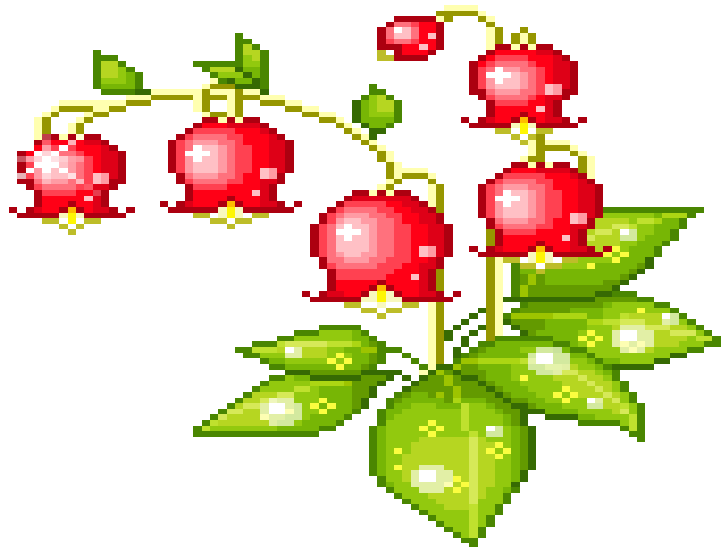


CHƯƠNG 3: **ĐO DÒNG ĐIỆN, ĐO ĐIỆN ÁP**



CHƯƠNG 3: ĐO DÒNG ĐIỆN, ĐO ĐIỆN ÁP

Bài 1: Khái quát chung

**Bài 2: Dụng cụ đo dòng điện
và điện áp**

Bài 3: Đồng hồ vạn năng

Bài 4: Vôn mét điện tử

Bài tập chương 3

BÀI 1: KHÁI QUÁT CHUNG

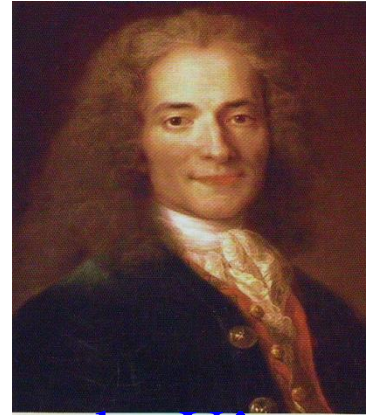
I. Giới thiệu.

1. Khái niệm.

+ Dòng điện và điện áp là hai đại lượng cơ bản trong các đại lượng điện.



AMPE (1775 – 1836)
Pháp



Alecxandro Vôn-ta (1745-1827)
Italia

+ Dòng điện là

+ Điện áp là

BÀI 1: KHÁI QUÁT CHUNG

I. Giới thiệu.

2. Dụng cụ đo.

Am mét (Am kế), đồng hồ vạn năng (chế độ đo dòng)

Vôn mét (Vôn kế), đồng hồ vạn năng (chế độ đo áp)

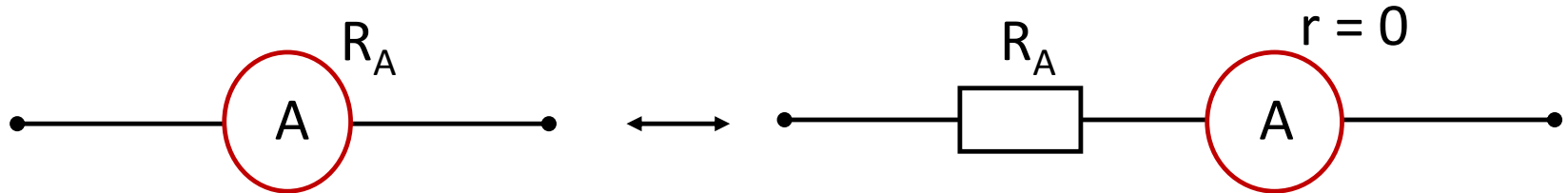
Các dụng cụ đo này có thể dùng chỉ thị kim hoặc chỉ thị số.



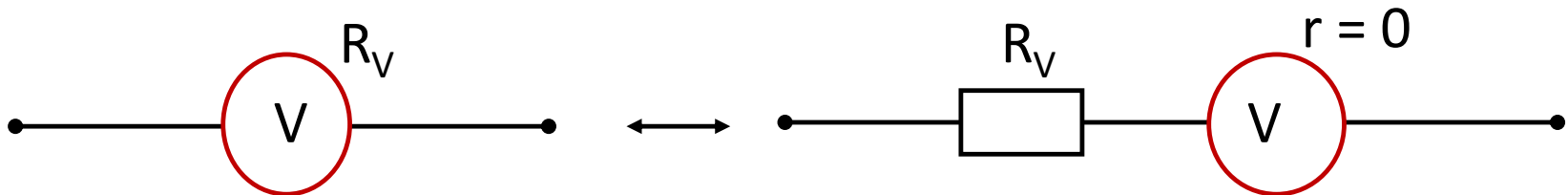
BÀI 1: KHÁI QUÁT CHUNG

I. Giới thiệu.

3. Kí hiệu.



R_A : điện trở trong, điện trở vào, **nội trở của Am mét.**



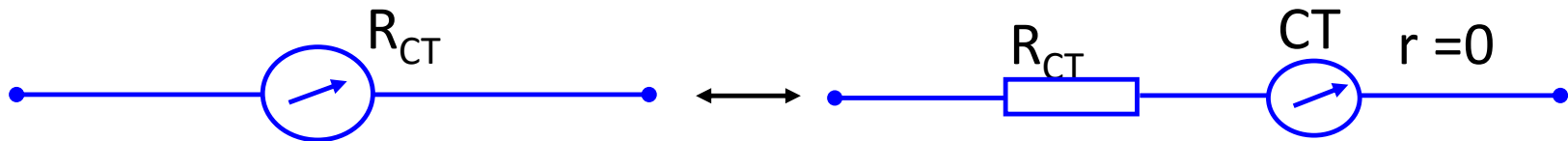
R_V : điện trở trong, điện trở vào, **nội trở của Vôn mét.**

BÀI 1: KHÁI QUÁT CHUNG

I. Giới thiệu.

4. Cơ cấu.

+ Xét dụng cụ đo tiêu biểu dùng chỉ thị từ điện (khung quay).



R_{CT} : **nội trở của chỉ thị.**

+ Dòng điện định mức: $I_{đm}$ hay I_{CT} : Là dòng điện để kim chỉ thị ở vị trí lớn nhất của thang đo (**fsd**).

+ Điện áp định mức $U_{đm}$ hay U_{CT} : Là điện áp để kim chỉ thị ở vị trí **fsd**.

+ Quan hệ giữa I_{CT} và U_{CT} : $U_{CT} = I_{CT} \cdot R_{CT}$ hay $I_{CT} = \frac{U_{CT}}{R_{CT}}$

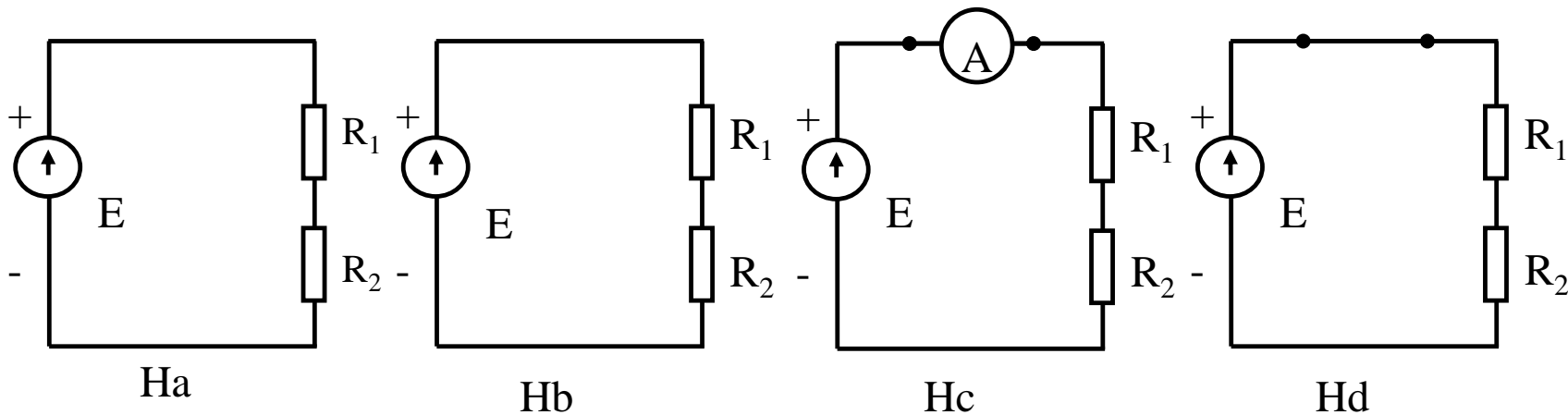
+ Hệ thống thang đo khắc độ theo dòng điện (điện áp) → dụng cụ đo dòng điện (điện áp).

BÀI 1: KHÁI QUÁT CHUNG

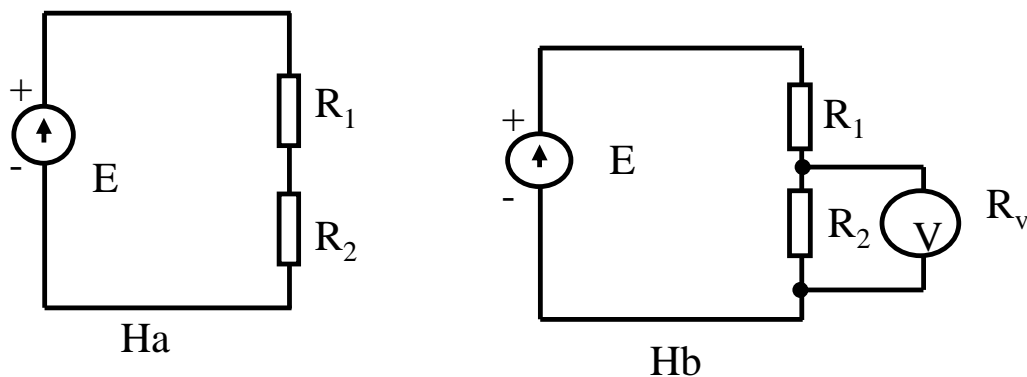
I. Giới thiệu.

5. Nguyên tắc mắc mạch.

Am mét mắc **nối tiếp trong** đoạn mạch cần đo.



Vôn mét mắc **song song với** đoạn mạch cần đo.



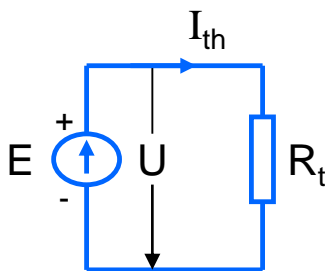
BÀI 1: KHÁI QUÁT CHUNG

II. Yêu cầu cơ bản đối với dụng cụ đo dòng điện và điện áp.

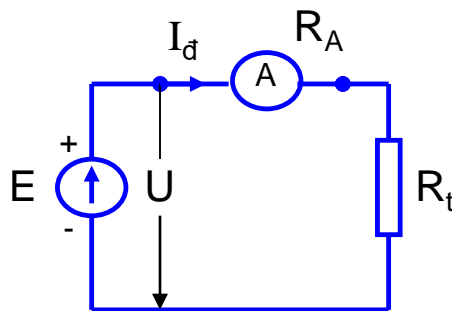
1. Yêu cầu về nội trở.

a. Đối với Am mét: **Nội trở càng nhỏ càng tốt.**

Ví dụ về yêu cầu nội trở Am mét



H_a: chưa mắc Am mét



H_b: Sau khi mắc Am mét

-Xác định sai số:

-Nhận xét

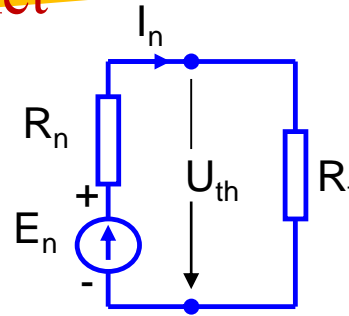
BÀI 1: KHÁI QUÁT CHUNG

Mạng 2C

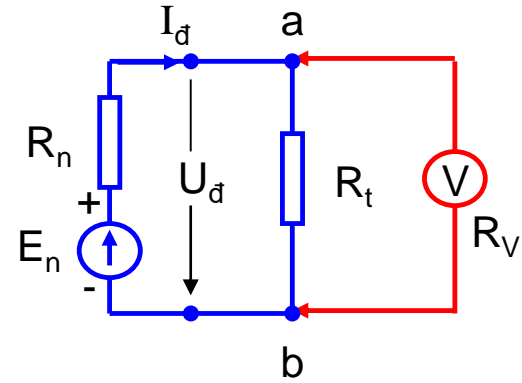
II. Yêu cầu cơ bản đối với dụng cụ đo dòng điện và điện áp.

b. Đối với Vôn mét: **Nội trở càng lớn càng tốt.**

Ví dụ về yêu cầu nội trở Vôn mét



H_a: chưa mắc Vôn mét



H_b: Sau khi mắc Vôn mét

-Xác định sai số:

-Nhận xét

BÀI 1: KHÁI QUÁT CHUNG

II. Yêu cầu cơ bản đối với dụng cụ đo dòng điện và điện áp.

2. Yêu cầu về tần số.

- + Làm việc trong một dải tần cho phép để đảm bảo cấp chính xác của dụng cụ đo
- + Khi chọn thiết bị đo phải chú ý dải tần nếu không sẽ mắc phải sai số do tần số gây ra.

Đọc thêm trang 68 –Đ.N. Thanh

VÍ DỤ 1

Sử dụng đồng hồ đo điện áp có độ nhạy $20.000\Omega/V$, đo điện áp trên điện trở R_2 trong mạch (hình vẽ) với thang đo 10V. Xác định sai số gây do hiệu ứng tải?

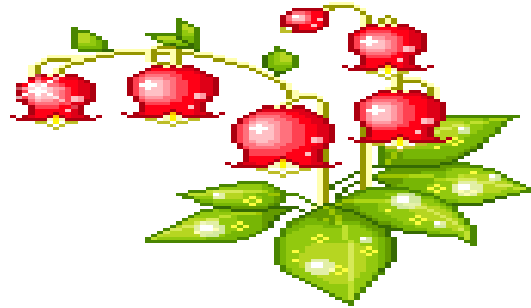
Giải:

BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

I. Đo dòng điện trung bình và lớn.

Định nghĩa:

Dòng điện lớn hơn hoặc bằng dòng điện định mức
(fsd) của cơ cấu chỉ thị: $I_d \geq I_{CT}$



Mở rộng thang đo phải đảm bảo:

xuất phát từ yêu cầu kỹ thuật và tính năng của thiết bị
hiện có; giữ nguyên độ chính xác.

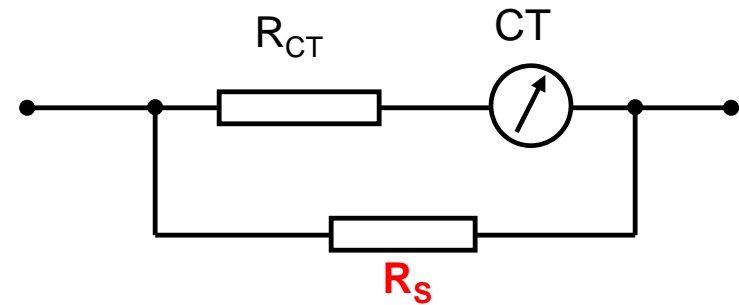
BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

I. Đo dòng điện trung bình và lớn.

1. Am mét một chiều.

a, Am mét một chiều một thang đo

*Sơ đồ.



*Thành phần:

- Gồm một chỉ thị cơ điện (chỉ thị từ điện) với nội trở R_{CT} , dòng cho phép qua cơ cấu chỉ khoảng 10^{-4} đến $10^{-2}A$.
- Một hay nhiều điện trở shunt R_S mắc **song song** với chỉ thị từ điện nhằm mục đích mở rộng thang đo.

R_S được chế tạo từ vật liệu Manganin có trị số nhỏ, độ chính xác cao và hệ số nhiệt độ thấp $\alpha = 0$

BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

I. Đo dòng điện trung bình và lớn.

1. Am mét một chiều.

*Xác định R_S .

Giả sử cần mở rộng dải đo đến giá trị I_d , ta quy ước dòng điện:

Theo định luật Kirchhoff 1 ta có:

$$I_d = I_{CT} + I_S = I_{CT} + \frac{I_{CT} \cdot R_{CT}}{R_S} = \left(1 + \frac{R_{CT}}{R_S}\right) I_{CT}$$

$$I_d = n I_{CT} \quad (*)$$

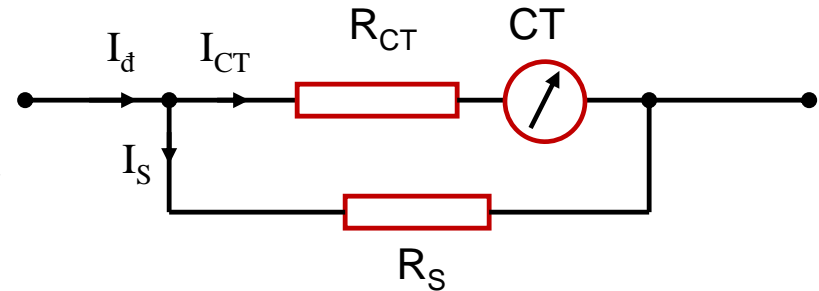
Đặt $n = 1 + \frac{R_{CT}}{R_S}$ hệ số mở rộng thang đo dòng điện

*Nhận xét:

+ Dòng điện đo gấp n lần dòng điện định mức của chỉ thị từ điện

$$n = \frac{I_d}{I_{CT}}$$

+ Dòng I_d tỉ lệ bậc nhất với dòng điện qua chỉ thị \rightarrow không cần khắc độ lại thang đo.

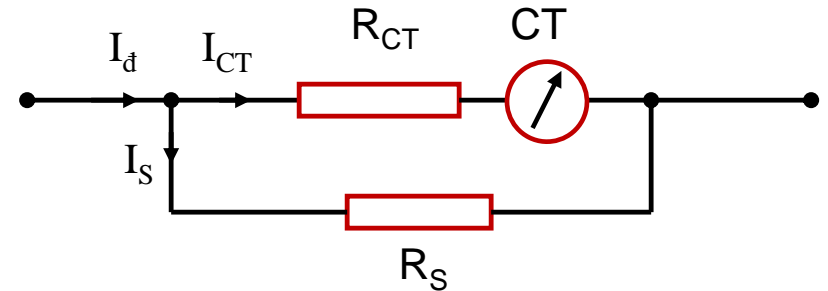


BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

I. Đo dòng điện trung bình và lớn.

1. Am mét một chiều.

a, Am mét một chiều một thang đo



Giá trị điện trở son: $R_S = \frac{R_{CT}}{n-1}$

Nội trở của Am mét: $R_A = \frac{R_{CT}}{n}$

VÍ DỤ 2

Cơ cấu chỉ thị từ điện có nội trở 80Ω , dòng điện định mức $50\mu\text{A}$. Xác định điện trở sơ và nội trở để Am mét một chiều có khả năng đo dòng một chiều 5mA .

Tóm tắt:

Giải

BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

I. Đo dòng điện trung bình và lớn.

1. Am mét một chiều.

b, Am mét một chiều nhiều thang đo



- + Trong thực tế thì một Am mét có nhiều thang đo khác nhau để có thể đo nhiều khoảng dòng điện khác nhau bằng cách mắc thêm các R_s .
- + Việc mở rộng thang đo nhằm mục đích tránh lãng phí, cũng như làm việc đo dòng điện khác nhau trong thực tế thuận lợi hơn.

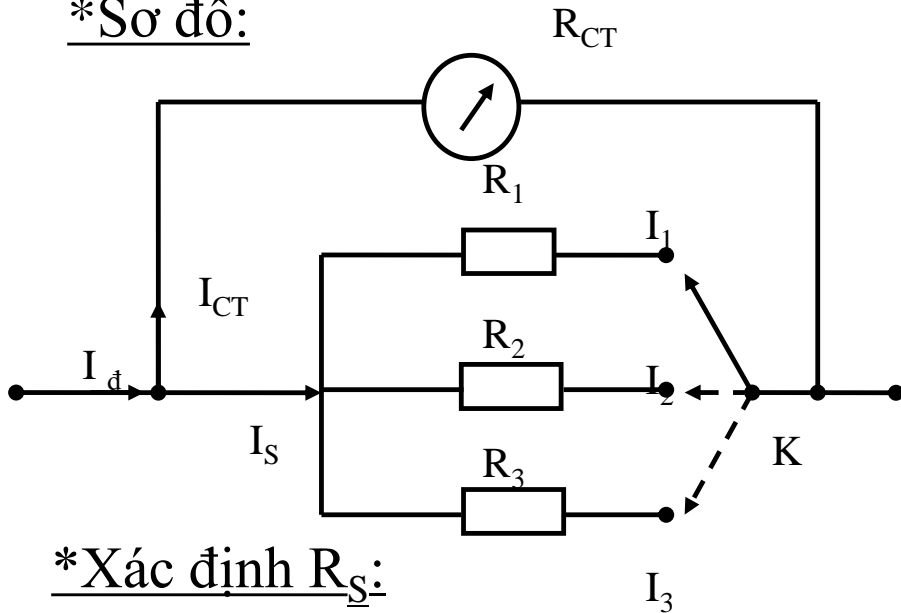
BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

I. Đo dòng điện trung bình và lớn.

b, Am mét một chiều nhiều thang đo

Cách 1: Sơ đồ song song

*Sơ đồ:



*Xác định R_S :

Thang đo I_1 :

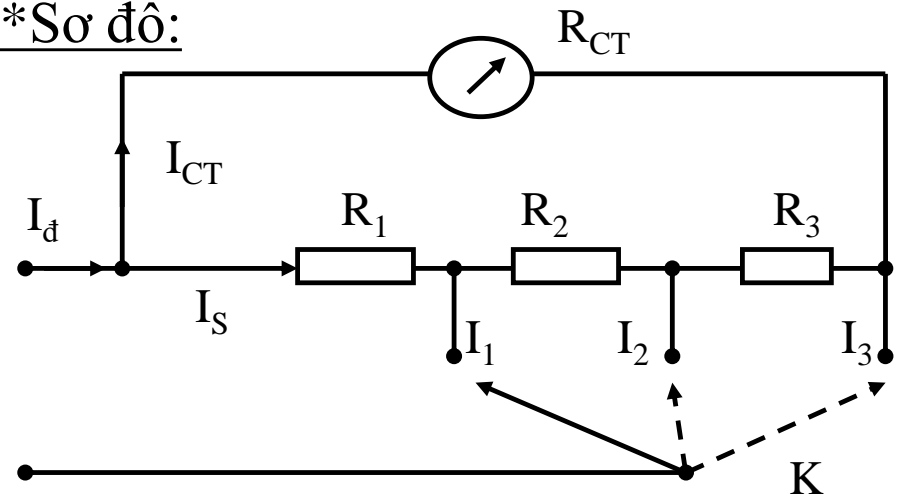
Thang đo I_2 :

Thang đo I_3 :

Cách 2: Sơ đồ nối tiếp

(shunt vạn năng hay shunt Ayrton)

*Sơ đồ:



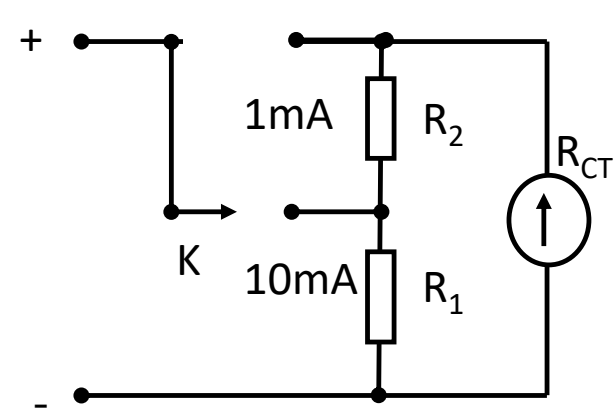
*Xác định R_S :

VÍ DỤ 3

Cho cơ cấu đo từ điện có dòng định mức $50\mu\text{A}$, điện trở chỉ thị 20Ω .

Xác định R_1 , R_2

Giải

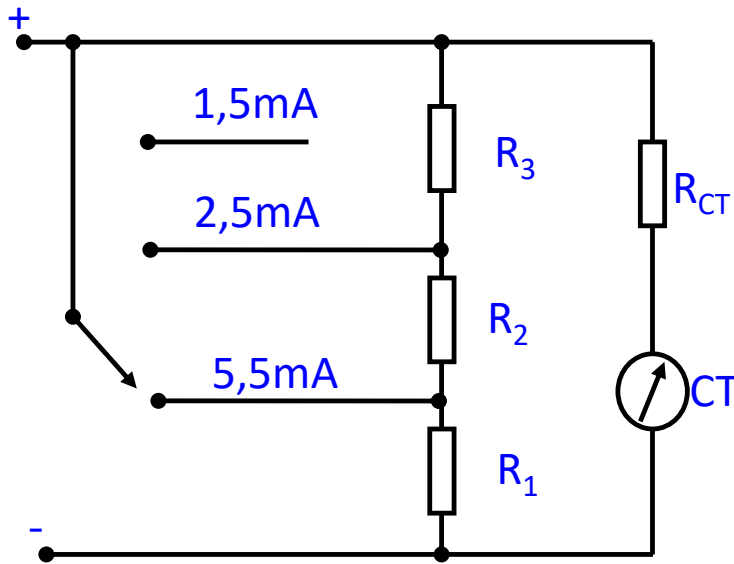


Tóm tắt:

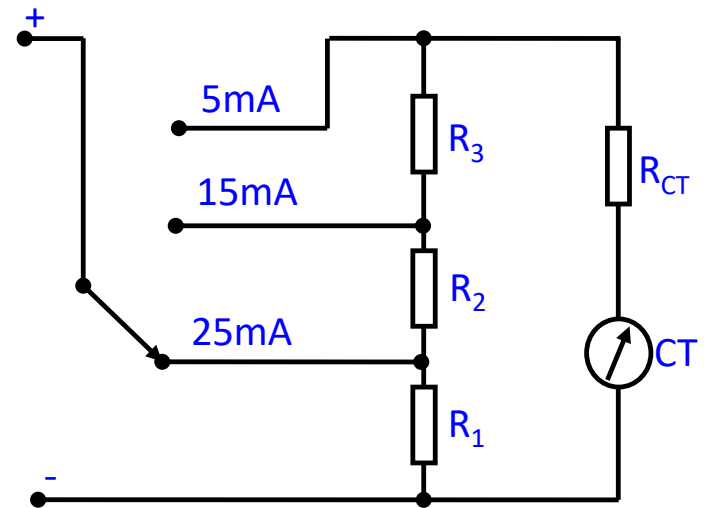
BÀI TẬP VỀ NHÀ

BT1: Một Am mét một chiều (hình vẽ 1) cấu tạo từ chỉ thị từ điện có điện áp định mức 200mV và nội trở 800Ω. Xác định R_1 , R_2 , R_3 .

BT2: Một Am mét một chiều (hình vẽ 2) sử dụng chỉ thị từ điện có điện áp định mức 450mV, nội trở 900Ω. Xác định R_1 , R_2 , R_3 .



Hình vẽ 1



Hình vẽ 2

BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

I. Đo dòng điện trung bình và lớn.

2. Am mét xoay chiều.

a Giới thiệu.

Tần số
công tác

Tần số cao và siêu cao: dùng Am mét nhiệt điện.

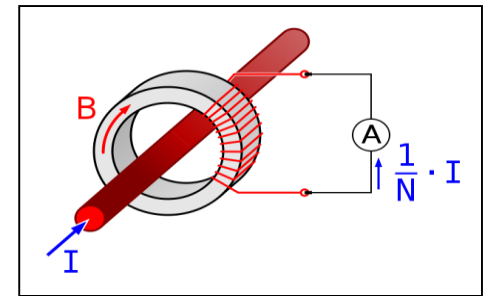
Tần số công nghiệp: Am mét từ điện, Am mét điện động.

Tần số âm tần: Am mét từ điện chỉnh lưu.

Mở rộng
thang đo

Mắc thêm điện trở sơ R_s

Dùng biến dòng điện



BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

I. Đo dòng điện trung bình và lớn.

2. *Am mét xoay chiều.*

b, Am mét từ điện chỉnh lưu.

Kết hợp của CCCT từ điện và mạch chỉnh lưu bằng diode để biến dòng xoay chiều thành dòng một chiều trước khi đưa vào mạch đo.

Am mét từ điện
chỉnh lưu nửa chu
kỳ

Am mét từ điện
chỉnh lưu hai nửa
chu kỳ

BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

2. Am mét xoay chiều.

* *Am mét từ điện chỉnh lưu nửa chu kỳ.*

- Sơ đồ:

-Thành phần:

+ Cơ cấu chỉ thị cơ điện (từ điện)

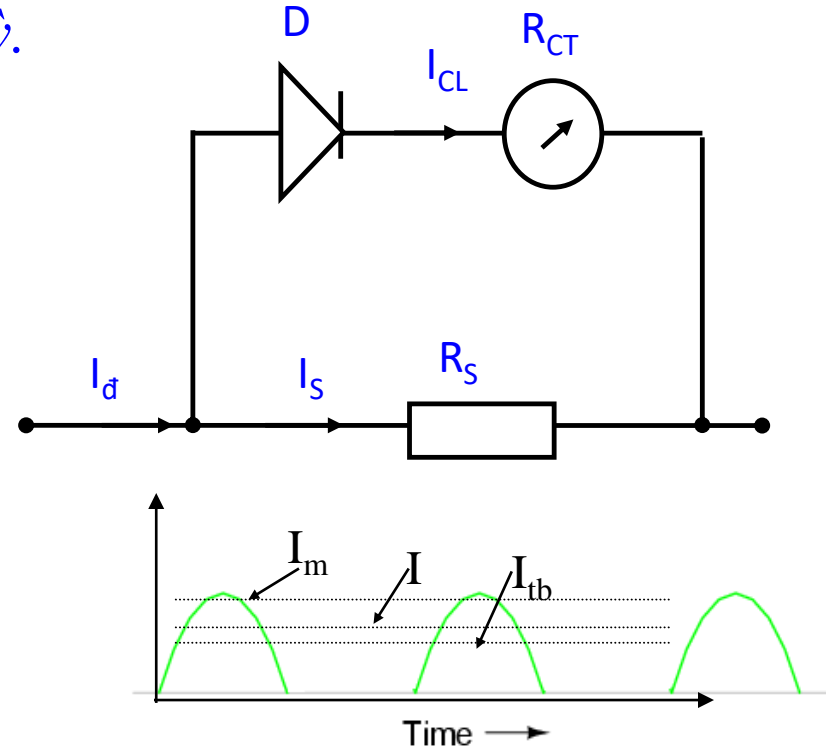
+ D là diode chỉnh lưu.

-Dòng chỉnh lưu:

Giả sử dòng điện AC là $i = I_m \sin \omega t$.

Dòng chỉnh lưu trung bình qua mạch đo:

$$I_{cltb} = \frac{1}{T} \int_0^T i(t) dt = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} I_m \sin \omega t dt = \frac{I_m}{\pi} = 0,318 I_m \quad I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,353 I_m$$



Số đo kim chỉ thị tỉ lệ với giá trị dòng trung bình nhưng thang khắc độ thường theo giá trị hiệu dụng.

BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

2. Am mét xoay chiều.

* *Am mét từ điện chỉnh lưu hai nửa chu kỳ.*

- Sơ đồ:

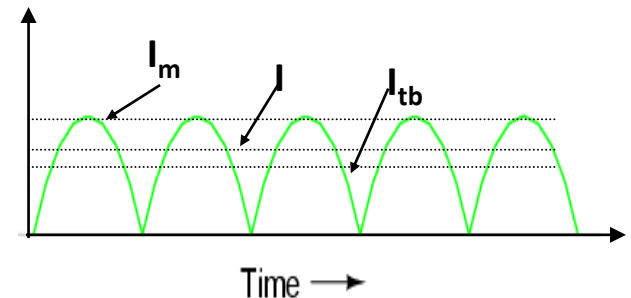
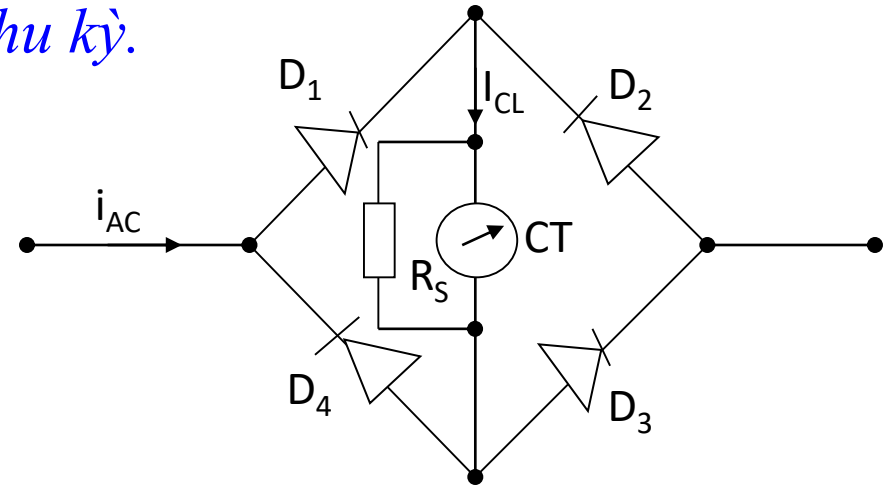
- Thành phần:

- + Cơ cấu chỉ thị cơ điện (từ điện)
- + D_1, D_2, D_3, D_4 là diode chỉnh lưu.

- Dòng chỉnh lưu:

Dòng chỉnh lưu trung bình qua mạch đo:

$$I_{cltb} = \frac{2I_m}{\pi} = 0,636I_m \quad I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707I_m \quad I = 1,11I_{cltb}$$



Tín hiệu xoay chiều được chỉnh lưu hoàn toàn qua cơ cấu chỉ thị nên có hệ số chỉnh lưu cao.

BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐO ĐIỆN ÁP ĐƠN GIẢN

II. Đo điện áp trung bình và lớn.

Định nghĩa:

Điện áp lớn hơn hoặc bằng điện áp định mức (fsd) của cơ
cấu chỉ thị: $U_d \geq U_{CT}$



Mở rộng thang đo phải đảm bảo:

xuất phát từ yêu cầu kỹ thuật và tính năng của thiết bị hiện có;
giữ nguyên độ chính xác.

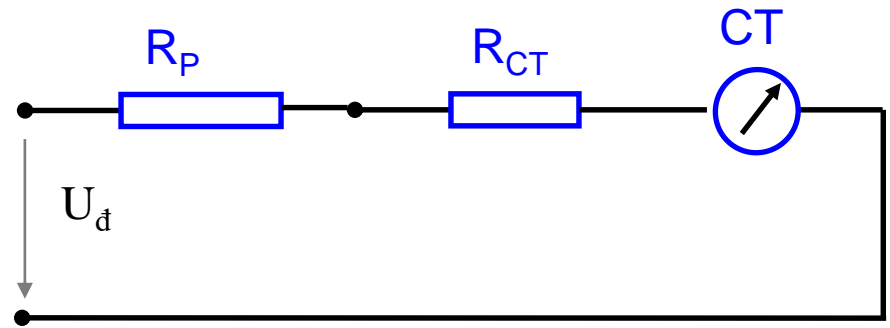
BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

II. Đo điện áp trung bình và lớn.

1. Vôn mét một chiều.

a, Vôn mét một chiều một thang đo

*Sơ đồ.



*Thành phần:

- Gồm một chỉ thị cơ điện (chỉ thị từ điện) với nội trở R_{CT} , áp cho phép qua cơ cấu chỉ thị lớn nhất khoảng $50 \div 76\text{mV}$ ($< 1\text{V}$)
- Một hay nhiều điện trở phụ R_P mắc **nối tiếp** với chỉ thị từ điện nhằm mục đích mở rộng thang đo.

R_P được chế tạo từ vật liệu Manganin có độ chính xác cao và hệ số nhiệt độ thấp $\alpha = 0$

BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

II. Đo điện áp trung bình và lớn.

*Tính R_p :

Giả sử cần mở rộng dải đo đến giá trị U_d , ta quy ước chiều điện áp trong mạch:

Theo định luật Kirchhoff 2 ta có:

$$\begin{aligned} U_d &= U_{CT} + U_P \\ &= U_{CT} + \frac{U_{CT}}{R_{CT}} R_P = \left(1 + \frac{R_P}{R_{CT}}\right) U_{CT} \end{aligned}$$

Đặt $m = 1 + \frac{R_P}{R_{CT}}$ hệ số mở rộng thang đo điện áp

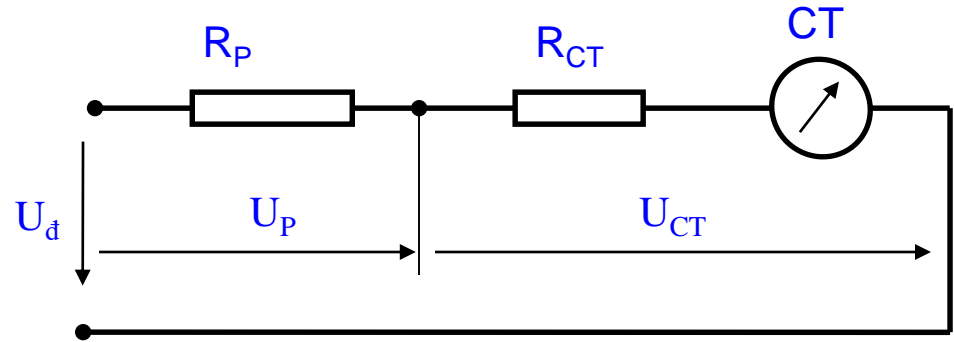
$$U_d = m U_{CT} \quad (*)$$

*Nhận xét:

+ Điện áp đo gấp m lần điện áp định mức của chỉ thị từ điện

$$m = \frac{U_d}{U_{CT}}$$

+ Điện áp U_d tỉ lệ bậc nhất với điện áp qua chỉ thị \rightarrow không cần khắc độ lại thang đo.

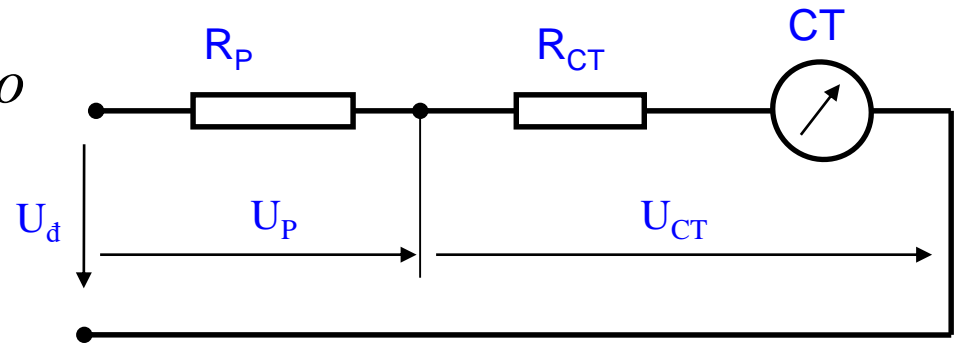


BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

II. Đo điện áp trung bình và lớn.

1. Vôn mét một chiều.

a, Vôn mét một chiều một thang đo



Giá trị điện trở phụ: $R_P = (m - 1)R_{CT}$

Nội trở của Vôn mét: $R_V = m.R_{CT}$

VÍ DỤ 4

Một cơ cấu chỉ thị từ điện có điện trở chỉ thị 50Ω , dòng điện định mức 30mA .

Xác định điện trở phụ và nội trở để Vôn mét một chiều có thang đo 25V

Tóm tắt:

Giải

BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

II. Đo điện áp trung bình và lớn.

1. Vôn mét một chiều.

b, Vôn mét một chiều nhiều thang đo



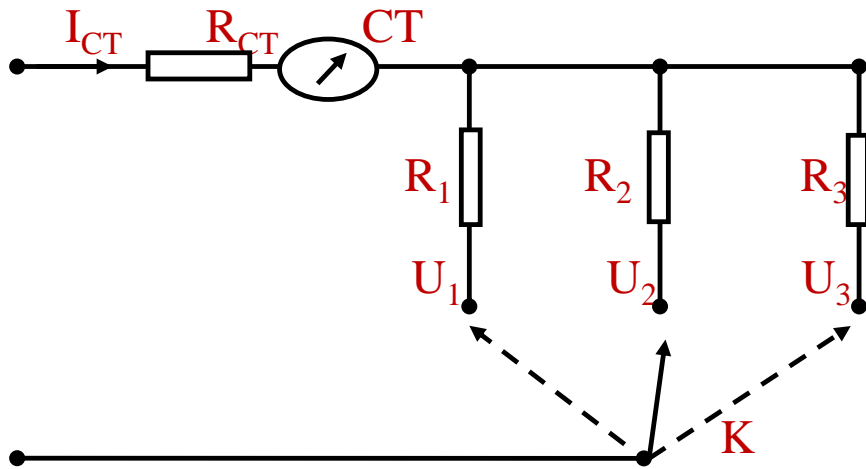
BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

II. Đo điện áp trung bình và lớn.

b, Vôn mét một chiều nhiều thang đo

Cách 1: Sơ đồ song song

*Sơ đồ:



*Tính R_p :

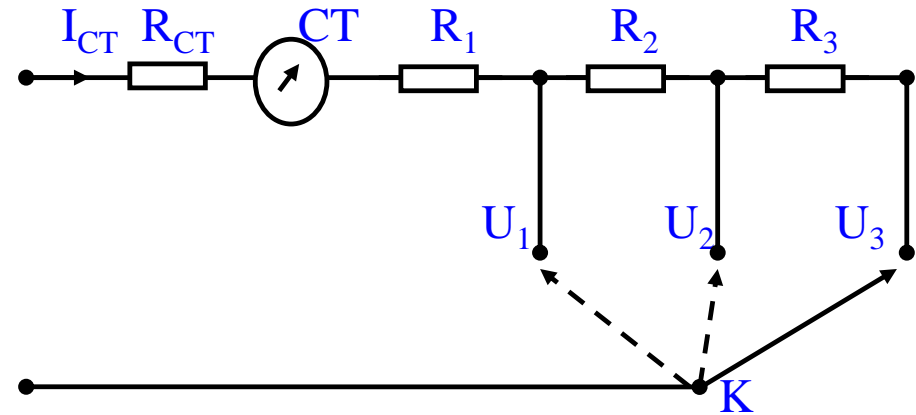
Thang đo U_1 :

Thang đo U_2 :

Thang đo U_3 :

Cách 2: Sơ đồ nối tiếp

*Sơ đồ:

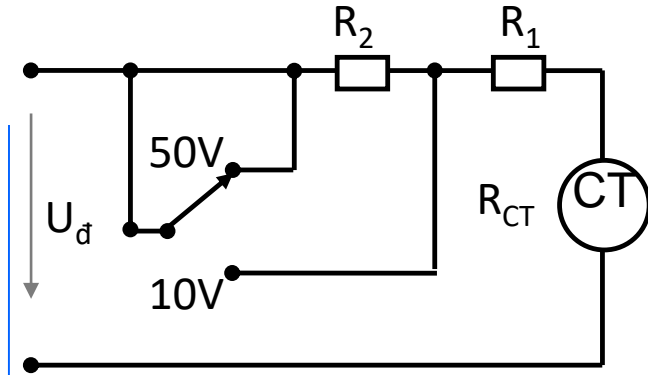


*Tính R_p :

VÍ DỤ 5

Một cơ cấu đo từ điện có dòng định mức 2mA, nội trở 50Ω . Để mở rộng các thang đo 10V, 50V. Tính R_1 , R_2 .

Giải:



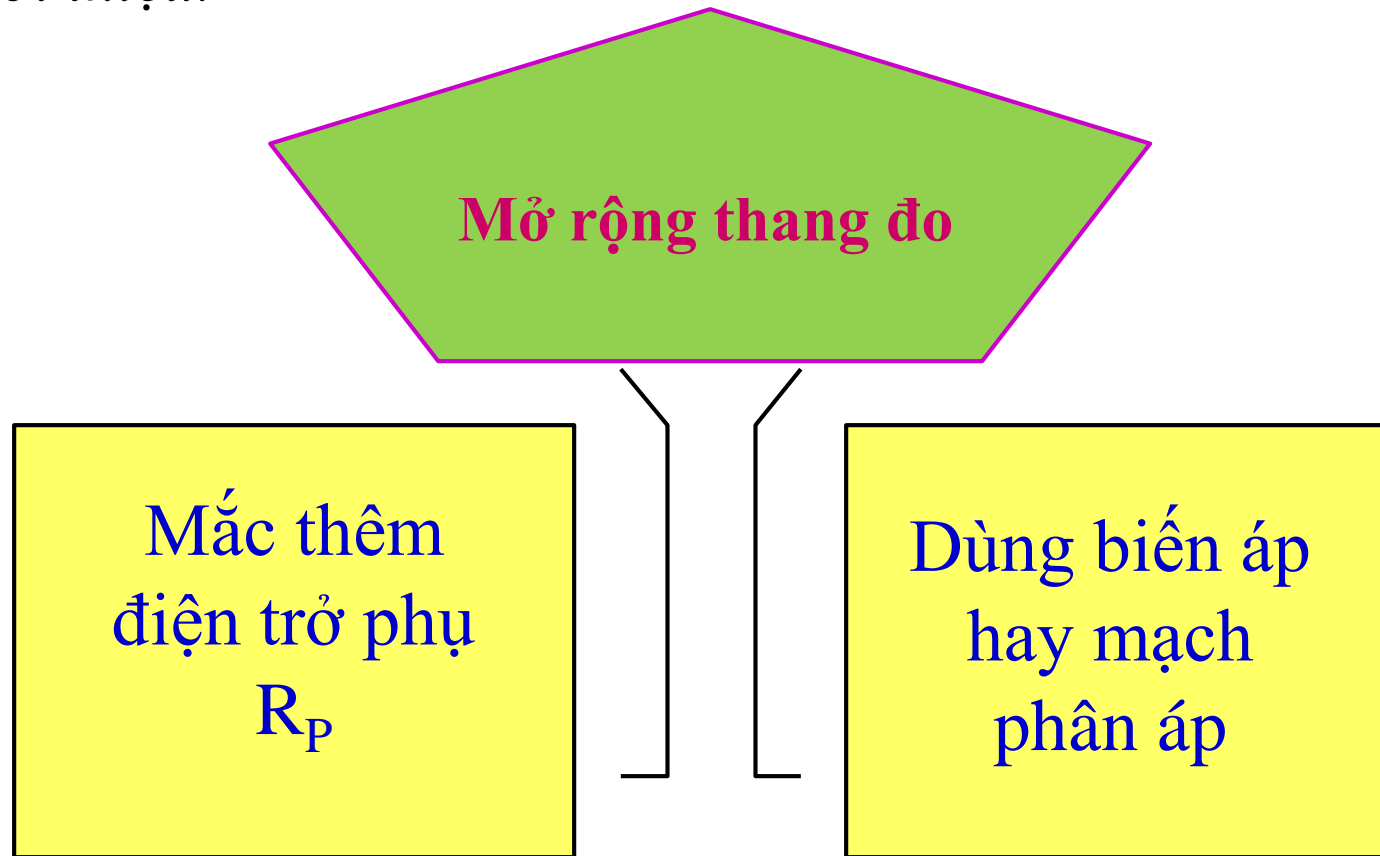
Tóm tắt:

BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

II. Đo điện áp trung bình và lớn.

2. *Vôn mét xoay chiều.*

a, Giới thiệu.



BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

2. Vôn mét xoay chiều.

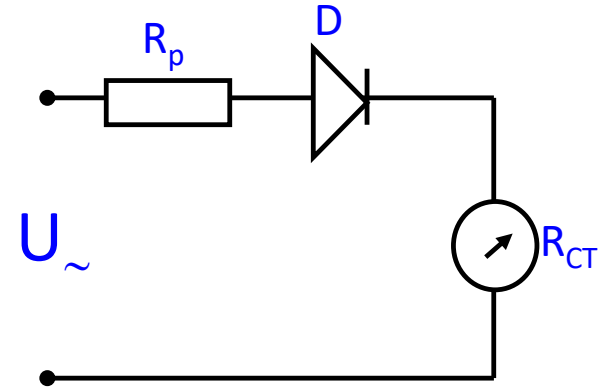
b, Vôn mét từ điện chỉnh lưu.

**Vôn mét từ điện chỉnh lưu nửa chu kỳ.*

- Sơ đồ:

-Thành phần:

- + Cơ cấu chỉ thị cơ điện (từ điện)
- + D là diode chỉnh lưu.
- + R_p mở rộng thang đo



-Dòng chỉnh lưu:

Dòng chỉnh lưu trung bình qua mạch đo:

$$I_{cltb} = 0,318\sqrt{2}I_m$$

BÀI 2: DỤNG CỤ ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

2. Vôn mét xoay chiều.

b, Vôn mét từ điện chỉnh lưu hai nửa chu kỳ.

**Vôn mét từ điện chỉnh lưu nửa chu kỳ.*

- Sơ đồ:

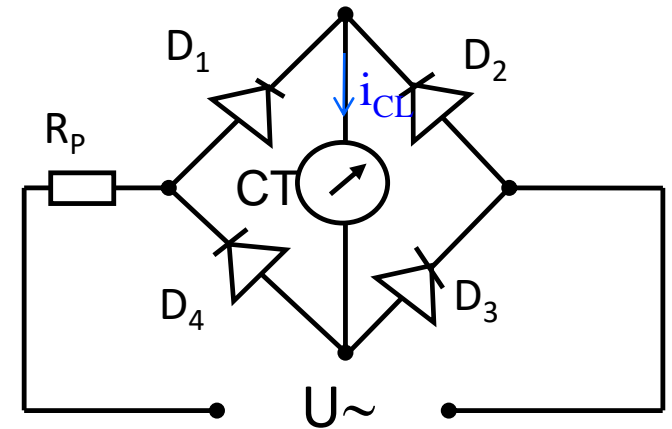
-Thành phần:

- + Cơ cấu chỉ thị cơ điện (từ điện)
- + D là diode chỉnh lưu.
- + R_p mở rộng thang đo.

-Dòng chỉnh lưu:

Dòng chỉnh lưu trung bình qua mạch đo:

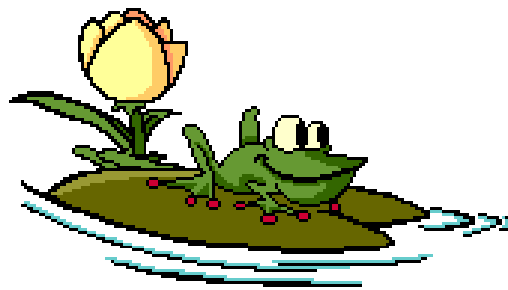
$$I_{cltb} = 0,636\sqrt{2}I_m$$



BÀI TẬP VỀ NHÀ

BT3 Sử dụng một chỉ thị từ điện có $U_{CT}=100\text{mV}$, $R_{CT}= 80\Omega$ cấu tạo nên Am mét một chiều. Xác định giá trị điện trở sơ và nội trở của Am mét với các thang đo 1mA, 10mA, 20mA.

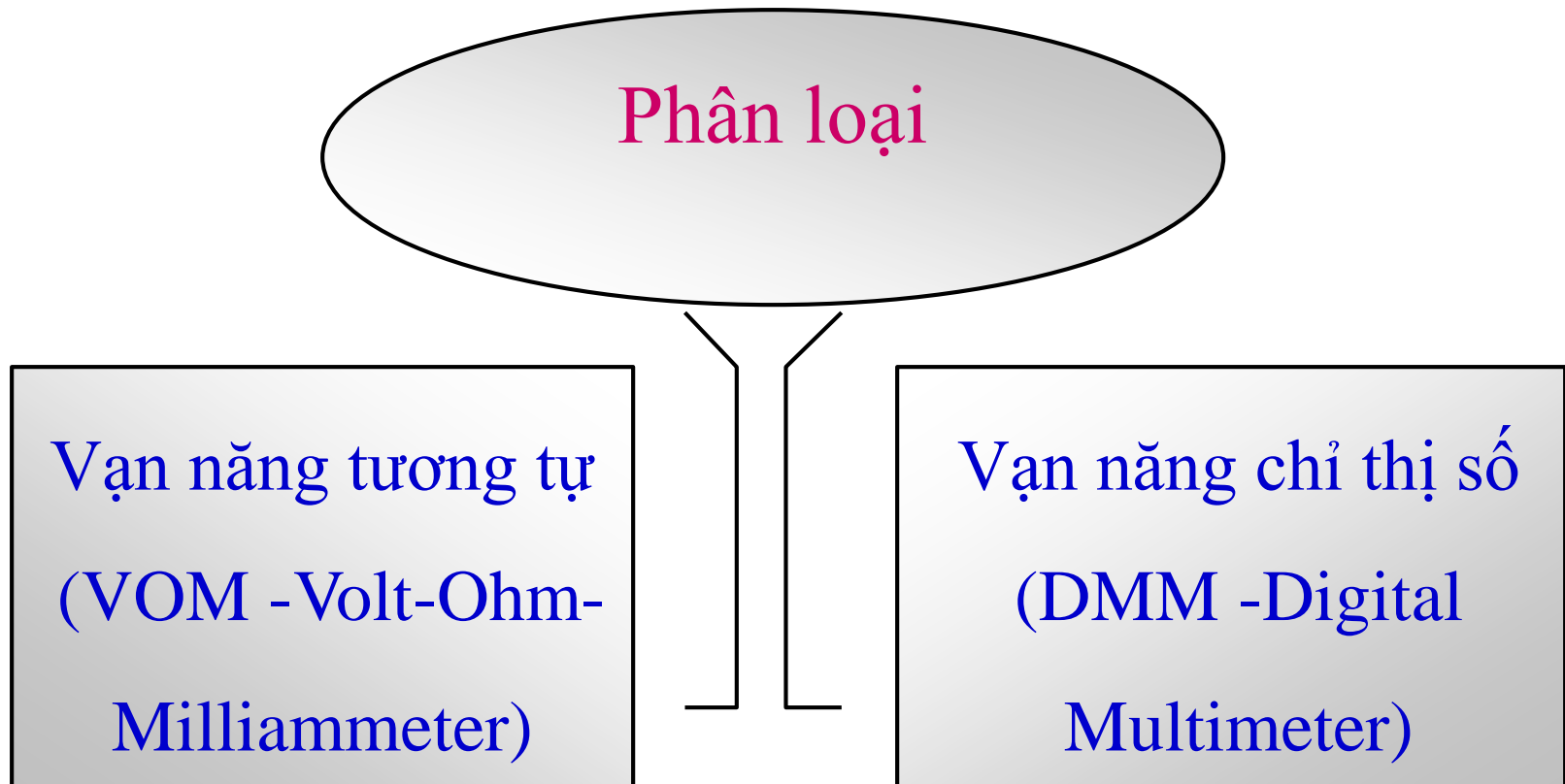
BT4: Sử dụng một chỉ thị từ điện có $I_{CT}= 60\mu\text{A}$, $R_{CT}= 1\text{k}\Omega$ để cấu tạo nên Vôn mét một chiều. Tính điện trở phụ và nội trở của Vôn mét thang đo 50mV, 100mV, 200mV.



BÀI 3: ĐỒNG HỒ VẠN NĂNG (Multimeters)

I. Giới thiệu.

Là thiết bị đo phổ biến có nhiều thang đo.



Ví dụ: Đồng hồ Sanwa YX-360, 960

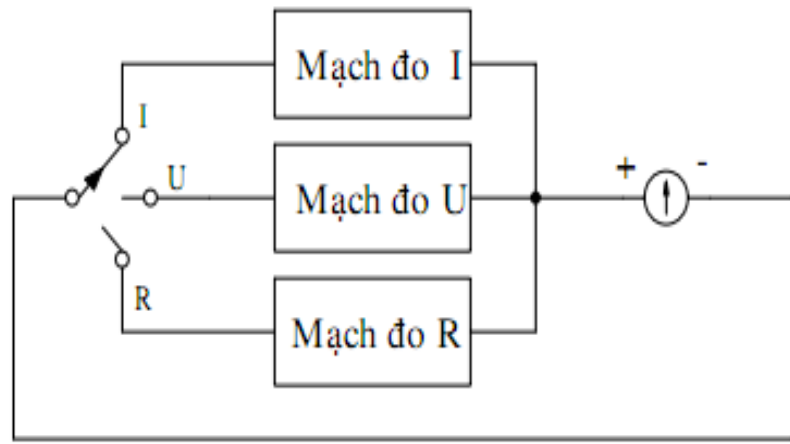
Ví dụ: Đồng hồ Kioky 2 3803

BÀI 3: ĐỒNG HỒ VẠN NĂNG (Multimeters)

II. Đồng hồ vạn năng tương tự VOM

1. Tính năng.

- + Đo điện áp một chiều, xoay chiều.
- + Đo dòng điện một chiều.
- + Đo điện trở



BÀI 3: ĐỒNG HỒ VẠN NĂNG (Multimeters)

II. Đồng hồ vạn năng tương tự VOM

2. Ôm mét trong vạn năng.

a, Cơ sở lý thuyết:

- Là dụng cụ đo dùng cơ cấu chỉ thị (tờ điện) với nguồn cung cấp là pin và các điện trở chuẩn.

- Theo định luật Ohm : $R = \frac{U}{I}$

+ Nếu giữ $U = \text{const} \rightarrow I$ qua mạch đo thay đổi khi điện trở thay đổi \rightarrow đo I suy ra R .

+ Nếu giữ $I = \text{const} \rightarrow U$ qua mạch đo thay đổi khi điện trở thay đổi \rightarrow đo U suy ra R .

- Là phép đo trực tiếp

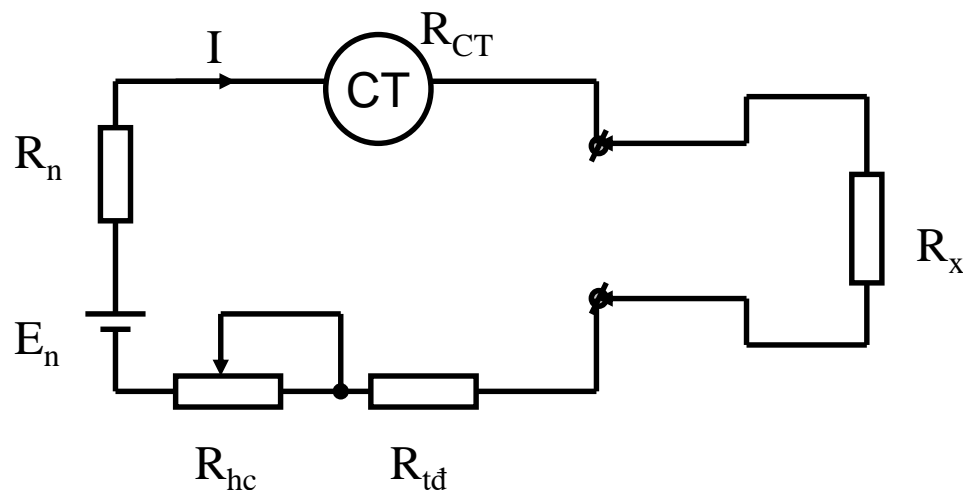


BÀI 3: ĐỒNG HỒ VẠN NĂNG (Multimeters)

II. Đồng hồ vạn năng tương tự VOM

2. Ôm mét trong vạn năng.

b, Cấu tạo



-Thành phần :

+ R_x —điện trở đo mắc nối tiếp với cơ cấu chỉ thị.

+ R_{CT} —Điện trở chỉ thị

+ R_{td} — điện trở thang đo.

+ R_n, E_n —Nguồn E và nội trở của nguồn.

+ R_{hc} — điện trở hiệu chỉnh, dùng để hiệu chỉnh trong trường hợp pin cung cấp bên trong bị yếu (điều chỉnh zero) nhằm giảm sai số.

II. Đồng hồ vạn năng tương tự VOM

$$I = \frac{E_n}{R_n + R_{CT} + R_{td} + R_{hc} + R_x} = \frac{E_n}{R_\Omega + R_x}$$

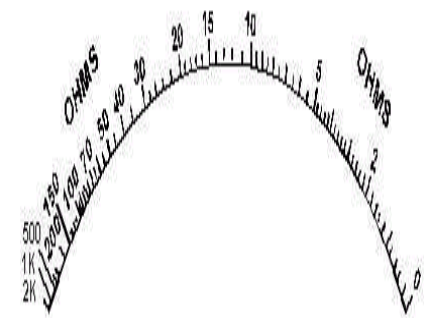
+ Khi $R_x = 0$ dòng qua chỉ thị là dòng $I = \frac{E_n}{R_\Omega + R_x} = I_{\max}$

+ Khi $R_x \neq 0$ dòng qua chỉ thị $I = \frac{E_n}{R_n + R_{CT} + R_{td} + R_{hc} + R_x}$

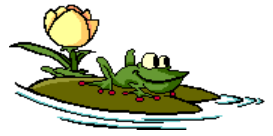
d, Nhận xét

+ Ôm met này thường dùng đo giá trị điện trở R_x cỡ từ Ω trở lên.

+ Ứng dụng trong các thiết bị đo vụn năng hiện nay.



BÀI TẬP VỀ NHÀ



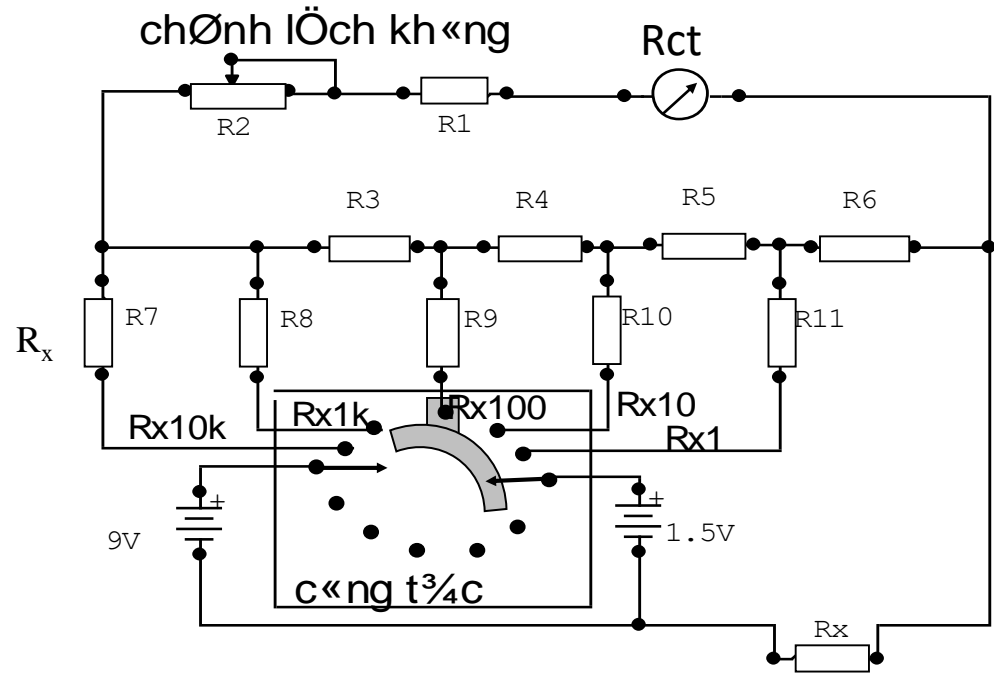
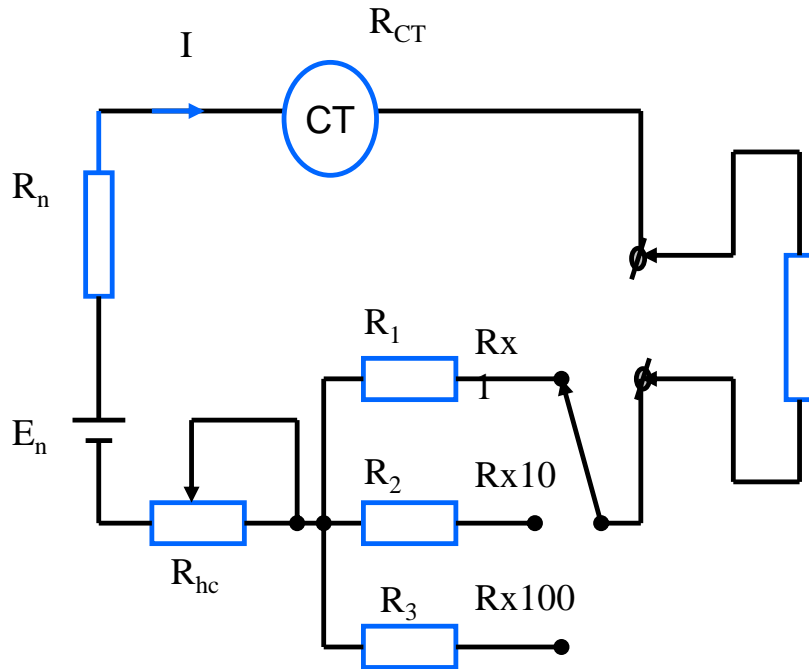
BT5: Một Ôm mét mắc theo sơ đồ nối tiếp dùng chỉ thị điện từ ($dL/d\alpha =$ hằng số) có $R_{CT} = 2\Omega$ và nguồn điện $E_n = 6V$, $R_n = 3\Omega$. Xác định giá trị điện trở cần đo $R_{hc} = 5\Omega$ và kim chỉ nằm ở vị trí góc quay $\alpha = 1/4\alpha_{\max}$

BÀI 3: ĐỒNG HỒ VẠN NĂNG (Multimeters)

II. Đồng hồ vạn năng tương tự VOM

2. Ôm mét trong vạn năng.

e, Ôm mét nhiều thang đo



Đo điện trở R_{x1} , R_{x10} , $R_{x100} \rightarrow$ dùng nguồn 1.5V

Đo điện trở R_{x1k} , $R_{x10k} \rightarrow$ dùng nguồn 9V

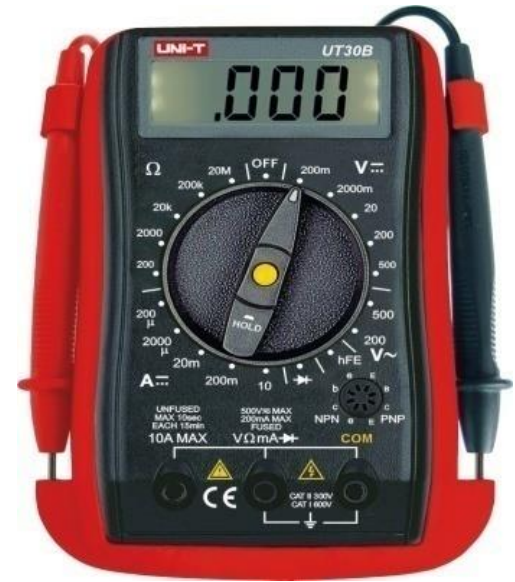
BÀI 3: ĐỒNG HỒ VẠN NĂNG (Multimeters)

III. Đồng hồ vạn năng số DMM

1. Tính năng.

Ưu điểm nổi trội hơn so với VOM:

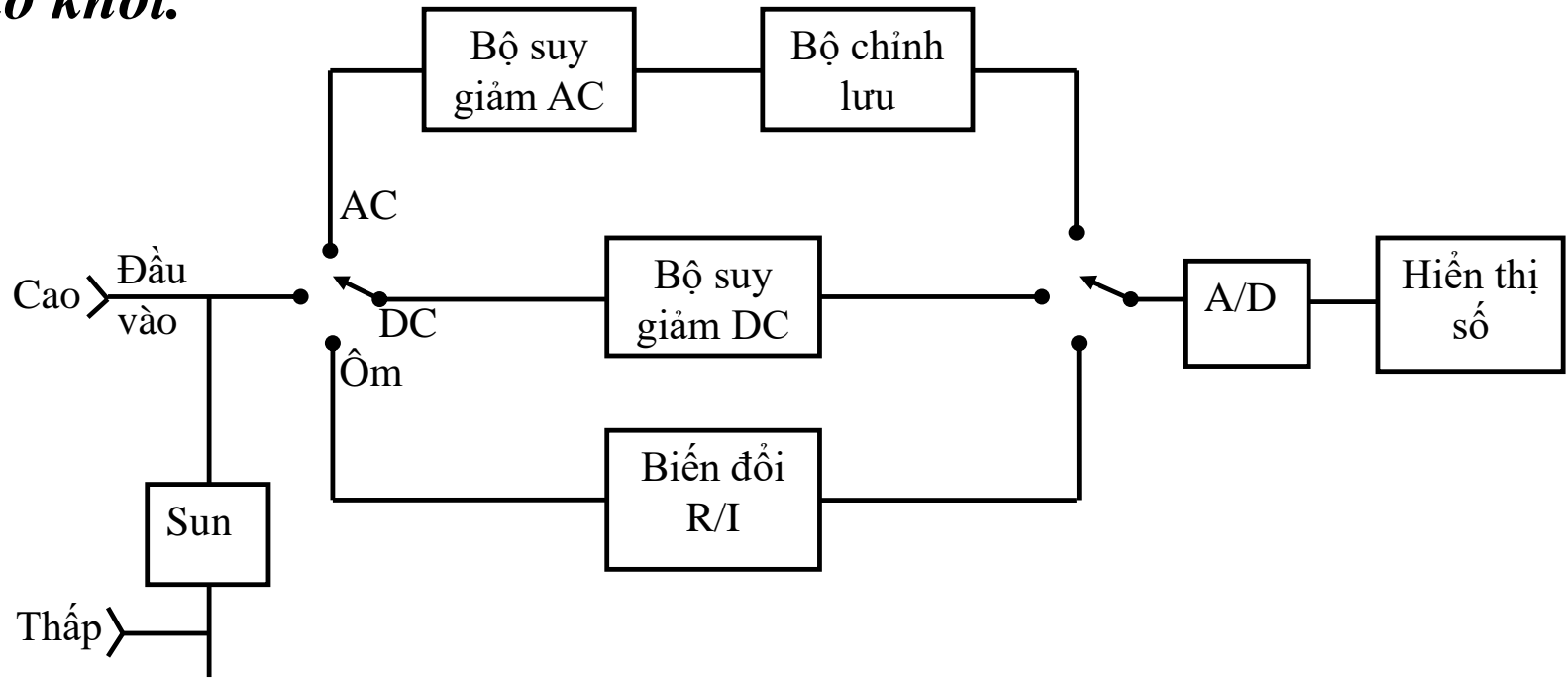
- + Đo tần số dòng điện.
- + Kiểm tra diode, kiểm tra Transistor BJT
- + Đo độ tự cảm của L và điện dung của C.
- + Lưu giữ số liệu đo và tính toán kết quả.



BÀI 3: ĐỒNG HỒ VẠN NĂNG (Multimeters)

III. Đồng hồ vạn năng số DMM

2. Sơ đồ khối.

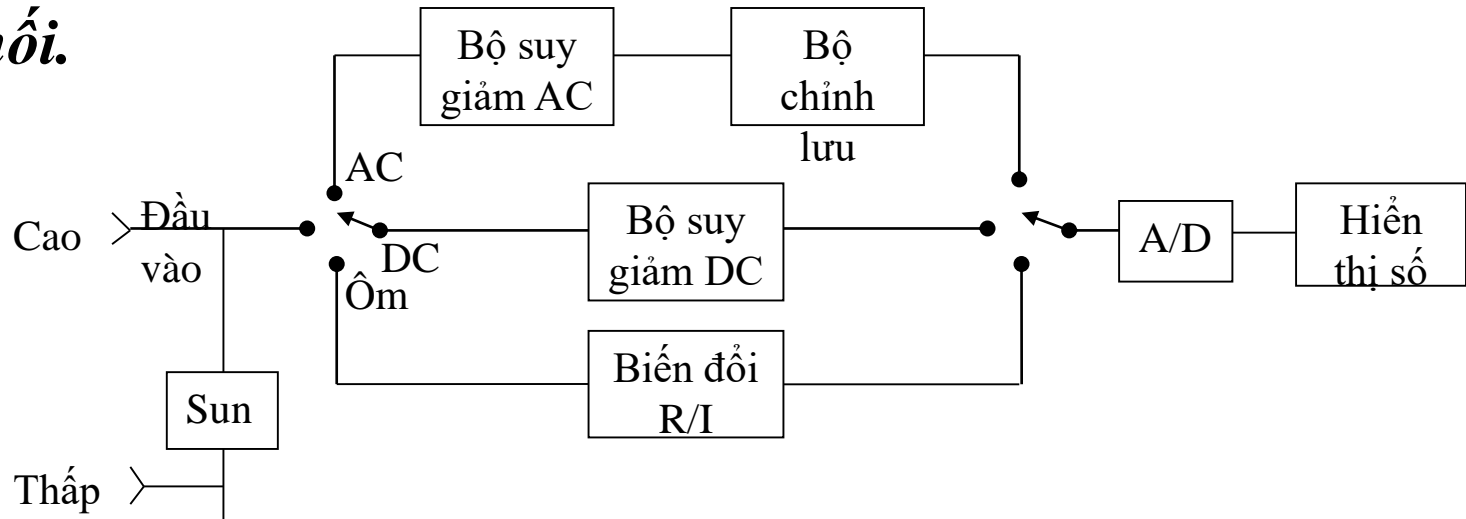


Nguyên tắc chung: Các đại lượng đo dòng điện, điện trở và điện áp xoay chiều thành điện áp một chiều, hiển thị kết quả đầu ra dưới dạng số.

BÀI 3: ĐỒNG HỒ VẠN NĂNG (Multimeters)

III. Đồng hồ vạn năng số DMM

2. Sơ đồ khối.



- + Đo dòng: dùng mạch biến đổi dòng thành áp, khi cho dòng qua một điện trở, điện áp rơi trên điện trở tỉ lệ với dòng cần đo.
- + Đo điện trở: cho dòng cố định qua điện trở, điện áp rơi trên điện trở tỉ lệ với giá trị điện trở cần đo.
- + Đo điện áp xoay chiều: điện áp xoay chiều qua chỉnh lưu biến thành điện áp một chiều tỉ lệ với điện áp xoay chiều cần đo.

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

I. Giới thiệu

1. Đặc điểm

Độ nhạy
cao

Nội trở
 R_V lớn

Dải tần
đo rộng

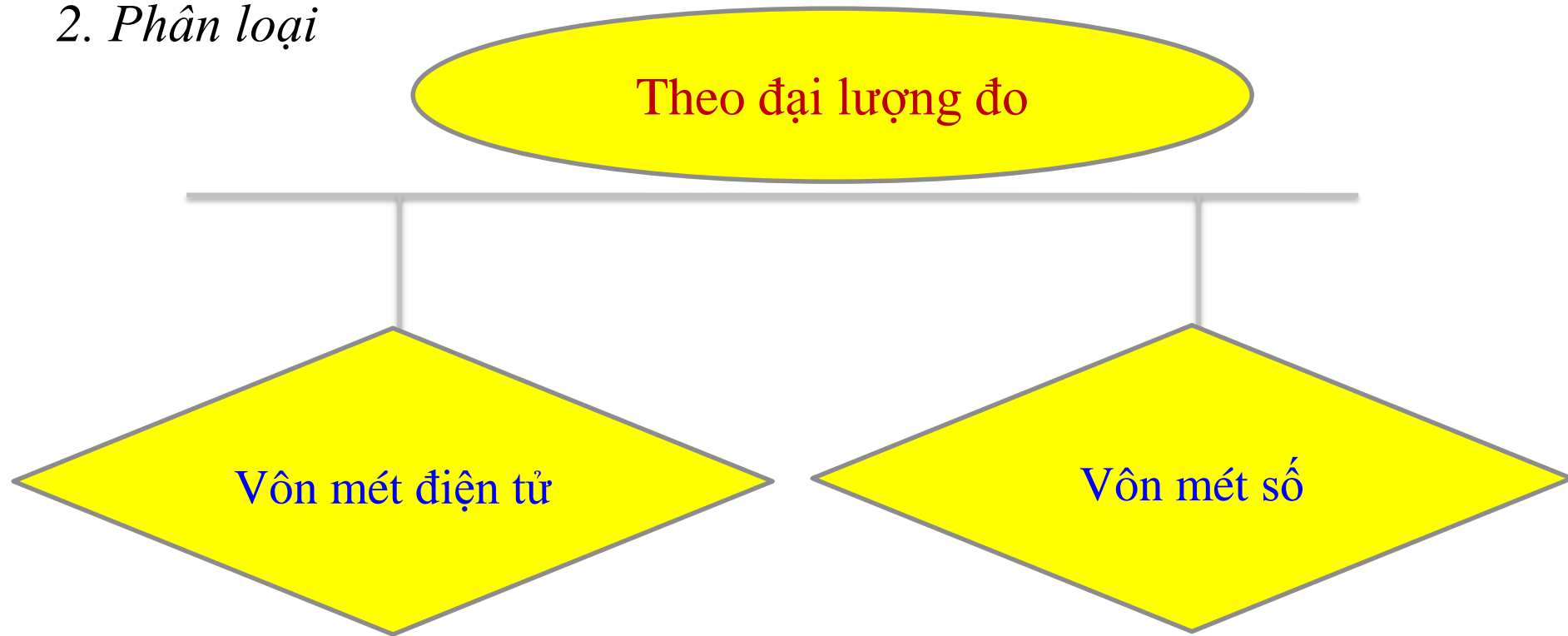
Thiết bị đo
gọn nhỏ

Tuy nhiên : cấp chính xác không cao
và nguồn cung cấp phải ổn định.

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

I. Giới thiệu

2. *Phân loại*



BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

I. Giới thiệu

3. Các giá trị điện áp cần đo

U_m : Giá trị đỉnh (biên độ)

U : Giá trị hiệu dụng

U_{cl} : Giá trị trung bình chỉnh lưu

Hệ số biên độ K_b và hệ số dạng K_d



$$U_m$$

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$$

$$U_{cl} = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt$$

$$K_b = \frac{U_m}{U}; \quad K_d = \frac{U}{U_{cl}}$$

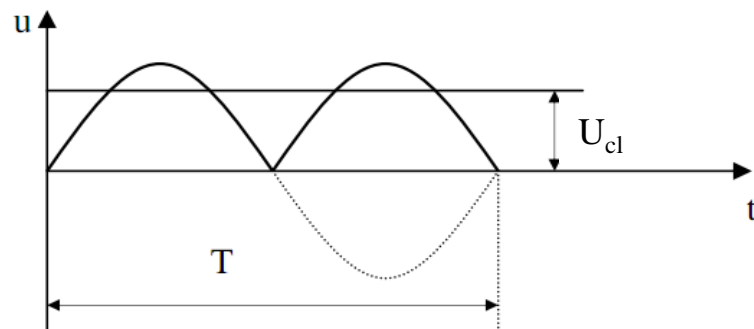
Điện áp điều hòa hình sin: $u(t) = U_m \sin \omega t$

$$U_{m+} = U_{m-} = U_m$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

$$K_b = \frac{U_m}{U} = \sqrt{2}$$

$$K_d = \frac{U}{U_{cl}} = 1,11$$



VÍ DỤ 6

Vôn mét điện tử sử dụng tách sóng biên độ, thang đo khắc độ theo giá trị hiệu dụng **điện áp luật sin** để đo một **điện áp không sin** nhận được điện áp 20V. Xác định giá trị biên độ, hiệu dụng, trung bình của **điện áp không sin** biết $K_b = 1,73$ và $K_d = 1,04$.

$$K_{bs} = \frac{U_{ms}}{U_s} = \sqrt{2} \quad K_{ds} = \frac{U_s}{U_{cls}} = 1,11$$

Tóm tắt:

Giải:

$$K_{bd} = 1,73$$

$$K_{dd} = 1,04$$

$$U_s = 20V$$

$$U_{mđ} = ?$$

$$U_{đ} = ?$$

$$U_{tbđ} = ?$$

+ Giá trị biên độ của **điện áp sin**:

$$U_{ms} = K_{bs} \cdot U_s = 1,41 \cdot 20 = 28,2V$$

Do sử dụng mạch *tách sóng biên độ* nên biên độ **điện áp không sin**:

$$U_{mđ} = U_{ms} = 28,2V$$

+ Giá trị hiệu dụng của **điện áp không sin**:

$$U_{đ} = \frac{U_{mđ}}{K_{bd}} = \frac{28,2}{1,73} = 16,3V$$

+ Giá trị trung bình của **điện áp không sin**:

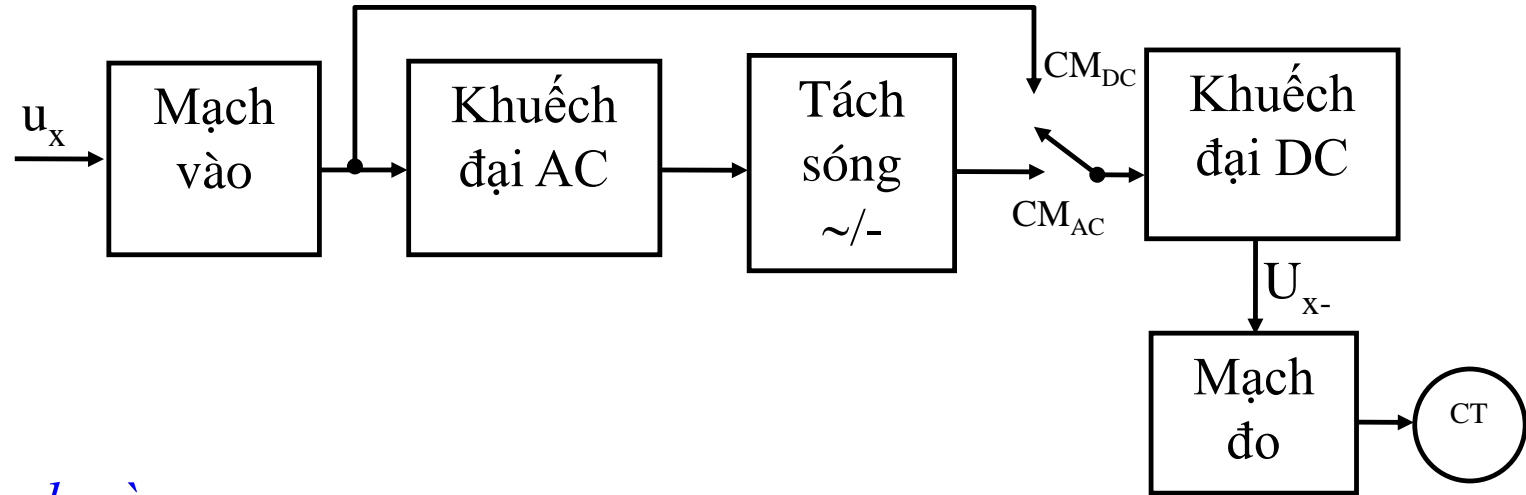
$$U_{tbđ} = \frac{U_{đ}}{K_{dd}} = \frac{16,3}{1,04} = 15,7V$$

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ



II. Vôn mét điện tử (tương tự)

1. Sơ đồ khối.



a. Mạch vào:

Tiếp nhận tín hiệu đầu vào biến đổi thành điện áp một chiều hoặc xoay chiều.

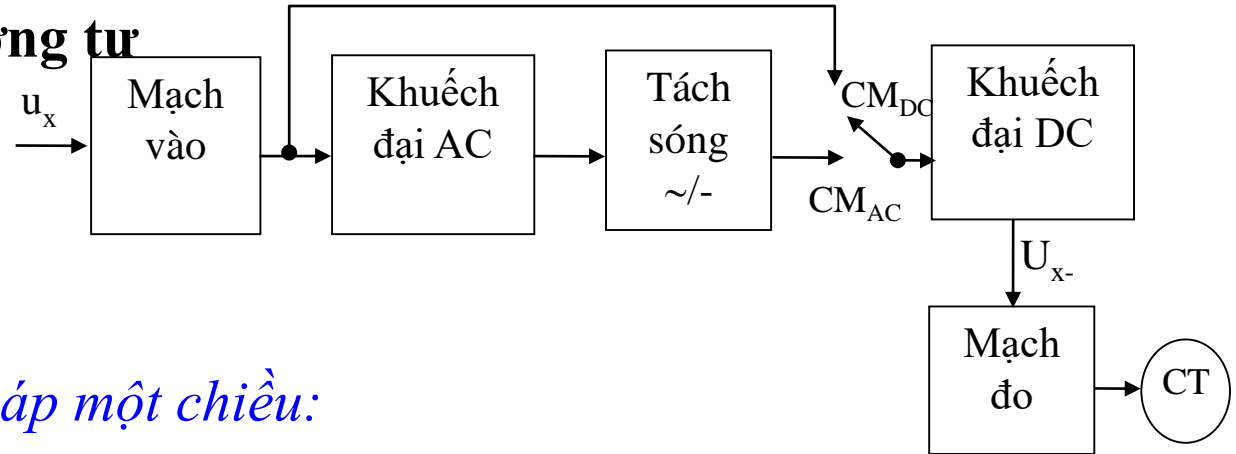
b. Mạch khuếch đại điện áp xoay chiều:

- + Tăng mức độ lớn tín hiệu về mặt biên độ chỉ đủ cho sự làm việc của mạch tách sóng nhưng không làm thay đổi dạng tín hiệu ban đầu.
- + Yêu cầu về độ bằng phẳng đặc tính biên độ tần số.

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

II. Vôn mét điện tử tương tự

1. Sơ đồ khối.



c. Mạch khuếch đại điện áp một chiều:

+ Khuếch đại điện áp một chiều, yêu cầu về độ ổn định điểm làm việc.

d. Mạch tách sóng:

+ Biến đổi điện áp xoay chiều thành điện áp một chiều tỉ lệ với U_m , U , U_{cl} .

+ Gồm tách sóng biên độ (tách sóng đỉnh), tách sóng hiệu dụng (bình phương) và mạch chỉnh lưu.

e. Mạch đo:

Thực hiện xử lý và tính toán kết quả.

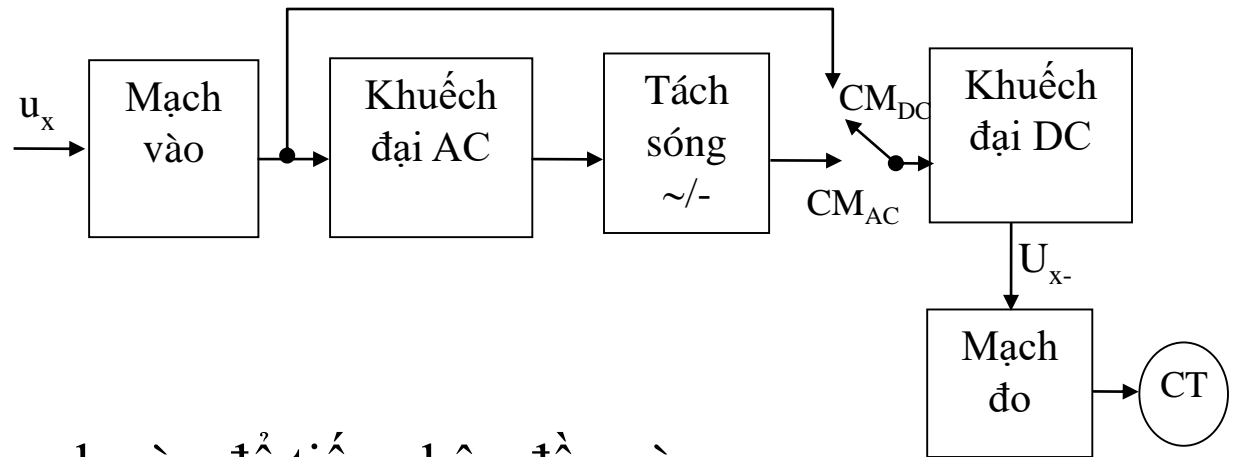
f. Chỉ thị đo lường:

Dùng chỉ thị cơ điện (tờ điện).

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

II. Vôn mét điện tử tương tự

3. Nguyên lý hoạt động



- Đại lượng đo đưa tới mạch vào để tiếp nhận đầu vào.

- Điện áp xoay chiều:

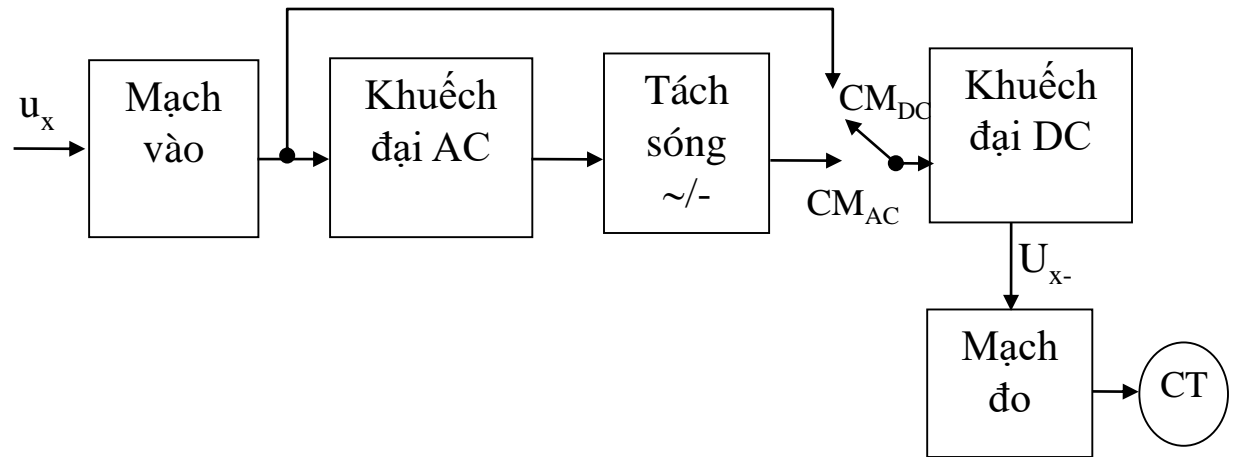
+ Đưa tới mạch khuếch đại xoay chiều, khuếch đại lên mức đủ lớn cho sự hoạt động của mạch tách sóng.

+ Tại mạch tách sóng biến đổi điện áp xoay chiều thành điện áp một chiều. Điện áp một chiều có độ lớn tỉ lệ U , U_m , U_{cl} , tùy thuộc vào loại mạch tách sóng được sử dụng: tách sóng biên độ, TS bình phương, TS chỉnh lưu.

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

II. Vôn mét điện tử tương tự

3. Nguyên lý hoạt động



- Điện áp một chiều:
- + Điện áp một chiều từ đầu vào hoặc sau mạch tách sóng đưa tới mạch khuếch đại một chiều.
- Sau đó đưa tới chỉ thị cơ điện và ghi giá trị điện áp cần đo được chỉ thị dạng biên độ, hiệu dụng hay chỉnh lưu trung bình tùy thuộc vào việc khắc độ thang đo.

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

4. Mạch tách sóng trong vôn mét điện tử

a. Tách sóng biên độ (tách sóng đỉnh).

Điện áp ra bằng giá trị đỉnh điện áp đo.

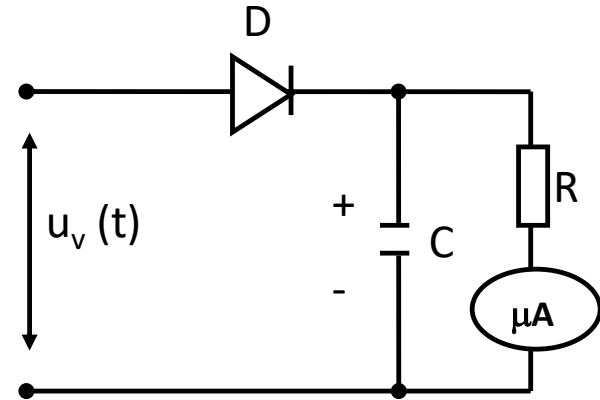
* Sơ đồ:

*Thành phần:

+ Diode D

+ Tụ điện C.

+ Điện trở R mắc nối tiếp một microammeter.



* Nguyên lý:

- Giả sử điện áp $u_v(t)$ là điện áp hình sin có chu kỳ T :

+ Khi $u_v(t) > u_c \rightarrow D$ thông \rightarrow có dòng qua I_D , tụ C nạp: $+u_v \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow -u_v$
(với hằng số nạp: $\tau_n = R_D \cdot C$)

+ Khi $u_v(t) < u_c \rightarrow D$ đóng \rightarrow tụ C phóng: $+ C \rightarrow R \rightarrow \mu A \rightarrow -C$ (với hằng số phóng: $\tau_p = R_T \cdot C$ và $\tau_p \gg \tau_n$)

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

4. Mạch tách sóng trong vôn mét điện tử

a. Tách sóng biên độ (tách sóng đỉnh).

* Nguyên lý:

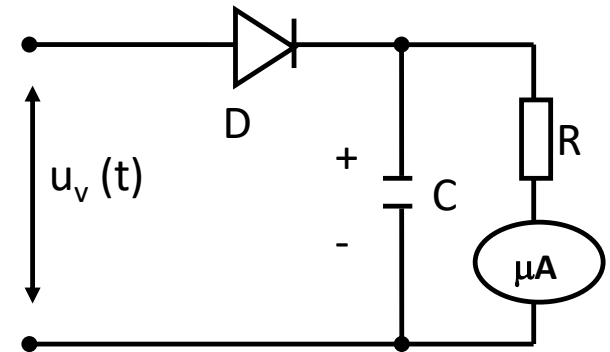
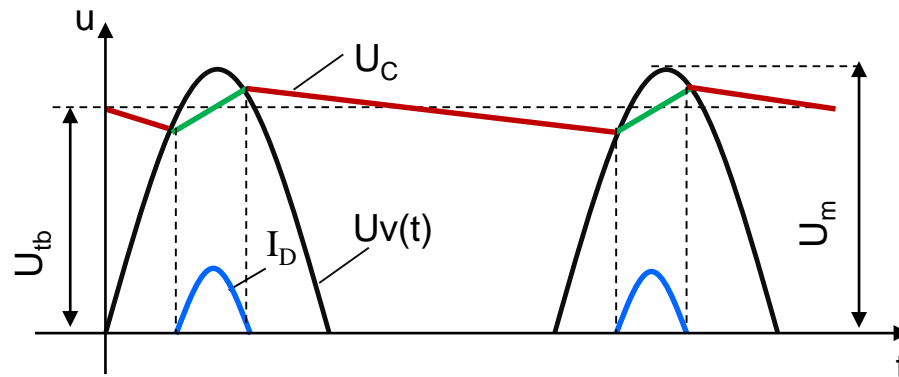
- Quá trình cứ tiếp tục như vậy sau một vài chu kỳ:

+ Điện áp trên tụ C: $U_C \approx U_m$.

+ Giá trị trung bình của dòng điện chảy qua microammeter:

$$U_{tb} \approx U_C \approx U_m \text{ nghĩa là } I_{tb} = \frac{U_{tb}}{R} \approx \frac{U_m}{R}$$

* Đồ thị dòng áp:



BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

4. Mạch tách sóng trong vôn mét điện tử

b. Tách sóng hiệu dụng.

Dòng điện mạch ra chảy qua microammeter tỉ lệ bình phương với giá trị hiệu dụng của điện áp đo mà không phụ thuộc vào dạng điện áp.

Đọc tài liệu Tài Tính –T 113 và ĐNThanh-T81

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

4. Mạch tách sóng trong vôn mét điện tử

c. Tách sóng chỉnh lưu.

Dòng điện mạch chảy qua microammeter tỉ lệ với giá trị trung bình chỉnh lưu của điện áp đo

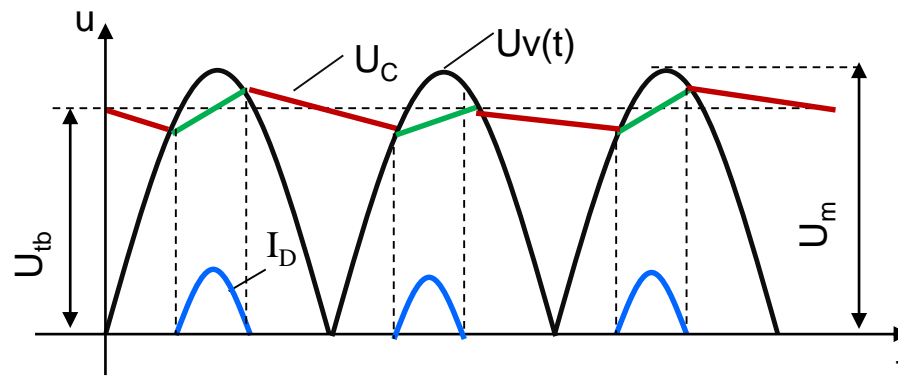
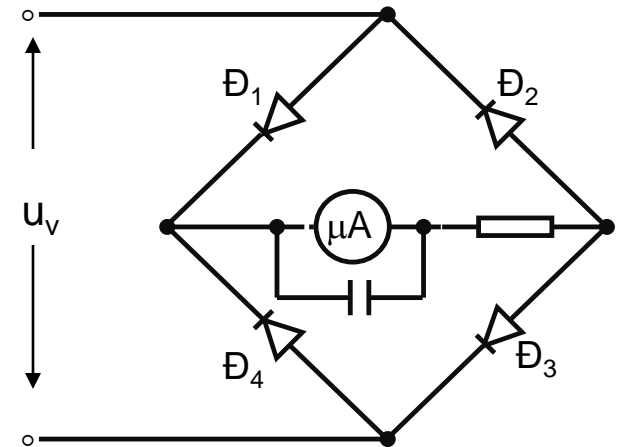
* Sơ đồ

* Thành phần

+ D_1, D_2, D_3, D_4 : chỉnh lưu cầu

+ Điện trở R mắc nối tiếp với microammeter.

* Đồ thị dòng áp:



BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

III. Vôn mét số

1. Giới thiệu

- + Vôn mét số là dụng cụ đo chỉ thị kết quả bằng con số.
- + Khâu cơ bản trong vôn mét số là bộ chuyển đổi tương tự số ADC.



a. Đặc điểm:

- + Độ chính xác cao.
- + Độ nhạy cao.
- + Điện trở vào rất lớn.

b. Phân loại:

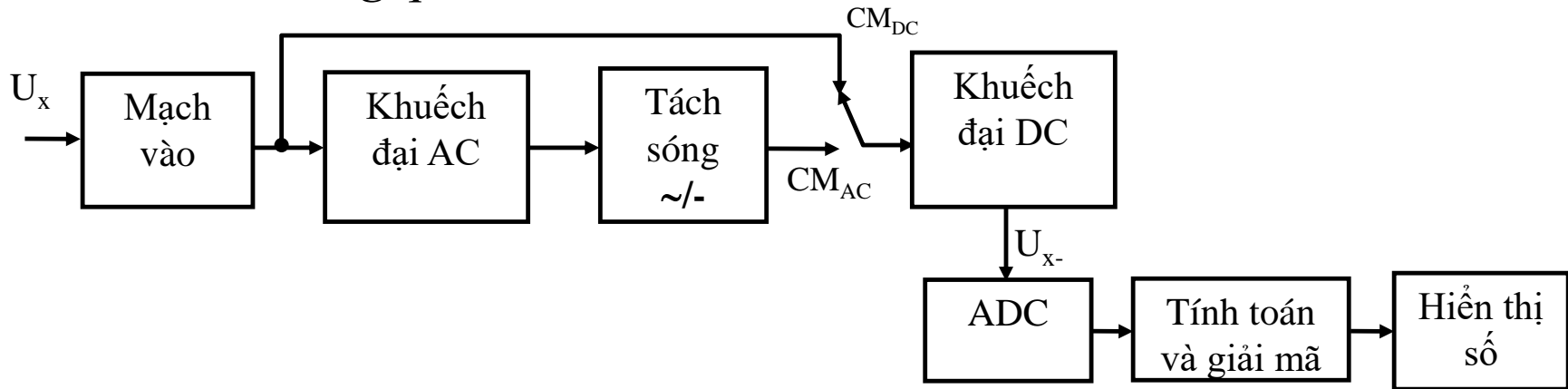
- + Vôn mét số chuyển đổi tần số.
- + Vôn mét số chuyển đổi thời gian

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

III. Vôn mét số

1. Giới thiệu

c. Sơ đồ khối tổng quát



Nguyên tắc: điện áp một chiều được biến đổi sang tín hiệu số nhờ ADC và được tính toán và giải mã bằng mạch số hoặc sử dụng vi xử lý/vi điều khiển (μP) rồi kết quả đo được hiển thị số.

* *Bộ biến đổi ADC (tương tự - số).*

+ Là một bộ phận quan trọng của Vôn mét điện tử số.

+ Thực hiện biến đổi tín hiệu biến đổi liên tục theo thời gian thành một số hữu hạn giá trị rời rạc theo thời gian.

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

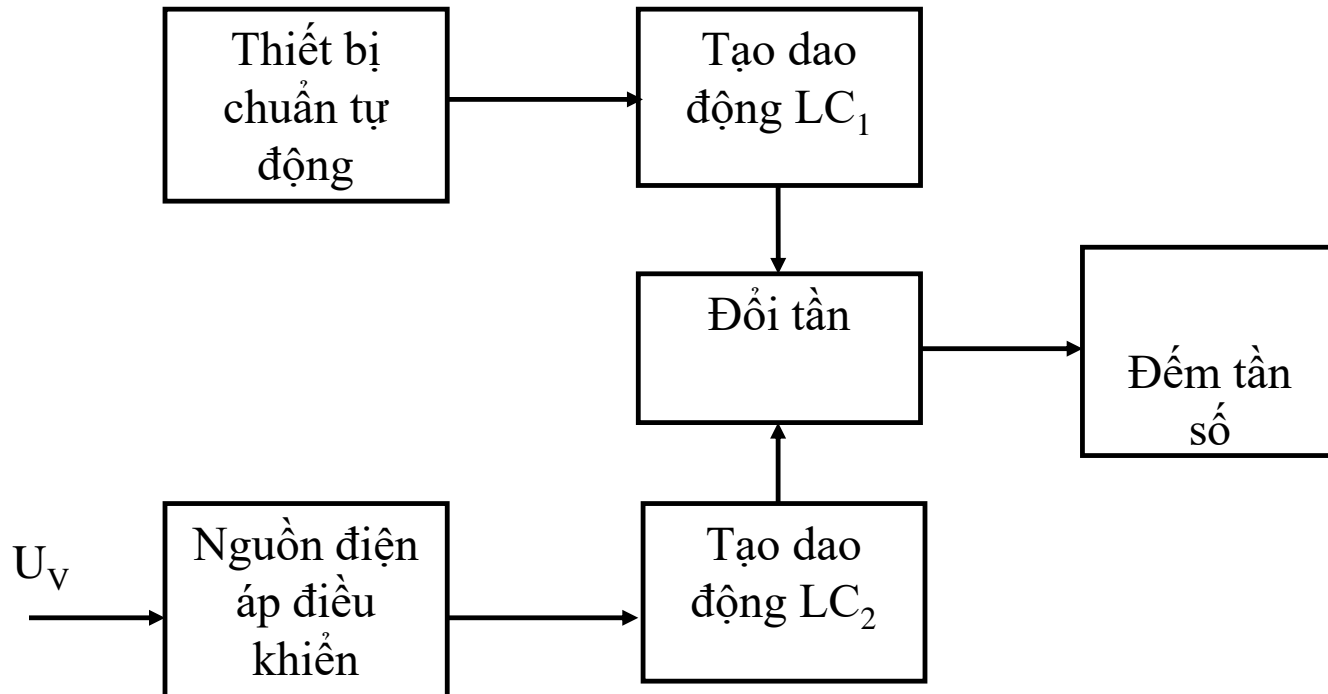
III. Vôn mét điện tử số

2. Vôn mét số chuyển đổi tần số

a. Nguyên lý chung

Chuyển đổi điện áp đo một chiều sang tần số, sau đó thực hiện đo tần số thông qua mạch đếm tần số và suy ra giá trị điện áp một chiều cần đo.

b. Sơ đồ khối

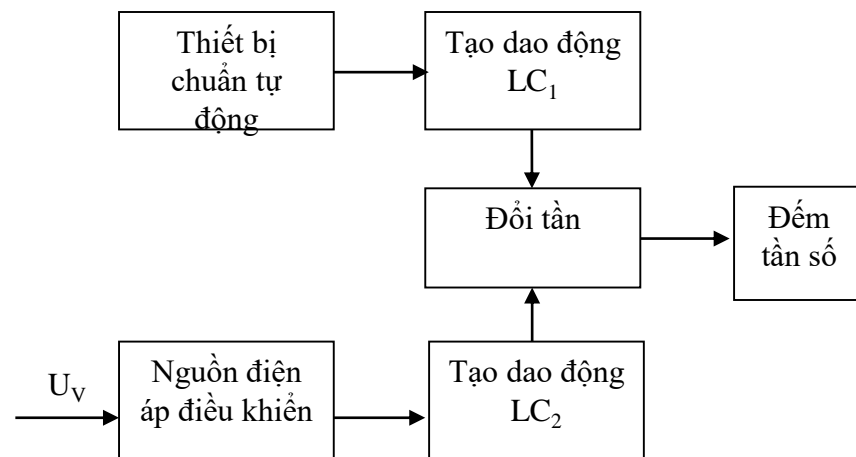


BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

2. Vôn mét số chuyển đổi tần số

b. Thành phần:

- **Thiết bị chuẩn tự động:** Nguồn điện áp một chiều mẫu, điện áp ra được chuẩn tự động và có độ chính xác cao.



- **Nguồn điện áp điều khiển:** mạch khuếch đại, suy giảm tạo ra điện áp điều khiển để điều khiển mạch LC₂.

- **Mạch tạo dao động LC₁:**

+ Tạo dao động hình sin, tần số f_1 có độ ổn định cao.

+ Dùng mạch tạo dao động 3 điểm điện dung.

- **Mạch tạo dao động LC₂:**

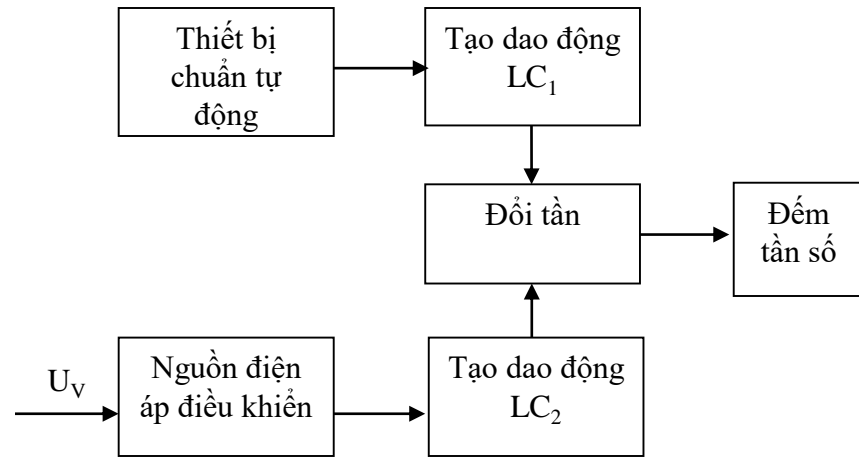
+ Tạo dao động hình sin, tần số f_2 có độ ổn định cao.

+ Dùng mạch tạo dao động LC.

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

2. Vôn mét số chuyển đổi tần số

b. Thành phần:



- Mạch đổi tần:

+ Là mạch phi tuyến, điện áp đầu ra có vô số thành phần tần số:

$f_{dt} = |nf_1 \pm mf_2|$; f_1, f_2 là tần số của các điện áp tại đầu vào mạch đổi tần; n, m là các số nguyên dương 0, 1, 2,...

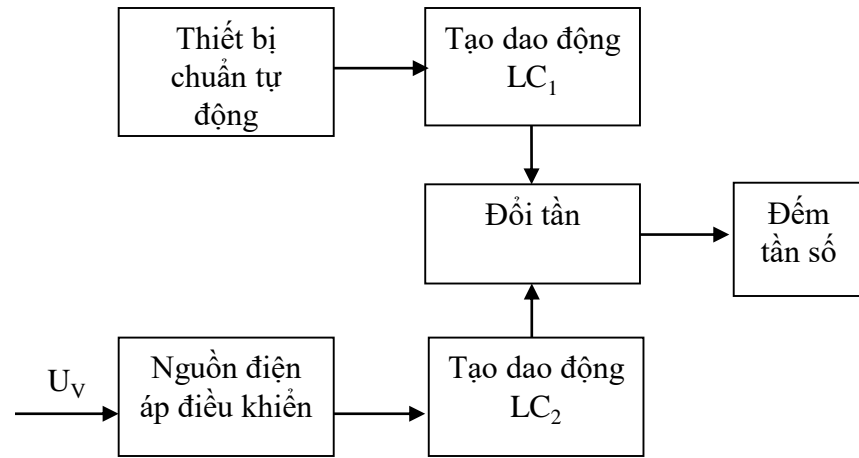
+ Đầu ra mạch đổi tần là mạch lọc tần số, lấy ra điện áp có tần số thấp: $f_{dt} = |f_1 \pm f_2|$

- **Mạch đếm tần số:** cho phép đo được tần số đầu vào.

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

2. Vôn mét số chuyển đổi tần số

c. Nguyên lý hoạt động:

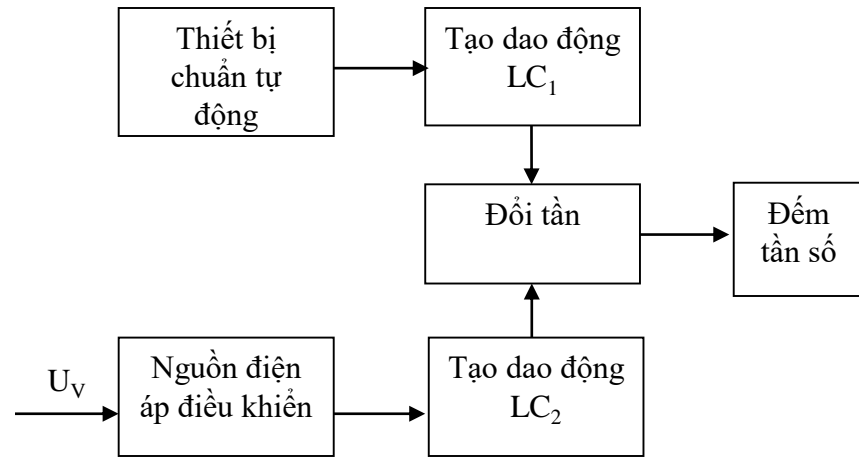


- Chuyển đổi điện áp sang tần số thông qua 2 mạch tạo dao động LC₁, LC₂ và đổi tần.
- + LC₁ tạo ra điện áp hình sin tần số f_1 phụ thuộc điện áp ra của thiết bị chuẩn tự động, $f_1 = \text{const}$.
- + LC₂ tạo ra điện áp hình sin tần số f_2 phụ thuộc vào điện áp 1 chiều cần đo.
- + Hai điện áp hình sin có tần số f_1 và f_2 đưa tới mạch đổi tần \rightarrow đầu ra có $f_{dt} = |f_1 \pm f_2|$

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

2. Vôn mét số chuyển đổi tần số

c. Nguyên lý hoạt động:



- Điện áp sau đổi tần đưa tới mạch đếm tần số xác định được tần số điện áp vào → kết quả ta thu được giá trị điện áp một chiều cần đo thông qua xác định tần số của điện áp đầu ra mạch đổi tần.

d. Nhận xét

- + Độ nhạy của vôn mét phụ thuộc vào điện áp điều khiển và yêu cầu không lớn lắm.
- + Độ chính xác cao phụ thuộc vào độ ổn định của các bộ tạo dao động LC

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

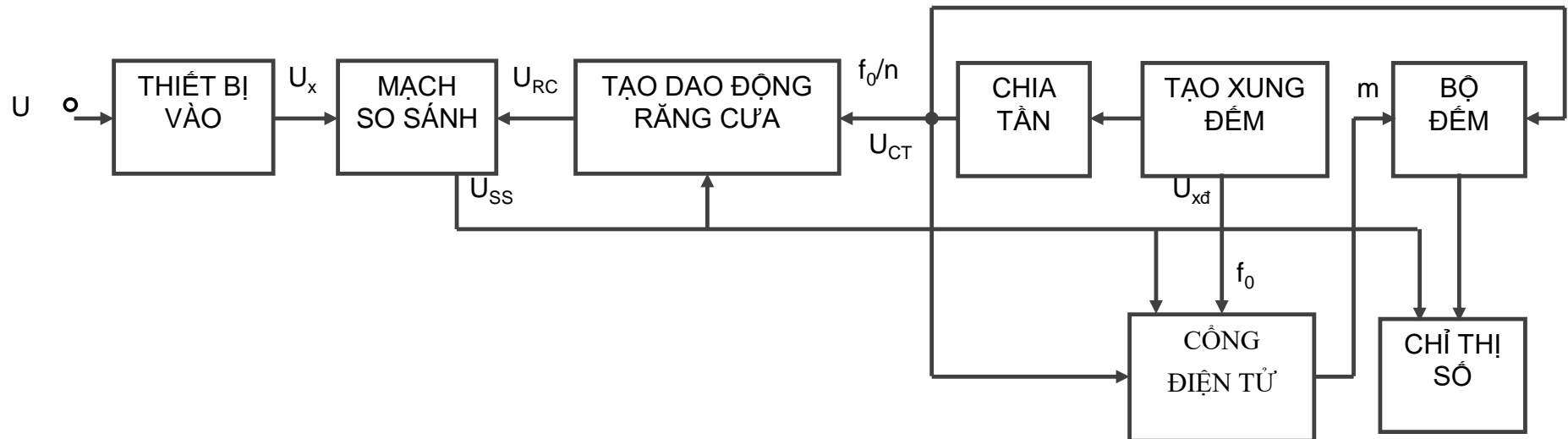
III. Vôn mét số

2. Vôn mét số chuyển đổi thời gian

a. Nguyên lý chung

Biến đổi điện áp cần đo (U_d) thành khoảng thời gian (t) sau đó lấp đầy khoảng thời gian bằng các xung có tần số chuẩn (f_0). Bộ đếm được dùng để đếm số lượng xung (N) tỉ lệ với U_d để suy ra U_d .

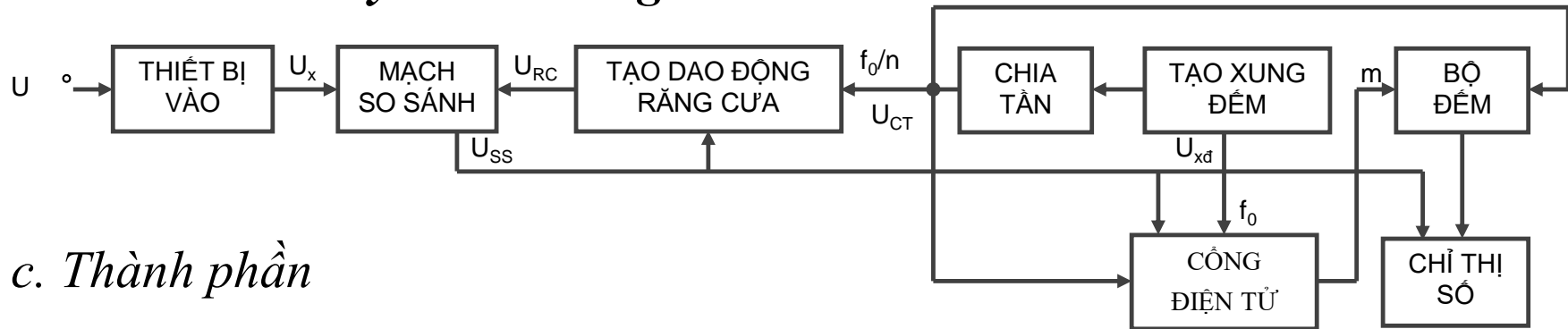
b. Sơ đồ khối



BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

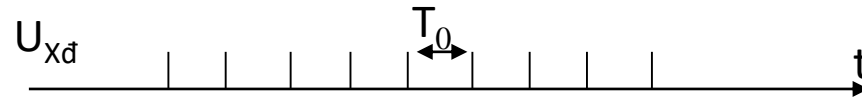
III. Vôn mét số

2. Vôn mét số chuyển đổi thời gian



c. Thành phần

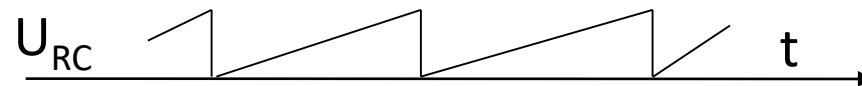
- Mạch tạo xung đếm: Tạo ra tín hiệu với xung chuẩn là f_0 và độ rộng hẹp.



- Mạch chia tần: ($n = 4$):



- Mạch tạo d/động răng cưa: tạo ra dãy xung răng cưa hình tam giác.



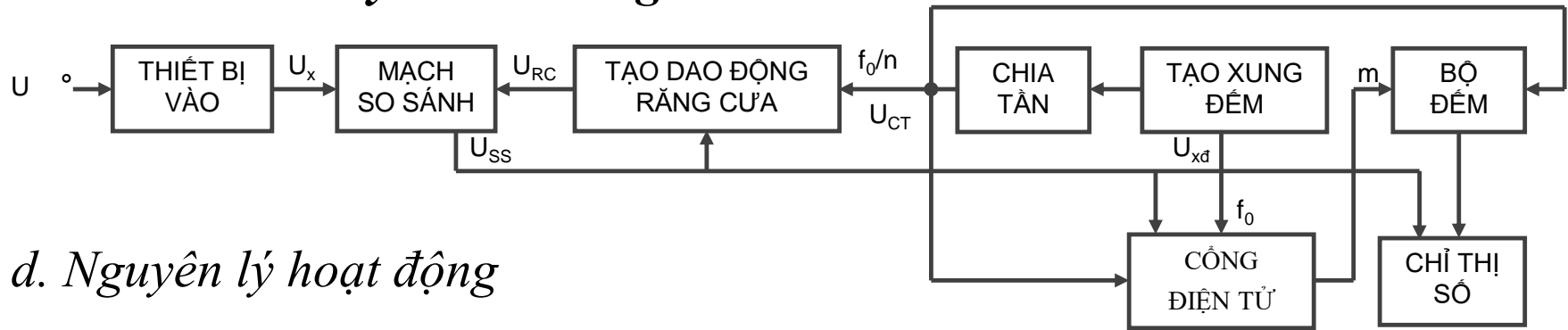
- Mạch so sánh: So sánh U_X và U_{SS} trùng nhau thì phát ra xung răng cưa.

- K: Khóa điện tử ; - Bộ đếm: đếm số xung; - CT: bộ chỉ thị số.

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

III. Vôn mét số

2. Vôn mét số chuyển đổi thời gian



d. Nguyên lý hoạt động

- Giả sử tại thời điểm t_0 , bắt đầu một chu kỳ đo, xung U_{CT} từ mạch chia tần đưa tới:
 - + Mở khóa K: xung đếm U_{xd} tần số f_0 từ mạch tạo xung đếm tới bộ đếm.
 - + Khởi tạo mạch tạo điện áp răng cưa: U_{RC} tăng tuyến tính.
 - + Thiết lập bộ đếm về 0
- Khi này U_{RC} từ mạch tạo điện áp răng cưa \rightarrow mạch so sánh và đồng thời điện áp vào U_X cũng \rightarrow mạch so sánh.
- Đến thời điểm t_1 : $U_{RC} \uparrow = U_X$, xung U_{SS} đóng công, xung đếm bị chặn không tới bộ đếm. Khi này $U_{RC} \downarrow = 0$ và chỉ thị số cập nhập giá trị đo được.
- Sau một khoảng thời gian bằng chu kỳ dãy xung T_d , chu kỳ đo lại tiếp tục.

BÀI 4: VÔN MÉT ĐIỆN TỬ

III. Vôn mét số

e. Giảm độ thời gian

Δt tỉ lệ điện áp đo U_x ?

Hai tam giác $\triangle ABC \sim \triangle AB'C'$

$$\rightarrow \frac{\Delta t}{T_d} = \frac{U_x}{U_{\max}} \rightarrow U_x = \Delta t \cdot \frac{U_{\max}}{T_d}$$

$$U_x = \frac{m}{f_0} \cdot v = m \cdot \frac{v}{f_0}$$

Với $v = U_{\max}/T_d$ – tốc độ tăng U_{RC}

Giá trị $v/f_0 = \text{const}$ với mỗi vôn mét.

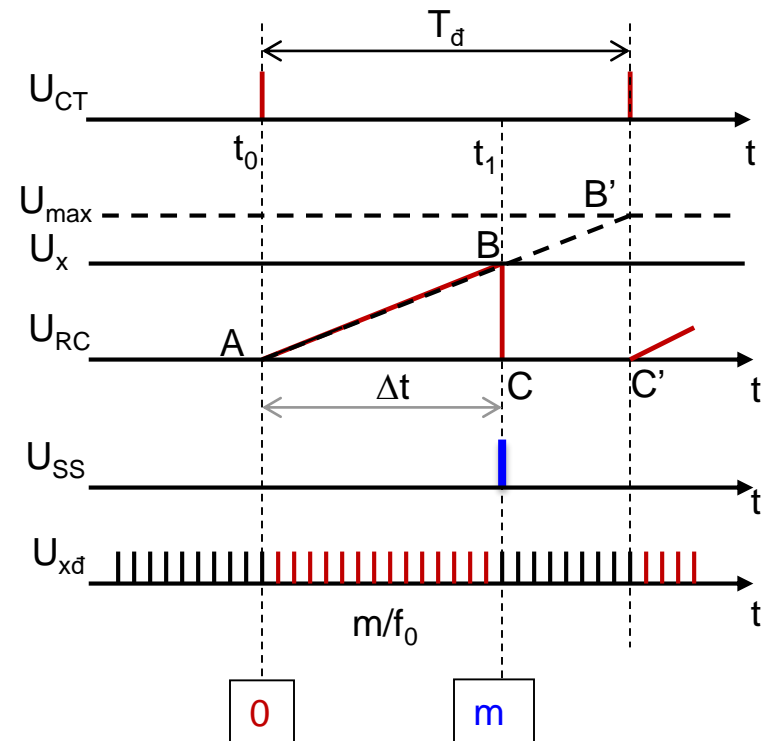
Khi chọn $v = 10^n$ ($n = 0, 1, 2, \dots$)

→ số chỉ đồng hồ số $\times 10^n$ chỉ trực tiếp giá trị số của U_x

Đơn giản, độ chính xác $\pm 0,1\%$

Khoảng thời gian đếm xung $\Delta t = t_1 - t_0$

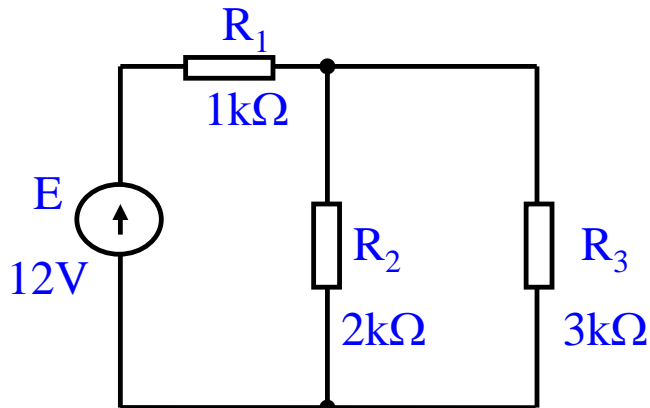
Số lượng xung $m \rightarrow \Delta t = mT_0 = m/f_0$



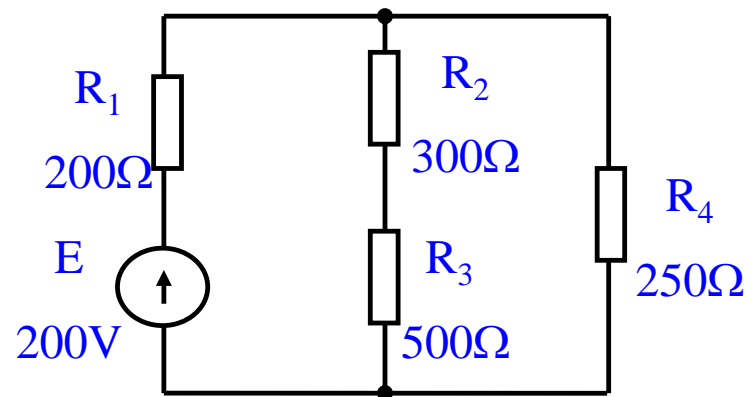
BÀI TẬP VỀ NHÀ

BT6: Xác định sai số do hiệu ứng tải khi dùng Am mét để đo dòng điện qua R_2 (hình 1). Am mét một chiều có 4 thang đo mắc theo sơ đồ song song sử dụng chỉ thị từ điện có $U_{CT} = 3,5V$, $R_{CT} = 1k\Omega$. Giá trị các thang đo $I_1 = 1mA$, $I_2 = 4mA$, $I_3 = 10mA$, $I_4 = 15mA$.

BT7: Xác định sai số do hiệu ứng tải khi dùng Vôn mét để đo điện áp qua R_3 (hình 2). Vôn mét một chiều có 4 thang đo mắc theo sơ đồ song song sử dụng chỉ thị từ điện có $I_{CT} = 6mA$, $R_{CT} = 200\Omega$. Giá trị các thang đo $U_1 = 200V$, $U_2 = 150V$, $U_3 = 100V$, $U_4 = 50V$.



Hình 1



Hình 2