

CHƯƠNG 14.

ĐO VÀ GHI CÁC ĐẠI LƯỢNG BIẾN THIÊN (4 LT)

14.1. Cơ sở chung, ý nghĩa và phân loại.

Để quan sát, ghi lại một quá trình công nghệ trong sản xuất, trong nghiên cứu khoa học hay trong thực nghiệm cũng như trong y tế... thông thường không chỉ đo các đại lượng vật lý khác nhau mà còn ghi lại quá trình thay đổi theo thời gian của giá trị của các đại lượng đó. Để thực hiện nhiệm vụ đó người ta sử dụng các dụng cụ tự ghi khác nhau.

Tùy theo kết quả ghi được của các đại lượng cần đo mà có thể xác định các giá trị tức thời cũng như mức độ thay đổi của đại lượng đo, và từ đó mà xác định được mối quan hệ hàm giữa các đại lượng đo v.v...

Có nhiều loại dụng cụ tự ghi, ta có thể phân loại chúng tùy thuộc vào các chỉ tiêu khác nhau:

- **Tùy thuộc vào cấu tạo:** có thể chia thành loại dụng cụ tự ghi một kênh hay nhiều kênh:

- Loại dụng cụ một kênh: là loại chỉ có một bút ghi duy nhất. Ở đầu vào chỉ có một đại lượng đo duy nhất. Ví dụ: các điện thế kế một kênh, dao động kí điện tử một tia...
- Loại dụng cụ nhiều kênh: là loại cùng một lúc phục vụ nhiều đại lượng đo có nhiều bút ghi. Ví dụ: dao động kí ánh sáng nhiều kênh, dao động kí điện tử nhiều tia...

- **Tùy thuộc vào hình thức ghi:** có thể phân biệt thành dụng cụ tự ghi trên băng giấy, băng từ hay in số...

- **Tùy thuộc vào sơ đồ cấu trúc:** có thể phân thành 2 nhóm:

- Dụng cụ đo biến đổi thẳng: là các loại dụng cụ có cấu trúc thực hiện theo các phương pháp biến đổi thẳng
- Dụng cụ đo biến đổi kiểu bù: là các loại dụng cụ có cấu trúc thực hiện theo các phương pháp so sánh.

Dụng cụ tự ghi thường được sử dụng để ghi lại các tín hiệu thay đổi theo thời gian. Cũng có thể là loại dụng cụ tự ghi hai tọa độ cho phép ghi lại quan hệ hàm giữa hai đại lượng điện phụ thuộc nhau.

Về mặt tần số tín hiệu, tùy thuộc vào cấu trúc và nguyên lý của dụng cụ đo mà có thể phục vụ các loại tín hiệu có tần số khác nhau.

- Loại dụng cụ tự ghi cơ điện thông thường: tín hiệu vào thường có tần số trong khoảng $0 \div 150$ Hz.
- Loại dao động kí ánh sáng: tần số của tín hiệu đo có thể đến 25 kHz.
- Loại tự ghi bằng băng từ, đĩa từ: tần số của tín hiệu đo có thể đạt đến hàng chục MHz.
- Loại dao động kí điện tử: có thể sử dụng chỉ tín hiệu có tần số đến 10GHz.

Các loại thiết bị tự ghi và quan sát ngày nay được cài đặt μP để điều chỉnh

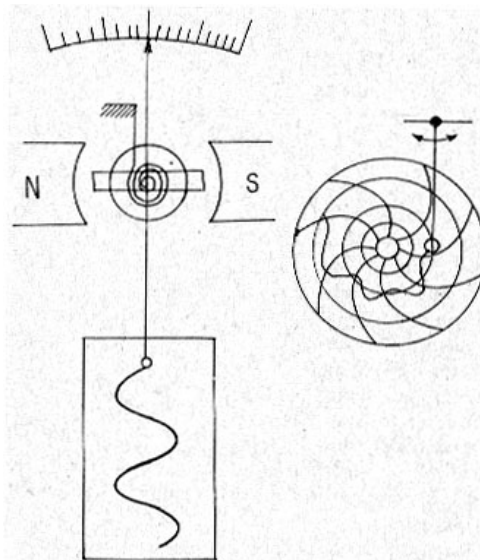
quá trình đo. Các dao động ký điện tử số ra đời cho phép ta không chỉ quan sát một lúc nhiều tín hiệu mà còn cho ta biết cả số chỉ về độ lớn và các thông số khác của tín hiệu nữa.

14.2. Dụng cụ tự ghi trực tiếp.

Là loại dụng cụ đo cơ điện theo phương pháp biến đổi thẳng dựa trên các cơ cấu chỉ thị từ điện hay sắt điện động. Ở đây kim chỉ được gắn với thiết bị ghi (bút ghi) để ghi lại sự thay đổi của tín hiệu theo thời gian. Bút ghi có thể là mực, chì hay bằng phương pháp nhiệt đốt cháy giấy nền...

Cơ cấu chỉ thị thường được sử dụng trong dụng cụ tự ghi phải có mômen quay đủ lớn để thắng được lực ma sát của bút ghi trên giấy. Do vậy thường sử dụng cơ cấu từ điện và sắt điện động vì hai loại cơ cấu này có thể tạo được mômen quay lớn nhờ mạch từ, mômen quay cỡ $0,5 \div 1,0 \text{ Nm}$.

Xét một dụng cụ tự ghi sử dụng cơ cấu chỉ thị từ điện có sơ đồ nguyên lý như hình 14.1:



Hình 14.1. Sơ đồ nguyên lý của dụng cụ tự ghi sử dụng cơ cấu chỉ thị từ điện

Nam châm vĩnh cửu thường phải tạo ra được độ từ cảm tương đối lớn so với dụng cụ từ điện kim chỉ bình thường. Ngoài bút ghi lên băng giấy hay đĩa giấy còn có thể chỉ thị lên bảng khắc độ nhờ một kim chỉ nối liền với bút ghi.

Cơ cấu chỉ thị từ điện thường được sử dụng để chế tạo các loại dụng cụ tự ghi như ampemét, vônmet một chiều. Ngoài ra lôgômet từ điện chỉnh lưu có thể sử dụng để chế tạo tần số kế.

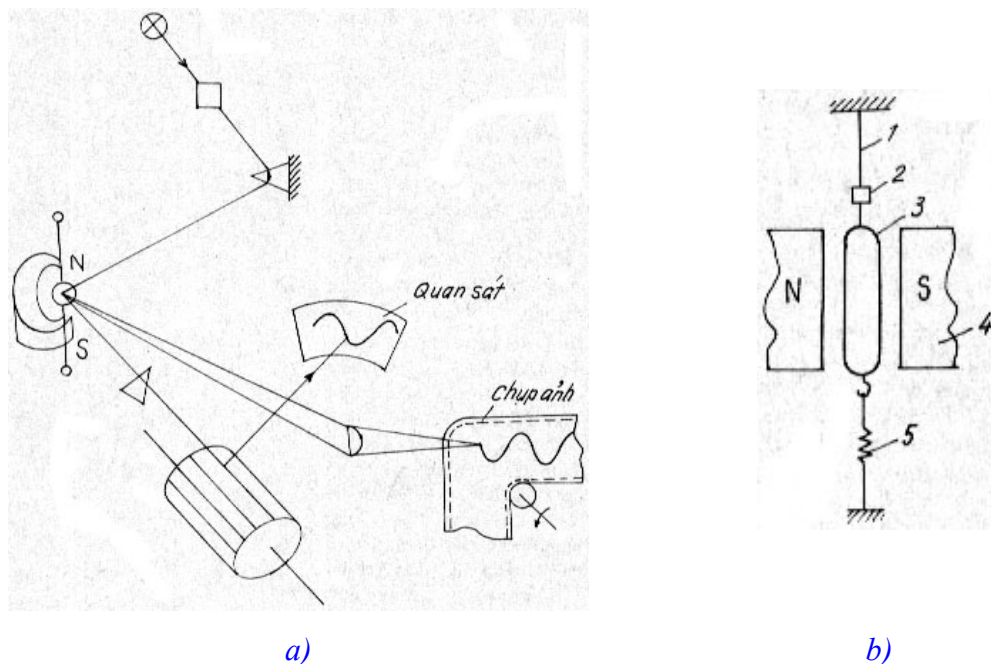
Cơ cấu chỉ thị sắt điện động thường ứng dụng để chế tạo dụng cụ tự ghi các tín hiệu xoay chiều như vônmet, ampemét, watmét, fazomet (hay $\cos\varphi$ mét) mà không sử dụng trong mạch một chiều để tránh hiện tượng từ dư gây ra sai số. Cấp chính xác của dụng cụ sắt điện động cỡ $1,5 \div 2,5$. Tần số làm việc từ $0 \div 150 \text{ Hz}$ (nhưng thường dùng cho loại tín hiệu có tần số thấp không quá 1 Hz). Để loại trừ sai số phi tuyến trong dụng cụ tự ghi sắt điện động thì cần phải tính toán và hiệu chỉnh mạch từ để có thể bù được sai số đó.

14.3. Dao động ký ánh sáng (optical oscilloscope, optical oscillograph).

14.3.1. Nguyên lý hoạt động, cấu tạo:

Dao động ký ánh sáng là loại dao động ký dùng tia sáng in lên màn hình hay in lên giấy ảnh để quan sát và ghi lại các tín hiệu điện thay đổi theo thời gian. Đa số các loại dao động ký ánh sáng sử dụng phương pháp chụp ảnh lên giấy ảnh, hiện hình sau vài phút. Bộ phận quan trọng nhất tiếp nhận tín hiệu đó là một cơ cấu chỉ thị từ điện có cấu tạo đặc biệt được gọi là *cơ cấu dao động*.

Về cấu tạo của cơ cấu dao động đã được đề cập ở chương 5 (mục 5.2.4). Thường một dao động ký ánh sáng có chứa từ 3÷50 cơ cấu dao động như vậy. Nó cho phép cùng một lúc quan sát và ghi lại nhiều quá trình khác nhau.



a)

b)

Hình 14.2: Dao động ký ánh sáng:

a) Sơ đồ cấu tạo của dao động ký ánh sáng

b) Cấu tạo của cơ cấu dao động

Tần số cực đại của tín hiệu đo có thể đạt đến 25kHz. Khi có tín hiệu đo đi vào cơ cấu dao động sẽ làm cho phần động của cơ cấu dao động theo tần số của tín hiệu cần đo \Rightarrow làm cho tia sáng phản chiếu qua tấm gương nhỏ gắn vào phần động dao động trên bề mặt băng giấy ảnh đang chuyển động và chụp lại quá trình thay đổi đó. Kết quả ta nhận được đường cong phụ thuộc thời gian.

Đồng thời việc quan sát đường cong được thực hiện bằng những cơ cấu khác: tia sáng qua thấu kính \Rightarrow đập vào một “trống gương” quay hình trụ tạo ra tia sáng phản chiếu \Rightarrow tia sáng phản chiếu lên mặt kính mờ và ta quan sát được dạng của đường cong phụ thuộc thời gian.

14.3.2. Cơ cấu dao động:

Cấu tạo: cơ cấu dao động dựa trên cơ cấu chỉ thị từ điện (H.14.2b) có cấu tạo như sau: khung dao động 3 (dài $\approx 10\div 15\text{mm}$, rộng $\approx 0,3\div 0,4\text{mm}$) đặt vào giữa khe hở của nam châm vĩnh cửu 4 và được treo trên dây treo 1 có gắn với gương phản chiếu 2 (có kích thước $\approx 0,5 \times 0,8\text{mm}$).

Nguyên lý hoạt động: khi có dòng chạy qua khung dây sẽ phát sinh mômen quay. Góc quay α thường rất nhỏ (chỉ vài độ) cho nên có thể coi $\cos\alpha \approx 1$.
Giả sử dòng điện i đi vào khung là: $i = I_m \sin\omega t$ thì mômen quay tức thời sẽ là:

$$M_q(t) = B.S.W.I_m \sin\omega t$$

như vậy phương trình chuyển động của phần động có dạng:

$$J \frac{d^2\alpha}{dt^2} + P \frac{d\alpha}{dt} + D\alpha = B.S.W.I_m \sin\omega t$$

với: J - mômen quán tính ; P - hệ số cản dộ ; D - mômen cản riêng
Giải phương trình vi phân trên có được góc quay của phần động là:

$$\alpha = \frac{\alpha_m}{\sqrt{(1-q^2)^2 + 4\beta^2 q^2}} \cdot \sin\left(qt - \arctg \frac{2\beta q}{1-q^2}\right)$$

với: α_m : góc lệch cực đại: $\alpha_m = \frac{B.S.W.I_m}{D} = k.I_m$

$q = \frac{\omega}{\omega_0} = \omega \sqrt{\frac{J}{D}}$, với ω là tần số của dòng điện, ω_0 là tần số dao động riêng của phần động

β : bậc suy giảm của dao động của phần động.

Như vậy ở chế độ xác lập phần động sẽ thực hiện một dao động có các tính chất:

- **Biên độ:** phụ thuộc vào β và q . So với dòng điện cần đo i , dao động của phần động gấp phải sai số tương đối về biên độ là:

$$\alpha\% = \left[\frac{k}{\sqrt{(1-q^2)^2 + 4\beta^2 q^2}} - 1 \right] \cdot 100$$

nếu chế tạo sao cho $k = 1$ thì sai số $\alpha\% \rightarrow 0$ khi $q \rightarrow 0$; sai số nhỏ nhất khi q trong khoảng $0 \div 0,5$.

- **Góc pha:** lệch pha với dòng điện cần đo i một góc φ phụ thuộc vào β và q . Sai số về góc là:

$$\varphi = \arctg \frac{2\beta q}{1-q^2}$$

Thông thường một loại cơ cấu dao động có tần số riêng ω_0 của nó. Vì vậy khi biết trước tần số của dòng điện ta có thể lựa chọn loại cơ cấu dao động có tần số riêng gần với tần số của tín hiệu cần đo để độ nhạy về dòng là cực đại. Tần số của cơ cấu dao động có thể đạt tới giá trị cực đại là $f_{\max} = 25 \text{ kHz}$.

Ví dụ : Loại cơ cấu dao động M017- 400 có tần số riêng 400Hz. Độ nhạy cực đại với độ dài tia sáng 300mm là $1,06 \cdot 10^{-4} \text{ mm/mA}$; dòng cực đại là 1 mA.

Khi cần thiết phải quan sát hay ghi lại tín hiệu có tần số lớn hơn thì phải dùng loại dao động kí có tần số lớn đó là *dao động kí điện tử* (electronic oscilloscope).

14.4. Dao động ký điện tử (electronic oscilloscope).

Dao động kí điện tử (còn gọi là máy hiện sóng điện tử) bao gồm một ống phóng tia điện tử và mạch điện tử để điều khiển và đưa tín hiệu vào. Dao động kí điện tử được sử dụng để quan sát dạng của tín hiệu đồng thời đo một số đại lượng

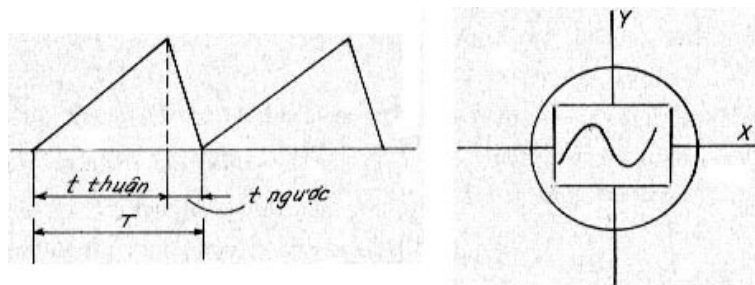
của tín hiệu.

Ống phóng tia điện tử là một đèn chân không, trong đó có các điện tử (electron) phát ra từ catốt bị nung bởi sợi đốt được tạo thành một chùm hẹp và được tăng tốc, bắn về phía màn hình quang. Màn huỳnh quang sẽ phát sáng tại những điểm có chùm tia điện tử đập vào. Chùm tia điện tử được lái theo chiều thẳng đứng Y và chiều ngang X trên màn hình nhờ các điện áp đặt vào các bản cực Y và bản cực X của ống phóng tia điện tử.

Để quan sát một tín hiệu trước tiên ta đặt tín hiệu đó lên hai bản cực Y nhưng đồng thời ở hai bản X cũng đặt vào một điện áp tạo gốc thời gian (gọi là tín hiệu quét - trigger signal, thường là xung có dạng hình răng cưa).

14.4.1. Tín hiệu quét:

Ở hình 14.3a vẽ tượng trưng màn huỳnh quang và các bản cực Y và X. Khi đặt tín hiệu cần quan sát vào hai bản cực Y thì tia điện tử (dưới dạng một chấm sáng) sẽ xô dịch theo chiều thẳng đứng theo sự thay đổi của tín hiệu vào. Nếu không có tác động kéo ngang ra thì ta chỉ thấy một vạch thẳng đứng duy nhất:



Hình 14.3. Sơ đồ nguyên lý màn huỳnh quang và các bản cực của dao động ký điện tử

Để kéo tín hiệu nằm ngang ra người ta sử dụng một tín hiệu tạo gốc thời gian đặt vào hai bản cực X gọi là *tín hiệu quét ngang*. Tín hiệu này có dạng *xung hình răng cưa* (H.14.3b). Nếu tần số của tín hiệu quét nhỏ hơn n lần tần số của tín hiệu cần quan sát thì trên màn ảnh sẽ có n chu kỳ tín hiệu quan sát.

Nếu tỉ số giữa tần số quét và tần số tín hiệu cần đo là một số nguyên thì trên màn huỳnh quang sẽ xuất hiện một đường cong đứng yên, ngược lại đường cong sẽ chuyển động liên tục trên màn huỳnh quang và ta sẽ không quan sát được gì cả. Vì vậy cần thiết phải có sự đồng bộ giữa tín hiệu vào và tín hiệu quét. Để đạt được sự đồng bộ đó ta điều chỉnh tần số quét bằng một núm điều khiển ở ngay trên mặt của dao động ký đến khi nào hình ảnh trên màn huỳnh quang đứng yên thì thôi.

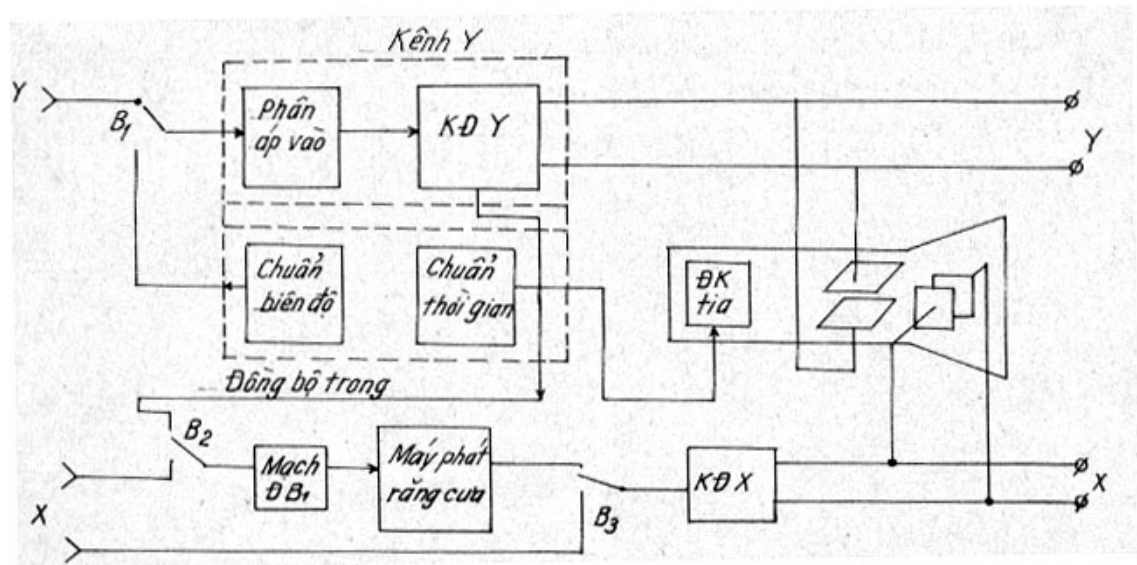
(Xem thêm phần 5.2.4 - chương 5).

14.4.2. Sơ đồ khối một dao động ký thông dụng:

Một dao động ký điện tử cơ bản bao gồm các bộ phận chính như ở hình 14.4: trong sơ đồ này bộ nguồn và mạch điều khiển các điện áp anốt và lưới không được thể hiện:

Tín hiệu cần quan sát Y được đưa đến bộ phân áp vào \Rightarrow đến bộ khuếch đại Y (KĐY) và được đưa thẳng vào hai bản cực Y (trường hợp nếu tín hiệu đủ lớn thì không cần qua khuếch đại nữa). Đồng thời tín hiệu từ bộ KĐY được đưa qua

mạch đồng bộ ĐB để kích thích máy phát răng cưa (máy phát quét), tín hiệu đồng bộ sau đó qua KĐX và đưa vào bản cực X. Trường hợp muốn sử dụng đồng bộ ngoài thì qua B₂ tín hiệu đồng bộ ngoài sẽ được đưa thẳng vào mạch đồng bộ để kích thích cho máy phát quét làm việc.



Hình 14.4. Sơ đồ khối một dao động kí thông dụng

Khi cần đo điện áp: trước tiên công tắc B₁ được chuyển sang bộ phận chuẩn biên độ và quan sát độ lệch của tia khỏi đường “0” ứng với biên độ chuẩn. Sau đó bật B₁ sang vị trí tín hiệu Y để quan sát tỉ lệ giữa biên độ tín hiệu cần đo với biên độ chuẩn từ đó tính ra độ lớn của Y theo tín hiệu chuẩn.

Khi cần đo chu kỳ hoặc tần số: trước tiên cần phải chuẩn thời gian bằng cách đánh dấu từng quãng thời gian ứng với giá trị chuẩn trên toàn tín hiệu, quan sát tỉ lệ giữa chu kỳ của tín hiệu cần đo so với chu kỳ chuẩn từ đó suy ra chu kỳ, tần số của tín hiệu cần đo.

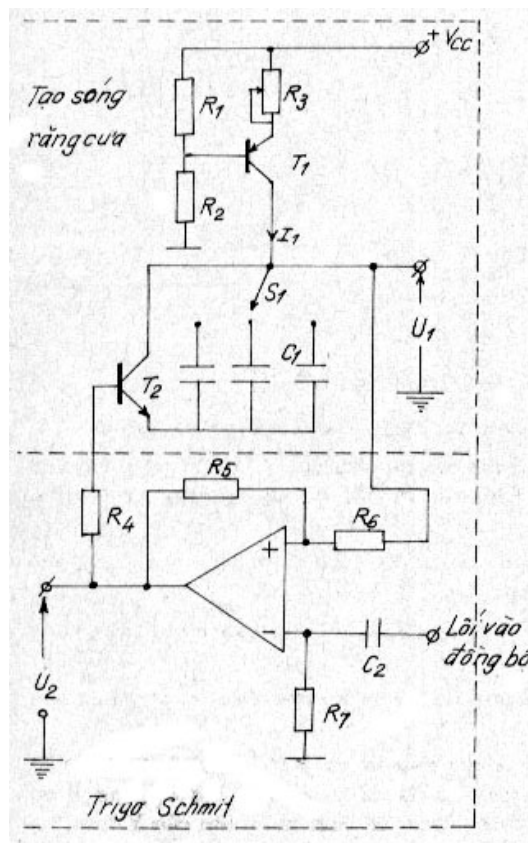
14.4.3. Các đặc tính của dao động kí điện tử:

Độ nhạy: độ nhạy của dao động kí thường thấp vì vậy tín hiệu vào phải qua bộ khuếch đại. Yêu cầu đối với khuếch đại phải như sau:

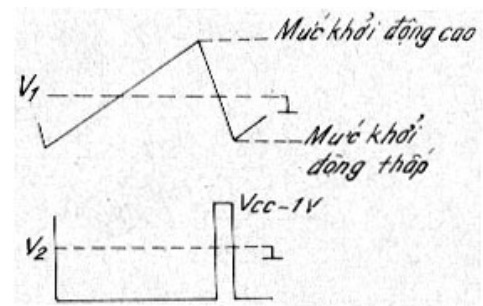
- Có độ méo về biên độ và pha là ít nhất trong dải tần số rộng, nghĩa là hệ số khuếch đại ổn định và góc pha cũng ổn định.
- Quan hệ giữa điện áp ra trên điện áp vào của bộ khuếch đại là tuyến tính trong khoảng rộng.
- Điện trở vào phải lớn ($1 \div 50\text{M}\Omega$).
- Thông thường hệ số khuếch đại của kênh Y lớn hơn hệ số khuếch đại của kênh X.

Máy phát quét: máy phát quét thường dùng máy phát răng cưa kiểu phóng nạp tự có sơ đồ nguyên lý như hình 14.5a: một máy phát quét bao gồm hai bộ phận chính.

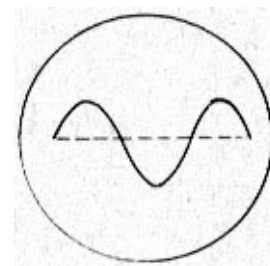
- Một bộ tạo xung răng cưa.
- Mạch trigơ schmit không đảo.



a)



b)



c)

Hình 14.5. Máy phát quét của dao động ký điện tử:

a) Sơ đồ nguyên lý

b) Dạng sóng ở các đầu ra

c) Dạng tín hiệu hiển thị trên màn hình

Nguyên lý hoạt động của máy phát răng cưa: bỏ qua giá trị của tụ C_2 thì điện áp vào của Trigơ Schmit là điện áp ra U_1 của bộ tạo sóng răng cưa được đưa vào cực không đảo qua điện trở R_6 . Vì bộ KĐTT có hệ số khuếch đại điện áp rất lớn do có hồi tiếp dương qua R_5 (thường hệ số KĐ là $2 \cdot 10^5$) cho nên chỉ cần một sự chênh lệch rất nhỏ giữa hai đầu vào của KĐTT cũng đủ làm cho đầu ra của mạch Trigơ Schmit ở trạng thái bão hoà, thường điện áp ra bão hoà là:

$$U_2 = 0,8 \cdot V_{cc} = 0,8 \cdot E$$

(với V_{cc} hoặc E là điện áp nguồn cung cấp cho KĐTT)

Khi có tín hiệu đồng bộ vào Trigơ Schmit thì ở đầu ra xuất hiện xung U_2 . Xung này qua T_2 mở khoá T_1 và dòng điện qua T_1 nạp vào tụ C_1 , tạo ra xung răng cưa. Điện áp nạp vào tụ được tính:

$$\Delta U_1 = \frac{I_1 T}{C_1}$$

trong đó ΔU_1 là độ biến thiên điện áp của tụ trong thời gian T .

Điện áp của tụ tiếp tục tăng tuyến tính cho đến mức khởi động cao của Trigơ Schmit. Lúc này đầu ra của Trigơ Schmit ở mức dương làm T_2 thông và C_1 phóng nhanh qua T_2 . Khi điện áp C_1 giảm xuống mức khởi động dưới của Trigơ Schmit tức là đầu ra của mạch khởi động chuyển sang mức âm làm T_2 lại ngắt và điện áp trên C_1 bắt đầu tăng tuyến tính một lần nữa.

Quá trình này lặp đi lặp lại và tạo ra điện áp răng cưa ở đầu ra U_1 , điện áp răng cưa này phụ thuộc vào chu kỳ (tần số) của tín hiệu đồng bộ ở “Lỗi vào đồng bộ”.

Để đảm bảo điều chỉnh tần số trong dải rộng thì tụ C_1 được bố trí nhiều nấc tụ khác nhau nối song song.

Để làm mất tia quay trở lại (đường chấm chấm ở hình 14.6c) của tia điện tử trong khoảng thời gian $t_{\text{ngược}}$ (ứng với giai đoạn phóng của tụ C_1) thì ở thời điểm C_1 bắt đầu phóng ta đặt lên lưới một điện áp âm lớn cản trở không cho tia điện tử đi đến màn huỳnh quang.

Các chế độ làm việc của máy phát: máy phát có thể làm việc ở hai chế độ: chế độ liên tục và chế độ chờ:

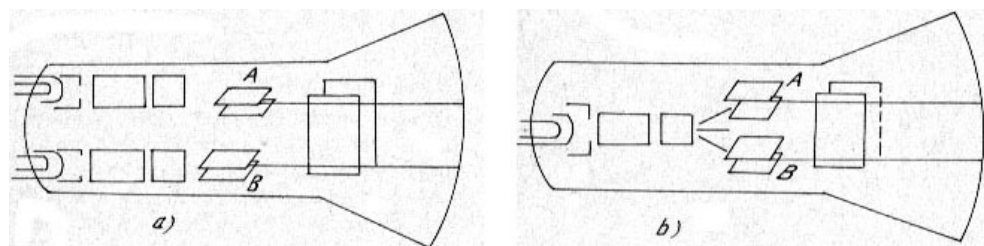
- Chế độ liên tục: là chế độ quét bình thường như đã mô tả ở trên.
- Chế độ chờ: là chế độ để quan sát các xung rời rạc cách nhau khá xa. Lúc ấy máy phát quét được khởi động bởi tín hiệu cần quan sát. Khi có tín hiệu kích thích thì bắt đầu chu kì quét với độ dài nhất định, sự lặp lại chu trình đó sẽ xảy ra chỉ khi có tín hiệu kích thích khác. Như thế việc đồng bộ tín hiệu quét và tín hiệu đo được thực hiện tự động.

Dải tần số của tín hiệu đo: có thể đến 150 MHz tùy thuộc từng loại dao động ký, đối với loại tần số cao có cấu tạo thường khá phức tạp.

Nhược điểm của dao động ký một tia: không có khả năng quan sát một lúc nhiều tín hiệu. Để khắc phục nhược điểm này ta có thể sử dụng *bộ đổi nối* (MUX-multiplexer) bằng khoá điện tử để *lần lượt* đưa nhiều tín hiệu vào dao động kí điện tử. Để đảm bảo độ chính xác thì tần số của bộ đổi nối phải lớn hơn tần số của tín hiệu cần đo nhiều lần tức là $f_{\text{đn}} \gg f_x$. Ngoài ra có thể sử dụng loại dao động kí có nhiều tia điện tử (thường là có 2 tia) có khả năng đưa nhiều tín hiệu vào cùng một lúc.

14.4.4. Dao động ký điện tử hai tia:

Về mặt cấu tạo dao động kí điện tử hai tia gần tương tự dao động kí một tia. Để tạo ra hai tia có hai cách:



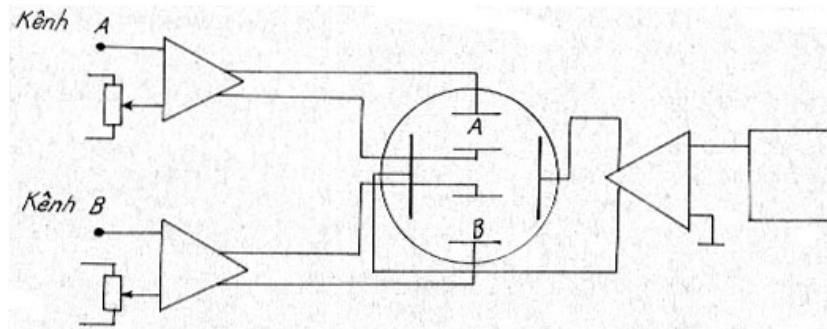
Hình 14.7. Cấu tạo dao động ký điện tử hai tia:

a) Tạo hai tia bằng hai chùm phóng tia điện tử độc lập

b) Tạo hai tia bằng một chùm tia điện tử được tách làm hai

- Cách thứ nhất: (H.14.7a): dùng hai chùm phóng tia điện tử gồm hai nguồn phát tia điện tử riêng biệt, các anốt, lưới và bản cực Y là riêng biệt. Việc điều khiển hai tia hoàn toàn độc lập. Chỉ có bộ phận chung cho cả hai tia đó là hai bản cực X chung cho cả hai chùm.
- Cách thứ hai: (H.14.7b): dùng một chùm tia điện tử nhưng được tách làm hai đi về các phía bản cực A và B.

Hệ thống lái tia cho hai kênh A và B: có sơ đồ cấu trúc như hình 14.8: bản cực X chung được đặt một tín hiệu quét duy nhất qua bộ khuếch đại X còn các bản cực Y (A và B) được đưa tín hiệu cần quan sát vào thông qua bộ khuếch đại A và B tương ứng:



Hình 14.8. sơ đồ cấu trúc của hệ thống lái tia cho hai kênh A và B

Với dao động kí điện tử hai tia ta có thể cùng một lúc quan sát được hai tín hiệu hoàn toàn khác nhau. Điều này cho phép so sánh các dạng sóng với nhau về biên độ, pha và chu kỳ. Vì hệ thống khiển ở hai kênh A và B hoàn toàn độc lập nên ta có thể điều chỉnh độc lập từng tia.

14.4.5. Phân loại dao động kí điện tử:

Theo nguyên lý làm việc ta có thể phân thành các loại dao động kí điện tử sau đây :

1. *Dao động kí có chức năng chung thông dụng* là loại dao động kí phổ biến nhất và thường được sử dụng khảo sát các quá trình có tần số thấp, các tín hiệu xung để kiểm tra các thiết bị điện tử. Dải tần số của các loại dao động kí này đến 100MHz, dải điện áp của tín hiệu từ milivôn đến hàng trăm vôn.

2. *Dao động kí vạn năng* là loại dao động kí có nhiều chức năng do có nhiều khối chức năng khác nhau có thể được thay đổi tùy thuộc vào chức năng mà ta muốn sử dụng. Loại dao động kí này được sử dụng để khảo sát các tín hiệu tuần hoàn cũng như tín hiệu xung. Dải tần số của dao động kí có thể đạt tới hàng trăm MHz. Dải điện áp từ hàng chục microvôn đến hàng trăm vôn.

3. *Dao động kí tốc độ nhanh* là loại dao động kí để quan sát và ghi lại các tín hiệu xung ngắn, các tín hiệu quá độ, các xung hay tín hiệu tuần hoàn có tần số cao. Dải tần số có thể lên đến hàng chục GHz. Ở loại dao động kí này không có bộ khuếch đại thẳng đứng (khuếch đại Y). Tín hiệu khảo sát được đưa trực tiếp vào hệ thống làm lệch tia của ống phóng tia điện tử. Hệ thống này được chế tạo theo nguyên tắc *sóng chạy* nhờ vậy mà tăng được tốc độ (mở rộng dải tần số) của dao động kí do loại trừ được ảnh hưởng của thời gian bay của điện tử qua khoảng không giữa hai bản cực.

Ở loại dao động kí này người ta sử dụng loại ống phóng tia điện tử có màn huỳnh quang sóng với hệ thống hội tụ từ trường. Nhờ đó mà tăng được tốc độ ghi bằng chụp ảnh.

4. *Dao động kí lấy mẫu* là loại dao động kí dùng để quan sát dạng và đo các thông số của các tín hiệu tuần hoàn trong dải tần rộng đến GHz, dải điện áp từ mV đến vài vôn, có thể ghi một lúc hai hoặc nhiều tín hiệu quan sát. Nó còn

được sử dụng để quan sát các quá trình quá độ trong các mạch điện tử, trong các thí nghiệm vật lý hạt nhân, trong kỹ thuật viễn thông, kỹ thuật đo lường...

Nguyên lý của dao động ký lấy mẫu dựa trên việc biến đổi tọa độ thời gian của phổ tín hiệu khảo sát $u(t)$ bằng *phương pháp điều chế biên độ xung* sau đó khuếch đại và nối rộng tín hiệu đã điều chế, tiếp theo lại biến đổi trở lại tín hiệu ban đầu bằng *giải điều chế*.

5. *Dao động ký có nhớ*: gồm dao động ký có nhớ tương tự và dao động ký có nhớ số: là loại dao động ký để khảo sát các loại tín hiệu tức thời, tuần hoàn chậm, hay tín hiệu ngắn, tín hiệu quá độ...

Đối với dao động ký có nhớ tương tự thì quá trình nhớ tín hiệu được thực hiện bằng ống phóng tia điện tử có nhớ: trong ống phóng này tín hiệu sẽ được biến thành điện tích và được lưu trữ trong một khoảng thời gian nhất định và sau đó được phục hồi lại.

Đối với dao động ký điện tử có nhớ số thì quá trình nhớ tín hiệu được thực hiện nhờ việc chuyển đổi tín hiệu cần đo thành tín hiệu số và lưu giữ trong bộ nhớ.

Dải tần số của dao động ký có nhớ có thể đến 150 MHz với tốc độ ghi đến 4000km/s. Dải tín hiệu từ hàng chục mV đến hàng trăm vôn. Có thể ghi hai tín hiệu cùng một lúc.

6. *Dao động ký đặc trưng* là loại dao động ký để khảo sát các tín hiệu vô tuyến truyền hình. Nó có cài đặt bộ di pha cho phép khảo sát bất kỳ đoạn nào của tín hiệu truyền hình với độ ổn định theo thời gian cao.

7. *Dao động ký số* là loại dao động ký có nhớ số. Nguyên lý làm việc dựa trên việc số hoá tín hiệu khảo sát nhờ một bộ chuyển đổi A/D. Các mẫu được ghi vào bộ nhớ, sau đó được biến trở lại thành tương tự cho các mục đích hiển thị.

Ưu điểm của dao động ký số là có thể nhớ các dạng sóng một cách thuận tiện nhờ việc lưu trữ được thực hiện với tín hiệu số với các ưu điểm: có khả năng nhớ các giá trị tức thời, thông tin lưu trữ trong thời gian dài, việc xử lý thông tin dễ dàng...

8. *Dao động ký có cài đặt μP* là loại dao động ký số “thông minh” mọi chức năng của dao động ký đều do μP điều khiển. Nhờ có μP mà có thể tự động chọn thang đo, tự động tính giá trị khoảng thời gian và khoảng điện áp, tự động cho ra thông tin dưới dạng số và kiểm tra chế độ làm việc...

14.4.6. Ứng dụng của dao động lý điện tử trong đo lường:

Trong kỹ thuật đo lường nói riêng và khoa học kỹ thuật nói chung dao động ký điện tử có rất nhiều ứng dụng. Việc lựa chọn loại dao động ký phù hợp phụ thuộc vào chức năng và khả năng đo lường của nó như khoảng thời gian đo, dải tần số, biên độ, độ dài tín hiệu, độ chính xác việc đo biên độ và thời gian của tín hiệu, khả năng ghi nhớ và thể hiện tín hiệu...

Sau đây sẽ lần lượt xét một số ứng dụng của dao động ký:

a) *Ứng dụng để quan sát tín hiệu*: để quan sát dạng đường cong phụ thuộc thời gian của một tín hiệu (dưới dạng điện áp) ta có thể đặt tín hiệu vào đầu vào Y của dao động ký. Đặt chế độ đồng bộ trong, điều chỉnh tần số của máy phát

quét sao cho tín hiệu đứng yên trên màn hình là được.

Một dao động kí hiện đại có thể quan sát tín hiệu có hình dạng bất kỳ và tần số có thể đến 150 MHz. Một số dao động kí có thể nhớ tín hiệu hoặc chụp lại tín hiệu theo ý muốn.

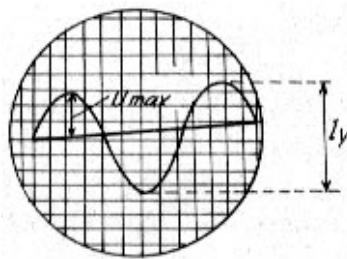
Chú ý: điện áp đặt vào bản cực Y thường phải đạt một giá trị nhất định vì độ nhạy của ống phóng tia điện tử thấp nên thường tín hiệu vào phải qua bộ khuếch đại Y có hệ số khuếch đại điều chỉnh được.

b) Ứng dụng dao động kí điện tử để đo điện áp: để đo điện áp trước tiên cần đưa tín hiệu điện áp chuẩn U_{ch} vào dao động ký (có sẵn trong dao động kí hoặc bằng cách đưa điện áp chuẩn từ ngoài vào dao động kí). Tiếp theo tiến hành quan sát độ lệch của tia điện tử (so với vạch chuẩn 0) ứng với điện áp chuẩn để tính độ nhạy S_u :

$$S_u = U_{ch} / \text{số vạch}$$

Sau đó cho điện áp cần đo vào kênh Y. Quan sát độ lệch l_Y (vạch) của tia điện tử (so với vạch chuẩn 0) ứng với điện áp của tín hiệu cần đo sẽ tính được điện áp của tín hiệu cần đo:

$$U_{\max} = l_Y \cdot 2 \cdot S_u$$



Hình 14.9. Ứng dụng dao động kí điện tử để đo điện áp

Độ nhạy của dao động kí S_u có thể được xác định trên núm điều chỉnh “độ nhạy” (V/DIV) của dao động kí.

c) Đo tần số bằng dao động kí: tần số của tín hiệu nghiên cứu có thể xác định nếu ta đưa tín hiệu có tần số cần đo vào đầu vào Y của dao động kí điện tử. Nếu điều chỉnh để tín hiệu quét chuẩn có tần số là bội số của tần số tín hiệu vào thì ta sẽ nhận được trên màn huỳnh quang một số chu kỳ của tín hiệu nghiên cứu. Lúc đó tần số của tín hiệu cần đo được tính:

$$f_x = \frac{1}{T_x} = \frac{N}{t_x}$$

với: N số chu kỳ quan sát được ; t_x khoảng thời gian đo được.

Độ chính xác của phép đo có thể tăng lên nếu phép đo tần số được thực hiện bằng phương pháp so sánh tần số cần đo với tần số chuẩn. Dao động kí lúc đó với tư cách là một chỉ thị.

Ngoài ra còn có một số phương pháp đo tần số bằng dao động kí gồm: đo tần số tín hiệu theo hình Lisaju, đo tần số của tín hiệu ở chế độ quét vòng.

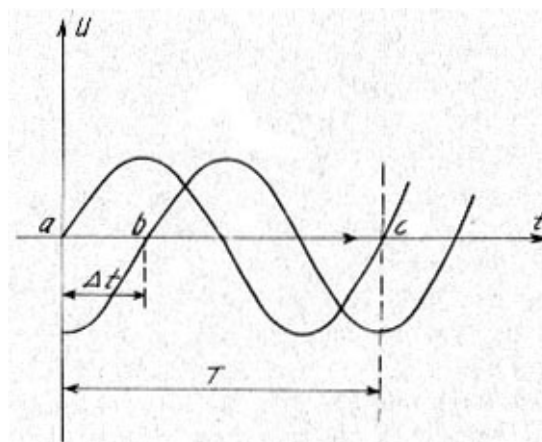
d) Đo góc lệch pha bằng dao động kí điện tử: đo góc lệch pha giữa hai điện áp có tần số giống nhau có thể sử dụng dao động kí điện tử. Phương pháp đo đơn giản và được sử dụng rộng rãi khi đo thô (độ chính xác thấp) sử dụng dao động kí 2 tia hay dùng hình Lisaju.

Đo góc lệch pha dùng dao động kí hai tia: với dao động kí hai tia ở chế độ quét tuyến tính ta có thể đo góc lệch pha giữa 2 tín hiệu u_1, u_2 có tần số như nhau. Hai tín hiệu u_1, u_2 được đặt vào đầu vào Y của cả hai kênh:

$$\begin{cases} u_1 = U_{m1} \sin \omega t \\ u_2 = U_{m2} \sin(\omega t - \psi) \end{cases}$$

trong đó ψ là góc lệch pha giữa hai tín hiệu là đại lượng cần đo.

Điều chỉnh cho hai tín hiệu trùng nhau theo trục thời gian t và quan sát các tín hiệu u_1, u_2 như ở hình 14.10:



Hình 14.10. Đo góc lệch pha dùng dao động kí hai tia

Đo các đoạn thẳng ab, ac tương ứng với các khoảng cách thời gian Δt và T . Từ đó ta tính được góc lệch pha cần đo là:

$$\psi = \frac{\Delta t}{T} \cdot 360^\circ = \left[\frac{ab}{ac} \right] \cdot 360^\circ$$

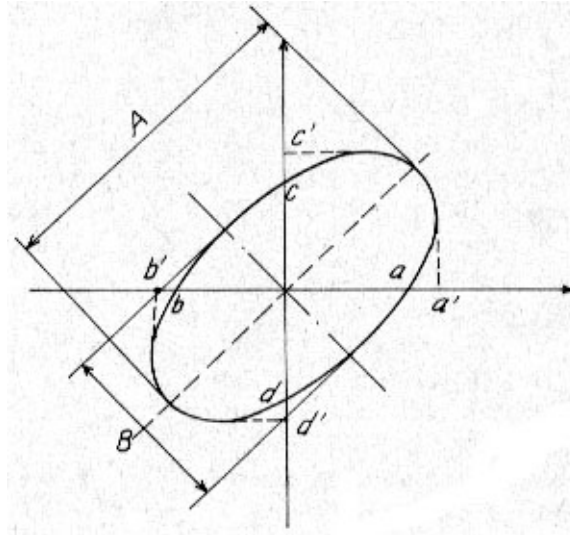
Nguồn sai số của phép đo này là do sự xô dịch trục hoành; do việc đo khoảng ab, ac không chính xác và do độ nét (rộng hay mảnh) của tia điện tử.

Đo góc lệch pha sử dụng hình Lisaju: điện áp u_1 được đưa đến hai bản cực thẳng đứng Y còn điện áp u_2 được đặt vào hai bản cực nằm ngang X. Ta sẽ nhận được hình Lisaju là một hình êlip (chú ý lúc ấy máy phát quét phải được ngắt ra). Điều chỉnh cho tâm của hình êlip trùng với gốc tọa độ (H.14.11), tìm điểm cắt của hình êlip với trục hoành và hoành độ lớn nhất của hình êlip.

Khi $t = 0$ hay $t = \pi / \omega$ thì điện áp đặt vào hai bản cực Y là $u_1 = 0$ còn điện áp đặt vào hai bản cực X là $u_2 = U_{m2} \sin \psi$ hoặc $u_2 = -U_{m2} \sin \psi$. Đoạn thẳng ab của êlip sẽ tỉ lệ với $2U_{m2} \sin \psi$, còn $a'b'$ thì tỉ lệ với giá trị cực đại $2U_{m2}$ (tương ứng với độ lệch nhất của tia điện tử theo chiều nằm ngang), suy ra góc lệch pha sẽ là:

$$\psi = \arcsin \left[\frac{ab}{a'b'} \right] = \arcsin \left[\frac{A}{B} \right]$$

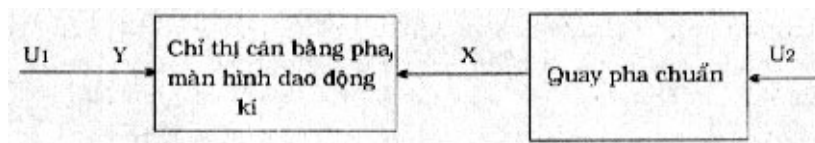
Theo phương pháp này ta có thể đo được góc lệch pha nhưng không biết được dấu của nó. Để xác định dấu của góc pha ta dùng phương pháp sau: đặt điện áp u_2 vào bản cực X của dao động kí đồng thời đặt lên cực điều khiển ống phóng tia điện tử với góc lệch pha là 90° . Khi phần trên của êlip thấy sáng hơn thì góc lệch pha dương, còn khi phần dưới của êlip sẽ sáng hơn thì góc lệch pha âm.



Hình 14.11. Xác định góc lệch pha sử dụng hình Lissajou

Sai số của phép đo có thể đạt tới $5 \div 10\%$. Nguyên nhân của sai số là do việc xác định độ dài các đoạn không chính xác, do độ rộng của tia điện tử, độ biến dạng của hình elíp do các sóng hài bậc cao, sai số góc của các bộ khuếch đại ...

Đo góc lệch pha bằng phương pháp bù: để nâng cao độ chính xác ta có thể sử dụng phương pháp bù. Nội dung của phương pháp như sau: tín hiệu u_1 được đặt vào hai bản cực Y còn tín hiệu u_2 được đặt vào X nhưng qua một bộ quay pha chuẩn (H.14.12) thành tín hiệu u_{2qp} , hai tín hiệu này bằng nhau về biên độ nhưng ngược pha nhau.:



Hình 14.12. Sơ đồ đo góc lệch pha bằng phương pháp bù

Điều chỉnh u_{2qp} ở bản cực X (nhờ bộ quay pha chuẩn) cho đến khi góc lệch pha của u_1 và u_{2qp} bằng 0 hay 180° , khi đó trên màn hình của dao động kí (chỉ thị cân bằng pha) sẽ xuất hiện đường thẳng nằm nghiêng về bên phải so với trục tung (nếu góc lệch pha là ψ) hoặc về bên trái so với trục tung (nếu góc lệch pha là $180^\circ - \psi$). Góc lệch pha cần đo được đọc trên mặt khắc độ của bộ quay pha chuẩn.