tụ điện (Farad – F)

V: Điện áp trên hai má tụ (Volt – V)

Điện áp trên tụ trong quá trình nạp được xác định theo công thức:

$$V_C(t) \quad V_{DC} . \ 1 \quad e^{\frac{t}{}}$$

Trong đó: V_C: Điện áp trên hai bản cực của tụ (V)

V_{DC}: Điện áp nguồn (V).

t : Thời gian nạp hoặc xả (giây – s).

e = 2,718 : cơ số logarit tự nhiên.

= RC : Hằng số thời gian nạp (thời hằng nạp)

Dòng điện chạy trong mạch trong quá trình nạp được tính theo công thức:

$$I(t) \quad \frac{V_{DC}}{R} . e^{\frac{t}{}}$$

Trong đó:

I: Dòng điện nạp chạy trong mạch (A)

V_{DC}: Điện áp nguồn (V).

R: Trị số điện trở mắc nối tiếp với tụ khi nạp ( ).

t : Thời gian (giây – s).

e = 2,718: cơ số logarit tự nhiên.

= RC : Thời hằng nạp.

Công thức trên cho thấy trong quá trình nạp thì điện áp trên hai bản cực của tụ và dòng điện chạy trong mạch biến thiên theo quy luật hàm số mũ.

b) Hiện tượng tích trữ năng lượng :

Bật khóa K trở về vị trí 2 , trên hai bản cực của tụ vẫn tồn tại một điện áp bằng với mức điện áp khi tụ đã được nạp đầy. Như vậy, tụ điện đã tích trữ năng lượng dưới dạng điện trường .

Nếu điện trở giữa hai bản cực của tụ là vô cùng lớn thì điện áp trên hai má tụ sẽ không bao giờ bị mất đi. Nhưng trong thực tế thì điện áp này cũng sẽ suy giảm theo thời gian vì có dòng điện rỉ đi xuyên qua chất điện môi giữa hai má tụ.

c) Hiện tượng xả điện (phóng điện):

Bật khóa K qua vị trí 3, hai bản cực của tụ điện được nối kín mạch thông qua điện trở R. Lúc này tụ điện đóng vai trò giống như bộ nguồn một chiều. Năng lượng tích trữ trên tụ sẽ được chuyển thành nhiệt năng để đốt nóng điện trở . Khi mới đóng mạch thì điện áp trên tụ lớn $V_C = V_{DC}$ (số lượng điện tích trên hai bản cực của tụ nhiều) nên cường độ dòng điện chạy trong mạch lớn $I_{xả} = V_C/R = V_{DC}/R$. Khi năng lượng trên tụ cạn dần (số lượng điện tích trên hai má tụ giảm dần) nên điện áp V_C trên hai má

tụ cũng giảm dần làm cho dòng điện $I_{xả}$ cũng giảm theo. Đến khi điện áp trên tụ V_C = 0 thì dòng điện xả $I_{xả}$ = 0 , quá trình xả kết thúc.

Trong quá trình xả thì điện áp trên hai bản cực của tụ và dòng điện chạy trong cũng mạch biến thiên theo quy luật hàm số mũ. Điện áp trên tụ trong quá trình xả được xác định theo công thức sau :

$$V_C(t) \quad V_O.e^{\frac{t}{}}$$

Trong đó:

V_C: Điện áp trên hai bản cực của tụ (V)

V_O: Điện áp ban đầu tích trữ trên hai cực của tu.ï

t : Thời gian (giây – s).

e = 2,718: cơ số logarit tự nhiên

= RC : Thời hằng xả.

Dòng điện chạy trong mạch trong quá trình xả được tính theo công thức:

$$I(t) \quad \frac{V_O}{R}.e^{\frac{t}{}}$$

Trong đó:

I:Dòng điện nạp (hoặc xả) chạy trongmạch (A)

V_O: Điện áp ban đầu tích trữ trên hai cực của tụ.

R: Trị số điện trở mắc nối tiếp với tụ khi xả( ).

t : Thời gian nạp (hoặc xả) (giây – s).

e = 2,718: cơ số logarit tự nhiên.

- = RC : Thời hằng xả.

2 – Đặc tính của tụ đối với dòng điện xoay chiều hình sin:

Dòng điện xoay chiều hình sin là dòng điện có chiều và trị số biến thiên liên tục theo thời gian nên khi mắc tụ vào mạch có nguồn xoay chiều hình sin thì tụ điện sẽ thực hiện nạp xả liên tục tùy theo cực tính của dòng xoay chiều nên tạo thành dòng điện liên tục chạy qua tụ. Tần số của dòng xoay chiều càng cao thì dòng điện qua tụ càng dễ dàng nghĩa là độ dẫn điện của tụ đối với dòng xoay chiều phụ thuộc theo tần số của dòng điện xoay chiều. Để biểu thị sự cản trở của tụ điện đối với dòng điện xoay chiều hình sin người ta đưa ra một đại lượng gọi là dung kháng (X_C).

Dung kháng được tính theo công thức:

$$X_C \quad \frac{1}{C} \quad \frac{1}{2\ fC}$$

Trong đó:

X_C : Dung kháng của tụ điện ,đơ vị là

: Tần số góc của dòng điện xoay chiều .

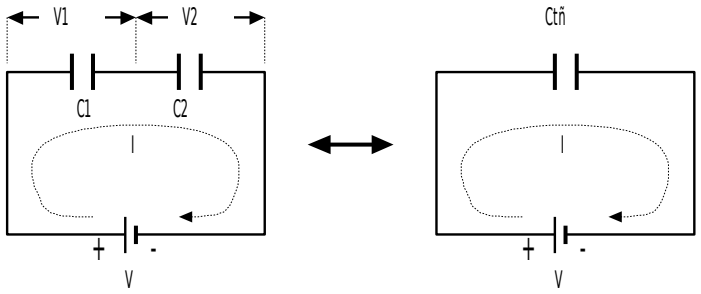
f : Tần số của dòng điện soay chiều (Hz)

C: Trị số điện dung của tụ điện.

VII. Các cách ghép tụ điện:

1 – Ghép nối tiếp:

Hai tụ điện ghép nối tiếp (như hình 35) có điện dung là C1 và C2 có cùng dòng điện nạp I nên điện tích Q của hai tụ nạp được sẽ bằng nhau do Q = I . t .



Hình 35: Tuï ñieän maéc noái tieáp

Ta còn có công thức tính điện tích trên tụ : Q = C . V

nên điện tích được nạp vào tụ là: Q = C1 . V1 = C2 . V2

Suy ra: $V1 \quad \frac{Q}{C1}$; $V2 \quad \frac{Q}{C2}$

Trong mạch tương đương ta có: $Q \quad Ctd.V \qquad V \quad \frac{Q}{Ctd}$

Mà V = V1 + V2 nên : $\frac{Q}{Ctd} \quad \frac{Q}{C1} \quad \frac{Q}{C2}$

Suy ra : $\frac{1}{Ctd} \quad \frac{1}{C1} \quad \frac{1}{C2} \qquad Ctd \quad \frac{C1.C2}{C1 \quad C2}$

Như vậy trong cách mắc nối tiếp, trị số điện dung tương đương sẽ giảm nhỏ hơn trị số điện dung các tụ thành phần tương tự như cách tính trị số của mạch điện trở mắc song song.

Nếu mạch có nhiều tụ ghép nối tiếp thì ta có công thức tổng quát:

$\frac{1}{Ctd} \quad \frac{1}{C1} \quad \frac{1}{C2} \qquad \frac{1}{Cn}$ Trong đó tụ Cn là tụ thứ n mắc trong mạch.

Nếu C1 = C2 = … = Cn = C thì điện dung tương đương được tính : $Ctd \quad \frac{C}{n}$

Điện áp làm việc của tụ tương đương bằng tổng điện áp làm việc của các tụ thành phần tức là: WVtđ = WV1 + WV2

Như vậy, ghép nối tiếp các tụ điện sẽ cho ra một tụ điện mới có điện dung nh $\frac{Q}{Ctd} \quad \frac{Q}{C1} \quad \frac{Q}{C2}$ ỏ hơn và điện áp làm việc lớn hơn.

Thí dụ:

Hai tụ điện C1 và C2 ghép nối tiếp, C1 = 30 F / 100V và C2 = 20 F / 50V .
Hãy tính trị số điện dung tương đương và điện áp làm việc tương đương .

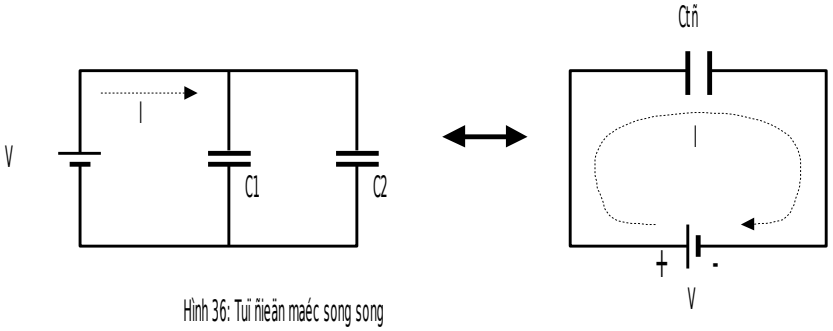
Điện dung tương đương :

$\frac{1}{Ctd} \quad \frac{1}{C1} \quad \frac{1}{C2} \qquad Ctd \quad \frac{C1.C2}{C1 \quad C2} \qquad Ctd \quad \frac{30 \quad 20}{30 \quad 20} \quad \frac{600}{50} \quad 12 \quad F$

Điện áp làm việc : WVtđ = WV1 +WV2 = 100V + 50V = 150V

2 – Ghé

Ta có h



Hình 36: Tuï ñieän maéc song song

Điện tích nạp vào tụ C1 là: $Q1 = C1 . V$

Điện tích nạp vào tụ C2 là: $Q2 = C2 . V$

Điện tích nạp vào tụ Ctđ là: $Qtđ = Ctđ . V$

Điện tích nạp vào tụ Ctđ bằng tổng điện tích nạp vào tụ C1 và C2 nên: $Qtđ = Q1 + Q2$

Thay Q1 và Q2 ở công thức trên ta có: $Ctđ . V = C1 . V + C2 . V$ $Ctđ = C1 + C2$

Nếu trong mạch có n tụ ghép song song thì: $Ctđ = C1 + C2 + \ldots + Cn$

Nếu $C1 = C2 = \ldots = Cn$ thì : $Ctđ = n . C1$

Công thức tính điện dung tương đương của tụ điện ghép song song có dạng như công thức tính điện trở ghép nối tiếp.Trong trường hợp ghép song song thì điện áp làm việc của tụ Ctđ bằng điện áp làm việc của tụ có điện áp làm việc nhỏ nhất. Do đó nên chọn các tụ điện ghép song song có điện áp làm việc bằng nhau.

Như vậy, ghép song song sẽ cho ta một tụ điện mới có trị số điện dung bằng tổng điện dung của các tụ thành phần và điện áp làm việc bằng điện áp làm việc của tụ thành phần có điện áp làm việc nhỏ nhất.

BÀI 5 TỪ TRƯỜNG VÀ CUỘN DÂY

I – Cơ sở từ học:

1 – Từ là gì?

Danh từ " từ " (manhêtic) bắt nguồn từ tên gọi thành phố Manhêzia ở vùng tiểu Á, gần đó người ta khám phá được quặng sắt (Manhêtit – Fe_2O_3) có tính chất hút được các vật bằng sắt và người ta gọi tính chất đó là từ tính.

Trong tự nhiên có những loại đá có từ tính gọi là nam châm hay từ thạch. Một số kim loại như sắt, nikel, cobalt khi đặt sát các nam châm cũng sẽ bị nhiễm từ (từ hóa) và có tính chất giống như nam châm. Các nam châm đó gọi là nam châm vĩnh cửu.

2 – Tính chất của nam châm:

Nam châm có khả năng hút đư

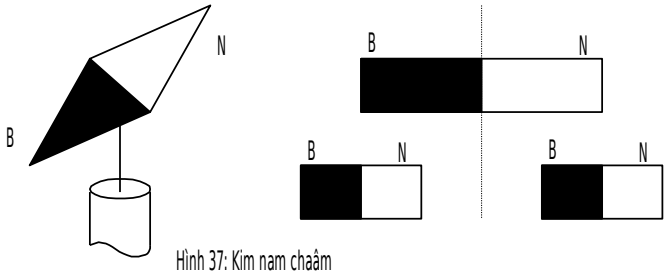
một thanh nam châm được treo tự

hướng bắc gọi là cực bắc và một

Tính chất này được dùng để chế t

Khi ta chia nhỏ một cục nam c

hai cực bắc và nam, người ta nói r



Hình 37: Kim nam chaâm
vaø chia ñoâi thanh nam chaâm

Thí nghiệm với hai thanh nam châm cho thấy: Hai cực cùng tên thì đẩy nhau và hai cực khác tên thì hút nhau.

3 – Từ trường :

a) Khái niệm :

Các thanh nam châm có thể tương tác lực với nhau ngay cả khi giữa chúng không có vật chất, người ta nói xung quanh nam châm có tồn tại một từ trường . Vậy : Từ trường là môi trường vật chất đặc biệt bao xung quanh vật có từ tính, trong đó có từ lực tương tác.

b) Cường độ từ trường :

Cường độ từ trường là đại lượng đặc trưng cho khả năng tác dụng lực của từ trường.

Cường độ từ trường ký hiệu là H, đơn vị là A/m (Ampe trên mét)

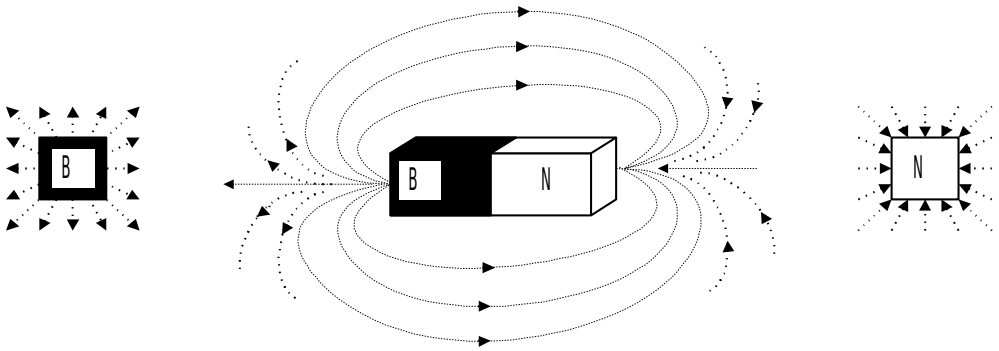
Khi đo cường độ từ trường ở trong lòng các vật liệu dẫn từ thì người ta dùng đại lượng cảm ứng từ hay còn gọi là cường độ từ cảm(ký hiệu là B).

B = H trong đó: là hệ số từ thẩm của vật liệu nói lên khả năng nhiễm từ của vật liệu. Thép kỹ thuật điện có = 2000.

Cảm ứng từ B có đơn vị là Wb/m^2 (Vêbe trên mét vuông) ngoài ra còn đơn vị là Tesla (ký hiệu làT).

c) Đường sức từ:

Để minh họa từ trường , người ta đưa ra khái niệm đường sức từ. (hình 38)



Hình 38: Ñöôøng söùc cuûa moät thanh nam chaâm

Người ta quy ước: Chiều của đường sức từ cùng chiều với từ trường tức là có hướng đi từ cực bắc đến cực nam của thanh nam châm (ra bắc vào nam). Số đường sức từ tại một điểm bằng chỉ số cường độ từ trường tại điểm đó.

d) Từ thông:

Từ thông là số đường sức đi qua một mặt có diện tích giới hạn là S (hình 39). Từ thông được ký hiệu là , đơn vị là Weber (đọc là Vêbe) và được tính theo công thức:

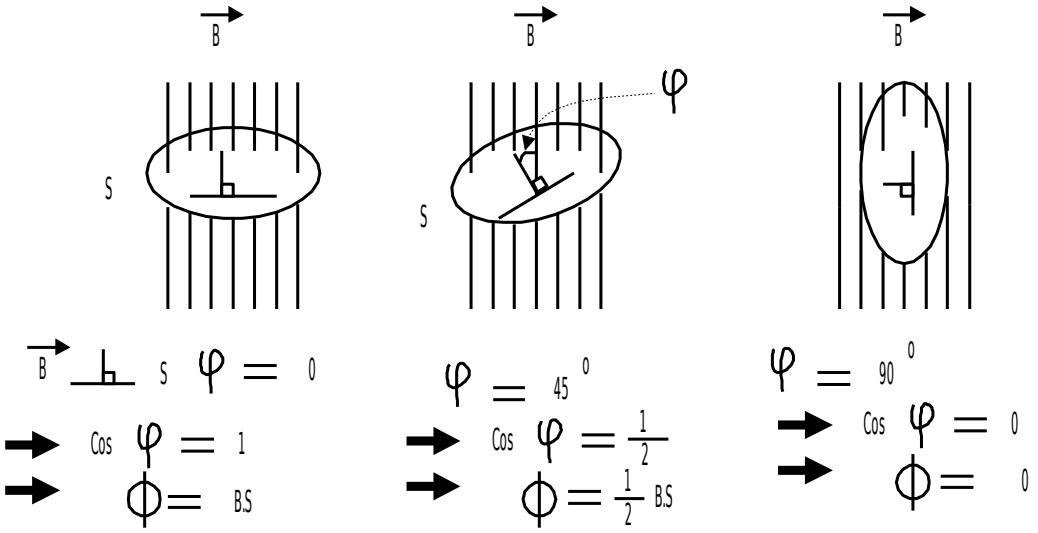
= B . S . Cos trong đó:

B: Cảm ứng từ (Wb/m^2)

S: Diện tích (m^2)

: Góc hợp bởi véc tơ cảm ứng từ B và đường thẳng vuông góc với mặt phẳng S

: Từ thông (Weber).



Hình 39: Xaùc ñònh töø thoâng ôû caùc tröôøng hôïp ñaëc bieät

Nếu đặt mặt phẳng S vuông góc với các đường sức từ thì số đường sức đi xuyên qua mặt phẳng là lớn nhất do đó từ thông lớn nhất .

Nếu đặt mặt phẳng S song song với các đường sức từ thì không có đường sức đi xuyên qua mặt phẳng do đó từ thông bằng 0.

II – Tương tác điện từ:

1 – Từ trường của dòng điện:

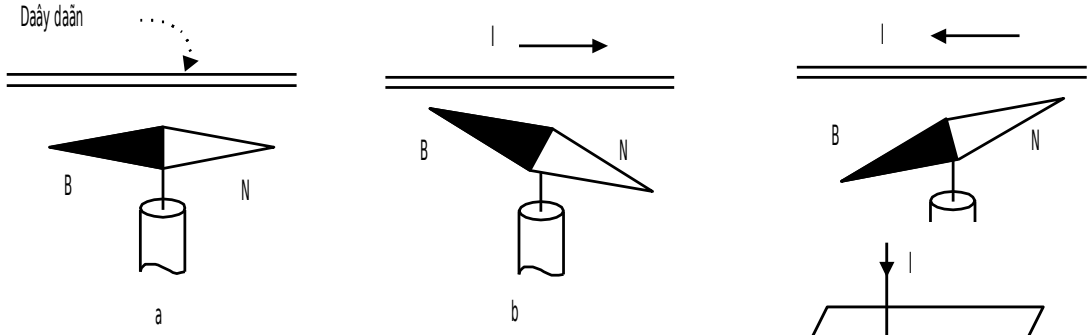
Ta làm thí nghiệm như sau:

Đặt một kim nam châm song song với một dây dẫn điện (hình 40).

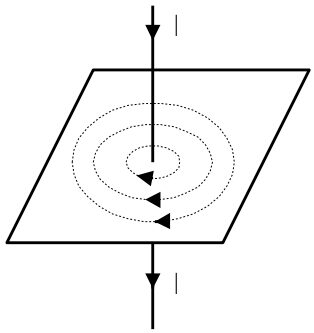
Khi dây dẫn chưa có dòng điện chạy qua thì vị trí của kim nam châm không thay đổi (hình 40a).

Khi ta cho dòng điện một chiều chạy trong dây dẫn thì kim nam châm bị lệch đi một góc, nếu cường độ dòng điện càng lớn thì góc lệch càng lớn (hình 40b).

Khi ta đổi chiều dòng điện chạy trong dây dẫn thì kim nam châm bị lệch theo chiều ngược lại (hình 40c).



Hình 40 : Taùc duïng cuûa doøng ñieän chaïy trong daây daãn thaúng leân moät kim nam chaâm



Hình 41 : Töø tröôøng cuûa doøng ñieän chaïy trong daây daãn thaúng

Qua thí nghiệm trên chứng tỏ rằng dòng điện cũng sinh ra từ trường có tác dụng làm lệch kim nam châm. Dòng điện càng lớn thì từ trường sinh ra càng mạnh.

Từ trường do dòng điện trong dây dẫn thẳng sinh ra có dạng là những vòng tròn đồng tâm (Hình 41).

Chiều của từ trường do dòng điện sinh ra được xác định bằng quy tắc vặn nút chai: xoay cái vặn nút chai tiến theo chiều dòng điện thì chiều quay của nó chỉ chiều của từ trường .

Ngoài ra, người ta còn xác định chiều của từ trường bằng quy tắc bàn tay phải: dùng bàn tay phải nắm lấy dây dẫn sao cho ngón tay cái choãi ra chỉ chiều dòng điện thì chiều từ cổ tay đến 4 ngón tay còn lại chỉ chiều của từ trường do dòng điện sinh ra.

Khi ta cho dòng điện chạy qua vòng dây thì dòng điện cũng sinh ra từ trường . Khi cho dòng điện chạy qua ống dây (một sợi dây dẫn có bọc một lớp cách điện quấn nhiều vòng lên trên một lõi hình trụ gọi là ống dây hay cuộn dây) thì ống dây trở nên có tính chất như một thanh nam châm vĩnh cửu và người ta gọi là nam châm điện.

Xác định cực bắc và cực nam của ống dây (hoặc vòng dây) có dòng điện chạy qua bằng quy tắc bàn tay phải: dùng bàn tay phải nắm lấy ống dây sao cho chiều từ cổ tay đến 4 ngón tay chỉ theo chiều dòng điện, ngón tay cái choãi ra chỉ chiều từ trường (cực bắc).

Cũng có thể xác định cực tính của nam châm điện bằng quy tắc vặn nút chai: xoay cái vặn nút chai theo chiều của dòng điện thì chiều tịnh tiến của nó là chiều từ trường (cực bắc).

2 – Lực điện từ:

Các thí nghiệm trên chứng tỏ rằng khi cho dòng điện chạy qua dây dẫn đặt trong một từ trường B thì từ trường sẽ tác động lên dây dẫn một lực gọi là lực điện từ. Độ lớn của lực điện từ được xác định bằng công thức Ampere:

$F = B.I.l.\sin$

Trong đó:

B: Cường độ từ trường (Wb/m^2).

I: Cường độ dòng điện chạy trong dây dẫn (A).

l: Chiều dài dây dẫn (m)

(đọc là an pha): Góc hợp bởi B và I.

F: Lực tác dụng (Newton – N)

Chiều của lực điện từ được xác định bằng quy tắc bàn tay trái : để bàn tay trái sao cho các đường sức từ đi xuyên vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến 4 ngón tay chỉ chiều dòng điện, ngón tay cái choãi ra chỉ chiều lực tác dụng.

Trong thực tế, người ta ứng dụng lực điện từ để chế tạo các động cơ điện .

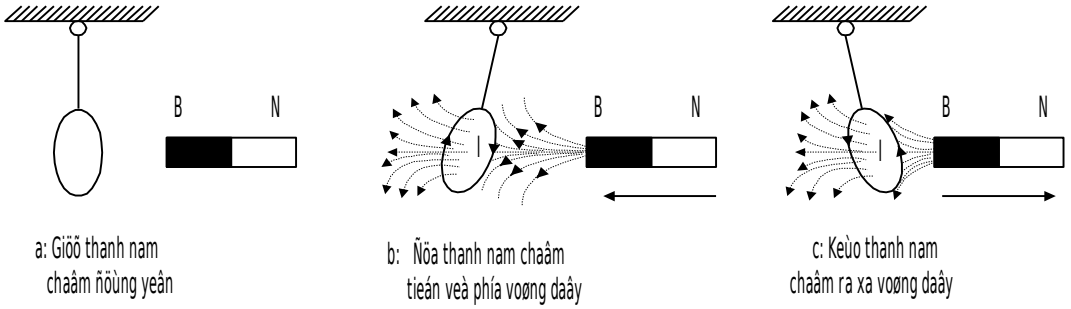
3 – Hiện tượng cảm ứng điện từ:

Ta làm thí nghiệm với một thanh nam châm vĩnh cửu và một vòng dây dẫn khép kín được treo tự do trên một sợi dây (hình 42).

Khi giữ thanh nam châm cố định thì vòng dây ở vị trí tự do theo phương thẳng đứng (hình 42a).

Khi ta đưa thanh nam châm tiến về phía vòng dây (theo phương vuông góc với mặt phẳng của vòng dây) thì vòng dây bị thanh nam châm đẩy lệch đi một góc theo phương chuyển động của thanh nam châm, nếu ta cho thanh nam châm chuyển động càng nhanh thì góc lệch càng lớn (hình 42b), khi ta dừng thanh nam châm lại thì vòng dây lại trở về vị trí cân bằng ban đầu.

Khi ta kéo thanh nam châm ra xa vòng dây (theo phương vuông góc với mặt phẳng của vòng dây) thì vòng dây bị thanh nam châm kéo lệch đi một góc theo phương chuyển động của thanh nam châm, nếu ta cho thanh nam châm chuyển động càng nhanh thì góc lệch càng lớn (hình 42c), khi ta dừng thanh nam châm lại thì vòng dây lại trở về vị trí cân bằng ban đầu.



a: Giöõ thanh nam chaâm ñöùng yeân

b: Ñöa thanh nam chaâm tieán veà phía voøng daây

c: Keùo thanh nam chaâm ra xa voøng daây

Hình 42: Taùc duïng cuûa thanh nam chaâm leân voøng daây

Giải thích hiện tượng trên: khi ta đưa thanh nam châm lại gần hoặc ra xa vòng dây làm cho từ thông xuyên qua lòng vòng dây biến thiên làm phát sinh trong vòng dây một dòng điện cảm ứng, khi từ thông biến thiên càng nhanh thì dòng điện cảm ứng càng lớn. Dòng điện cảm ứng lại tự nó sinh ra từ trường , từ trường do dòng điện cảm ứng sinh ra sẽ tương tác với từ trường của thanh nam châm làm cho vòng dây bị lệch đi. Khi giữ thanh nam châm đứng yên thì từ thông qua lòng của vòng dây không thay đổi nên không sinh ra dòng điện cảm ứng trong vòng dây và do đó không sinh ra từ trường .

Thí nghiệm Faraday:

Faraday đã làm thí nghiệm với một ống dây (cuộn dây) và một thanh nam châm , hai đầu cuộn dây có gắn một điện kế thành một mạch kín (hình 43).

Thí nghiệm thực hiện như sau:

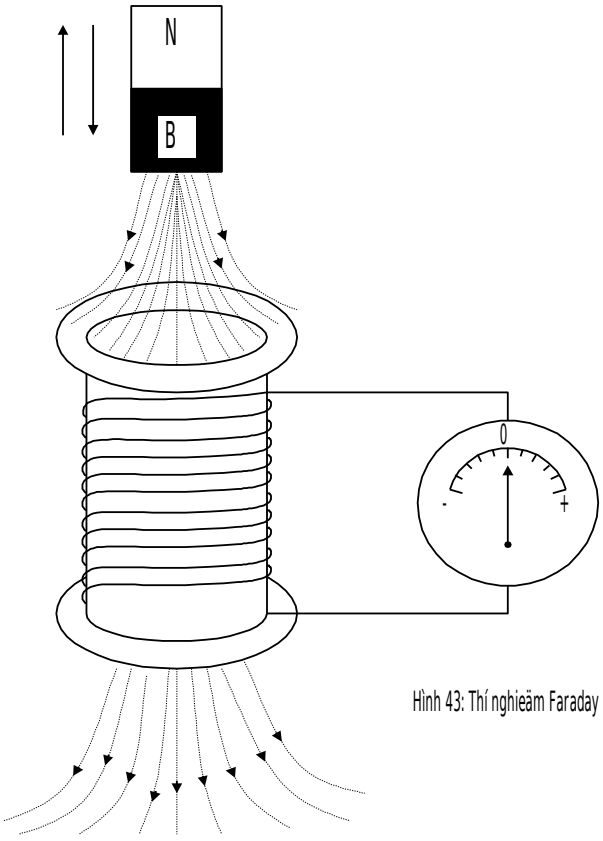
Nếu đưa thanh nam châm vĩnh cửu vào trong ống dây, thì điện kế chỉ sự xuất hiện của dòng điện trong suốt thời gian nam châm dịch chuyển đối với cuộn dây. Khi rút nam châm ra khỏi ống dây, điện kế chỉ sự xuất hiện của một dòng điện có chiều ngược lại. Sự biến đổi chiều của dòng điện cũng xảy ra khi thay đổi cực đưa vào (hay rút ra) của nam châm.

Các kết quả tương tự cũng được quan sát thấy khi thay nam châm vĩnh cửu bằng một nam châm điện. Nếu hai ống dây được giữ cố định, nhưng thay đổi giá trị dòng điện ở một ống thì tại lúc đó trong ống còn lại có xuất hiện dòng điện cảm ứng.

Nhận xét:

Qua hai thí nghiệm trên ta thấy rằng:

- Dòng điện trong vòng dây hay cuộn dây chỉ xuất hiện khi từ thông xuyên qua lòng vòng dây (hay cuộn dây) biến thiên (khi ta di chuyển thanh nam châm làm từ thông xuyên qua lòng cuộn dây thay đổi), dòng điện này gọi là dòng điện cảm ứng. Dòng điện cảm ứng lại sinh ra trên hai đầu cuộn dây một điện áp cảm ứng hay còn gọi là sức điện động cảm ứng ký hiệu là E . Độ lớn của suất điện động cảm ứng được xác định bằng định luật Faraday.
- Chiều dòng điện cảm ứng trong trường hợp từ thông tăng lên (khi đưa thanh nam châm đến gần cuộn dây) ngược chiều dòng điện cảm ứng trong trường hợp từ thông giảm đi (khi đưa thanh nam châm ra xa cuộn dây) . Chiều dòng điện cảm ứng được xác định bằng định luật Lenx.



Hình 43: Thí nghieäm Faraday

Định kín tỉ lệ với tốc độ biến thiên của từ thông qua mạch:

E $\frac{d}{dt}$ với $\frac{d}{dt}$ là tốc độ biến thiên của từ thông .

Định luật Lenx: Dòng điện cảm ứng có chiều sao cho từ thông mà nó sinh ra chống lại sự biến thiên của từ thông sinh ra nó.

Dấu trừ (-) trong công thức Faraday chính là để biểu diễn định luật Lenx về mặt toán học.

4 – Hiện tượng tự cảm:

Sự xuất hiện suất điện động cảm ứng trong mạch do sự biến thiên của từ thông gây ra bởi dòng điện ở trong chính mạch đó được gọi là hiện tượng tự cảm. và suất điện động cảm ứng trong trường hợp này được gọi là suất điện động tự cảm.

Hệ số tự cảm: dòng điện i chạy trong mạch kín gây ra trong không gian xung quanh một từ trường , cường độ của từ trường này tỉ lệ với tỉ lệ với dòng điện. Do đó từ thông qua mạch tỉ lệ với dòng điện i ở trong mạch:

$$= L.i$$

Hệ số tỉ lệ L được gọi là *hệ số tự cảm* hay nói gọn là độ cảm ứng của mạch.

Độ cảm ứng của mạch phụ thuộc vào dạng hình học của mạch và độ từ thẩm của môi trường bao quanh mạch. Nếu hai đại lượng đó không đổi thì suất điện động tự cảm được tính theo công thức:

$$E \quad L\frac{di}{dt}$$

Trong đó:

L : Hệ số tự cảm của mạch.

$\frac{di}{dt}$: Tốc độ biến thiên của dòng điện i chạy trong mạch.

Qua công thức trên ta thấy : suất điện động tự cảm tỉ lệ với tốc độ biến thiên của cường độ dòng điện ở trong mạch. Chiều dòng điện tự cảm được xác định theo quy tắc Lenx : nếu dòng điện trong mạch đang tăng thì dòng điện tự cảm ngược chiều với dòng điện trong mạch. Nếu dòng điện trong mạch đang giảm thì dòng điện tự cảm cùng chiều với dòng điện trong mạch.

5 – Hiện tượng hỗ cảm:

Hiện tượng hỗ cảm của hai mạch là sự xuất hiện suất điện động cảm ứng ở một trong hai mạch khi làm biến thiên dòng điện trong mạch kia.

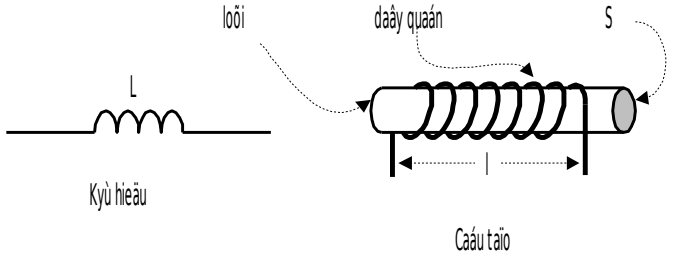
Sự biến thiên dòng điện của mạch này sẽ gây ra sự biến thiên từ thông qua mạch kia và tạo nên trong mạch đó một suất điện động cảm ứng .

III – Cuộn dây tự cảm:

1 – Định nghĩa – Cấu tạo:

Cuộn dây tự cảm (gọi tắt là cuộn dây hoặc cuộn cảm) là một linh kiện tạo ra phần tử cảm kháng trong mạch điện.

Cuộn dây được chế tạo bằng cách dùng dây đồng được bọc men (verni) cách điện quấn nhiều vòng liên tiếp trên một lõi (hình 44).



Hình 44: Cuoän daây töï caûm

Hệ số tự cảm (thường gọi là điện cam) cua cuộn dây được tính theo công thức:

Trong đó:

L : Điện cảm của cuộn dây. Đơn vị Henry – H .

$$L \quad \frac{N^2 S}{l}$$

: Độ từ thẩm của vật liệu làm lõi cuộn dây.

N: Số vòng của cuộn dây.

S : Diện tích tiết diện lõi cuộn dây. Đơn vị mét vuông – m^2.

l : Chiều dài cuộn dây. Đơn vị mét - m

Đơn vị điện cảm được tính theo Henry ký hiệu là H. Trong thực tế, người ta còn dùng ước số của Henry là:

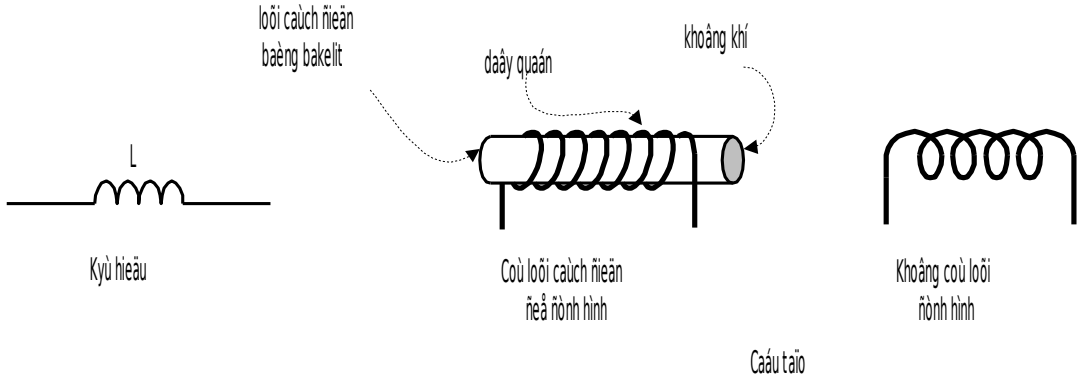
MiliHenry ký hiệu là mH: 1H = 1000mH.

MicroHenry ký hiệu là H : 1H = 1 000 000 H.

2 – Các loại cuộn cảm:

Trong thực tế , các loại cuộn cảm có lõi làm bằng các vật liệu dẫn từ khác nhau và người ta lấy tên của vật liệu đó để đặt tên cho cuộn cảm. Có 3 loại cuộn cảm :

a) Cuộn cảm lõi không khí: các vòng dây được quấn trên lõi cách điện bằng bakelit hoặc sứ để định hình làm tăng độ ổn định trị số điện cảm, đối với dây có đường kính lớn thì không cần lõi định hình. Trong lòng cuộn dây là không khí (hình 45). Loại này có trị số điện cảm L rất nhỏ, chỉ được sử dụng ở phạm vi tần số cao trong các máy vô tuyến điện.



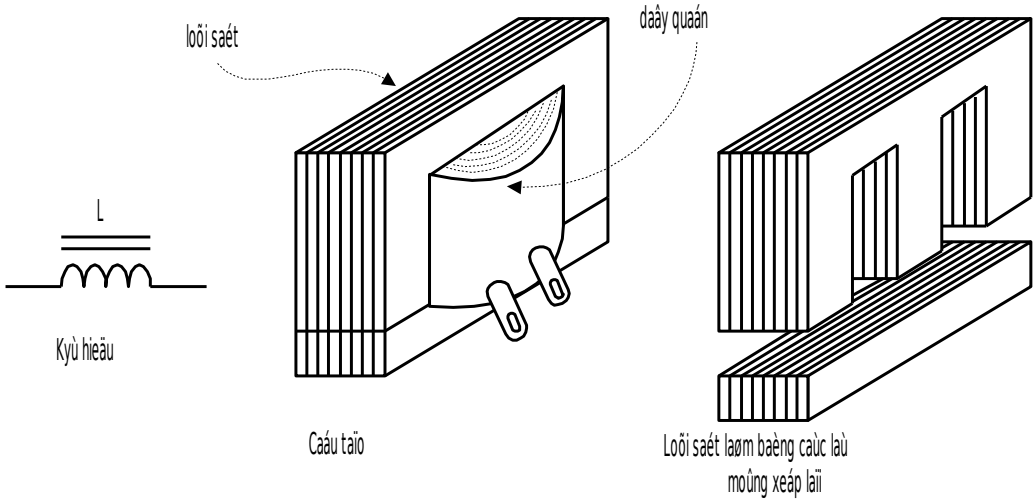
Hình 45: Cuoän daây loõi khoâng khí

Khi cần tăng điện cảm của một cuộn dây mà không tăng đường kính cuộn dây và số vòng dây thì phải thêm vào một lõi từ từ tính. Điều này còn tạo cho ta một phương tiện để điều chỉnh điện cảm hữu hiệu. Vật liệu từ được sản xuất rất đa dạng.

- Sắt là vật liệu từ mềm đã được sử dụng từ lâu, hiện nay hợp kim sắt từ được sử dụng rộng rãi nhất là hợp kim sắt – silic . Sắt – Nikel có độ từ thẩm cao hơn. Vật liệu sắt từ thường dạng tấm mỏng.
- Ferit là một loại vật liệu từ có độ từ thẩm cao. Đó là những hợp chất chủ yếu là ôxit sắt ba (Fe_2O_3) kết hợp với các ôxit kẽm loại hóa trị một hoặc hóa trị hai. Nguyên vật liệu sau khi xử lý được nghiền thành bột mịn, trộn với chất kết dính và được ép định hình trong khuôn thành nhiều hình dạng khác nhau. Ferit có nhiều loại, hai loại rất thông dụng là Ferit mangan – kẽm và Ferit nikel – kẽm . Ferit có đặc điểm là điện dẫn suất thấp, độ từ thẩm ban đầu cao và giá trị cảm ứng từ bão hòa thích hợp.

c) Cuộn cảm lõi sắt : Các vòng dây được quấn trên lõi làm bằng các lá hợp chất sắt – silic được cán mỏng xếp lại với nhau (hình 46). Cuộn cảm lõi sắt thường được

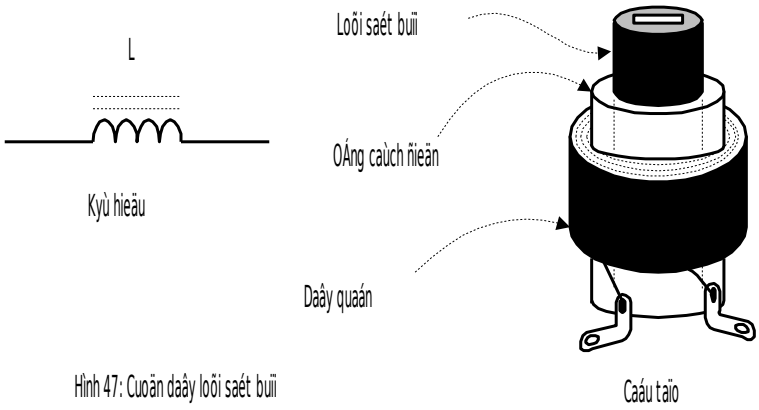
sử dụng ở phạm vi tần số thấp, chủ yếu được sử dụng để lọc bỏ điện áp gợn sóng cho nguồn cung cấp.



Hình 46: Cuoän daây loõi saét

d) Cuộn cảm lõi sắt bụi:

Các vòng dây thường được quấn trên ống cách điện bakelit, bên trong ống cách điện có lõi là sắt bụi (bột sắt nguyên chất trộng với chất kết dính không từ tính), lõi sắt có thể điều chỉnh được vị trí để thay đổi điện cảm của cuộn dây (hình 47). Cuộn cảm loại này thường được dùng ở những nơi có tần số cao hoặc trung bình trong máy vô tuyến điện.



Hình 47: Cuoän daây loõi saét buïi

e) Cuộn dây lõi Ferit:

Lõi Ferit có nhiều dạng: thanh, ống , chữ E, chữ C, hình xuyến, nồi, hạt đậu v.v… Dùng lõi hình xuyến dễ tạo điện cảm cao nhưng lại dễ bị bão hòa từ khi có thành phần một chiều.

Lõi nồi có bao hình trụ bên ngoài khép kín, đường sức từ được khép kín nhiều hay ít do lõi ở giữa. Cuộn dây được đặt ở khoảng trống hình vành khăn.

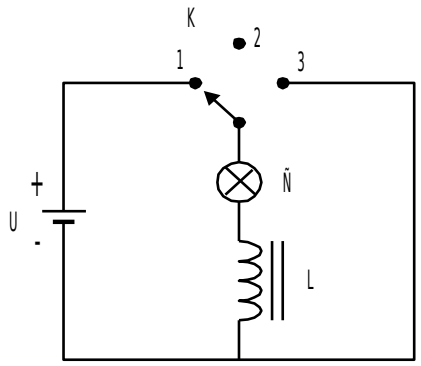
3 – Đặc tính của cuộn dây đối với dòng điện một chiều:

Lập mạch thí nghiệm như hình 48.

Ta có một nguồn điện một chiều có điện thế là U. Một cuộn dây có điện cảm là L được mắc nối tiếp với một bóng đèn Đ. Giả sử điện trở của cuộn dây là không đáng kể ($R_L = 0$).

Ban đầu, khóa K đặt ở vị trí 2, cuộn dây và bóng đèn không có dòng điện chạy qua nên đèn Đ không sáng.

Bật khóa K về vị trí 1, cuộn dây và bóng đèn được nối với nguồn U. Nguồn U sinh ra dòng điện I chạy trong mạch có xu hướng tăng lên đột ngột từ giá trị 0 lên giá trị xác lập là $^{U}/_{R}$ (R là điện trở của bóng đèn) làm từ thông trong lòng cuộn dây biến thiên và do đó xuất hiện trong cuộn dây dòng điện tự cảm chống lại sự tăng của dòng điện I , chiều của dòng điện tự cảm i_L ngược với chiều dòng điện I làm cho dòng điện I không thể tăng ngay đến giá trị xác lập và do đó bóng đèn Đ từ từ sáng lên .



Hình 48: Thí nghieäm söï naïp xaû cuûa cuoän daây.

Dòng điện tự cảm i_L được tính theo công thức:

$$i_L \quad \frac{U}{R} e^{\ \frac{t}{}}$$

Trong đó:

i_L: Cường độ dòng điện tự cảm. Đơn vị A.

U: Điện áp nguồn DC. Đơn vị V.

R: Điện trở của bóng đèn. Đơn vị .

e: Cơ số logarit tự nhiên. e 2,7.

t: Thời gian . Đơn vị là giây (s).

: Thời hằng nạp của cuộn dây. $= {}^{L}/_{R}$.

Dòng điện tức thời i chạy trong mạch được tính theo công thức:

$$i \quad I \quad i_L \quad \frac{U}{R} \quad \frac{U}{R} e^{\ \frac{t}{}} \quad \frac{U}{R}(1 \quad e^{\ \frac{t}{}})$$

Suất điện động tự cảm u_L trên cuộn dây được tính theo công thức:

$$u_L \quad U\ e^{\ \frac{t}{}}$$

Trong đó:

u_L: Suất điện động tự cảm. Đơn vị V.

U: Điện áp nguồn DC. Đơn vị V.

e: Cơ số logarit tự nhiên. e 2,7.

t: Thời gian . Đơn vị là giây (s).

: Thời hằng nạp của cuộn dây. $= {}^{L}/_{R}$.

Qua công thức tính dòng điện tự cảm i_L và suất điện động tự cảm u_L trên đây, ta thấy rằng chúng đều giảm theo hàm số mũ. Còn dòng điện tức thời i chạy trong mạch thì tăng theo hàm số mũ.

Sau thời gian là 5 thì dòng điện dòng điện trong mạch đạt giá trị xác lập I = $^{U}/_{R}$ nên dòng điện tự cảm và suất điện động tự cảm không còn nữa (vì từ thông trong lòng cuộn dây không biến đổi nữa), lúc này đèn Đ sáng ổn định (như khi đèn Đ được mắc trực tiếp vào nguồn U).

Khi chuyển khóa K về vị trí 3, cuộn dây và bóng đèn được ngắt khỏi nguồn U. Dòng điện I chạy trong mạch có xu hướng giảm đi đột ngột từ giá trị xác lập là $^{U}/_{R}$

về giá trị 0 làm sinh ra trong lòng cuộn dây một từ thông biến thiên và do đó xuất hiện dòng điện tự cảm, dòng điện tự cảm i_L cùng chiều với dòng điện I (để chống lại sự giảm của dòng điện I) làm cho dòng điện I không thể giảm ngay về 0 được và do đó bóng đèn Đ lóe sáng hơn sau đó mờ dần, sau thời gian 5 thì i_L biến mất, đèn tắt hẳn.

Dòng điện và suất điện động tự cảm cũng giảm dần theo hàm số mũ.

4 – Đặc tính của cuộn dây đối với dòng điện xoay chiều:

Dòng điện AC có giá trị biến thiên liên tục theo thời gian nên khi cho dòng điện AC đi qua cuộn dây thì trên cuộn dây sẽ sinh ra một dòng điện tự cảm chống lại sự biến thiên của dòng AC. Do đó khi dòng điện AC đi qua cuộn dây sẽ bị cản trở bởi dòng điện tự cảm, đại lượng đặc trưng cho sự cản trở đó được gọi là cảm kháng X_L.

Cảm kháng X_L của cuộn dây được tính theo công thức: $X_L = 2. .f.L$

Trong đó:

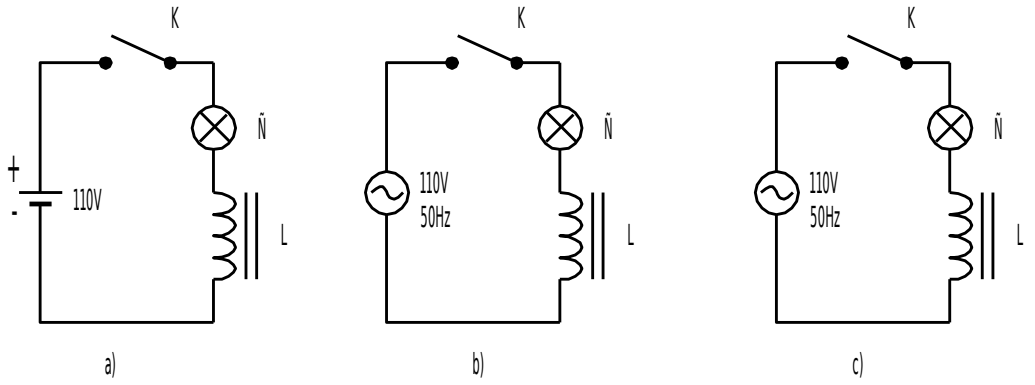
X_L : Cảm kháng của cuộn dây. Đơn vị là

f : Tần số. Đơn vị là Hz.

L: Điện cảm của cuộn dây. đơn vị là Henri – H .

Thí dụ:

Thực hiện ba thí nghiệâm như hình 49. Trong cả ba trường hợp ta dùng mạch điện có cuộn cảm L như nhau, bóng đèn Đ như nhau, chỉ có nguồn điện là khác nhau.



Hình 49: Thí nghieäm veà caûm khaùng cuûa cuoän daây

Ơ hình 49 a: khi đóng khóa K thì đèn Đ sáng dần lên rồi sáng rõ hẳn (xem " đặc tính của cuộn dây đối với dòng DC). Đối với dòng DC không có tần số nên $X_L = 0$.

Ở hình 49 b : khi đóng khóa K thì đèn Đ sáng dần lên rồi sáng ổn định nhưng sáng yếu hơn trong trường hợp ở hình 49 a. Chứng tỏ rằng cuộn dây có một sức cản đối với dòng điện xoay chiều, người ta gọi sức cản đó là cảm kháng X_L.

Ở hình 49 c: khi đóng khóa K thì đèn Đ sáng dần lên rồi sáng ổn định sáng yếu hơn hai trường hợp trên. Điều này chứng tỏ rằng cảm kháng tăng theo tần số.

IV – Một số ứng dụng của các hiện tượng tương tác điện – từ:

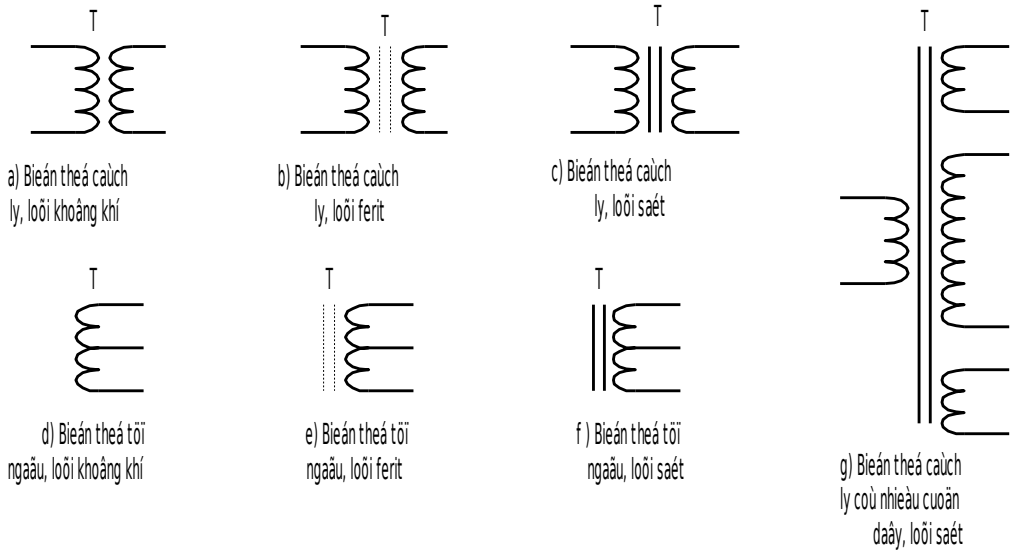
1 – Máy biến thế (Transformer):

a) Định nghĩa – Ký hiệu – Cấu tạo:

Máy biến thế là một thiết bị rất phổ biến , nó có mặt trong hầu hết cá thiết bị điện tử. Máy biến thế dùng để chuyển đổi điện thế xoay chiều (từ điện thế thấp lên điện

thế cao và ngược lại từ điện thế cao xuống điện thế thấp), chuyển đổi dòng điện xoay chiều và chuyển đổi trở kháng.

Ký hiệu một số loại máy biến thế được trình bày trong hình 50. Tùy theo vật liệu làm lõi mà ta có biến thế lõi không khí, lõi ferit hay lõi sắt. Tùy cấu tạo của cuộn thứ cấp mà ta có loại có một ngõ ra, ngõ ra có dây giữa hay có nhiều ngõ ra.



Hình 50: Kyù hieäu cuûa moät soá loaïi maùy bieán theá

thế có sẵn (điện áp vào) gọi là sơ cấp và các cuộn còn lại để lấy điện thế ra sử dụng (điện áp ra) gọi là thứ cấp. Có nhiều loại máy biến thế , tùy theo phạm vi tần số sử dụng mà ta gọi theo những tên khác nhau:

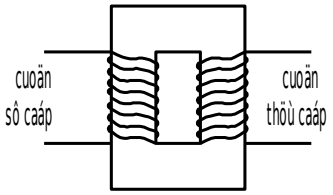
Máy biến thế cao tần được sử dụng ở phạm vi tần số cao, các cuộn dây của nó được quấn trên lõi không khí.

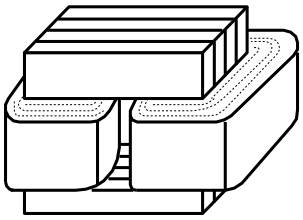
Máy biến thế trung tần được sử dụng ở phạm vi tần số trung bình, các cuộn dây của nó được quấn trên lõi ferit

Máy b n đổi điện
thế của n ấn trên lõi
sắt.

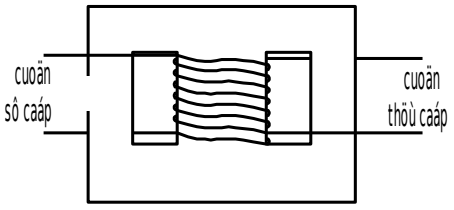
Trong ồn).

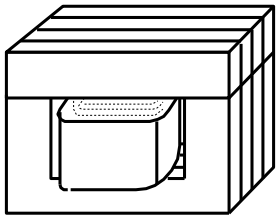
Các c (tương tự
như cuộn g cách điện
nhau bằn au , nhưng
có một số





Hình 51a: maùy bieán theá coù loõi hình chöõ C



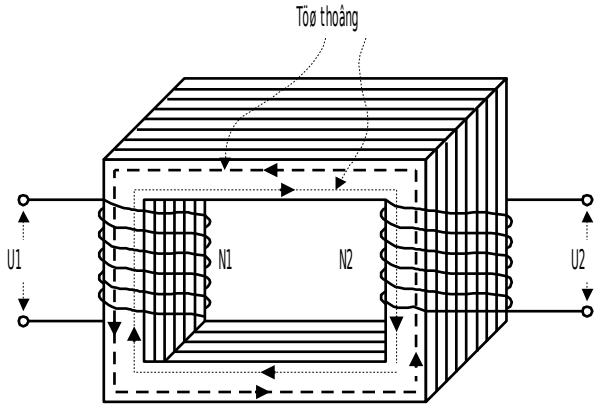


Hình 51b: maùy bieán theá coù loõi hình chöõ E

Hình 51: Caáu taïo vaø daïng beân ngoaøi cuûa moät soá loaïi maùy bieán theá

b) Nguyên lý làm việc của máy biến thế :

Nguyên lý làm việc của máy biến thế dựa trên hiện tượng hỗ cảm: khi ta đặt vào hai đầu cuộn dây sơ cấp một điện áp AC có trị số là U_1 thì trong cuộn sơ cấp xuất hiện dòng điện I_1. Dòng điện I_1 sinh ra một từ thông biến thiên theo quy luật của nguồn AC. Do lõi máy biến thế là mạch từ khép kín nên từ thông móc vòng qua lòng cuộn dây thứ cấp và tạo ra trên hai đầu cuộn thứ cấp một suất điện động cảm ứng U_2. (hình 52).



Hình 52: Nguyeân lyù laøm vieäc cuûa maùy bieán theá

Vì cùng một từ thông qua hai cuộn sơ cấp và thứ cấp nên điện áp ở hai cuộn dây tỉ lệ với số vòng dây của mỗi cuộn (theo định luật Faraday), ta có hệ thức điện áp sau:

$$\frac{U_1}{U_2} \quad \frac{N_1}{N_2}$$

Trong đó:

U_1: Điện áp đặt vào cuộn sơ cấp.

U_2: Điện áp cảm ứng trên cuộn thứ cấp.

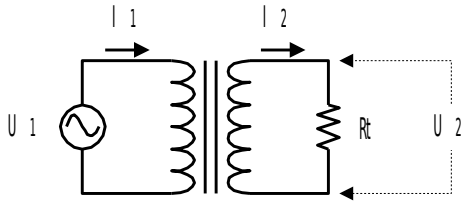
N_1: Số vòng cuộn sơ cấp.

N_2: Số vòng cuộn thứ cấp.

Hệ thức dòng điện trong máy biến thế:

Khi chưa có tải ở cuộn thứ cấp thì trong cuộn sơ cấp có dòng I_1, ta gọi là dòng không tải của máy biến thế. Nếu ta mắc tải R_t vào cuộn thứ cấp (hình 53). Trong cuộn thứ cấp sẽ có dòng tải I_2 được xác định bởi công thức:

$$I_2 \quad \frac{U_2}{R_t}$$



Hình 53: Doøng ñieän trong maùy bieán theá

Đồng thời, khi có tải thì dòng điện I_1 ở cuộn sơ cấp cũng tăng lên. Tỉ số dòng điện cuộn sơ cấp và thứ cấp được xác định theo hệ thức:

$$\frac{I_1}{I_2} \quad \frac{N_2}{N_1} \qquad\qquad I_1 N_1 \quad I_2 N_2$$

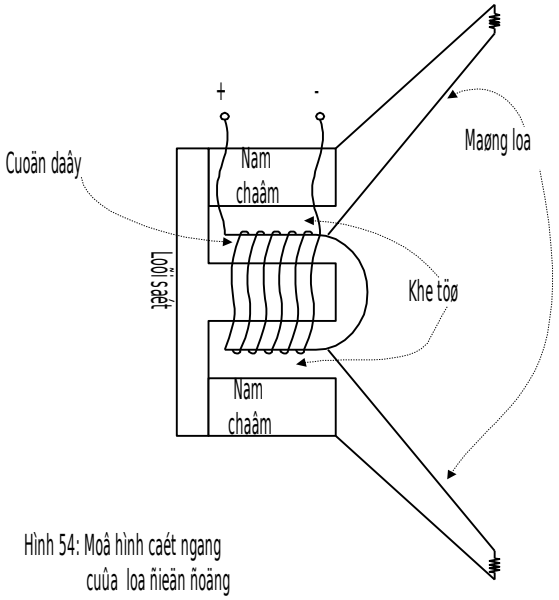
Hệ thức công suất trong máy biến thế:

Cũng từ hình 53 ta có công suất cung cấp cho cuộn sơ cấp là P_1, công suất nhận được ở cuộn thứ cấp là P_2. Trong máy biến thế , công suất phụ thuộc vào diện tích tiết diện lõi sắt. Ta có $P_1 = P_2$

2 – Loa điện động:

Loa điện động là một linh kiện điện từ dùng để biến đổi tín hiệu điện âm tần (AC) thành sóng âm thanh tai người nghe được .

Cấu tạo của loa gồm có một nam châm vĩnh cửu hình xuyến và một lõi sắt dẫn từ ở giữa để tạo ra khe từ có từ trường đều, một cuộn dây điện từ quấn trên lõi cách điện đặt trong từ trường của nam châm và được gắn cố định với màng loa có dạng hình nón làm bằng giấy. Màng loa được thiết kế sao cho có thể đàn hồi làm cho cuộn dây dịch chuyển tịnh tiến trong khe từ của nam châm vĩnh cửu (hình 54).



Hình 54: Moâ hình caét ngang cuûa loa ñieän ñoäng

Khi có tín hiệu điện âm tần (A trường biến thiên theo quy luật của tín hiệu âm tần, từ trường này sẽ tương tác với từ trường đều của nam châm vĩnh cửu làm cuộn dây di chuyển dọc theo khe từ làm màng loa rung lên theo quy luật của tín hiệu âm tần phát ra âm thanh lan truyền trong không khí đến tai người nghe. Tín hiệu âm tần càng lớn thì màng loa rung càng mạnh do đó âm thanh phát ra càng lớn. Âm thanh trầm hay bổng là do tần số tín hiệu âm tần thấp hay cao.

Các đặc tính của loa:

- Tổng trở: Loa thường được sản xuất với các cấp: 4 , 8 , 16 , 32 .
- Công suất định mức: Từ vài trăm mW đến hàng trăm W.
- Dải tần làm việc:

  Loa trầm (Woofer): màng loa rộng, kích thước lớn. Phát ra các âm trầm có tần số trong khoảng 20Hz đến 1000Hz.

  Loa bổng (Tweeter): màng bằng chất dẻo hoặc kim loại, kích thước nhỏ. Phát ra các âm bổng tần số trong khoảng 3KHz đến 15KHz.

  Loa trung (Midrange): dạng tròn hay dẹp, màng giấy, kích thước nhỏ. Phát ra các âm thanh trung bình tần số trong khoảng 200Hz đến 10KHz

3 – Micro điện động:

Micro điện động là loại linh kiện dùng để chuyển đổi sóng âm thanh tai người nghe được thành tính hiệu điện âm tần (AC) để cung cấp cho các thiết bị khuếch đại .

Cấu tạo của micro gồm có một nam châm vĩnh cửu để tạo ra từ trường đều, một cuộn dây quấn trên một lõi cách điện được đặt trong từ trường của của nam châm. Cuộn dây được gắn cố định với một màng rung bằng Polyistirol sao cho cuộn dây có thể chuyển động dễ dàng trong khe từ của nam châm vĩnh cửu (tương tự như cấu tạo của loa điện động).

Nguyên lý làm việc : khi có sóng âm thanh tác động làm cho màng rung của micro rung lên , làm cho cuộn dây của micro dịch chuyển tịnh tiến trong khe từ. Khi cuộn dây dịch chuyển thì từ thông xuyên qua lòng cuộn dây biến thiên sinh ra trong cuộn dây một suất điện động cảm ứng biến thiên theo quy luật của sóng âm thanh.

Micro điện động được chế tạo có tổng trở lớn, dải tần số làm việc rộng hơn so với loa điện động. Kích thước của micro cũng nhỏ hơn nhiều so với loa.

BÀI 6 DIODE BÁN DẪN

I – Chất bán dẫn:

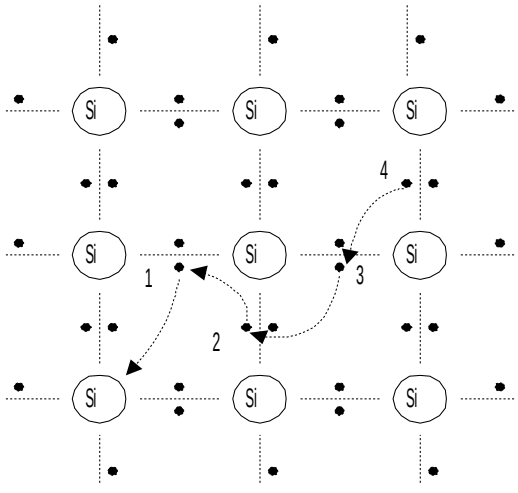
Bán dẫn là các chất có độ dẫn điện nhỏ hơn kim loại và lớn hơn các chất điện môi (chất cách điện) . Một đặc điểm cơ bản là độ dẫn điện của chất bán dẫn phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ và nồng độ tạp chất trong chất bán dẫn . Ngoài ra, độ dẫn điện của nhiều loại bán dẫn còn phụ thuộc vào tác động của ánh sáng, bức xạ ion hóa …

Các chất bán dẫn trong tự nhiên có rất nhiều loại như: Bo (B), Phốtpho (P), Asen (As), Germani (Ge), Silic (Si), Selen (Se)…Bán dẫn cũng có thể là các hợp chất hóa học như: CuCl, CaAs, GeSi, CuO, PbS…

Trong kỹ thuật điện tử, người ta chỉ sử dụng một số chất bán dẫn, trong đó Germani (Ge) và Silic (Si) được sử dụng làm chất bán dẫn chính. Các chất như Bo, Phốtpho, Asen chỉ dùng làm tạp chất cho vật liệu bán dẫn chính.

Chất bán dẫn dùng trong kỹ thuật điện tử có cấu tạo đơn tinh thể, nghĩa là các nguyên tử của nó được sắp xếp theo một quy luật nhất định, tạo thành mạng tinh thể.

Hai nguyên tố Germani (Ge) và Silic (Si) đều có hóa trị 4 , nghĩa là chúng có 4 điện tử hóa trị ở lớp điện tử ngoài cùng. Trong mạng tinh thể, mỗi nguyên tử sẽ góp 4 điện tử hóa trị của mình với 4 nguyên tử kế cận tạo thành 4 mối nối hóa trị bền (hình 55). Như vậy, mỗi nguyên tử sẽ có 8 điện tử quay xung quanh. Với cấu tạo như vậy chất bán dẫn không dẫn điện. Tuy nhiên, chất bán dẫn chỉ cách điện ở nhiệt độ rất thấp.



Hình 55: Caáu taïo maïng tinh theå cuûa Silic

Khi có tác động của năng lượng bên ngoài như sự tăng nhiệt độ hay chiếu sáng vào chất bán dẫn thì chuyển động nhiệt của các điện tử ở lớp ngoài cùng tăng lên, làm cho một số mối nối bị bẻ gãy và một số điện tử rời khỏi nguyên tử của mình trở thành điện tử tự do và di chuyển trong mạng tinh thể. Khi mối liên kết bị bẻ gãy và một điện tử bứt khỏi nguyên tử thì tại chỗ điện tử vừa rời đi sẽ có một chỗ trống (gọi là lỗ) mà bản chất là một điện tích dương chưa được trung hòa. Các điện tử hóa trị ở của các nguyên tử gần đó có thể chuyển tới để trung hòa với lỗ trống. Do đó một lỗ mới lại xuất hiện và như vậy lỗ trống có thể chuyển động tự do trong tinh thể. Nếu có điện trường ngoài tác động, điện tử và lỗ sẽ chuyển động định hướng tạo thành dòng điện.

Thí dụ: Trong hình 55, điện tử 1 trở thành điện tử tự do và di chuyển, nó để lại một chỗ trống (lỗ trống), điện tử 2 từ mối nối kế cận chạy tới lấp lỗ trống này và để lại lỗ trống mới, lỗ 2 này lại được điện tử 3 đến chiếm chỗ… Hiện tượng này xảy ra trong toàn mạng tinh thể giống như điện tử di chuyển từ … đến 3 sang 2 rồi 1 và lỗ trống di chuyển từ 1 sang 2 đến 3…

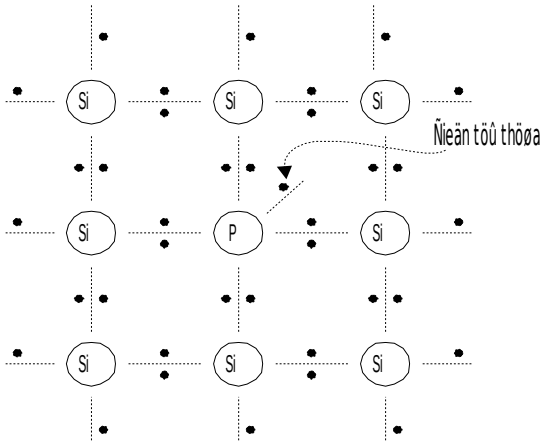
Nếu tăng nhiệt độ (hoặc ánh sáng…) sẽ có nhiều mối nối bị bẻ gãy, tạo ra nhiều điện tử tự do và lỗ trống, khi đó, sự dẫn điện của chất bán dẫn là đáng kể. Dựa vào tính chất này người ta chế tạo ra một số linh kiện điện tử như quang trở, nhiệt trở …

Chất bán dẫn mà ở mỗi nút của mạng tinh thể chỉ có nguyên tử của chất đó thì gọi là chất bán dẫn thuần (chất bán dẫn tinh khiết hoặc bán dẫn nguyên tính). Thí dụ chất Silic chỉ có các nguyên tử Silic ở các nút mạng tinh thể hay chất Germanium chỉ có các nguyên tử Germanium ở các nút mạng tinh thể thì được gọi là bán dẫn thuần.

Trong thực tế ứng dụng chất bán dẫn, người ta pha vào chất bán dẫn thuần một chất khác theo một tỉ lệ nhất định. Chất bán dẫn có pha tạp chất được gọi là chất bán dẫn tạp (còn gọi là chất bán dẫn ngoại tính). Chất bán dẫn tạp được chia thành hai loại là bán dẫn loại N và bán dẫn loại P.

1 – Chất bán dẫn loại N (Negative – âm):

Nếu pha vào chất bán dẫn Si (hoặc Ge) tinh khiết một lượng rất ít các chất hóa trị 5 (lớp điện tử ngoài cùng có 5 điện tử) như Phosphor (P), 4 điện tử của nguyên tử Phosphor kết hợp với 4 điện tử của 4 nguyên tử Si kế cận tạo thành 4 mối nối hóa trị và còn thừa một điện tử của Phosphor. Điện tử này dễ dàng rời khỏi nguyên tử Phosphor và trở thành điện tử tự do di chuyển trong mạng tinh thể. Nguyên tử Phosphor trở thành Ion dương (hình 56).



Hình 56: Baùn daãn loaïi N

Như vậy, nếu chỉ pha thêm một nguyên tử Phosphor sẽ có một điện tử tự do, nếu pha thêm càng nhiều nguyên tử Phosphor thì có càng nhiều điện tử tự do, tuy nhiên tỉ

lệ nguyên tử Phosphor pha thêm cũng rất nhỏ so với số lượng nguyên tử của chất Silic.

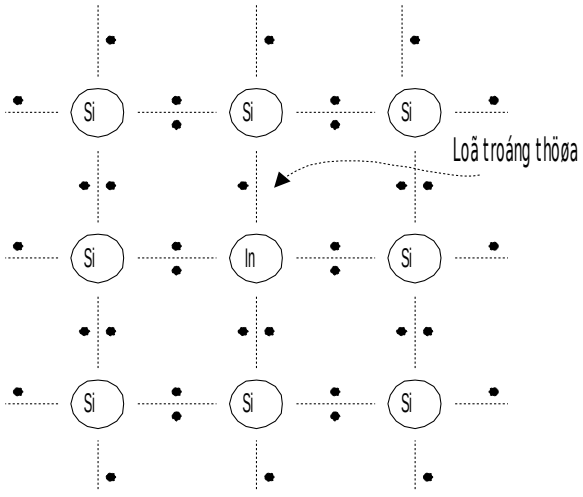
Chất bán dẫn có số điện tử tự do rất nhiều hơn số lỗ trống được gọi là chất bán dẫn loại N (loại âm), và điện tử tự do được gọi là hạt dẫn đa số còn lỗ trống được gọi là hạt dẫn thiểu số.

2 – Chất bán dẫn loại P (Positive – dương):

Nếu pha vào chất bán dẫn Si (hoặc Ge) tinh khiết một lượng rất ít các chất hóa trị 3 (lớp điện tử ngoài cùng có 3 điện tử) như Indi (In) , 3 điện tử của nguyên tử Indi sẽ kết hợp với 3 điện tử của 3 nguyên tử Si kế cận tạo thành 3 mối nối hóa trị , nhưng xung quanh nguyên tử Indi có 4 nguyên tử Silic do đó sẽ có một mối nối thiếu một điện tử trở thành một lỗ trống, điện tử của các nguyên tử Silic kế cận sẽ dễ dàng tiến tới lấp lỗ trống và tạo ra lỗ trống mới (hình 57).

Như vậy ta có thể xem như lỗ trống có thể di chuyển trong mạng tinh thể và khi đó nguyên tử Indi trở thành Ion âm.

Như vậy, nếu chỉ pha thêm một nguyên tử Indi sẽ có một lỗ trống, nếu pha thêm càng nhiều nguyên tử Indi thì có càng nhiều lỗ trống, tuy nhiên tỉ lệ nguyên tử Indi pha thêm cũng



Hình 57: Baùn daãn loaïi P

rất nhỏ so với số lượng nguyên tử của chất Silic.

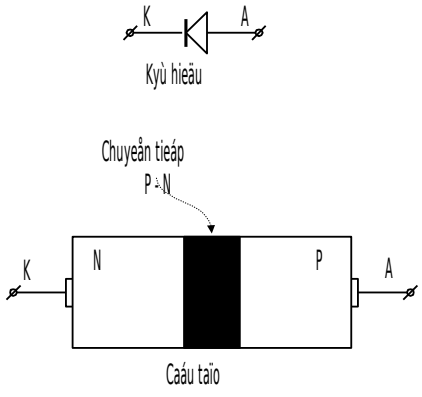
Chất bán dẫn có số lỗ trống rất nhiều hơn số điện tử tự do được gọi là chất bán dẫn loại P (loại dương) và lỗ trống được gọi là hạt dẫn đa số còn điện tử tự do được gọi là hạt dẫn thiểu số.

II – DIODE bán dẫn:

1 – Chuyển tiếp P – N:

Khi hai miếng bán dẫn loại N và loại P đặt tiếp giáp với nhau (hình 58) thì chỗ chuyển tiếp (tiếp xúc) giữa hai miếng bán dẫn sẽ xuất hiện một lớp mỏng gọi là chuyển tiếp P – N . Chuyển tiếp P – N là phần tử cấu tạo chính của linh kiện bán dẫn.

Chúng ta thấy nồng độ điện tích lỗ ở miền P lớn hơn ở miền N, còn nồng độ điện tử tự do ở miền N lớn hơn ở miền P . Do đó ở chỗ chuyển tiếp giữa hai vùng sẽ có sự chênh lệch nồng độ các hạt dẫn điện trái dấu và gây nên dòng khuếch tán của các hạt dẫn: lỗ trống từ miền P sang miền N và điện tử từ miền N



Hình 58 : Kyù hieäâu vaø caáu taïo cuûa Diode baùn daãn

sang miền P. Tại miền tiếp giáp , điện tử và lỗ sẽ tái hợp nhau làm xuất hiện bên miền N một vùng chủ yếu có các Ion dương (do bị mất điện tử) và bên miền P xuất hiện một vùng chủ yếu có các Ion âm (do bị mất lỗ trống). Chính điện tích trái dấu của các Ion này hình thành nên một điện trường tiếp xúc có tác dụng ngăn cản sự khuếch tán của điện tử và lỗ qua chuyển tiếp P – N.

Như vậy là khi không có điện trường ngoài tác dụng, giữa hai miếng bán dẫn tồn tại một vùng trong đó có sự chênh lệch điện thế hay còn gọi là hàng rào điện thế mà ở đó chỉ chỉ có các Ion âm ở phía bán dẫn P và Ion dương ở phía bán dẫn N. Điện thế này được gọi là điện thế tiếp xúc (V) và có trị số xác định (khoảng 0,2V đến 0,35V đối với chất bán dẫn là Germani và 0,6V đến 0,7V đối với chất bán dẫn là Silic). Tại vùng tiếp xúc hầu như không có hạt dẫn nên dòng điện qua bán dẫn bằng không và người ta gọi vùng đó là vùng điện tích không gian (hay vùng nghèo).

2 – Cấu tạo của Diode bán dẫn:

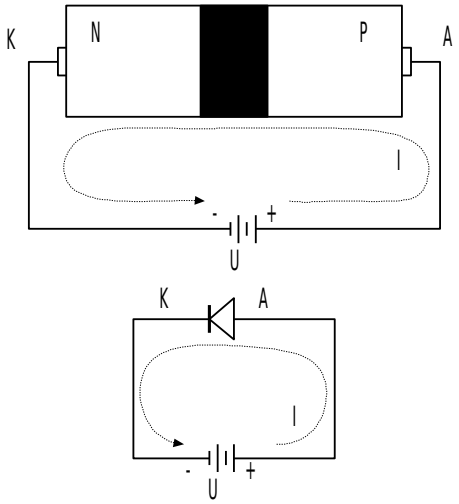
Thực chất cấu tạo của Diode bán dẫn là tiếp giáp P – N. Điện cực lấy ra từ miếng bán dẫn loại P gọi là Anốt (A), điện cực ra từ miếng bán dẫn loại N gọi là Kanốt (K). Diode có ký hiệu như hình 58.

3 – Nguyên lý hoạt động của Diode:

Do nồng độ hạt dẫn trong vùng chuyển tiếp (vùng tiếp xúc) rất thấp (hầu như không có) so với các vùng khác nên điện trở ở đó lớn nhất. Nếu đặt một điện áp ngoài lên hai điện cực của Diode thì hầu như toàn bộ điện áp sẽ rơi trên vùng chuyển tiếp. Tùy thuộc vào cực tính của điện áp nguồn U bên ngoài đặt lên hai cực của Diode bán dẫn mà ta có Diode phân cực thuận hay phân cực nghịch (còn gọi là phân cực ngược).

a) Diode phân cực thuận:

Khi ta nối cực dương của nguồn điện DC với cực P (Anốt) của Diode và nối cực âm của nguồn với cực N (Katốt) của Diode ta có Diode phân cực thuận (hình 59). Ta thấy rằng điện áp U của nguồn ngược chiều với điện áp tiếp xúc của chuyển tiếp P – N, nếu điện áp U có trị số lớn hơn điện áp tiếp xúc thì hàng rào điện thế sẽ bị triệt tiêu, khi đó, do tác động của nguồn U làm cho các điện tử tự do từ miền N và các lỗ trống từ miền P sẽ dễ dàng vượt qua vùng tiếp xúc tạo thành dòng điện chạy trong mạch. Điện trở của Diode chính là điện trở tiếp xúc P – N gọi là điện trở thuận của Diode trở nên không đáng kể.



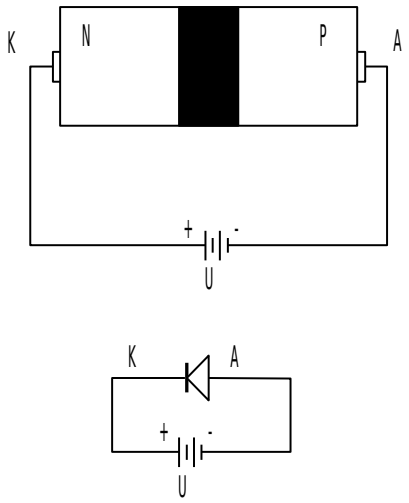
Hình 59: Diode phaân cöïc thuaän

Ta nói: Diode được phân cực thuận thì dẫn điện, khi điện áp của nguồn phân cực càng lớn thì dòng điện qua Diode càng tăng nhưng điện áp trên 2 đầu Diode hầu như không tăng và có trị số xác định V : khoảng 0,2V đến 0,35V đối với Diode làm bằng Germani và 0,6V đến 0,7V đối với Diode làm bằng Silic.

b) Diode phân cực nghịch:

Ngược lại trường hợp phân cực thuận, ở đây cực dương của nguồn DC nối với cực N (Katốt) của Diode và cực âm của nguồn nối với cực P (Anốt) của Diode, ta có Diode phân cực nghịch (hình 60).

Ta thấy rằng điện áp nguồn cùng chiều với điện áp tiếp xúc của chuyển tiếp P – N, chúng cùng có tác dụng ngăn cản các hạt dẫn đa số (điện tử tự do ở miền bán dẫn N và lỗ trống ở miền bán dẫn P) di chuyển qua chuyển tiếp P – N. Điện trở mặt tiếp xúc P – N của Diode rất lớn (gọi là điện trở ngược của Diode). Ở mạch ngoài, dòng điện I không xuất hiện . Ta nói Diode đã phân cực ngược, không dẫn điện.



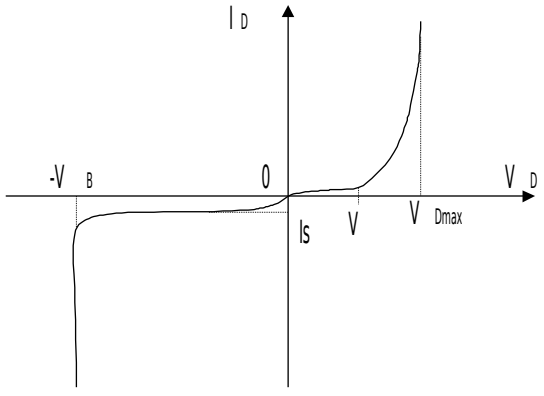
Hình 60: Diode phaân cöïc nghòch

Tuy nhiên, dưới tác dụng của điện trường tiếp xúc và điện trường ngoài do nguồn U sinh ra, những hạt dẫn thiểu số là lỗ trống ở miền N và điện tử ở miền P sẽ dễ dàng di chuyển qua chuyển tiếp P – N tạo thành dòng điện ngược qua Diode, ta gọi là dòng điện rỉ, và vì là các hạt dẫn thiểu số nên dòng điện rỉ rất nhỏ, không đáng kể.

c) Đặc tuyến Volt – Ampere (V – A) của Diode:

Đặc tuyến V – A là đường biểu diễn mối quan hệ giữa dòng điện chạy qua Diode và điện áp trên hai đầu của Diode.

Khi mối nối P – N của Diode được phân cực thuận: nếu điện áp phân cực nhỏ hơn điện áp tiếp xúc V thì Diode chưa dẫn điện, dòng điện qua Diode xem như bằng 0. Khi điện áp phân cực lớn hơn điện áp tiếp xúc V (điện thế ngưỡng) thì Diode dẫn điện, dòng điện qua Diode tăng vọt, nếu ta mắc nối tiếp



Hình 61: Ñaëc tuyeán V - A cuûa Diode

với Diode một điện trở thì điện áp trên điện trở V_R là:

$$V_R = V_{nguồn} - V$$

Trên lý thuyết thì điện áp V trên hai đầu Diode không thay đổi khi Diode được phân cực thuận. Tuy nhiên, trên thực tế khi dòng điện qua Diode tăng lớn thì điện áp trên hai đầu Diode cũng tăng lên V_{Dmax} (V_{Dmax} có giá trị xấp xỉ 1V) và nếu dòng điện qua Diode quá lớn thì sẽ sinh ra nhiệt làm hỏng Diode (Diode bị đánh thủng vì nhiệt).

Khi Diode được phân cực ngược thì Diode ngưng dẫn, dù điện áp phân cực ngược tăng nhưng dòng điện ngược (dòng rỉ) qua Diode vẫn không tăng (hầu như không đáng kể). Nếu tiếp tục tăng điện áp ngược đến trị số $-V_B$ thì dòng điện ngược qua Diode tăng đột ngột, Diode ở tình trạng bị đánh thủng. Trị số điện áp ngược làm thủng Diode gọi là điện áp đánh thủng V_B (điện thế đánh thủng).

4 – Các thông số của Diode bán dẫn:

Khi sử dụng Diode ta cần lưu ý đến các thông số sau:

a) Điện áp ngược cực đại (V_{Rmax}):

Điện áp ngược cực đại là điện áp ngược tức thời lớn nhất cho phép đặt lên hai điện cực của Diode mà không làm hỏng (đánh thủng) Diode.

b) Dòng điện ngược cực đại (I_S):

Dòng điện ngược cực đại (còn gọi là dòng rỉ) là dòng điện ứng với điện áp ngược cực đại cho phép đặt trên Diode. Dòng điện ngược càng nhỏ thì chất lượng Diode càng cao.

c) Dòng điện thuận cực đại ($I_{F\,max}$):

Dòng điện thuận cực đại là dòng điện làm việc cho phép lớn nhất mà không đốt nóng và làm hỏng Diode.

d) Nhiệt độ làm việc:

Nhiệt độ làm việc là nhiệt độ tối đa cho phép mà ở nhiệt độ đó Diode còn làm việc ổn định.

Thí dụ:

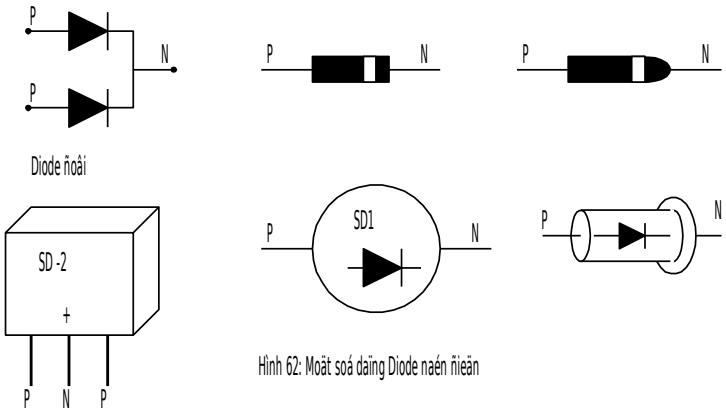
Thông số kỹ thuật của một số Diode nắn điện thường gặp:

Mã số	Chất	$I_{F\,max}$	I_S	$V_{R\,max}$
1N4004	Si	1A	5 A	500V
1N4007	Si	1A	5 A	1000V
1N5408	Si	3A	5 A	1000V

5 – Hình dáng và cách thử Diode:

a) Hình dáng:

Trên hình 62 là một số hình dạng của Diode nắn điện.



Hình 62: Moät soá daïng Diode naén ñieän

b) Cách thử Diode:

Có thể sử dụng VOM ở thang đo điện trở để xác định Diode còn tốt hay đã hư hỏng. Do trong VOM có nguồn DC là Pin 1,5V hoặc 3V nên nguồn DC này sẽ phân cực thuận hay phân cực nghịch cho Diode khi ta đặt hai que đo của đồng hồ vào hai cực của Diode. Lưu ý: các VOM chỉ thị bằng kim thường là loại đồng hồ ngược cực tính tức là que đo âm (màu đen) nối với cực dương của pin trong đồng hồ, còn que đo dương nối với cực âm của pin trong đồng hồ. Đối với đồng hồ DIGITAL (đồng hồ hiện số) thì thường là loại cùng cực tính tức là que đo âm (màu đen) nối với cực âm của pin trong đồng hồ, còn que đo dương nối với cực dương của pin trong đồng hồ.

Khi phân cực thuận cho Diode thì phải nối cực dương của pin đồng hồ (que đo âm đối với đồng hồ kim, que đo dương đối với đồng hồ số) với Anôt của Diode và nối cực âm của pin đồng hồ (que đo dương của đồng hồ kim, que đo âm của đồng hồ hiện số) với cực Katôt của Diode. Khi phân cực thuận thì đồng hồ sẽ chỉ điện trở thuận (có trị số nhỏ) của Diode.

Khi ta phân cực ngược cho Diode thì phải nối cực dương của pin đồng hồ (que đo âm đối với đồng hồ kim, que đo dương đối với đồng hồ số) với Katôt của Diode và nối cực âm của pin đồng hồ (que đo dương đối với đồng hồ kim, que đo âm đối với đồng hồ số) với cực Anôt của Diode. Khi phân cực ngược thì đồng hồ sẽ chỉ điện trở ngược (có trị số rất lớn) của Diode.

Khi để đồng hồ ở thang đo Rx100 , nếu Diode còn tốt thì trị số điện trở thuận và điện trở ngược như trong bảng sau:

Chất	Điện trở thuận	Điện trở ngược
Si	Vài K	Vô cùng
Ge	Vài trăm	Vài trăm K

Một Diode có trị số điện trở thuận và điện trở ngược càng cách xa nhau càng tốt. Một Diode khi đo có điện trở thuận và điện trở ngược đều bằng 0 là Diode đã bị xuyên thủng (nối tắt), ngược lại nếu hai trị số đều bằng vô cùng là Diode đã bị đứt. Nếu điện trở ngược nhỏ hơn trị số như trong bảng trên thì Diode bị rỉ.

III – Phân loại Diode:

1 – Căn cứ vào kết cấu tiếp giáp P – N :

Người ta chia Diode thành hai loại : Diode tiếp điểm và Diode tiếp mặt.

a) Diode tiếp điểm:

Kích thước rất nhỏ, dòng điện làm việc cực đại khoảng vài chục mA, điện áp ngược cực đại cho phép không vượt quá vài chục volt. Các loại Diode tiếp điểm thường được dùng để tách sóng trong kỹ thuật thông tin liên lạc.

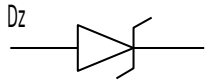
b) Diode tiếp mặt: dòng điện làm việc khá lớn từ vài trăm mA đến vài trăm A, điện áp ngược cực đại cho phép đạt đến 1000 V. Các loại Diode tiếp mặt thường được dùng để chỉnh lưu dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều .

2 – Căn cứ theo công dụng:

Ta có các loại Diode thường gặp như sau:

a) Diode ổn áp (Zener):

Hình dạng bên ngoài : kích thước nhỏ, có vỏ bằng thủy tinh trong suốt. Trên vỏ có ghi mã số và trị số điện áp ổn áp.



Hình 63: Kyù hieäu Diode Zener

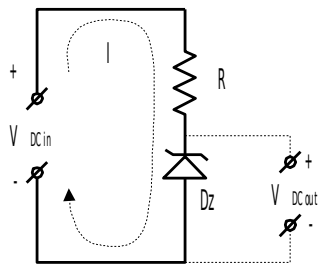
Diode ổn áp (Dz) có cấu tạo giống như Diode nắn điện nhưng với nồng độ tạp chất cao hơn để tạo ra các mức điện áp xuyên thủng thấp khi phân cực nghịch.

Hoạt động:

Diode Zener hoạt động dựa trên hiện tượng đánh thủng về điện của Diode khi điện áp phân cực ngược đặt vào Dz vượt quá điện áp đánh thủng V_B .

Khi được phân cực thuận thì Diode ổn áp làm việc giống như Diode nắn điện.

Khi phân cực nghịch (hình 64) thì Diode Zener mới thể hiện được tính chất ổn áp của nó. Khi điện áp phân cực nghịch $V_{DC\ in}$ lớn hơn điện áp đánh thủng V_B (ghi trên thân Diode) thì tiếp xúc P – N bị đánh thủng nên Diode dẫn điện theo chiều ngược và điện áp trên Diode được giữ vững ở giá trị ổn định $V_{DC\ out} = V_B$. Khi điện áp $V_{DC\ in}$ tăng thì dòng điện I tăng nên sụt áp trên R tăng bằng lượng tăng của điện áp vào do đó điện áp trên hai cực của nó



Hình 64: Maïch oån aùp
ñôn giaûn duøng Zener

không tăng theo $V_{DC\ in}$ mà giữ nguyên một trị số
bằng với trị số điện áp ghi trên thân Diode.

Các loại Diode ổn áp được sản xuất với các cấp điện áp ổn áp từ 2,4V đến 200V và công suất từ 250mW đến 50W.

Vì Diode ổn áp được chế tạo với dòng làm việc nhỏ nên mạch ổn áp như trên chỉ sử dụng được với những tải có dòng tiêu thụ nhỏ vài chục mA.

Để mạch ổn áp làm việc tốt thì điện áp DC ở ngõ vào ($V_{DC\ in}$) phải bằng 1,5 đến 2 lần điện áp ổn áp ở ngõ ra.

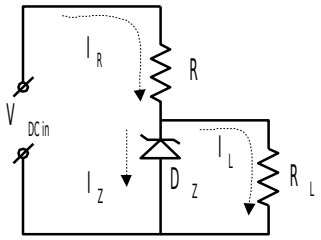
Để tránh tình trạng mạch mất tính chất ổn áp khi có tải ta cần chọn dòng qua Dz lớn hơn 10 lần dòng tiêu thụ trên tải.

Thí dụ:

Thiết kế mạch ổn áp như hình 65, có điện áp ổn áp : $V_{DC\ out} = 6V$.

Dòng tiêu thụ của tải là $I_L = 5mA$.

Giải:



Hình 65

Chọn điện áp nguồn cung cấp:

$V_{DC\ in}$ = (1,5 2)x $V_{DC\ out}$ = 12V.

Dòng điện qua Zener : $Iz = 10I_L = 50mA$

Chọn Zener có điện áp ổn áp 6V, chọn dòng làm việc của Zener lớn hai lần dòng Iz chọn Zener có dòng làm việc là 100mA.

Chọn điện trở R:

Dòng điện qua R là: $I_R = Iz + I_L = 50mA + 5mA = 55mA = 0,055A$.

Độ sụt áp trên R là: $V_R = V_{DC\ in} – Vz = 12 – 6 = 6V$

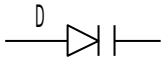
Chọn trị số điện trở: $R \quad \frac{U_R}{I_R} \quad \frac{6}{0,055} \quad 120$

Công suất tiêu tán trên điện trở : $P_R = I^2 . R = 0,05^2 . 120 = 0,3W$.

Vậy chọn điện trở có : 120 / 0,5W

b) Diode tách sóng:

Diode tách sóng là loại Diode tiếp điểm, làm việc với dòng điện xoay chiều tần số cao nên điện dung ký sinh phải nhỏ do đó mối nối P – N là một mũi kim loại làm để làm cực P gắn vào một khối bán dẫn loại N (thường là loại Ge). Diode tách sóng có dòng điện làm việc nhỏ (vài chục mA) và điện thế ngược cực đại thấp (vài chục V). Diode tách sóng có ký hiệu giống Diode thường nhưng kích thước nhỏ, có vỏ bằng thủy tinh trong suốt.



Hình 66: Kyù hieäu Diode
bieán dung

c) Diode biến dung (Varicap):

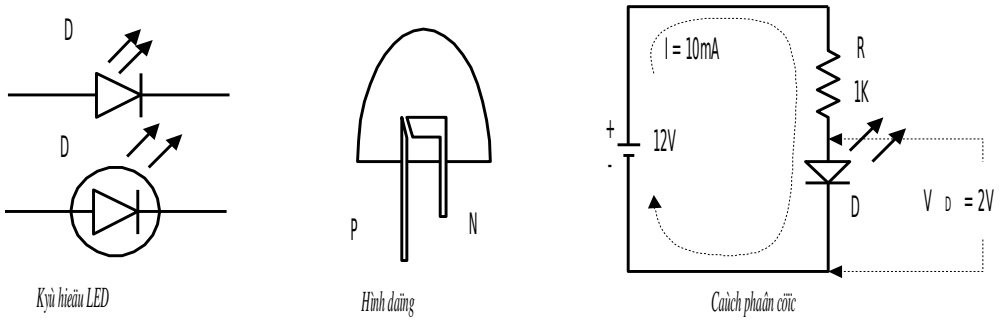
Varicap là loại Diode có điện dung ký sinh của mặt tiếp xúc P – N có thể thay đổi được theo điện thế phân cực nghịch đặt lên nó. Ký hiệu của varicap được trình bày trong hình 66.

Khi Diode được phân cực thuận thì nó dẫn điện như các loại Diode khác do đó điện dung ký sinh biến mất nên không có tính chất biến dung.

Khi Diode được phân cực nghịch thì ở mặt tiếp giáp P – N hình thành một hàng vào điện thế tạo thành điện dung ký sinh. Khi điện áp ngược nhỏ thì hàng rào điện thế hẹp do đó điện dung ký sinh lớn. Khi điện áp ngược lớn lên thì hàng rào điện thế rộng ra làm điện dung ký sinh giảm xuống. Như vậy khi ta thay đổi điện áp ngược đặt lên Diode thì điện dung của Diode cũng thay đổi theo.

Diode biến dung được sử dụng như một tụ điện có điện dung thay đổi được theo điện thế. Thường được ứng dụng để thay đổi tần số của các mạch cộng hưởng như trong các mạch chọn tần số (rà đài) bằng điện áp, các mạch dao động VCO, điều chế tần số (điều chế FM) v.v…

d) Diode phát quang (Light Emitting Diode – LED):



Hình 67: Kyù hieäu, hình daïng vaø caùch phaân cöïc Diode phaùt quang (LED)

LED là loại Diode có thể phát ra ánh sáng khi được phân cực thuận (hình 67). Tùy theo chất bán dẫn chế tạo LED mà ánh sáng phát ra có màu sắc khác nhau.

LED có điện thế phân cực thuận (V) cao hơn Diode nắn điện nhưng điện thế phân cực ngược cực đại (V_B) cho phép thường không cao .

LED có màu khác nhau thì điện thế phân cực thuận cũng khác nhau:

LED màu đỏ có điện thế phân cực thuận là : $V_D = 1.6V$ 2V

LED màu cam có điện thế phân cực thuận là : $V_D = 2,2V$ 3V

LED màu xanh lá có điện thế phân cực thuận là : V_D = 2,7V 3,2V

LED màu xanh da trời có điện thế phân cực thuận là : V_D = 3V 5V

LED hồng ngoại có điện thế phân cực thuận là : V_D = 1,8V 5V

Dòng điện làm việc từ 5mA đến 20mA tùy theo kích cỡ của LED, nhưng thường chọn là 10mA.

LED thường được ứng dụng trong các mạch báo hiệu, mạch chỉ thị như : báo nguồn, chỉ thị trạng thái thuận hay ngược , mạch đèn quảng cáo v.v…

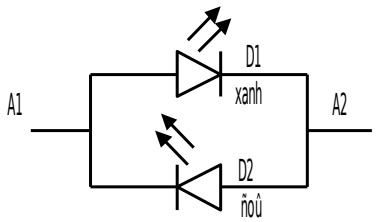
Lưu ý:

Khi sử dụng LED với nguồn AC có điện áp cao ta cần gắn song song và ngược chiều với LED một Diode nắn điện (hoặc gắn hai LED song song ngược chiều) để tránh làm hư LED khi bị phân cực nghịch.

Trong thực tế, để thỏa mãn các ứng dụng khác nhau nên người ta sản xuất các loại LED rất đa dạng . Sau đây là một số loại LED thường gặp:

LED 2 màu (LED đôi):

Thực ra đây là 2 LED có màu khác nhau được mắc song song ngược chiều và đặt trong một vỏ (hình 68).



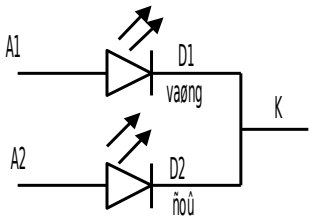
Hình 68: LED 2 maøu

Khi đầu A1 có điện thế dương , A2 có điện thế âm thì D1 sáng phát ra màu xanh.

Khi đầu A2 có điện thế dương , A1 có điện thế âm thì D2 sáng phát ra màu đỏ.

LED 3 màu:

Thực ra đây là 2 LED có màu khác nhau được mắc chung cực K và đặt trong một vo û (hình 69), đưa 3 chân ra ngoài là A1, A2 và K.



Hình 69: LED 3 maøu

Khi sử dụng thì cực K luôn được nối với cực âm của nguồn. Nếu đầu A1 được cấp điện thế dương , A2 không cấp điện thì D1 sáng màu vàng. Khi đầu A2 có điện thế dương , A1 không có điện thế thì D2 sáng màu đỏ.

Khi A1 và A2 đều có điện thế dương thì D1 và D2 cùng sáng , hai màu đỏ và vàng trộn với nhau phát ra màu cam.

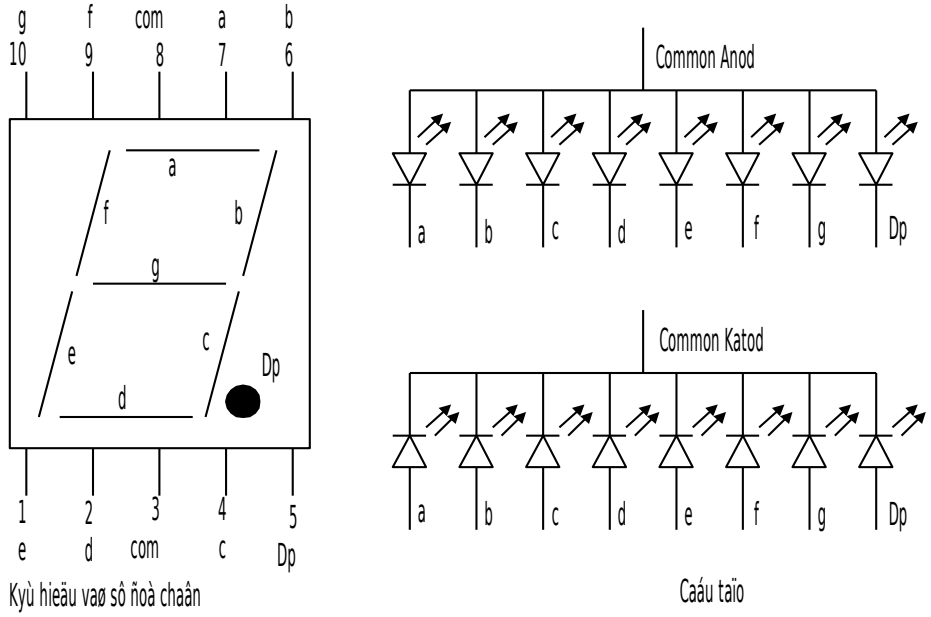
LED 7 đoạn:

Để hiển thị các chữ số người ta dùng LED 7 đoạn. Thực chất LED 7 đoạn gồm có 7 LED dạng thanh được sắp xếp như trên hình 70, các thanh LED được ký hiệu thứ tự bằng các chữ cái từ a đến g, ngoài ra còn LED thứ 8 được làm dạng tròn gọi là Dp (Decimal poin – dấu chấm thập phân). Tất cả 8 LED đều có một đầu nối chung với nhau và đưa ra ngoài bằng chân chung (com.), nếu Anôt của các LED nối chung thì

gọi là loại A chung (Common Anod), nếu Katôt của các LED nối chung thì gọi là loại K chung (Common Katod). Khi sử dụng, muốn hiển thị chữ số nào thì ta cấp điện cho các thanh LED tương ứng với chữ số đó.

Thí dụ:

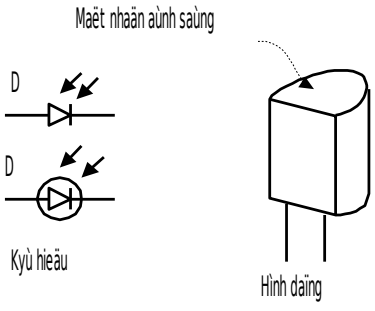
Muốn hiển thị số 0 thì các thanh a, b, c, d, e, f phải sáng. Nếu dùng LED 7 đoạn loại K chung thì lấy chân chung (com.) nối với cực âm của nguồn và các chân a, b, c, d, e, f thì nối với cực dương của nguồn thông qua điện trở hạn dòng. Tương tự như vậy nếu dùng LED 7 đoạn loại A chung thì lấy chân chung (com.) nối với cực dương của nguồn và các chân a, b, c, d, e, f thì nối với cực âm của nguồn thông qua điện trở hạn dòng. Tương tự như trên, nếu các chữ số cần hiển thị có dấu chấm thập phân thì ta cấp điện cho chân Dp.



Hình 70: Kyù hieäu vaø caáu taïo cuûa LED 7 ñoaïn

e) Diode quang (Photo Diode):

Diode quang (còn gọi là Diode thu quang) có cấu tạo và hình dạng tương tự như LED thường, có vỏ bọc cách điện bằng thủy tinh hoặc nhựa trong suốt



Hình 71: Diode quang

(hình 71) để nhận ánh sáng bên ngoài chiếu vào mối nối P - N. Khi được phân cực nghịch, nếu có ánh sáng chiếu vào mặt tiếp xúc thì sẽ phát sinh hạt dẫn thiểu số qua mặt tiếp xúc tạo ra dòng điện ngược chạy qua Diode (điện trở ngược của Diode giảm xuống). Cường độ dòng điện ngược càng lớn (điện trở ngược càng giảm) khi ánh sáng chiếu vào càng mạnh.

Người ta chế tạo ra nhiều loại Diode quang có độ nhạy cao (điện trở khi được chiếu sáng nhỏ hơn nhiều so với khi bị che tối) với các loại ánh sáng khác nhau. Nếu Diode quang nhạy với tia hồng ngoại thì còn gọi là LED thu hồng ngoại. Trong thực tế ta thường gặp loại này.

LED thu hồng ngoại có dạng giống như LED thông thường nhưng trị số điện trở thuận và điện trở ngược khác với LED thường :

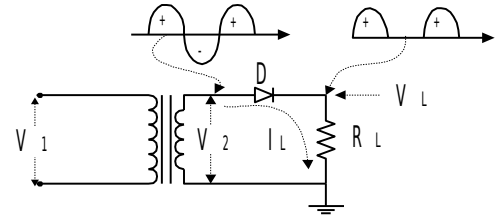
- Khi bị che tối : điện trở ngược lớn vô cùng, điện trở thuận khoảng vài trăm K trở lên.
- Khi có tia hồng ngoại chiếu vào : điện trở ngược khoảng 10 K đến 100 K , điện trở thuận khoảng vài trăm ohm ( ).

Diode quang thường được ứng dụng trong các mạch điều khiển bằng ánh sáng như mạch bảo vệ, đếm sản phẩm, phân loại sản phẩm , máy đo ánh sáng v.v…

IV – Ứng dụng của Diode:

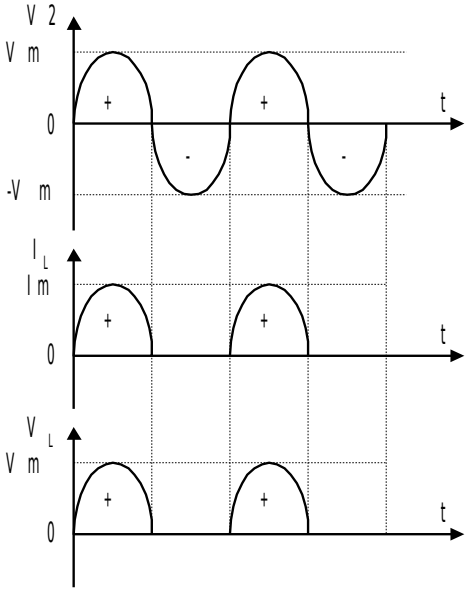
1 – Mạch nắn điện bán kỳ:

Mạch điện như hình 72a. Biến thế T là biến thế hạ thế có nhiệm vụ biến đổi nguồn xoay chiều 220V xuống điện thế thích hợp cần sử dụng. Diode D làm nhiệm vụ nắn điện. R_L là điện trở của tải tiêu thụ điện DC.



Hình 72a: Maïch naén ñieän baùn kyø

Giả sử ở bán kỳ dương, điện áp V_2 có chiều: cực dương đặt vào Anôt của Diode D, cực âm thông qua tải R_L đặt vào Katôt của Diode D, như vậy Diode D được phân cực thuận nên dẫn điện, dòng điện I_L đi từ cực dương của V_2 (đầu trên của cuộn thứ cấp) qua D rồi qua R_L trở về đầu âm của V2 (đầu dưới của cuộn thứ cấp) kín mạch. Trị số của dòng I_L biến thiên theo dạng bán kỳ dương của điện thế nguồn V2. Lúc này trên tải R_L có điện thế $V_L = I_L . R_L$.



Hình 72b: Daïng soùng cuûa maïch naén ñieän baùn kyø

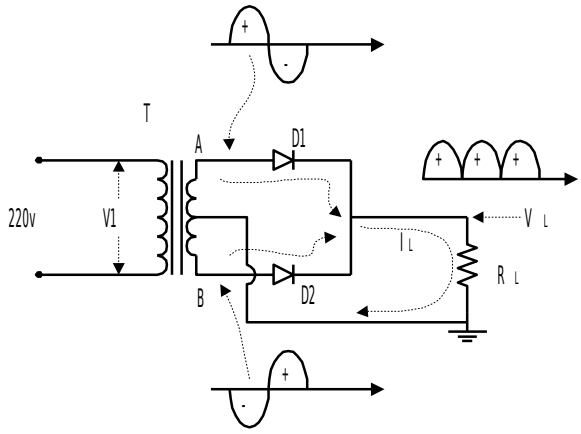
Ở bán kỳ âm, điện áp V2 có chiều: cực âm đặt vào Anôt của Diode D, cực dương thông qua tải R_L đặt vào Katôt của Diode D, như vậy Diode D được phân cực ngược nên không dẫn điện do đó dòng $I_L = 0$ và $V_L = 0$. Dạng sóng của dòng điện và điện áp trên tải R_L được trình bày trong hình 72b.

Như vậy dòng điện I_L và điện áp trên tải V_L chỉ xuất hiện ở bán kỳ dương do đó mạch điện này được gọi là mạch nắn điện một bán kỳ.

Đo điện áp một chiều trên tải ta có: $V_L = 0{,}45\ V_{AC}$

2 – Mạch nắn điện toàn kỳ :

Trong mạch điện, cuộn thứ cấp của biến thế có 3 đầu ra, đầu ra ở giữa (điểm giữa) chia cuộn thứ cấp thành hai phần bằng nhau. Khi điểm giữa nối với điểm chung 0V (mass) thì tại hai điểm A và B ở hai đầu cuộn thứ cấp có điện thế đảo pha nhau (hình 73).



Hình 73: Sô ñoà maïch naén ñieän toaøn kyø duøng 2 Diode

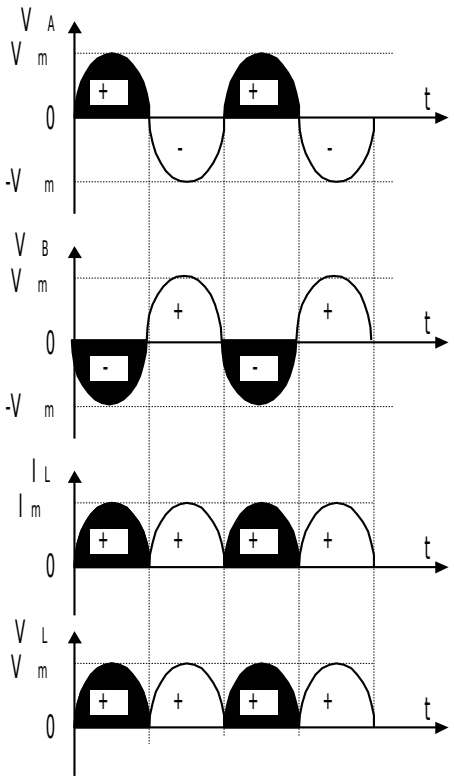
Ta có thể xem như đây là hai mạch nắn bán kỳ làm việc luân phiên ở bán kỳ dương và bán kỳ âm của nguồn điện xoay chiều.

Nguyên lý làm việc:

Giả sử ở bán kỳ đầu, điểm B có điện thế âm làm cho D2 bị phân cực ngược nên ngưng dẫn, điểm A có điện thế dương làm cho D1 được phân cực thuận nên dẫn điện và cho dòng điện I_L đi từ điểm A qua D1 qua tải R_L rồi trở về điểm giữa (0V) của cuộn thứ cấp biến áp (kín mạch).

Đến bán kỳ sau của nguồn xoay chiều, điểm A có điện thế âm làm cho D1 bị phân cực ngược nên ngưng dẫn, điểm B có điện thế dương làm cho D2 được phân cực thuận nên dẫn điện và cho dòng điện I_L đi từ điểm B qua D2 qua tải R_L rồi trở về điểm giữa 0V của cuộn thứ cấp biến áp (kín mạch).

Và cứ tiếp tục như thế, các chu kỳ tiếp theo thì hai Diode D1 và D2 luân phiên nhau



Hình 74: Daïng soùng cuûa maïch naén toaøn kyø 2 Diode

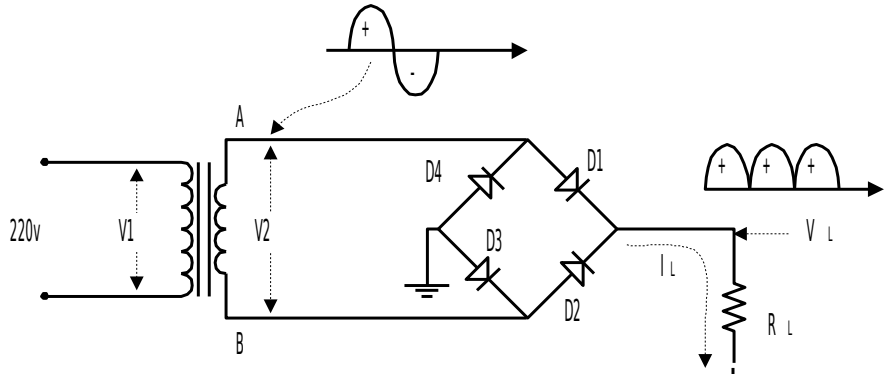
dẫn điện và cho ra trên tải những bán kỳ dương liên tục (hình 74).

Đo điện áp một chiều trên tải ta có:

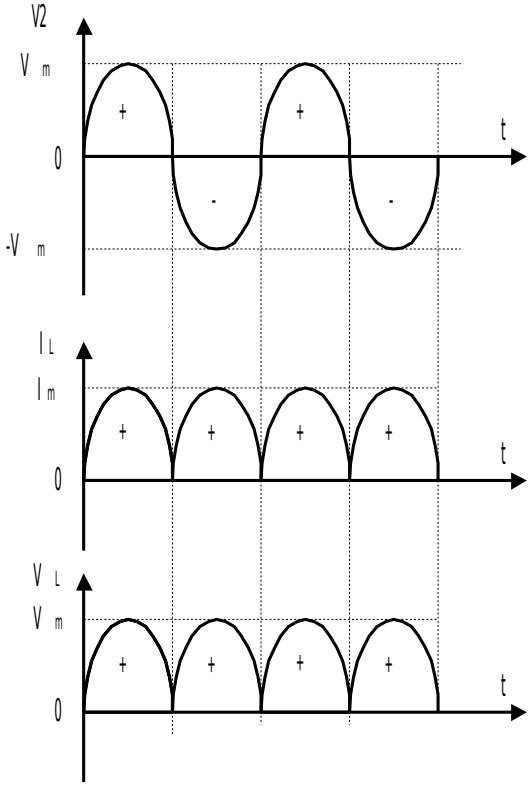
$$V_L = 0,9\ V_{AC}$$

3 – Mạch nắn cầu:

Đây là mạch nắn điện toàn kỳ sử dụng 4 Diode chia thành hai nhóm, nhóm Anôt chung (gồm D3 và D4) và nhóm Katôt chung (gồm D1 và D2). Cuộn thứ cấp của biến thế hạ thế chỉ có hai đầu ra (hình 75).



Hình 75: M



Giả sử tại thời điểm đầu vào bán kỳ thế dương và đầu B có điện thế âm, D2 và D3 được phân cực thuận nên dẫn điệ A qua D1, qua R_L , qua D3 về điểm B (l áp giống như bán kỳ dương ở A.

Đến bán kỳ âm , đầu A của biến thế có điện thế âm và đầu B có điện thế dương , D1 và D3 bị phân cực nghịch nên ngưng dẫn. D2và D4 được phân cực thuận nên dẫn điện. Dòng I_L chạy trong mạch có chiều từ điểm B qua D2, qua R_L , qua D4 về

Hình 76: Daïng soùng cuûa doøng ñieän vaø ñieän aùp treân taûi cuûa maïch naén caàu

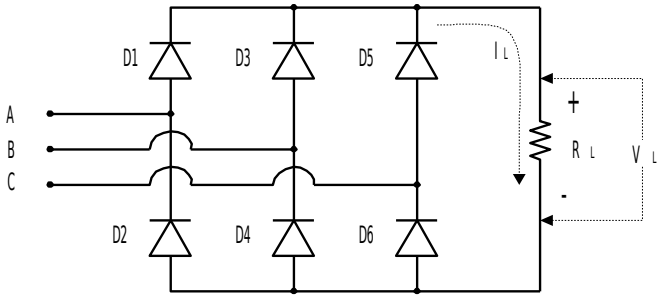
điểm A (kín mạch). Trên tải R_L ta nhận được một điện áp giống như bán kỳ dương ở B.

Và cứ tiếp tục như thế, các chu kỳ tiếp theo thì hai cặp Diode D1 – D3 và D2 – D4 luân phiên nhau dẫn điện và cho ra trên tải những bán kỳ dương liên tục.

Đo điện áp một chiều trên tải ta có:

$$V_L = 0,9\ V_{AC}$$

4 – Mạch nắn điện 3 pha:

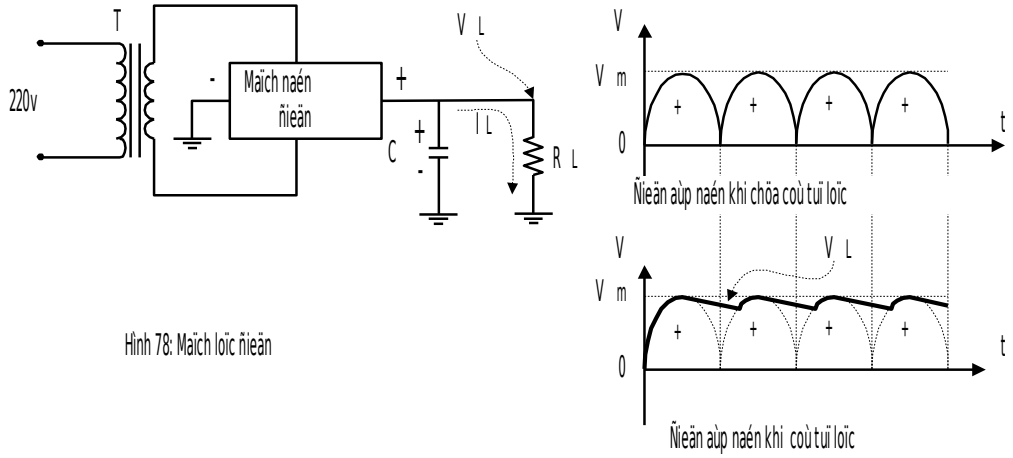


Hình 77: Maïch naén ñieän 3 pha kieåu caàu

Hình 77 trình bày mạch nắn điện 3 pha kiểu cầu. Ta thấy trong mạch có 6 Diode chia thành hai nhóm, nhóm Anôt chung (gồm D2; D4 và D6) và nhóm Katôt chung (gồm D1; D3 và D5). Tại thời điểm bất kỳ chỉ có 2 Diode dẫn điện (một Diode ở nhóm Anôt chung và một Diode ở nhóm Ktôt chung) , 4 Diode còn lại sẽ ngưng dẫn. Mỗi Diode sẽ dẫn điện trong một phần ba chu kỳ ($^2/_3$). Khi điện áp các pha A, B, C thay đổi thì thứ tự của các Diode dẫn điện cũng thay đổi theo. Kết quả trên tải R_L ta có dòng điện một chiều I_L luôn chạy hướng từ điểm Katôt chung về điểm Anôt chung.

V – Lọc điện:

Dòng điện một chiều sau khi nắn là dòng điện một chiều gợn sóng nhấp nhô nên chưa thể cung cấp cho các mạch điện tử được . Để san phẳng các gợn sóng này ta phải tiến hành lọc điện. Có nhiều kiểu lọc điện nhưng cách đơn giản nhất và khá hiệu quả là dùng tụ điện như hình vẽ.



Hình 78: Maïch loïc ñieän

Lúc đầu, khi chưa có điện áp ra ở mạch nắn điện thì điện áp trên tụ bằng 0V. Khi trị số của điện áp sau nắn tăng lên thì tụ sẽ được nạp cho đến khi đạt giá trị đỉnh của điện áp gợn sóng, vì tụ điện được mắc trực tiếp với đầu ra của mạch nắn điện nên thời hằng nạp $_{nạp}$ rất nhỏ do đó tụ nạp rất nhanh. Khi điện áp sau bộ nắn giảm thì tụ điện sẽ xả điện qua tải R_L làm điện áp trên tụ giảm dần nhưng do dòng xả chạy qua tải nên thời hằng của tụ điện lớn ($_{xả} = R_L C$) nên tụ điện xả chậm tức là điện áp trên tụ cũng giảm chậm do đó khi tụ chưa xả hết thì đã đến bán kỳ tiếp theo của điện áp nắn. Đến bán kỳ tiếp theo, khi điện áp ra của mạch nắn có trị số lớn hơn trị số trên tụ thì tụ lại bắt đầu nạp cho đến khi đạt giá trị đỉnh…Quá trình cứ thế tiếp diễn trong suốt thời gian cung cấp điện cho tải.

Như vậy, do sự nạp điện nhanh và xả điện chậm của tụ điện làm cho điện áp trung bình trên tải nâng lên và ít gợn sóng hơn.

Trị số của tụ lọc chọn càng lớn thì quá trình xả điện càng chậm tức là điện áp trên tụ thay đổi càng chậm và điện áp gợn sóng trên tải càng nhỏ , tuy nhiên để đạt hiệu quả kinh tế thì người ta chọn trị số của tụ lọc theo trị số điện trở tải và tần số của nguồn xoay chiều cung cấp như trong công thức sau:

Trong đó:

$$C \quad \frac{1}{7fR}$$

C: Trị số điện dung của tụ lọc ,đơn vị Farad

f: Tần số điện xoay chiều cung cấp cho bộ nắn điện.

R: Trị số điện trở tải ( )

(gamma): Hệ số gợn sóng, nên chọn 5% (0,05).

Lưu ý: khi ở đầu ra không có tải thì tụ điện chỉ nạp điện mà không xả điện được nên điện áp trên tụ sẽ bằng giá trị điện áp đỉnh của điện áp sau mạch nắn.

Thí dụ:

Chọn tụ điện để lọc cho bộ nắn điện 6V, cung cấp cho tải có dòng tiêu thụ 150mA. Với độ gợn sóng = 3% .

Ta có công thức: $C \quad \frac{1}{7 fR}$

Theo đầu bài ta có:

f = 50 Hz (tần số điện xoay chiều cung cấp).

= 3% = 0,03.

$R \quad \frac{U}{I} \quad \frac{6}{0,150} \quad 40$

Thay số vào công thức tính tụ lọc ta có:

$C \quad \frac{1}{7 \quad 50 \quad 40 \quad 0,03} \quad 2400 \quad F$

Thực tế chọn C = 2200 F.

Tụ phải có điện áp làm việc lớn hơn hai lần điện áp đỉnh U_m cần lọc , tức là :

$WV \quad 2.Um.\sqrt{2} \quad 2 \quad 6 \quad \sqrt{2} \quad 17V$

Thực tế chọn tụ có WV = 15V

Vậy ta chọn tụ lọc có trị số là : 2200 F / 15V

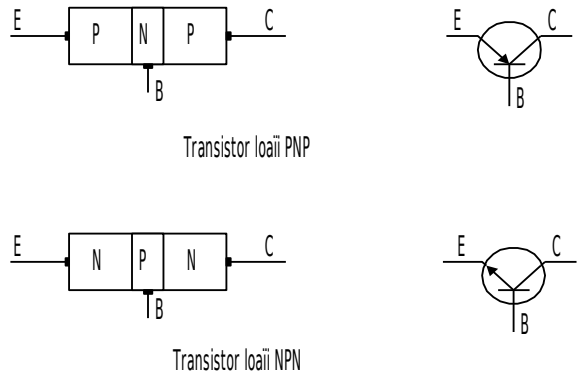
BÀI 7 TRANSISTOR LƯỠNG CỰC

(Bipolar Junction Transistor – BJT)

I – Cấu tạo:

Transistor lưỡng cực , thường gọi tắt là BJT, là một loại linh kiện bán dẫn có 3 cực có khả năng khuếch đại tín hiệu hoặc hoạt động như một khóa đóng mở, rất thông dụng trong ngành điện tử. Nó sử dụng cả hai loại hạt dẫn là điện tử và lỗ trống nên xếp vào loại hai cực tính.

BJT được tạo thành do 3 lớp bán dẫn khác loại đặt tiếp xúc với nhau tạo thành hai mối nối P – N, lớp ở giữa có bề dày rất nhỏ và khác loại với hai lớp bên cạnh. Chẳng hạn lớp ở giữa là bán dẫn loại P thì hai lớp bán dẫn bên cạnh là loại N, tạo nên transistor loại NPN. Còn nếu lớp ở giữa thuộc loại N hai lớp bên cạnh thuộc loại P, tạo nên transistor loại PNP.



Hình 79: Caáu taïo vaø kyù hieäu cuûa Transistor

Ba lớp bán dẫn được nối với 3 điện cực gọi là cực E , cực B và cực C. Cấu tạo và ký hiệu quy ước của hai loại transistor PNP và NPN được trình bày trong hình 79õ. Mũi tên vẽ cực E cũng trùng với chiều dòng điện chạy qua nó.

Cực E (Emitter) còn gọi là cực phát: là nơi phát ra các hạt dẫn đa số.

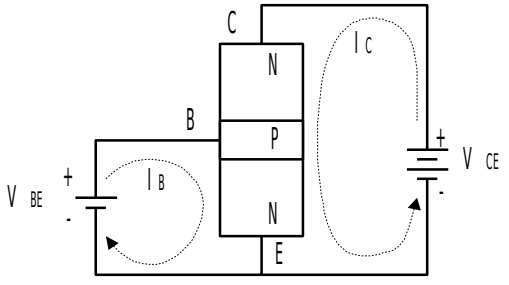
Cực B (Base) còn gọi là cực nền hay cực khiển: bằng cách thay đổi điện thế đặt vào cực B ta có thể điều khiển được dòng điện chạy từ cực E đến cực C .

Cực C (Collector) còn gọi là cực thu hay cực góp: là nơi nhận những hạt dẫn đa số xuất phát từ cực E.

II – Nguyên lý hoạt động:

Ta xét nguyên lý hoạt động của loại NPN (transistor loại PNP có nguyên lý tương tự).

Đặt vào giữa cực C và cực E của transistor một điện thế V_{CE} khoảng vài Volt có chiều như hình 80õ, cực B



Hình 80: Nguyeân lyù hoaït ñoäng cuûa transistor

để hở. Ta có thể xem mô hình của transistor giống như hai Diode mắc nối tiếp ngược chiều nhau, nên trong trường hợp này tiếp giáp P – N giữa cực C và cực B bị phân cực nghịch do đó không có dòng điện chạy trong transistor .

Bây giờ , ta để nguyên nguồn V_{CE} và đặt vào giữa cực B và cực E một điện thế V_{BE} khoảng 0,5 V đến 1V sao cho mối nối P – N giữa cực B và cực E được phân cực thuận (hình 80). Dưới tác dụng của điện áp phân cực V_{BE} , các điện tử từ vùng bán dẫn N của cực E sẽ tràn qua vùng bán dẫn P của cực B (hiện tượng phun hạt dẫn) và các lỗ trống từ cực B sẽ tràn qua vùng bán dẫn N của cực E . Trên đường khuếch tán, các điện tử và lỗ trống sẽ tái hợp với nhau. Nhưng do nồng độ hạt dẫn đa số trong trong hai vùng bán dẫn B vàE chênh lệch nhau xa (nồng độ lỗ trống ở cực B ít hơn nhiều so với nồng độ điện tử ở cực E) và do vùng bán dẫn P của cực B được chế tạo rất mỏng cho nên trong số các điện tử phun từ miền N vào miền P, chỉ một bộ phận rất nhỏ bị tái hợp tạo thành dòng I_B , còn tuyệt đại đa số vẫn có thể khuếch tán xuyên qua vùng bán dẫn P của cực B để tới tiếp giáp P – N giữa cực B và cực C. Khi tới tiếp giáp P – N giữa cực B và cực C, các điện tử nói trên lập tức bị điện trường do nguồn V_{CE} tạo ra trên tiếp giáp hút về phía cực C tạo thành dòng I_C .

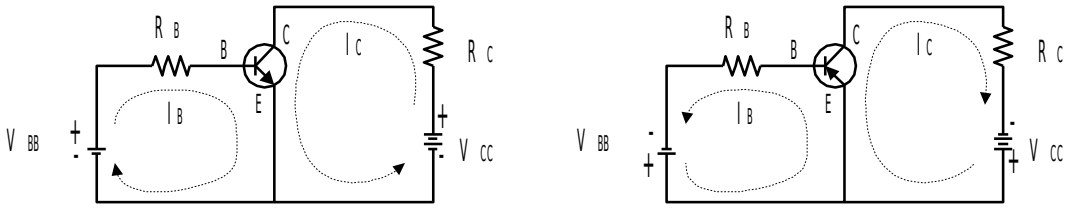
Ta thấy rằng dòng điện I_B và dòng điện I_C đều được tạo ra do các điện tử chạy từ cực E tới, cho nên nếu gọi I_E là dòng điện chạy qua cực E thì $I_E = I_B + I_C$.

Vì I_B rất nhỏ nên trong nhiều trường hợp ta có thể xem như $I_E = I_C$.

Tóm lại: Điều kiện cần và đủ để một transistor hoạt động là phải có tiếp tế và phân cực (hình 81).

Tiếp tế là đặt vào giữa cực C và cực E một điện áp khá lớn gọi là cao thế (thường gọi là V_{CC}). Nguồn điện này có chiều sao cho tiếp giáp P – N giữa cực B và cực C bị phân cực nghịch. Điện áp này thường không quá 12V đối với transistor công suất nhỏ. Đối với transistor có công suất từ 1W trở lên thì điện áp này thường lớn hơn 12V.

Phân cực là đặt vào giữa cực B và cực E một điện áp có trị số nhỏ vừa đủ để phân cực thuận cho mối nối P – N (thường gọi là V_{BE} hoặc V_{BB}) để tạo ra dòng I_B.

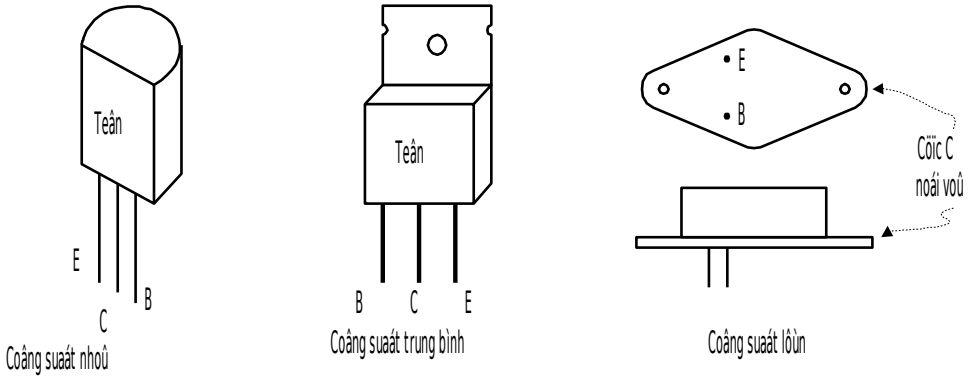


Hình 81: Tieáp teá vaø phaân cöïc cuûa Transistor

III – Hình dáng và cách thử Transistor :

1 – Hình dáng:

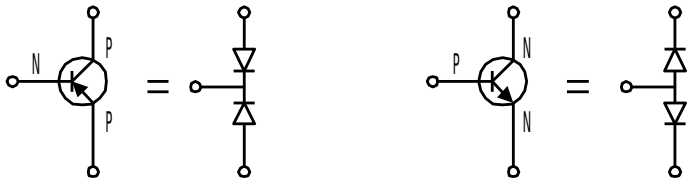
Transistor có rất nhiều hình dạng khác nhau, trong hình 82 là hình dạng và thứ tự chân của một số loại transistor thông dụng nhất. *Lưu ý:* Trong thực tế, các loại transistor có thứ tự chân rất đa dạng nên khi gặp loại transistor mà ta chưa biết chắc chắn thứ tự các chân thì phải đo thử để xác định các chân B, C và E của nó .



Hình 82: Hình daïng vaø sô ñoà chaân cuûa moät soá Transistor thoâng duïng

2 – Cách đo thử transistor :

Khi đo kiểm tra transistor , ta có thể xem mô hình transistor như là hai Diode mắc nối tiếp đấu đầu với nhau như hình 83.

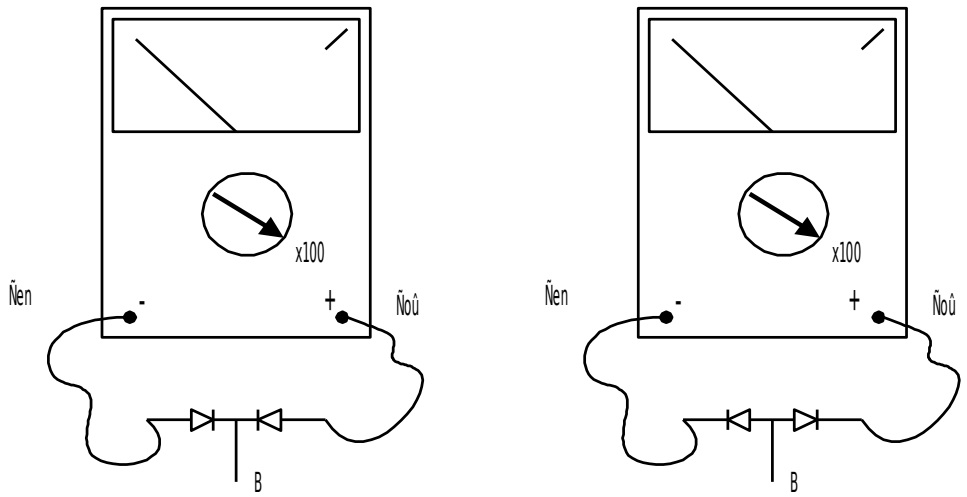


Hình 83: Moâ hình thay theá cuûa transistor

1 – Xác định chân B:

Để đo thử transistor ta dùng VOM đặt ở thang đo điện trở (Rx10 hoặc Rx100).

Đặt 2 que đo của VOM vào hai chân bất kỳ của transistor và tiến hành đo hai lần thuận nghịch. Nếu trong cả hai lần kim đồng hồ đều chỉ điện trở lớn vô cùng (kim đồng hồ không chạy lên) thì chân còn lại chính là chân B(hình 84). Lưu ý: kim đồng hồ chỉ không lên đối với transistor còn tốt .



Hình 84: Xaùc ñònh cöïc B cuûa transistor

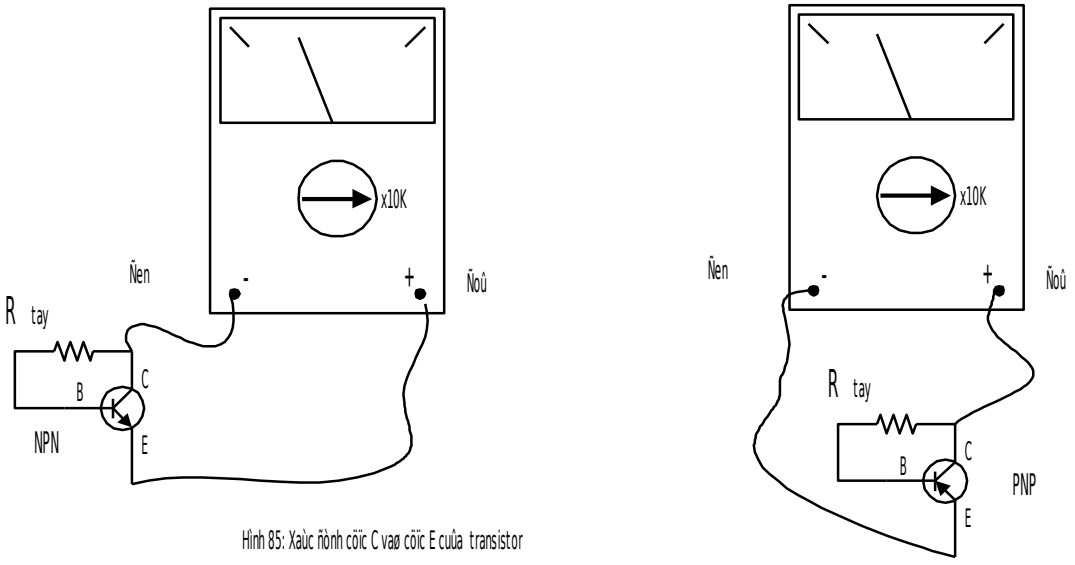
2 – Xác định loại transistor :

Kẹp que đo nối với cực dương của pin đồng hồ (que đen đối với đồng hồ chỉ thị bằng kim) cố định vào chân B, sau đó dùng que đo còn lại lần lượt chấm lên hai chân kia của transistor :

Nếu trong cả hai lần đo kim đồng hồ đều lên thì transistor là loại NPN.
Nếu trong cả hai lần đo kim đồng hồ đều không lên thì transistor là loại PNP.

3 – Xác định chân E và chân C:

Bật chuyển mạch VOM về thang đo Rx10K để xác định chân E và C (hình 85).



Hình 85: Xaùc ñònh cöïc C vaø cöïc E cuûa transistor

a) Đối với transistor loại NPN:

Kẹp hai que đo của VOM vào hai chân E và C (đã xác định ở trên). Sau đó dùng ngón tay ướt chạm vào giữa chân B và chân đang nối với cực dương của pin đồng hồ.

Nếu kim đồng hồ không lên hoặc lên rất ít tức là ta đang đo sai, đảo đầu 2 que đo và tiến hành đo lại.

Nếu kim đồng hồ lên thì chân đang nối với cực dương của pin đồng hồ là chân C và chân còn lại là chân E.

b) Đối với transistor loại PNP:

Kẹp hai que đo của VOM vào hai chân E và C (đã xác định ở trên). Sau đó dùng ngón tay ướt chạm vào giữa chân B và chân đang nối với cực âm của pin đồng hồ.

Nếu kim đồng hồ không lên hoặc lên rất ít tức là ta đang đo sai, đảo đầu 2 que đo và tiến hành đo lại.
Nếu kim đồng hồ lên thì chân đang nối với cực âm của pin đồng hồ là chân C và chân còn lại là chân E

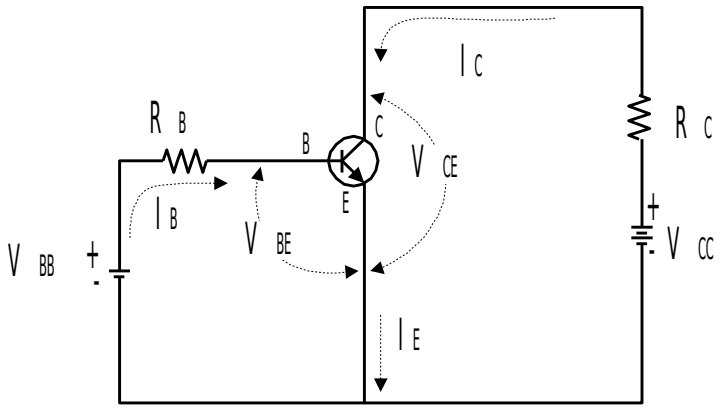
Lưu ý : Cách xác định chân C và chân E trên đây cũng là cách kiểm tra transistor còn tốt hay không. Khi ta chạm ngón tay ướt vào giữa cực C và cực B, nếu kim đồng hồ lên nhiều tức là transistor còn tốt (độ khuếch đại tốt), nếu kim đồng hồ lên ít hoặc không lên tức là độ khuếch đại kém hoặc transistor đã hỏng.

IV – Đặc tính kỹ thuật của transistor :

Lập mạch thí nghiệm như hình 86.

Trường hợp 1:
Giữ V_{CC} cố định, điều chỉnh V_{BB} tăng dần từ 0V.

Điện áp phân cực V_{BE} tăng dần đến khi đạt trị số điện thế ngưỡng V thì giữa cực B và cực E xuất hiện dòng điện phân cực I_B , đồng thời giữa cực C và cực E cũng xuất hiện dòng điện I_C có trị số lớn hơn I_B nhiều lần.



Hình 86: Thí nghieäm ñaëc tính kyõ thuaät cuûa transistor

Khi V_{BE} tăng làm cho

dòng I_B tăng và đồng

thời dòng I_C cũng tăng

theo.

Người ta nhận thấy rằng khi I_B tăng một lượng nhỏ thì dòng I_C lại tăng một lượng đáng kể. Do đó ta nói transistor có tính chất khuếch đại , tính chất này đặc trưng bởi tỉ số: $\frac{I_C}{I_B}$ *hay* I_C I_B

Người ta gọi là hệ số khuếch đại dòng điện của transistor .

Tuy nhiên khi ta tăng V_{BE} 0,8V thì dòng I_C không tăng nữa. Lúc đó ta nói transistor dẫn bão hòa, dòng điện I_C được xác định theo công thức:

$$I_C \quad \frac{V_{CC}}{R_C}$$

Và điện áp V_{CE} ở trạng thái bão hòa xấp xỉ bằng 0,2V.

Trường hợp 2:

Giữ V_{BE} cố định bằng V (V = 0,4V 0,7V đối với bán dẫn Silic) , điều chỉnh V_{CE} tăng dần từ 0V.

Khi tăng V_{CC} thì dòng điện I_C tăng nhanh và tới khi đạt được trị số $I_C = I_B$ thì I_C không tăng nữa mặc dù V_{CC} vẫn tiếp tục tăng.

Muốn tăng dòng I_C cao hơn nữa thì ta phải tăng điện áp phân cực V_{BE} để có dòng I_B cao hơn. Khi đó I_C sẽ tăng theo I_B với hệ số khuếch đại là . Nhưng nếu tăng V_{BE} lớn quá thì transistor lại ở trạng thái bão hòa như trường hợp 1.

V – Ba trạng thái hoạt động của transistor :

1 – Trạng thái ngưng dẫn:

Khi điện áp phân cực V_{BE} nhỏ hơn điện thế ngưỡng thì dòng $I_B = 0$ nên dòng $I_C = 0$ ta nói transistor ở trạng thái ngưng dẫn (điện trở giữa cực C và cực E của transistor vô cùng lớn, ta xem như transistor hở mạch). Tuy nhiên vẫn có một dòng điện rất nhỏ chạy qua transistor giữa cực C và cực E gọi là dòng rỉ (không đáng kể).

2 – Trạng thái khuếch đại :

Khi V_{BE} đạt trị số từ 0,4V đến 0,7V (đối với bán dẫn Silic) thì transistor làm việc ở chế độ khuếch đại . Lúc này dòng I_C sẽ tăng tỉ lệ theo dòng I_B với hệ số khuếch đại ($I_C = I_B$).

3 – Trạng thái dẫn bão hòa:

Khi V_{BE} đạt trị số bằng hoặc lớn hơn 0,8V thì dòng I_C đạt trị số cực đại : $I_C \quad \frac{V_{CC}}{R_C}$

Và điện áp $V_{CE} = 0,2V$ gọi là điện áp bão hòa .

VI – Các thông số kỹ thuật của transistor :

Khi sử dụng transistor ta cần quan tâm tới các thông số kỹ thuật sau:

Lấy thông số kỹ thuật của transistor 2SC 458 làm thí dụ:

= 220 ; BV_{CEO} = 30V ; BV_{CBO} = 30V ; BV_{EBO} = 6V ; $P_{D\,max}$ = 200mW ; $f_{CUT\ -\ OFF}$ = 230MHz ; $I_{C\,max}$ =100mA , NPN. Si

1 – Hệ số khuếch đại dòng điện :

Hệ số này thường được ghi với trị số cực đại $_{max}$, tuy nhiên tùy theo các điện áp cung cấp cho transistor mà ta có các giá trị khác nhau. Trong một số sách tra cứu transistor, hệ số còn được ghi trong khoảng từ mức thấp nhất đến mức cực đại. Thí dụ: = 80 200.

Trong một số sách tra cứu transistor, hệ số được ghi là h_{FE}.

2 – Điện áp đánh thủng BV (Breakdown Voltage):

Là điện áp ngược tối đa cho phép đặt vào các cặp cực, nếu vượt quá điện áp này thì transistor sẽ bị hư. Có ba loại điện áp đánh thủng:

BV_{CEO} : Điện áp đánh thủng giữa cực C và cực E khi cực B hở.
BV_{CBO} : Điện áp đánh thủng giữa cực C và cực B khi cực E hở.
BV_{EBO} : Điện áp đánh thủng giữa cực E và cực B khi cực C hở.

Trong một số sách tra cứu transistor, BV được ghi là V_{CBO} ; V_{CEO} và V_{EBO} .

3 – Công suất giới hạn $P_{D\,max}$:

Khi có dòng điện chạy qua transistor sẽ sinh ra một công suất tiêu tán làm nóng transistor , công suất đó được tính theo công thức: $P_T = I_C \cdot V_{CE}$. Mỗi transistor đều có

một công suất giới hạn gọi là công suất tiêu tán tối đa $P_{D\,max}$ (Dissolution). Nếu công suất sinh ra trên transistor lớn hơn $P_{D\,max}$ thì transistor sẽ bị hư.

Trong một số sách tra cứu transistor, công suất giới hạn được ghi là P_C .

4 – Tần số cắt $f_{cut\ OFF}$:

Là tần số mà ở đó transistor mất khả năng khuếch đại , khi đó điện áp tín hiệu ngõ vào bằng điện áp tín hiệu ngõ ra.

Trong một số sách tra cứu transistor, tần số cắt được ghi là f_{ab} hoặc f_T .

5 – Dòng điện cực đại :

Dòng điện qua transistor phải được giới hạn ở một mức cho phép, nếu quá trị số này thì transistor sẽ bị hư.

Ta có $I_{C\,max}$ là dòng điện tối đa ở cực C và $I_{B\,max}$ là dòng điện tối đa ở cực B.

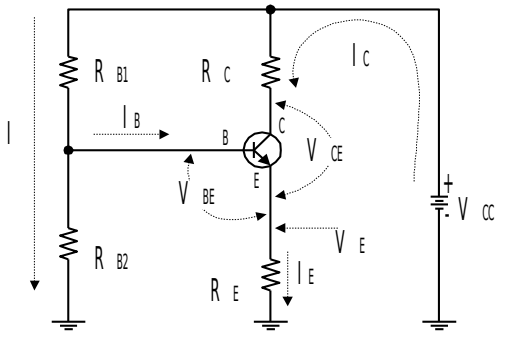
Trong một số sách tra cứu transistor, dòng điện giới hạn $I_{C\,max}$ được ghi là I_C . Còn dòng $I_{B\,max}$ ít quan tâm đến nên có sách không ghi chỉ số này.

VII – Các cách phân cực transistor :

1 – Phân cực bằng cầu phân chia điện thế (cầu phân thế):

Đối với cách phân cực này thì điện áp phân cực V_{BE} ổn định nên rất thường được sử dụng (hình 87). Điện thế V_B tại cực B được xác định theo công thức:

$$V_B \quad V_{CC} \frac{R_{B2}}{R_{B1} \quad R_{B2}}$$



Hình 87: Phaân cöïc transistor baèng caàu phaân theá

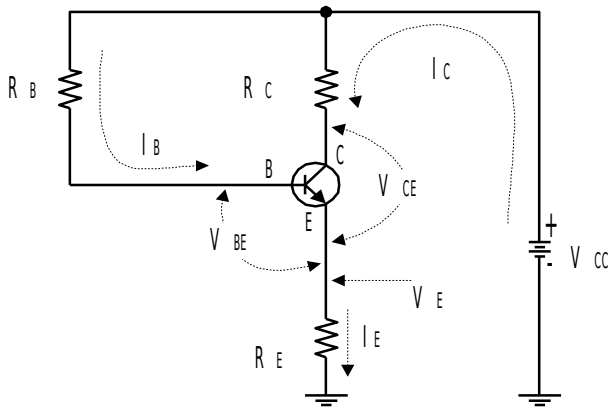
Để điện thế V_B ổn định khi có dòng I_B ta phải chọn R_{B1} và R_{B2} sao cho dòng điện I chạy qua cầu phân thế lớn hơn hoặc bằng 10 lần dòng I_B (I 10 I_B).

R_C là điện trở tải của transistor .

R_E là điện trở hồi tiếp âm có tác dụng ổn định nhiệt cho transistor .

2 – Phân cực bằng điện trở R_B :

Trong hình 88 là một mạch phân cực cho transistor bằng điện trở R_B .



Hình 88: Phaân cöïc cho transistor baèng ñieän trôû R_B

Trong cách phân cực này dòng điện I_B được tính theo công thức :

$$I_B \quad \frac{V_{CC} \quad V_{BE}}{R_B \qquad R_E}$$

Thí dụ:

Tính điện trở R_B để I_C = 2mA biết rằng:

R_E = 500 ; V_{CC} = 12V; = 100; Transistor loại Silic.

Giải:

$$I_C \qquad I_B \qquad\qquad I_B \quad \frac{I_C}{} \quad \frac{2mA}{100} \quad 20 \quad A$$

Dòng I_B của transistor là :

Trong cách phân cực bằng điện trở R_B ta có:

$$I_B \quad \frac{V_{CC} \quad V_{BE}}{R_B \qquad R_E} \qquad\qquad R_B \quad \frac{V_{CC} \quad V_{BE}}{I_B} \qquad R_E$$

Vì transistor là loại Si nên V_{BE} = 0,6V.

Thay số vào phương trình trên ta có:

$$R_B \quad \frac{12 \quad 0,6}{0,00002} \quad 100\,x\,500 \quad 520000 \quad 520K$$

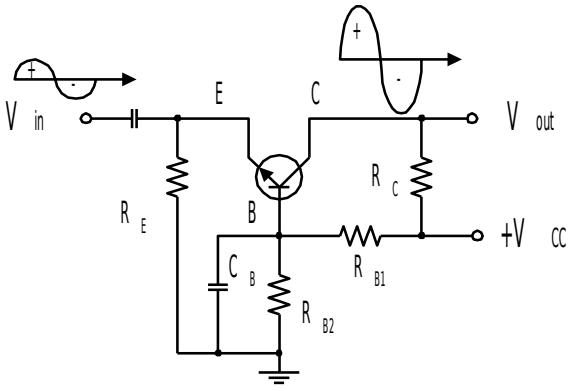
Qua thí dụ trên ta thấy dòng I_B rất nhỏ khoảng vài chục A nên điện trở R_B thường có trị số lớn khoảng vài trăm K .

VIII – Ba cách mắc cơ bản của transistor :

Là linh kiện bán dẫn có 3 cực, khi sử dụng transistor thì tín hiệu được đưa vào hai cực và lấy ra ở hai cực do đó có một cực chung cho cả lối vào và lối ra. Như vậy sẽ có 3 cách mắc transistor : mạch cực phát chung (Common Emitter – CE), mạch cực gốc chung (Common Base – CB) và mạch cực thu chung (Common Collector – CC).

1 – Sơ đồ mạch cực gốc chung (CB):

Trong mạch này (hình 89), tụ C_B được chọn sao cho dung kháng của nó rất nhỏ so với trị số của hai điện trở mắc song song là R_{B1} và R_{B2} để có thể xem như ngắn mạch đối với tín hiệu xoay chiều trên



Hình 89: Transistor maéc kieåu B chung

cực B với đất (điểm chung của

điện áp) . Như vậy tín hiệu được

đưa vào giữa cực E và cực B , lấy

ra giữa cực C và cực B. Các đặc

điểm chủ yếu của mạch B chung

là:

Tín hiệu vào cùng pha với tín hiệu ra.
Không khuếch đại dòng điện vì dòng cực góp luôn nhỏ hơn dòng cực phát.
Điện trở vào nhỏ (vài chục đến vài trăm), điện trở ra lớn (vài trăm K).
Mạch hoạt động rất ổn định với nhiệt độ.
Tần số làm việc cao.
Khi chọn điện trở tải R_C lớn hơn điện trở ngõ vào thì sơ đồ mạch cực gốc chung có thể khuếch đại điện áp.

Do có các đặc điểm trên nên sơ đồ mạch B chung thường được sử dụng trong các tầng khuếch đại cao tần.

Nhiệm vụ linh kiện:

- R_{B1} , R_{B2} là cầu phân thế nhằm lấy điện áp phân cực cho cực B của transistor .

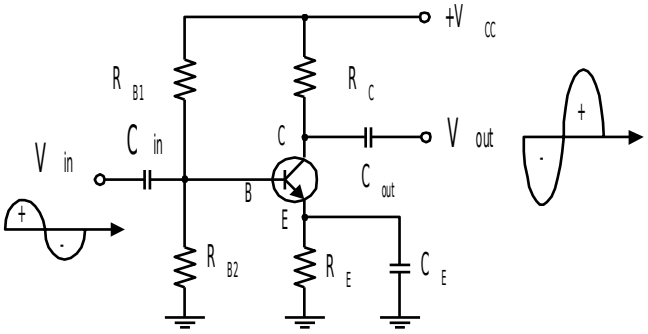
- R_C : điện trở để định dòng I_C (phân cực cho cực góp) đồng thời là tải để lấy tín hiệu ra.

- R_E : điện trở ổn định nhiệt, nhằm ổn định dòng qua transistor khi transistor bị nóng lên.

- C_B : tụ thoát mass, nhằm ngắn mạch tín hiệu xoay chiều ở cực B xuống mass tránh không bị suy giảm trên R_B .

2 – Sơ đồ mạch cực phát chung (CE):

Trong mạch cực E chung, tụ C_E được chọn sao cho dung kháng của nó rất nhỏ so với R_E để có thể xem như ngắn mạch tín hiệu xoay chiều tại cực E xuống đất. Như vậy tín hiệu đưa vào giữa cực gốc và cực phát lấy ra giữa cực góp và cực phát. Các đặc điểm chủ yếu của sơ đồ cực phát chung là:



Hình 90: Transistor maéc kieåu E chung

Tín hiệu đưa vào và tín hiệu lấy ra đảo pha 180^o .

Khuếch đại được dòng điện vì dòng cực góp lớn hơn nhiều so với dòng cực gốc. Nếu xét dòng một chiều (DC) ta có: $I_C = I_B$.

Điện trở vào tương đối nhỏ nhưng còn lớn hơn sơ đồ mạch cực B chung (vài trăm đến vài ngàn)

Điện trở ra nhỏ hơn so với mạch cực gốc chung (khoảng vài chục K), dòng rò cực C (I_{CEO}) nhỏ .

Kém ổn định hơn (đối với nhiệt độ) so với mạch cực B chung.

Tần số làm việc thấp hơn so với mạch cực B chung.

Khuếch đại được điện áp và do đó khuếch đại được công suất.

Mạch khuếch đại E chung là mạch được sử dụng phổ biến nhất trong thực tế . Sau đây ta phân tích nguyên lý hoạt động của mạch:

Nhiệm vụ linh kiện:

- R_{B1} , R_{B2} là cầu phân thế nhằm lấy điện áp phân cực cho cực B của transistor .

- R_C : điện trở để định dòng I_C qua đó lấy điện áp cho ngõ ra.

- R_E : điện trở ổn định nhiệt, nhằm ổn định dòng qua transistor khi transistor bị nóng lên.

- C_E : tụ thoát mass, nhằm ngắn mạch tín hiệu xoay chiều ở cực E xuống mass tránh không bị suy giảm trên R_E .

- C_{in} và C_{out} : các tụ liên lạc ở ngõ vào và ngõ ra, nhằm dẫn tín hiệu từ tầng trước đến đầu vào của transistor và dẫn tín hiệu từ đầu ra của transistor đến mạch điện tử ở tầng kế tiếp. Đồng thời cách ly dòng điện một chiều giữa cực B và cực C của transistor với tầng trước và tầng sau.

Nguyên lý hoạt động:

Khi chưa có tín hiệu AC đưa đến, do được tiếp tế và phân cực nên transistor dẫn điện. Trong mạch cực C có dòng một chiều I_{Co} , trên các cực của transistor cũng có các điện thế DC. Ở đầu ra không có điện áp ($V_{out} = 0$).

Khi tín hiệu AC có bán kỳ dương đưa đến cực B của transistor làm điện thế V_B tăng lên trong khi đó điện thế V_E không tăng (đối với tín hiệu AC thì dung kháng của C_E xem như không đáng kể do đó ta xem như cực E được nối mass). Điện áp phân cực V_{BE} tăng lên làm transistor dẫn mạnh hơn do đó dòng I_C tăng làm sụt áp trên R_C tăng nên điện thế tại cực C giảm. Mà tín hiệu ra được lấy trên cực C của transistor nên ta có được một bán kỳ âm ở đầu ra có biên độ lớn hơn biên độ của ngõ vào nhiều lần.

Đến bán kỳ sau, tín hiệu AC có chiều âm đưa đến cực B của transistor là điện thế V_B giảm xuống và điện áp phân cực V_{BE} giảm xuống làm transistor dẫn yếu hơn do đó

dòng I_C giảm làm sụt áp trên R_C giảm nên điện thế tại cực C tăng. Nên ta có một bán kỳ dương ở đầu ra có biên độ lớn hơn biên độ của ngõ vào nhiều lần.

Như vậy sau khi qua mạch khuếch đại thì tín hiệu AC đã được khuếch đại lớn hơn nhiều lần nhưng đảo pha .

3 – Sơ đồ mạch cực góp chung (CC):

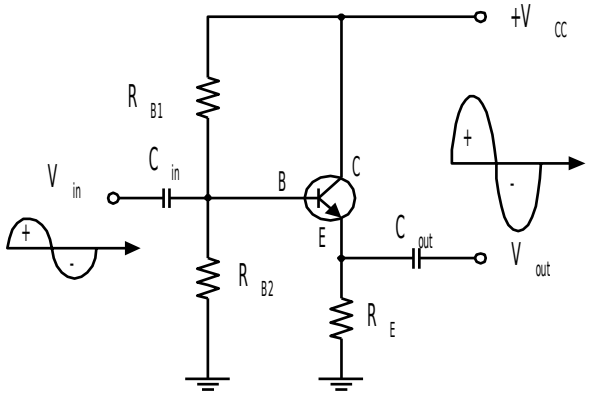
Trong sơ đồ cực góp chung, tín hiệu đưa vào giữa cực B và cực C, tín hiệu được lấy ra giữa cực E và cực C. Sơ đồ này có các đặc điểm sau:

Tín hiệu đưa vào và tín hiệu lấy ra đồng pha.

Khuếch đại được dòng điện, vì dòng I_E lớn hơn nhiều so với dòng I_B .

Điện trở ngõ vào lớn (phụ thuộc nhiều vào và R_E) trong khi đó điện trở ngõ ra nhỏ (phụ thuộc nhiều vào và I_E) nên thường được sử dụng làm mạch đệm (Buffer).

Không khuếch đại điện áp , vì điện áp cực phát luôn nhỏ hơn điện áp cực gốc.



Hình 91: Transistor maéc kieåu C chung

Nhiệm vụ linh kiện:

- R_{B1} , R_{B2} là cầu phân thế nhằm lấy điện áp phân cực cho cực B của transistor .

- R_E : tải cực phát lấy tín hiệu ra.

- C_E : tụ thoát mass, nhằm ngắn mạch tín hiệu xoay chiều ở cực E xuống mass tránh không bị suy giảm trên R_E .

- C_{in} và C_{out} : các tụ liên lạc ở ngõ vào và ngõ ra, nhằm dẫn tín hiệu từ tầng trước đến đầu vào của transistor và dẫn tín hiệu từ đầu ra của transistor đến mạch điện tử ở tầng kế tiếp. Đồng thời cách ly điện thế một chiều giữa cực B và cực E của transistor với tầng trước và tầng sau.

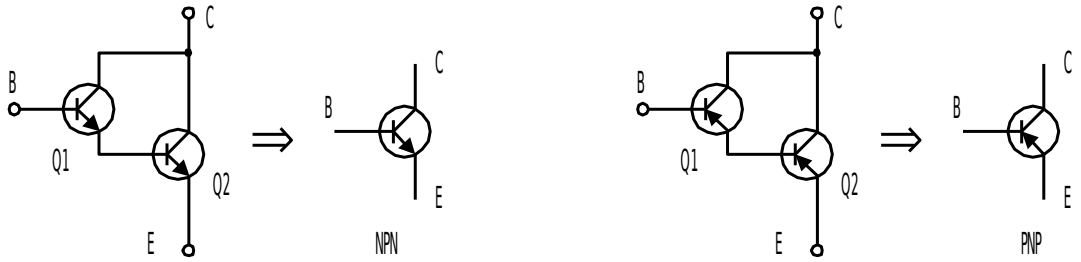
Sau đây là bảng so sánh các thông số của ba cách ráp transistor :

Cách ráp	B chung	E chung	C chung
Tổng trở vào	Rất nhỏ (vài K)	Nhỏ (vài K)	Rất lớn (vài trăm K)
Tổng trở ra	Rất lớn (vài trăm K)	Lớn (vài chục K)	Rất nhỏ (vài chục)
Hệ số khuếch đại điện áp	Vài trăm lần	Vài trăm lần	1 (không khuếch đại điện áp)
Hệ số khuếch đại dòng điện	1 (không khuếch đại dòng điện)	Vài chục lần đến vài trăm lần	Vài chục lần đến vài trăm lần
Pha giữa tín hiệu vào và tín hiệu ra	Đồng pha	Đảo pha	Đồng pha

IX – Cách ghép transistor :

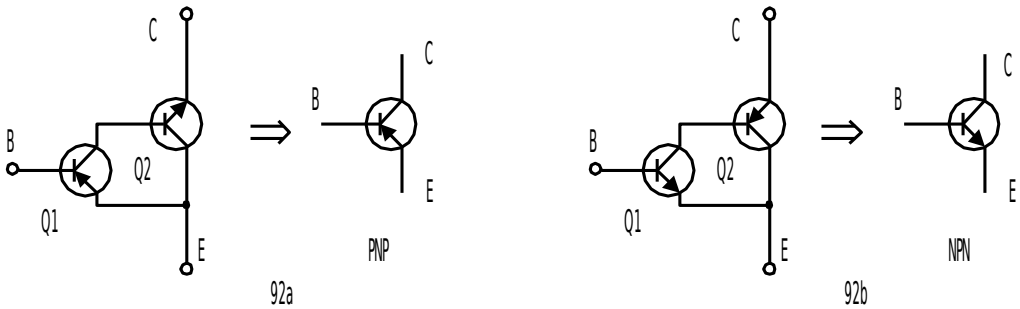
1 – Ghép phức hợp (Darlington):

Để nâng cao hệ số khuếch đại và điện trở vào, nhiều khi người ta ghép hai (hoặc ba) transistor (hình 91).Tổ hợp này đóng vai trò như một transistor mới, gọi là transistor phức hợp hoặc transistor ghép Darlington.



Hình 91: Ghép phức hợp dương hai transistor cùng loại

Người ta cũng có thể ghép một transistor PNP với một transistor NPN như hình 92a. Tổ hợp này đóng vai trò như một transistor loại PNP. Hoặc người ta cũng có thể ghép một transistor NPN với một transistor PNP như hình 92b. Tổ hợp này đóng vai trò như một transistor loại NPN. Như vậy trong cách ghép phức hợp, transistor Q1 đóng vai trò quyết định loại dẫn điện (NPN hay PNP) của transistor phức hợp , còn Q2 chỉ là



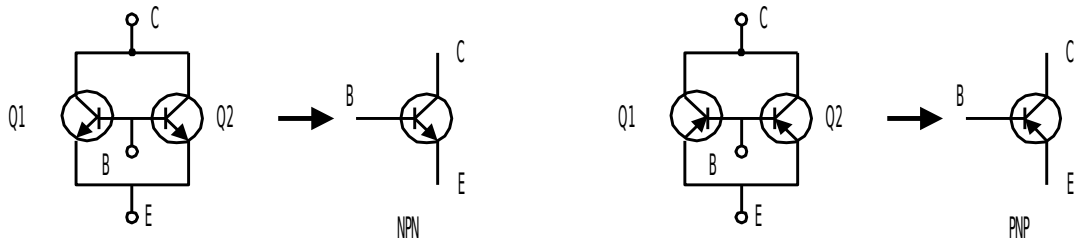
Hình92: Ghép phức hợp dương hai transistor khác loại

Trong cách ghép phức hợp, hệ số khuếch đại dòng điện bằng tích số các hệ số khuếch đại dòng điện của hai transistor Q1 và Q2 : = $_1$. $_2$

Dòng điện cực đại $I_{C\,max}$ của transistor phức hợp bằng dòng điện cực đại của transistor Q2.

2 – Ghép song song:

Trong nhiều trường hợp, khi cần transistor có khả năng chịu dòng lớn ($I_{C\,max}$ lớn) mà không cần hệ số khuếch đại lớn lắm, người ta dùng hai hay nhiều transistor giống nhau (transistor cùng mã số) ghép song song với nhau (hình 93).



Hình 93: Ghep song song hai transistor cuøng maõ soá

Trong cách ghép song song các transistor , dòng điện $I_{C\ max}$ của transistor tương đương bằng tổng các dòng $I_{C\ max}$ của các transistor thành phần. Hệ số khuếch đại dòng điện của transistor tương đương bằng hệ số khuếch đại dòng điện của mỗi transistor thành phần.

Như vậy, ghép song song các transistor chỉ có thể nâng dòng $I_{C\ max}$ chứ không nâng được hệ số khuếch đại .

BÀI 8 TRANSISTOR TRƯỜNG

I – Transistor trường mối nối (Junction Field Effect Transistor – JFET):

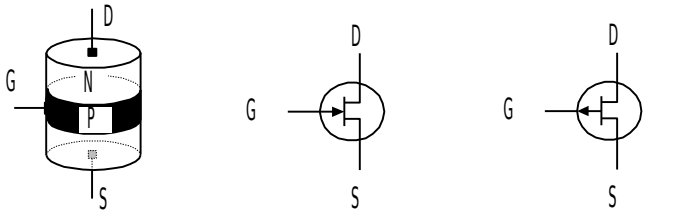
1 – Cấu tạo:

Cấu tạo của JFET gồm
lớn (tức là nồng độ tạp chấ
dưới làm hai điện cực ra (hì

Điện cực gắn với đáy
(Drain).

Điện cực gắn với đáy dư

Vòng theo chu vi của thỏ
được nối với một sợi kim lo
ký hiệu là G (Gate).



Caáu taïo cuûa JFETkeânh N — Kyù hieäu cuûa JFET keânh N — Kyù hieäu cuûa JFET keânh P

Hình 94: Caáu taïo vaø kyù hieäu cuûa JFET

Tại chỗ tiếp xúc giữa thỏ[illegible]

chuyển tiếp P – N. Phần thể tích còn lại của thỏi bán dẫn loại N được gọi là kênh dẫn.

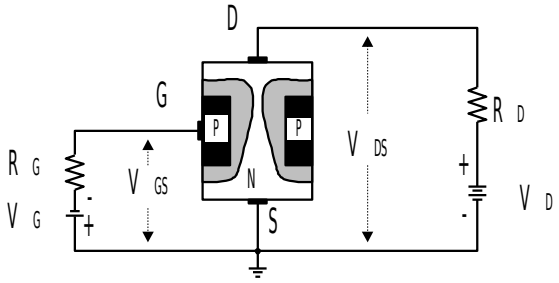
Toàn bộ hệ thống trên được đặt vào một vỏ bằng kim loại hoặc bằng nhựa gắn kín, chỉ có 3 điện cực D, S, G thò ra ngoài. Ta gọi đó là JFET kênh N.

Một cấu trúc tương tự nhưng dùng thỏi bán dẫn ban đầu loại P và lớp bán dẫn bao quanh chu vi là loại N thì ta sẽ có JFET

2 – Nguyên lý hoạt động:

Ta xét JFET kênh N làm thí dụ. N
như hình 95.

Nguồn V_D thông qua điện trở R_D
đặt điện áp V_{DS} vào giữa cực máng (



Hình 95: Nguyeân lyù hoaït ñoäng cuûa JFET keânh N

D) và cực nguồn (S) gây ra dòng điện tử chuyển động qua kênh dẫn , tạo nên dòng điện máng I_D. Mặt khác, nguồn E_G tạo ra điện áp phân cực nghịch giữa cực cửa (G) và cực nguồn (S) làm cho hàng rào điện thế của chuyển tiếp P – N giữa cực cửa và cực nguồn tăng lên và do đó thu hẹp tiết diện của kênh dẫn.

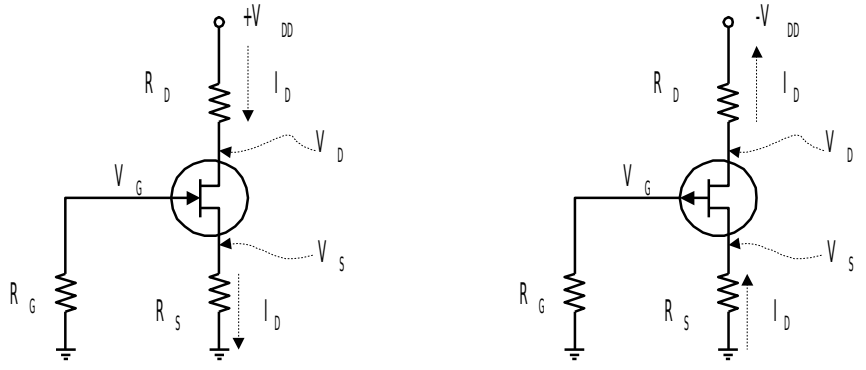
Nếu giữ V_D không đổi, tăng dần giá trị V_G, tình trạng phân cực nghịch của chuyển tiếp P – N càng tăng làm cho vùng nghèo càng mở rộng, kênh dẫn càng thu hẹp. Do đó điện trở kênh dẫn càng tăng và dòng máng I_D càng giảm. Còn dòng giữa cực G và cực S chỉ là dòng điện ngược của chuyển tiếp PN thường rất nhỏ không đáng kể. $I_G \quad 0$.

Ngoài điện áp phân cực V_G , nếu có thêm tín hiệu xoay chiều đặt vào giữa cực G và cực S thì rõ ràng là tùy trị số và dấu của tín hiệu xoay chiều mà tình trạng phân cực nghịch của tiếp xúc P – N sẽ thay đổi. Từ đó điện trở kênh dẫn bị thay đổi và dòng điện máng I_D cũng biến đổi theo. Nếu tín hiệu xoay chiều biến đổi theo quy luật hình sin thì I_D cũng biến đổi theo quy luật hình sin. Dòng I_D gây nên một sụt áp trên R_D, điện áp sụt trên R_D biến đổi cùng dạng với tín hiệu ở đầu vào nhưng biên độ lớn hơn, nghĩa là JFET đã khuếch đại tín hiệu.

Nguyên lý hoạt động của JFET kênh P hoàn toàn tương tự , chỉ lưu ý rằng các điện áp V_G và V_D có cực tính ngược lại. Tạo nên dòng máng I_D ở đây là do các lỗ trống, hạt dẫn đa số của kênh P.

3 – Phân cực cho JFET:

Cách phân cực đơn giản và thông dụng nhất cho JFET là phân cực tự động như hình 96.



JFET keânh N JFET keânh P

Hình 96: Maïch phaân cöïc töï ñoäng cho JFET

Xét mạch JFET kenh N ta co:

$V_D = Vcc - I_D R_D$

$Vs = I_D Rs$

$V_{DS} = Vcc – I_D(R_D + Rs)$

Ở cực G, do mối nối P – N phân cực nghịch nên không có dòng I_G ($I_G = 0$) do đó $V_G = 0$.

Điện trở R_G có trị số rất lớn khoảng từ 1M đến 10M .

Điện thế phân cực ngõ vào là:

$V_{GS} = V_G – Vs = 0 - I_DRs$ $V_{GS} = - I_DRs$

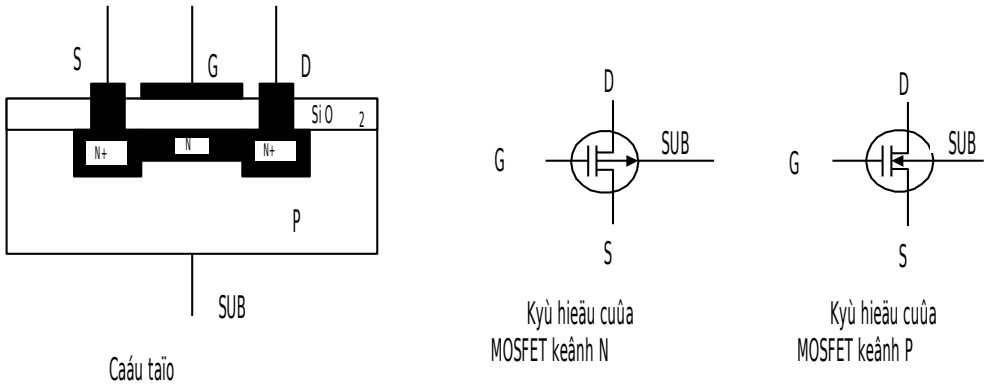
II – Transistor trường có cực cửa cách ly

(Metal Oxide Semiconductor FET – MOSFET):

Transistor MOSFET được chia ra làm hai loại MOSFET kênh liên tục và MOSFET kênh gián đoạn. Mỗi loại kênh liên tục hay gián đoạn đều có phân loại theo chất bán dẫn là kênh N và kênh P. Ở đây ta chỉ xét các loại MOSFET kênh N và suy ra cấu tạo ngược lại cho kênh P.

1 – Cấu tạo và hoạt động của MOSFET kênh liên tục (kênh có sẵn):

Từ phiến bán dẫn Si loại P, người ta tạo ra trên bề mặt một lớp bán dẫn loại N dùng làm kênh dẫn(hình 97). Ở hai đầu kênh dẫn, người ta khuếch tán vào hai vùng bán dẫn loại N nồng độ cao (N+) dùng làm cực nguồn (S) và cực máng (D). Trên mặt kênh dẫn phủ màng cách điện SiO_2 . Phía trên màng cách điện được gắn một băng kim loại dùng làm cực cửa (G). Thông qua "cửa sổ" khoét xuyên qua màng SiO_2 người ta phun kim loại tạo tiếp xúc với hai vùng N+ dùng làm đầu dẫn ra cho cực S và cực D. Đáy của phiến bán dẫn loại P cũng được nối với sợi kim loại dùng làm cực đế (SUB). Thông thường cực SUB (Subtrate) được nối với cực S.



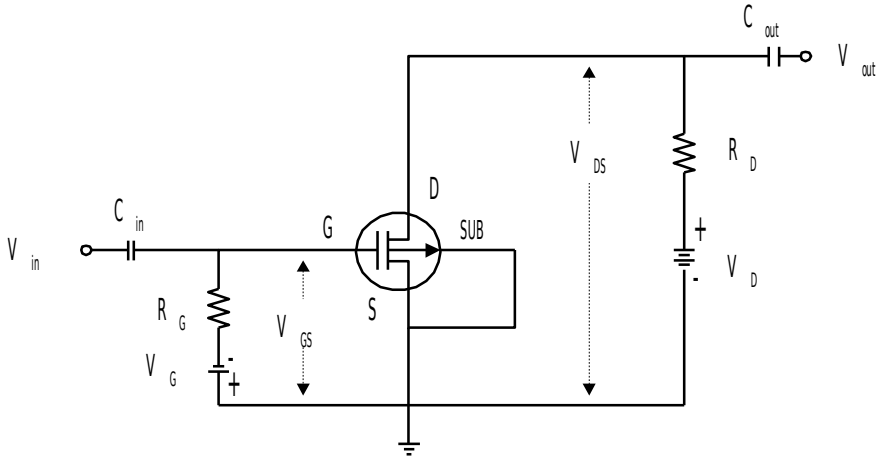
Caáu taïo Kyù hieäu cuûa MOSFET keânh N Kyù hieäu cuûa MOSFET keânh P

Hình 97: Caáu taïo vaø kyù hieäu cuûa MOSFET keânh lieân tuïc

Nguyên lý hoạt động:

Xem mạch điện khuếch đại dùng MOSFET như hình 98. Ban đầu, dưới tác dụng của điện áp V_{DS} (do nguồn V_D tạo ra), qua kênh dẫn và cực máng có dòng điện I_D , tạo bởi các hạt dẫn đa số của kênh. Nếu có thêm điện áp V_{GS} (do V_G tạo nên) với cực tính như hình 98 thì cũng giống như quá trình xảy ra ở một tụ điện, các điện tích âm sẽ tích tụ trên cực G, các điện tích dương sẽ tích tụ ở cực đối diện, tức là lớp SiO_2 đóng vai trò điện môi của tụ. Các điện tích dương sẽ tái hợp với điện tử, làm giảm nồng độ hạt dẫn vốn có trong kênh, khiến điện trở của kênh tăng và làm cho dòng máng I_D giảm. Càng tăng trị số V_{GS} thì dòng I_D càng giảm. Chế độ làm việc như thế gọi là chế độ nghèo hạt dẫn . Nếu đổi cực tính nguồn V_G (V_{VS} trở thành điện áp dương) thì tình hình diễn ra ngược lại: càng tăng trị số V_{GS} , nồng độ hạt dẫn trong

kênh càng tăng, điện trở kênh dẫn càng giảm và dòng I_D càng tăng. Chế độ làm việc với cực tính V_{GS} như vậy gọi là chế độ giàu.



Hình 98: Maïch khueách ñaïi duøng MOSFET keânh N

Như vậy ngay khi chưa có V_{GS} ($V_{GS} = 0$), MOSFET kênh có sẵn đã có dòng máng ban đầu I_D 0 vì vậy người ta gọi là MOSFET kênh có sẵn.

Tùy cực tính V_{GS} mà MOSFET này hoạt động ở chế độ giàu hay chế độ nghèo, dùng giá trị của V_{GS} để điều khiển dòng I_D tăng hay giảm. Trên cơ sở đó, nếu có tín hiệu xoay chiều đưa đến ngõ vào (cực G) thì hiển nhiên tín hiệu ở ngõ ra sẽ biến đổi theo tín hiệu xoay chiều vào và trên tải ở ngõ ra sẽ nhận được tín hiệu đã khuếch đại .

Phân cực cho MOSFET kênh liên tục:

Do MOSFET kênh liên tục thường sử dụng ở trường hợp $V_{GS} < 0$ nên cách phân cực giống như JFET (hình 99).

Xét mạch MOSFET kênh N ta có:

$V_D = Vcc - I_D R_D$

$Vs = I_D Rs$

$V_{DS} = Vcc – I_D(R_D + Rs)$

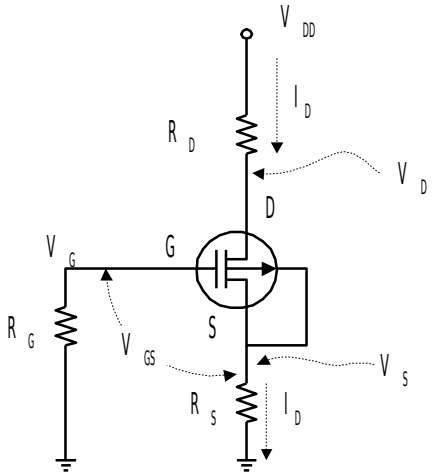
Ở cực G, do lớp SiO_2 cách điện nên không có dòng I_G ($I_G = 0$) do đó $V_G = 0$.

Điện trở R_G có trị số rất lớn khoảng từ 1M đến 10M .

Điện thế phân cực ngõ vào là:

$V_{GS} = V_G – Vs = 0 - I_D Rs$

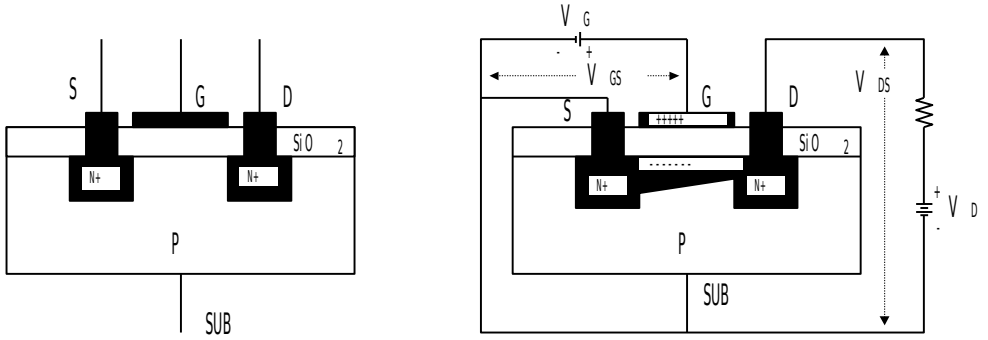
$V_{GS} = - I_D Rs$



Hình 99: Maïch phaân cöïc töï ñoäng cho MOSFET keânh lieân tuïc

2 – Cấu tạo và hoạt động của MOSFET kênh gián đoạn (kênh cảm ứng):

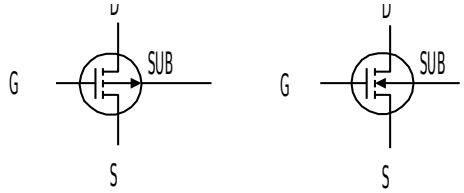
Cấu tạo của MOSFET kênh gián đoạn tương tự như MOSFET kênh liên tục nhưng chưa có kênh ban đầu (hình 100). Trong hình 101 là ký hiệu MOSFET kênh liên tục.



Caáu taïo Caùc ñieän aùp phaân cöïc

Hình 100: Caáu taïo vaø phaân cöïc cuûa MOSFET keânh giaùn ñoaïn loaïi N

Giữa miền máng (N+) và phiến Si loại P hình thành chuyển tiếp P – N (cực đế thường nối với cực nguồn nên chuyển tiếp giữa nguồn và đế bị nối tắt). Vì vậy khi có điện áp V_{DS} đặt vào, trong mạch máng chỉ có một dòng điện rất nhỏ chạy qua chuyển tiếp P – N phân cực ngược . Điện trở tương đương giữa S và D xem như vô cùng lớn.



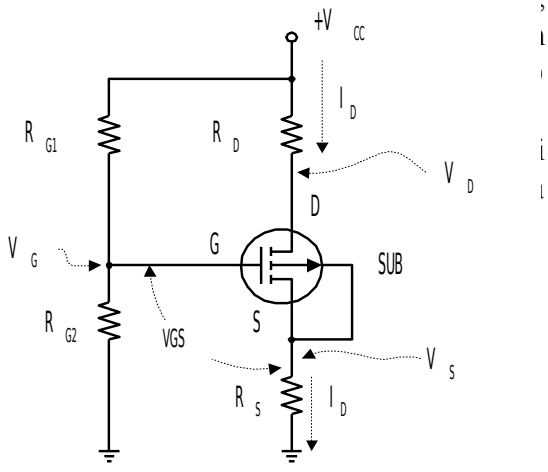
Hình 101:Kyù hieäu cuûa MOSFET keânh giaùn ñoaïn

Khi có thêm điện áp phân cực V_{GS} có chiều dương đặt vào cực G và âm đặt vào cực S, điện tích dương sẽ tích tụ trên cực G, còn điện tích âm tích tụ ở vùng đối diện, phía bên kia của màng SiO_2 (nằm giữa hai miền N+). Tuy vậy, khi V_{GS} còn nhỏ, lượng điện tích cảm ứng này không lớn, chúng bị lỗ trống của phiến bán dẫn loại P tái hợp mất. Chỉ khi V_{GS} vượt quá một điện áp ngưỡng V_T nào đó, lượng điện tích âm cảm ứng nói trên mới trở nên đáng kể. Chúng tạo thành một lớp bán dẫn N ở trên bề mặt phiến bán dẫn loại P (do đó có tên là lớp đảo), đóng vai trò như một kênh dẫn nối liền hai miền N+ của cực S và cực D. Do xuất hiện kênh dẫn nên điện trở tương đương giữa S và D giảm xuống và do đó thì nồng độ điện tích âm trong kênh dẫn c việc khi V_{GS} lớn hơn V_T như vậy gọi là cl giàu).

Như vậy ta thấy rằng : nếu đưa vào cu theo tín hiệu làm thay đổi nồng độ điện tíc khiển dòng I_D thay đổi theo. Trên cực D sẽ

Phân cực cho MOSFET kênh gián đo

Để cung cấp điện thế dương cho cực G, người ta thường dùng cầu phân thế R_{G1} và R_{G2} (tương tự cầu phân thế



Hình 102: Phaân cöïc cho MOSFET keânh giaùn ñoaïn loaïi keânh N

R_{B1} và R_{B2} của transistor lưỡng cực). Đối với MOSFET, cực G cách điện so với kênh và nền P nên không có dòng điện I_G đi từ cực G vào MOSFET.

Xét mạch phân cực ta có:

$$V_D = V_{CC} - I_D R_D$$

$$V_S = I_D R_S$$

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

$$V_G \quad V_{CC} \frac{R_{G2}}{R_{G1} \quad R_{G2}}$$

$$V_{GS} = V_G - V_S$$

III – Nhận xét chung về JFET và MOSFET :

1. JFET và MOSFET hoạt động trên sự điều khiển điện trở kênh dẫn bởi điện trường (điện trường này do điện áp trên hai ngõ vào sinh ra, còn dòng điện vào luôn xấp xỉ bằng 0). Từ đó điều khiển dòng điện ra. Do đặc điểm này, người ta xếp transistor trường vào loại linh kiện điều khiển bằng điện áp , trong khi BJT thuộc loại điều khiển bằng dòng điện (BJT có ngõ vào là chuyển tiếp P – N phân cực thuận, dòng điện vào biến đổi nhiều theo tín hiệu, còn điện áp vào thay đổi rất ít).

2. Dòng điện máng I_D tạo nên bởi chỉ một loại hạt dẫn (hạt dẫn đa số của kênh) do đó transistor trường thuộc loại đơn cực tính. Do không có vai trò của hạt dẫn thiểu số, không có quá trình sản sinh và tái hợp của hai loại hạt dẫn nên tham số của FET ít chịu ảnh hưởng của nhiệt độ. Tạp âm nội bộ cũng bé hơn BJT.

3. Ngõ vào của FET có điện trở rất lớn, dòng điện vào gần như bằng không nên mạch vào hầu như không tiêu thụ năng lượng . Điều này đặc biệt thích hợp cho việc khuếch đại các nguồn tín hiệu yếu, hoặc nguồn có nội trở lớn.

4. Vai trò của cực nguồn (S) và cực máng (D) có thể đổi lẫn cho nhau mà tham số của FET không thay đổi đáng kể.

5. Kích thước các điện cực S, G, D có thể giảm xuống rất bé (dựa trên công nghệ MOS), thu nhỏ thể tích transistor một cách đáng kể và nhờ đó transistor trường rất thông dụng trong các vi mạch có mật độ tích hợp cao.

6. Cuối cùng, cũng như BJT, FET có thể mắc theo 3 sơ đồ cơ bản: mạch nguồn chung (viết tắt S.C), máng chung (D.C) và cửa chung (G.C). Mạch nguồn chung có dạng tương tự như mạch E chung của BJT. Mạch máng chung có dạng tương tự như mạch C chung của BJT. Còn mạch cửa chung trên thực tế ít dùng.

BÀI 9 HỌ LINH KIỆN 4 LỚP BÁN DẪN

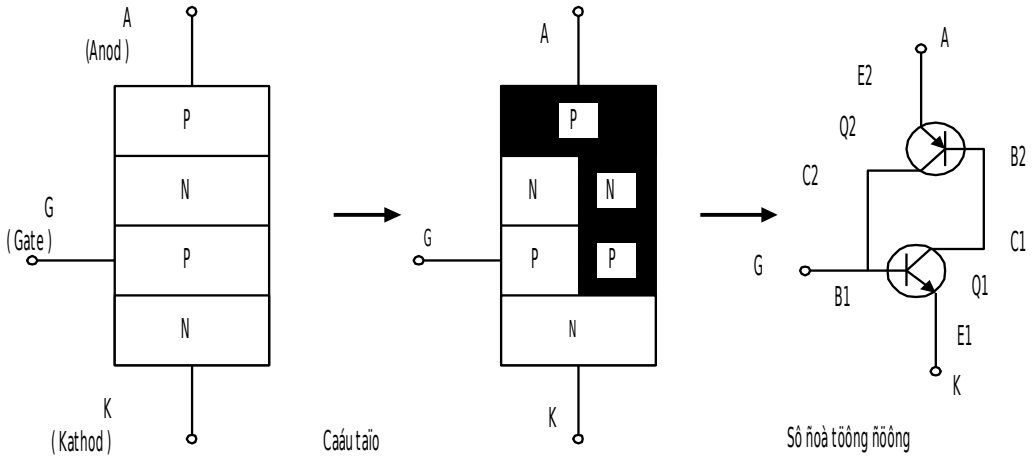
I – THYRISTOR (Silicon Controlled Rectifier – SCR):

1 – Cấu tạo :

SCR có cấu tạo gồm 4 lớp bán dẫn khác loại được ghép nối tiếp xen kẽ nhau (PNPN) và đưa ra 3 cực (hình 103):

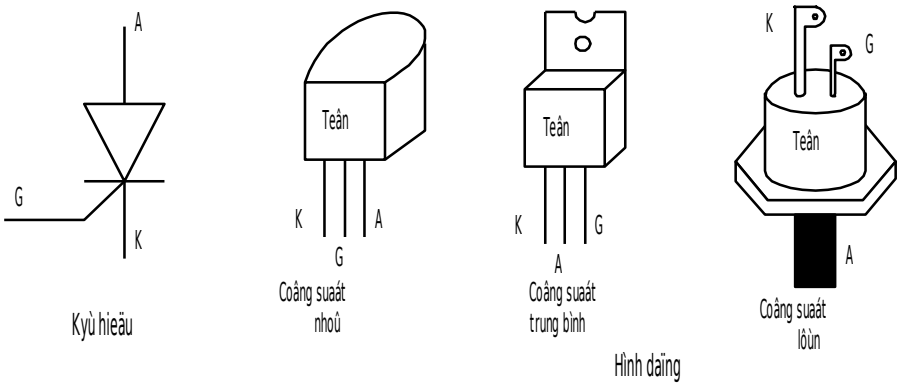
- Anod (A): cực dương .
- Kathod (K): cực âm.
- Gate (G): Cực cửa hay cực điều khiển.

Để dễ giải thích nguyên lý hoạt động của SCR, người ta có thể xem mô hình SCR giống như 2 transistor khác loại (một PNP và một NPN) ghép với nhau theo kiểu cực B của transistor PNP nối với cực C của transistor NPN và ngược lại cực B của transistor NPN nối với cực C của transistor PNP.



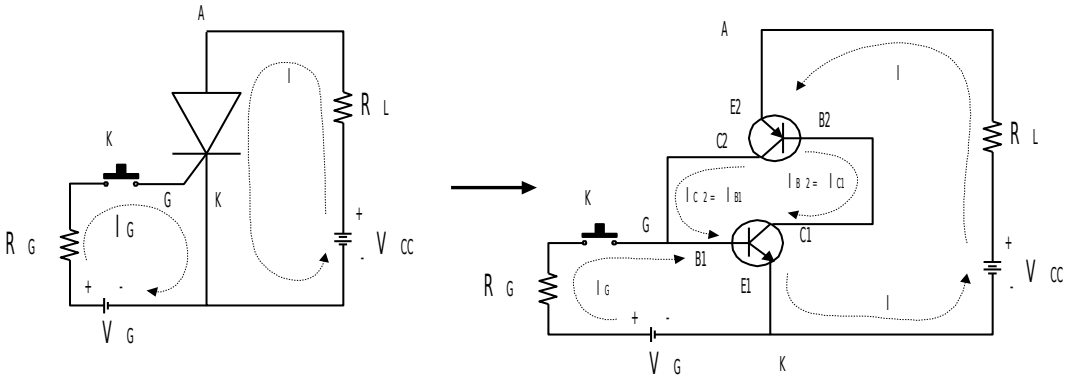
Hình 103: Caáu taïo vaø sô ñoà töông ñöông cuûa thyristor

2 – Ký hiệu và hình dạng (hình 104):



Hình 104: Kyù hieäu vaø hình daïng cuûa Thyristor

3 – N



Hình 105: Nguyeân lyù hoaït ñoäng cuûa Thyristor

Khi SCR được phân cực thuận dưới điện áp một chiều, Anod nối vào cực dương , Kathod nối với cực âm của nguồn (hình 105).

Khi chưa nhấn khóa K, cực G của SCR chưa có điện áp ($V_G = 0$) thì transistor Q1 chưa có dòng phân cực nên ngưng dẫn, dòng $I_{C1} = 0$ nên dòng $I_{B2} = 0$ làm Q2 cũng ngưng dẫn. Như vậy trong trường hợp này, SCR không dẫn điện nên không có dòng điện chạy ở mạch ngoài (I = 0). Thực ra , trong trường hợp này vẫn có dòng điện rỉ rất nhỏchạy qua Q1 và Q2.

Khi nhấn khóa K, tại cực G của SCR có $V_G > 0$ làm cho cực B1 của transistor Q1 được phân cực nên tạo thành dòng I_{B1}. Transistor Q1 dẫn điện nên có dòng I_{C1} lớn hơn I_{B1} nhiều lần. Dòng I_{C1} cũng chính là dòng phân cực I_{B2} của Q2 nên Q2 dẫn điện tạo ra I_{C2} lớn hơn I_{B2} nhiều lần. Dòng I_{C2} cũng chính là dòng phân cực I_{B1} của Q1 làm cho Q1 dẫn mạnh hơn và cứ như vậy, hai transistor thúc đẩy nhau nhanh chóng chuyển sang trạng thái dẫn bão hòa. Nhờ đó SCR vẫn tiếp tục duy trì trạng thái dẫn điện mặc dù không còn điện áp kích V_G. Dòng điện I qua SCR sẽ tăng đột ngột, đồng thời điện áp V_{AK} trên SCR giảm nhỏ giống như khi Diode được phân cực thuận (V_{AK} 0,7V).

Khi SCR đã dẫn điện thì điện áp V_{AK} 0,7V nên dòng điện chạy I qua SCR được tính:

$$I \quad \frac{V_{CC} \quad V_{AK}}{R_L} \quad \frac{V_{CC} \quad 0,7V}{R_L} \quad \frac{V_{CC}}{R_L}$$

Qua thực nghiệm người ta thấy rằng khi điện áp phân cực V_{CC} càng lớn thì SCR càng dễ dẫn điện (điện áp kích V_G càng nhỏ) và ngược lại.

Trong trường hợp không có điện áp kích V_G , nếu ta tăng điện thế phân cực thuậnV_{AK} lên đến một trị số bằng điện thế ngập V_{BO} thì lúc đó trị số của dòng điện rỉ qua Q1 và Q2 tăng lên tức là dòng I_B của Q1 và Q2 tăng lên đủ để tạo ra dòng I_C. Khi đã có dòng I_C thì Q1 và Q2 sẽ thúc đẩy nhau nhanh chóng chuyển sang trạng thái bão hòa tương tự như trường hợp có điện áp kích V_G . SCR sẽ chuyển sang trạng thái dẫn bão hòa, khi đó nếu giảm điện áp V_{AK} xuống nhỏ hơn điện áp ngập thì trạng thái dẫn bão hòa của SCR vẫn không thay đổi. Trường hợp mở SCR này không được sử dụng vì khi tăng điện áp phân cực thuận cho SCR cũng là thay đổi điện áp cung cấp cho tải mà SCR điều khiển.

Khi SCR đã dẫn điện, muốn làm cho SCR ngưng dẫn thì ta ngắt dòng điện chạy qua SCR.

So sánh điều kiện dẫn điện của transistor và SCR:

Transistor muốn có dòng đi qua thì cần điện áp phân cực cho cực B thường trực còn SCR không cần điện áp V_G thường trực (chỉ cần điện áp V_G kích ban đầu).

Transistor có 3 trạng thái hoạt động là ngưng dẫn, khuếch đại và dẫn bão hòa còn SCR chỉ có hai trạng thái là ngưng dẫn và dẫn bão hòa.

Ứng dụng: do chỉ có hai trạng thái hoạt động nên SCR thường được ứng dụng như một công tắc để điều khiển đóng (SCR ở chế độ dẫn bão hòa) và mở (SCR ở chế độ ngưng dẫn) dòng điện cung cấp cho tải.

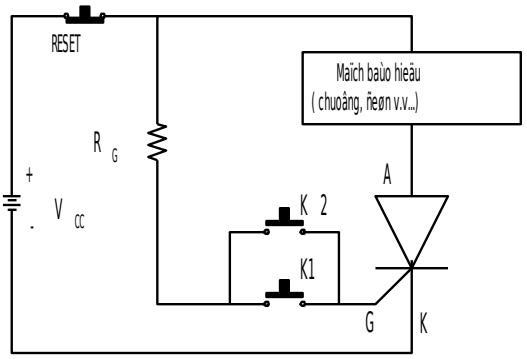
Thí dụ:

Mạch báo động đơn giản (hình 106):

Mạch này không chỉ ứng dụng báo trộm mà còn có thể báo hiệu trong nhiều lĩnh vực khác như báo nước đầy, báo quá áp suất nồi hơi v.v…

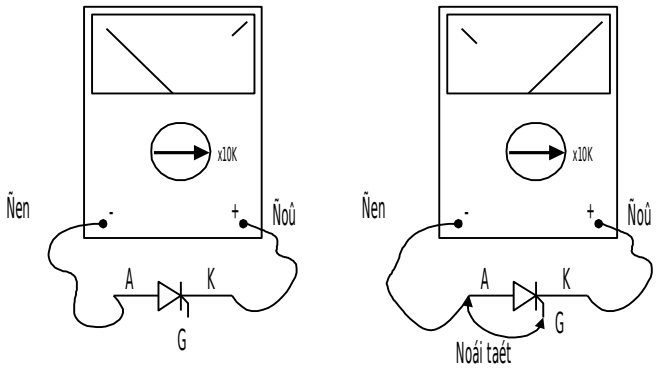
Nguyên lý làm việc :

Bình thường, cực G của SCR không có điện áp nên SCR ngưng dẫn nên mạch báo hiệu không được cấp nguồn nên không hoạt động. Khi có tác động làm khóa K1 hoặc K2 nhấn thì cực G của SCR có điện áp kích làm cho SCR dẫn bão hòa cấp nguồn cho mạch báo hiệu hoạt động (đèn sáng, chuông kêu v.v…). Khi muốn SCR ngưng dẫn thì nhấn nút RESET.



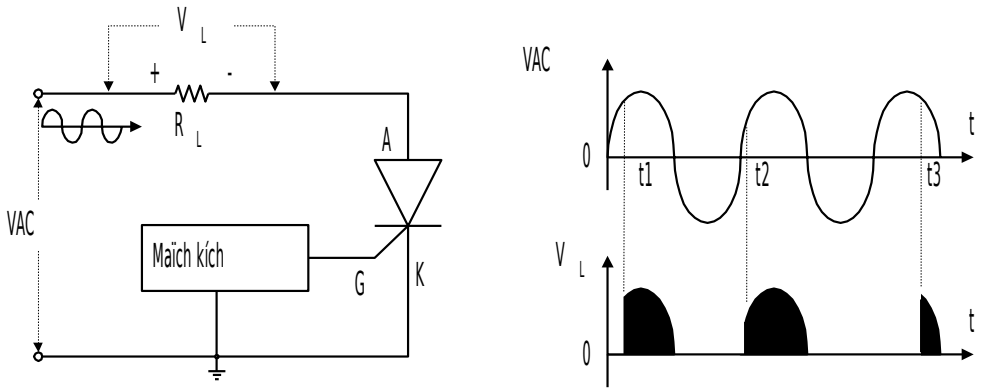
4 – Cách đo kiểm tra SCR:

Dùng VOM đặt ở thang đo ôm x10K (Nối que đen của đồng hồ (cực dương pin) với cực A của SCR, nối que đỏ của đồng hồ (cực âm pin) với cực K của SCR , kim đồng hồ phải chỉ vô cùng (hở mạch). Nối tắt A- G của SCR kim đồng hồ phải chỉ trị số điện trở rất nhỏ, khi buông nối tắt ra mà kim đồng hồ vẫn giữ nguyên là SCR tốt.



Hình 107: Ño kieåm tra SCR

5 – Các mạch nắn điện dùng SCR:



Hình 108: Maïch naén baùn kyø duøng SCR

Đối với các mạch nắn điện dùng SCR thì thường đặt SCR ở phía sau tải để có Kathod nối xuống điểm chung mass. Điều này giúp cho việc tính toán các mạch tạo điện áp kích được dễ dàng (hình 108).

Điều kiện để SCR dẫn điện là phải được phân cực thuận với $V_{AK} > 0$, đồng thời phải có dòng kích ($I_G > 0$) vào thời điểm cần kích.

Khi nguồn AC có bán kỳ dương , SCR được phân cực thuận, nhưng nếu không kích một xung dương vào cực G thì SCR vẫn không dẫn điện, ta có thể xem SCR như một công tắc hở mạch. Khi đó điện áp trên tải $V_L = 0$, toàn bộ điện áp nguồn đặt trên SCR. Khi nguồn AC có bán kỳ dương và có điện áp V_G kích cho cực G thì SCR lập tức chuyển sang trạng thái dẫn bão hòa, lúc đó ta có thể xem SCR như một công tắc đóng lại cấp nguồn cho tải, toàn bộ điện áp nguồn đặt lên tải. SCR sẽ duy trì trạng thái dẫn điện đến hết bán kỳ dương .

Khi hết bán kỳ dương ,điện áp nguồn AC trở về giá trị 0V nên dòng điện qua SCR cũng không còn và tiếp tục đến bán kỳ âm của nguồn AC, SCR bị phân cực nghịch nên ngưng dẫn. Điện áp trên tải bằng 0V.

Đến bán kỳ dương tiếp theo, muốn SCR dẫn điện trở lại thì phải kích một xung dương cho cực G .

Như vậy, nếu ta thay đổi được thời điểm cung cấp điện áp kích cho SCR thì cũng thay đổi được thời điểm dẫn điện của SCR trong một bán kỳ do đó điều khiển được điện áp trung bình đặt lên tải tức là điều khiển được chế độ hoạt động của tải.

Ứng dụng của mạch nắn điện bán kỳ: dùng để điều khiển độ sáng của bóng đèn, điều khiển tốc độ động cơ DC …(hình 109). Nguyên lý như sau:

Tác dụng linh kiện:

Diode D: lấy bán kỳ dương của nguồn AC cung cấp cho mạch kích.

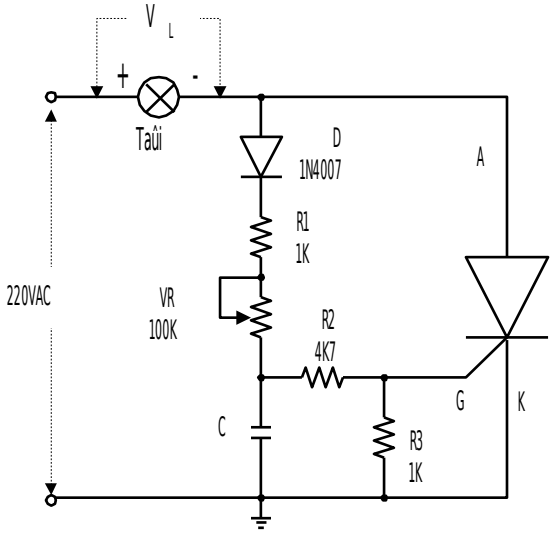
R1 và VR: hạn chế và điều khiển dòng nạp cho tụ C (thay đổi thời hằng).

R2 và R3: cầu phân thế để lấy điện áp trên tụ C để cung cấp cho cực G của SCR.

Nguyên lý hoạt động :

Giả sử khi nguồn AC bắt đầu ở bán kỳ dương thì SCR và D đều được phân cực thuận, nhưng SCR chưa dẫn điện ngay vì $V_G = 0$. Tụ C bắt đầu nạp điện qua tải R1 VR C mass. Điện áp trên tụ C tăng dần đến khi đạt trị số 6V thì điện áp V_G 1V (nhờ cầu phân thế) đủ để tạo dòng kích cho SCR dẫn điện.

Khi SCR dẫn điện thì điện áp V_{AK} chỉ còn khoảng 0,7V , điện áp nguồn



Hình 109: Maïch ñieàu khieån ñieän aùp cho taûi DC

hầu như đặt hết lên tải và trạng thái này sẽ duy trì hết bán kỳ dương của nguồn AC. Tụ C xả điện qua R2 và R3 mắc song song với mối nối GK của SCR.

Khi hết bán kỳ dương, điện áp nguồn AC trở về giá trị 0V nên dòng điện qua SCR cũng không còn và tiếp tục đến bán kỳ âm của nguồn AC, SCR bị phân cực nghịch nên ngưng dẫn. Điện áp trên tải bằng 0V. Trong thời gian SCR ngưng dẫn thì tụ C không được nạp điện vì Diode D bị phân cực nghịch.

Đến bán kỳ dương tiếp theo của điện áp nguồn AC thì quá trình lại diễn ra như ban đầu

Khi ta điều chỉnh biến trở VR làm cho thời hằng nạp của tụ C thay đổi tức là thay đổi được thời điểm điện áp trên tụ đạt đến giá trị 6V và thay đổi thời điểm đưa xung kích vào cực G để thay đổi thời điểm dẫn điện của SCR trong bán kỳ dương làm thay đổi giá trị trung bình của điện áp đặt trên tải và qua đó điều khiển được chế độ hoạt động của tải.

Lưu ý: Diode D không được mắc trước tải vì khi SCR thông mạch thì điện áp nguồn vẫn tiếp tục nạp cho tụ C nên sau vài chu kỳ của điện áp nguồn thì mạch sẽ hoạt động sai chế độ.

b) Nắn toàn kỳ:

Có thể sử dụng mạch nắn điện toàn kỳ dùng 4 SCR mắc kiểu cầu, nhưng việc điều khiển thời điểm đóng mở của 4 SCR là rất khó khăn do đó người ta không dùng.

Tuy nhiên vẫn có thể sử dụng SCR để điều khiển tải DC bằng cách sử dụng một bộ nắn cầu Diode bình thường để cung cấp điện áp DC cho mạch điều khiển đã trình bày ở mạch điều khiển điện áp trên.

6 – Các thông số cần quan tâm của SCR:

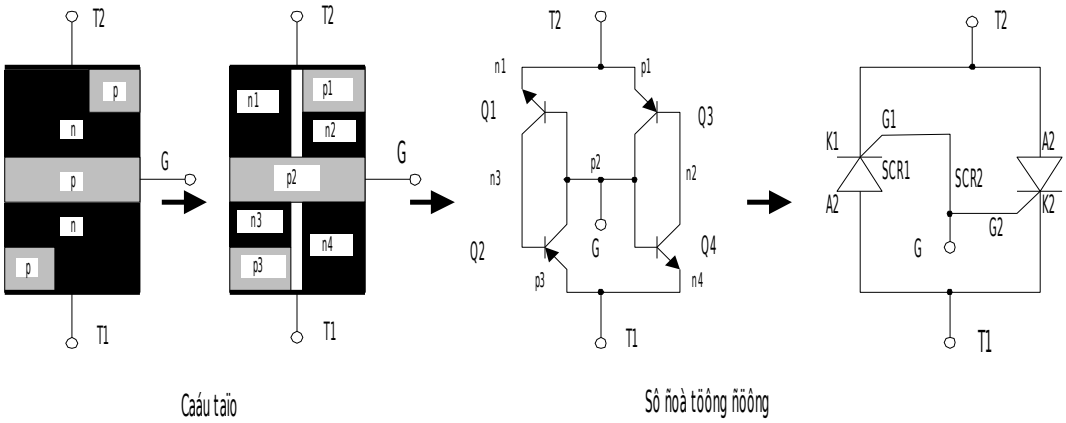
Dòng điện làm việc cực đại: là dòng điện lớn nhất cho phép chạy qua SCR mà không làm hỏng SCR. Trên thực tế, SCR được sản xuất với các loại có dòng điện làm việc khác nhau từ vài trăm mA đến hàng trăm A.

Điện áp ngược cực đại: là điện áp ngược lớn nhất cho phép đặt trên hai đầu SCR mà không làm hỏng SCR.

Điện áp ngưỡng V_{BO} (điện thế ngập): khi điện áp phân cực thuận đạt đến giá trị V_{BO} thì SCR sẽ tự dẫn điện không cần điện áp kích V_G.

II – TRIAC

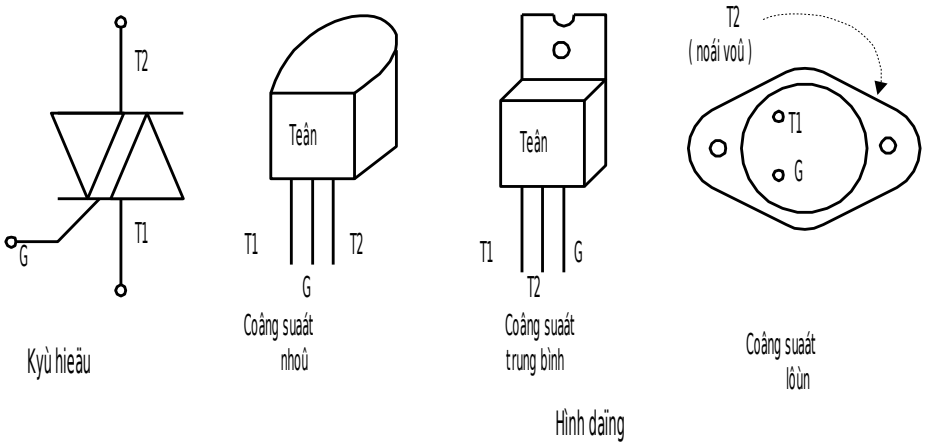
(Triod AC Semiconductor Switch – công tắc bán dẫn xoay chiều 3 cực):



Hình 110: Caáu taïo vaø sô ñoà töông ñöông cuûa Triac

Triac được cấu tạo bởi các lớp bán dẫn khác loại xếp xen kẽ nhau. Để đơn giản, ta có thể xem triac như hai SCR mắc song song đảo đầu (ngược chiều nhau) có cực G nối chung nên nó hoạt động đóng mở được với nguồn AC (hình 110). Triac không phân biệt cực Anod và cực Kathod mà gọi là cực T1 và cực T2 (hoặc cực A1 và cực A2).

2 – Ký hiệu và hình dạng:



Hình 111: Kyù hieäu vaø hình daïng cuûa Triac

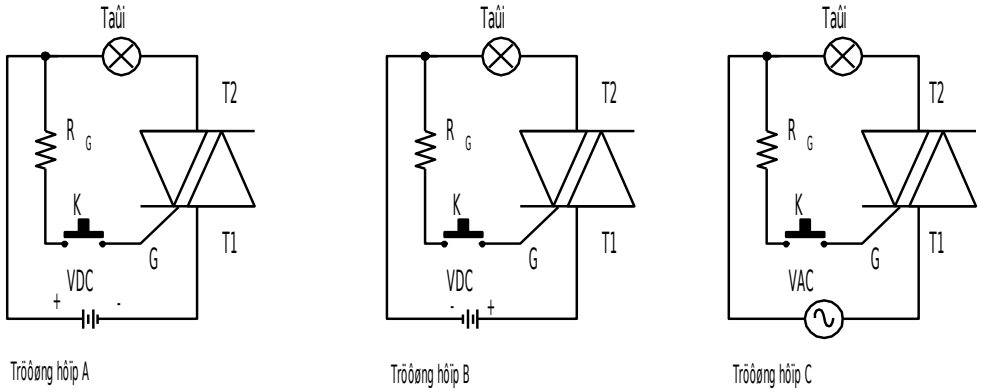
3 –

Theo cấu tạo thì ta có thể khảo sát đặc tính triac như làm thí nghiệm trên 2 SCR theo các trường hợp sau (hình 112):

Trường hợp A: Khi T2 có điện thế dương , T1 có điện thế âm và cực G được kích một xung dương thì triac dẫn điện theo chiều từ T2 đến T1.

Trường hợp B: Khi T2 có điện thế âm và T1 có điện thế dương và cực G được kích một xung âm thì triac sẽ dẫn điện theo chiều từ T1 đến T2.

Trường hợp C: Khi được mắc vào nguồn điện xoay chiều thì lúc nguồn có bán kỳ dương , cực G cần được kích một xung dương . Lúc nguồn có bán kỳ âm , cực G cần được kích một xung âm . Và như vậy triac dẫn điện theo cả hai chiều nên nó có thể

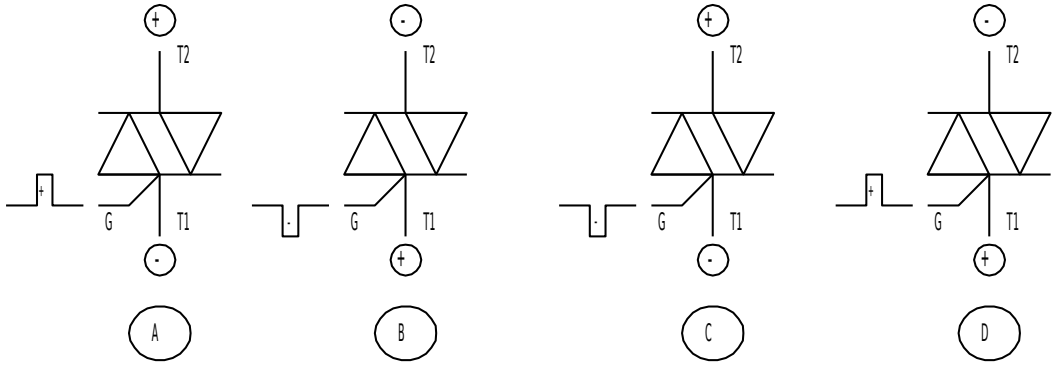


Tröôøng hôïp A Tröôøng hôïp B Tröôøng hôïp C

Hình 112: Caùc tröôøng hôïp phaân cöïc cho Triac

Các cách kích mở triac:

Thực tế thì triac có thể được kích mở bằng 4 cách như hình 113.



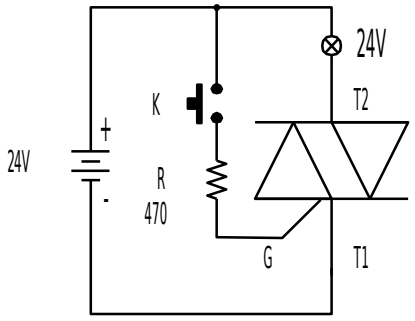
Hình 113: Caùc caùch kích moû Triac

Trong đó các cách A và B nhạy hơn các cách C và D. Tức là ở cách A và B chỉ cần dòng kích cho cực G nhỏ (hay điện áp V_G nhỏ) đã kích mở được triac. Còn cách C và D cần dòng kích cho cực G lớn hơn mới mở được triac.

4 – Cách kiểm tra triac:

Ta có thể dùng VOM kiểm tra triac tương tự như kiểm tra SCR. Nhưng đối với các triac công suất lớn thì việc kiểm tra bằng VOM không có kết quả, ta có thể kiểm tra triac và SCR công suất lớn theo sơ đồ (hình 114).

Đặt hai đầu T1 và T2 vào nguồn 20V. Đầu tiên, đèn không sáng. Nhấn khóa K, đèn sáng lên, buông khóa K đèn vẫn sáng. Đảo đầu T1 và T2 thử lại thấy hiện tượng như trên là triac còn tốt. Đối với SCR thì ta chỉ cần thử một lần với cực dương nguồn đặt vào cực A và âm nguồn đặt vào cực K của SCR sau đó thử như trên.



Hình 114: Maïch kieåm tra Triac vaø SCR

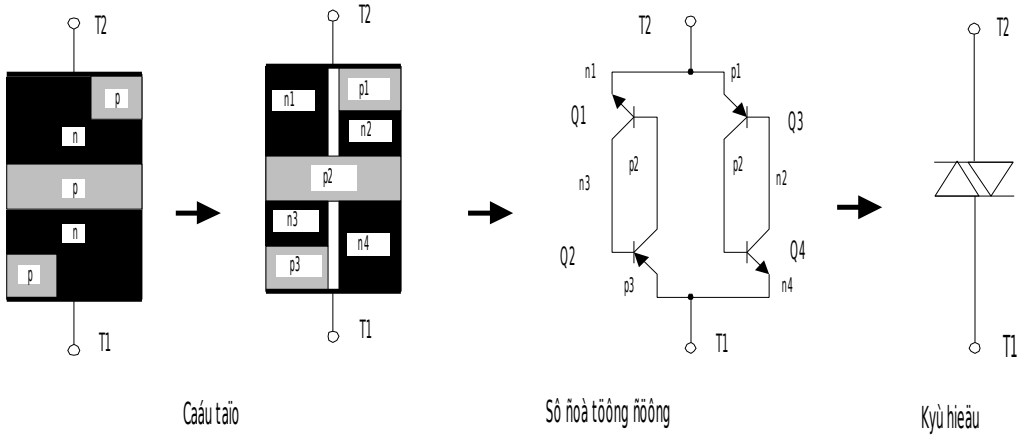
III – Diac (Diode AC):

Có rất nhiều linh kiện được sử dụng để kích mở triac nhưng thông dụng và đơn giản nhất vẫn là Diac.

1 – Cấu tạo:

Cấu tạo của Diac giống như triac nhưng không có cực cổng (G) mà chỉ có cực T1 và cực T2.

Hình 115 trình bày cấu tạo , sơ đồ tương đương và ký hiệu của Diac.



Caáu taïo Sô ñoà töông ñöông Kyù hieäu

Hình 115: Caáu taïo , sô ñoà töông ñöông vaø kyù hieäu cuûa Diac

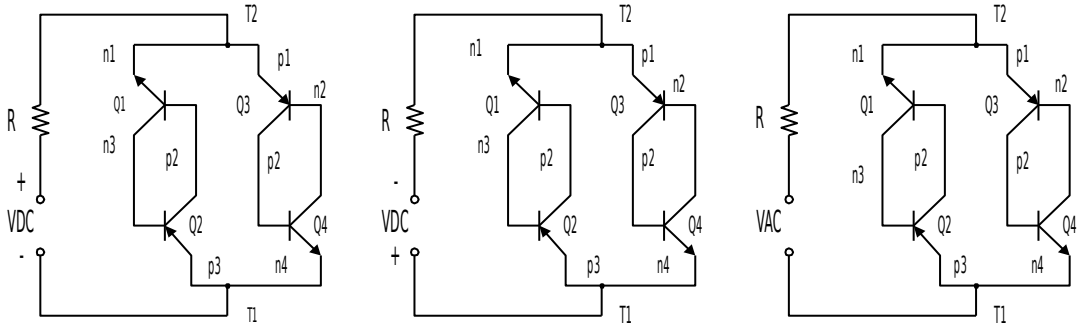
2 – Nguyên lý hoạt động:

Ta xét các trường hợp sau (hình 116):

Trường hợp 1: T2 của Diac nối với cực dương của nguồn DC, T1 nối với cực âm của nguồn. Khi điện áp nguồn nhỏ hơn điện áp ngưỡng V_{BO} , Q3 và Q4 được phân cực thuận nhưng do không có dòng I_B nên chúng ngưng dẫn. Trong Diac chỉ có dòng điện rỉ rất nhỏ không đáng kể. Diac ngưng dẫn, điện trở của Diac vô cùng lớn, toàn bộ điện áp nguồn đặt lên Diac (điện áp trên hai cực của Diac bằng điện áp nguồn). Khi điện áp nguồn tăng lên đến giá trị bằng V_{BO} (khoảng 28V đến 40V) thì giá trị dòng điện rỉ tăng lên đủ lớn để sinh ra dòng I_B của Q3 và Q4 do đó sinh ra dòng I_C . Mà dòng I_C của Q3 chính là I_B của Q4 và ngược lại, do đó khi đã xuất hiện dòng I_C thì Q3 và Q4 thúc đẩy nhau nhanh chóng chuyển sang trạng thái dẫn bão hòa tức là Diac đã dẫn điện, dòng điện chạy qua Diac theo chiều từ cực T2 đến T1, lúc này điện áp trên Diac sụt xuống (điện trở của diac giảm xuống) và dòng qua Diac tăng vọt , điện áp nguồn đặt phần lớn trên điện trở R.

Trường hợp 2: T1 nối với cực dương của nguồn DC, T2 nối với cực âm của nguồn. Quá trình xảy ra tương tự như trường hợp 1 nhưng trong trường hợp này thì Q1 và Q2 làm việc và dòng điện qua Diac theo chiều từ T1 đến T2.

Trường hợp 3: T2 và T1 nối với hai cực của nguồn xoay chiều. Khi điện áp nguồn có bán kỳ dương thì quá trình xảy ra như trường hợp 1 và khi điện áp nguồn AC có bán kỳ âm thì quá trình xảy ra như trường hợp 2. Như vậy, qua trên ta thấy Diac có thể hoạt động với cả điện áp một chiều và điện áp xoay chiều.

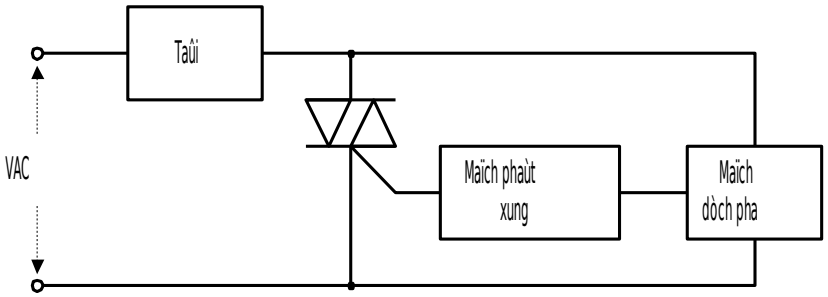


Tröôøng hôïp 1 Tröôøng hôïp 2 Tröôøng hôïp 3

Hình 116: Caùc tröôøng hôïp phaân cöïc cho Diac

Độ chênh lệch giữa điện áp ngưỡng và điện áp trên diac khi đã dẫn điện được đưa vào cổng của triac như là xung kích để làm cho triac dẫn điện.

IV – Ứng dụng của triac và diac:



Hình 117: Sô ñoà khoái maïch ñieàu khieån ñieän aùp duøng Triac

Trong hì ng điện cung cấp cho tai AC. Mạch dịch pha co tac dụng thay doi thơi diem tạo xung để kích vào cực G của triac trong mỗi bán kỳ của nguồn AC. Mạch phát xung có tác dụng tạo ra xung kích vào cực G của triac vào đúng thời điểm do mạch dịch pha quyết định. Mạch phát xung có thể dùng nhiều dạng linh kiện khác nhau nhưng đơn giản nhất là sử dụng Diac.

Thí dụ:

Mạch Dimmer (hình 118):

Tác dụng linh kiện:

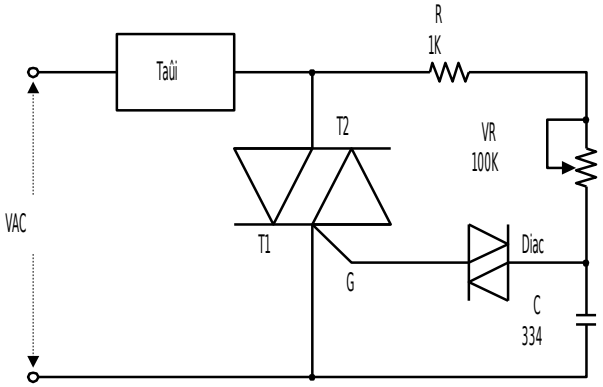
Tải : là thiết bị tiêu thụ điện AC như bóng đèn, động cơ, quạt , bếp điện v.v…

Triac : đóng vai trò như một công tắc đóng mở điều khiển dòng qua tải.

Diac : đóng vai trò mạch phát xung.

VR và C: đóng vai trò mạch dịch pha.

R : hạn chế dòng qua diac khi VR điều chỉnh về giá trị nhỏ nhất.



Hình 118: Maïch Dimmer

Nguyên lý làm việc:

Khi mới cấp nguồn cho mạch, giả sử điện áp nguồn có bán kỳ dương ,tụ C chưa được nạp điện nên điện áp trên tụ bằng 0V, triac chưa được kích nên ngưng dẫn do đó không có dòng điện qua tải, tải không hoạt động.

Sau một thời gian, điện áp trên tụ C tăng dần do có dòng nạp cho tụ từ nguồn qua tải, qua điện trở R và biến trở VR. Khi điện áp trên tụ C đạt giá trị bằng điện áp ngưỡng của diac làm diac dẫn điện đưa một xung dương kích vào cực G của triac làm triac dẫn điện cho phép dòng điện chạy qua tải. Tụ C xả điện qua diac và mối nối G – T1 của triac. Đến hết bán kỳ dương , điện áp nguồn về giá trị 0V nên triac và diac lại ngưng dẫn do bị mất dòng điện chạy qua.

Sang bán kỳ âm, tụ C được nạp điện theo chiều ngược lại, khi điện áp trên tụ đạt đến V_{Bo} thì diac lại dẫn điện kích một xung âm vào cực G của triac làm triac dẫn điện cho phép dòng điện chạy qua tải.

Quá trình cứ thế tiếp tục ở các bán kỳ tiếp theo của điện áp nguồn.

Khi ta điều chỉnh VR thì thời gian nạp của tụ C thay đổi tức là thay đổi thời điểm dẫn điện của diac và qua đó thay đổi thời điểm dẫn điện của triac. Khi thời điểm dẫn điện của triac thay đổi thì giá trị trung bình của dòng điện qua tải thay đổi do đó chế độ hoạt động của tải thay đổi tức là độ sáng của bóng đèn, độ nóng của bếp, tốc độ của quạt thay đổi.

BÀI 10 VI MẠCH TÍCH HỢP

(Integrated Circuit – IC)

I – Các khái niệm:

1 – Vi điện tử và vi mạch tích hợp:

Các transistor đã nhỏ, nhưng khi ghép nhiều transistor với các linh kiện thụ động để thực hiện một chức năng nào đó thì vẫn tạo thành khối lớn. Ngoài ra, do chế tạo rời rạc nên các thông số của chúng không hoàn toàn giống nhau, thí dụ hai transistor cùng ký hiệu vẫn có khác nhau, do đó khi ghép nhiều linh kiện rời rạc lại sẽ không đảm bảo độ tin cậy cao cho mạch được tạo thành. Đó là chưa kể đến các liên kết ký sinh giữa các cực của linh kiện, các đường dây dẫn; và còn nhiều yếu tố khác nữa, trong đó yếu tố kinh tế đóng vai trò quan trọng. Với kỹ thuật chế tạo linh kiện bán dẫn kiểu mới, người ta đã tích hợp nhiều linh kiện rời trên một miếng tinh thể có kích thước rất nhỏ và gọi là vi mạch tích hợp (IC). IC được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực: tính toán, điều khiển tự động, thông tin , đo lường v.v…

2 – Tín hiệu số và tín hiệu tương tự:

Tín hiệu số (Digital Signal): là loại tín hiệu (dòng điện hoặc điện áp) chỉ tồn tại ở 2 mức là mức cao (mức 1) và mức thấp (mức 0) do đó tín hiệu số còn được gọi là tín hiệu rời rạc. Ưu điểm : khả năng chống nhiễu tốt, các loại tín hiệu số được mã hóa và lưu trữ dễ dàng.

Tín hiệu tương tự (Analog Signal): ngoài tín hiệu số ra thì tất cả các loại tín hiệu khác gọi là tín hiệu tương tự. Tín hiệu tương tự có giá trị biến đổi liên tục trong khoảng từ $+V_{CC}$ đến $-V_{CC}$ nên còn được gọi là tín hiệu liên tục Ưu điểm: khả năng truyền tải thông tin lớn hơn tín hiệu số.

II – Phân loại vi mạch tích hợp:

1 – Theo tính chất của dữ kiện được xử lý bởi IC:

Vi mach tương tự (analog IC) còn gọi là IC tuyến tính (Linear IC) dùng trong các mạch xử lý tín hiệu tương tự.

Vi mạch số (Digital IC) xử lý các tín hiệu rời rạc (tín hiệu số)

Thực ra với công nghệ chế tạo hiện nay, người ta có thể chế tạo được IC thực hiện được cả hai chức năng trên.

2 – Theo công nghệ chế tạo:

Vi mạch bán dẫn còn được gọi là vi mạch đơn khối (Monolithic IC): Các phần tử tích cực hay thụ động được chế tạo trên một đơn tinh thể bán dẫn mà thường là Silic (loại P hoặc loại N) vật liện bán dẫn này dùng làm đế, trên đó tích hợp các phần tử khác nhau.

Vi mạch màng mỏng: Đế là Céramic hoặc thủy tinh cách điện. Tất cả các phần tử muốn tích hợp đều thực hiện theo phương pháp bốc hơi trong chân không để tạo sự lắng đọng vật chất trên đế. Ưu điểm lớn nhất của IC màng mỏng là có sự cách ly tốt giữa các phần tử được tích hợp.

Vi mạch màng dày: Phần tử R và C được hình thành ngay trên đế bán dẫn bằng phương pháp khắc hình qua khuôn, còn transistor được thêm vào như một tinh thể riêng rẽ.

Vi mạch lai: việc tích hợp các phần tử được thực hiện bằng cả hai công nghệ chế tạo vi mạch bán dẫn và vi mạch màng mỏng. Đế thường là céramic và đặc biệt là các transistor công suất lớn cũng có thể tích hợp được .

3 – Theo loại transistor có trong vi mạch:

Vi mạch lưỡng cực: transistor được tích hợp trong vi mạch là loại transistor lưỡng cực.

Vi mạch MOS: transistor được tích hợp trong vi mạch là loại transistor MOSFET.

4 – Theo số phần tử tích hợp trong vi mạch:

Vi mạch SSI: số phần tử tích hợp < 12.

Vi mạch MSI: số phần tử tích hợp < 100.

Vi mạch LSI: số phần tử tích hợp < 1000.

Vi mạch VLSI: số phần tử tích hợp >1000.

Vi mạch LSI và VLSI chủ yếu là loại vi mạch MOS.

Vi mạch đơn khối được sản xuất nhiều nhất do giá thành rẻ, thời gian chuyển mạch nhỏ, số phần tử tích hợp khá cao.

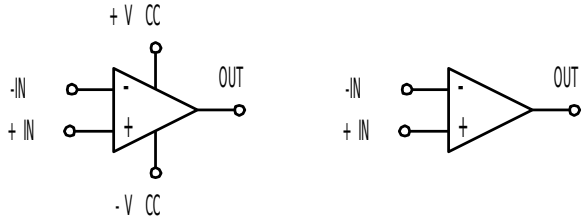
III – Một số loại vi mạch thường gặp:

1 – Bộ khuếch đại thuật tóan : (Operational Amplifier – OPAMP)

a) Bộ khuếch đại thuật tóan lý tưởng :

Bộ khuếch đại thuật toán là một bộ khuếch đại điện áp DC có hệ số khuếch đại rất lớn được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật điện tử để tạo ra các mạch khuếch đại , mạch dao động tạo ra các dạng sóng, mạch thực hiện các phép toán v.v…Khuếch đại thuật toán được chế tạo theo công nghệ vi mạch tích hợp đặt trong vỏ bằng kim loại hoặc plastic.

Ký hiệu (hình 119):



Hình 119: Kyù hieäu OPAMP

+IN : Ngõ vào thuận (không đảo).

-IN : Ngõ vào đảo.

$+V_{CC}$: Cấp nguồn dương .

$-V_{CC}$: Cấp nguồn âm.

OUT : Ngõ ra.

Thông thường , OPAMP được cấp nguồn đối xứng V_{CC} = 6V 15V.

Đôi khi, OPAMP được cấp nguồn đơn: $-V_{CC} = 0V$; $+V_{CC} = 12$ 30V.

Tính chất của OP – AMP lý tưởng :

Hệ số khuếch đại vòng hở: Avo (Thực tế Avo > 10 000)

Điện trở ngõ vào: R_{IN} (loại BJT $R_{IN} > 1M$, loại FET $R_{IN} > 1000$ M)

Điện trở ngõ ra R_{OUT} 0 (thường $R_{OUT} < 1$).

Dải thông vô cùng lớn (f =).

Hệ số nhiễu bằng không (S / N =).

Từ các tính chất trên ta suy ra các hệ quả sau:

Do hệ số khuếch đại lớn vô cùng nên $V_{in}^+ = V_{in}^-$ hay $V_{in}^+ - V_{in}^- = 0$ tức là điện thế trên hai ngõ vào bằng nhau hay hiệu điện thế giữa hai ngõ vào bằng 0.

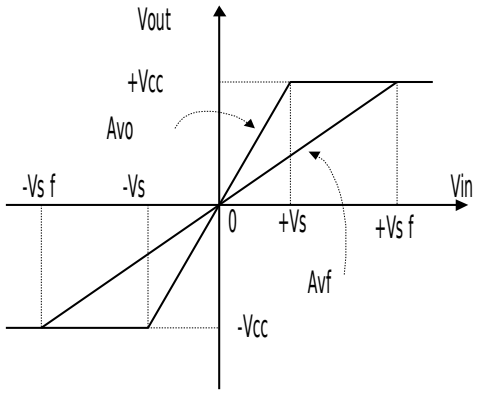
Do điện trở ngõ vào vô cùng lớn nên $I_{in}^+ = I_{in}^- = 0$ tức là ở ngõ vào không tiêu hao dòng điện tín hiệu (thực tế I_{IN} từ vài chục nA đến hàng trăm nA).

Đặc tuyến truyền đạt:

Trong hình 120 là đặc tính truyền đạt của OPAMP với:

A_{Vo} là hệ số khuếch đại vòng hở.

A_{Vf} là hệ số khuếch đại vòng kín.



Hình 120: Ñaëc tuyeán truyeàn ñaït

Theo đặc tính khuếch đại vòng hở ta thấy có 3 vùng làm việc:

Vùng khuếch đại : Vo = Avo . Vin

Với Vin = $V_{in}^+ - V_{in}^-$ nằm trong khoảng Vs

Vùng bão hòa dương :

Vo = +Vcc , Vin > Vs

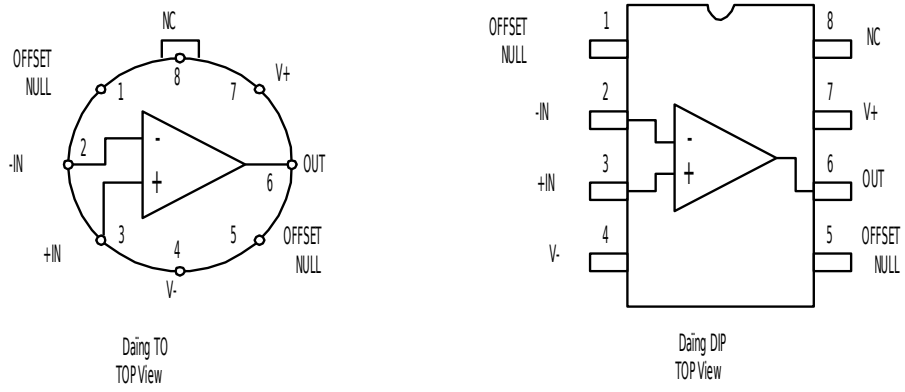
Vùng bão hòa âm:

Vo = -Vcc , Vin < -Vs

Vs là các mức ngưỡng của điện áp vào, giới hạn phạm vi mà quan hệ Vo và Vin còn là tuyến tính. Các OPAMP thường có Vs khoảng từ vài chục đến vài trăm V.

b) Khảo sát OPAMP 741:

Sơ đồ chân:

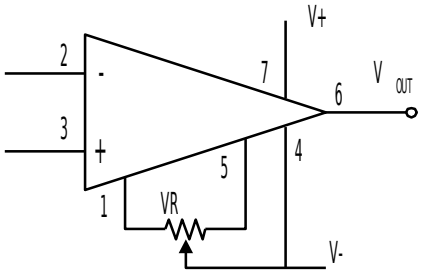


Hình 121: Sô ñoà chaân cuûa OPAMP 741

O xuất
mà OPAMP 741 có các tên khác nhau: CA 741, AD 741, A 741, LM 741, UA 741…

Chức năng các chân:

Chân 1 và 5 : OFFSET NULL – Bù điểm 0. Theo lý thuyết , nếu $V_{in}^{+} = V_{in}^{-}$ thì $V_{out} = 0$, nhưng thực tế thì V_{out} 0 nên người ta dùng chân 1 và chân 5 để điều chỉnh cho $V_{out} = 0$ theo sơ đồ hình 122.



Hình 122: Ñieàu chænh ñieåm 0 cho OPAMP 741

Chân 2 : Ngõ vào đảo.

Chân 3 : Ngõ vào không đảo.

Chân 4 : Chân nguồn cấp điện âm.

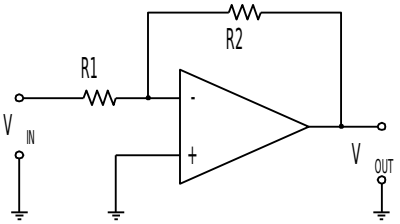
Chân 6: Ngõ ra.

Chân 7: Chân nguồn cấp điện dương .

Chân 8: NC – No connect : chân bỏ trống (không nối bên trong OPAMP).

c) Một số mạch ứng dụng của OPAMP:

Khuếch đại đảo (đảo pha) (hình 123):



Hình 123: Maïch khueách ñaïi ñaûo

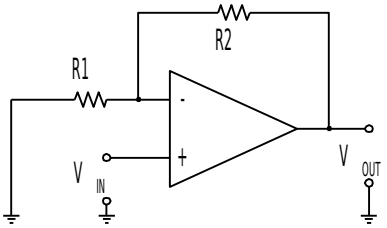
Điện áp ra:

$$V_{OUT} \quad \frac{R2}{R1} \quad V_{IN}$$

Hệ số khuếch đại :

$$A_{V\,f} \quad \frac{R2}{R1}$$

Khuếch đại không đảo (hình 124):



Hình 124: Maïch khueách ñaïi khoâng ñaûo

Điện áp ra:

$$V_{OUT} \quad V_{IN}(1 \quad \frac{R2}{R1})$$

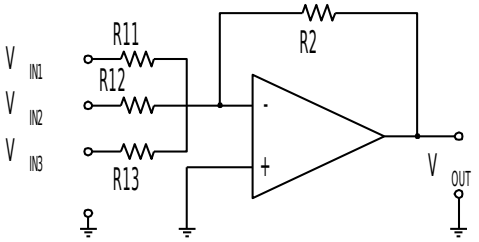
Hệ số khuếch đại :

$$A_{Vf} \quad 1 \quad \frac{R2}{R1}$$

Mạch cộng đảo (hình 125):

Điện áp ra:

$$V_{OUT} \quad (\frac{R2}{R11}V_{IN1} \quad \frac{R2}{R12}V_{IN2} \quad \frac{R2}{R13}V_{IN3})$$



Hình 125: Maïch coäng ñaûo

Nếu chọn R11 = R12 = R13 = R1 thì:

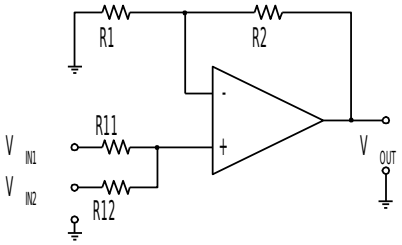
$$V_{OUT} \quad \frac{R2}{R1}(V_{IN1} \quad V_{IN2} \quad V_{IN3})$$

Nếu chọn R11 = R12 = R13 = R1 thì : $V_{OUT} = -(V_{IN1} + V_{IN2} + V_{IN3})$

Mạch cộng không đảo (hình 126):

Điện áp ra:

$$V_{OUT} \quad (1 \quad \frac{R2}{R1})x(\frac{R12}{R11 \quad R12}V_{IN1} \quad \frac{R11}{R11 \quad R12}V_{IN2})$$



Hình 126: Maïch coäng khoâng ñaûo

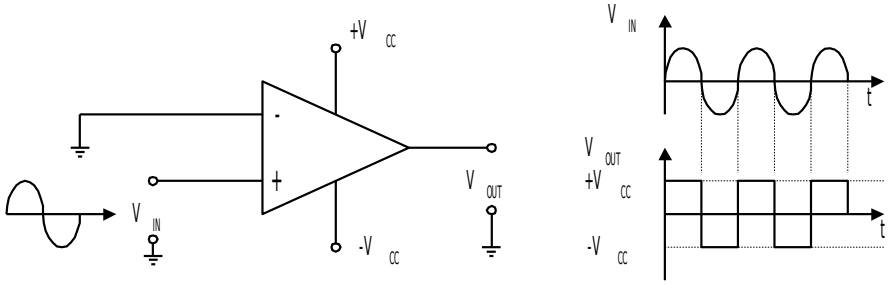
Nếu R11 = R12 = R1 = R2 thì:

$V_{OUT} = V_{IN1} + V_{IN2}$

Bộ so sánh lý tưởng (hình 127):

Khi $V_{IN} > 0$ thì $V_{OUT} = +V_{CC}$

Khi $V_{IN} < 0$ thì $V_{OUT} = -V_{CC}$



Hình 127: Maïch so saùnh lyù töôûng

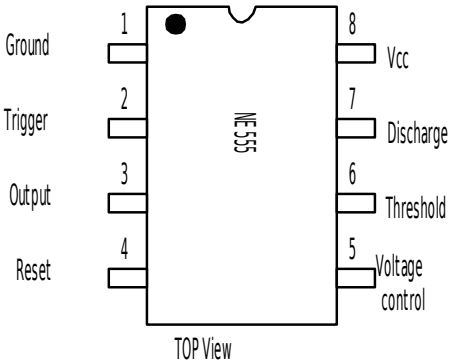
2 – Vi mạch định thời NE555:

a) **Đặc tính của NE555** (hình 128):

Chân 1: Ground – Nguồn âm.

Chân 2 : Trigger – Ngõ vào xung nảy.

Chân 3: Output – Ngõ ra.



Hình 128: Sô ñoà chaân vi maïch NE555

Chân 4: Reset – Hồi phục. Thường được sử dụng để mở rộng tính năng của vi mạch. Bình thường được nối lên cao thế V_{CC}. Nếu chân 4 nối Mass thì sẽ không có xung xuất hiện ở ngõ ra.

Chân 5: Voltage control – Điều khiển điện áp. Dùng để thay đổi thời hằng của vi mạch hay tần số xung nảy ở ngõ ra chân số 3. Bình thường chân này để hở hay nối Mass thông qua một tụ 0,001 F

Chân 6: Threshold – Ngưỡng , thềm. Dùng để nhận biết mức điện áp ở ngõ vào dựa trên hai mức chuẩn là $^1/_3$ V_{CC} và $^2/_3$ V_{CC} để điều khiển tín hiệu ở ngõ ra.

Chân 7: Discharge – Xả điện . Đường xả điện cho tụ thông qua mối nối CE của một transistor nằm bên trong vi mạch.

Chân 8: V_{CC} - Nguồn dương .

Nguồn cung cấp: + 5V đến + 15V. Thường sử dụng V_{CC} = 5V 12V.

Dòng tiêu thụ: 3mA với V_{CC} = 5V

8mA với V_{CC} = 15V

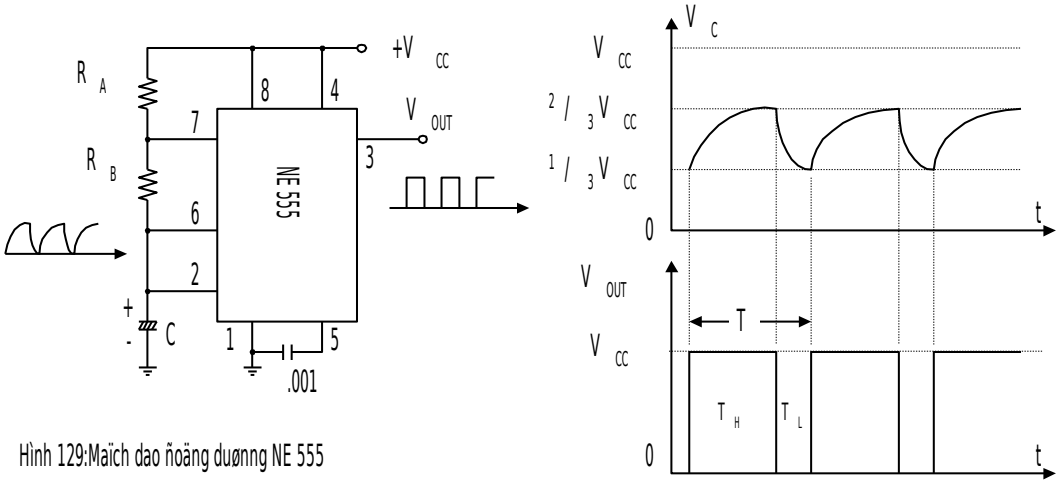
Dòng tải tối đa cho phép: I = 200mA.

Thời hằng đảm bảo từ 2 s đến 2 giờ.

b) Các mạch ứng dụng cơ bản:

Mạch dao động (astable):

Mạch dao động có dạng như hình 129 dùng để tạo xung vuông.



Hình 129:Maïch dao ñoäng duønng NE 555

Khi mới cấp điện, tụ C chưa được nạp nên điện áp trên tụ bằng 0 (U_C = 0V), ngõ ra (chân 3) của vi mạch đang ở mức cao bằng V_{CC}. Lúc này, Transistor tại chân 7 (bên trong vi mạch) ở trạng thái ngưng dẫn nên tụ C được nạp điện với điện áp nguồn thông qua hai điện trở R_A và R_B.

Khi điện áp trên tụ tăng lên đến mức $^2/_3$ V_{CC}(V_C = $^2/_3$ V_{CC}) thì ngõ ra của vi mạch đột ngột chuyển sang mức thấp (V_{OUT} = 0V). Transistor trong vi mạch (tại chân 7) chuyển sang trạng thái dẫn bão hòa nên chân 7 của vi mạch được nối mass do đó tụ C bắt đầu xả điện qua điện trở R_B và mối nối CE của transistor . Khi điện áp trên tụ giảm xuống đến mức $^1/_3$ V_{CC} (V_C = $^1/_3$ V_{CC}) thì ngõ ra của vi mạch (chân 3) lại đột ngột chuyển lên mức cao (V_{OUT} = V_{CC}). Transistor tại chân 7 của vi mạch lại chuyển sang trạng thái ngưng dẫn nên tụ C lại được nạp điện qua R_A và R_B . Quá trình cứ tiếp tục như vậy, tại ngõ ra (chân 3) của vi mạch ta nhận được một dạng điện áp biến đổi trong hai giá trị 0V vàV_{CC} ta gọi là dãy xung vuông.

Thời gian ngõ ra ở mức cao (T_H) tương ứng với thời gian tụ C nạp điện được tính theo công thức:

$$T_H = 0,7.(R_A+R_B).C \qquad (\text{đơn vị tính là giây})$$

Thời gian ngõ ra ở mức thấp (T_L) tương ứng với thời gian tụ C xả điện được tính theo công thức:

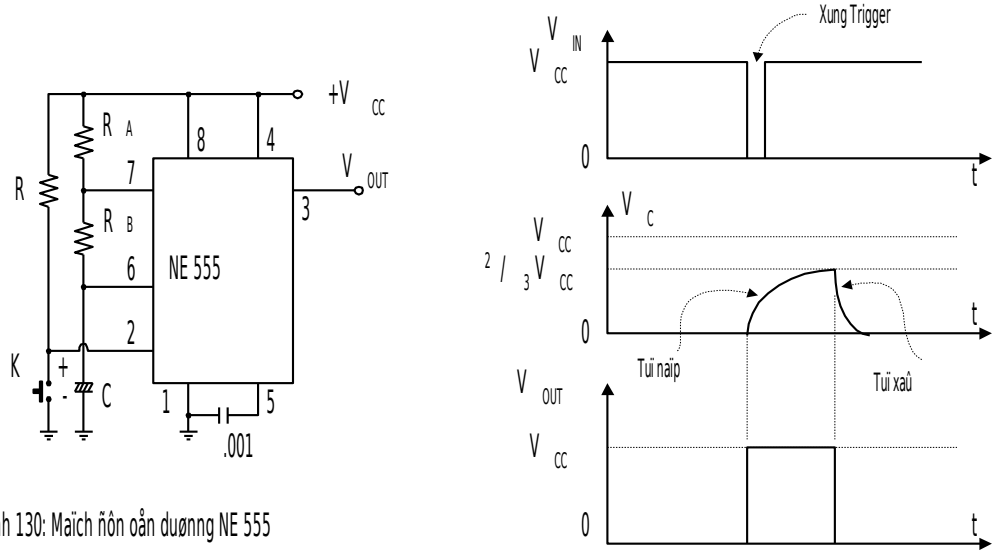
$$T_L = 0,7.R_B.C \qquad (\text{đơn vị tính là giây})$$

Như vậy, chu kỳ của một xung ra là:

$$T= T_H + T_L = 0,7.(R_A+R_B).C + 0,7.R_B.C = 0,7.(R_A+2R_B).C$$

Mạch đơn ổn :

Trong hình 130 là sơ đồ nguyên lý của mạch đơn ổn dùng NE 555.



Hình 130: Maïch ñôn oån duønng NE 555

Đặc điểm của mạch đơn ổn là khi có một xung âm tác động vào chân số 2 của NE555 thì ngõ ra sẽ xuất hiện một xung dương. Xung dương này sẽ tồn tại trong một khoảng thời gian được xác định bởi giá trị của điện trở R_A , R_B và tụ C. Sau thời gian tồn tại xung dương thì mạch sẽ trở về trạng thái ban đầu, ngõ ra lại trở về mức thấp.

Khi mới cấp nguồn cho mạch, ngõ ra của vi mạch có mức điện áp thấp (0V), lúc này transistor bên trong vi mạch (tại chân 7) ở trạng thái bão hòa nên chân 7 của vi mạch được nối mass do đó tụ C không được nạp điện ($V_C = 0V$). Nhấn khóa K, ngõ ra (chân 3) của vi mạch đột ngột chuyển sang mức cao ($V_{OUT} = V_{CC}$), transistor tại chân 7 chuyển sang trạng thái ngưng dẫn nên tụ C bắt đầu được nạp với điện áp nguồn thông qua R_A và R_B , điện áp Vc trên tụ tăng dần, khi điện áp trên tụ tăng đến mức $^2/_3$Vcc thì ngõ ra (chân 3) chuyển sang mức thấp, tụ C xả điện qua transistor tại chân 7 của vi mạch. Vi mạch sẽ giữ nguyên trạng thái này ($V_{OUT} = 0V$) cho đến khi có một xung âm tiếp theo tác động vào chân số 2.

Thời gian tồn tại xung dương ở ngõ ra là: $T = 1,1.(R_A + R_B).C$

3 – Vi mạch ổn áp DC:

Vi mạch ổn áp là loại vi mạch nhận ở lối vào một điện áp DC chưa ổn định và tạo ra ở lối ra một điện áp DC ổn định. Vi mạch ổn áp DC có thể chia thành hai loại chính: loại có điện áp ra cố định và loại có điện áp ra điều chỉnh được .Vi mạch ổn áp có ưu điểm là độ ổn định cao, lắp ráp và sử dụng đơn giản nên rất thông dụng.

a) Vi mạch ổn áp có điện áp ra cố định:

Đại diện cho loại vi mạch này là hai họ vi mạch : 78XX và 79XX.

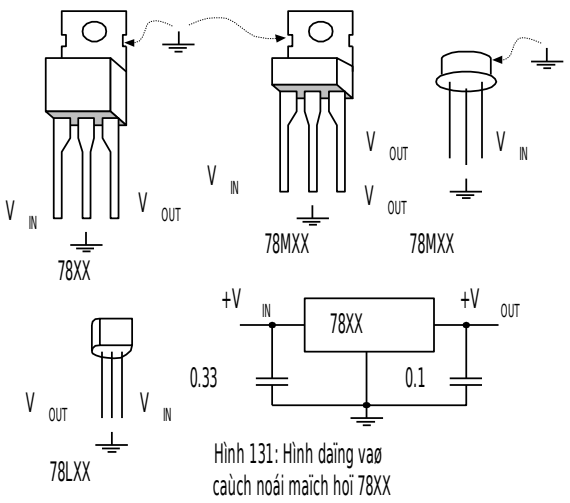
tùy theo hãng sản xuất mà hai họ vi mạch này có các mã số như: LM78XX, LM79XX, A78XX, A79XX, PC78XX, PC79XX v.v…tuy nhiên các thông số kỹ thuật của chúng là như nhau nếu các chữ số ở phần cuối của mã số là như nhau.

78XX là họ vi mạch ổn áp cho ra điện áp dương .

Thí dụ:

7805 có điện áp ra cố định +5V
7806 có điện áp ra cố định +6V
7808 có điện áp ra cố định +8V
7809 có điện áp ra cố định +9V
7812 có điện áp ra cố định +12V
7815 có điện áp ra cố định +15V
7824 có điện áp ra cố định +24V

Hình dạng, sơ đồ chân và cách nối mạch được trình bày trong hình 131.



Hình 131: Hình daïng vaø caùch noái maïch hoï 78XX

Căn cứ theo khả năng cung cấp dòng điện cho tải thì họ 78XX có 3 loại:

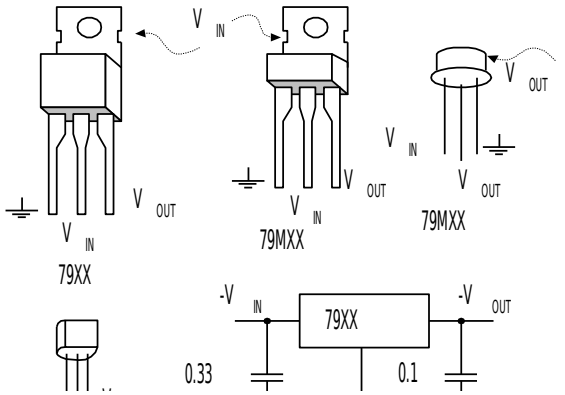
78XX có I_{OUT} = 1A
78MXX có I_{OUT} = 500mA
78LXX có I_{OUT} = 100mA

79XX là họ vi mạch ổn áp cho ra điện áp âm .

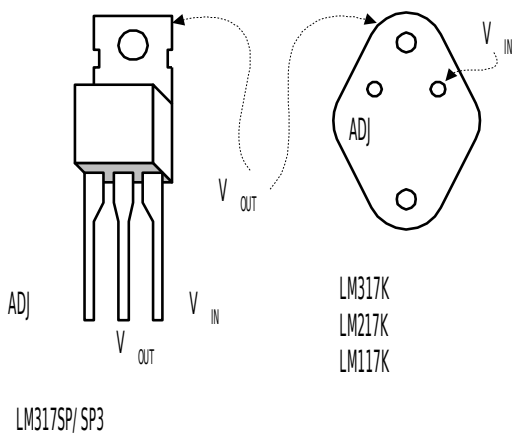
Thí dụ:

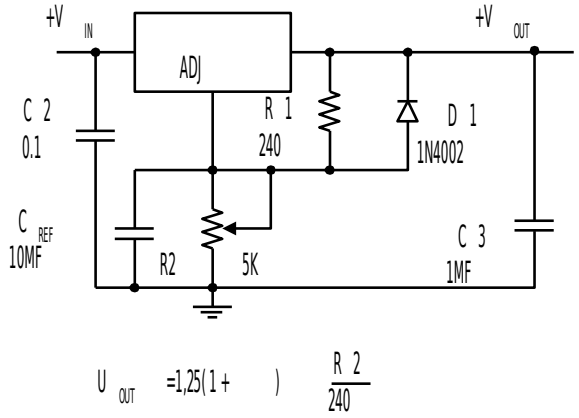
7905 có điện áp ra cố định -5V
7906 có điện áp ra cố định -6V
7908 có điện áp ra cố định -8V
7909 có điện áp ra cố định -9V
7912 có điện áp ra cố định -12V
7915 có điện áp ra cố định -15V
7924 có điện áp ra cố định -24V

Hình dạng, sơ đồ chân và cách nối mạch được trình bày trong hình 132.



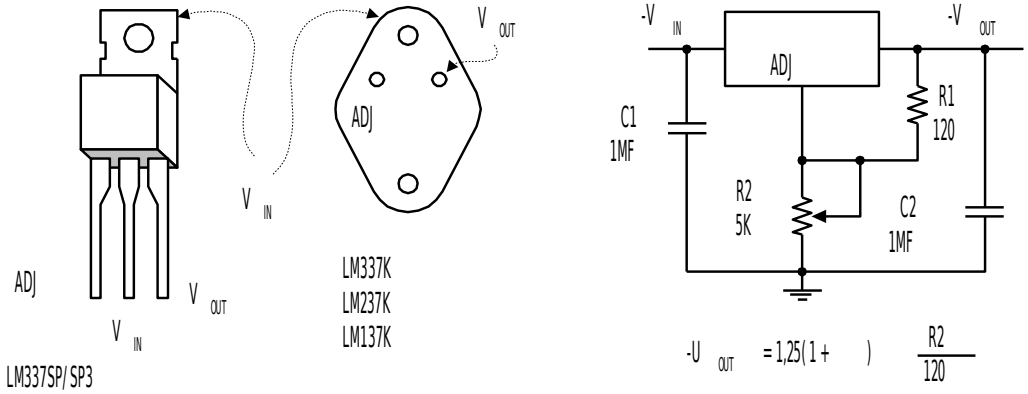
Căn cứ theo khả năng cung cấp



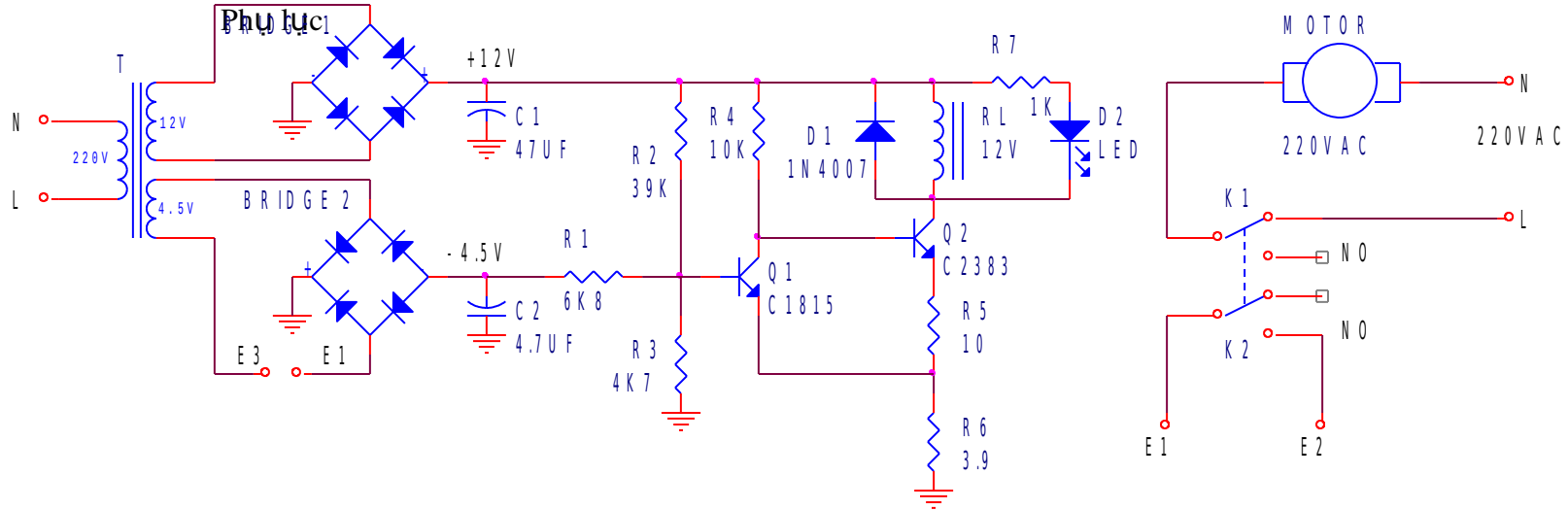


Hình 133: Hình daïng vaø caùch noái maïch LM317

LM337 : **điện áp lối ra điều chỉnh được từ -1,2V đến -37V. Hình dạng vàcách mắc như hình 134.**



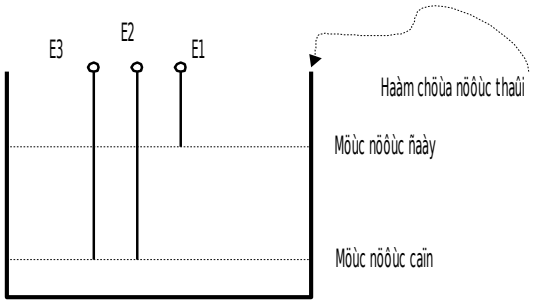
Hình 134: Hình daïng vaø caùch noái maïch LM337



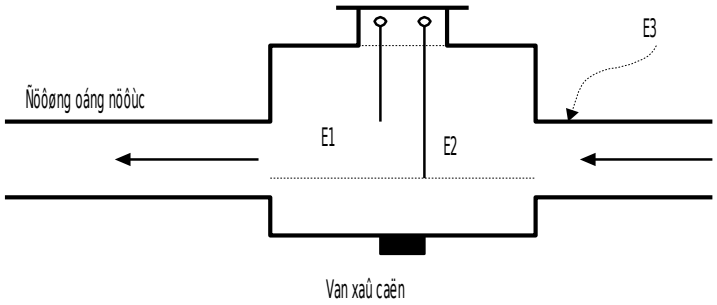
Mạch bơm hút nước tự động
kiểu điện cực dùng transistor

Cách bố trí các đầu dò(điện cực):

a) Hút nước thải từ hầm chứa ra hệ thống cống thoát nước thành phố:



b) Bảo vệ hết nước trong đường ống:



PHỤ LỤC

CÁCH SỬ DỤNG ĐỒNG HỒ ĐO V.O.M

I – Khái niệm:

Đồng hồ V.O.M là một dụng cụ đo lường rất thông dụng, bất cứ người thợ điện tử nào cũng cần có và sử dụng thành thạo.

Đồng hồ V.O.M rất đa dạng về chủng loại và chức năng, tuy nhiên , các loại V.O.M đều có các thang đo :

- R : Thang đo điện trở với các giai đo : Rx1 ; Rx10 ; Rx100 ; $Rx1^k$; $Rx10^k$…
- ACV: Thang đo điện áp xoay chiều với các giai đo: 10^v ; 50^v ; 250^v ; 1000^v…
- DCV: Thang đo điện áp một chiều với các giai đo: $0,1^v$; $0,5^v$; $2,5^v$; 10^v ; 50^v ; 250^v ; 1000^v…
- DCmA: Thang đo dòng điện một chiều với các giai đo: 50 A ; 2,5mA ; 25mA ; 250mA…

Ngoài các giai đo như trên, mỗi loại đồng hồ còn có thể có các chức năng khác nhau, do đó cần phải cân nhắc trước khi quyết định chọn mua loại đồng hồ cho phù hợp.

II – Các thao tác khi đo:

1 – Các bước chuẩn bị đo:

- Đặt V.O.M trước mặt sao cho mặt đồng hồ thẳng góc với hướng nhìn của mắt để đọc kết quả đo được chính xác.
- Cắm hai que đo vào hai lỗ cắm của đồng hồ:

  Dây đen vào lỗ COM ⊖

  Dây đỏ vào lỗ V - - FREQ hay

- Chỉnh kim đồng hồ về vị trí 0 (đối với đồng hồ chỉ thị bằng kim): Trên mặt đồng hồ nút chỉnh kim nằm dưới tâm của khung quay. Dùng tuốc – nơ – vít chỉnh sao cho kim đồng hồ trùng với điểm 0 trên thang đo. Lưu ý không nên xoay nút chỉnh kim quá một vòng vì dễ làm hỏng nút chỉnh kim.
- Vị trí của chuyển mạch thang đo để ở vị trí OFF hay giai đo điện áp xoay chiều lớn nhất.

2 – Đo điện trở:

- Bật chuyển mạch thang đo về giai đo R thích hợp.

- Chập hai que đo để chỉnh kim đồng hồ chỉ đúng số 0 trên thang đo điện trở bằng nút 0 ADJ. Lưu ý: khi chuyển sang giai đo R khác thì ta phải làm lại động tác này.
- Cách đọc trị số điện trở tương ứng với các giai đo khác nhau:

  Giai đo Rx1: Kết quả đo chính là các trị số đọc được trên thang đo R.

  Giai đo Rx10: Kết quả đo chính là các trị số đọc được trên thang đo R nhân với 10 .

  Giai đo Rx100: Kết quả đo chính là các trị số đọc được trên thang đo R nhân với 100 .

  Giai đo Rx1k: Kết quả đo chính là các trị số đọc được trên thang đo R nhân với 1k .

  Giai đo Rx10k: Kết quả đo chính là các trị số đọc được trên thang đo R nhân với 10 k .

- Sau khi đo xong , bật chuyển mạch thang đo về vị trí OFF hay giai đo điện áp xoay chiều lớn nhất.

3 – Đo điện áp:

- Bật chuyển mạch về vị trí giai đo điện áp xoay chiều ACV hay một chiều DCV thích hợp với tính chất và độ lớn của điện áp cần đo (giai đo lớn hơn điện áp cần đo). Trong trường hợp không xác định được cấp điện áp cần đo, ta nên đặt chuyển mạch ở giai đo điện áp lớn nhất, nếu kim đồng hồ chỉ quá nhỏ (kim lên quá ít) thì bật chuyển mạch về giai đo thấp hơn sao cho kim đồng hồ chỉ trong khoảng $^1/_3$ đến $^2/_3$ thang đo thì phép đo mới chính xác.
- Khi đo điện áp, đồng hồ đo được mắc song song với đoạn mạch cần đo.
- Cách đọc trị số tương ứng với các giai đo khác nhau:

  Các thang đo ACV , DCV , DCmA dùng chung các hàng số để biểu thị kết quả đo, nhưng lại sử dụng các vạch chỉ thị khác nhau. Vạch chỉ thị màu đỏ được sử dụng khi đo các đại lượng xoay chiều, vạch chỉ thị màu đen được sử dụng khi đo các đại lượng một chiều.

  Thông thường , trên mặt số đồng hồ có các hàng số với các giá trị lớn nhất là 10 ; 50 ; 250 ; tương ứng với các giai đo 10 ; 50 ; 250 ở các thang đo điện áp . Khi sử dụng các giai đo lớn hơn hoặc nhỏ hơn ta phải nhân hoặc chia kết quả đọc được với các hệ số tỉ lệ tương ứng.

Thí dụ:

- Khi chuyển mạch được đặt ở vị trí 250V, ta đọc giá trị đo theo hàng số có giá trị lớn nhất là 250V.
- Khi chuyển mạch được đặt ở vị trí 1000V, ta đọc giá trị đo theo hàng số có giá trị lớn nhất là 250V rồi đem nhân với 4 thì ta được kết quả cần đo.
- Khi chuyển mạch được đặt ở vị trí 0,5V, ta đọc giá trị đo theo hàng số có giá trị lớn nhất là 50V rồi đem chia cho 100 thì ta được kết quả cần đo.

❖ Sau khi đo xong, bật chuyển mạch về vị trí OFF hay giai đo điện áp xoay chiều lớn nhất.

4 – Đo dòng điện:

❖ Bật chuyển mạch về vị trí giai đo dòng điện một chiều DCmA thích hợp với độ lớn của dòng điện cần đo (giai đo lớn hơn dòng điện cần đo). Trong trường hợp không xác định được cấp dòng điện cần đo, ta nên đặt chuyển mạch ở giai đo dòng điện lớn nhất, nếu kim đồng hồ chỉ quá nhỏ (kim lên quá ít) thì bật chuyển mạch về giai đo thấp hơn sao cho kim đồng hồ chỉ trong khoảng $^1/_3$ đến $^2/_3$ thang đo thì phép đo mới chính xác. Lưu ý: đối với đồng hồ chỉ thị bằng kim thì dòng điện đo được tối đa thường khá nhỏ (khoảng vài trăm mA) nên trước khi đo ta cũng cần ước lượng xem trị số dòng điện cần đo có vượt quá giá trị đo được tối đa của đồng hồ đo hay không. Nếu giá trị dòng điện cần đo quá lớn thì phải tìm loại đồng đồ đo khác có giai đo dòng điện thích hợp.

❖ Khi đo dòng điện , đồng hồ đo được mắc nối tiếp với đoạn mạch có dòng điện cần đo.

❖ Đối với các đồng hồ đo hiển thị số, khi đo dòng điện:

Que đo màu đen cắm vào lỗ COM ⊖

Que đo màu đen cắm vào lỗ mA hay lỗ 20A

Ngoài các thang đo chính kể trên, đồng hồ đo còn có thêm một số thang đo phụ như:

H_{fe} : Đo hệ số khuếch đại của transistor .

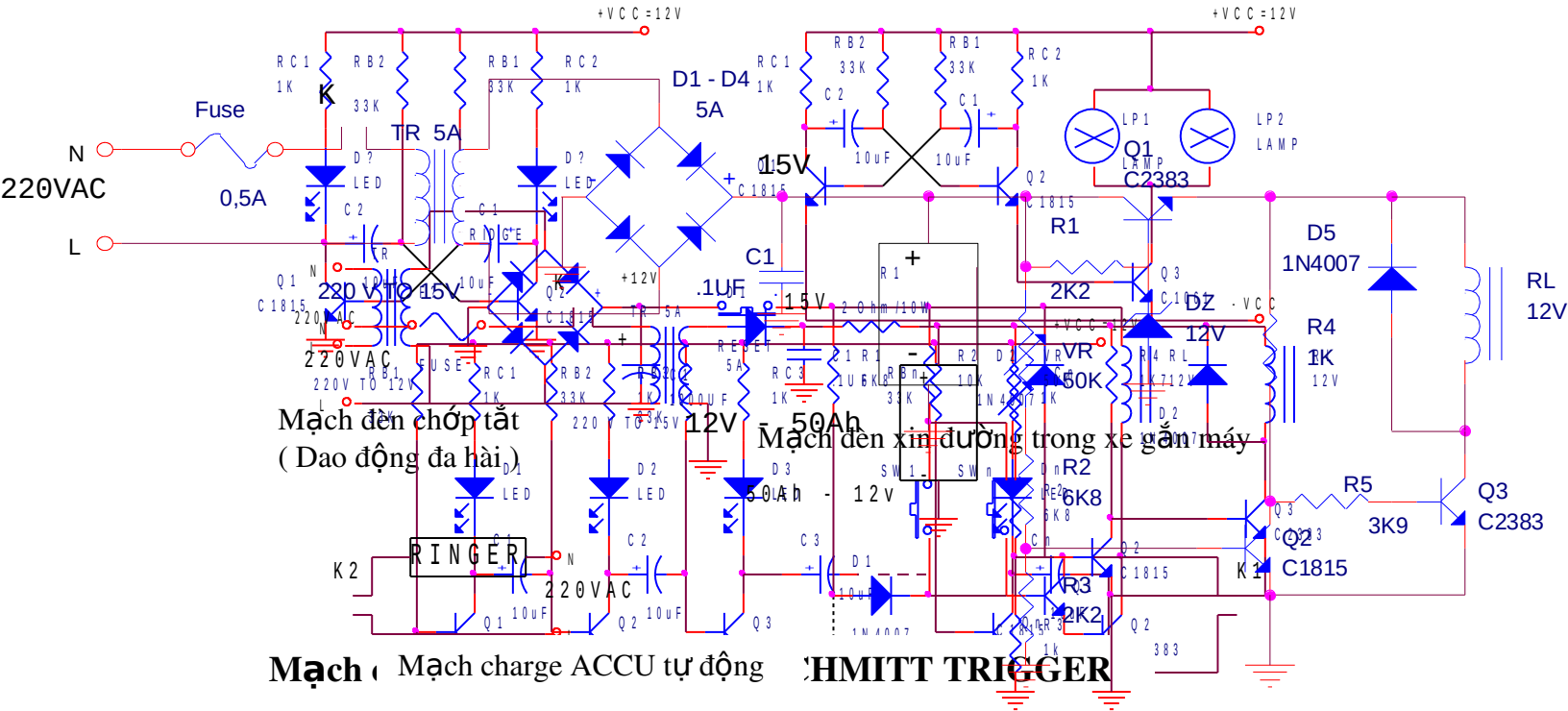
dB : Đo mức tạp âm.

I_{CEO}: Đo dòng rỉ của transistor .

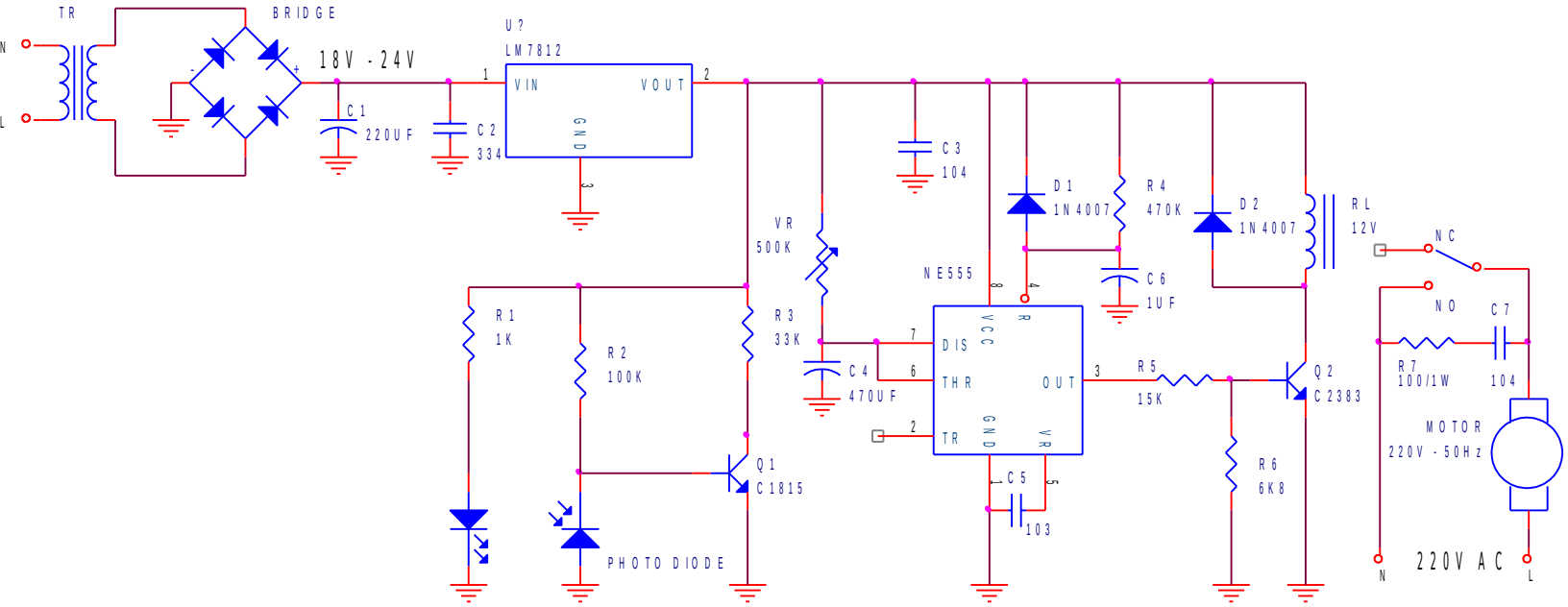
FREQ : Đo tần số.

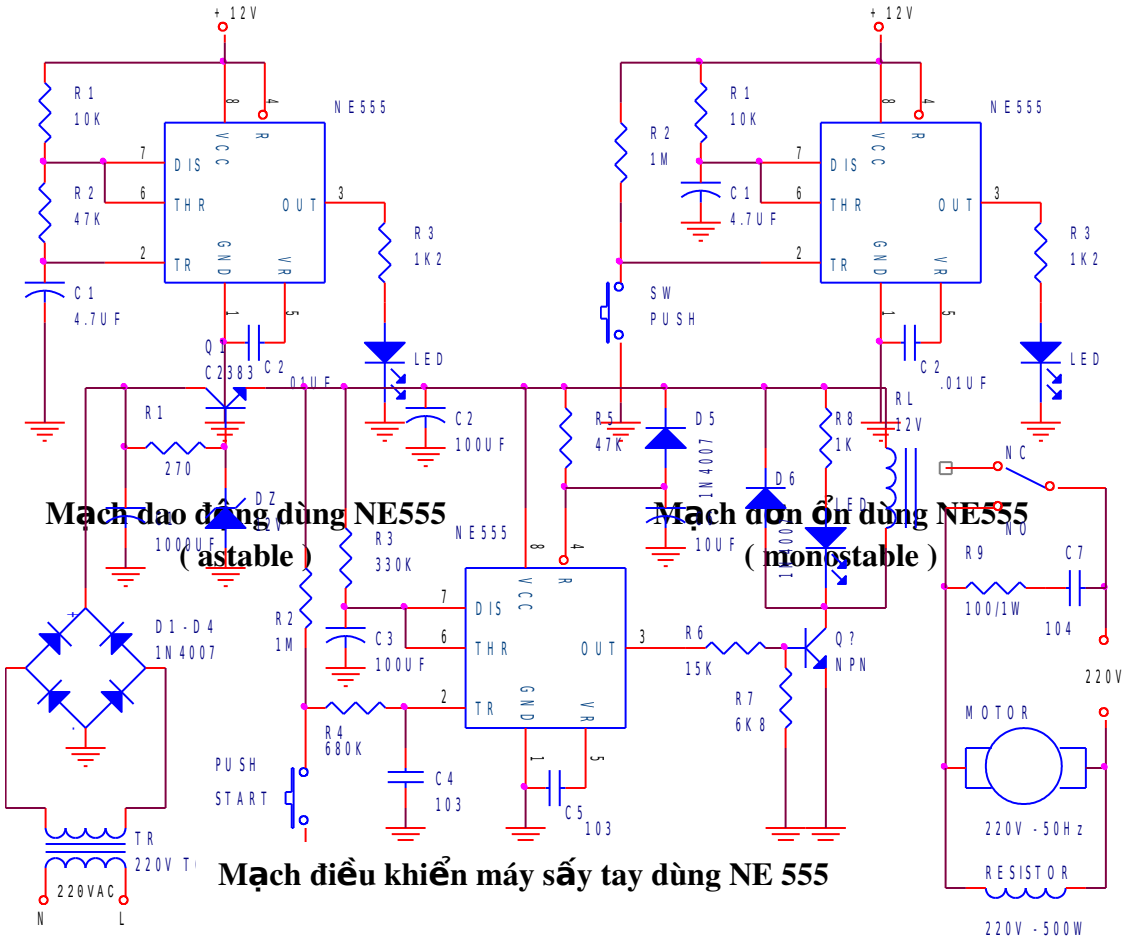
FARAD : Đo trị số điện dung của tụ điện.

Các thang đo phụ này rất ít được sử dụng vì các phép đo trên chúng thường chỉ là định tính nên kém chính xác. Muốn đo các đại lượng trên thì người ta thường sử dụng các loại máy đo chuyên dùng.



Mạch cảm biến hồng ngoại có định thời





Mạch dao động dùng NE555 (astable)

Mạch đơn ổn dùng NE555 (monostable)

Mạch điều khiển máy sấy tay dùng NE 555