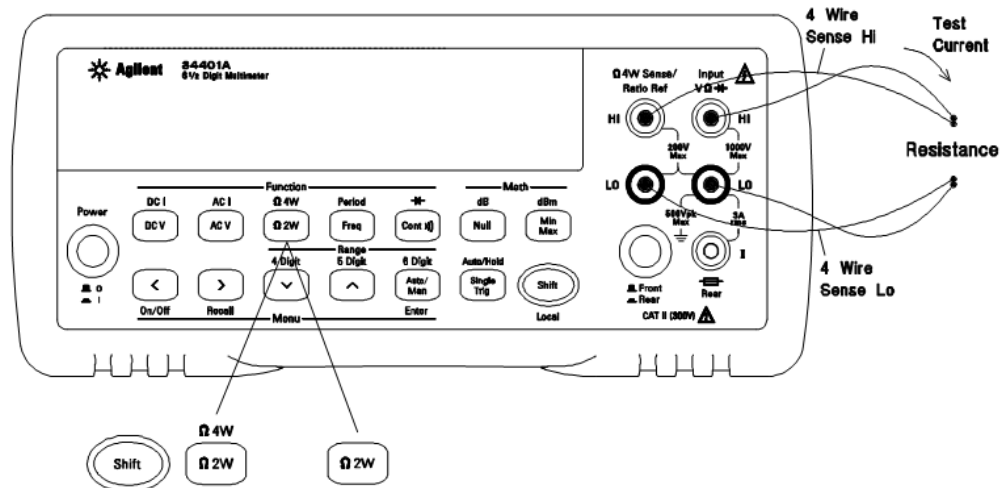


TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA ĐÀ NẴNG
KHOA ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG



DỰ QUANG BÌNH

ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ



Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

TaiLieu.vn

CHƯƠNG 1: PHÉP ĐO VÀ KỸ THUẬT ĐO ĐIỆN TỬ

Đo lường điện tử là phương pháp xác định trị số của một thông số nào đó ở một cấu kiện điện tử trong mạch điện tử hay thông số của hệ thống thiết bị điện tử. Thiết bị điện tử dùng để xác định giá trị được gọi là "thiết bị đo điện tử", chẳng hạn, đồng hồ đo nhiều chức năng [multimeter] dùng để đo trị số của điện trở, điện áp, và dòng điện v.v. . . trong mạch điện.

Kết quả đo tùy thuộc vào giới hạn của thiết bị đo. Các hạn chế đó sẽ làm cho giá trị đo được (hay giá trị biểu kiến) hơi khác với giá trị đúng (tức là giá trị tính toán theo thiết kế). Do vậy, để quy định hiệu suất của các thiết bị đo, cần phải có các định nghĩa về độ chính xác [accuracy], độ rõ [precision], độ phân giải [resolution], độ nhạy [sensitivity] và sai số [error].

1.1 ĐỘ CHÍNH XÁC [accuracy]

Độ chính xác sẽ chỉ mức độ gần đúng mà giá trị đo được sẽ đạt so với giá trị đúng của đại lượng cần đo. Ví dụ, khi một trị số nào đó đọc được trên đồng hồ đo điện áp [voltmeter] trong khoảng từ 96V đến 104V của giá trị đúng là 100V, thì ta có thể nói rằng giá trị đo được gần bằng với giá trị đúng trong khoảng $\pm 4\%$. Vậy độ chính xác của thiết bị đo sẽ là $\pm 4\%$. Trong thực tế, giá trị 4% của ví dụ trên là 'độ không chính xác ở phép đo' đúng hơn là độ chính xác, nhưng dạng biểu diễn trên của độ chính xác đã trở thành chuẩn thông dụng, và cũng được các nhà sản xuất thiết bị đo dùng để quy định khả năng chính xác của thiết bị đo lường. Trong các thiết bị đo điện tử số, độ chính xác bằng ± 1 số đếm cộng thêm độ chính xác của khối phát xung nhịp hay của bộ gốc thời gian.

1.1.1 Độ chính xác của độ lệch đầy thang.

Thông thường, thiết bị đo điện tử tương tự thường có độ chính xác cho dưới dạng phần trăm của độ lệch toàn thang đo [fsd - full scale deflection]. Nếu đo điện áp bằng đồng hồ đo điện áp [voltmeter], đặt ở thang đo 100V (fsd), với độ chính xác là $\pm 4\%$, chỉ thị số đo điện áp là 25V, số đo sẽ có độ chính xác trong khoảng $25V \pm 4\%$ của fsd, hay (25 - 4)V đến (25 + 4)V, tức là trong khoảng 21V đến 29V. Đây là độ chính xác $\pm 16\%$ của 25V. Điều này được gọi là *sai số giới hạn*.

Ví dụ trên cho thấy rằng, điều quan trọng trong khi đo là nên thực hiện các phép đo gần với giá trị toàn thang đo nếu có thể được, bằng cách thay đổi chuyển mạch thang đo. Nếu kết quả đo cần phải tính toán theo nhiều thành phần, thì sai số giới hạn của mỗi thành phần sẽ được cộng với nhau để xác định sai số thực tế trong kết quả đo. Ví dụ, với điện trở R có sai số $\pm 10\%$ và

dòng điện I có sai số $\pm 5\%$, thì công suất I^2R sẽ có sai số bằng $5 + 5 + 10 = 20\%$. Trong các đồng hồ số, độ chính xác được quy định là sai số ở giá trị đo được ± 1 chữ số. Ví dụ, nếu một đồng hồ có khả năng đo theo 3 chữ số hoặc $3 \frac{1}{2}$ chữ số, thì sai số sẽ là $1/10^3 = 0,001 = \pm (0,1\% + 1 \text{ chữ số})$.

1.1.2 Độ chính xác động và thời gian đáp ứng.

Một số thiết bị đo, nhất là thiết bị đo công nghiệp dùng để đo các đại lượng biến thiên theo thời gian. Hoạt động của thiết bị đo ở các điều kiện như vậy được gọi là điều kiện làm việc động. Do vậy, *độ chính xác động* là độ gần đúng mà giá trị đo được sẽ bằng giá trị đúng mà nó sẽ dao động theo thời gian, khi không tính sai số tĩnh.

Khi thiết bị đo dùng để đo đại lượng thay đổi, một thuật ngữ khác gọi là *đáp ứng thời gian* được dùng để chỉ khoảng thời gian mà thiết bị đo đáp ứng các thay đổi của đại lượng đo. Độ trì hoãn đáp ứng của thiết bị đo được gọi là *độ trễ* [lag].

1.2 ĐỘ RÕ [precision].

Độ rõ của thiết bị đo là phép đo mức độ giống nhau trong phạm vi một nhóm các số liệu đo. Ví dụ, nếu 5 phép đo thực hiện bằng một voltmeter là 97V, 95V, 96V, 94V, 93V, thì giá trị trung bình tính được là 95V. Thiết bị đo có độ rõ trong khoảng $\pm 2V$, mà độ chính xác là $100V - 93V = 7V$ hay 7%. Độ rõ được tính bằng giá trị căn trung bình bình phương của các độ lệch. Ở ví dụ trên, các độ lệch là: + 2, 0, + 1, - 1, - 2. Nên giá trị độ lệch hiệu dụng là:

$$\sqrt{\frac{4+0+1+1+4}{5}} = 2$$

Do đó mức trung bình sai lệch là 2. Như vậy, độ rõ sẽ phản ánh tính không đổi (hay khả năng lặp lại - repeatability) của một số kết quả đo, trong khi độ chính xác cho biết độ lệch của giá trị đo được so với giá trị đúng. Độ rõ phụ thuộc vào độ chính xác. Độ chính xác cao hơn sẽ có độ rõ tốt hơn. Nhưng ngược lại sẽ không đúng. Độ chính xác không phụ thuộc vào độ rõ. Độ rõ có thể rất cao nhưng độ chính xác có thể không nhất thiết là cao. Khi độ chính xác gắn liền với độ lệch thực tế của đồng hồ đo (hoặc số hiển thị thực tế ở đồng hồ số), thì độ rõ gắn liền với sai số ở số đọc của giá trị đo. Sai số như vậy có thể tăng lên do thị sai ở các đồng hồ đo tương tự hoặc không ổn định ở các bộ chỉ thị số.

1.2 ĐỘ PHÂN GIẢI [resolution].

Độ phân giải là sự thay đổi nhỏ nhất ở các giá trị đo được (không phải là giá trị 0) mà một thiết bị đo có thể đáp ứng để cho một số đo xác định. Độ phân giải thường là giá trị vạch chia nhỏ

nhất trên thang đo độ lệch. Nếu một ammeter có 100 vạch chia, thì đối với thang đo từ 0 đến 1mA, độ phân giải sẽ là $1\text{mA}/100 = 10\mu\text{A}$. Ở các đồng hồ đo số, độ phân giải là 1 chữ số. Độ phân giải cần phải được cộng thêm với sai số do số đo nằm trong khoảng giữa hai vạch chia lân cận không thể đọc một cách chính xác. Độ phân giải cũng được phản ánh theo sai số của độ rõ ngoài các yếu tố khác như thị sai.

1.4 ĐỘ NHẠY [sensitivity].

Độ nhạy là tỷ số của độ thay đổi nhỏ nhất ở đáp ứng ra của thiết bị đo theo độ thay đổi nhỏ nhất ở đại lượng đầu vào. Ví dụ, nếu độ lệch đầy thang của một ammeter A cho bằng $50\mu\text{A}$, và bằng $100\mu\text{A}$ ở ammeter B, thì ammeter A nhạy hơn so với ammeter B. Độ nhạy được thể hiện cho voltmeter dưới dạng ohm / volt. Một đồng hồ đo có độ lệch đầy thang (fsd) là $50\mu\text{A}$ sẽ có điện trở là $20\,000\Omega$ mắc nối tiếp để cho fsd ở mức 1V, trong khi một đồng hồ có fsd là $100\mu\text{A}$ sẽ có điện trở là $10\,000\Omega$ để cho fsd ở mức 1V. Vậy voltmeter $20\,000\Omega/\text{V}$ có độ nhạy cao hơn so với voltmeter $10\,000\Omega/\text{V}$.

a) Ngưỡng độ nhạy.

Ngưỡng độ nhạy là mức tín hiệu nhỏ nhất có thể được phát hiện dưới dạng có nhiễu và tạp âm. Các tín hiệu rất nhỏ có thể lẫn trong tạp âm, do vậy không thể tăng độ nhạy của một hệ thống đo vô cùng. Thông thường sử dụng phép đo đối với ngưỡng độ nhạy là biên độ của tín hiệu vào mà tỷ số tín hiệu trên nhiễu bằng đơn vị hoặc 0dB.

b) Yêu cầu độ rộng băng tần.

Độ rộng băng tần chọn lọc được dùng để cải thiện mức ngưỡng. Khi tần số nhiễu cao hơn phổ tần của tín hiệu cần đo, thì phải sử dụng mạch lọc thông thấp để tín hiệu truyền qua với mức nhiễu không đáng kể. Nếu nhiễu có tần số thấp hơn phổ tần của tín hiệu đo, thì sử dụng bộ lọc thông cao. Tổ hợp bộ lọc thông thấp và bộ lọc thông cao sẽ suy ra độ rộng băng tần để chặn nhiễu. Nếu nhiễu chiếm độ rộng trong phạm vi phổ tần của tín hiệu cần đo, thì bộ lọc chặn có thể nén nhiễu cùng với một phần nhỏ tín hiệu đo.

1.5 CÁC LOẠI SAI SỐ [errors].

Mỗi thiết bị đo có thể cho độ chính xác cao, nhưng đều 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 thô, sai số hệ thống, sai số ngẫu nhiên.

a) Sai số thô.

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. Ảnh hưởng do quá tải sẽ được giải thích chi tiết ở mục 1.7.

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

b) Sai số hệ thống.

Sai lệch có cùng dạng, không thay đổi được gọi là sai số hệ thống. Các sai số hệ thống có hai loại: Sai số do thiết bị đo và sai số do môi trường đo.

Sai số của thiết bị đo.

Các sai số do 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.

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 do 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.

c) Sai số ngẫu nhiên.

Các sai số ngẫu nhiên do các nguyên nhân chưa biết, xuất hiện mỗi khi tất cả các sai số thô và sai số hệ thống đã được tính đến. Khi một voltmeter, đã được hiệu chuẩn chính xác và thực hiện phép đo điện áp ở các điều kiện môi trường lý tưởng, mà người đo thấy rằng các số đo có thay đổi nhỏ trong khoảng thời gian đo. Độ biến thiên này không thể hiệu chỉnh được bằng cách định chuẩn, hay hiệu chỉnh thiết bị đo, mà chỉ bằng phương pháp suy luận các sai số ngẫu nhiên bằng cách tăng số lượng các phép đo, và sau đó xác định giá trị gần đúng nhất của đại lượng cần đo.

1.6 GIỚI HẠN CỦA THIẾT BỊ ĐO

Một thiết bị đo có thể có các giới hạn về thang đo, công suất (hay khả năng tải dòng), tần số, trở kháng và độ nhạy (ảnh hưởng quá tải). Các vấn đề đó được giải thích như sau.

- **Giới hạn về thang đo.** Mỗi thiết bị đo có khoảng đo lớn nhất về một thông số cần đo. Khoảng đo sẽ được chia thành các thang đo nhỏ thích hợp. Ví dụ, một voltmeter có thể đo cao nhất là 300V chia thành 5 thang đo phụ: 3V, 10V, 30V, 100V và 300V.

Chuyển mạch thang đo sẽ thiết lập tại các vị trí chính xác tùy thuộc vào giá trị đo yêu cầu. Giả sử phép đo điện áp là 9V thì chúng ta sẽ sử dụng thang đo 10V. Các thang đo cần phải có cho tất cả các thông số cần đo. Cần phải chọn thang đo đúng cho mỗi thông số đo thích hợp. Nếu đo điện áp trên thang đo dòng điện, thì đồng hồ đo sẽ hư hỏng.

- **Độ mở rộng thang đo.** Là thuật ngữ được sử dụng chỉ sự chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của một thang đo. Đối với giá trị đo của đồng hồ ở mức nhỏ nhất là 10mA và 100mA ở mức cao nhất, thì độ mở rộng của thang đo là $100\text{mA} - 10\text{mA} = 90\text{mA}$. Một đồng hồ đo điện áp có mức 0V ở giữa, với + 10V một bên và - 10V ở phía khác, sẽ có độ mở rộng thang đo là 20V.

- **Giới hạn về công suất.** Mỗi thiết bị đo đều có khả năng xử lý công suất lớn nhất, nên công suất của tín hiệu vào không được vượt quá giới hạn công suất đo. Công suất vượt quá có thể làm hỏng đồng hồ đo hay mạch khuếch đại bên trong đồng hồ đo.

- **Giới hạn về tần số.** Phần lớn cơ cấu động ở đồng hồ đo tương tự có vai trò như một điện cảm mắc nối tiếp và do vậy sẽ suy giảm ở dải tần số cao. Trong các thiết bị đo sử dụng các mạch chỉnh lưu và các mạch khuếch đại, các điện dung của tiếp giáp được cho là một hạn chế đối với tín hiệu đo ở dải tần số cao.

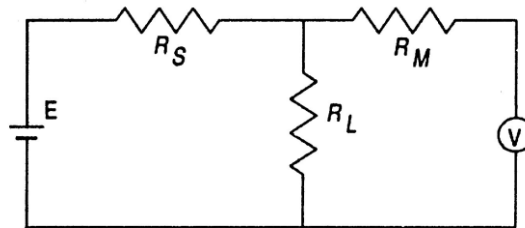
Cơ cấu đo điện động có thể chỉ được sử dụng để đo tín hiệu có tần số lên đến 1000Hz (do điện cảm nối tiếp), các cơ cấu đo từ điện (có bộ chỉnh lưu) có thể sử dụng để đo tín hiệu có tần số lên đến 10 000Hz, millivoltmeter xoay chiều có thể đo các tín hiệu có tần số lên đến một vài MHz. Các hạn chế tần số khác có thể gây ra do các điện dung song song. Máy hiện sóng có thể sử dụng để đo các tín hiệu có tần số ở dải megahertz, nhưng giá thành sẽ tăng khi cần độ rộng băng tần cao hơn. Máy hiện sóng không sử dụng cuộn dây và hệ thống chỉ thị kim, do vậy ảnh hưởng bất lợi ở phần lớn các cơ cấu đo sẽ được hạn chế và loại bỏ.

- **Giới hạn về trở kháng.** Các thiết bị đo được dùng để đo các tín hiệu *ac*, có trở kháng ra phụ thuộc vào mạch ra của transistor được sử dụng. Một máy phát tín hiệu tần số cao có thể có trở kháng là 75Ω hay 50Ω để phù hợp với trở kháng vào của hệ thống cần đo. Các thiết bị đo điện áp như voltmeter và máy hiện sóng có trở kháng vào cao. Một voltmeter tốt vừa phải có thể có trở kháng vào khoảng $20000\Omega / V$, trong khi một máy hiện sóng và đồng hồ đo số hay đồng hồ

đo điện tử có thể có trở kháng vài megohm. Thiết bị đo điện áp có trở kháng cao hơn sẽ cho độ chính xác của phép đo cao hơn, hay có ảnh hưởng quá tải ít hơn. Trở kháng của các cơ cấu đo cuộn dây động tùy thuộc vào độ nhạy của đồng hồ, còn trở kháng của máy hiện sóng kiểu ống tia phụ thuộc vào trở kháng vào của bộ khuếch đại dọc sử dụng trong máy hiện sóng.

1.7 ẢNH HƯỞNG DO QUÁ TẢI

Ảnh hưởng do quá tải có nghĩa là *sự suy giảm về trị số của thông số ở mạch cần đo khi mắc thiết bị đo vào mạch*. Thiết bị đo sẽ tiêu thụ công suất từ mạch cần đo và sẽ làm tải của mạch cần đo. Điện trở của đồng hồ đo dòng sẽ làm giảm dòng điện trong mạch cần đo. Tương tự, một voltmeter khi mắc song song với mạch có điện trở cao, thực hiện vai trò như một điện trở song song [shunt], nên sẽ làm giảm điện trở của mạch. Điều này tạo ra mức điện áp thấp trên tải đọc được trên đồng hồ đo. Do đó, đồng hồ sẽ chỉ thị mức điện áp thấp hơn so với điện áp thực, nghĩa là cần phải lấy mức điện áp cao hơn để có độ lệch đúng. Như vậy, ảnh hưởng do quá tải sẽ hạn chế độ nhạy và do đó cũng được gọi là *giới hạn độ nhạy*. Ảnh hưởng quá tải sẽ được biểu hiện ở đồng hồ đo điện áp [voltmeter] như sau.



Hình 1.1: Mạch dùng để tính ảnh hưởng do quá tải

Cho điện trở tải là R_L và nội trở của đồng hồ là R_M . Cùng với một điện trở mắc nối tiếp với tải R_L là R_S (hình 1.1). Điện áp thực tế trên R_L là V_L khi không mắc đồng hồ đo vào mạch, và V_M là điện áp trên tải khi có đồng hồ đo được tính theo phương trình (1.1) và (1.2) tương ứng.

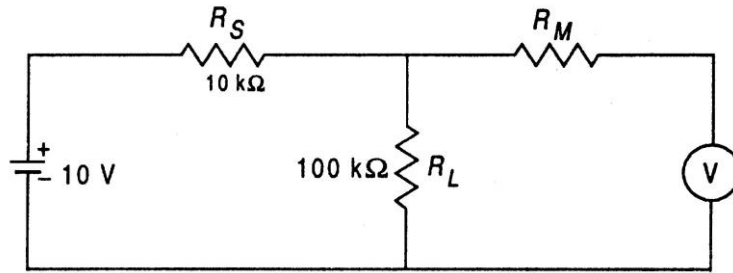
$$V_L = \frac{E \times R_L}{R_S + R_L} \quad (1.1)$$

$$V_M = \frac{E \times (R_L // R_M)}{R_S + (R_L // R_M)} \quad (1.2)$$

Ảnh hưởng quá tải tính theo phần trăm có thể tính bằng $(V_L - V_M) \times 100 / V_L$, như ở ví dụ 1.1 và 1.2.

Ví dụ 1.1: Với hai đồng hồ đo điện áp, một đồng hồ có độ nhạy là $20\,000\Omega/V$, và đồng hồ còn lại có độ nhạy là $1000\Omega/V$, đo điện áp trên R_L trong mạch ở hình 1.2, trên thang đo 10V của

đồng hồ. Tính sai số do quá tải cho cả hai đồng hồ.



Hình 1.2: Mạch dùng để tính ảnh hưởng do quá tải ở ví dụ 1.1.

Trường hợp thứ nhất:
$$R_L // R_M = \frac{100 \times 200}{300} = \frac{200}{3} \text{ k}\Omega$$

Điện áp thực tế khi chưa có đồng hồ =
$$\frac{10 \times 100}{110} = \frac{100}{11} = 9,1 \text{ V}$$

Điện áp đo được =
$$\frac{10 \times \frac{200}{3}}{10 + \frac{200}{3}} = \frac{200}{23} = 8,7 \text{ V}$$
, Vậy, sai số theo phần trăm là 4,4%

Trường hợp thứ 2: Điện áp thực tế là 9,1V (như đã tính ở trên)
$$R_L // R_M = \frac{100 \times 10}{110} = \frac{100}{11} \text{ k}\Omega$$

Điện áp đo được =
$$\frac{10 \times \frac{100}{11}}{10 + \frac{100}{11}} = \frac{100}{21} = 4,8 \text{ V}$$
, Vậy, sai số theo phần trăm là 47,3%

Ví dụ 1.1, là đối với nguồn điện áp hằng. Ví dụ 1.2, cho thấy ảnh hưởng khi nguồn cung cấp cho tải là được cung cấp từ một nguồn dòng hằng.

Ví dụ 1.2: Một nguồn dòng điện không đổi sẽ cung cấp dòng điện là 1,5mA cho tải điện trở là 100kΩ. Tính điện áp đúng và điện áp gần đúng trên tải khi sử dụng đồng hồ đo có điện trở là 1000Ω / V để đo điện áp trên thang đo 100V. Tính sai số do quá tải theo phần trăm.

Điện áp đúng = $1,5 \text{ mA} \times 100 \text{ k}\Omega = 150 \text{ V}$

Điện trở của đồng hồ đo = $100 \text{ V} \times 1000 \Omega / \text{V} = 100 \text{ k}\Omega$

Điện trở tương đương = $100 \text{ k}\Omega // 100 \text{ k}\Omega = 50 \text{ k}\Omega$

Điện áp trên điện trở 50kΩ = $1,5 \text{ mA} \times 50 \text{ k}\Omega = 75 \text{ V}$

Vây điện áp đo được	= 75V
Sai số % do quá tải	= $(150V - 75V) \times 100 / 150V = 50\%$

1.8 CAN NHIỀU Ở PHÉP ĐO.

So với tạp nhiễu bên trong được tạo ra bởi các gợn sóng của nguồn cung cấp, hay bằng sự di chuyển lớn một cách ngẫu nhiên về cả số lượng và vận tốc của các điện tử trong các cấu kiện chủ động và thụ động (gọi là nhiễu Johnson hay nhiễu trắng, nhiễu vạch), hoặc do các quá trình quá độ gây ra bởi sự giảm đột ngột thông lượng qua một điện cảm, các thiết bị đo có thể bị can nhiễu từ bên ngoài được giải thích như sau.

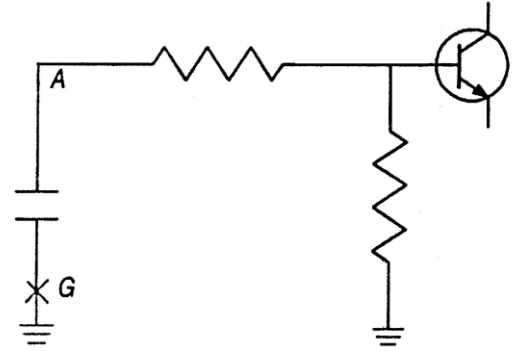
1. *Can nhiễu tần số thấp.* Khi các dây dẫn điện nguồn cung cấp chính *ac* chạy song song gần với các đầu dây tín hiệu đo, thì nhiễu mạnh *ac* (tần số 50Hz) sẽ can nhiễu vào đầu tín hiệu đo do hiệu ứng điện dung giữa các dây dẫn.

2. *Can nhiễu tần số cao.* Các tín hiệu tần số cao được tạo ra bất cứ khi nào có sự phát ra tia lửa điện ở vùng xung quanh thiết bị đo. Tia lửa điện có thể tạo ra khi chuyển mạch nguồn cung cấp, do các hệ thống đánh lửa, do các động cơ điện một chiều, do các máy hàn, do sự phóng điện hào quang (tức sự ion hoá không khí gần các mạch điện áp cao), và do hồ quang điện trong các đèn huỳnh quang. Tia chớp là các nguồn tần số cao trong tự nhiên. Phát thanh quảng bá từ các đài thu phát vô tuyến và các đài phát thanh di động công suất cao, được lắp đặt gần các thiết bị đo cũng tạo ra các tín hiệu tần số cao. Các tín hiệu cao tần đó đều có thể can nhiễu vào thiết bị đo, các tín hiệu cao tần có thể được chỉnh lưu bằng các cấu kiện bán dẫn có trong các thiết bị đo, và như vậy sẽ tác động đến các kết quả đo do điện áp không mong muốn thể hiện dưới các dạng khác nhau trong phép đo, làm cho kết quả đo sai hoàn toàn. Một số phép đo *dc* tiến hành ở các điểm đo trong mạch có cả điện áp *dc* và điện áp của các tín hiệu tần số cao. Các phép đo điện áp *dc* sẽ không chính xác nếu không lọc bỏ điện áp cao tần trước khi tín hiệu đo được chỉnh lưu trong thiết bị đo.

Các cách phòng ngừa và khắc phục ở các phép đo để loại bỏ can nhiễu cao tần.

1. Trước tiên là bao bọc có hiệu quả thiết bị đo để không bị can nhiễu ngoài trực tiếp vào thiết bị đo.
 2. Thiết bị đo phải được nối đất.
 3. Cần phải lọc các tín hiệu không mong muốn tại mạch vào, dây đo và dây nguồn cung cấp để các tín hiệu cao tần sẽ được lọc bỏ trước khi chỉnh lưu, phải có mạch chọn băng tần tín hiệu đo để loại bỏ nhiễu và can nhiễu tần số cao. Mạch nối với bộ máy cần phải đảm bảo. Mỗi hàn bị
-

nút hay thiếu kết nối, sẽ tạo ra một điện trở giữa đầu vào và đất đối với các tín hiệu tần số cao, nên điện áp cao tần sẽ xâm nhập tại đầu vào như minh họa ở hình 1.3. Tụ điện trong hình 1.3, dùng để lọc bỏ các tín hiệu cao tần, có vai trò như một ngắn mạch đối với tần số cao. Nếu tụ hở mạch, hay điểm G không kết nối với đất (do áp lực nào đó hay mối hàn bị nứt), thì tín hiệu tần số cao sẽ có tại điểm A sẽ được đưa đến đầu vào của mạch khuếch đại bằng transistor, nên sẽ được khuếch đại và chỉnh lưu (phần phi tuyến của đặc tuyến) và sẽ có tại đầu ra dưới dạng điện áp dc. Các đài phát thanh quang bá địa phương thỉnh thoảng nghe được trong ống nghe điện thoại do can nhiễu đó.



Hình 1.3: Trích dẫn tần số cao khi lọc.

4. Khi thực hiện phép đo dc tại điểm có cả điện áp dc cũng như điện áp cao tần, điện áp cao tần có thể gây ra mức dòng điện lớn chảy qua đầu que đo bởi vì đầu que đo gần như được ngắn mạch với bộ máy đối với tín hiệu cao tần thông qua ảnh hưởng điện dung, có thể làm nóng đầu que đo (thực tế này xảy ra khi đo các điện áp dc trong máy phát). Mắc nối tiếp cuộn cảm RF với đầu que đo để loại bỏ tình trạng trên.

5. Sử dụng mạch khuếch đại thuật toán ở chế độ vi sai sẽ làm giảm các tín hiệu nhiễu đồng kênh rất cơ bản, có thể loại bỏ nhiễu đồng kênh lên đến mức 100dB. (Nếu mặc dù đã có các dự phòng nhiễu cao tần trên, hư hỏng hệ thống có thể từ tầng này đến tầng khác, thì nguyên nhân có thể là vỏ bảo vệ, nối đất, mạch lọc và cuộn cảm cao tần, cần phải kiểm tra kỹ các vấn đề đó).

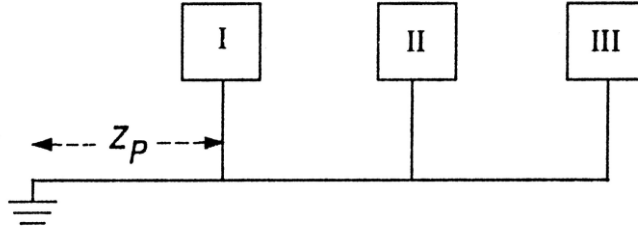
1.9 VỎ BẢO VỆ.

Vỏ bảo vệ là lớp chặn bằng vật liệu dẫn điện được lắp ở phần có tín hiệu nhiễu. Hiệu quả của lớp bảo vệ tùy thuộc vào: (i) kiểu lớp bảo vệ, (ii) các đặc tính của vật liệu làm lớp bảo vệ và (iii) độ hở của lớp bảo vệ.

Trường nhiều có thể là điện trường hoặc từ trường. Các lớp bảo vệ bằng từ tính sử dụng vật liệu sắt từ như sắt. Các lớp bảo vệ tĩnh điện sử dụng vật liệu dẫn điện không nhiễm từ như nhôm. Các vật liệu dẫn điện có đặc tính điện môi kém nên sẽ hấp thụ các nhiễu do điện trường tĩnh. Ngoài việc hấp thụ, nhiễu cũng sẽ giảm do sự phản xạ của điện trường khỏi lớp bảo vệ. Độ hấp thụ nhiễu tỷ lệ với độ dày của vật liệu. Sự phản xạ sẽ xảy ra khi có gián đoạn trở kháng đặc trưng giữa lớp bảo vệ và môi trường xung quanh lớp bảo vệ.

1.10 NỐI ĐẤT

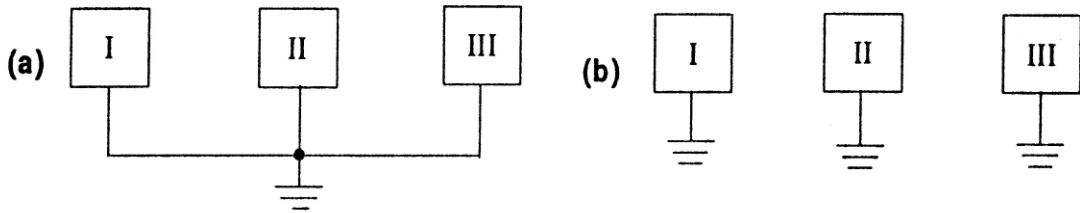
Có đường dẫn trở lại mức đất trên bảng mạch in, thường là đường mạch rộng và có điện trở rất thấp. Dây tín hiệu cần phải được đặt gần với đường nối đất để giảm ảnh hưởng điện cảm. Đường mức đất trên mạch bảng mạch sẽ được nối với đường đất hiệu dụng.



Hình 1.4: Nối đất sai.

Mức đất, như mạch ở hình 1.4, là không đúng, bởi vì điện áp được bộc lộ trên chiều dài Z_p do phần tử II sẽ được nối trở lại phần tử I. Ảnh hưởng sẽ xấu nếu phần tử I có độ nhạy cao, hoặc nếu phần tử II là thiết bị công suất lớn.

Các cách nối đất như mạch ở hình 1.5a, và 1.5b, là thích hợp, nhất là đối với tín hiệu có tần số trên 10MHz, nếu chú ý chọn để tránh việc hình thành các vòng đất.



Hình 1.5: Nối đất đúng.

1.11 SO SÁNH THIẾT BỊ ĐO TƯƠNG TỰ VÀ THIẾT BỊ ĐO SỐ.

Các thiết bị đo tương tự sử dụng độ lệch của kim chỉ thị do tương tác giữa dòng điện và từ trường, hoặc giữa hai từ trường. Đa số các bộ phận cơ cấu động đều có ma sát, nên có nhiều hạn chế (như giới hạn tần số cao, độ nhạy, sai số do quá tải) và các sai số. Trong các đồng hồ đo số, không liên quan đến sự làm lệch, số chỉ thị được đọc ở bộ hiển thị (hiển thị bằng tinh thể lỏng hay bằng LED), nên các đồng hồ đo số không có các sai số như của các đồng hồ đo tương tự.

Các ưu điểm của thiết bị đo số so với các loại đồng hồ đo tương tự như sau.

a) Ưu điểm của đồng hồ đo số so với đồng hồ đo tương tự.

1. Độ chính xác cao (thông dụng là 0,0005% hay 5ppm)
2. Độ rõ cao (khi số lượng đo được thể hiện bằng chữ số, nên sẽ không thay đổi giá trị của nó (điển hình là 1ppm).
3. Độ phân giải tốt hơn (tình trạng không rõ ràng chỉ bị giới hạn nhiều nhất là một chữ số).

4. Không có sai số do thị sai.
5. Không có sai số do đọc. Không có sai số trong việc chuyển đổi số liệu đo.
6. Trở kháng vào rất cao (điển hình là $10M\Omega$ và điện dung vào thấp là $40pF$) và vì vậy sai số do quá tải không đáng kể.
7. Trở kháng vào hầu như không thay đổi trên tất cả các thang đo.
8. Sự định chuẩn từ các nguồn mẫu bên trong đồng hồ là hoàn toàn ổn định.
9. Không có sai số do dạng sóng tín hiệu.
10. Hiển thị cực tính tự động, có khả năng tự động chỉnh 0 và tự động chuyển thang đo. Các thang đo thay đổi theo các nấc thập phân thay vì thang đo $\sqrt{10}$, nên có số lượng thang đo ít hơn, khả năng mở rộng thang đo lớn hơn.
11. Có khả năng xử lý số đo bằng máy tính. Các số liệu đo có thể được lưu trữ và truy xuất bất kỳ lúc nào.
12. Có khả năng xử lý các tín hiệu đo ở dải tần số rộng hơn.
13. Thao tác đo đơn giản, chỉ cần ấn nút ấn để thiết lập lại tự động chính xác thiết bị đo cho các số liệu đo mới.
14. Có khả năng kết hợp nhiều thiết bị đo vào một thiết bị bằng kỹ thuật số. Có thể lập trình phép đo dễ dàng.
15. Thiết bị đo gọn và kết cấu chắc chắn hơn.

b) Các nhược điểm của đồng hồ đo số.

1. Cần phải có nguồn cung cấp do sử dụng các vi mạch (IC).
2. Các đại lượng thay đổi chậm, như khi nạp tụ không thể quan sát được. Các đồng hồ tương tự có thể quan sát các biến thiên như khi đo thử tụ điện phân.
3. Khi đo thử diode không thể thực hiện như cách thông thường, nên có bổ sung mạch chuyên dụng dành riêng cho mục đích đo thử diode ở một số đồng hồ đo số (tức chức năng đo mức sụt áp trên tiếp giáp pn).
4. Giá thành cao, nhưng giá thành sẽ giảm xuống theo sự phát triển của công nghệ chế tạo các IC mới.

Vẫn còn nhiều tranh luận giữa các lợi thế của thiết bị đo tương tự so với các hiển thị số. Tuy nhiên, các ưu điểm của thiết bị đo số có phần được chú trọng hơn các loại thiết bị đo tương tự, nên thiết bị đo số ngày càng trở nên thông dụng hơn, nhất là khi giá thành của thiết bị đo số giảm xuống. Trong các hệ thống đo rất phức tạp, cơ cấu đo tương tự chỉ thị kim có thể thể hiện

bằng hình vẽ trên máy tính ngoài hiển thị số.

1.12 CHỌN KHOẢNG ĐO TỰ ĐỘNG VÀ ĐO TỰ ĐỘNG

Khoảng đo tự động sẽ định vị dấu chấm thập phân một cách tự động để nhận được độ phân giải tối ưu. Nếu số chỉ thị dưới 200, thiết bị đo số 3 ½ - chữ số sẽ tự động được chuyển mạch đến thang đo có độ nhạy cao hơn, còn nếu giá trị hiển thị cao hơn 1999, thì thang đo có độ nhạy ít hơn tiếp theo sẽ được chọn. Bộ đếm và bộ giải mã sẽ thay đổi vị trí dấu chấm thập phân khi yêu cầu khoảng đo tự động.

Một đồng hồ đo tự động hoàn toàn chỉ cần tín hiệu cần đo có tại hai đầu vào của đồng hồ đo và điều chỉnh để đo thông số nào, còn sau đó toàn bộ các tiến trình đo (chính 0, chỉ thị cực tính, thang đo, hiển thị) sẽ được tiến hành tự động.

Đối với các thiết bị đo tinh vi, khuynh hướng là kết hợp nhiều thiết bị đo vào một thiết bị. Ví dụ, bộ giám sát thông tin có các thiết bị đo như sau:

Máy tạo tín hiệu RF	Máy tạo tín hiệu AF
Đồng hồ đo công suất RF	Voltmeter số
Đồng hồ đo công suất AF	Đồng hồ đo độ nhạy
Đồng hồ đo hệ số méo dạng	Bộ đếm tần số
Máy phân tích phổ	Máy hiện sóng nhớ số

Bất kỳ thiết bị đo nào trong số các thiết bị đo trên có thể hình thành hoạt động theo lập trình. Chế độ làm việc đã được chọn, thiết bị đo sẽ được chọn, loại phép đo yêu cầu đã được lập trình theo lệnh, nên tín hiệu ra sẽ được hiển thị hay được in, toàn bộ được điều khiển bằng bàn phím. Phép đo theo chương trình trên máy tính cũng gọi là đo tự động.

1.13 ĐO TRONG MẠCH (ICT)

Việc đo thử trong mạch có thể đo thử IC mức độ nhỏ hay trung bình mà không cần tháo IC ra khỏi mạch. Điểm mấu chốt của ICT là giao diện BON. Các đầu kẹp là các đầu que đo ở bộ giao tiếp sẽ được bật để gắn được tải, nối chắc chắn đến điểm cần đo thử. Chương trình đo thử tự động sẽ cung cấp dữ liệu vào để đo thử linh kiện. Ví dụ, để đo thử một IC, bộ đo thử trong mạch sẽ truy xuất bảng trạng thái cho IC từ RAM của thiết bị đo thử tự động (ATE), và sẽ so sánh với dữ liệu ra của IC cần đo thử với bảng trạng thái chính xác.

1.14 KỸ THUẬT ĐO ĐIỆN TỬ

Phép đo cần phải được thực hiện một cách cẩn thận và sự thể hiện các số liệu đo phải phù hợp sau khi đã có tính toán đến các giới hạn về độ nhạy, độ chính xác và khả năng của thiết bị đo.

Đôi khi số đo có thể đúng nhưng nếu thể hiện kết quả sai, người ta có thể hiểu mạch đang tốt là có sai hỏng và ngược lại. Hơn nữa, việc sử dụng thiết bị đo sai có thể tạo ra các nguy hiểm cho sự an toàn của người đo và thiết bị đo. Các kỹ thuật đo sau đây cần phải tuân theo khi đo thử hay thực hiện các phép đo trong việc chẩn đoán hư hỏng, sửa chữa và bảo dưỡng các thiết bị điện tử.

1. Nối thiết bị đến nguồn điện lưới, tốt hơn hết là thông qua đầu nối ba chân, và thực hiện bật nguồn cho hệ thống theo trình tự sau:

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

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

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

4. Chọn thang đo phù hợp theo tham số cần đo, tùy theo giá trị đo yêu cầu. Nếu không biết giá trị đo yêu cầu, thì hãy chọn thang đo cao nhất và sau đó giảm dần thang đo cho phù hợp, để tránh cho thiết bị đo bị quá tải và bị hư hỏng. Thang đo được chọn cuối cùng sẽ cho kết quả đo gần với độ lệch lớn nhất có thể có đối với phép đo điện áp và dòng điện, và gần mức trung bình đối với phép đo điện trở, để có độ chính xác tối ưu đối với hệ thống đo.

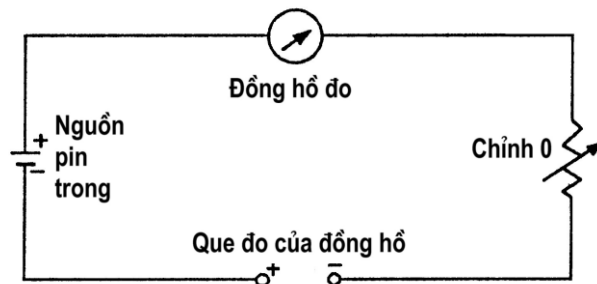
5. Khi giá trị đo bằng 0, thì đồng hồ đo cần phải chỉ thị bằng 0, nếu không thì cần phải được chỉnh 0 phù hợp.

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

7. Điểm quan trọng là kết nối phép đo tại các điểm đo thử: các hãng chế tạo thiết bị thường quy định các điểm đo thử tại các vị trí thuận tiện trên bảng mạch in. Điện trở, mức điện áp dc , mức điện áp tín hiệu và các dạng sóng của tín hiệu sẽ được quy định cho mỗi điểm đo thử. (điểm đo thử thường là chốt lắp đứng trên bảng mạch in). Các điểm đo thử có các mạch đệm tốt nhất để tránh nguy hiểm quá tải cho mạch cần đo. Các điểm đo thử được thiết kế bởi các nhà chuyên

môn có kinh nghiệm, khi cần khảo sát thiết bị, không được bỏ qua các điểm đo thử trong quá trình sửa chữa.

8. Thông thường các đầu que đo mang dấu dương và âm đối với các phép đo điện áp và dòng điện trong mạch. Nguồn pin bên trong đồng hồ đo sẽ có cực tính ngược lại, tức là đầu que đo âm của nguồn pin trong đồng hồ đo sẽ được nối đầu que được đánh dấu dương (que đo màu đen) và ngược lại, như thể hiện ở hình 1.6. Thực tế này cần phải nhớ khi đo thử các diode, các tụ điện phân, các transistor và các vi mạch.



Hình 1.6: Thể hiện cực tính ghi trên các que đo của đồng hồ và cực tính của nguồn pin trong

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

- Khi đo các điện áp dc , phép đo cần phải được thực hiện ngay tại các linh kiện thực tế, và đối với vi mạch đo trực tiếp trên các chân.
- Sử dụng đầu kẹp đo thử IC để thực hiện các phép đo trên các chân của IC.
- Khi cần đo tín hiệu trên mạch in trong bảng mạch, nên kẹp đầu đo trên chân của cấu kiện điện tử được nối với đường mạch in.
- Khi thực hiện các phép đo trên bảng mạch, cần phải đảm bảo rằng các IC không bị điện tích tĩnh do thiết bị đo.
- Khi kiểm tra hờ mạch, hãy tháo một đầu của cấu kiện điện tử rồi thực hiện phép đo. Nếu cấu kiện không được tháo một đầu, thì các cấu kiện khác mắc song song với cấu kiện nghi ngờ sẽ chỉ thị không đáng tin cậy. Có thể kiểm tra cấu kiện nghi ngờ bằng cầu đo. . .

Khi tháo mỗi hàn ra khỏi bảng mạch in là khó khăn thì có thể cắt đường mạch in liên quan, do dễ dàng hàn lại vết cắt hơn so với việc tháo mỗi hàn cấu kiện để đo rồi hàn lại, nhưng khi hàn lại vết cắt, cần đề phòng mỗi hàn bị nứt không xảy ra.

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

10. Cần phải tuân theo các lưu ý về an toàn để đảm bảo an toàn cho người đo và thiết bị đo.
11. Cần phải tuân theo các chỉ dẫn từ hướng dẫn sử dụng thiết bị đo thử, cũng như trình tự đo thử.
12. Cần phải nghiên cứu kỹ cách vận hành thiết bị đo để thực hiện phép đo và cần phải tuân theo tất cả các điểm lưu ý đã được đề cập.

TÓM TẮT NỘI DUNG CHƯƠNG 1.

Các thiết bị đo dùng để xác định giá trị thông số của một thiết bị hay hệ thống điện tử. Các thuật ngữ độ chính xác, độ rõ, độ phân giải và độ nhạy dùng để quy định một thiết bị đo.

Có thể có các kiểu sai số khác nhau kèm theo trong các kết quả đo là các sai số thô, các sai số hệ thống và các sai số ngẫu nhiên.

Thiết bị đo có thể có giới hạn về thang đo, độ nhạy, tần số, trở kháng, ảnh hưởng do quá tải và già hoá.

Thiết bị đo có thể bị can nhiễu từ bên ngoài do không nối đất thiết bị đo, hay do không lọc tín hiệu tần số cao.

Ở các đồng hồ đo kiểu tương tự, do trọng lượng, sự cân bằng và ma sát của cơ cấu đo kiểu độ lệch nên có hạn chế về tần số, hạn chế về độ nhạy và các sai số khác. Đối với các thiết bị đo kiểu số, do không sử dụng cơ cấu đo kiểu độ lệch, nên sẽ có độ chính xác cao, độ rõ cao, độ phân giải tốt hơn, không có sai số do đọc, không có sai số do dạng sóng và ảnh hưởng do quá tải không đáng kể. Ngoài ra còn có các ưu điểm khác về thang đo và xử lý tính toán kết quả đo tự động ở đồng hồ đo số.

Để đo các thông số một cách chính xác, cần phải tuân theo các lưu ý như trình tự đóng - mở đúng, hiệu chỉnh 0, nối đất thiết bị đo, chọn thang đo và cực tính đúng, và các lưu ý về an toàn điện thông thường.

CHƯƠNG 2: THIẾT BỊ ĐO VÀ QUAN SÁT TÍN HIỆU

Thiết bị đo và quan sát tín hiệu hay máy hiện sóng, gọi tắt là CRO [Cathode - Ray Oscilloscope], là thiết bị đo điện tử đa năng, dùng để đo thử trong các hệ thống điện tử. Máy hiện sóng sẽ hiển thị các dạng sóng của tín hiệu trên màn hình, nên có thể đo biên độ cũng như tần số của tín hiệu. Về cơ bản, máy hiện sóng dùng để đo điện áp, nhưng cũng có thể đo dòng điện, nếu dòng điện được biến đổi thành điện áp khi cho dòng điện chảy qua một điện trở cố định. Tương tự, máy hiện sóng có thể đo điện trở nếu dòng điện từ một nguồn dòng hằng được chảy qua điện trở cần đo như đối với DMM (chương 3). Máy hiện sóng hai vết có thể dùng để so sánh hai dạng sóng khác nhau, còn máy hiện sóng hai chùm tia có thể dùng để so sánh các thay đổi về pha liên quan ở hai dạng sóng. Máy hiện sóng có thể được sử dụng hiệu quả để quan sát dạng sóng thực tế trên màn hình và để định lượng dạng sóng. Máy hiện sóng có thể dùng để hiển thị đại lượng bất kỳ nếu có thể biến đổi được thành điện áp. Do máy hiện sóng là thiết bị đo đa dụng nên cũng được sử dụng trong các lĩnh vực đo và quan sát khí tượng, sinh học, y tế và công nghiệp.

2.1 NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA MÁY HIỆN SÓNG TƯƠNG TỰ

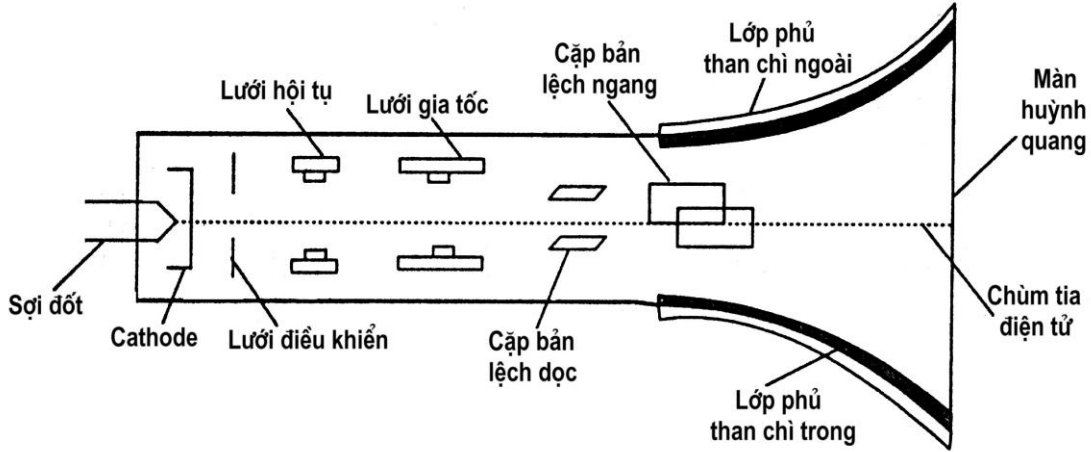
Máy hiện sóng bao gồm ống tia cathode (CRT), và các mạch làm lệch để hiển thị dạng sóng. Nguyên lý hoạt động của ống tia cathode và các mạch làm lệch được giải thích như sau:

a) Ống tia cathode.

Bộ phận chính của máy hiện sóng là ống tia cathode, đó là một đèn phát xạ điện tử do nhiệt độ cao bao gồm một súng điện tử, các bản làm lệch và màn hình huỳnh quang. Tất cả được bọc trong vỏ bằng thủy tinh, rút chân không như ở hình 2.1.

Súng điện tử gồm cathode được làm bằng Vonfram sẽ được đốt nóng để phát xạ các điện tử. Sự di chuyển của các điện tử được điều khiển bởi lưới điều khiển có điện áp âm hơn so với cathode. Các điện tử di chuyển qua các điện trường tạo ra bởi các lưới hội tụ và lưới gia tốc, để tạo thành tia hội tụ sắc nét. Chùm tia điện tử năng lượng cao sẽ đập vào màn hình huỳnh quang, nên sẽ làm cho các phần tử phosphor loé sáng. Ở phần loe của ống thủy tinh, có phủ lớp than chì cả hai bên lớp vỏ thủy tinh. Lớp than chì bên trong sẽ ngăn các điện tử khỏi phát xạ thứ cấp, còn lớp than phủ bên ngoài làm nhiệm vụ bảo vệ, để tránh sự bức xạ nhiễu tín hiệu quét. Một lớp nhôm mỏng cũng được đặt gần sát màn hình để chặn các ion dịch chuyển khỏi sự va chạm màn hình huỳnh quang và cũng dùng để phản xạ ánh sáng trở lại phía màn hình nhằm cải thiện độ

phát sáng của tia sáng. Ống tia cần phải có điện áp vài kV (gọi là đại cao áp hay điện thế EHT) đặt vào lớp phủ than chì bên trong. Các lưới khác sẽ lấy các mức điện áp dc thích hợp từ điện áp cao thông qua mạch phân áp.



Hình 2.1: Cấu tạo của ống tia cathode (CRT) của máy hiện sóng thông dụng.

Sự làm lệch tia theo chiều ngang có được bằng cách sử dụng tín hiệu răng cưa. Sự làm lệch tia theo chiều dọc nhờ tín hiệu cần quan sát. Các mạch điều khiển độ lệch tia ở máy hiện sóng (ngoài ống tia), sử dụng các transistor nên yêu cầu các mức điện áp dc thấp để hoạt động.

b) Làm lệch chùm tia.

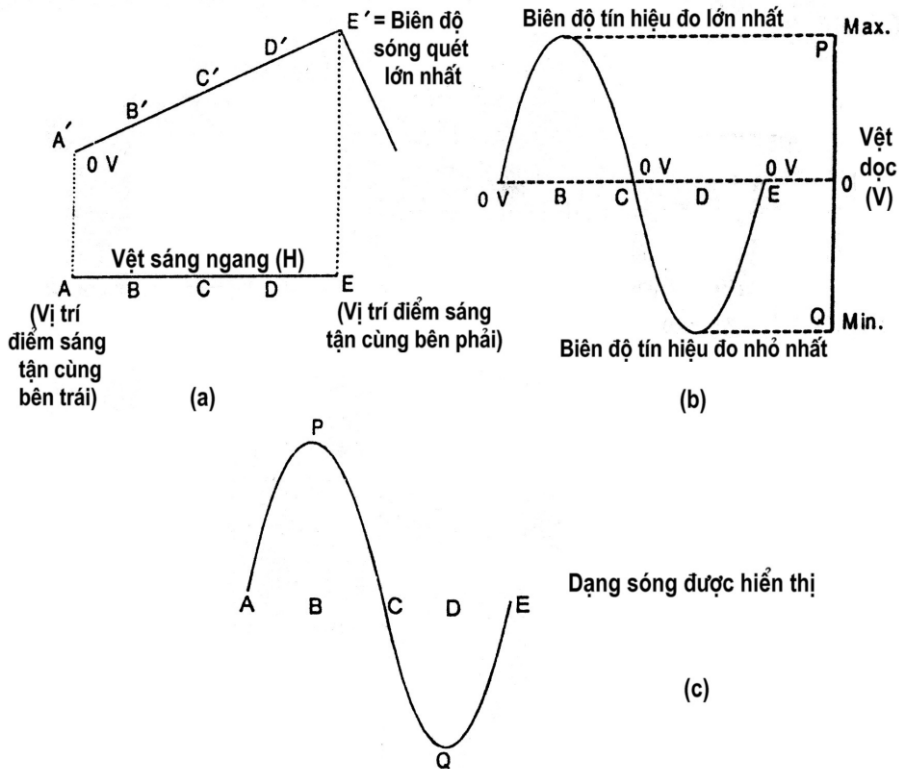
Nguyên lý hoạt động của bộ gốc thời gian (làm lệch ngang). Chùm tia sẽ được làm lệch theo chiều ngang bằng cách áp đặt một điện áp răng cưa (như ở hình 2.2a), lên cặp bản lệch (gọi là cặp bản lệch ngang) theo kiểu làm lệch tĩnh điện. Khi không có điện áp tín hiệu lên hai bản lệch (điểm A' của tín hiệu răng cưa ở hình vẽ), điểm sáng do tia tạo ra tại điểm bắt đầu A trên màn hình. Khi mức điện áp của bản lệch bên phải tăng dần so với bản lệch bên trái, thì điểm sáng sẽ di chuyển về bên phải nên lần lượt qua đến các điểm B, C, D và E trên màn hình, tương ứng với mức điện áp răng cưa B', C', D' và E'. Sau đó điện áp răng cưa sẽ trở về lại mức 0 nên điểm sáng sẽ trở lại điểm A ban đầu.

Sự làm lệch dọc. Cặp bản lệch thứ hai gọi là cặp bản làm lệch dọc. Tín hiệu vào cần đo sẽ được đặt vào cặp bản lệch dọc sau khi đã được khuếch đại. Do ảnh hưởng của mức điện áp lệch dọc mà chùm tia điện tử sẽ bị lệch theo chiều dọc trong khoảng P và Q, như ở hình 2.2b.

Như vậy, chùm tia sẽ chịu hai sự làm lệch ngang và dọc đồng thời, nên ảnh hưởng hợp thành là tái tạo lại tín hiệu có biên độ thay đổi theo thời gian, như thể hiện ở hình 2.2c. Khi sự làm lệch theo chiều ngang điều khiển điểm sáng từ A đến B, thì làm lệch dọc sẽ kéo điểm sáng đến P,

nên sau khoảng thời gian AB, điểm sáng không phải tại B mà là tại P. Tương tự, sau khoảng thời gian AC điểm sáng là tại C; sau khoảng thời gian AD, điểm sáng là tại Q, và sau khoảng thời gian AE, điểm phát sáng là tại E, v. v. . . . Do vậy, các phần tử phát quang APCQE sẽ lần lượt phát sáng và hiển thị dạng sóng vào. Ô lưới khắc độ trên mặt máy hiện sóng sẽ cho phép đo khoảng thời gian trên trục ngang (X), và biên độ trên trục dọc (Y).

Xoá tia quét ngược hay tia quay về.



Hình 2.2: Hiển thị dạng sóng do sự làm lệch theo chiều ngang và dọc.

Tín hiệu răng cưa giảm rất nhanh từ giá trị lớn nhất về 0, gọi là tia quay về, hay tia quét ngược. Tín hiệu quét ngược sẽ không được nhìn thấy trên màn hình, nếu không thì dạng sóng được hiển thị sẽ trở nên méo dạng lớn. Do đó trong suốt khoảng thời gian quét ngược, ống tia sẽ được giữ ở trạng thái ngưng phát sáng, gọi là xoá tia, bằng cách cung cấp mức điện áp âm cho lưới điều khiển so với cathode.

c) Đồng bộ.

Đồng bộ được sử dụng để thể hiện quá trình làm cho dạng sóng ổn định. Dạng sóng sẽ ổn định nếu tín hiệu quét bắt đầu tại giá trị 0 của tín hiệu vào. Giả sử thời gian quét thể hiện 5 chu kỳ của tín hiệu vào, tiếp theo sau khi quét ngược, vệt sáng sẽ phải bắt đầu với điểm đầu là chu kỳ thứ 6 của tín hiệu vào. Điều này có thể thực hiện hoặc bằng sự kích khởi bộ tạo dao động quét một trạng thái bền liên tục với một xung từ tín hiệu vào, hoặc bằng một tín hiệu ngoài bất kỳ,