

## **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 Cơ điện tử ở trình độ Cao Đẳng và Trung Cấp, giáo trình **Thực hành Đo lường điện tử** là một trong những giáo trình mô đun đào tạo chuyên ngành được biên soạn theo nội dung chương trình chi tiết mô đun Hệ thống sản xuất linh hoạt (MPS). Nội dung biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, tích hợp kiến thức và kỹ năng chặt chẽ với nhau, lôgic.

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 45 giờ gồm có:

Bài MĐ09-01: Đại cương về đo lường

Bài MĐ09-02: Kết quả và sai số đo

Bài MĐ09-03: Đo các đại lượng điện cơ bản

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 cũng 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, các trường có thể sử dụng 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 đóng góp ý kiến của các thầy, cô giáo, bạn đọc để nhóm biên soạn sẽ hiệu chỉnh hoàn thiện hơn. Các ý kiến đóng góp xin gửi về Khoa Điện tử - Điện lạnh - Trường Cao đẳng nghề kỹ thuật công nghệ.

Xin chân thành cảm ơn !!!

*Hà Nội, ngày tháng năm 2019*

**BAN CHỦ NHIỆM BIÊN SOẠN GIÁO TRÌNH**  
**NGHỀ: ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP**  
**TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ**

## MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU .....	2
GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN.....	5
BÀI 1: ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐO LƯỜNG.....	7
1. Khái niệm và ý nghĩa của đo lường .....	7
1.1. Khái niệm .....	7
1.2. Ý nghĩa của đo lường: .....	7
2. Phân loại các đại lượng đo lường.....	8
3. Chức năng và đặc tính thiết bị đo lường .....	8
3.1.Chức năng thiết bị đo lường:.....	8
3.2.Đặc tính thiết bị đo lường: .....	8
4. Phân loại các phương pháp đo lường .....	9
4.1. Sơ đồ tổng quát hệ thống đo lường .....	9
4.2. Sự chuẩn hóa trong đo lường .....	10
4.2.1. Ý nghĩa của sự chuẩn hóa: .....	10
4.2.2. Các cấp chuẩn hóa:.....	10
BÀI 2: SAI SỐ TRONG ĐO LƯỜNG .....	12
2.1. Sai số trong đo lường: .....	12
2.1.1. Sai số chủ quan .....	12
2.1.2. Sai số hệ thống.....	13
2.1.3. Sai số ngẫu nhiên: .....	13
2.2. Thị sai.....	14
2.3. Cách tính và biểu diễn sai số:.....	15
2.4. CÂU HỎI ÔN TẬP .....	17
BÀI 3: ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐIỆN CƠ BẢN.....	18
3.1. Đo độ tự cảm và điện dung .....	18
3.1.1. Lý thuyết cầu xoay chiều. ....	18
3.1.2. Điều kiện cân bằng cho cầu đo AC .....	18
3.1.3. Thiết bị chỉ thị sự cân bằng của cầu đo AC .....	19
3.2. Cầu điện dung. ....	21
3.2.2. Cầu đo tụ điện có tổn hao lớn ( $D>0.1$ ) .....	23

3.3. Cầu điện cảm.....	25
3.4. Đo điện trở .....	30
3.4.1. Phương pháp đo .....	30
3.4.2. Giới thiệu phương pháp đo. ....	30
3.5. Volt kế.....	38
3.5.1. Cách mắc mạch đo .....	38
3.6. Ampe kế .....	39
3.6.1. Cách mắc mạch đo .....	39
3.6.2. Đọc giá trị.....	39
3.7.Cầu Wheatstone .....	44
3.7.1. Cầu Wheastone cân bằng .....	44
3.7.2. Cầu Wheastone không cân bằng: .....	45
3.8. Đo lường bằng các thiết bị điện tử.....	48
3.8.1. Máy phát tín hiệu .....	48
3.8.2. Máy phát tín hiệu .....	51
3.8.3. VOM/DVOM vạn năng.....	52
3.8.4. Đo lường bằng máy hiện sóng(Oscilloscope) .....	74
3.8.5. Đo lường AC .....	81
2.8.6. Đo thời gian và tần số .....	85
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	97

## GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN

**Tên mô đun: Đo lường điện tử**

Mã mô đun: MD ĐTCN 09

Thời gian thực hiện môn học: 45 giờ; (Lý thuyết: 20 giờ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 21 giờ; Thi, kiểm tra: 4 giờ)

### I. Vị trí, tính chất môn học :

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

- Ý nghĩa: Là môn học bắt buộc, sau khi học xong “đo lường điện tử” 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 môn học: Là môn học kỹ thuật cơ sở.

### II. Mục tiêu môn học :

- Kiến thức:

+ Trình bày được khái niệm đo lường, phương pháp đo, và thiết bị đo

+ Trình bày được các khái niệm về kết quả đo, đơn vị đo, sai số đo và cách tính sai số

+ Trình bày được các phương pháp dùng để đo các đại lượng điện, điện tử cũng như cấu tạo và cách sử dụng các thiết bị đo để đo các đại lượng điện cơ bản

- Kỹ năng:

+ Sử dụng được các thiết bị đo để đo các đại lượng điện, điện tử cơ bản

+ Đọc được kết quả đo

+ Thực hiện bảo trì, bảo dưỡng cho máy đo

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm:

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

### Nội dung của môn học/mô đun:

Số TT	Tên các bài trong môn học	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Thi/Kiểm tra
1	Bài 1 : Đại cương về đo lường	2	2		
2	Bài 2 : Kết quả và sai số đo	4	2	2	

3	Bài 3. Đo các đại lượng điện cơ bản	<b>37</b>	16	19	2
4	Thi kết thúc mô đun	<b>2</b>			2
	<b>Cộng</b>	<b>45</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>4</b>

# BÀI 1: ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐO LƯỜNG

Bài MĐ09-01: Đại cương về đo lường

## ***Giới thiệu:***

Đo lường là khái niệm mang ý nghĩa rất rộng trong thực tế vì mọi phương cách nhằm nắm bắt đặc tính của đối tượng đều có thể được xem là đo lường. Đo lường điện tử là một phần nhỏ trong khái niệm chung đó, nó là một quá trình thu nhận, biến đổi đại lượng cần đo thành tín hiệu điện và xử lý để phù hợp với sự quan sát hoặc điều khiển. Trong bài này sẽ trình bày về các khái niệm cơ bản về Đo lường điện tử.

## ***Mục tiêu:***

- Trình bày được các khái niệm cơ bản về đo lường
- Trình bày được ý nghĩa của đo lường trong học tập và thực tế
- Phân loại được các đại lượng đo lường

## **Nội dung chính:**

### **1. Khái niệm và ý nghĩa của đo lường**

#### **1.1. Khái niệm**

Đo lường là khái niệm mang ý nghĩa rất rộng trong thực tế vì mọi phương cách nhằm nắm bắt đặc tính của đối tượng đều có thể được xem là đo lường. Đo lường điện là một phần nhỏ trong khái niệm chung đó, nó là một quá trình thu nhận, biến đổi đại lượng cần đo thành tín hiệu điện và xử lý để phù hợp với sự quan sát hoặc điều khiển.

Vì đo lường là khâu đầu tiên trong quá trình điều khiển nên kết quả đo có chính xác thì điều khiển mới chính xác. Do vậy, đo lường không những phải nắm bắt đủ mà còn phải đúng các đặc tính của đối tượng.

Đo lường điện được ứng dụng trong lĩnh vực điều khiển, lĩnh vực này mang những đặc trưng riêng so với các lĩnh vực khác cho nên đo lường điện cũng mang những đặc điểm riêng của nó. Để có được thông số của một đối tượng ta có thể tiến hành đo và đọc trực tiếp giá trị thông số đó trên trên thiết bị đo, cách đo này được gọi là đo trực tiếp nhưng cũng có khi ta không thể đo trực tiếp đối tượng cần đo mà phải đo gián tiếp thông qua các thông số trung gian sau đó dùng công thức hoặc biểu thức toán học để tính ra đại lượng cần tìm.

#### **1.2. Ý nghĩa của đo lường:**

Đo lường nói chung và đo lường điện nói riêng có một ý nghĩa vô cùng quan trọng trong đời sống con người. Trước khi không chế và điều khiển bất kỳ đối tượng nào thì con người cần phải nắm bắt được đầy đủ và chính xác những thông số về đối tượng đó, và điều này chỉ thực hiện được nhờ vào quá trình đo lường.

## 2. Phân loại các đại lượng đo lường

Trong lĩnh vực đo lường điện, dựa vào tính chất của đại lượng đo chúng ta phân ra làm hai loại cơ bản là đại lượng điện và đại lượng không điện.

### a. Đại lượng điện:

Gồm hai loại:

#### *Đại lượng điện tác động (active):*

Là những đại lượng mang năng lượng điện như điện áp, dòng điện, công suất. Khi đo các đại lượng này, bản thân năng lượng của chúng sẽ cung cấp cho mạch đo. Do vậy ta không cần cung cấp thêm năng lượng từ phía ngoài. Trong trường hợp năng lượng từ đối tượng cần đo quá lớn có thể gây hư hỏng cho mạch đo thì ta phải giảm nhỏ cho phù hợp. Ngược lại, khi năng lượng này quá nhỏ thì cần phải khuếch đại cho đủ lớn trước khi đưa vào mạch đo.

#### *Đại lượng điện thụ động (passive):*

Là những đại lượng không mang năng lượng điện như đại lượng điện trở, điện dung, điện cảm, hồ cảm... Khi tiến hành đo các đại lượng này chúng ta phải cung cấp năng lượng cho mạch đo bằng cách dùng pin hoặc nguồn điện ngoài. Chú ý trong suốt quá trình đo ta phải đảm bảo năng lượng cung cấp ổn định và liên tục.

### b. Đại lượng không điện:

Con người luôn có ham muốn không ché các đối tượng xung quanh theo ý mình trong khi hầu hết các đối tượng này đều ở dạng không điện như nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, độ pH, nồng độ, áp suất... Việc điều khiển có thể thực hiện đơn giản bằng tay, nhưng trong xu hướng công nghiệp hóa như hiện nay thì việc điều khiển đều có liên quan đến máy móc và tín hiệu điện. Do vậy muốn điều khiển chúng, ta phải thực hiện việc chuyển đổi các đại lượng từ không điện thành các đại lượng điện sau đó mới đưa vào mạch điện để xử lý tiếp. Việc chuyển đổi này được thực hiện nhờ vào các cảm biến (sensor) hoặc các bộ chuyển đổi (transducer), và nguyên tắc cơ bản phải đảm bảo là phản ánh trung thực sự thay đổi của đại lượng không điện tại ngõ vào.

## 3. Chức năng và đặc tính thiết bị đo lường

### 3.1. Chức năng thiết bị đo lường:

Hầu hết các thiết bị đo đều có chức năng chỉ thị kết quả đo đại lượng đang khảo sát. Ngoài ra, kết quả có thể được ghi lại trong suốt quá trình đo, hoặc được dùng làm tín hiệu điều khiển các đại lượng khác theo ý muốn (Giám sát quá trình \_ Process Measurement).

### 3.2. Đặc tính thiết bị đo lường:

Mỗi loại thiết bị đo có các đặc tính riêng nhằm phân biệt với thiết bị đo khác.



Một số đặc tính của thiết bị đo như: Nguyên lý đo, cách chỉ thị kết quả, tính chất mạch giao tiếp ngõ vào, khả năng xử lý kết quả...

#### 4. Phân loại các phương pháp đo lường

Phương pháp đo lường được hiểu là cách thức nhằm lấy được giá trị của đại lượng cần đo. Một cách tổng quát có thể chia phương pháp đo thành 2 loại:

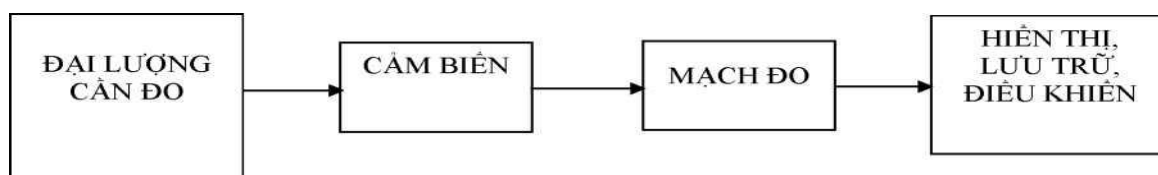
Phương pháp đo gián tiếp: Phải thông qua những đại lượng liên quan đến đại lượng cần đo. Giá trị của đại lượng cần đo được tính bằng công thức liên hệ với các đại lượng có liên quan.

Phương pháp đo trực tiếp: Không cần thông qua những đại lượng khác mà trực tiếp đo đối tượng đó.

Chẳng hạn ta dùng Volt kế và Ampe kế để đo điện áp rơi và dòng điện chạy qua linh kiện điện trở, sau đó sử dụng công thức  $R = \frac{U}{I}$  để tính giá trị R, đây là cách đo gián tiếp, hoặc cũng có thể dùng Ohm kế đo giá trị R, gọi là cách đo trực tiếp.

Một điều cần lưu ý là việc phân biệt phương pháp đo trực tiếp và gián tiếp chỉ mang ý nghĩa tương đối. Tức là, nếu xét về khía cạnh nào đó thì có thể xem phương pháp đo đang thực hiện là trực tiếp nhưng nếu xét về mặt khác thì có thể nó không còn là trực tiếp nữa. Chẳng hạn khi dùng đồng hồ điện tử (DMM) đo dòng điện chạy qua điện trở thì việc dùng chức năng đo dòng điện của đồng hồ được xem là cách đo trực tiếp, nhưng nếu xét kỹ hơn về mặt cấu tạo của nó: mọi đại lượng điện ngõ vào đều được chuyển thành tín hiệu điện áp trước khi đưa vào mạch đo của đồng hồ thì dòng điện này rõ ràng đã được đo gián tiếp thông qua đại lượng trung gian là điện áp.

#### 4.1. Sơ đồ tổng quát hệ thống đo lường



Đại lượng cần đo: Là các thông số, tính chất của đối tượng cần đo, chúng có thể tồn tại dưới dạng điện hoặc không điện.

Cảm biến: Là linh kiện, thiết bị có nhiệm vụ chuyển đổi đại lượng cần đo thành đại lượng điện trước khi truyền đến các khối xử lý tiếp theo.

Mạch đo: Tập hợp các bộ phận giao tiếp, khuếch đại, chuyển đổi... để biến tín hiệu điện ngõ vào cho phù hợp với khối hiển thị, lưu trữ, điều khiển.

Hiện thị, lưu trữ, điều khiển: Là phần sau cùng trong hệ thống đo lường giúp người vận hành quan sát và nhận biết giá trị của đại lượng đang đo, hoặc lưu trữ lại để xử lý sau, hoặc điều khiển tự động các thiết bị khác.

## **4.2. Sự chuẩn hóa trong đo lường**

### **4.2.1. Ý nghĩa của sự chuẩn hóa:**

Mục đích công việc đo lường nhằm lấy được các thông số thực sự của đối tượng cần đo. Muốn vậy, con người không thể chỉ sử dụng các giác quan của mình mà cần phải dùng đến các thiết bị đo.

Thiết bị đo được cung cấp bởi nhà chế tạo, trước khi xuất xưởng chúng được kiểm tra chất lượng nghiêm ngặt. Nhưng khi đến tay người sử dụng thì thiết bị đo đã phải trải qua quá trình vận chuyển, chính những tác động trong quá trình này có thể ảnh hưởng đến chất lượng thậm chí làm giảm cấp chính xác của thiết bị.

Về phía người sử dụng luôn mong muốn thiết bị có cấp chính xác thật cao. Nhưng thiết bị càng chính xác thì cấu tạo càng phức tạp và giá thành càng đắt. Như vậy người sử dụng phải biết được mức độ công việc đòi hỏi một thiết bị đo với cấp chính xác như thế nào là vừa đủ. Khi phân tích và hiểu rõ yêu cầu của mình, người sử dụng sẽ tiết kiệm đáng kể chi phí, thời gian cũng như tăng hiệu quả sử dụng thiết bị.

Để đánh giá chất lượng thiết bị một cách khách quan và chính xác, các Trung tâm kiểm định được thành lập nhằm cấp giấy chứng nhận chất lượng cho thiết bị. Việc kiểm định chất lượng được thực hiện bằng sự chuẩn hóa (Calibration) là một công việc hết sức cần thiết trước khi đưa thiết bị vào sử dụng.

Như đã trình bày ở trên, tùy theo công việc cụ thể của người sử dụng mà thiết bị phục vụ cần một cấp chính xác tương ứng. Do vậy cần có nhiều cấp chuẩn hóa khác nhau để kiểm định chất lượng của thiết bị ở những mức độ khác nhau. Việc phân cấp như vậy là cần thiết đảm bảo tiết kiệm về kinh tế và thời gian cho các bên liên quan.

### **4.2.2. Các cấp chuẩn hóa:**

Việc chuẩn hóa một thiết bị được xác định theo 1 trong 4 cấp sau:

*Cấp 1: Chuẩn quốc tế (International Standard)*

Các thiết bị đo lường cấp chuẩn quốc tế được 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 (National Standard)*

Các thiết bị đo lường tại các Viện định chuẩn quốc gia ở các quốc gia khác nhau trên thế giới được chuẩn hóa theo chuẩn quốc tế. Các thiết bị được định chuẩn tại

Viện định chuẩn quốc gia thì mang chuẩn quốc gia.

*Cấp 3: Chuẩn khu vực (Zone Standard)*

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 trung tâm này đương nhiên phải mang chuẩn quốc gia. Những thiết bị đo lường được định chuẩn tại các Trung tâm định chuẩn này sẽ mang chuẩn khu vực.

*Cấp 4: Chuẩn phòng thí nghiệm (Lab Standard)*

Trong từng khu vực chuẩn hóa 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 phòng thí nghiệm.

Do đó các thiết bị đo lường khi được sản xuất ra được định chuẩn tại cấp nào thì sẽ mang chất lượng tiêu chuẩn đo lường cấp đó.

Một thiết bị sau khi đã được định chuẩn và đem sử dụng thì sau một khoảng thời gian nhất định phải được kiểm định và cấp giấy chứng nhận chất lượng lại. Nói một cách khác giấy chứng nhận chất lượng chỉ có giá trị trong một thời hạn nhất định.

**Câu hỏi ôn tập:**

1. Đo lường điện đóng vai trò như thế nào trong hệ thống điều khiển tự động?
2. Hãy phân biệt giữa đại lượng điện và đại lượng không điện? Việc đo lường những đại lượng này có điểm gì khác nhau?
3. Hãy phân biệt giữa phương pháp đo gián tiếp và phương pháp đo trực tiếp?
4. Trình bày ý nghĩa của các thành phần trong sơ đồ tổng quát của hệ thống đo lường?
5. Tại sao các thiết bị đo lường cần được chuẩn hóa trước khi đưa vào sử dụng? Trình bày các cấp chuẩn hóa?

## BÀI 2: SAI SỐ TRONG ĐO LƯỜNG

Bài MĐ09-02: Đại cương về đo lường

### **Giới thiệu**

Khi một phép đo không lấy được giá trị thực của đại lượng cần đo, ta nói phép đo đó đã mắc sai số. Có thể khẳng định rằng tất cả các phép đo đều mắc sai số. Thiết bị đo dù có chất lượng cao đến thế nào cũng vẫn mắc sai số, chỉ khác là sai số đó lớn hay bé mà thôi. Trong bài này sẽ đề cập về khái niệm, phân loại và cách giải quyết đề phép đo có sai số nhỏ nhất.

### **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:*

### **2.1. Sai số trong đo lường:**

#### **- Khái niệm:**

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.

**2.1.1. 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.

**2.1.2. 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.

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

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 %:  $a = 100\% - e_r = (A \times 100\%) \quad (2.6)$

## 2.2. Thị sai

Thị 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 ngươi của mắt và kim của đồng hồ tạo thành một mặt phẳng vuông góc với mặt chia độ. Do vậy, đôi khi người ta phải có gương phản xạ trên mặt chia độ, và chỉ cần chọn vị trí của mắt sao cho ảnh của kim bị khuất sau chính kim đó.

### 2.3. Cách tính và biểu diễn sai số:

Sau khi đã loại trừ sai số thô, trong phép đo một đại lượng nào đó chỉ còn mắc phải sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên. Sai số tổng hợp của phép đo bằng tổng của hai loại sai số trên:

$$\Delta X = \Delta X_h + \Delta X_n$$

Qua nghiên cứu về sai số trong phép đo, người ta nhận thấy rằng:

- Số lần xuất hiện sai số ngẫu nhiên có cùng độ lớn và trái dấu nhau là bằng nhau.
- Số liệu chứa sai số càng lớn thì có số lần xuất hiện càng ít.
- Trị số tuyệt đối của các sai số ngẫu nhiên không vượt quá một giới hạn xác định.
- Giả sử một đại lượng vật lý có giá trị thực là  $x$ . Ta thực hiện phép đo đại lượng đó  $n$  lần, và tính toán để lấy giá trị trung bình của  $n$  lần đo, ta nhận thấy giá trị này gần đúng với giá trị thực  $x$ . Bằng chứng minh toán học, người ta cũng khẳng định rằng nếu số lần đo  $n$  đủ lớn thì giá trị thực  $x$  sẽ gần đúng giá trị trung bình cộng của tất cả các lần đo đó.

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 như sau:

*Sai số tuyệt đối ( $\Delta X$ ):* là độ sai lệch giữa trị số đo được ( $X$ ) và trị số thực ( $x$ ) của đại lượng cần đo.

$$\Delta X = X - x$$

Khi đó khoảng  $[X - \Delta X, X + \Delta X]$  sẽ bao quanh giá trị chân thực  $x$ , nghĩa là:

$$(X - \Delta X) < x < (X + \Delta X)$$

Lúc đó kết quả đo sẽ được viết:

$$x = X \pm \Delta X$$

Sai số tuyệt đối cho biết độ chính xác của từng phép đo.

*Sai số tương đối ( $S$ ):* là sai số tính theo phần trăm tỷ số giữa sai số tuyệt đối ( $\Delta X$ ) và trị số đo được của đại lượng cần đo ( $X$ ).

$$S = \frac{\Delta X}{X} \cdot 100\%$$

Sai số tương đối dùng để đánh giá độ chính xác giữa các phép đo cùng loại. Mỗi

trị sai số tương đối cũng chỉ đặc trưng cho mức độ chính xác của đồng hồ đo ở một điểm đã biết trên thang đo, khi cần đặc trưng cho mức độ chính xác trên toàn thang đo người ta dùng khái niệm sai số quy dẫn.

*Sai số quy dẫn (Y)*: là sai số tính theo phần trăm tỷ số giữa sai số tuyệt đối với giới hạn lớn nhất của thang đo:

$$Y = \frac{AX}{X_{\max}} \cdot 100\%$$

Mỗi dụng cụ đo có một giá trị sai số tuyệt đối cho phép lớn nhất, khi đó sai số quy dẫn cho phép lớn nhất là:

$$Y = \frac{A_{\max}}{X} \cdot 100\%$$

Đây cũng chính là cấp chính xác k được dùng để đánh giá tính chính xác của dụng cụ đo. Cấp chính xác k thường gặp là: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4; 5... Như vậy một dụng cụ đo sẽ cho ra kết quả có sai số nhỏ hơn hoặc bằng sai số quy dẫn, nếu vượt quá sai số này thì dụng cụ đo không còn đảm bảo tiêu chuẩn và cần phải được hạ cấp chính xác xuống.

Chẳng hạn khi xác định khối lượng của một quả cầu nhỏ người ta dùng cân và được kết quả sau:

$$m_1 = (15,5 \pm 0,3)g$$

Nghĩa là khối lượng thực của quả cầu nhỏ được xác định trong giới hạn:

$$15,2g < m_1 < 15,8g$$

Khi xác định khối lượng của quả cầu lớn, người ta được:

$$m_2 = (1620 \pm 3)g$$

Nghĩa là khối lượng thực của quả cầu lớn được xác định trong giới hạn:

$$1617g < m_2 < 1623g$$

Tuy nhiên sai số tuyệt đối chưa đánh giá được mức độ chính xác của dụng cụ đo. Nếu ta lập tỉ lệ giữa sai số tuyệt đối với giá trị đo được của nó và so sánh trong hai trường hợp trên ta thấy:

$$\frac{A^1}{m_1} = \frac{0,3}{15,5} = 2\% \qquad \frac{A^2}{m_2} = \frac{3}{1620} = 0,2\%$$

Như vậy khối lượng của quả cầu lớn được cân chính xác gấp 10 lần khối lượng của quả cầu nhỏ.

Do vậy để đánh giá được độ chính xác của phép đo, ta cần phải dựa vào cả sai số tuyệt đối và sai số tương đối.

Các bước biểu diễn kết quả tính toán:



$$x = X \pm AX$$

- Làm tròn giá trị sai số tuyệt đối  $AX$ , ta giữ lại một chữ số khác 0 và làm tròn số này lên một đơn vị. Nếu sai số sau khi làm tròn vượt quá 25% sai số ban đầu thì ta giữ lại hai chữ số khác 0.
- Làm tròn giá trị trung bình để sau khi làm tròn thì chữ số nhỏ nhất của nó có bậc lớn hơn hoặc bằng bậc của sai số. Nếu chữ số cần làm tròn nhỏ hơn 5 thì ta có quyền bỏ luôn chữ số đó.
- Ta viết giá trị trung bình dưới dạng chuẩn hóa (chỉ có một chữ số trước dấu phẩy, nhân với cơ số 10 lũy thừa). Cũng làm tương tự cho sai số.

Biểu diễn kết quả thông qua giá trị trung bình và giá trị sai số.

**Ví dụ:**

Người ta cần kiểm tra cấp chính xác của một Volt kế, cho biết Volt kế này có giới hạn đo là  $U_{dm} = 150$  [V]. Dùng một Volt kế mẫu có cấp chính xác  $k = 0,1$  và có  $U_{dm} = 200$  [V] để kiểm tra. Khi đo điện áp, Volt kế mẫu chỉ 128 [V] và Volt kế cần kiểm tra chỉ 124,5 [V].

- Tính sai số tuyệt đối, sai số tương đối của Volt kế kiểm tra tại trị số đã cho?
- Tìm cấp chính xác của Volt kế cần kiểm tra, cho biết sai số tuyệt đối đã tìm được là sai số tuyệt đối lớn nhất?

**Đáp số:**

- $A_{Ukt} = 3,5 \pm 0,2$  [V]  $s_1 = 2,7\%$   $s_2 = 3,0\%$
- $k = 2,46\%$

**Ví dụ 2:**

Một Ampe kế có giới hạn đo là  $I_{dm} = 30$  [A] và cấp chính xác  $k = 1,5$

- Tìm sai số tuyệt đối lớn nhất  $A_{I_{max}}$ ?
- Tìm sai số tương đối khi đồng hồ đo được các giá trị 5 [A], 15 [A]?
- Hãy xác định giá trị thực của dòng điện cần đo  $I_D$  nằm trong giới hạn nào?

**Đáp số:**

- $A_{I_{max}} = \pm 0,45$  (A)
- $E_1 = 9\%$  ;  $E_2 = 3\%$

$$4,55 < I_{D1} < 5,45 \quad 14,55 < I_{D2} < 15,45$$

**2.4. CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Trình bày những nguyên nhân chính gây ra sai số trong phép đo?
2. Sai số thô là gì? Làm thế nào để hạn chế sai số thô trong phép đo?
3. Trình bày sai số hệ thống và cách tính sai số hệ thống?
4. So sánh giữa sai số ngẫu nhiên và sai số hệ thống?
5. Thế nào là sai số tuyệt đối, sai số tương đối, sai số quy dẫn? Cấp chính xác  $k$  của dụng cụ đo là gì?
6. Sai số đo là gì? Phân biệt các loại sai số đo

7. Cấp chính xác của dụng cụ đo là gì? Phân biệt sai số của phép đo và cấp chính xác của dụng cụ đo khác nhau ở chỗ nào ?

### BÀI 3: ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐIỆN CƠ BẢN

Bài MĐ09-03 : Đo các đại lượng điện cơ bản

#### **Giới thiệu**

*Các đại lượng điện cơ bản và cách thức sử dụng các thiết bị cơ bản nhất để đo đặc giá trị và chất lượng của các đại lượng đó là một vấn đề quan trọng nhất của MĐ Đo lường điện tử. Ở bài này sẽ đề cập đến các kiến thức lý thuyết và thực hành về đo lường bằng các thiết bị thô sơ đến các thiết bị hiện đại.*

#### **Mục tiêu:**

+ *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 thiết bị đo lường điện tử. Hiểu được chức năng của thang đo, cách đọc giá trị đo,...*

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

### **3.1. Đo độ tự cảm và điện dung**

#### **3.1.1. Lý thuyết cầu xoay chiều.**

Cầu đo dòng xoay chiều (Hình 3.1) 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.

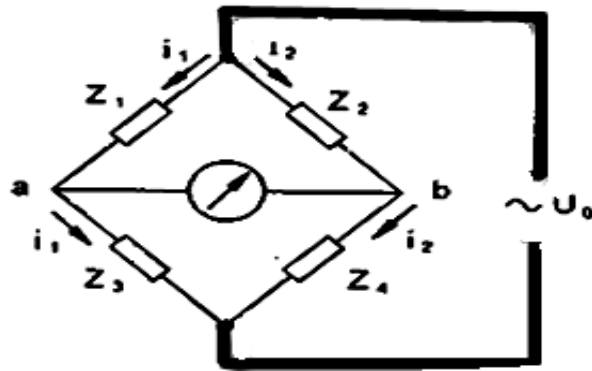
#### **3.1.2. Điều kiện cân bằng cho cầu đo AC**

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

Do đó:  $I_1 Z_1 = I_2 Z_2$  (3.1)

$I_1 Z_3 = I_2 Z_4$  (3.2)

Chia (1) cho (2) ta có:  $\frac{I_1 Z_1}{I_1 Z_3} = \frac{I_2 Z_2}{I_2 Z_4} \Leftrightarrow \frac{Z_1}{Z_3} = \frac{Z_2}{Z_4}$  (3.3)



Hình 3.1: 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

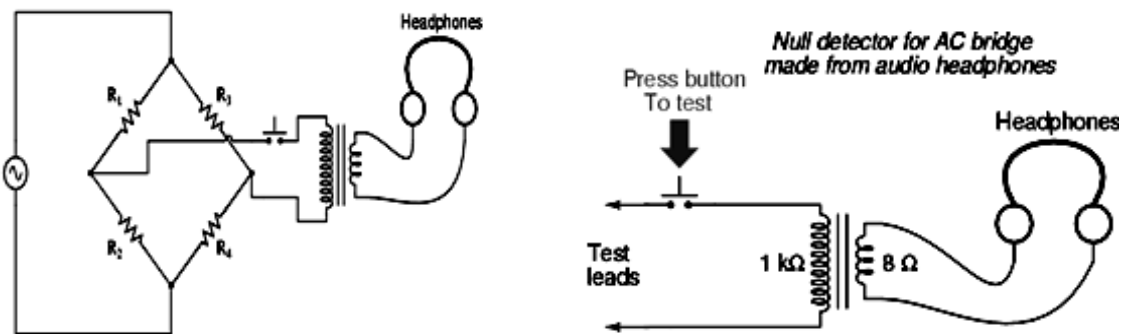
$R_1 R_4 = R_2 R_3$  ( R-là thành phần thực )

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

Ví dụ:  $Z = 2 + j3$  [ $\Omega$ ]

### 3.1.3. Thiết bị chỉ thị sự cân bằng của cầu đo AC

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.

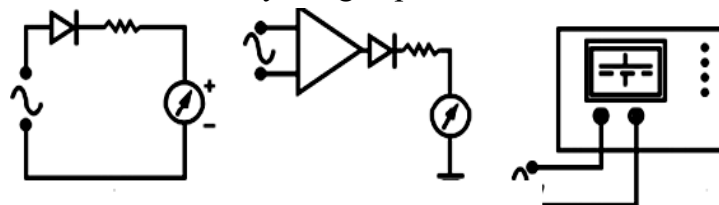


Hình 3.2a: Thiết bị chỉ thị sự cân bằng của cầu đo AC

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.

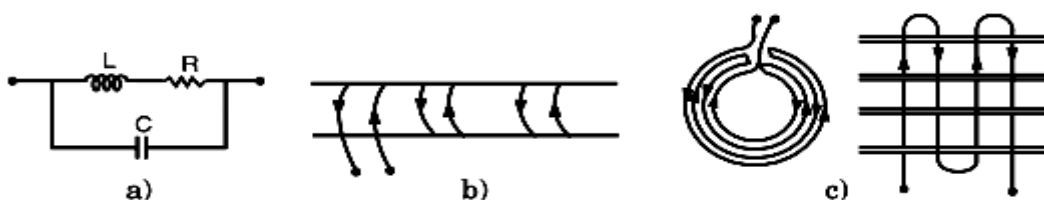


Điện kế AC Điện kế AC có khuếch đại Dao động ký

Hình 3.2b: 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 3.3:

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

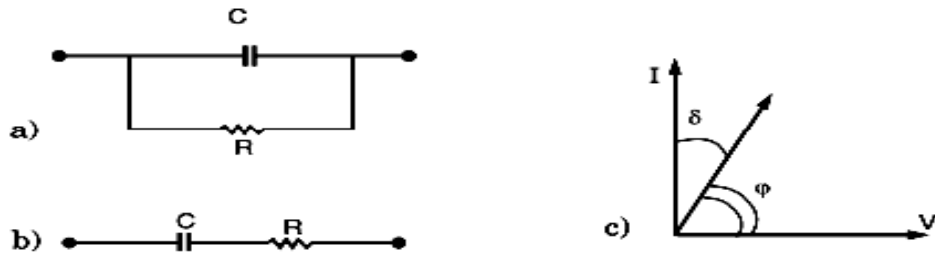
b) Kiểu quấn số vòng thuận nghịch kế cận bằng nhau

c) Kiểu quấn Curtis và Grover

Tụ điện hình 3.4: Trong thực tế dòng điện  $I$  qua tụ điện không lệch pha  $90^\circ$  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  $\delta$  là góc mất của điện dung do tổn hao công suất trên điện dung, thì ta có:

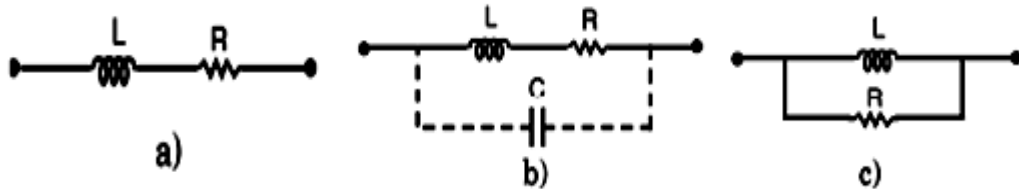
$$P = UI \cos\varphi = \sin\delta, \text{ với } \cos\varphi = (\pi/2) - \delta \quad (3.4)$$

Nếu  $\delta$  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  $\delta$  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 3.4: a) Mạch tương đương của điện dung khi  $\delta$  lớn  
 b) Mạch tương đương của điện dung khi  $\delta$  nhỏ;  
 c) Giải đồ vectơ  $V-I$

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 3.5: a) Mạch tương đương của cuộn dây khi  $Q$  nhỏ  
 b) Ở tần số cao;  
 c) Khi  $Q$  lớn

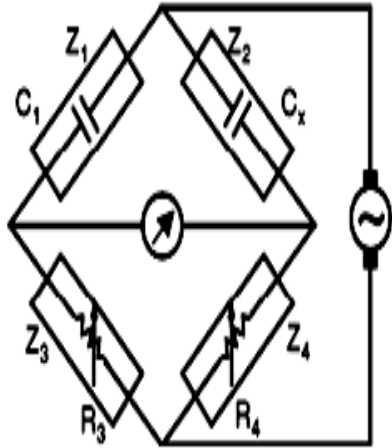
Các điện cảm mẫu được chế tạo dưới dạng ống dây có kích thước xác định chính xác. Các điện cảm mẫu thay đổi được nhờ hai ống dây ghép nối tiếp và phân thay đổi được là lõi của cuộn dây. Trị số điện cảm thay đổi được phụ thuộc vào vị trí của lõi.

### 3.2. Cầu điện dung.

3.2.1. Cầu đo tụ điện có tổn hao nhỏ ( $D < 0.1$ ): Cầu gồm 4 nhánh trong đó  $R_3, R_4, C_1$  (hình 3.6),  $R_1, R_2, C_m$  (hình 3.7) 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, cầu 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 3.6: Cầu đo  $C_x$  đơn giản

Cân bằng phần thực và phần ảo ta được:

$$R_2 R_x = R_1 R_m \rightarrow R_x = R_m \frac{R_1}{R_2} \quad (3.7)$$

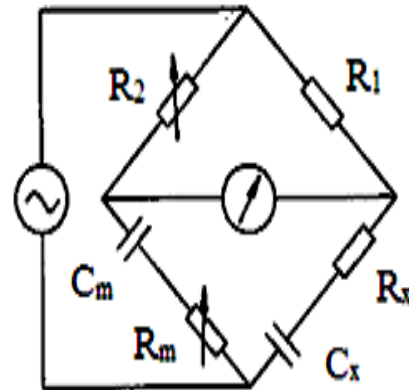
$$\frac{R_2}{j\omega C_x} = \frac{R_1}{j\omega C_m} \rightarrow C_x = \frac{R_2}{R_1} C_m \quad (3.8)$$

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*).

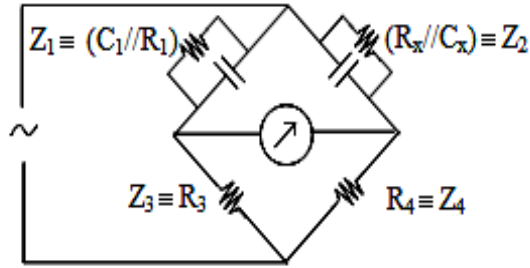
**Hệ số tổn hao của điện dung ( $D < 0,1$ ):**

$$D = R_x C_x \omega \quad (3.9)$$

**Ví dụ:** Cho cầu đo Sauty như hình 3.8, 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 3.7: Cầu Sauty



Hình 3.8: 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:

$$\begin{aligned} D_{nt} &= \omega R_x C_x = \omega R_1 C_1 \\ &= 2\pi f R_1 C_1 = 2\pi \cdot 100 \cdot 125 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} = 8 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

### 3.2.2. Cầu đo tụ điện có tổn hao lớn ( $D > 0.1$ )

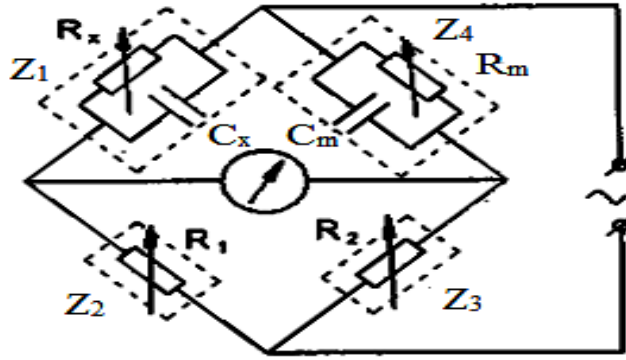
Trong đó  $R_1, R_2$  thuần trở.  $R_m$  mắc song song với  $C_m$  (điện trở và điện dung mẫu),  $R_x, C_x$ : điện dung cần đo.

Khi cầu cân bằng ta có:

$$Z_1 Z_3 = Z_2 Z_4 \quad (3.10)$$

$$Z_1 = \frac{1}{\frac{1}{R_x} + j\omega C_x} \quad (3.11)$$

$$Z_2 = R_1; Z_3 = R_2$$



Hình 3.9: Cầu xoay chiều đo tụ điện tổn hao lớn

$$Z_4 = \frac{1}{\frac{1}{R_m} + j\omega C_m} \quad (3.12)$$

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:

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

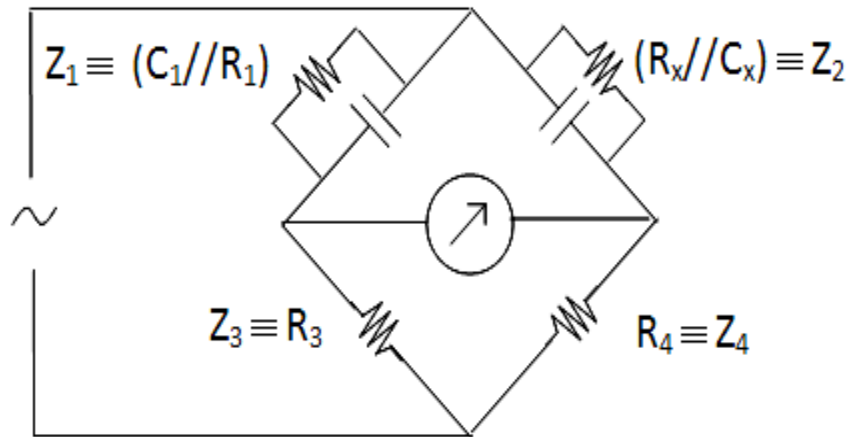
$$\bullet \frac{R_2}{R_m} = \frac{R_1}{R_x} \Rightarrow R_x = R_m \frac{R_1}{R_2} \quad (3.13)$$

$$\bullet R_2 j\omega C_m = R_1 j\omega C_x \Rightarrow C_x = \frac{R_2}{R_1} C_m$$

$$D = \frac{1}{R_x C_x \omega} \quad (3.14)$$

- Xét sơ đồ mạch cầu đo phổ quát với điện dung có tổn hao lớn ( $D > 0,1$ ), hình 3.10:





Hình 3.10: 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.

### 3.3. 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 3.15:

$$Q = \frac{L_x \omega}{R_x} \quad (3.15)$$

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:

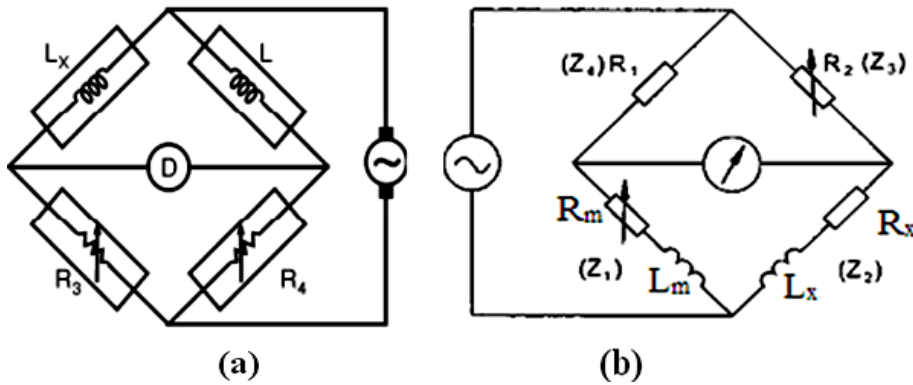
$$Z_1 Z_3 = Z_2 Z_4 \quad (3.16)$$

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 3.11: Cầu đo  $L_x$  đơn giản

Từ biểu thức (3.16) ta có:

$$(R_m + j\omega L_m) (R_1) = (R_x + j\omega L_x) R_2 \quad (3.17)$$

Cân bằng phần thực và phần ảo ta được:

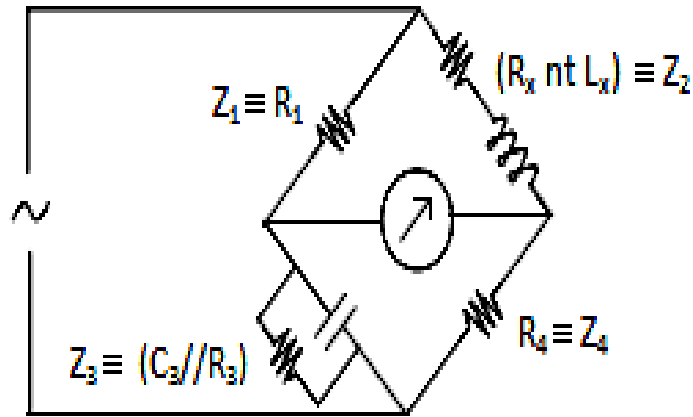
$$R_m R_1 = R_x R_2 \rightarrow R_x = R_m (R_1/R_2) \quad (3.18)$$

$$j\omega R_1 L_m = j\omega R_2 L_x \rightarrow L_x = L_m (R_1/R_2) \quad (3.19)$$

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 3.20

$$Q = \frac{R_x}{L_x \omega} \quad (3.20)$$

Sơ đồ hình 3.12 là mạch cầu đo phổ quát với cuộn dây có hệ số phẩm chất nhỏ  $Q < 10$ :



Hình 3.12: 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: 
$$R_1 \left( \frac{1}{R_3} + j\omega C_3 \right) = \frac{R_x + j\omega L_x}{R_4} \quad (3.21)$$

Cân bằng phần thực: 
$$R_x = R_4 \frac{R_1}{R_3} \quad (3.22)$$

Cân bằng phần ảo: 
$$\omega C_3 R_1 = \frac{\omega L_x}{R_4} \Rightarrow L_x = C_3 R_1 R_4 \quad (3.23)$$

Hệ số phẩm chất: 
$$Q_{nt} = \frac{\omega L_x}{R_x} = \omega C_3 R_3 \quad (3.24)$$

*Vi dụ:*

Cho cầu đo Maxwell-Wien, biết  $C_3 = 0.1 \mu F$ ,  $R_1 = 1.26 K\Omega$ ,  $R_3 = 470 \Omega$ ,  $R_4 = 500 \Omega$  thì thoả 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:

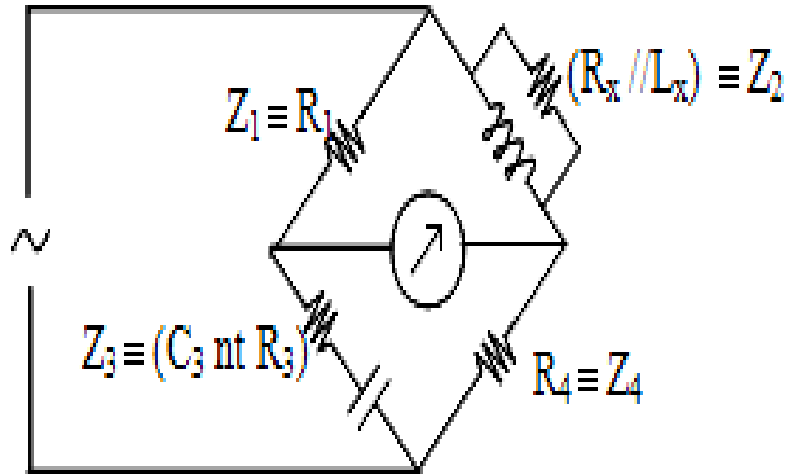
$$R_x = R_4 \frac{R_1}{R_3} = \frac{1.26 K\Omega}{470 \Omega} 500 \Omega = 1.34 K\Omega$$

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

- 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 3.13 là mạch cầu đo phổ quát với cuộn dây có hệ số phẩm chất lớn  $Q > 10$ :



Hình 3.13: 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:  $R_x = R_4 \frac{R_1}{R_3}$

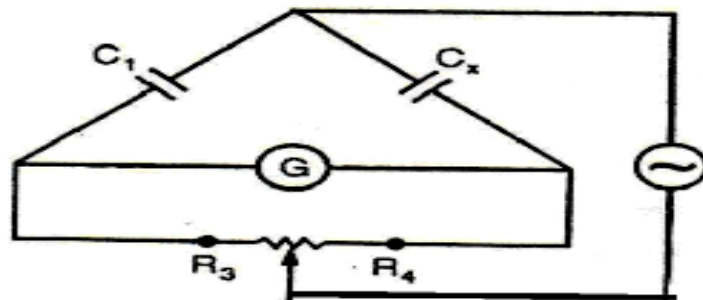
- Cân bằng phần ảo:  $\frac{R_1 R_4}{\omega L_x} = \frac{1}{\omega C_x}$

$\Rightarrow L_x = C_3 R_1 R_4$

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

### 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  $R_3 / R_4 = 100/1$

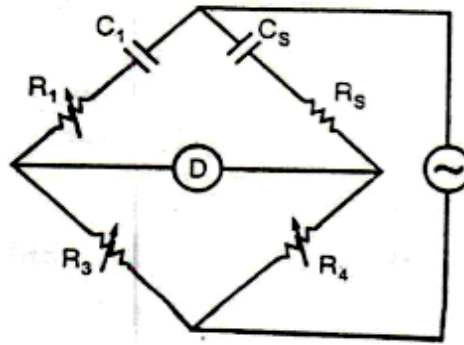
→  $C_x = 10\mu\text{F}$ . Mặt khác, với  $R_3 / R_4 = 1/100 \rightarrow C_x = ?$

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

2. cho cầu điện dung như hình 2 thành phần mẫu  $C_1 = 0,1\mu\text{F}$ ,  $R_3 = 10\text{k}\Omega$ . 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 ?.

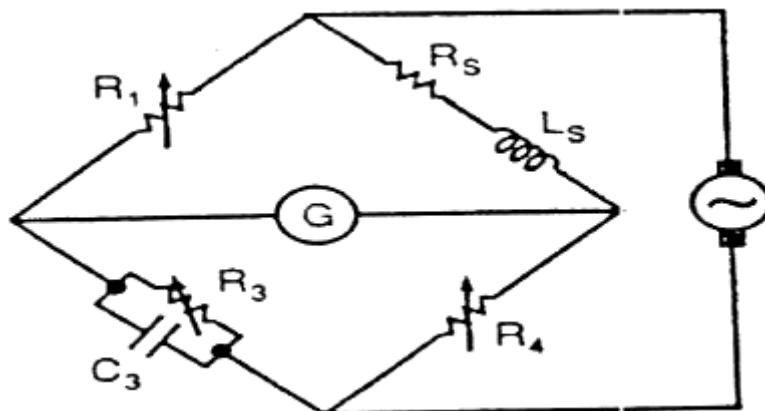
Đáp án:

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



Hình 2.

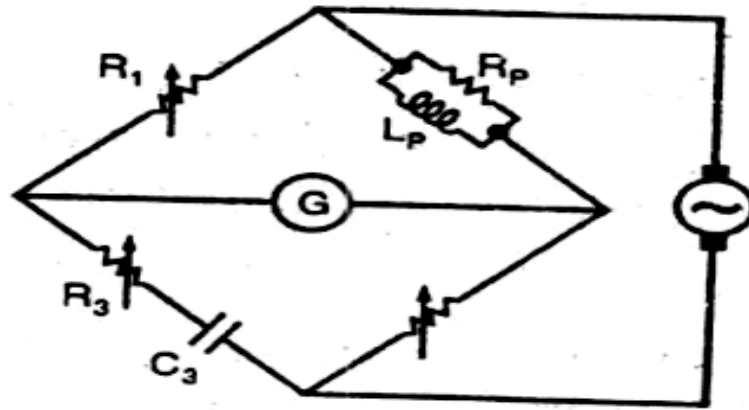
Cầu maxwell đo điện cảm như hình 3 dùng thành phần mẫu  $C_3 = 0,1\mu\text{F}$ , nguồn cung cấp có tần số  $f = 100\text{Hz}$ . Cầu cân bằng khi  $R_1 = 1,26\text{k}\Omega$ ,  $R_3 = 470\Omega$  và  $R_4 = 550\Omega$ . Tính giá trị điện cảm  $L_s$ ,  $R_s$ , và hệ số phẩm chất  $Q$  của cuộn dây.



Hình 3

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

4. Hình 4 cầu có nguồn cung cấp  $f = 100\text{Hz}$  cân bằng khi  $C_3 = 0,1\mu\text{F}$ ,  $R_1 = 1,26\text{k}\Omega$ ,  $R_3 = 75\Omega$  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:

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

### 3.4. Đo điện trở

#### 3.4.1. Phương pháp đo

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

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

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

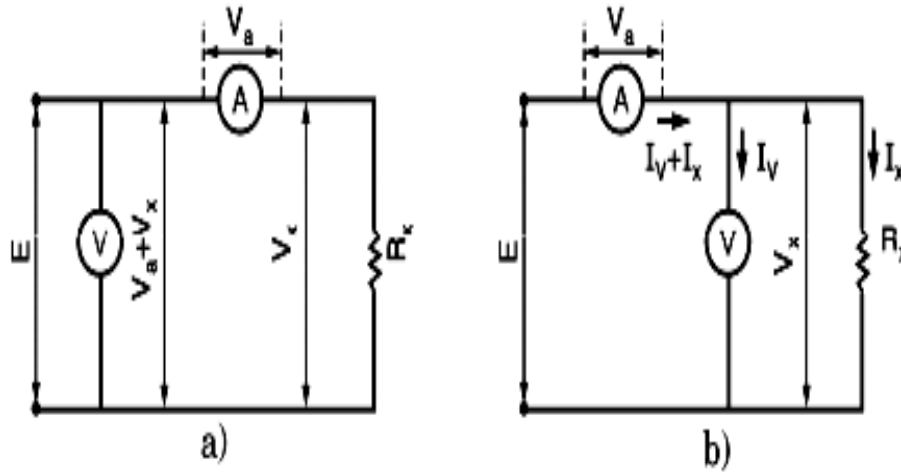
- Khi đo các giá trị điện trở nhỏ, cần tìm mọi biện pháp để loại trừ ảnh hưởng của điện trở dây nối, điện trở tiếp xúc, sức điện động tiếp xúc. Để khắc phục một phần, trên các điện trở mẫu người ta phân thành các cực dòng và cực áp riêng.
- Khi đo các giá trị điện trở lớn, cần tránh sự ảnh hưởng của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

#### 3.4.2. Giới thiệu phương pháp đo.

##### 3.4.2.1. 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 3.13):



Hình 3.13: Phương pháp Volt – ampe

**Hình 3.13a:** volmet mắc trước ampe kế mắc sau, khi đó điện trở cần đo  $R_x$  được xác định bởi:

$$R_x = \frac{U}{I} \quad (3.25)$$

**Trong đó:**

$U$  – điện áp đo được trên volmet;

$I$  – dòng điện đo được trên ampe-kế.

Theo mạch đo:  $U = U_a + U_x \quad (3.26)$

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:

$$R_x = \frac{U_x}{I} = \frac{U - U_a}{I} \quad (3.27)$$

**Hình 3.13b:** Ampe-kế mắc trước, volmet mắc sau. Điện trở  $R_x$  vẫn được xác định

bởi:  $R_x = \frac{U}{I}$

**Trong đó:**  $U$  – điện áp đo được trên volmet;  $I$  – dòng điện đo được trên ampe-kế.

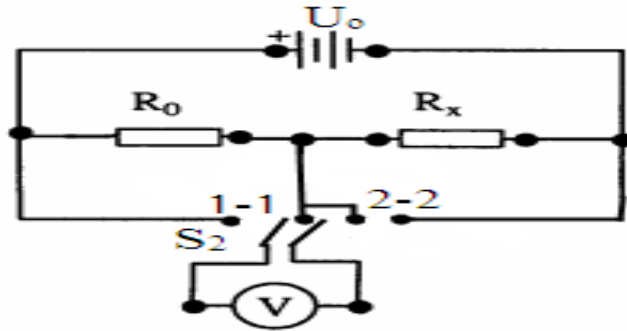
Dòng  $I$  chính là dòng điện  $I_x$  qua  $R_x$  và  $I_v$  qua volmet nên có trị số là:

$$I = I_x + I_v$$

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

$$R_x = \frac{U}{I_x} = \frac{U}{I - I_v} \quad (3.28)$$

**b. Mạch đo điện trở bằng volmet và điện trở mẫu (hình 3.14)**



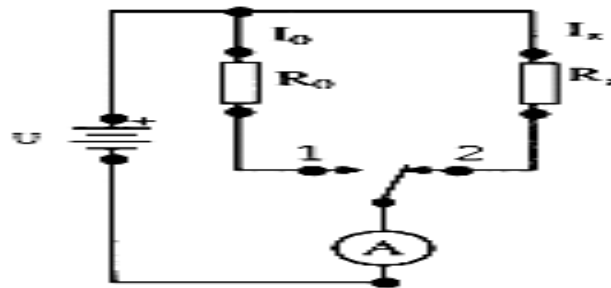
Hình 3.14: Mạch đo điện trở bằng voltmet và điện trở mẫu.

Theo hình điện trở cần đo  $R_x$  được mắc nối tiếp với điện trở mẫu  $R_o$  và được cấp nguồn  $U_o$  ổn định. Khi đo, đầu tiên khóa  $S_2$  đóng sang 1-1 ta sẽ đo được điện áp rơi trên điện trở mẫu  $R_o$ , sau đó  $S_2$  đóng sang 2-2 ta đo được điện áp rơi trên điện trở  $R_x$ , vì  $R_o$  nối tiếp với  $R_x$  nên ta có:

$$\frac{U_o}{R_o} = \frac{U_x}{R_x} \Rightarrow R_x = \frac{U_x}{U_o} R_o \quad (3.29)$$

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

**c. Mạch đo điện trở bằng ampemet và điện trở mẫu (hình 3.15)**



Hình 3.15: Mạch đo điện trở bằng ampemet và điện trở mẫu

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

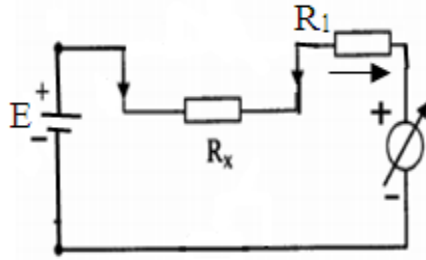
$$I_o R_o = I_x R_x \Rightarrow R_x = \frac{I_o}{I_x} R_o \quad (3.30)$$

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

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

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





Hình 3.16: 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

$$I = \frac{U}{R_1 + R_x + R_G} \quad (3.31)$$

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

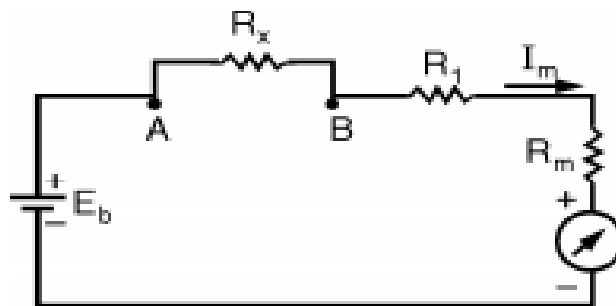
$$I = \frac{U}{R_1 + R_x + R_G} \Rightarrow R_x = \frac{U}{I} - (R_1 + R_G) \quad (3.32)$$

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 đo 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 3.17



Hình 3.17

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:

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

$$R_x = 45k\Omega$$

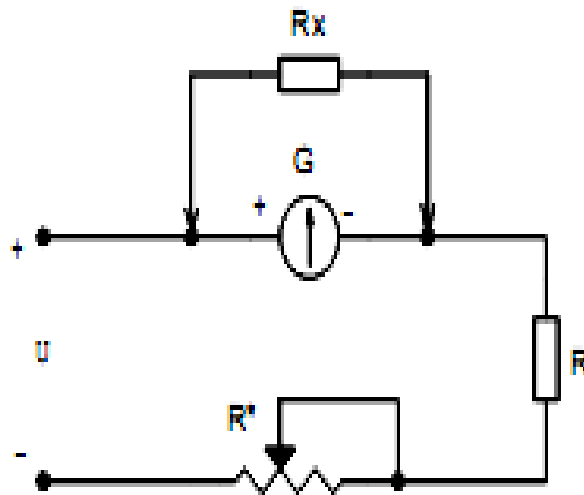
- Khi có dòng qua 3/4 thang đo là  $I = 100 \mu A \times (1/4) = 75\mu A$  thì giá trị điện trở  $R_x$  là:

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

$$R_x = 5k\Omega$$

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

- **Ôm kế có điện trở đo mắc song song (hình 3.18)**



Hình 3.18: điện trở đo mắc song song

Sơ đồ của ôm kế mắc song song như hình 3.18. 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:

$$I = \frac{U}{R + R_G} \quad (3.33)$$

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:

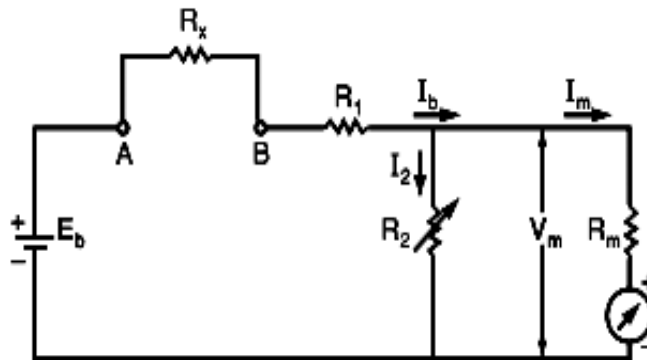
$$I = \frac{U}{R + \frac{R_x R_G}{R_x + R_G}} \quad (3.34)$$

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 3.18).

**- 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.3.18) biến trở này dùng để chỉnh điểm “0  $\Omega$ ” 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 $\Omega$ ”.



Hình 3.19: Mạch ohm kế có chỉnh “0 $\Omega$ ”.

Theo mạch trên ta có:

$$I = \frac{E_b}{(R_x + R_1 + R_2) // R_m} \quad (3.35)$$

Ta có:  $U_m = I_b (R_2 // R_m)$  (3.36)

Như vậy điện áp:  $U_m = I_b (R_2 // R_m)$  (3.37)

Sẽ có dòng  $I_m$  qua cơ cấu chỉ thị:  $I_m = \frac{U_m}{R_m} = \frac{I_b (R_2 // R_m)}{R_m}$  (3.38)

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

$$I_m = \frac{E_b (R_2 // R_m)}{R_m R_1} = I_{max} \quad (3.39)$$

Ví dụ: Cho hình 3.19 biết  $E_b = 1,5V$ ;  $I_{max} = 50\mu A$ ;  $R_m = 1,5k\Omega$ ,  $R_1 = 15k\Omega$ ,  $R_2 = 1k\Omega$ . Xác định chỉ thị của kim khi  $R_x$  khi  $I_b = I_{max}$ ,  $I_m = 1/2 \cdot I_{max}$  thang đo;  $I_m = 3/4 \cdot I_{max}$

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

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

Như vậy dòng  $I_b = 100 \mu A$ , Mặt 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:  $I_m = \frac{3}{4} I_{\max} = 37,5\mu A$

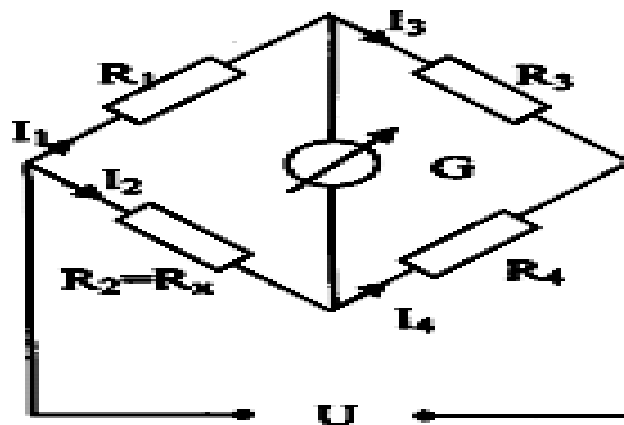
$$I_b = I_m + I_2 = 37,5\mu A + 37,5\mu A = 75\mu A$$

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

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

### 3.4.2.3. Đo điện trở bằng phương pháp so sánh.

- Đo điện trở trung bình bằng cầu đơn (hình 3.20)



Hình 3.20: 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:

$$\begin{cases} I_1 = I_3 \\ I_2 = I_4 \end{cases} \text{ và } \begin{cases} I_1 R_1 = I_2 R_x \\ I_3 R_3 = I_4 R_4 \end{cases} \quad (3.40)$$

Vậy:  $\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_x}{R_4} \Rightarrow R_x = \frac{R_1}{R_3} R_4 \quad (3.41)$

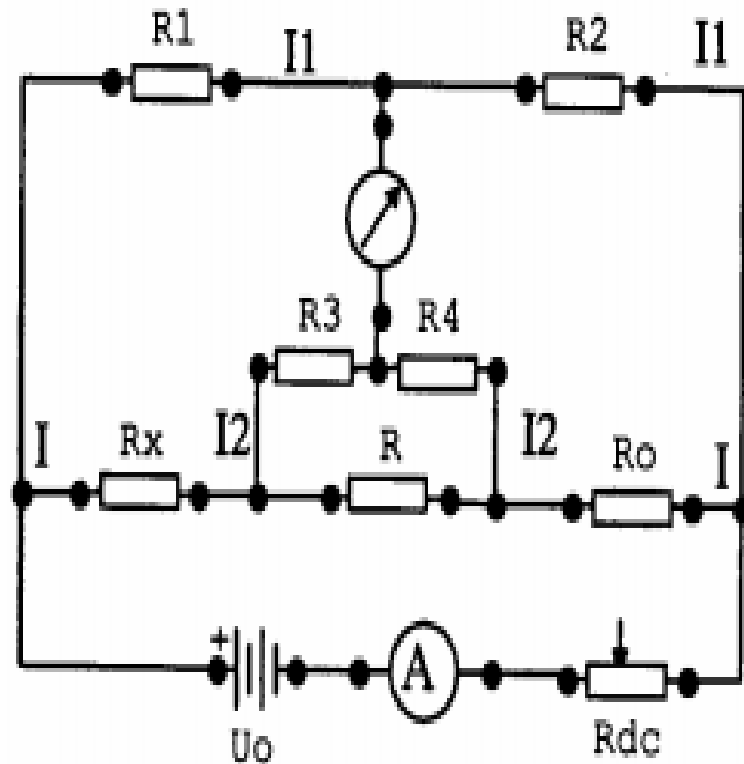
Thông thường  $R_1/R_3$  là bội số của 10 và thường bằng ( 0,001; 0,01; 0,1; 1; 10; 100 ).

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 3.21) theo sơ đồ bốn dây thường dùng đo các điện trở lớn hơn hoặc bằng  $5m\Omega$ . 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 3.21: Sơ đồ cầu kép

+ Theo vòng 1 ta có:

$$\begin{aligned} I \cdot R_x &= I_1 \cdot R_1 - I_2 \cdot R_3 \\ \Rightarrow I \cdot R_x &= R_1 \left( I_1 - I_2 \frac{R_3}{R_1} \right) \end{aligned} \quad (3.42)$$

+ Theo vòng 2 ta có:

$$I \cdot R_0 = I_1 \cdot R_2 - I_2 \cdot R_4 \quad (3.43)$$

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

$$\frac{R_x}{R_0} = \frac{R_1 \left( I_1 - I_2 \frac{R_3}{R_1} \right)}{R_2 \left( I_1 - I_2 \frac{R_4}{R_2} \right)} \quad (3.44)$$

Vậy:

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

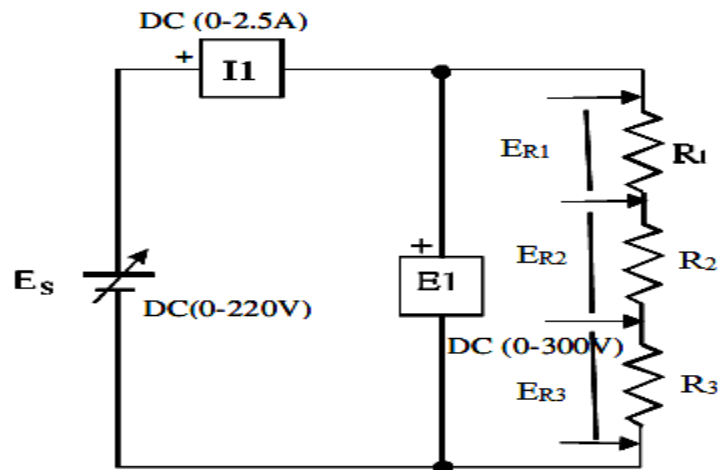
$$\Rightarrow R_x = \frac{R_1}{R_2} R_0 \quad (3.45)$$

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

### 3.5. Volt kế

#### 3.5.1. 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 3.22

### 3.5.2. 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)
$R_1=1,5k\Omega$					
$R_2= 2,5 k\Omega$					
$R_3= 5,1 k\Omega$					

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

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

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

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

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

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

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

Có

Không

- Vì sao ? Giải thích?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

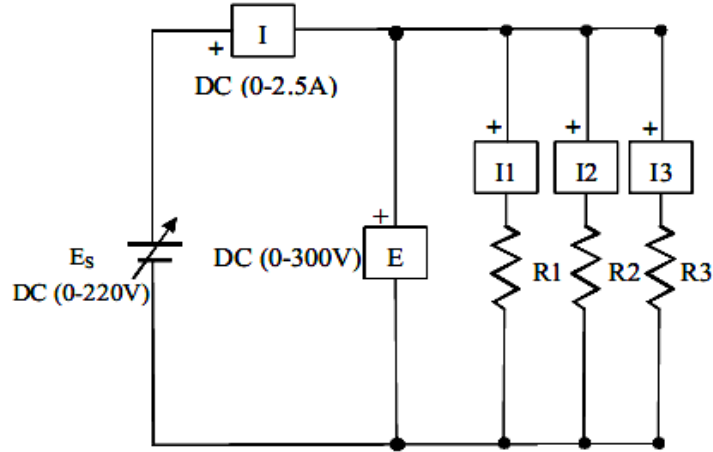
### 3.6. Ampe kế

#### 3.6.1. 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  $I_1, I_2, I_3$  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.

#### 3.6.2. Đọc giá trị

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



Hình 3.23

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

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

6. 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.

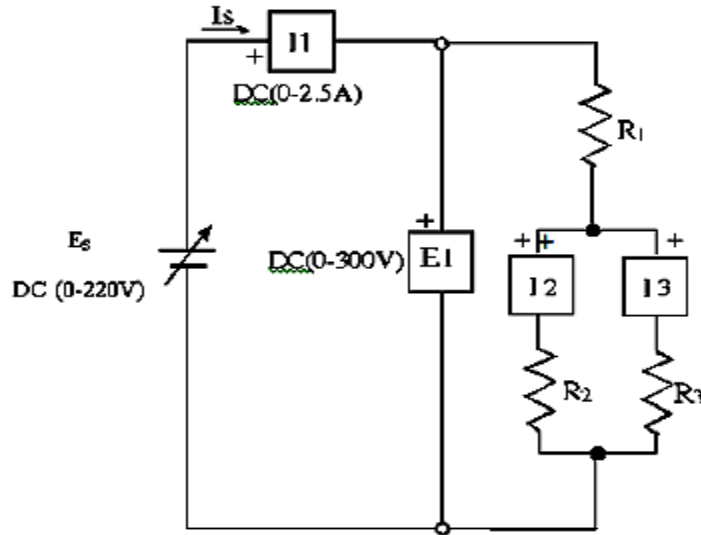
Yêu cầu thiết bị thực hành:

- + 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 3.24

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?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

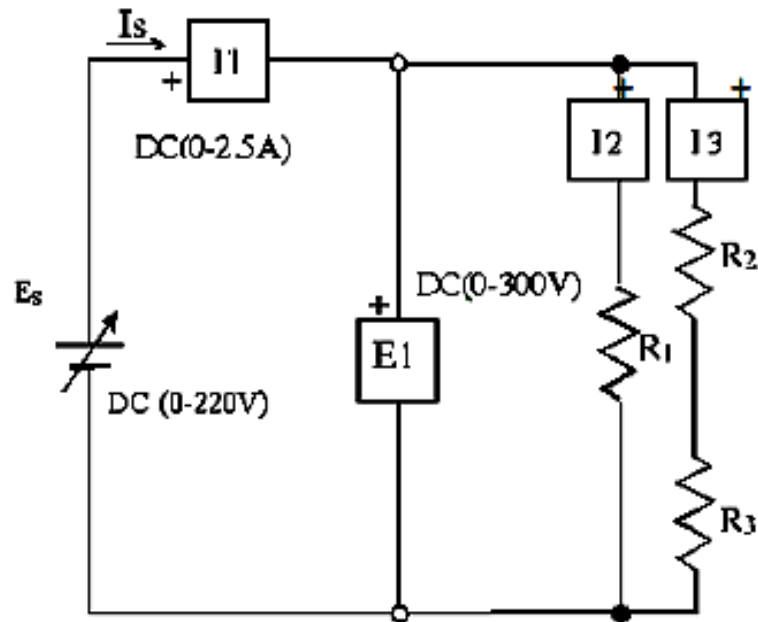
.....

.....

**- 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 3.25

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.

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

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

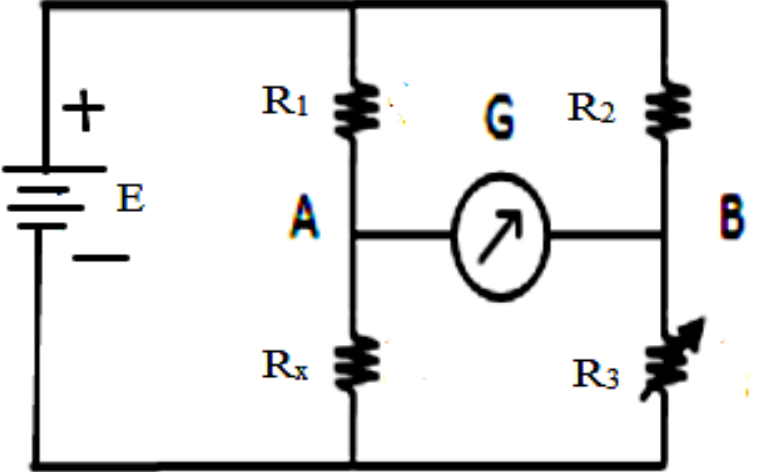
Không

- Vì sao ? Giải thích?

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

### 3.7.Cầu Wheatstone

#### 3.7.1. Cầu Wheastone cân bằng



Hình 3.26: 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<sub>1</sub>, R<sub>X</sub> là I<sub>1</sub>; qua R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> là I<sub>2</sub>.

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  $R_3$ .

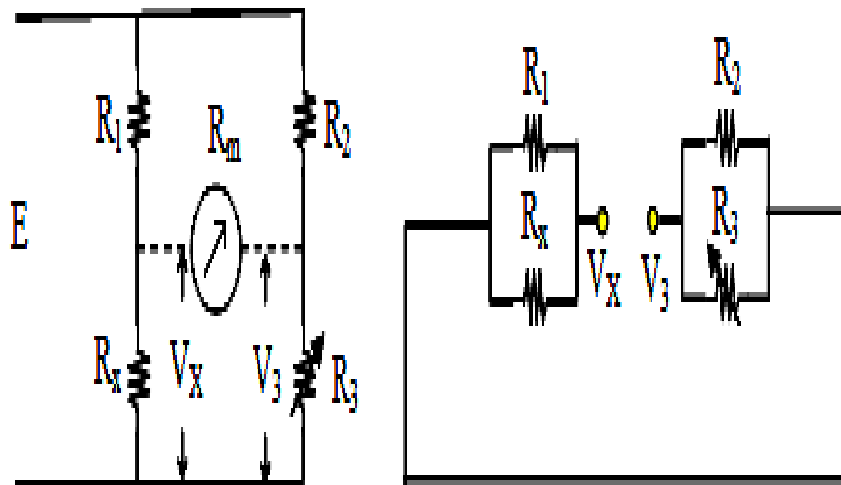
### 3.7.2. Cầu Wheastone không cân bằng:

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

Cầu Wheastone không cân bằng dùng để đo điện trở  $R$  hoặc sự thay đổi  $\Delta R$  của phân 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.

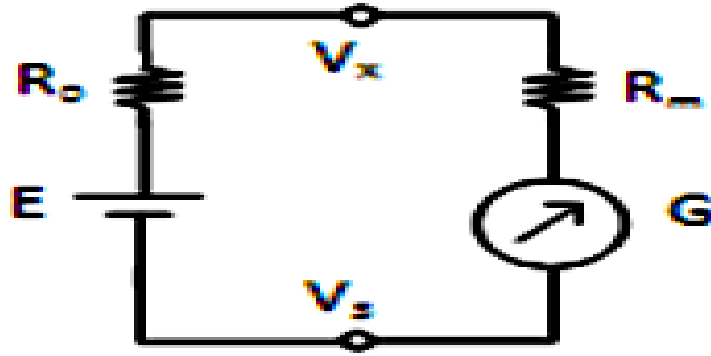
Độ nhạy của cầu Wheastone phụ thuộc vào nguồn cung cấp  $E$  và điện trở nội của cơ cấu đo.



Hình 3.27: 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 3.28: Sơ đồ tương đương cầu wheastone không cân bằng.

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

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

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

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

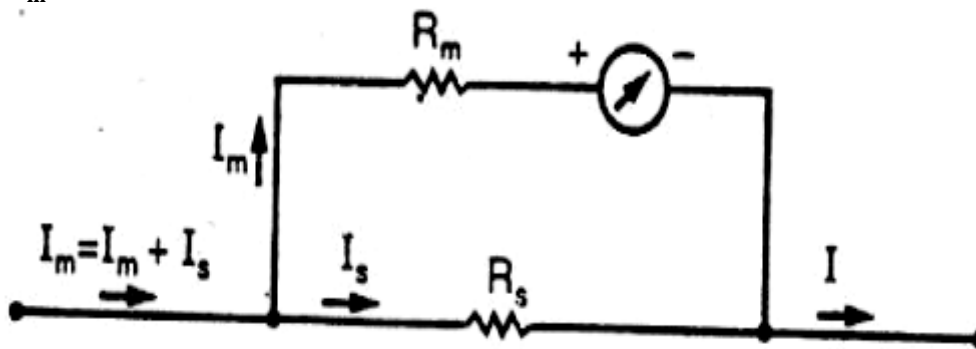
### BÀI TẬP

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  $I_{max} = 0,1\text{mA}$ . 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<sub>m</sub>**

**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) 0,25mA**

**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 cấu đo để trở thành một ampe-kế tương ứng với hình 1.

**a) D<sub>m</sub> 100mA ( tầm đo 1)**

**b) D<sub>m</sub> 1A ( tầm đo 2)**

**Đáp án:**

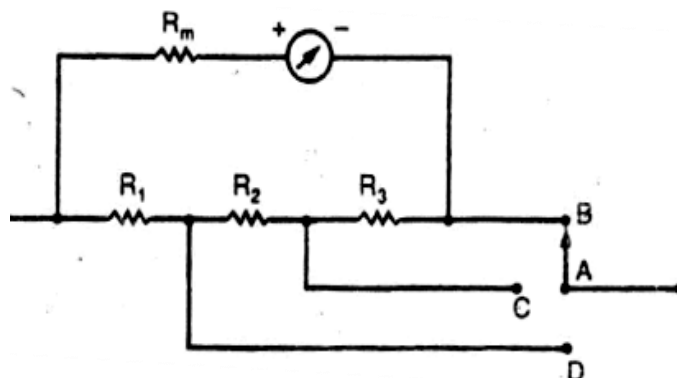
a. Ở tầm đo

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

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  $R = 0,05\Omega$ ,  $R = 0,45\Omega$ ,  $R = 1\text{k}\Omega$ ,  $I = 50\mu\text{A}$ , có mạch đo như hình . Tính trị số các tầm đo của ampe-kế.



Hình 2

**Đáp án:**

- Tại độ lệch  $0,5D_m$

$$I_t = I_s + I_m = 10,05\text{Ma}$$

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

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

## 3.8. Đo lường bằng các thiết bị điện tử

### 3.8.1. Máy phát tín hiệu

#### 3.8.1.1. Máy phát tín hiệu tần số thấp

##### a. 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.

##### b. Phân loại

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

- Theo khoảng tần số

- ✓ Máy phát tín hiệu tần số thấp < 20Hz 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: > 10GHz

- 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

- Theo dạng của điều chế.

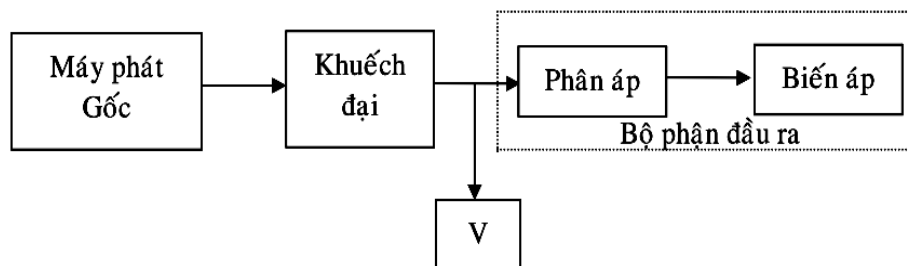
- ✓ Máy phát sóng hình sin với điều chế biên độ (AM)

- ✓ 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)

##### c. Sơ đồ khối:



Hình 3.28: Máy phát tín hiệu

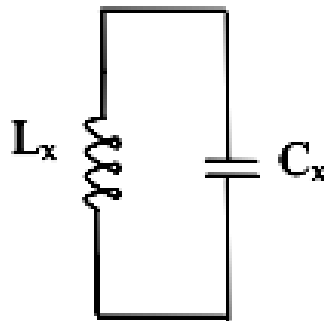


Máy phát gốc tạo tín hiệu hình sin ổn định về biên độ và tần số. máy phát gốc quyết định hình dáng hay đặc tính tuần hoàn của tín hiệu ra. Máy phát gốc thường là máy phát LC, máy phát trộn tần, máy phát RC.

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.

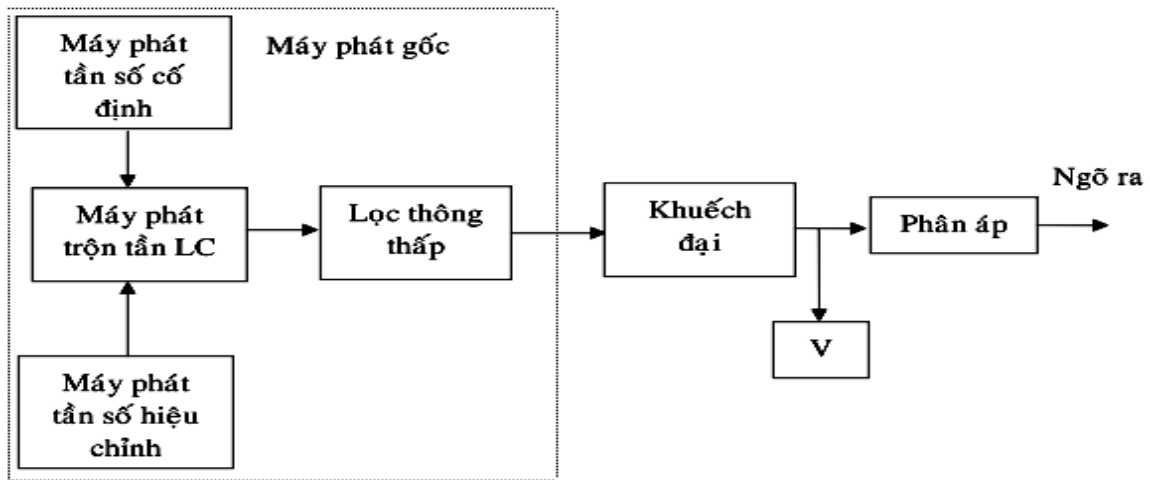
### 3.8.1.2. Máy phát LC

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 3.29: Sơ đồ máy phát LC

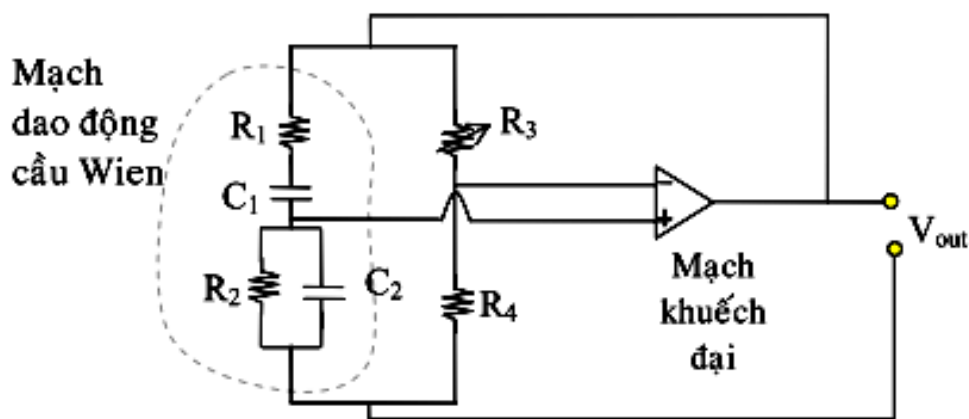
### 3.8.1.3. Máy phát trộn tần số



Hình 3.30; 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  $\Delta f = 0 \div 20\text{KHz}$ .

#### 3.8.1.4. Máy phát RC



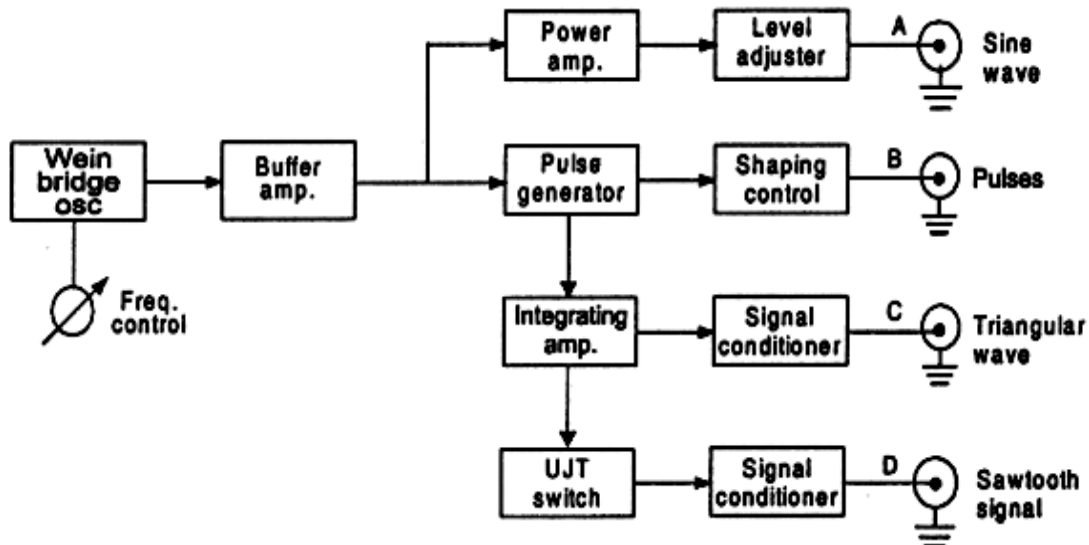
Hình 3.31: máy phát trộn tần RC

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 dẫn 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.

## 3.8.2. Máy phát tín hiệu

### 3.8.2.1. Sơ đồ khối



Hình 3.32: Sơ đồ khối của máy tạo hàm cơ bản

### 3.8.2.2. 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.

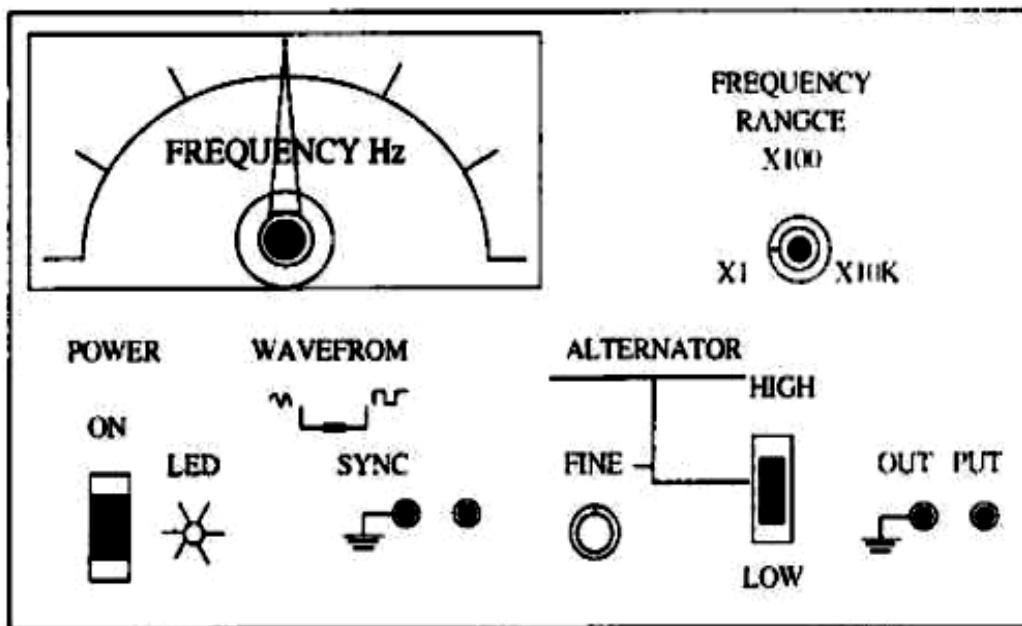
*Các công dụng của máy tạo hàm.*

- 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 3.33. Mặt trước của máy phát âm tần

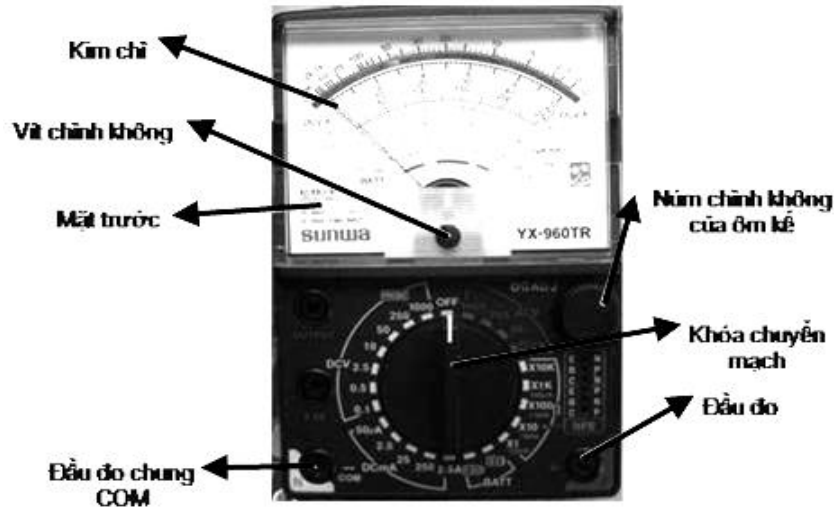
Vị trí nút điều chỉnh	Chức năng
1. Frequency Hz 2. Freq.Range	+ Nút xoay chọn tần số Hz để chọn tần số tín hiệu ngõ ra + Công tắc dùng để chọn dải bằng tần số x 1-10-100 Hz x 10 -100 -1kHz x 100 -1kHz – 10kHz x 1 kHz – 10 – 100 kHz x 10 kHz – 100 – 1MHz
3. Power	+ Công tắt nguồn xoay chiều
4. Wave Form	+ Công tắt 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 tắt 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

### 3.8.3. VOM/DVOM vạn năng

### 3.8.2.1 VOM

a. Giới thiệu đồng hồ đo VOM

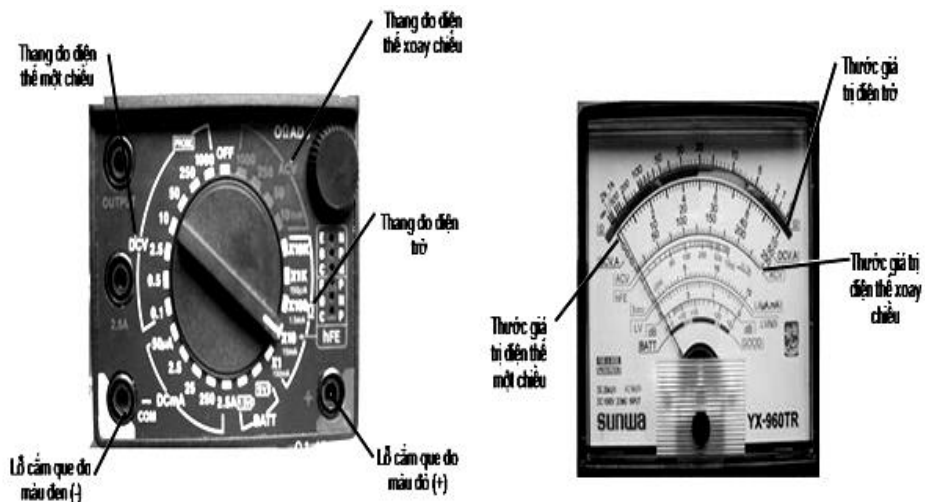
Đồng hồ vạn năng ( VOM ) là thiết bị đo không thể thiếu được với bất kỳ một kỹ thuật viên điện tử nào, đồng hồ vạn năng có 4 chức năng chính là: Đo điện trở, đo điện áp DC, đo điện áp AC và đo dòng điện thể hiện ở hình 3.13 và 3.14.



Hình 3.34: 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 3.35: Các thang đo của đồng hồ VOM

1. Chọn chuyên 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.

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

- Xác định loại đại lượng cần đo: áp AC – DC, dòng DC, điện trở,...

- Ước lượng trị số tối đa có thể.

- Chọn tầm đo có trị số lớn hơn trị số ước lượng ( giá trị ghi trên tầm đo là trị số tối đa có thể đo được. Vì vậy tuyệt đối không được đo trị số vượt quá tầm đo. Nếu trị số đo thực tế quá nhỏ so với giới hạn của tầm đo thì kim bị lệch rất ít và kết quả đo khó đọc. Khi đó ta chọn tầm đo 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.

c. Hướng dẫn cách đo và đọc giá trị

Hướng dẫn sử dụng thang đo điện trở

Với thang đo điện trở của đồng hồ vạn năng như hình 3.15 ta có thể đo được rất nhiều thứ.

Đo kiểm tra giá trị của điện trở

Đo kiểm tra sự thông mạch của một đoạn dây dẫn

Đo kiểm tra sự thông mạch của một đoạn mạch in

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

Đo kiểm tra sự phóng nạp của tụ điện

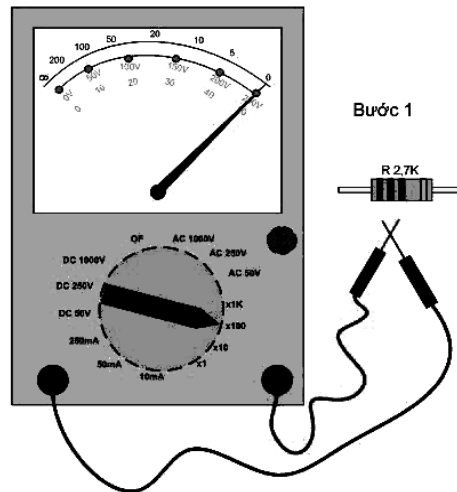
Đo kiểm tra xem tụ có bị dò, bị chập không.

Đo kiểm tra trở kháng của một mạch điện

Đo kiểm tra đi ốt và bóng bán dẫn.

\* Để sử dụng được các thang đo này đồng hồ phải được lắp 2 Pin 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 3.36: Đo kiểm tra điện trở bằng đồng hồ vạn năng

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

- Bước 1: Để thang đồng hồ về các thang đo trở, nếu điện trở nhỏ thì để thang  $\times 1\Omega$  hoặc  $\times 10\Omega$ , nếu điện trở lớn thì để thang  $\times 1k\Omega$  hoặc  $10k\Omega$ . => sau đó chập hai que đo và chỉnh triết áo để kim đồng hồ báo vị trí  $0\Omega$ .

- Bước 2: Chuẩn bị đo.

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

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

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

Lưu ý:

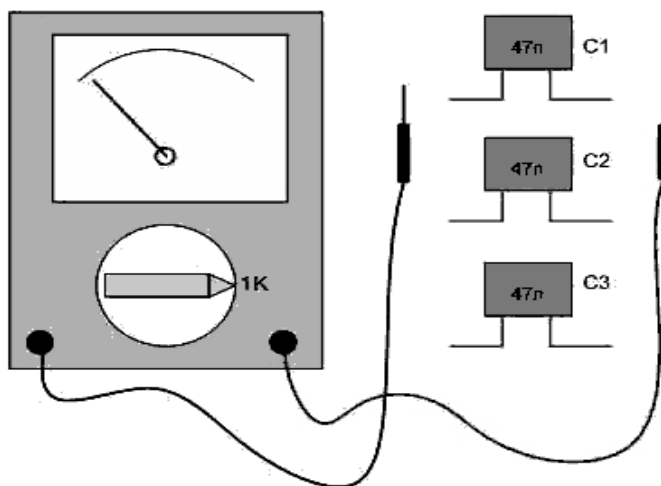
- Khi đo điện trở phải được cách ly hoàn toàn với mạch. Mỗi khi chuyển tâm đo của thang đo điện trở, ta cần phải chỉnh 0 cho VOM thì kết quả đo mới chính xác ( cách chỉnh 0 cho VOM: chập hai que đo lại với nhau và điều chỉnh nút ADJ sao cho kim chỉ thị chỉ đúng tại vạch số 0 )

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

### Dùng thang điện trở để đo kiểm tra tụ điện

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

*Nếu là tụ gốm ta dùng thang đo  $\times 1k\Omega$  hoặc  $10k\Omega$  thể hiện ở hình 3.36*



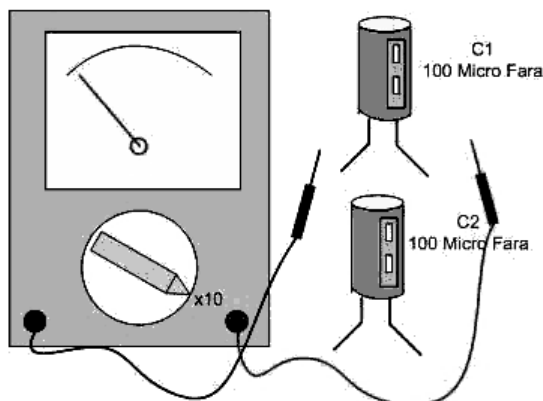
Hình 3.37: Dùng thang  $\times 1k\Omega$  để kiểm tra tụ gốm

*Nếu đo tụ hoá ta dùng thang  $\times 1\Omega$  hoặc  $\times 10\Omega$  thể hiện ở hình 3.37:*

Tụ  $C_1$  còn tốt => kim phóng nạp 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 =  $0\Omega$  và không trở về.



Hình 3.38: Dùng thang  $\times 10\Omega$  để kiểm tra tụ hoá

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

Ở trên là phép đo so sánh hai tụ hoá cùng điện dung, trong đó tụ  $C_1$  là tụ mới còn  $C_2$  là tụ cũ, ta thấy tụ  $C_2$  có độ phóng nạp yếu hơn tụ  $C_1$ , chứng tỏ tụ  $C_2$  bị khô ( giảm điện dung )

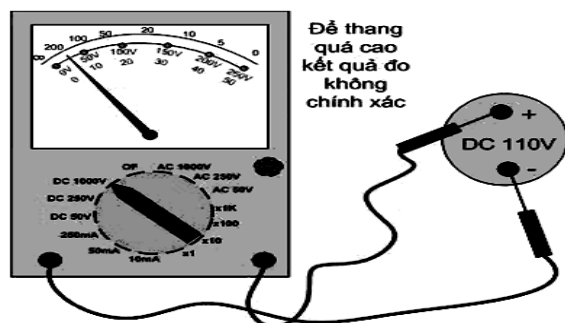
Chú ý khi đo tụ phóng nạp, ta phải đảo chiều que đo vài lần để xem độ phóng nạp.



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

Khi đo điện áp một chiều DC, 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.

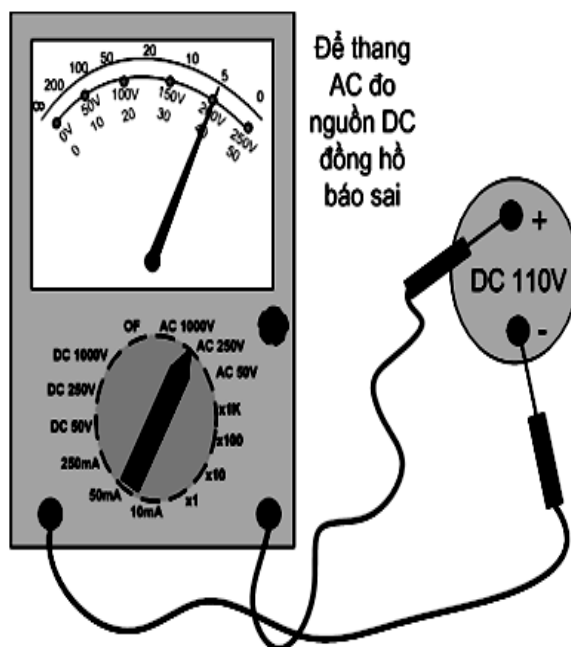
*Vi dụ:* nếu đo áp DC 110V ta để thang DC 250V, trường hợp để thang đo thấp hơn điện áp cần đo => kim báo vượt quá giá trị thang đo cho phép, trường hợp để thang quá cao => đọc giá trị đo thiếu chính xác.



Hình 3.39: Dùng đồng hồ vạn năng đo điện áp một chiều DC

- Trường hợp để sai thang đo hình 3.39:

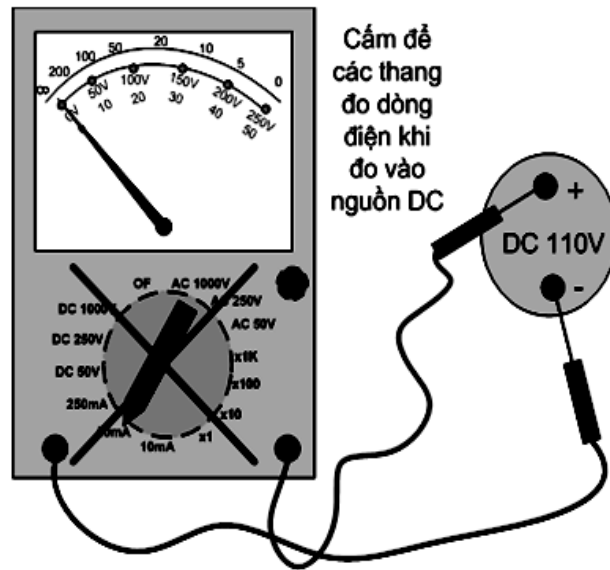
Nếu ta để sai thang đo, đo áp một chiều nhưng ta để đồng hồ thang xoay chiều thì đồng hồ sẽ báo sai, thông thường giá trị báo sai cao gấp 2 lần giá trị thực của điện áp DC, tuy nhiên đồng hồ cũng không bị hỏng



Hình 3.39:

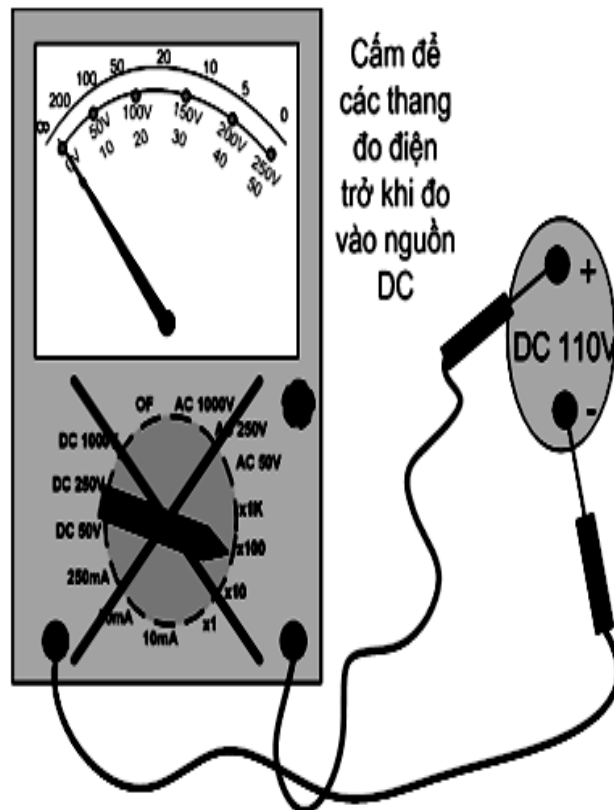
- Trường hợp để nhầm thang đo

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 3.40

- 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

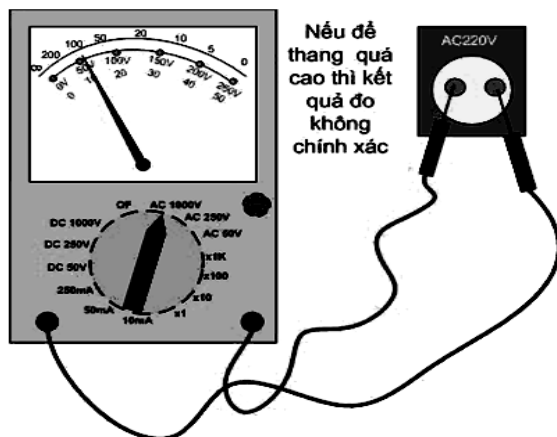


Hình 3.41

Hướng dẫn đo điện áp xoay chiều.

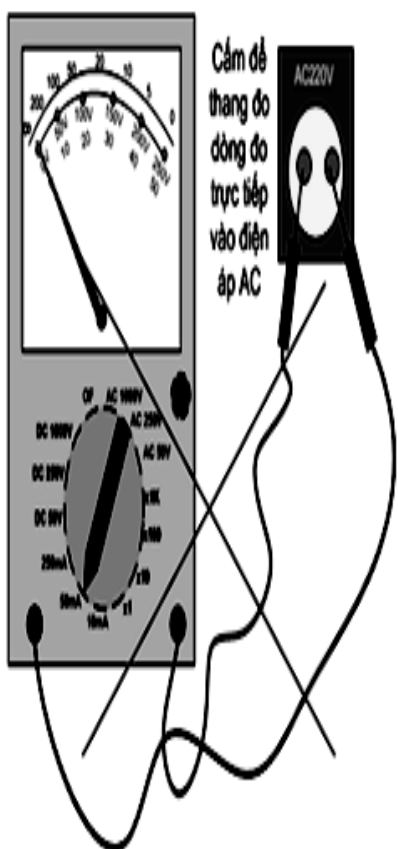
- Khi đo điện áp xoay chiều ta chuyển thang đo về các thang AC, để thang AC cao hơn điện áp cần đo một nấc hình 3.22.

*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.*

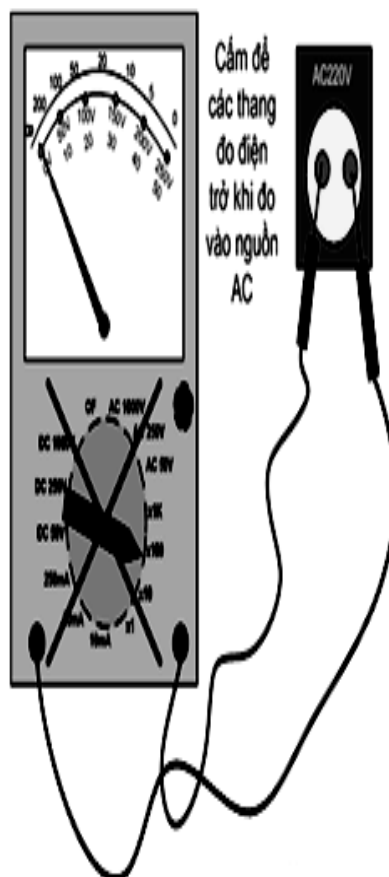


Hình 3.42 Sử dụng đồng hồ vạn năng đo áp AC

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

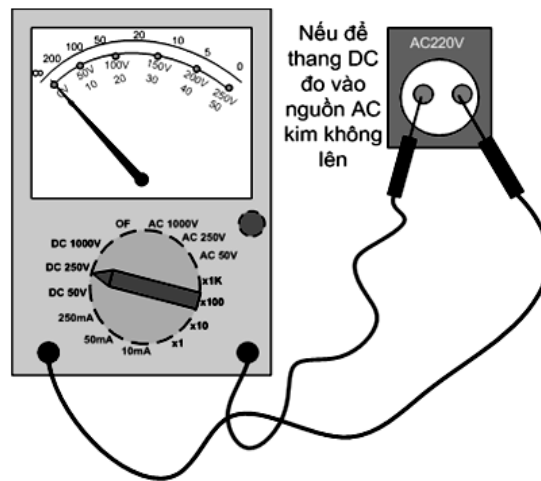


Hình 3.43



Hình 3.44

- Nếu để để thang đo áp DC mà đo vào nguồn AC thì kim đồng hồ không báo, nhưng đồng hồ không ảnh hưởng (Hình 3.45).



Hình 3.45

*Cách đọc giá trị:*

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

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

Hướng dẫn đo dòng điện bằng đồng hồ vạn năng

Cách 1: Dùng thang đo dòng

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

- Bước 1: Đặt đồng hồ vào thang đo dòng cao nhất.
- Bước 2: Đặt que đồng hồ nối tiếp với tải, que đỏ về chiều dương, que đen về chiều âm.
- Nếu kim lên thấp quá thì giảm thang đo
- Nếu kim lên kịch kim thì tăng thang đo, nếu thang đo đã để thang cao nhất thì đồng hồ không đo được dòng điện này.
- Chỉ số kim báo sẽ cho ta biết giá trị dòng điện.

Cách 2: Dùng thang đo áp DC

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

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

a. 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 [vi 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:

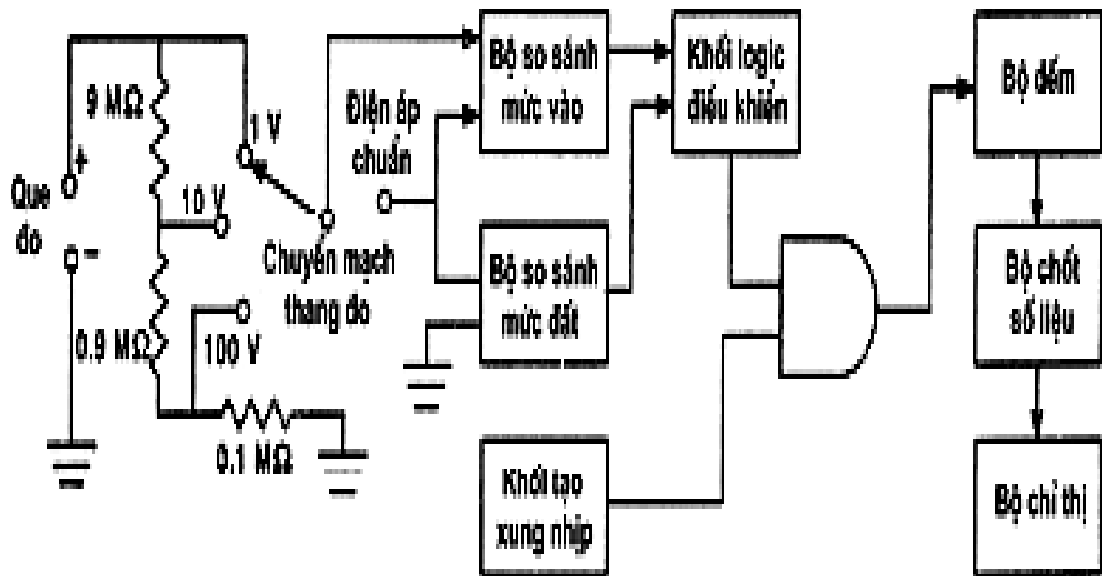
1. Kiểm tra nối mạch: máy kêu "bíp" khi [điện trở](#) giữa 2 đầu đo (gần) bằng 0.

2. Hiện thị số thay cho kim chỉ trên thước.
3. Thêm các [bộ khuếch đại điện](#) để đo [hiệu điện thế](#) hay [cường độ dòng điện](#) nhỏ khi điện trở lớn.
4. Đo [độ tự cảm](#) của [cuộn cảm](#) và [điện dung](#) của [tụ điện](#), có ích khi kiểm tra và lắp đặt mạch điện.
5. Kiểm tra [diode](#) và [transistor](#), có ích cho sửa chữa mạch điện.
6. Hỗ trợ cho đo [nhiệt độ](#) bằng [cặp nhiệt](#).
7. Đo [tần số](#) trung bình, khuếch đại âm thanh, để điều chỉnh mạch điện của [radio](#). Nó cho phép nghe tín hiệu thay cho nhìn thấy tín hiệu (như trong [dao động kế](#)).
8. [Dao động kế](#) cho tần số thấp, có ở các vạm năng kế có giao tiếp với máy tính.
9. Bộ kiểm tra [điện thoại](#).
10. Bộ kiểm tra mạch điện [ô-tô](#).
11. Lưu giữ số liệu đo đạc (ví dụ của hiệu điện thế).

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

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

b. Nguyên lý hoạt động: Sau khi mạch suy giảm cho việc chọn thang đo; tín hiệu vào sẽ được chuyển đổi thành tín hiệu số bởi bộ biến đổi tương tự - số (ADC). Ở dạng cơ bản nhất, ADC sẽ so sánh tín hiệu vào với điện áp mẫu (các phương pháp nhận điện áp mẫu có thể khác nhau). Chỉ cần điện áp vào lớn hơn so với điện áp mẫu, thì tín hiệu ra của bộ so sánh sẽ cho mức logic 1, sẽ giữ cho cổng AND mở và các xung nhịp sẽ truyền qua cổng AND. Bộ đếm sẽ đếm các xung nhịp đó. Ngay khi điện áp vào trở nên bằng với điện áp mẫu, thì tín hiệu ra của bộ so sánh sẽ bằng 0. Cổng AND sẽ đóng và dừng việc đếm. Mức ra của bộ đếm sẽ được chốt và các LED hay tinh thể lỏng sẽ hiển thị giá trị đo (hình 3.26).



Hình 3.46: 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



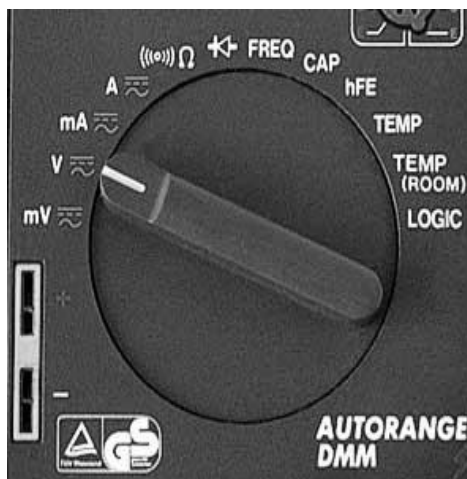
Hình 3.47: Đồng hồ vạn năng kế điện tử

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 tắt mở máy hay tắt nguồn.
  9. Range: Chọn lựa các đại lượng cần đo: Điện áp, dòng điện, điện trở.
  10. Continuity: kiểm tra ngắn mạch của mạch điện.
  11.  $\Omega$ : Nút nhấn được chọn khi muốn đo điện trở.
  12. P A; = A: Nút nhấn được chọn khi muốn đo dòng DC và dòng AC.
  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/  $\Omega$ / dBm/ Hz: Sử dụng ổ cắm này và COM (17) khi thực hiện chức năng đo điện áp, điện trở, decibel, tần số.
  17. COM: Sử dụng ổ cắm này và một trong các ổ cắm ( 1), (2), và ( 16) khi muốn thực hiện một trong các chức năng đo dòng điện DC và AC, Đo điện áp, điện trở và tần số.
- Mặt sau của đồng hồ:
18. Power inlet: ổ cắm cung cấp điện.
  19. Current Fuse: cầu chì bảo vệ.

#### 4.2.3 Hướng dẫn sử dụng:

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

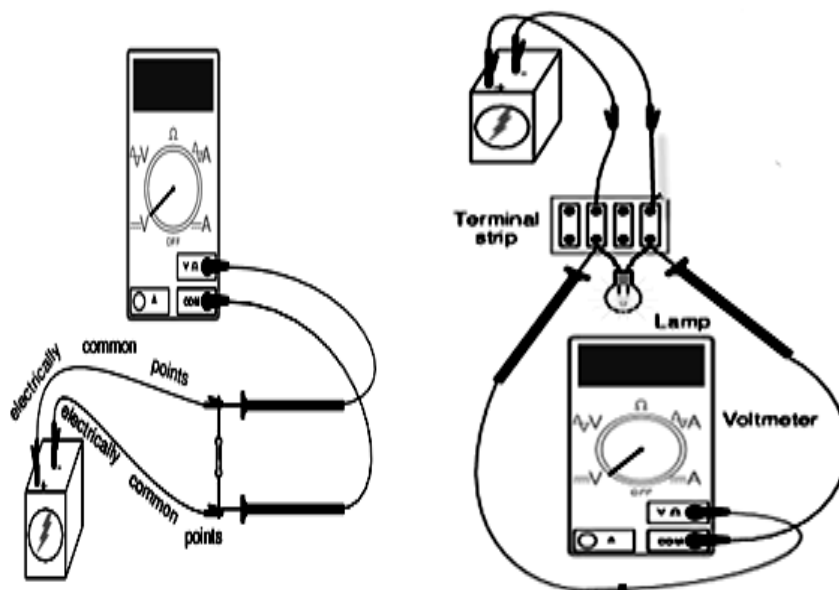




Hình 3.48: Đặt đồng hồ vào thang đo điện áp DC hoặc AC  
 Để que đo đồng hồ vào lỗ cắm "VΩ mA" que đen vào lỗ cắm "COM"  
 Bấm nút DC/AC để chọn thang đo là DC nếu đo áp một chiều hoặc AC nếu đo áp xoay chiều.

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 (-)

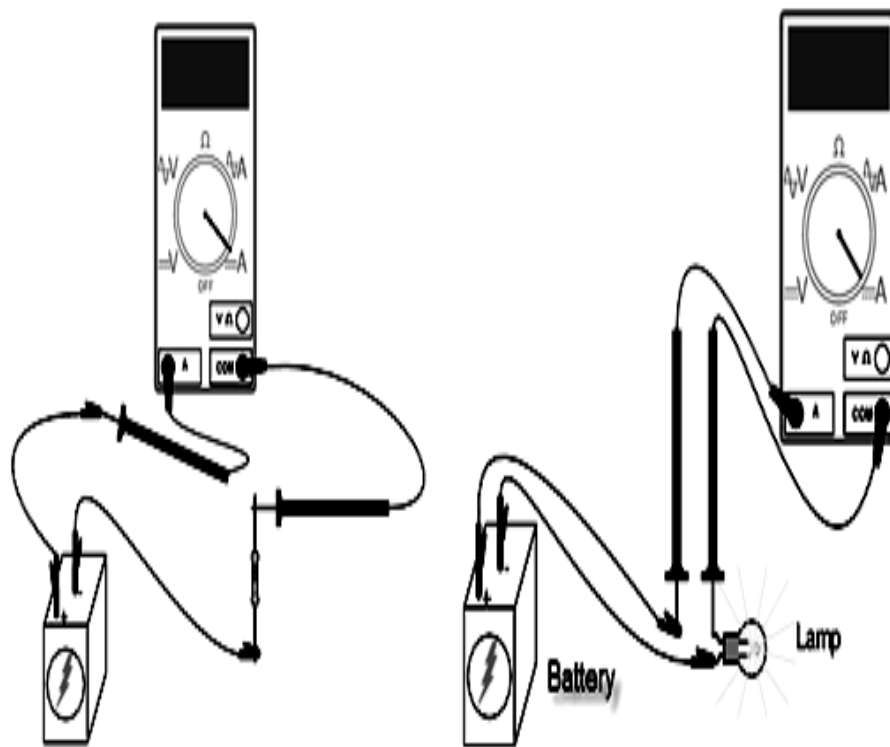


Hình 3.49: Đo sụt áp trên điện trở và bóng đèn

Đo dòng điện một chiều (hoặc xoay chiều) hình 3.50

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 3.50: Đo dòng điện chạy qua điện trở và bóng đèn

Đo điện trở hình 3.31

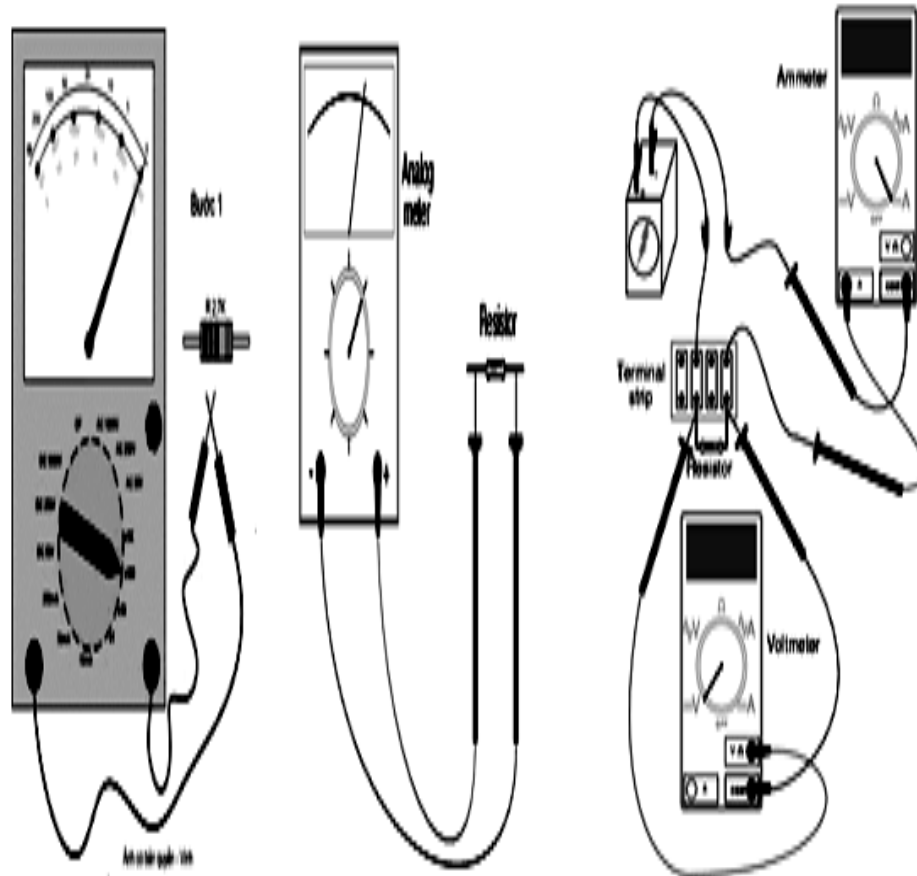
Trả lại vị trí dây cắm như khi đo điện áp.

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

Đặt que đo vào hai đầu điện trở.

Đọc giá trị trên màn hình.

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



Hình 3.51: Đo điện trở và đo công suất

Đo tần số

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

Đề thang đo như khi đo điện áp.

Đặt que đo vào các điểm cần đo

Đọc trị số trên màn hình.

Đo Logic

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

Xoay chuyển mạch về vị trí “LOGIC”

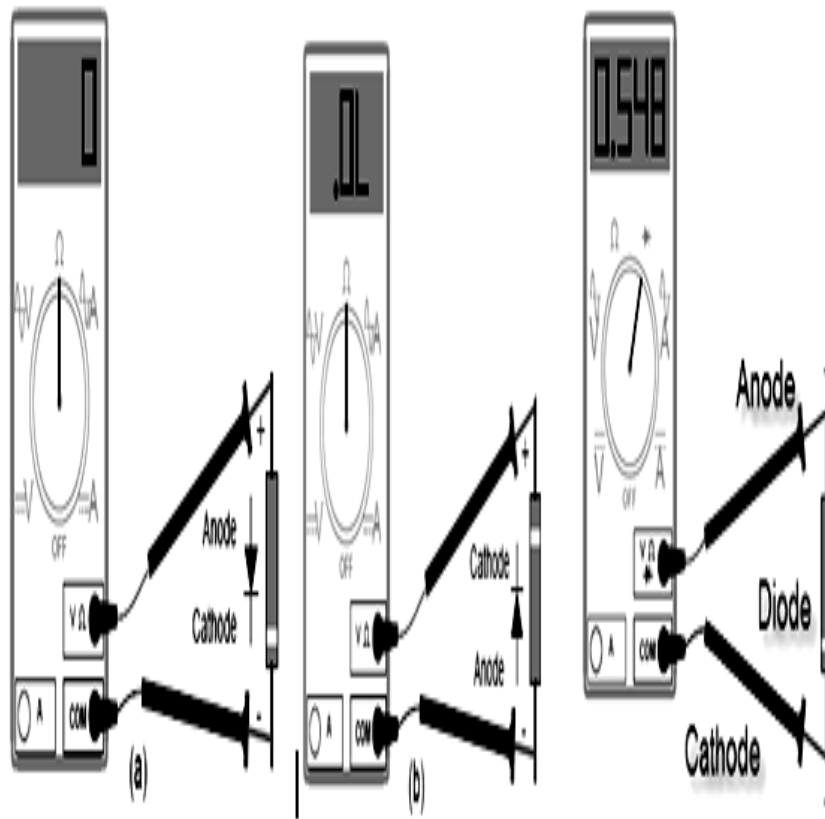
Đặt que đỏ vào vị trí cần đo que đen vào mass

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

Đo các chức năng khác

Đồng hồ vạn năng số còn một số chức năng đo khác như đo diốt (hình 3.52), 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 3.52: Kiểm tra Diode

### 3.8.2.3. Bài tập sử dụng VOM/DVOM: ĐO ĐIỆN ÁP – DÒNG ĐIỆN – ĐIỆN TRỞ

a. 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.

b. 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

c. Tóm tắt lý thuyết

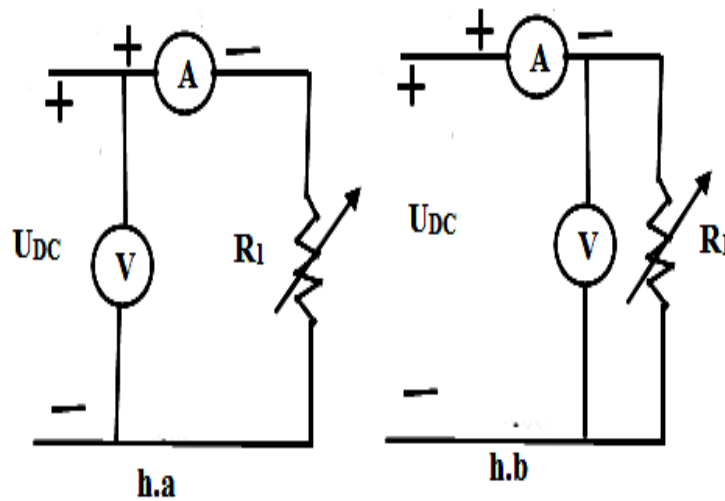
Áp dụng định luật ohm

$$U = I.R$$

d. Các bước thực hiện:

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

a> Sơ đồ thí nghiệm 1 hình 3.38:



Hình 3.53: 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 ?

.....

.....

.....

.....

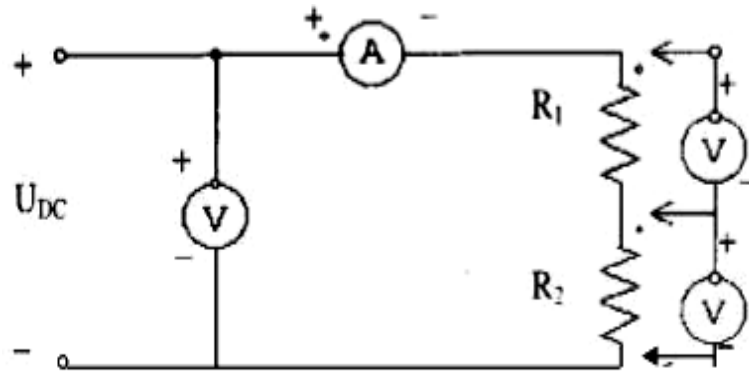
.....

.....

.....

.....

b> thí nghiệm 2 Hình 3.39:

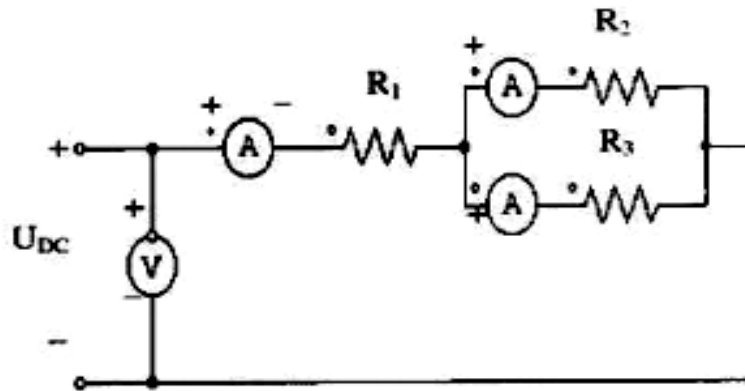


Hình 3.54

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 3.55

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.

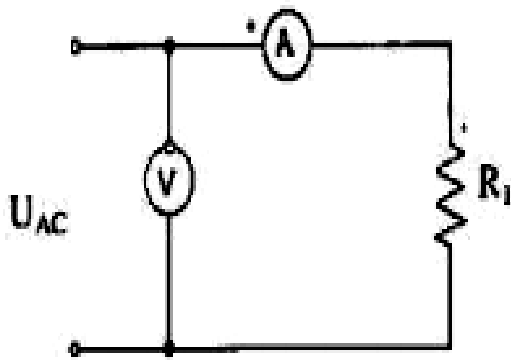
Lần đo / Đại lượng đo	U(V)	I(A)
Đo lần 1		
Đo lần 1		
Đo lần 1		
Đo lần 1		
Đo lần 1		

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

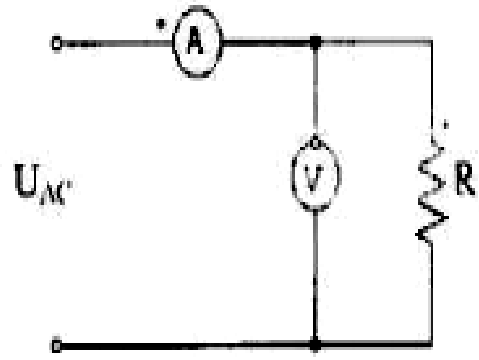
a> Sơ đồ thí nghiệm 1 hình 3.41:

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 3.56a

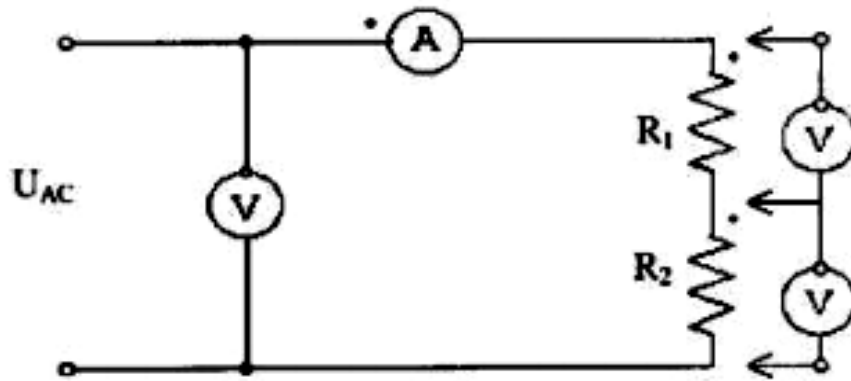


Hình 3.57 b

Bảng 1:

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

b> Thí nghiệm 2 hình 3.42



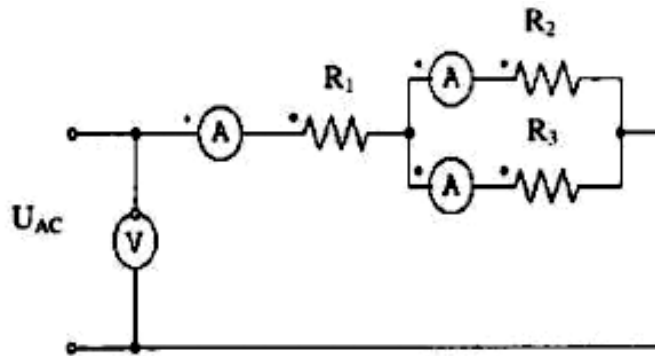
Hình 3.58:

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 3.59

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

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

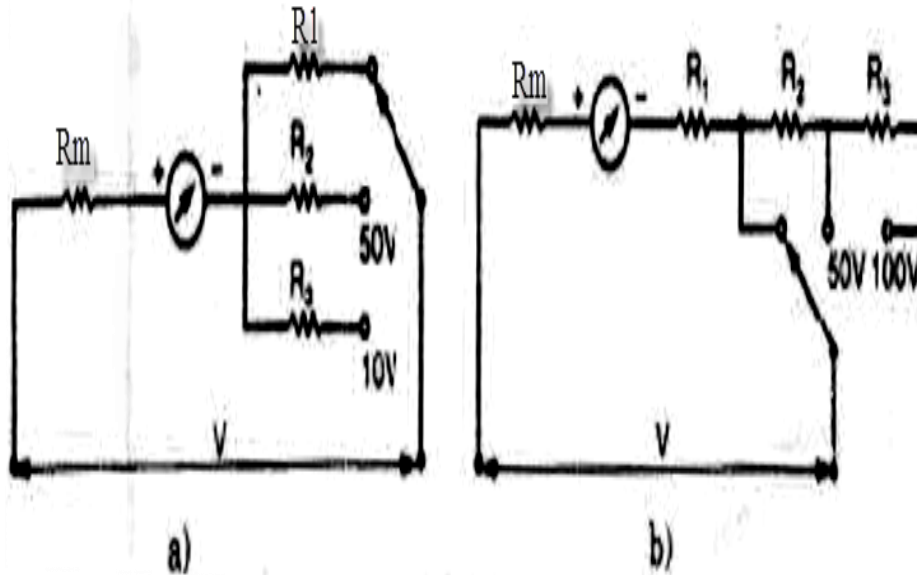
**C. Đọc điện trở bằng vòng màu và dùng thang đo điện trở của VOM để đo lại giá trị của linh kiện**

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

**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:

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

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

$$R_3 = 1 \text{ M}\Omega$$

### 3.8.4. Đo lường bằng máy hiện sóng(Oscilloscope)

#### a. Khái niệm

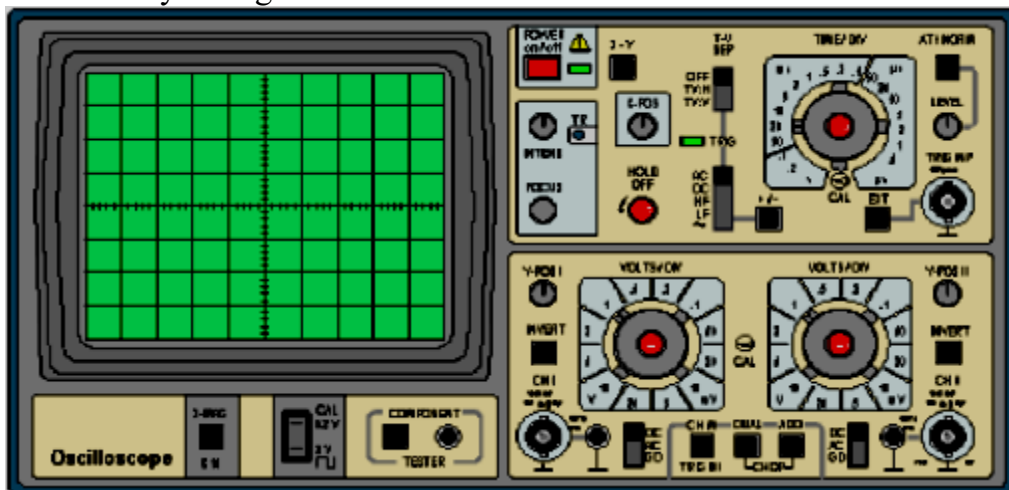
- Dao động ký ( máy hiện sóng - MHS) một tia gồm một ống phóng tia điện tử, mạch điện tử để điều khiển và đưa tín hiệu vào. Dao động ký điện tử được sử dụng để quan sát dạng của tín hiệu.

- 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:

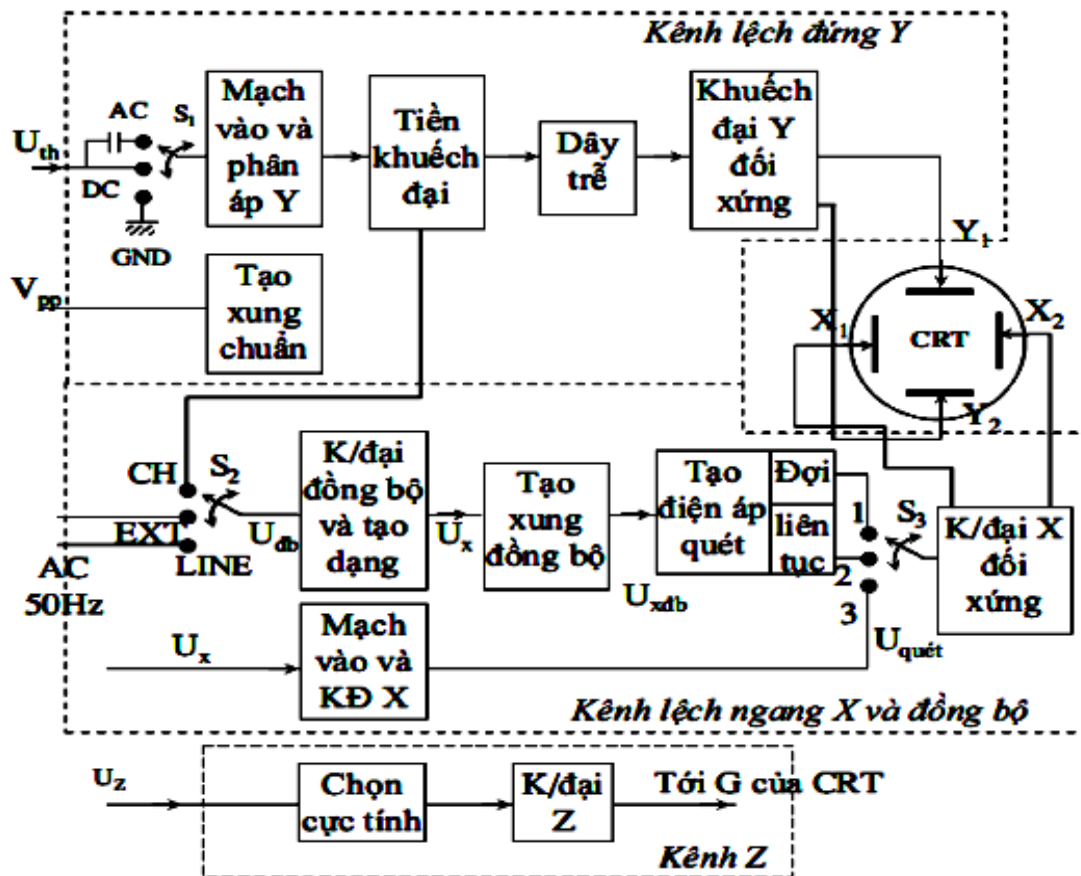
- Phân loại theo dải tần: tần cao, tần thấp;
- Phân loại theo kênh đo: 1 kênh, 2 kênh, nhiều kênh;
- Phân loại theo số tia điện tử: 1 tia hay nhiều tia;
- Loại có nhớ hay không có nhớ.



Hình 3.53: Dao động ký

b. Cấu tạo:

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



Hình 3.54: sơ đồ khối của Ocsillocope

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 không chế độ sáng (kênh Z).

### c. 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 lá 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 S2*: Cho phép chọn các tín hiệu đồng bộ khác nhau.

+  $S_2$  tại CH: Tự đồng bộ ( $U_{đb} = U_{th}$ )

+  $S_2$  tại EXT: Đồng bộ ngoài ( $U_{đb} = U_{EXT}$ ), tín hiệu đồng bộ đưa qua đầu vào EXT.

+  $S_2$  tại LINE: Đồng bộ với lưới điện AC 50Hz ( $U_{đb} = U_{AC50HZ}$ ) 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  $X_1 X_2$ .

- *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.

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

- Điều khiển cường độ tia [Intensity control] dùng để điều chỉnh độ sáng của vết.
- Điều khiển độ hội tụ [Focus control] dùng để điều khiển độ sắc nét của vết sáng.
- Điều khiển định thời. Điều chỉnh khoảng thời gian / vạch chia của mạch dao động quét (góc 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 vết 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.

#### e. 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.

#### F. 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.

g. 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.

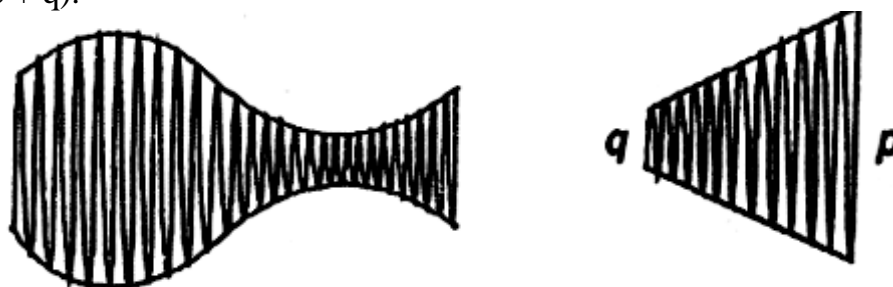
Khi hai tần số bằng nhau, độ lệch pha bằng  $0^\circ$  sẽ tạo ra một đường thẳng nghiêng  $45^\circ$  so với đường ngang; với độ lệch pha  $180^\circ$ , đường thẳng sẽ tạo một góc bằng  $135^\circ$  so với đường ngang. Khi độ lệch pha là  $90^\circ$ , sẽ tạo ra một đường tròn. Đối với các độ lệch pha 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.

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

Hình 3.55: 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  $(p - q)/(p + q)$ .



(a) Tín hiệu vào

(b) Tín hiệu hiển thị

Hình 3.56

Đo độ méo của xung: Xung vào và xung ra có thể được hiển thị trên máy hiện sóng hai vết. Độ vồng 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.



h. 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.

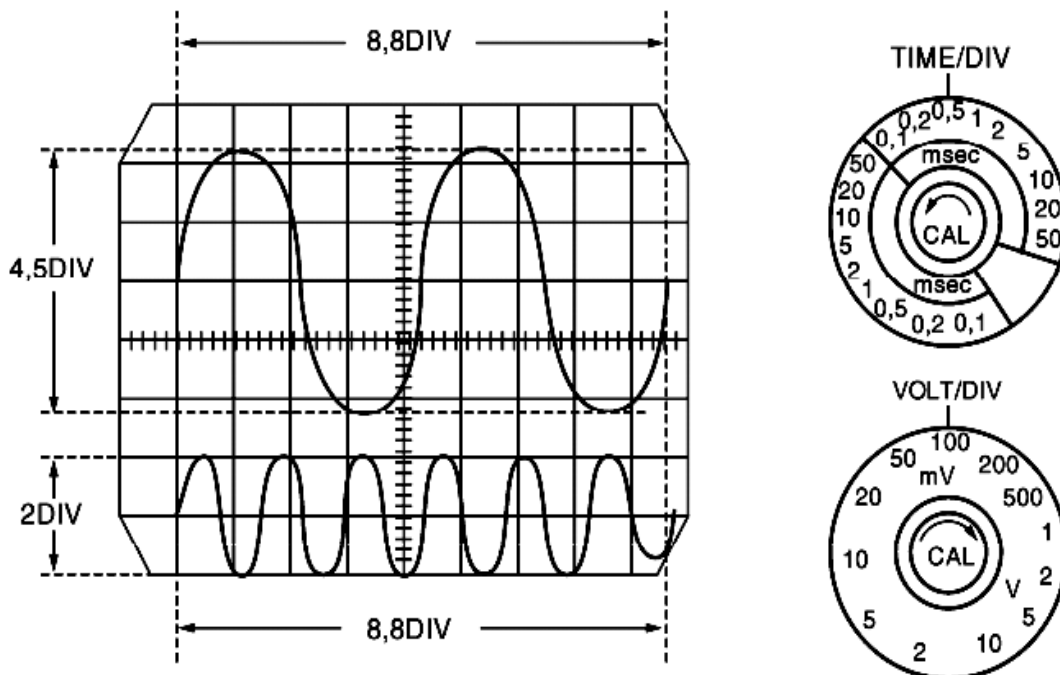
7. Phải cẩn thận khi sử dụng ống tia, hư hỏng ngẫu nhiên bất kỳ sẽ dẫn đến hỏng màn hình.

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.

### 3.8.5. Đo lường AC

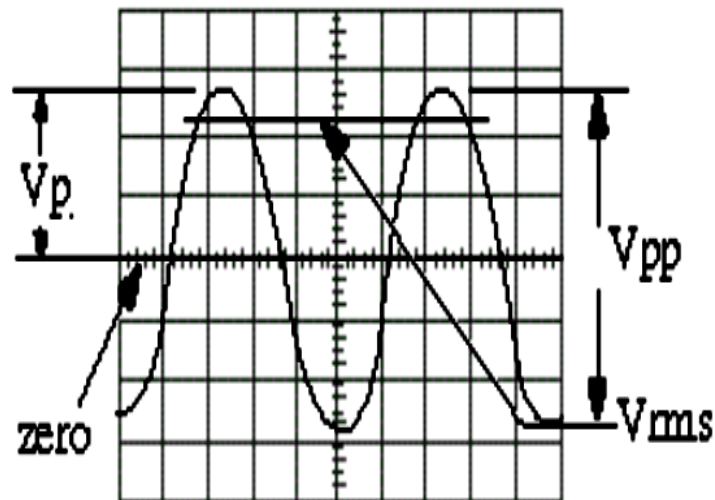
a. Đọc giá trị đỉnh và biên độ

Biên độ đỉnh – đỉnh của một dạng sóng (hình 3.57) có thể đo được dễ dàng nhờ xuất hiện trên màn hình thông qua kích thước của đồ thị trên màn hình. Trên hình 3.57 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 3.57.



Hình 3.57: 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 3.58).



Hình 3.58: Giá trị đỉnh – đỉnh của tín hiệu

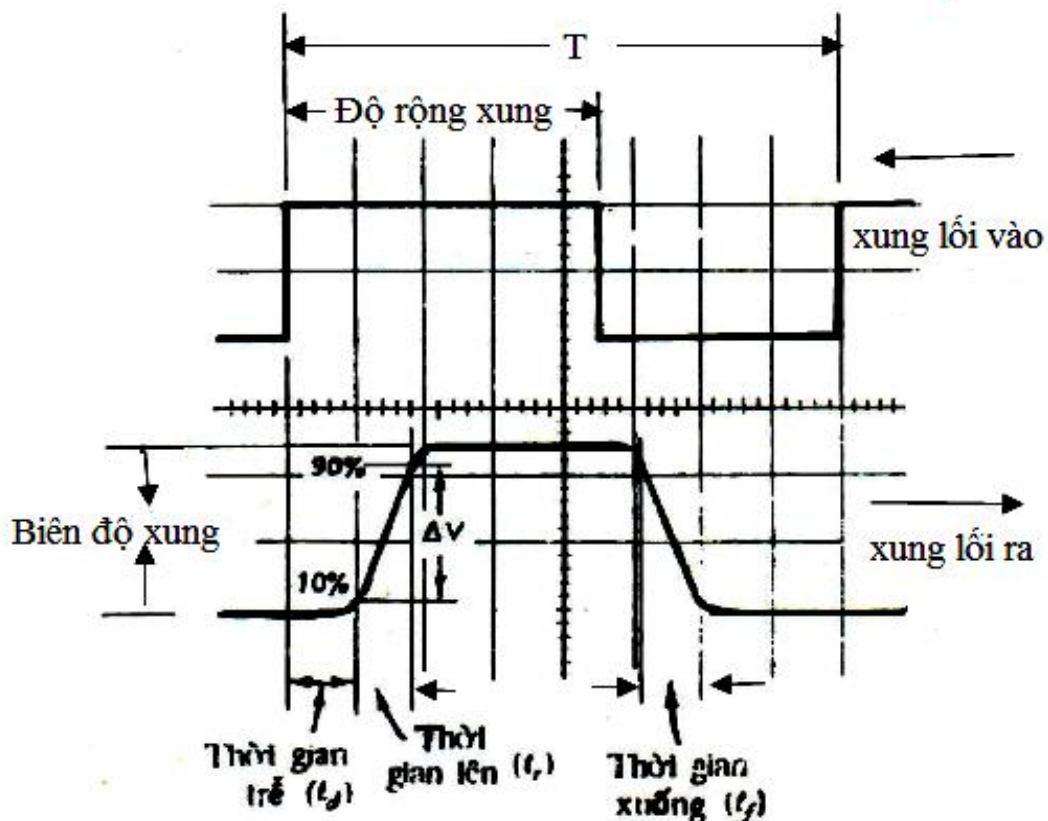
*Ví dụ:* VOLTS/DIV chỉ 1V thì tín hiệu cho ở hình 3.59 có:

$$V_p = 2,7\hat{6} \times 1V = 2,7V$$

$$V_{pp} = 5,4\hat{6} \times 1V = 5,4V$$

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

Ngoài ra, với tín hiệu xung người ta còn sử dụng máy hiển 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 3.59: Giá trị biên độ của xung tín hiệu

*Ví dụ:* Như ở hình 3.59: biên độ đỉnh của các tín hiệu:

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

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

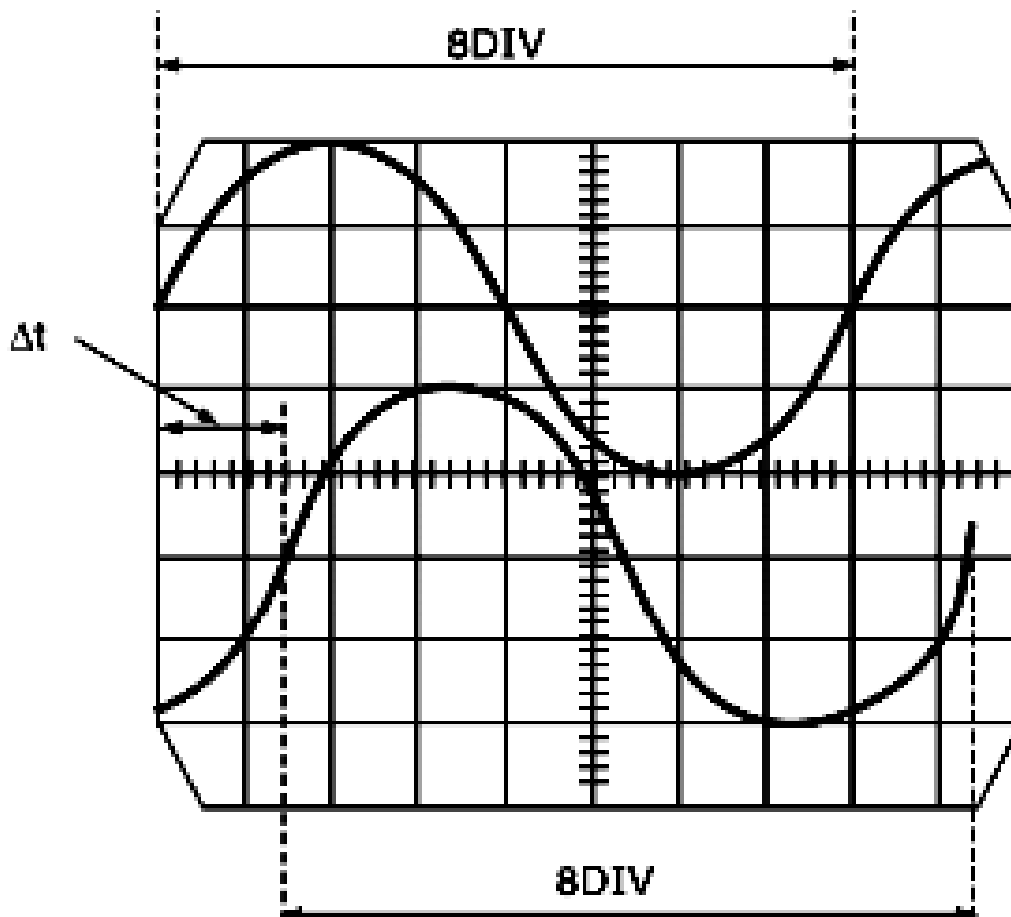
*Đo chu kỳ:* Phụ thuộc vào nút chu kỳ của tín hiệu quét răng cưa (đơn vị  $\mu\text{sec} / \text{DIV}$ ). Ta thấy sóng A có biên độ 4,6 vạch chia, còn sóng B tương ứng với 2 vạch chia. Như vậy, theo vị trí của thang độ trên núm điều khiển

VOLT/DIV là 100 mV ta có biên độ đỉnh – đỉnh của các điện áp sẽ là:

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

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

Hiệu số pha của hai sóng hình sin  $\Delta\varphi$  được đo bằng phương pháp minh họa trong hình 3.40. Mỗi sóng có một chu kỳ ứng với 8 vạch ngang và thời gian giữa các thời điểm bắt đầu mỗi chu trình là 1,4 vạch. Ta có 1 chu trình =  $360^\circ$ , như vậy, giá trị của mỗi vạch chia là: 1 vạch chia =  $360^\circ/8 = 45^\circ$ . Hiệu số pha của 2 điện áp sẽ là:  $\Delta\varphi = 1,4 \text{ vạch} \times 45^\circ/\text{vạch} = 63^\circ$ .



Hình 3.40: Đo hiệu số pha giữa 2 sóng sin

b. 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.

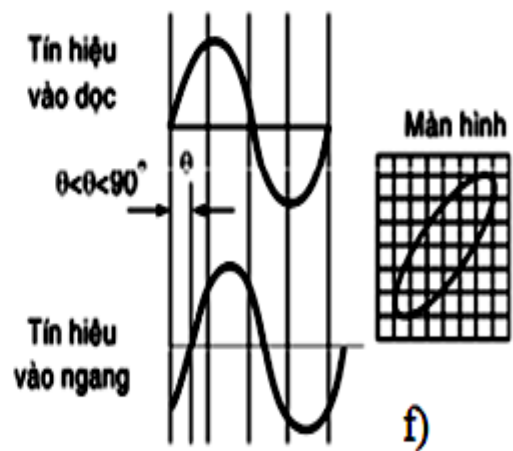
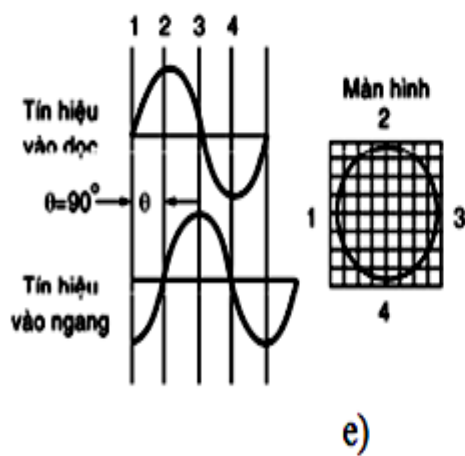
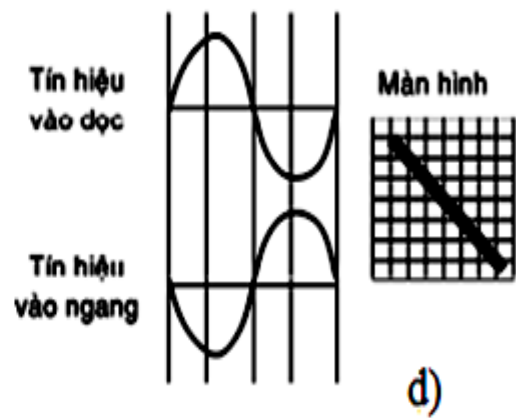
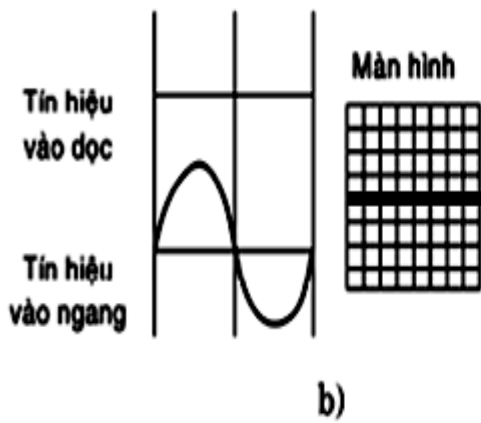
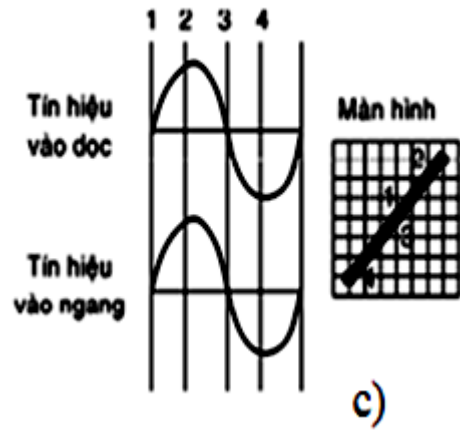
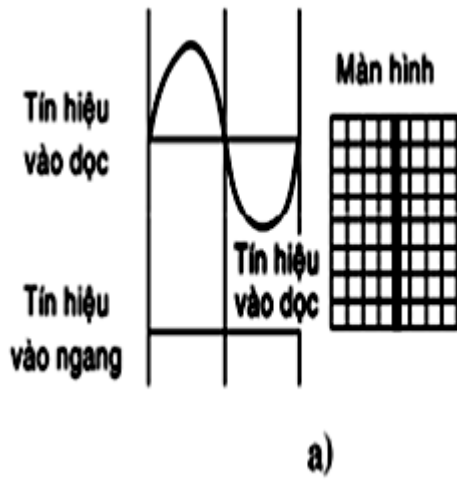
Những hình hiện rất đơn giản xuất hiện khi các dạng sóng có tần số bằng nhau.

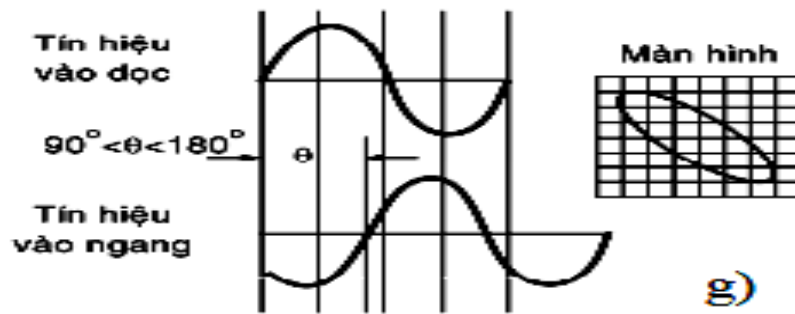
Những hình rất phức tạp có thể được tạo ra với các sóng sin có tần số khác nhau.

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  $90^\circ$  (H.7.6e)
- A, B lệch pha bất kỳ (H.7.6f,g)





Hình 3.41: Hình Lissajous hiển thị các dạng sóng

## 2.8.6. Đo thời gian và tần số

### a. 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 20MHz gọi là ngoại âm tần (hạ âm), những tần số cao hơn 20kHz gọi là siêu âm. Những tần số của các dao động điện cao hơn 10kHz 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  $3.10^{15}$  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...

### b. 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:

- Sóng A:

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

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

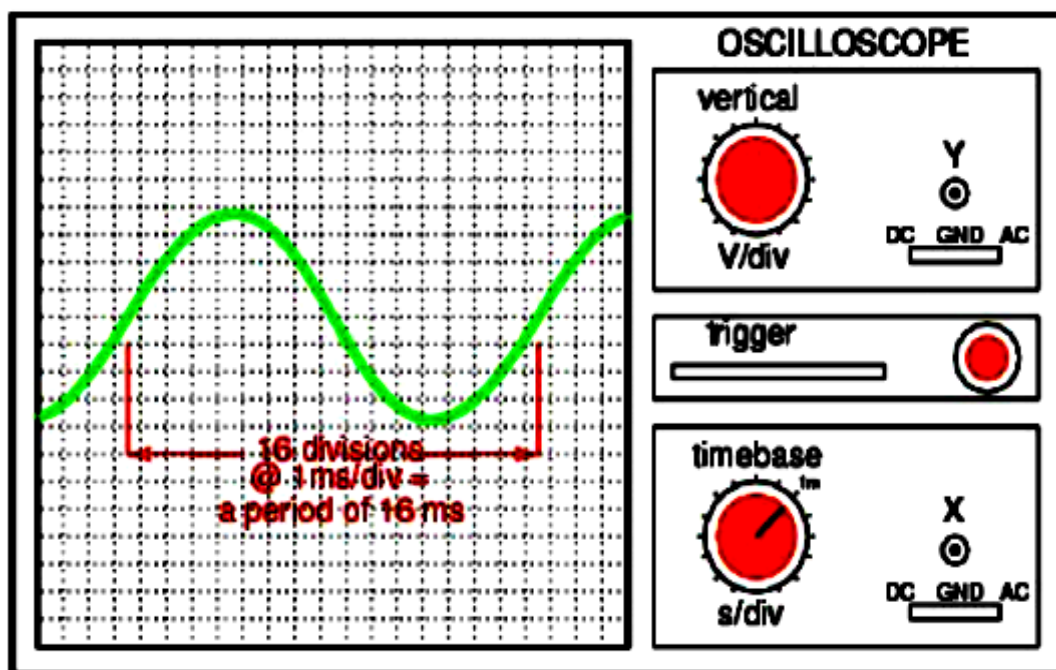
- Sóng B:

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

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

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 => f = 1/16ms = 62,5Hz.



**BÀI TẬP: KHẢO SÁT SÓNG BẰNG DAO ĐỘNG KÝ**  
 I. Phần lý thuyết: Các núm 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 <sub>P-P</sub> ]	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. [ $\updownarrow$ 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]  [GND]  [DC]	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 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 vết 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 nút [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 ]	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

[ TV-H ]	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 ] [ EXIT ]	Chọn tín hiệu nguồn kích như sau: Tín hiệu kênh A. Tín hiệu kênh B. Tần số tín hiệu xoay chiều 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 trênVOM. Nhận xét:

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

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

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

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

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

6. đo chu kỳ, tần số tín hiệu

- Cho tín hiệu hình sin từ máy phát sóng có tần số 50 Hz, biên độ  $5v_p$ . 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.

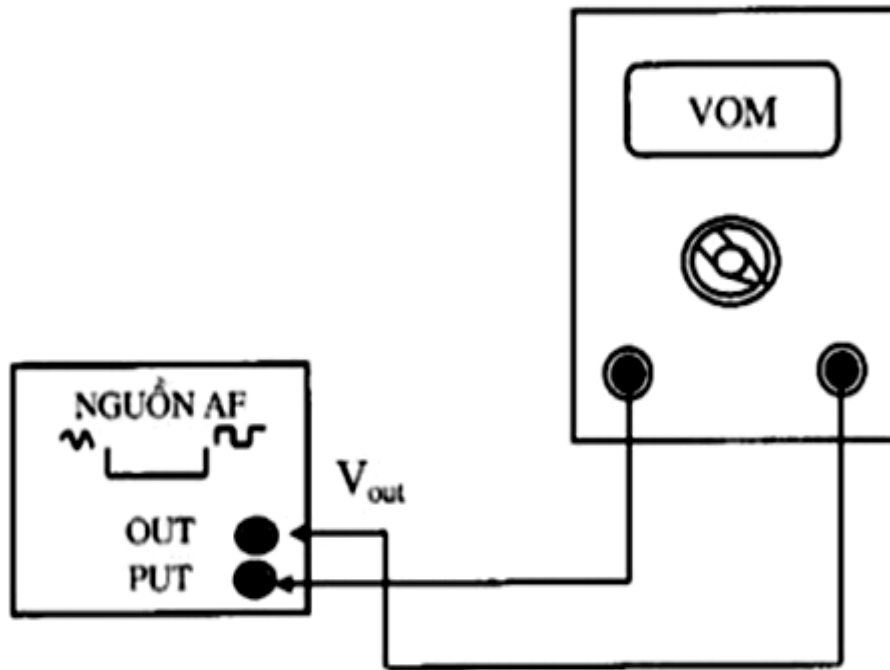
.....  
.....  
.....  
.....

- 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?

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

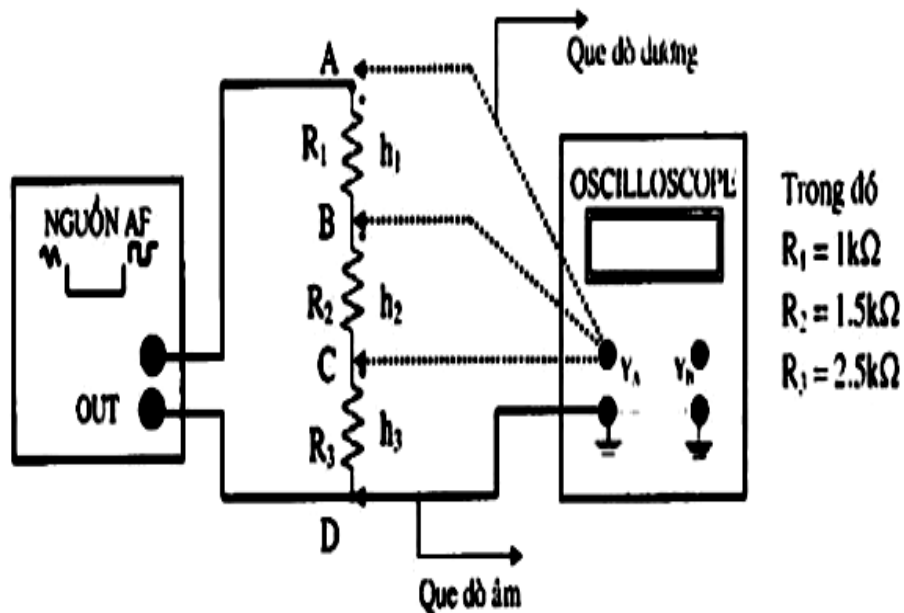
**Bài 3: KHẢO SÁT MẠCH BẰNG ĐẠO ĐỘNG KÝ**

1. khảo sát mạch phân thế 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 thế tại 2 điểm [ A] và [D], vào dao động ký như hình 7.2.

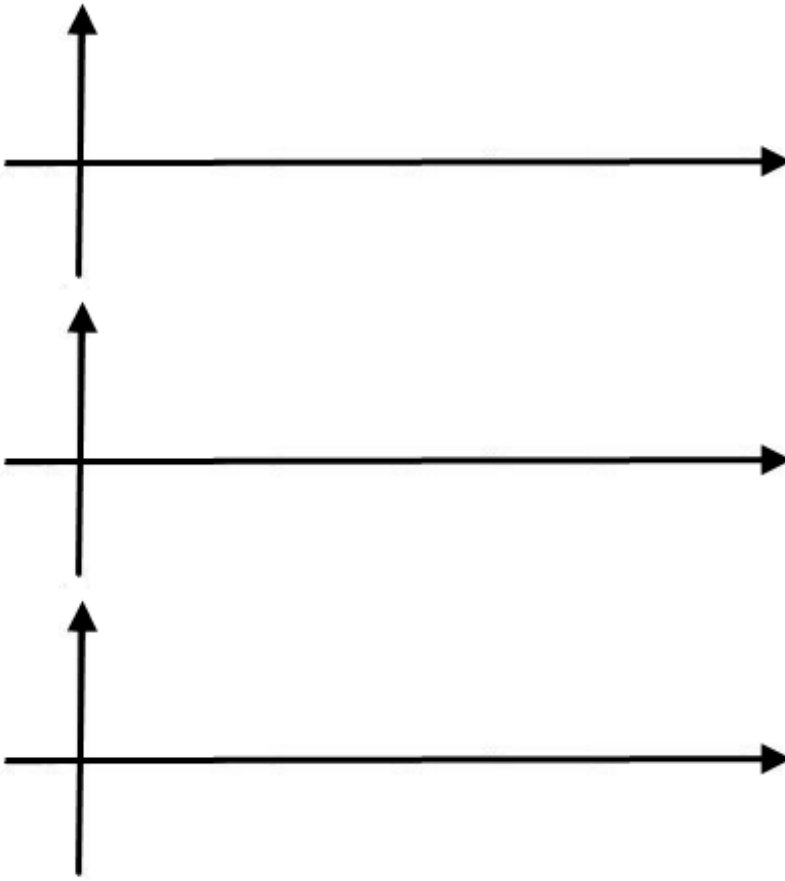


Hình 7.2

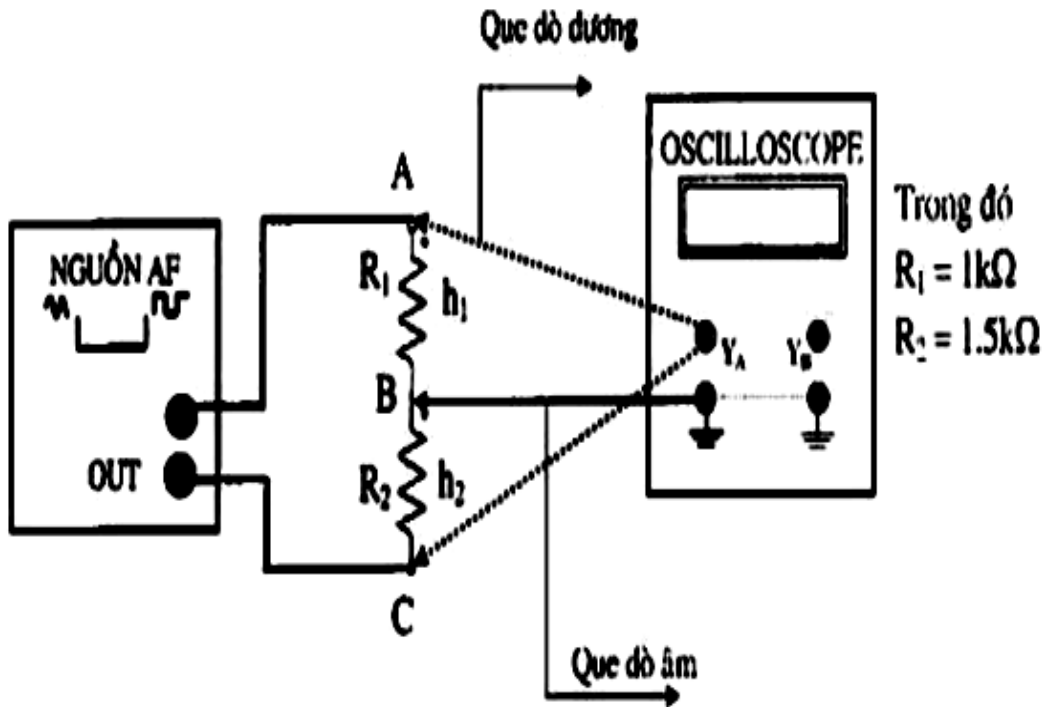
Trước hết que dò dương [ →] của dao động ký nối với các điểm [ A] rồi điều chỉnh các núm xoay: [VOLTS/DIV], [TIME/DIV], [POSITION ⇕⇔], [TRIGGER LEVER], để có một sóng đứng im, biên độ [h] khoảng [4→6] ô hình, rồi giữ nguyên, không điều chỉnh dao động ký nữa.

Tiếp theo đặc que dò dương [→] lần lượt đến các diêm 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.

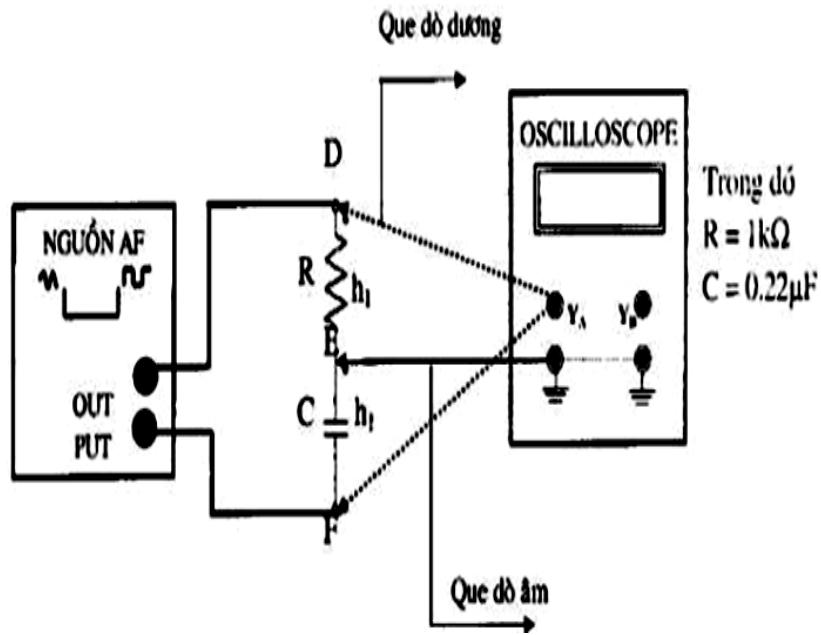
Giữ nguyên các núm điều chỉnh trên nguồn [AF] và dao động ký

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]	$R_1 = (h_1 / h_2) \times R_2$ ( $\Omega$ )
1.5			
2			
2.5			
3			

### 3. Đo điện dung bằng dao động ký

- Từ ngõ ra [ OUT – PUT] của bộ nguồn [AF] lấy ra một tín hiệu sóng sin có biên độ hiệu dụng là 2v ( xác định 2v bằng VOM), ứng với tần số 1kHz như hình 1. Sau đó mắc mạch như hình 7.4.



Hình 7.4

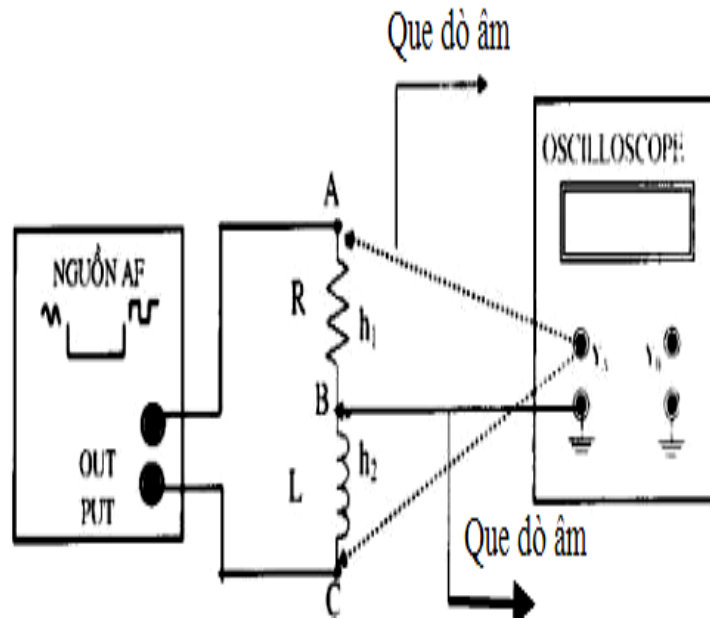
Đặt que dò dương đến điểm [D] và que dò âm đến [E]  
 Điều chỉnh các núm xoay [VOLTS/DIV], [TIME/DIV], [POSITION  $\updownarrow\leftrightarrow$ ], [TRIGGER LEVER], để có một sóng đứng im trên màn hình dao động ký.  
 Ghi nhận giá trị biên độ  $h_1$  [ô] của sóng  $U_{DE}$  vào bảng 2 dưới đây.  
 Giữ 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  $18\Omega, 82\Omega$ , đặt que dò dương đến điểm [A] và que dò âm đến điểm [B].
- Điều chỉnh các núm xoay [VOLTS/DIV], [TIME/DIV], [POSITION  $\leftrightarrow \updownarrow$ ], [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			

### 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/>