

ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HÀ NỘI  
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ VIỆT NAM - HÀN QUỐC THÀNH PHỐ HÀ NỘI

**TRỊNH THỊ HẠNH (Chủ biên)**  
**BÙI VĂN CÔNG – TRƯƠNG VĂN HỢI**



## **GIÁO TRÌNH ĐO LƯỜNG ĐIỆN, ĐIỆN TỬ**

**Nghề: Cơ điện tử**

**Trình độ: Trung cấp**

*(Lưu hành nội bộ)*

**Hà Nội - Năm 2019**

## LỜI NÓI ĐẦU

Để cung cấp tài liệu học tập cho học sinh - sinh viên và tài liệu cho giáo viên khi giảng dạy, Khoa Điện tử Trường CĐN Việt Nam - Hàn Quốc thành phố Hà Nội đã chỉnh sửa, biên soạn cuốn giáo trình “**LINH ĐIỆN VÀ ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ**” dành riêng cho học sinh - sinh viên nghề Cơ điện tử. Đây là mô đun trong chương trình đào tạo nghề Điện tử công nghiệp trình độ Cao đẳng.

Nhóm biên soạn đã tham khảo các tài liệu: “**Đo lường điện- điện tử**” dùng cho sinh viên các Trường Cao đẳng, Đại học kỹ thuật của tác giả Nguyễn Ngọc Tân – Ngô Tấn Nhơn – Ngô Văn Kỳ, Kỹ thuật đo, Trường Đại học bách khoa TP. Hồ Chí Minh. PTS Phan Ngọc Bích – KS Phan Thanh Đức – KS Trần Hữu Thanh, Giáo trình đo lường điện – máy điện – khí cụ điện, Trường Kỹ thuật điện – Công ty điện lực 2 TP. Hồ Chí Minh

và nhiều tài liệu khác.

Mặc dù nhóm biên soạn đã có nhiều cố gắng nhưng không tránh được những thiếu sót. Rất mong đồng nghiệp và độc giả góp ý kiến để giáo trình hoàn thiện hơn.

**Xin chân thành cảm ơn!**

*Hà Nội, ngày ... tháng ... năm 2019*

**Chủ biên: Trịnh Thị Hạnh**

# MỤC LỤC

<b>LỜI NÓI ĐẦU .....</b>	<b>1</b>
<b>MỤC LỤC .....</b>	<b>2</b>
<b>GIÁO TRÌNH ĐO LƯỜNG ĐIỆN - ĐIỆN TỬ.....</b>	<b>4</b>
<b>Bài 1 .....</b>	<b>6</b>
<b>Đơn vị đo .....</b>	<b>6</b>
1.1. Các đơn vị cơ hệ SI.....	6
1.2. Các đơn vị điện hệ SI.....	8
<b>Bài 2 .....</b>	<b>14</b>
<b>Sai số đo.....</b>	<b>14</b>
2.1. Đo lường.....	14
2.2. Sai số .....	20
<b>Bài 9 .....</b>	<b>24</b>
<b>Cơ cấu đo.....</b>	<b>24</b>
3.1. Thiết bị đo kiểu nam châm vĩnh cửu với cuộn dây quay.....	24
3.2. Ampe đo điện một chiều .....	29
3.3. Volt kế một chiều .....	32
3.4.VOM/DVOM .....	36
<b>Bài 4 .....</b>	<b>55</b>
<b>Phương pháp đo các đại lượng điện .....</b>	<b>55</b>
4.1. Lý thuyết cầu xoay chiều .....	55
4.2. Cầu điện dung .....	56
4.3. Cầu điện cảm.....	60
<b>Bài 5 .....</b>	<b>65</b>
<b>Phương pháp đo các đại lượng không điện .....</b>	<b>65</b>
5.1. Phương pháp đo .....	65
5.2. Volt kế.....	71
5.3. Ampe kế .....	72
5.4. Cầu Wheatstone .....	74

<b>Bài 6 .....</b>	<b>76</b>
<b>Dao động ký .....</b>	<b>76</b>
6.1. Máy phát tần.....	76
6.2. Máy phát xung.....	80
<b>Bài 7 .....</b>	<b>90</b>
<b>Đo lường bằng máy hiện sóng .....</b>	<b>90</b>
7.1 Đo lường AC.....	90
7.2. Đo thời gian và tần số .....	93
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>108</b>

# **GIÁO TRÌNH**

## **ĐO LƯỜNG ĐIỆN - ĐIỆN TỬ**

**Tên mô đun:** Đo lường điện - điện tử

**Mã số mô đun:** MĐ 17

**Thời gian mô đun:** 60 giờ (LT: 12 giờ; TH/TT/TN/B/TL: 48giờ)

### **I. VỊ TRÍ, TÍNH CHẤT CỦA MÔ ĐUN**

+ Vị trí

Môn đun được bố trí dạy ngay từ đầu khóa học, trước khi học các môn chuyên môn và có thể học song song với môn cơ bản khác như linh kiện điện tử...

+ Tính chất

Là mô đun kỹ thuật cơ sở.

### **II. MỤC TIÊU CỦA MÔ ĐUN**

- Kiến thức:

+Trình bày được khái niệm sai số trong đo lường, các loại sai số và biện pháp phòng tránh.

+ Trình bày được các loại cơ cấu đo dùng trong kỹ thuật điện, điện tử.

+ Trình bày được cơ cấu và cách sử dụng các loại máy đo thông dụng

+ Trình bày được cơ cấu và cách sử dụng các loại máy phát

- Kỹ năng:

+ Đo được các thông số và các đại lượng cơ bản của mạch điện.

+ Sử dụng được các loại máy phát tín hiệu chuẩn

+ Thực hiện bảo trì, bảo dưỡng cho máy đo

- Thái độ

+ Chủ động, tư duy và sáng tạo trong học tập

### III. NỘI DUNG MÔ ĐUN

#### 1. Nội dung tổng quát và phân bố thời gian

TT	Tên các bài trong mô đun	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành	Kiểm tra
1	Đơn vị đo 1. Các đơn vị cơ hệ SI 2. Các đơn vị điện hệ SI Kiểm tra	4	1	3	
2	Sai số đo 1. Đo lường 2. Sai số Kiểm tra	5	2	3	
3	Cơ cấu đo 1. Thiết bị đo kiểu nam châm vĩnh cửu với cuộn dây quay 2. Ampe đo điện một chiều 3. Votl kế một chiều 4.VOM/DVOM vạn năng	12	4	7	1
4	Phương pháp đo các đại lượng điện 1. Lý thuyết cầu xoay chiều 2. Cầu điện dung 3. Cầu điện cảm Kiểm tra	6	1	4	1
5	Phương pháp đo các đại lượng không điện 1. Phương pháp đo 2. Votl kế 3. Ampe kế 4. Cầu Wheatstone Kiểm tra	6	1	5	
6	Dao động ký 1. Máy phát tần 2. Máy phát xung Kiểm tra	7	1	6	
7	Đo lường bằng máy hiện sóng	20	2	17	1
<b>Cộng</b>		<b>60</b>	<b>12</b>	<b>45</b>	<b>3</b>

# Bài 1

## Đơn vị đo

### Mục tiêu:

- Trình bày được các đơn vị cơ bản của hệ thống cơ và hệ thống điện thông dụng quốc tế (SI)
- Rèn luyện tính tư duy, cẩn thận và chính xác

### 1.1. Các đơn vị cơ hệ SI

#### 1.1.1. Các đơn vị cơ bản

- Đơn vị cơ bản được thể hiện bằng các đơn vị chuẩn với độ chính xác cao nhất mà khoa học và kỹ thuật hiện đại có thể thực hiện được.
- Đơn vị kéo theo là đơn vị mà có liên quan đến các đơn vị cơ bản bởi những quy luật thể hiện bằng các biểu thức. Các đơn vị cơ bản được chọn sao cho với số lượng ít nhất mà có thể suy ra các đơn vị kéo theo cho tất cả các đại lượng vật lí.

Ngày nay để nhiều nước có thể sử dụng một hệ thống đơn vị duy nhất người ta thành lập hệ thống đơn vị quốc tế SI đã được thông qua hội nghị quốc tế về mẫu và cân (1960). Trong hệ thống đó có 7 đơn vị cơ bản là : mét(chiều dài ) kg(khối lượng), s(thời gian), A(cường độ dòng điện), K(nhiệt độ), mol (đơn vị số lượng vật chất) Cd (cường độ ánh sáng).

#### 1.1.2. Đơn vị lực

Lực có đơn vị là Niuton ( N )

Trong vật lý, **lực** là một đại lượng vật lý được dùng để biểu thị tương tác giữa các vật, làm thay đổi trạng thái chuyển động hoặc làm biến đổi hình dạng của các vật. Lực cũng có thể được miêu tả bằng nhiều cách khác nhau như đẩy hoặc kéo. Lực tác động vào một vật thể có thể làm nó xoay hoặc biến dạng, hoặc thay đổi về ứng suất, và thậm chí thay đổi về thể tích. Lực bao gồm cả hai yếu tố là độ lớn và hướng. Theo định luật Newton II,  $F=ma$ , một vật thể có khối lượng không đổi sẽ tăng tốc theo tỉ lệ nhất định với lực tổng hợp theo khối lượng của vật

**Newton** (viết tắt là **N**) là đơn vị đo lực trong hệ đo lường quốc tế (SI), lấy tên của nhà bác học Isaac Newton. Nó là một đơn vị dẫn xuất trong SI nghĩa là nó được định nghĩa từ các đơn vị đo cơ bản.

Cụ thể lực bằng khối lượng nhân gia tốc (định luật 2 Newton):

$$F = m \cdot a \quad (1.4)$$

*Trong đó:*

F: Lực, đơn vị là Newton (N).

m: Khối lượng, đơn vị là kg.

a: Gia tốc, đơn vị là  $m/s^2$

- Trên bề mặt Trái Đất, một vật có khối lượng 1 kg có lực trọng trường là 9.81 N (hướng xuống). Trọng lượng của một người có khối lượng 70 kg so với Trái Đất là xấp xỉ 687 N.

### 1.1.3. Đơn vị công

Đơn vị công là Jun ( J )

Công cơ học, gọi tắt là công, là năng lượng được thực hiện khi có một lực tác dụng lên vật thể làm vật thể và điểm đặt của lực chuyển dời. Công cơ học thu nhận bởi vật thể được chuyển hóa thành sự thay đổi công năng của vật thể, khi nội năng của vật thể này không đổi.

Công được xác định bởi tích vô hướng của vectơ lực và vectơ quãng đường đi:

$$A=F.s \quad (1.5)$$

*Trong đó:*

- A là công, trong SI tính theo “J”.

- F là véc-tơ lực không biến đổi trên quãng đường di chuyển, trong SI tính theo “N”

- s là véc-tơ quãng đường thẳng mà vật đã di chuyển, trong SI tính theo “m”

### 1.1.4. Đơn vị năng lượng

Đơn vị năng lượng là Jun ( J )

**Năng lượng** theo lý thuyết tương đối của Albert Einstein là một thước đo khác của lượng vật chất được xác định theo công thức liên quan đến khối lượng toàn phần  $E = mc^2$ .

Trong đó :

E : là năng lượng, trong hệ SI đơn vị là  $kg (m/s)^2$  .

m: là khối lượng c: Tốc độ ánh sáng gần bằng 300,000,000 m /sec ( 300.000 km/s), đơn vị là (m/s), đơn vị là kg

### 1.1.5. Đơn vị công suất

Đơn vị công suất là Watt ( W )

Công suất được định nghĩa là tỷ số giữa công và thời gian. Nếu một lượng công được sinh ra trong khoảng thời gian t thì công suất sẽ là



$$P = A/t \quad (1.6)$$

Trong đó :

P : là công suất, đơn vị là Watt ( W)

A: là công sinh ra , đơn vị là Jun ( J)

t: là thời gian, đơn vị là giây ( s)

- Trước đây người ta dùng đơn vị mã lực để đo công suất.

+ Ở nước Pháp: 1 mã lực = 1CV = 736W

+ Ở nước Anh: 1 mã lực = 1HP = 746W

## 1.2. Các đơn vị điện hệ SI

### 1.2.1. Các đơn vị của dòng và điện tích

#### • Dòng điện

Trong điện học và điện từ học, **dòng điện** là dòng chuyển dời có hướng của các điện tích. Vì đại lượng đặc trưng cho dòng điện là **cường độ dòng điện**, từ "dòng điện" thường được hiểu là cường độ dòng điện.

- Trong kim loại, thực tế các proton (tích điện dương) chỉ có các dao động tại chỗ, còn các electron (tích điện âm) chuyển động. Chiều chuyển động của electron, do đó ngược với chiều dòng điện quy ước.

- Trong một số môi trường dẫn điện (ví dụ trong dung dịch điện phân, plasma,...), các hạt tích điện trái dấu (ví dụ các ion âm và dương) có thể chuyển động cùng lúc, ngược chiều nhau.

- Trong bán dẫn loại p, mặc dù các electron thực sự chuyển động, dòng điện được miêu tả như là chuyển động của các hố điện tử tích điện dương.

#### • Điện tích:

Điện tích là một tính chất cơ bản và không đổi của một số hạt hạ nguyên tử, đặc trưng cho tương tác điện từ giữa chúng. Điện tích tạo ra trường điện từ và cũng như chịu sự ảnh hưởng của trường điện từ. Sự tương tác giữa một điện tích với trường điện từ, khi nó chuyển động hoặc đứng yên so với trường điện từ này, là nguyên nhân gây ra lực điện từ, một trong những lực cơ bản của tự nhiên.

Một Culông tương ứng với lượng điện tích chạy qua tiết diện dây dẫn có cường độ dòng điện 1 ampe trong vòng 1 giây.

$$1 C = 1 A s \quad (1.7)$$

Một proton có điện tích bằng  $1,60219 \cdot 10^{-19}$  Coulomb, hay +1e. Một electron có điện tích bằng  $-1,60219 \cdot 10^{-19}$  Coulomb, hay -1e.

Theo quy ước, có hai loại điện tích: **Điện tích âm** và **điện tích dương**. Điện tích của electron là âm ( ký hiệu là  $-e$ ), còn điện tích của proton là dương ( ký hiệu là  $+e$ ) với  $e$  là giá trị của một điện tích nguyên tố.

Các hạt mang điện cùng dấu (cùng dương hoặc cùng âm) sẽ đẩy nhau. Ngược lại, các hạt mang điện khác dấu sẽ hút nhau. Tương tác giữa các hạt mang điện nằm ở khoảng cách rất lớn so với kích thước của chúng tuân theo định luật Coulomb. Định luật Coulomb (đọc là Cu-lông), đặt theo tên nhà vật lý Pháp Charles de Coulomb, phát biểu là:

*Độ lớn lực tương tác giữa hai điện tích, tỷ lệ thuận với tích độ lớn của các điện tích và tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.*

Công Thức : 
$$F = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (1.8)$$

### 1.2.2. Sức điện động, hiệu điện thế và điện áp

Sức điện động, hiệu điện thế và điện áp thông thường có đơn vị là volt ( V )

- **Sức điện động**: là đại lượng đặc trưng cho nguồn năng lượng điện, có bản chất không phải tĩnh điện, cần thiết để duy trì dòng điện trong mạch điện. Sức điện động có giá trị bằng công phải tiêu tốn để chuyển một đơn vị điện tích dương dọc theo toàn mạch kín. Sức điện động tổng cộng trong mạch có dòng điện không đổi, bằng hiệu điện thế giữa hai đầu mạch hở. SDD cảm ứng được tạo thành bởi điện trường xoáy sinh ra trong từ trường biến đổi. Nó thường được ký hiệu bằng chữ **E**, Đơn vị của volt (V)

- **Điện áp hay hiệu điện thế**: là giá trị chênh lệch điện thế giữa hai điểm. Cũng tương tự như dòng điện, điện áp có 2 loại điện áp một chiều và điện áp xoay chiều. Điện áp một chiều là sự chênh lệch điện thế giữa hai điểm mà tại đó sự chênh lệch điện thế tạo ra các dòng điện một chiều. Điện áp xoay chiều tương ứng với trường hợp sự thay đổi liên tục về cực tính giữa hai điểm tương ứng và điều này chính là nguyên nhân tạo ra sự thay đổi chiều dòng điện và chúng ta có dòng điện xoay chiều. Nó thường được ký hiệu bằng chữ **U**, Đơn vị của điện áp và hiệu điện thế là volt (V)

Hoặc: Điện áp hay hiệu điện thế là hiệu số điện thế giữa hai điểm khác nhau của mạch điện. Thường một điểm nào đó của mạch được chọn làm điểm gốc có điện thế bằng 0 (điểm nối đất). Khi đó, điện thế của mọi điểm khác trong mạch có giá trị âm hay dương được mang so sánh với điểm gốc và được hiểu là điện áp tại điểm tương ứng. Tổng quát hơn, điện áp giữa hai điểm A và B của mạch (ký hiệu là  $U$ ) xác định bởi:  $U_{AB} = V_A - V_B = -U_{BA}$

### 1.2.3. Điện trở và dẫn điện

Điện trở có đơn vị là Ohm (  $\Omega$  )

#### a. Điện trở:

Là đại lượng vật lý đặc trưng cho tính chất cản trở dòng điện của một vật thể dẫn điện. Nó được định nghĩa là tỉ số của hiệu điện thế giữa hai đầu vật thể đó với cường độ dòng điện đi qua nó, kí hiệu là R, đơn vị đo bằng Ohm ( $\Omega$ ).

$$R = \frac{U}{I} \quad (1.9)$$

Trong đó:

U: là hiệu điện thế giữa hai đầu vật dẫn điện, đo bằng vôn (V).

I: là cường độ dòng điện đi qua vật dẫn điện, đo bằng ampe (A).

R: là điện trở của vật dẫn điện, đo bằng Ohm = ( $\Omega$ ).

Đoạn dây dẫn có điện trở  $1\Omega$  là đoạn dây có dòng điện 1A chạy qua, điện áp giữa hai đầu dây là 1V.

#### b. Điện dẫn:

Là khả năng của một môi trường cho phép sự di chuyển của các hạt điện tích qua nó, khi có lực tác động vào các hạt, ví dụ như lực tĩnh điện của điện trường. Sự di chuyển có thể tạo thành dòng điện. Cơ chế của chuyển động này tùy thuộc vào vật chất.

Sự dẫn điện có thể diễn tả bằng định luật Ohm, dòng điện tỷ lệ với điện trường tương ứng, và tham số tỷ lệ chính là độ dẫn điện:

$$\vec{j} = \sigma \vec{E} \quad (1.10)$$

Với:

-  $\vec{j}$  là mật độ dòng điện

-  $\vec{E}$  là cường độ điện trường

-  $\sigma$  (Sigma, xích ma) là **độ dẫn điện**

Độ dẫn điện cũng là nghịch đảo của điện trở suất  $\rho: \sigma = 1/\rho$ ,  $\sigma$  và  $\rho$  là những giá trị vô hướng.

Trong hệ SI  $\sigma$  có đơn vị chuẩn là S/m (Siemens trên mét).

Độ dẫn điện của 1 số kim loại ở  $25^\circ\text{C}$ :

- Bạc:  $62 \cdot 10^6$  S/m (max.  $\sigma$  các kim loại)

- Đồng:  $58 \cdot 10^6$  S/m

- Vàng:  $45,2 \cdot 10^6$  S/m

- Nhôm:  $37,7 \cdot 10^6$  S/m
- Thiếc:  $15,5 \cdot 10^6$  S/m
- Sắt:  $9,93 \cdot 10^6$  S/m
- Crôm:  $7,74 \cdot 10^6$  S/m

#### 1.2.4. Từ thông và cường độ từ thông

Từ thông có đơn vị là : webe (Wb)

Cường độ từ thông có đơn vị là Ampe trên mét ( A/m )

- *Từ thông*: là thông lượng đường sức từ đi qua một diện tích.

Từ thông liên hệ trực tiếp với mật độ từ thông. Từ thông là tích phân của phép nhân vô hướng giữa mật độ từ thông với vectơ thành phần diện tích, trên toàn bộ diện tích.

Theo ký hiệu toán học:

$$\Phi_m \equiv \iint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} \quad (1.11)$$

Với:

- $\Phi_m$  là từ thông
- $\mathbf{B}$  là mật độ từ thông

Hướng của vectơ  $\mathbf{B}$  theo quy ước là từ cực nam lên cực bắc của nam châm, khi đi trong nam châm, và từ cực bắc đến cực nam, khi đi ngoài nam châm.


Trong hệ đo lường quốc tế, đơn vị đo từ thông là Weber (Wb), và đơn vị đo mật độ từ thông là Tesla hay Weber trên mét vuông.

#### 1.2.5. Độ tự cảm

Điện cảm có đơn vị là Henri ( H )

Cảm ứng từ có đơn vị là Tesla ( T )

*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.

Cuộn dây có biểu tượng mạch điện  có một độ tự cảm (hay từ dung) L đo bằng đơn vị Henry (H).

Đối với dòng điện một chiều (DC), dòng điện có cường độ và chiều không đổi (tần số bằng 0), cuộn dây hoạt động như một điện trở có điện kháng gần

bằng không hay nói khác hơn cuộn dây nối đoạn mạch. Dòng điện trên cuộn dây sinh ra một từ trường, B, có cường độ và chiều không đổi.

Khi mắc điện xoay chiều (AC) với cuộn dây, dòng điện trên cuộn dây sinh ra một từ trường, B, biến thiên và một điện trường, E, biến thiên nhưng luôn vuông góc với từ trường. Độ tự cảm của cuộn từ lệ thuộc vào tần số của dòng xoay chiều.

Khi có dòng điện chạy qua, cuộn dây sinh từ trường và trở thành nam châm điện. Khi không có dòng điện chạy qua, cuộn dây không có từ. Từ trường sản sinh tỉ lệ với dòng điện

$$B = I L \quad (1.12)$$

### 1.2.6. Điện dung

Điện dung có đơn vị là Fara ( F )

*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 điện tích bản cực, vật liệu làm chất điện môi và khoảng cách giữa hai bản cực theo công thức

$$C = \xi \cdot S / d \quad (1.09)$$

- 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 điện tích bản cực của tụ điện.

Dung kháng của tụ điện:  $X_c = 1/\omega C = 1/2\pi fC$

Đối với tụ điện lí tưởng không có dòng qua hai tấm bản cực tức là tụ điện không tiêu thụ công suất. Nhưng thực tế vẫn có dòng từ cực này qua lớp điện môi đến cực kia của tụ điện, vì vậy trọng tụ có sự tổn hao công suất. Thường sự tổn hao này rất nhỏ và người ta thường đo góc tổn hao ( $\text{tg}\delta$ ) của tụ để đánh giá tụ điện.

Để tính toán, tụ điện được đặc trưng bởi một tụ điện lí tưởng và một thuần trở mắc nối tiếp nhau (đối với tụ có tổn hao ít) hoặc mắc song song với nhau (đối với tụ có tổn hao lớn), trên cơ sở đó xác định góc tổn hao của tụ.

Fara là điện dung của một tụ điện mà khi hiệu điện thế giữa hai bản là 1V thì điện tích của tụ điện là 1C.

*Các ước của Fara:*

+ Micrôfara( $\mu\text{F}$ ):  $1\mu\text{F}=10^{-6}\text{F}$

+ Nanôfara(nF):  $1\text{nF}=10^{-9}\text{F}$

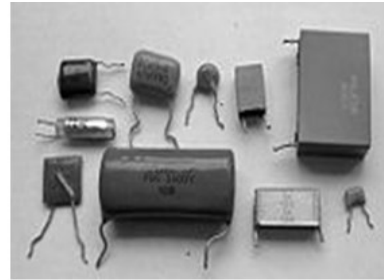
+ Picôfara(pF):  $1\text{pF} = 10^{-12}$

- *Tụ điện*: là một linh kiện điện tử thụ động tạo bởi hai bề mặt dẫn điện được ngăn cách bởi điện môi. Khi có chênh lệch điện thế tại hai bề mặt, tại các bề mặt sẽ xuất hiện điện tích cùng cường độ, nhưng trái dấu.

Sự tích tụ của điện tích trên hai bề mặt tạo ra khả năng tích trữ năng lượng điện trường của tụ điện. Khi chênh lệch điện thế trên hai bề mặt là điện thế xoay chiều, sự tích lũy điện tích bị chậm pha so với điện áp, tạo nên trở kháng của tụ điện trong mạch điện xoay chiều.



Hình: 1.2a tụ điện một chiều  
(tụ phân cực)



Hình 1.2b Tụ điện xoay chiều  
(tụ không phân cực)

Về mặt lưu trữ năng lượng, tụ điện có phần giống với ắc qui. Mặc dù cách hoạt động của chúng thì hoàn toàn khác nhau, nhưng chúng đều cùng lưu trữ năng lượng điện. Ắc qui có 2 cực, bên trong xảy ra phản ứng hóa học để tạo ra electron ở cực này và chuyển electron sang cực còn lại. Tụ điện thì đơn giản hơn, nó không thể tạo ra electron - nó chỉ lưu trữ chúng. Tụ điện có khả năng nạp và xả rất nhanh. Đây là một ưu thế của nó so với ắc qui

- Tụ điện một chiều hay còn gọi là tụ phân cực (Electrolytic Capacitor): Khi đấu nối phải đúng cực âm - dương. Thường trên tụ quy ước cực âm bằng cách sơn một vạch màu sáng dọc theo thân tụ, hoặc khi tụ chưa cắt thì chân dài hơn là cực dương thể hiện ở hình 1.2 a, tụ không phân cực được thể hiện ở hình 1.2b.

## Bài 2

### Sai số đo

#### Mục tiêu:

- Trình bày được các sai số trong kỹ thuật đo lường, nguyên nhân và biện pháp phòng tránh giảm sai số trong đo lường.
- Có ý thức trách nhiệm và bảo quản thiết bị dụng cụ

#### 2.1. Đo lường

##### 2.1.1. Độ chính xác và mức chính xác

- Độ chính xác là tiêu chuẩn quan trọng nhất của thiết bị đo. Bất kỳ một phép đo nào đều có sai lệch so với đại lượng đúng

Độ chính xác tương đối: 
$$A = 1 - \frac{Y_n - X_n}{Y_n}$$

Ví dụ: Điện áp hai đầu điện trở có trị số *tin cậy* được là 50V. Dùng vôn kế đo được 49V.

Như vậy:

Độ chính xác tương đối:

$$A = 1 - \frac{Y_n - X_n}{Y_n} = 1 - \frac{50 - 49}{50} = 0,98$$

Mức chính xác là độ chắc chắn của thiết bị với giá trị của đại lượng ở ngõ ra khi ta đưa một đại lượng ở đầu vào.

$$P = 1 - \left| \frac{X_n - \bar{X}_n}{X_n} \right|$$

Trong đó:  $X_n$  - giá trị đo lần thứ n

$\bar{X}_n$  - giá trị trung bình

Ví dụ: Cho bảng 2.1 có giá trị nhận được 10 lần đo, tính sự chính xác của lần đo thứ 6.

Số lần đo	Giá trị đo được $X_n$
1	98
2	101
3	102
4	97
5	101
6	100
7	103
8	98
9	106
10	99

Giá trị trung bình của 10 lần đo được tính như sau:

$$\bar{X}_n = \frac{\sum X_n}{X_n} = \frac{1005}{10} \approx 100$$

$$\Rightarrow P = 1 - \left| \frac{X_n - \bar{X}_n}{X_n} \right| = 1 - \left| \frac{100 - 1005}{100} \right| \approx 0,99$$

Độ chính xác của một phép đo và mức chính xác phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như chất lượng của thiết bị đo, người sử dụng các thiết bị đó và yếu tố môi trường. Cấp chính xác của dụng cụ đo là đặc trưng tổng quát của nó, được quy định bởi các tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế về các giới hạn của sai số đo cơ bản và thứ yếu, cũng như về các thông số khác có ảnh hưởng đến độ chính xác của các dụng cụ đo. Để đánh giá độ chính xác của đồng hồ đo điện, người ta dùng khái niệm cấp chính xác của dụng cụ đo. Cấp chính xác có thể kí hiệu bằng chữ hoặc số theo các quy định xác định. **Cấp chính xác** được biểu diễn bởi biểu thức 2.3

$$\gamma\% = \frac{\Delta X_m}{A_m} 100\%$$

Trong đó:  $\Delta X_m$  – sai số tuyệt đối lớn nhất

$A_m$  – giá trị lớn nhất của thang đo

Dụng cụ đo điện có 8 cấp chính xác sau: 0,05, 0,1, 0,2, 0,5, 1,0, 1,5, 2,5 và 5. Cấp chính xác được ghi trên mặt của đồng hồ đo. Biết cấp chính xác ta có thể tính được sai số tuyệt đối lớn nhất cho phép của phép đo:



$$\gamma\% = \frac{\Delta X_m}{A_m} 100\% \Rightarrow \Delta X_m = \frac{\gamma\% A_m}{100\%}$$

*Vi dụ:* Một vôn-kế có ghi *cấp chính xác* là 1, nghĩa là giới hạn sai số của nó cho tầm đo là 1%.

*Vi dụ:* Một miliampe kế có thang độ lớn nhất  $A_{\max} = 100\text{mA}$ , cấp chính xác là 2,5. Sai số tuyệt đối lớn nhất cho phép sẽ là:

$$\gamma\% = \frac{\Delta X_m}{A_m} 100\% \Rightarrow \Delta X_m = \frac{\gamma\% A_m}{100\%} = \frac{2,5 \times 100}{100} = 2,5\text{mA}$$

Vượt quá giá trị 2,5mA này đồng hồ sẽ không còn đạt cấp chính xác 2,5 nữa.

*Vi dụ:* Một vôn kế có cấp chính xác 1,5 khi dùng thang đo 50V mắc sai số cho phép lớn nhất là:

$$\Delta X_{\max} = 1,5 \cdot 50 / 100 = 0,75\text{V}$$

Nhưng nếu dùng thang đo 100V thì sai số tuyệt đối lớn nhất cho phép lại là

$$\Delta X_{\max} = 1,5 \cdot 100 / 100 = 1,5\text{V}$$

### 2.1.2. Các tiêu chuẩn

Khi sử dụng thiết bị đo lường, chúng ta mong muốn thiết bị được *chuẩn hóa* (*calibrate*) khi được xuất xưởng nghĩa là đã được chuẩn hóa với thiết bị *đo lường chuẩn* (*standard*). Việc chuẩn hóa thiết bị đo lường được xác định theo bốn cấp như sau:

**Cấp 1:** *Chuẩn quốc tế* (*International standard*) - các thiết bị đo lường cấp chuẩn quốc tế được thực hiện định chuẩn tại *Trung tâm đo lường quốc tế* đặt tại Paris (Pháp), các thiết bị đo lường chuẩn hóa cấp 1 này theo định kỳ được đánh giá và kiểm tra lại theo trị số đo tuyệt đối của các đơn vị cơ bản vật lý được hội nghị quốc tế về đo lường giới thiệu và chấp nhận.

**Cấp 2:** *Chuẩn quốc gia* - các thiết bị đo lường tại các *Viện định chuẩn quốc gia* ở các quốc gia khác nhau trên thế giới đã được chuẩn hóa theo *chuẩn quốc tế* và chúng cũng được chuẩn hóa tại các *viện định chuẩn quốc gia*.

**Cấp 3:** *Chuẩn khu vực* - trong một quốc gia có thể có nhiều *trung tâm định chuẩn* cho từng khu vực (*standard zone center*). Các thiết bị đo lường tại các trung tâm này đương nhiên phải mang *chuẩn quốc gia* (*National standard*). Những thiết bị đo lường được định chuẩn tại các trung tâm định chuẩn này sẽ mang *chuẩn khu vực* (*zone standard*).

**Cấp 4: Chuẩn phòng thí nghiệm** - trong từng khu vực sẽ có những phòng thí nghiệm được công nhận để chuẩn hóa các thiết bị được dùng trong sản xuất công nghiệp. Như vậy các thiết bị được chuẩn hóa tại các phòng thí nghiệm này sẽ có *chuẩn hóa của phòng thí nghiệm*. Do đó các thiết bị đo lường khi được sản xuất ra được chuẩn hóa tại cấp nào thì sẽ mang chất lượng tiêu chuẩn đo lường của cấp đó.

Còn các thiết bị đo lường tại các trung tâm đo lường, viện định chuẩn quốc gia phải được chuẩn hóa và mang tiêu chuẩn cấp cao hơn. Ví dụ phòng thí nghiệm phải trang bị các thiết bị đo lường có tiêu chuẩn của *chuẩn vùng* hoặc *chuẩn quốc gia*, còn các thiết bị đo lường tại viện định chuẩn quốc gia thì phải có *chuẩn quốc tế*. Ngoài ra theo định kỳ được đặt ra phải được kiểm tra và chuẩn hóa lại các thiết bị đo lường.

### 2.1.3. Kỹ thuật đo

Phép đo cần phải được thực hiện một cách cẩn thận và sự thể hiện các số liệu đo phải phù hợp sau khi đã có tính toán đến các giới hạn về độ nhạy, độ chính xác và khả năng của thiết bị đo. Đôi khi số đo có thể đúng nhưng nếu thể hiện kết quả sai, người ta có thể hiểu mạch đang tốt là có sai hỏng và ngược lại. Hơn nữa, việc sử dụng thiết bị đo sai có thể tạo ra các nguy hiểm cho sự an toàn của người đo và thiết bị đo. Các kỹ thuật đo sau đây cần phải tuân theo khi đo thử hay thực hiện các phép đo trong việc chẩn đoán hư hỏng, sửa chữa và bảo dưỡng các thiết bị điện tử.

- Nối thiết bị đến nguồn điện lưới, tốt hơn hết là thông qua đầu nối ba chân, và thực hiện bật nguồn cho hệ thống theo trình tự sau: Các điểm quan trọng được chuyển mạch ON đầu tiên, tiếp theo là đóng [ON] nguồn cung cấp, sau đó đóng [ON] thiết bị đo, và cuối cùng đóng nguồn cung cấp cho mạch cần đo thử. Khi tắt (chuyển mạch sang OFF), thì trình tự là ngược lại, thì trình tự phải được thực hiện ngược lại: trước tiên tắt nguồn cung cấp cho mạch cần đo, tiếp theo là tắt thiết bị đo, sau đó tắt nguồn cung cấp và cuối cùng là ngắt điện lưới. Điều này sẽ bảo vệ thiết bị đo và thiết bị cần đo khỏi các xung quá độ. Không hàn hay tháo mỗi hàn linh kiện khi nguồn cung cấp đang bật.

- Bất kỳ lúc nào cũng phải tắt thiết bị đo còn nếu thiết bị đo được chuyển mạch sang đóng [ON] ngay sau đó thì cần phải có khoảng thời gian đáng kể để cho phép các tụ xả điện.

- Các thiết bị đo thử cần phải được nối đất một cách hiệu quả để giảm thiểu các biến thiên của nhiễu.

- Chọn thang đo phù hợp theo tham số cần đo, tùy theo giá trị đo yêu cầu. Nếu không biết giá trị đo yêu cầu, thì hãy chọn thang đo cao nhất và sau đó

giảm dần thang đo cho phù hợp, để tránh cho thiết bị đo bị quá tải và bị hư hỏng. Thang đo được chọn cuối cùng sẽ cho kết quả đo gần với độ lệch lớn nhất có thể có đối với phép đo điện áp và dòng điện, và gần mức trung bình đối với phép đo điện trở, để có độ chính xác tối ưu đối với hệ thống đo.

- Khi giá trị đo bằng 0, thì đồng hồ đo cần phải chỉ thị bằng 0, nếu không thì cần phải được chỉnh về 0 cho phù hợp.

- Không sử dụng các đầu que đo nhọn có kích thước lớn vì chúng có thể gây ngắn mạch. Các đầu que đo cần phải nhọn nhất nếu có thể được.

- Điều quan trọng của việc nối các điểm đo thử: các hãng chế tạo thiết bị thường quy định các điểm đo thử tại các vị trí thuận tiện trên bảng mạch in. Điện trở, mức điện áp *dc*, mức điện áp tín hiệu và các dạng sóng của tín hiệu sẽ được quy định cho mỗi điểm đo thử. (điểm đo thử thường là cọc lắp đứng trên bảng mạch in). Các điểm đo thử sẽ được đệm tốt nhất để tránh nguy hiểm quá tải cho mạch cần đo. Các điểm đo thử được thiết kế bởi các nhà chuyên môn có kinh nghiệm, khi cần khảo sát thiết bị, không được bỏ qua các điểm đo thử như vậy trong quá trình sửa chữa.

- Thông thường các đầu que đo mang dấu dương và âm đối với các phép đo điện áp và dòng điện trong mạch. Nguồn pin bên trong đồng hồ đo sẽ có cực tính ngược lại, tức là đầu que đo âm của nguồn pin trong đồng hồ đo sẽ được nối đầu que được đánh dấu dương (que đo màu đen) và ngược lại thể hiện ở hình 2.1. Thực tế này cần phải nhớ khi đo thử các diode, các tụ điện phân, các transistor và các vi mạch.



Hình 8.1. Kỹ thuật đo

- Nếu các điểm đo thử là không cho trước, hoặc nếu các phép đo là được thực hiện tại các điểm khác nhau, thì cần phải chú ý các điểm như sau:

- a) Khi đo các điện áp *dc*, phép đo cần phải được thực hiện ngay tại các linh kiện thực tế, và đối với vi mạch đo trực tiếp trên các chân.

- b) Sử dụng đầu kẹp đo thử IC để thực hiện các phép đo trên các chân của IC.

c) Khi cần đo tín hiệu trên mạch in trong bảng mạch, nên kẹp đầu đo trên chân của cấu kiện điện tử được nối với đường mạch in.

d) Khi thực hiện các phép đo trên bảng mạch, cần phải đảm bảo rằng các IC không bị điện tích tĩnh do thiết bị đo.

e) Khi kiểm tra hở mạch, hãy tháo một đầu của cấu kiện điện tử rồi thực hiện phép đo. Nếu cấu kiện không được tháo một đầu, thì các cấu kiện khác mắc song song với cấu kiện nghi ngờ sẽ chỉ thị không đáng tin cậy. Có thể kiểm tra cấu kiện nghi ngờ bằng cầu đo. Khi tháo mối hàn ra khỏi bảng mạch in là khó khăn thì có thể cắt đường mạch in liên quan, do dễ dàng hàn lại vết cắt hơn so với việc tháo mối hàn cấu kiện để đo rồi hàn lại, nhưng khi hàn lại vết cắt, cần đề phòng mối hàn bị nứt không xảy ra.

f) Việc tháo và hàn IC là một quá trình khá phức tạp cần phải hết sức cẩn thận. Cần phải tháo mối hàn cho IC để đo thử chỉ khi xác minh chắc chắn các phép đo trên bảng mạch cho thấy IC đã thực sự hỏng.

- Cần phải tuân theo các lưu ý về an toàn để đảm bảo an toàn cho người đo, thiết bị đo.

- Cần phải tuân theo các chỉ dẫn từ hướng dẫn sử dụng thiết bị đo thử, cũng như trình tự đo thử.

- Cần phải nghiên cứu kỹ cách vận hành thiết bị đo để thực hiện phép đo và cần phải tuân theo tất cả các điểm lưu ý đã được đề cập.

#### **2.1.4. Dịch số liệu**

Khi thực hiện phép đo, điều quan trọng là số liệu nhận được có đúng với giá trị của linh kiện cần đo để từ đó nhận ra nguyên nhân của sự khác biệt giữa kết quả đo được và kết quả dự kiến. Nếu kết quả thu được, khác với dự kiến thì cũng có thể là dụng cụ đo bị hỏng, hay bộ phận đọc số liệu bị hỏng hoặc kém, sự hiểu biết về các thông số đo chưa đầy đủ,...

##### ***a. Sai số***

- Mục tiêu: Xác định được các nguyên nhân gây ra sai số và những ảnh hưởng của nó trong đo lường.

Là độ chênh lệch giữa kết quả đo và giá trị thực của đại lượng đo. Nó phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: thiết bị đo, phương thức đo, người đo...

##### ***b. Nguyên nhân gây sai số***

Không có phép đo nào là không có sai số. vấn đề là khi đo phải chọn đúng phương pháp thích hợp, cũng như cần cẩn thận, thành thạo khi thao tác, để hạn chế sai số các kết quả đo sao cho đến mức ít nhất. Các nguyên nhân gây ra sai số

thì có nhiều, người ta phân loại nguyên nhân gây ra sai số là do các yếu tố khách quan và chủ quan gây nên. Các nguyên nhân khách quan ví dụ: dụng cụ đo lường không hoàn hảo, đại lượng đo được bị can nhiễu nên không hoàn toàn được ổn định... Nguyên Nhân chủ quan, ví dụ: đo thiếu thành thạo trong thao tác, phương pháp tiến hành đo không hợp lý...

Vì có các nguyên nhân đó và ta cũng không thể tuyệt đối loại trừ hoàn toàn được như vậy nên kết quả của phép đo nào cũng chỉ cho giá trị gần đúng. Ngoài việc cố gắng hạn chế sai số đo đến mức thấp nhất, ta còn cần đánh giá được xem kết quả đo có sai số đến mức độ nào.

### ***c. Phân loại sai số***

Mỗi thiết bị đo có thể cho độ chính xác cao, nhưng có thể có các sai số do các hạn chế của thiết bị đo, do các ảnh hưởng của môi trường, và các sai số do người đo khi thu nhận các số liệu đo. Các loại sai số có ba dạng: Sai số chủ quan (Sai số thô), sai số hệ thống, sai số ngẫu nhiên.

## **2.2. Sai số**

### **2.2.1. Sai số chủ quan**

(*Các sai số thô*): có thể quy cho giới hạn của các thiết bị đo hoặc là các sai số do người đo.

Giới hạn của thiết bị đo: Ví dụ như ảnh hưởng quá tải gây ra bởi một voltmeter có độ nhạy kém. Voltmeter như vậy sẽ rẽ dòng đáng kể từ mạch cần đo và vì vậy sẽ tự làm giảm mức điện áp chính xác.

### **2.2.2. Sai số hệ thống**

Sai lệch có cùng dạng, không thay đổi được gọi là sai số hệ thống.

*Ví dụ:* Giả sử dùng thước 20m để đo một đoạn thẳng nào đó, nhưng chiều dài thật của thước lúc đó lại là 20,001m. Như vậy trong kết quả một lần kéo thước có chứa 1mm, sai số này được gọi là sai số hệ thống.

Có hai loại sai số: Sai số của thiết bị đo và sai số do môi trường đo.

*Sai số của thiết bị đo:* là do ma sát ở các bộ phận chuyển động của hệ thống đo hay do ứng suất của lò xo gắn trong cơ cấu đo là không đồng đều. Ví dụ, kim chỉ thị có thể không dừng ở mức 0 khi không có dòng chảy qua đồng hồ. Các sai số khác là do chuẩn sai, hoặc do dao động của nguồn cung cấp, do nối đất không đúng, và ngoài ra còn do sự già hoá của linh kiện.

Cũng là loại sai số tương tự sai số đọc, nhưng không phải do mắt, mà do sự

hiển thị của các thiết bị đo kỹ thuật số. Các giá trị mà chúng có thể cho hiển thị trên màn hình chỉ là các giá trị gián đoạn (ví dụ: card chuyển từ analog – “tín hiệu tương tự” sang digital – “tín hiệu số”, nếu là loại 8 bits thì chỉ có thể hiển thị được  $2^8=256$  mức khác nhau), nếu kết quả đo không trùng với các mức đó thì sẽ được làm tròn.

Ngoài ra, khi đại lượng cần đo có sự dao động lớn hơn khoảng cách giữa hai mức tín hiệu số cạnh nhau, ta còn thấy các con số hiển thị thay đổi liên tục, việc chọn giá trị nào là tùy người sử dụng.

*Sai số do môi trường đo:* là sai số do các điều kiện bên ngoài ảnh hưởng đến thiết bị đo trong khi thực hiện phép đo. Sự biến thiên về nhiệt độ, độ ẩm, áp suất, từ trường, có thể gây ra các thay đổi về độ dẫn điện, độ rò, độ cách điện, điện cảm và điện dung. Biến thiên về từ tính có thể đo thay đổi mô men quay (tức độ lệch). Các thiết bị đo tốt sẽ cho các phép đo chính xác khi việc che chắn các dụng cụ đến mức tối đa, sử dụng các màn chắn từ trường, v. v... Các ảnh hưởng của môi trường đo cũng có thể gây ra độ dịch chuyển nhỏ ở kết quả, do thay đổi nhỏ về dòng điện.

### **2.2.3. Sai số ngẫu nhiên**

Giả sử thước có vạch chia nhỏ nhất đến 1mm, thì sai số đọc thước ở phần ước lượng nhỏ hơn mm là sai số ngẫu nhiên.

Sai số ngẫu nhiên là những sai số mà trị số và đặc điểm ảnh hưởng của nó đến mỗi kết quả đo đặc không rõ ràng, khi thì xuất hiện thế này, khi thì xuất hiện thế kia, ta không thể biết trước trị số và dấu của nó.

Vì vậy sai số ngẫu nhiên xuất hiện ngoài ý muốn chủ quan của con người, chủ yếu do điều kiện bên ngoài, ta khó khắc phục mà chỉ có thể tìm cách hạn chế ảnh hưởng của nó.

Sai số ngẫu nhiên có các đặc tính sau. Sai số ngẫu nhiên có trị số và dấu xuất hiện không theo quy luật, nhưng trong cùng một điều kiện đo nhất định, sai số ngẫu nhiên sẽ xuất hiện theo những quy luật.

**Đặc tính giới hạn:** Trong những điều kiện đo đặc cụ thể, trị tuyệt đối của sai số ngẫu nhiên không vượt quá một giới hạn nhất định.

**Đặc tính tập trung:** Sai số ngẫu nhiên có trị tuyệt đối càng nhỏ, thì có khả năng xuất hiện càng nhiều.

**Đặc tính đối xứng:** Sai số ngẫu nhiên dương và âm với trị số tuyệt đối bé có số lần xuất hiện gần bằng nhau.

Đặc tính bù trừ: Khi số lần đo tiến tới vô cùng, thì số trung bình cộng của các sai số đo đặc ngẫu nhiên của cùng một đại lượng sẽ tiến tới không. Tức là:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i}{n} = 0$$

- Ngoài các sai số trên để đánh giá sai số của dụng cụ khi đo một đại lượng nào đó người ta còn phân loại.

- Sai số tuyệt đối: là hiệu giữa giá trị đại lượng đo  $Y_n$  và giá trị thực  $X_n$

$$e = Y_n - X_n$$

- Sai số tương đối (tính theo %):  $e_r = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| 100\%$

Trong đó:  $Y_n$  - giá trị đại lượng đo;  $X_n$  - giá trị thực (trị số đo được)

- Độ chính xác tính theo %:  $a = 100\% - e_r = (A \times 100\%)$

#### 2.2.4. Thị sai

Sai số do đọc: Là các sai lệch do quan sát khi đọc giá trị đo. Các nhầm lẫn như vậy có thể do thị sai, hay do đánh giá sai khi kim nằm giữa hai vạch chia.

- Nhiệm vụ của người quan sát khi thực hiện phép đo:

Chuẩn bị trước khi đo: phải nắm được phương pháp đo, am hiểu về thiết bị đo được sử dụng, kiểm tra điều kiện đo, phán đoán về khoảng đo để chọn thiết bị phù hợp, chọn dụng cụ đo phù hợp với sai số yêu cầu và phù hợp với môi trường xung quanh.

Trong khi đo: Phải biết điều khiển quá trình đo để có kết quả mong muốn.

Sau khi đo: nắm chắc các phương pháp gia công kết quả đo để gia công kết quả đo. Xem xét kết quả đo đạt yêu cầu hay chưa, có cần phải đo lại hay phải đo nhiều lần theo phương pháp đo lường thống kê.

- Không có thang đo nào có đủ các vạch cho mọi giá trị ( ví dụ: Thước kẻ chỉ chia vạch đến mm, do đó các độ dài không phải số nguyên lần mm thì người đo phải nhận định về phần lẻ là bao nhiêu phần trăm của 1mm). Sai số loại này rất phổ biến và do tính chủ quan của người đọc.

- Khi dùng đồng hồ kim, kim của đồng hồ không nằm trong mặt phẳng chứa các vạch chia độ. Khi đó vị trí đặt mắt không đúng sẽ làm tăng sai số đọc. Vị trí đúng là vị trí mà mặt phẳng do con ngươi của mắt và kim của đồng hồ tạo thành một mặt phẳng vuông góc với mặt chia độ. Do vậy, đôi khi người ta phải có gương phản xạ trên mặt chia độ, và chỉ cần chọn vị trí của mắt sao cho ảnh của kim bị khuất sau chính kim đó.

## **CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Đơn vị đo là gì? Thế nào là đơn vị tiêu chuẩn? có mấy đơn vị tiêu chuẩn.
2. Kỹ thuật đo là gì?
3. Sai số đo là gì? Phân biệt các loại sai số đo
4. Cấp chính xác của dụng cụ đo là gì? Phân biệt sai số của phép đo và cấp chính xác của dụng cụ đo khác nhau ở chỗ nào?



## Bài 9


### Cơ cấu đo

#### Mục tiêu:

- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý hoạt động các thiết bị đo lường dùng kim và chỉ thị số thông dụng trong kỹ thuật điện, điện tử
- Sử dụng được một số thiết bị, cơ cấu đo thông dụng.
- Có ý thức trách nhiệm và bảo quản thiết bị dụng cụ

### 3.1. Thiết bị đo kiểu nam châm vĩnh cửu với cuộn dây quay

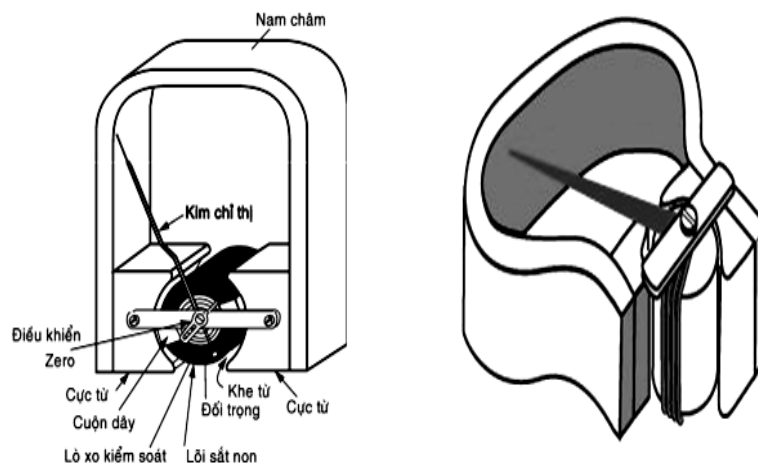
#### 3.1.1. Nguyên lý cấu tạo

- Cơ cấu này được ký hiệu trên mặt máy đo như sau: 

##### a. Loại có một khung dây động

- Cơ cấu từ điện gồm hai phần cơ bản thể hiện ở hình 3.1:

Nam châm vĩnh cửu: Gồm có nam châm vĩnh cửu, mạch từ, cực từ và lõi sắt. Các bộ phận này hình thành mạch từ kín, giữa cực từ và lõi sắt có khe hở để tạo ra từ trường đều giữa khe hở, trong đó có khung quay chuyển động. Đường sức qua khe hở làm việc hướng tâm tại mọi điểm. Trong khe hở này có độ từ cảm b đều nhau tại mọi điểm. Từ trường đi theo chiều vào cực nam ra cực bắc.



Hình 3.1 Cơ cấu chỉ thị từ điện

**Khung quay:** Gồm có một khung nhôm hình chữ nhật trên khung có quấn dây đồng rất nhỏ cỡ 0.03 – 0.2 mm ( cũng có trường hợp khung quay không có lõi nhôm bên trong như điện năng kế ).

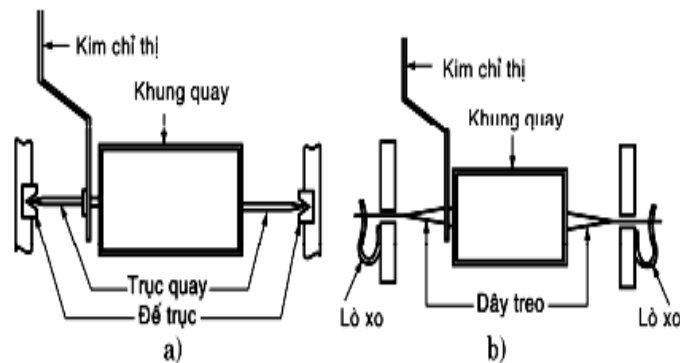
Khung quay được gắn vào trục quay hình 3.2a hoặc dây căng hay dây treo hình 3.2b, trục quay này được đặt trên hai điểm tựa trên và dưới ở hai đầu trục.

Như vậy khung quay được là nhờ trục quay nên chúng ta gọi khung này là khung quay.

Ở hai đầu trên và dưới của khung quay còn gắn chặt vào 2 lò xo xoắn có nhiệm vụ dẫn dòng điện vào khung quay. Khung quay được đặt trong từ trường tạo ra bởi hai cực của nam châm vĩnh cửu. Để làm tăng ảnh hưởng của từ trường đối với khung quay người ta đặt một lõi sắt non hình trụ bên trong lòng của khung quay di chuyển trong khe hở của không khí giữa lõi sắt non và 2 cực của nam châm, khe hở này thường rất hẹp.

Kim chỉ thị được gắn chặt vào trục quay của khung quay. Vì vậy khi khung quay di chuyển thì kim chỉ thị sẽ di chuyển tương ứng.

Trong cơ cấu đo từ điện, chất lượng nam châm vĩnh cửu ảnh hưởng rất lớn đến độ chính xác của dụng cụ đo. Do đó, yêu cầu đối với nam châm vĩnh cửu là tạo từ cảm **b** lớn trong khe hở làm việc, ổn định theo thời gian và nhiệt độ. Trị số từ cảm **b** càng lớn thì moment quay tạo ra càng lớn nên độ nhạy của cơ cấu đo càng cao và ít bị ảnh hưởng của từ trường ngoài



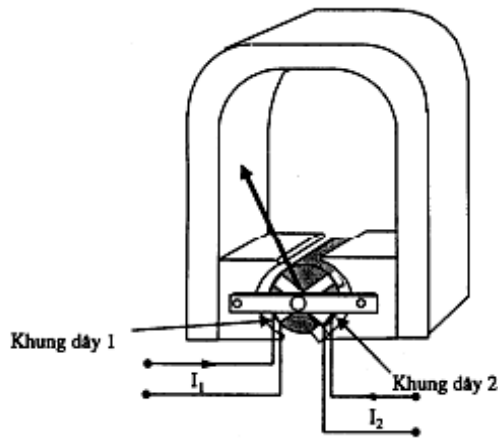
Hình 3.2 a. khung quay – loại trục quay

b. khung quay – dây treo

### **b. Loại có hai khung dây động ( hình 3.3)**

Phần tĩnh giống như cơ cấu một khung dây nhưng khe hở không khí giữa cực từ và lõi sắt non là không đều nhau.

- Phần động ta đặt hai cuộn dây chéo nhau  $60^\circ$ , gắn cứng trên trục quay và lần lượt cho dòng điện  $I_1$  và  $I_2$  chạy qua sao cho chúng sinh ra hai mômen quay ngược chiều nhau, phần động không có lò xo cân và thể hiện ở hình 3.3



Hình 3.3 Loại có hai khung dây động

### 3.1.2. Phân loại:

Có 2 loại

- Loại có một khung dây động
- Loại có hai khung dây động

### 3.1.3. Hoạt động

#### a. Loại có một khung quay, hình 3.4:

- Bình thường, cuộn dây nằm trong khe hở của nam châm nên nhận được từ trường đều

- Khi có dòng điện chạy qua khung dây, dòng điện qua cuộn dây sẽ sinh ra từ trường tác dụng lên từ trường của nam châm tạo thành lực điện từ làm cuộn dây quay trong khe hở của nam châm sẽ làm kim chỉ thị quay theo, chiều của lực điện từ được xác định theo quy tắc bàn tay trái. Nhờ có lò xo cản nên kim sẽ được giữ ở vị trí thẳng bằng ứng với lực điện từ do dòng điện cho vào cuộn dây tạo nên. Khi mất dòng điện vào cuộn dây thì lò xo sẽ kéo kim về vị trí ban đầu. Lực điện từ do dòng điện sinh ra được tính theo công thức 3.1:

$$F = B l W I \quad (3.1)$$

Trong đó:

B là cường độ từ cảm của nam châm qua cuộn dây, thường từ 0,1 đến 0,3 Tesla

l: chiều dài của cuộn dây

W: là số vòng dây

I: là trị số dòng điện

Mômen quay  $T_q$  của lực điện từ  $F$ :  $T_q = F.W = N.B.l.W.I$  (3.2)

Trong đó:  $W$  là bề rộng của khung quay, Với  $K_q = N.B.l.W$

- Hệ số tỉ lệ với sự cấu tạo của cơ cấu là hằng số:  $T_q = KqI$

Đồng thời khi đó lò xo (hoặc dây treo) tạo ra mômen cản  $T_c$

khi kim chỉ thị quay do mômen quay  $T_q$  làm xoắn lò xo kiểm soát hoặc dây treo:  $T_c = Kc \theta$

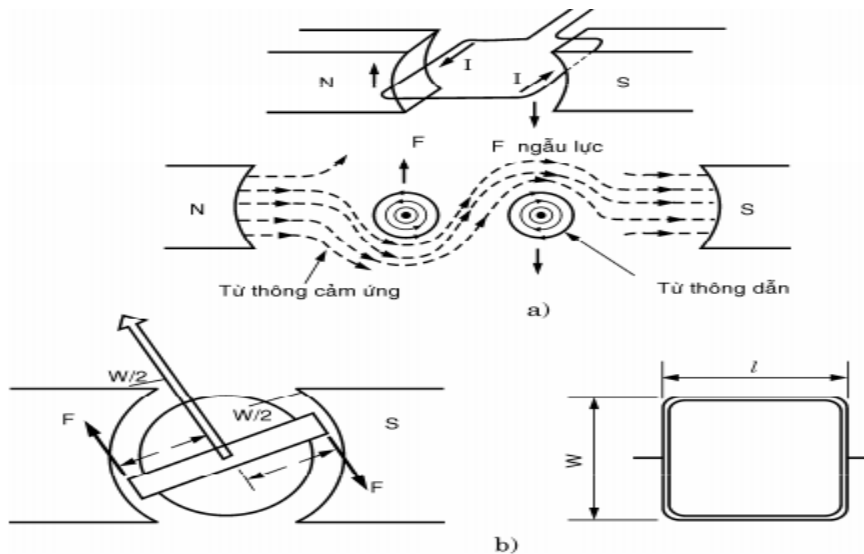
$Kc$  - hằng số xoắn của lò xo kiểm soát hoặc dây treo

$\theta$  - góc quay của kim chỉ thị.

Tại góc quay  $\theta_i$  của kim chỉ thị đứng yên

$$T_q = T_c; K_q I = K_c \theta_i \rightarrow \theta_i = (K_q:K_c)I = KI$$

Góc quay  $\theta_i$  tỉ lệ tuyến tính với dòng điện  $I$



Hình 3.4 Loại có một khung quay

Ưu, nhược điểm và ứng dụng của cơ cấu đo điện từ một khung dây

- Ưu điểm:

Góc quay ( của khung dây tỷ lệ thuận với dòng điện  $I$  nên cơ cấu đo từ điện chỉ sử dụng để đo các đại lượng một chiều

Góc quay ( của khung dây tỷ lệ thuận với dòng điện  $I$  nên thang đo được chia các vạch đều nhau

Độ nhạy cơ cấu đo cao và không đổi trong toàn thang đo

Cơ cấu đo từ điện có độ chính xác cao có thể đạt đến cấp chính xác 0.5%. vì các phần tử của cơ cấu đo có độ ổn định cao ( ảnh hưởng của từ trường ngoài không đáng kể vì từ trường của nam châm vĩnh cửu lớn, công suất tiêu thụ nhỏ khoảng từ 25 (w đến 200(w nên không ảnh hưởng đến chế độ của mạch đo.

Có độ cản dẫu tốt

- *Nhược điểm:*

Cơ cấu đo kiểu từ điện là chế tạo phức tạp, khả năng chịu quá tải kém, cơ cấu đo bị tác động bởi nhiệt độ làm cho phép đo bị sai lệch

Cuộn dây của khung quay thường có thiết diện rất nhỏ cho nên chỉ chịu dòng điện nhỏ đi qua cuộn dây

Đối với loại cơ cấu từ điện dùng dây xoắn thay lò xo kiểm soát dễ hư hỏng khi bị chấn động mạnh hoặc khi di chuyển cho nên cần đệm quá mức cho khung quay khi di chuyển để tránh sự chấn động quá mạnh làm đứt dây xoắn

- *Ứng dụng*

Cơ cấu đo từ điện thường được sử dụng trong các trường hợp sau:

Dùng để chế tạo các ampe kế, volt kế, ohm kế với nhiều thang đo và dải đo rộng. Chế tạo các loại điện kế có độ nhạy cao, có thể đo được cường độ dòng điện  $10^{-12}$  A và điện áp đến  $10^{-4}$  V

Chế tạo các loại dao động ký ánh sáng để quan sát và ghi lại các giá trị tức thời của dòng điện và điện áp cũng như tần số có thể lên đến 15KHz

Cơ cấu đo từ điện còn dùng để làm chỉ thị trong các mạch đo các đại lượng không điện

Dùng để chế tạo các dụng cụ đo điện tử tương tự như volt kế điện tử, tần số điện tử, pha kế điện tử...

Kết hợp với các bộ biến đổi như cầu chỉnh lưu, cảm biến, cặp nhiệt để có thể đo các đại lượng xoay chiều ( dòng và áp xoay chiều )

### ***b. Loại có hai khung dây***

Khi ta cho các dòng một chiều  $I_1, I_2$  chạy vào các cuộn dây động, dưới tác dụng của từ trường nam châm vĩnh cửu sẽ tạo ra các mômen quay  $M_1, M_2$  với:

$$M_1 = B_1 \cdot S_1 \cdot W_1 \cdot I_1 \quad (3.4)$$

$$M_2 = B_2 \cdot S_2 \cdot W_2 \cdot I_2 \quad (3.5)$$

Vì khe hở không khí là không đều nên cảm ứng từ B phụ thuộc vị trí của khung dây động.

$$B_1 = f_1(\alpha) \rightarrow M_1 = f_1(\alpha) \cdot S_1 \cdot W_1 \cdot I_1 \quad (3.6)$$

$$B_2 = f_2(\alpha) \rightarrow M_2 = f_2(\alpha) \cdot S_2 \cdot W_2 \cdot I_2 \quad (3.7)$$

Vì không có lò xo phản nên phần động sẽ cân bằng khi  $M_1 = M_2$ , Ta có:

$$f_1(\alpha) \cdot S_1 \cdot W_1 \cdot I_1 = f_2(\alpha) \cdot S_2 \cdot W_2 \cdot I_2$$

$$\text{Vậy: } \frac{f_1(\alpha)S_1W_1}{f_2(\alpha)S_2W_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad (3.8)$$

### Đặc điểm và ứng dụng

**Đặc điểm:** Tương tự như cơ cấu một khung dây ở trên không có độ chính xác cao hơn, công suất tổn thất thấp, độ nhạy rất cao, ít bị ảnh hưởng của từ trường ngoài. Góc lệch  $\alpha$  tỷ lệ với tỷ số hai dòng điện đi qua các khung dây, điều này thuận lợi khi đo các đại lượng vật lý thụ động phải cho thêm nguồn ngoài. Nếu nguồn cung cấp thay đổi nhưng tỷ số hai dòng điện vẫn được giữ nguyên do vậy mà tránh được sai số.

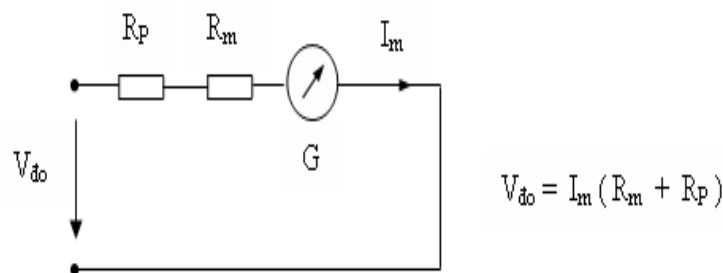
- **Ứng dụng:** Được dùng chế tạo các ommet, megommet.

### 3.2. Ampe đo điện một chiều

Một số khái niệm:

Vôn kế một chiều hoạt động dựa trên cơ sở của sự biến đổi điện áp thành dòng điện đi qua cơ cấu đo. Nói cách khác là độ lệch của dụng cụ đo tỉ lệ với dòng điện chạy qua cuộn dây động của cơ cấu, mà dòng điện qua cuộn dây lại tỉ lệ thuận với điện áp đặt trên nó.

Khi đo điện áp chúng ta thường mắc vôn kế song song với phụ tải, như vậy để tránh sụt áp ảnh hưởng tới mạch điện cần đo thì đòi hỏi vôn kế phải có trở kháng thật lớn. Đối với vôn kế thì điện trở của cuộn dây có giá trị nhỏ, dòng điện cho phép đi qua nhỏ, do đó mà bắt buộc người ta phải mắc nối tiếp với cuộn dây 1 điện trở phụ gọi là điện trở nhân ( $R_p$ ). Sơ đồ cấu tạo của vôn kế DC như sau:



Hình 3.5. Ampe đo điện một chiều

$R_p$  : là điện trở phụ hay điện trở nhân của vôn kế .

Trong đó  $\left\{ \begin{array}{l} R_m : \text{ là nội trở của cơ cấu đo .} \\ I_m : \text{ là dòng điện cực đại cho phép đi qua cơ cấu đo .} \\ V : \text{ là điện áp cần đo và cũng là điện áp đặt trên vôn kế .} \end{array} \right.$

Đặc điểm của vôn kế DC là giữa các que đo có sự phân cực rõ ràng, bởi vì khi ta đảo chiều que đo nghĩa là đảo chiều cực tính dòng điện đi vào cơ cấu đo,

khi đó kim chỉ thị sẽ lập tức quay theo chiều ngược lại, trái với quy ước của bảng khắc vạch. Như vậy trong quá trình đo điện áp ta cần phải đặt que đo sao cho đúng cực tính quy định của vôn kế .

### 3.2.1. Nguyên lý cấu tạo

Để đo dòng điện một chiều, ta có thể sử dụng cơ cấu đo kiểu điện từ, từ điện hay điện động. Thông thường ta sử dụng cơ cấu đo kiểu từ điện vì có độ nhạy cao lại tiêu thụ năng lượng ít khoảng 0.2 đến 0.4W và vạch chia trên thang đo được chia đều nên dễ đọc.

- Dòng cho phép: thường là  $10^{-1} \div 10^{-2}$  A
- Cấp chính xác: 1,5; 1; 0,5; 0,2; cao nhất có thể đạt tới cấp 0,05.
- Điện trở cơ cấu:  $20\Omega \div 2000\Omega$ .

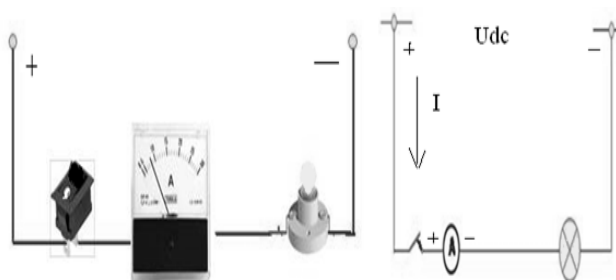
Vì vậy muốn sử dụng cơ cấu này để chế tạo các dụng cụ đo dòng điện lớn hơn dòng qua cơ cấu chỉ thị ( $I_{FS}$ ), phải dùng thêm một điện trở shunt phân nhánh nối song song với cơ cấu chỉ thị từ điện.

### 3.2.2. Cách mắc mạch đo

Khi đo dòng điện, ta mắc dụng cụ đo nối tiếp với mạch điện cần đo theo đúng chiều dương âm của ampe kế thể hiện hình 3.6. Vì thế ampe kế sẽ lấy một phần năng lượng của mạch đo nên sẽ gây ra sai số trong quá trình đo. Phần năng lượng này còn gọi là công suất tiêu thụ của ampe kế và được tính theo biểu thức

$$P_A = I_A^2 \cdot R_A$$

Từ biểu thức trên, ta nhận thấy công suất tiêu thụ của dụng cụ đo càng nhỏ thì sai số của phép đo càng nhỏ nghĩa là điện trở của cơ cấu đo càng nhỏ càng tốt



Hình 3.6: Mạch đo dòng

-Dụng cụ đo: Ampe mét từ điện, được mắc nối tiếp với mạch có dòng điện cần đo sao cho tại cực dương dòng đi vào và tại cực âm dòng đi ra khỏi ampe mét.

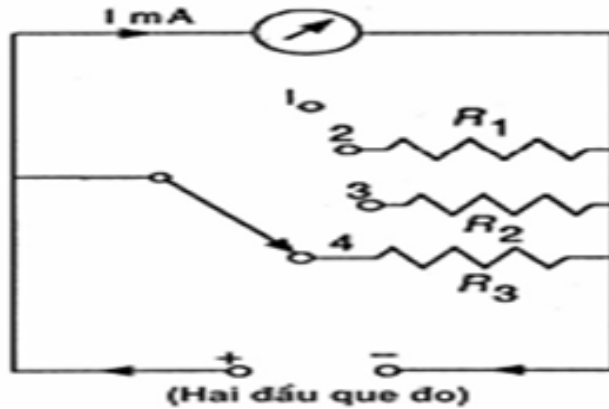
-Yêu cầu: nội trở R nhỏ để đảm bảo ampe mét ảnh hưởng rất ít đến trị số dòng điện cần đo

- Ampe mét từ điện: độ lệch của kim tỉ lệ thuận với dòng điện chạy qua cuộn dây.

- Trị số dòng điện lớn nhất có thể đo được chính là dòng qua cơ cấu đo ( $I_{FS}$ ) của điện kế.

### 3.2.3. Phương pháp mở rộng thang đo ( hình 3.7 a,b):

Ta đã biết cơ cấu hỉ thị từ điện dùng chế tạo các amperet cho mạch một chiều. (Khung dây được quấn bằng dây đồng có kích thước nhỏ từ 0,02 ÷ 0,04 mm, vì vậy dòng điện chạy qua khung dây thông thường nhỏ hơn hoặc bằng 20mA. Tuy nhiên, khi dòng điện cần đo lớn hơn dòng qua cơ cấu chỉ thị ta phải mở rộng thang đo bằng cách ghép thêm điện trở  $R_s$  (điện trở Shunt) song song với điện kế để phân dòng và cho ampe-kế có nhiều tầm đo thích hợp ở hình 3.6a, 3.6b.. (Điện trở shunt là điện trở được chế tạo bằng hợp kim của magan có độ ổn định cao so với nhiệt độ).



Hình 3.7a: Ammeter mở rộng thang đo

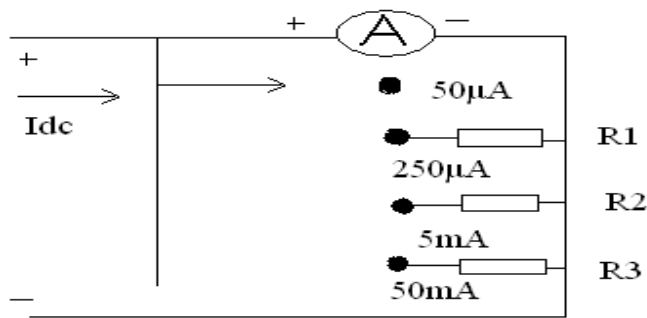
Dòng điện cần đo:  $I_R = I_{thang} - I_{FS}$  trong đó:  $I_{FS}$  - dòng điện qua cơ cấu chỉ thị.

$I_{thang}$  - dòng điện đi qua điện trở shunt.

Điện trở shunt  $R_s$  được xác định: 
$$R_s = \frac{V_{FS}}{I_{thang} - I_{FS}} \quad (3.10)$$

Trong đó: 
$$I_{FS} = \frac{V_{FS}}{R_G} \quad (3.11)$$





Hình 3.7b: Ammeter mở rộng thang đo

Cách tính trị số điện trở shunt:

Ví dụ: Giả thiết sử dụng điện kế có  $I_{FS} = 50\mu A$ ,  $R_G = 2k\Omega$ ,  $V_{FS} = 0,1V$ .

Ở thang đo  $50\mu A$  dòng chỉ qua điện kế và có điện trở là  $2k\Omega$ . Khi kim quay hết khung thì điện áp qua điện kế là  $V_{FS} = 0,1V$

Vậy, nếu ở thang đo  $250\mu A$  thì điện trở  $R_1$  là điện trở shunt được tính sao cho dòng qua điện kế vẫn là  $50\mu A$  và dòng còn lại qua điện trở  $R_1$

Ta có, công thức:

$$R_1 = \frac{V_{FS}}{I_{thang} - I_{FS}} = \frac{0,1}{250 \cdot 10^{-6} - 50 \cdot 10^{-6}} = 500\Omega$$

Nếu ở thang đo là  $R_2 = 5mA$

$$R_2 = \frac{V_{FS}}{I_{thang} - I_{FS}} = \frac{0,1}{5 \cdot 10^{-3} - 50 \cdot 10^{-6}} = 20,2\Omega$$

Vì vậy, đối với ampe-kế có nhiều tầm đo thì dùng nhiều điện trở shunt, mỗi tầm đo có một điện trở shunt, khi chuyển tầm đo là chuyển điện trở shunt.

Khi sử dụng Ampemet cần chú ý

- Không tạo điện áp rơi tại các mối nối
- Không được nối trực tiếp Ampemet với nguồn điện lớn gây hỏng thiết bị
- Khi sử dụng Ampemet ở thang đo lớn nhất sau đó giảm dần đến khi thỏa mãn dòng cần đo.

### 3.3. Volt kế một chiều

#### 3.3.1. Nguyên lý cấu tạo

Các cơ cấu đo từ điện, điện từ, điện động đều hoạt động với dòng xoay chiều nên được dùng để chế tạo nên volt kế một chiều.

Trong các cơ cấu đo trên, cơ cấu đo kiểu từ điện được sử dụng nhiều hơn cả vì có độ chính xác cao và tiêu tốn ít năng lượng ( tổn hao thấp ) nhưng cơ cấu này

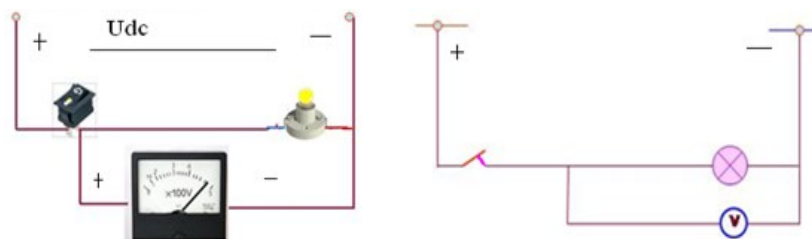
có nhược điểm là điện áp định mức khoảng từ 50 mV đến 75mV. Cho nên khi đo điện áp lớn hơn giá trị định mức, ta phải mắc thêm điện trở shunt nối tiếp với cơ cấu đo

Voltmeter một chiều được chế tạo gồm cơ cấu chỉ thị từ điện nối tiếp với một điện trở phụ  $R_p$ . khác với ampermet, voltmeter dùng để đo điện áp rơi trên phụ tải hoặc điện áp giữa hai đầu của một mạch điện, do đó luôn mắc song song với phụ tải cần đo..

### 3.3.2. Cách mắc mạch đo

(Hình 9.4): Đặt điện kế song song với hai điểm có điện áp cần đo theo đúng chiều dương âm của điện kế thể hiện hình 9.4. Khi sử dụng vônmet để đo điện áp cần lưu ý các sai số sinh ra trong quá trình đo, bao gồm:

- Sai số đo ảnh hưởng của vônmet khi mắc vào mạch đo.
- Sai số đo tần số.



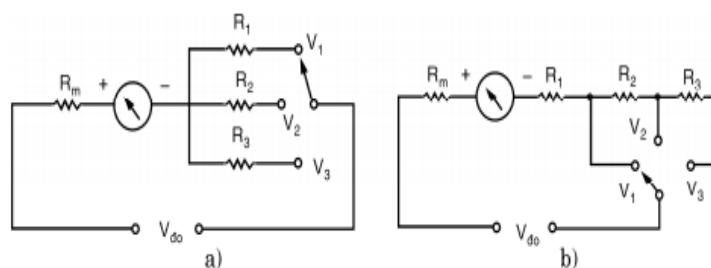
Hình 3.8: Mạch đo điện áp

### 3.3.3. Phương pháp mở rộng thang đo

Thiết bị dùng để đo điện áp được gọi là volt kế. Khi điện áp cần đo tạo ra dòng điện nằm trong giới hạn dòng tối đa của cơ cấu, thì ta có thể đo trực tiếp.

Khi điện áp cần đo lớn điện áp của cơ cấu đo ( $V_{FS}$ ) thì phải mở rộng thang đo bằng cách ghép thêm điện trở nối tiếp với điện kế để phân áp thể hiện hình 3.9b.

Như vậy ta thấy điện trở của tải được mắc song song thêm với điện trở của volmet và làm thay đổi điện áp trên tải và gây ra sai số phụ trong quá trình đo lường thể hiện hình 8.5a



Hình 3.9: Mạch đo điện áp DC nhiều thang đo, với cách mắc song song và nối tiếp

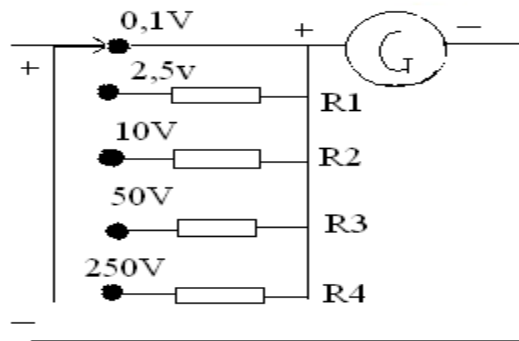
Cách tính điện trở phụ nối tiếp:

Công thức tính điện trở phụ cho các thang đo là:

$$R_p = \frac{V_{thang} - V_{FS}}{I_{FS}} \Rightarrow R_p = \frac{V_{thang}}{I_{FS}} - R_G \quad (3.10)$$

Trong đó 
$$I_{FS} = \frac{V_{FS}}{R_G}$$

Ví dụ: Giả thiết sử dụng điện kế như hình 3.9 có  $I_{FS} = 50\mu A$ ,  $R_G = 2k\Omega$ ,  $V_{FS} = 0,1V$ .



Hình 3.10: Voltmet mở rộng thang đo

Ở thang đo 0,1V điện áp chỉ qua điện kế và có điện trở là 2 kΩ. Khi kim quay hết khung thì dòng qua điện kế là  $I_{FS} = 50\mu A$ .

Vậy, nếu ở thang đo 2,5V điện trở  $R_1$  là điện trở phụ được tính sao cho khi điện áp 2,5V thì điện áp trên điện kế vẫn là 0,1V và điện áp còn lại giảm trên điện trở  $R_1$ .

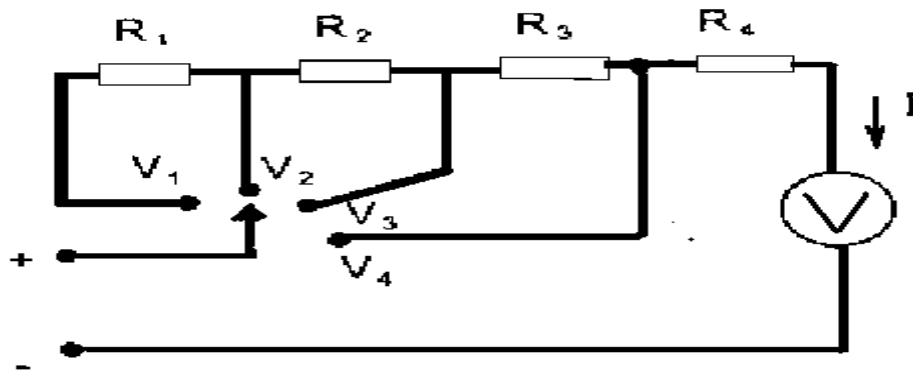
Ta có, công thức: 
$$R_p = \frac{V_{thang} - V_{FS}}{I_{FS}} \Rightarrow R_p = \frac{V_{thang}}{I_{FS}} - R_G$$

hay : 
$$R_1 = \frac{V_{thang}}{I_{FS}} - R_G = \frac{2,5}{50 \cdot 10^{-6}} - 2 \cdot 10^3 = 48k\Omega$$

Nếu ở thang đo 50V có trị số điện trở phụ là:

$$R_2 = \frac{V_{thang}}{I_{FS}} - R_G = \frac{50}{50 \cdot 10^{-6}} - 2 \cdot 10^3 = 998k\Omega$$

Ví dụ: Một cơ cấu chỉ thị từ điện như hình 3.10 có dòng qua điện kế là  $I_{FS} = 2mA$  và điện trở của cơ cấu đo  $R_G = 50\Omega$ . Hãy tính các điện trở  $R_1, R_2, R_3, R_4$  tương ứng với các thang đo: 0V - 250V, 0V - 100V, 0V - 50V, 0V - 10V.



Hình 3.11

Ta có, điện trở phụ được tính theo công thức như sau:

- Với thang đo  $V_4 = 10V$

$$R_4 + R_G = \frac{V_{thang}}{I_{FS}}$$

$$\Rightarrow R_4 = \frac{V_{thang}}{I_{FS}} - R_G = \frac{10}{2 \cdot 10^{-3}} - 50 = 4,95k\Omega = 4950\Omega$$

- Với thang đo  $V_3 = 50V$

$$R_3 = \frac{V_{thang}}{I_{FS}} - (R_G + R_4)$$

$$= \frac{50}{2 \cdot 10^{-3}} - (50 + 4950) = 25k\Omega - 5k\Omega = 20k\Omega$$

- Với thang đo  $V_2 = 100V$

$$R_2 = \frac{V_{thang}}{I_{FS}} - (R_G + R_3 + R_4)$$

$$R_1 = \frac{V_{thang}}{I_{FS}} - (R_2 + R_3 + R_4) = \frac{100}{2 \cdot 10^{-3}} - (50 + 20 \cdot 10^3 + 4950) = 50k\Omega - 25k\Omega = 25k\Omega$$

- Với thang đo  $V_1 = 250V$

$$= \frac{250}{2 \cdot 10^{-3}} - (50 + 20 \cdot 10^3 + 25 \cdot 10^3 + 4950)$$

$$= 125k\Omega - 50k\Omega = 75k\Omega$$

**Bài tập**

1. Trình bày cấu tạo của cơ cấu chỉ thị kim kiểu nam châm vĩnh cửu với cuộn dây quay
2. Trình bày nguyên lý hoạt động của cơ cấu chỉ thị kim kiểu nam châm vĩnh cửu với cuộn dây quay
3. Sự khác và giống nhau của cơ cấu đo điện từ một khung dây và hai khung dây.

4. Amperemét đo điện một chiều là gì? Nêu cấu tạo, nguyên lý làm việc, cách mắc mạch đo và phương pháp mở rộng thang đo.

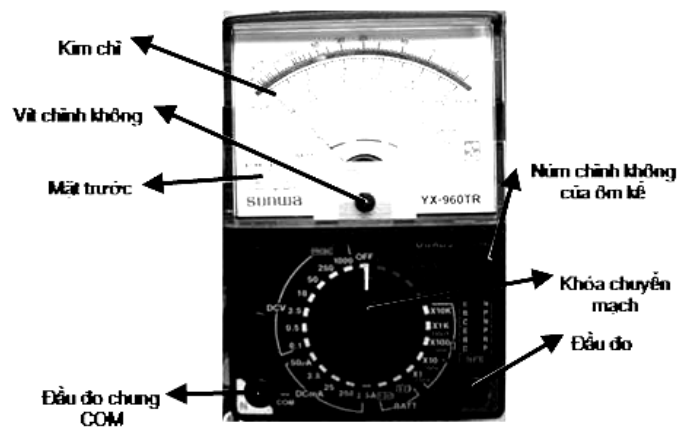
5. Trình bày nguyên lý cấu tạo, cách mắc mạch đo và phương pháp mở rộng thang đo của vôn mét một chiều.

### 3.4.VOM/DVOM

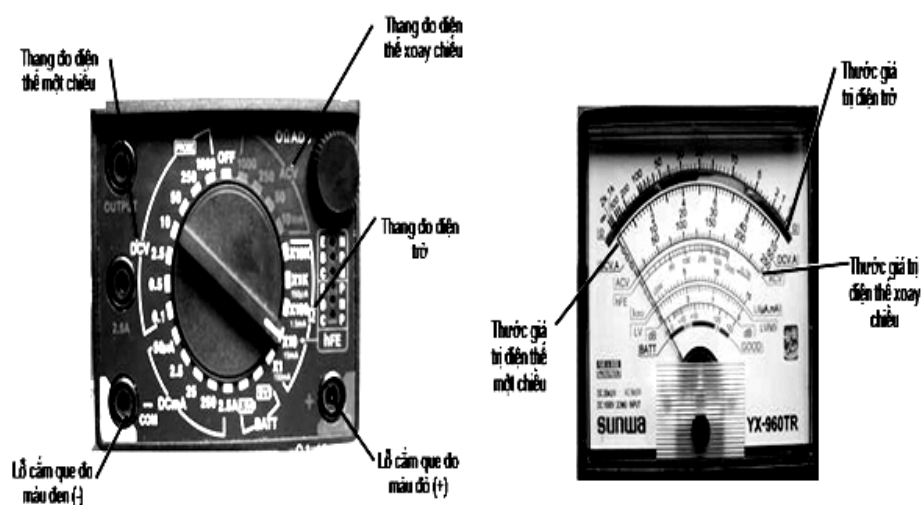
#### 9.4.1. VOM

##### a. Giới thiệu đồng hồ đo VOM

Đồng hồ vạn năng ( VOM ) là thiết bị đo không thể thiếu được với bất kỳ một kỹ thuật viên điện tử nào, đồng hồ vạn năng có 4 chức năng chính là: Đo điện trở, đo điện áp DC, đo điện áp AC và đo dòng điện thể hiện ở hình 3.12 và 3.13.



Hình 3.12: Mặt trước đồng hồ VOM



Hình 3.13: Các thang đo của đồng hồ VOM

Ưu điểm: là đo nhanh, kiểm tra được nhiều loại linh kiện, thấy được sự phóng nạp của tụ điện.

Nhược điểm: Là hạn chế về độ chính xác và có trở kháng thấp khoảng  $20K\Omega/Vol$ . Do vậy, khi đo vào các mạch cho dòng thấp chúng bị sụt áp. Khi cơ cấu đo từ điện hợp thành các mạch nhiều thang đo ammeter, voltmeter và ohmmeter, toàn bộ trong một thiết bị đo, thì thiết bị đo được gọi là đồng hồ đo đa năng. Đồng hồ đo đa năng cũng được gọi là đồng hồ đo AVO (Ampere Volt Ohm). Khi sử dụng đồng hồ đo đa năng để thực hiện các phép đo cần phải tuân theo các lưu ý sau:

1. Chọn chuyển mạch thông số đo đúng. Nếu muốn đo điện áp, đừng bao giờ để đồng hồ đo ở thang đo dòng điện.

2. Chọn đúng thang đo của một thông số đo. Nếu muốn đo giá trị được cho là 80V, không để đồng hồ ở thang đo 0V – 10V, mà để đồng hồ đo ở thang đo 0V – 100V.

3. Nếu không biết giá trị cần đo, thì hãy để đồng hồ đo ở thang đo cao nhất theo thông số đo, và sau đó giảm dần thang đo theo các nấc giảm dần cho đến khi xác định được thang đo thích hợp.

4. Thang đo được chọn cần phải có số chỉ thị gần với độ lệch đầy thang (full scale) ở mức có thể được đối với phép đo điện áp và dòng điện, và gần một nửa thang đo đối với phép đo điện trở, bởi vì đồng hồ đo sẽ cho sai số phép đo nhỏ nhất.

5. Nếu kim chỉ thị của đồng hồ đo không ở tại vị trí 0 ngay khi không có tín hiệu vào, thì phải hiệu chỉnh bằng bộ phận cơ khí (độ căng của lò xo cân bằng gắn trên khung dây), để có mức điều chỉnh về 0 cho chính xác.

6. Khi đo điện trở, điều chỉnh biến trở chỉnh về 0 để có độ lệch đầy thang (fsd) khi ngắn mạch hai đầu que đo với nhau.

#### ***b. Các yêu cầu trước khi thực hiện một phép đo***

- Xác định loại đại lượng cần đo: áp AC – DC, dòng DC, điện trở,...
- Ước lượng trị số tối đa có thể.
- Chọn tầm đo có trị số lớn hơn trị số ước lượng ( giá trị ghi trên tầm đo là trị số tối đa có thể đo được. Vì vậy tuyệt đối không được đo trị số vượt quá tầm đo. Nếu trị số đo thực tế quá nhỏ so với giới hạn của tầm đo thì kim bị lệch rất ít và kết quả đo khó đọc. khi đó ta chọn tầm đo hấp hơn sao cho kim chỉ thị lệch khoảng 2/3 mặt chỉ thị để kết quả đo đọc dễ dàng)
- Xác định phương pháp đo.

*Ví dụ:* 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 250V, 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.

### ***c. Hướng dẫn cách đo và đọc giá trị***

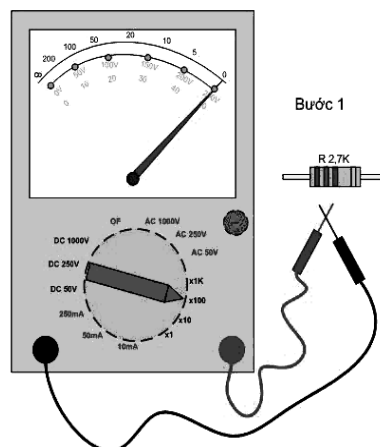
- Hướng dẫn sử dụng thang đo điện trở

Với thang đo điện trở của đồng hồ vạn năng như hình 3.15 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 đi ốt và bóng bán dẫn.

\* Để sử dụng được các thang đo này đồng hồ phải được lắp 2 Pin tiêu 1,5V bên trong, để sử dụng các thang đo  $1K\Omega$  hoặc  $10K\Omega$  ta phải lắp Pin 9V.

- Đo điện trở:



Hình 3.14 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  $\times 1\Omega$  hoặc  $\times 10\Omega$ , nếu điện trở lớn thì để thang  $\times 1K\Omega$  hoặc  $10K\Omega$ . => sau đó chập hai que đo và chỉnh triết áo để kim đồng hồ báo vị trí  $0\Omega$ .

- Bước 2: Chuẩn bị đo.

- Bước 3: Đặt que đo vào hai đầu điện trở, đọc trị số trên thang đo, Giá trị đo được = chỉ số thang đo X thang đo. Ví dụ: nếu để thang  $\times 100\Omega$  và chỉ số báo là 27 thì giá trị là  $= 100 \times 27 = 2700 \Omega = 2,7 K \Omega$

- 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.

**\* Lưu ý:**

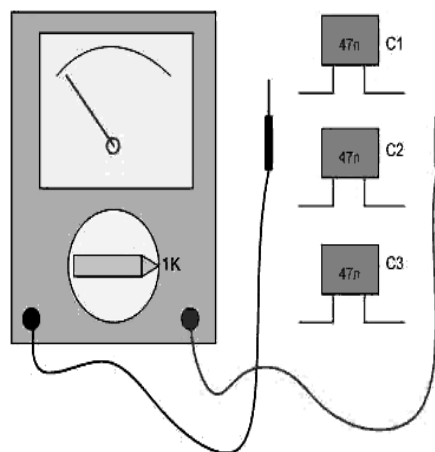
- Khi đo điện trở phải được cách ly hoàn toàn với mạch. Mỗi khi chuyển tầm đo của thang đo điện trở, ta cần phải chỉnh 0 cho VOM thì kết quả đo mới chính xác ( cách chỉnh 0 cho VOM: chập hai que đo lại với nhau và điều chỉnh nút ADJ sao cho kim chỉ thị chỉ đúng tại vạch số 0 )

- 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.

\* Dùng thang điện trở để đo kiểm tra tụ điện

Ta có thể dùng thang điện trở để kiểm tra độ phóng nạp và hư hỏng của tụ điện, khi đo tụ điện.

*Nếu là tụ gốm ta dùng thang đo  $\times 1K\Omega$  hoặc  $10K\Omega$  thể hiện ở hình 3.15*



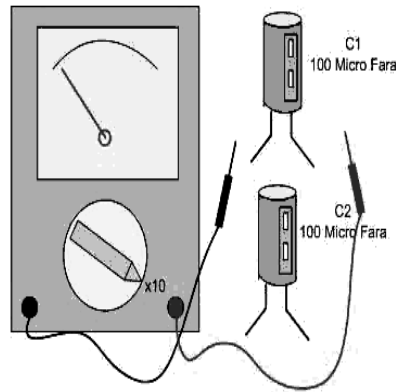
Hình 3.15: Dùng thang  $\times 1K \Omega$  để kiểm tra tụ gốm

*Nếu đo tụ hoá ta dùng thang  $\times 1\Omega$  hoặc  $\times 10 \Omega$  thể hiện ở hình 3.16:*

- Tụ C1 còn tốt => kim phóng nạp khi ta đo



- Tụ C2 bị rò => lên kim nhưng không trở về vị trí cũ
- Tụ C3 bị chập => kim đồng hồ lên =  $0\Omega$  và không trở về.



Hình 3.16. Dùng thang  $\times 10\Omega$  để kiểm tra tụ hoá

Ở trên là phép đo kiểm tra các tụ hoá, tụ hoá rất ít khi bị rò hoặc chập mà chủ yếu là bị khô ( giảm điện dung) khi đo tụ hoá để biết chính xác mức độ hỏng của tụ ta cần đo so sánh với một tụ mới có cùng điện dung.

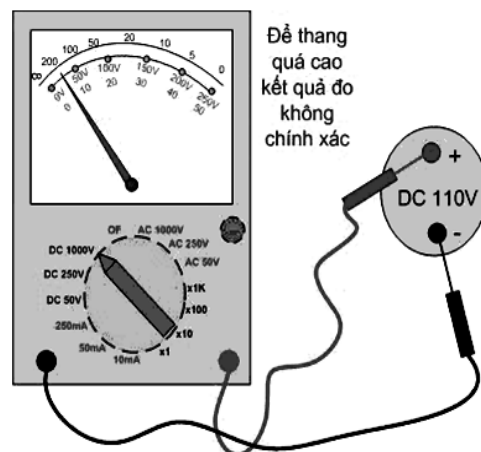
Ở trên là phép đo so sánh hai tụ hoá cùng điện dung, trong đó tụ C1 là tụ mới còn C2 là tụ cũ, ta thấy tụ C2 có độ phóng nạp yếu hơn tụ C1, chứng tỏ tụ C2 bị khô ( giảm điện dung )

Chú ý khi đo tụ phóng nạp, ta phải đảo chiều que đo vài lần để xem độ phóng nạp.

\*Hướng dẫn đo điện áp một chiều (DC) bằng đồng hồ vạn năng.

Khi đo điện áp một chiều DC, ta nhớ chuyển thang đo về thang DC, khi đo ta đặt que đỏ vào cực dương (+) nguồn, que đen vào cực âm (-) nguồn như hình 3.18, để thang đo cao hơn điện áp cần đo một nấc.

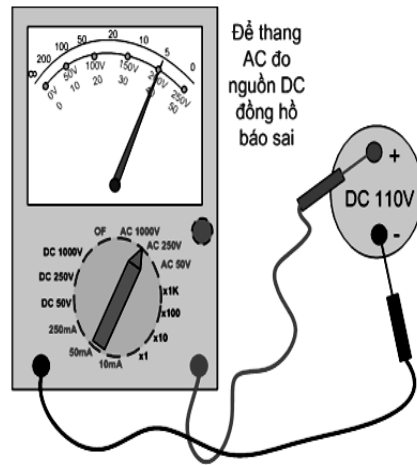
Ví dụ: nếu đo áp DC 110V ta để thang DC 250V, trường hợp để thang đo thấp hơn điện áp cần đo => kim báo vượt quá giá trị thang đo cho phép, trường hợp để thang quá cao => đọc giá trị đo thiếu chính xác.



Hình 3.17: Dùng đồng hồ vạn năng đo điện áp một chiều DC

- Trường hợp để sai thang đo hình 3.19:

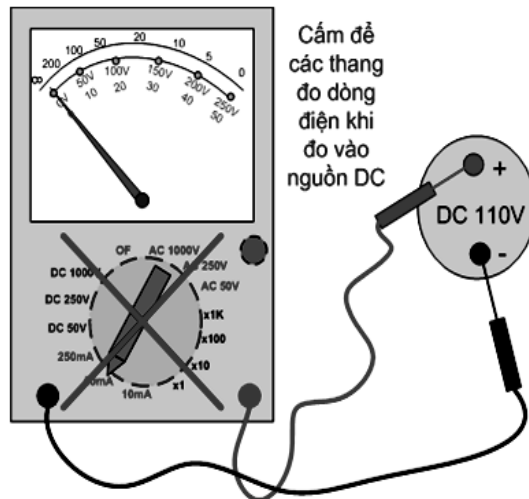
Nếu ta để sai thang đo, đo áp một chiều nhưng ta để đồng hồ thang xoay chiều thì đồng hồ sẽ báo sai, thông thường giá trị báo sai cao gấp 2 lần giá trị thực của điện áp DC, tuy nhiên đồng hồ cũng không bị hỏng



Hình 3.18:

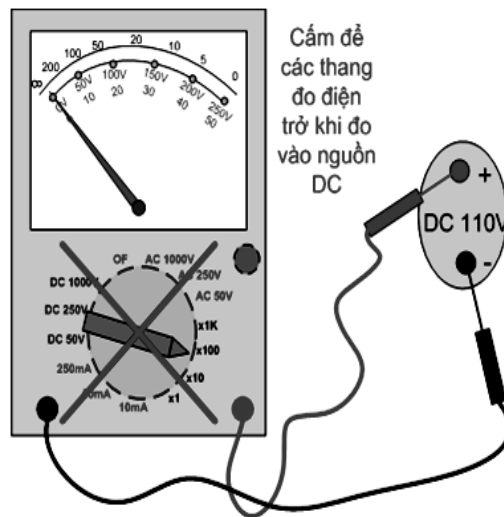
- Trường hợp để nhầm thang đo

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 như hình 3.20



Hình 3.19

- Trường hợp để nhầm thang đo điện trở khi đo điện áp DC => đồng hồ sẽ bị hỏng các điện trở bên trong, Hình 3.21



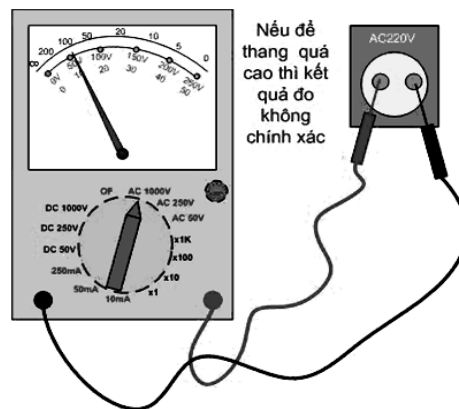
Cắm để  
các thang  
đo điện  
trở khi đo  
vào nguồn  
DC

Hình 3.20

\*Hướng dẫn đo điện áp xoay chiều.

- 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 hình 3.22.

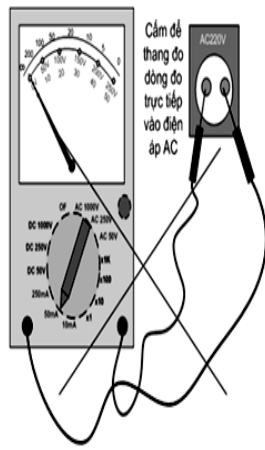
Ví dụ: Nếu đo điện áp AC 220V ta để thang AC 250V, nếu ta để thang thấp hơn điện áp cần đo thì đồng hồ báo quá giá trị đo cho phép, nếu để ở thang đo có giá trị đo quá cao thì đọc giá trị đo thiếu chính xác.



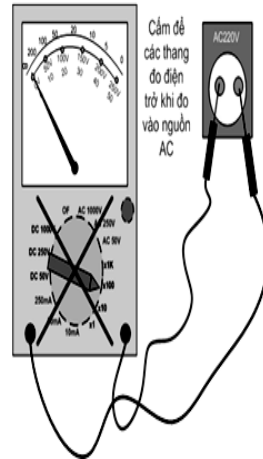
Nếu để  
thang quá  
cao thì kết  
quả đo  
không  
chính xác

Hình 3.21 Sử dụng đồng hồ vạn năng đo áp AC

- 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 (Hình 3.23, hình 3.24)



Hình 3.22



Hình 3.23

- Nếu để thang đo áp DC mà đo vào nguồn AC thì kim đồng hồ không báo, nhưng đồng hồ không ảnh hưởng (Hình 3.25).



Hình 3.24

*Cách đọc giá trị:*

- Nếu ta để thang đo 250V thì ta đọc giá trị trên thang cao nhất là 250V, tương tự để thang đo 10V thì ta đọc trên vạch có giá trị 10V. trường hợp để thang 1000v nhưng không có vạch nào ghi cho giá trị 1000V thì ta đọc trên vạch có 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.

\* 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 đo 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.
- Chỉ số kim báo sẽ cho ta biết giá trị dòng điện.

### **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 mắc nối với tải, điện áp đo được chia cho giá trị trở hạn dòng sẽ cho biết giá trị dòng điện, 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.

## **3.4.2. DVOM (Digital Volt Ohm Meter: đồng hồ đo ohm volt hiện số)**

### ***a. Giới thiệu:***

Đồng hồ vạn năng điện tử còn gọi là vạn năng kế điện tử là một đồng hồ vạn năng sử dụng các linh kiện điện tử chủ động, do đó cần có nguồn điện như pin. Đây là loại thông dụng nhất hiện nay cho những người làm công tác kiểm tra điện và điện tử. Kết quả của phép đo thường được hiển thị trên một màn tinh thể lỏng nên đồng hồ còn được gọi là đồng hồ vạn năng điện tử hiện số.

Việc lựa chọn các đơn vị đo, thang đo hay vị chỉnh thường được tiến hành bằng các nút bấm, hay một công tắc xoay, có nhiều nấc, và việc cắm dây nối kim đo vào đúng các lỗ. Nhiều vạn năng kế hiện đại có thể tự động chọn thang đo.

Đồng hồ số sử dụng nguyên lý của mạch số để đo điện áp tương tự. Đồng hồ số có tất cả các ưu điểm của mạch điện tử số khi so với mạch điện tử tương tự. Vạn năng kế điện tử còn có thể có thêm các chức năng sau:

1. Kiểm tra nối mạch: máy kêu "bíp" khi điện trở giữa 2 đầu đo (gần) bằng 0.
2. Hiển thị số thay cho kim chỉ trên thước.
3. Thêm các bộ khuếch đại điện để đo hiệu điện thế hay cường độ dòng điện nhỏ khi điện trở lớn.

4. Đo độ tự cảm của cuộn cảm và điện dung của tụ điện, có ích khi kiểm tra và lắp đặt mạch điện.

5. Kiểm tra diode và transistor, có ích cho sửa chữa mạch điện.

6. Hỗ trợ cho đo nhiệt độ bằng cặp nhiệt.

7. Đo tần số trung bình, khuếch đại âm thanh, để điều chỉnh mạch điện của radio. Nó cho phép nghe tín hiệu thay cho nhìn thấy tín hiệu (như trong dao động kế).

8. Dao động kế cho tần số thấp, có ở các vạm năng kế có giao tiếp với máy tính.

9. Bộ kiểm tra điện thoại.

10. Bộ kiểm tra mạch điện ô-tô.

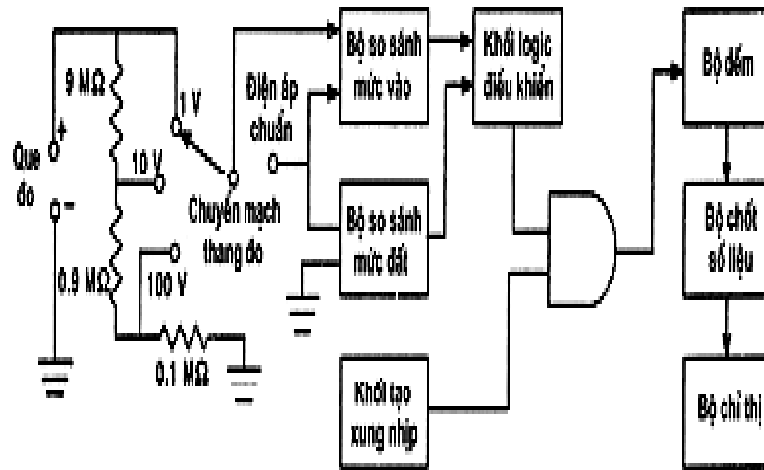
11. Lưu giữ số liệu đo đạc (ví dụ của hiệu điện thế).

Ưu điểm: Đồng hồ số Digital có một số ưu điểm so với đồng hồ cơ khí, đó là độ chính xác cao hơn, trở kháng của đồng hồ cao hơn, do đó không gây sụt áp khi đo vào dòng điện yếu, đo được tần số điện xoay chiều.

Nhược điểm: Đồng hồ này có một số nhược điểm là chạy bằng mạch điện tử lên hay hỏng, khó nhìn kết quả trong trường hợp cần đo nhanh, không đo được độ phóng nạp của tụ.

### ***b. Nguyên lý hoạt động***

Sau khi mạch suy giảm cho việc chọn thang đo; tín hiệu vào sẽ được chuyển đổi thành tín hiệu số bởi bộ biến đổi tương tự - số (ADC). Ở dạng cơ bản nhất, ADC sẽ so sánh tín hiệu vào với điện áp mẫu (các phương pháp nhận điện áp mẫu có thể khác nhau). Chỉ cần điện áp vào lớn hơn so với điện áp mẫu, thì tín hiệu ra của bộ so sánh sẽ cho mức logic 1, sẽ giữ cho cổng AND mở và các xung nhịp sẽ truyền qua cổng AND. Bộ đếm sẽ đếm các xung nhịp đó. Ngay khi điện áp vào trở nên bằng với điện áp mẫu, thì tín hiệu ra của bộ so sánh sẽ bằng 0. Cổng AND sẽ đóng và dừng việc đếm. Mức ra của bộ đếm sẽ được chốt và các LED hay tinh thể lỏng sẽ hiển thị giá trị đo



Hình 3.25: Sơ đồ khối của DVOM hiển thị số

- Mặt trước của Đồng hồ

1. mA/A: sử dụng lỗ cắm này và lỗ COM khi thực hiện chức năng đo dòng điện AC và DC nhỏ hơn 2A

2. 20A: sử dụng lỗ cắm này và lỗ COM khi thực hiện chức năng đo dòng điện AC và DC từ 2A đến 20A.

3. Display panel: Màn hình hiển thị số (Hình 7.2).

4. Mode Switch: chọn cách thức đo ( MODE). Khi nhấn nút thì cách thức đo sẽ thay đổi Min → Max→Rel→Comp→Normal ( trạng thái Normal không hiển thị lên màn hình)

Min mode: chỉ thị giá trị nhỏ nhất

Max mode: chỉ thị giá trị lớn nhất

Rel Mode: chỉ thị giá trị liên hệ giữa giá trị đo lường và giá trị chuẩn.

Comp mode: kiểm tra việc đo lường trong vòng giá trị nhỏ nhất với giá trị đo và giá trị lớn nhất với giá trị đo



Hình 3.26: Đồng hồ vạn năng kế điện tử

5. RECALL Switch: Nút nhấn này được sử dụng khi muốn xem giá trị chuẩn trong mode Rel.

6. HOLD Switch: Nút nhấn này được sử dụng khi muốn giữ lại giá trị đang đo.

7. Data Input switch:

8. Power Switch: công tắc mở máy hay tắt nguồn.

9. Range: Chọn lựa các đại lượng cần đo: Điện áp, dòng điện, điện trở.

10. Continuity: kiểm tra ngắn mạch của mạch điện.

11.  $\Omega$ : Nút nhấn được chọn khi muốn đo điện trở.

12. P A; = A: Nút nhấn được chọn khi muốn đo dòng DC và dòng AC.

09. PV;=V: Nút nhấn được chọn khi muốn đo điện áp DC và điện áp AC.

14. dBm:

15. Frequency: Nút nhấn được chọn khi muốn đo tần số

16. V/  $\Omega$ / dBm/ Hz: Sử dụng ổ cắm này và COM (17) khi thực hiện chức năng đo điện áp, điện trở, decibel, tần số.

17. COM: Sử dụng ổ cắm này và một trong các ổ cắm ( 1), (2), và ( 16) khi muốn thực hiện một trong các chức năng đo dòng điện DC và AC, Đo điện áp, điện trở và tần số.

- Mặt sau của đồng hồ:

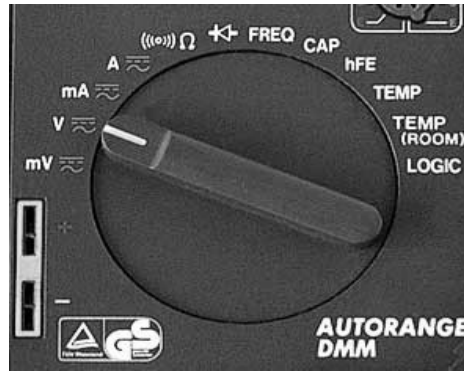
18. Power inlet: ổ cắm cung cấp điện.

19. Current Fuse: cầu chì bảo vệ.

#### ***d. Hướng dẫn sử dụng:***

- Đo điện áp một chiều ( hoặc xoay chiều )





Hình 3.27: Đặt đồng hồ vào thang đo điện áp DC hoặc AC

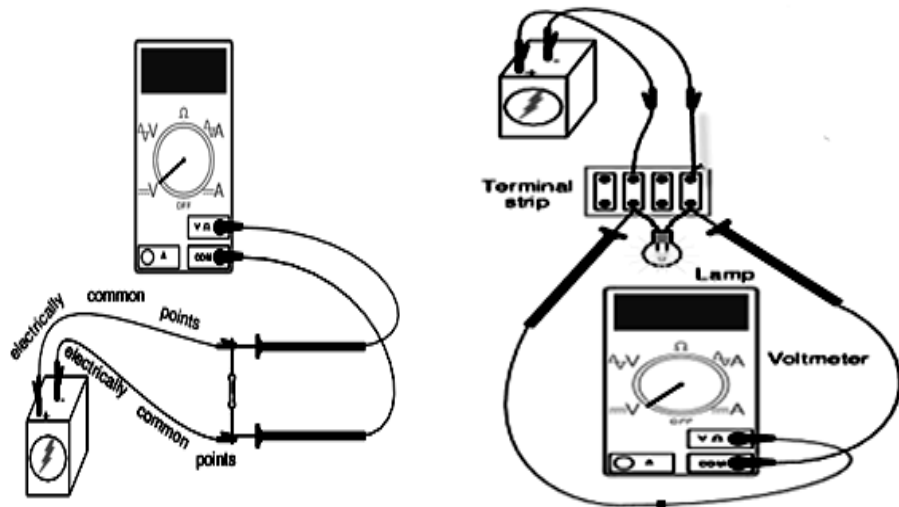
Đặt que đo đồng hồ vào lỗ cắm "VΩ mA" que đen vào lỗ cắm "COM"

Bấm nút DC/AC để chọn thang đo là DC nếu đo áp một chiều hoặc AC nếu đo áp xoay chiều.

Xoay chuyển mạch về vị trí "V" hãy để thang đo cao nhất nếu chưa biết rõ điện áp, nếu giá trị báo dạng thập phân thì ta giảm thang đo sau.

Đặt thang đo vào điện áp cần đo và đọc giá trị trên màn hình LCD của đồng hồ.

Nếu đặt ngược que đo (với điện một chiều) đồng hồ sẽ báo giá trị âm (-)



Hình 3.28: Đo sụt áp trên điện trở và bóng đèn

Đo dòng điện một chiều (hoặc xoay chiều) hình 3.30

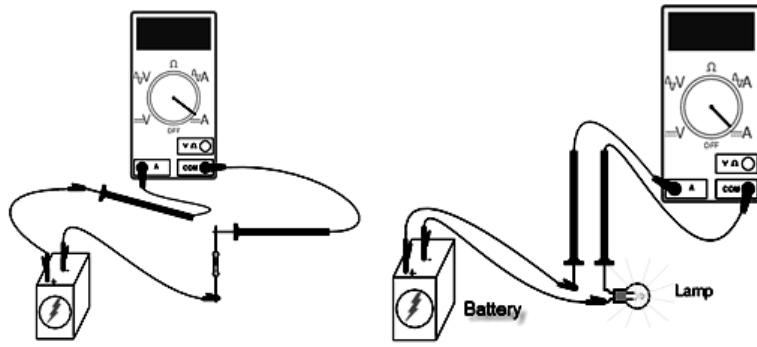
Chuyển que đo đồng hồ về thang mA nếu đo dòng nhỏ, hoặc 20A nếu đo dòng lớn.

Xoay chuyển mạch về vị trí "A"

Bấm nút DC/AC để chọn đo dòng một chiều DC hay xoay chiều AC

Đặt que đo nối tiếp với mạch cần đo

Đọc giá trị hiển thị trên màn hình.



Hình 3.29: Đo dòng điện chạy qua điện trở và bóng đèn

- Đo điện trở hình 3.30

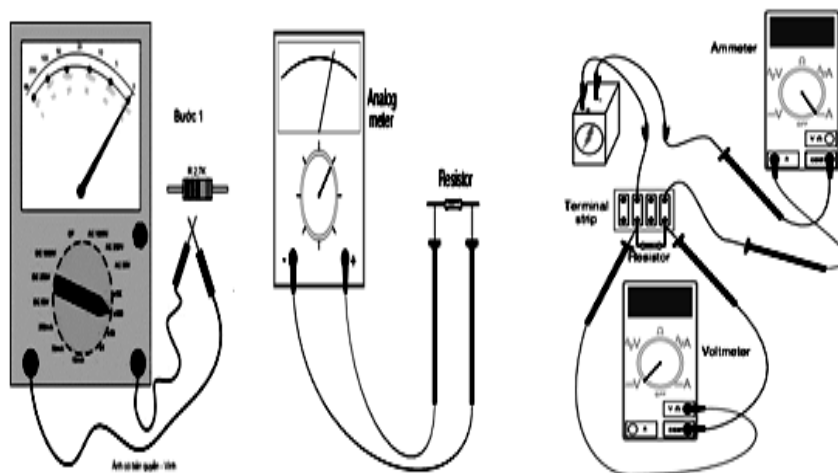
Trả lại vị trí dây cắm như khi đo điện áp.

Xoay chuyển mạch về vị trí đo ”  $\Omega$  “ , nếu chưa biết giá trị điện trở thì chọn thang đo cao nhất, nếu kết quả là số thập phân thì ta giảm xuống.

Đặt que đo vào hai đầu điện trở.

Đọc giá trị trên màn hình.

Chức năng đo điện trở còn có thể đo sự thông mạch, giả sử đo một đoạn dây dẫn bằng thang đo trở, nếu thông mạch thì đồng hồ phát ra tiếng kêu



Hình 3.30: Đo điện trở và đo công suất

Đo tần số

Xoay chuyển mạch về vị trí “FREQ” hoặc ” Hz”

Đề thang đo như khi đo điện áp.

Đặt que đo vào các điểm cần đo

Đọc trị số trên màn hình.

Đo Logic

Đo Logic là đo vào các mạch số ( Digital) hoặc đo các chân lệnh của vi xử lý, đo Logic thực chất là đo trạng thái có điện – Ký hiệu “1” hay không có điện – Ký hiệu “0”, cách đo như sau:

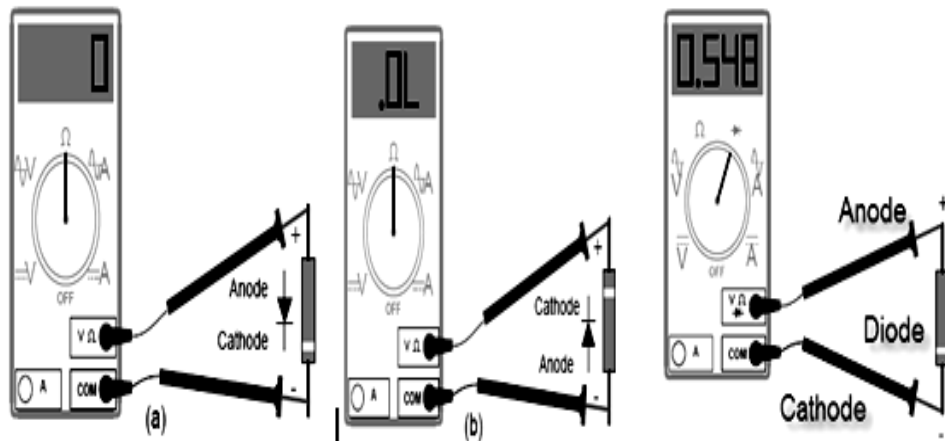
Xoay chuyển mạch về vị trí “LOGIC”

Đặt que đỏ vào vị trí cần đo que đen vào mass

Màn hình chỉ “▲” là báo mức logic ở mức cao, chỉ “▼” là báo logic ở mức thấp

Đo các chức năng khác

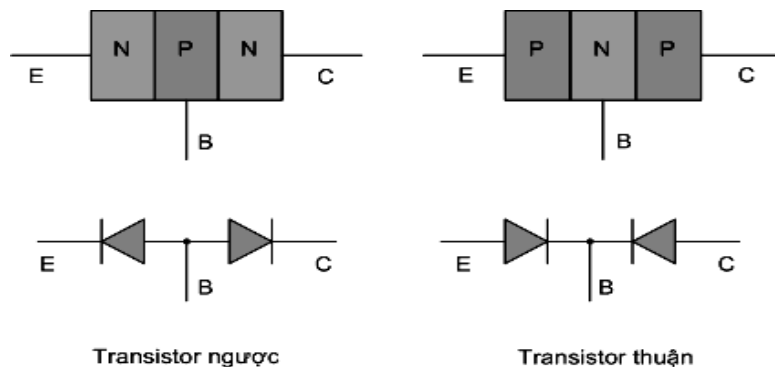
Đồng hồ vạn năng số còn một số chức năng đo khác như đo diốt (hình 3.32), Đo tụ điện, Đo Transistor nhưng nếu ta đo các linh kiện trên, ta nên dùng đồng hồ cơ khí sẽ cho kết quả tốt hơn và đo nhanh hơn.



Hình 3.31: Kiểm tra Diode

+ Phương pháp kiểm tra Transistor

Transistor khi hoạt động có thể hư hỏng do nhiều nguyên nhân, như hỏng do nhiệt độ, độ ẩm, do điện áp nguồn tăng cao hoặc do chất lượng của bản thân Transistor, để kiểm tra Transistor bạn hãy nhớ cấu tạo của chúng như



Hình 3.32: Cấu tạo của Transistor

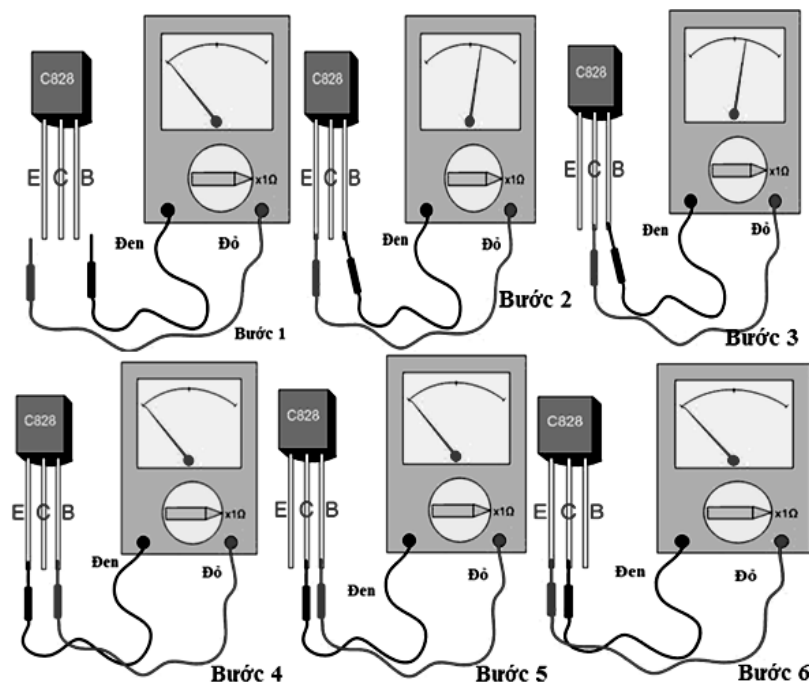
Kiểm tra Transistor ngược NPN tương tự kiểm tra hai Diode đầu chung cực Anôt, điểm chung là cực B, nếu đo từ B sang C và B sang E ( que đen vào B ) thì tương đương như đo hai diode thuận chiều => kim lên, tất cả các trường hợp đo khác kim không lên.

Kiểm tra Transistor thuận PNP tương tự kiểm tra hai Diode đầu chung cực Katôt, điểm chung là cực B của Transistor, nếu đo từ B sang C và B sang E ( que đỏ vào B ) thì tương đương như đo hai diode thuận chiều => kim lên, tất cả các trường hợp đo khác kim không lên.

Trái với các điều trên là Transistor bị hỏng.

- Transistor có thể bị hỏng ở các trường hợp.

+ Phép đo cho biết transistor còn tốt hình 3.34



Hình 3.33: Các bước kiểm tra Transistor

Bước 1 : Chuẩn bị đo để đồng hồ ở thang  $\times 1\Omega$

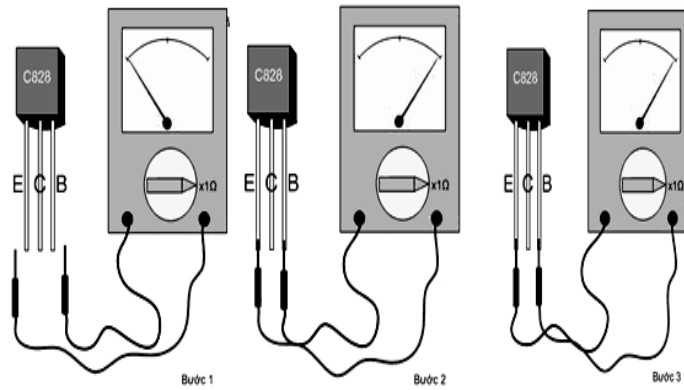
Bước 2 và bước 3 : Đo thuận chiều BE và BC => kim lên .

Bước 4 và bước 5 : Đo ngược chiều BE và BC => kim không lên.

Bước 6 : Đo giữa C và E kim không lên

=> transistor còn tốt

+ Phép đo cho biết Transistor bị chập BE hình 3.35



Hình 3.34: Các bước kiểm tra Transistor

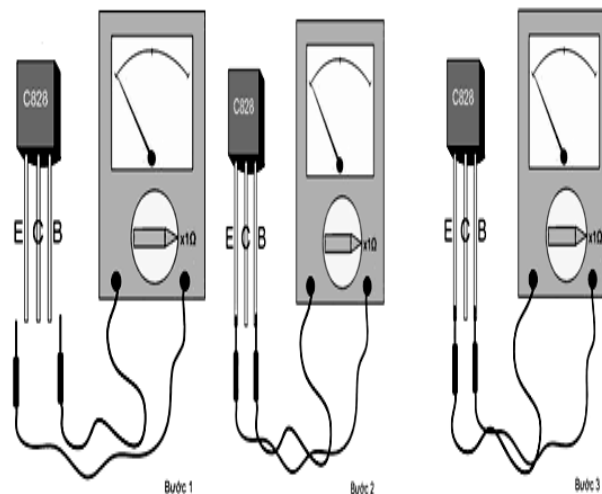
Bước 1 : Chuẩn bị .

Bước 2 : Đo thuận giữa B và E kim lên = 0 Ω

Bước 3: Đo ngược giữa B và E kim lên = 0 Ω

=> Transistor bị chập BE

+ Phép đo cho biết Transistor bị đứt BE hình 3.36



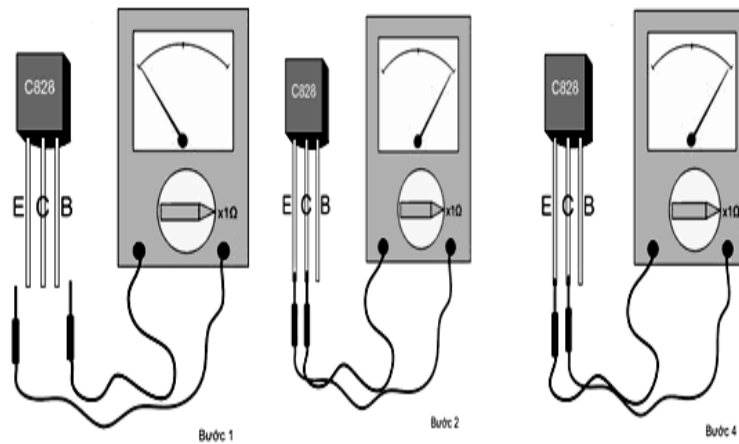
Hình 3.35: Các bước kiểm tra Transistor

Bước 1 : Chuẩn bị .

Bước 2 và 3 : Đo cả hai chiều giữa B và E kim không lên.

=> Transistor bị đứt BE

+ Phép đo cho thấy bóng bị chập CE hình 3.37



Hình 3.36: Các bước kiểm tra Transistor

Bước 1 : Chuẩn bị .

Bước 2 và 4 : Đo cả hai chiều giữa C và E kim lên = 0 Ω

=> Transistor bị chập BE

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP:

A. Câu hỏi củng cố bài:

Cơ cấu đo từ điện đo được các đại lượng:

Điện một chiều;

Điện xoay chiều;

Điện xoay chiều mọi tần số;

Cả một chiều lẫn xoay chiều.

Cơ cấu đo từ điện thang đo được chia:

Đều (tuyến tính);

Tỷ lệ theo hàm logarit;

Tỷ lệ bậc 2;

Tỷ lệ theo hàm mũ.

Đặc điểm chính của 2 loại cơ cấu đo: kiểu điện từ; kiểu từ điện là:

Kiểu điện từ: Phép đo chính xác và độ nhạy cao;

Kiểu từ điện: Phép đo chính xác và độ nhạy cao;

Hai kiểu là như nhau, không khác biệt.

Để mở rộng giới hạn đo cho cơ cấu đo điện từ để đo điện áp xoay chiều trên 1000V, phải dùng:

Điện trở phụ mắc nối tiếp;

Điện trở phụ mắc song song;

Biên áp đo lường;

Biên dòng đo lường.

Khi đo điện trở; Góc quay của kim càng lớn thì kết luận:

Điện trở rất lớn;

Điện trở càng lớn;

Điện trở càng nhỏ;

Tùy loại máy đo.

Khi đo điện trở bằng máy đo chỉ thị kim. Trị số phải được đọc trị từ:

Phải qua trái;

Trái qua phải;

Giữa ra 2 biên;

Tại vị trí kim dừng lại.

Khi đo dòng điện hoặc điện áp; Góc quay của kim càng lớn thì kết luận:

Trị số càng nhỏ;

Trị số nhỏ rất;

Trị số càng lớn;

Tùy loại.

Khi đo dòng điện hoặc điện áp bằng máy đo chỉ thị kim. Trị số phải được đọc trị từ:

Phải qua trái;

Trái qua phải;

Giữa ra 2 biên;

Tại vị trí kim dừng lại.

## B. Câu hỏi

Nêu nguyên lý làm việc của máy đo chỉ thị kim và các chi tiết chung của máy đo chỉ thị kim.

Nêu cấu tạo, nguyên lý hoạt động và đặc điểm, ứng dụng của các chỉ các cơ cấu đo từ điện, điện từ

## Bài 4

### Phương pháp đo các đại lượng điện

#### Mục tiêu:

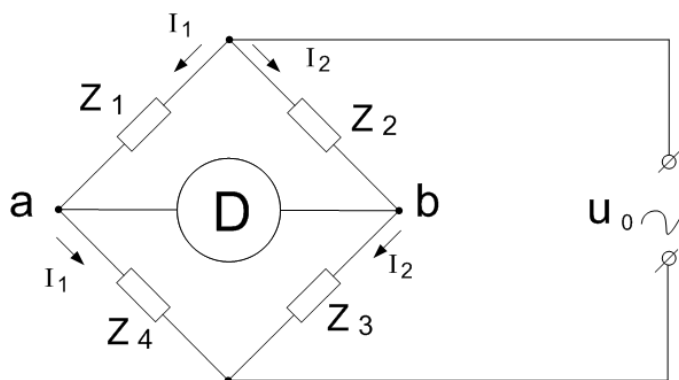
- Trình bày được cấu trúc, nguyên lý, phương pháp đo độ tự cảm, điện dung của linh kiện dùng cầu xoay chiều
- Giải được một số bài tập cơ bản về cầu xoay chiều
- Rèn luyện tính tư duy, sáng tạo, chủ động trong công việc

#### 4.1. Lý thuyết cầu xoay chiều

##### 4.1.1. Cầu đo dòng xoay chiều

Các cầu dòng xoay chiều là loại dựa trên cầu đơn dùng để đo điện cảm, đo điện dung, góc tổn hao  $tg\delta$  và hệ số phẩm chất  $Q$  của cuộn dây. Nguồn cung cấp cho mạch cầu một nguồn điện xoay chiều có tần số 50 Hz hoặc tần số âm tần và cao tần lấy từ một máy phát tần số. Chỉ thị 0 là một dụng cụ xoay chiều như điện kế điện tử, máy hiện sóng

Với một cầu dòng xoay chiều, điều kiện cân bằng phải đạt được hai thành phần đó là cân bằng về biên độ và cân bằng về pha. Mạch tổng quát của mạch cầu dòng xoay chiều.



Hình 4.1. Cầu đo dòng xoay chiều

Trong đó  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4$  là các tổng trở.

Khi cân bằng ta có:  $U_{Z1} = U_{Z2}$  và  $U_{Z3} = U_{Z4}$

Do đó :

$$i_1 \cdot Z_1 = i_2 \cdot Z_2 \quad (1)$$

$$i_1 \cdot Z_3 = i_2 \cdot Z_4 \quad (2)$$

Chia phương trình (1) cho phương trình (2) ta được



$$\frac{i_1 \cdot Z_1}{i_1 \cdot Z_3} = \frac{i_2 \cdot Z_2}{i_2 \cdot Z_4}$$

$$\Rightarrow Z_1 \cdot Z_4 = Z_2 \cdot Z_3$$

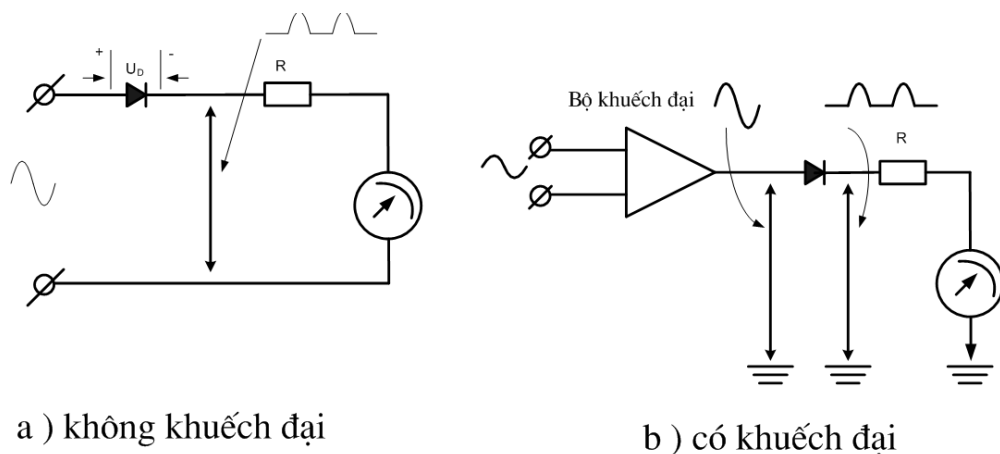
Vì  $Z = R + j.X$  nên để cầu cân bằng thì :

$$R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$$

$$X_1 \cdot X_4 = X_2 \cdot X_3$$

#### 4.1.2. Dụng cụ chỉ 0 (Zero) dùng cho cầu xoay chiều

Các dụng cụ chỉ 0 dùng cho cầu xoay chiều có thể thực hiện nhờ một điện kế từ điện chỉnh lưu như hình vẽ:



Hình 4.2. Dụng cụ chỉ 0 (Zero) dùng cho cầu xoay chiều

Trong đó hình a là một điện kế từ điện chỉnh lưu và hình b sử dụng thêm bộ khuếch đại để tăng độ nhạy cho chỉ thị.

Giới hạn tần số cho phép của cầu từ 20Hz ÷ 1 MHz.

Với các tần số thay đổi trong một dải rộng như vậy, máy hiện sóng điện tử là bộ chỉ báo mức không tốt nhất vì có thể quan sát để điều chỉnh cân bằng cầu tới mức đạt tối đa.

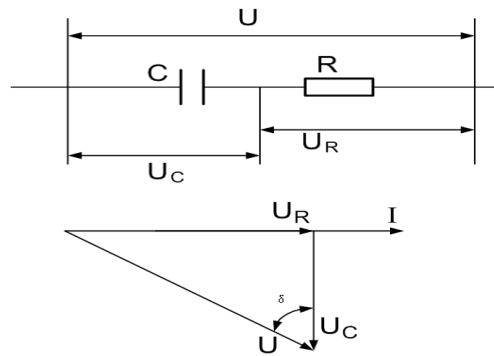
## 4.2. Cầu điện dung

### 4.2.1. Khái niệm về điện dung và góc tổn hao

Tụ điện lý tưởng là tụ không tiêu thụ công suất ( dòng điện một chiều không đi qua tụ ) nhưng trong thực tế do có lớp điện môi nên vẫn có dòng điện nhỏ đi qua từ cực này đến cực kia vì vậy trong tụ có sự tổn hao công suất.

Sự tổn hao công suất này rất nhỏ và để đánh giá sự tổn hao của tụ người ta thường đo góc tổn hao (  $tg\delta$  ).

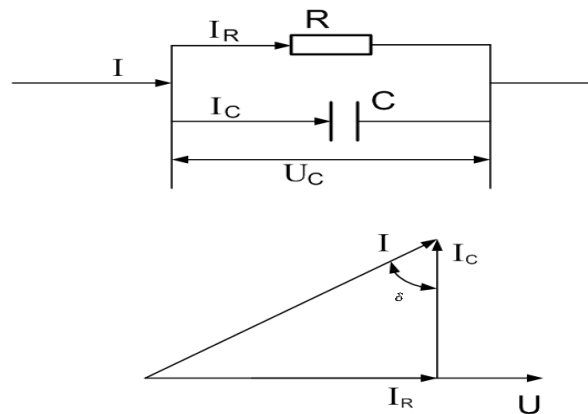
Tụ điện được biểu diễn dưới dạng một tụ lý tưởng nối tiếp với một điện trở (tụ tổn hao ít) như hình vẽ a)



Hình 4.3. Góc tổn hao

**a. Tụ có tổn hao nhỏ**

Tụ điện nối song song với một điện trở (tụ tổn hao nhiều) như hình b)



Hình 4.4. Góc tổn hao có tụ

**b. Tụ có tổn hao lớn**

Với tụ điện tổn hao nhỏ như hình (a) thì dựa vào biểu đồ véc tơ ta xác định

được góc tổn hao như sau :  $U_R = I.R$  và  $U_C = \frac{1}{\omega.C}$

Ta có :  $tg\delta = \frac{U_R}{U_C} = R.\omega.C$

Trong đó :  $\delta$  là góc tổn hao của tụ điện

Với tụ điện tổn hao nhiều như hình (b) ta có:

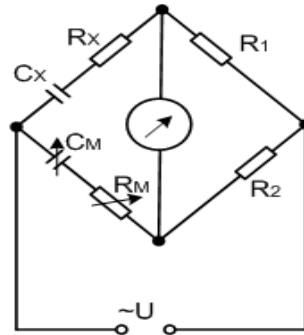
$I_R = \frac{U}{R}$  và  $I_C = \frac{U}{\frac{1}{\omega.C}} = U.\omega.C$

Suy ra :  $tg\delta = \frac{I_R}{I_C} = \frac{1}{R.\omega.C}$

## 4.2.2. Cầu xoay chiều đo điện dung

### a. Cầu đo tụ điện tổn hao nhỏ

Sơ đồ cầu đo tụ điện có tổn hao nhỏ



Hình 4.5. Cầu xoay chiều đo điện dung

Cầu gồm 4 nhánh trong đó  $R_1, R_2$  là thuần trở, các nhánh còn lại là  $C_X$ ,  $R_X$  và điện trở mẫu  $R_M$ , điện dung mẫu  $C_M$  điều chỉnh được. đường chéo cầu được mắc điện kế  $G$  chỉ cân bằng và nguồn cung cấp xoay chiều  $U_{\sim}$

Khi cầu cân bằng ta có mối quan hệ :

$$R_2 \left( R_X + \frac{1}{j\omega \cdot C_X} \right) = R_1 \left( R_M + \frac{1}{j\omega \cdot C_M} \right)$$

$$\text{Suy ra } R_2 R_X + \frac{R_2}{j\omega \cdot C_X} = R_1 R_M + \frac{R_1}{j\omega \cdot C_M}$$

Cân bằng thành phần thực và kháng ta được

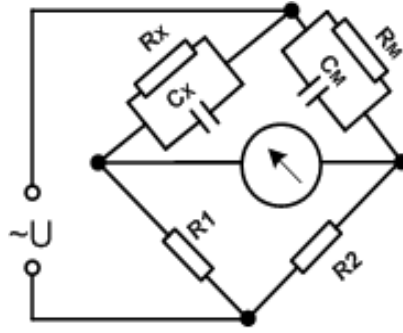
$$R_2 \cdot R_X = R_1 \cdot R_M \rightarrow R_X = R_M \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

$$\frac{R_2}{j\omega \cdot C_X} = \frac{R_1}{j\omega \cdot C_M} \rightarrow C_X = \frac{R_2}{R_1} C_M$$

$$\text{Suy ra } \tan \delta = \omega \cdot R_X \cdot C_X = \omega \cdot R_M \cdot C_M$$

### b. Cầu đo tụ điện có tổn hao lớn

Sơ đồ mạch cầu đo tụ điện có tổn hao lớn



Hình 4.6. Cầu đo tụ điện có tổn hao lớn

Trong đó  $R_1, R_2$  là các điện trở thuần,  $C_M$  mắc song song với  $R_M$  là điện dung và điện trở mẫu,  $R_X, C_X$  là điện trở và điện dung của tụ điện cần đo.

Khi cầu cân bằng ta có :  $Z_1.Z_3 = Z_2.Z_4$  (\*)

$$\text{Trong đó : } Z_1 = \frac{1}{\frac{1}{R_X} + j\omega.C_X}$$

$$Z_2 = R_1 \quad Z_3 = R_2$$

$$Z_4 = \frac{1}{\frac{1}{R_M} + j\omega.C_M}$$

Thế vào phương trình (\*) ta có

$$\frac{1}{\frac{1}{R_X} + j\omega.C_X} . R_2 = R_1 . \frac{1}{\frac{1}{R_M} + j\omega.C_M}$$

$$\rightarrow R_2 \left( \frac{1}{R_M} + j\omega.C_M \right) = R_1 \left( \frac{1}{R_X} + j\omega.C_X \right)$$

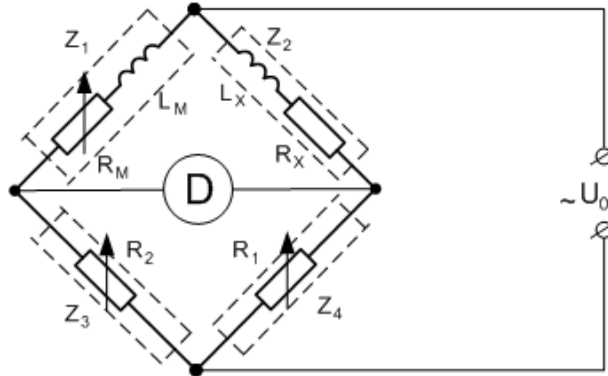
$$\rightarrow \frac{R_2}{R_M} = \frac{R_1}{R_X} \rightarrow R_X = \frac{R_1}{R_2} . R_M$$

$$\text{Và } R_2 . j\omega.C_M = R_1 . j\omega.C_X \rightarrow C_X = \frac{R_2}{R_1} . C_M$$

$$\text{tg}\delta = \frac{1}{\omega.R_X.C_X} = \frac{1}{\omega.R_M.C_M}$$

### 4.3. Cầu điện cảm

#### 4.3.1. Cầu xoay chiều dùng điện cảm mẫu



Hình 4.7 Cầu xoay chiều dùng điện cảm mẫu

Mạch cầu so sánh điện cảm như hình vẽ

Trong đó :  $L_X$  ,  $R_X$  là các thông số điện cảm và điện trở cần xác định ,  $R_M$  ,  $L_M$  là các cuộn dây điện cảm và điện trở chuẩn. Hai nhánh còn lại là các điện trở  $R_1$  và  $R_2$  cũng là các điện trở có độ chính xác cao. Khi đo người ta điều chỉnh các điện trở  $R_M$  ,  $R_1$  ,  $R_2$  để được cầu cân bằng.

Ở chế độ cân bằng ta có:

$$Z_1 \cdot Z_4 = Z_2 \cdot Z_3$$

Trong đó :

$$Z_1 = R_M + j \cdot \omega \cdot L_M$$

$$Z_2 = R_X + j \cdot \omega \cdot L_X$$

$$Z_3 = R_2$$

$$Z_4 = R_1$$

Suy ra :

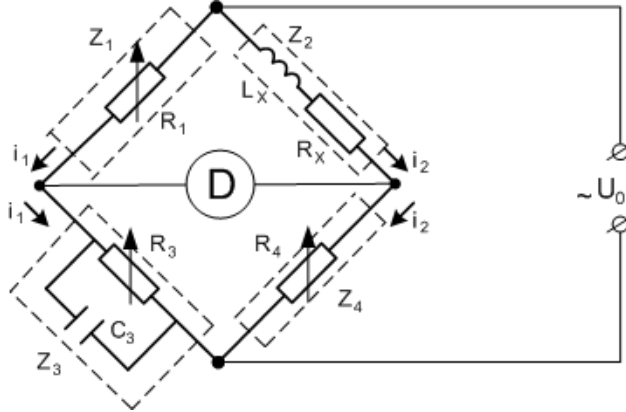
$$R_1 \cdot (R_M + j \cdot \omega \cdot L_M) = R_2 \cdot (R_X + j \cdot \omega \cdot L_X)$$

$$\Rightarrow R_1 \cdot R_M + j \cdot \omega \cdot R_1 \cdot L_M = R_2 \cdot R_X + j \cdot \omega \cdot R_2 \cdot L_X$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R_1 \cdot R_M = R_2 \cdot R_X \\ j \cdot \omega \cdot R_1 \cdot L_M = j \cdot \omega \cdot R_2 \cdot L_X \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_X = \frac{R_1}{R_2} R_M \\ L_X = \frac{R_1}{R_2} L_M \end{cases}$$

### 4.3.2. Cầu điện cảm Maxwell

Các tụ điện chuẩn chính xác để chế tạo hơn các cuộn dây điện cảm chuẩn do đó người ta thường dùng điện dung chuẩn để điện cảm hơn là sử dụng các cuộn điện cảm chuẩn. Cầu có tụ điện như vậy được gọi là cầu Maxwell như hình vẽ sau:



Hình 4.8. Cầu điện cảm Maxwell

Trong mạch cầu, tụ điện chuẩn  $C_3$  mắc song với điện trở  $R_3$ , các nhánh còn lại là điện trở  $R_1$  và  $R_4$ . Các điện trở  $R_3, R_1, R_4$  là các điện trở có thể điều chỉnh được.  $R_X$  và  $L_X$  biểu diễn cuộn cảm cần đo.

Khi mạch cầu cân bằng ta có:  $Z_1 \cdot Z_4 = Z_2 \cdot Z_3$

Trong đó :

$$Z_1 = R_1$$

$$Z_2 = R_X + j \cdot \omega \cdot L_X$$

$$Z_3 = \frac{1}{\frac{1}{R_3} + j \cdot \omega \cdot C_3}$$

$$Z_4 = R_4$$

Suy ra :

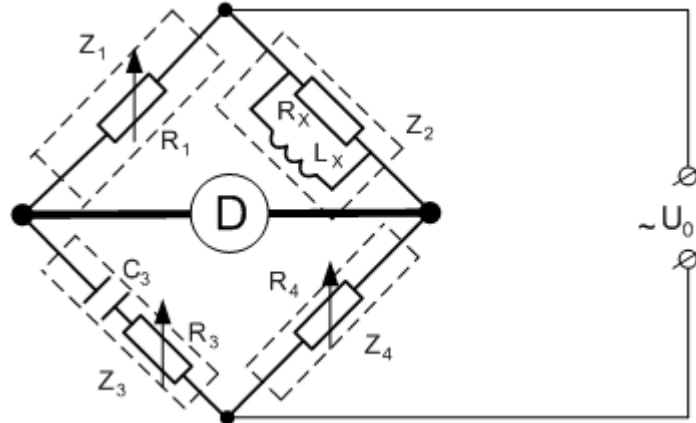
$$R_1 \cdot R_4 = (R_X + j \cdot \omega \cdot L_X) \left( \frac{1}{\frac{1}{R_3} + j \cdot \omega \cdot C_3} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{R_1 \cdot R_4}{R_3} + R_1 \cdot R_4 \cdot j \cdot \omega \cdot C_3 = R_X + j \cdot \omega \cdot L_X$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R_X = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_3} \\ L_X = R_1 \cdot R_4 \cdot C_3 \end{cases}$$

Cầu Maxwell chỉ thích hợp khi đo các cuộn cảm có hệ số phẩm chất Q thấp ( $\omega \cdot L_X$  không lớn hơn nhiều  $R_X$ ).

### 4.3.3. Cầu điện cảm Hay



Hình 4.9 Cầu điện cảm Hay

Cầu điện cảm Hay tương tự như cầu Maxwell chỉ khác ở chỗ điện trở  $R_3$  được mắc nối tiếp tụ  $C_3$  như hình vẽ và điện cảm  $L_X$  và  $R_X$  được biểu diễn dưới dạng mạch song song.  $R_X$ ,  $L_X$  đo được là các thành phần của mạch song song.

Khi cầu ở trạng thái cân bằng ta có :

$$Z_1 \cdot Z_4 = Z_2 \cdot Z_3$$

Trong đó :

$$Z_1 = R_1$$

$$Z_4 = R_4$$

$$Z_2 = \frac{1}{\frac{1}{R_X} + \frac{1}{j\omega L_X}}$$

$$Z_3 = R_3 + \frac{1}{j\omega C_3}$$

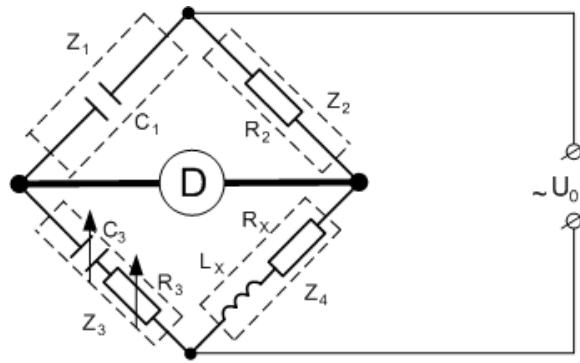
$$\Rightarrow R_1 \cdot R_4 = \left( \frac{1}{\frac{1}{R_X} + \frac{1}{j\omega L_X}} \right) \left( R_3 + \frac{1}{j\omega C_3} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{R_1 \cdot R_4}{R_X} + \frac{R_1 \cdot R_4}{j\omega L_X} = R_3 + \frac{1}{j\omega C_3} \Rightarrow \begin{cases} \frac{R_1 \cdot R_4}{R_X} = R_3 \\ \frac{R_1 \cdot R_4}{L_X} = \frac{1}{C_3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_X = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_3} \\ L_X = R_1 \cdot R_4 \cdot C_3 \end{cases}$$

Cầu điện cảm Hay thường được sử dụng đo các cuộn dây có độ phẩm chất Q cao

Ngoài các mạch cầu trên người ta còn sử dụng một số mạch cầu khác như cầu Owel

Như hình vẽ :



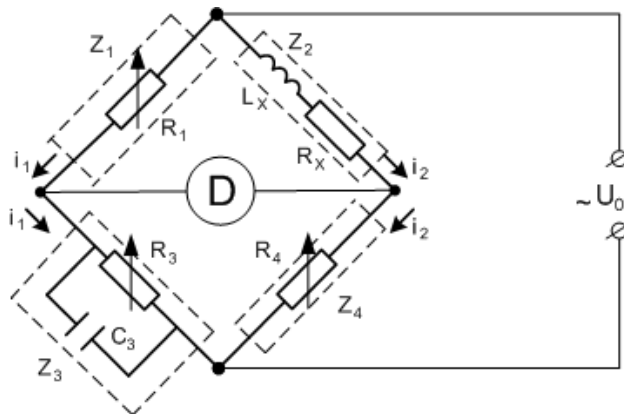
Hình 4.10. Cầu điện cảm Owen

Cầu dùng để đo điện cảm ( $L_X$  và  $R_X$ ) Trong đó  $Z_1$  được thay bằng tụ  $C_1$  có thể điều chỉnh được. Khi cầu cân bằng ta xác định được các giá trị của điện cảm  $L_X$  và  $R_X$  như sau :

$$\begin{cases} R_X = \frac{C_1 \cdot R_2}{C_3} \\ L_X = R_2 \cdot R_3 \cdot C_1 \end{cases}$$

### CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Cho sơ đồ mạch điện như hình vẽ:



Hình 4.11. Cầu điện cảm Maxwell

Tính  $R_X$ ,  $L_X$  khi mạch cầu cân bằng theo  $R_1$ ,  $R_3$ ,  $C_3$ ,  $R_4$ ,  $U$  khi mạch cầu cân bằng

Tính độ phẩm chất của cuộn dây khi :

$$R_1 = 100\Omega$$

$$R_3 = 300\Omega$$

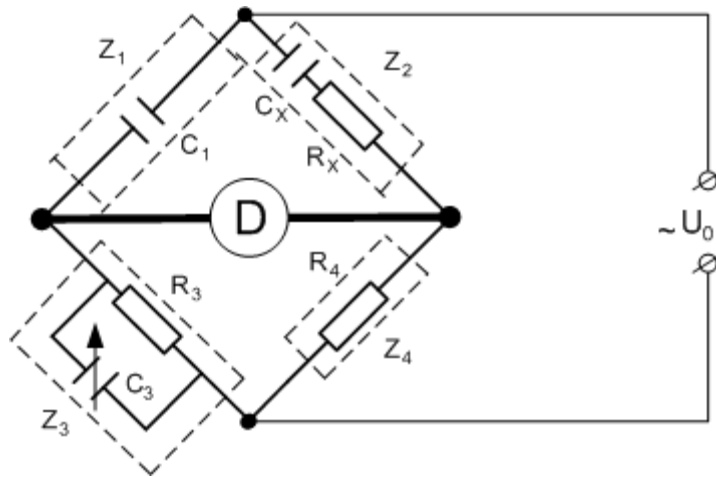
$$R_4 = 400\Omega$$

$$C_3 = 4,7 \mu F$$

$$U = 24\sqrt{2} \cdot \sin\left(100\pi \cdot t + \frac{\pi}{8}\right)$$

2. Cho sơ đồ mạch điện như hình vẽ:





Hình 4.12. Cầu điện cảm Maxwell

Tính  $R_X$ ,  $C_X$  khi mạch cầu cân bằng theo  $C_1$ ,  $R_3$ ,  $C_3$ ,  $R_4$ ,  $U$  khi mạch cầu cân bằng

Tính góc tổn hao tụ điện :

$$C_1 = 4,7 \mu\text{F}$$

$$R_3 = 300\Omega$$

$$R_4 = 400\Omega$$

$$C_3 = 4,7 \mu\text{F}$$

$$U = 24\sqrt{2} \cdot \text{Sin} \left( 100\pi \cdot t + \frac{\pi}{8} \right)$$

## Bài 5

### Phương pháp đo các đại lượng không điện

#### Mục tiêu:

- Trình bày được các phương pháp đo điện trở
- Đo, xác định được giá trị của điện trở theo các phương pháp
- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác và an toàn

#### 5.1. Phương pháp đo

Để có phương pháp đo điện trở thích hợp, người ta phân loại theo độ lớn của đối tượng cần đo.

- Điện trở nhỏ là các điện trở có giá trị  $R < 1\Omega$
- Điện trở trung bình là các điện trở có giá trị là  $1\Omega \leq R < 0,1M\Omega$
- Điện trở lớn là các điện trở có giá trị  $R \geq 0,1 M\Omega$

#### *Các lưu ý khi thực hiện phép đo điện trở*

- Khi đo các giá trị điện trở nhỏ, cần tìm mọi biện pháp để loại trừ ảnh hưởng của điện trở dây nối, điện trở tiếp xúc, sức điện động tiếp xúc. Để khắc phục một phần, trên các điện trở mẫu người ta phân thành các cực dòng và cực áp riêng.

- Khi đo các giá trị điện trở lớn, cần tránh sự ảnh hưởng của điện trở khối và điện trở bề mặt.

- Khi đo điện trở của vật có độ ẩm cao, người ta thường dùng nguồn xoay chiều để tránh hiện tượng điện phân.

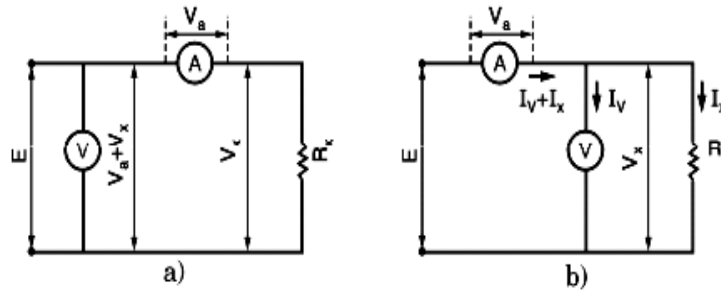
- Khi đo điện trở của các vật liệu rắn, ta nên dùng nguồn một chiều để tránh sự ảnh hưởng của điện dung ký sinh.

#### 5.1.1. Giới thiệu phương pháp đo.

##### *a. Đo điện trở bằng phương pháp đo gián tiếp.*

- Phương pháp Volt – ampe

Dùng ampermet và volmet đo dòng và áp trên điện trở rồi suy ra  $R'_x = U_v / I_a$  thông qua hai sơ đồ.



Hình 11.1: Phương pháp Volt – ampe

Hình 11.1a: vôn kế mắc trước ampe kế mắc sau, khi đó điện trở cần đo  $R_x$  được xác định bởi:  $R_x = \frac{U}{I} \quad (5.1)$

Trong đó:  $U$  – điện áp đo được trên vôn-kế;  $I$  – dòng điện đo được trên ampe-kế. Theo mạch đo:  $U = U_a + U_x \quad (5.2)$

với:  $U_a$  - điện áp rơi trên ampe-kế;  $U_x$  - điện áp rơi trên  $R$

Điều này sẽ gây ra sai số và trị số đúng của điện trở là:

$$R_x = \frac{U_x}{I} = \frac{U - U_a}{I} \quad (5.3)$$

Hình 11.1b: Ampe-kế mắc trước, vôn-kế mắc sau. Điện trở  $R_x$  vẫn được xác định bởi:  $R_x = \frac{U}{I}$

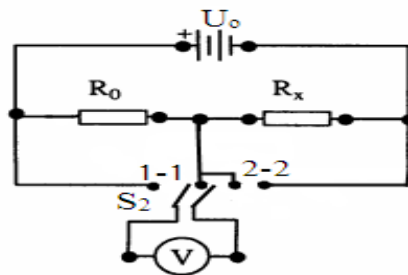
Trong đó:  $U$  – điện áp đo được trên vôn-kế;  $I$  – dòng điện đo được trên ampe-kế. Dòng  $I$  chính là dòng điện  $I_x$  qua  $R_x$  và  $I_v$  qua volt kế nên có trị số là:

$$I = I_x + I_v$$

Điều này sẽ gây ra sai số và trị số đúng của điện trở là:

$$R_x = \frac{U}{I_x} = \frac{U}{I - I_v} \quad (5.4)$$

- Mạch đo điện tử bằng voltmet và điện trở mẫu (hình 11.2)



Hình 11.2: Mạch đo điện tử bằng voltmet và điện trở mẫu.

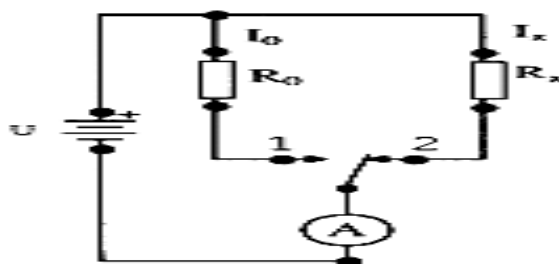
Theo hình điện trở cần đo  $R_x$  được mắc nối tiếp với điện trở mẫu  $R_0$  và được cấp nguồn  $U_0$  ổn định. Khi đo, đầu tiên khóa  $S_2$  đóng sang 1-1 ta sẽ đo

được điện áp rơi trên điện trở mẫu  $R_o$ , sau đó  $S_2$  đóng sang 2-2 ta đo được điện áp rơi trên điện trở  $R_x$ , vì  $R_o$  nối tiếp với  $R_x$  nên ta có:

$$\frac{U_o}{R_o} = \frac{U_x}{R_x} \Rightarrow R_x = \frac{U_x}{U_o} R_o \quad (5.5)$$

Theo phương pháp này thì sai số của phép đo bằng tổng sai số của voltmeter và sai số của điện trở mẫu  $R_o$

- Mạch đo điện trở bằng ampepet và điện trở mẫu (hình 5.3)



Hình 11.3: Mạch đo điện trở bằng ampepet và điện trở mẫu

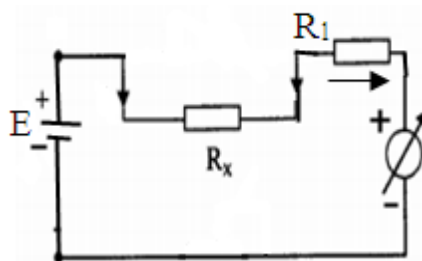
Trong đó  $U$  là điện áp nguồn cung cấp ổn định,  $R_o$  là điện trở mẫu có độ ổn định cao và nối song song với  $R_x$ . Ampemet đầu tiên đo dòng  $I_o$  qua  $R_o$  nhờ khóa  $S_1$  đóng sang 1, sau đó  $S_1$  đóng sang 2 ta đo được dòng  $I_x$  qua  $R_x$ . Ta có quan hệ:

$$I_o R_o = I_x R_x \Rightarrow R_x = \frac{I_o}{I_x} R_o \quad (5.6)$$

Theo phương pháp này thì sai số của phép đo bằng tổng sai số của Ampemet và sai số điện trở mẫu  $R_o$

**b. Đo điện trở bằng phương pháp đo trực tiếp.**

- Ôm kế có điện trở đo mắc nối tiếp (Hình 5.4).



Hình 11.4: Ôm kế có điện trở đo mắc nối tiếp

Nguồn điện  $E$  thường là pin 1,5V hay 3V,  $R_1$  là điện trở phụ của từng thang đo,  $R_x$  là điện trở cần đo.

Dòng điện qua điện kế  $G$  là

$$I = \frac{U}{R_1 + R_x + R_G} \quad (5.7)$$

Khi  $R_x \rightarrow \infty$  thì  $I = 0$  ( không có dòng điện qua điện kế )

Khi  $R_x = 0$  thì  $I = I_{FS}$  ( kim quay hết khung )

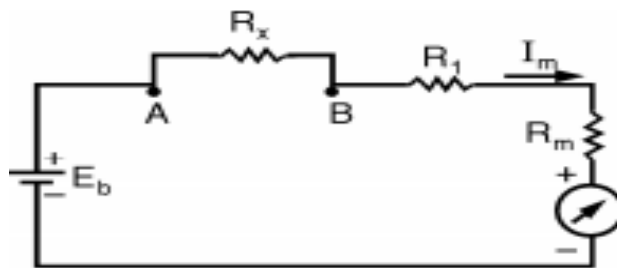
Như vậy, khi để hở 2 que đo, không có dòng điện qua điện kế, vị trí này có trị số  $\infty\Omega$ . Khi nối tắt 2 que đo, dòng điện qua lớn nhất, kim quay hết khung và vị trí này có trị số  $0\Omega$ . Giá trị điện trở cần đo  $R_x$  được tính theo công thức:

$$I = \frac{U}{R_1 + R_x + R_G} \Rightarrow R_x = \frac{U}{I} - (R_1 + R_G) \quad (5.8)$$

Công thức trên cho thấy giá trị điện trở  $R_x$  không tỉ lệ tuyến tính theo dòng điện qua điện kế, vì thế thang đo của ohm kế sẽ được chia không đều.

Mạch đo ôm mắc nối tiếp như trên được dùng rộng rãi trong các đồng hồ vạn năng. Thông thường thang độ ôm kế được cấu tạo theo kiểu thang đo sau lớn gấp 10 lần thang đo trước, nên khi chuyển thang đo chỉ cần nhân hệ số x10, x100, x1000.

Ví dụ:  $E_b = 1,5V$ ;  $I_{max} = 100\mu A$ ;  $R_1 + R_m = 15k\Omega$ . Xác định chỉ thị của kim khi  $R_x = 0$  và chỉ thị trị số điện trở khi  $I = 1/2$  thang đo;  $1/4$ thang đo;  $3/4$  thang đo theo hình 5.5



Hình 11.5. Đo điện trở mắc nối tiếp

Giải: Từ phương trình trên khi  $R_x \rightarrow 0\Omega$ :

$$I = \frac{U}{R_1 + R_x + R_m} = \frac{1,5}{0 + 15.000} = 100\mu A$$

- Khi có dòng qua  $1/2$  thang đo là  $I = 100\mu A / 2 = 50\mu A$  thì giá trị điện trở  $R_x$  là:

$$R_x = \frac{U}{I} - (R_1 + R_m) = \frac{1,5V}{50\mu A} - (15000) = 30 - 15$$

$$R_x = 15k\Omega$$

- Khi có dòng qua 1/4 thang đo là  $I = 100 \mu A / 4 = 25 \mu A$  thì giá trị điện trở  $R_x$  là:

$$R_x = \frac{U}{I} - (R_1 + R_m) = \frac{1,5V}{25 \mu A} - (15000)$$

$$R_x = 45k\Omega$$

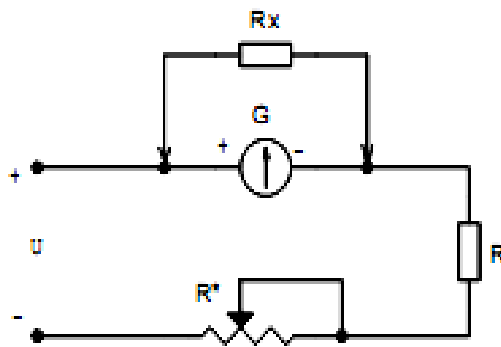
- Khi có dòng qua 3/4 thang đo là  $I = 100 \mu A \times (1/4) = 75 \mu A$  thì giá trị điện trở  $R_x$  là:

$$R_x = \frac{U}{I} - (R_1 + R_m) = \frac{1,5V}{75 \mu A} - (15000)$$

$$R_x = 5k\Omega$$

Như vậy giá trị thang đo điện trở không tuyến tính theo dòng điện

- Ôm kế có điện trở đo mắc song song (hình 5.6)



Hình 11.6: điện trở đo mắc song song

Sơ đồ của ôm kế mắc song song như hình 5.6. Tương tự như ôm kế mắc nối tiếp, ta xét 2 trường hợp:

+ Khi ngắn mạch  $R_x$  ( $R_x = 0$ ) dòng qua cơ cấu đo bằng 0.

+ Khi hở mạch  $R_x$  ( $R_x = \infty$ ) dòng qua cơ cấu đo sẽ được xác định bởi điện trở cơ cấu đo và điện trở mạch ngoài:

$$I = \frac{U}{R + R_G} \quad (5.9)$$

Lúc này dòng điện qua cơ cấu đo sẽ là lớn nhất. Khi mắc song song  $R_x$  với điện kế G, dòng qua mạch đo sẽ là:

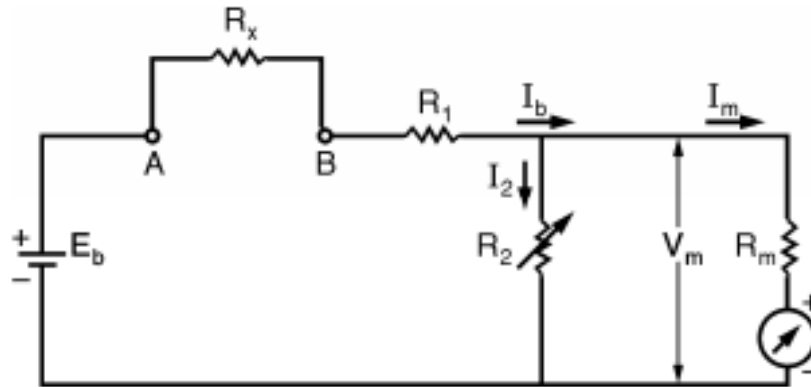
$$I = \frac{U}{R + \frac{R_x R_G}{R_x + R_G}} \quad (5.10)$$

Các biểu thức (5.9) và (5.10) cho thấy thang độ của đồng hồ sẽ không đều và cũng thuận chiều bình thường như các thang đo điện áp và dòng điện. Để

điều chỉnh điểm 0 ban đầu cũng sử dụng thêm điện trở  $R$  mắc nối tiếp với mạch đo

Mạch đo điện trở thực tế.

Trong thực tế nguồn pin  $E_b$  có thể thay đổi. Khi  $R_x \rightarrow 0\Omega$ ,  $I_m$  qua cơ cấu không bằng  $I_{max}$ , do đó mạch đo có thể mắc thêm  $R$  (hình.5.7) biến trở này dùng để chỉnh điểm “0  $\Omega$ ” cho mạch đo khi  $E_b$  thay đổi. Như vậy trước khi đo phải ngắt mạch hai đầu AB, điều chỉnh  $R_2$  để sao cho ohm-kế chỉ “0 $\Omega$ ”.



Hình 11.7: Mạch ohm kế có chỉnh “0 $\Omega$ ”.

Theo mạch trên ta có:

$$I = \frac{E_b}{(R_x + R_1 + R_2) // R_m} \quad (5.11)$$

$$\text{Ta có: } I_b = \frac{E_b}{R_x + R_1} \quad (5.12)$$

$$\text{Như vậy điện áp: } U_m = I_b (R_2 // R_m) \quad (5.09)$$

$$\text{Sẽ có dòng } I_m \text{ qua cơ cấu chỉ thị: } I_m = \frac{U_m}{R_m} = \frac{I_b (R_2 // R_m)}{R_m} \quad (5.14)$$

Vì vậy mỗi lần đo cho  $R_x \rightarrow 0\Omega$  bằng cách điều chỉnh  $R_2$  để;

$$I_m = \frac{E_b (R_2 // R_m)}{R_m R_1} = I_{max} \quad (5.15)$$

Ví dụ: Cho hình 5.7 biết  $E_b = 1,5V$ ;  $I_{max} = 50\mu A$ ;  $R_m = 1,5k\Omega$ ,  $R_1 = 15k\Omega$ ,  $R_2 = 1k\Omega$ . Xác định chỉ thị của kim khi  $R_x$  khi  $I_b = I_{max}$ ,  $I_m = 1/2 \cdot I_{max}$  thang đo;  $I_m = 3/4 \cdot I_{max}$

**Giải:** tại  $I_m = I_{max} = 50\mu A$ ;  $U_m = I_{max} R_m = 50 \times 1 = 50mV$

$$\text{Do đó} \quad I_2 = \frac{U_m}{R_2} = \frac{50mV}{1k\Omega} = 50\mu A$$

Như vậy dòng  $I_b = 100\mu A$ , Mặc khác:

$$R_x + R_1 = \frac{E_b}{I_b} = \frac{1,5V}{100\mu A} = 15k\Omega$$

$$\Rightarrow R_x + 15k\Omega = 15k\Omega$$

$$R_x = 0\Omega$$

Khi  $I_m = (1/2)I_{max} = 25\mu A$ ;  $U_m = I_{max} R_m = 50 \times 1 = 25mV \Rightarrow I_2 = 25\mu A$   
suy ra  $I_b = 50\mu A$ . vậy ta có:

$$R_x + R_1 = \frac{E_b}{I_b} = \frac{1,5V}{50\mu A} = 30k\Omega$$

$$\Rightarrow R_x + 15k\Omega = 30k\Omega$$

$$R_x = 15k\Omega$$

Tương tự như cách tính trên:  $I_m = \frac{3}{4} I_{max} = 37,5\mu A$

$$I_b = I_m + I_2 = 37,5\mu A + 37,5\mu A = 75\mu A$$

$$R_x + R_1 = \frac{1,5}{75} = 20k\Omega$$

$$\Rightarrow R_x = 5k\Omega$$

## Bài tập

Cho  $E_b = 3V$ ;  $I_{max} = 100\mu A$ ;  $R_m = 1k\Omega$ ,  $R_1 = 15k\Omega$ ,  $R_2 = 1k\Omega$ . Xác định chỉ thị của kim khi  $R_x = 0$  và sự chỉ thị trị số điện trở khi  $I = 1/2$  thang đo;  $1/4$  thang đo;  $3/4$  thang đo.

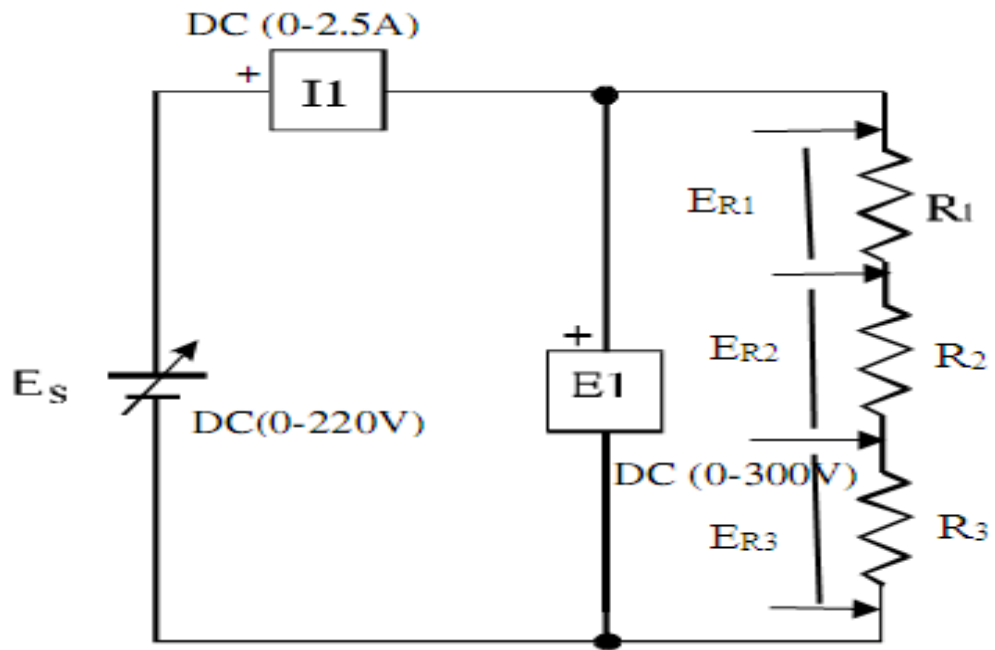
Đáp án:  $R_{x1/2} = 30k\Omega$ ;  $R_{x1/4} = 90k\Omega$ ;  $R_{x3/4} = 10k\Omega$

## 5.2. Volt kế

### 5.2.1 Cách mắc mạch đo

Thiết lập mạch như hình 5.10. Nối đồng hồ đo điện áp  $E_1$  và đồng hồ đo dòng điện  $I_1$  để đo điện áp và dòng điện. Phải đảm bảo nối chính xác cực tính của thiết bị đo điện áp và dòng điện.





Hình 11.8

### 5.2.2. Đọc giá trị

Điều chỉnh điện áp đạt 100% rồi đo và ghi các giá trị đo được vào bảng sau:

	ER1 (V)	ER2 (V)	ER3 (V)	E1 (V)	I1 (A)
R1=1,5kΩ					
R2= 2,5 kΩ					
R3= 5,1 kΩ					

1. Tính điện trở tương đương cho sơ đồ hình 5.9

$$R_{td} = R_1 + R_2 + R_3 = \dots \Omega$$

2. Tính điện trở tương đương sử dụng điện áp và dòng điện

$$R_{td} = E / I = \dots \Omega$$

3. Tắt hẳn nguồn điện và dùng Ohm mét đo điện trở tương đương của mạch

$$R_{td} = E / I = \dots \Omega$$

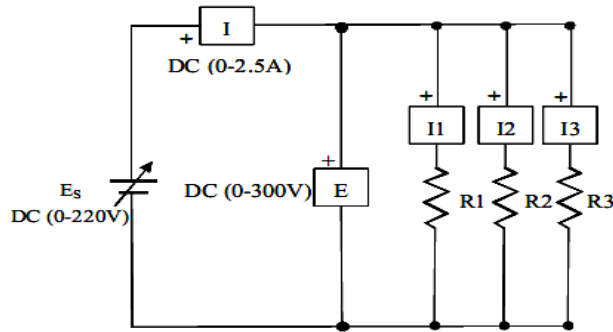
### 5.3. Ampe kế

#### 5.3.1. Cách mắc mạch đo

Thiết lập mạch như hình 11.19, nối đồng hồ đo điện áp E<sub>1</sub> và đồng hồ đo dòng điện I, I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> để đo điện áp và dòng điện. Biết R<sub>1</sub>=1500Ω, R<sub>2</sub>=2700Ω, R<sub>3</sub>=5100Ω. Chú ý mắc chính xác về cực tính khi đo điện áp và dòng điện.

### 5.3.2. Đọc giá trị

Điều chỉnh điện áp đạt 100%, đo và ghi lại các giá trị đo được vào bảng sau:



Hình 11.9. Đọc giá trị

Điện áp $E_1$ (V)	
Dòng điện $I$ (A)	
Dòng điện $I_1$ (A)	
Dòng điện $I_2$ (A)	
Dòng điện $I_3$ (A)	

1. Nhận xét:

$I = I_1 + I_2 + I_3$  hay không ?

Có

Không

2. Tính điện trở tương đương của hình 5.10

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

$$\Rightarrow R_{td} = \dots\dots\dots \Omega$$

3. Tính toán điện trở tương đương theo số liệu điện áp và dòng điện đo được theo sơ đồ hình 5.10.

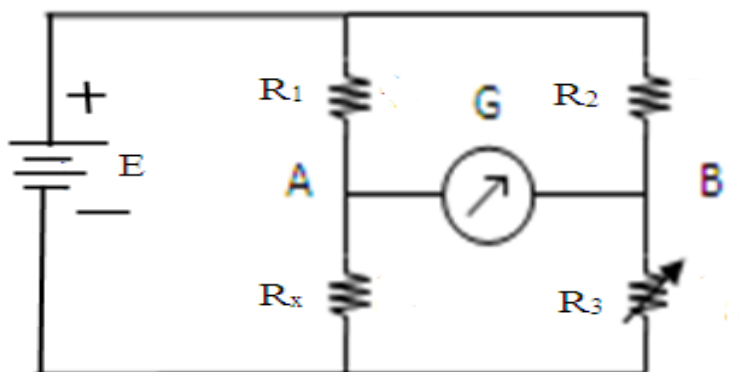
$$R_{td} = \frac{E}{I} = \dots\dots\dots \Omega$$

4. Tắt hẳn nguồn điện và dùng Ohm mét đo điện trở tương đương của mạch

$$R_{td} = \dots\dots\dots \Omega$$

## 5.4. Cầu Wheatstone

### 5.4.1. Cầu Wheatstone cân bằng



Hình 11.20: Cầu Wheatstone.

Khi cầu cân bằng dòng điện qua chỉ thị G bằng 0, lúc này:  $U_1=U_2$ ,  $U_X=U_3$

Giả sử dòng điện đi qua  $R_1$ ,  $R_X$  là  $I_1$ ; qua  $R_2$ ,  $R_3$  là  $I_2$ .

Khi đó:  $I_1 R_X = I_2 R_3$

$$\Rightarrow \frac{R_X}{R_1} = \frac{R_3}{R_2} \quad \text{hay} \quad R_X = R_1 \frac{R_3}{R_2}$$

*Nhận xét:*  $R_X$  được xác định khi biết chính xác  $R_1$ ,  $R_2$  và  $R_3$ .

Kết quả đo  $R_X$  không phụ thuộc vào nguồn cung cấp E, khi E thay đổi không ảnh hưởng kết quả đo.

Độ chính xác của  $R_X$  phụ thuộc độ nhạy của G và độ chính xác của các điện trở  $R_1$ ,  $R_2$  và  $R_3$ .

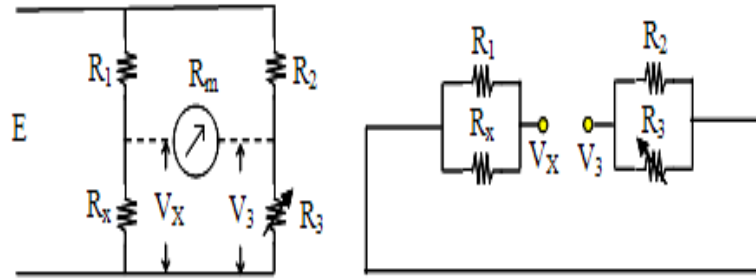
### 5.4.2. Cầu Wheatstone không cân bằng

Trong công nghiệp, việc thay đổi các giá trị R dễ dẫn đến sai số lớn do đó người ta sử dụng cầu wheatstone không cân bằng.

Cầu Wheatstone không cân bằng dùng để đo điện trở R hoặc sự thay đổi  $\Delta R$  của phần tử đo nhờ điện áp ra hoặc dòng điện ra ở ngõ ra của cầu.

Yêu cầu nguồn cung cấp E ổn định vì điện áp ra phụ thuộc nguồn E còn phụ thuộc vào độ chính xác.

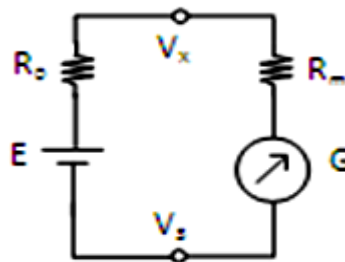
Độ nhạy của cầu Wheatstone phụ thuộc vào nguồn cung cấp E và điện trở nội của cơ cấu đo.



Hình 11.21: Cầu Wheastone không cân bằng.

Khi cơ cấu đo được tháo ra thì giá trị điện áp được xác định:

$$V_x - V_3 = E \left( \frac{R_x}{R_1 + R_x} - \frac{R_3}{R_2 + R_3} \right)$$



Hình 11.22: Sơ đồ tương đương cầu wheastone không cân bằng.

Tổng trở ngõ ra của cầu Wheastone được xác định bởi:

$$R_0 = (R_1 // R_x) + (R_2 // R_3)$$

Dòng điện  $I_m$  qua cơ cấu đo khi cầu không cân bằng:

$$I_m = \frac{V_x - V_3}{R_0 + R_m}$$

## Bài 6

### Dao động ký

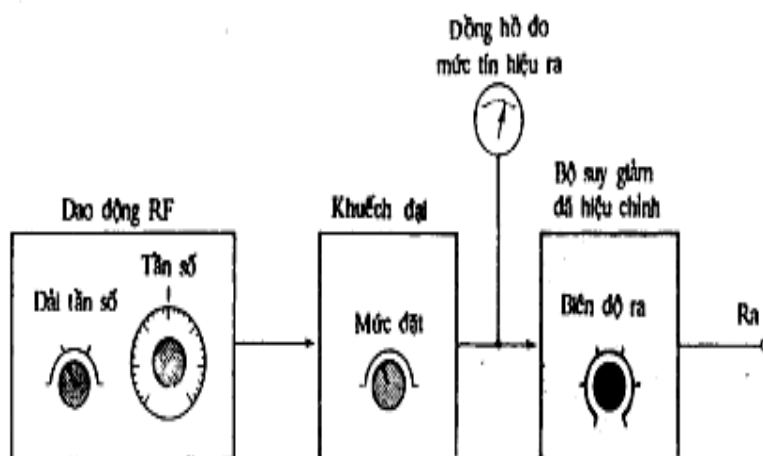
#### Mục tiêu:

- Trình bày được cấu trúc, hoạt động, sử dụng các máy phát tín hiệu phục vụ cho đo lường.
- Sử dụng được Máy phát tần và Máy phát xung
- Có tinh thần trách nhiệm trong việc bảo quản thiết bị học tập

#### 6.1. Máy phát tần

##### 6.1.1 Sơ đồ khối:

Bộ dao động RF, bộ khuếch đại và bộ suy giảm đã hiệu chỉnh và máy đo mức đầu ra (hình 6.1). Bộ dao động RF có núm điều chỉnh tần số liên tục và công tắc dải tần số để điều chỉnh tín hiệu ra tới tần số bất kỳ mong muốn.



Hình 12.1: Máy tạo sóng RF

##### 6.1.2. Hoạt động

Máy tạo tín hiệu tần số sóng vô tuyến RF (radio frequency) có đầu ra sóng sin với dải tần nằm trong khoảng từ 100kHz đến 40GHz.

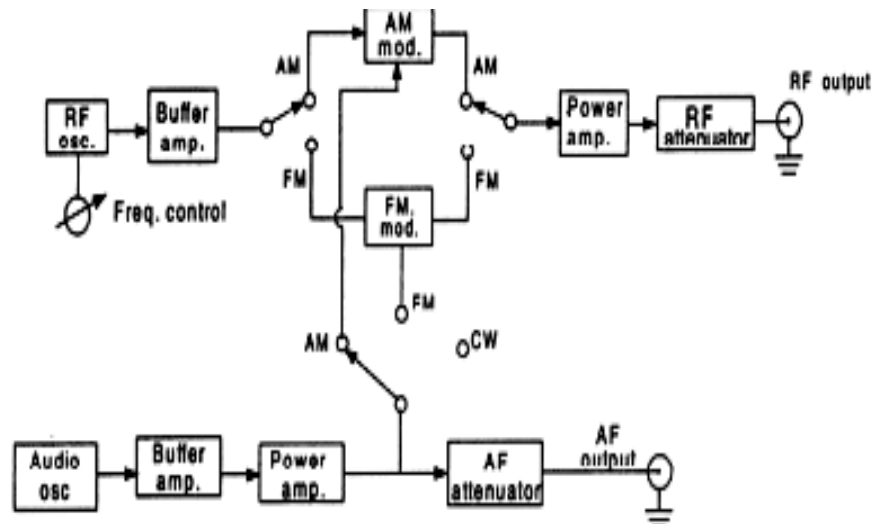
Máy phát tín hiệu cao tần sẽ tạo ra tín hiệu tần số radio dùng để điều chế tín hiệu cao tần với tín hiệu âm tần theo kiểu điều biên hay điều tần. Việc điều chế tín hiệu âm tần sẽ được tạo ra bởi thiết bị đo. Cũng có thể cung cấp tín hiệu điều chế ngoài. Bộ suy giảm sẽ được định chuẩn để cho mức suy giảm mỗi nấc là 20dB.

### 6.1.3. Sử dụng máy phát tín hiệu RF (Radio Frequency)

#### a. Máy phát tín hiệu RF

Máy phát tín hiệu RF (hình 11.2) phải được nối với máy thu cần đo thông qua cáp có bảo vệ chống nhiễu. Chọn băng tần và tần số dao động. Chọn kiểu điều chế và độ sâu điều chế. Bộ suy giảm đặt tại vị trí mức ra của phép đo yêu cầu. Đầu ra của máy tạo sóng phải được nối với đầu vào của thiết bị cần đo thử.

Nguồn cung cấp và tiếp theo bật công tắc nguồn của máy phát tín hiệu [ON]. Máy thu được điều chỉnh để thu tín hiệu. Có thể mắc voltmeter điện tử (EVM), hay đồng hồ đo mức công suất âm tần tại đầu ra của máy thu. Nếu không có tín hiệu ra ở máy thu, thì mức ra của máy phát tín hiệu cần phải được tăng thêm, sao cho máy thu có thể nhận được tín hiệu ra không méo. Tất cả các phép đo thực hiện với mức ra ở mức không đổi và mức ra thay đổi của máy phát tín hiệu.



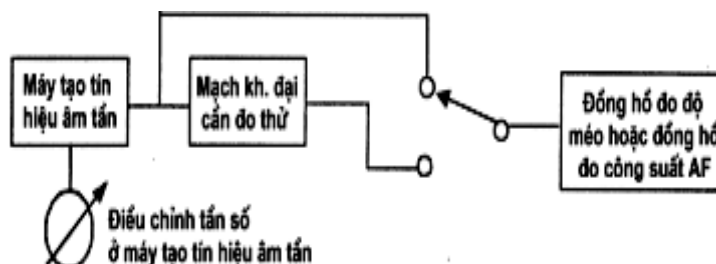
Hình 11.2: Sơ đồ khối của máy phát tín hiệu RF

Sử dụng máy tạo tín hiệu trong việc chẩn đoán hỏng.

Máy tạo tín hiệu cao tần được sử dụng phổ biến để chẩn đoán tình trạng hỏng trong các máy thu. Tín hiệu phải được cung cấp đến máy thu và sử dụng máy hiện sóng để quan sát dạng sóng tín hiệu có ở đầu vào và đầu ra của các tầng khác nhau. Nếu một tầng thể hiện tín hiệu ra bình thường, thì tất cả các tầng trước tầng đó là bình thường và sai hỏng có thể ở tầng sau đó kế tiếp. Theo cách này có thể xác định tầng hỏng. Máy tạo tín hiệu cũng cần cho việc cân chỉnh máy thu để tần số dao động nội và tần số tín hiệu RF là bằng nhau (cùng tần số) tại tất cả mức thiết lập trên núm tinh chỉnh trong băng tần.

## b. Máy tạo tín hiệu âm tần AF (Audio Frequency)

Máy tạo tín hiệu âm tần (hình 6.3) bao gồm bộ dao động âm tần (thường sử dụng bộ dao động kiểu cầu Wien), bộ khuếch đại đệm và bộ khuếch đại công suất kết nối với bộ suy giảm định chuẩn.



Hình 12.3: Máy tạo tín hiệu âm tần AF

- Sử dụng máy tạo sóng âm tần để chẩn đoán tình trạng hỏng trong các mạch khuếch đại.

Máy tạo tín hiệu âm tần dùng để cung cấp tín hiệu chuẩn, không nhiễu để đo thử hiệu suất và đo các thông số của mạch khuếch đại âm tần (như hệ số khuếch đại, độ rộng băng tần cũng như độ méo dạng).

- Trình tự các bước thực hiện phép đo như sau:

1. Nối máy tạo tín hiệu âm tần với bộ khuếch đại. Mắc đồng hồ đo mức công suất âm tần tại đầu ra của bộ khuếch đại.

2. Điều chỉnh tần số của máy tạo tín hiệu ở mức 1000Hz, và điều chỉnh độ suy giảm của tín hiệu ra của máy tạo sóng ở mức mà bộ khuếch đại có thể cho tín hiệu ra không méo. Ghi nhận mức chỉ thị độ suy giảm là  $x_1$ , và mức chỉ thị của đồng hồ đo công suất phát ra là  $w_1$

3. Tiếp theo, mắc máy phát tín hiệu trực tiếp với đồng hồ đo công suất song song với bộ khuếch đại cần đo thử. Mức chỉ thị trên đồng hồ có thể giảm. Tăng dần mức công suất phát ra của máy tạo tín hiệu cho đến khi số chỉ thị của đồng hồ đo bằng trở lại trị số  $w_1$ . Ghi nhận số chỉ thị mới của máy phát tín hiệu là  $x_2$ . Tính tỷ số của hai số chỉ thị của máy phát tín hiệu  $x_2 / x_1$ , biểu diễn theo dB, sẽ cho hệ số khuếch đại của mạch khuếch đại.

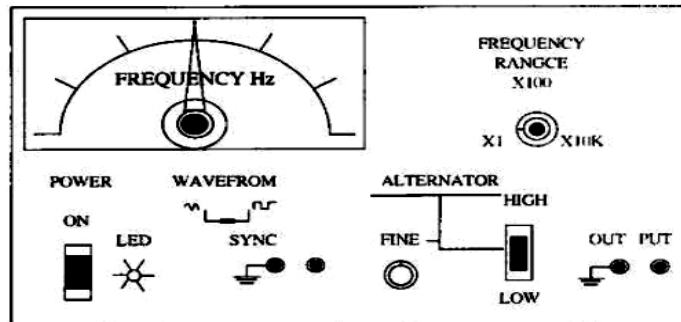
4. Để đo độ rộng băng tần, hệ số khuếch đại của mạch khuếch đại phải được đo tại các tần số khác nhau, từ 20Hz đến 20kHz, và vẽ đặc tuyến giữa tần số (trên trục - x theo thang logarithmic) theo hệ số khuếch đại theo dB (trên trục - y tuyến tính), từ đặc tuyến ta có thể xác định độ rộng băng tần ở mức 3dB.

5. Để đo độ méo, cần phải sử dụng đồng hồ đo độ méo dạng. Đồng hồ đo độ méo dạng sẽ đo độ méo hài tổng tạo ra do mạch khuếch đại đối với tín hiệu cung cấp từ máy tạo tín hiệu. (phải đảm bảo rằng tín hiệu phát ra của máy tạo tín

hiệu không bị méo). Phép đo này cũng sẽ cho biết mức tín hiệu ra âm tần lớn nhất có thể nhận được từ mạch khuếch đại trong giới hạn độ méo cho phép.

- Hướng dẫn sử dụng máy phát sóng âm tần AF hình 10.5

Máy phát sóng là một thiết bị có thể tạo ra tín hiệu cần để thử, điều chỉnh và sửa chữa các mạch. Máy phát sóng cho phép điều chỉnh tần số, biên độ dạng sóng và đặc tính điều biên của tín hiệu để có thể kiểm tra hoạt động của mạch cần thử với các điều kiện khác của tín hiệu, nó có thể kết hợp với các thiết bị đo khác để thử mạch, để kiểm tra như đồng hồ vôn kế, dao động kế,....



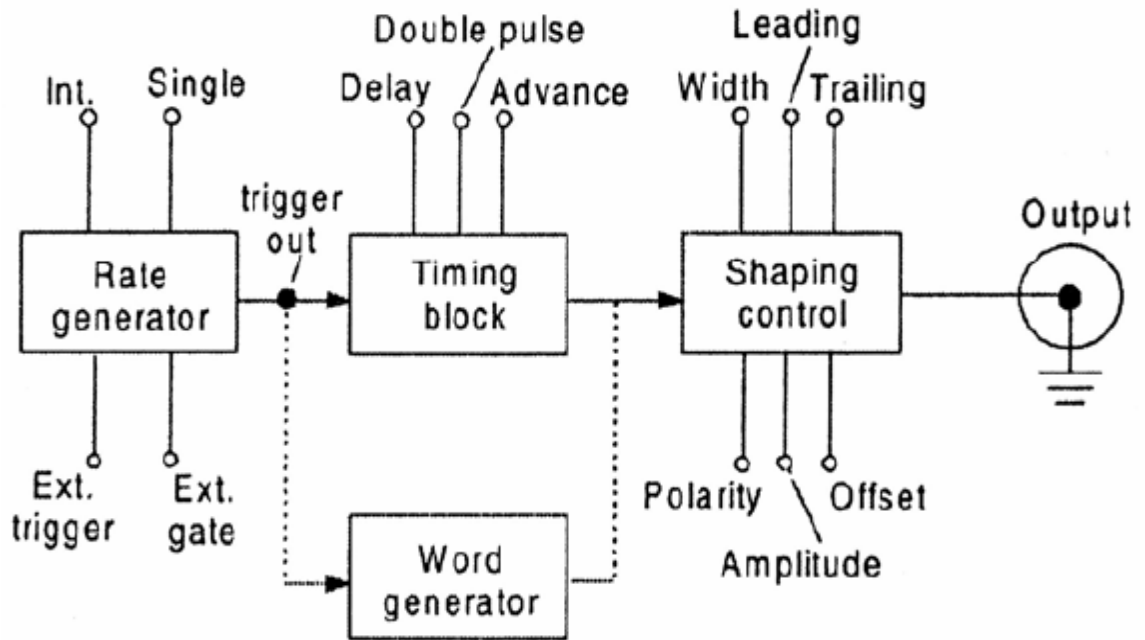
Hình 12.4. Mặt trước của máy phát âm tần

Vị trí núm điều chỉnh	Chức năng
1. Frequency Hz	+ Núm xoay chọn tần số Hz để chọn tần số tín hiệu ngõ ra
2. Freq.Range	+ Công tắc dùng để chọn dải bằng tần số x 1-10-100 Hz x 10 -100 -1kHz x 100 -1kHz – 10kHz x 1 kHz – 10 – 100 kHz x 10 kHz – 100 – 1MHz
3. Power	+ Công tắc nguồn xoay chiều
4. Wave Form	+ Công tắc chọn dạng sóng tín hiệu ngõ ra là sóng sin hay sóng vuông
5.Sync	+ Ngõ vào nối tiếp với tín hiệu đồng bộ tần số ngoài
6. Fine Control	+ Núm điều chỉnh biên độ tín hiệu ra
7. High – Low	+ Công tắc ấn định mức ngõ ra ở mức (Low) ngõ ra bị giảm xuống bằng 1/10 (20dB)
8. output	+ Chỗ kết nối tín hiệu ngõ ra đến tải, tổng trở nguồn xấp xỉ 600Ω
9. Led	+ Đèn LED sáng khi bật công tắc nguồn



## 6.2. Máy phát xung.

### 12.2.1. Sơ đồ khối



Hình 12.5: Sơ đồ khối

### 6.2.2. Hoạt động

Bộ tạo xung Bộ tạo xung gồm mạch dao động cầu Wien được ghép với mạch kích khởi Schmitt. Tần số xung tạo ra của mạch kích khởi Schmitt có thể được điều khiển hoặc bên trong (điều khiển trong - Int. control), hoặc điều khiển bên ngoài (điều khiển ngoài - Ext. control). Xung đơn [Single] sẽ điều khiển các thông số của xung bằng tay. Cổng ngoài [Ext. gate] sẽ tạo ra các cụm xung.

Khối định thời thực hiện các chức năng như sau:

- Làm trễ hay làm sớm pha của xung so với xung kích khởi.
- Mỗi xung sẽ được tạo ra hai xung. Xung thứ nhất sẽ trùng với xung kích khởi, xung thứ hai sẽ thay đổi theo thời gian.

Bộ phát từ số Máy phát xung được sử dụng phổ biến trong các phép đo thử và chẩn đoán hỏng trong các mạch số. Máy phát từ sẽ thay thế khối định thời để tạo ra dữ liệu. Bộ điều khiển dạng xung Bộ điều khiển dạng xung sẽ điều khiển độ rộng xung, chu kỳ chuyển trạng thái (thời gian tăng và thời gian giảm của các cạnh xung), cực tính của xung, biên độ xung và độ dịch xung (từ 0Vdc).

Máy phát xung có trở kháng ra đặc trưng là 50Ω. Máy phát xung sẽ ngăn chặn sự hình thành sóng dừng trên đường truyền.

Máy phát xung loại tốt sẽ tạo ra xung mịn với đỉnh xung ngang và các cạnh đứng. Tuy nhiên, nếu khảo sát hư hỏng, các xung có thể bị suy biến thể hiện preshoot, độ quá mức trên [overshoot], dao động tắt dần [ringing], độ không tuyến tính [non – linearity] và độ suy giảm [droop] hay độ nghiêng [sag]. Các dấu hiệu trên thể hiện ở hình vẽ sau. Các sai hỏng ở xung có thể quan sát bằng máy hiện sóng.

### 6.2.3. Sử dụng

- Đo thử các mạch số bằng cách cung cấp các xung để thử nghiệm các cổng logic.
- Đo độ nhảy và tỷ lệ bit lỗi trong hệ thống thông tin số liệu.
- Máy tạo xung dùng để phát hiện lỗi trên các đường dây điện thoại. Xung sẽ truyền qua đường dây điện thoại ở tốc độ ánh sáng ( $3 \times 10^8$  km/s). Khi gặp đường dây hở mạch, xung sẽ được phản xạ về máy phát. Đo khoảng thời gian trông như trong radar, thì có thể tính được chiều dài của cáp khi bị đứt.
- Các xung từ máy tạo xung có thể được sử dụng để đo thử hệ số khuếch đại và đáp ứng tần số của các bộ khuếch đại. Các xung vuông ngắn sẽ làm giảm sự tiêu tán công suất cho mạch.
- Máy tạo xung cũng có thể được dùng làm tín hiệu điều chế đến các bộ dao động vi ba, radar.
- Thông số thời gian hồi phục ngược của các diode có thể xác định bằng cách sử dụng các xung từ máy tạo xung.

Bài tập thực hành máy phát xung

## SỬ DỤNG OSC VÀ MÔ HÌNH THỰC HÀNH KỸ THUẬT XUNG

### I. Máy OSC

1. Cấu tạo của OSC

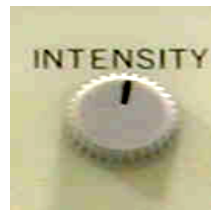
2. Chức năng và cách sử dụng các bộ phận trên OSC

- POWER: Công tắc nguồn. Khi ở vị trí “ON” thì LED sẽ sáng, hình 6.6.



Hình 10.4

- INTENSITY CONTROL: Dùng để thay đổi cường độ sáng của tia. Để tăng độ sáng ta vặn theo chiều kim đồng hồ, hình 6.7.



Hình 10.5

- FOCUS :Điều chỉnh độ hội tụ của tia (điều chỉnh độ sắc nét), hình 6.8.



Hình 10.6

- TRIG LEVEL: Dùng để điều chỉnh cho dạng sóng đúng yên và định điểm bắt đầu của dạng sóng, hình 10.7.



Hình 10.7

- TRIGGERING COUPLING, hình 10.8: Dùng để lựa chọn kiểu lấy trigger (triggermode).

AUTO: Ở chức năng này, tín hiệu quét được phát ra khi không có tín hiệu trigger thích hợp; tự động chuyển về vận hành quét trigger (triggered sweep) khi có tín hiệu trigger thích hợp.

NORM: Ở chức năng này, tín hiệu quét chỉ được phát ra khi có tín hiệu trigger thích hợp.

TV-V: Dải tần trigger trong khoảng DC- 1KHz.

TV-H: Dải tần trigger trong khoảng 1KHz- 100KHz.



Hình 10.8

- TRIGGER SOURCE, hình 6.11: Dùng để lựa chọn nguồn lấy trigger.

CH 1: Tín hiệu của kênh CH1 trở thành nguồn trigger bất chấp vị trí của VERTICAL MODE.

CH 2: Tín hiệu của kênh CH2 trở thành nguồn trigger.

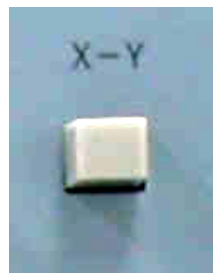
LINE: Tín hiệu AC line được dùng như là nguồn lấy trigger.

EXT: Tín hiệu Trigger được lấy từ đầu nối EXT TRIG.



Hình 10.9

- MAIN, MIX, AND DELAY, hình 10.11



Hình 10.11

- POSITION (PULL x 10), hình 6.09: Dùng để điều chỉnh vị trí của tia sáng theo chiều ngang. Khi kéo ra dùng để nhân trục thời gian lên 10 lần.



Hình 10.12

- VARIABLE, hình 10.13: Dùng thay đổi tỉ lệ quét một cách liên tục.



Hình 10.13

- TIME / DIV, hình 10.14: Dùng để chọn tỉ lệ trên trục thời gian.



Hình 10.14

- POSITION, hình 10.15: Điều chỉnh vị trí của tia sáng theo chiều dọc. Khi kéo ra sẽ làm đảo pha tín hiệu ngõ vào.



Hình 10.15

- VOLTS / DIV, hình 10.16: Dùng để chọn tỉ lệ theo chiều điện áp.



Hình 10.16

- AC-GND-DC, hình 10.17

Khi để ở vị trí AC chỉ cho thành phần AC của tín hiệu vào máy.

Khi để ở vị trí GND không cho tín hiệu vào máy.

Khi để ở vị trí DC cho cả thành phần AC và DC của tín hiệu vào máy.



Hình 10.17

- INPUT: Ngõ vào của tín hiệu cần đo, hình 10.18



Hình 10.18

- VERT MODE, hình 10.19

Khi ở vị trí CH1: Chỉ đo một kênh CH1.

Khi ở vị trí CH2: Chỉ đo một kênh CH2.

Khi ở vị trí DUAL: Đo đồng thời hai kênh.

Khi ở vị trí ADD: Tín hiệu ngõ ra là tổng của hai tín hiệu ở kênh CH1 và kênh CH2.



Hình 10.19

- EXT TRIG, hình 10.20



Hình 10.20

- CAL, hình 10.21 Dùng để lấy tín hiệu chuẩn trước khi đo



Hình 10.21

3. Trước khi sử dụng máy hiện sóng

Đặt POWER ở vị trí “OFF”.

Đặt INTENSITY, FOCUS ở vị trí giữa.

Đặt VERT MODE ở vị trí CH1.

Núm Amplitude VAR của CH1 và CH2 ở vị trí CAL.

Điều chỉnh CH1 – position, CH2 – position và POS (Time) ở vị trí giữa.

Đặt AC - GND - DC tại vị trí GND.

VOLT/DIV: 50 mV/DIV.

TIME/DIV: 0.5 mS/DIV.

Sweep VAR chỉnh ở vị trí CAL.

COUPLING để ở vị trí AUTO.

SOURCE đặt ở CH1.

Chỉnh TRIG LEVEL tới vị trí "+".

+ Bật công tắc nguồn.

+ Nếu không thấy tia sáng thì nhấn nút BEAM FIND.

+ Điều chỉnh CH1 POS và HORIZONTAL POS để tia sáng nằm ở giữa màn hình. Điều chỉnh độ sáng và độ sắc nét của tia sáng.

## II. Mô Hình Thực Hành Kỹ Thuật Xung

- Mục tiêu: Xác định được các nguồn cung cấp cho các mạch, đo được các thông số của các tín hiệu xung, biên độ ngõ ra của mạch.

### 1. Giới Thiệu

Nguồn +12V, -12V, dòng 3A, có bảo vệ quá dòng

Nguồn 5V, dòng 2A, có bảo vệ quá dòng

Nguồn dương 0 → 30V, nguồn âm 0 → -30V, dòng 1.5A có bảo vệ quá dòng (mass riêng)

Nguồn tín hiệu có công tắc xoay để chọn các loại tín hiệu gồm tín hiệu sin, tín hiệu tam giác, xung vuông đơn cực và xung vuông lưỡng cực, có:

+ Biên độ 0..10V

+ Tần số 1Hz..50KHz

Các nguồn có led hiển thị báo có nguồn và báo quá dòng.

Các nguồn +12V,+5V và nguồn tín hiệu được nối chung mass, nên chúng có ký hiệu mass giống nhau.

Các nguồn DC thay đổi được từ 0 tới +30V được nối chung mass, nên chúng có ký hiệu mass giống nhau.

Các nguồn DC và nguồn tín hiệu đều được đưa lên Test Board.

### 2. Cách sử dụng

Dùng VOM và OSC để đo thử và kiểm tra các nguồn trên mô hình.

Ráp thử một mạch ứng dụng trên testboard.

### 3. Thực Hành

1. Xác định hình dạng, biên độ, tần số của tín hiệu



Đọc biên độ:

$$\text{Biên độ (V)} = \text{Biên độ (ô)} \times \text{Volts / div (V/ô)}$$

Đọc Chu kỳ:

$$\text{Chu kỳ (s)} = \text{Chu kỳ (ô)} \times \text{Time / div (s / ô)}$$

Mỗi lần đo, điều chỉnh núm chỉnh biên độ, núm chỉnh tần số, núm chỉnh dạng điện áp ở vị trí bất kỳ rồi điền vào bảng sau:

Lần đo	Điện áp			Chu kỳ			Tần số (Hz)	Dạng sóng
	Biên độ (ô)	Giai đo (V/ô)	Biên độ (V)	Chu kỳ (ô)	Giai đo (s/ô)	Chu kỳ (s)		

2. Chỉnh một nguồn sao cho có hình dạng, biên độ theo yêu cầu

Ví dụ: Điều chỉnh một nguồn xoay chiều hình Sin có biên độ 10V, tần số 1KHz.

Các bước thực hiện:

- Bước 1: Điều chỉnh núm chọn dạng sóng theo yêu cầu.

- Bước 2: Điều chỉnh biên độ.

Chọn giai đo thích hợp.

Chỉnh núm chỉnh biên độ trên mô hình sao cho:

$$\text{Độ cao của biên độ (ô)} = \text{Biên độ cần có (V)} \times \text{Giai đo (V/ô)}$$

- Bước 3: Điều chỉnh tần số.

$$\text{Tính chu kỳ cần có: } T=1/f$$

Chọn giai đo thích hợp.

Chỉnh núm chỉnh tần số trên mô hình sao cho:

$$\text{Chiều dài của chu kỳ (ô)} = \text{Chu kỳ cần có (s)} \times \text{Giai đo (s/ô)}$$

Bài tập áp dụng:

- Điều chỉnh một xung vuông đơn cực có biên độ 2V, tần số 500Hz.
- Điều chỉnh một xung vuông lưỡng cực có biên độ 3V, tần số 5KHz.
- Điều chỉnh một xung tam giác có biên độ 7V, tần số 3KHz.
- Điều chỉnh một sóng sin có biên độ 9V, tần số 10KHz.

## Bài 7

### Đo lường bằng máy hiện sóng

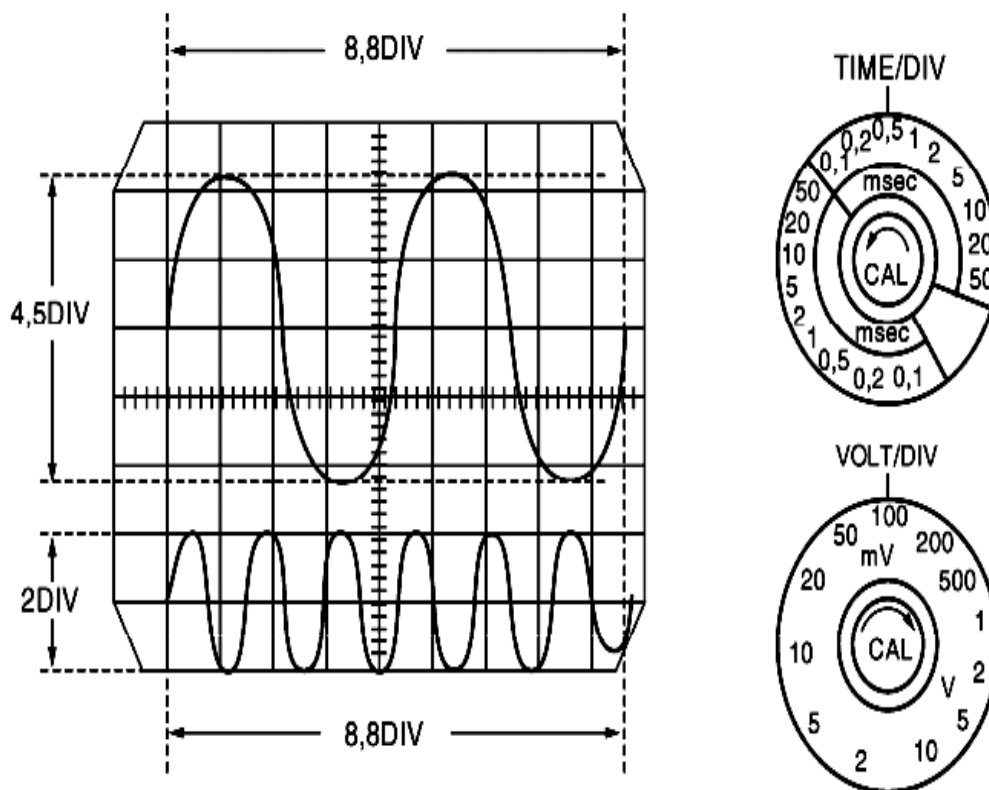
#### Mục tiêu:

- Trình bày được các phương pháp sử dụng máy hiện sóng để đọc, đo các thông số kỹ thuật của mạch điện.
- Đọc được giá trị biên độ, giá trị đỉnh khi Đo lường AC
- Đọc được giá trị thời gian và tần số khi đo
- Rèn luyện tính cẩn thận, tư duy và an toàn vệ sinh công nghiệp

#### 7.1 Đo lường AC.

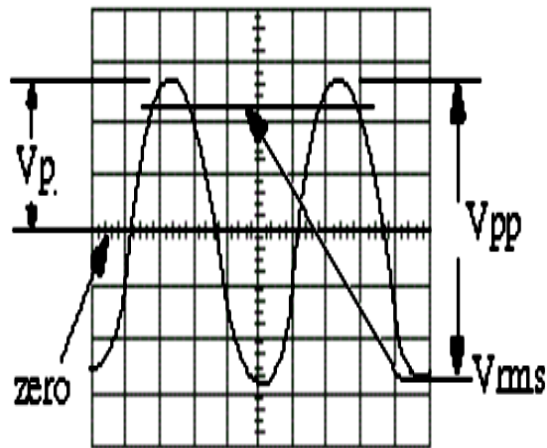
##### 7.1.1 Đọc giá trị đỉnh – đỉnh

Biên độ đỉnh – đỉnh của một dạng sóng (hình 7.5) có thể đo được dễ dàng nhờ xuất hiện trên màn hình thông qua kích thước của đồ thị trên màn hình. Trên hình 7.5 minh họa 2 sóng sin với biên độ và chu kỳ khác nhau trên cùng một màn hình. Vị trí các núm điều khiển thang độ VOLT/DIV cũng như núm chọn thời gian TIME/DIV như chỉ ra trên hình vẽ 7.5.



Hình 7.1: Đo biên độ đỉnh – đỉnh và chu kỳ của sóng sin

Việc tính giá trị điện áp của tín hiệu được thực hiện bằng cách đếm số ô trên màn hình và nhân với giá trị VOLTS/DIV



Hình 7.2: Giá trị đỉnh – đỉnh của tín hiệu

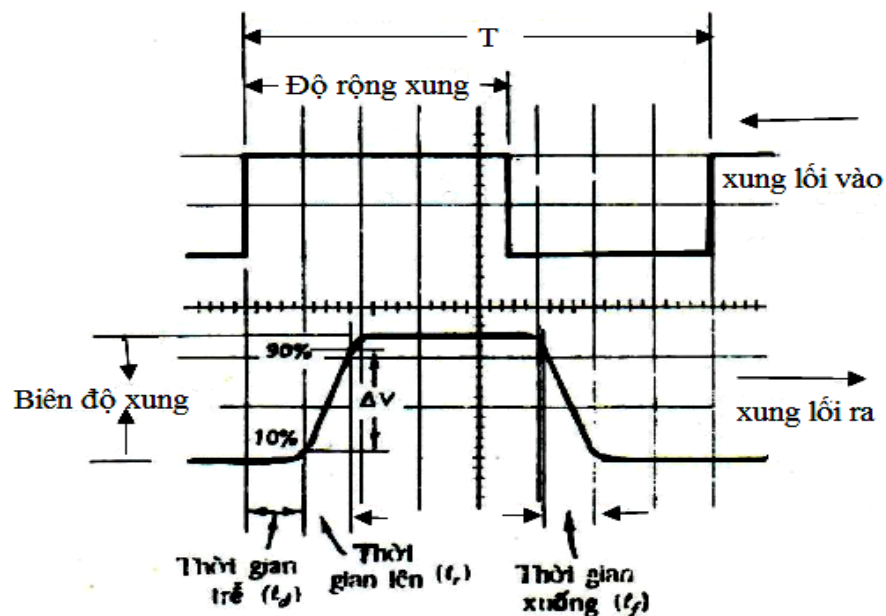
Ví dụ: VOLTS/DIV chỉ 1V thì tín hiệu cho ở hình 11.2 có:

$$V_p = 2,7\hat{o} \times 1V = 2,7V$$

$$V_{pp} = 5,4\hat{o} \times 1V = 5,4V$$

$$V_{rms} = 0,707V_p = 1,98V.$$

Ngoài ra, với tín hiệu xung người ta còn sử dụng máy hiện sóng để xác định thời gian tăng sườn xung (rise time), giảm sườn xung (fall time) và độ rộng xung (pulse width) với cách tính như hình ( H.7.7)



Hình 7.3: Giá trị biên độ của xung tín hiệu

### 7.1.2. Đọc giá trị biên độ

Sau khi đưa tín hiệu vào tạo được hình sóng có biên độ lớn, ổn định. Điều chỉnh lại núm khuếch đại – núm “ Cal ” ở chính giữa công tắc VOLTS/DIV để

chuẩn lại giá trị vạch đứng. Sau đó điều chỉnh lại núm chỉnh lệch hướng đứng vị trí để tính được chiều cao của tín hiệu.

Ví dụ : khoảng cách giữa hai đỉnh âm và dương bằng a vạch. Giá trị mỗi vạch căn cứ theo vị trí công tắc VOLTS/DIV bằng bV thì giá trị biên độ điện áp là:

$$U_{dd} = \frac{a.b}{2} V \quad \text{Ví dụ: Như ở hình 9.1: biên độ đỉnh của các tín hiệu:}$$

$$A: V_A = 450mV \text{ (p-p)}$$

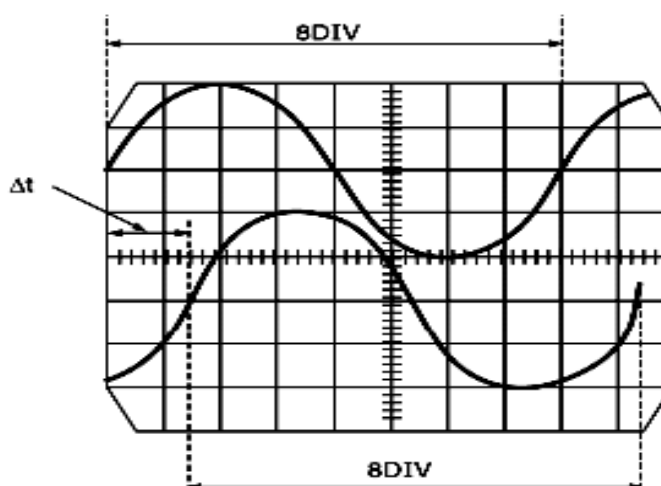
$$B: V_B = 200mV \text{ (p-p)}$$

*Đo chu kỳ:* Phụ thuộc vào nút chu kỳ của tín hiệu quét răng cưa (đơn vị  $\mu\text{sec} / \text{DIV}$ ). Ta thấy sóng A có biên độ 4,6 vạch chia, còn sóng B tương ứng với 2 vạch chia. Như vậy, theo vị trí của thang độ trên núm điều khiển VOLT/DIV là 100 mV ta có biên độ đỉnh – đỉnh của các điện áp sẽ là:

$$\text{- Sóng A: } V_{App} = 4,5 \text{ vạch} \times 100 \text{ mV} = 450 \text{ mV}$$

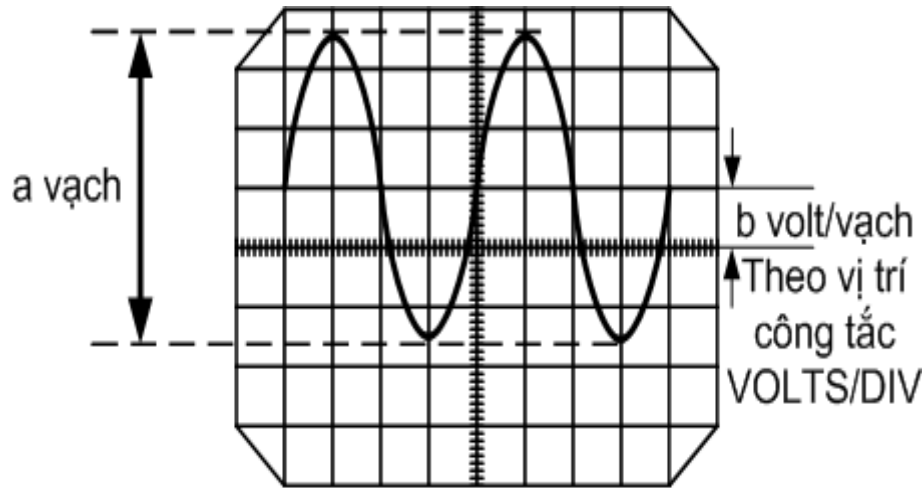
$$\text{- Sóng B: } V_{Bpp} = 2 \text{ vạch} \times 100 \text{ mV} = 200 \text{ mV.}$$

Hiệu số pha của hai sóng hình sin  $\Delta\phi$  được đo bằng phương pháp minh họa trong hình 7.8. Mỗi sóng có một chu kỳ ứng với 8 vạch ngang và thời gian giữa các thời điểm bắt đầu mỗi chu trình là 1,4 vạch. Ta có 1 chu trình =  $360^\circ$ , như vậy, giá trị của mỗi vạch chia là: 1 vạch chia =  $360^\circ/8 = 45^\circ$ . Hiệu số pha của 2 điện áp sẽ là:  $\Delta\phi = 1,4 \text{ vạch} \times 45^\circ/\text{vạch} = 63^\circ$ .



Hình 7.4: Đo hiệu số pha giữa 2 sóng sin

### 7.1.3. Quan sát và đánh giá dạng sóng



Màn ảnh máy hiện sóng

## 7.2. Đo thời gian và tần số

### 7.2.1. Đo thời gian

Sau khi tạo được hình sóng ổn định chuyển công tắc TIME/ DIV (độ tổng 1 vạch) về vị trí để cho một chu kỳ hay hai chu kỳ tín hiệu chiếm khoảng rộng nhất trên màn hình. Sau đó đếm số điểm sáng để kiểm tra lại giá trị 1 vạch ngang nếu không tương ứng với số điểm sáng chỉnh lại núm “CAL” ở giữa công tắc TIME/DIV. Đếm số vạch ngang ở 1 hay 2 chu kỳ từ đó tính ra độ rộng của một chu kỳ.

### 7.2.2 Tần số

Đưa tín hiệu cần đo tần số vào cửa Y. Thay đổi bằng sóng và điều chỉnh tần số chuẩn  $f_{ch}$ . Khi  $f_{ch} = f_x$  trên màn ảnh máy hiện sóng sẽ xuất hiện một hình elíp đứng giữa (do tần số 2 nguồn không ổn định lý tưởng)

## CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

### I. THIẾT LẬP CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CHO MÁY HIỆN SÓNG

- Nội dung.

Nguồn cung cấp, Điều chỉnh độ sáng và độ hội tụ của ảnh

Điều chỉnh dịch ảnh ngang và dọc của ảnh

Đặt chế độ đo 1 và 2 kênh tín hiệu.

Kết nối đồng bộ tín hiệu trong mạch với máy đo

- Các bước vận hành máy.

TT	Nội dung công việc	Biểu hiện của máy
1	Kiểm tra chế độ nguồn 115/220V Cấp nguồn cho máy. Ấn nút Power ở chế độ On	Máy chạy bình thường khi: Đèn báo nguồn sáng Trên màn có 1 vệt sáng
2	Kiểm tra độ sáng của vệt sáng trên màn hình. Vệt sáng có biểu hiện hơi tối và quá sáng thì ta điều chỉnh núm INTEN	Vệt sáng ở mức độ vừa phải là được. - Nếu sáng quá sẽ làm giảm tuổi thọ của màn hình. - Nếu tối quá sẽ khó quan sát
3	Kiểm tra độ hội tụ của vệt sáng trên màn hình. Vệt sáng có biểu hiện mờ không rõ nét thì ta điều chỉnh núm FOCUS.	Vệt sáng có biểu hiện rõ nét có dạng nhỏ và mảnh
4	Khi cần đo 2 tín hiệu cùng một lúc, để các tín hiệu không chồng lên nhau ta dùng các núm chỉnh POSITION Y.	- Khi điều chỉnh ảnh của từng kênh đo sẽ di chuyển lên trên hoặc xuống dưới tùy theo chiều ta điều chỉnh núm POSITION  - Hai tín hiệu tách rời nhau một ở phía trên, một ở phía dưới của màn hình.
5	Khi cần so sánh pha của 2 tín hiệu ta dùng núm chỉnh POSITION X. Dịch ngang ảnh.	Khi điều chỉnh ảnh của cả 2 kênh đo sẽ di chuyển sang phải hoặc sang trái tùy theo chiều ta điều chỉnh núm POSITION
6	Chọn chế độ hiển thị ảnh của các kênh đo ta dùng chuyển mạch (6) MODE (CH1, CH2, DUAL, ADD)	Khi chọn CH1 chỉ có tín hiệu của CH1 Khi chọn CH2 chỉ có tín hiệu của CH2 Khi chọn DUAL cả 2 tín hiệu CH1 và CH2 cùng xuất hiện. Khi chọn ADD tín hiệu CH1 và CH2 được cộng lại thành 1 tín hiệu chung.

- Thực hành trên máy hiện sóng

Điều chỉnh độ sáng và độ hội tụ của ảnh

Điều chỉnh dịch ảnh ngang và dọc của ảnh

Đặt chế độ đo 1 và 2 kênh tín hiệu.

## II. ĐIỀU CHỈNH BIÊN ĐỘ VÀ THỜI GIAN TRÊN MÀN HIỂN THỊ

- Mục tiêu;

Thiết lập chế độ hiển thị biên độ của tín hiệu ở mức lớn nhất để quan sát.

Thiết lập thời gian để tín hiệu có độ ổn định tốt nhất không bị di động

- Công việc.

TT	Nội dung công việc	Chú ý
1	Lấy tín hiệu chuẩn (17) PROBE	Tín hiệu này có dạng xung vuông, giá trị 5Vp-p
2	Thay đổi biên độ của tín hiệu hiển thị. Nút VOLTS/DIV	- Nút này luôn để ở vị trí mà giá trị lớn nhất. - Điều chỉnh nút nhỏ nằm bên trên về vị trí CAL
3	Thay đổi thời gian ứng với 1 ô trên màn hiển thị. Nút TIME/DIV	- Khi muốn đọc giá trị chu kỳ của tín hiệu phải để nút 13 về vị trí CAL. Nếu không sẽ không chính xác.

- Bài tập ứng dụng.

+ Nội dung:

Điều chỉnh để máy phát tạo ra các tần số 5kHz

Tín hiệu tạo ra là 2V (Giá trị hiệu dụng).

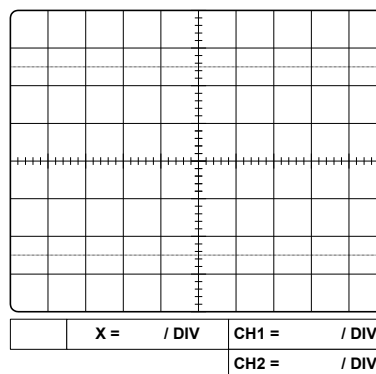
+ Yêu cầu

Sử dụng máy hiện sóng để kiểm tra tín hiệu của máy phát

Vẽ dạng tín hiệu được tạo ra.

Biên độ cực đại  $U_m = \dots\dots\dots$

Tần số của tín hiệu  $f = \dots\dots\dots$



Phản thực hành



Mục đích yêu cầu

*Tạo các kỹ năng sử dụng máy dao động ký đúng phương pháp, an toàn khi sử dụng, trình tự vận hành*

Các thiết bị sử dụng

- Dao động ký; Nguồn phát sóng âm tần; Đồng hồ VOM, Dây đo dao động ký (2 dây), Dây tín hiệu máy phát sóng.

Các bước thực hành

### BÀI 1: TÌM HIỂU DAO ĐỘNG KÝ

1. Kiểm tra chức năng INTENSITY. Khi thay đổi nút này thì màn hình hiển thị như thế nào ? Giải thích ? So sánh với lý thuyết.

.....  
.....  
.....  
.....

2. kiểm tra chức năng phím FOCUS. Khi thay đổi nút này màn hình hiển thị thay đổi như thế nào? Giải thích ? So sánh với lý thuyết.

.....  
.....  
.....  
.....

3. Tạo tín hiệu ghép AC + DC từ máy phát sóng: AC sóng sin tần số 50Hz, DC 10v và quan sát để phân biệt hai chế độ ghép AC, DC ( sử dụng nút OFFSET của máy hiện sóng). Ở chế độ AC, sẽ quan sát được tín hiệu nào? Ở chế độ DC sẽ quan sát được tín hiệu nào? Vẽ tín hiệu quan sát được

.....  
.....  
.....  
.....

4. Sử dụng kết hợp chế độ bắt tín hiệu Trigger và giữ tín hiệu Hold để đồng bộ một tín hiệu sóng vuông tuần hoàn từ máy phát sóng có tần số 20KHz. Nhận xét:

.....  
.....  
.....  
.....

### 5. Đo biên độ tín hiệu

- xác định đường GND

- cho tín hiệu sin 50Hz từ máy phát sóng. Xác định biên độ tín hiệu hiển thị trên dao động ký. Thay đổi biên độ tín hiệu trên máy phát sóng )v đến 10v. Kiểm tra và so sánh giá trị hiển thị trênVOM. Nhận xét:

.....  
.....  
.....  
.....

- Thay đổi nút chỉnh VOL/DIV. Quan sát tín hiệu trên dao động ký. Tín hiệu thay đổi như thế nào. Xác định biên độ tín hiệu hiển thị trên dao động ký cho mỗi trường hợp. biên độ tín hiệu có thay đổi giá trị VOL/DIV không?

.....  
.....  
.....  
.....

- Thay đổi vị trí x1,x10 trên que đo. Quan sát tín hiệu trên dao động ký. tín hiệu thay đổi như thế nào ? xác định biên độ tín hiệu hiển thị trên dao động ký cho mỗi trường hợp. biên độ tín hiệu có thay đổi khi thay đổi x1, x10 không ? vẽ dạng sóng quan sát được trong 2 trường hợp.

.....  
.....  
.....  
.....

### 6. đo chu kỳ, tần số tín hiệu

- Cho tín hiệu hình sin từ máy phát sóng có tần số 50 Hz, biên độ 5v<sub>p</sub>. xác định tần số,, chu kỳ tín hiệu hiển thị trên dao động ký. Kiểm tra và so sánh giá trị tạo ra trên amy1 phát sóng. Nhận xét.

.....  
.....  
.....  
.....

- Thay đổi nút chỉnh TIME/DIV. Quan sát tín hiệu trên dao động ký. Tín hiệu thay đổi như thế nào?. Xác định chu kỳ, tần số tín hiệu hiển thị trên dao

động ký cho mỗi trường hợp. Chu kỳ, tần số của tín hiệu có thay đổi khi thay đổi giá trị TIME/DIV không?.

.....  
.....  
.....  
.....

- Thay đổi vị trí x1, x10 trên que đo. Quan sát tín hiệu trên dao động ký Tín hiệu thay đổi như thế nào?. Xác định chu kỳ, tần số tín hiệu hiển thị trên dao động ký cho mỗi trường hợp. Chu kỳ, tần số của tín hiệu có thay đổi khi thay đổi vị trí x1, x10 trên que đo?

.....  
.....  
.....  
.....

## BÀI 2: TÌM HIỂU MÁY PHÁT SÓNG

- Quan sát máy phát sóng. Ghi lại các nút có trên máy phát sóng. Chức năng của từng nút.

- Các dây nối vào OUTPUT, bật POWER.

1. Thay đổi dạng sóng tín hiệu. Thay đổi tuần tự các phím trong FUNCTION, quan sát dạng sóng trên dao động ký, vẽ dạng sóng.

.....  
.....  
.....  
.....

2. Thay đổi dạng sóng tín hiệu.

- Tạo sóng sin tần số 50hz. Quan sát tín hiệu trên dao động ký và vẽ dạng sóng quan sát được.

.....  
.....  
.....  
.....

- Thay đổi nút AMPLITUDE trên máy phát sóng đồng thời quan sát tín hiệu trên dao động ký, biên độ của tín hiệu có thay đổi không? Tần số của tín hiệu có thay đổi không?

.....  
.....  
.....  
.....  
Khi thay đổi nút AMPLITUDE, biên độ của tín hiệu thay đổi từ bao nhiêu đến bao nhiêu?

.....  
.....  
.....  
.....  
- Nhấn phím -30dB biên độ của tín hiệu thay đổi không? Tần số của tín hiệu có thay đổi không? Độ nhạy bằng bao nhiêu?

.....  
.....  
.....  
.....  
- Reset và thay đổi OFFSET. Quan sát tín hiệu trên dao động ký và vẽ dạng sóng. Nhận xét.

.....  
.....  
.....  
.....  
3. Thay đổi tần số tín hiệu

- Tạo sóng hình sin, chọn nút 1 trên RANGE Hz/GATE TIME.

- Thay đổi nút MAIN trên máy phát sóng đồng thời quan sát tín hiệu trên dao động ký, biên độ của tín hiệu có thay đổi không? Tần số của tín hiệu có thay đổi không?

.....  
.....  
.....  
.....  
- Khi thay đổi MAIN, biên độ/ tần số của tín hiệu thay đổi từ bao nhiêu đến bao nhiêu?

.....  
.....  
- Khi thay đổi FINE, biên độ/ tần số của tín hiệu thay đổi từ bao nhiêu đến bao nhiêu?

.....  
.....  
.....  
.....  
- Thay đổi các nút trên RANGE Hz/ GATE TIME. Quan sát tín hiệu trên dao động ký. Biên độ của tín hiệu có thay đổi không? Tần số của tín hiệu có thay đổi không? Thay đổi như thế nào?

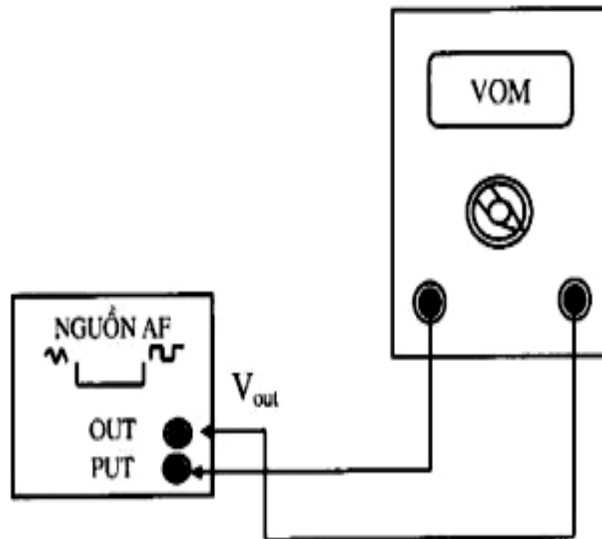
4. Thay đổi chu kỳ làm việc (Duty cycle)

- Tạo sóng vuông, chọn nút 100Hz trên RANGE Hz/ GATE TIME.
- Nhấn nút RAMP/PULSE vào trong, quan sát tỷ lệ chu kỳ làm việc với chu kỳ của tín hiệu quan sát được. Vẽ dạng sóng.

.....  
.....  
.....  
.....  
- Kéo nút RAMP/PULSE ra ngoài, điều chỉnh và quan sát tỷ lệ chu kỳ làm việc với chu kỳ của tín hiệu quan sát được. Tỷ lệ này thay đổi trong phạm vi từ đâu đến đâu?

Bài 3: KHẢO SÁT MẠCH BẰNG DAO ĐỘNG KÝ

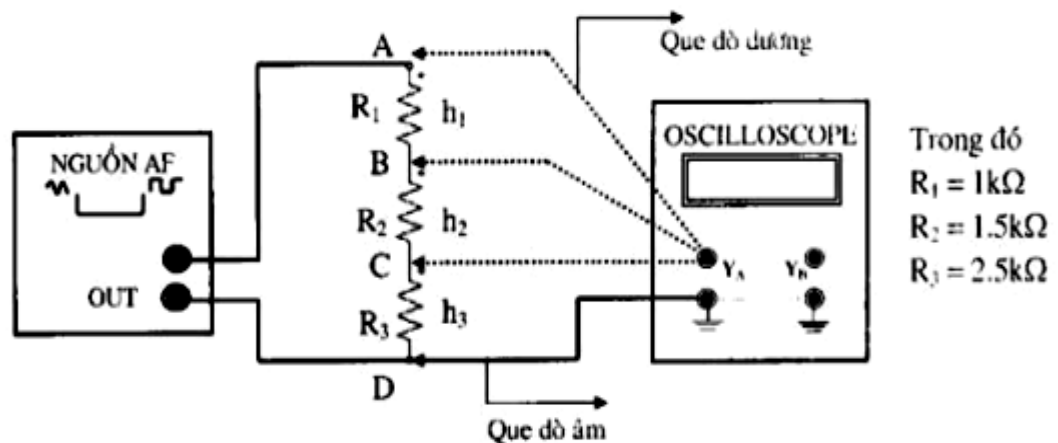
1. khảo sát mạch phân thế điện trở bằng dao động ký



Các thiết bị ở trạng thái sẵn sàng, mắc mạch như hình 7.1.

Từ ngõ ra [ OUT – PUT] của bộ nguồn [ AF] lấy một tín hiệu hình sin có giá trị là 2v ngõ ra ( xác định 2v bằng VOM), ứng với tần số 1kHz

Sau đó đưa tín hiệu này tới cầu phân thế tại 2 điểm [ A] và [D], vào dao động ký



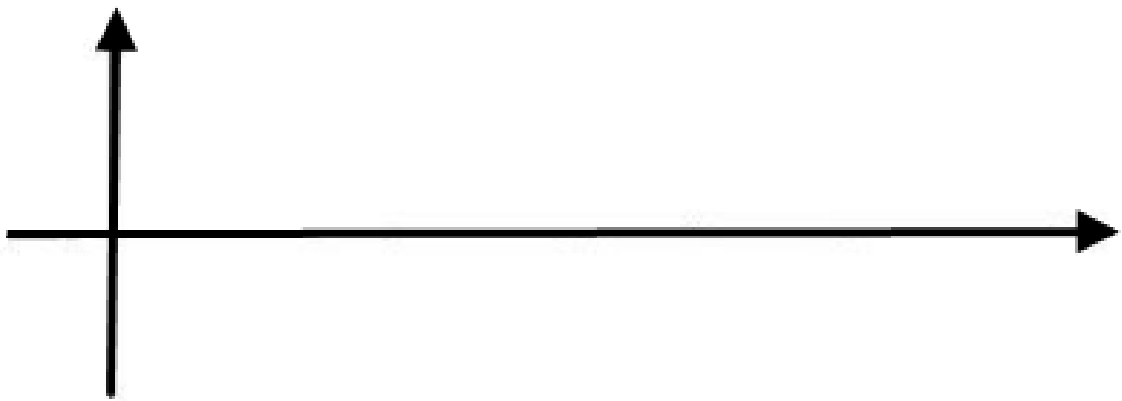
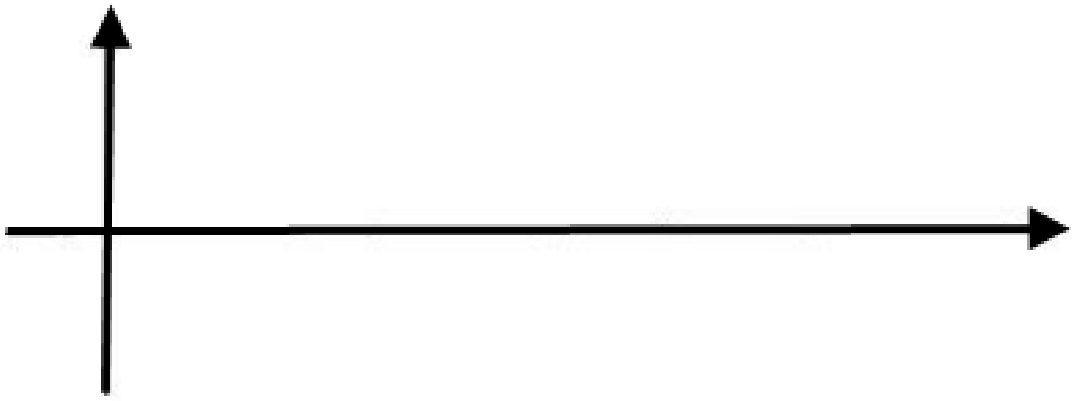
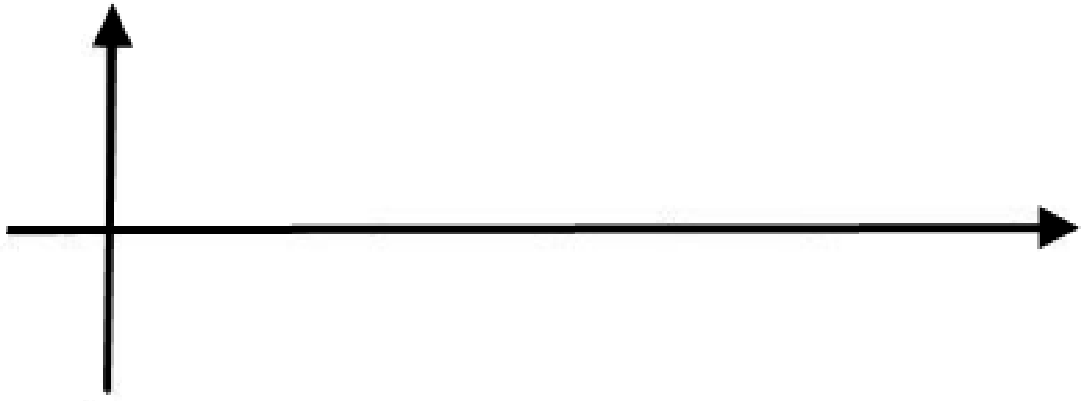
Trước hết que dò dương [ →] của dao động ký nối với các điểm [ A] rồi điều chỉnh các núm xoay: [VOLTS/DIV], [TIME/DIV], [POSITION ⇕ ⇔ ], [TRIGGER LEVER], để có một sóng đứng im, biên độ [h] khoảng [4→6] ô hình, rồi giữ nguyên, không điều chỉnh dao động ký nữa.

Tiếp theo đặc que dò dương [→] lần lượt đến các điểm B,C 9 khi thay đổi vị trí que dò dương B,C thì không thay đổi vị trí các núm điều chỉnh trên dao động ký)

Quan sát và vẽ lại các sóng xuất hiện trên dao động ký

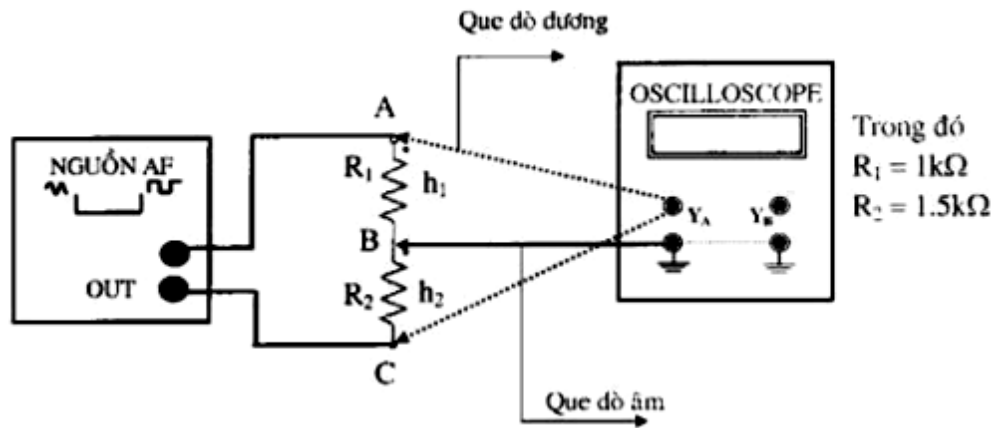
Giải thích các dạng sóng vừa vẽ được.

.....  
.....  
.....  
.....



## 2. Đo điện trở bằng dao động ký

- Từ ngõ ra [ OUT- PUT] của bộ nguồn [ AF] lấy ra một tín hiệu sóng sin có biên độ hiệu dụng là 2v ( xác định 2v bằng Vom ), ứng với tần số 1 kHz như hình



Đặt que dò dương đến điểm [A] và que dò âm đến điểm [B]

Điều chỉnh các núm xoay [VOLTS/DIV], [TIME/DIV], [POSITION], [TRIGGER LEVER], để có một sóng đứng im trên màn hình dao động ký.

Ghi nhận giá trị biên độ  $h_1$  [ô] vào bảng 1 dưới đây.

Giữ nguyên các núm điều chỉnh trên nguồn [AF] và dao động ký

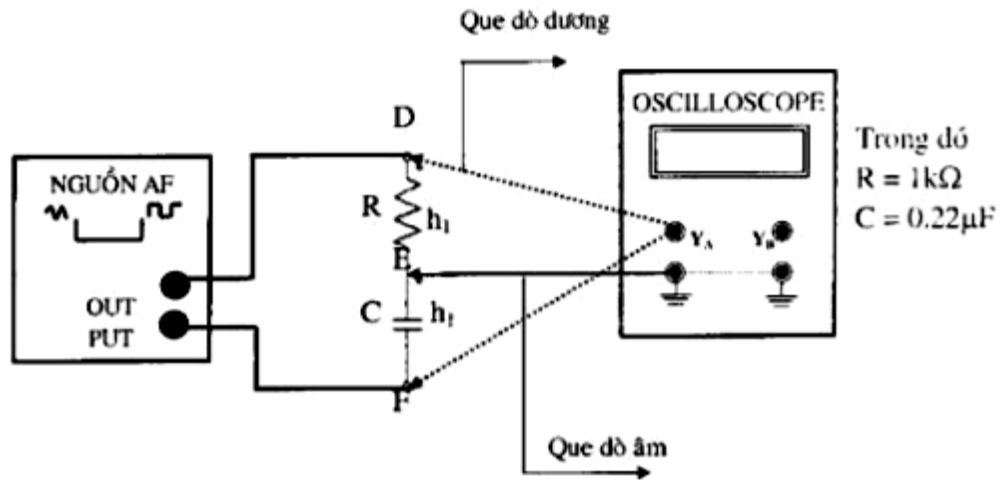
Tiếp theo đặt que dò dương lần lượt đến điểm [C], rồi ghi nhận giá trị  $h_2$  [ô] vào bảng 1. Sau đó thay đổi biên độ sóng sin từ ngõ ra của sóng ( $U_{AC}$ ) [OUTPUT] của nguồn [AF] từ (1.5v đến 3v) rồi lặp lại các bước đo trên. Ghi nhận kết quả của  $h_1$  [ô] và  $h_2$  [ô] vào bảng 1.

$U_{AC}$ (v)	$h_1$ [ô]	$h_2$ [ô]	$R_1 = (h_1 / h_2) \times R_2$ ( $\Omega$ )
1.5			
2			
2.5			
3			

### 3. Đo điện dung bằng dao động ký

- Từ ngõ ra [OUT – PUT] của bộ nguồn [AF] lấy ra một tín hiệu sóng sin có biên độ hiệu dụng là 2v (xác định 2v bằng VOM), ứng với tần số 1kHz như hình 1. Sau đó mắc mạch





Đặt que dò dương đến điểm [D] và que dò âm đến [E]

Điều chỉnh các núm xoay [VOLTS/DIV], [TIME/DIV], [POSITION], [TRIGGER LEVER], để có một sóng đứng im trên màn hình dao động ký.

Ghi nhận giá trị biên độ  $h_1$  [ô] của sóng  $U_{DE}$  vào bảng 2 dưới đây.

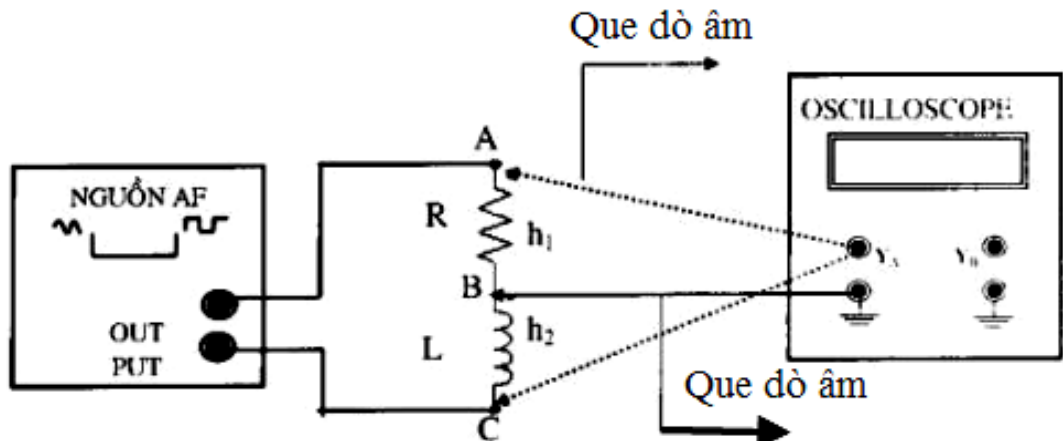
Giữ nguyên các núm điều chỉnh trên nguồn [AF] và dao động ký.

Tiếp theo đặt que dò dương lần lượt đến điểm [F], rồi ghi nhận giá trị  $h_2$  [ô] của sóng  $U_{EF}$  vào bảng 2. Sau đó thay đổi tần số của sóng sin từ nguồn [AF]:  $f$  (1kHz đến 3kHz) và lặp lại các bước đo trên. Ghi nhận kết quả của  $h_1$  và  $h_2$  [ô] vào bảng 2

f (kHz)	$h_1$ [ô]	$h_2$ [ô]	$C = (h_1 / h_2) \times (1/R\Omega) \mu F$
1			
1.5			
2			
2.5			
3			

#### 4. Đo điện cảm bằng dao động ký

- Từ ngõ ra [OUT – PUT] của bộ nguồn [AF] lấy ra một tín hiệu sóng sin có biên độ hiệu dụng là 2v ( xác định 2v bằng VOM), ứng với tần số 1kHz như hình 1. Sau đó mắc mạch như hình 7.5.



- Chọn  $R = 39\Omega$  hoặc  $18\Omega$ ,  $82\Omega$ , đặt que dò dương đến điểm [A] và que dò âm đến điểm [B].

- Điều chỉnh các núm xoay Điều chỉnh các núm xoay [VOLTS/DIV], [TIME/DIV], [POSITION  $\updownarrow$   $\leftarrow$  ] , [TRIGGER LEVER], để có một sóng đứng im trên màn hình dao động ký.

- Ghi nhận giá trị biên độ  $h_1$  [ô] của sóng  $U_{AB}$  vào bảng 3 dưới đây.

- Giữ nguyên các núm điều chỉnh trên nguồn [AF] và dao động ký.

- Tiếp theo đặt que dò dương lần lượt đến điểm [C], rồi ghi nhận giá trị  $h_2$  [ô] của sóng  $U_{AC}$  vào bảng 3. Sau đó thay đổi tần số của sóng sin từ nguồn [AF]:

$f$  ( 1kHz đến 3kHz) và lặp lại các bước đo trên. Ghi nhận kết quả của  $h_1$  và  $h_2$  [ô] vào bảng 3. Với công thức tính  $L$  tự xác định.

$f$ (kHz)	$h_1$ [ô]	$h_2$ [ô]	$L = ?$ ( H)
1			
1.5			
2			
2.5			
3			

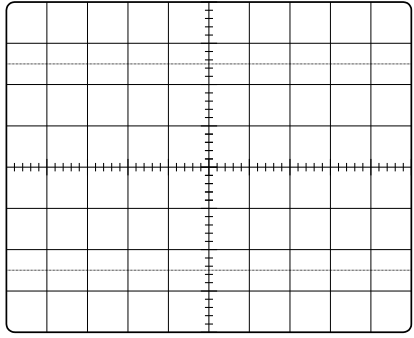
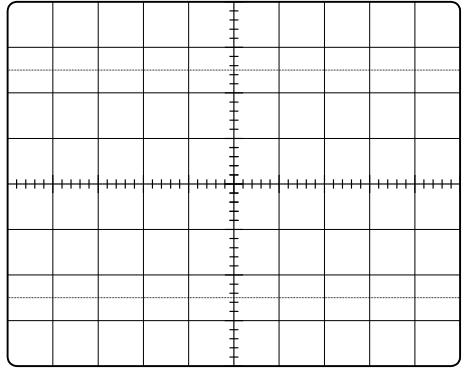
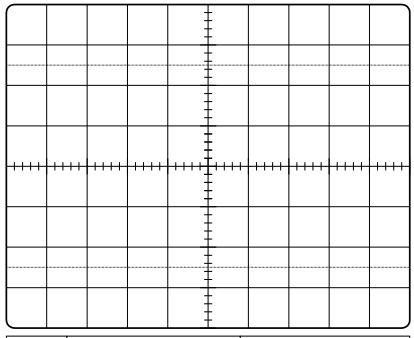
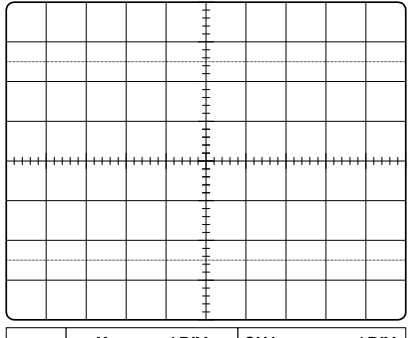
### BÀI TẬP ÁP DỤNG

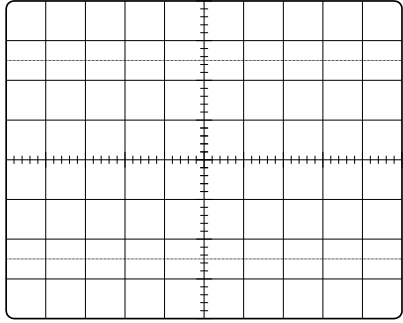
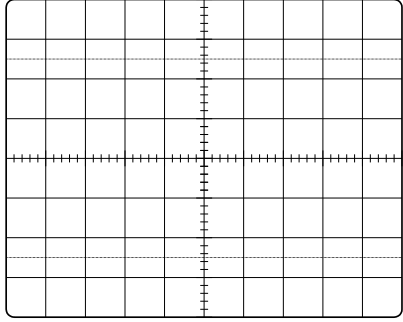
+ Nguồn tín hiệu.

Tín hiệu được tạo ra từ máy phát chức năng.

Giá trị hiệu dụng của tín hiệu được đo bằng đồng hồ vạn năng.

+ Bài tập.

TT	Nội dung	Máy hiện sóng
1	<p>Số liệu cho trước:</p> <p>Tín hiệu hình sin tần số 10KHz</p> <p>Điện áp 3V~</p> <p>Xác định trên máy hiện sóng:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biên độ cực đại của tín hiệu: <math>U_m = \dots\dots\dots</math></li> <li>- Tần số của tín hiệu <math>f = \dots\dots\dots</math></li> </ul>	 <p>X = / DIV    CH1 = / DIV CH2 = / DIV</p>
2	<p>Số liệu cho trước:</p> <p>Tín hiệu hình sin tần số 500KHz</p> <p>Điện áp 3,5V~</p> <p>Xác định trên máy hiện sóng:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biên độ cực đại của tín hiệu: <math>U_m = \dots\dots\dots</math></li> <li>- Tần số của tín hiệu <math>f = \dots\dots\dots</math></li> </ul>	 <p>X = / DIV    CH1 = / DIV CH2 = / DIV</p>
3	<p>Số liệu cho trước:</p> <p>Tín hiệu hình sin tần số 1MHz</p> <p>Điện áp 2V~</p> <p>Xác định trên máy hiện sóng:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biên độ cực đại của tín hiệu: <math>U_m = \dots\dots\dots</math></li> <li>- Tần số của tín hiệu <math>f = \dots\dots\dots</math></li> </ul>	 <p>X = / DIV    CH1 = / DIV CH2 = / DIV</p>
4	<p>Số liệu cho trước:</p> <p>2 tín hiệu hình sin tần số 100kHz</p> <p>Điện áp 4V~</p> <p>Xác định trên máy hiện sóng:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biên độ cực đại của tín hiệu: <math>U_m = \dots\dots\dots</math></li> <li>- Tần số của tín hiệu <math>f = \dots\dots\dots</math></li> </ul>	 <p>X = / DIV    CH1 = / DIV CH2 = / DIV</p>

<p>5</p>	<p>Số liệu cho trước:            2 tín hiệu hình sin cùng tần số 100kHz            Điện áp 4V~            Xác định trên máy hiện sóng:            - Biên độ cực đại của tín hiệu: <math>U_m</math>            =.....            - Tần số của tín hiệu <math>f_1 =</math> .....            - Tần số của tín hiệu <math>f_2 =</math> .....</p>	 <p>X = / DIV    CH1 = / DIV            CH2 = / DIV</p>
<p>6</p>	<p>Số liệu cho trước:            2 tín hiệu hình sin tần số 100kHz và 50kHz            Điện áp 4V~            Xác định trên máy hiện sóng:            - Biên độ cực đại của tín hiệu: <math>U_m</math>            =.....            - Tần số của tín hiệu <math>f_1 =</math> .....            - Tần số của tín hiệu <math>f_2 =</math> .....</p>	 <p>X = / DIV    CH1 = / DIV            CH2 = / DIV</p>

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- a. Nguyễn Ngọc Tân – Ngô Tấn Nhơn – Ngô Văn Kỳ, Kỹ thuật đo, Trường Đại học bách khoa TP. Hồ Chí Minh*
- b. PTS Phan Ngọc Bích – KS Phan Thanh Đức – KS Trần Hữu Thanh, Giáo trình đo lường điện – máy điện – khí cụ điện, Trường Kỹ thuật điện – Công ty điện lực 2 TP. Hồ Chí Minh*
- c. Nguyễn Văn Hòa, Giáo trình đo lường các đại lượng điện và không điện, NXBGD*