

UBND TỈNH LÂM ĐỒNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG ĐÀ LẠT

GIÁO TRÌNH
MÔ ĐUN: ĐO LƯỜNG ĐIỆN
NGÀNH/NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ: Cao đẳng Nghề .

Lâm Đồng, năm 2017.

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

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

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

LỜI GIỚI THIỆU

Để thực hiện biên soạn giáo trình đào tạo nghề Điện công nghiệp ở trình độ Cao Đẳng Nghề và Trung Cấp Nghề, giáo trình Đo Lường Điện là một trong những giáo trình môn học đào tạo chuyên ngành được biên soạn theo nội dung chương trình khung được Bộ Lao động Thương binh Xã hội và Tổng cục Dạy Nghề phê duyệt, Trường Cao Đẳng Nghề Đà Lạt ban hành. Nội dung biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, tích hợp kiến thức và kỹ năng chặt chẽ với nhau, theo trình tự hợp lý và hợp logic.

Khi biên soạn, nhóm biên soạn đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến nội dung chương trình đào tạo và phù hợp với mục tiêu đào tạo, nội dung lý thuyết và thực hành được biên soạn gắn với nhu cầu thực tế trong sản xuất đồng thời có tính thực tiễn cao. Nội dung giáo trình được biên soạn với dung lượng thời gian đào tạo 60 giờ gồm có:

- Bài 1 : Đại cương về đo lường điện : gồm các chương MĐ13-01 và MĐ13-02
Chương MĐ13-01: Đơn vị kích thước và các tiêu chuẩn
Chương MĐ13-02: Đo lường và sai số trong đo lường
- Bài 2 : Các loại cơ cấu đo thông dụng : gồm các chương MĐ13-03
Chương MĐ13-03: Thiết bị cơ điện
- Bài 3 : Đo các đại lượng điện cơ bản : gồm các chương MĐ13-04 và MĐ13-05
Chương MĐ13-04: Đo độ tự cảm và điện dung
Chương MĐ13-05: Đo điện trở
- Bài 4 : Sử dụng các loại máy đo thông dụng : gồm các chương MĐ13-06 và MĐ13-07.

Chương MĐ13-06: Máy phát tín hiệu

Chương MĐ13-07: Đo lường bằng máy hiện sóng

Trong quá trình sử dụng giáo trình, tùy theo yêu cầu cũng như khoa học và công nghệ phát triển có thể điều chỉnh thời gian và bổ sung những kiến thức mới cho phù hợp. Trong giáo trình, chúng tôi có đề ra nội dung thực tập của từng bài để người học củng cố và áp dụng kiến thức phù hợp với kỹ năng.

Tuy nhiên, tùy theo điều kiện cơ sở vật chất và trang thiết bị hàng năm, Trường và Khoa có thể sử dụng linh hoạt cho phù hợp. Mặc dù đã cố gắng tổ chức biên soạn để đáp ứng được mục tiêu đào tạo nhưng không tránh được những khiếm khuyết, rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy, cô giáo và bạn đọc – học viên để nhóm biên soạn sẽ hiệu chỉnh hoàn thiện hơn. Các ý kiến đóng góp xin gửi về Trường Cao đẳng nghề Đà Lạt – Khoa Điện – Điện tử. Chân thành cảm ơn.

Đà Lạt, ngày 05 tháng 07 năm 2017

Tham gia biên soạn

- 1. Chủ biên : Ths. Nguyễn Mạnh Cường.*
- 2. GV : Đặng Lê Lam Sơn.*
- 3. GV Trịnh Hải Thanh Bình.*
- 4. GV Bùi Quang Sơn*

MỤC LỤC

	TRANG
TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN	2
LỜI GIỚI THIỆU	3
MỤC LỤC	4
Chương 1: Đơn vị kích thước và các tiêu chuẩn	9
Các đơn vị cơ hệ SI	9
Các đơn vị điện hệ SI	12
Chương 2: Đo lường và sai số trong đo lường	19
Đo lường	19
Sai số trong đo lường	23
Chương 3: Thiết bị cơ điện	27
Thiết bị đo kiểu nam châm vĩnh cửu với cuộn dây quay	29
Ampe kế đo điện một chiều	33
Vôn kế một chiều	37
VOM/DVOM vạn năng	40
Chương 4: Đo độ tự cảm và điện dung	62
Lý thuyết cầu xoay chiều	63
Cầu điện dung	66
Cầu điện cảm	71
Chương 5: Đo điện trở	77
Phương pháp đo	77
Vôn kế	85
Ampe kế	87
Cầu Wheatstone	92

Chương 6: Các máy phát tín hiệu	98
Máy phát tín hiệu tần số thấp	98
Các máy phát hàm	99
Chương 7: Đo lường bằng máy hiện sóng	105
Khái niệm	105
Đo lường AC	109
Đo thời gian và tần số	114
TÀI LIỆU THAM KHẢO	132

MÔĐUN : ĐO LƯỜNG ĐIỆN

Mã môđul : MĐ 13

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

- *Vị trí*: Môđul được bố trí dạy ngay từ năm đầu khóa học, trước khi học các môn chuyên môn và có thể học song song với môn cơ bản khác như điện tử cơ bản, máy điện, điện kỹ thuật.....

- *Vai trò*: Giáo trình “**Đo lường điện**” nhằm cung cấp cho học sinh những kiến thức cơ bản về phương pháp và kỹ thuật đo lường các đại lượng vật lý.

Môđul Đo lường điện là môđul học đóng vai trò quan trọng trong các môn đào tạo nghề áp dụng trong việc đo lường các thiết bị điện khi cần có những thông số, số liệu để sửa chữa. Môđul học này đòi hỏi người học phải có khả năng tư duy, kiên trì nắm vững được kiến thức đã được học trong các môn học cơ sở để ứng dụng.

- *Ý nghĩa*: Là môđul học bắt buộc, sau khi học xong “**Đo lường điện**” phải biết sử dụng thành thạo các dụng cụ đo và thiết bị đo điện tử quan trọng nhất trong thực nghiệm vật lý. Có được kỹ năng phân tích và thiết kế các mạch đo đơn giản, từ đó có cơ sở để phân tích và thiết kế các mạch đo và các hệ thống đo lường phức tạp. Người học có thể ứng dụng để kiểm tra, đo đạt các thông số, thiết bị trong mạch điện, các tín hiệu của dạng sóng - xung trong mạch và các động cơ điện AC 1 pha, AC 3 pha, động cơ điện một chiều...

- *Tính chất của môđul* : Là môđul kỹ thuật cơ sở.

Mục tiêu của môđul :

Sau khi học xong môđul này học viên có năng lực

1. Về kiến thức:

Đo và sử dụng được các loại dụng cụ đo điện năng để biết các thông số trong lĩnh vực điện cần đo trong trường hợp cụ thể trong thực tế.

2. Về kỹ năng:

- Đo được các thông số và các đại lượng cơ bản của mạch điện.
- Sử dụng được các loại máy đo để kiểm tra, phát hiện hư hỏng của thiết bị/hệ thống điện.
- Xử lý kết quả đo nhanh chóng, chính xác.

Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

- Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.
- Phát huy tính chủ động, sáng tạo và tập trung trong công việc

***- Nội dung chính của môn học:**

STT	Tên chương, mục	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Kiểm tra
1	Bài 1: Đại cương về đo lường điện 1. Khái niệm về đo lường điện 1.1. Khái niệm về đo lường. 1.2. Khái niệm về đo lường điện. 1.3. Các phương pháp đo. 2. Các sai số và tính sai số. 2.1. Khái niệm về sai số. 2.2. Các loại sai số. 2.3. Phương pháp tính sai số. 2.4. Các phương pháp hạn chế sai số	04	1 1	1 1	
2	Bài 2 : Các loại cơ cấu đo thông dụng 2-1. Khái niệm về cơ cấu đo. 2-2. Các loại cơ cấu đo. 2-2.1. Cơ cấu đo từ điện. 2-2.2. Cơ cấu đo điện từ. 2-2.3. Cơ cấu đo điện động. 2-2.4. Cơ cấu đo cảm ứng.	12	1 1 1 1	1 2 2 2	1
3	Bài 3 : Đo các đại lượng điện cơ bản 3-1. Đo các đại lượng U, I. 3-1.1. Đo dòng điện. 3-1.2. Đo điện áp. 3-2. Đo các đại lượng R, L, C. 3-2.1. Đo điện trở. 3-2.2. Đo điện cảm. 3-2.3. Đo điện dung 3-3. Đo các đại lượng tần số, công suất 3-3.1. Đo tần số. 3-3.2. Đo công suất 3-3.3. Đo điện năng.	21	2 2 2 1 1 1 1 2	2 2 1 1 1 1	1
4	Bài 4 : Sử dụng các loại máy đo thông dụng	23			

4-1. Sử dụng VOM, MΩ, TeraΩ.				
4-1.1. Sử dụng VOM.		2	2	
4-1.2. Sử dụng MΩ.		1	1	
		1	1	
4-1.3. Sử dụng TeraΩ.				
4-2. Sử dụng Ampe kìm, OSC.		1	1	
4-2.1. Sử dụng Ampe kìm.		3	3	
4-2.2. Sử dụng Dao động ký (oscilloscope)				
4-3. Sử dụng máy biến áp đo lường.		2	1	
4-3.1. Máy biến điện áp.		2	1	1
4-3.2. Máy biến dòng điện.				
Cộng:	60	30	27	3

- **Bài 1 : Đại cương về đo lường điện** : gồm các chương MĐ13-01 và MĐ13-02

Chương MĐ13-01: Đơn vị kích thước và các tiêu chuẩn

Chương MĐ13-02: Đo lường và sai số trong đo lường

Gồm các nội dung chính như sau :

1. Khái niệm về đo lường điện
 - 1.1. Khái niệm về đo lường.
 - 1.2. Khái niệm về đo lường điện.
 - 1.3. Các phương pháp đo.
2. Các sai số và tính sai số.
 - 2.1. Khái niệm về sai số.
 - 2.2. Các loại sai số.
 - 2.3. Phương pháp tính sai số.
 - 2.4. Các phương pháp hạn chế sai số

CHƯƠNG 1

ĐƠN VỊ KÍCH THƯỚC VÀ CÁC TIÊU CHUẨN

Mã chương: MĐ13-01

Giới thiệu

Đơn vị đo: Là giá trị đơn vị tiêu chuẩn về một đại lượng đo nào đó được quốc tế qui định mà mỗi quốc gia đều phải tuân thủ. Năm 1832, nhà toán học Đức K. Gauss đã chỉ ra rằng, nếu như chọn 3 đơn vị độc lập để đo chiều dài (L), khối lượng (M), thời gian (T) - thì trên cơ sở 3 đại lượng này nhờ các định luật vật lý, có thể thiết lập được đơn vị đo của tất cả các đại lượng vật lý. Tập hợp các đơn vị đo theo nguyên tắc Gauss đã đưa ra hợp thành hệ đơn vị đo.

Trên thế giới các nhà khoa học đã thống nhất đưa ra những đơn vị tiêu chuẩn được gọi là các chuẩn. Đây là một *hệ thống đơn vị đo lường quốc tế* (SI) hợp pháp ở đa số các nước trên thế giới hiện nay.

Ví dụ: Chuẩn “ampe”, “ohm”, “volt”,...

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

Nội dung chính:

1. Các đơn vị cơ hệ SI

- *Mục tiêu: Hiểu được khái niệm của các đơn vị và các tiêu chuẩn cơ trong hệ SI .*

1.1 Các đơn vị cơ bản:

Để cho nhiều nước có thể sử dụng một hệ thống đơn vị duy nhất người ta đã thành lập hệ thống đơn vị quốc tế (SI) năm 1960 đã được thông qua ở hội nghị quốc tế về mẫu và cân. Trong hệ thống đó các đơn vị được xác định như sau:

- Đơn vị chiều dài: met (m)
- Đơn vị khối lượng: kilogam (kg)

- Đơn vị thời gian: giây (s)
- Đơn vị cường độ dòng điện: Ampe (A)
- Đơn vị nhiệt độ: Kelvin ($^{\circ}\text{K}$)
- Đơn vị cường độ sáng: Candela (Cd)
- Đơn vị số lượng vật chất: Mol

1.1.1 Đơn vị đo chiều dài mét (m):

Mét là đơn vị đo khoảng cách, một trong bảy đơn vị cơ bản trong hệ đo lường quốc tế (SI). Định nghĩa gần đây nhất của mét bởi Viện đo lường quốc tế (Bureau International des Poids et Mesures) vào năm 1998 là: *"1 khoảng cách có chiều dài đúng bằng quãng đường đi của 1 tia sáng trong chân không, trong khoảng thời gian 1/299.792.458 giây"*. Trong cách hành văn hàng ngày, nhiều khi một "mét" còn được gọi là một thước.

1.1.2 Đơn vị đo khối lượng (kg):

Kilôgam là đơn vị đo khối lượng, một trong bảy đơn vị cơ bản của hệ đo lường quốc tế (SI), được định nghĩa là *"khối lượng của khối kilôgam chuẩn quốc tế, mẫu chuẩn một kilogramme là một hình ống trụ hợp kim gồm 90% platin và 10% iridi, có đường kính 39 mm, cao 39 mm"* thể hiện ở hình 1.1

Mẫu này được chế tạo vào năm 1879 ở Luân Đôn và hiện được bảo quản, đậy kín bởi một chuông kính, đặt tại Văn phòng Quốc tế về Đo lường, ở vùng Sèvres - Paris.



Hình 1.1

Tuy nhiên, sau hơn 100 năm được chế tạo ra, mẫu chuẩn này đã bị biến đổi. Một vấn đề rất quan trọng là hiện nay kilôgam có xu hướng mất bớt khối lượng với thời gian do bị mòn đi (bằng khoảng một hạt cát có đường kính 0,4 mm). Đối với chúng ta, điều này chẳng hề hấn gì. Nhưng các nhà khoa học không chấp nhận như vậy bởi vì đơn vị trọng lượng là cơ sở cho nhiều đơn vị đo lường khác, và khoa học đòi hỏi phải chính xác không cho phép một sự sai lệch như vậy. Cần phải tìm một mẫu chuẩn khác theo đúng định nghĩa, tức là có thuộc tính không thay đổi của tự nhiên. Nói một cách khác, mẫu chuẩn phải là phi vật thể.

Đa phần mỗi quốc gia tuân thủ hệ đo lường quốc tế đều có bản sao của khối kilôgam chuẩn, được chế tạo và bảo quản y hệt như bản chính, và được đem so sánh lại với bản chính khoảng 10 năm một lần.

Chữ kilô (hoặc trong viết tắt là **k**) viết liền trước các đơn vị trong hệ đo lường quốc tế để chỉ rằng đơn vị này được nhân lên 1000 lần. Tại Việt Nam, kilôgam còn thường được gọi là cân trong giao dịch thương mại đời thường.

1.1.3 Đơn vị đo thời gian giây (s):

Giây (viết tắt là **s** theo chuẩn quốc tế và còn có kí hiệu là " ") là đơn vị đo thời gian, là một đơn vị cơ bản trong hệ đo lường quốc tế (SI). Định nghĩa quen thuộc của giây vốn là khoảng thời gian bằng $1/60$ của phút, hay $1/3600$ của giờ.

Hay Giây là một khoảng thời gian bằng $9.192.631.770$ lần chu kỳ của thời lượng bức xạ tương ứng trong sự chuyển tiếp giữa hai mức năng lượng trong trạng thái cơ bản của nguyên tử Cs^{133} (Xêzi). Trong vật lí người ta còn sử dụng các đơn vị nhỏ hơn như mili giây (một phần nghìn giây), micro giây (một phần triệu giây), hay nano giây (một phần tỉ giây)

1.1.4 Đơn vị đo cường độ dòng điện (A):

Ampe là cường độ của dòng điện không đổi khi chạy qua trong hai dây dẫn thẳng, tiết diện nhỏ, rất dài, song song với nhau và cách nhau 1m trong chân không thì trên mỗi mét dài của mỗi dây có một lực từ bằng 2.10^{-7} N (Niuton) trên một mét chiều dài. Ampe có ký hiệu là A, là đơn vị đo cường độ dòng điện I trong hệ SI, lấy tên theo nhà Vật lý và Toán học người Pháp André Marie Ampère.

1.1.5 Đơn vị đo nhiệt độ (K):

Trong hệ thống đo lường quốc tế, Kelvin là một đơn vị đo lường cơ bản cho nhiệt độ. Nó được kí hiệu bằng chữ K. Mỗi độ K trong nhiệt giai Kelvin (1K) tương ứng bằng một độ trong nhiệt giai Celsius (1°C), Thang nhiệt độ này được lấy theo tên của nhà vật lý, kỹ sư người Ireland William Thomson, nam tước Kelvin thứ nhất.

Nhiệt độ trong nhiệt giai Kelvin đôi khi còn được gọi là nhiệt độ tuyệt đối, do 0K ứng với nhiệt độ nhỏ nhất mà vật chất có thể đạt được. Tại 0K, trên lý thuyết, mọi chuyển động nhiệt hỗn loạn đều ngừng. Thực tế chưa quan sát được vật chất nào đạt tới chính xác mức 0K, chúng luôn có nhiệt độ cao hơn 0K một chút, tức là vẫn có chuyển động nhiệt hỗn loạn ở mức độ nhỏ.

Độ Celsius ($^{\circ}\text{C}$ hay độ C) là đơn vị đo nhiệt độ được đặt tên theo nhà thiên văn học người Thụy Điển Anders Celsius (1701–1744). Ông là người đầu tiên đề ra hệ thống đo nhiệt độ căn cứ theo trạng thái của nước với 100 độ là nước đá đông và 0 độ là nước sôi ở khí áp tiêu biểu (standard atmosphere) vào năm 1742. Hai năm sau nhà khoa học Carolus Linnaeus đảo ngược hệ thống đó và lấy 0 độ là nước đá đông và 100 là nước sôi. Hệ thống này được gọi là hệ thống centigrade tức là bách phân và danh từ này được dùng phổ biến cho đến nay mặc dù kể từ năm 1948, hệ thống nhiệt độ này đã chính thức vinh danh nhà khoa học Celsius bằng cách đặt theo tên của ông. Một lý do nữa Celsius được dùng thay vì centigrade là vì thuật ngữ "bách phân" cũng được sử dụng ở lục địa châu Âu để đo một góc phẳng bằng phần vạn của góc vuông

- Có thể biến đổi bằng công thức từ $^{\circ}\text{C}$ sang K bởi công thức sau:

$$t^{\circ} = T - 273,15 \Rightarrow T = 273,15 + t^{\circ}$$

(0°C tương ứng với 273,15 K hay $0\text{K} = - 273,15^{\circ}\text{C}$)

Trong đó:

t° : Kí hiệu nhiệt độ Celcius, đơn vị $^{\circ}\text{C}$

T: Kí hiệu nhiệt độ giai Kelvin, đơn vị K

Chú ý: là không dùng chữ "độ K" (hoặc " $^{\circ}K$ ") khi ghi kèm số, chỉ kí hiệu K thôi, ví dụ 45K, 779K, chứ không ghi 45 độ K (hoặc $45^{\circ}K$), và đọc là 45 Kelvin, 779 Kelvin, chứ không phải "45 độ Kelvin",...

- Trong đời sống ở Việt Nam và nhiều nước, nó được đo bằng $^{\circ}C$ ($1^{\circ}C$ trùng 274,15K)
- Trong đời sống ở nước Anh, Mỹ và một số nước, nó được đo bằng $^{\circ}F$ ($1^{\circ}F$ trùng 255,927778K, $1^{\circ}C$ bằng $1.8^{\circ}F$).

1.1.6 Đơn vị đo lường chất (mol):

Mol là lượng chất của 1 hệ chứa cùng 1 lượng phân tử cơ bản bằng số nguyên tử trong 0,012kg carbon 12. Mol có thể dùng để nói đến các phần tử nhỏ bé: Mol nguyên tử, mol phân tử, mol ions, electron, hoặc các phần tử khác hoặc nhóm các phần tử khác.

Ví dụ: Khối lượng mol nguyên tử của ôxy là 16g; khối lượng mol phân tử của ôxy là 32g, ...

1.1.7 Đơn vị đo cường độ ánh sáng (Cd):

Đơn vị cường độ sáng là **Candela** (Cd) là cường độ sáng tại một điểm đặt cách nguồn sáng đơn sắc có tần số 540×10^{12} Hz với công suất 1/683 Watt trong một steradian (steradian là đơn vị góc khối).

1.2 Đơn vị lực (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.

1.3 Đơn vị công (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:

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

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”

1.4 Đơn vị năng lượng

Năng lượng là đại lượng vật lý đặc trưng để xác định định lượng chung cho mọi dạng vận động của vật chất.

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 $\text{kg} \cdot (\text{m/s})^2$.
- m: là khối lượng, đơn vị là kg
- c: Tốc độ ánh sáng gần bằng $300,000,000 \text{ m/sec}$ (300.000 km/s), đơn vị là (m/s).

1.5 Đơn vị công suất (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: $1 \text{ mã lực} = 1CV = 736W$
- + Ở nước Anh: $1 \text{ mã lực} = 1HP = 746W$

2. Các đơn vị điện hệ SI

- Mục tiêu: Trình bày khái niệm đơn vị kích thước và các tiêu chuẩn điện hệ SI.

2.1. Các đơn vị của dòng điện 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.

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 :
$$F = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (1.7)$$

Trong đó:

- F: độ lớn của lực
- K_e : hằng số
- $q_1 q_2$: điện tích
- r: khoảng cách

2.2 Sức điện động, hiệu điện thế và điện áp:

- **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. Sức điện động 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: $U_{AB} = V_A - V_B = -U_{BA}$*

2.3 Điện trở và điện dẫn:

2.3.1 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 (Ω).

$$R = \frac{U}{I} \quad (1.8)$$

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 = (Ω).

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

2.3.2 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

- σ (Sigma, xích ma) là **độ dẫn điện**

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

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

Độ dẫn điện của 1 số kim loại ở 25°C:

- Bạc: $62 \cdot 10^6$ S/m (max. σ 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: $15,5 \cdot 10^6 \text{ S/m}$
- Sắt: $9,93 \cdot 10^6 \text{ S/m}$
- Crôm: $7,74 \cdot 10^6 \text{ S/m}$

2.4 Từ thông và cường độ từ thông

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

- Φ_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.

2.5 Độ tự cảm

Cuộn cảm (hay cuộn từ, cuộn từ cảm): là một linh kiện điện tử thụ động tạo ra 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

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

2.6 Điện dung

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 giữ hai bản cực theo công thức

$$C = \xi \cdot S / d \quad (1.13)$$

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

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

Đối với tụ điện lý 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 (tgδ) của tụ để đánh giá tụ điện.

Để tính toán, tụ điện được đặc trưng bởi một tụ điện lý tưởng và một thuận 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(μF):** $1\mu F = 10^{-6}F$

+ **Nanôfara(nF):** $1nF = 10^{-9}F$

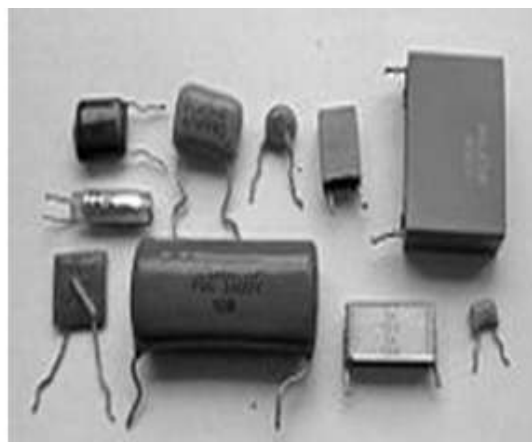
+ **Picôfara(pF):** $1pF = 10^{-12}F$

- *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.

➤ **YÊU CẦU VỀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP CHƯƠNG 1**

 Nội dung:

+ Về kiến thức: Trình bày được khái niệm, phân biệt sự khác nhau của các đơn vị đo.

+ Về kỹ năng: Áp dụng chính xác tên các đơn vị cho mỗi tên trong hệ thống SI

+ Về thái độ: Đảm bảo an toàn và vệ sinh công nghiệp.

 Phương pháp:

+ Về kiến thức: Được đánh giá bằng hình thức kiểm tra viết, trắc nghiệm.

CHƯƠNG 2

ĐO LƯỜNG VÀ SAI SỐ TRONG ĐO LƯỜNG

Mã chương: MD13-02

Giới thiệu

Đo lường là sự so sánh đại lượng chưa biết (đại lượng đo) với đại lượng được chuẩn hóa (đại lượng mẫu hoặc đại lượng chuẩn). Như vậy công việc đo lường là nối thiết bị đo vào hệ thống được khảo sát kết quả đo các đại lượng cần thiết trên thiết bị đo.

Trong thực tế khó xác định trị số thực các đại lượng đo. Vì vậy trị số được đo cho bởi thiết bị đo được gọi là trị số tin cậy được. Bất kỳ đại lượng đo nào cũng bị ảnh hưởng nhiều thông số. Do đó kết quả đo ít khi phản ánh đúng trị số tin cậy được. Cho nên có nhiều hệ số ảnh hưởng trong đo lường liên quan đến thiết bị đo. Ngoài ra có những hệ số khác liên quan đến con người sử dụng thiết bị đo. Như vậy độ chính xác của thiết bị đo được diễn tả bởi hình thức sai số.

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

Nội dung chính:

1. Đo lường

- *Mục tiêu:* Trình bày được khái niệm, các tiêu chuẩn qui định trong đo lường.

- Đo lường điện tử: là đo lường mà trong đó đại lượng cần đo được chuyển đổi sang dạng tín hiệu điện mang thông tin đo và tín hiệu điện đó được xử lý và đo lường bằng các dụng cụ và mạch điện tử.

- **Đo lường** là một quá trình đánh giá định lượng đối tượng cần đo để có kết quả bằng số so với đơn vị.

Vd: $U = 380V$, U – điện áp, 380 – con số, V – đơn vị đo.

Với định nghĩa trên thì đo lường là quá trình thực hiện ba thao tác chính:

- Biến đổi tín hiệu và tin tức.

- So sánh với đơn vị đo hoặc so sánh với mẫu trong quá trình đo lường.

- Chuyển đơn vị, mã hoá để có kết quả bằng số so với đơn vị. Căn cứ vào việc thực hiện các thao tác này ta có các phương pháp và hệ thống đo lường khác nhau.

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:
$$A = 1 - \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \quad (2.1)$$

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.

$$P = 1 - \left| \frac{X_n - \bar{X}_n}{X_n} \right| \quad (2.2)$$

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

Bảng 2.1

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

$$\gamma\% = \frac{\Delta X_m}{A_m} 100\% \quad (2.3)$$

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:

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

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

Ví 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.

Ví 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

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

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.

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.

1.3.1. 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 mối hàn linh kiện khi nguồn cung cấp đang bật.

1.3.2. 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.

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

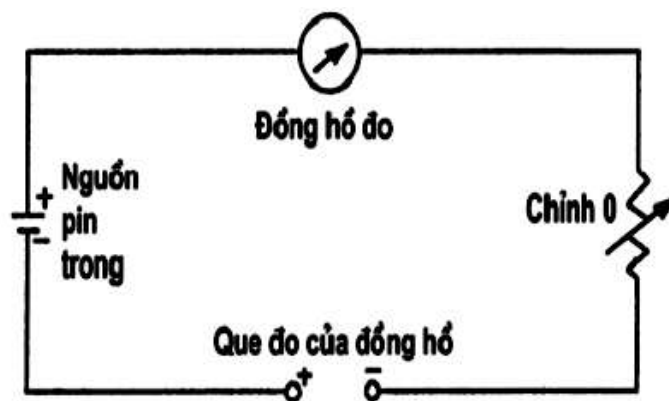
1.3.4. Chọn thang đo phù hợp theo tham số cần đo, tùy theo giá trị đo yêu cầu. Nếu không biết giá trị đo yêu cầu, thì hãy chọn thang đo cao nhất và sau đó giảm dần thang đo cho phù hợp, để tránh cho thiết bị đo bị quá tải và bị hư hỏng. Thang đo được chọn cuối cùng sẽ cho kết quả đo gần với độ lệch lớn 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.

1.3.5. 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.

1.3.6. 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.

1.3.7. 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.

1.3.8. 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 2.1

1.3.9. 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 hờ 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 mỗi 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 mỗi hàn cấu kiện để đo rồi hàn lại, nhưng khi hàn lại vết cắt, cần đề phòng mỗi 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 mỗi 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.

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

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

1.3.12. 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.

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,...

2. Sai số trong đo lường:

- *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...

- 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.

- 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.

2.1 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 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.

2.3 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:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i}{n} = 0 \quad (2.4)$$

- 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 %): $e_r = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| 100\% \quad (2.5)$

Trong đó: e_r - sai số tương đối, Y_n - giá trị đại lượng đo; X_n - giá trị thực (trị số đo được)

- Độ chính xác tính theo %: $a = 100\% - e_r = (A \times 100\%) \quad (2.6)$

3. Thì sai

Thì sai thể hiện trạng thái trong đó chỉ có một điểm để xác định đường thẳng từ mắt đến thang đo và điểm này chính là đầu kim hay đầu nhọn của thước đo (phụ thuộc vào điểm nhìn). Sự khác nhau trong việc đọc không do dụng cụ gây nên mà do vị trí của mắt so với mũi nhọn của kim đo. Các nhầm lẫn như vậy có thể 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 người 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.

4. 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?

➤ **YÊU CẦU VỀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP CHƯƠNG 2**

📌 **Nội dung:**

+ *Về kiến thức:* Trình bày được các sai số trong kỹ thuật đo lường, nguyên nhân và biện pháp phòng tránh giảm sai số trong đo lường.

+ *Về kỹ năng:* Áp dụng được các tiêu chuẩn, xác định được các thông số trong phép đo.

+ *Về thái độ:* Đảm bảo an toàn và vệ sinh công nghiệp.

📌 **Phương pháp:**

+ *Về kiến thức:* Được đánh giá bằng hình thức kiểm tra viết, trắc nghiệm

- Bài 2 : Các loại cơ cấu đo thông dụng : gồm các chương MĐ13-03

Chương MĐ13-03: Thiết bị cơ điện

Gồm các nội dung chính như sau :

1. Khái niệm về đo lường điện
 - 1.1. Khái niệm về đo lường.
 - 1.2. Khái niệm về đo lường điện.
 - 1.3. Các phương pháp đo.
2. Các sai số và tính sai số.
 - 2.1. Khái niệm về sai số.
 - 2.2. Các loại sai số.
 - 2.3. Phương pháp tính sai số.
 - 2.4. Các phương pháp hạn chế sai số

CHƯƠNG 3

THIẾT BỊ ĐO CƠ ĐIỆN

Mã chương: MĐ13- 03

Giới thiệu:

Cơ cấu đo là thành phần cơ bản để tạo nên các dụng cụ và thiết bị đo lường ở dạng tương tự (Analog) và hiện số (digitals).

Ở dạng tương tự (Analog) là dụng cụ đo biến đổi thẳng: đại lượng cần đo như: điện áp, tần số, góc pha,... được biến đổi thành góc quay α của phần động (so với phần tĩnh), tức là biến đổi từ năng lượng điện từ thành năng lượng cơ học. Các cơ cấu chỉ thị này thường dùng trong các dụng cụ đo các đại lượng: dòng điện, điện áp, tần số, công suất, góc pha, điện trở,... của mạch điện một chiều và xoay chiều tần số công nghiệp.

Hiện số (digital) là cơ cấu chỉ thị số ứng dụng các kỹ thuật điện tử và kỹ thuật máy tính để biến đổi và chỉ thị đại lượng đo. Có nhiều loại thiết bị hiện số khác nhau như: đèn sợi đốt, LED 7 đoạn, màn hình tinh thể lỏng LCD, màn hình cảm ứng,...

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
- Có ý thức trách nhiệm và bảo quản thiết bị dụng cụ

Nội dung chính :

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

- *Mục tiêu:* Phân biệt được các loại cơ cấu đo chỉ thị kim, trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động, ưu nhược điểm của mỗi loại.

1.1. Phân loại: Có 2 loại

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

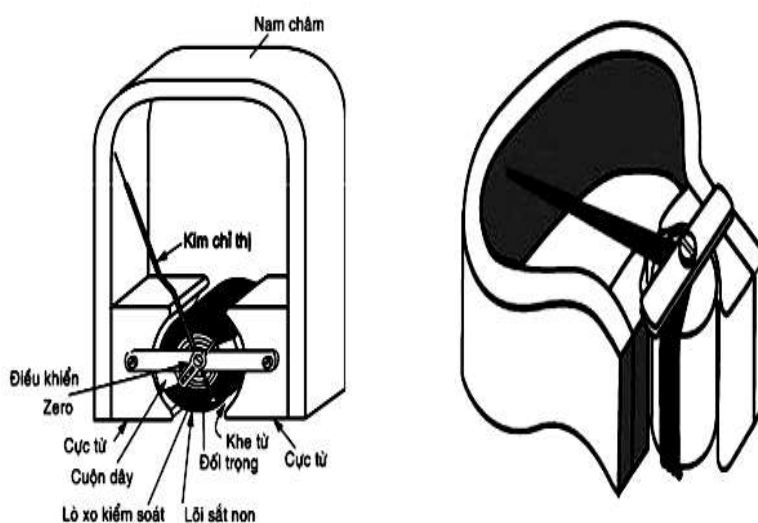
1.2 Cấu tạo:

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

1.2.1 Loại có một khung dây động

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

Phần tĩnh của cơ cấu chỉ thị từ điện 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).

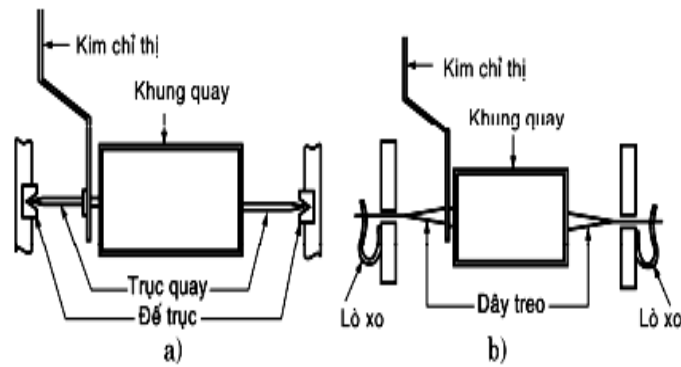
Khung quay được gắn vào trục quay hình 3.2a hoặc dây căng hay dây treo hình 3.2b, trục quay này được đặt trên hai điểm tựa trên và dưới ở hai đầu trục. Như vậy khung quay được là nhờ trục quay nên chúng ta gọi khung này là khung quay.

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

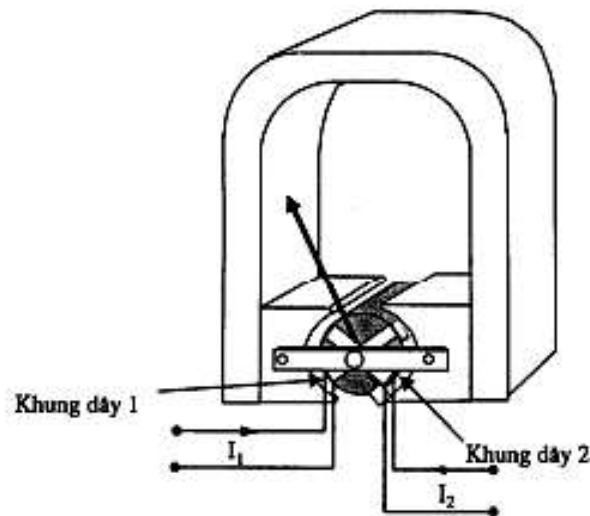


Hình 3.2 a. khung quay – loại trục quay
b. khung quay – dây treo

1.2.2 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° , 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 cản và thể hiện ở hình 3.3



Hình 3.3 Loại có hai khung dây động

1.3 Nguyên lý hoạt động

1.3.1 Loại có một khung quay.

- 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 chạy 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:

$$F = B.L.N.I \quad (3.1)$$

Trong đó:

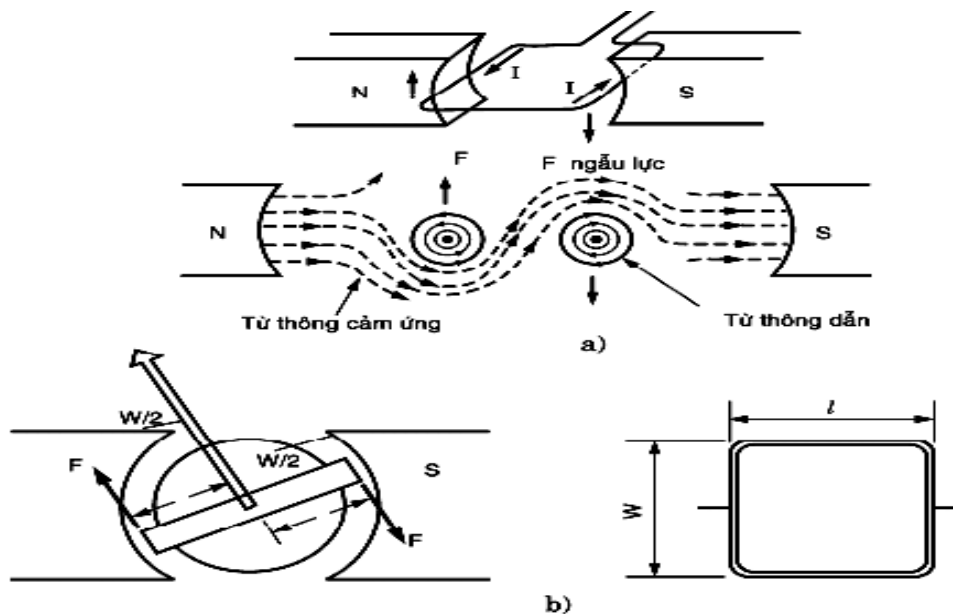
- B: là cường độ từ cảm của nam châm qua cuộn dây, thường từ 0,1 đến 0,3 Tesla
- L: chiều dài của cuộn dây
- N: là số vòng dây
- I: là trị số dòng điện

- Môment quay M_q của lực điện từ F : $M_q = F.W = N.B.L.W.I = K_q. I \quad (3.2)$

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

- Lò xo (hoặc dây treo) tạo moment cản M_c với $M_c = K_c.\theta \quad (3.3)$

Trong đó: K_c là hệ số xoắn của lò xo, θ : góc quay của kim



Hình 3.4

• 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 25w đến 200w nên không ảnh hưởng đến chế độ của mạch đo. Có độ cản dộ tốt.

- Nhược điểm:

Cơ cấu đo kiểu từ điện 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 tiết diện rất nhỏ cho nên chỉ cho 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. 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)

1.3.2 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 môment 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 so phản nên phân động sẽ cân bằng khi $M_1 = M_2$, Ta có:

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

$$\text{Vậy:} \quad \frac{f_1(\alpha) S_1 W_1}{f_2(\alpha) S_2 W_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad (3.8)$$

❖ 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 α 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.

2. Ampe đo điện một chiều (DC: direct current)

- **Mục tiêu :** Trình bày được khái niệm, các phương pháp đo dòng điện một chiều trong mạch điện.

Trong các đại lượng điện, đại lượng dòng điện và điện áp là các đại lượng cơ bản nhất cho nên trong công nghiệp cũng như trong các nghiên cứu khoa học, người ta luôn quan tâm đến các phương pháp và thiết bị đo dòng điện. Ta có thể đo dòng điện bằng phương pháp

- Đo trực tiếp
- Đo gián tiếp

- Phương pháp so sánh (hay còn gọi là phương pháp bù)

Ở phương pháp đo trực tiếp, ta sử dụng các dụng cụ đo dòng điện như ampe kế, miliampe kế hay microampe kế tùy theo cường độ dòng điện cần đo và giá trị đo được đọc trực tiếp trên dụng cụ đo.

Trong phương pháp đo gián tiếp, ta đo điện áp rơi trên điện trở mẫu được mắc trong mạch cần đo dòng điện. Thông qua tính toán, ta sẽ xác định được dòng điện cần đo (Áp dụng định luật Ohm).

Ở phương pháp so sánh, ta so sánh dòng điện cần đo với dòng điện mẫu chính xác, ở trạng thái cân bằng của dòng điện cần đo và dòng điện mẫu, kết quả được đọc trên mẫu. Ta có thể sử dụng phương pháp so sánh trực tiếp và phương pháp so sánh gián tiếp.

2.1 Nguyên lý cấu tạo:

Để đo dòng điện một chiều, ta có thể sử dụng cơ cấu đo kiểu từ 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.

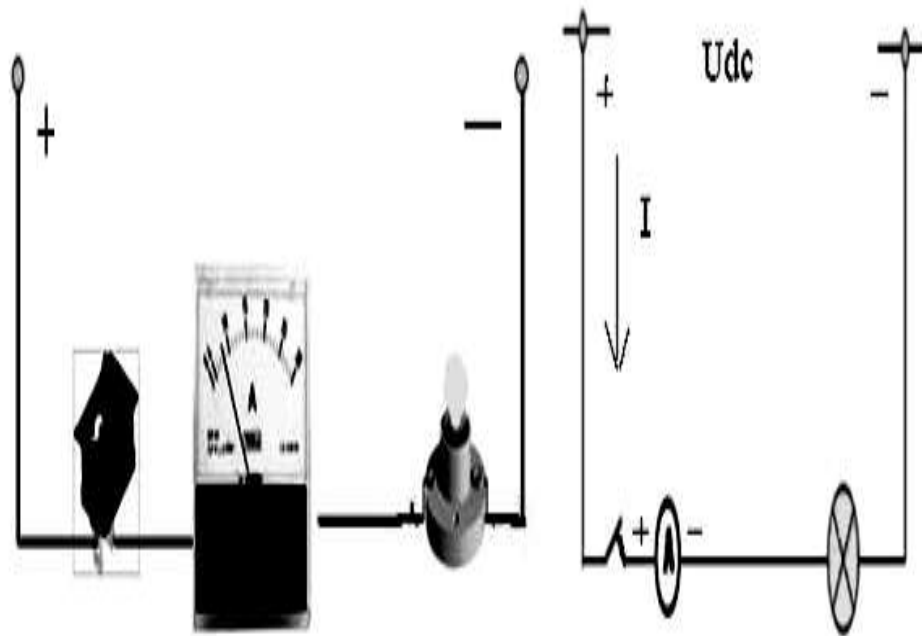
- Dòng cho phép: thường là $10^{-1} \div 10^{-2}$ A
- Cấp chính xác: 1,5; 1; 0,5; 0,2; cao nhất có thể đạt tới cấp 0,05.
- Điện trở cơ cấu: $20\Omega \div 2000\Omega$.

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.

2.2 Cách mắc mạch đo (hình 3.5): 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 3.5. 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

$$P_A = I_A^2 \cdot R_A \quad (3.2)$$

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



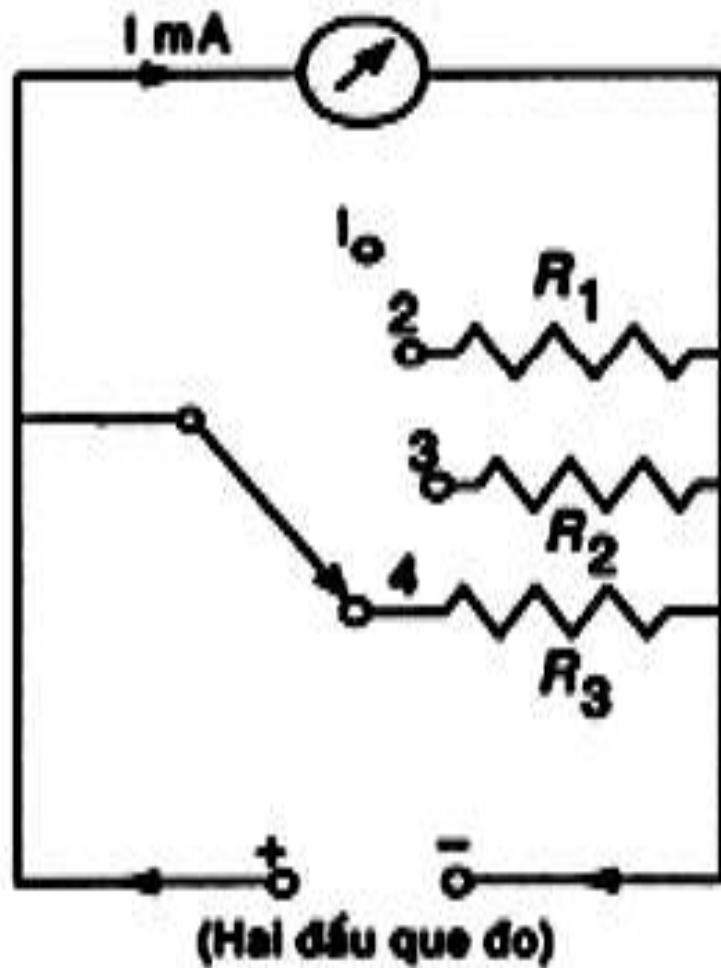
Hình 3.5: Mạch đo dòng

-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 nhỏ để đảm bảo ampe mét ảnh hưởng rất ít đến trị số dòng điện cần đo. Ampe mét từ điện có 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.

2.3 Phương pháp mở rộng thang đo (tầm đo) (hình 3.6a,b):

Ta đã biết cơ cấu chỉ thị từ điện dùng chế tạo các ampemet cho mạch một chiều. (Khung dây được quấn bằng dây đồng có kích thước nhỏ từ $0,02 \div 0,04$ 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 mangan có độ ổn định cao so với nhiệt độ).



Hình 3.6a: Ammeter mở rộng thang đo

Dòng điện cần đo: $I_R = I_{thang} - I_{FS}$

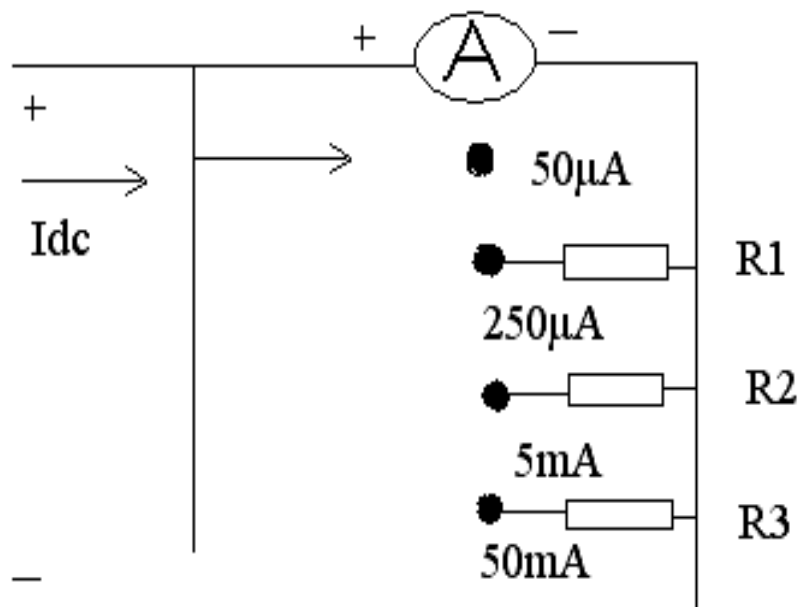
trong đó: I_{FS} - dòng điện qua cơ cấu chỉ thị.

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 3.6b: 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 chúng ta để ở thang đo lớn nhất sau đó giảm dần thang đo sao cho đến giá trị dễ đọc của dòng cần đo.

3. Volt kế một chiều

- Mục tiêu: Hiểu được nguyên lý hoạt động của cơ cấu đo, cách mắc volt kế trong mạch đo.

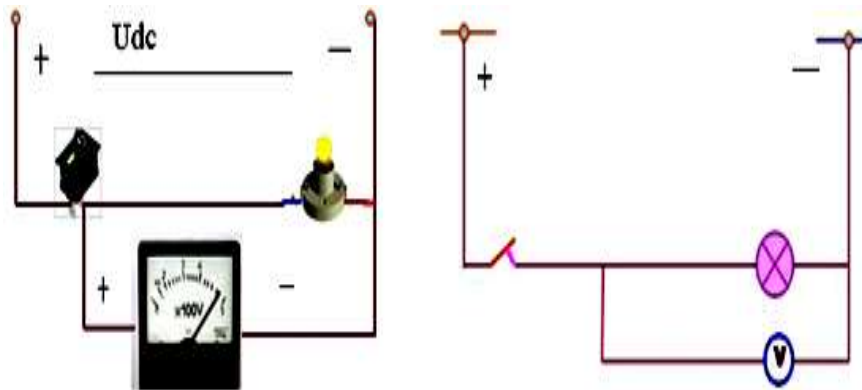
3.1 Nguyên lý cấu tạo

Để đo điện áp một chiều, 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 phụ 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 amperet, 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..

3.2 Cách mắc mạch đo (hình 3.7): Đặt volt kế song song với hai điểm có điện áp cần đo theo đúng chiều dương âm của volt kế thể hiện hình 3.7. Khi sử dụng vônmet để đo điện áp cần lưu ý các sai số sinh ra trong quá trình đo, bao gồm:

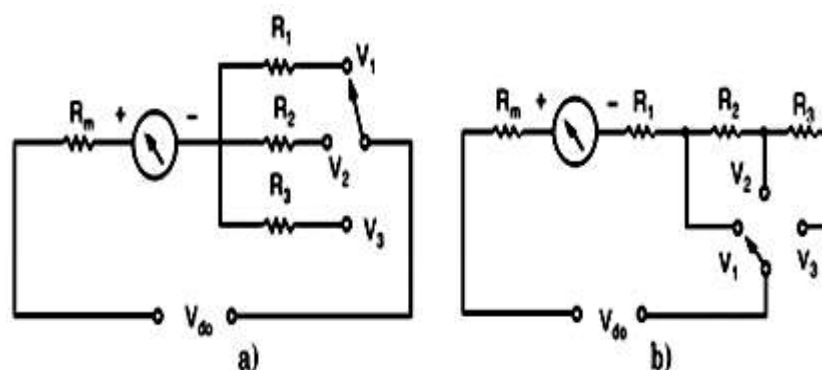
- Sai số đo ảnh hưởng của vônmet khi mắc vào mạch đo.
- Sai số đo tần số.



Hình 3.7: Mạch đo điện áp

3.3 Phương pháp mở rộng thang đo

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 3.8. 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 3.8a



Hình 3.8: Mạch đo điện áp DC nhiều thang đo, với cách mắc song song và nối tiếp

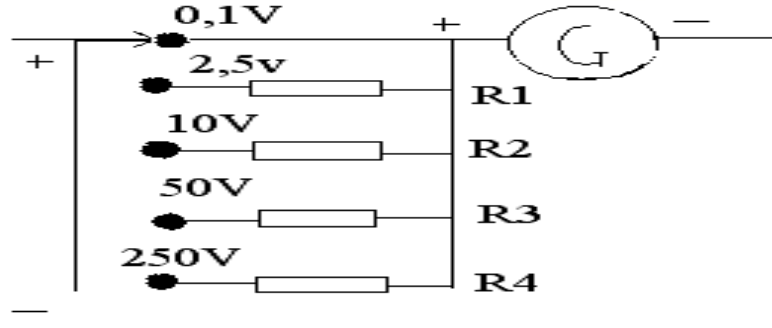
• Cách tính điện trở phụ nối tiếp:

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 3.9: 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: $R_p = \frac{V_{thang} - V_{FS}}{I_{FS}} \Rightarrow R_p = \frac{V_{thang}}{I_{FS}} - R_G$

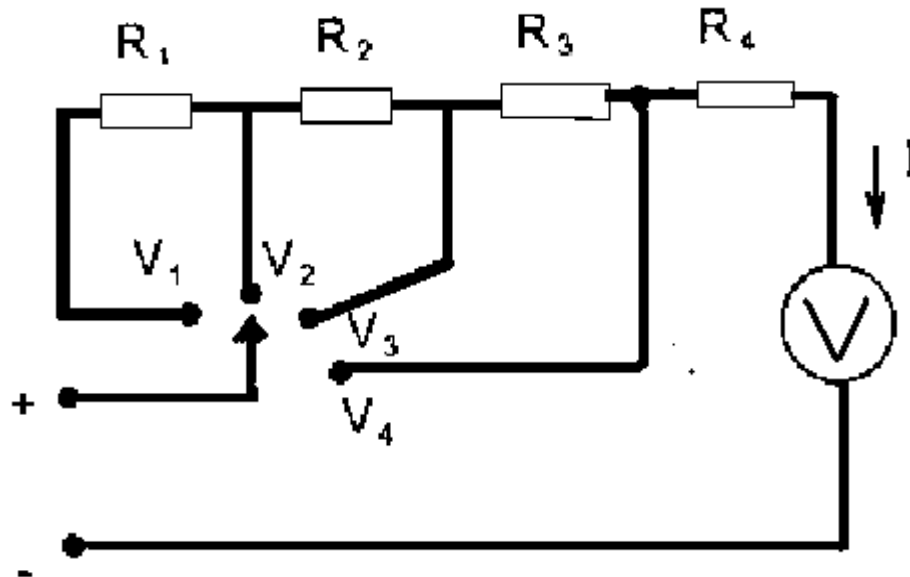
$$R_1 = \frac{V_{thang}}{I_{FS}} - R_G = \frac{2,5}{50 \cdot 10^{-6}} - 2 \cdot 10^3 = 48k\Omega$$

hay :

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 3.10

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 $V_3 = 50V$

$$\begin{aligned} R_3 &= \frac{V_{thang}}{I_{FS}} - (R_G + R_4) \\ &= \frac{50}{2 \cdot 10^{-3}} - (50 + 4950) = 25k\Omega - 5k\Omega = 20k\Omega \end{aligned}$$

- Với thang đo $V_2 = 100V$

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

- Với thang đo $V_1 = 250V$

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{V_{thang}}{I_{FS}} - (R_G + R_3 + R_2 + R_4) \\ &= \frac{250}{2 \cdot 10^{-3}} - (50 + 20 \cdot 10^3 + 25 \cdot 10^3 + 4950) \\ &= 125k\Omega - 50k\Omega = 75k\Omega \end{aligned}$$

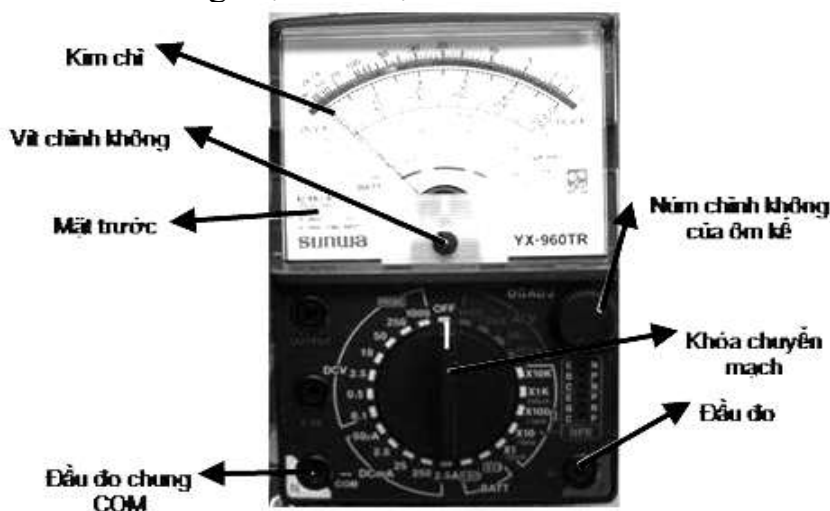
4. VOM/DVOM vạn năng

- Mục tiêu: Trình bày chức năng, cách thức đo của VOM/ DVOM, hiểu chức năng của mỗi thang đo tương ứng với giá trị đo của nó.

4.1 VOM

4.1.1 Giới thiệu đồng hồ đo VOM

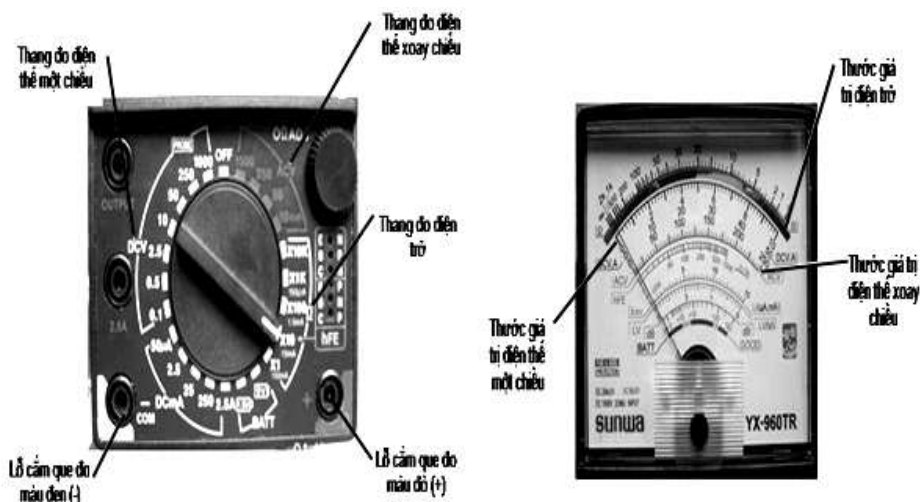
Đồng hồ vạn năng (VOM) là thiết bị đo không thể thiếu được với bất kỳ một kỹ thuật viên điện tử nào, đồng hồ vạn năng có 4 chức năng chính là: Đo điện trở, đo điện áp DC, đo điện áp AC và đo dòng điện thể hiện ở hình 3.13 và 3.14.



Hình 3.13: Mặt trước 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:



Hình 3.14: Các thang đo của đồng hồ VOM

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 cân 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.

4.1.2 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 thấp 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 10, sau đó 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.

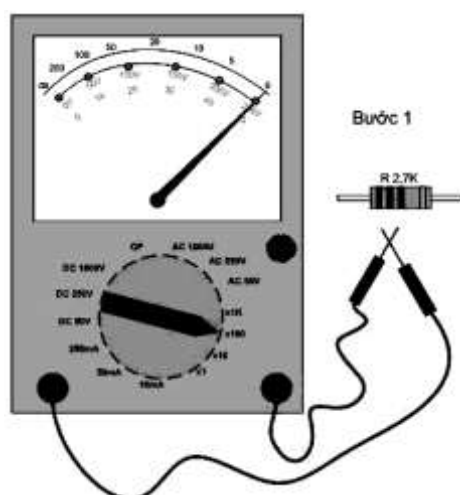
4.1.3 Hướng dẫn cách đo và đọc giá trị

❖ 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 tiểu 1,5V bên trong, để sử dụng các thang đo $1k\Omega$ hoặc $10k\Omega$ ta phải lắp Pin 9V.
- Đo điện trở:



Hình 3.15: 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 chạm hai que đo và chỉnh triết áo để kim đồng hồ báo vị trí 0Ω .
- 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.

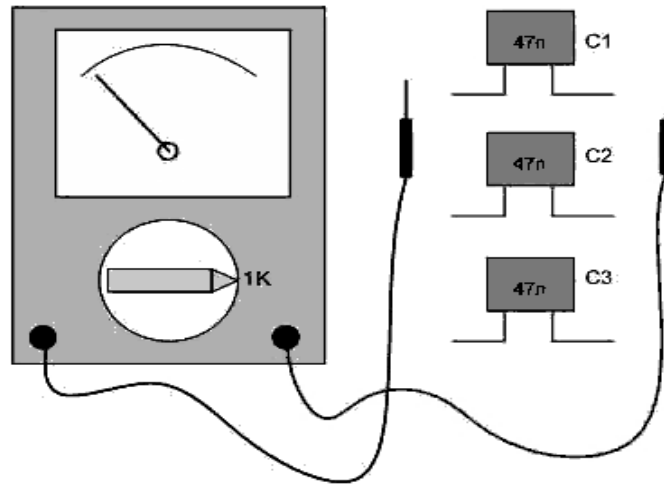
➤ **Lưu ý:**

- 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: chạm 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.

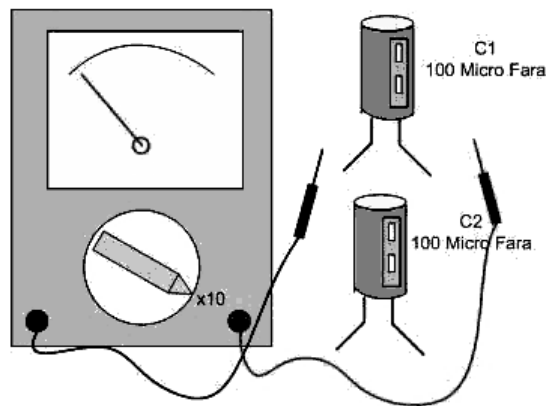
Nếu là tụ gốm ta dùng thang đo $\times 1k\Omega$ hoặc $10k\Omega$ thể hiện ở hình 3.16



Hình 3.16: Dùng thang X1kΩ để kiểm tra tụ gốm

Nếu đo tụ hoá ta dùng thang x1Ω hoặc x10 Ω thể hiện ở hình 3.17:

- Tụ C_1 còn tốt => kim phóng nấp khi ta đo
- Tụ C_2 bị rò => lên kim nhưng không trở về vị trí cũ
- Tụ C_3 bị chập => kim đồng hồ lên = 0Ω và không trở về.



Hình 3.17: Dùng thang X 10Ω để kiểm tra tụ hoá

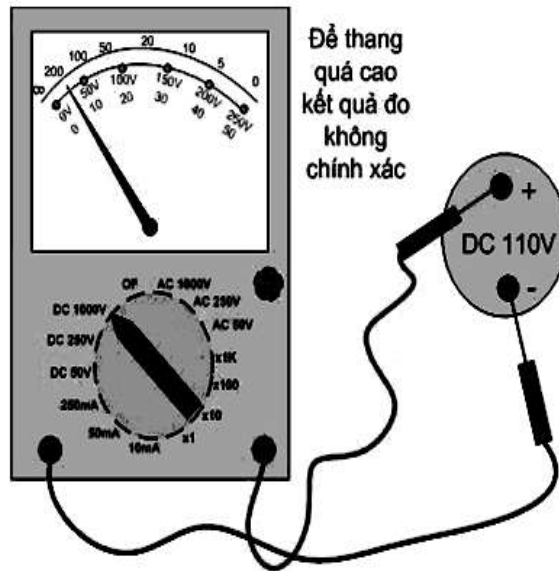
Ở trên là phép đo kiểm tra các tụ hoá, tụ hoá rất ít khi bị rò hoặc chập mà chủ yếu là bị khô (giảm điện dung) khi đo tụ hoá để biết chính xác mức độ hỏng của tụ ta cần đo so sánh với một tụ mới có cùng điện dung.

- Ở trên là phép đo so sánh hai tụ hoá cùng điện dung, trong đó tụ C_1 là tụ mới còn C_2 là tụ cũ, ta thấy tụ C_2 có độ phóng nấp yếu hơn tụ C_1 , chứng tỏ tụ C_2 bị khô (giảm điện dung)
- Chú ý khi đo tụ phóng nấp, ta phải đảo chiều que đo vài lần để xem độ phóng nấp.

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

Khi đo điện áp một chiều DC, chúng 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.

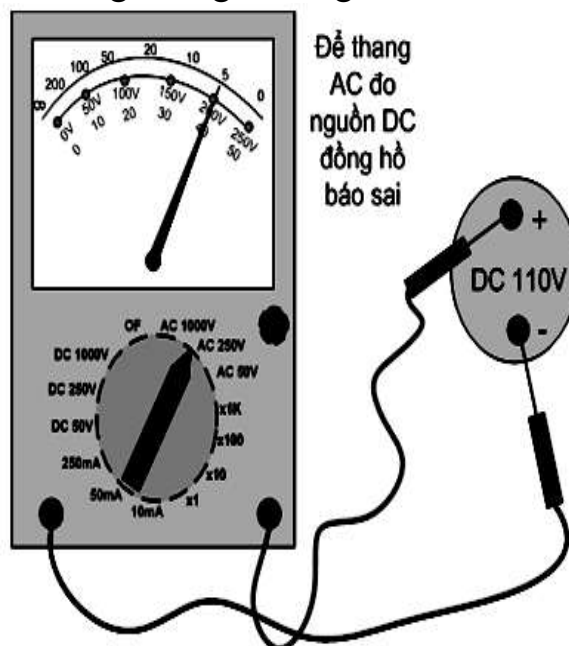
- Ví dụ: nếu đo áp DC 110V ta để thang DC 250V, trường hợp để thang đo thấp hơn điện áp cần đo => kim báo vượt quá giá trị thang đo cho phép, trường hợp để thang quá cao => đọc giá trị đo thiếu chính xác.



Hình 3.18: Dùng đồng hồ vạn năng đo điện áp một chiều DC

- Trường hợp để sai thang đo hình 3.19:

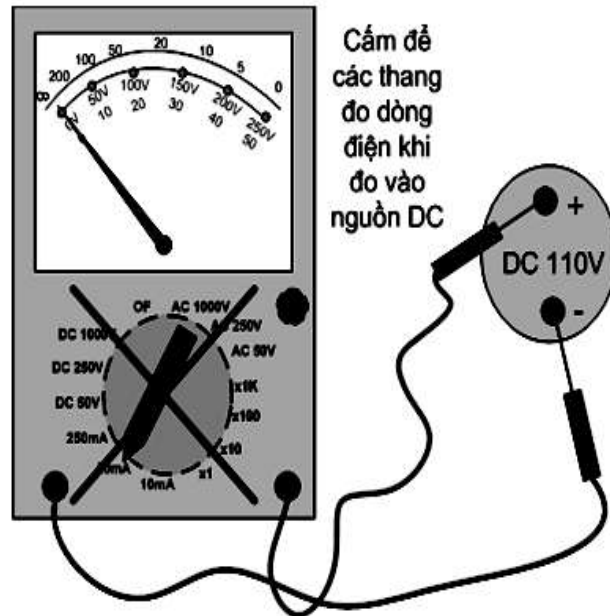
- Nếu ta để sai thang đo, đo áp một chiều nhưng ta để đồng hồ thang xoay chiều thì đồng hồ sẽ báo sai, thông thường giá trị báo sai cao gấp 2 lần giá trị thực của điện áp DC, tuy nhiên đồng hồ cũng không bị hỏng



Hình 3.19:

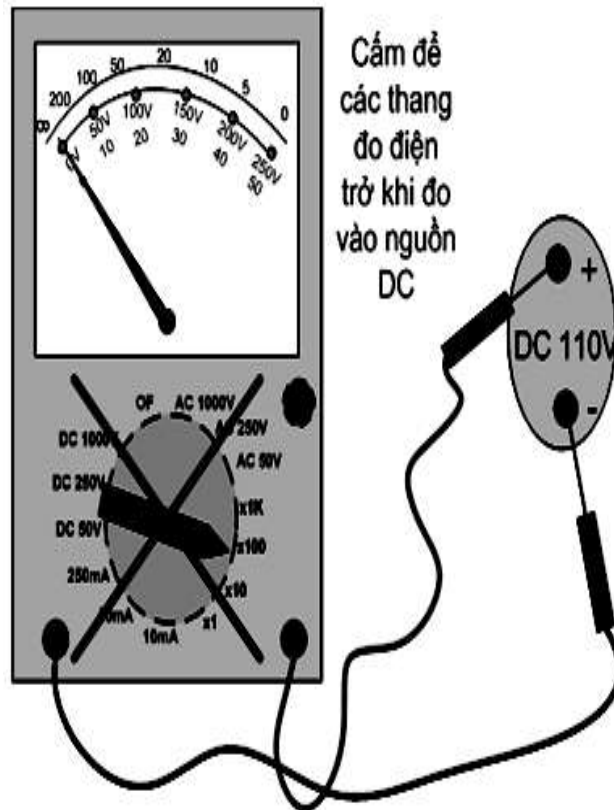
- Trường hợp để nhầm thang đo

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 3.20

- 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

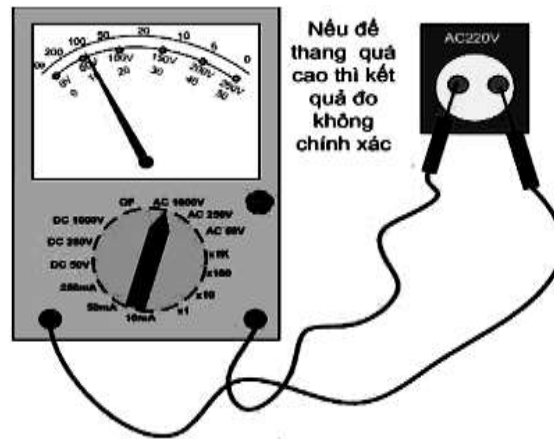


Hình 3.21

❖ **Hướng dẫn đo điện áp xoay chiều.**

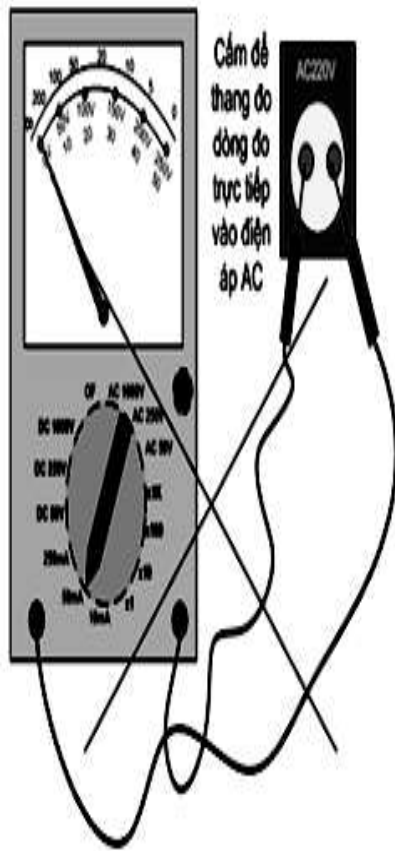
- Khi đo điện áp xoay chiều ta chuyển thang đo về các thang AC, để thang AC cao hơn điện áp cần đo một nấc hình 3.22.

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.

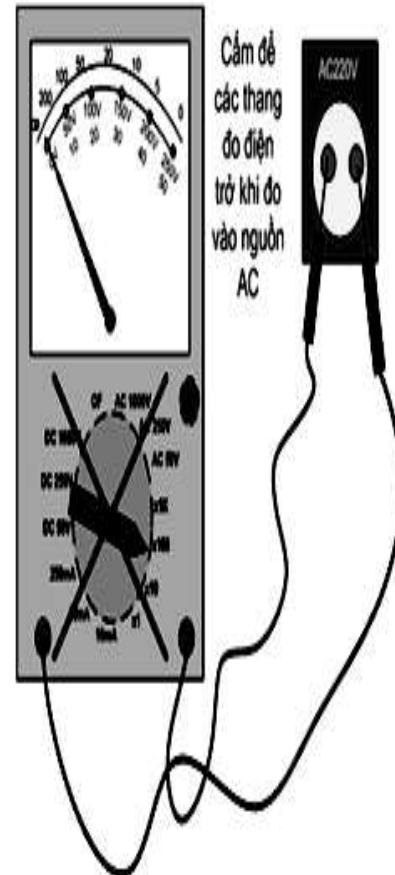


Hình 3.22 Sử dụng đồng hồ vạn năng đo áp AC

- Tuyệt đối không để thang đo điện trở hay thang đo dòng điện khi đo vào điện áp xoay chiều $\Rightarrow$ Nếu nhầm đồng hồ sẽ bị hỏng (Hình 3.23, hình 3.24)

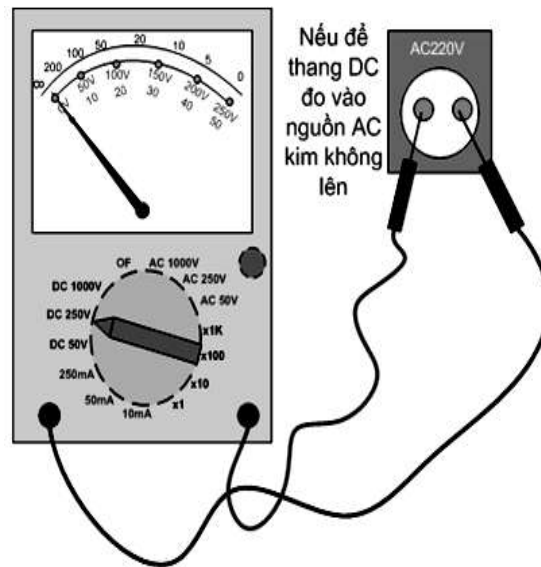


Hình 3.23



Hình 3.24

- 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 3.25

❖ *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 dòng 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 kích 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.

4.2 DVOM (Digital Volt Ohm Meter: đồng hồ đo ohm volt hiện số)

4.2.1 Giới thiệu:

Đồng hồ vạn năng điện tử là đồng hồ hiển thị số có khả năng đo điện trở, điện áp AC và DC, dòng điện AC & DC, kiểm tra tụ điện, đo tần số, đo dòng điện lớn, kiểm tra Diode và cả Transistor. 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 hình 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:

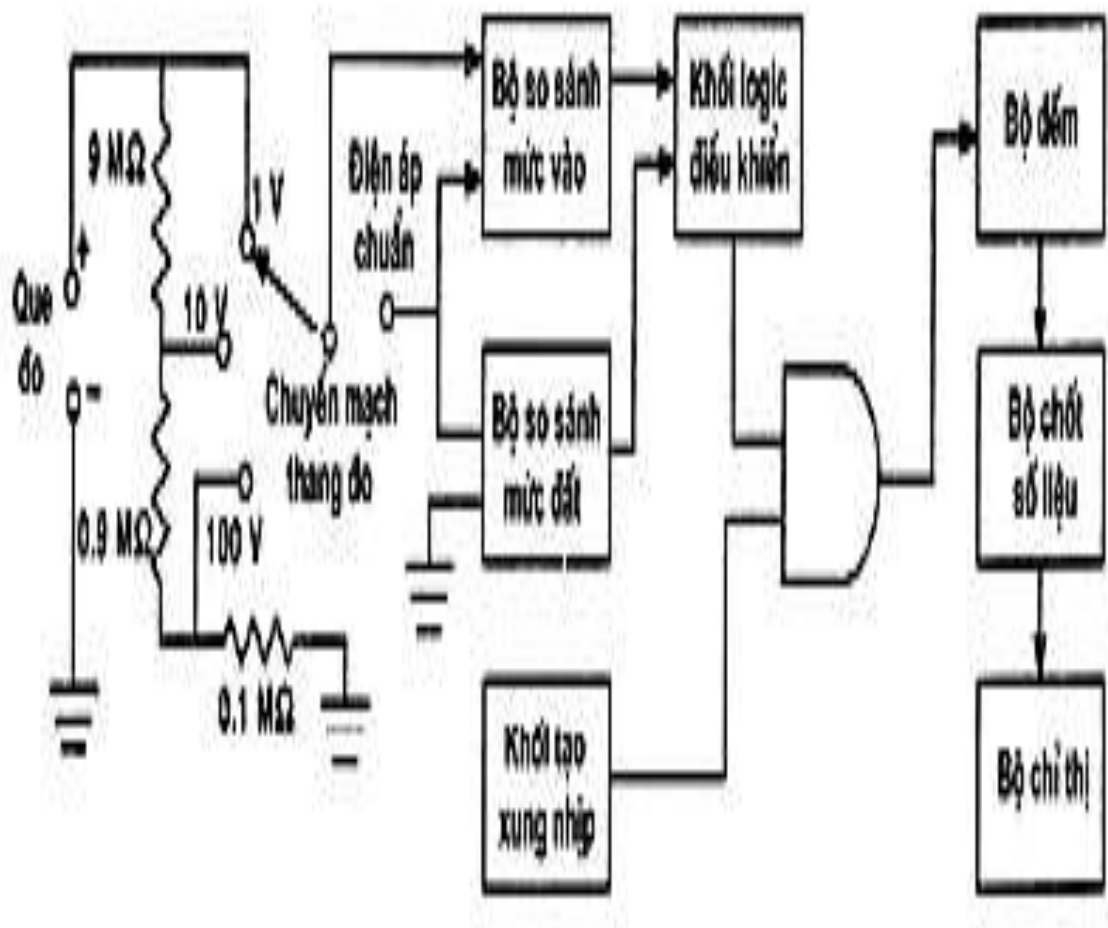
1. Kiểm tra nối mạch: máy kêu "bíp" khi điện trở giữa 2 đầu đo (gần) bằng 0.
2. Hiển thị số thay cho kim chỉ trên thước.

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.

4.2.2 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 3.26).



Hình 3.26: 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 3.27).

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 3.27: 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. Ω : 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.

13. 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/ Ω / 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.

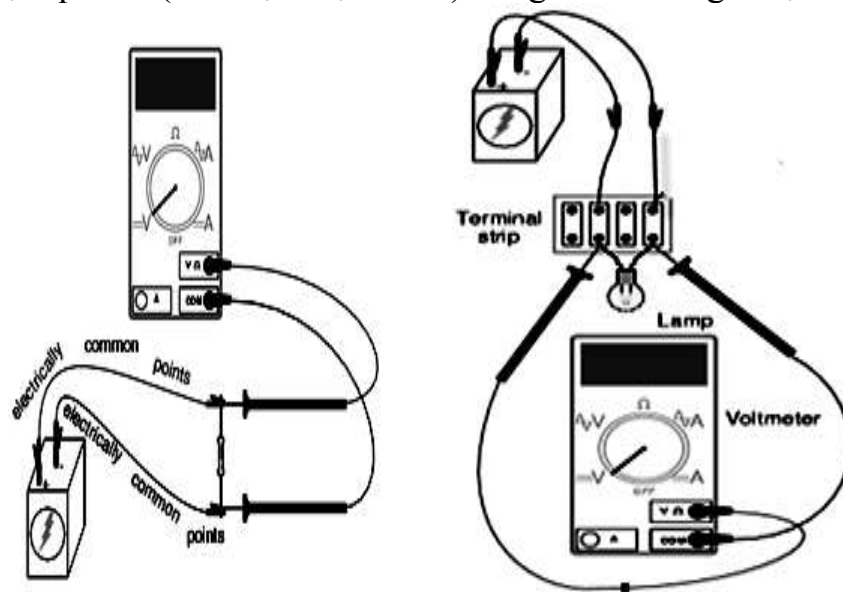
4.2.3 Hướng dẫn sử dụng:

❖ *Đo điện áp một chiều (hoặc xoay chiều) hình 3.28- 3.29*



Hình 3.28: Đặt đồng hồ vào thang đo điện áp DC hoặc AC

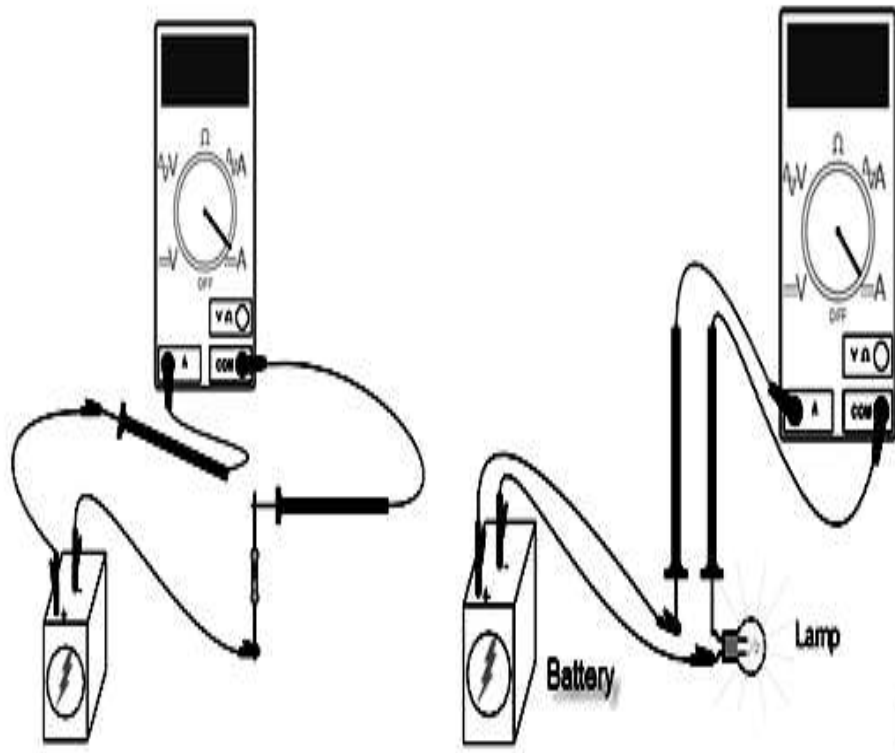
- Để que đo đồng hồ vào lỗ cắm "VΩ mA" que đen vào lỗ cắm "COM"
- Bấm nút DC/AC để chọn thang đo là DC nếu đo áp một chiều hoặc AC nếu đo áp xoay chiều.
- Xoay chuyển mạch về vị trí "V" hãy để thang đo cao nhất nếu chưa biết rõ điện áp, nếu giá trị báo dạng thập phân thì ta giảm thang đo sau.
- Đặt thang 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 3.29: 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.

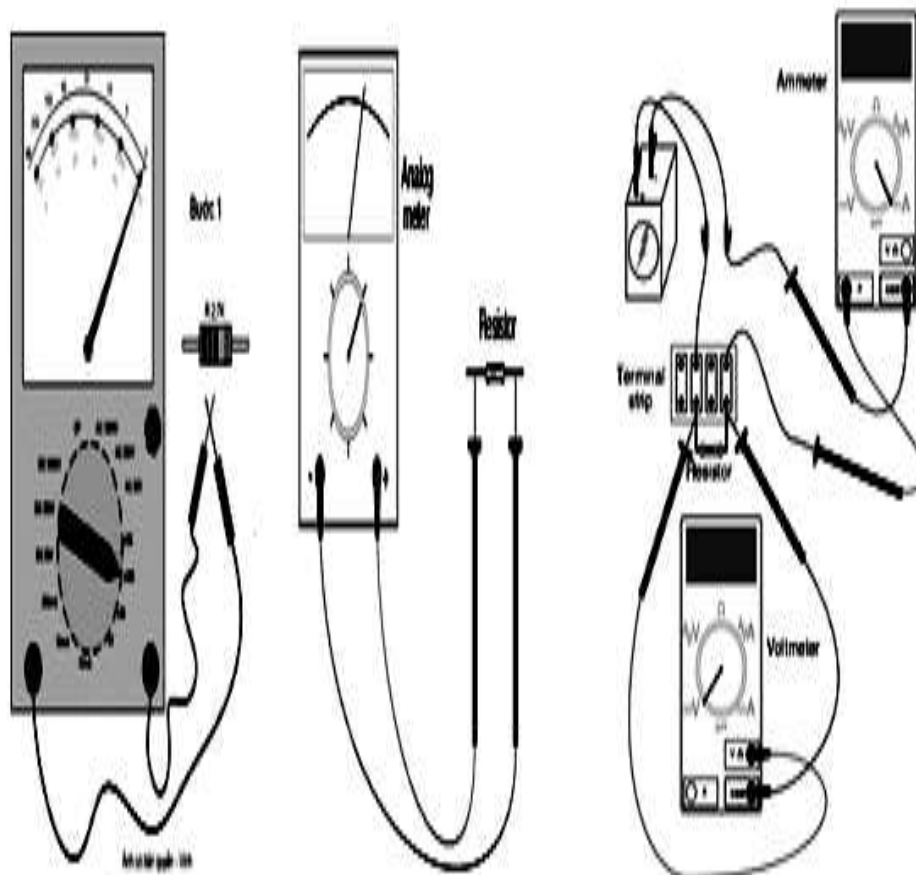


Hình 3.30: Đo dòng điện chạy qua điện trở và bóng đèn

❖ Đo điện trở hình 3.31

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

- Xoay chuyển mạch về vị trí đo " Ω ", 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 3.31: Đo điện trở và đo công suất

❖ Đo tần số

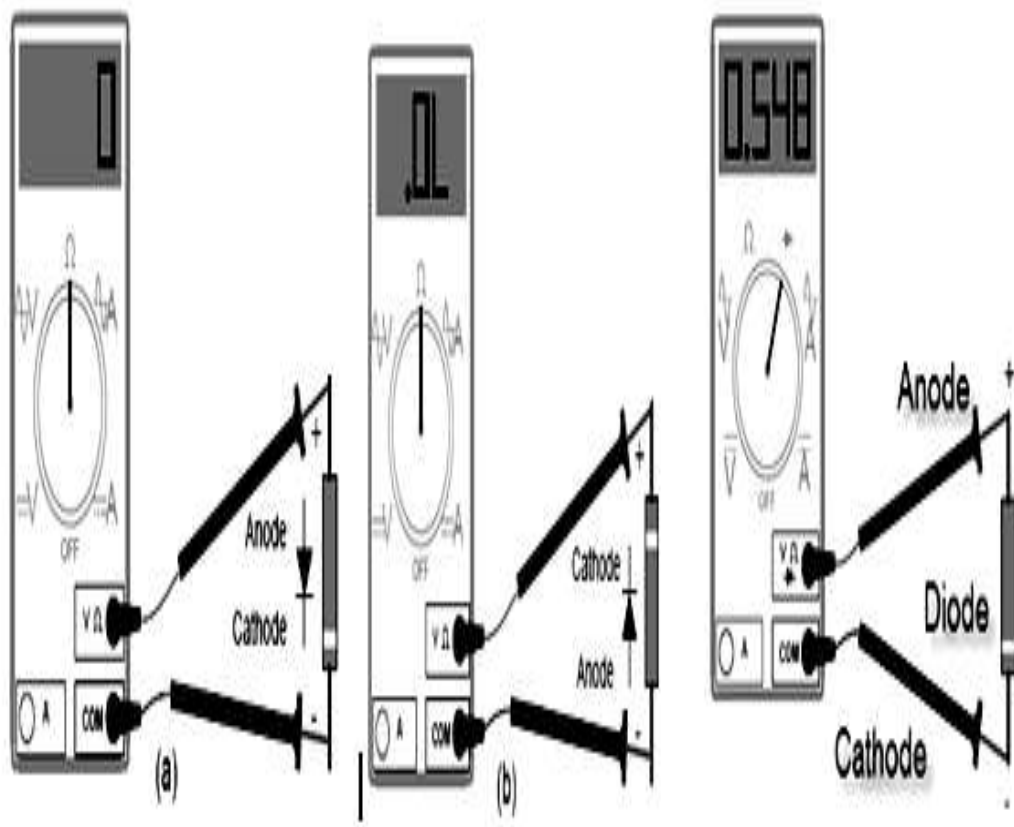
- Xoay chuyển mạch về vị trí “FREQ” hoặc ” Hz”
- Để thang đo như khi đo điện áp.
- Đặt que đo vào các điểm cần đo
- Đọc trị số trên màn hình.

❖ 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 đo 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 khi sẽ cho kết quả tốt hơn và đo nhanh hơn.*



Hình 3.32: Kiểm tra Diode

4.3 Bài tập sử dụng VOM/DVOM: ĐO ĐIỆN ÁP – DÒNG ĐIỆN – ĐIỆN TRỞ

4.3.1 Mục đích:

Tạo các kỹ năng sử dụng đồng hồ volt kế và ampe kế, đồng hồ VOM, ampe kèm, đồng hồ DVOM để thực hiện các phép đo điện áp và dòng điện trong một mạch cụ thể đúng phương pháp, đúng kỹ thuật và đọc chính xác kết quả đo.

4.3.2 Các thiết bị sử dụng:

- Đồng hồ VOM chỉ thị kim
- Đồng hồ DVOM
- Ampe kèm
- 01 variac
- Panel đo dòng điện và điện áp

4.3.3 Tóm tắt lý thuyết

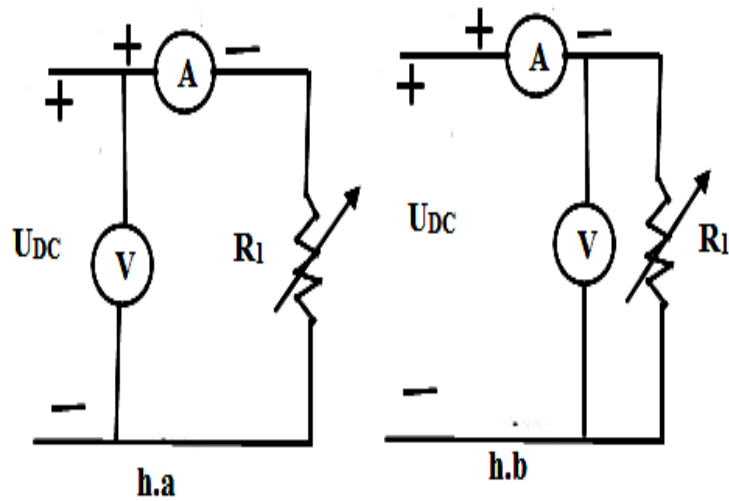
Áp dụng định luật ohm

$$U = I.R$$

4.3.4 Các bước thực hiện:

A. Đo dòng điện, điện áp DC và điện trở

a> Sơ đồ thí nghiệm 1 hình 3.38:



Hình 3.38: a. mắc volt kế trước ampe kế sau
b. mắc volt kế sau ampe kế trước

Tiến hành thực hiện các bước sau:

- Cấp nguồn
- Chỉnh Variac để điện áp cung cấp khoảng 100v
- Quan sát số chỉ ở các đồng hồ. Ghi kết quả vào bảng 1.

Kết quả đo	Hình a	Hình b
$U_{DC}(V)$		
$I(A)$		
Tính R_1		

Nhận xét và cho biết khi nào thì nên mắc Volt kế theo hình a và khi nào mắc Volt kế theo hình b ?

.....

.....

.....

.....

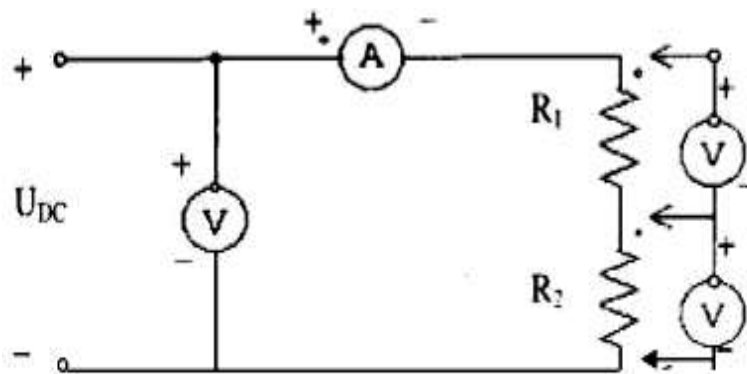
.....

.....

.....

.....

b> thí nghiệm 2 Hình 3.39:

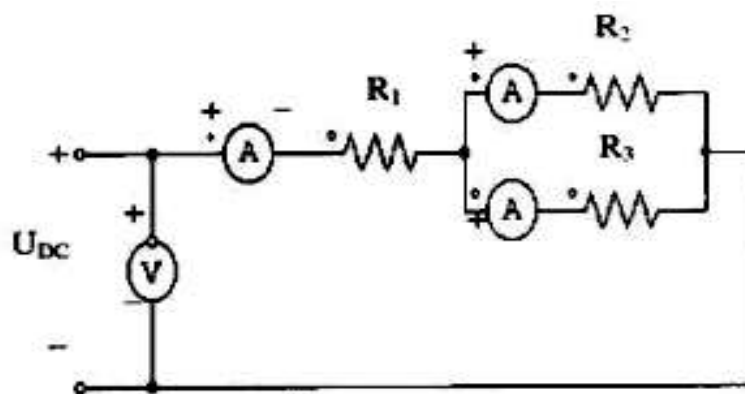


Hình 3.39

Tiến hành đo dòng điện và điện áp của từng điện trở theo trình tự các bước và ghi kết quả vào bảng 2.

$U_1(V)$		$I_1(A)$		$R_1(\Omega)$	
$U_2(V)$		$I_2(A)$		$R_2(\Omega)$	
$U(V)$		$I(A)$		$R_{td}(\Omega)$	

c> **Thí nghiệm 3** Hình 3.40:



Hình 3.40

Tiến hành đo dòng điện và điện áp của từng điện trở theo trình tự các bước và ghi kết quả vào bảng 3.

$U_1(V)$		$I_1(A)$		$R_1(\Omega)$	
$U_2(V)$		$I_2(A)$		$R_2(\Omega)$	
$U_3(V)$		$I_3(A)$		$R_3(\Omega)$	
$U(V)$		$I(A)$		$R_{td}(\Omega)$	

d> **Thí nghiệm 4:**

- Giữ nguyên mạch điện như thí nghiệm 1
- Thay đổi nguồn DC cung cấp vào cho mạch khoảng 5 giá trị.
- Quan sát các số chỉ trên đồng hồ, ghi kết quả vào bảng 4.

--	--	--

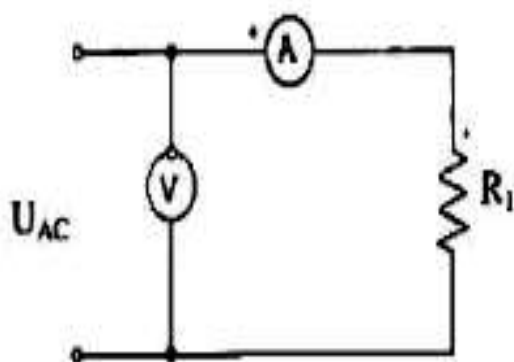
Lần đo / Đại lượng đo	U(V)	I(A)
Đo lần 1		
Đo lần 1		
Đo lần 1		
Đo lần 1		
Đo lần 1		

B. Đo dòng điện, điện áp AC và điện trở

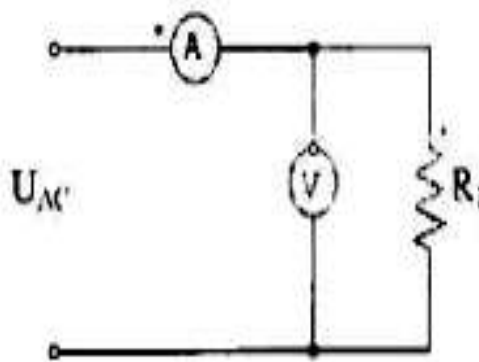
a> Sơ đồ thí nghiệm 1 hình 3.41:

Tiến hành thực hiện các bước sau:

- Cấp nguồn
- Chỉnh Variac để điện áp cung cấp khoảng 100v
- Quan sát số chỉ ở các đồng hồ. Ghi kết quả vào bảng 1.



Hình 3.41a

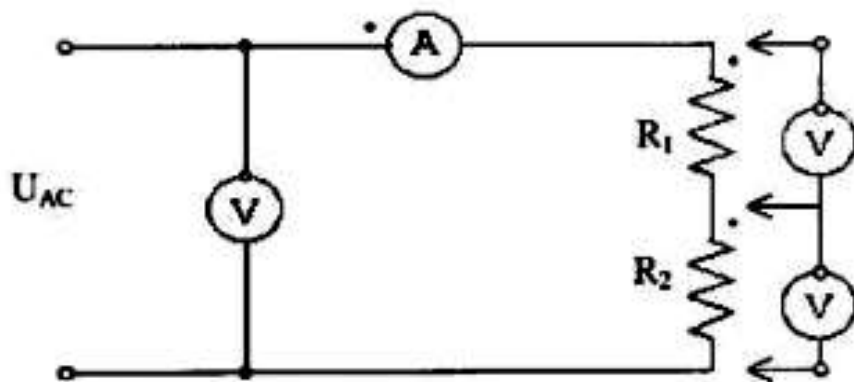


Hình 3.41 b

Bảng 1:

Kết quả đo	Hình a	Hình b
$U_{DC}(V)$		
$I(A)$		
Tính R_1		

b> Thí nghiệm 2 hình 3.42



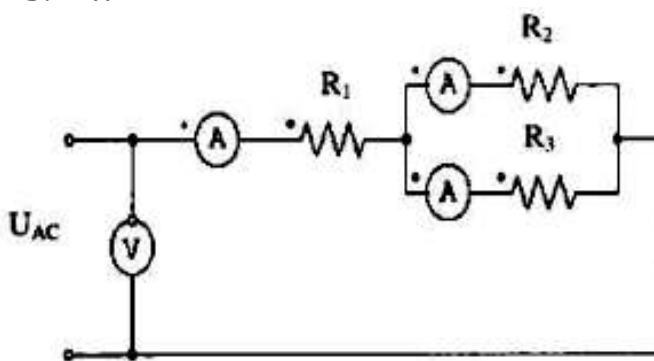
Hình 3.42:

Tiến hành đo dòng điện và điện áp của từng điện trở theo trình tự các bước và ghi kết quả vào bảng 2.

Bảng 2

$U_1(V)$		$I_1(A)$		$R_1(\Omega)$	
$U_2(V)$		$I_2(A)$		$R_2(\Omega)$	
$U(V)$		$I(A)$		$R_{td}(\Omega)$	

c> **Thí nghiệm 3** hình 3.42::



Hình 3.42

Tiến hành đo dòng điện và điện áp của từng điện trở theo trình tự các bước và ghi kết quả vào bảng 3.

Bảng 3

$U_1(V)$		$I_1(A)$		$R_1(\Omega)$	
$U_2(V)$		$I_2(A)$		$R_2(\Omega)$	
$U_3(V)$		$I_3(A)$		$R_3(\Omega)$	
$U(V)$		$I(A)$		$R_{td}(\Omega)$	

d> **Thí nghiệm 4:**

- Giữ nguyên mạch điện như thí nghiệm 1 của mạch đo AC
- Thay đổi nguồn AC cung cấp vào cho mạch khoảng 5 giá trị.
- Quan sát các số chỉ trên đồng hồ, ghi kết quả vào bảng 4.

Bảng 4

Lần đo / Đại lượng đo	$U(V)$	$I(A)$
-----------------------	--------	--------

Đo lần 1		
Đo lần 1		
Đo lần 1		
Đo lần 1		
Đo lần 1		

- Từ kết quả ở bảng 4 của mạch đo DC và AC, vẽ đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa I và U

.....

C. Đọc điện trở bằng vòng màu và dùng thang đo điện trở của VOM để đo lại giá trị của linh kiện

Điện trở	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
VOM								
Giá trị đọc từ vạch màu								

➤ YÊU CẦU VỀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP CHƯƠNG 3

🔗 Nội dung:

+ Về kiến thức: 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. Phân biệt được các loại cơ cấu đo chỉ thị kim, trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động, ưu nhược điểm của mỗi loại.

+ Về kỹ năng: sử dụng thành thạo các loại đồng hồ đo: VOM, DVOM. Hiểu được chức năng của thang đo, cách đọc giá trị đo,...

+ Về thái độ: Đảm bảo an toàn và vệ sinh công nghiệp.

🔗 Phương pháp:

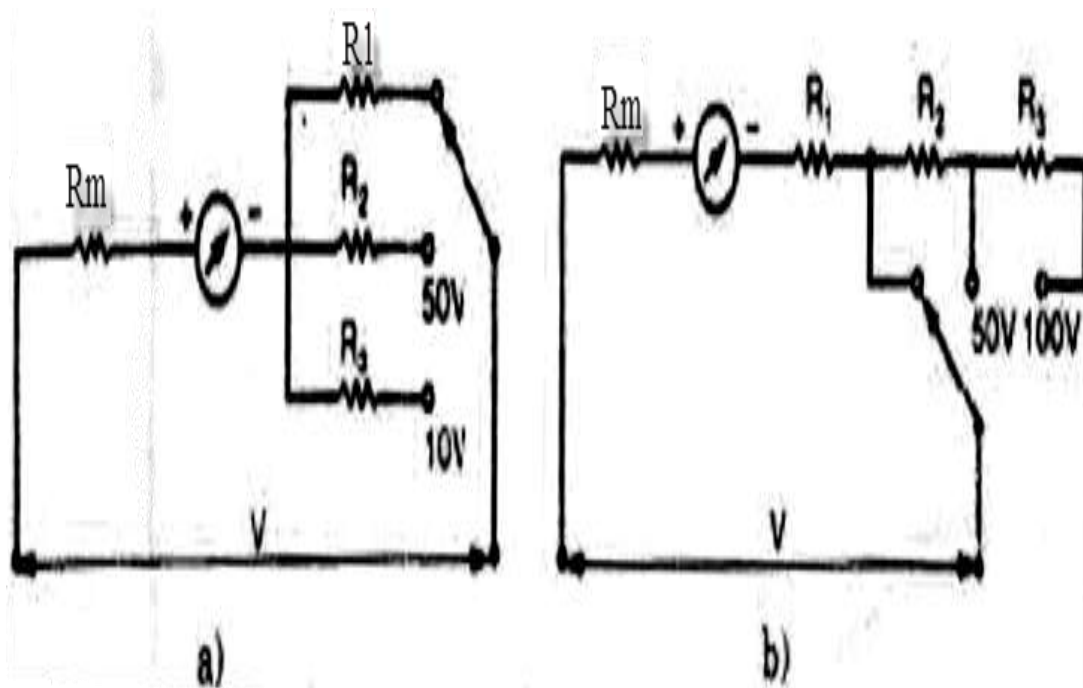
+ Về kiến thức: Được đánh giá bằng hình thức kiểm tra viết, trắc nghiệm

+ Về kỹ năng: Đánh giá kỹ năng thực hành lắp ráp, mạch điện theo yêu cầu của bài

+ Thái độ: Tỉ mỉ, cẩn thận, chính xác, ngăn nắp trong công việc.

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. Ampemét 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.
6. Tính điện trở shunt cho mA kế có 4 thang đo: $100\mu A$, $500\mu A$, $5mA$ và $25mA$. Cho biết điện kế từ điện có $I_{fs} = 100\mu A$ và $R_G = 1,5k\Omega$.
7. Tính điện trở phụ cho volt kế có 4 thang đo: $0,3V$, $10V$, $50V$ và $250V$ Cho biết điện kế từ điện có $I_{fs} = 500\mu A$ và $R_G = 600\Omega$.
4. Một cơ cấu đo từ điện như hình 1 có $I_{fs} = 50\mu A$, $R_G = 1700\Omega$ được sử dụng làm volt kế có tầm đo $10V$, $50V$, $100V$.



Hình 1

Đáp án:

Theo hình a:

$$R_G + R_1 = \frac{V}{I_{FS}} \rightarrow R_1 = 198,3 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 998,3 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 1,9983 \text{ k}\Omega$$

Theo hình b:

$$R_1 = \frac{V_1}{I_{FS}} - R_G = 198,3 k\Omega$$

$$R_2 = 800 \text{ } k\Omega$$

$$R_3 = 1 M\Omega$$

-Bài 3 : Đo các đại lượng điện cơ bản : gồm các chương MĐ13-04 và MĐ13-05

Chương MĐ13-04: Đo độ tự cảm và điện dung

Chương MĐ13-05: Đo điện trở

Gồm các nội dung chính sau :

3-1. Đo các đại lượng U, I.

3-1.1. Đo dòng điện.

3-1.2. Đo điện áp.

3-2. Đo các đại lượng R, L, C.

3-2.1. Đo điện trở.

3-2.2. Đo điện cảm.

3-2.3. Đo điện dung

3-3. Đo các đại lượng tần số, công suất và điện năng.

3-3.1. Đo tần số.

3-3.2. Đo công suất

3-3.3. Đo điện năng.

CHƯƠNG 4

ĐO ĐỘ TỰ CẢM VÀ ĐIỆN DUNG

Mã chương: MĐ13 - 04

Giới thiệu

Các đại lượng điện được chia làm hai loại: loại tác động (active) và loại thụ động (passive).

– **Loại tác động:** Các đại lượng mang năng lượng như điện áp, dòng điện, công suất là những đại lượng tác động. Khi đo các đại lượng này, bản thân năng lượng của chúng sẽ tác động lên mạch đo và cơ cấu đo. Trong các trường hợp năng lượng quá lớn phải sử dụng các mạch phân dòng, phân áp hoặc các mạch lấy mẫu đại lượng đo (biến áp, biến dòng). Trường hợp ngược lại, nếu các đại lượng đo quá nhỏ, phải sử dụng các mạch khuếch đại để khuếch đại chúng lên đủ lớn để mạch đo có thể làm việc bình thường.

– **Loại thụ động:** Các đại lượng không mang năng lượng như điện trở, điện cảm, điện dung là các đại lượng thụ động. Khi đo các đại lượng này phải có nguồn điện áp để cung cấp năng lượng cho chúng trong mạch đo.

Mục tiêu:

- Trình bày được cấu trúc, nguyên lý, phương pháp đo độ tự cảm, điện dung của linh kiện dùng cầu xoay chiều.

- Rèn luyện tính tư duy, sáng tạo, chủ động trong công việc

Nội dung

1. Lý thuyết cầu xoay chiều.

- Mục tiêu: Hiểu được nguyên lý hoạt động, điều kiện cân bằng của cầu xoay chiều.

Cầu đo dòng xoay chiều (Hình 4.1) là loại dựa trên cầu đơn dùng để đo điện cảm, điện dung. Để đơn giản ta coi cầu đo AC được cấu tạo giống như cầu đo Wheatstone

một chiều (*cầu đo DC*). Nguồn cung cấp cho mạch cầu là nguồn xoay chiều có tần số 50Hz (tần số điện lưới) - tín hiệu sin (độ méo dạng nhỏ), tần số âm tần (khoảng 1kHz). Chỉ thị không là một dụng cụ xoay chiều như điện kế điện tử, máy hiện sóng, vvv.... Tuy nhiên, ở đây chúng ta chỉ đề cập đến phương pháp cân bằng cho cầu đo AC, điều kiện cân bằng phải đạt được hai thành phần là cân bằng về biên độ và cân bằng về pha.

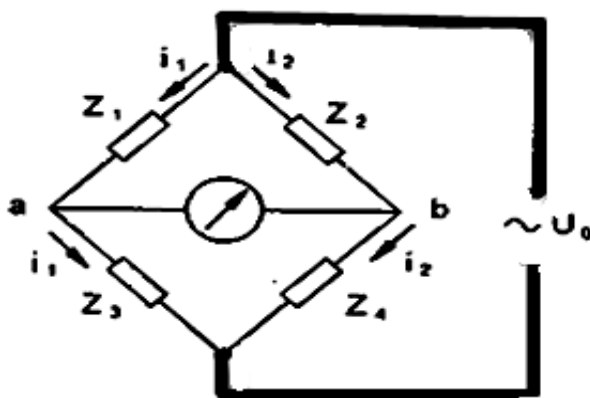
- **Điều kiện cân bằng cho cầu đo AC**

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

Do đó: $I_1 Z_1 = I_2 Z_2$ (4.1)

$I_1 Z_3 = I_2 Z_4$ (4.2)

Chia (1) cho (2) ta có: $\frac{I_1 Z_1}{I_1 Z_3} = \frac{I_2 Z_2}{I_2 Z_4} \Leftrightarrow \frac{Z_1}{Z_3} = \frac{Z_2}{Z_4}$ (4.3)



Hình 4.1: Cầu xoay chiều

hay: $Z_1 \cdot Z_4 = Z_2 \cdot Z_3$ (Cầu AC cân bằng, nghĩa là kim điện kế G chỉ số 0)

Trong đó: Z_1, Z_2, Z_3 và Z_4 là các tổng trở tương ứng, do $Z = R + jX$ nên cầu cân bằng phải đạt điều kiện

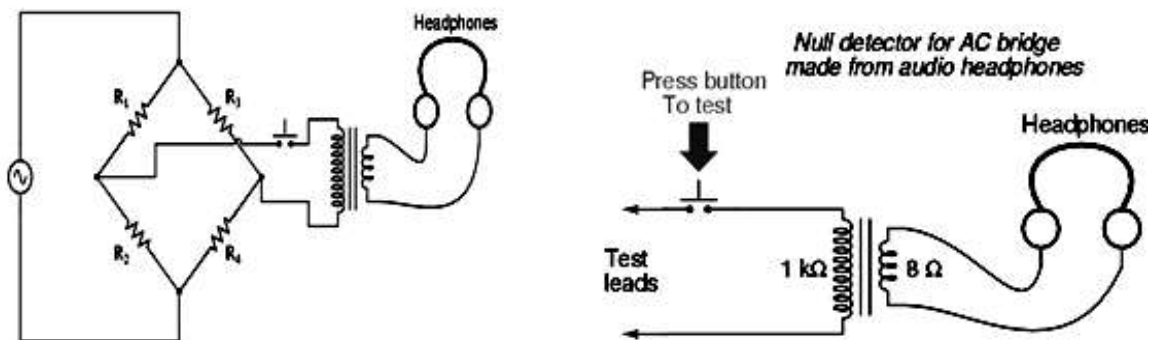
$R_1 R_4 = R_2 R_3$ (R-là thành phần thực)

$X_1 X_4 = X_2 X_3$ (X- thành phần ảo)

Ví dụ: $Z = 2 + j3$ [Ω]

• **Thiết bị chỉ thị sự cân bằng của cầu đo AC (Hình 4.2.a)**

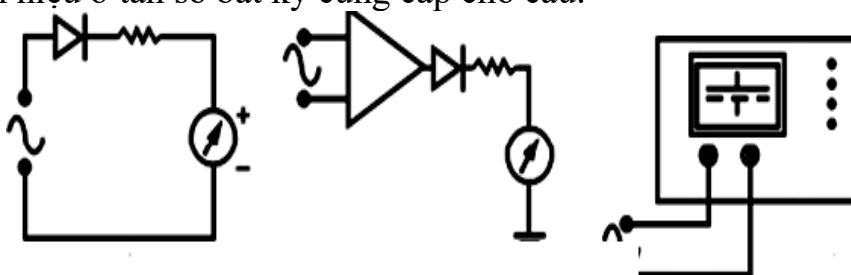
Tai nghe (*earphone hoặc headphone*) hình 4.2a: Giá thành rẻ, tương đối nhạy, được dùng phổ biến có khả năng phân biệt được sự cân bằng của cầu một cách tương đối chính xác. Tuy nhiên còn phụ thuộc vào độ thính tai của người làm thí nghiệm.



Hình 4.2a: Thiết bị chỉ thị sự cân bằng của cầu đo AC

Điện kế AC hình 4.2b: Điện kế DC kết hợp với mạch chỉnh lưu hoặc bộ biến đổi AC/DC chúng ta có điện kế AC. Muốn tăng độ nhạy cho cầu AC chúng ta thêm mạch khuếch đại cho điện kế AC. Thiết bị này chính xác hơn và khách quan hơn so với tai nghe. Ngoài ra còn có thể có nhiều tầm độ nhạy khác nhau thay đổi theo điện áp không cân bằng của cầu.

Dao động ký: Theo điều kiện thuận lợi của phòng thí nghiệm, nếu có được dao động ký, chúng ta cũng có thể dùng để kiểm tra sự cân bằng của cầu một cách chính xác hơn với mọi tín hiệu ở tần số bất kỳ cung cấp cho cầu.



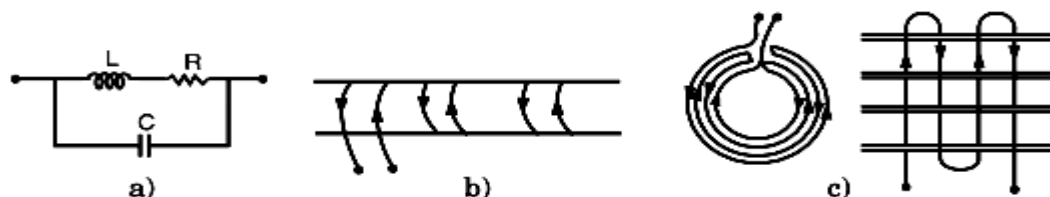
Điện kế AC Điện kế AC có khuếch đại Dao động ký

Hình 4.2b: Thiết bị chỉ thị sự cân bằng của cầu đo AC

- Các phần tử mẫu (điện trở mẫu, điện cảm mẫu, điện dung mẫu) dùng trong cầu AC.

Điện trở mẫu hình 4.3:

Đối với phần tử điện trở hoạt động ở tín hiệu xoay chiều, giá trị điện trở thường lớn hơn trong trường hợp hoạt động với dòng điện DC. Hiệu ứng ngoài mặt của dây dẫn phụ thuộc vào tần số tín hiệu, tiết diện dây dẫn và điện trở suất. Ở tần số âm thanh (1kHz) hiệu ứng này không đáng kể khi dây có điện trở suất lớn và tiết diện nhỏ được sử dụng. Đối với tín hiệu AC có tần số cao đi qua điện trở mạch tương đương của điện trở có dạng mạch tương đương như hình 4.3a. Để giảm được điện cảm ký sinh người ta quấn số vòng thuận nghịch kế cận nhau như hình 4.3b. Tuy nhiên để ảnh hưởng của tụ điện ký sinh giảm người ta quấn dây dẫn theo kiểu Curtis và Grover như hình 4.3c, khi điện trở có giá trị lớn người ta quấn trên bìa mỏng theo kiểu đan rổ.



Hình 4.3: a) Mạch tương đương của điện trở ở tần số cao

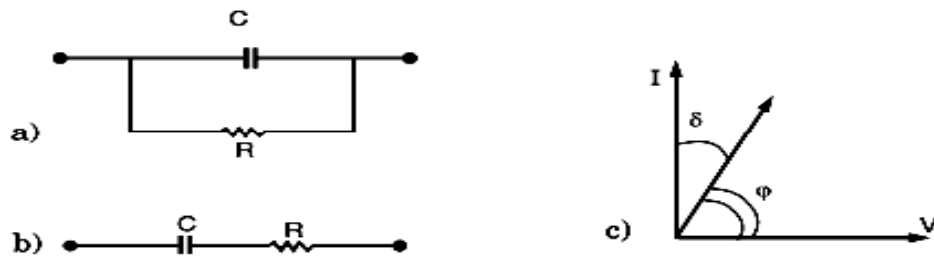
b) Kiểu quấn số vòng thuận nghịch kế cận bằng nhau

c) Kiểu quấn Curtis và Grover

Tụ điện hình 4.4: Trong thực tế dòng điện I qua tụ điện không lệch pha 90° đối với điện áp rơi trên tụ điện vì có tổn hao bên trong tụ điện. Tổn hao này do điện môi trong tụ điện có điện trở rì (không cách điện hoàn toàn). Do đó mạch tương đương của tụ điện được diễn tả theo hình 4.4. Nếu gọi δ là góc mất của điện dung do tổn hao công suất trên điện dung, thì ta có:

$$P = UI \cos\varphi = \sin\delta, \text{ với } \cos\varphi = (\pi/2) - \delta \quad (4.4)$$

Nếu δ nhỏ, công suất hao mất trên điện dung $P = V.I.\delta$. Các tụ điện mẫu dùng trong cầu đo xoay chiều được chế tạo bằng các điện môi có tổn hao rất ít (độ cách điện tốt), góc mất δ cố định không phụ thuộc vào tần số tín hiệu và nhiệt độ của môi trường. Có nhiều loại tùy theo khoảng trị số tụ điện cần sử dụng.

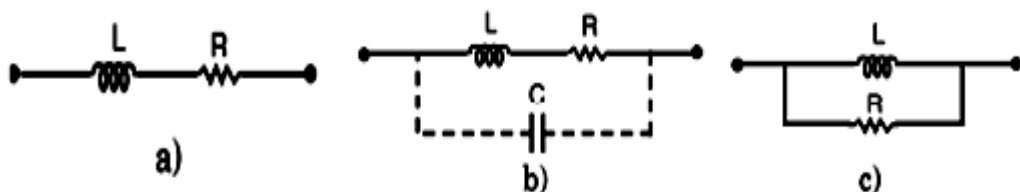


Hình 4.4: a) Mạch tương đương của điện dung khi δ lớn

b) Mạch tương đương của điện dung khi δ nhỏ;

c) Biểu đồ vector $V-I$

Cuộn dây hình 4.5: Có điện cảm L , điện trở R của dây quấn và có mạch tương đương ở tần số cao như hình 4.5, còn điện dung ký sinh ở giữa các vòng dây quấn của cuộn dây không đáng kể ở tần số tín hiệu âm tần, nhưng được quan tâm đến tần số cao.



Hình 4.5: a) Mạch tương đương của cuộn dây khi Q nhỏ

b) Ở tần số cao;

c) Khi Q lớn

Các điện cảm mẫu được chế tạo dưới dạng ống dây có kích thước xác định chính xác. Các điện cảm mẫu thay đổi được nhờ hai ống dây ghép nối tiếp và phần thay đổi được là lõi của cuộn dây. Trị số điện cảm thay đổi được phụ thuộc vào vị trí của lõi.

2. Cầu điện dung.

- Mục tiêu: Trình bày được nguyên lý hoạt động, xác định được những tổn hao của cầu điện dung.

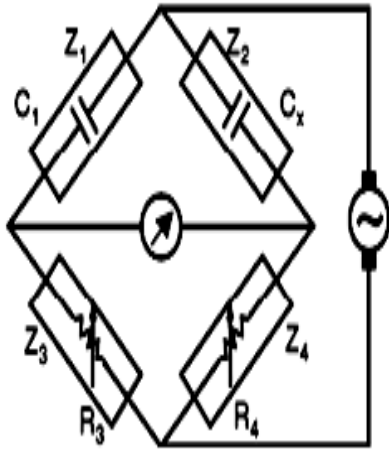
2.1 Cầu đo tụ điện có tổn hao nhỏ ($D < 0.1$):

Cầu gồm 4 nhánh trong đó R_3, R_4, C_1 (hình 4.6), R_1, R_2, C_m (hình 4.7) là điện trở mẫu có thể thay đổi được và tụ điện mẫu, các nhánh còn lại C_x tụ

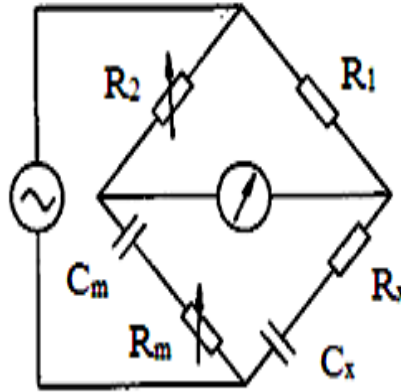
cần đo. Điện kế G xoay chiều là dụng cụ chỉ không, cần được cung cấp bằng nguồn xoay chiều U_z , khi cầu cân bằng ta có mối quan hệ :

$$R_2 \left(R_x + \frac{1}{j\omega C_x} \right) = R_1 \left(R_m + \frac{1}{j\omega C_m} \right) \quad (4.5)$$

$$R_2 R_x + \frac{R_2}{j\omega C_x} = R_1 R_m + \frac{1}{j\omega C_m} \quad (4.6)$$



Hình 4.6: Cầu đo C_x đơn giản



Hình 4.7: Cầu Sauty

Cân bằng phần thực và phần ảo ta được:

$$R_2 R_x = R_1 R_m \rightarrow R_x = R_m \frac{R_1}{R_2} \quad (4.7)$$

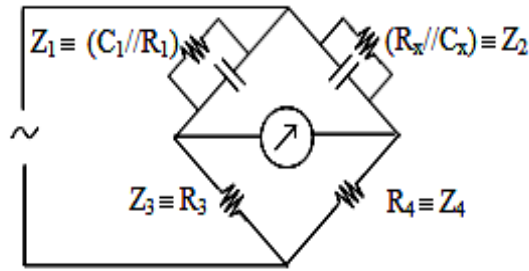
$$\frac{R_2}{j\omega C_x} = \frac{R_1}{j\omega C_m} \rightarrow C_x = \frac{R_2}{R_1} C_m \quad (4.8)$$

Trong thực tế mạch tương đương của điện dung có hai dạng tùy theo sự hao mất của điện dung. Do đó chất lượng của điện dung được đánh giá qua hệ số D của điện dung (D factor).

Hệ số tổn hao của điện dung ($D < 0,1$):

$$D = R_x C_x \omega \quad (4.9)$$

Ví dụ: Cho cầu đo Sauty như hình 4.8, biết $C_1 = 0.1 \mu F$, $R_3 = 10 K\Omega$, $R_4 = 14.7 K\Omega$ người ta điều chỉnh giá trị điện trở mẫu $R_1 = 125 \Omega$ thì thấy cầu cân bằng. Hãy xác định các giá trị C_x , R_x và D biết rằng tần số tín hiệu là 100Hz.

Hình 4.8: Cầu Sauty ($D < 0.1$)

Bài giải:

Áp dụng công thức cầu cân bằng Sauty, ta được:

$$C_x = \frac{R_3}{R_4} C_1 = \frac{10K\Omega}{14.7K\Omega} 0.1\mu F = 0.068\mu F$$

$$R_x = \frac{R_1}{R_3} R_4 = \frac{125\Omega}{10K\Omega} 14.7K\Omega = 183.3\Omega$$

Hệ số tổn hao:

$$\begin{aligned} D_{nt} &= \omega R_x C_x = \omega R_1 C_1 \\ &= 2\pi f R_1 C_1 = 2\pi \cdot 100 \cdot 125 \cdot 0.1 \cdot 10^{-6} = 8 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

2.2. Cầu đo tụ điện có tổn hao lớn ($D > 0.1$) hình 4.9:

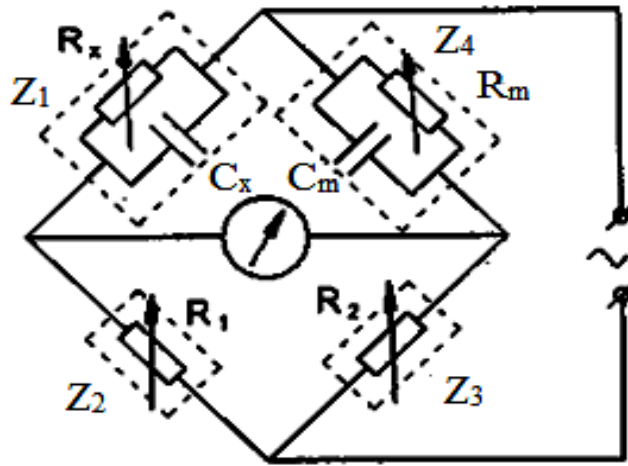
Trong đó R_1, R_2 thuần trở. R_m mắc song song với C_m (điện trở và điện dung mẫu), R_x, C_x : điện dung cần đo.

Khi cầu cân bằng ta có:

$$Z_1 Z_3 = Z_2 Z_4 \quad (4.10)$$

$$Z_1 = \frac{1}{\frac{1}{R_x} + j\omega C_x}$$

$$Z_2 = R_1; Z_3 = R_2 \quad (4.11)$$



Hình 4.9: Cầu xoay chiều đo tụ điện tổn hao lớn

$$Z_4 = \frac{1}{\frac{1}{R_m} + j\omega C_m} \quad (4.12)$$

Thế Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 vào (4.10) ta được:

$$R_1 \frac{1}{\frac{1}{R_m} + j\omega C_m} = R_2 \frac{1}{\frac{1}{R_x} + j\omega C_x}$$

$$\Rightarrow R_2 \left(\frac{1}{R_m} + j\omega C_m \right) = R_1 \left(\frac{1}{R_x} + j\omega C_x \right)$$

Cân bằng phần thực và phần ảo ta có:

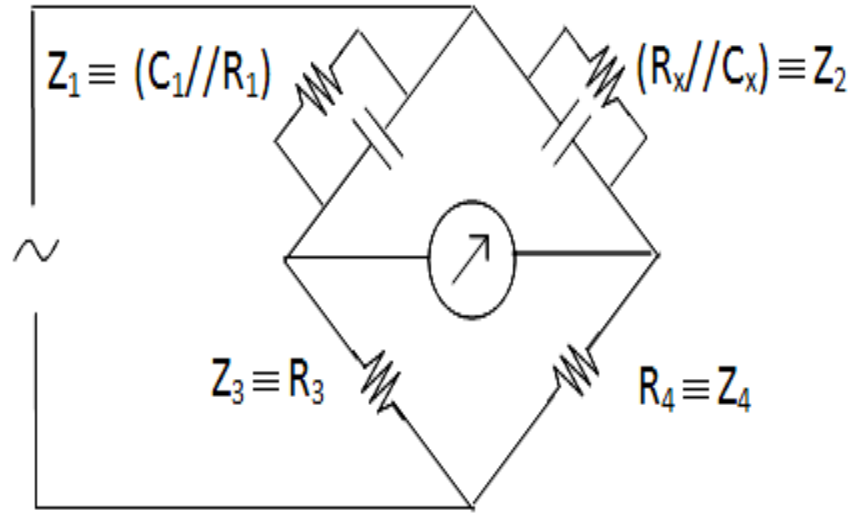
$$\bullet \frac{R_2}{R_m} = \frac{R_1}{R_x} \Rightarrow R_x = R_m \frac{R_1}{R_2}$$

$$\bullet R_2 j\omega C_m = R_1 j\omega C_x \Rightarrow C_x = \frac{R_2}{R_1} C_m \quad (4.13)$$

Hệ số tổn hao của điện dung ($D > 0,1$):

$$D = \frac{1}{R_x C_x \omega} \quad (4.14)$$

- Xét sơ đồ mạch cầu đo phổ quát với điện dung có tổn hao lớn ($D > 0,1$), hình 4.10:



Hình 4.10: Cầu Nernst ($D > 0.1$)

Khi cầu đo cân bằng, ta có:

$$R_3 \left(\frac{1}{R_1} + j\omega C_1 \right) = R_4 \left(\frac{1}{R_x} + j\omega C_x \right)$$

Cân bằng phần thực: $R_x = R_4 \frac{R_1}{R_3}$

Cân bằng phần ảo: $\omega C_1 R_3 = \omega C_x R_4$

$$\Rightarrow C_x = \frac{R_3}{R_4} C_1$$

Hệ số tổn hao: $D_{ss} = \frac{1}{\omega R_x C_x} = \frac{1}{\omega R_1 C_1} = \frac{1}{D_{nt}}$

Như đã phân tích ở trên tùy theo độ rỉ của tụ điện chúng ta có R_x mắc song song với C_x , R_x là điện trở của chất điện môi còn C_x là trị số thực của tụ điện, như vậy nếu độ rỉ của tụ điện càng nhỏ thì R_x càng lớn. Nếu độ rỉ lớn thì R_x có giá trị nhỏ. Cho nên mạch tương đương của điện dung trong cầu đo tạo thuận lợi cho việc xác định C_x , R_x . Ưu điểm của các cầu đo trên không phụ thuộc vào tần số của tín hiệu. Nhưng về phương diện tổng trở của hai mạch tương đương đều có tổng trở như nhau.

3. Cầu điện cảm.

- *Mục tiêu:* Phân tích được nguyên lý hoạt động, xác định hệ số tổn hao của cầu điện cảm.

Cuộn cảm lý tưởng là cuộn dây chỉ có thành phần kháng ($X_L = \omega L$) hoặc thuần khiết điện cảm, nhưng trong thực tế các cuộn dây ngoài thành phần kháng X_L còn có điện trở cuộn dây R_L . Điện trở R_L càng lớn độ phẩm chất của cuộn dây càng kém. Nếu gọi Q là độ phẩm chất của cuộn dây thì Q được đặt trưng bởi tỷ số giữa điện kháng X_L và điện trở của cuộn dây đó.

• Nếu cuộn dây có sự hao mất nhỏ $Q < 10$ (điện trở của cuộn dây nhỏ) thì có mạch tương đương R_x nối tiếp L_x , hệ số phẩm chất Q được tính theo công thức 4.15:

$$Q = \frac{L_x \omega}{R_x} \quad (4.15)$$

Để đo X_L , R_L và Q ta dùng cầu xoay chiều.

- Ta xét hình 4.11b, Cầu gồm 4 nhánh trong đó R_m , L_m là điện cảm mẫu, L_x , R_x là điện cảm cần đo, R_1 , R_2 trở mẫu có thể điều chỉnh được.

Ở chế độ cân bằng ta có:

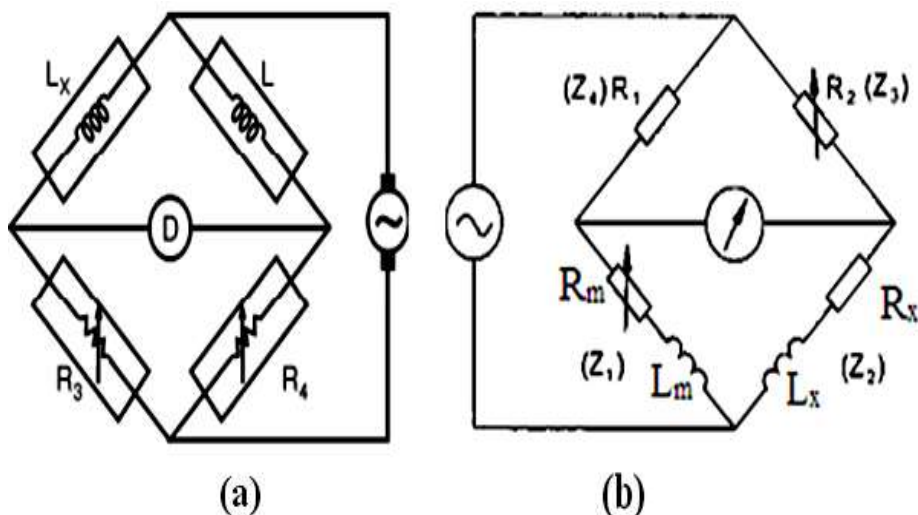
$$Z_1 Z_3 = Z_2 Z_4 \quad (4.16)$$

Trong đó: $Z_1 = R_m + j\omega L_m$

$$Z_2 = R_x + j\omega L_x$$

$$Z_3 = R_2$$

$$Z_4 = R_1$$



Hình 4.11: Cầu đo L_x đơn giản

Từ biểu thức (4.16) ta có:

$$(R_m + j\omega L_m) (R_1) = (R_x + j\omega L_x) R_2 \quad (4.17)$$

Cân bằng phần thực và phần ảo ta được:

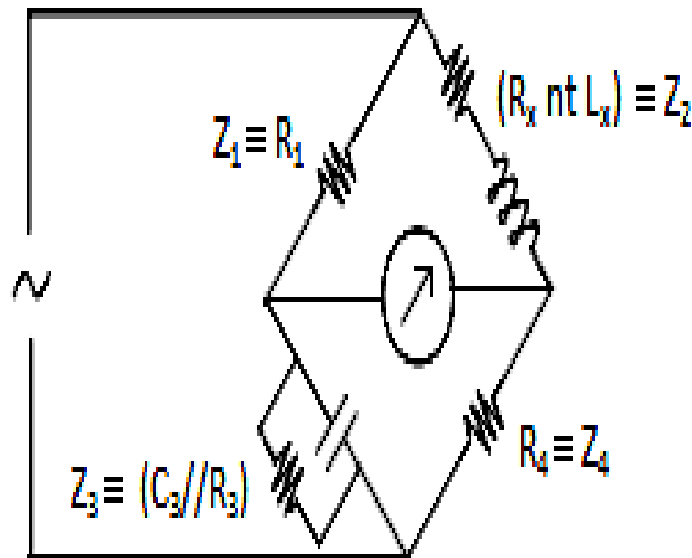
$$R_m R_1 = R_x R_2 \rightarrow R_x = R_m (R_1/R_2) \quad (4.18)$$

$$j\omega R_1 L_m = j\omega R_2 L_x \rightarrow L_x = L_m (R_1/R_2) \quad (4.19)$$

• Nếu cuộn dây có sự hao mất lớn $Q > 10$ (điện trở của cuộn dây lớn) thì mạch tương đương R_x mắc song song với L_x , hệ số phẩm chất Q được tính theo công thức 4.20

$$Q = \frac{R_x}{L_x \omega} \quad (4.20)$$

Sơ đồ hình 4.12 là mạch cầu đo phổ quát với cuộn dây có hệ số phẩm chất nhỏ $Q < 10$:



Hình 4.12: Phương pháp cầu đo Maxwell-Wien

Lưu ý: Ít dùng điện cảm mẫu trong cầu đo vì chúng dễ gây nhiễu ảnh hưởng đến nhau, không chính xác, khó cân bằng.

Khi cầu cân bằng:
$$R_1 \left(\frac{1}{R_3} + j\omega C_3 \right) = \frac{R_x + j\omega L_x}{R_4} \quad (4.21)$$

Cân bằng phần thực:
$$R_x = R_4 \frac{R_1}{R_3} \quad (4.22)$$

Cân bằng phần ảo:
$$\omega C_3 R_1 = \frac{\omega L_x}{R_4} \Rightarrow L_x = C_3 R_1 R_4 \quad (4.23)$$

Hệ số phẩm chất:
$$Q_{nt} = \frac{\omega L_x}{R_x} = \omega C_3 R_3 \quad (4.24)$$

 Ví dụ:

Cho cầu đo Maxwell-Wien, biết $C_3=0.1\mu F$, $R_1=1.26K\Omega$, $R_3=470\Omega$, $R_4=500\Omega$ thì thỏa mãn cầu cân bằng. Hãy xác định các giá trị L_x , R_x và Q biết rằng tần số tín hiệu là 200Hz.

Bài giải:

- Khi cầu cân bằng:

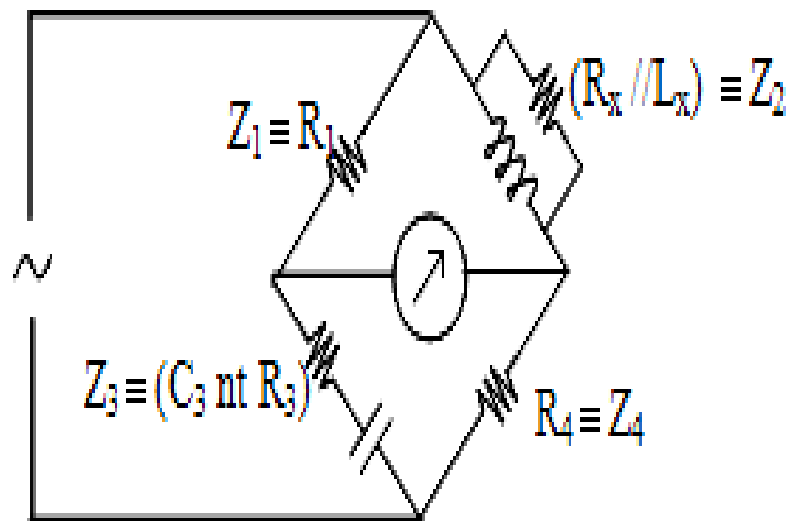
$$R_x = R_4 \frac{R_1}{R_3} = \frac{1.26K\Omega}{470\Omega} 500\Omega = 1.34K\Omega$$

$$L_x = C_3 R_1 R_4 = 0.1 * 10^{-6} 1.26 * 10^3 * 500 = 63mH$$

- Hệ số phẩm chất:

$$Q_{nt} = \frac{\omega L_x}{R_x} = \omega C_3 R_3 = 2\pi * 200 * 0.1 * 10^{-6} * 470 = 0.06$$

Sơ đồ hình 4.13 là mạch cầu đo phổ quát với cuộn dây có hệ số phẩm chất lớn $Q>10$:



Hình 4.13: Cầu Hay.

- Khi cầu cân bằng:
$$R_1 R_4 = \frac{1}{\frac{1}{R_x} - \frac{j}{\omega L_x}} \left(R_3 - \frac{j}{\omega C_3} \right)$$

- Cân bằng phần thực:
$$R_x = R_4 \frac{R_1}{R_3}$$

- Cân bằng phần ảo:
$$\frac{R_1 R_4}{\omega L_x} = \frac{1}{\omega C_x}$$

$$\Rightarrow L_x = C_3 R_1 R_4$$

Hệ số phẩm chất:
$$Q_{ss} = \frac{R_x}{\omega L_x} = \frac{1}{\omega C_3 R_3} = \frac{1}{Q_{nt}}$$

➤ YÊU CẦU VỀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP CHƯƠNG 4

📌 Nội dung:

+ Về kiến thức: Trình bày được cấu trúc, nguyên lý, phương pháp đo độ tự cảm, điện dung của linh kiện dùng cầu xoay chiều. Phân biệt được các loại cơ cấu đo chỉ thị kim, trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động, ưu nhược điểm của mỗi loại.

+ Về kỹ năng: sử dụng thành thạo các loại đồng hồ đo: VOM, DVOM. Hiểu được chức năng của thang đo, cách đọc giá trị đo,...

+ Về thái độ: Đảm bảo an toàn và vệ sinh công nghiệp.

Phương pháp:

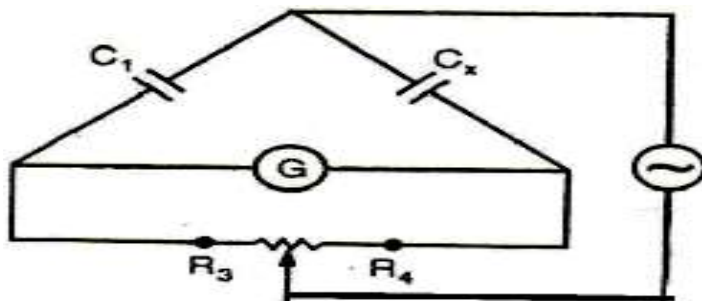
+ Về kiến thức: Được đánh giá bằng hình thức kiểm tra viết, trắc nghiệm

+ Về kỹ năng: Đánh giá kỹ năng thực hành lắp ráp, mạch điện theo yêu cầu của bài

+ Thái độ: Tỉ mỉ, cẩn thận, chính xác, ngăn nắp trong công việc.

BÀI TẬP

1. cho cầu đo như hình 1, biết $C_1 = 0,1\text{ F}$ và tỉ số R_3 / R_4 có thể chỉnh được thay đổi trong khoảng : 100/1 và 1/100. Hãy tính C_x mà cầu có thể đo được



Hình 1

Đáp án

Ta có $C_X = C_1 R_3 / R_4$ với $R_3 / R_4 = 100/1$

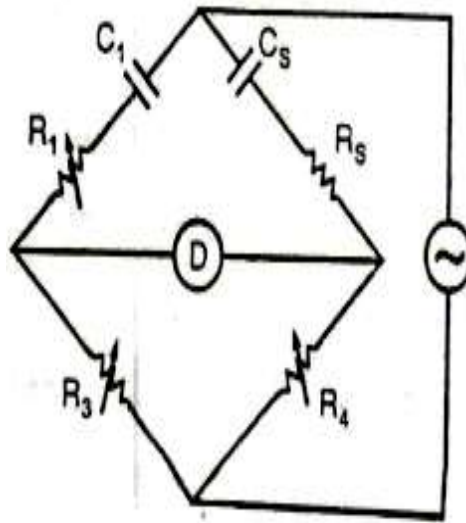
→ $C_x = 10\mu\text{F}$. Mặt khác, với $R_3 / R_4 = 1/100$ → $C_x = ?$

Vậy cầu C_x có tầm đo: $0,001\text{ }\mu\text{F} \div 10\text{ }\mu\text{F}$

2. cho cầu điện dung như hình 2 thành phần mẫu $C_1 = 0,1\text{ }\mu\text{F}$, $R_3 = 10\text{k}\Omega$. Biết rằng cầu cân bằng khi nguồn cung cấp có $f = 100\text{Hz}$, $R_1 = 125\Omega$ và $R_4 = 14,7\Omega$. Hãy tính giá trị R_S , C_S và hệ số tổn hao D của tụ ?.

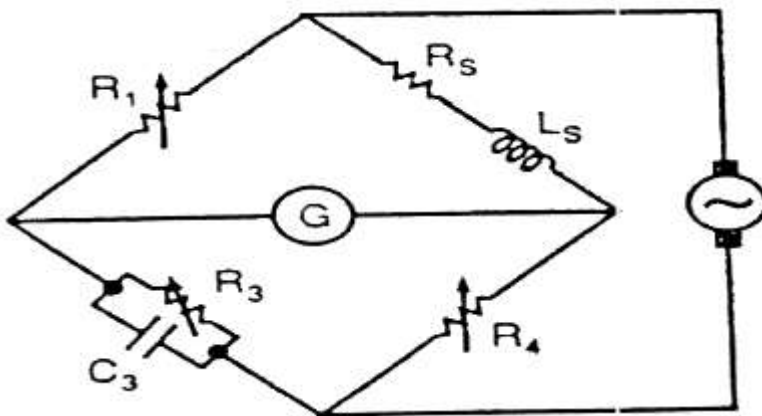
Đáp án:

$C_s = 0.068\mu\text{F}$, $R_s = 183,3\Omega$, $D = 0,008$



Hình 23.

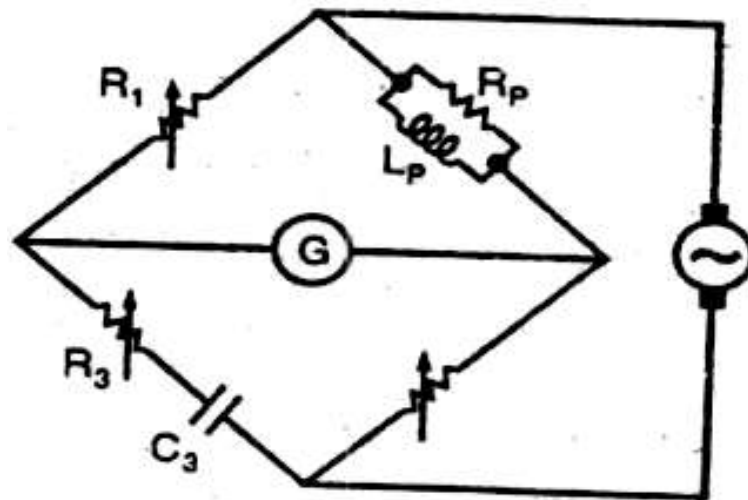
Cầu maxwell đo điện cảm như hình 3 dùng thành phần mẫu $C_3 = 0,1\mu F$, nguồn cung cấp có tần số $f = 100\text{Hz}$. Cầu cân bằng khi $R_1 = 1,26k\Omega$, $R_3 = 470\Omega$ và $R_4 = 550\Omega$. Tính giá trị điện cảm L_s , R_s , và hệ số phẩm chất Q của cuộn dây.



Hình 3

Đáp án: $L_s = 63\text{mH}$, $R_s = 1,34k\Omega$, $Q = 0,03$

4. Hình 4 cầu có nguồn cung cấp $f = 100\text{Hz}$ cân bằng khi $C_3 = 0,1\mu F$, $R_1 = 1,26k\Omega$, $R_3 = 75\Omega$ và $R_4 = 500\Omega$. Tính điện cảm L_P , điện trở R_P và hệ số phẩm chất Q của cuộn dây?



Hình 4

Đáp án:

$$L_P = 63\text{mH}, R_P = 8,4\text{k}\Omega, Q = 212$$

CHƯƠNG 5

ĐO ĐIỆN TRỞ

Mã chương: MĐ13 - 05

Giới thiệu:

Điện trở là một thông số rất quan trọng của mạch điện và các hệ thống cung cấp điện. Ngoài ra, có thể căn cứ vào sự thay đổi điện trở của cảm biến để xác minh giá trị của các đại lượng vật lý khác nên phép đo điện trở là tương đối phổ biến

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

Nội dung chính:

1. Phương pháp đo

Mục tiêu: Xác định và phân biệt các phương pháp đo của voltmet và ampemet bằng điện trở mẫu hoặc bằng cầu 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

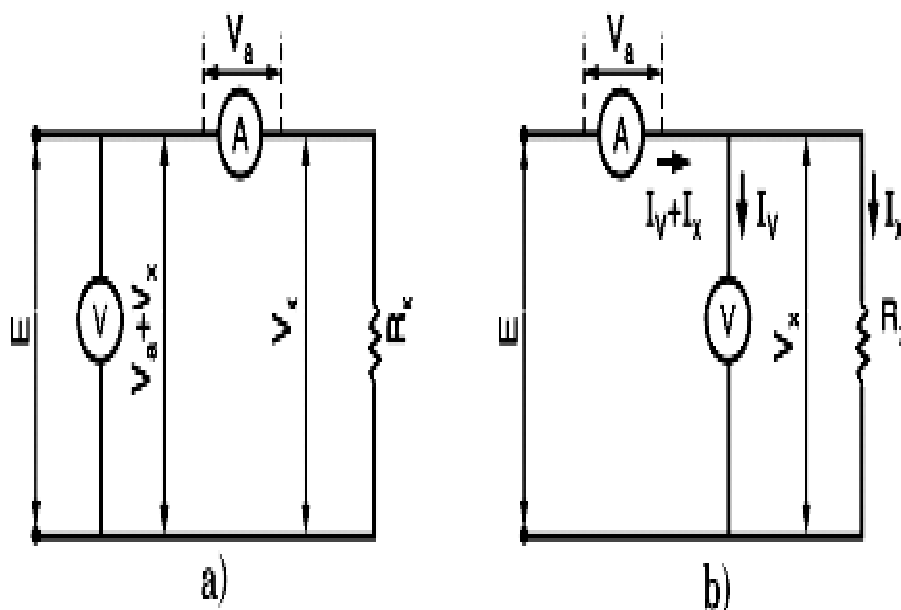
- Khi đo các giá trị điện trở nhỏ, cần tìm mọi biện pháp để loại trừ ảnh hưởng của điện trở dây nối, điện trở tiếp xúc, sức điện động tiếp xúc. Để khắc phục một phần, trên các điện trở mẫu người ta phân thành các cực dòng và cực áp riêng.
- Khi đo các giá trị điện trở lớn, cần tránh sự ảnh hưởng của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

1.1 Giới thiệu phương pháp đo.

1.1.1 Đo điện trở bằng phương pháp đo gián tiếp.

a. Phương pháp Volt – ampe

Dùng ampeket và volmet đo dòng và áp trên điện trở rồi suy ra $R'_x = U_v / I_a$ thông qua hai sơ đồ (hình 5.1):



Hình 5.1: Phương pháp Volt – ampe

Hình 5.1a: 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 5.1b: Ampe-kế mắc trước, vôn-kế mắc sau. Điện trở R_x vẫn được xác định bởi:
$$R_x = \frac{U}{I}$$

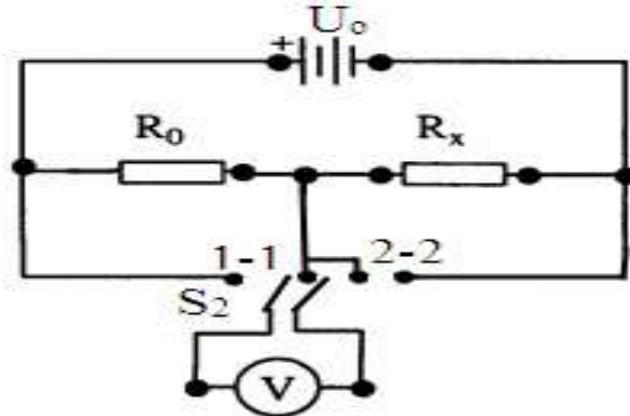
Trong đó: U – điện áp đo được trên vôn-kế; I – dòng điện đo được trên ampe-kế. Dòng I chính là dòng điện I_x qua R_x và I_v qua vôn kế nên có trị số là:

$$I = I_x + I_v$$

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

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

b. Mạch đo điện trở bằng voltmet và điện trở mẫu (hình 5.2)



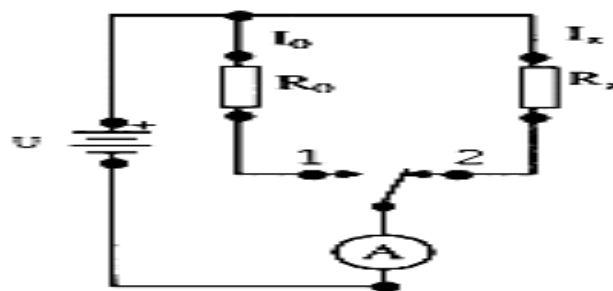
Hình 5.2: Mạch đo điện trở bằng voltmet và điện trở mẫu.

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_0 , sau đó S_2 đóng sang 2-2 ta đo được điện áp rơi trên điện trở R_x , vì R_0 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 voltmet và sai số của điện trở mẫu R_0

c. Mạch đo điện trở bằng ampemet và điện trở mẫu (hình 5.3)



Hình 5.3: Mạch đo điện trở bằng ampemet và điện trở mẫu

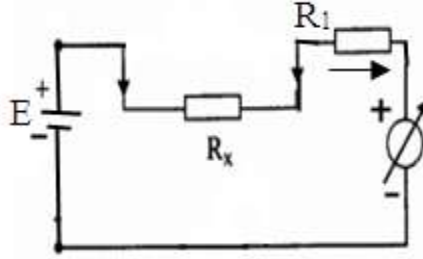
Trong đó U là điện áp nguồn cung cấp ổn định, R_0 là điện trở mẫu có độ ổn định cao và nối song song với R_x . Ampemet đầu tiên đo dòng I_0 qua R_0 nhờ khóa S_1 đóng sang 1, sau đó S_1 đóng sang 2 ta đo được dòng I_x qua R_x . Ta có quan hệ:

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

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

1.1.2 Đo điện trở bằng phương pháp đo trực tiếp.

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



Hình 5.4: 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)

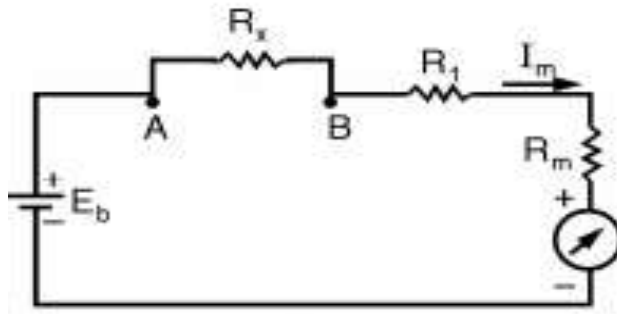
Như vậy, khi để hở 2 que đo, không có dòng điện qua điện kế, vị trí này có trị số $\infty \Omega$. Khi nối tắt 2 que đo, dòng điện qua lớn nhất, kim quay hết khung và vị trí này có trị số 0Ω . Giá trị điện trở cần đo R_x được tính theo công thức:

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

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 5.5

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:

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

$$R_x = 45k\Omega$$

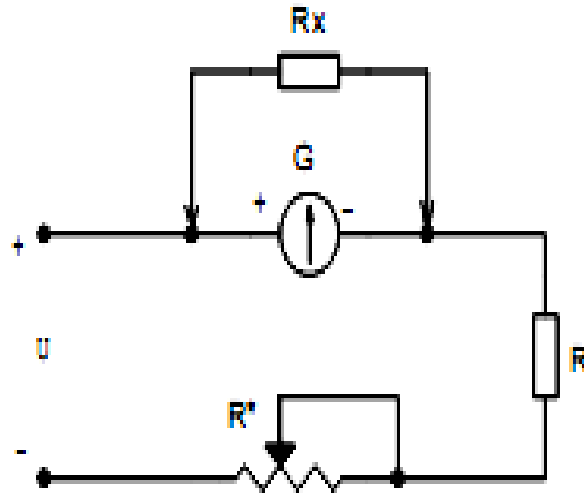
- Khi có dòng qua 3/4 thang đo là $I = 100\mu A \times (1/4) = 75\mu A$ thì giá trị điện trở R_x là:

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

$$R_x = 5k\Omega$$

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 5.6: 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:

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

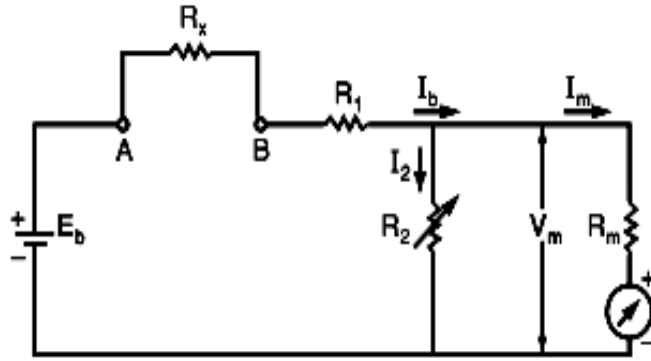
Lúc này dòng điện qua cơ cấu đo sẽ là lớn nhất. Khi mắc song song R_x với điện kế G, dòng qua mạch đo sẽ là:

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

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 (hình 5.6).

- 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 Ω ” cho mạch đo khi E_b thay đổi. Như vậy trước khi đo phải ngắn mạch hai đầu AB, điều chỉnh R_2 để sao cho ohm-kế chỉ “0 Ω ”.



Hình 5.7: Mạch omh kế có chỉnh “0Ω”.

Theo mạch trên ta có:

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

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

Như vậy điện áp: $U_m = I_b (R_2 // R_m) \quad (5.13)$

Sẽ có dòng I_m 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 $I_m = I_{\max} = 50\mu A$; $U_m = I_{\max} R_m = 50 \times 1 = 50mV$

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

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: $I_m = \frac{3}{4} I_{\max} = 37,5\mu A$

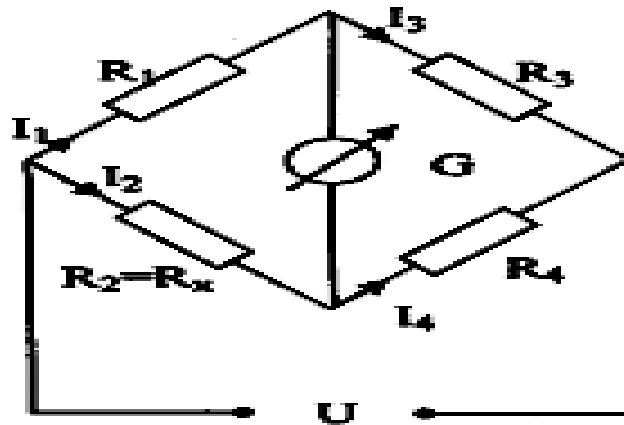
$$I_b = I_m + I_2 = 37,5\mu A + 37,5\mu A = 75\mu A$$

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

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

1.1.3 Đo điện trở bằng phương pháp so sánh.

- Đo điện trở trung bình bằng cầu đơn (hình 5.8)



Hình 5.8: Đo điện trở trung bình bằng cầu đơn

Các điện trở R_1, R_2, R_3 là các điện trở mẫu làm bằng hợp kim của mangan có độ chính xác cao, R_x là điện trở cần đo.

Chỉ thị G là cơ cấu từ điện có độ nhạy cao, khi cầu xảy ra trạng thái cân bằng thì điện thế ở hai điểm AB bằng nhau và ta có đẳng thức sau:

$$\begin{cases} I_1 = I_3 \\ I_2 = I_4 \end{cases} \text{ và } \begin{cases} I_1 R_1 = I_2 R_x \\ I_3 R_3 = I_4 R_4 \end{cases} \quad (5.16)$$

Vậy:
$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_x}{R_4} \Rightarrow R_x = \frac{R_1}{R_3} R_4 \quad (5.17)$$

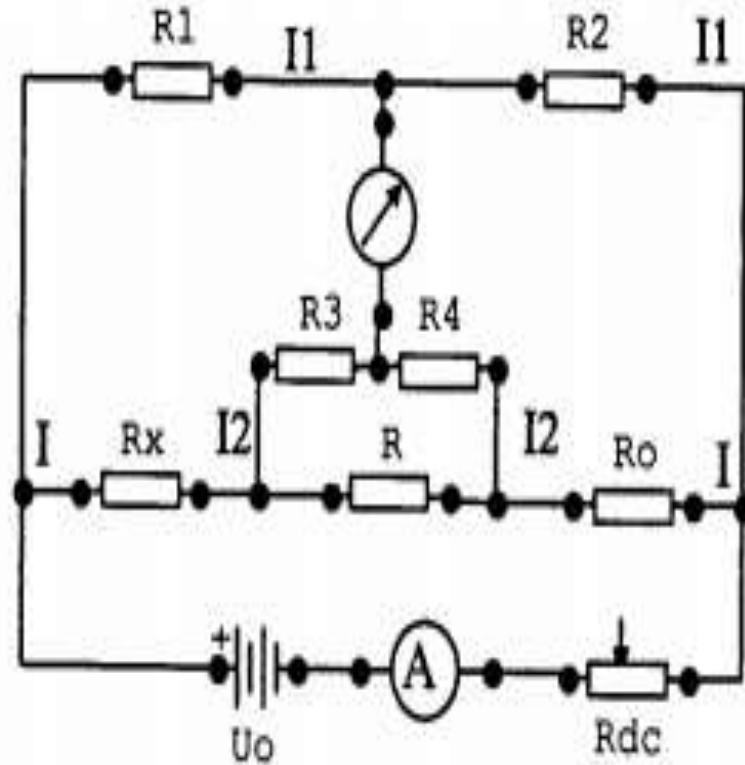
Thông thường R_1/R_3 là bội số của 10 và thường bằng (0,001; 0,01; 0,1; 1; 10; 100).

Cầu đơn có một nhược điểm là không loại trừ được điện trở dây nối nhưng có ưu điểm là dễ cân bằng.

- Đo điện trở nhỏ bằng cầu kép

Cầu kép (hình 5.9) theo sơ đồ bốn dây thường dùng đo các điện trở lớn hơn hoặc bằng $5\text{m}\Omega$. Các điện trở nhỏ hơn cũng có thể đo được nhưng sẽ tăng sai số. Khi đo ta điều chỉnh cho cầu cân bằng, tức kim điện kế chỉ 0, dòng qua chỉ thị bằng 0, ta có:

+ Dòng qua R_1 , R_2 là dòng I_1 , dòng qua R_3 , R_4 là dòng I_2 .



Hình 5.9: Sơ đồ cầu kép

+ Theo vòng 1 ta có:

$$I \cdot R_x = I_1 \cdot R_1 - I_2 \cdot R_3$$

$$\Rightarrow I \cdot R_x = R_1 \left(I_1 - I_2 \frac{R_3}{R_1} \right) \quad (5.18)$$

+ Theo vòng 2 ta có:

$$I \cdot R_0 = I_1 \cdot R_2 - I_2 \cdot R_4$$

$$\Rightarrow I \cdot R_0 = R_2 \left(I_1 - I_2 \frac{R_4}{R_2} \right) \quad (5.19)$$

Vậy:
$$\frac{R_x}{R_0} = \frac{R_1(I_1 - I_2 \frac{R_3}{R_1})}{R_2(I_1 - I_2 \frac{R_4}{R_2})} \quad (5.20)$$

Với điều kiện: $\frac{R_3}{R_1} = \frac{R_4}{R_2}$ hay $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$

$$\Rightarrow R_x = \frac{R_1}{R_2} R_0 \quad (5.21)$$

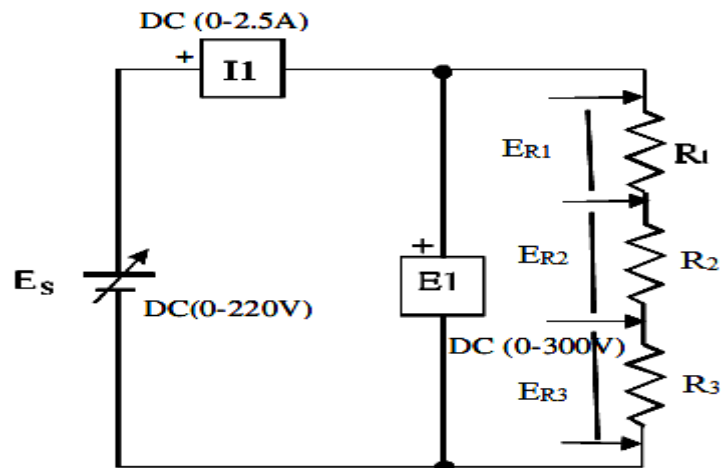
Như vậy nếu trong quá trình đo luôn giữ được tỉ số $R_1/R_2 = R_3/R_4$ thì ta sẽ tính được R_x thông qua tỉ số trên. Cầu kép có một ưu điểm nổi bật là có thể loại trừ được điện trở dây nối, nhưng có nhược điểm là khó cân bằng nếu R_x là các cuộn dây máy điện

2. Volt kế

- *Mục tiêu: Giúp sinh viên nắm rõ phương pháp tìm tổng trở tương đương trong mạch điện một chiều. Đo điện áp rơi trên mỗi điện trở.*
- Yêu cầu thiết bị thực hành:
 - + Panel mạch có các đồng hồ đo
 - + Bộ tải điện trở
 - + Bộ nguồn
 - + Dây nối
 - + VOM
- Các bước tiến hành

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 5.10

2.2 Đọc giá trị

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

	E_{R1} (V)	E_{R2} (V)	E_{R3} (V)	E_1 (V)	I_1 (A)
$R_1 = 1,5 \text{ k}\Omega$					
$R_2 = 2,5 \text{ k}\Omega$					
$R_3 = 5,1 \text{ k}\Omega$					

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

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

4. Các kết quả ở bước 1,2,3 có phù hợp với nhau không?

☐ Có

☐ Không

- Vì sao ? Giải thích?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ampe kế

Mục tiêu: Giúp sinh viên nắm rõ phương pháp tìm tổng trở tương đương trong mạch điện một chiều. Đo dòng điện rơi trên mỗi điện trở.

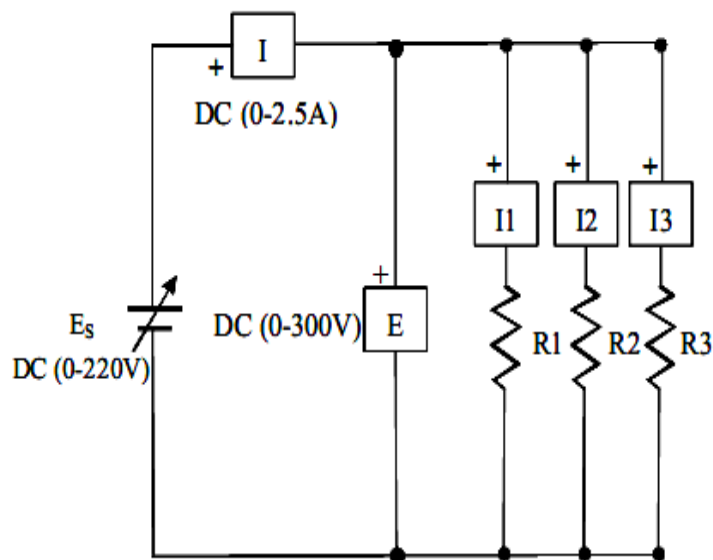
- Yêu cầu thiết bị thực hành:
 - + Panel mạch có các đồng hồ đo
 - + Bộ tải điện trở
 - + Bộ nguồn
 - + Dây nối
 - + VOM
- Các bước tiến hành

3.1 Cách mắc mạch đo

Thiết lập mạch như hình 5.11, nối đồng hồ đo điện áp E_1 và đồng hồ đo dòng điện I, I_1, I_2, I_3 để đo điện áp và dòng điện. Biết $R_1=1500\Omega$, $R_2=2700\Omega$, $R_3=5100\Omega$. Chú ý mắc chính xác về cực tính khi đo điện áp và dòng điện.

3.2. Đọc giá trị

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



Hình 5.11

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. Các kết quả ở bước 2,3,4 có phù hợp với nhau không?

☐ Có

☐ Không

- Vì sao ? Giải thích?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

❖ Bài tập

- Thí nghiệm 1:

I. MỤC ĐÍCH VÀ YÊU CẦU CỦA BÀI THÍ NGHIỆM

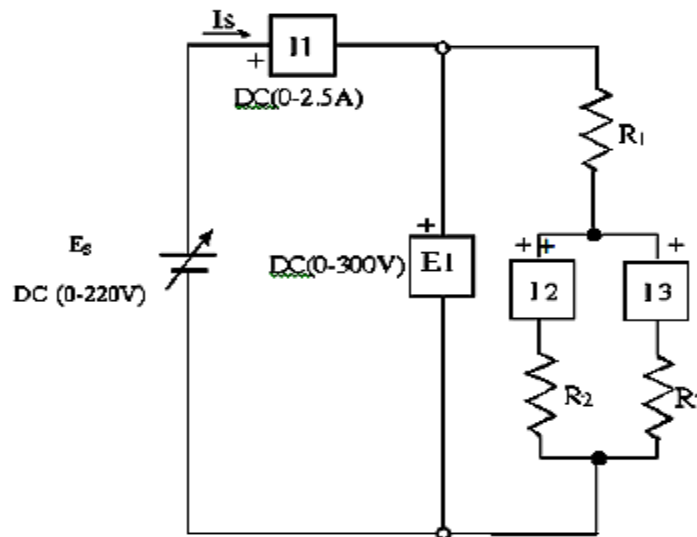
- *Mục đích:* Giúp sinh viên nắm rõ phương pháp tìm tổng trở tương đương trong mạch điện một chiều. Đo điện áp và dòng rơi trên mỗi điện trở.
- Yêu cầu thiết bị thực hành:
+ Panel mạch có các đồng hồ đo

- + Bộ tải điện trở
- + Bộ nguồn
- + Dây nối
- + VOM

II. CÁC BƯỚC TIẾN HÀNH

1. Thiết lập mạch như hình 5.12, nối đồng hồ đo điện áp E_1 và đồng hồ đo dòng điện I_1, I_2, I_3 , để đo điện áp và dòng điện. Biết $R_1=1500\Omega$, $R_2=2700\Omega$, $R_3= 5100\Omega$. Phải chú ý mắc chính xác về cực tính khi đo điện áp và dòng điện.

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



Hình 5.12

1. Nhận xét:

$I_1 = I_2 + I_3$ hay không ?

☐ Có

☐ Không

2. Tính điện trở tương đương của hình 5.11

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

3. Tính toán điện trở tương đương theo số liệu điện áp và dòng điện đo được theo sơ đồ hình 5.11.

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

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

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

5. Các kết quả ở bước 2,3,4 có phù hợp với nhau không?

☐ Có

☐ Không

- Vì sao ? Giải thích?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

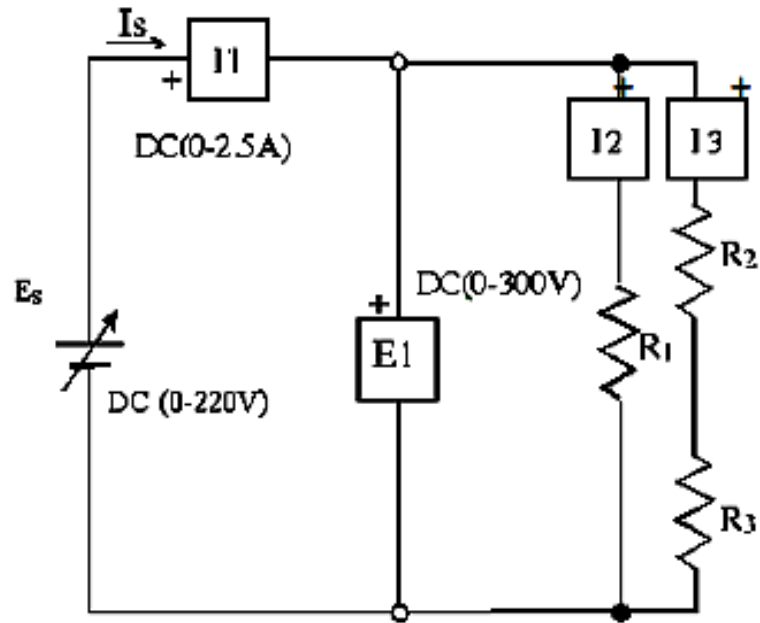
.....

.....

.....

- Thí nghiệm 2:

1. Thiết lập mạch như hình 5.13, nối đồng hồ đo điện áp E_1 và đồng hồ đo dòng điện I_1, I_2, I_3 , để đo điện áp và dòng điện. Biết $R_1 = 1500\Omega$, $R_2 = 2700\Omega$, $R_3 = 5,1k\Omega$. Phải chú ý mắc chính xác về cực tính khi đo điện áp và dòng điện. Điều chỉnh điện áp đạt 100%, đo và ghi lại các giá trị đo được vào bảng sau:



Hình 5.13

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

1. Nhận xét:

$I_1 = I_2 + I_3$ hay không ?

☐ Có

☐ Không

2. Tính điện trở tương đương của hình 5.12

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

3. Tính toán điện trở tương đương theo số liệu điện áp và dòng điện đo được theo sơ đồ hình 5.12.

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

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

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

5. Các kết quả ở bước 2,3,4 có phù hợp với nhau không?

☐ Có

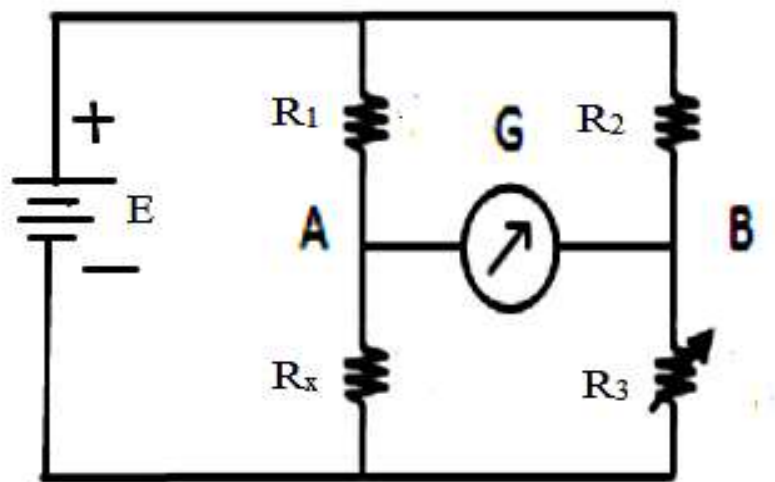
☐ Không

- Vì sao ? Giải thích?

.....

4.Cầu Wheatstone

4.1 Cầu Wheastone cân bằng hình 5.14:



Hình 5.14: Cầu Wheastone.

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 .

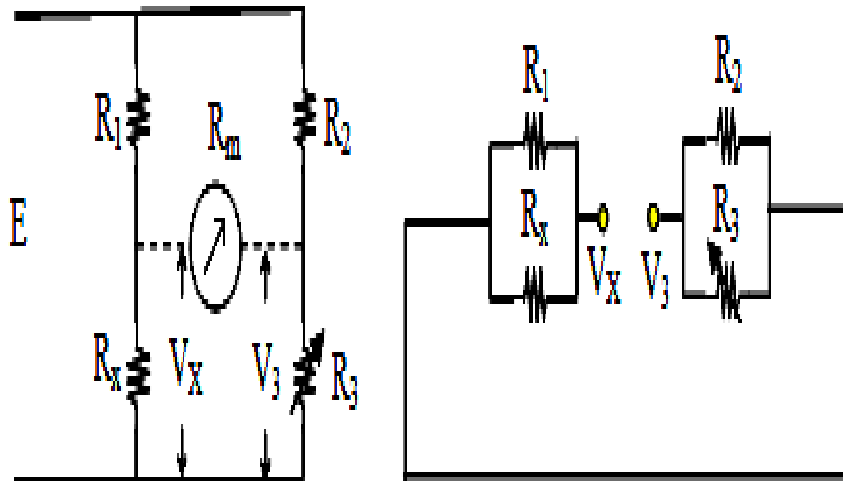
4.2 Cầu Wheastone không cân bằng hình 5.15:

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

Cầu Wheastone không cân bằng dùng để đo điện trở R hoặc sự thay đổi ΔR 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.

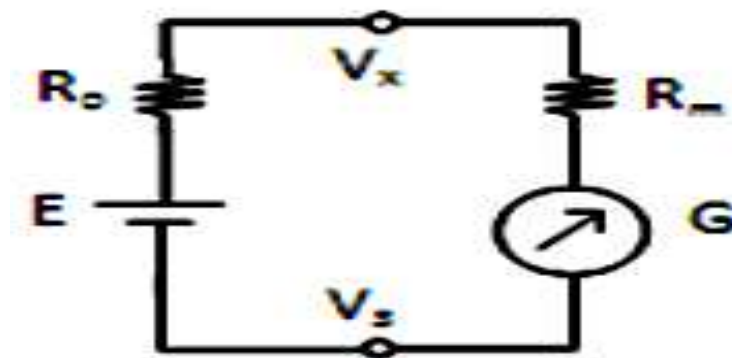
Độ nhạy của cầu Wheastone phụ thuộc vào nguồn cung cấp E và điện trở nội của cơ cấu đo.



Hình 5.15: 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 5.16: 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:

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

➤ YÊU CẦU VỀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP CHƯƠNG 5

✚ Nội dung:

- + Về kiến thức: Trình bày được các phương pháp đo điện trở. Xác định và phân biệt các phương pháp đo của voltmeter và ammeter bằng điện trở mẫu hoặc bằng cầu đo.
- + Về kỹ năng: sử dụng thành thạo các loại đồng hồ đo: VOM, DVOM. Đo, xác định được giá trị của điện trở theo các phương pháp ,...
- + Về thái độ: Đảm bảo an toàn và vệ sinh công nghiệp.

✚ Phương pháp:

- + Về kiến thức: Được đánh giá bằng hình thức kiểm tra viết, trắc nghiệm
- + Về kỹ năng: Đánh giá kỹ năng thực hành lắp ráp, mạch điện theo yêu cầu của bài
- + Thái độ: Tỉ mỉ, cẩn thận, chính xác, ngăn nắp trong công việc.

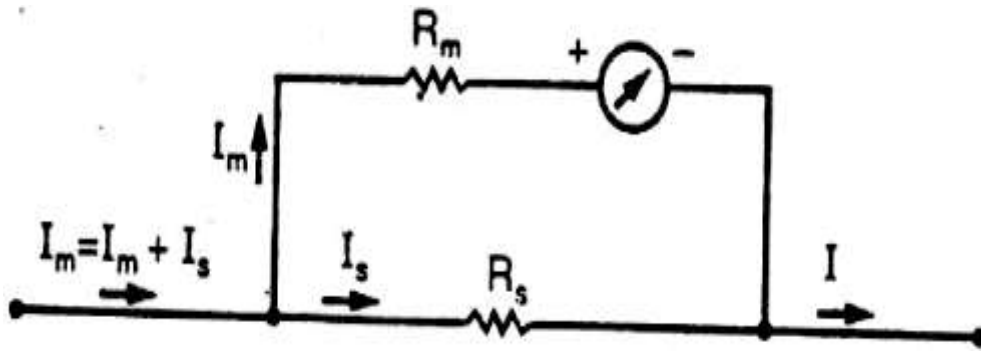
BÀI TẬP

1. Một ampe-kế dùng cơ cấu đo từ điện như hình 1 có điện trở cơ cấu đo $R_m = 99\Omega$ và dòng làm lệch tối đa $I_{max} = 0,1mA$. Điện trở Shunt $R_s = 1\Omega$. Tính dòng điện tổng cộng đi qua ampe-kế trong các trường hợp.

a. Kim lệch tối đa

b. $0,5D_m$ ($I_{max} = I_{FS}$, FS: full scale)

c. $0,25D_m$



Hình 1

➤ **Đáp án:**

a) Kim lệch tối D_m

Gợi ý: Tìm $V_m \rightarrow I_s$

Dòng tổng cộng :

$$I = I_s + I_m = 9,9 + 0,1 = 10\text{mA}$$

b) $0,5D_m$

Gợi ý: Tìm $I_m \rightarrow V_m \rightarrow I_s$

Dòng tổng cộng :

$$I = I_s + I_m = 4,95 + 0,05 = 5\text{mA}$$

c) $0,25\text{mA}$

Gợi ý: Tìm $I_m \rightarrow V_m \rightarrow I_s$

$$I = I_s + I_m = 0,025 + 2,475 = 2,5\text{mA}$$

2. Một cơ cấu đo từ điện $I = 100\mu\text{A}$, điện trở nội khung quay $R = 1\text{k}\Omega$. Tính điện trở Shunt mắc vào cơ cấu đo để trở thành một ampe-kế tương ứng với hình 1.

a) $D_m 100\text{mA}$ (tầm đo 1)

b) $D_m 1\text{A}$ (tầm đo 2)

➤ **Đáp án:**

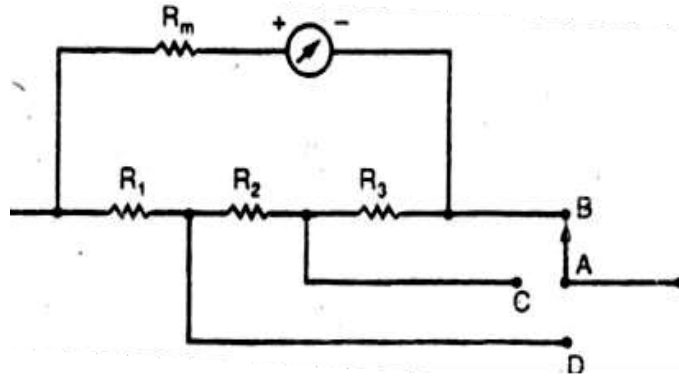
a. Ở tầm đo

$$R_s = V_m / I_s = 1,001\Omega$$

b. Ở tầm đo 1A

$$R_s = V_m / I_s = 1,0001\Omega$$

3. Một cơ cấu đo từ điện có ba điện trở Shunt được mắc theo kiểu Shunt Ayron sử dụng làm Ampe-kế. Ba điện trở có trị số $R = 0,05\Omega$, $R = 0,45\Omega$, $R = 1k\Omega$, $I = 50 \mu A$, có mạch đo như hình. Tính trị số các tầm đo của ampe-kế.



Hình 2

Đáp án:

- Tại độ lệch $0,5D_m$

$$I_t = I_s + I_m = 10,05mA$$

- Tại vị trí C: $I_C = \frac{V_s}{R_1 + R_2} = 100mA$

- Tại vị trí D; $I_s = \frac{V_s}{R_1} = 1A$

-Bài 4 : Sử dụng các loại máy đo thông dụng : gồm các chương MĐ13-06 và MĐ13-07.

Chương MĐ13-06: Máy phát tín hiệu

Chương MĐ13-07: Đo lường bằng máy hiện sóng.

Gồm các nội dung :

4-1. Sử dụng VOM, $M\Omega$, Tera Ω .

4-1.1. Sử dụng VOM.

4-1.2. Sử dụng $M\Omega$.

4-1.3. Sử dụng Tera Ω .

4-2. Sử dụng Ampe kìm, OSC.

4-2.1. Sử dụng Ampe kìm.

4-2.2. Sử dụng Dao động ký (oscilloscope)

4-3. Sử dụng máy biến áp đo lường.

4-3.1. Máy biến điện áp.

4-3.2. Máy biến dòng điện.

CHƯƠNG 6

CÁC MÁY PHÁT TÍN HIỆU

Mã chương: MĐ13 - 06

Giới thiệu:

Trong kỹ thuật điện tử, để phục vụ cho việc khảo sát, tính toán, thiết kế hay sửa chữa, người ta dùng các loại máy phát sóng để có các dạng sóng với tần số và biên độ chuẩn.

Mục tiêu:

- Trình bày được cấu trúc, hoạt động, sử dụng các máy phát tín hiệu phục vụ cho đo lường.

- Có tinh thần trách nhiệm trong việc bảo quản thiết bị học tập

Nội dung:

1. Máy phát tín hiệu tần số thấp

- *Mục tiêu:* Trình bày nguyên lý hoạt động và ứng dụng của nó với tín hiệu RF và AF. Sử dụng thành thạo các nút chức năng của máy theo đúng qui trình.

1.1 Khái niệm

Máy phát tín hiệu đo lường là nguồn phát tín hiệu chuẩn ổn định với các thông số đã biết như là biên độ, tần số và dạng (sóng) tín hiệu.

1.2 Phân loại

Máy phát tín hiệu đo lường có thể phân thành 3 loại.

1.2.1 Theo khoảng tần số

- ✓ Máy phát tín hiệu tần số thấp $< 20\text{Hz}$ tai người có thể nghe được.
- ✓ Máy phát tín hiệu tần số thấp từ 20Hz đến 200KHz
 - Máy phát âm tần: 20Hz đến 20KHz khoảng tần số này người nghe được .
 - Máy phát siêu âm: 20KHz đến 200KHz .
- ✓ Máy phát tần số cao: 200KHz đến 30MHz .
- ✓ Máy phát siêu cao tần: 30MHz đến 10GHz
- ✓ Máy phát cực cao tần: $> 10\text{GHz}$

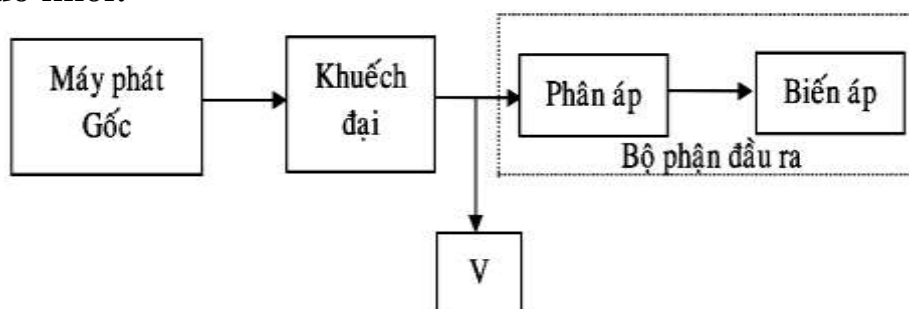
1.2.2 Theo dạng của tín hiệu ra:

- ✓ Máy phát xung vuông
- ✓ Máy phát sóng hình sin
- ✓ Máy phát dạng sóng đặc biệt (xung tam giác, xung răng cưa, xung hình tam giác).
- ✓ Máy phát có tần số thay đổi
- ✓ Máy phát ổn

1.2.3 Theo dạng của điều chế.

- ✓ Máy phát sóng hình sin với điều chế biên độ (AM)
- ✓ Máy phát sóng hình sin với điều chế tần số (FM)
- ✓ Máy phát xung với điều chế độ rộng xung, tần số xung và pha xung
- ✓ Máy phát xung với điều chế tổng hợp (cùng một lúc thực hiện nhiều dạng điều chế)

1.3 Sơ đồ khối:



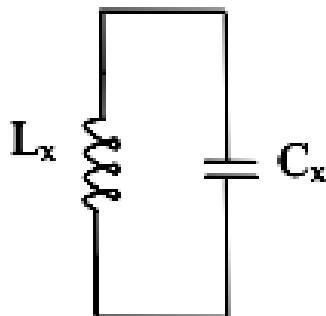
Hình 6.1: Máy phát tín hiệu

Máy phát gốc tạo tín hiệu hình sin ổn định về biên độ và tần số. máy phát gốc quyết định hình dáng hay đặc tính tuần hoàn của tín hiệu ra. Máy phát gốc thường là máy phát LC, máy phát trộn tần, máy phát RC.

Bộ khuếch đại ra dùng để khuếch đại tín hiệu của máy phát gốc và nâng cao công suất đầu ra của máy phát. Bộ phận đầu ra bao gồm bộ phân áp và biến áp ra.. dùng để điều chỉnh và kiểm tra biên độ ở đầu ra sao cho khi mắc tải vào máy phát đạt công suất cực đại nhưng độ méo phi tuyến nhỏ nhất.

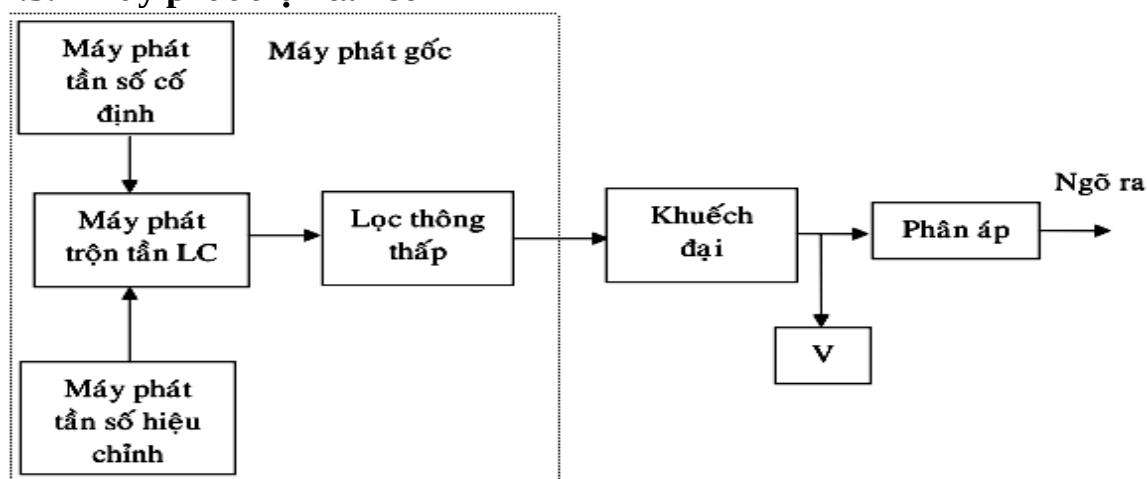
1.3.1 Máy phát LC

Trong máy phát LC tần số của mạch dao động được xác định bởi điện dung C và điện cảm L ở chế độ tự kích của khung dao động. máy phát LC ít thông dụng chỉ chế tạo máy phát có dải tần hẹp hoặc một số giá trị tần số cố định.



Hình 6.2: Sơ đồ máy phát LC

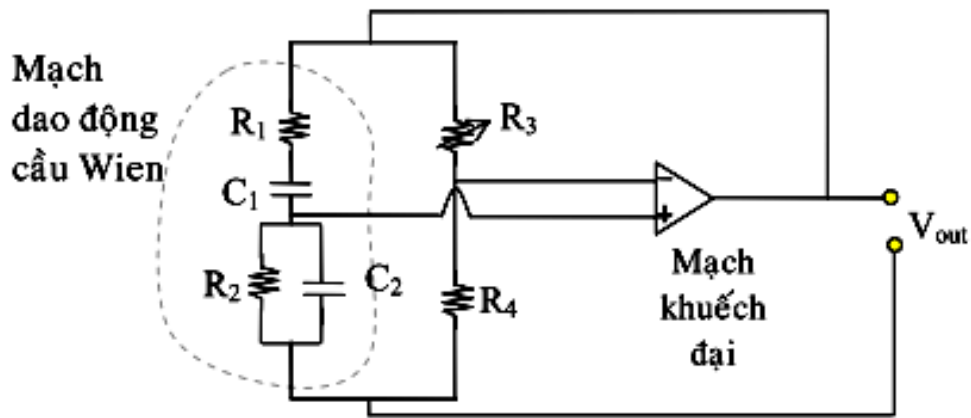
1.3.2 Máy phát trộn tần số



Hình 6.3; Sơ đồ máy phát trộn tần

Máy phát gốc gồm 2 máy phát LC cao tần có tần số f gần giống nhau, bộ trộn tần và một bộ lọc thấp tần. Máy phát tần cố định phát ra f_1 , máy phát tần số hiệu chỉnh phát ra tần số f_2 . Điện áp của 2 máy phát đưa qua mạch lặp lại emitter rồi đến bộ trộn tần (tạo ra hỗn hợp tần số $\pm mf_1$ và $\pm nf_2$ - trong đó m, n là các số nguyên) và tần số $f = f_2 - f_1$. Bộ lọc chỉ cho qua hiệu số tần số $f = f_2 - f_1$, sau đó qua bộ khuếch đại và qua bộ phân áp đến đầu ra. Trước khi phân áp mắc thêm volt kế để đo mức điện áp ra. Các giá trị f_1, f_2 được chọn sao cho hiệu tần số f nằm trong dải tần số thấp, chẳng hạn $f_1 = 180\text{KHz}$, $f_2 = 180 \div 200\text{KHz}$ thì $\Delta f = 0 \div 20\text{KHz}$.

1.3.3 Máy phát RC



Hình 6.4: máy phát trộn tần RC

Máy phát gốc là bộ khuếch đại hai tầng với phản hồi dương tần số bằng mạch RC. Mạch này tạo sự di pha bao gồm các điện trở và tụ điện như R_1 , C_1 và R_2 , C_2 theo sơ đồ cầu bảo đảm tự kích ở một tần số xác định.

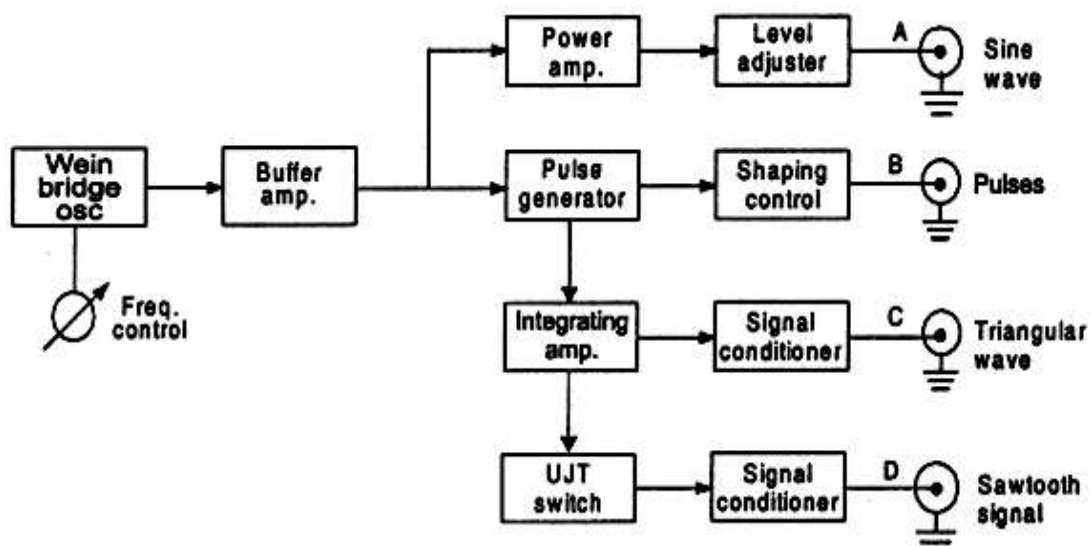
Mạch phản hồi âm là mạch phân áp bằng điện trở nhiệt R_3 có hệ số nhiệt điện trở âm và điện trở R_4 , từ đó lấy ra điện áp phản hồi âm. Giả sử điện áp ra tăng, dao động trong mạch phản hồi âm tăng dần đến giảm điện trở nhiệt R_3 làm tăng điện áp rơi trên R_4 (phản hồi âm) làm cho điện áp ra giảm đến giá trị định mức và cố định điện áp ra của máy phát.

2. Các máy phát hàm

- *Mục tiêu: Trình bày nguyên lý hoạt động, xác định được các khối chức năng cũng như các nút hiệu chỉnh của máy khi đo đạt.*

Trong khi các máy tạo tín hiệu chỉ tạo ra các sóng sin, và các máy tạo xung tạo ra các xung vuông hoặc chữ nhật, thì máy tạo hàm sẽ tạo ra các loại dạng sóng khác nhau; sóng sin, xung vuông, chữ nhật, tam giác và các tín hiệu răng cưa. Các dạng sóng khác nhau được tạo ra bằng máy tạo hàm có thể lấy ra đồng thời. mạch dao động cơ bản của thiết bị có thể là mạch dao động đa hài hay mạch dao động tạo sóng sin như kiểu cầu Wien. Các dạng dao động, nếu không phải là sóng sin có thể được biến đổi từ sóng sin bằng mạch sửa dạng kiểu điện trở - diode. Các dao động có dạng bất kỳ có thể biến đổi thành các xung bằng mạch kích khởi trigô Schmitt.

2.1. Sơ đồ khối



Hình 6.5: Sơ đồ khối của máy tạo hàm cơ bản

2.2 Nguyên lý

Mạch dao động cầu Wien có thể tạo ra tín hiệu sóng sin có băng tần rộng, từ vài hertz đến dải Megahertz. Bộ khuếch đại đệm sẽ bảo tín hiệu dao động không bị suy giảm. Mạch khuếch đại công suất và mạch suy giảm mức tín hiệu sẽ tạo ra sóng sin tại đầu ra A. Bộ tạo xung sử dụng mạch kích Schmitt để biến đổi sóng sin thành xung. Bộ điều chỉnh dạng xung tạo ra các xung có độ rộng và công suất xung theo yêu cầu tại đầu ra B. Tín hiệu ra của mạch kích khởi schmitt sẽ được cung cấp đến mạch tích phân bằng opamp và tiếp theo đến mạch điều hòa tín hiệu để có sóng tam giác tại đầu ra C. chuyển mạch bằng UJT có thể biến đổi sóng tam giác thành tín hiệu răng cưa, sau khi điều hòa tín hiệu sẽ có tại đầu ra D.

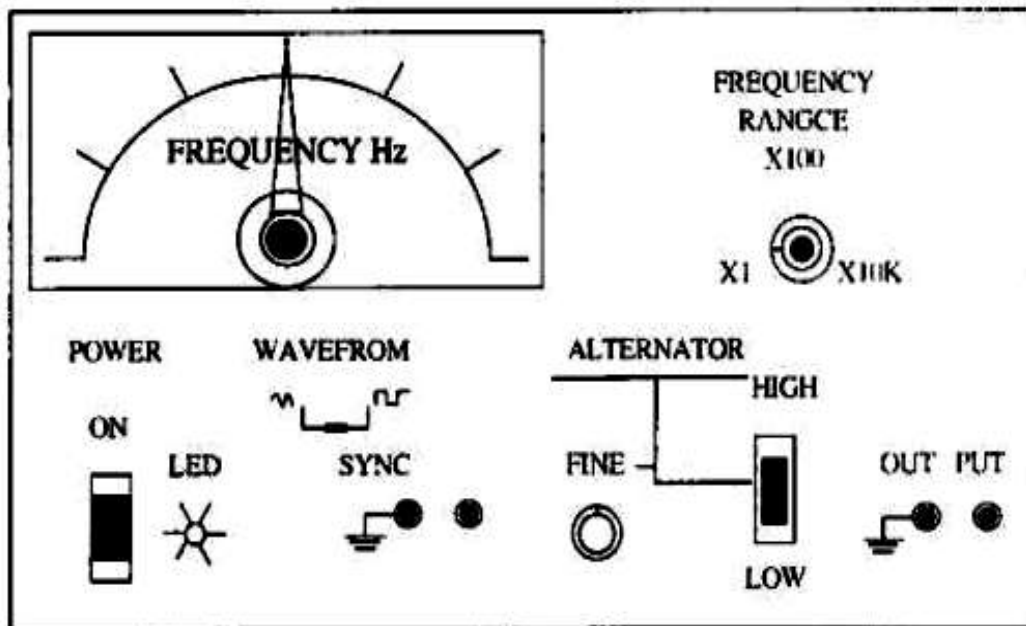
Các công dụng của máy tạo hàm.

- Tín hiệu sóng sin có thể dùng để đo thử hệ số khuếch đại của mạch khuếch đại.
- Sóng vuông có thể đo thử đáp ứng tần số thấp và tần số cao của mạch khuếch đại nhờ máy hiện sóng.
- Các sóng tam giác có thể dùng để đo thử độ tuyến tính của các mạch mà sóng tam giác truyền qua. Bất kỳ sự méo dạng của các cạnh tam giác, khi quan sát trên màn hình của máy hiện sóng, sẽ cho biết độ không tuyến tính được tạo ra bởi mạch khuếch đại.
- Tín hiệu răng cưa có thể được dùng để đo thử các bộ tạo sóng quét và các mạch khuếch đại quét trong các máy thu hình, các máy hiện sóng và các monitor.

➤ **Hướng dẫn sử dụng máy phát sóng âm tần AF hình 6.4**

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 6.4 Mặt trước của máy phát âm tần

Vị trí nút điều chỉnh	Chức năng
1. Frequency Hz	+ Nút 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	+ Nút 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

➤ YÊU CẦU VỀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP CHƯƠNG 6

Nội dung:

- + Về kiến thức: Trình bày được các cấu trúc, hoạt động, sử dụng các máy phát tín hiệu phục vụ cho đo lường.
- + Về kỹ năng: Sử dụng thành thạo các nút chức năng của máy theo đúng qui trình. Đo, xác định được giá trị điện áp, dòng điện, biên độ của tín hiệu theo các phương pháp đo ,...
- + Về thái độ: Đảm bảo an toàn và vệ sinh công nghiệp.

Phương pháp:

- + Về kiến thức: Được đánh giá bằng hình thức kiểm tra viết, trắc nghiệm
- + Về kỹ năng: Đánh giá kỹ năng thực hành lắp ráp, mạch điện theo yêu cầu của bài
- + Thái độ: Tỉ mỉ, cẩn thận, chính xác, ngăn nắp trong công việc.

CHƯƠNG 7

ĐO LƯỜNG BẰNG MÁY HIỆN SÓNG (OSCILLOSCOPE)

Mã chương: MĐ13 - 07

Giới thiệu:

Trong kỹ thuật đo lường điện và vô tuyến điện, một trong những yêu cầu cơ bản để xác định tín hiệu là quan sát dạng và đo các tham số của tín hiệu. Các tín hiệu điện và vô tuyến điện là những hàm biến thiên theo thời gian. Do vậy, nếu thực hiện được một thiết bị để vẽ trực tiếp đồ thị biến thiên của tín hiệu theo thời gian thì có thể quan sát được hình dạng và đo lường được các thông số đặc tính của nó. Thiết bị cho phép quan sát và đo đạc các tham số của tín hiệu là máy hiện sóng hay dao động ký điện tử (oscilloscope)

Mục tiêu:

- Trình bày được các phương pháp sử dụng máy hiện sóng để đọc, đo các thông số kỹ thuật của mạch điện.
- Hiệu chỉnh được máy theo điều kiện xung chuẩn. Đo được điện áp một chiều và điện áp xoay chiều. Đo được biên độ, thời gian, góc pha của tín hiệu và các thông số khác.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tư duy và an toàn vệ sinh công nghiệp

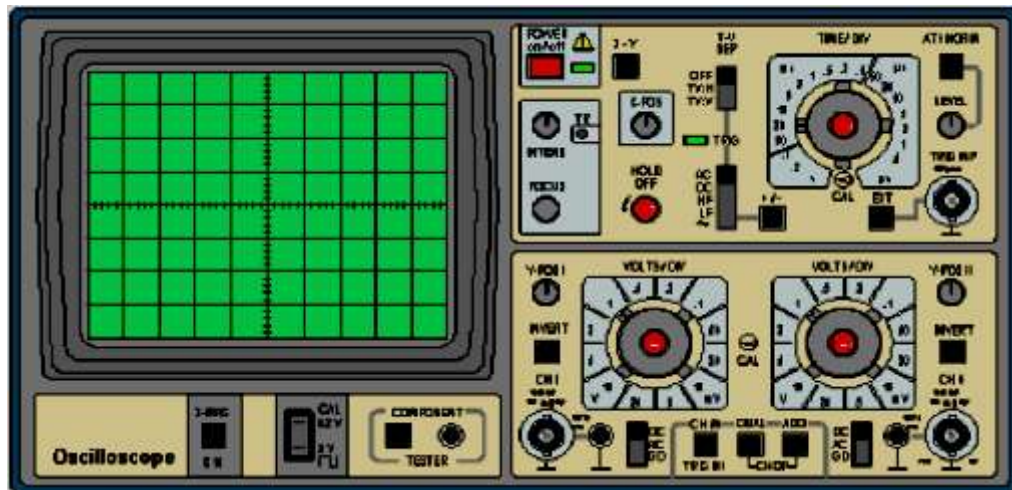
Nội dung:

1. Khái niệm

- Dao động ký (máy hiện sóng - MHS) một tia gồm một ống phóng tia điện tử, mạch điện tử để điều khiển và đưa tín hiệu vào. Dao động ký điện tử được sử dụng để quan sát dạng của tín hiệu.
- Dao động ký (hình 7.1) là thiết bị đo thực hiện vẽ dao động đồ và hiện hình dạng sóng tín hiệu nhờ ống tia điện tử CRT (Cathode Ray Tube). Dao động ký điện tử có thể đo hàng loạt các thông số của tín hiệu: trị đỉnh, trị tức thời của điện áp, dòng điện; đo thời hạn xung, tần số, đo di pha, đo hệ số điều chế biên độ, vẽ đặc tuyến các linh kiện. Nhờ trở kháng lối vào rất lớn nên phép đo có ưu điểm không làm ảnh hưởng tới chế độ công tác của mạch. Các phương pháp đo dùng dao động ký rất thông dụng, vì phép đo đơn giản, thực hiện nhanh chóng và dễ dàng, kết quả đo khá chính xác. Một đặc điểm rất quan trọng của phép đo là trực quan, vừa quan sát được dạng tín hiệu nghiên cứu vừa đo đạc được các thông số đặc tính của tín hiệu.

Các dao động ký điện tử được phân loại theo các dấu hiệu khác nhau:

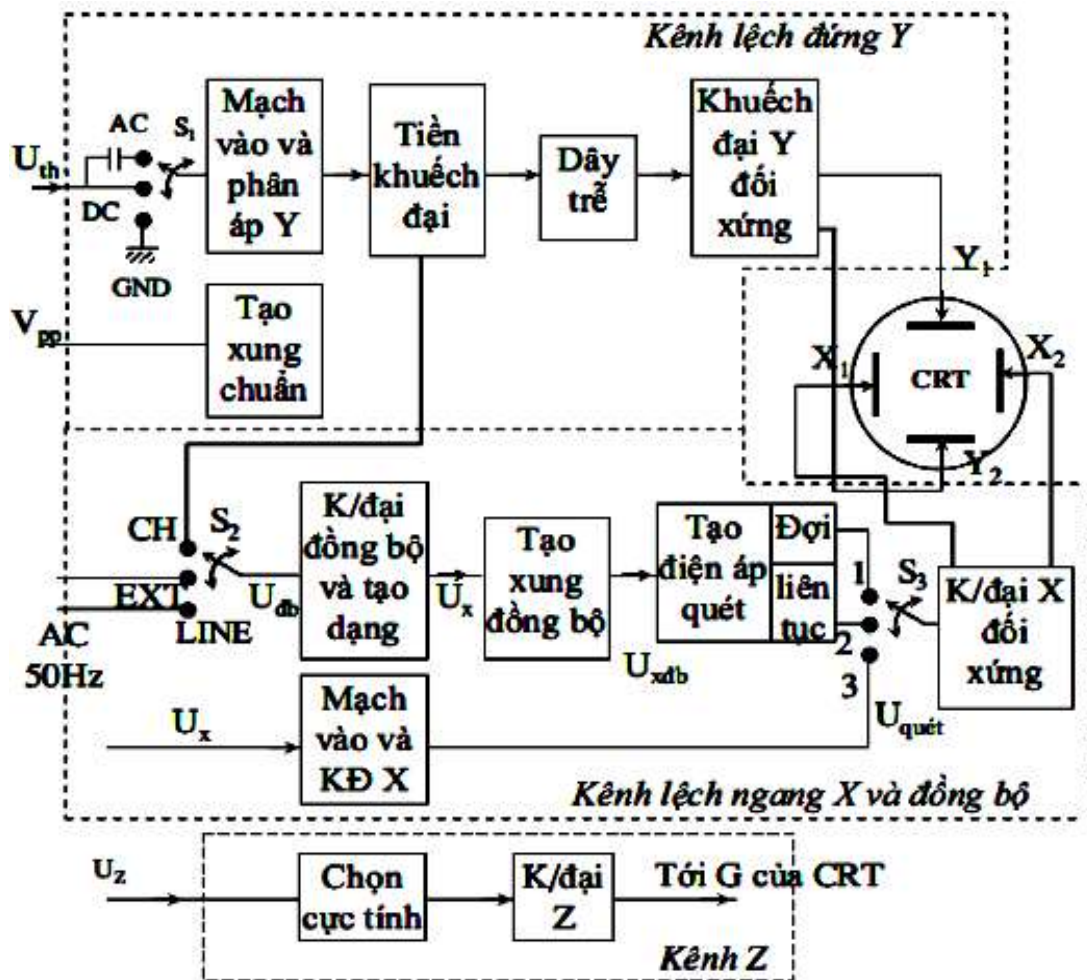
- Phân loại theo dải tần: tần cao, tần thấp;
- Phân loại theo kênh đo: 1 kênh, 2 kênh, nhiều kênh;
- Phân loại theo số tia điện tử: 1 tia hay nhiều tia;
- Loại có nhớ hay không có nhớ.



Hình 7.1: Dao động ký

1.1. Cấu tạo:

Sơ đồ khối của dao động ký điện tử tiêu biểu bao gồm các bộ phận như hình 7.2



Hình 7.2: sơ đồ khối của Ocsilloscope

Sơ đồ cấu tạo của dao động ký bao gồm các khối chính: Ống tia điện tử, khối lệch đứng Y, khối lệch ngang và đồng bộ X, kênh khống chế độ sáng (kênh Z).

1.2. Nguyên lý hoạt động

- **Ống tia điện tử:** Là bộ phận trung tâm của máy hiện sóng (MHS), sử dụng loại ống 1 tia không chế bằng điện trường. Có nhiệm vụ hiển thị dạng sóng trên màn hình và là đối tượng điều khiển chính (U_y , U_x , U_g).
- **Kênh lệch đứng Y:** Có nhiệm vụ nhận tín hiệu vào cần quan sát, biến đổi và tạo ra điện áp phù hợp cung cấp cho cặp lái đứng Y_1 , Y_2 . Gồm các khối chức năng sau:
 - *Chuyển mạch kết nối đầu vào S_1 :* Cho phép chọn chế độ hiển thị tín hiệu.
 - + S_1 tại AC: Chỉ hiển thị thành phần xoay chiều của U_{th} .
 - + S_1 tại DC: Chỉ hiển thị thành phần một chiều và xoay chiều của U_{th} .
 - + S_1 tại GND: Chỉ quan sát tín hiệu nối đất (0V).
 - *Mạch vào phân áp Y:* Có nhiệm vụ phối hợp trở kháng và phân áp tín hiệu vào để tăng khả năng đo điện áp cao. Thường dùng các khâu phân áp R – C mắc nối tiếp nhau, hệ số phân áp không phụ thuộc vào tần số, chuyển mạch phân áp được đưa ra ngoài mặt máy và được ký hiệu là Volts/Div.
 - *Tiền khuếch đại:* Có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu, làm tăng độ nhạy chung của kênh Y. Thường dùng các mạch khuếch đại có trở kháng vào lớn và có hệ số khuếch đại lớn.
 - *Tạo trễ:* Có nhiệm vụ giữ chậm tín hiệu trước khi đưa tới khuếch đại (KĐ) Y đối xứng, thường dùng trong các chế độ quét đợi để tránh mất một phần sườn trước của tín hiệu khi quan sát. Thường dùng các chân L – C mắc nối tiếp.
 - *Khuếch đại Y đối xứng:* Có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu, làm tăng độ nhạy chung của kênh Y, đồng thời tạo ra điện áp đối xứng để cung cấp cho cặp lái đứng Y_1 , Y_2 .
 - *Tạo điện áp chuẩn:* Tạo ra điện áp chuẩn có dạng biên độ, tần số biết trước, dùng để kiểm chuẩn lại các hệ số lệch tia của MHS.
- **Khôi lệch ngang X và đồng bộ:** Có nhiệm vụ tạo ra điện áp quét phù hợp về dạng và đồng bộ về pha so với Y_1, Y_2 để cung cấp cho mạch lái ngang $X_1 X_2$.
 - *Chuyển mạch đồng bộ S_2 :* Cho phép chọn các tín hiệu đồng bộ khác nhau.
 - + S_2 tại CH: Tự đồng bộ ($U_{db} = U_{th}$)
 - + S_2 tại EXT: Đồng bộ ngoài ($U_{db} = U_{EXT}$), tín hiệu đồng bộ đưa qua đầu vào EXT.
 - + S_2 tại LINE: Đồng bộ với lưới điện AC 50Hz ($U_{db} = U_{AC50HZ}$) lấy từ nguồn nuôi.

- Khuếch đại đồng bộ và tạo dạng: khuếch đại tín hiệu đồng bộ $U_{đb}$ phù hợp và tạo ra dạng xung nhọn đơn cực có chu kỳ: $T_x = T_{đb}$
- Tạo xung đồng bộ: Chia tần U_x và tạo ra xung đồng bộ có chu kỳ: $T_{xđb} = nT_x = nT_{đb}$. Xung này sẽ điều khiển bộ tạo điện áp quét để tạo ra U_q răng cưa tuyến tính theo chế độ quét đợi hoặc quét liên tục và có chu kỳ $T_q = T_{xđb}$.
- Khuếch đại X đối xứng: khuếch đại điện áp quét và tạo ra điện áp đối xứng để đưa tới cặp lái ngang X_1X_2 .
- Mạch vào khuếch đại X: Nhận tín hiệu U_x khuếch đại, phân áp phù hợp.
- Chuyển mạch S3: Chuyển mạch lựa chọn chế độ quét (quét liên tục, quét đợi).
- Bộ tạo điện áp quét: Tạo điện áp quét liên tục (hoặc quét đợi) đưa đến cặp phiến X.
- **Kênh điều khiển chế độ sáng Z:** Có nhiệm vụ nhận tín hiệu điều chế độ sáng U_z vào, thực hiện chọn cực tính và khuếch đại phù hợp rồi đưa tới lưới điều chế G của CRT.

1.3 Các chức năng điều khiển trên mặt máy hiện sóng.

- Điều khiển cường độ tia [Intensity control] dùng để điều chỉnh độ sáng của vệt.
- Điều khiển độ hội tụ [Focus control] dùng để điều khiển độ sắc nét của vệt sáng.
- Điều khiển định thời. Điều chỉnh khoảng thời gian / vạch chia của mạch dao động quét (gốc thời gian).
- Điều khiển hệ số khuếch đại dọc (Y) dùng để điều chỉnh biên độ của dạng sóng hiển thị theo chiều dọc, trong khoảng từ 5mV/div đến 20V/div.
- Điều khiển hệ số khuếch đại ngang (H) dùng để điều chỉnh độ dài của vệt theo chiều ngang.
- Điều khiển quét dùng để chọn mạch quét trong hay quét ngoài.
- Điều khiển kích khởi [Trigger control] dùng để chọn xung kích khởi từ bộ khuếch đại dọc (Y), hoặc từ tín hiệu điện lưới hay tín hiệu ngoài (đối với các loại máy hiện sóng hiện nay có thêm chức năng điều khiển đồng bộ).
- Điều khiển mức kích khởi, dùng để điều chỉnh mức của xung kích khởi.
- Điều khiển vị trí ngang, dùng để điều chỉnh vị trí của dạng sóng hiển thị theo chiều ngang.
- Điều khiển vị trí dọc dùng để điều chỉnh vị trí của dạng sóng hiển thị theo chiều dọc.

1.4. Ứng dụng

Máy hiện sóng là thiết bị đo có độ nhạy rất cao, chính xác và không gây quá tải cho hệ thống cần đo, do không có cơ cấu đo kiểu quay. Máy hiện sóng sẽ hiển thị dạng sóng thực tế của tín hiệu vào, nên có thể biết mạch có khuếch đại và méo dạng hay không một cách dễ dàng. Máy hiện sóng có thể dùng để đo mức điện áp dc, khảo sát các tín hiệu xung, các tín hiệu răng cưa, tam giác, sóng sin và các tín hiệu có dạng phức tạp khác. Máy hiện sóng có thể đo tần số của các bộ dao động và các bộ tạo xung nhịp. Máy hiện sóng vết kép có thể kiểm tra hai tín hiệu vào (trong trường hợp ở các mạch op - amp và các cổng), cũng như kiểm tra tín hiệu đầu vào và đầu ra trong mạch điện tử. Do vậy, máy hiện sóng được sử dụng phổ biến trong việc đo thử, sửa chữa các mạch khuếch đại, các mạch dao động, các máy phát, máy thu và trong các hệ thống mạch số.

1.5 Sử dụng máy hiện sóng.

1. Khi chưa bật chuyển mạch nguồn cung cấp, đặt các núm chức năng điều khiển độ hội tụ [focus], cường độ chùm tia [intensity] và điều khiển hệ số khuếch đại [V/div] ở vị trí thấp nhất (tận cùng bên trái), và các chức năng điều khiển vị trí dọc và ngang ở vị trí gần điểm giữa.

2. Tiếp theo là bật chuyển mạch nguồn cung cấp chính của máy hiện sóng.

3. Sau khoảng thời gian khởi động của máy hiện sóng để cho cathode cần phải được đốt nóng hoàn toàn, tạo ra cường độ chùm tia yêu cầu.

4. Điều chỉnh chức năng điều khiển cường độ chùm tia để có vết sáng rõ ràng xuất hiện trên màn hình. Điều chỉnh chức năng điều khiển vị trí dọc và ngang nếu cần. (Đôi khi hệ số khuếch đại ngang có thể biểu hiện thành vết sáng nếu điểm sáng bắt đầu ngoài khung màn hình). Khi điểm sáng có thể nhìn thấy, di chuyển điểm sáng vào trung tâm và điều chỉnh độ hội tụ, độ nhòe để làm cho điểm sáng gọn. Chức năng điều khiển cường độ tia cần phải được điều chỉnh để điểm sáng không quá chói, hoặc không quá mờ.

5. Đặt chế độ quét theo vị trí quét trong [Int.], và điều chỉnh hệ số khuếch đại ngang để mở rộng điểm sáng thành đường sáng đầy đủ ngang trên màn hình.

6. Kiểm tra sự di chuyển theo chiều dọc của đường sáng ngang. Mạch khuếch đại dọc định chuẩn có sẵn trong thiết bị đo.

7. Đặt đầu que đo vào hệ thống cần đo. Chuyển mạch nguồn của hệ thống cần đo bật [ON].

8. Điều chỉnh chức năng điều khiển hệ số khuếch đại dọc để có độ cao của dạng sóng yêu cầu trên màn hình.

9. Điều chỉnh dao động quét (gốc thời gian) để có số chu kỳ cần thiết trên màn hình. Đối với máy hiện sóng đã được kích khởi, chu kỳ cần phải ổn định.

10. Khảo sát dạng sóng, đo biên độ và kiểm tra đặc tính của tín hiệu.

11. Để có các mẫu hình Lissajous, đưa tín hiệu ngoài được cung cấp từ máy tạo sóng đến đầu vào quét ngoài, dùng cho phép đo tần số và pha.

1.6 Các phép đo với máy hiện sóng.

Đo điện áp của tín hiệu vào: Giá trị đỉnh - đỉnh của điện áp được đo bằng cách đếm số vạch chia theo chiều dọc giữa hai đỉnh. Chẳng hạn, nếu biên độ đỉnh - đỉnh của dạng sóng chiếm 4 vạch chia trên thang độ nhạy 500mV/div, thì trị số đỉnh - đỉnh là $500\text{mV/div} \times 4\text{div} = 2\text{V}$, vậy biên độ đỉnh là 1V.

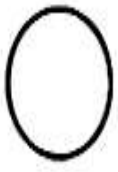
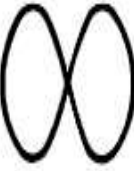
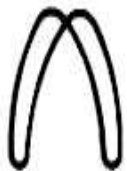
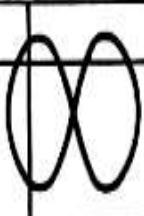
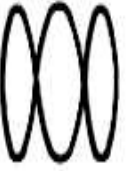
Đo khoảng thời gian của chu kỳ: Chu kỳ của tín hiệu đo được bằng cách tính số chu kỳ trên bộ gốc thời gian. Giá trị gốc thời gian có trong một chu kỳ sẽ là chu kỳ của tín hiệu.

Ví dụ: Trên thang đo $50\mu\text{s/div}$, có 2 chu kỳ tín hiệu chiếm 4 vạch chia, thì số vạch chia chiếm bởi một chu kỳ là 2 vạch chia, nên chu kỳ tín hiệu là $100\mu\text{s}$. Tính nghịch đảo của chu kỳ sẽ cho tần số của tín hiệu, trong ví dụ sẽ tính được là $1/100\mu\text{s} = 10\text{kHz}$.

Đo tần số theo mẫu hình Lissajous: Đo tần số tín hiệu theo mẫu hình Lissajous thực hiện bằng cách đưa tín hiệu có tần số cần đo vào đầu vào dọc, và nối tín hiệu có tần số đã biết vào đầu vào quét ngoài, sẽ thu được các mẫu hình khác nhau trên màn hình tùy thuộc vào tỷ số của hai tần số và độ lệch pha của hai tín hiệu. Các mẫu hình Lissajous như ở hình 7.3.

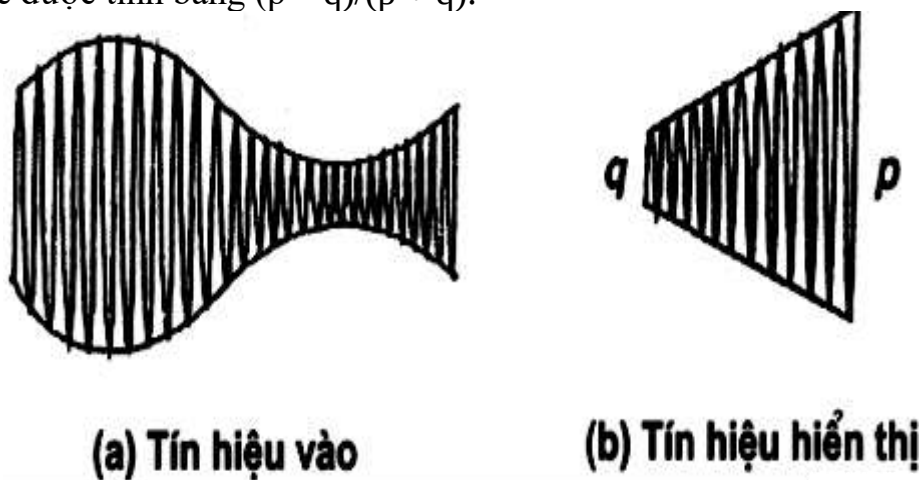
Khi hai tần số bằng nhau, độ lệch pha bằng 0° sẽ tạo ra một đường thẳng nghiêng 45° so với đường ngang; với độ lệch pha 180° , đường thẳng sẽ tạo một góc bằng 135° so với đường ngang. Khi độ lệch pha là 90° , sẽ tạo ra một đường tròn. Đối với các độ lệch pha bất kỳ khác sẽ tạo ra các hình ellipse.

Khi hai tần số tín hiệu không bằng nhau, thì tỷ số của tần số chưa biết (f_v) đối với tần số đã biết (đọc tần số trên máy tạo sóng) (f_h) sẽ được xác định bằng tỷ số của số lượng các vòng theo đường ngang đối với số lượng các vòng theo đường dọc.

	0°	45°	90°	135°	180°
$\frac{f_x}{f_y} = \frac{1}{1}$					
$\frac{f_x}{f_y} = \frac{1}{2}$					
$\frac{f_x}{f_y} = \frac{1}{3}$					
$\frac{f_x}{f_y} = \frac{2}{3}$					

Hình 7.4: Các mẫu hình Lissajous

Đo chỉ số điều chế của tín hiệu AM: Khi tín hiệu điều chế được áp đặt làm tín hiệu quét ngoài, và tín hiệu đã được điều chế làm tín hiệu dọc (Y) như thể hiện ở hình 7.5a. Mẫu hình sẽ được hiển thị như ở hình 7.5b. Chỉ số điều chế sẽ được tính bằng $(p - q)/(p + q)$.



Hình 7.5

Đo độ méo của xung: Xung vào và xung ra có thể được hiển thị trên máy hiện sóng hai vết. Độ võng hoặc độ vượt quá của phần nằm ngang, và độ tăng hay độ giảm của các cạnh xung có thể quan sát trên màn hình. Thời gian tăng (ứng với mức thay đổi từ 10% đến 90% biên độ xung) và khoảng thời gian giảm (ứng với mức thay đổi từ 90% đến 10% biên độ xung) có thể đo được trên mẫu xung. Độ rộng của xung sẽ được đo trong khoảng từ từ mức 50% của cạnh tăng đến mức 50% của cạnh giảm.

1.7 Các điểm lưu ý khi sử dụng máy hiện sóng.

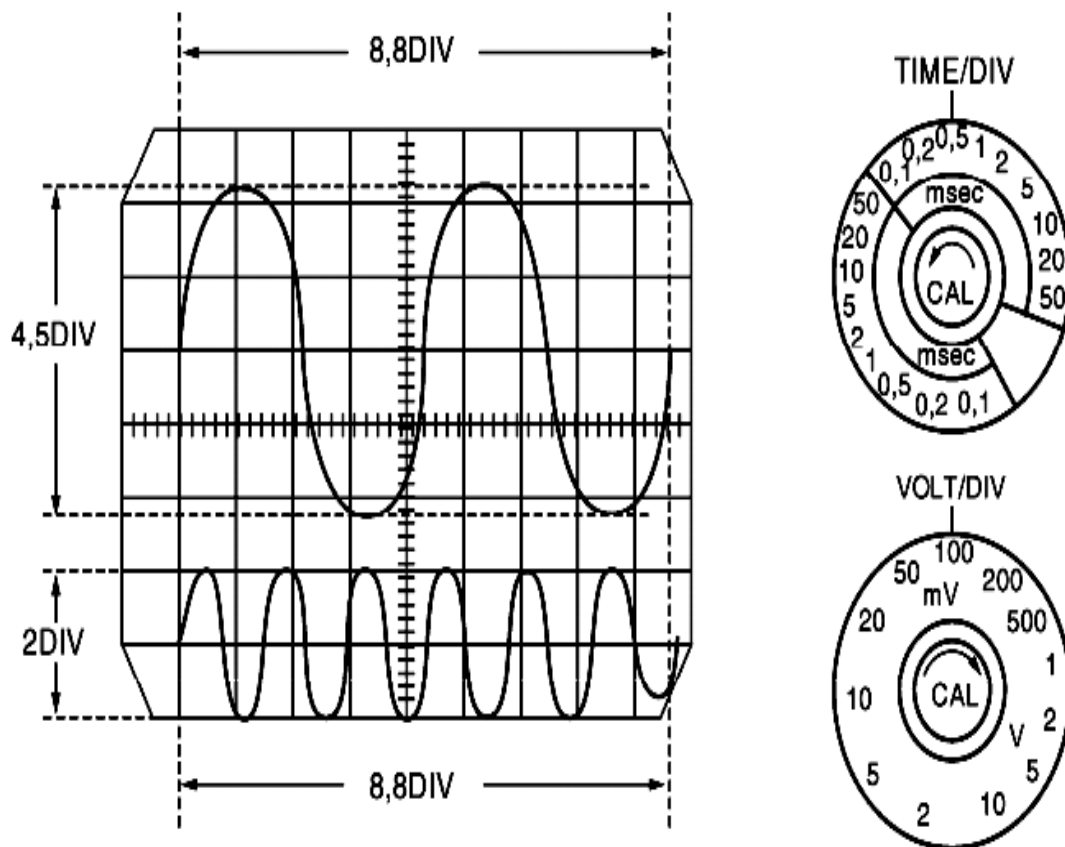
1. Nối vỏ máy hiện sóng với đất.
2. Cường độ chùm tia điện tử cần phải giữ ở mức thấp có thể quan sát thuận lợi. Điểm sáng không được để lâu tại một vị trí trên màn hình. Trong trường hợp cần phải giữ do một lý do nào đó, thì hãy để ở mức cường độ thấp.
3. Nên bắt đầu phép đo với mức độ nhạy nhỏ nhất ở mạch khuếch đại dọc và tăng dần cho đến khi đạt được mức thiết lập thích hợp.
4. Định chuẩn độ lệch dọc trước khi thực hiện các phép đo. Có sẵn nguồn điện áp trong máy hiện sóng cho việc định chuẩn.
5. Sử dụng que đo phù hợp khi thực hiện phép đo trên các tín hiệu tần số cao, hay khi tín hiệu vào quá lớn.
6. Khi tháo máy hiện sóng để sửa chữa, hãy cẩn thận có điện áp rất cao khoảng vài kilovolt. Ngay cả trong trạng thái ngắt chuyển mạch nguồn điện lưới, các tụ lọc có điện áp cao có thể gây nguy hiểm cho người sử dụng, do vậy tụ cần phải được xả khi tiến hành công việc trên máy hiện sóng ở trạng thái cắt nguồn.
7. Phải cẩn thận khi sử dụng ống tia, hư hỏng ngẫu nhiên bất kỳ sẽ dẫn đến hỏng màn hình.
8. Màn hình phát quang có thể phát xạ tia - x nhẹ, khi cần thay thế nên mua CRT tiêu chuẩn từ nhà sản xuất có uy tín.

2. Đo lường AC

- Mục tiêu: Xác định và đọc được giá trị của biên độ, điện áp thông qua các dạng tín hiệu ngõ ra và vào.

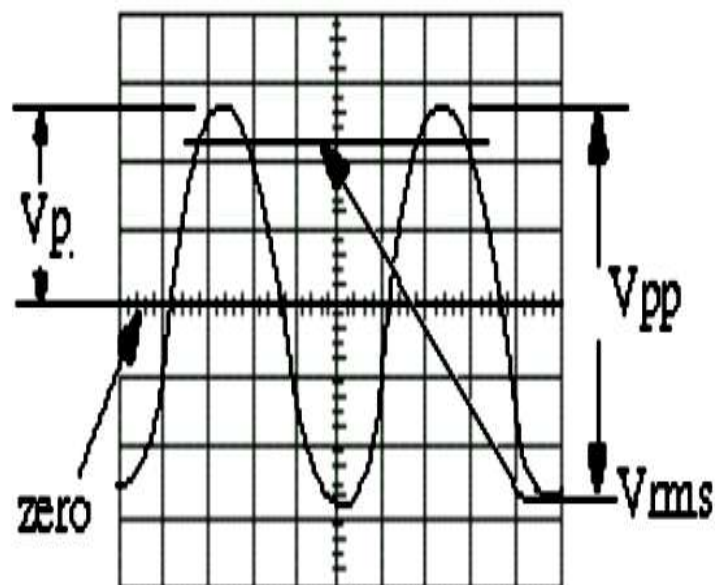
2.1. Đọc giá trị đỉnh và biên độ

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 nút điều khiển thang độ VOLT/DIV cũng như nút chọn thời gian TIME/DIV như chỉ ra trên hình vẽ 7.5.



Hình 7.5: 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 7.6).



Hình 7.6: Giá trị đỉnh – đỉnh của tín hiệu

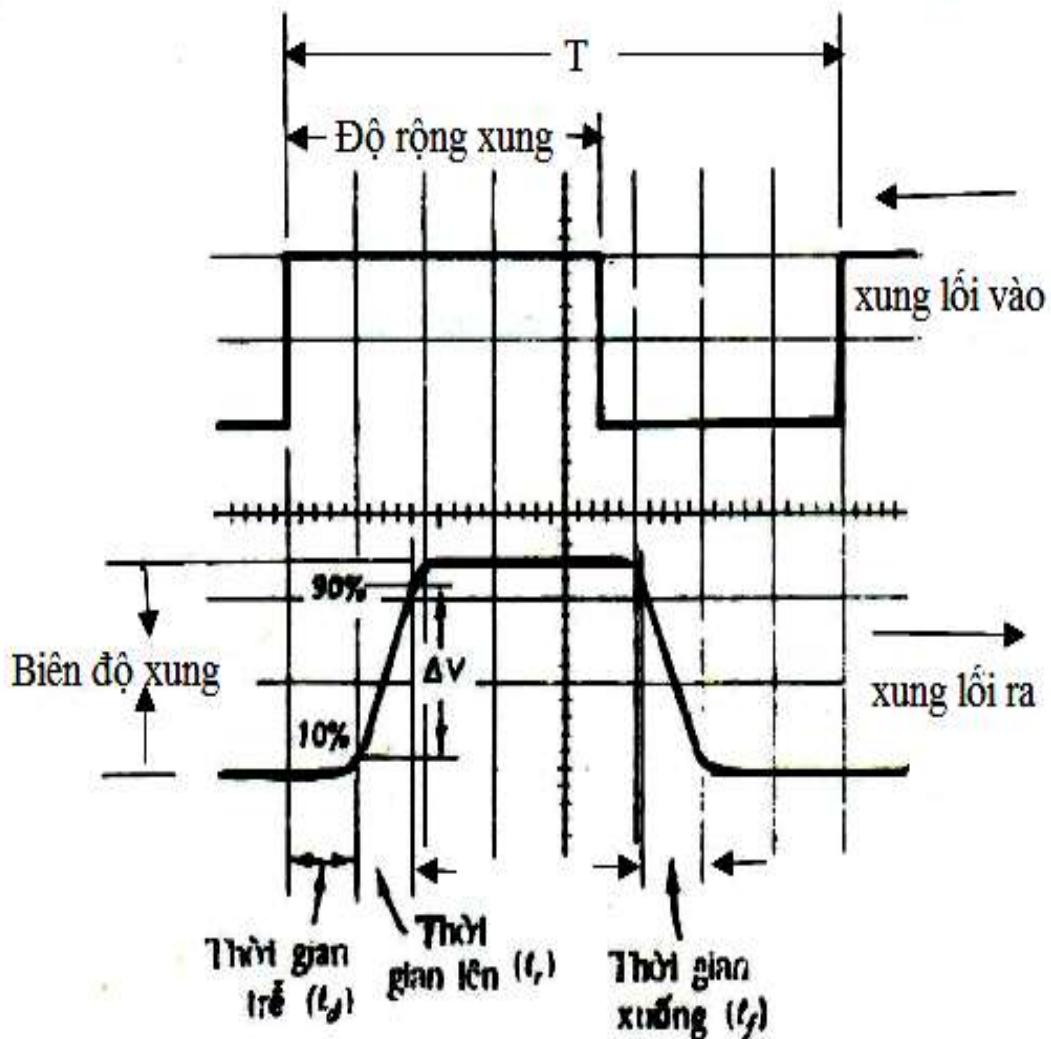
Ví dụ: VOLTS/DIV chỉ 1V thì tín hiệu cho ở hình 7.6 có:

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

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

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

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 7.7: Giá trị biên độ của xung tín hiệu

Ví dụ: Như ở hình 7.5: biên độ đỉnh của các tín hiệu:

A: $V_A = 450mV$ (p-p)

B: $V_B = 200mV$ (p-p)

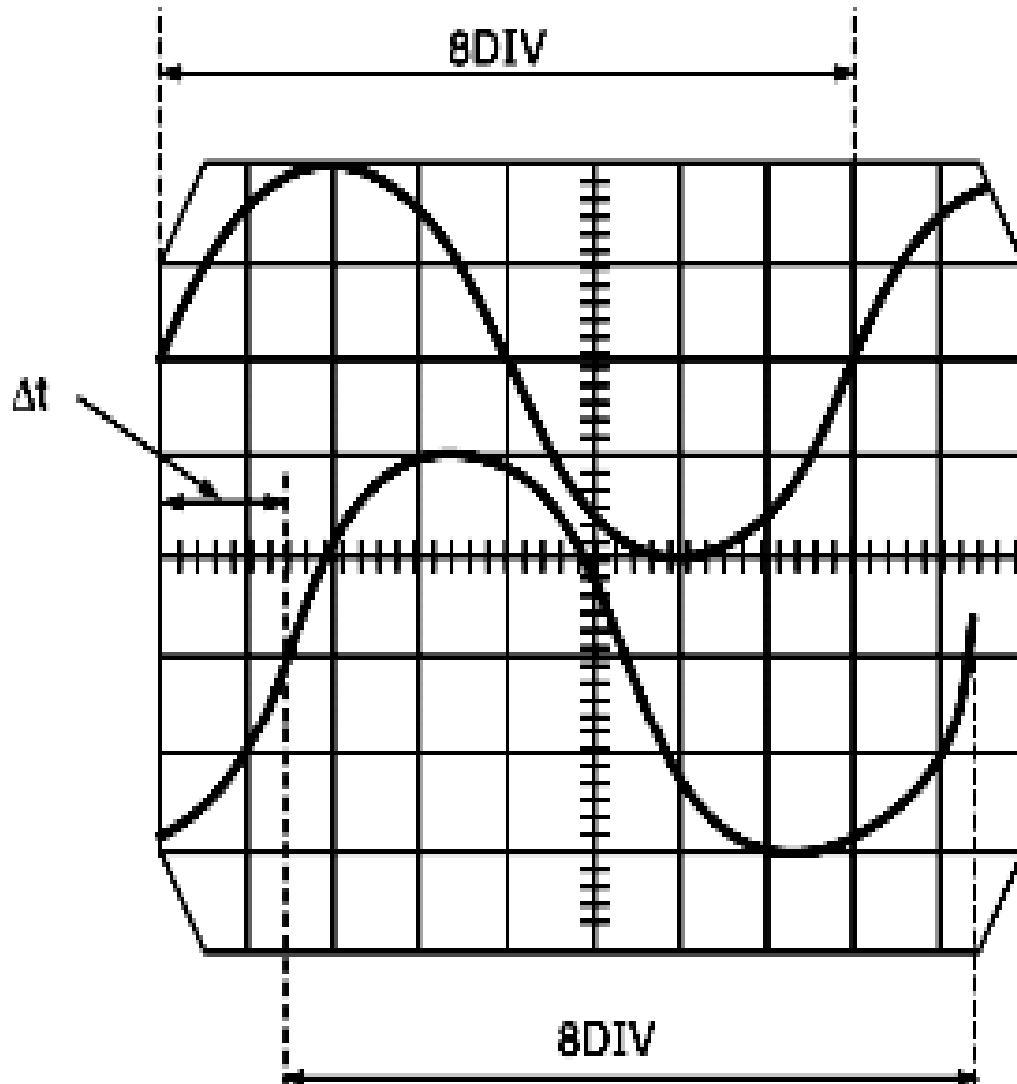
Đo chu kỳ: Phụ thuộc vào nút chu kỳ của tín hiệu quét răng cưa (đơn vị $\mu\text{sec} / \text{DIV}$). Ta thấy sóng A có biên độ 4,6 vạch chia, còn sóng B tương ứng với 2 vạch chia. Như vậy, theo vị trí của thang độ trên núm điều khiển VOLT/DIV là 100 mV ta có biên độ đỉnh – đỉnh của các điện áp sẽ là:

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

- 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° , như vậy, giá trị của mỗi vạch chia là: $1 \text{ vạch chia} = 360^\circ/8 = 45^\circ$. Hiệu số pha của 2 điện áp sẽ là: $\Delta\varphi = 1,4 \text{ vạch} \times 45^\circ/\text{vạch} = 63^\circ$.



Hình 7.8: Đo hiệu số pha giữa 2 sóng sin

2.2. Quan sát và đánh giá dạng sóng

Khi ngắt bộ quét của máy hiện sóng và đưa các sóng sin vào cả hai đầu vào đứng và ngang thì hình hiện ra sẽ phụ thuộc vào quan hệ giữa hai sóng sin đó. Những hình hiện rất đơn giản xuất hiện khi các dạng sóng có tần số bằng nhau.

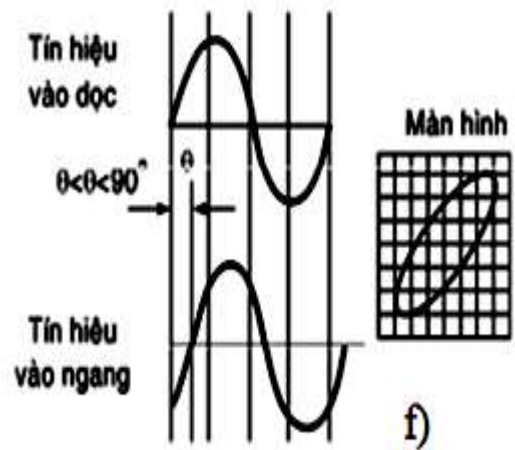
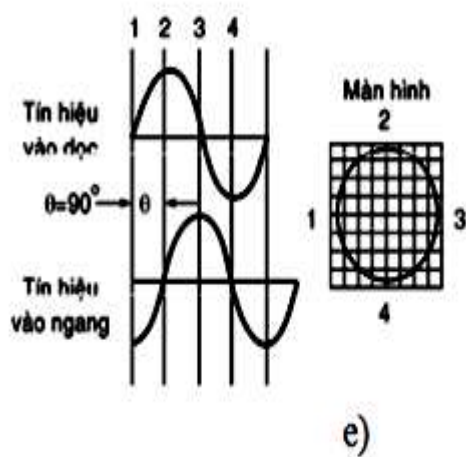
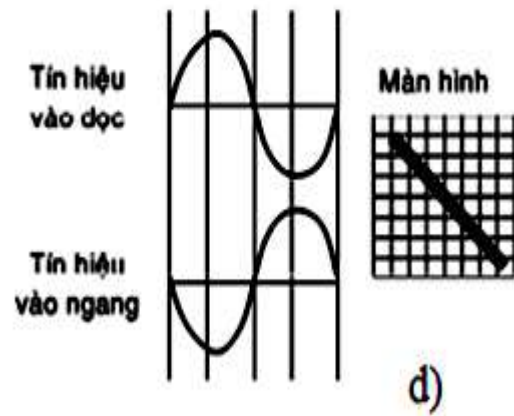
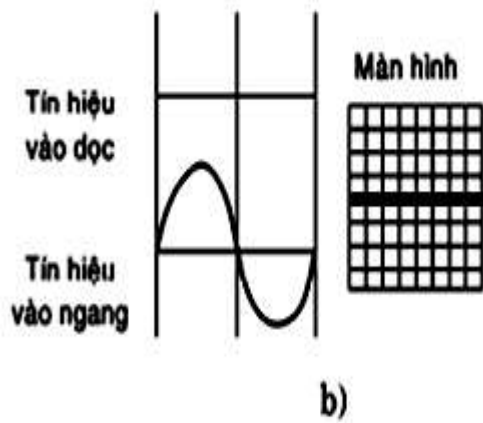
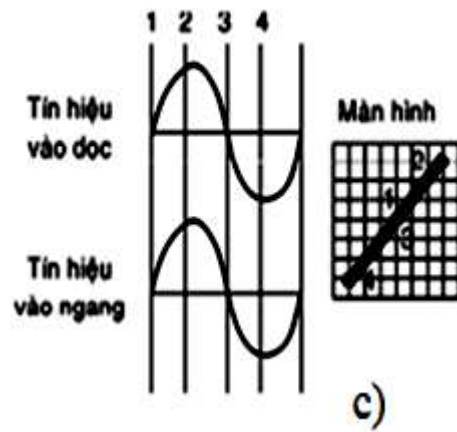
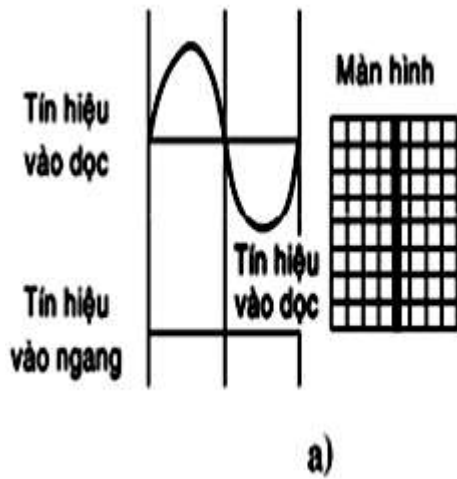
Những hình rất phức tạp có thể được tạo ra với các sóng sin có tần số khác nhau.

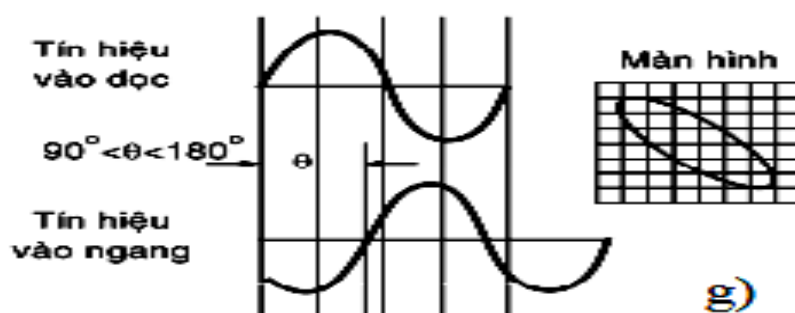
Dùng hình Lissajous để đo sự chênh lệch pha giữa hai tín hiệu (H.7.6).

Tín hiệu A đưa vào ngõ quét dọc, tín hiệu B đưa vào ngõ quét ngang.

- A, B cùng pha: hình Lissajous là đường thẳng (H.7.6c).
- A, B trái pha (H.7.6d)

- A, B lệch pha 90° (H.7.6e)
- A, B lệch pha bất kỳ (H.7.6f,g)





Hình 7.9: Hình Lissajous hiển thị các dạng sóng

3. Đo thời gian và tần số

- *Mục tiêu: Trình bày được khái niệm, cách tính thời gian và tần số của tín hiệu.*

3.1 Khái niệm:

Là khoảng thời gian giữa hai điểm của tín hiệu cũng được tính bằng cách đếm số ô theo chiều ngang giữa hai điểm và nhân với giá trị của TIME/DIV.

Việc xác định tần số của tín hiệu được thực hiện bằng cách tính chu kỳ theo cách trên, sau đó nghịch đảo giá trị của chu kỳ ta tính được tần số.

Trong kỹ thuật điện tử, thường hay dùng các tín hiệu có phổ tần số hết sức rộng. Dải phổ tần số này bắt đầu từ các tần số bằng một vài phần trăm Hz đến 10^{15} Hz. Toàn bộ tần phổ này có thể chia làm hai dải tần số có tính chất khác nhau: dải tần số thấp (tần số âm thanh...) và dải tần số cao (tần số sóng vô tuyến...). Dải tần số âm thanh gồm các tần số mà tai người có thể nghe được, những tần số thấp hơn 20 MHz gọi là ngoại âm tần (hạ âm), những tần số cao hơn 20 kHz gọi là siêu âm. Những tần số của các dao động điện cao hơn 10 kHz là thuộc về tần số vô tuyến. Giới hạn dùng và kỹ thuật đo lường các tần số cao tần tăng lên cùng với sự phát triển của kỹ thuật điện tử và ngày nay đã xác định được các tần số chừng độ $3 \cdot 10^{15}$ Hz. Phổ của tần số sử dụng trong kỹ thuật điện tử chia thành nhiều dải tần số khác nhau, do tính chất của các dải này mà yêu cầu của phép đo tần số có các mức độ chính xác khác nhau, cũng như các phương pháp đo khác nhau. Các phương pháp đo tần số thông dụng trong kỹ thuật điện tử là: phương pháp cầu, phương pháp so sánh và phương pháp đếm. Tùy theo các tần đoạn khác nhau mà các phương pháp đo được dùng nhiều hay ít khác nhau do đặc tính tần số của nó.

Trong kỹ thuật điện tử, đo tần số được dùng nhiều trong các trường hợp như: cần khắc độ và chuẩn lại các máy tạo tín hiệu đo lường, máy phát, máy thu; cần xác định tần số cộng hưởng của các mạch dao động; cần xác định dải thông của bộ lọc, của mạng bốn cực, cần kiểm tra mức độ lệch tần số của các thiết bị đang làm việc...

3.2 Cách tính đo thời gian và tần số

Khoảng thời gian giữa hai điểm của tín hiệu cũng được tính bằng cách đếm số ô theo chiều ngang giữa hai điểm và nhân với giá trị của TIME/DIV. Chu kỳ của sóng sin được xác định bằng cách đo số vạch ngang ứng với một chu kỳ nhân với giá trị của một ô được đặt trên núm điều khiển TIME/DIV. Theo số liệu trên hình 7.2, ta có chu kỳ và tần số của các sóng là:

$$T_A = \frac{8,8 \text{ vạch} \times 0,5 \text{ ms}}{2 \text{ chu kỳ}} = 2,2 \text{ ms}$$

- Sóng A:

$$f_A = \frac{1}{T_A} = \frac{1}{2,2} \approx 455 \text{ Hz}$$

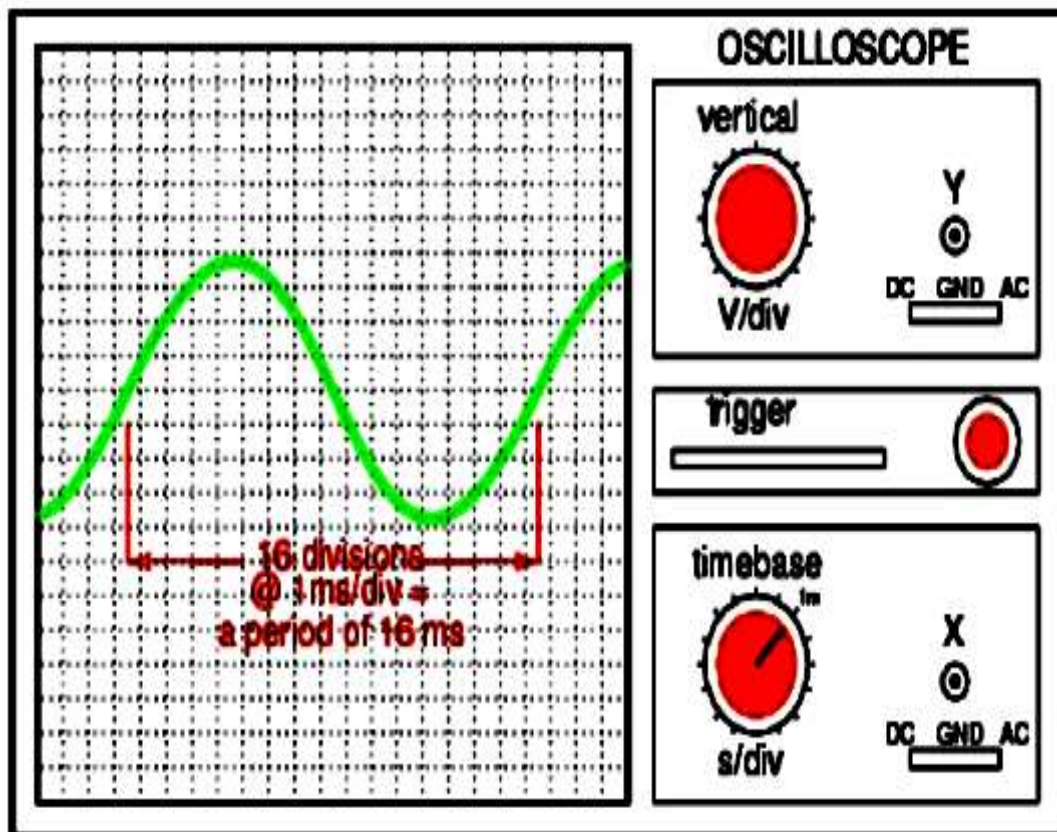
$$T_B = \frac{8,8 \text{ vạch} \times 0,5 \text{ ms}}{6 \text{ chu kỳ}} = 0,73 \text{ ms}$$

- Sóng B:

$$f_B = \frac{1}{T_B} = \frac{1}{0,73} = 1,36 \text{ kHz}$$

Việc xác định tần số của tín hiệu được thực hiện bằng cách tính chu kỳ theo cách như trên. Sau đó nghịch đảo giá trị của chu kỳ ta tính được tần số.

Ví dụ: Ở hình dưới s/div là 1ms. Chu kỳ của tín hiệu dài 16 ô, do vậy chu kỳ là 16ms $\Rightarrow f = 1/16\text{ms} = 62,5\text{Hz}$.



Bài Tập:

KHẢO SÁT SÓNG BẰNG DAO ĐỘNG KÝ

**I. Phần lý thuyết: Các nút chức năng điều khiển dao động ký:
Model GOS-652G**

Vị trí tên nút	Chức năng
1. [POWER] [ILLUM]	Mở tắt dao động ký Thay đổi độ chiếu sáng của tọa độ màn hình.
2. [“ON” Led]	Đèn Led sáng khi nút [POWER] được bật
3. [INTENSITY]	Điều chỉnh cường độ sáng của tia sáng trên màn hình hiển thị
4. [TRACE ROT]	Điều chỉnh tia sáng nằm ngang trên màn hình
5. [FOCUS]	Điều chỉnh độ rọi tia sáng cho hiển thị sắc nét
6. [GND]	Nối đất vỏ máy
7. [CAL 2V _{P-P}]	Cho tín hiệu sóng vuông, tần số 1KHz, tiện ích cho sự hiệu chỉnh tần số của những đầu dò hay kiểm tra độ lợi mạch khuếch đại.
8. [BEAM FIND]	Ấn vào để dò tìm tia sáng và đưa tia sáng về trung tâm màn hình hiển thị
11. [↕ POSITION]	Điều chỉnh vị trí tia sáng theo trục đứng trên màn hình hiển thị cho kênh [A/B], lưu ý điều khiển này không làm việc ở chế độ [X-Y]
12. [VOLTS/DIV]	Công tắc suy giảm cho biết điện áp đỉnh đỉnh ở ngõ vào tương ứng với một độ chia cơ bản (1cm) trên màn hình tọa độ hiển thị.
13.[VARPULLx5MAG]	Khi nút này ở vị trí kéo ra phía ngoài, thì độ nhạy khuếch đại cột dọc tăng lên 5 lần.
14. [AC-GND-DC] [AC]	Công tắc có 3 vị trí Tín hiệu ngõ vào là AC, có khả năng khuếch đại lên đại theo cột dọc ở tần số giới hạn khoảng 10Hz (ở -3dB), thành phần

[GND] [DC]	tín hiệu DC bị chốt lại. Cách ly mạch ngõ vào và mạch ngõ vào của máy được nối đất. Vị trí này thường dùng để chỉnh vệt sáng và một số cân chỉnh khác. Cả hai thành phần AC và DC của tín hiệu ngõ vào được áp dụng cho ngõ vào khuếch đại theo cột dọc.
15. [VERT MODE]: [CHA] [CHB] [DUAL] [ADD]	Công tắc này có 4 vị trí Hiển thị tia sáng trên kênh A. Hiển thị tia sáng trên kênh B. Hiển thị cả hai tia trên kênh A và B. Hai tia thường hoạt động chế độ luân phiên thay thế nhau. Khi ở chế độ rẽ mạch bằng cách kéo núm [HOLD OFF], tia sáng được hiển thị giữa hai ngõ vào kênh A và kênh B với tốc độ [500KHz] để tăng cường tầm nhìn của tín hiệu với tốc độ quét thấp. Hiển thị tổng đại số của hai tín hiệu kênh A và kênh B.
16. [TRIG LEVEL]	Điều chỉnh cho tín hiệu ổn định.
17. [COUPLING] [AUTO] [NORM] [TV-V] [TV-H]	Chọn chế độ kích Đối với mạch kích tự động, tia sáng chạy tự do khi chưa có tín hiệu kích đầy đủ. Đối với mạch kích bình thường, không có tia quét xuất hiện nếu tín hiệu kích không gặp biên độ [TRI LEVEL] và sự ổn định độ dốc. Loại bỏ tín hiệu DC và tín hiệu đồng bộ tần số cao trong một tín hiệu hình ảnh kết hợp. Loại bỏ tín hiệu DC và tín hiệu đồng bộ tần số thấp trong một tín hiệu hình ảnh kết hợp.
18. [SOURCE] [CHA] [CHB] [LINE]	Chọn tín hiệu nguồn kích như sau: Tín hiệu kênh A. Tín hiệu kênh B. Tần số tín hiệu xoay chiều

[EXIT]	Tín hiệu áp dụng cho phần nối vào {EXT TRIG} từ ngoài.
19. [HOLD –OFF] [PULL CHOP]	Điều chỉnh khi sóng tín hiệu đo lường hiển thị ở dạng sóng phức tạp. Nút này thường kết hợp nút [TRIG LEVEL] để hiển thị một dạng sóng ổn định đứng yên. Khi nút kéo ra phía ngoài, dao động ký hiển thị tín hiệu hai tia bị chỉ ra từng phần trong lúc quét (đóng –mở cho hiển thị tại giữa hai tia). Hầu hết thường được sử dụng ở tần số quét thấp. Khi nút này đẩy vào trong, dao động ký làm việc ở chế độ luân phiên. Khi đó tia sáng kênh A nằm trên một tia quét và vết sáng kênh B nằm trên tia quét còn lại. Hầu hết được sử dụng ở tốc độ quét cao hơn.
20. [EXT TRIG]	Kết nối với một tín hiệu kích bên ngoài đưa đến cổng giao tiếp này. Để sử dụng nó trước tiên đặt công tắc [SOURCE] (24) đến vị trí [EXT].
21. [#POSITION] [PULL x10 MAG]	Đẩy vị trí tia sáng nằm ngang trên màn hình ống Catot, sự điều chỉnh này làm việc cả ở chế độ [X-Y]. Khi nút này được kéo ra phía ngoài, tia sáng nằm ngang được trải ra với hệ số nhân 10.
22. [TIME/DIV]	Nút chọn mức thời gian cho chùm tia để quét một độ chia chuẩn định (1cm) trên màn hình.
23. [VAR]	Điều chỉnh liên tục thời gian quét giữa vùng được chọn và vùng thấp hơn kế bên. Chu kỳ quét được chuẩn định bằng cách xoay nút [CAR] tới vị trí [CAL'd].
24. [X-Y]	Khi công tắc này đẩy vào trong, công tắc [SOURCE] đặt tới [CHA], và công tắc [VERT MODE] đặt [CHB], máy hoạt động như là dao động ký hai tia [X-Y].

II. Phần 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 trên VOM. 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 5vp. xác định tần số, chu kỳ tín hiệu hiển thị trên dao động ký. Kiểm tra và so sánh giá trị tạo ra trên máy 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.

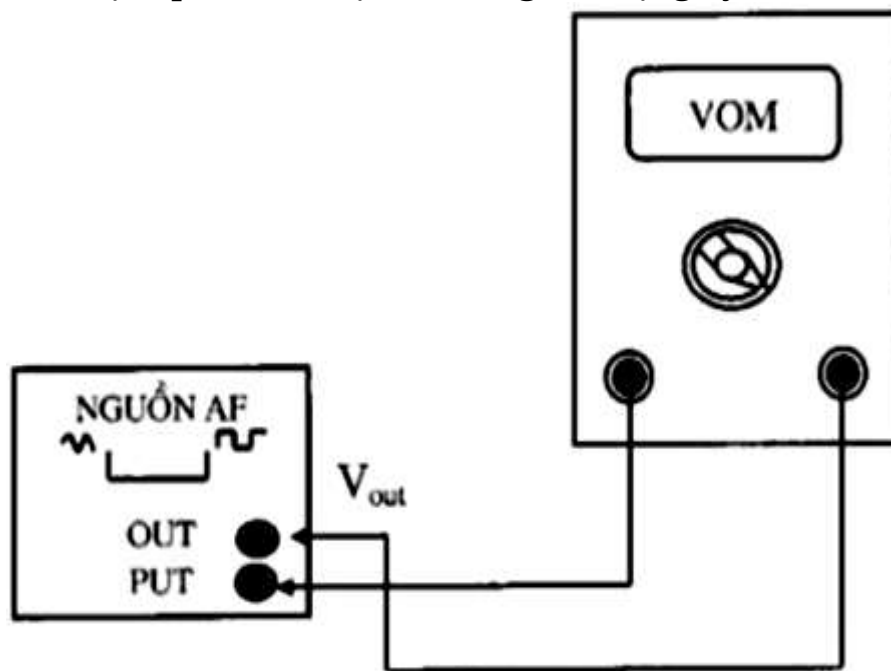
.....

- 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

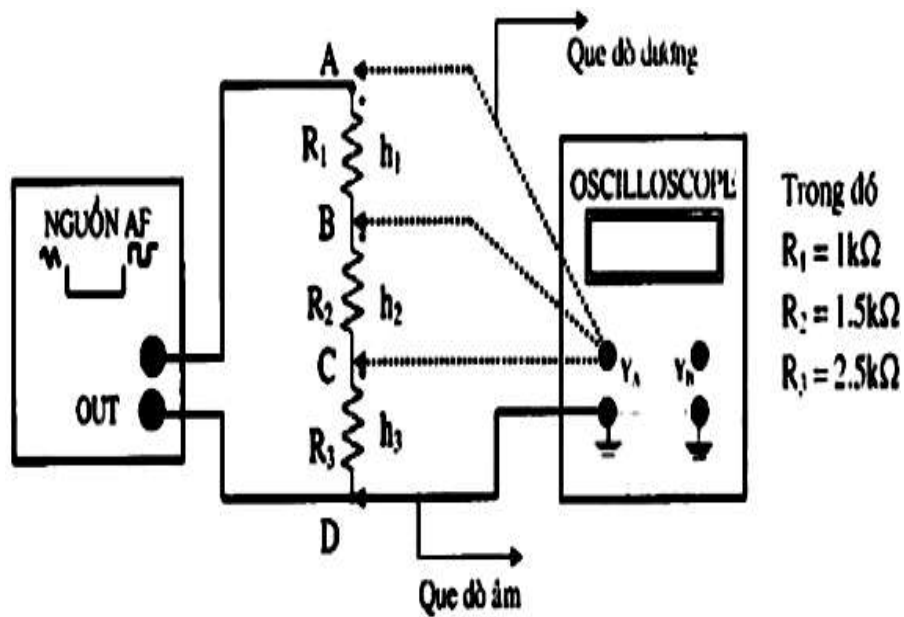
1. khảo sát mạch phân thể điện trở bằng dao động ký



Hình 7.1

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 thể tại 2 điểm [A] và [D], vào dao động ký như hình 7.2.



Hình 7.2

- Trước hết que dò dương [$\rightarrow$] của dao động ký nối với các điểm [A] rồi điều chỉnh các núm xoay: [VOLTS/DIV], [TIME/DIV], [POSITION $\updownarrow\leftrightarrow$], [TRIGGER LEVER], để có một sóng đứng im, biên độ [h] khoảng [4 $\rightarrow$ 6] ô hình, rồi giữ nguyên, không điều chỉnh dao động ký nữa.
- Tiếp theo đặc que dò dương [$\rightarrow$] lần lượt đến các điểm B, C 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.

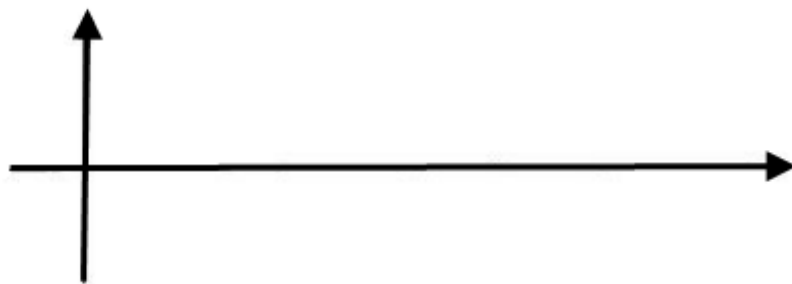
.....

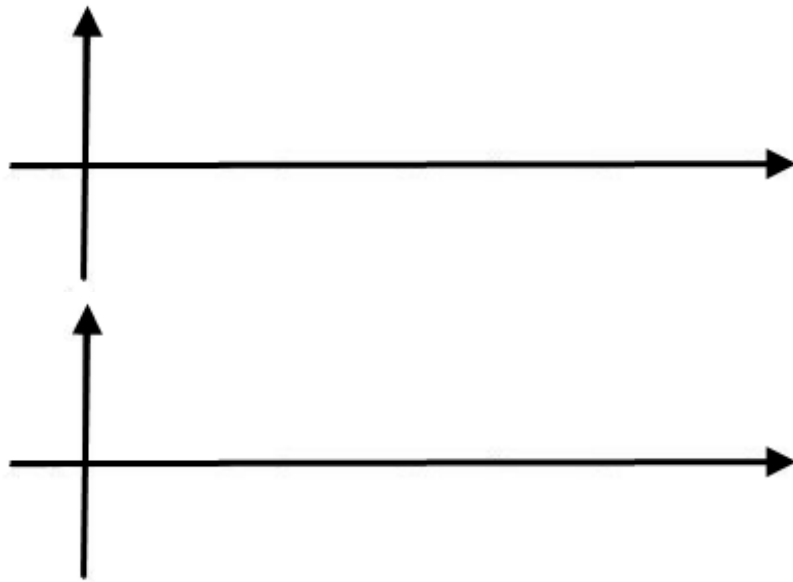
.....

.....

.....

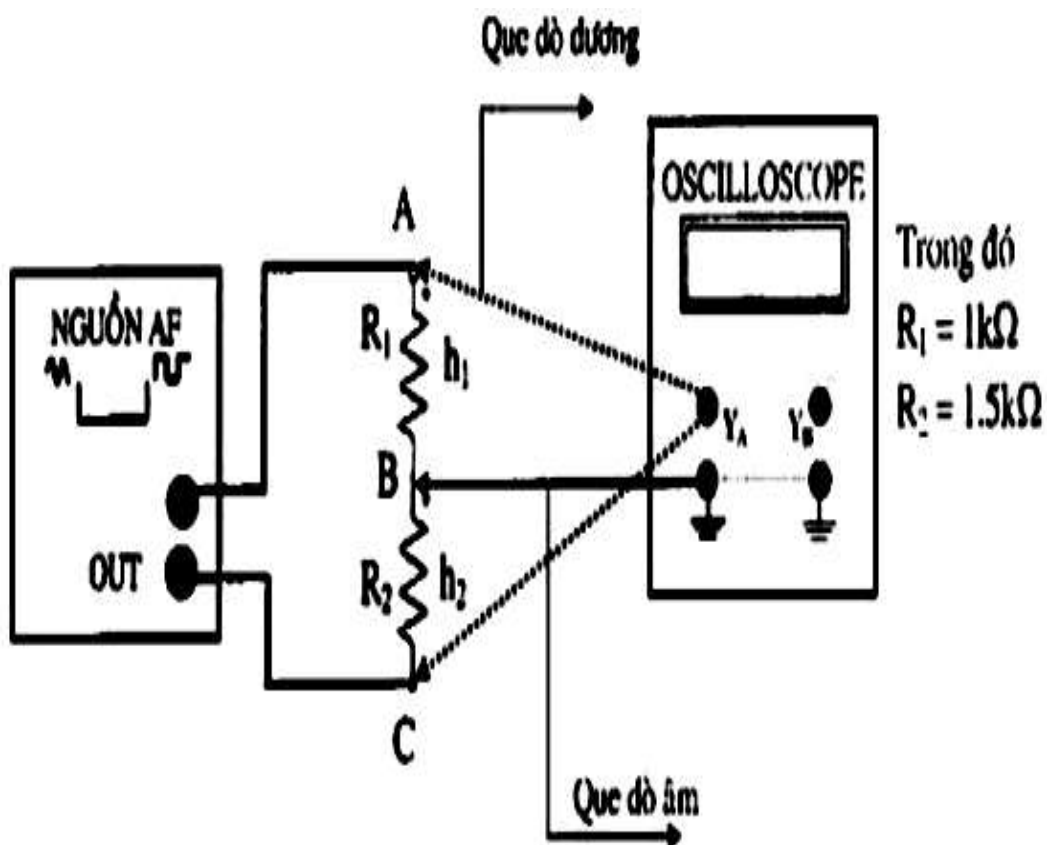
.....





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 7.3.



Hình 7.3

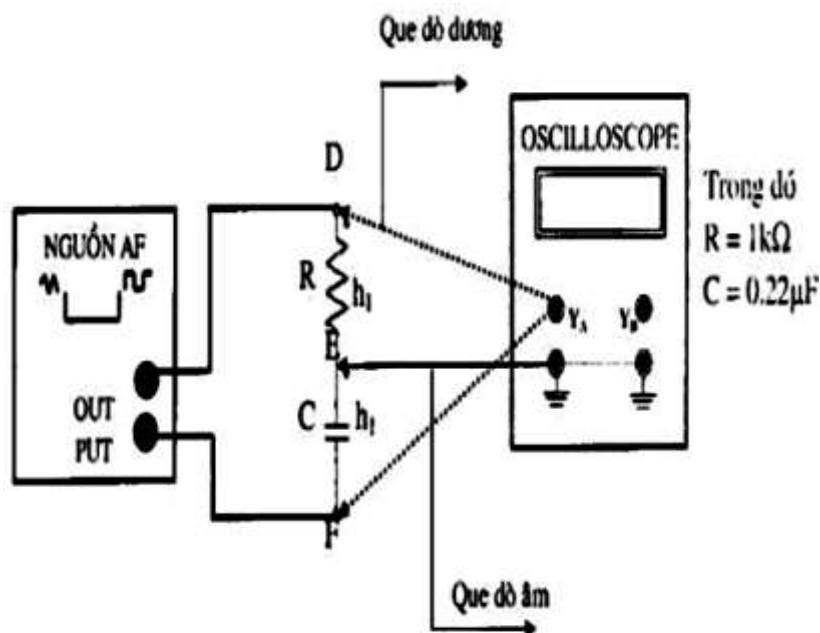
- Đặt que dò dương đến điểm [A] và que dò âm đến điểm [B] ⇕⇔

- 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}) [OUT PUT] 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]	$R_1 = (h_1 / h_2) \times R_2$ (Ω)
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 như hình 7.4.



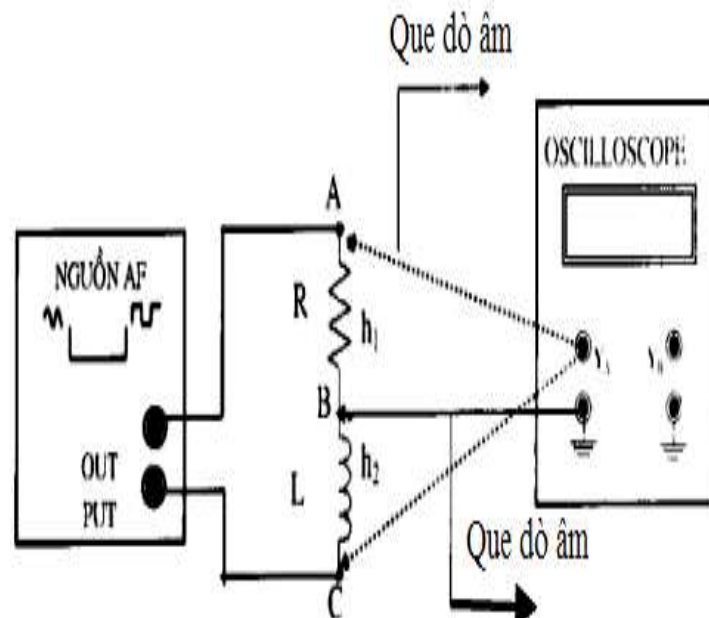
Hình 7.4

- Đặt que dò dương đến điểm [D] và que dò âm đến [E]
- Điều chỉnh các núm xoay [VOLTS/DIV], [TIME/DIV], [POSITION $\Updownarrow\Leftarrow\Rightarrow$], [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]	$L = ?$ (H)
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.



Hình 7.5

- Chọn $R = 39\Omega$ hoặc 18Ω , 82Ω , đặt que dò dương đến điểm [A] và que dò âm đến điểm [B].
- Điều chỉnh các núm xoay [VOLTS/DIV], [TIME/DIV], [POSITION $\Leftarrow\Rightarrow\Updownarrow$], [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			

➤ YÊU CẦU VỀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP CHƯƠNG 7

✚ Nội dung:

- + Về kiến thức: Trình bày được các phương pháp sử dụng máy hiện sóng để đọc, đo các thông số kỹ thuật của mạch điện.
- + Về kỹ năng: sử dụng thành thạo các nút chức năng của dao động ký (OSC). Đo, Xác định và đọc được giá trị của biên độ, điện áp thông qua các dạng tín hiệu ngõ ra và vào.
- + Về thái độ: Đảm bảo an toàn và vệ sinh công nghiệp.

✚ Phương pháp:

- + Về kiến thức: Được đánh giá bằng hình thức kiểm tra viết, trắc nghiệm
- + Về kỹ năng: Đánh giá kỹ năng thực hành lắp ráp, mạch điện theo yêu cầu của bài
- + Thái độ: Tỉ mỉ, cẩn thận, chính xác, ngăn nắp trong công việc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] *Kỹ Thuật Đo Điện*, Nguyễn Ngọc Tân - Ngô Văn Kỳ, Đại Học Bách Khoa Thành Phố Hồ Chí Minh.
- [2] *Cơ Sở Kỹ Thuật Đo Lường Điện Tử*, Vũ Quý Điềm, Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật
- [3] *Giáo Trình Đo Lường Điện Tử*, Dư Quang Bình, Đại Học Đà Nẵng
- [4] *Dụng cụ đo cơ điện*, Nguyễn Trọng Quế, NXB KHKT, Hà Nội
- [5] *Đo lường điện và cảm biến đo lường*, Nguyễn Văn Hòa - Bùi Đăng Thanh - Hoàng sỹ Hồng, NXB Giáo Dục, 2005
- [6] *Kỹ thuật đo lường điện điện tử*, Lưu Thế Vinh, Đại học Đà Lạt
- [7] *Các bộ cảm biến trong kỹ thuật đo lường và điều khiển*, Lê Văn Doanh, NXB KH&KT 2001.
- [8] *Kỹ thuật đo*, Nguyễn Ngọc Tân (chủ biên) - - NXB KH&KT 2000.
- [9] *Giáo trình cảm biến*, Phan Quốc Phô (chủ biên) - - NXB KH&KT 2005.
- [10] *Measurement Systems-Application and Design*, Ernest O. Doebelin, 5st edition, McGraw-Hill
- [11] <http://www.hieuchuan.vn/2010/10/cac-on-vi-o-luong-co-ban-theo-he-si.html>
- [12] <http://lqv77.com/2009/02/15/co-ban-su-dung-dong-ho-vom/>