

**SỞ LAO ĐỘNG - THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI HÀ NỘI**  
**TRƯỜNG TRUNG CẤP CÔNG NGHỆ VÀ DU LỊCH HÀ NỘI**

---



**GIÁO TRÌNH**  
**MÔ ĐUN: THỰC HÀNH ĐIỆN TỬ CƠ BẢN**  
**NGHỀ: CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN - ĐIỆN TỬ**  
**TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP**

*(Ban hành kèm theo Quyết định số: 32/QĐ-CN DL ngày 28 tháng 02 năm 2023 của Hiệu trưởng Trường Trung cấp Công nghệ và Du lịch Hà Nội )*

**Hà Nội, năm 2023**

# LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình Thực hành điện tử cơ bản được biên soạn theo chương trình khung do Bộ giáo dục và đào tạo phê duyệt và được Ban giám hiệu trường trung cấp Công nghệ và Du lịch Hà Nội thông qua.

Nội dung được biên soạn trong bài giảng có tính logic, chi tiết, đầy đủ, thực tế nhằm giúp người học có khả năng tự thực hiện kết hợp với sự hướng dẫn của giáo viên để đạt kết quả tốt nhất.

Với mục tiêu là tạo hứng thú cho người học, tác giả chú trọng đến các ứng dụng của từng nội dung. Xây dựng nội dung với các hình ảnh và ví dụ chi tiết giúp người học dễ dàng thực hành và hiểu rõ từng nội dung thực hành.

Nội dung được biên soạn với thời lượng 30 tiết gồm 9 chương.

Chương 1. Thiết bị đo

Chương 2. Linh kiện thụ động

Chương 3. Diode và ứng dụng

Chương 4. Phân cực tĩnh cho Transistor lưỡng cực

Chương 5. Mạch khuếch đại dùng transistor

Chương 6. Transistor lưỡng cực làm phần tử đóng ngắt

Chương 7. Linh kiện bán dẫn công suất

Chương 8. Vẽ mạch in bằng phần mềm Proteus 7.5

Chương 9. Làm bo mạch in bằng phương pháp ủ

Để có thể thực hành tốt các nội dung trong tài liệu thực hành, người học cần phải đọc và thực hành thành thạo các nội dung về thiết bị đo ở chương 1. Chương 2 cung cấp các kiến thức về linh kiện thụ động phục vụ cho việc học các chương còn lại. Chương 3, 4, 5, 6, 7 cung cấp các bài thực hành chuyên sâu cho các linh kiện bán dẫn. Chương 8, 9 cung cấp kiến thức cơ bản để người học có thể tự vẽ được mạch in, tự làm bo mạch bằng phương pháp ủ.

Bài giảng được biên soạn nhằm phục vụ cho sinh viên trung cấp ngành Công nghệ kỹ thuật điện-điện tử của trường trung cấp Công nghệ và Du lịch Hà Nội. Tuy nhiên vẫn có thể sử dụng cho sinh viên ngành khác để học tập và tham khảo.

Do thời gian và trình độ người biên soạn có hạn nên không tránh khỏi những thiếu sót. Tác giả rất mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc và đồng nghiệp.

Hà Nội, ngày .....tháng.....năm 2023

**Biên soạn**

**Khoa Kỹ Thuật Điện - Công nghệ**

## Contents

LỜI NÓI ĐẦU.....	1
Chương 1. THIẾT BỊ ĐO.....	1
1.1. CÁCH SỬ DỤNG ĐỒNG HỒ VẠN NĂNG.....	1
1.1.1. Giới thiệu về đồng hồ vạn năng.....	1
1.1.2. Đo điện áp xoay chiều (AC).....	1
1.1.3. Đo điện áp một chiều.....	2
1.1.4. Hướng dẫn đo điện trở và trở kháng.....	4
1.1.5. Hướng dẫn đo dòng điện bằng đồng hồ vạn năng.....	5
1.2. HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG MÁY HIỆN SÓNG.....	5
1.2.1. Công dụng các nút trên máy hiện sóng.....	6
1.2.2. Một số ứng dụng của Máy hiện sóng.....	8
Chương 2. LINH KIỆN THỤ ĐỘNG.....	13
2.1. Điện trở.....	13
2.1.1. Khái niệm.....	13
2.1.2. Phân loại.....	13
2.1.3. Cách đọc trị số điện trở.....	14
2.1.4. Đo giá trị điện trở.....	16
Thực hành đo điện trở.....	17
2.1.5. Cách mắc điện trở.....	18
2.2. TỤ ĐIỆN.....	18
2.2.1. Cấu tạo, ký hiệu, phân loại tụ điện.....	18
2.2.2. Điện dung và đơn vị của tụ điện.....	19
2.2.3. Cách đọc giá trị điện dung trên tụ điện.....	19
2.2.4. Phương pháp kiểm tra tụ điện.....	20
2.2.5. Các cách mắc tụ.....	21
2.2.6. Ứng dụng của tụ.....	22
2.3. CUỘN DÂY.....	23
2.3.1. Cấu tạo, ký hiệu, hình dạng cuộn cảm.....	23

2.3.2. Thông số của cuộn cảm .....	23
2.3.3. Các ứng dụng đặc biệt của cuộn cảm .....	24
2.3.4. Đo cuộn cảm.....	25
Chương 3. DIODE VÀ ỨNG DỤNG.....	26
3.1. Cấu tạo, ký hiệu, nguyên lý hoạt động của Diode .....	26
3.2. Phương pháp đo diode.....	26
3.3. Phân loại và hình dạng thực tế của Diode .....	27
3.4. Thực hành đo Diode .....	28
3.5. Thực hành với diode trong mạch chỉnh lưu.....	29
3.5.1. Chỉnh lưu bán kỳ .....	29
3.5.2. Chỉnh lưu toàn kỳ hình tia .....	30
3.5.3. Mạch chỉnh lưu toàn hình cầu .....	30
3.6. Thực hành với diode zener trong mạch ổn áp .....	31
Chương 4. PHÂN CỰC TÍNH CHO TRANSISTOR .....	33
4.1. Cấu tạo, ký hiệu, hình dạng transistor lưỡng cực .....	33
4.2. Cách xác định cực tính của BJT .....	34
4.3. Phân cực bằng dòng cố định $I_b$ .....	36
4.4. Phân cực bằng dòng cố định có hồi tiếp cực E.....	36
4.5. Phân cực bằng cầu phân áp.....	37
Chương 5: MẠCH KHUẾCH ĐẠI DÙNG TRANSISTOR .....	39
5.1. Mạch khuếch đại phân cực bằng dòng cố định hồi tiếp cực E .....	39
5.2. Mạch khuếch đại phân cực bằng dòng cố định hồi tiếp cực E, có gắn tụ $C_E$ .....	39
5.3. Mạch khuếch đại phân cực bằng cầu phân áp .....	40
5.4. Mạch khuếch đại phân cực bằng cầu phân áp có gắn tụ $C_E$ .....	41
Chương 6: TRANSISTOR LƯƠNG CỰC LÀM PHẦN TỬ ĐÓNG NGẮT .....	42
6.1. Phân cực để BJT dẫn bão hòa hoặc ngưng dẫn .....	42
6.2. Mạch tắt mở Led dùng BJT loại NPN.....	43
6.3. Mạch tắt mở Led dùng BJT loại PNP.....	43
6.4. Mạch tắt mở Led dùng BJT loại PNP và NPN.....	44

Chương 7. LINH KIỆN BÁN DẪN CÔNG SUẤT .....	45
7.1. Thyristor (SCR- Silicon Controlled Rectifier.....	45
7.1.1. Cấu tạo, ký hiệu và hình dạng thực tế của một số SCR.....	45
7.1.2. Đo SCR .....	45
7.2. TRIAC Triod AC semiconductor switch.....	45
7.2.1. Cấu tạo và ký hiệu của TRIAC.....	46
7.2.2. Thực hiện đo TRIAC.....	46
Chương 8. VẼ MẠCH IN BẰNG PHẦN MỀM PROTEUS 7.5 .....	48
8.1 Vẽ sơ đồ nguyên lý.....	48
8.2. Vẽ sơ đồ mạch in.....	50
Chương 9. LÀM BO MẠCH IN BẰNG PHƯƠNG PHÁP ỦI.....	57

## Chương 1. THIẾT BỊ ĐO

### 1.1. CÁCH SỬ DỤNG ĐỒNG HỒ VẠN NĂNG

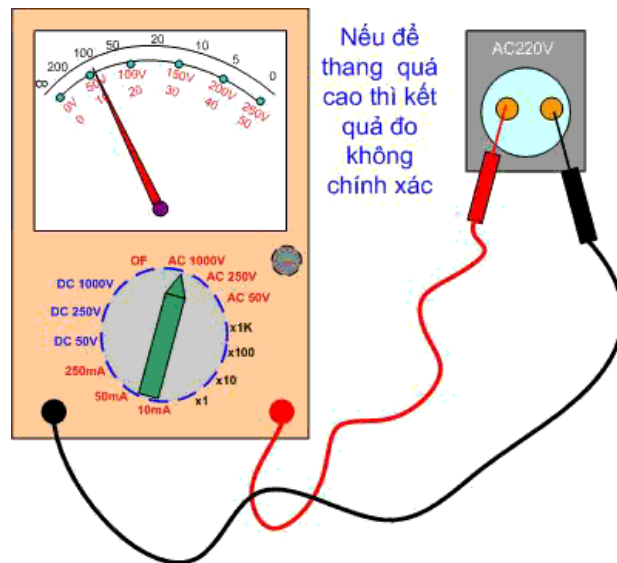
#### 1.1.1. Giới thiệu về đồng hồ vạn năng

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

Ưu điểm của đồng hồ là đo nhanh, kiểm tra được nhiều loại linh kiện, thấy được sự phóng nạp của tụ điện. Tuy nhiên đồng hồ này có hạn chế về độ chính xác và có trở kháng thấp khoảng 20K/Vol, do vậy khi đo vào các mạch cho dòng thấp chúng bị sụt áp.

#### 1.1.2. Đo điện áp xoay chiều (AC)

Khi đo điện áp xoay chiều ta chuyển thang đo về các thang AC, để thang AC cao hơn điện áp cần đo một nấc. Ví dụ nếu đo điện áp AC 220V ta để thang AC 250V, nếu ta để thang thấp hơn điện áp cần đo thì đồng hồ báo kích kim, nếu để thang quá cao thì kim báo thiếu chính xác.



#### Các bước đo điện áp AC

- Bước 1: Chọn thang đo điện áp AC
- Bước 2: Đặt hai que đo vào hai điểm cần đo điện áp AC
- Bước 3: Đọc kết quả

**Kết quả = (giá trị kim chỉ x thang đo): giới hạn thang đọc**

Một VOM thông thường có các giới hạn thang đọc cho đo điện áp AC và DC bao gồm 10, 50, 250. Ví dụ: chọn thang đo là 50, kim chỉ 10 ở thang đọc có giới hạn 50 thì kết quả đo được là 10V.

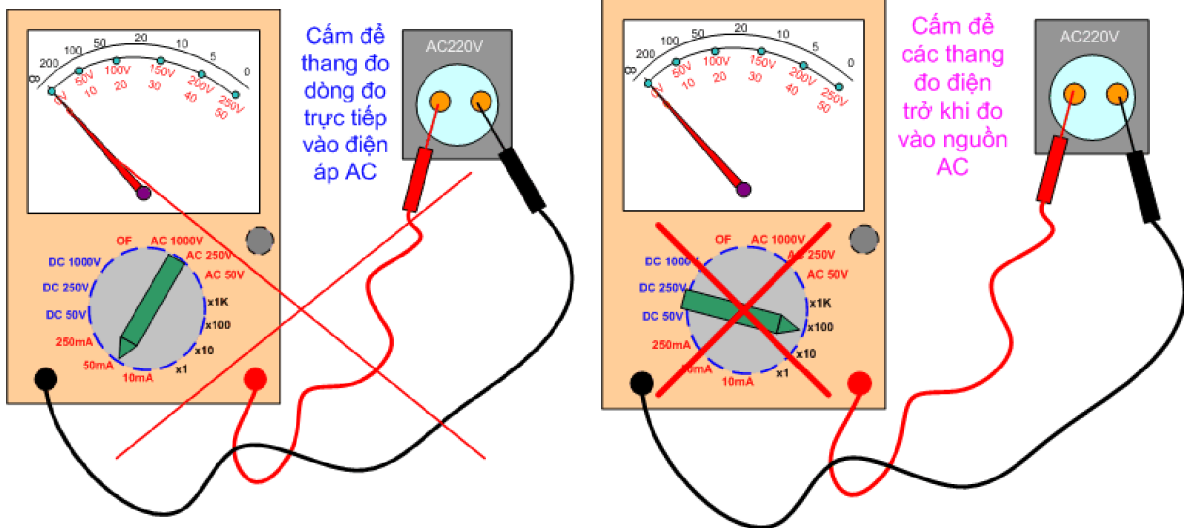
#### Bài tập:

Đo điện áp xoay chiều ở ngõ ra của một biến áp có các điểm 0V, 3V, 6V, 9V, 12V để biết giá trị điện áp thực tế rồi điền vào bảng sau:

Các mức điện áp	3V	6V	9V	12V
Giới hạn thang đo ....				
Giới hạn thang đo ....				

**\* Chú ý**

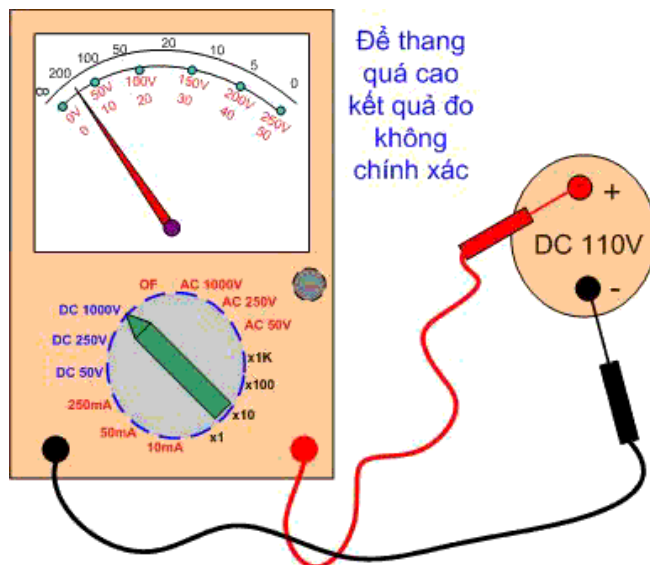
-Tuyệt đối không để thang đo điện trở hay thang đo dòng điện khi đo vào điện áp xoay chiều => Nếu nhầm đồng hồ sẽ bị hỏng ngay lập tức.



- Nếu để thang đo áp DC mà đo vào nguồn AC thì kim đồng hồ không báo, nhưng đồng hồ không ảnh hưởng.

**1.1.3. Đo điện áp một chiều**

Khi đo điện áp một chiều DC, ta nhớ chuyển thang đo về thang DC, khi đo chúng ta đặt que đỏ vào cực dương (+) nguồn, que đen vào cực âm (-) nguồn, để thang đo cao hơn điện áp cần đo một nấc. Ví dụ nếu đo áp DC 110V ta để thang DC 250V, trường hợp để thang đo thấp hơn điện áp cần đo => kim báo kịch kim, trường hợp để thang quá cao => kim báo thiếu chính xác.



**Các bước đo điện áp DC**

Bước 1: Chọn thang đo điện áp DC

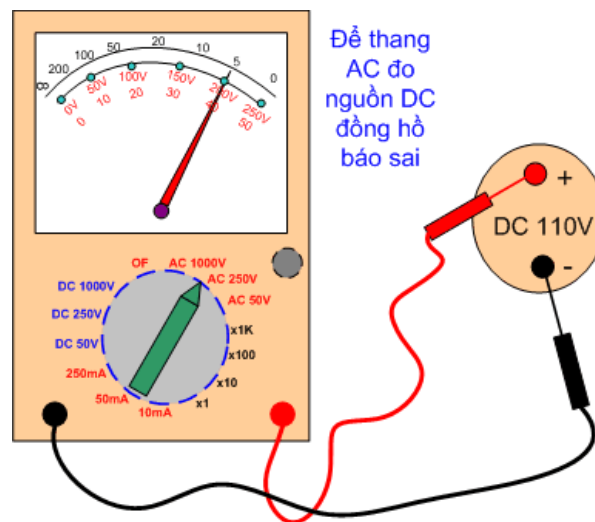
Bước 2: Đặt que đỏ vào điểm có điện thế cao (+ nguồn), que đen vào điểm có điện thế thấp (- nguồn)

Bước 3: Đọc kết quả

**Kết quả = (giá trị kim chỉ x thang đo): giới hạn thang đọc**

**\* Trường hợp để sai thang đo**

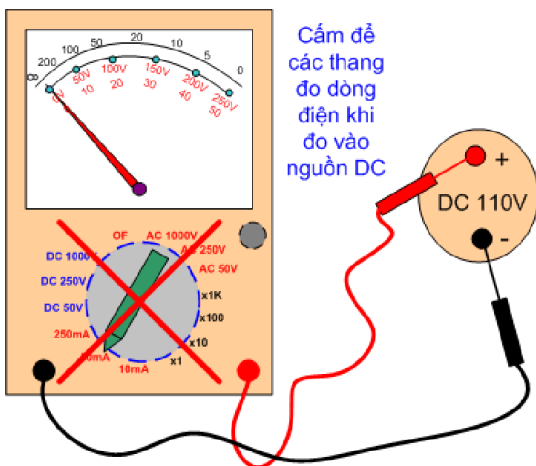
Nếu ta để sai thang đo, chẳng hạn đo áp một chiều nhưng ta để đồng hồ thang xoay chiều thì đồng hồ sẽ báo sai, thông thường giá trị báo sai cao gấp 2 lần giá trị thực của điện áp DC, tuy nhiên đồng hồ cũng không bị hỏng.



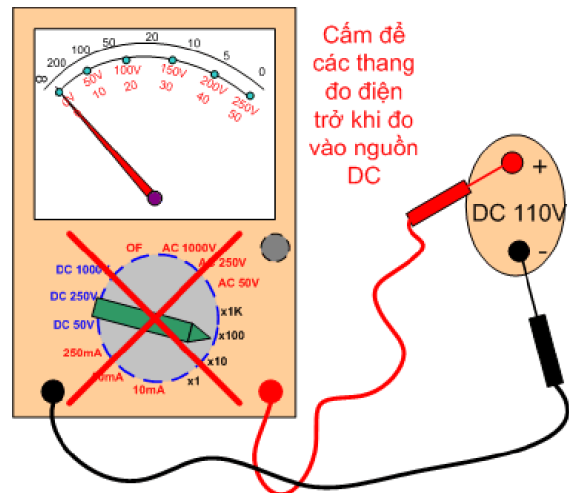
Để sai thang đo khi đo điện áp một chiều => báo sai giá trị.

**\* Trường hợp để nhầm thang đo**

**Chú ý:** Tuyệt đối không để nhầm đồng hồ vào thang đo dòng điện hoặc thang đo điện trở khi ta đo điện áp một chiều (DC), nếu nhầm đồng hồ sẽ bị hỏng ngay!



Trường hợp để nhầm thang đo dòng điện khi đo điện áp DC



Trường hợp để nhầm thang đo điện trở khi đo điện áp DC



### 1.1.4. Hướng dẫn đo điện trở và trở kháng

Với thang đo điện trở của đồng hồ vạn năng ta có thể đo được rất nhiều thứ.

Đo kiểm tra giá trị của điện trở.

Đo kiểm tra sự thông mạch của một đoạn dây dẫn.

Đo kiểm tra sự thông mạch của một đoạn mạch in.

Đo kiểm tra các cuộn dây biến áp có thông mạch không.

Đo kiểm tra sự phóng nạp của tụ điện.

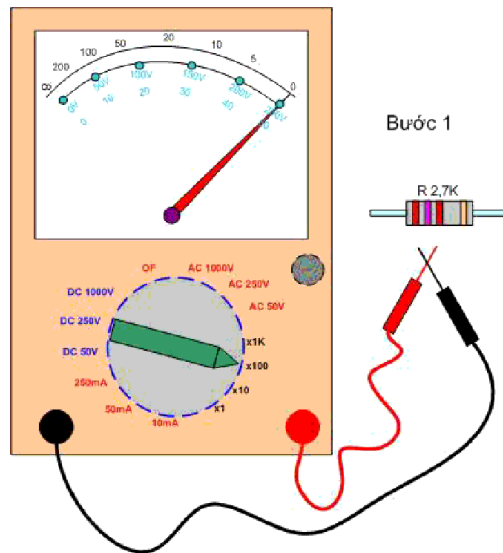
Đo kiểm tra xem tụ có bị dò, bị chập không.

Đo kiểm tra trở kháng của một mạch điện.

Đo kiểm tra Diode và transistor.

\* Để sử dụng được các thang đo này đồng hồ phải được gắn 2 Pin tiêu 1,5V bên trong, để sử dụng các thang đo x1, x10, x100, x1K. Thang 10K ta phải gắn Pin 9V.

**Ví dụ: Đo điện trở:**



*Đo kiểm tra điện trở bằng đồng hồ vạn năng*

**Để đo trị số điện trở ta thực hiện theo các bước sau :**

Bước 1 : Để thang đồng hồ về các thang đo trở, nếu điện trở nhỏ thì để thang x1 ohm hoặc x10 ohm, nếu điện trở lớn thì để thang x1Kohm hoặc 10Kohm. => sau đó chập hai que đo và chỉnh triết áp để kim đồng hồ báo vị trí 0 ohm.

Bước 2: Đặt que đo vào hai đầu điện trở, đọc trị số trên thang đo

Bước 3: **Giá trị đo được = chỉ số thang đo x thang đo**

Ví dụ : nếu để thang x 100 ohm và chỉ số báo là 27 thì giá trị là =  $100 \times 27 = 2700 \text{ ohm} = 2,7 \text{ K ohm}$

Bước 4: Nếu ta để thang đo quá cao thì kim chỉ lên một chút , như vậy đọc trị số sẽ không chính xác.

Bước 5: Nếu ta để thang đo quá thấp, kim lên quá nhiều, và đọc trị số cũng không chính xác.

***Khi đo điện trở ta chọn thang đo sao cho kim báo gần vị trí giữa vạch chỉ số sẽ cho độ chính xác cao nhất.***

### 1.1.5. Hướng dẫn đo dòng điện bằng đồng hồ vạn năng.

#### **Cách 1: Dùng thang đo dòng**

Để đo dòng điện bằng đồng hồ vạn năng, ta mắc đồng hồ nối tiếp với tải tiêu thụ và chú ý là chỉ đo được dòng điện nhỏ hơn giá trị của thang đo cho phép, ta thực hiện theo các bước sau.

**Bước 1 :** Đặt đồng hồ vào thang đo dòng cao nhất .

**Bước 2:** Đặt que đồng hồ nối tiếp với tải, que đỏ về chiều dương, que đen về chiều âm. Nếu kim lên thấp quá thì giảm thang đo

Nếu kim lên kịch kim thì tăng thang đo, nếu thang đo đã để thang cao nhất thì đồng hồ không đo được dòng điện này.

**Bước 3:** Đọc kết quả (quan sát kim chỉ trên thang đọc có ký hiệu DCV.A)

**Kết quả = (giá trị kim chỉ x thang đo): giới hạn thang đọc**

#### **Cách 2: Dùng thang đo áp DC**

Ta có thể đo dòng điện qua tải bằng cách đo sụt áp trên điện trở hạn dòng, điện áp đo được chia cho giá trị trở hạn dòng sẽ cho biết giá trị dòng điện qua điện trở, phương pháp này có thể đo được các dòng điện lớn hơn khả năng cho phép của đồng hồ và đồng hồ cũng an toàn hơn.

#### **Cách đọc trị số dòng điện và điện áp khi đo như thế nào?**



#### **\* Đọc giá trị điện áp AC và DC**

Khi đo điện áp DC thì ta đọc giá trị trên vạch chỉ số DCV.A

Nếu ta để thang đo 250V thì ta đọc trên vạch có giá trị cao nhất là 250, tương tự để thang 10V thì đọc trên vạch có giá trị cao nhất là 10. trường hợp để thang 1000V nhưng không có vạch nào ghi cho giá trị 1000 thì đọc trên vạch giá trị Max = 10, giá trị đo được nhân với 100 lần.

Khi đo điện áp AC thì đọc giá trị cũng tương tự. đọc trên vạch AC.10V, nếu đo ở thang có giá trị khác thì ta tính theo tỷ lệ. Ví dụ nếu để thang 250V thì mỗi chỉ số của vạch 10 số tương đương với 25V.

Khi đo dòng điện thì đọc giá trị tương tự đọc giá trị khi đo điện áp

## 1.2. HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG MÁY HIỆN SÓNG

Máy hiện sóng (Oscilloscope) là một dụng cụ đo trực quan trợ lực hữu ích cho anh em sửa chữa nghiên cứu điện tử, điện thoại, máy hiện sóng có khả năng hiển thị các dạng tín hiệu, xung lên màn hình một cách trực quan mà đồng hồ không thể hiển thị được, hơn

nữa có những khu vực tín hiệu chỉ thể hiện dưới dạng xung, đồng hồ đo volt không thể phát hiện được ở đó có tồn tại hay không mà chỉ có máy hiện sóng mới thể hiện được, thực tế có rất nhiều loại máy hiện sóng:

- Máy hiện sóng dùng đèn hình (CRT: Cathode Ray Tube) loại này đèn hình dùng sợi đốt có tim, điện áp đốt khoảng 6V, loại này có cấu trúc kênh càng, thường là các đời máy cũ, tần số đo từ vài trăm KHz đến vài trăm MHz.

- Máy hiện sóng dùng tinh thể lỏng (LCD: Liquid Crystal Display), máy có cấu trúc gọn nhẹ, hiện đại, có khả năng giao tiếp máy tính và in ra dạng sóng, tần số đo khoảng vài chục MHz đến vài trăm MHz. Hiện nay phổ biến loại LCD, tuy nhiên giá thành của máy còn khá cao.

### 1.2.1. Công dụng các nút trên máy hiện sóng

1. POWER: Tắt mở nguồn cung cấp cho Oscilloscope (P.ON/P.OFF).

2. INTENSITY: Điều chỉnh độ sáng tia quét.

3. TRACE ROTATION: Chỉnh vệt sáng về vị trí nằm ngang (khi vệt sáng bị nghiêng).

4. FOCUS: Điều chỉnh độ nét của tia sáng.

5. COMP. TEST (Component Test): Dùng để kiểm tra linh kiện (tụ, điện trở...).

6. COMP TEST JACK: Dùng để nối mass khi thử.

7. GND: Mass của máy nối với sườn máy/linh kiện.

8. CAL (2VPP): Cung cấp dạng sóng vuông chuẩn 2Vpp, tần số 1KHz dùng để kiểm tra độ chính xác về biên độ cũng như tần số của máy hiện sóng trước khi sử dụng, ngoài ra còn dùng để kiểm tra lại sự méo do đầu que đo (probe) gây ra. Tùy theo loại máy mà tần số và biên độ sóng vuông chuẩn đưa ra có thể khác nhau.

9. BEAM FIND: Ấn nút này, vệt sáng sẽ xuất hiện ở tâm màn hình không bị ảnh hưởng của các nút khác, mục đích dùng để định vị tia sáng.

Ở đây, chúng tôi hướng dẫn sử dụng loại máy hiện sóng hai tia.

#### \* ĐIỀU CHỈNH KÊNH A (CHANNEL A)

10. POSITION: Dùng để điều chỉnh vị trí tia sáng của kênh A theo chiều dọc.

11. 1MΩ, 25PF (jack): Jack này dùng để cấp tín hiệu cho channel (A). Nó cũng là ngõ vào hàng ngang trong chế độ hoạt động X-Y.

12. VOLTS/DIV = Volt/divider = điện áp/1 ô chia.

Chỉnh từng nấc để thay đổi độ cao của tín hiệu vào thích hợp cho việc đọc giá trị volt đỉnh – đỉnh (Vpp Peak to Peak Voltage) trên màn hình. Giá trị đọc trên một thang đo là Vpp/ô chia.

Thí dụ: Volt/div = 2V độ cao 1 ô tương đương với 2Vpp của tín hiệu.

13. VAR PULL X5 MAG: (đồng trục với Volt/div) chỉnh liên tục để thay đổi độ cao của dạng tín hiệu trong giới hạn 1/3 trị số đặt bởi nút Volt/div. Khi vặn tối đa theo chiều kim đồng hồ. Độ cao dạng sóng sẽ đạt trị số được đặt bởi Volt/div.

Nếu kéo nút VAR thì chiều cao dạng tín hiệu sẽ lớn gấp 5 lần giá trị đọc, lúc này trị số thực là trị số hiển thị chia 5.

14. AC-DC-GND: Chọn chế độ quan sát tín hiệu.

+ AC: Quan sát dạng sóng mà không cần quan tâm thành phần DC.

+ DC: Dùng để đo mức DC của tín hiệu. Bật về vị trí này, dạng sóng không xuất hiện, chỉ xuất hiện đường sáng nằm ngang của thành phần DC.

+ GND: Ngõ vào tín hiệu nối mass không hiển thị được dạng tín hiệu trên màn hình.

\* ĐIỀU CHỈNH KÊNH CH-B (CHANNEL B)

Đối với các nút sau, cách điều chỉnh tương tự kênh A:

15. POSITION

16. 1MHz 25PF

17. Volt/ Div

18. VAR Pull x5 mag

19. AC-GND-DC

\* CÁC NÚT ĐIỀU CHỈNH CHUNG CHO CẢ HAI KÊNH

20. VERT MODE: Khóa điện này có 4 vị trí

+ CHA: Chỉ hiển thị kênh A.

+ CHB: Chỉ hiển thị kênh B.

+ DUAL: Hiển thị cho cả A và B.

+ ADD: Cộng hai dạng sóng kênh A và kênh B lại với nhau (về biên độ) để cho ra dạng sóng tổng.

21. TRIGGER LEVEL: Cho phép hiển thị một ô chia tín hiệu đồng bộ với điểm bắt đầu của dạng sóng (chỉnh sai, hình bị trôi ngang).

22. COUPLING: Đặt chế độ kích khởi trong các trường hợp sau:

+ Auto: Mạch quét ngang tự động quét, chế độ này chỉ cho (phép) kích khởi các tín hiệu lớn hơn 100Hz. Đối với các tín hiệu nhỏ hơn 100Hz. Đối với các tín hiệu nhỏ hơn 100MHz hãy đặt ở chế độ normal.

+ Normal: Chế độ kích khởi bình thường. Ở chế độ này khi mất tín hiệu kích khởi mạch quét ngang ngưng hoạt động tức mất vệt sáng trên màn hình.

+ TV-V: Loại bỏ thành phần DC và xung đồng bộ tần số cao của tín hiệu hỗn hợp hình ảnh. Tần số kích khởi nhỏ hơn 1KHz.

+ TV-H: Loại bỏ thành phần DC và xung đồng bộ tần số thấp của tín hiệu hỗn hợp hình ảnh. Dải tần hoạt động từ: 1KHz ÷ 100KHz.

23. SOURCE: Chọn nguồn tín hiệu kích khởi, nếu chọn sai, hình sẽ bị trôi.

+ CHA: Tín hiệu kênh A.

+ CHB: Tín hiệu kênh B.

+ LINE: Tần số điện nhà AC.

+ EXT: Tín hiệu được cung cấp từ Jack EXT TRIGGER.

+ EXT EXTENAL: Bên ngoài.

24. HOLD OFF

Sử dụng nút điều chỉnh này trong trường hợp dạng sóng được tạo thành từ các tín hiệu lặp đi lặp lại và nút TRIGGER LEVEL không đủ để đạt được dạng sóng ổn định.

25. PULL CHOP: Ở chế độ này hai kênh A, B được hiển thị luân phiên xuất hiện với tần số khá cao làm cho ta cảm thấy dạng sóng là liên tục, chế độ này thích hợp với việc quan sát hai tín hiệu có tần số khá cao ( $> 1\text{ms/div}$ ).

26. EXT TRIGGER: Jack nối với nguồn tín hiệu bên ngoài dùng để tạo kích khởi cho mạch quét ngang. Để sử dụng ngõ này bạn phải đặt nút SOURCE về vị trí EXT.

27. POSITION: Chỉnh vị trí ngang của tia sáng trên màn hình, nó cũng chỉnh vị trí X (ngang) trong chế độ X-Y.

PULL X10 MAG: Khi kéo ra bề ngang của tia sáng được nới rộng gấp 10 lần.

28. TIME/DIV = Time/divider = thời gian quét / ô chia.

Định thời gian quét tia sáng trên một ô chia. Khi đo tín hiệu có tần số càng cao phải đặt giá trị Time/div về giá trị càng nhỏ.

Khi đặt giá trị Time/div về vị trí càng nhỏ bề rộng của tín hiệu càng rộng ra do đó nếu đặt Time/div về vị trí càng nhỏ (vượt quá giá trị cho phép) thì tín hiệu hiển thị trên màn hình sẽ biến thành lần sáng nằm ngang (vì vượt quá bề rộng màn hình).

29. VAR: Chỉnh bề rộng của tín hiệu hiển thị trên màn hình.

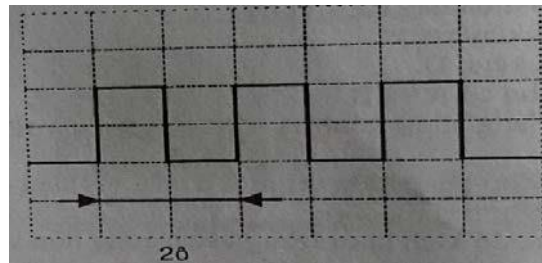
**Thí dụ:** Khi hiển thị xung vuông có tần số 1KHz.

Chu kỳ của tín hiệu là:  $T = 1/f = 1/1000 = 1\text{ ms}$

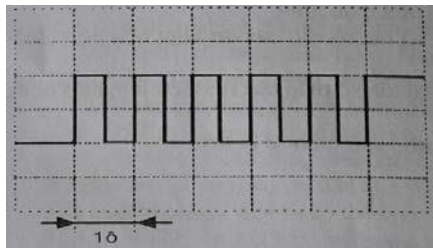
- Nếu đặt Time/div = 0.5m/s

⇒ Số ô theo chiều ngang của 1T (chu kỳ) là:

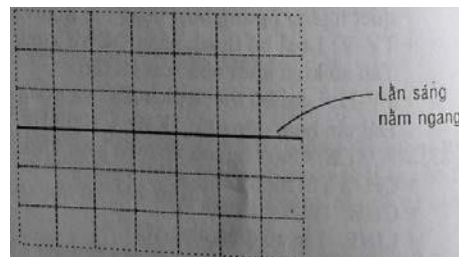
Số ô =  $1/(\text{Time/Div}) = 1/0,5 = 2\text{ ô}$



- Nếu đặt Time/div = 1ms  
Số ô theo chiều ngang của 1 chu kỳ là 1



- Nếu đặt Time/div = 1μs (quá nhỏ)



⇒ Kết luận: Phải đặt giá trị Time/div về vị trí thích hợp.

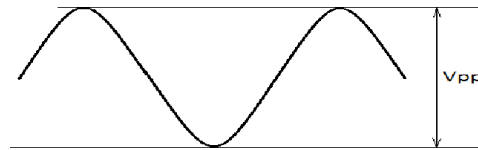
## 1.2.2. Một số ứng dụng của Máy hiện sóng

### 1.2.2.1. Đo điện áp đỉnh đỉnh (Peak to Peak Voltage)

- Điện áp đỉnh đỉnh của tín hiệu ( $V_{pp}$ ) là điện áp được tính từ đỉnh dưới đến đỉnh trên của

tín hiệu.

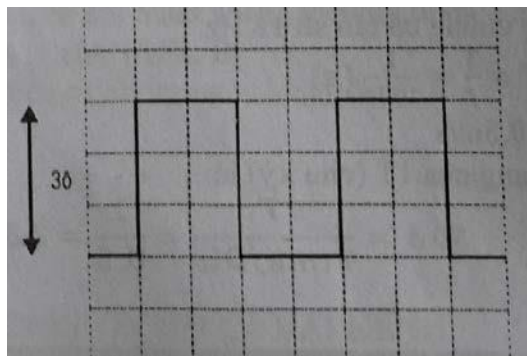
**Thí dụ:**



Thứ tự tính Vpp trên máy hiện sóng:

- a. Đọc giá trị Vol/div
- b. Đọc số ô theo chiều dọc
- c.  $V_{pp} = \text{số ô theo chiều dọc} \times \text{Vol/Div}$

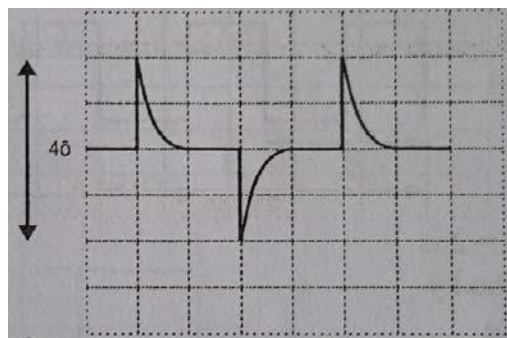
**Thí dụ:** a/ Tính điện áp đỉnh đỉnh (Vpp) của dạng sóng sau, giả sử ta đang đặt vị trí Volt/div = 50mv.



Theo hướng dẫn trên ta dễ dàng tính được:

$$V_{pp} = 3 \text{ ô} \times 50\text{mv} = 150\text{mV}$$

**Thí dụ:** b/ Tính Vpp của dạng sóng sau, biết vị trí Volt/div của máy hiện sóng đang được đặt ở vị trí: 0.5V.



Theo hướng dẫn trên ta dễ dàng tính được:

$$V_{pp} = 4 \times 0.5\text{V} = 2\text{V}$$

### 1.2.2.2. Tính chu kỳ (T) và tần số (f) của tín hiệu

Thứ tự để tính chu kỳ, tần số của tín hiệu

Bước 1. Đọc số Time/div.

Bước 2. Đếm số ô theo chiều ngang 1 chu kỳ.

Bước 3. Chu kỳ của tín hiệu:  $T = \text{số ô}/1T \times \text{Time/div}$ .

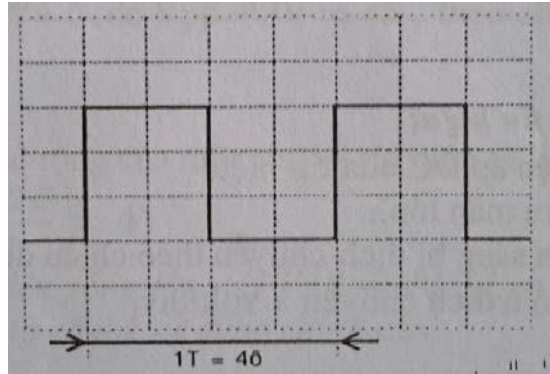


$$T = s \Rightarrow f = \text{Hz}$$

Bước 4. Tần số của tín hiệu

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{nếu} \quad \begin{cases} T = s \Rightarrow f = \text{Hz} \\ T = \text{ms} \Rightarrow f = \text{KHz} \\ T = \mu\text{s} \Rightarrow f = \text{MHz} \end{cases}$$

**Thí dụ:** Khi đo trên máy hiện sóng, tín hiệu có dạng sóng như hình dưới đây, vị trí Time/div đang bật là 5ms, tính chu kỳ, tần số của tín hiệu.



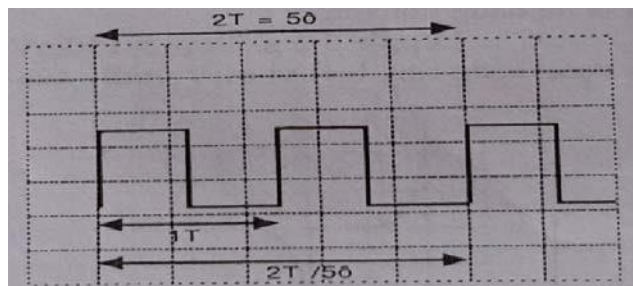
Biết Time/div = 5ms

$$\Rightarrow T = 4 \times 5 = 20\text{ms}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20} = 50\text{Hz}$$

Nếu số ô của một chu kỳ là số lẻ, số ô/1 chu kỳ được đếm sẽ không chính xác, do đó ta phải đếm chu kỳ tương ứng với số ô chẵn, sau đó lấy số chu kỳ chia cho số ô để biết được “số” ô trong một chu kỳ”.

**Thí dụ:**



- Biết Time/div = 2μs

Ta có 5ô  $\Rightarrow$  2 chu kỳ

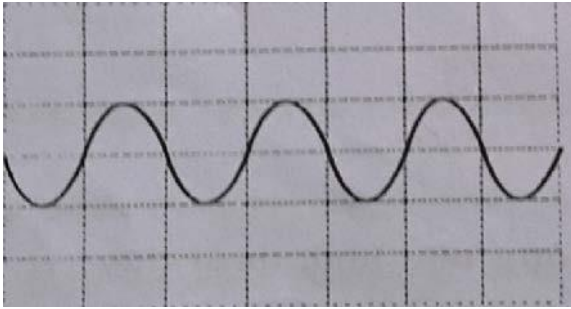
Do đó:

- Số ô/T = 5 ô/2T

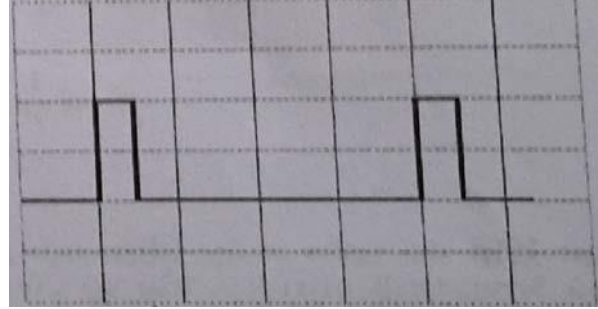
- Chu kỳ T =  $\frac{5}{2} \times 2\mu\text{s} = 5\mu\text{s}$  (số ô/1T  $\times$  time/div)

- Tần số của tín hiệu sẽ là:  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{5\mu\text{s}} = 200\text{KHz}$

**Bài tập:** Tính chu kỳ, tần số các tín hiệu sau:



a/ Biết Time/div = 0.5ms



b/ Biết Time/div = 50μs

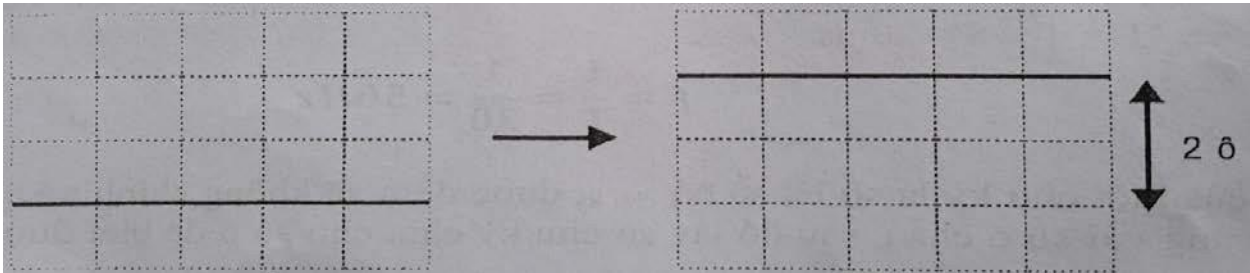
### 1.2.2.3. Tính điện áp DC của tín hiệu

Thứ tự thực hiện tính điện áp DC của tín hiệu

Chỉnh tia sáng nằm ở tâm màn hình.

- Khi đo điện áp DC tia sáng bị dịch chuyển theo chiều dọc.
- Điện áp DC:  $V_{DC} = \text{số ô dịch chuyển} \times \text{volt/div.}$

Thí dụ:



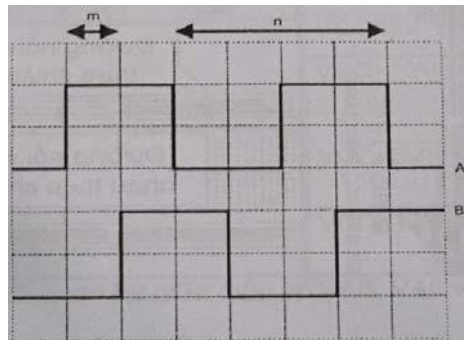
Biết  $\text{Vol/div} = 5\text{V/ô} \Rightarrow V_{DC} = 2 \times 5 = 10\text{ V}$

Điện áp DC của tín hiệu là 10VDC

### 1.2.2.4. Đo độ lệch pha giữa hai tín hiệu

- Bật máy về chế độ hiển thị 2 kênh.
- Độ lệch pha của tín hiệu:
  - + Tính số ô trên một chu kỳ (n)
  - + Tính số ô lệch nhau giữa 2 chu kỳ (m)
  - + Độ lệch pha:

Thí dụ:



Time/div = 0.5ms, m = 1, n = 4



$$\Rightarrow \text{Độ lệch pha: } \frac{360^\circ \cdot 1}{4} = 90^\circ$$

### 1.2.3. Phương pháp chỉnh lại máy hiện sóng

\* Thực tế máy hiện sóng thường chỉnh sai, kết quả đo bị sai.

Trước khi sử dụng ta phải chuẩn lại máy để kết quả đọc được đạt độ tin cậy cần thiết.

\* Phương pháp: Dùng ngõ ra chuẩn (cal). Ví dụ trên máy Pintek là 2Vpp-1KHz.

- Chỉnh độ cao: Bật volt/div = 0.5V, vặn núm Pull x 5Mag (đồng trục với núm volt/div)

sao cho bề cao của tín hiệu là 4 ô (do  $V_{pp} = 2V \Rightarrow$  số ô theo chiều cao  $= \frac{2V_{pp}}{0,5} = 4$  ô)

- Chỉnh độ rộng:

Bật Time/div = 0.5ms

Xoay núm var sao cho bề rộng của một chu kỳ tín hiệu là 2 ô.

(Số ô của một chu kỳ  $= \frac{2\hat{o}}{0,5} = 4$ )

Kinh nghiệm: Với một máy hiện sóng tốt, nút VAR và PULL x 5Mag thường được chỉnh theo chiều kim đồng hồ về vị trí tối đa là có thể sử dụng chính xác.

## Chương 2. LINH KIỆN THỤ ĐỘNG

### 2.1. Điện trở

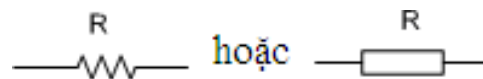
#### 2.1.1. Khái niệm

Điện trở là linh kiện thụ động cản trở lại dòng điện qua nó.

#### 2.1.2. Phân loại

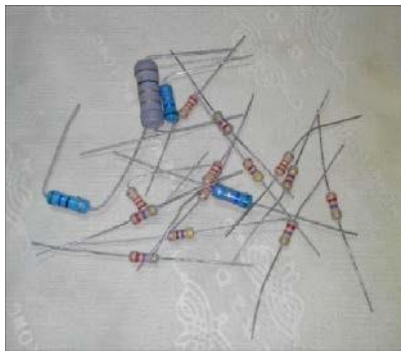
- Điện trở có giá trị cố định (điện trở thường)

Ký hiệu:

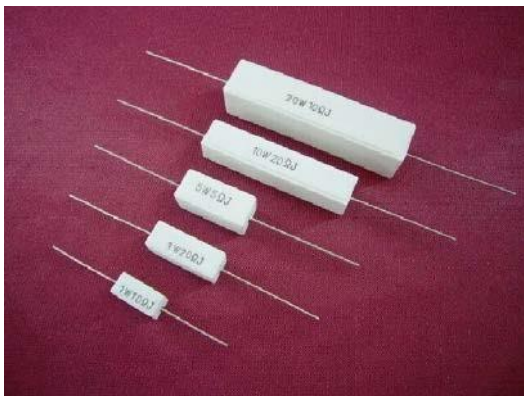


Hình dạng:

**Điện trở than:** Thường được mã hóa theo mã vạch màu, có kích thước lớn hay nhỏ tùy thuộc vào công suất của nó. Chúng thường có hình dạng như sau:



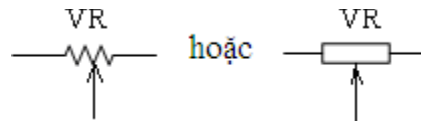
**Điện trở công suất:** giá trị được ghi trực tiếp trên thân hoặc được mã hóa theo mã vạch màu.



**Điện trở dán:** Có kích thước nhỏ gọn và có độ chính xác cao.



**Biến trở:** có ký hiệu:



**Biến trở cúc áo (vỏ nhựa):** giá trị được ghi trực tiếp hoặc mã hóa theo mã thập phân



**Biến trở Volum:** giá trị được ghi trực tiếp trên thân.

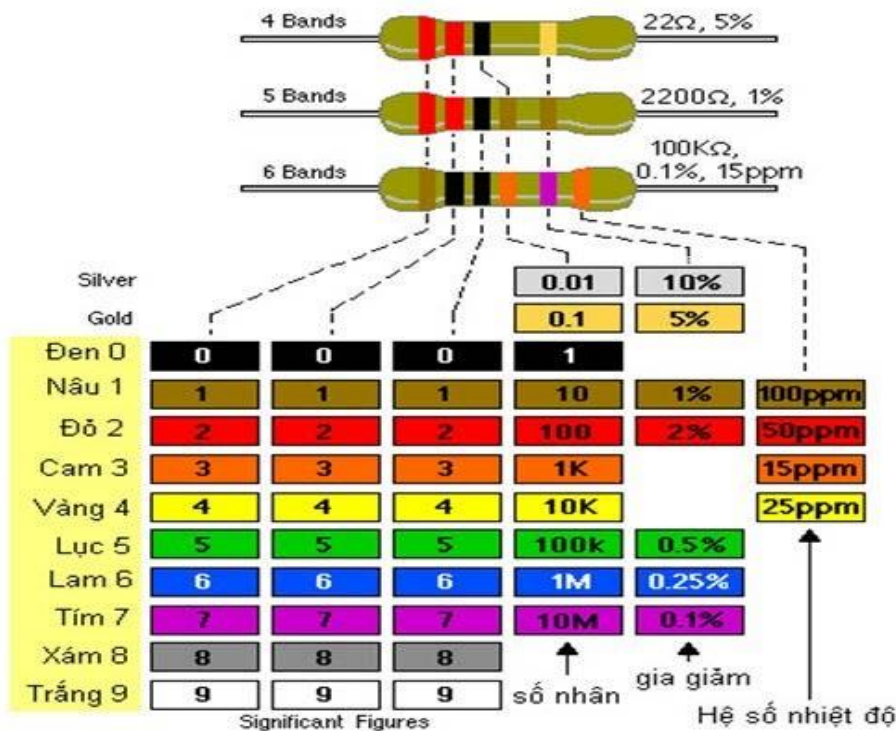


### 2.1.3. Cách đọc trị số điện trở

- Đọc điện trở mã hóa theo mã vạch màu.

Theo quy ước màu quốc tế, mỗi màu tương ứng với một con số. Điện trở thường được ký hiệu bằng 4 vòng màu, điện trở chính xác thì ký hiệu bằng 5 vòng màu, 5 vòng màu.

Luật màu như sau:



Luật màu dùng ghi trị của các điện trở

Đọc điện trở 4 vòng màu:

- Vòng màu thứ nhất là số thứ nhất của giá trị điện trở
- Vòng màu thứ hai là số thứ hai của giá trị điện trở
- Vòng màu thứ ba là hệ số nhân (số lượng chữ số 0 thêm vào hay bớt đi)
- Vòng màu thứ 4: dung sai (thường là màu vàng nhũ)

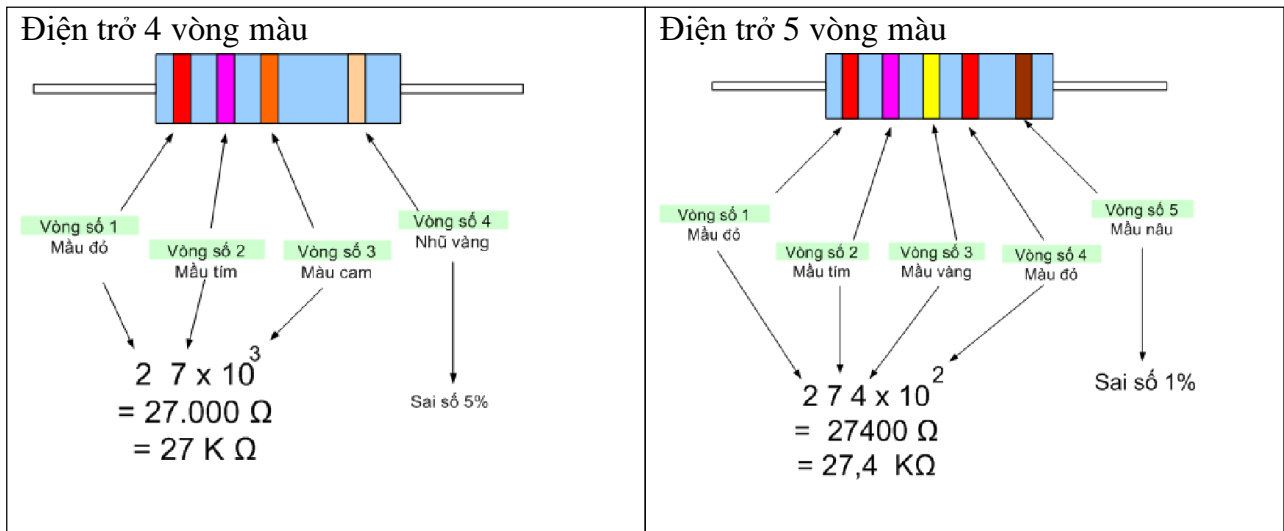
$$\text{Trị số} = (\text{vòng màu 1}) (\text{vòng màu 2}) \times 10^{\text{vòng màu 3}}$$

Đối với điện trở có 5 vòng màu:

Vòng số 5 là vòng cuối cùng, là vòng ghi sai số. Với điện trở 5 vòng màu thì màu sai số có nhiều màu, do đó gây khó khăn cho ta khi xác định đâu là vòng cuối cùng, tuy nhiên vòng cuối luôn có khoảng cách xa hơn một chút. Đối diện vòng cuối là vòng số 1. Tương tự cách đọc trị số của trở 4 vòng màu nhưng ở đây vòng số 4 là bội số của cơ số 10, vòng số 1, số 2, số 3 lần lượt là hàng trăm, hàng chục và hàng đơn vị.

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

Ví dụ:



**Thực hành đọc các điện trở.**

Đọc lần lượt từng điện trở trong tổ hợp điện trở được phát. Ghi thứ tự các vạch màu và trị số tương ứng vào bảng.

**Lưu ý:** Kết quả giá trị điện trở bao gồm con số và đơn vị.

Ví dụ: Điện trở có thứ tự các vạch màu là: Nâu đen đỏ vàng nhũ thì có giá trị là 1000Ω sai số ±5%.

Thứ tự các vạch màu	Giá trị điện trở

**- Đọc điện trở mã hóa theo mã thập phân**

Điện trở dán thường được mã hóa theo mã thập phân và cách đọc như sau:

 <b>223</b> 3 chữ số $223 = 22 \times 10^3 = 22,000 \text{ Ohm} = 22\text{K Ohm}$	 <b>8202</b> 4 chữ số $8202 = 820 \times 10^2 \text{ Ohm} = 82,000 \text{ Ohm} = 82 \text{ KOhm}$
--	--

 <b>4R7</b> $4R7 = 4.7 \text{ Ohm}$	 <b>0R22</b> $0R22 = 0.22 \text{ Ohm}$
---	--

Những chữ số phía sau chữ "R" là phần giá trị thập phân

 <b>0</b> $0 = 0 \text{ Ohm}$	 <b>000</b> $000 = 0 \text{ Ohm}$
-------------------------------------	---

Điện trở 0 Ohm  
(đóng vai trò như dây dẫn hoặc cầu chì)

R47	4R7	47R	K47	4K7	47K	M47	4M7
0.47 Ω	4.7 Ω	47 Ω	470 Ω	4.7 kΩ	47 kΩ	470 kΩ	4.7 MΩ

R464	464R	4K64	471	472	473	474	475
0.464 Ω	464 Ω	4.64 kΩ	470 Ω	4.7 kΩ	47 kΩ	470 kΩ	4.7 MΩ

4640	470
464 Ω	47 Ω

Kiểu viết này khá mơ hồ và hiếm khi được sử dụng

0	00	000	0000
---	----	-----	------

Điện trở 0 ohm dùng làm dây nối trong mạch hay cầu chì (chống ngắn mạch)

**Lưu ý:**

Những điện trở có giá trị cỡ vài chục ohm thường chỉ có 2 chữ số, chữ số thứ 3 đã bị lược bỏ.

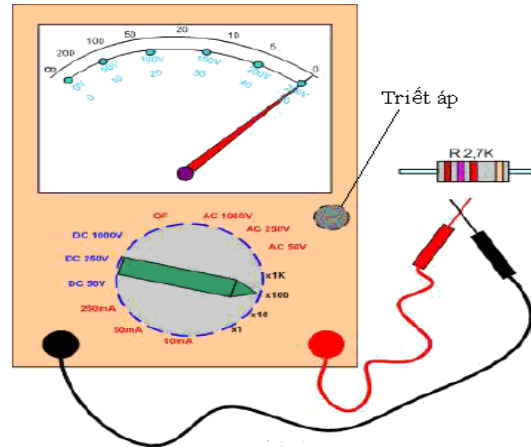
Những điện trở có trị số cỡ vài ohm thường có chữ "R" đứng phía sau. Ví dụ: 3R = 3 ohm.

**2.1.4. Đo giá trị điện trở**

Khi các vạch màu của điện trở bị mờ hoặc muốn kiểm tra khi nghi ngờ điện trở trong mạch bị hư, người ta thực hiện đo điện trở. Trình tự đo điện trở như sau:

Bước 1: Chọn thang đo

Bước 2: Chỉnh KHÔNG thang đo



Chọn thang đo và chỉnh KHÔNG thang đo

Bước 3: Đặt mỗi que đo vào một đầu của điện trở

Bước 4: Tính kết quả theo công thức:

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

Ví dụ: Nếu để thang x100 và giá trị kim chỉ là 27 thì giá trị điện trở đo được là:

$$100 \times 27 = 2700\Omega = 2,7 \text{ K}\Omega$$

**Chú ý:**

Trên thang đọc của VOM, thanh khắc vạch trên cùng dùng để đọc giá trị điện trở.

Nếu điện trở nằm trên bo mạch thì trước khi đo điện trở ta tách một chân của điện trở ra khỏi bo mạch.

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

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

Nên khi đo điện trở ta chọn thang đo sao cho kim ở khu vực giữa của thang đọc, khi đó kết quả đo cho độ chính xác cao nhất.

- Khi đo điện trở ta sử dụng nguồn pin bên trong của đồng hồ nên tuyệt đối không được cấp nguồn cho điện trở. Hai đầu que đo được đấu với nguồn Pin của đồng hồ như sau:

*Que đỏ của đồng hồ nối với cực âm của nguồn Pin  
Que đen của đồng hồ nối với cực dương của nguồn Pin*

**Thực hành đo điện trở**

Đo các điện trở được phát, so sánh với giá trị đọc được và điền vào bảng sau:

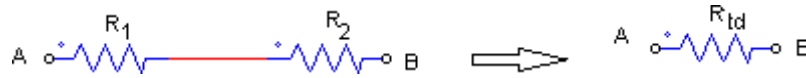
Điện trở	Tứ tự vạch màu	Giá trị đọc được	Giá trị đo được
R1			
R2			
R3			
R4			
R5			



### 2.1.5. Cách mắc điện trở

#### a. Mắc nối tiếp

Giả sử mắc 2 điện trở nối tiếp nhau, khi đó 2 điện trở này sẽ tương đương với 1 điện trở  $R_{td}$

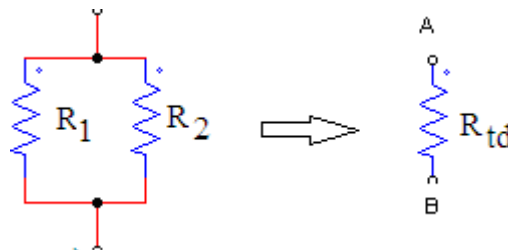


$$R_{td} = R_1 + R_2$$

#### Mắc song song

Giả sử mắc 2 điện trở song song, khi đó coi như ta có 1 điện trở tương đương  $R_{td}$

$$\frac{1}{R_{td}}$$



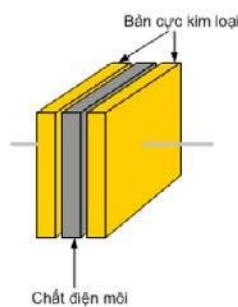
$$= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

## 2.2. TỤ ĐIỆN

### 2.2.1. Cấu tạo, ký hiệu, phân loại tụ điện .

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

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



Cấu tạo tụ gốm

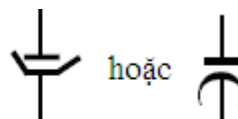


Cấu tạo tụ hóa

**Ký hiệu** của tụ điện:



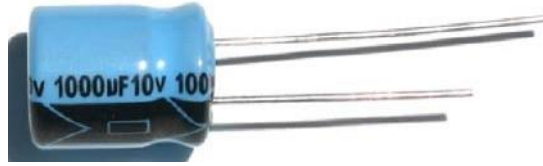
Tụ không phân cực



Tụ có phân cực

**Phân loại tụ điện:**

- Tụ hóa (tụ có phân cực)



- Tụ gốm



**2.2.2. Điện dung và đơn vị của tụ điện**

\* **Điện dung:** Là đại lượng nói lên khả năng tích điện trên hai bản cực của tụ điện, điện dung của tụ điện phụ thuộc vào diện tích bản cực, vật liệu làm chất điện môi và khoảng cách giữa hai bản cực theo công thức

$$C = \xi \cdot S / d$$

- Trong đó C : là điện dung tụ điện , đơn vị là Fara (F)
- $\xi$  : Là hằng số điện môi của lớp cách điện.
- d : là chiều dày của lớp cách điện.
- S : là diện tích bản cực của tụ điện.

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

- 1 Fara = 1000  $\mu$  Fara = 1000.000 n F = 1000.000.000 p F
- 1  $\mu$  Fara = 1000 n Fara
- 1 n Fara = 1000 p Fara

**2.2.3. Cách đọc giá trị điện dung trên tụ điện.**

**Với tụ hoá :** Giá trị điện dung của tụ hoá được ghi trực tiếp trên thân tụ  
=> Tụ hoá là tụ có phân cực (-) , (+) và luôn luôn có hình trụ .



Tụ hoá ghi điện dung là 185  $\mu$ F / 320 V; 1000 $\mu$ F / 10V

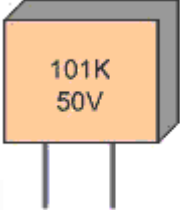
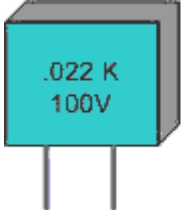


\* **Với tụ giấy, tụ gốm** : Tụ giấy và tụ gốm có trị số mã hóa bằng mã thập phân  
 Với loại tụ ký hiệu bằng 3 chữ số và 1 chữ cái thì đơn vị là pico Fara (pF)  
 Cách đọc: **Lấy hai chữ số đầu nhân với 10**(Mũ số thứ 3)

Ví dụ: tụ gốm ghi 474K nghĩa là:

$$\begin{aligned} \text{Giá trị} &= 47 \times 10^4 = 470000 \text{ pF} \\ &= 470 \text{ n Fara} = 0,47 \text{ } \mu\text{F} \end{aligned}$$

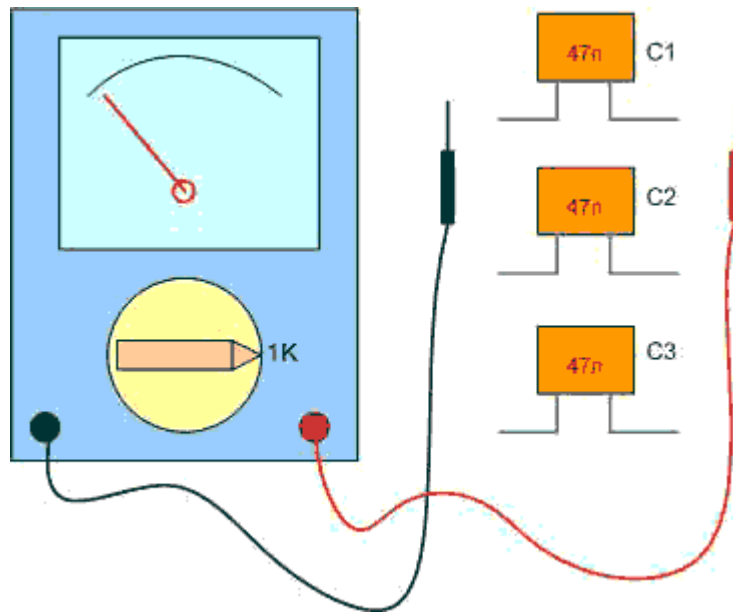
Chữ K hoặc J ở cuối là chỉ sai số 5% hay 10% của tụ điện .

Thông thường	Đặc biệt
 <p><math>C = 10 \times 10^1 \text{ pF}</math>  <math>= 100 \text{ pF}</math></p> <p><math>U_{\text{max}} = 50\text{V}</math></p>	 <p><math>C = 0,022 \text{ } \mu\text{F}</math>  <math>= 22 \text{ nF}</math></p> <p><math>U_{\text{max}} = 100\text{V}</math></p>

## 2.2.4. Phương pháp kiểm tra tụ điện

### Đo kiểm tra tụ giấy và tụ gốm.

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



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

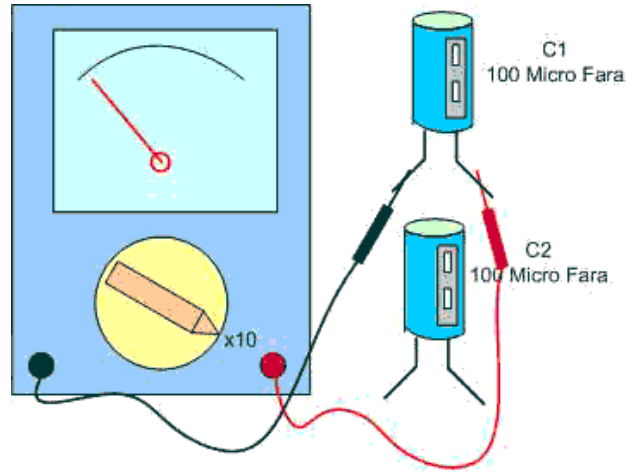
Khi đo tụ C1 (tụ tốt) kim phóng lên 1 chút rồi trở về vị trí cũ. (Lưu ý các tụ nhỏ quá < 1nF thì kim sẽ không phóng nạp).

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

Khi đo tụ C3 (tụ bị chập) ta thấy kim lên = 0 Ω và không trở về.

**Lưu ý:** Khi đo kiểm tra tụ giấy hoặc tụ gốm ta phải để đồng hồ ở thang x1KΩ hoặc x10KΩ, và phải đảo chiều kim đồng hồ vài lần khi đo.

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



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

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

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

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

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

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

### Thực hành đọc và đo tụ điện:

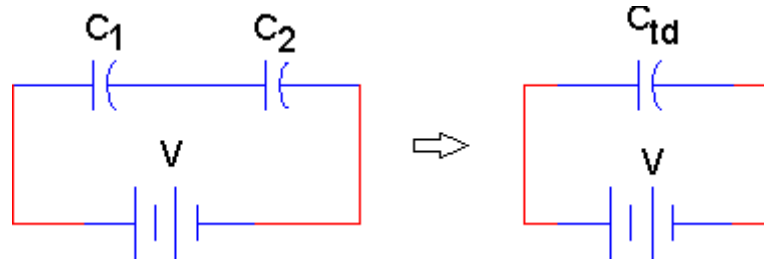
Hãy đọc trị số tụ điện được phát, đo kiểm tra tụ và điền vào bảng sau:

Tụ điện	Điện dung của tụ	Chất lượng tụ	Nguyên nhân tụ hư
C1			
C2			
C3			
C4			
C5			

### 2.2.5. Các cách mắc tụ

Tụ điện ghép nối tiếp

Khi ghép 2 tụ nối tiếp ta sẽ có trị số điện dung và điện áp làm việc của tụ tương đương như sau:



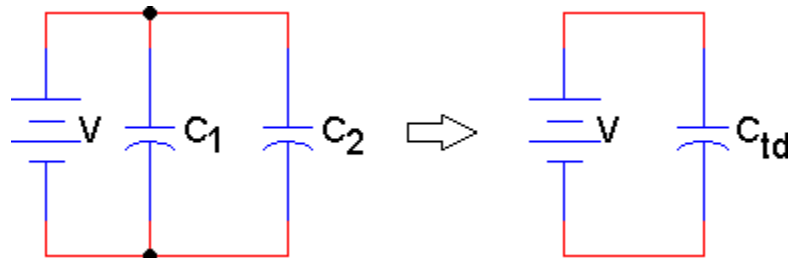
$$\frac{1}{C_{td}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad U = U_1 + U_2$$

**Tụ điện ghép song song**

Khi ghép 2 tụ song song ta sẽ có trị số điện dung và điện áp làm việc của tụ tương đương như sau:

$$C_{td} = C_1 + C_2$$

$$U = \min(U_1, U_2)$$

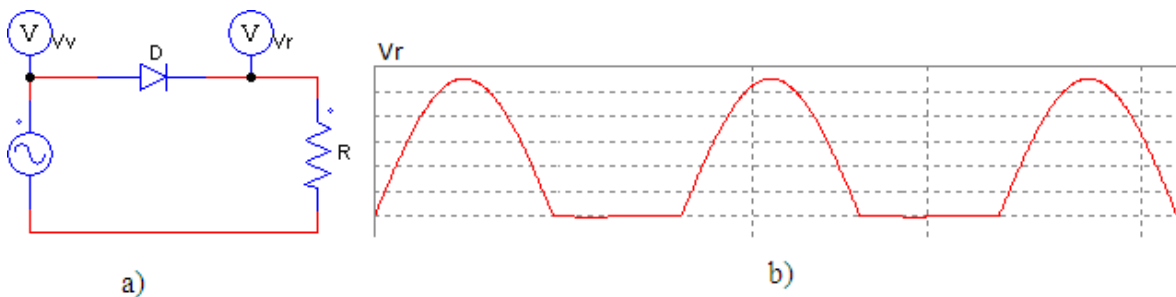


**2.2.6. Ứng dụng của tụ**

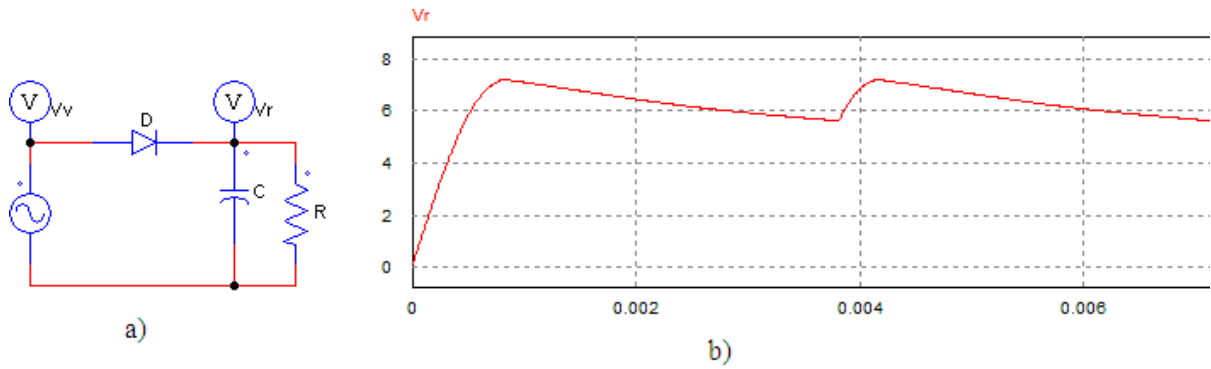
Tụ điện dùng để lọc nguồn

Giả sử có mạch nắn điện sử dụng một diode như hình vẽ dưới đây. Diode có tác dụng chỉ cho bán kỳ dương của dòng điện xoay chiều đi qua và chặn lại bán kỳ âm.

Dòng điện qua tải sẽ có dạng là những bán kỳ dương gián đoạn. Nếu mắc thêm tụ song song với tải thì tụ sẽ nạp điện ở bán kỳ dương và xả điện ở bán kỳ âm, như vậy nhờ có tụ mà dòng điện qua tải được liên tục và giảm bớt độ nhấp nhô của dòng điện xoay chiều hình sin.



*Dạng tín hiệu ngõ ra khi không có tụ*



Dạng tín hiệu ngõ ra khi có gắn tụ

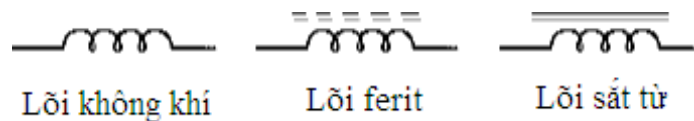
## 2.3. CUỘN DÂY

Cuộn cảm (hay cuộn từ, cuộn từ cảm) là một **linh kiện điện tử thụ động** tạo từ một dây dẫn điện với vài vòng quấn, sinh ra **từ trường** khi có **dòng điện** chạy qua.

### 2.3.1. Cấu tạo, ký hiệu, hình dạng cuộn cảm

Cuộn dây được cấu tạo bởi một dây dẫn điện cuốn lại thành nhiều vòng trên một lõi và có bọc bên ngoài lớp sơn cách điện (thường được gọi là dây điện từ). Lõi có thể có từ tính hoặc không có từ tính.

**Ký hiệu:**



**Hình dạng thực tế của cuộn cảm:**



### 2.3.2. Thông số của cuộn cảm.

**Trị số điện cảm:** cho biết khả năng tích lũy năng lượng từ trường của cuộn cảm khi có dòng điện chạy qua. Trị số điện cảm phụ thuộc vào kích thước, hình dạng, vật liệu lõi, số vòng dây và cách quấn dây.

Đơn vị đo là henry (H), các ước số thường dùng là:

$$1 \text{ mili henry (mH)} = 10^{-3} \text{ H}$$

$$1 \text{ micro henry} = 10^{-6} \text{ H}$$

**Cảm kháng của cuộn cảm  $X(L)$ :** là đại lượng biểu hiện sự cản trở của cuộn cảm đối với dòng điện chạy qua nó.

$$X_L = 2 \times 3.14 \times f \times L$$

trong đó:

- $X_L$ : cảm kháng . đơn vị là  $\Omega$
- $f$  : là tần số đơn vị là Hz
- $L$  : là hệ số tự cảm , đơn vị là Henry

Cuộn cảm có nhiều ứng dụng trong các mạch điện tử như lọc nguồn , lọc tín hiệu, tích lũy năng lượng...

### 2.3.3. Các ứng dụng đặc biệt của cuộn cảm

**a. Loa :** Gồm một nam châm hình trụ có hai cực lồng vào nhau, cực N ở giữa và cực S ở xung quanh, giữa hai cực tạo thành một khe từ có từ trường khá mạnh. Một cuộn dây được gắn với màng loa và được đặt trong khe từ, màng loa được đỡ bằng gân cao su mềm giúp cho màng loa có thể dễ dàng dao động ra vào.



Hoạt động

Khi ta cho dòng điện âm tần (điện xoay chiều từ 20 Hz đến 20.000Hz) chạy qua cuộn dây, cuộn dây tạo ra từ trường biến thiên và bị từ trường cố định của nam châm đẩy ra, đẩy vào làm cuộn dây dao động làm cho màng loa dao động theo và phát ra âm thanh.

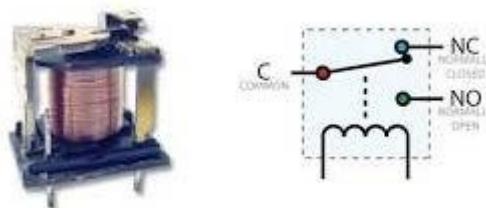
**b. Micro**



Thực chất cấu tạo Micro là một chiếc loa thu nhỏ, về cấu tạo Micro giống loa nhưng Micro có số vòng dây lớn hơn loa rất nhiều vì vậy trở kháng của cuộn dây micro là rất lớn khoảng  $600\Omega$  (trở kháng loa từ  $4\Omega - 16\Omega$ ), ngoài ra màng micro cũng được cấu tạo rất mỏng để dễ dàng dao động khi có âm thanh tác động vào.

Loa là thiết bị để chuyển dòng điện thành âm thanh còn micro thì ngược lại, Micro đổi âm thanh thành dòng điện âm tần.

**c. Rơ le**



Rơ le cũng là một ứng dụng của cuộn dây. Nguyên lý hoạt động của Rơle là biến đổi dòng điện thành từ trường thông qua cuộn dây, từ trường lại tạo thành lực cơ học để thực

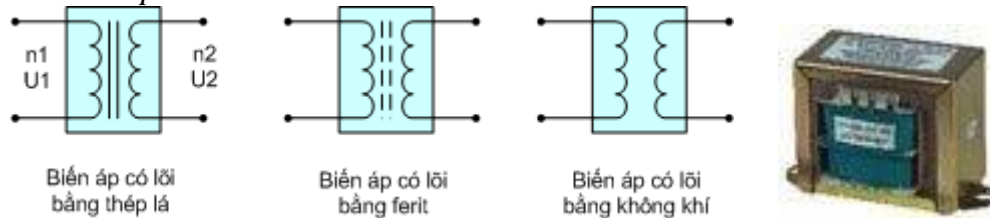
hiện một động tác về cơ khí như đóng mở công tắc, đóng mở các hành trình của một thiết bị tự động ...

d. Biến áp

\* Cấu tạo của biến áp

Biến áp là thiết bị để biến đổi điện áp xoay chiều. Cấu tạo bao gồm một cuộn sơ cấp (đưa điện áp vào) và một hay nhiều cuộn thứ cấp (lấy điện áp ra sử dụng) cùng quấn trên một lõi từ có thể là lá thép hoặc lõi ferit.

*Ký hiệu của biến áp*



\* Tỷ số vòng / vol của biến áp

- Gọi  $n_1$  và  $n_2$  là số vòng của cuộn sơ cấp và thứ cấp
- $U_1$  và  $I_1$  là điện áp và dòng điện đi vào cuộn sơ cấp
- $U_2$  và  $I_2$  là điện áp và dòng điện đi ra từ cuộn thứ cấp

Ta có các công thức như sau:

$U_1 / U_2 = n_1 / n_2$  Điện áp ở trên hai cuộn dây sơ cấp và thứ cấp tỷ lệ thuận với số vòng dây quấn.

$U_1 / U_2 = I_2 / I_1$  Dòng điện ở trên hai đầu cuộn dây tỷ lệ nghịch với điện áp, nghĩa là nếu ta lấy ra điện áp càng cao thì cho dòng càng nhỏ.

\* Công suất của biến áp

Công suất của biến áp phụ thuộc tiết diện của lõi từ và phụ thuộc vào tần số của dòng điện xoay chiều. Biến áp hoạt động ở tần số càng cao thì cho công suất càng lớn.

**2.3.4. Đo cuộn cảm**

Do cuộn dây được cấu tạo từ dây dẫn nên việc đo cuộn dây tương đối đơn giản:

- Bước 1: Chọn thang đo điện trở x1
- Bước 2: Chỉnh KHÔNG thang đo
- Bước 3: Đặt hai đầu que đo vào hai đầu cuộn dây
- Bước 4: Kết luận

Nếu kim chỉ  $0\Omega$  thì cuộn dây bị chạm chập.

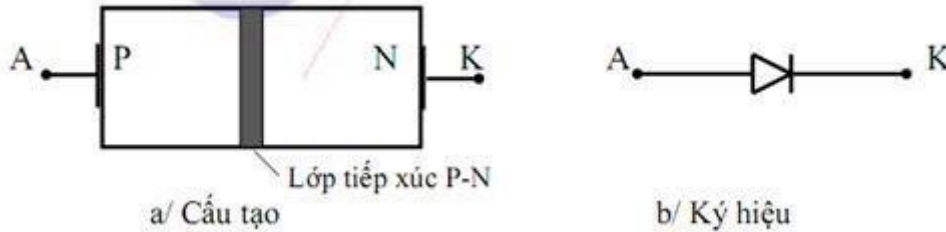
Nếu kim chỉ  $\infty\Omega$  thì cuộn dây bị đứt.

Nếu kim chỉ giá trị điện trở nào đó thì cuộn dây tốt.

## Chương 3. DIODE VÀ ỨNG DỤNG

### 3.1. Cấu tạo, ký hiệu, nguyên lý hoạt động của Diode

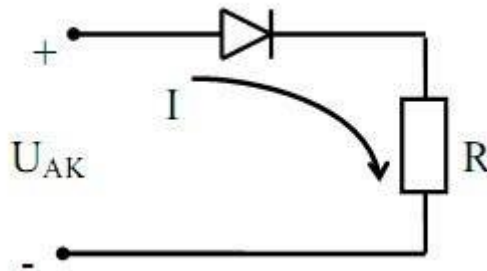
Diode có cấu tạo và ký hiệu như sau:



Nguyên lý hoạt động

Khi đưa điện áp ngoài có cực dương vào Anot, âm vào Katot ( $U_{AK} > 0$ ) thì Diode sẽ dẫn điện và trong mạch có dòng điện chạy qua (như hình sau) vì lúc này tiếp xúc P-N được phân cực thuận.

Nếu đổi lại cực tính của  $U_{AK}$  thì diode ngưng dẫn, dòng qua diode bằng 0



### 3.2. Phương pháp đo diode

Đo Diode để kiểm tra Diode đó còn tốt hay đã hư đồng thời xác định cực tính của Diode. Để đo diode ta thực hiện theo các bước sau:

**Bước 1:** Chọn thang đo (chỉnh KHÔNG thang đo)

Là thang đo điện trở ( $\times 10$  hay  $\times 100$ )

**Bước 2:** Đặt hai đầu que đo vào hai đầu Diode

Ta nhận được giá trị  $R_1$

**Bước 3:** Đảo lại phép đo ở bước 2, ta nhận được giá trị  $R_2$

**Bước 4:** Kết luận

Nếu hai phép đo khác nhau trên cho hai giá trị  $R_1$  và  $R_2$  khác xa nhau thì Diode tốt

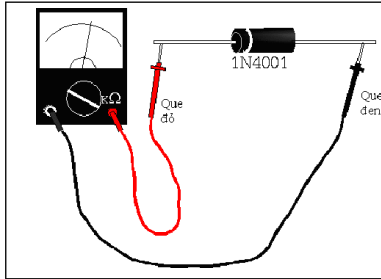
Nếu  $R_1 = R_2 = 0\Omega$  thì Diode bị nối tắt.

Nếu  $R_1 = R_2 = \infty\Omega$  thì D bị đứt.

Nếu  $R_1 = R_2 = a\Omega$  thì D bị đánh thủng.

**Bước 5:** Xác định cực A, K của Diode khi biết Diode đó tốt

Trong hai phép đo trên, tìm lại phép đo cho giá trị điện trở nhỏ hơn, que đen ở đâu thì đó là A, cực còn lại là cực K.



**Chú ý:** Thực chất của phép đo trên là ta tiến hành phân cực cho Diode. Dùng nguồn Pin trong VOM để cấp nguồn cho D với que Đen nối với + Pin, que đỏ nối với - Pin.

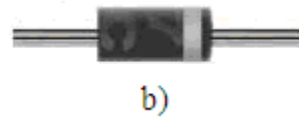
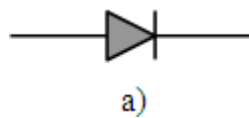
Phân cực thuận: Đặt que đen vào A, que đỏ vào K cho giá trị điện trở nhỏ

Phân cực ngược: Đặt que đen vào K, que đỏ vào A được giá trị điện trở lớn.

Nếu D tốt thì ở bước phân cực ngược mà VOM để ở thang x1 kim không lên do điện trở lớn. Muốn quan sát giá trị điện trở ta phải tăng thang đo lên x100, x1K hoặc 10K.

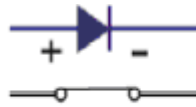
### 3.3. Phân loại và hình dạng thực tế của Diode

**Diode chỉnh lưu:** có ký hiệu và hình dạng như sau:

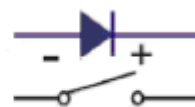


Trên thân của nó có ghi tên diode như: 1N4007, 1N4001, 1N4002, 1N4005...

Mô hình lý tưởng của diode:



Diode phân cực thuận

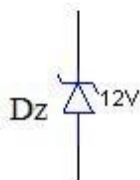


Diode phân cực ngược

### Diode tách sóng

Diode tách sóng có ký hiệu giống diode chỉnh lưu, đây là loại Diode nhỏ vỏ bằng thủy tinh và còn gọi là diode tiếp điểm, bề mặt tiếp xúc giữa hai chất bán dẫn P-N tại một điểm để tránh điện dung ký sinh, diode tách sóng thường dùng trong các mạch cao tần để tách sóng tín hiệu.

Diode ổn áp (Zener) có ký hiệu và hình dạng thực tế như sau:





Diode Zener được ứng dụng trong chế độ phân cực ngược, khi phân cực thuận Diode zener như diode thường nhưng khi phân cực ngược Diode zener sẽ ghim lại một mức điện áp cố định bằng giá trị ghi trên diode.

Diode ổn áp bao gồm 3V, 6V, 9V, 12V ....

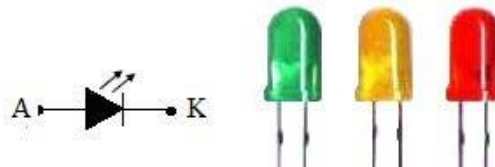
**Diode phát quang**

Diode phát quang là Diode phát ra ánh sáng khi được phân cực thuận, điện áp làm việc của LED khoảng 1,7 đến 2,2V, dòng qua Led khoảng từ 5mA đến 20mA

Tùy theo vật liệu chế tạo mà ánh sáng bức xạ của LED có thể ở những vùng bước sóng khác nhau.

LED bức xạ ra ánh sáng nhìn thấy (gọi là LED màu) được sử dụng trong các hệ thống chiếu sáng hoặc quang báo.

LED bức xạ hồng ngoại (LED hồng ngoại) được sử dụng trong hệ thống bảo vệ, sản xuất, thông tin quang.



**Diode thu quang**

Diode thu quang hoạt động ở chế độ phân cực nghịch, vỏ diode có một miếng thủy tinh để ánh sáng chiếu vào mối P – N , dòng điện ngược qua diode tỷ lệ thuận với cường độ ánh sáng chiếu vào diode.



**3.4. Thực hành đo Diode**

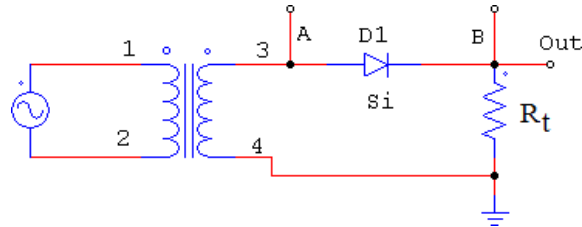
Hãy đo các diode được phát, ghi nhận tình trạng hư hỏng của diode, phân biệt cực tính của diode và điền vào bảng sau:

Tên (loại) Diode	Chất lượng diode	Cực tính diode

### 3.5. Thực hành với diode trong mạch chỉnh lưu

#### 3.5.1. Chỉnh lưu bán kỳ

a. Ráp mạch như hình vẽ, ngõ ra của biến áp V3-4 là 6VAC



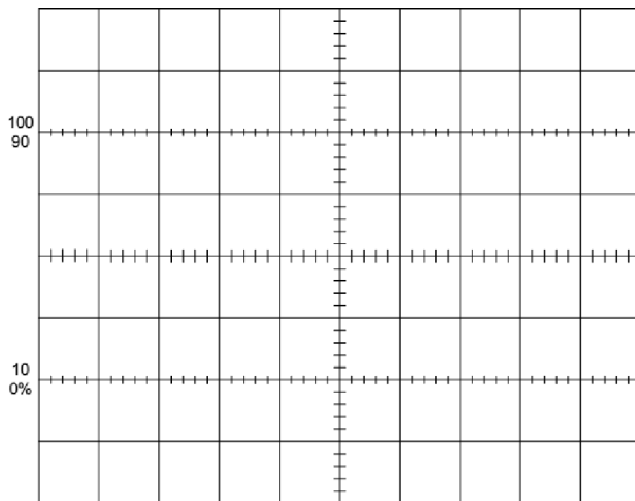
b. Cho  $R_t = 1K$ , đo dòng qua tải  $R_t = \dots\dots mA$ . Thay  $R_t = 2.2K$ , đo dòng qua  $R_t = \dots\dots A$ .

c. Đo điện áp bằng VOM:

$V_{AB} = \dots\dots\dots V$ . Giải thích:  $\dots\dots\dots$

$V_B = \dots\dots\dots V$ . Giải thích:  $\dots\dots\dots$

d. Dùng máy hiện sóng hai kênh đo tại các điểm A, B. Vẽ dạng sóng  $V_A$  (kênh 1),  $V_B$  (kênh 2) lên hình vẽ và giải thích dạng sóng nhận được:

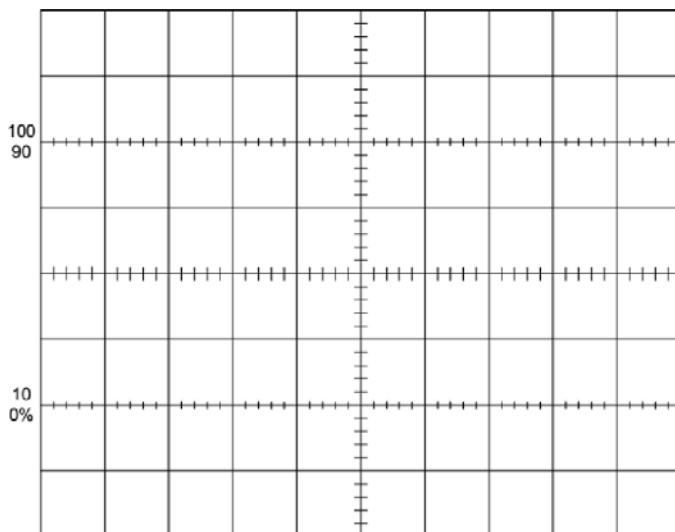


$V_A$ : Vol/Div =  $\dots\dots\dots$

Time/Div =  $\dots\dots\dots$

$f = \dots\dots\dots$

e. Gắn thêm vào đầu B và mass một tụ  $10\mu F/25V$ , quan sát dạng sóng  $V_B$ , vẽ lên hình.



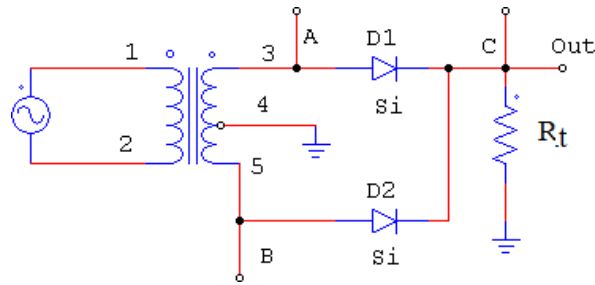
$V_A$ : Vol/Div =  $\dots\dots\dots$

Time/Div =  $\dots\dots\dots$

$f = \dots\dots\dots$

### 3.5.2. Chỉnh lưu toàn kỳ hình tia

a. Ráp mạch như hình vẽ, ngõ ra của biến áp  $V_{3-4} = V_{4-5} = 6V_{AC}$



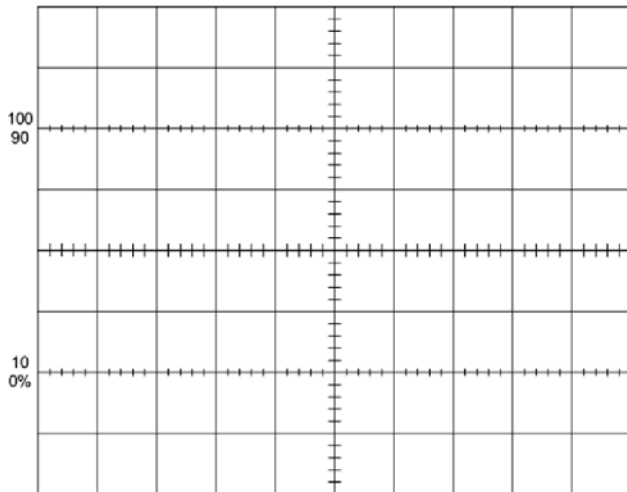
b. Cho  $R_t = 2.2K$ , đo dòng qua tải  $R_t = \dots\dots\dots mA$ .

c. Đo điện áp bằng VOM:

$V_{AB} = \dots\dots\dots V$ . Giải thích:  $\dots\dots\dots$

$V_C = \dots\dots\dots V$ . Giải thích:  $\dots\dots\dots$

d. Dùng máy hiện sóng hai kênh đo tại các điểm A hoặc B, điểm C. Vẽ dạng sóng  $V_A$  (kênh 1),  $V_C$  (kênh 2) lên hình vẽ và giải thích dạng sóng nhận được:



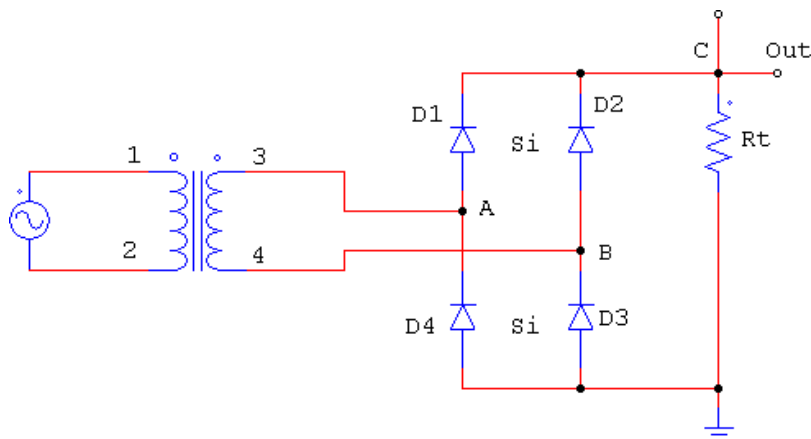
$V_A$ : Vol/Div =  $\dots\dots\dots$

Time/Div =  $\dots\dots\dots$

$f = \dots\dots\dots$

### 3.5.3. Mạch chỉnh lưu toàn hình cầu

a. Ráp mạch như hình vẽ, ngõ ra của biến áp  $V_{3-4} = 6V_{AC}$ ,  $R_t = 2.2K$



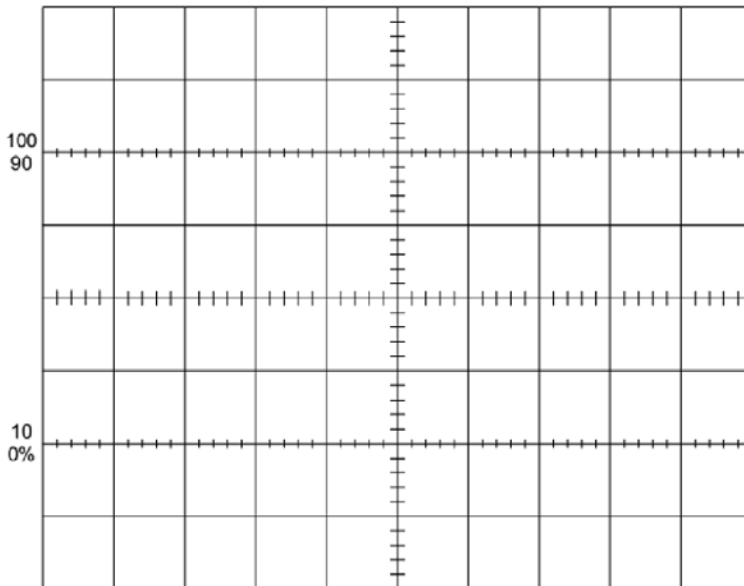
b. Đo dòng qua tải  $R_t = \dots\dots\dots$  mA.

c. Đo điện áp bằng VOM:

$V_{AB} = \dots\dots\dots$  V. Giải thích: .....

$V_C = \dots\dots\dots$  V. Giải thích: .....

d. Dùng máy hiện sóng hai kênh đo tại các điểm AB, điểm C. Vẽ dạng sóng  $V_{AB}$  (kênh 1),  $V_C$  (kênh 2) lên hình vẽ và giải thích dạng sóng nhận được:

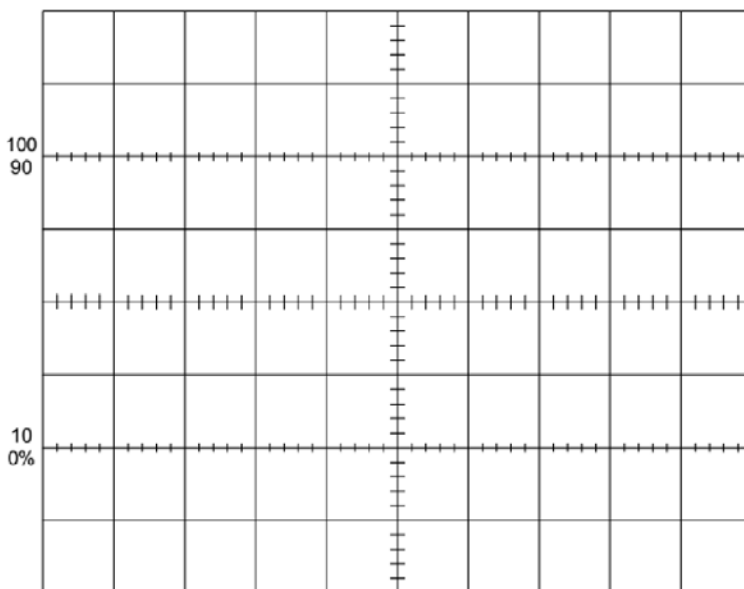


$V_A$ : Vol/Div = .....

Time/Div = .....

$f = \dots\dots\dots$

e. Gắn thêm vào đầu B và mass một tụ  $10\mu\text{F}/25\text{V}$ , quan sát dạng sóng  $V_C$ , vẽ lên hình.



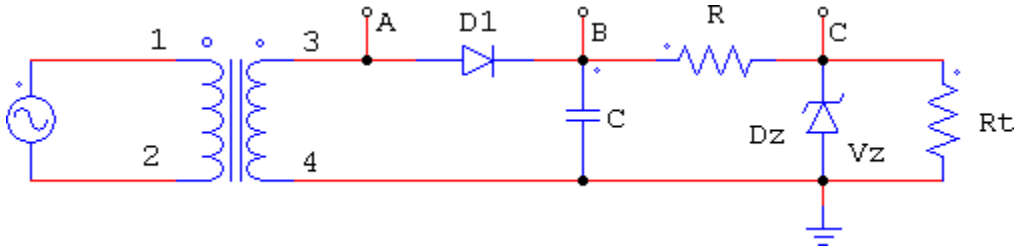
$V_A$ : Vol/Div = .....

Time/Div = .....

$f = \dots\dots\dots$

### 3.6. Thực hành với diode zener trong mạch ổn áp

Cho mạch nguồn như hình vẽ. Với ngõ ra biến áp  $V_{3-4} = 6\text{V}$ ,  $C = 470\mu\text{F}$ ,  $D_z = 3\text{V}$ ,  $R = 1\text{K}$ ,  $R_t = 4.7\text{K}$ .



- a. Ráp mạch như hình trên  
 b. Đo thông số và điền vào bảng.

Điểm đo	V <sub>B</sub>	V <sub>Z</sub>	V <sub>C</sub>	V <sub>Rt</sub>
Điện áp đo được				
Giai đo				
Đo đo được (mA)	x			

c. Muốn được  $V_{Rt} = 6V3$  thì cần thay đổi đại lượng nào? Giá trị bằng bao nhiêu?

.....

.....

.....

## Chương 4. PHÂN CỰC TÍNH CHO TRANSISTOR

### 4.1. Cấu tạo, ký hiệu, hình dạng transistor lưỡng cực

Transistor BJT được cấu tạo gồm hai tiếp giáp P-N ghép lại với nhau và đưa ra làm 3 cực:

Cực E: emitter (cực phát)

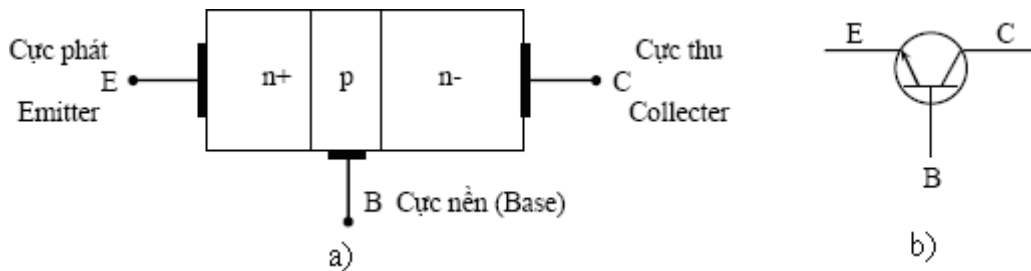
Cực C: collector (cực thu)

Cực B: bazo (cực nền)

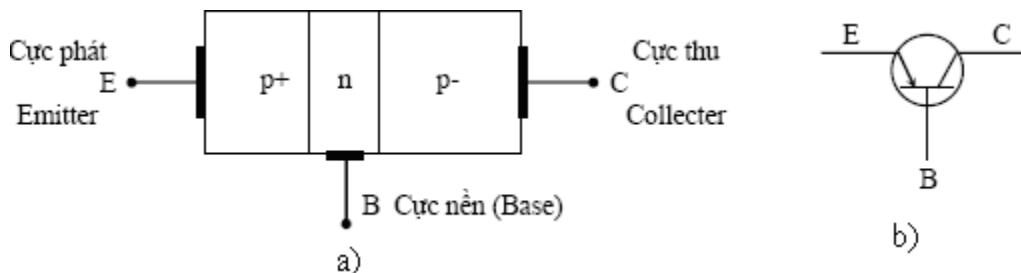
Nồng độ tạp chất ở lớp bán dẫn đưa ra cực E là cao nhất, kế đến là lớp bán dẫn lấy ra cực B và nồng độ tạp chất ở lớp bán dẫn đưa ra cực C là ít nhất.

Tuỳ theo thứ tự ghép mà ta có hai loại BJT là NPN và PNP (loại PNP còn gọi là đèn thuận, NPN gọi là đèn ngược).

- Cấu tạo và ký hiệu của transistor NPN và PNP như sau:



Cấu tạo (a) và ký hiệu (b) của transistor NPN

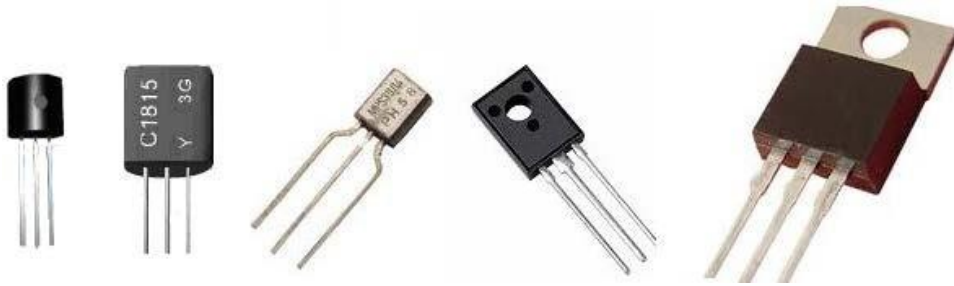


Cấu tạo (a) và ký hiệu (b) của transistor PNP

#### - Hình dạng của một số transistor

Hiện nay trên thị trường phổ biến với 3 loại Transistor với 3 hãng sản xuất: Nhật Bản, Trung\_Quốc, Mỹ.

+ Nhật Bản thì trên Transistor chữ đầu tiên Thường là các chữ cái A, B, C, D, H sau đó là các số như D468, B562, C1815, A1015, H1061. Transistor nào có bắt đầu là chữ cái A, B là transistor thuận PNP còn Transistor nào có bắt đầu bằng chữ cái C, D, H là Transistor NPN.



Hình ảnh một số transistor lưỡng cực

+ Mỹ thì khác các Transistor thường được bắt đầu bằng 2N ví dụ như: 2N2222; 2N3904... Transistor nào có 2 số sau chữ 2N là cùng chẵn hoặc cùng lẻ thì là NPN. Còn ngược lại hai số đó mà chẵn lẻ khác nhau thì là Transistor PNP.

Còn một số loại khác 2N thì cách xác định lại là khác.

+ Trung Quốc thì trên Transistor được bắt đầu bằng số 3 sau đó là các chữ cái. Trong đó A, B là PNP, còn C, D là NPN, còn sau các chữ cái A, B, C, D nếu là X, P cho biết Transistor công suất nhỏ còn sau là A, G là Transistor công suất lớn như 3CP25, 3AP20.

Transistor công suất nhỏ thường có kích thước nhỏ hơn Transistor công suất lớn.

#### ❖ Các thông số cơ bản của transistor lưỡng cực

- Dòng điện cực đại: Là dòng điện giới hạn của transistor, vượt qua dòng giới hạn này transistor sẽ bị hỏng.

- Điện áp cực đại: Là điện áp giới hạn của transistor đặt vào cực CE, vượt qua điện áp giới hạn này transistor sẽ bị đánh thủng.

- Tần số cắt: Là tần số giới hạn mà Transistor làm việc bình thường, vượt quá tần số này thì độ khuếch đại của Transistor bị giảm.

- Hệ số khuếch đại: Là tỷ lệ biến đổi của dòng  $I_{CE}$  lớn gấp bao nhiêu lần dòng  $I_{BE}$

- Công suất cực đại: Khi hoạt động Transistor tiêu tán một công suất  $P = U_{CE} \cdot I_{CE}$  nếu công suất này vượt quá công suất cực đại của Transistor thì Transistor sẽ bị hỏng.

#### 4.2. Cách xác định cực tính của BJT

- Tìm cực B và loại transistor lưỡng cực

Dùng đồng hồ vạn năng để ở thang đo điện trở nấc x1, hoặc x10 hoặc x100. Cố định một que đo vào một chân bất kỳ trong 3 chân của TBT. Que đo kia lần lượt đo đến hai chân còn lại (như vậy có 6 phép đo). Trong 6 phép đo đó, nếu Transistor tốt thì chỉ có hai phép đo cho giá trị điện trở tương đương nhau, khi đó:

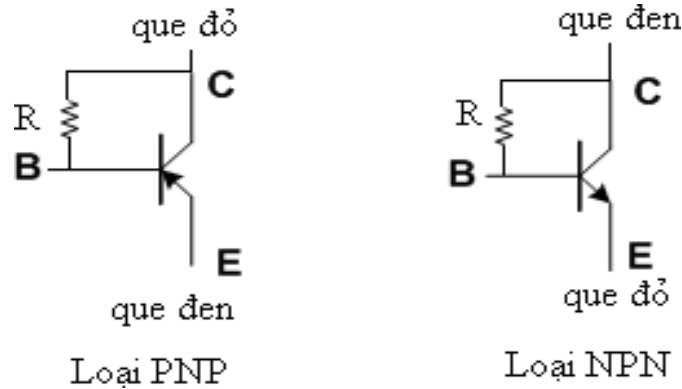
Chân chung được nối với que đen là cực B của Transistor loại NPN.

Chân chung được nối với que đỏ là cực B của Transistor loại PNP.

Ngoài trường hợp trên thì Transistor lưỡng cực bị hư.

- Xác định cực C và E

Trong hai cực còn lại ta lần lượt giả sử một chân là cực C, chân còn lại là cực E và đặt phép đo như hình sau:



Xác định cực C và E của transistor

+ Nếu phép đo cho giá trị điện trở nhỏ thì ta giả sử đúng.

+ Nếu phép đo cho giá trị điện trở lớn thì ta giả sử sai.

**Chú ý:** - Có thể dùng nội trở của tay người làm điện trở nên muốn mắc điện trở giữa hai cực nào thì dùng hai đầu ngón tay cầm giữa hai cực đó.

- Ở bước xác định cực C, E nếu ở thang đo thấp kim đồng hồ không lên thì tăng thang đo lên để quan sát giá trị điện trở được rõ ràng.

- Thực hiện đo ngược (linh kiện không được cấp nguồn).

### Thực hành đo transistor lưỡng cực

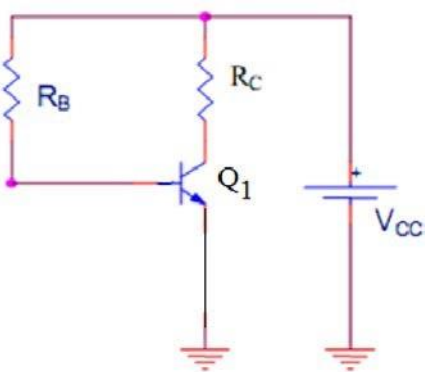
Hãy đo các transistor được phát, điền thông tin vào bảng sau:

Tên	Loại	Chất lượng	Hình dạng và cực tính	Dấu hiệu nhận biết tốt, hư
C1815				
A1015				



### 4.3. Phân cực bằng dòng cố định $I_b$

Cho mạch như hình vẽ với:  $Q_1 = C1815 (C828)$ ,  $V_{CC} = 12VDC$ ,  $R_B = 680K$ ,  $R_C = 2.2K$



- a. Ráp mạch như hình vẽ
- b. Đo các thông số và điền vào bảng sau:

Điểm đo	$R_B$	$R_C$	$V_B$	$V_C$
Điện áp đo được (V)				
Giới hạn thang đo				
Dòng điện đo được (mA)			x	x
Giới hạn thang đo				

- c. Xác định điểm làm việc Q và vẽ đường tải tĩnh

$I_{BQ} = \dots\dots\dots$

$I_{CQ} = \dots\dots\dots$

$V_{CEQ} = \dots\dots\dots$

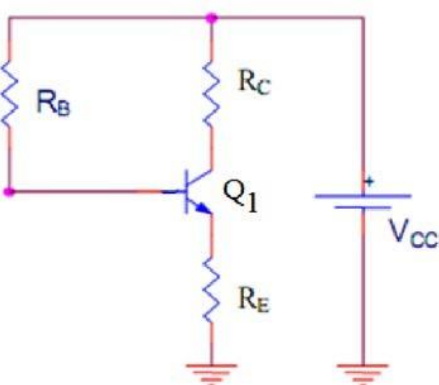
- d. Muốn điểm làm việc Q nằm giữa đường tải tĩnh thì ta thay đổi đại lượng nào? Giá trị bằng bao nhiêu.

Trả lời:  $\dots\dots\dots$

Ráp mạch với giá trị chọn gần đúng với đại lượng tính ở trên và đo  $V_{CE} = \dots\dots\dots$

### 4.4. Phân cực bằng dòng cố định có hồi tiếp cực E

Cho mạch như hình vẽ với:  $Q_1 = C1815 (C828)$ ,  $V_{CC} = 12VDC$ ,  $R_B = 560K$ ,  $R_C = 1.2K$



- a. Ráp mạch như hình vẽ  
 b. Đo các thông số và điền vào bảng sau:

Điểm đo	$R_B$	$R_C$	$V_B$	$V_C$
Điện áp đo được (V)				
Giới hạn thang đo				
Dòng điện đo được (mA)			x	x
Giới hạn thang đo				

- c. Xác định điểm làm việc Q và vẽ đường tải tĩnh

$I_{BQ} = \dots\dots\dots$

$I_{CQ} = \dots\dots\dots$

$V_{CEQ} = \dots\dots\dots$

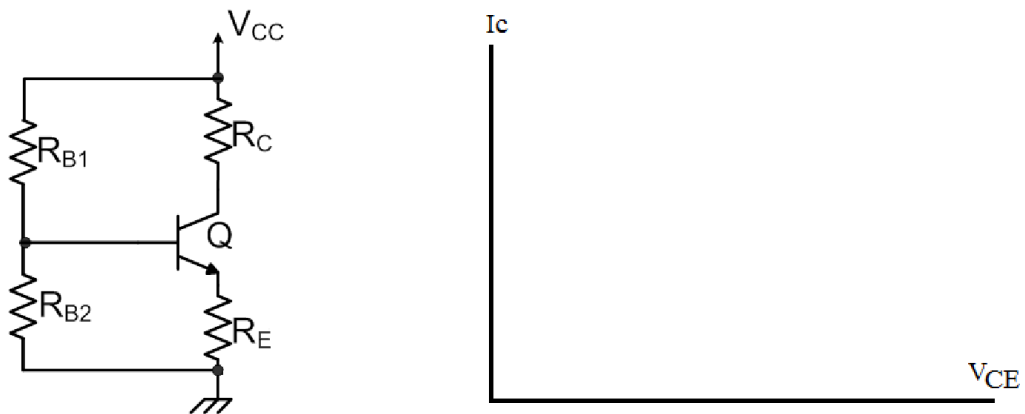
- d. Muốn điểm làm việc Q nằm giữa đường tải tĩnh thì ta thay đổi đại lượng nào? Giá trị bằng bao nhiêu.

Trả lời:  $\dots\dots\dots$

Ráp mạch với giá trị chọn gần đúng với đại lượng tính ở trên và đo  $V_{CE} = \dots\dots\dots$

**4.5. Phân cực bằng cầu phân áp**

Cho mạch như hình vẽ với:  $Q = C1815 (C828)$ ,  $V_{CC} = 12VDC$ ,  $R_{B1} = 56K$ ,  $R_{B2} = 12K$ ,  $R_C = 1.2K$ ,  $R_E = 330$ .



- a. Ráp mạch như hình vẽ  
 b. Đo các thông số và điền vào bảng sau:

Điểm đo	$R_B$	$R_C$	$V_B$	$V_C$
Điện áp đo được (V)				
Giới hạn thang đo				
Dòng điện đo được (mA)			x	X
Giới hạn thang đo				

- c. Xác định điểm làm việc Q và vẽ đường tải tĩnh

$I_{BQ} = \dots\dots\dots$

$I_{CQ} = \dots\dots\dots$

$V_{CEQ} = \dots\dots\dots$

d. Muốn điểm làm việc Q nằm giữa đường tải tĩnh thì ta thay đổi đại lượng nào? Giá trị bằng bao nhiêu.

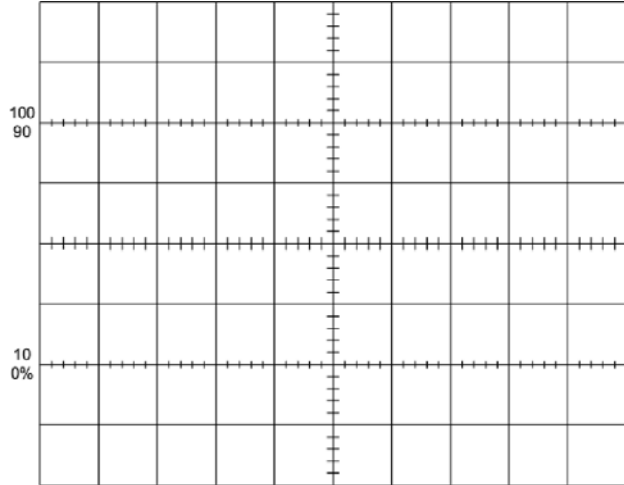
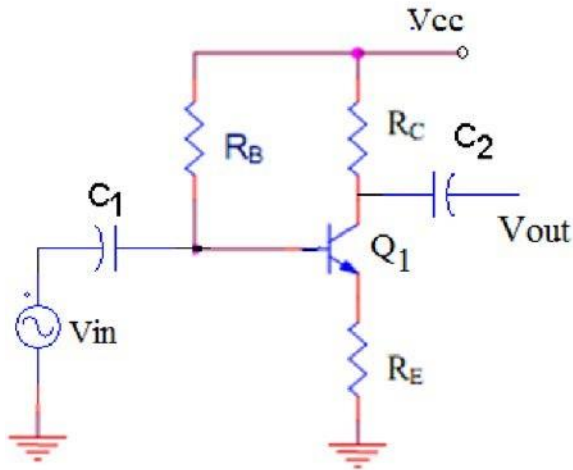
Trả lời:  $\dots\dots\dots$

Ráp mạch với giá trị chọn gần đúng với đại lượng tính ở trên và đo  $V_{CE} = \dots\dots\dots$

## Chương 5: MẠCH KHUẾCH ĐẠI DÙNG TRANSISTOR

### 5.1. Mạch khuếch đại phân cực bằng dòng cố định hồi tiếp cực E

Cho mạch khuếch đại như hình vẽ với: Q = C1815 (C828),  $V_{cc} = 12VDC$ ,  $R_B = 560K$ ,  $R_C = 1.2K$ ,  $R_E = 120$ ,  $C_1 = C_2 = 10\mu F$ .



- a. Ráp mạch như hình vẽ trên
- b. Khi chưa cấp  $V_{in}$ , đo và điền vào bảng sau:

Điểm đo	$R_B$	$R_C$	$R_E$	$V_B$	$V_{BE}$	$V_{CE}$	$V_C$
Điện áp đo được (V)							
Giới hạn thang đọc							
Dòng điện đo được (mA)							
Giới hạn thang đọc							

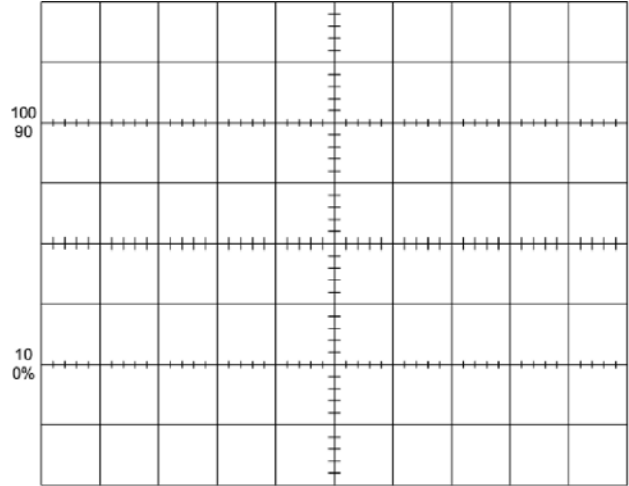
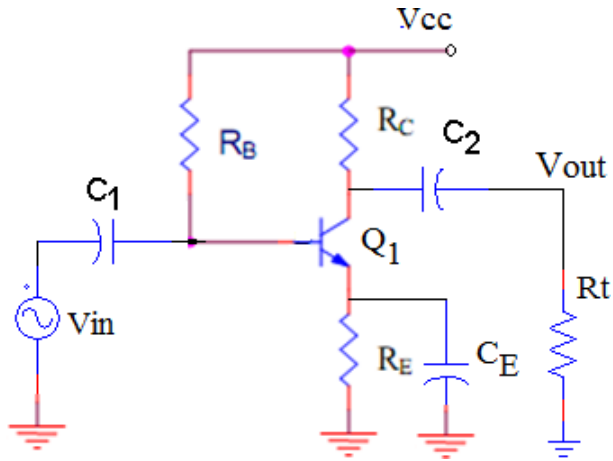
Tính hệ số  $\beta$ :

.....

- c. Cho  $V_{in} = 0,2V(p-p)/1KHz$ , Vẽ dạng sóng  $V_{in}$  và  $V_{out}$  trên trục tọa độ. Tính biên độ điện áp  $V_{out}$  và tính hệ số khuếch đại  $A_v = V_{out}/V_{in} = \dots\dots\dots$

### 5.2. Mạch khuếch đại phân cực bằng dòng cố định hồi tiếp cực E, có gắn tụ $C_E$

Cho mạch khuếch đại như hình vẽ với: Q = C1815 (C828),  $V_{cc} = 12VDC$ ,  $R_B = 560K$ ,  $R_C = 1.2K$ ,  $R_E = 120$ ,  $R_t = 10K$ ,  $C_1 = C_2 = 10\mu F$ ,  $C_E = 47\mu F$ .



- a. Ráp mạch như hình vẽ trên
- b. Khi chưa cấp Vin, đo và điền vào bảng sau:

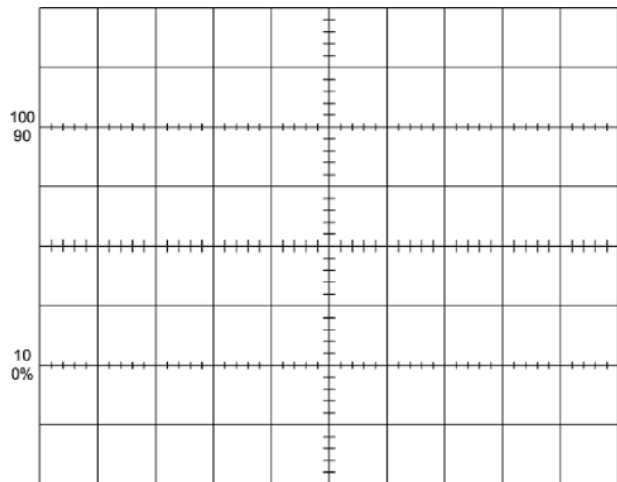
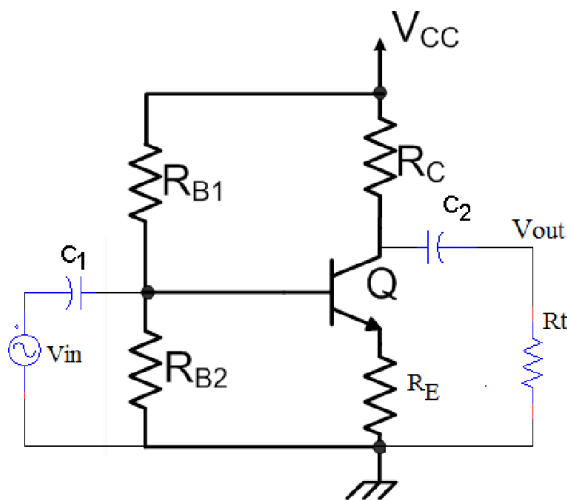
Điểm đo	RB	RC	RE	VB	VBE	VCE	VC
Điện áp đo được (V)							
Giới hạn thang đọc							
Dòng điện đo được (mA)				X	X	X	X
Giới hạn thang đọc				X	X	X	X

Tính hệ số  $\beta$

c. Cho  $V_{in} = 0,3V(p-p)/1KHz$ , Vẽ dạng sóng  $V_{in}$  và  $V_{out}$  trên trục tọa độ. Tính biên độ điện áp  $V_{out}$  và tính hệ số khuếch đại  $A_v = V_{out}/V_{in} = \dots\dots\dots$

### 5.3. Mạch khuếch đại phân cực bằng cầu phân áp

Cho mạch khuếch đại như hình vẽ với:  $Q = C1815 (C828)$ ,  $V_{cc} = 12VDC$ ,  $R_{B1} = 47K$ ,  $R_{B2} = 10K$ ,  $R_C = 1.2K$ ,  $R_E = 220$ ,  $R_t = 10K$ ,  $C_1 = C_2 = 10\mu F$ .



- a. Ráp mạch như hình vẽ trên  
 b. Khi chưa cấp  $V_{in}$ , đo và điền vào bảng sau:

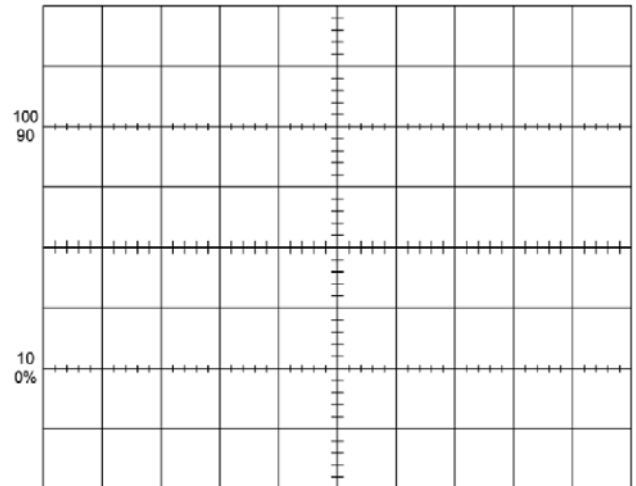
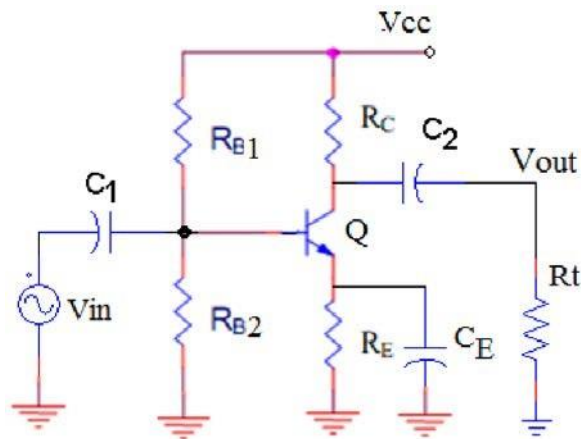
Điểm đo	$R_{B1}$	$R_C$	$R_E$	$V_B$	$V_{BE}$	$V_{CE}$	$V_C$
Điện áp đo được (V)							
Giới hạn thang đọc							
Dòng điện đo được (mA)				X	X	X	X
Giới hạn thang đọc				X	X	X	X

Tính hệ số  $\beta$

c. Cho  $V_{in} = 0,8V(p-p)/1KHz$ , Vẽ dạng sóng  $V_{in}$  và  $V_{out}$  trên trục tọa độ. Tính biên độ điện áp  $V_{out}$  và tính hệ số khuếch đại  $A_v = V_{out}/V_{in} = \dots\dots\dots$

**5.4. Mạch khuếch đại phân cực bằng cầu phân áp có gắn tụ  $C_E$**

Cho mạch khuếch đại như hình vẽ với:  $Q = C1815 (C828)$ ,  $V_{CC} = 12VDC$ ,  $R_{B1} = 47K$ ,  $R_{B2} = 10K$ ,  $R_C = 1.2K$ ,  $R_E = 220$ ,  $R_t = 10K$ ,  $C_1 = C_2 = 10\mu F$ ,  $C_E = 47\mu F$ .



- a. Ráp mạch như hình vẽ trên  
 b. Khi chưa cấp  $V_{in}$ , đo và điền vào bảng sau:

Điểm đo	$R_{B1}$	$R_C$	$R_E$	$V_B$	$V_{BE}$	$V_{CE}$	$V_C$
Điện áp đo được (V)							
Giới hạn thang đọc							
Dòng điện đo được (mA)				X	X	X	X
Giới hạn thang đọc				X	X	X	X

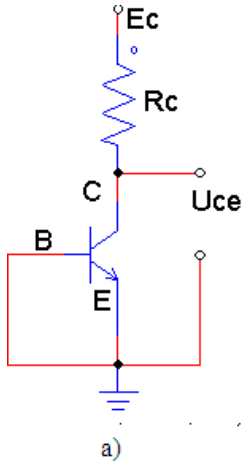
Tính hệ số  $\beta$  của transistor Q

c. Cho  $V_{in} = 1V(p-p)/1KHz$ , Vẽ dạng sóng  $V_{in}$  và  $V_{out}$  trên trục tọa độ. Tính biên độ điện áp  $V_{out}$  và tính hệ số khuếch đại  $A_v = V_{out}/V_{in} = \dots\dots\dots$

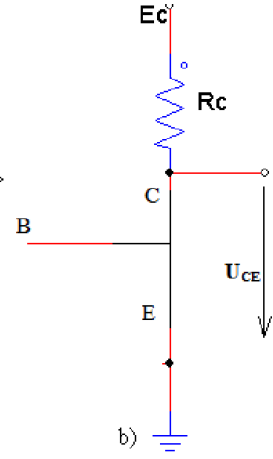
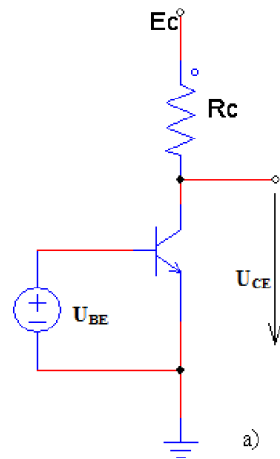
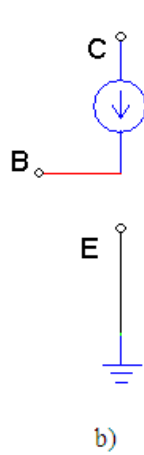
## Chương 6: TRANSISTOR LƯỜNG CỰC LÀM PHẦN TỬ ĐÓNG NGẮT

### 6.1. Phân cực để BJT dẫn bão hòa hoặc ngưng dẫn

Transistor ngưng dẫn



Transistor dẫn bão hòa



Khi đó BJT chỉ có 2 trạng thái ổn định: hoặc đóng (nối mạch cho dòng qua transistor) hoặc mở (ngắt mạch không cho dòng chảy qua transistor).

#### - Chế độ ngắt

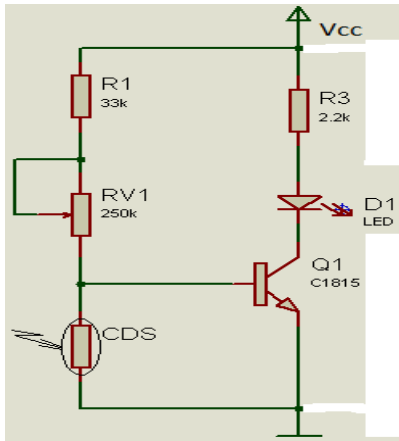
Ở chế độ ngắt, nguồn một chiều được cấp cho transistor sao cho cả 2 chuyển tiếp  $J_E$  và  $J_C$  đều phân cực ngược. Lúc này qua 2 chuyển tiếp chỉ có dòng điện ngược  $I_{EB0}$  và  $I_{CB0}$  nên có thể coi mạch cực phát hở và coi điện trở của transistor rất lớn, dòng qua transistor bằng 0. Như vậy transistor như 1 khoá ở trạng thái hở. Khi đó điện áp  $U_{CE}$  được tính bằng:  $U_{CE} \approx E_C$

#### - Chế độ dẫn bão hòa

Transistor được phân cực sao cho chuyển tiếp  $J_E$  và  $J_C$  đều phân cực thuận. Khi đó điện trở của cả 2 chuyển tiếp đều nhỏ nên có thể coi 2 cực phát và góp được nối tắt. Dòng qua transistor  $I_C$  khi này khá lớn và chỉ phụ thuộc vào điện áp nguồn cung cấp  $E_C$  và không phụ thuộc vào transistor. Khi đó:

$$I_C = \frac{E_C}{R_C} \text{ và } U_{CE} \approx 0 \text{ (thực tế thường lấy } = 0,3V)$$

### 6.2. Mạch tắt mở Led dùng BJT loại NPN

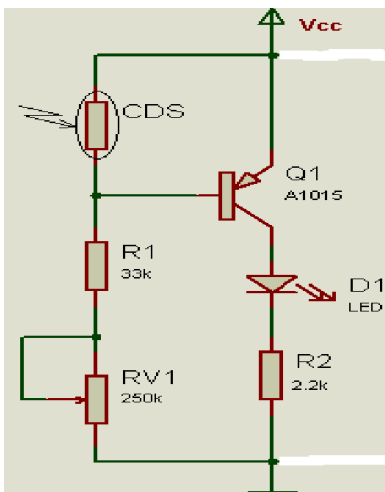


a. Lắp ráp mạch như hình vẽ

b. Cấp nguồn  $V_{cc} = 12VDC$ , chỉnh biến trở RV1 để: khi che tối quang trở (CDS) thì LED D1 sáng nhất; khi không che tối quang trở (CDS) thì LED D1 tắt. Đo các thông số và điền vào bảng sau:

	$U_{BQ1}$	$U_{CQ1}$	$U_{CEQ1}$	Trạng thái làm việc của Q1
Che tối quang trở				
Không che tối quang trở				

### 6.3. Mạch tắt mở Led dùng BJT loại PNP



a. Lắp ráp mạch như hình vẽ

b. Cấp nguồn  $V_{cc} = 12VDC$ , chỉnh biến trở RV1 để: khi che tối quang trở (CDS) thì LED D1 sáng nhất; khi không che tối quang trở (CDS) thì LED D1 tắt. Đo các thông số và điền vào bảng sau:

	$U_{BQ1}$	$U_{CQ1}$	$U_{CEQ1}$	Trạng thái làm việc của Q1
Che tối quang trở				
Không che tối quang trở				

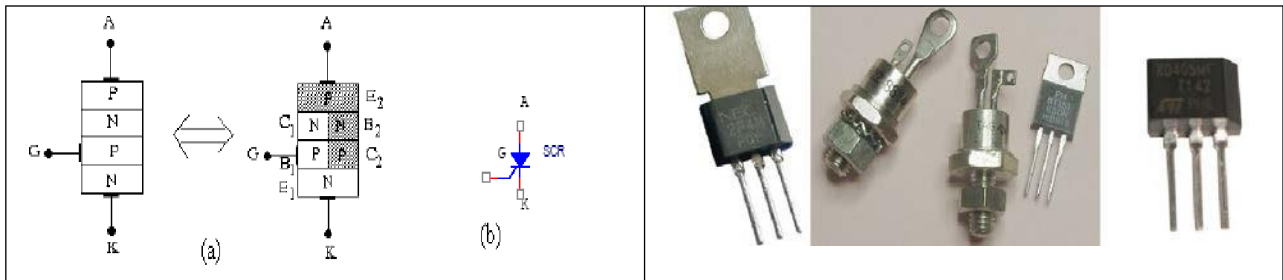




## Chương 7. LINH KIỆN BÁN DẪN CÔNG SUẤT

### 7.1. Thyristor (SCR- Silicon Controlled Rectifier: bộ nắn điện được điều khiển bằng chất Silicum)

#### 7.1.1. Cấu tạo, ký hiệu và hình dạng thực tế của một số SCR



#### Nguyên lý hoạt động:

SCR chỉ dẫn điện khi được phân cực thuận và có điện áp  $U_G$  dương đủ lớn. Khi đó dòng điện qua SCR  $I_A$  từ A sang K.

Khi SCR đã dẫn, nếu  $I_A \geq I_H$  (dòng điện duy trì của SCR) thì ngắt  $U_G$ , SCR vẫn dẫn; nếu  $I_A < I_H$  thì ngắt  $U_G$ , SCR ngưng dẫn.

#### 7.1.2. Đo SCR

##### ❖ Xác định cực tính của SCR

Để xác định cực tính của SCR, thực hiện theo trình tự như sau:

- Chọn thang đo điện trở x10
- Thực hiện 6 phép đo giống Transistor.
- Nếu SCR tốt thì trong 6 phép đo trên thì chỉ có 1 phép đo cho giá trị điện trở nhỏ. Ở phép đo cho giá trị điện trở nhỏ này, que đen đặt ở đâu thì đó là cực G, que đỏ đặt ở đâu thì đó là cực K, còn lại là cực A.

##### ❖ Kiểm tra chất lượng của SCR

- Nếu trong 6 phép đo trên có từ hai phép đo trở lên cho giá trị điện trở nhỏ hoặc không phép đo nào cho giá trị điện trở nhỏ thì SCR hư.

- Nếu SCR tốt ta thực hiện tiếp thao tác sau:

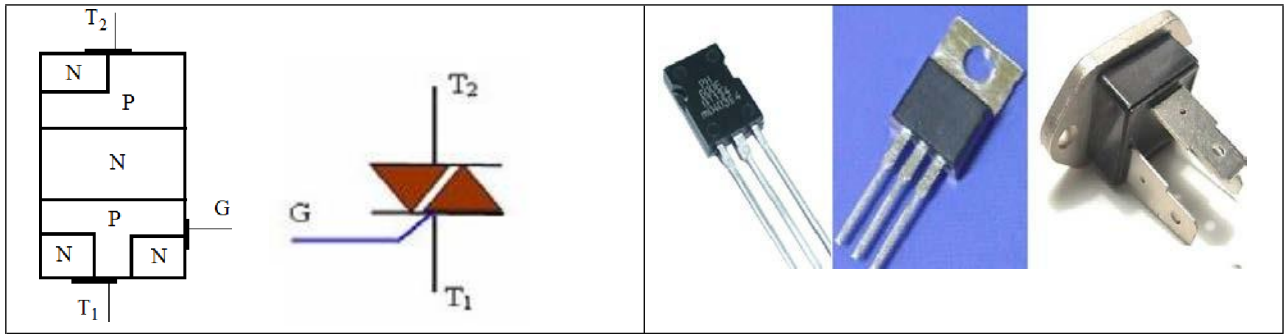
Đề VOM ở thang đo điện trở x10

Đặt que đen đồng thời vào chân G và chân A, que đỏ vào chân K, ta thấy kim chỉ một giá trị điện trở  $R_1$  nào đó.

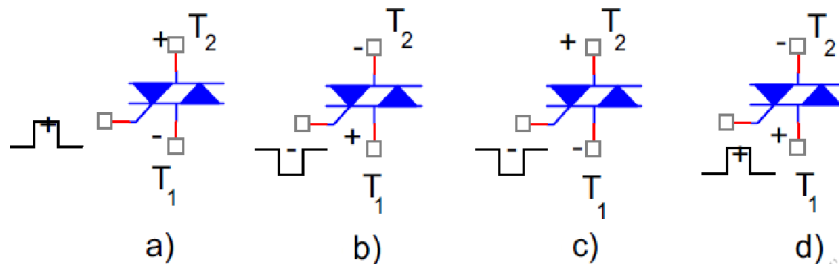
Tìm cách tách que đen ra khỏi cực G nhưng que đen vẫn giữ ở cực A, que đỏ vẫn ở cực K. Nếu giá trị điện trở  $R_1$  không đổi thì SCR tốt, nếu kim đồng hồ không giữ ở giá trị điện trở  $R_1$  thì SCR hư. (Thực hiện thao tác này là ta đã thực hiện phân cực thuận cho SCR và kích một xung dương vào cực G).

### 7.2. TRIAC Triod AC semiconductor switch - Công tắc bán dẫn xoay chiều ba cực

### 7.2.1. Cấu tạo và ký hiệu của TRIAC



Triac có cấu tạo như 2 SCR mắc song song ngược chiều nhau. Nên nó cũng có khả năng duy trì trạng thái dẫn và dẫn điện theo 2 chiều. Do cực G lấy ra ở lớp bán dẫn P và N nên cực G có thể kích xung âm hoặc xung dương. Vì vậy có 4 cách kích dẫn cho TRIAC và dòng điện qua nó có chiều tương ứng như sau:



### 7.2.2. Thực hiện đo TRIAC

Để đo TRIAC, chúng ta thực hiện theo các bước sau:

- Bước 1: Chọn thang đo x10
- Bước 2: Chỉnh KHÔNG thang đo
- Bước 3: Xác định cực T<sub>2</sub> của TRIAC

Thực hiện 6 phép đo khác nhau giống như đo transistor, trong 6 phép đo chỉ có 2 phép đo cho giá trị điện trở nhỏ và giữa hai chân. Hai chân cho hai phép đo có hai giá trị tương đương nhau là G và T<sub>1</sub>, chân còn lại là T<sub>2</sub>.

Bước 4: Xác định cực G và T<sub>1</sub> của TRIAC

Giả sử một trong hai chân còn lại là chân G, chân kia là chân T<sub>1</sub>. Kích một xung dương (que đen) vào cực G, đồng thời que đen đặt vào cực T<sub>2</sub>, que đỏ đặt vào cực T<sub>1</sub>. Làm tương tự như bước kiểm tra chất lượng của SCR. Ghi nhận giá trị điện trở.

Giả sử ngược lại. Thực hiện tương tự như trên.

Trong hai phép giả sử đó, giả sử nào cho giá trị điện trở nhỏ thì giả sử đó đúng.

### Thực hành đo SCR và TRIAC

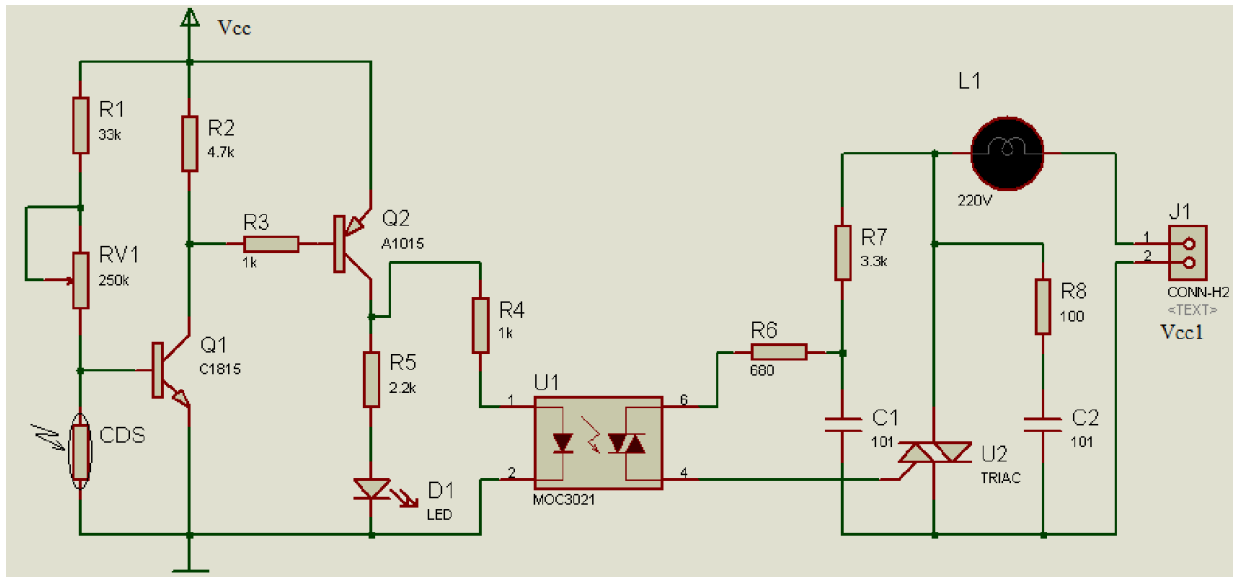
Đo các SCR, Triac được giao và điền thông số vào bảng sau:

Tên	Chất lượng	Hình dạng và thứ tự chân
2P4M		

5P4M		
BT137		

### Ứng dụng của TRIAC

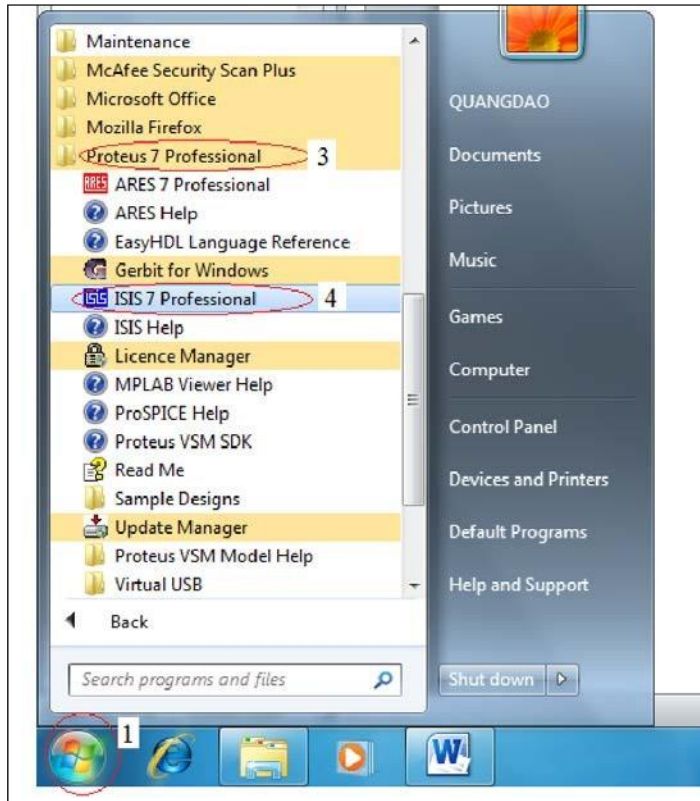
Trong mạch tắt mở Led dùng 2 BJT ở trên, thay SCR bằng TRIAC, nguồn Vcc1 cấp điện áp AC với tải bóng đèn AC. Mạch điện như sau:




## Chương 8. VẼ MẠCH IN BẰNG PHẦN MỀM PROTEUS 7.5

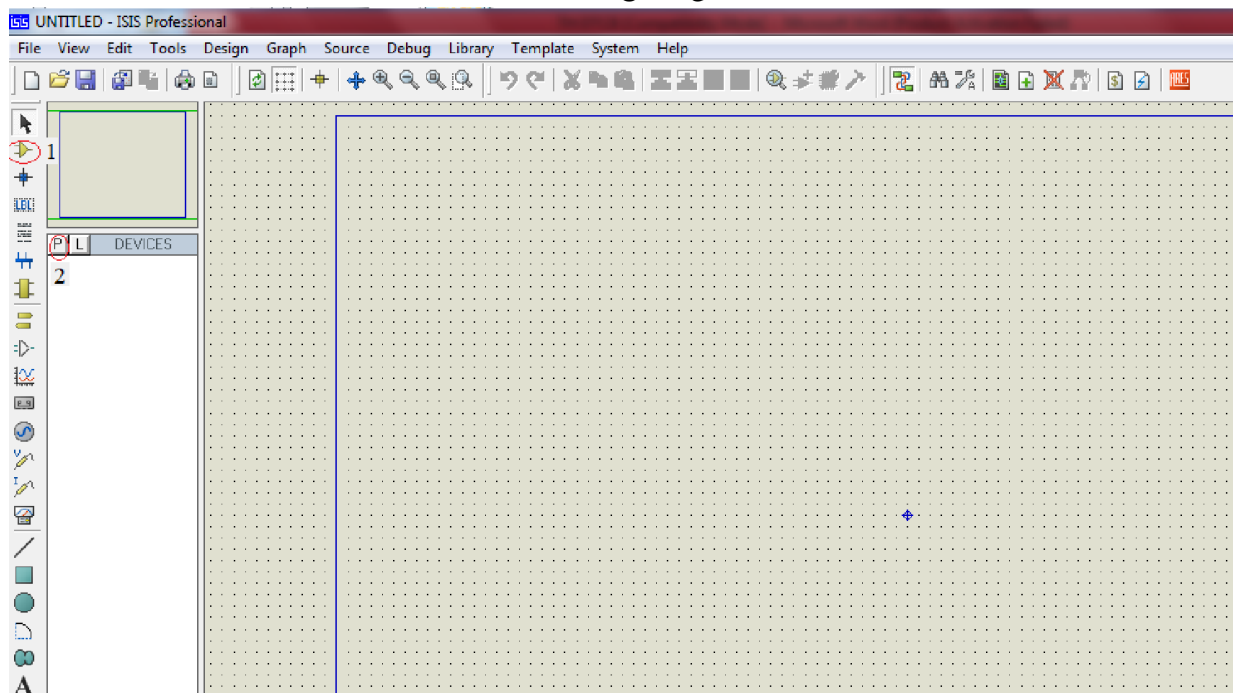
### 8.1 Vẽ sơ đồ nguyên lý

Khởi động phần mềm proteus theo trình tự sau:

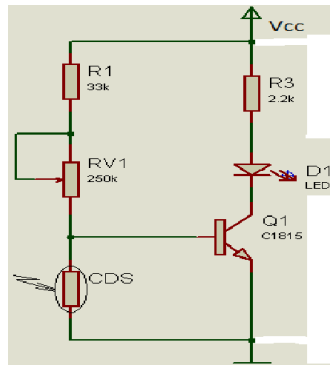


1. Tại giao diện windows, nhấp vào biểu tượng 
  2. Nhấp vào từ All programs ngay phía trên.
  3. Nhấp vào tên Proteus 7 Professional
  4. Nhấp vào biểu tượng ISIS 7 Professional
- Như hình bên:

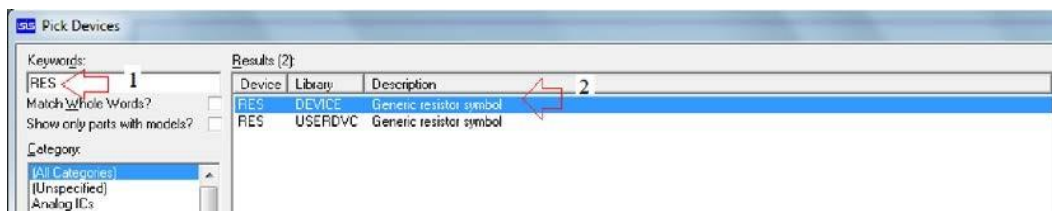
Giao diện xuất hiện, lần lượt chọn biểu tượng tại ghi chú 1, 2 trên hình sau.



Giả sử thực hiện vẽ sơ đồ nguyên lý mạch sau:

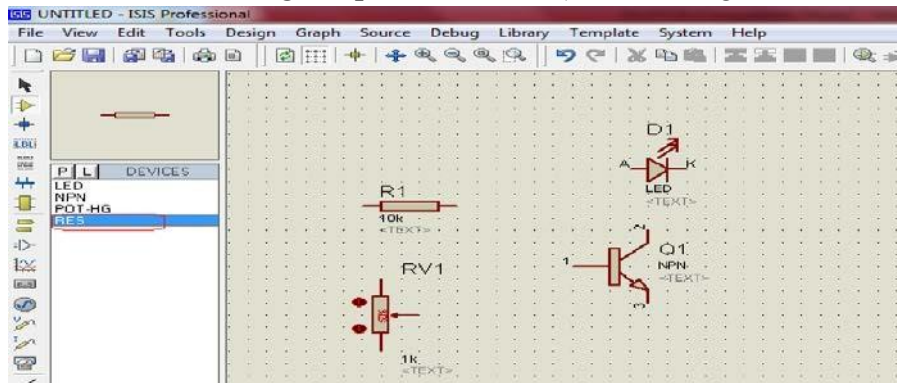


Sau khi nhấp vào biểu tượng có chữ P, giao diện mới xuất hiện, tại mục Keywords ta gõ chữ RES để lấy điện trở, chọn lại như ghi chú 2 hình dưới và nhấp OK rồi đặt ra giao diện bản vẽ.



Tiếp tục vào lại biểu tượng có chữ P, gõ POT-HG để lấy RV1, gõ NPN để lấy Q1, gõ LED để lấy D1, quang trở CDS ta lấy RES để thay thế.

Sau khi lấy xong ta có các linh kiện như sau. Muốn lấy thêm các linh kiện đã lấy ra, ta nhấp chọn linh kiện đó (VD đang nhấp chọn điện trở) rồi đặt ra giao diện bản vẽ.

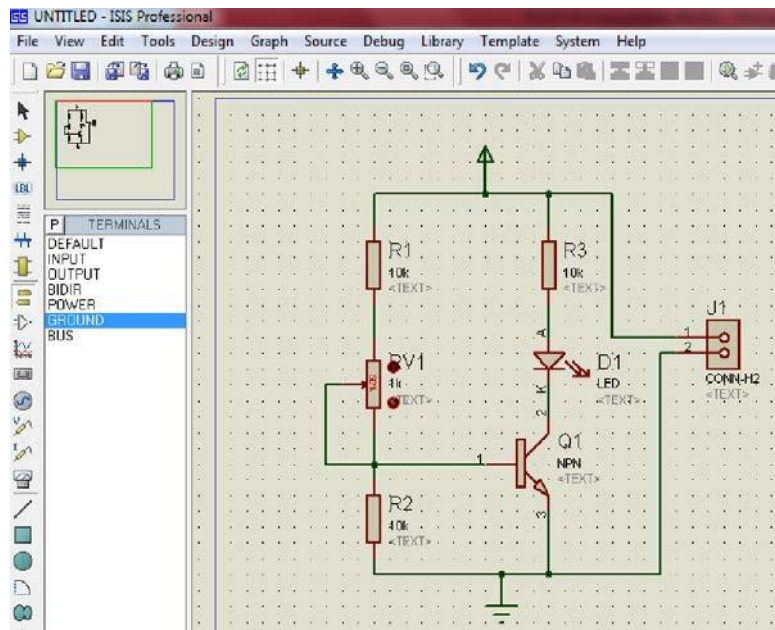


Sau khi lấy đủ số lượng và chủng loại linh kiện cần thiết, ta tiến hành xoay linh kiện theo ý muốn bằng cách kích chuột phải vào linh kiện cần xoay và chọn lựa chọn phù hợp. Tiếp theo ta sắp xếp linh kiện và vẽ dây nối.

<p>Lấy Vcc và mass</p>	<p>Lấy thêm connector một cách tương tự</p> <p>Lấy Nguồn và Mass cho mạch theo hình bên.</p>
------------------------	--

Khi nối dây, ta chỉ cần nhấp chuột vào đầu linh kiện cần nối rồi rê đến và nhấp vào đầu của linh kiện kia.

Kết quả ta được mạch như sau:

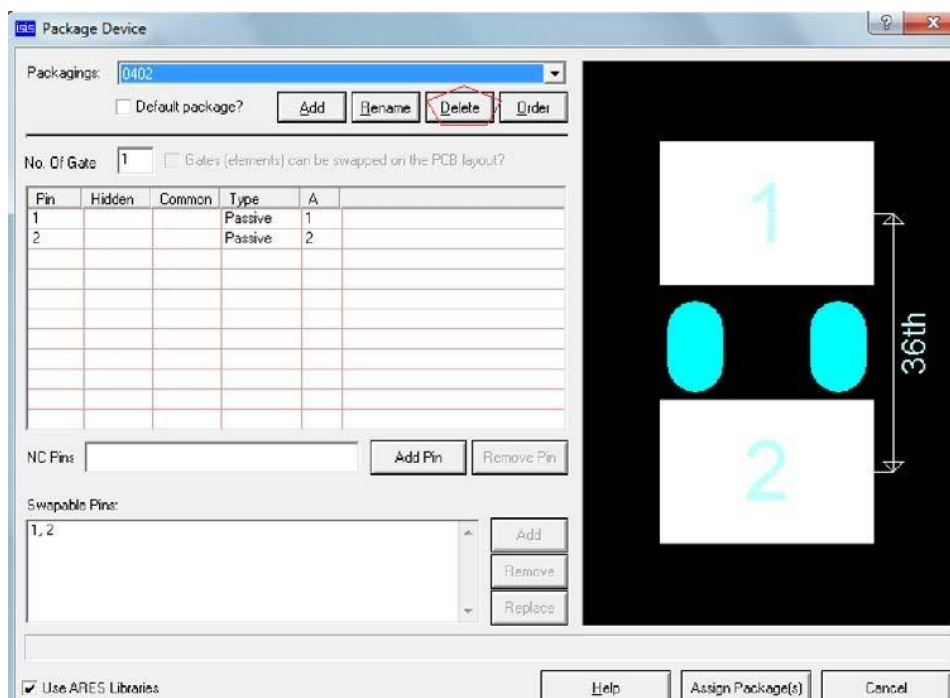


Muốn thay đổi trị số của mỗi linh kiện, nhấp đúp chuột vào trị số hiện tại của linh kiện đó và chỉnh sửa thành giá trị khác.

## 8.2. Vẽ sơ đồ mạch in

### Bước 1: Định nghĩa chân linh kiện

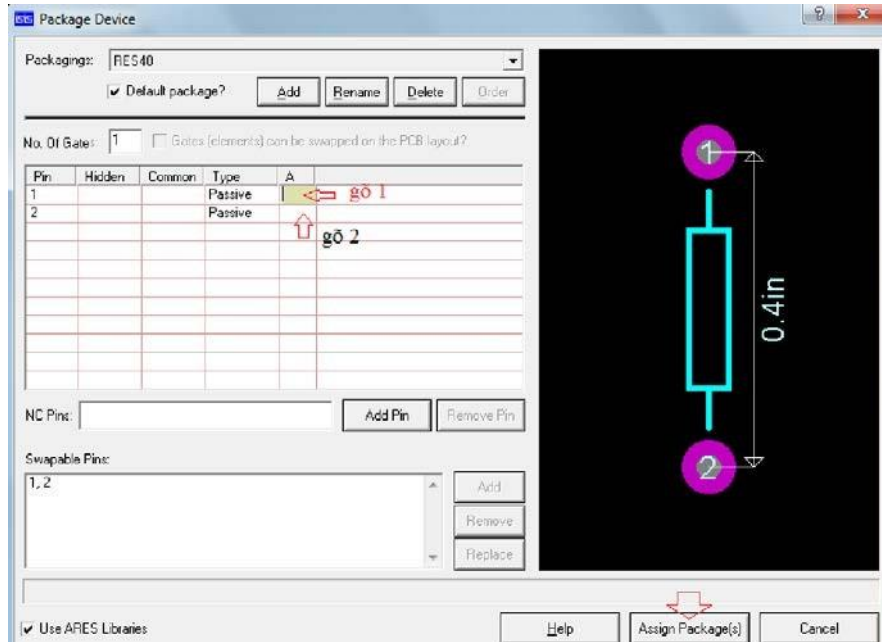
Từ giao diện của bản vẽ mạch nguyên lý, nhấp phải chuột vào linh kiện cần định nghĩa chân, chọn Packaging Tool. Ví dụ nhấp định nghĩa chân cho R1, giao diện xuất hiện như sau:





Tại mục Packaging đang hiện diện chân điện trở 0402 và hình ảnh tương ứng. Nhấp nút Delete, chọn Yes để xóa. Nếu xuất hiện chân linh kiện nữa thì làm tương tự cho đến khi mục Packaging để trống.

Nhấn nút Add, giao diện xuất hiện, gõ RES 40 để chọn chân linh kiện cho R1.



Nhấp chuột vào các vị trí dưới chữ A trên giao diện để chọn vị trí chân. Nhấp Assign Package, giao diện xuất hiện ta chọn Save Package, chọn Yes.

Nếu trong mạch có nhiều điện trở với hình dạng chân linh kiện giống nhau thì ta chỉ cần định nghĩa chân linh kiện cho 1 điện trở.

Thực hiện tương tự với các linh kiện còn lại, trong đó transistor NPN chọn chân TO92 hoặc PRE-VMT và gán B-1; C-2; E-3. LED thì chọn chân linh kiện là LED, gán A-A; K-K. Biến trở chọn chân BT-IDC-03 và gán 1-1; 2-3; 3-2. J1 chọn CONN-SIL2.

### Lưu ý:

- **Chân linh kiện được chọn trong phần mềm phải phù hợp với dạng chân (khoảng cách giữa các chân, số lượng chân) linh kiện thực tế, gán vị trí chân linh kiện phải đúng với vị trí chân linh kiện thực tế. Nếu sai thì mạch in cũng sai theo.**

- Ví dụ: ở mạch trên, transistor dùng con C1815. Con này có thứ tự chân thực tế là BCE, khoảng cách giữa 2 chân là 0.1ich. Vậy khi vẽ mạch in trên phần mềm, ta chọn dạng chân TO92. Khi gán vị trí chân thì chân B-1, C-2, E-3 hoặc B-3, C-2, B-1.

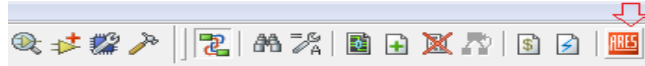
Nếu mạch trên dùng transistor con 2N3904 thì thứ tự chân là CBE. Khi gán vị trí chân thì phải thay đổi cho phù hợp: chân B-2, C-1, E-3 hoặc B-2, C-3, B-1.

Biến trở Volum có khoảng cách giữa 2 chân là 0.2ich thì phải chọn loại chân BT-IDC-03...

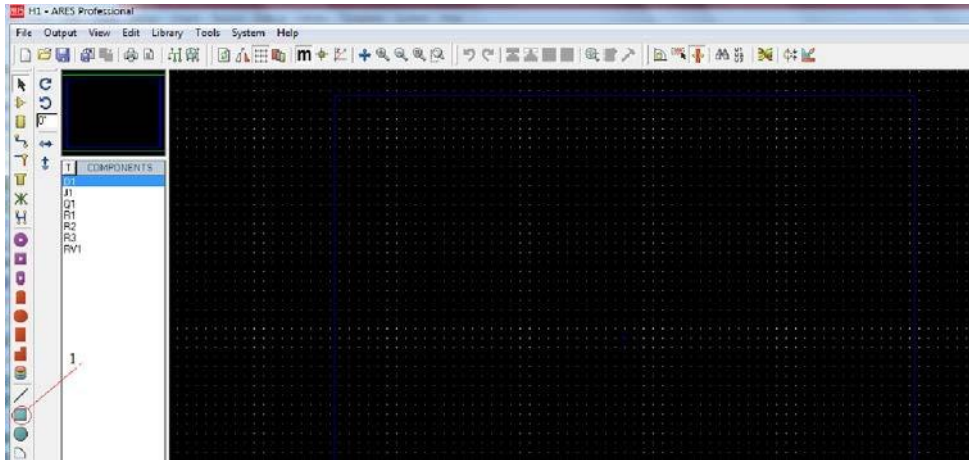
### Bước 2: Mở chương trình Layout

Sau khi chọn xong chân cho các linh kiện, ta Save bản vẽ vào ổ D rồi nhấp vào biểu tượng ARES trên thanh công cụ

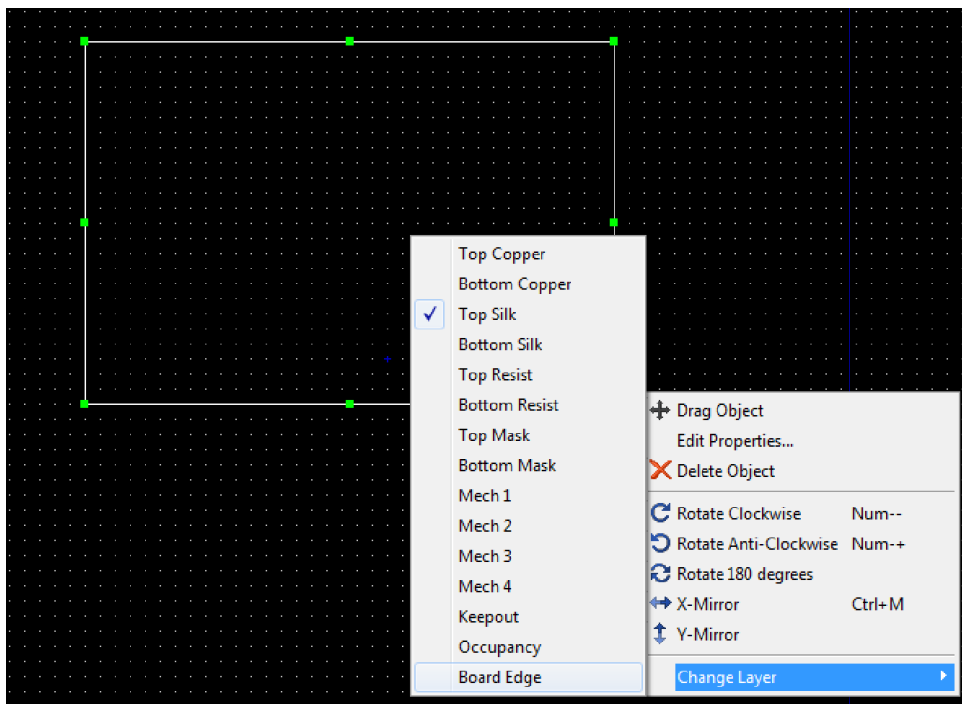




Giao diện mới xuất hiện, nhấp chuột vào biểu tượng hình vuông tại vị trí 1.

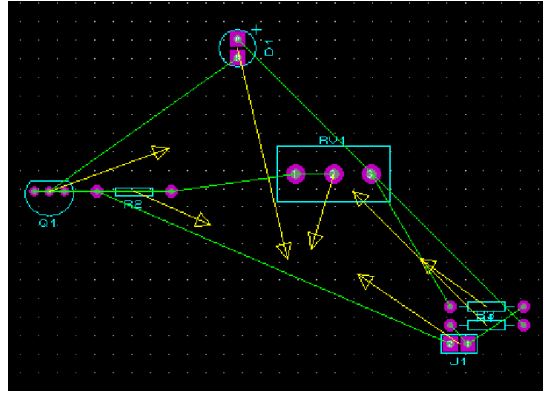


Nhấp chuột lên khung bản vẽ, rê chuột để vẽ một khung chữ nhật có diện tích tùy ý. Nhấp lại chuột để viền khung có màu trắng. Nhấp phải chuột vào viền khung, chọn Change Layer, chọn Board Edge.



Trên thanh công cụ, chọn Tools, chọn Auto Pace..., giao diện xuất hiện, nhấp nút All, nút OK.

Ta có các linh kiện được đặt tự động như sau:



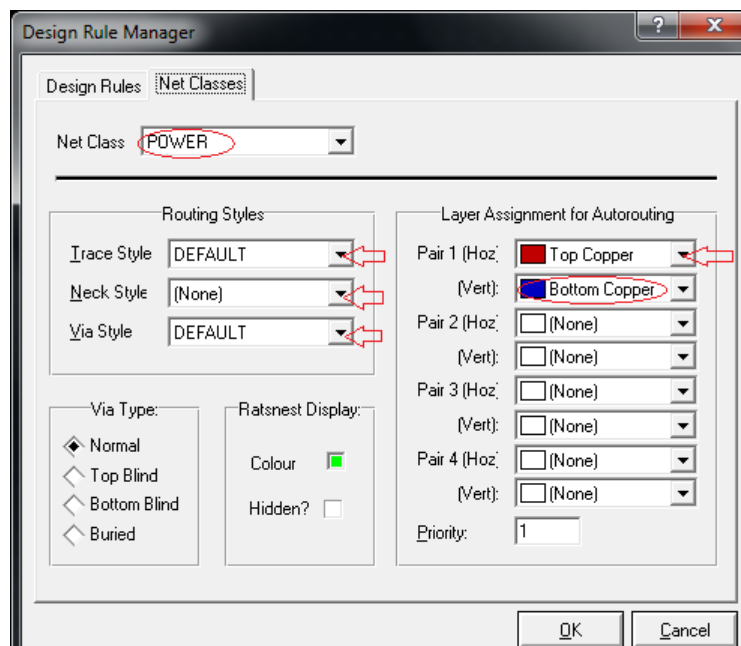
Tiếp theo, ta có thể dời linh kiện, xoay linh kiện một cách tùy ý

### Bước 3: Chọn lớp mạch in và kích cỡ đường mạch

Từ giao diện, nhấp chuột và biểu tượng được đánh dấu tròn như sau



Giao diện xuất hiện, chọn thanh Net Classes.



Tại mục Net class đang chọn POWER, nhấp vào mũi tên chỗ Top Copper, chọn None để vô hiệu hóa lớp này, giữ nguyên Bottom Copper.

Sở mũi tên ở mục Trace Style chọn T40, Neck Style chọn 40, Via Style chọn V60.


Sau đó nhấp OK để xác nhận.

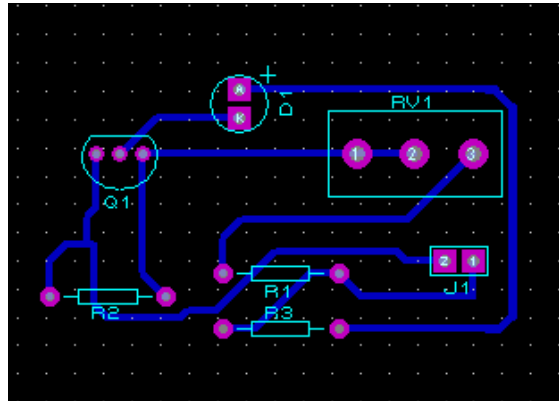
Làm lại từ đầu nhưng ở mục Net Class chọn SIGNAL

Trace Style chọn T30, Neck Style chọn T30, Via Style chọn V50

Ngoài ra có thể thay đổi kích cỡ, hình dạng của mối hàn chân linh kiện bằng cách chọn chuột phải vào chân của linh kiện đó trên bản vẽ Layout, chọn Edit Pin...

### Bước 4: Chạy mạch

Nhấp vào biểu tượng  trên thanh công cụ, khi giao diện xuất hiện, chọn nút Begin Routing. Ta có kết quả như sau:



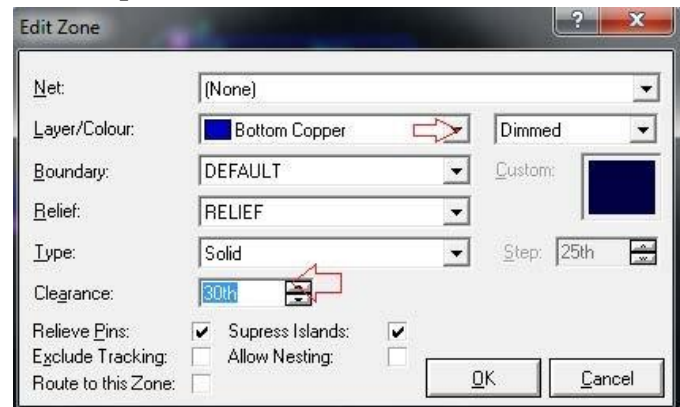
### Bước 5: Phủ đồng cho mạch

- Nhấp vào biểu tượng như sau

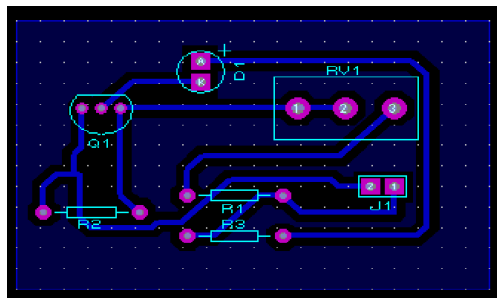


- Rê chuột, vẽ một khung bao trọn vẹn mạch in vừa chạy xong, cuối khung hình xuất hiện giao diện.

Thiết lập tại vị trí đánh mũi tên như hình sau:



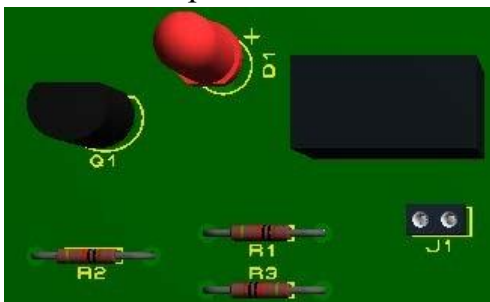
- Nhấp OK, được kết quả như sau.



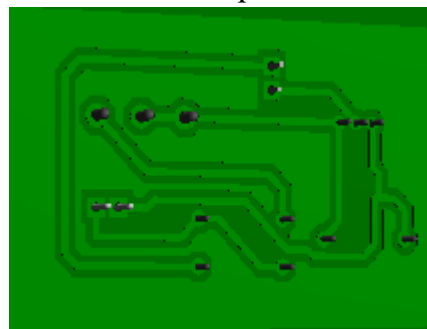
### Bước 6: Xem hình ảnh 3D

Trên thanh công cụ, chọn Output, chọn 3D Visuslization

- Hình ảnh lớp TOP



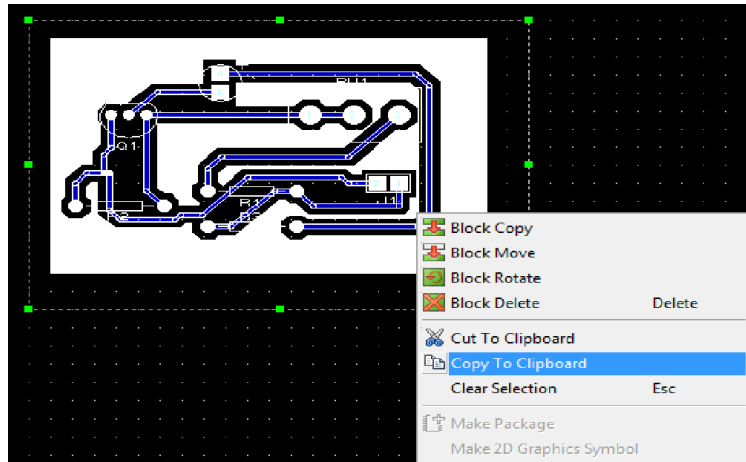
- Hình ảnh lớp BOTTOM



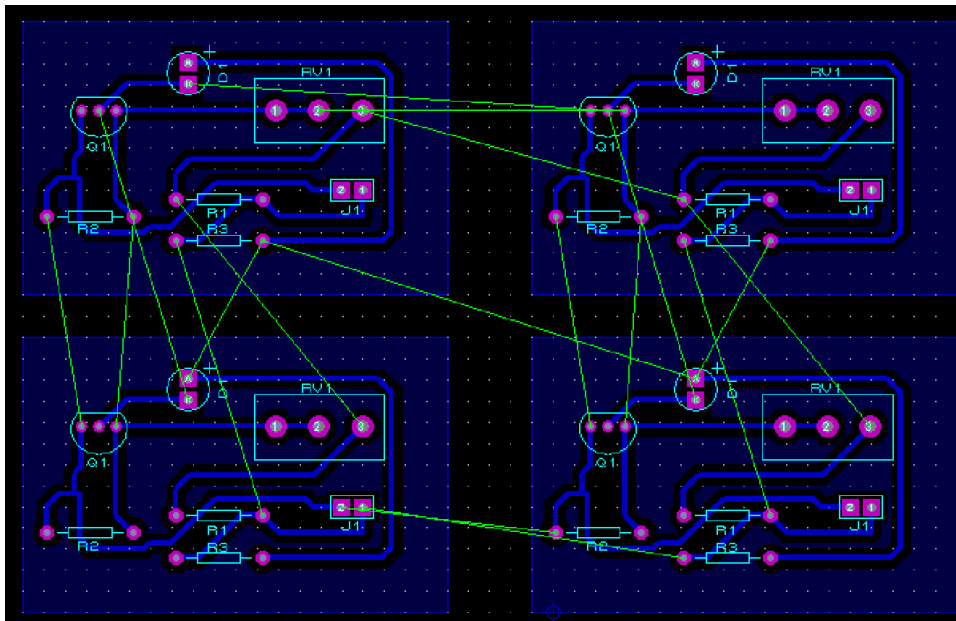
### Bước 7: Nhân bản bản vẽ

Chọn biểu tượng hình mũi tên chỉ lên trên thanh công cụ đứng.

Rê chuột, chọn toàn bộ bo mạch in, kích phải chuột, chọn Copy To Clipboard



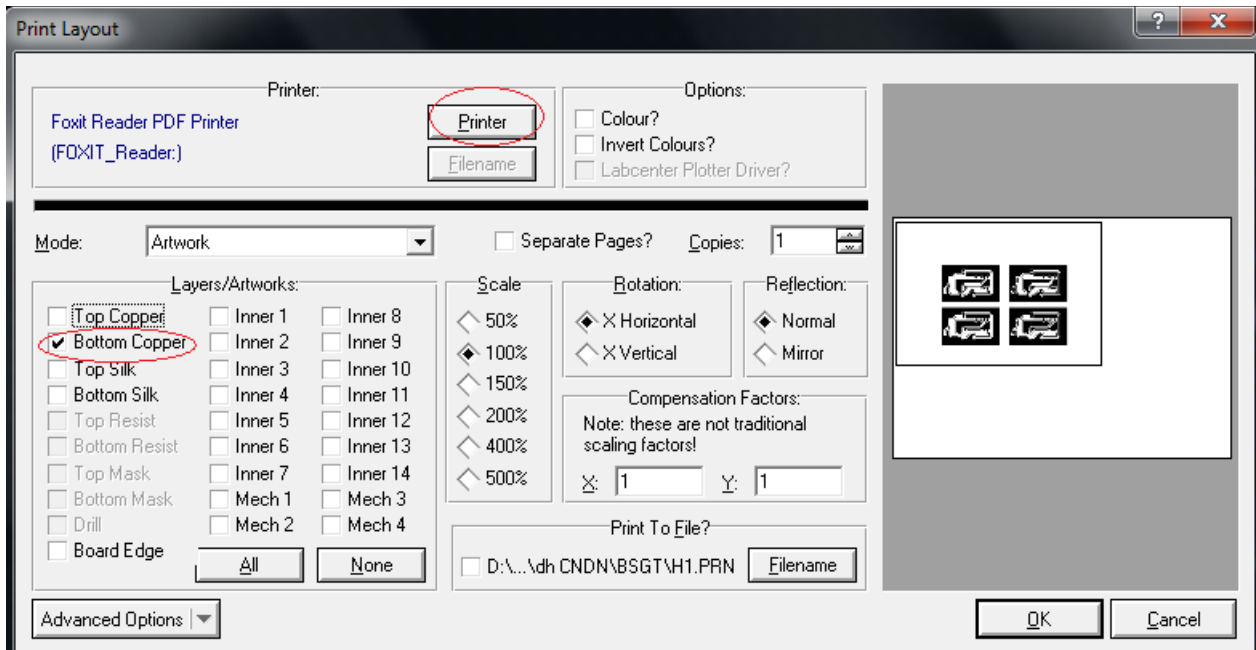
Nhấp chuột ra một vị trí khác trong khung bản vẽ, kích phải chuột, chọn Paste From Clipboard. Làm tương tự nếu muốn có nhiều mạch in trong 1 khung bản vẽ.



### Bước 8: In mạch

In mạch bằng máy in PDF hoặc máy in chuyên dụng khác.

- Chọn Output, chọn Print

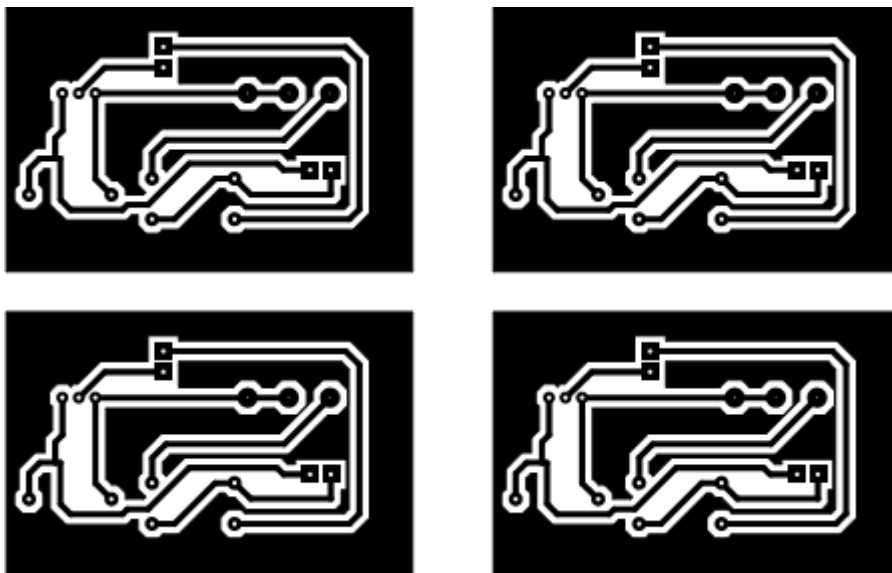


Nhấp nút Printer để lựa chọn. Giao diện xuất hiện, ở mục Name ta chọn máy in (giả sử chọn máy in PDF), ở mục size ta chọn kích cỡ giấy in là A4, có thể chọn giấy nằm ngang hay thẳng đứng rồi nhấp OK.

Tích bỏ hết các lựa chọn Top Copper, Board Edge, Top Silk... và chỉ để lại lựa chọn Bottom Copper để in mỗi đường mạch.

Chọn OK

Ta được kết quả như sau:



Lưu ý: Mỗi bước vẽ mạch in phải được thực hiện đầy đủ, chính xác. Nếu sai sót thì mạch in sẽ sai, ảnh hưởng đến công đoạn làm mạch sau đó.

## Chương 9. LÀM BO MẠCH IN BẰNG PHƯƠNG PHÁP ỦI

Sau khi đã vẽ được mạch in trên máy tính, chúng ta tiến hành làm bo mạch với các bước như sau.

### Bước 1. In mạch

Mang bản mạch in đó ra tiệm để in lazer trên giấy decal hoặc giấy chuyên dùng cho ủi mạch.

### Bước 2: Chuẩn bị dụng cụ, vật tư.

Chuẩn bị nguyên vật liệu, dụng cụ cho việc làm bo mạch in gồm: dao cắt bo mạch; bàn ủi, bo đồng, thuốc rửa mạch in ( $\text{FeCl}_3$ ), thau nhựa nhỏ, máy khoan mạch in, mỏ hàn, chì hàn, nhựa thông, linh kiện...



Thuốc rửa mạch in ( $\text{FeCl}_3$ )



Bo đồng

### Bước 3: Ủi mạch

Cắt miếng bo đồng vừa với kích thước mạch in (ví dụ  $4 \times 6 \text{cm}^2$ ). Đặt mặt đường mạch ở giấy in lazer ốp vào mặt đồng của bo đồng cho ngay ngắn. Dùng bàn ủi, ủi đi ủi lại trên giấy cho đến khi nhìn thấy đường mạch màu đen nổi lên.

**Lưu ý:** - Có thể tăng nhiệt độ của bàn ủi lên để đảm bảo độ nóng.

- Phần mực đen trên giấy ăn bám hết vào mặt đồng của bo đồng mới đảm bảo.

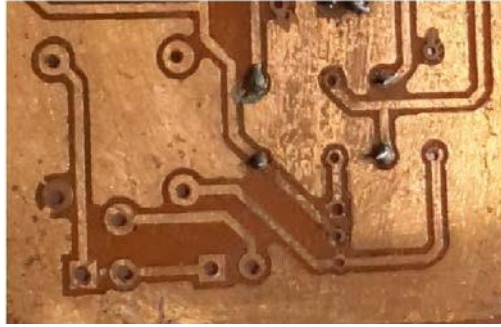
- Tránh để giấy xô dịch trong quá trình ủi, vì như vậy sẽ làm đường mạch bị nhòe, chùng chéo lên nhau.

- Sau khi ủi xong, để cho giấy nguội rồi lột ra. Kiểm tra mạch in, nếu có đứt đường mạch thì dùng viết lông dầu mực đen để sửa.

### Bước 4: Ngâm mạch

Pha một bịch thuốc rửa ( $\text{FeCl}_3$ ) với khoảng 100ml nước sạch, khuấy đều, để cho nguội.

Thả bo mạch vào dung dịch vừa pha. Lắc nhẹ để diễn ra quá trình ăn mòn. Sau khoảng 4-5 phút, kiểm tra bo mạch, nếu thấy phần đồng không được phủ mực bị mất hết thì đã được. Lấy bo đồng ra và rửa lại bằng nước sạch.



**Bước 5: Khoan chân linh kiện**

Dùng mũi khoan 0.8mm để khoan các chân điện trở nhỏ, transistor nhỏ. Mũi khoan 1mm cho các chân linh kiện có kích cỡ lớn hơn.

**Bước 6: Gắn linh kiện**

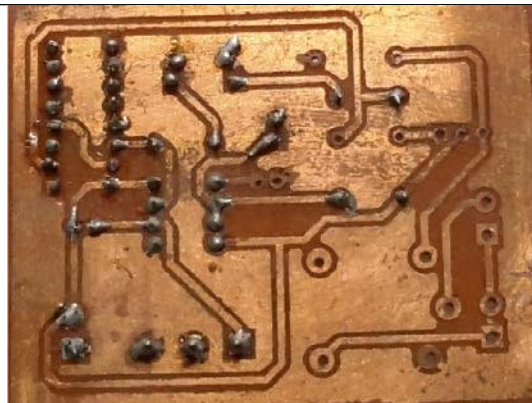
Đưa mặt không có đồng của bo mạch về phía ánh sáng, quan sát, dò vị trí của mỗi linh kiện (đảm bảo đúng sơ đồ nguyên lý). Ghi nhớ và gắn linh kiện sao cho đúng cực tính.

**Bước 7: Hàn chân linh kiện**

Ghim điện cho mỏ hàn đến khi nhiệt độ đủ nóng để làm chảy chì hàn.

Đặt bo mạch in đã gắn linh kiện sao cho phần mặt đường mạch lên trên (có thể nhờ một bạn giữ cố định bo). Tay phải cầm mỏ hàn, tay trái cầm chì hàn. Đưa đồng thời đầu mỏ hàn và chì hàn vào vị trí chân linh kiện cần hàn. Đợi 30s – 45s cho chì hàn chảy ra, lấp đầy vào mối hàn (phủ đều xung quanh chân linh kiện xuống pad đồng) thì rút chì hàn ra trước rồi mới rút mỏ hàn ra.

Cứ thực hiện như trên cho đến khi hàn xong. Chúng ta có sản phẩm như sau:



Mặt mạch in (lớp Bottom)



Mặt linh kiện (Lớp Top)

**Lưu ý:** Chúng ta có thể làm xen kẽ bước 6 với bước 7. Tức là gắn được linh kiện nào thì hàn linh kiện đó.

Các linh kiện phải được gắn đúng vị trí và đúng cực tính. Tránh trường hợp gắn sai chân linh kiện, hàn rồi gỡ ra sẽ rất dễ làm bong đường mạch.

**Bước 8: Cấp nguồn, vận hành mạch.**

Kiểm tra kỹ lại bo mạch lần nữa.

Hàn thêm dây cấp nguồn cho mạch. Kết nối nguồn, quan sát hoạt động của mạch, đo kiểm tra (nếu cần).