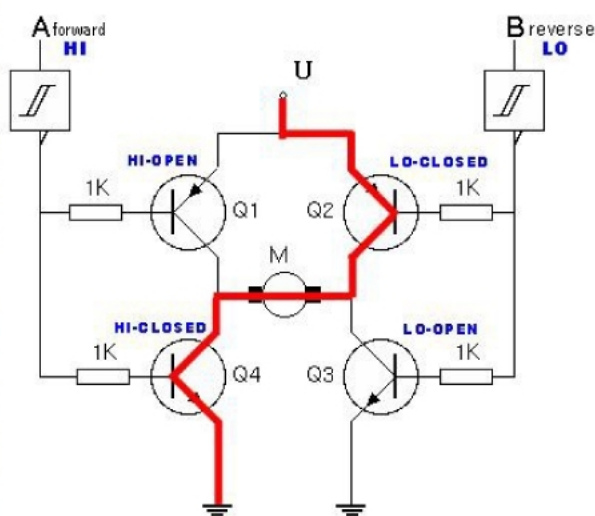
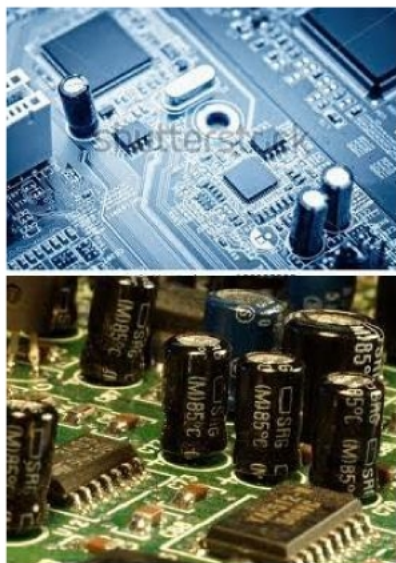


**BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI**  
**TRƯỜNG CAO ĐẲNG GIAO THÔNG VẬN TẢI TRUNG ƯƠNG I**

## **GIÁO TRÌNH : KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ** **TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG**

### **NGHỀ: KỸ THUẬT MÁY LẠNH** **VÀ ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ**



*Ban hành theo Quyết định số 498/QĐ-CDGTVTTWI-ĐT ngày 25/03/2019 của  
 Hiệu trưởng Trường Cao đẳng GTVT Trung ương I*

**Hà Nội, Năm 2019**

## **LỜI GIỚI THIỆU**



Việc tổ chức biên soạn giáo trình giảng dạy phục vụ cho công tác đào tạo nghề tại các trường Cao đẳng và Trung cấp nghề là một cố gắng lớn của TCDN nhằm từng bước chuẩn hóa, thống nhất nội dung dạy và học trong các trường nghề trong phạm vi toàn quốc.

Nội dung của giáo trình được xây dựng trên cơ sở kế thừa những nội dung đã được giảng dạy nhiều năm ở các trường Đại học, cao đẳng cũng như ở các trường dạy nghề trên cả nước. Nội dung giáo trình tuân thủ theo nội dung của chương trình đào tạo cho nghề “Kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí” trình độ cao đẳng nghề mà TCDN đã thẩm định và cho phép ban hành trong phạm vi cả nước.

Giáo trình được biên soạn theo chương trình đào tạo có mã số MH18 với thời lượng đào tạo là 30 giờ giảng dạy gồm các nội dung cơ bản sau:

**Chương 1: Các linh kiện điện tử thụ động cơ bản và ứng dụng.**

**Chương 2: Linh kiện điện tử bán dẫn rời rạc và ứng dụng.**

**Chương 3: Linh kiện điện tử bán dẫn tổ hợp (IC) và ứng dụng.**

Nội dung giáo trình biên soạn theo tính chất của môn học trong chương trình đào tạo nhưng cũng hướng tới các bài tập thực hành của từng chương nhằm giúp cho sinh viên có được những kỹ năng về nhận dạng linh kiện, xác định được các thông số cơ bản của linh kiện và bước đầu có thể kiểm tra được chất lượng các linh kiện điện tử thông dụng được sử dụng trong các thiết bị của nghề kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí.

Nội dung của giáo trình có những phần viết mở rộng kiến thức nhằm giúp người học có thể tự mình nghiên cứu dưới sự hướng dẫn của giảng viên.

Tuy tác giả đã có nhiều cố gắng khi biên soạn cho phù hợp với thời lượng của môn học và cho đối tượng của sinh viên không chuyên ngành điện tử, nhưng giáo trình không tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong các thầy, cô giáo, bạn đọc góp ý để những giáo trình được biên soạn tiếp hoặc giáo trình này có sự tái bản,

*Hà Nội, ngày      tháng      năm 2019*

## MỤC LỤC

| <b>ĐỀ MỤC</b>                                                         | <b>TRANG</b> |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>1. Lời giới thiệu</b>                                              | <b>1</b>     |
| <b>2. Mục lục</b>                                                     | <b>2</b>     |
| <b>3. Chương trình môn học Kỹ thuật điện tử</b>                       | <b>3</b>     |
| <b>4. Chương 1: Các linh kiện điện tử thụ động cơ bản và ứng dụng</b> | <b>5</b>     |
| 1. Điện trở                                                           | 5            |
| 2. Tụ điện                                                            | 12           |
| 3. Cuộn cảm                                                           | 17           |
| 4. Thạch anh                                                          | 20           |
| 5. Thực hành, bài tập                                                 | 23           |
| 6. Câu hỏi ôn tập và bài tập                                          | 23           |
| <b>5. Chương 2: Các linh kiện điện tử bán dẫn rời rạc và ứng dụng</b> | <b>25</b>    |
| 1. Chất bán dẫn điện                                                  | 25           |
| 2. Mặt ghép p – n                                                     | 28           |
| 3. Diode                                                              | 30           |
| 4. Transistor công nghệ lưỡng cực (BJT - Bipolar Junction Transistor) | 38           |
| 5. Các cách mắc và chế độ làm việc của Transistor BJT                 | 43           |
| 6. Phân cực cho Transistor BJT                                        | 50           |
| 7. Transistor BJT làm việc ở chế độ khóa                              | 53           |
| 8. Transistor công nghệ đơn cực (FET)                                 | 55           |
| 9. Thực hành, bài tập                                                 | 60           |
| 10. Câu hỏi ôn tập và bài tập                                         | 60           |
| <b>6. Chương 3: Linh kiện điện tử bán dẫn tích hợp (IC)</b>           | <b>63</b>    |
| 1. Cấu tạo và các thông số cơ bản của IC tuyến tính                   | 63           |
| 2. Khuếch đại thuật toán                                              | 64           |
| 3. IC số và các cổng logic cơ bản                                     | 69           |
| 4. Thực hành, bài tập                                                 | 74           |
| 5. Câu hỏi ôn tập và bài tập                                          | 74           |
| <b>7. Tài liệu tham khảo</b>                                          | <b>75</b>    |

## TÊN MÔN HỌC: KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

**Mã môn học: MH 07**

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

+ Chương trình của môn học Kỹ thuật điện tử này được đưa vào sau khi học sinh đã được học môn học: "Cơ sở kỹ thuật điện" và để chuẩn bị cho học sinh, sinh viên tiếp tục nắm bắt được mô đun tiếp theo.

+ Đây là môn học bắt buộc.

**Mục tiêu của môn học:**

- Trình bày được các kiến thức cơ bản nhất về cấu tạo, nguyên lý làm việc của các linh kiện điện tử cơ bản, tính năng ứng dụng của linh kiện trong các mạch điện tử cơ bản thường dùng trong hệ thống lạnh.

- Nhận biết được một số linh kiện điện tử cơ bản dùng trong hệ thống lạnh;

- Xác định được các thông số cơ bản qua nhãn ghi trên linh kiện.

- Có được lòng yêu nghề, say mê tìm hiểu các kiến thức trong lĩnh vực điện tử.

**Nội dung của môn học:**

| Số TT | Tên chương/ mục                                                                                                                                                                                                            | Thời gian |           |                      |                       |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------------------|-----------------------|
|       |                                                                                                                                                                                                                            | Tổng số   | Lý thuyết | Thực hành<br>Bài tập | Kiểm tra*(LT hoặc TH) |
| I     | Linh kiện điện tử thụ động cơ bản và ứng dụng<br>Điện trở<br>Tụ điện<br>Cuộn cảm<br>Thạch anh<br>Kiểm tra                                                                                                                  | 8         | 5         | 2                    | 1                     |
| II    | Linh kiện điện tử bán dẫn rời rạc và ứng dụng<br>Chất bán dẫn điện<br>Mặt ghép p - n<br>Diode<br>Transistor công nghệ lưỡng cực (BJT)<br>Các cách mắc và chế độ làm việc của Transistor BJT<br>Phân cực cho Transistor BJT | 14        | 7         | 5                    | 2                     |

|     |                                                                                                                                                                                |           |           |          |          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------|----------|
|     | Transistor BJT làm việc ở chế độ khoá<br>Transistor công nghệ đơn cực (FET)<br>Kiểm tra                                                                                        |           |           |          |          |
| III | Linh kiện điện tử bán dẫn tổ hợp (IC) và ứng dụng.<br>Cấu tạo và các thông số cơ bản của IC tuyến tính<br>Khuếch đại thuật toán.<br>IC số và các cổng logic cơ bản<br>Kiểm tra | 8         | 5         | 2        | 1        |
|     | <b>Cộng</b>                                                                                                                                                                    | <b>30</b> | <b>17</b> | <b>9</b> | <b>4</b> |

## CHƯƠNG 1: CÁC LINH KIỆN ĐIỆN TỬ THỤ ĐỘNG CƠ BẢN VÀ ỨNG DỤNG

**Mã chương: MH18 – 13**

### **Mục tiêu:**

- Trình bày được các kiến thức cơ bản về đặc điểm cấu tạo, tính chất, cơ chế làm việc, qui cách đóng vỏ ghi nhãn và lĩnh vực ứng dụng của một số linh kiện điện tử thụ động cơ bản trong các mạch điện tử được ứng dụng trong hệ thống lạnh là điện trở, tụ điện, cuộn cảm và thạch anh;

- Có được lòng yêu nghề, say mê tìm hiểu các kiến thức trong lĩnh vực điện tử.

### **Nội dung chính:**

#### **1. ĐIỆN TRỞ:**

##### **1.1. Khái quát chung:**

##### **1.1.1. Khái niệm:**

- Điện trở là sự cản trở dòng điện của một vật dẫn điện, nếu một vật dẫn điện tốt thì điện trở nhỏ, vật dẫn điện kém thì điện trở lớn, vật cách điện thì điện trở là vô cùng lớn.

- Điện trở là một linh kiện được sử dụng trong mạch điện đóng vai trò là phần tử cản trở dòng điện nhằm tạo ra các giá trị dòng điện và điện áp danh định theo yêu cầu của mạch.

- Điện trở có tác dụng như nhau trong cả mạch điện xoay chiều và một chiều. Chế độ làm việc của điện trở không bị ảnh hưởng bởi tần số của nguồn điện xoay chiều trong mạch.

##### **1.1.2. Các thông số cơ bản:**

##### **a. Điện trở danh định:**

- Là giá trị được được nhà sản xuất tính toán để áp dụng cho quá trình sản xuất điện trở. Giá trị này được ghi nhãn trên thân điện trở khi xuất xưởng. Giá trị danh định không không phải là giá trị thực của bản thân điện trở, mà chỉ là giá trị gần đúng.

- Đơn vị của điện trở biểu thị bằng Ôm (Ohm -  $\Omega$ ), bội số của đơn vị  $\Omega$  là kilô Ôm ( $k\Omega$ ) ; Mêga Ôm ( $M\Omega$ ); giga Ôm ( $g\Omega$ )

-  $1g\Omega = 1000 M\Omega = 1.000.000 k\Omega = 1.000.000.000 \Omega$

##### **b. Sai số.**

- Sai số là giá trị sai lệch giữa giá trị thực với giá trị danh định của điện trở.

- Người ta thường sử dụng giá trị sai số tương đối và tính ra %.

- Dựa vào sai số, người ta thường chia điện trở thành các cấp chính xác: Cấp I có sai số  $\pm 5\%$  ; cấp II có sai số  $\pm 10\%$  ; cấp III có sai số  $\pm 20\%$ .

##### **c. Công suất chịu đựng:**

- Khi làm việc với dòng điện chạy qua, điện trở bị nóng lên do nhiệt lượng tỏa ra, vì vậy mỗi loại điện trở chỉ chịu đựng được một giới hạn nhiệt độ nào đó tương ứng với một công suất nhất định. Vượt qua công suất này, điện trở sẽ không làm việc được lâu dài.

- Công suất chịu đựng là công suất tổn hao lớn nhất mà điện trở có thể chịu đựng được một thời gian dài mà không ảnh hưởng đến trị số của điện trở.

- Khi thay thế điện trở, nên chọn loại điện trở có công suất chịu đựng bằng hoặc lớn hơn điện trở cũ.

- Khi mắc điện trở vào một đoạn mạch, bản thân điện trở tiêu thụ một công suất  $P$  tính được theo công thức

$$P = U \cdot I = U^2 / R = R \cdot I^2$$

- Theo công thức trên ta thấy, công suất tiêu thụ của điện trở phụ thuộc vào dòng điện đi qua điện trở hoặc phụ thuộc vào điện áp trên hai đầu điện trở.

- Công suất tiêu thụ của điện trở là hoàn toàn tính được trước khi lắp điện trở vào mạch.

- Thông thường người ta lắp điện trở vào mạch có công suất danh định  $\geq 2$  lần công suất mà nó sẽ tiêu thụ.

d. Hệ số nhiệt của điện trở:

- Khi nhiệt độ làm việc thay đổi thì trị số của điện trở cũng bị thay đổi. Sự thay đổi trị số tương đối khi nhiệt độ thay đổi  $1^\circ\text{C}$  gọi là hệ số nhiệt của điện trở.

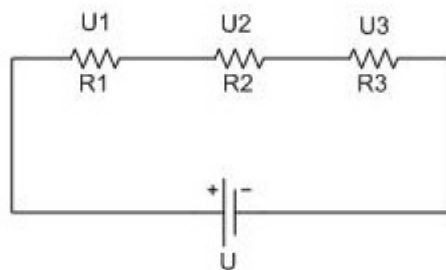
- Các loại điện trở bình thường (không phải loại điện trở nhiệt) thì khi làm việc, nhiệt độ tăng lên  $1^\circ\text{C}$  thì trị số điện trở của chúng tăng khoảng 0,2%

1.1.3. Phương thức đấu nối:

a. Mắc điện trở nối tiếp:

- Khái niệm: Mắc điện trở nối tiếp là cách nối các điện trở liên tiếp nhau trong đó điểm cuối của điện trở này được nối với điểm đầu của điện trở tiếp theo tạo thành một vòng khép kín với nguồn điện.

- Sơ đồ đấu nối:



Hình 1.1: Điện trở mắc nối tiếp trong mạch.

- Các đặc trưng:

+ Các điện trở mắc nối tiếp tương đương với một điện trở có giá trị bằng tổng các điện trở thành phần.

$$R_{td} = R1 + R2 + R3 + \dots + R_n$$

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

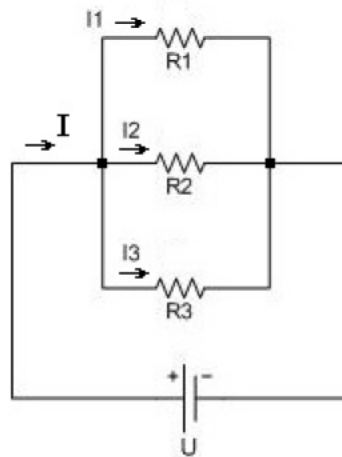
$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots = I_{Rn} = (U_1 / R_1) = (U_2 / R_2) = \dots = (U_n / R_n)$$

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

b. Mắc điện trở song song:

- Khái niệm: Mắc điện trở song song là cách nối trong đó tất cả các đầu-đầu của điện trở được nối chung với nhau, tất cả các đầu-cuối của điện trở được nối chung với nhau và nối với nguồn điện.

- Sơ đồ đấu nối.



Hình 1.2: Điện trở mắc song song trong mạch.

- Các đặc trưng:

+ Các điện trở mắc song song tương đương với một điện trở có giá trị nghịch đảo bằng tổng các nghịch đảo của các điện trở thành phần.

$$(1 / R_{td}) = (1 / R_1) + (1 / R_2) + (1 / R_3) + \dots + (1 / R_n)$$

+ Nếu mạch chỉ có 2 điện trở song song thì

$$R_{td} = R_1.R_2 / (R_1 + R_2)$$

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

$$U_{R1} = U_{R2} = \dots = U_{Rn} = U$$

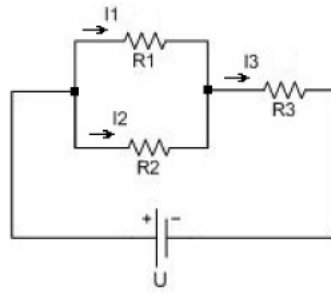
+ Dòng điện chạy qua các điện trở mắc song song tỷ lệ nghịch với giá trị điện trở

$$I_1 = (U / R_1) , \quad I_2 = (U / R_2) , \quad \dots , \quad I_n = (U / R_n)$$

c. Mắc điện trở hỗn hợp:

- Khái niệm: Mắc điện trở hỗn hợp là cách nối phối hợp cả cách mắc nối tiếp và cả cách mắc song song.

- Mạch đấu nối:



Hình 1.3: Điện trở mắc hỗn hợp trong mạch.

- Các đặc trưng:

+ Điện trở tương đương của toàn mạch được xác định kết hợp theo công thức tính của cả hai trường hợp nối tiếp và song song.

+ Mắc hỗn hợp cho phép tạo ra các giá trị điện trở theo tính toán mong muốn và là cách mắc tối ưu hay được sử dụng trong thực tế.

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

## 1.2. Các loại điện trở, cấu tạo và ký hiệu:

### 1.2.1. Các loại điện trở và ký hiệu.

a. Theo mục đích sử dụng:

\* Điện trở cố định:

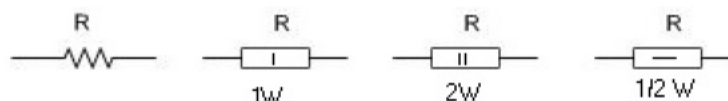
- Là loại điện trở có trị số cố định không thể thay đổi được trong quá trình sử dụng.

- Loại này còn được chia ra và có các tên gọi khác nhau

+ Điện trở cấp độ chính xác trung bình.

+ Điện trở cấp độ chính xác cao.

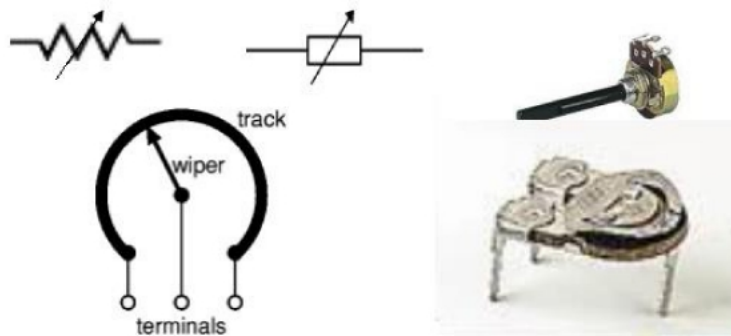
+ Điện trở công suất.



Hình 1.4: Ký hiệu điện trở, giá trị công suất điện trở.

\* Điện trở có trị số thay đổi được.

- Biến trở: Là loại điện trở có trị số có thể thay đổi được



Hình 1.5: Ký hiệu, cấu tạo, hình dạng của biến trở.

- Nhiệt điện trở (Thermistor): Là loại điện trở mà trị số của nó thay đổi theo nhiệt độ Loại này có hai loại là
  - + Nhiệt trở dương (PTC - Positive Temperature Coefficient)
  - + Nhiệt trở âm (NTC - Negative Temperature Coefficient)
- Quang điện trở (Photoresistor): Là loại điện trở mà trị số của nó thay đổi theo cường độ ánh sáng chiếu vào (LDR = Light Dependent Resistor).



*Hình 1.6: Ký hiệu, hình dáng của quang điện trở.*

**b. Theo cấu tạo của điện trở:**

- Điện trở than: Người ta trộn bột than và bột đất sét theo một tỷ lệ nhất định để cho ra những trị số khác nhau. Sau đó, người ta ép lại và cho vào một ống Bakelite. Dùng hai miếng kim loại ép sát vào hai đầu và có hai dây ra được hàn vào để làm chân điện trở, bọc kim loại bên ngoài để giữ cấu trúc bên trong đồng thời chống cọ sát và ẩm. Ngoài cùng người ta sơn các vòng màu để ghi trị số điện trở. Loại điện trở này dễ chế tạo, độ chính xác khá tốt, do vậy loại này rẻ tiền và rất thông dụng.

- Điện trở dây quấn: Dây làm bằng hợp kim NiCr quấn trên một lõi cách điện amiăng, đất nung, sành, sứ. Bên ngoài phủ một lớp nhựa cứng và lớp sơn cách điện. Để giảm tối thiểu hệ số tự cảm L của dây quấn, người ta quấn 1/2 số vòng theo chiều thuận và 1/2 số vòng theo chiều ngược.

+ Điện trở của dây quấn phụ thuộc vào chất liệu, độ dài và tiết diện của dây, được tính theo công thức sau:

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

Trong đó:

- +  $\rho$  là điện trở suất phụ thuộc vào chất liệu làm điện trở ( $\Omega \cdot m$ ).
- + L là chiều dài dây dẫn (m)
- + S là tiết diện dây dẫn ( $m^2$ )
- + R là điện trở đơn vị là Ohm ( $\Omega$ )

### **1.3. Quy cách đóng vỏ và ghi nhãn:**

#### **1.3.1 Ghi trực tiếp:**

- Trên thân linh kiện, người ta ghi trị số của linh kiện trực tiếp bằng các con số với đơn vị của điện trở là  $\Omega$ , k $\Omega$ , M $\Omega$ .

- Ví dụ: Ghi 100 - đọc là 100 $\Omega$   
 Ghi 15K - đọc là 15k $\Omega$   
 Ghi 1M - đọc là 1M $\Omega$

- Cách ghi trực tiếp giá trị điện trở thường được sử dụng trên các điện trở công suất, bán trở và một số loại điện trở dây quấn.

### 1.3.2. Ghi bằng luật số:

- Trên thân linh kiện, người ta thường ghi 3 con số thập phân, trong đó:

+ Hai chữ số đầu là chữ số có nghĩa.

+ Chữ số thứ ba là số các số không thêm vào (hệ số nhân của 10).

- Ví dụ: Ghi 103 - đọc  $10 \times 1000 = 10000\Omega = 10k\Omega$ .

Ghi 472 - đọc  $47 \times 100 = 4700\Omega = 4,7k\Omega$

- Cách ghi theo luật số thường được sử dụng để ghi trên các bán trở, biến trở

### 1.3.3. Ghi theo luật màu:

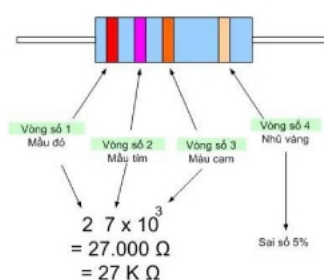
a. Quy định giá trị các vòng màu:

| Màu sắc | Giá trị | Màu sắc  | Giá trị |
|---------|---------|----------|---------|
| Đen     | 0       | Xanh lơ  | 6       |
| Nâu     | 1       | Tím      | 7       |
| Đỏ      | 2       | Xám      | 8       |
| Cam     | 3       | Trắng    | 9       |
| Vàng    | 4       | Nhũ vàng | -1      |
| Xanh lá | 5       | Nhũ bạc  | -2      |

|   | Multiplier | Tolerance  |
|---|------------|------------|
| 0 | .01 Silver | 10% Silver |
| 1 | .1 Gold    | 5% Gold    |
| 2 | 1          |            |
| 3 | 10         | 1%         |
| 4 | 100        | 2%         |
| 5 | 1K         |            |
| 6 | 10K        |            |
| 7 | 100K       | 0.5%       |
| 8 | 1M         | 0.25%      |
| 9 | 10M        | 0.1%       |

Hình 1.7: Quy định giá trị các vòng màu.

b. Cách đọc trị số điện trở 4 vòng màu:



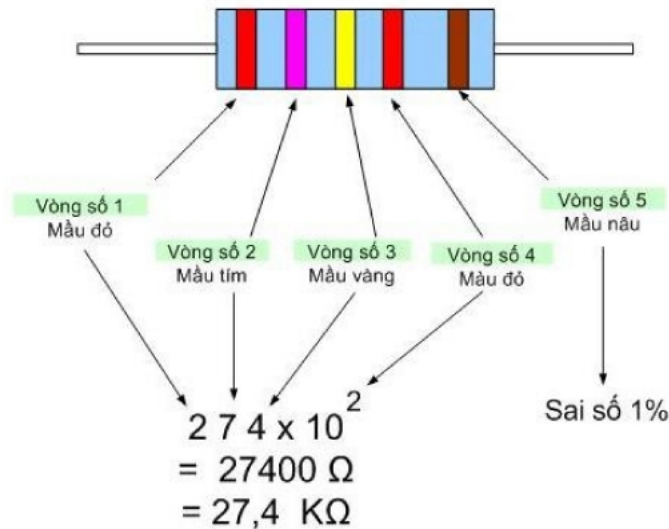
Hình 1.8: Điện trở 4 vòng màu và cách đọc.

- Vòng số 1 và vòng số 2 là hai con số có nghĩa.
- Vòng số 3 là bội số của cơ số 10 (là số con số không "0" thêm vào).
- Vòng số 4 là vòng ở cuối thường có màu nhũ vàng hay nhũ bạc, đây là vòng chỉ sai số của điện trở, khi đọc trị số ta bỏ qua vòng này.

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

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

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

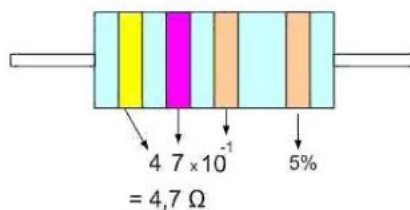


Hình 1.9: Điện trở 5 vòng màu và cách đọc.

- Vòng số 1, số 2 và vòng số 3 là ba con số có nghĩa.
- Vòng số 4 là bội số của cơ số 10 (là số con số không "0" thêm vào).
- Vòng số 5 là vòng ở cuối là vòng chỉ sai số của điện trở.

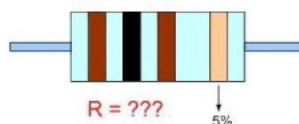
$$\text{Trị số} = (\text{vòng 1})(\text{vòng 2})(\text{vòng 3}) \times 10^{(\text{mũ vòng 4})}$$

d. Thực hành đọc trị số điện trở:



Hình 1.10: Các điện trở khác nhau ở vòng màu thứ 3

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



Hình 1.11: Các điện trở có vòng màu số 1 và số 2 thay đổi

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

e. Các trị số điện trở thông dụng.

- Ta không thể kiểm được một điện trở có trị số bất kỳ, các nhà sản xuất chỉ đưa ra khoảng 150 loại trị số điện trở thông dụng, bảng dưới đây là màu sắc và trị số của các điện trở thông dụng.

| ROW  | GOLD | BLACK | BROWN | RED | ORANGE | YELLOW | GREEN |
|------|------|-------|-------|-----|--------|--------|-------|
| 1 -  | 1R0  | 10R   | 100R  | 1K0 | 10K    | 100K   | 1M0   |
| 2 -  | 1R1  | 11R   | 110R  | 1K1 | 11K    | 110K   | 1M1   |
| 3 -  | 1R2  | 12R   | 120R  | 1K2 | 12K    | 120K   | 1M2   |
| 4 -  | 1R3  | 13R   | 130R  | 1K3 | 13K    | 130K   | 1M3   |
| 5 -  | 1R5  | 15R   | 150R  | 1K5 | 15K    | 150K   | 1M5   |
| 6 -  | 1R6  | 16R   | 160R  | 1K6 | 16K    | 160K   | 1M6   |
| 7 -  | 1R8  | 18R   | 180R  | 1K8 | 18K    | 180K   | 1M8   |
| 8 -  | 2R0  | 20R   | 200R  | 2K0 | 20K    | 200K   | 2M0   |
| 9 -  | 2R2  | 22R   | 220R  | 2K2 | 22K    | 220K   | 2M2   |
| 10 - | 2R4  | 24R   | 240R  | 2K4 | 24K    | 240K   | 2M4   |
| 11 - | 2R7  | 27R   | 270R  | 2K7 | 27K    | 270K   | 2M7   |
| 12 - | 3R0  | 30R   | 300R  | 3K0 | 30K    | 300K   | 3M0   |
| 13 - | 3R3  | 33R   | 330R  | 3K3 | 33K    | 330K   | 3M3   |
| 14 - | 3R6  | 36R   | 360R  | 3K6 | 36K    | 360K   | 3M6   |
| 15 - | 3R9  | 39R   | 390R  | 3K9 | 39K    | 390K   | 3M9   |
| 16 - | 4R3  | 43R   | 430R  | 4K3 | 43K    | 430K   | 4M3   |
| 17 - | 4R7  | 47R   | 470R  | 4K7 | 47K    | 470K   | 4M7   |
| 18 - | 5R1  | 51R   | 510R  | 5K1 | 51K    | 510K   | 5M1   |
| 19 - | 5R6  | 56R   | 560R  | 5K6 | 56K    | 560K   | 5M6   |
| 20 - | 6R2  | 62R   | 620R  | 6K2 | 62K    | 620K   | 6M2   |
| 21 - | 6R8  | 68R   | 680R  | 6K8 | 68K    | 680K   | 6M8   |
| 22 - | 7R5  | 75R   | 750R  | 7K5 | 75K    | 750K   | 7M5   |
| 23 - | 8R2  | 82R   | 820R  | 8K2 | 82K    | 820K   | 8M2   |
| 24 - | 9R1  | 91R   | 910R  | 9K1 | 91K    | 910K   | 9M1   |
|      |      |       |       |     |        |        | 10M   |

Hình 1.12: Luật màu của các điện trở thông dụng.

## 2. TỤ ĐIỆN:

### 2.1. Khái quát chung:

- Tụ điện là linh kiện điện tử thụ động được sử dụng rất rộng rãi trong các mạch điện tử, chúng được sử dụng trong các mạch lọc nguồn, lọc nhiễu, mạch truyền tín hiệu xoay chiều, mạch tạo dao động .vv..

- Tụ điện là phần tử có giá trị dòng điện qua nó tỷ lệ với tốc độ biến đổi của điện áp trên nó theo thời gian.

Biểu thức:  $i = C \cdot dU_c / dt$

### 2.2. Các thông số cơ bản:

#### 2.2.1. Điện dung:

##### a. 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 giữ 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.

b. 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

### 2.2.2 Dung kháng của tụ điện:

- Đối với dòng điện 1 chiều, tụ điện có tác dụng ngăn dòng điện chạy qua (*mặc dù có một dòng nạp ban đầu và lại ngưng ngay khi tụ nạp đầy*).

- Với dòng xoay chiều, dòng điện xuất liên tục với các chu kỳ của điện áp xoay chiều và được hiểu là tụ điện có tác dụng dẫn dòng xoay chiều đi qua.

- Tụ có trị số điện dung càng nhỏ, tần số cao của dòng điện đi qua càng dễ.

- Tụ có trị số điện dung càng lớn, tần số thấp của dòng điện sẽ dễ dàng đi qua.

- Dung kháng của tụ điện là một đại lượng đặc trưng cho sự cản trở của dòng điện theo tần số được ký hiệu là  $X_C$ , có biểu thức:

$$X_C = 1 / (2\pi.f.C)$$

Trong đó:

+  $X_C$  được gọi là dung kháng của tụ, đơn vị ôm ( $\Omega$ ).

+ f là tần số của dòng điện (Hz).

+ C là điện dung của tụ điện (F).

+  $\pi$  là hằng số = 3,14

### 2.2.3. Sai số:

- Cũng như điện trở, trị số điện dung của tụ được ghi nhãn trên thân tụ là trị số điện dung danh định, nó khác với giá trị điện dung thực của tụ. Do vậy điện dung của tụ cũng có sai số và thường được tính theo %.

- Theo cấp độ sai số, tụ điện cũng thường được phân chia theo nhiều cấp độ sai số khác nhau và tùy theo yêu cầu của mạch điện mà ta chọn loại tụ điện có cấp độ sai số thích hợp.

### 2.2.4. Điện áp làm việc:

- Là điện áp lớn nhất cho phép đặt lên hai đầu bản cực của tụ điện mà tụ vẫn làm việc được an toàn.

- Giá trị điện áp làm việc thường tính theo đơn vị vôn (V)

### 2.2.5. Tồn hao:

- Tụ điện lý tưởng khi làm việc không gây ra mất mát năng lượng điện. Trong thực tế, các vật liệu cấu tạo của tụ không hoàn toàn tuyệt đối lý tưởng nên khi làm việc sẽ gây ra không ít thì nhiều sự mất mát năng lượng điện, sự mất mát năng lượng điện này được đặc trưng bằng một đại lượng gọi là tồn hao.

- Hệ số tổn hao biểu thị chất lượng của tụ điện.

f. Hệ số nhiệt của tụ điện:

Khi nhiệt độ làm việc thay đổi sẽ làm kết cấu của tụ thay đổi, do đó điện dung thay đổi. Sự thay đổi trị số của điện dung theo % khi nhiệt độ thay đổi  $1^{\circ}\text{C}$  gọi là hệ số nhiệt của tụ điện.

2.2.6. Điện cảm tập tán:

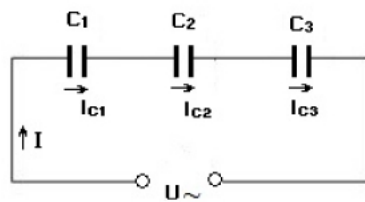
- Do cấu tạo của đa số tụ điện, các băng kim loại làm hai bản cực của tụ điện được cuốn tròn vào nhau tương đương như các vòng dây do vậy khi làm việc với dòng xoay chiều, sẽ có sự tham gia của thành phần điện cảm, tuy rằng với trị số nhỏ nhưng cũng làm ảnh hưởng ít nhiều đến tính chất của mạch điện. Thành phần điện cảm không mong muốn đó được gọi là điện cảm tập tán.

- Trong các mạch điện cần có độ tin cậy cao của tụ điện, người ta phải tính đến thành phần điện cảm tập tán này để có các biện pháp kỹ thuật xử lý thích hợp.

### 2.3. Phương thức đấu nối:

2.3.1. Mắc tụ điện nối tiếp:

- Mạch đấu nối:



Hình 1.13: Tụ điện mắc nối tiếp trong mạch.

- Khái niệm: Mắc tụ điện nối tiếp là cách nối các tụ liên tiếp nhau trong đó cực cuối của tụ điện này được nối với cực đầu của tụ điện tiếp theo tạo thành một vòng khép kín với nguồn điện.

- Các tụ điện mắc nối tiếp tương đương với một tụ điện có giá trị điện dung nghịch đảo bằng tổng các nghịch đảo của các điện dung thành phần.

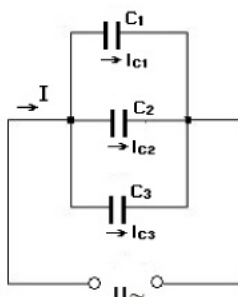
$$(1 / C_{td}) = (1 / C_1) + (1 / C_2) + (1 / C_3) + \dots + (1 / C_n)$$

- Dòng điện chạy qua các tụ điện mắc nối tiếp có giá trị bằng nhau và bằng  $I$ :

$$I = I_{C1} = I_{C2} = \dots = I_{Cn}$$

2.3.2. Mắc tụ điện song song:

- Mạch đấu nối:



Hình 1.14: Tụ điện mắc song song.

- Khái niệm: Mắc tụ điện song song là cách nối trong đó tất cả các đầu-đầu của tụ điện được nối chung với nhau, tất cả các đầu-cuối của tụ điện được nối chung với nhau và nối với nguồn điện.

- Các tụ điện mắc song song tương đương với một tụ điện có giá trị điện dung bằng tổng các điện dung thành phần.

$$C_{td} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

- Nếu mạch chỉ có 2 tụ điện song song thì

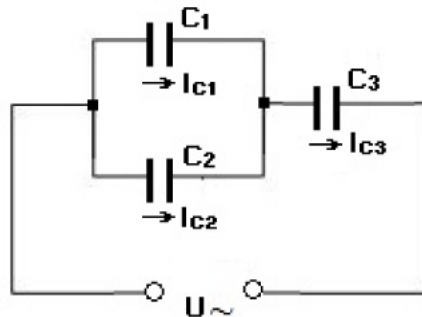
$$C_{td} = C_1 + C_2$$

- Điện áp trên các tụ điện mắc song song luôn bằng nhau.

$$U_{C1} = U_{C2} = \dots = U_{Cn} = U$$

### 2.3.3. Mắc tụ điện hỗn hợp:

- Mạch đầu nối:



Hình 1.15: Điện trở mắc hỗn hợp

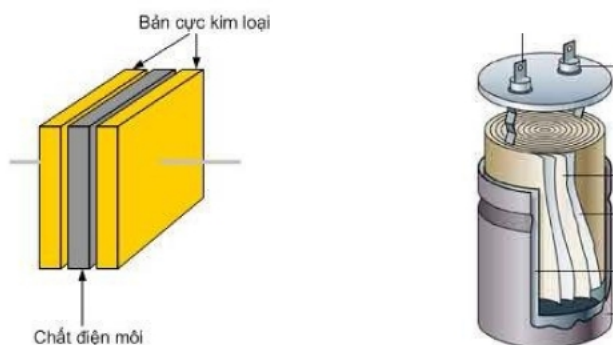
- Khái niệm: Mắc tụ điện hỗn hợp là cách nối phối hợp cả cách mắc nối tiếp và cả cách mắc song song.

- Điện dung tương đương của mạch tụ điện mắc hỗn hợp được tính toán phối hợp của cả hai cách mắc trên.

## 2.4. Các loại tụ điện, cấu tạo và ký hiệu

### 2.4.1. Cấu tạo chung của tụ điện:

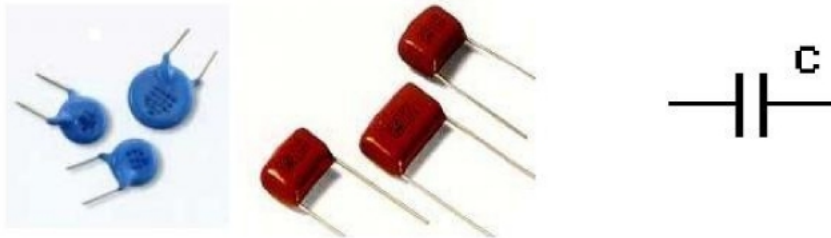
- Cấu tạo của tụ điện gồm hai bản cực đặt song song, ở giữa có một lớp cách điện gọi là điện môi. Người ta thường dùng giấy, gốm, mica, giấy tẩm hoá chất làm chất điện môi và tụ điện cũng được phân loại theo tên gọi của các chất điện môi này như Tụ giấy, Tụ gốm, Tụ hoá...



Hình 1.16 : Cấu tạo tụ gốm và tụ hoá

### 2.4.2. Tụ giấy, Tụ gốm, Tụ mica. (Tụ không phân cực):

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



Hình 1.17: Tụ không phân cực - ký hiệu.

### 2.4.3. Tụ hoá (Tụ có phân cực):

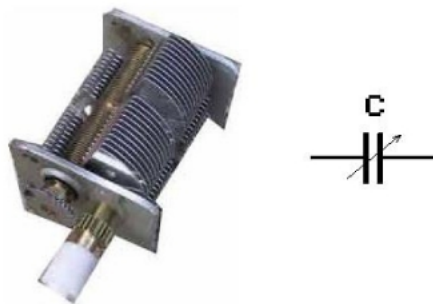
Tụ hoá là tụ có phân cực âm dương, tụ hoá có trị số lớn hơn và giá trị từ  $0,47 \mu\text{F}$  đến khoảng  $4.700 \mu\text{F}$ , tụ hoá thường được sử dụng trong các mạch có tần số thấp hoặc dùng để lọc nguồn, tụ hoá luôn luôn có hình trụ..



Hình 1.18: Tụ hoá - Là tụ có phân cực âm dương.

### 2.4.4. Tụ xoay:

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



Hình 1.19: Tụ xoay - ký hiệu

## 2.5. Quy cách đóng vỏ và ghi nhãn

2.5.1. 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.



Hình 1.20: Tụ hoá ghi điện dung là  $185 \mu F / 320 V$

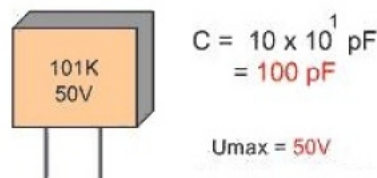
2.5.2. Với tụ giấy, tụ gốm: Tụ giấy và tụ gốm có trị số ghi bằng ký hiệu



Hình 1.21: Tụ gốm ghi trị số bằng ký hiệu.

- Cách đọc : Lấy hai chữ số đầu nhân với 10 (Mũ số thứ 3 )
- Ví dụ tụ gốm bên phải hình ảnh trên ghi 474K nghĩa là
- Giá trị  $= 47 \times 10^4 = 470000 \text{ p}$  ( đơn vị là picô Fara)  $= 470 \text{ n Fara} = 0,47 \mu F$
- Chữ K hoặc J ở cuối là chỉ sai số 5% hay 10% của tụ điện.

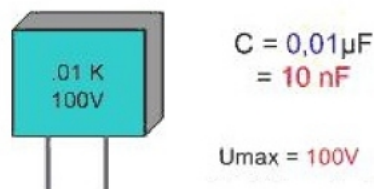
2.5.3. Thực hành đọc trị số của tụ điện:



Hình 1.22: Cách đọc trị số tụ giấy và tụ gốm.

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

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



Hình 1.23: Một cách ghi trị số khác của tụ giấy và tụ gốm.

\* Ý nghĩa của giá trị điện áp ghi trên thân tụ:

- Ta thấy rằng bất kể tụ điện nào cũng được ghi trị số điện áp ngay sau giá trị điện dung, đây chính là giá trị điện áp cực đại mà tụ chịu được, quá điện áp này tụ sẽ bị nổ.

- Khi lắp tụ vào trong một mạch điện có điện áp là U thì bao giờ người ta

cũng lắp tụ điện có giá trị điện áp Max cao gấp khoảng 1,4 lần.

- Ví dụ mạch 12V phải lắp tụ 16V, mạch 24V phải lắp tụ 35V.vv...

- Tụ điện có nhiều loại như Tụ giấy, Tụ gốm, Tụ mica, Tụ hoá nhưng về tính chất thì ta phân tụ là hai loại chính là tụ không phân cực và tụ phân cực

### 3. CUỘN CẢM:

#### 3.1. *Khái quát chung:*

##### 3.1.1. Cấu tạo:

Cuộn cảm gồm một số vòng dây quấn lại thành nhiều vòng, dây quấn được sơn emay cách điện, lõi cuộn dây có thể là không khí, hoặc là vật liệu dẫn từ như Ferrite hay lõi thép kỹ thuật.



Hình 1.24: Hình dạng thực tế uộn dây lõi không khí và cuộn dây lõi Ferit



Hình 1.25: Ký hiệu cuộn dây trên sơ đồ

*L1 là cuộn dây lõi không khí, L2 là cuộn dây lõi ferit,*

*L3 là cuộn dây có lõi chỉnh, L4 là cuộn dây lõi thép kỹ thuật*

##### 3.1.2. Các thông số cơ bản :

###### a. Hệ số tự cảm (định luật Faraday):

Hệ số tự cảm là đại lượng đặc trưng cho sức điện động cảm ứng của cuộn dây khi có dòng điện biến thiên chạy qua.

$$L = (\mu_r \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot n^2 \cdot S) / l$$

- L: là hệ số tự cảm của cuộn dây, đơn vị là Henry (H)

- n: là số vòng dây của cuộn dây.

- l: là chiều dài của cuộn dây tính bằng mét (m)

- S: là tiết diện của lõi, tính bằng m<sup>2</sup>

-  $\mu_r$ : là hệ số từ thẩm của vật liệu làm lõi.

###### b. Cảm kháng:

Cảm kháng của cuộn dây là đại lượng đặc trưng cho sự cản trở dòng điện của cuộn dây đối với dòng điện xoay chiều .

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$$

Trong đó :

-  $X_L$  là cảm kháng, đơn vị là  $\Omega$

- f : là tần số đơn vị là Hz

- L: là hệ số tự cảm, đơn vị là Henry