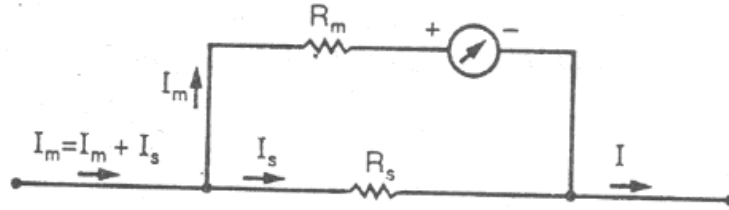


**CHƯƠNG I: ĐO ĐIỆN ÁP VÀ DÒNG ĐIỆN**

- 1.1 Một ampe-kế dùng cơ cấu đo từ điện có điện trở cơ cấu đo  $R_{(m)} = 99\Omega$  và dòng làm lệch tối đa  $I_{\max} = 0,1\text{mA}$ . Điện trở shunt  $R_s = 1\Omega$ . Tính dòng điện tổng cộng đi qua ampe-kế trong các trường hợp:

- kim lệch tối đa
- $0,5D_m$ ; (FSD =  $I_{\max}$ , full scale deviation)
- $0,25D_m$



Hình B.1.1

***Giải:***

- a) kim lệch tối đa  $D_m$ :

Điện áp hai đầu cơ cấu đo:

$$V_m = I_m \cdot R_m = 0,1\text{mA} \cdot 99\Omega = 9,9\text{mV}$$

$$I_s R_s = V_m \Rightarrow I_s = \frac{V_m}{R_s} = \frac{9,9\text{mV}}{1\Omega} = 9,9\text{mA}$$

Dòng tổng cộng:

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

- b)  $0,5D_m$ :

$$I_m = 0,5 \cdot 1\text{mA} = 0,05\text{mA}$$

$$V_m = I_m \cdot R_m = 0,05\text{mA} \cdot 99\Omega = 4,95\text{mV}$$

$$I_s = \frac{V_m}{R_s} = \frac{4,95\text{mV}}{1\Omega} = 4,95\text{mA}$$

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

- c)  $0,25D_m$ :

$$I_m = 0,25 \cdot 0,1\text{mA} = 0,025\text{mA}$$

$$V_m = I_m R_m = 0,025\text{mA} \cdot 99\Omega = 2,475\text{mV}$$

$$I_s = \frac{V_m}{R_s} = \frac{2,475}{1} = 2,475\text{mA}$$

1.2 Một cơ cấu đo từ điện có  $I = 100\mu\text{A}$ , điện trở nội khung quay  $R = 1\text{k}\Omega$ . Tính điện trở shunt mắc vào cơ cấu đo để trở thành một ampe-kế tương ứng với hình 1.1.

a)  $D_m = 100\text{mA}$  = tầm đo 1

b)  $D_m = 1\text{A}$  = tầm đo 2

**Giải:**

a) ở tầm đo  $100\text{mA}$

$$V_m = I_m R_m = 100 \cdot 1 = 100\text{mV}$$

$$I_t = I_s + I_m \Rightarrow I_s = I_t - I_m = 100\text{mA} - 100\mu\text{A} = 9,9\text{mA}$$

$$R_s = \frac{V_m}{I_s} = \frac{100\text{mV}}{9,9\text{mA}} = 1,001\Omega$$

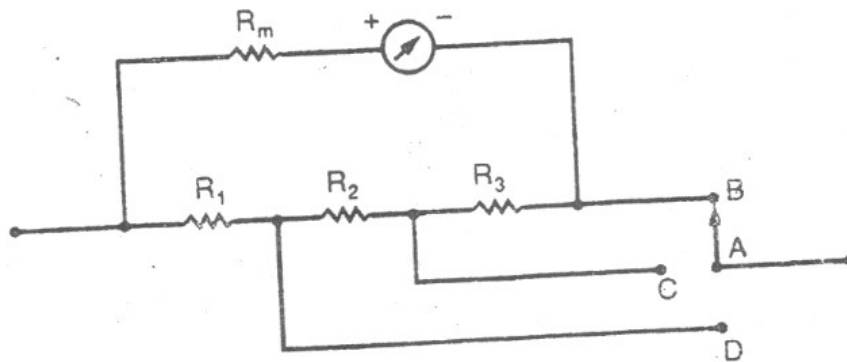
b) Ở tầm đo  $1\text{A}$ :

$$V_m = I_m R_m = 100\text{mV}$$

$$I_s = I_t - I_m = 1\text{A} - 100\mu\text{A} = 999,9\text{mA}$$

$$R_s = \frac{V_m}{I_s} = \frac{100\text{mV}}{999,9\text{mA}} = 0,10001\Omega$$

1.3 Một cơ cấu đo từ điện có ba điện trở shunt được mắc theo kiểu shunt ayrton sử dụng làm ampe-kế. Ba điện trở có trị số  $R_1 = 0,05\Omega$ ,  $R_2 = 0,45\Omega$ ,  $R_3 = 4,5\Omega$ ,  $R_m = 1\text{k}\Omega$ ,  $I_{\max} = 50\mu\text{A}$ , có mạch đo như hình sau, tính các trị số tầm đo của ampe-kế



Hình B.1.3

**Giải:**

Tại độ lệch  $0,5 D_m$

$$V_s = I_{\max} \cdot R_m = 50\mu\text{A} \cdot 1\text{k}\Omega = 50\text{mV}$$

$$I_s = \frac{V_s}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{50}{5\Omega} = 10mA$$

$$I_t = I_s + I_m = 50\mu A + 10mA = 10,05mA; I = 10mA.$$

Khóa điện ở C:

$$V_s = I_m(R_m + R_3) = 50\mu A \cdot (1k\Omega + 4,5\Omega) = 50mV$$

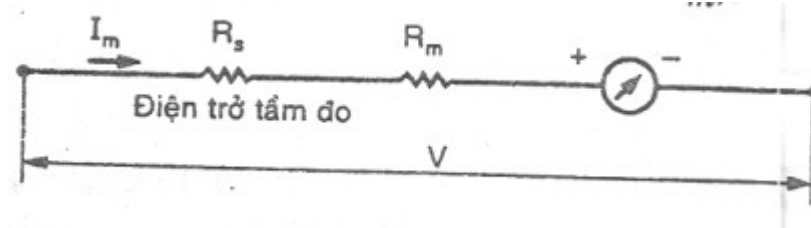
$$I_s = \frac{V_s}{R_1 + R_2} = \frac{50mV}{0,5\Omega + 4,5\Omega} = 100mA$$

Khóa điện ở D:

$$V_s = I_m(R_m + R_2 + R_3) = 50\mu A(1k\Omega + 4,5\Omega + 0,45\Omega) = 50mV$$

$$I_s = \frac{V_s}{R_1} = \frac{50mV}{0,05\Omega} = 1A. I = 50\mu A + 1A = 1,00005A = 1A$$

- 1.4 Một cơ cấu đo từ điện  $I_{max} = 100\mu A$ , điện trở dây nội (dây quấn)  $R_m = 1K\Omega$  được sử dụng làm vôn kế DC. Tính điện trở tầm đo để vôn kế có  $V_{td} = 100V$ . Tính điện áp  $V$  hai đầu vôn kế khi kim có độ lệch  $0,75D_m$ ;  $0,75D_m$  và  $0,25D_m$  (độ lệch tối đa  $D_m$ )



Hình B.1.4

**Giải:**

$$V = I_m(R_s + R_m) \Rightarrow R_s = \frac{V}{I_m} - R_m$$

$$\text{Khi } V = V_{td} = 100V \Rightarrow I_m = I_{max} = 100\mu A$$

$$R_s = \frac{100V}{100\mu A} - 1K\Omega = 999K\Omega$$

Tại độ lệch  $0,75 D_m$

$$I_m = 0,75 \cdot 100\mu A = 75\mu A$$

$$V = I_m(R_s + R_m) = 75\mu A(999k\Omega + 1k\Omega) = 75V$$

Tại độ lệch 0,5 Dm

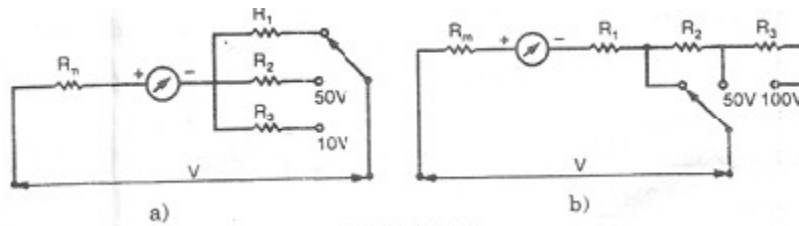
$$I_m = 50 \mu A$$

$$V = 50 \mu A(999 k\Omega + 1 k\Omega) = 50V$$

Tại độ lệch 0,25 Dm

$$V = 25 \mu A(999 k\Omega + 1 k\Omega) = 25V$$

1.5 Một cơ cấu đo từ điện có  $I_{\max} = 50 \mu A$ ;  $R_m = 1700 \Omega$  được sử dụng làm vôn kế DC có tầm đo 10V, 50V, 100V. tính các điện trở tầm đo theo hình sau:



Hình B.1.5

**Giải**

Theo hình a:

$$R_m + R_1 = \frac{V}{I_{\max}}$$

$$\Rightarrow R_1 = \frac{V}{I_{\max}} - R_m = \frac{10V}{50 \mu A} - 1700 \Omega = 198,3 k\Omega$$

$$R_2 = \frac{50V}{50 \mu A} - 1700 \Omega = 998,3 k\Omega$$

$$R_3 = \frac{100V}{50 \mu A} - 1700 \Omega = 1,9983 M\Omega$$

Theo hình b:

$$R_1 = \frac{V_1}{I_{\max}} - R_m = \frac{10V}{50 \mu A} - 1700 \Omega = 198,3 k\Omega$$

$$R_m + R_1 + R_2 = \frac{V_2}{I_m}$$

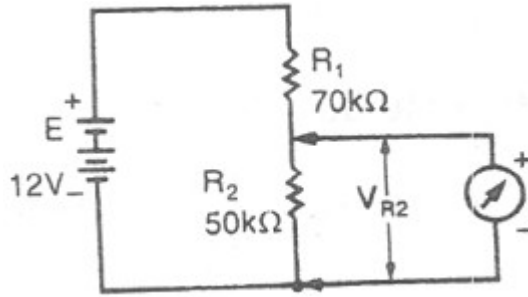
$$R_2 = \frac{V_2}{I_{\max}} - R_1 - R_m = \frac{50V}{50 \mu A} - 198,3 k\Omega - 1700 \Omega = 800 k\Omega$$

$$R_m + R_1 + R_2 + R_3 = \frac{V_3}{I_{\max}} \Rightarrow R_3 = \frac{V_3}{I_{\max}} - R_2 - R_1 - R_m$$

$$= \frac{100V}{50 \mu A} - 800 k\Omega - 198,3 k\Omega - 1700 \Omega = 1 M\Omega$$

1.6 Một vôn kế có tầm đo 5V, được mắc vào mạch, đo điện áp hai đầu điện trở R<sub>2</sub> như hình sau:

- Tính điện áp V<sub>R<sub>2</sub></sub> khi chưa mắc Vôn kế.
- Tính V<sub>R<sub>2</sub></sub> khi mắc vôn kế, có độ nhạy 20kΩ/V.
- Tính V<sub>R<sub>2</sub></sub> khi mắc vôn kế, có độ nhạy 200kΩ/V



Hình B.1.6

***Giải:***

- a) V<sub>R<sub>2</sub></sub> khi chưa mắc Vôn kế.

$$V_{R_2} = E \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 12V \frac{50k\Omega}{70k\Omega + 50k\Omega} = 5V$$

- b) Với vôn kế có độ nhạy 20kΩ/V.

$$R_v = 5V \cdot 20k\Omega/V = 100k\Omega$$

$$R_v // R_2 = 100k\Omega // 50k\Omega = 33,3k\Omega$$

$$V_{R_2} = E \frac{R_v // R_2}{R_1 + R_v // R_2} = 12V \frac{33,3k\Omega}{70k\Omega + 33,3k\Omega} = 3,87V$$

- c) Với vôn kế có độ nhạy 200kΩ/V

$$R_v = 5V \cdot 200k\Omega/V = 1k\Omega$$

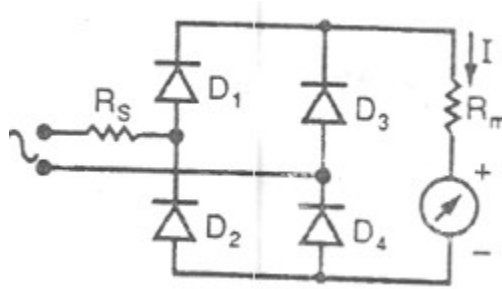
$$R_v // R_2 = 1M\Omega // 50k\Omega = 47,62k\Omega$$

$$V_{R_2} = 12V \frac{47,62k\Omega}{70k\Omega + 47,62k\Omega} = 4,86V$$

1.7 Một cơ cấu đo từ điện có I<sub>fs</sub> = 100μA và điện trở cơ cấu đo R<sub>m</sub> = 1kΩ được sử dụng làm vôn kế AC có V tầm đo = 100V. Mạch chỉnh lưu có dạng cầu sử dụng diode silicon như hình vẽ, diode có V<sub>F(dinh)</sub> = 0,7V

- a) tính điện trở nối tiếp R<sub>s</sub>

- b) Tính độ lệch của vôn kế khi điện áp đưa vào vôn kế là 75V và 50V (trị hiệu dụng-RMS).
- c) Tính độ nhạy của vôn kế. Tín hiệu đo là tín hiệu xoay chiều dạng sin.



Hình B.1.7

***Giải:***

- a) Tính  $R_s$ :

*Đây là mạch chỉnh lưu toàn kỳ nên ta có quan hệ:*

$$I_p(\text{trị đỉnh}) = I_{tb}/0,637$$

$$V_m(\text{trị đỉnh}) = \sqrt{2}V$$

Cơ cấu đo có:

$$I_{Fs} = I_{tb} = 100\mu A \Rightarrow I_p = \frac{100\mu A}{0,637} = 157\mu A$$

tacó :

$$= \frac{1,414V_{td} - 2V_F}{R_s + R_m} \Rightarrow R_s = \frac{1,414V_{td} - 2V_F}{I_p} - R_m$$

$$= \frac{(1,414 \cdot 100V) - (2 \cdot 0,7V)}{157\mu A} - 1k\Omega = 890,7k\Omega$$

b) Khi  $V = 75V$

$$I_{tb} = 0,637 I_m = 0,637 \frac{1,414V - 2V_F}{R_s + R_m} = 0,637 \frac{(1,414 \times 75V) - (2 \times 0,7V)}{890,7k\Omega + 1k\Omega}$$

$$I_{tb} = 75\mu A$$

Khi  $V = 50V$

$$I_{tb} = 0,637 \frac{(1,414 \times 50V) - (2 \times 0,7V)}{890,7k\Omega + 1k\Omega} = 50\mu A$$

$$c) I_m = 157\mu A \Rightarrow I(RMS) = 0,707 I_p = 0,707 \times 157\mu A = 111\mu A$$

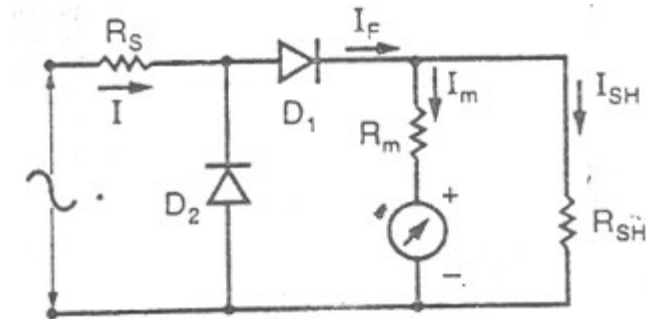
$$R = \frac{100V}{111\mu A} = 900,9k\Omega$$

$$\text{Độ nhạy} = \frac{900,9k\Omega}{100V} = 9,009k\Omega/V$$

1.8 Một cơ cấu đo từ điện có  $I_{fs} = 50\mu A$ ;  $R_m = 1700\Omega$  kết hợp với mạch chỉnh lưu bán kì như hình sau. Diod silicon  $D_1$  có giá trị dòng điện thuận  $I_f$  (đỉnh) tối thiểu là  $100\mu A$ . Khi điện áp đo bằng 20%  $V_{tầm\ đo}$ , diode có  $V_F = 0,7V$ , vôn kế có  $V_{tầm\ đo} = 50V$ .

a) Tính  $R_s$  và  $R_{SH}$

b) Tính độ nhạy của Vôn kế trong hai trường hợp: có  $D_2$  và không có  $D_2$



Hình B.1.8

**Giải:**

a) Tính  $R_s$  và  $R_{SH}$

Ở đây sử dụng chỉnh lưu bán kì nên ta có:

$I_p = I_{tb} / (0,5 \cdot 0,637)$ : trị đỉnh trong trường hợp chỉnh lưu bán kì

Cơ cấu đo có  $I_{fs} = I_{tb} = 50 \mu A \Rightarrow I_m = 50 \mu A / (0,5.0,673) = 157 \mu A$  (trị đỉnh)

Khi  $V = 20\% V_{td}$ ,  $I_F$  (đỉnh) có giá trị  $100 \mu A$ . Vậy khi  $V = V_{td}$ ,  $I_F$  (đỉnh) có giá trị:

$$I_F = \frac{100\%}{20\%} \times 100 \mu A = 500 \mu A$$

$$I_F = I_m + I_{SH} \Rightarrow I_{SH} = I_F - I_m = 500 \mu A - 157 \mu A = 343 \mu A$$

$$V_p = I_m R_m = 157 \mu A \times 1700 \Omega = 266,9 mV$$

$$R_{SH} = \frac{V_m}{I_{SH}} = \frac{266,9 mV}{343 \mu A} = 778 \Omega$$

$$I_F = \frac{1,414 V_{td} - V_m - V_F}{R_s}$$

$$R_s = \frac{1,414 V_{td} - V_m - V_F}{I_F} = \frac{1,414 \times 50V - 266,9 mV - 0,7V}{500 \mu A} = 139,5 k\Omega$$

b) Tính độ nhạy:

- Có  $D_2$  trong bán kì dương, dòng qua  $D_1$  có giá trị đỉnh:  $I_F = 500 \mu A$   
Trong bán kì âm, dòng qua vôn kế có giá trị đỉnh:

$$I = \frac{1,414 V_{td}}{R_s} = \frac{1,414 \cdot 50V}{139,5 k\Omega} = 500 \mu A$$

$$I_{hiệu dụng} = 0,707 \cdot 500 \mu A = 353,5 \mu A (RMR)_c$$

$$R_{tổng} = \frac{50V (RMR)}{353,5 \mu A (RMR)} = 141,4 k\Omega$$

$$\text{Độ nhạy} = \frac{141,4 k\Omega}{50V} = 2,8 k\Omega / V$$

- Không có  $D_2$ :

Trong bán kì dương:  $I_{F(\text{đỉnh})} = 500 \mu A$ . Trong bán kì âm:  $I = 0$

Trong chu kì của tín hiệu:

$$I_{hiệu dụng} = 0,5 I_{F(\text{đỉnh})}$$

Với  $I$  là dòng điện mạch chính chạy qua  $R_s$  trong bán kì dương.

$$I_{hiệu dụng}^2 = \frac{1}{2T} \int_0^{T/2} (I_F \sin \omega t)^2 dt = \frac{I_{F(\text{đỉnh})}^2}{4}$$

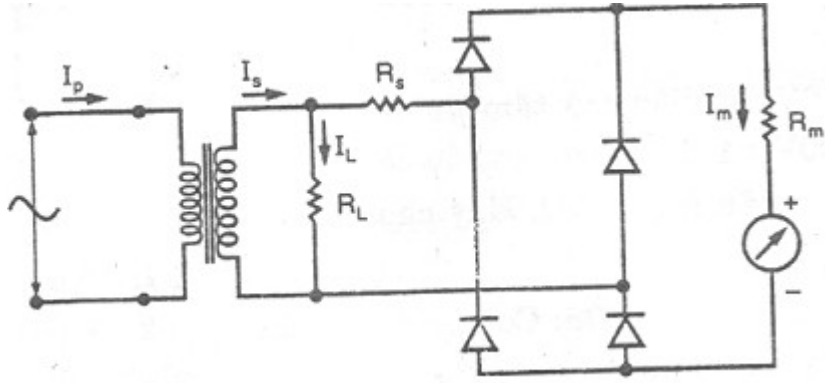
$$I = 0,5 \cdot 500 \mu A = 250 \mu A$$

$$R = \frac{50V}{250 \mu A} = 200 k\Omega$$

$$\text{Độ nhạy} := \frac{200 k\Omega}{50V} = 4 k\Omega / V$$



- 1.9 Một ampe kế sử dụng cơ cấu đo từ điện có cầu chỉnh lưu và biến dòng như hình vẽ. Biết rằng cơ cấu đo có  $I_{fs} = 1mA$  và  $R_m = 1700\Omega$ . Biết dòng có  $N_{thứ} = 500$ ;  $N_{sơ} = 4$ . Diode có  $V_F(\text{đỉnh}) = 0,7V$ ;  $R_s = 20k\Omega$ . Ampe kế lệch tối đa khi dòng sơ cấp  $I_p = 250mA$ . Tính giá trị  $R_L$ .



Hình B.1.9

***Giải:***

Chỉnh lưu toàn kì nên ta có:

$$I_{m(\text{trị đỉnh})} = \frac{I_{tb}}{0,637} = \frac{1mA}{0,637} = 1,57mA$$

Điện áp Em ở hai đầu cuộn thứ biến dòng(trị đỉnh):

$$E_m = (R_m + R_s) + 2V_F = 1,57mA(20k\Omega + 1700\Omega) + 1,4V = 35,5V$$

$$\Rightarrow E_s(\text{trị hiệu dụng}) = (0,707.35,5V) = 25,1V$$

Dòng làm lệch tối đa cơ cấu đo có trị hiệu dụng I:

$$I = 11,1I_{tb} = 11,1.1mA = 11,1mA$$

Ta có:

$$I_{thu} = I_{so} \frac{N_{so}}{N_{thu}} = 250mA \frac{4}{500} = 2mA$$

$$I_{thu} = I_q + I_L \Rightarrow I_L = 2mA - 11,1mA = 0,89mA; \text{ (với } I_q = I_{qua \text{ cơ cấu đo}})$$

$$R_L = \frac{E_s}{E_L} = \frac{25,1V}{0,89mA} = 28,2k\Omega$$

## CHƯƠNG II: ĐO ĐIỆN TRỞ

2.1 Cho  $E_b = 1,5$ ;  $R_1 = 15k\Omega$ ;  $R_m = 1k\Omega$ ;  $R_2 = 1k\Omega$ ;  $I_{\max} = 50\mu A$ . Xác định trị số đọc của  $R_x$  khi  $I_b = I_{\max}$ ;  $I_m = \frac{1}{2} I_{\max}$ ;  $I_m = \frac{3}{4} I_{\max}$ .

**Giải:**

Tại  $I_m = I_{\max} = 50\mu A$ ;  $V_m = I_{\max} \times R_m = 50\mu A \times 1k\Omega = 50mV$ .

Do đó:  $I_m = \frac{V_m}{R_2} = \frac{50mV}{1k\Omega} = 50\mu A$ . Như vậy dòng điện:  $I_b = 100\mu A$ .

Vậy  $R_x + R_1 \# \frac{E_b}{I_b}$  Nếu  $R_x + R_1 \gg R_2 // R_m \gg 500\Omega$ .

#  $\frac{1,5V}{100\mu A} = 15k\Omega$   $R_x + 15k\Omega = 15k\Omega$ ;  $R_x = 0\Omega$ .

Khi  $I_m = \frac{1}{2} I_{\max} = 25\mu A$ ;  $V_m = 25mV \Rightarrow I_2 = 25\mu A$ .

Suy ra  $I_b = 50\mu A$ . Vậy  $R_x + R_1 \# \frac{1,5V}{50\mu A}$ ;  $R_x \# 15k\Omega$ .

Tương tự như cách tính trên.  $I_m = \frac{3}{4} I_{\max} = 37,5\mu A$ .

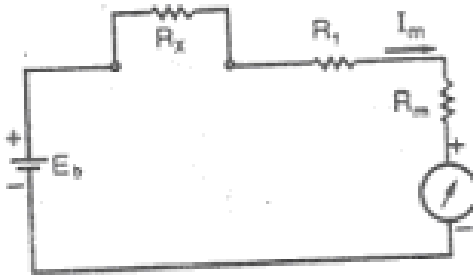
$I_b = I_m + I_2 = 37,5\mu A + 37,5\mu A = 75\mu A$ .

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

2.2 Một ohm-kế loại nối tiếp có mạch đo (Hình dưới đây). Nguồn  $E_b = 1,5V$ , cơ cấu đo có  $I_{fs} = 100\mu A$ . Điện trở  $R_1 + R_m = 15k\Omega$ .

a) Tính dòng điện chạy qua cơ cấu đo khi  $R_x = 0$ .

b) Tính trị giá  $R_x$  để cho kim chỉ thị có độ lệch bằng  $\frac{1}{2}$  FSD,  $\frac{1}{4}$  FSD,  $\frac{3}{4}$  FSD (FSD: độ lệch tối đa thang đo.)



Hình B.2.2

**Giải:**

a.  $I_m = \frac{E_b}{R_x + R_1 + R_m} = \frac{1,5V}{0 + 15k\Omega} = 100\mu A$  (FSD).

b. Độ lệch bằng 1/2 FSD:

$$I_m = \frac{100\mu A}{2} = 50\mu A \text{ (vì cơ cấu đo tuyến tính.)}$$

$$R_x + R_1 + R_m = \frac{E_b}{I_m} \Rightarrow R_x = \frac{E_b}{I_m} - (R_1 + R_m) = \frac{1,5V}{50\mu A} - 15k\Omega = 15k\Omega$$

Độ lệch bằng 1/4 FSD:

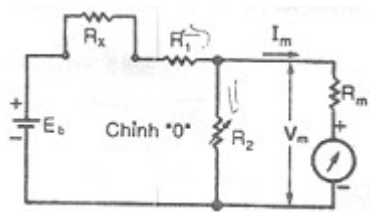
$$I_m = \frac{100\mu A}{4} = 25\mu A; R_x = \frac{1,5V}{25\mu A} - 15k\Omega = 45k\Omega$$

Độ lệch bằng 3/4 FSD:

$$I_m = 0,75 \times 100\mu A = 75\mu A; R_x = \frac{1,5V}{75\mu A} - 15k\Omega = 5k\Omega$$

2.3 Một ohm-kế có mạch đo như hình sau. Biết  $E_b = 1,5V$ ,  $R_1 = 15k\Omega$ ;  $R_m = 50\Omega$ ;  $R_2 = 50\Omega$ ; cơ cấu đo có  $I_{fs} = 50\mu A$ .

Tính trị giá  $R_x$  khi kim chỉ thị có độ lệch tối đa: (FSD); 1/2 FSD và 3/4 FSD.



Hình B.2.3

***Giải:***

Khi kim lệch tối đa (FSD):

$$I_m = 50\mu A; V_m = I_m \cdot R_m = 50\mu A \times 50\Omega = 2,5mV.$$

$$I_2 = \frac{V_m}{R_2} = \frac{2,5V_m}{50\Omega} = 50\mu A$$

Dòng điện mạch chính:  $I_b = I_2 + I_m = 50\mu A + 50\mu A = 100\mu A$ .

$$R_x + R_1 = \frac{E_b}{I_b} = \frac{1,5V}{100\mu A} = 15k\Omega$$

$$R_x = (R_x + R_1) - R_1 = 15k\Omega - 15k\Omega = 0$$

Kim lệch 1/2 FSD:

$$I_m = 25\mu A; V_m = 25\mu A \times 50\Omega = 1,25mV; I_2 = \frac{1,25mV}{50\Omega} = 25\mu A$$

$$I_b = 25\mu A + 25\mu A = 50\mu A.$$

$$R_x + R_1 = \frac{1,5V}{50\mu A} = 30k\Omega; R_x = 30k\Omega - 15k\Omega = 15k\Omega.$$

Kim lệch 3/4 FSD:

$$I_m = 0,75 \times 50\mu A = 37,5\mu A; V_m = 37,5\mu A \times 50\Omega = 1,875mV.$$

$$I_2 = \frac{1,875mV}{50\Omega} = 37,5\mu A; I_b = 37,5\mu A + 37,5\mu A = 75\mu A.$$

$$R_x + R_1 = \frac{1,5V}{75\mu A} = 20k\Omega \Rightarrow R_x = 20k\Omega - 15k\Omega = 5k\Omega.$$

2.4 Một ohm-kế có mạch đo như hình bài 3. có nguồn  $E_b$  giảm xuống chỉ còn 1,3V. Tính trị giá mới của  $R_2$  ? lại các giá trị  $R_x$  tương ứng với độ lệch của kim: 1/2 FSD, 3/4 FSD.

**Giải:**

$$R_x = 0; I_b \approx \frac{E_b}{R_x + R_1} = \frac{1,3V}{0 + 15k\Omega} = 86,67\mu A$$

$$I_m = 50\mu A \text{ (FSD)}; I_2 = I_b - I_m = 86,67\mu A - 50\mu A = 36,67\mu A.$$

$$V_m = I_m R_m = 50\mu A \times 50\Omega = 2,5mV; R_2 = \frac{V_m}{I_2} = \frac{2,5mV}{36,67\mu A} = 68,18\Omega$$

Khi kim lệch 1/2 FSD:

$$I_m = 25\mu A; V_m = 25\mu A \times 50\Omega = 12,5mV$$

$$I_2 = \frac{V_m}{R_2} = \frac{1,25mV}{68,1\Omega} = 18,33\mu A$$

$$I_b = I_m + I_2 = 25\mu A + 18,3\mu A = 43,33\mu A$$

$$R_2 + R_1 = \frac{V_m}{I_b} = \frac{1,3V}{43,33\mu A} 30k\Omega \Rightarrow R_x = 30k\Omega - 15k\Omega = 15k\Omega$$

Khi kim lệch 3/4 FSD:

$$I_m = 0,75 \times 50\mu A = 37,5\mu A; \quad V_m = 37,5\mu A \times 50\Omega = 1,875mV.$$

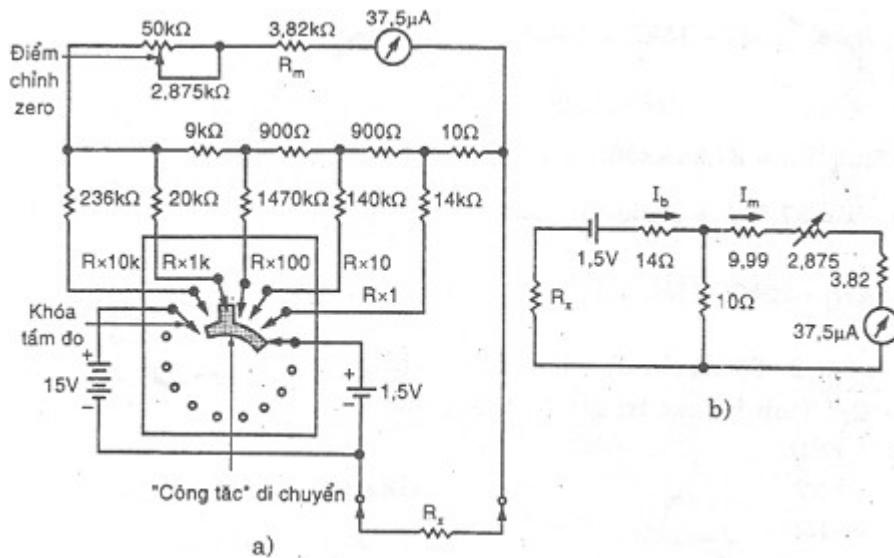
$$I_2 = \frac{1,875mV}{68,18\Omega} = 27,5\mu A; \quad I_b = 37,5\mu A + 27,5\mu A = 65\mu A.$$

$$R_x + R_1 = \frac{V_m}{I_b} = \frac{1,3V}{65\mu A} 20k\Omega \Rightarrow R_x = 20k\Omega - 15k\Omega = 5k\Omega$$

2.5 Tính dòng điện chạy qua cơ cấu đo và độ lệch của kim chỉ thị của ohm-kế có mạch đo như hình vẽ khi ta sử dụng tầm đo  $R \times 1$  trong hai trường hợp:

a)  $R_x = 0$

b)  $R_x = 24\Omega$



Hình B.2.5

**Giải:**

Mạch tương đương của ohm- kế khi ta sử dụng tầm đo  $R \times 1$  trong hai trường hợp  $R_x = 0$  và  $R_x = 24\Omega$  như sau:

$$\bullet \quad R_x = 0; \quad I_b = \frac{1,5V}{14\Omega + [10\Omega // (9,99k\Omega + 2,875k\Omega + 3,82k\Omega)]}$$

$$I_b = \frac{1,5V}{14\Omega + (10\Omega // 16,685k\Omega)} = 62,516\mu A$$

Dòng  $I_m$  chạy qua cơ cấu đo:

$$I_m = 62,516mA \frac{10\Omega}{10\Omega + 16,685k\Omega}$$

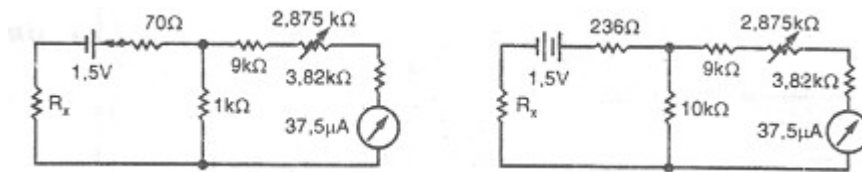
$I_m = 37,5\mu A = I_{fs}$ : Khi kim lệch tối đa.

- $R_x = 24\Omega$ :

$$I_b = \frac{1,5V}{24\Omega + 14\Omega(10\Omega // (16,685k\Omega))} = 31,254mA$$

$$I_m = 31,254mA \frac{10\Omega}{10\Omega + 16,685k\Omega} = 18,72\mu A : \text{kim lệch } 1/2 \text{ FSD.}$$

2.6 Tính dòng điện chạy qua cơ cấu đo và độ lệch của kim chỉ thị của ohm-kế có mạch như bài 5, khi sử dụng tầm đo  $R \times 100$  và  $R \times 10k$  trong trường hợp  $R_x = 0$ .



Hình B.2.6

**Giải:**

- Mạch tương đương của Ohm-kế khi ta sử dụng tầm đo  $R \times 100$  và  $R = 0$ .

$$I_b = \frac{1,5V}{1470\Omega + [1k\Omega // (9k\Omega + 2,875k\Omega + 3,82k\Omega)]}$$

$$= \frac{1,5V}{236k\Omega + (1k\Omega // 15,695k\Omega)} = 622,38\mu A$$

$$I_m = 62238\mu A \frac{1k\Omega}{1k\Omega + 6,695k\Omega} = 37,5\mu A = I_{fs} : \text{kim chỉ thị lệch tối đa.}$$

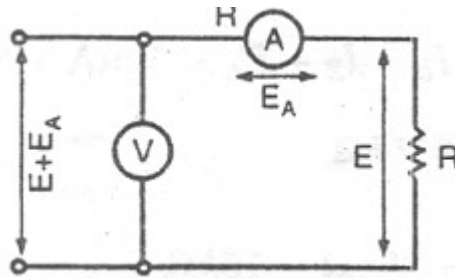
- Mạch tương đương của ohm-kế khi ta sử dụng tầm đo  $R \times 10k\Omega$  và  $R_x = 0$ .

$$I_b = \frac{15V}{236k\Omega + [10k\Omega // (2,875k\Omega + 3,82k\Omega)]}$$

$$= \frac{15V}{236k\Omega + [10k\Omega // 6,695k\Omega]} = 62,5\mu A$$

$$I_m = 62,5\mu A \frac{10k\Omega}{10k\Omega + 6,695k\Omega} = 37,5\mu A = I_{fs} : \text{Kim chỉ thị lệch tối đa.}$$

2.7 Ta đo điện trở bằng cách dùng phương pháp V và A được mắc rẽ dài. Ampe-kế chỉ 0,5A, vôn kế chỉ 500V. Ampe-kế có  $R_a = 10\Omega$ ,  $10k\Omega/V$ . Tính giá trị R.



Hình B.2.7

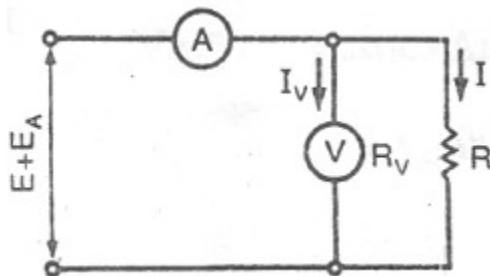
**Giải:**

$$E + E_A = 500V; I = 0,5A$$

$$R_x + R = \frac{E + E_A}{I} = \frac{500V}{0,5A} = 1000\Omega$$

$$R = 1000\Omega - R_a = 1000\Omega - 10\Omega = 990\Omega.$$

2.8 Các ampe-kế, vôn kế và điện trở R ở bài 2.7 được mắc rẽ ngắn. Hãy tính độ chỉ của vôn kế và ampe-kế (nguồn cung cấp vẫn là 500V).



Hình B.2.8

***Giải:***

Nội trở của vôn kế :

$$R_v = 1000V \times 10k\Omega/V = 10M\Omega$$

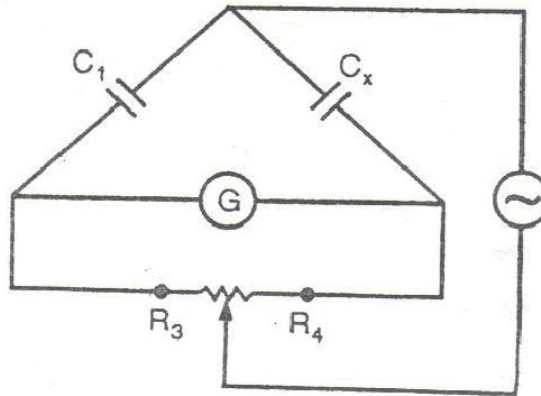
$$R_v // R = 10M\Omega // 990\Omega = 989,9\Omega$$

- Độ chỉ của vôn kế :  $E = \frac{500V \times (R_v // R)}{R_a + (R_v // R)} = \frac{5000V \times 989,9\Omega}{10\Omega + 989,9\Omega} = 495V$

- Độ chỉ của ampe-kế:  $= I + I_v = \frac{E}{R_v // R} = \frac{495V}{989,9\Omega} = 0,5A$ .

**CHƯƠNG III:****ĐO ĐIỆN DUNG, ĐIỆN CẢM VÀ HỒ CẢM**

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



Hình B.3.1

***Giải:***

Ta có:  $C_x = C_1 R_3 / R_4$  . Với :  $R_3 / R_4 = 100/1$

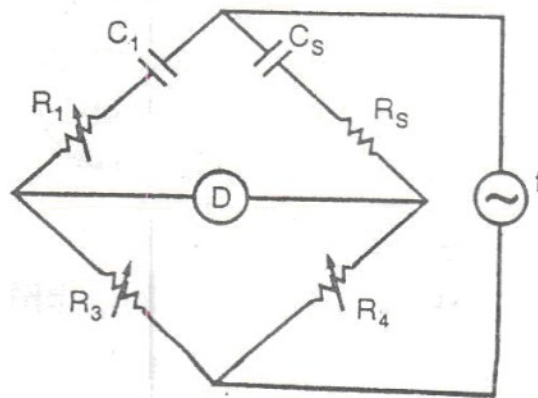
$$\Rightarrow C_x = 0,1\mu F (100/1) = 10\mu F$$

$$\text{Với : } R_3 / R_4 = 1/100 \Rightarrow 0,1\mu F (1/100) = 0,001\mu F$$

Vậy cầu có tầm đo : từ  $0,001\mu F \div 10\mu F$



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



Hình B.3.2

**Giải:**

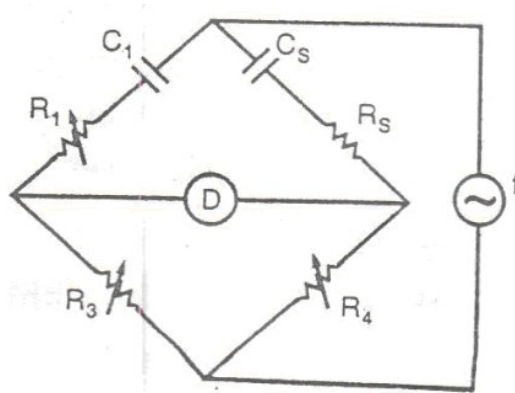
Ta có :  $C_s = C_1 R_3 / R_4$ ;

$$C_s = \frac{0,1\mu\text{F} \times 10\text{k}\Omega}{14,7\text{k}\Omega} = 0,068\mu\text{F} ;$$

$$R_s = \frac{R_1 \times R_4}{R_3} = \frac{125\Omega \times 14,7\text{k}\Omega}{10\text{k}\Omega} = 183,3\Omega$$

$$D = \omega C_s R_s = 2\pi \cdot 100\text{Hz} \times 0,068\mu\text{F} \times 183,8\Omega = 0,008$$

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



Hình B.3.3

**Giải:**

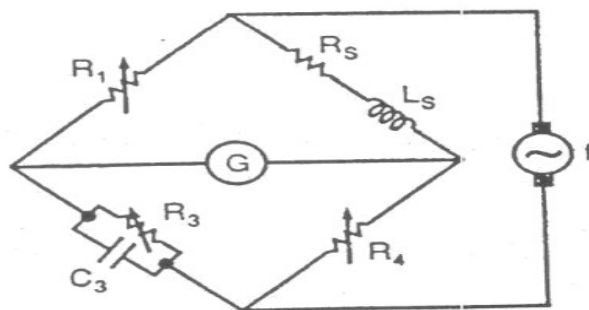
Ta có :  $C_s = C_1 R_3 / R_4$ ;

$$C_s = \frac{0,1 \mu F \times 10 k\Omega}{14,7 k\Omega} = 0,068 \mu F ;$$

$$R_s = \frac{R_1 \times R_4}{R_3} = \frac{125 \Omega \times 14,7 k\Omega}{10 k\Omega} = 183,3 \Omega$$

$$D = \omega C_s R_s = 2\pi \cdot 100 \text{Hz} \times 0,068 \mu F \times 183,8 \Omega = 0,008$$

3.4. Cầu Maxwell đo điện cảm dùng thành phần mẫu  $C_3 = 0,1 \mu F$ , nguồn cung cấp có tần số  $f = 100 \text{Hz}$ . Cầu cân bằng khi  $R_1 = 1,26 k\Omega$ ;  $R_3 = 470 \Omega$  và  $R_4 = 500 \Omega$ . Tính trị giá điện cảm  $L_s$ , điện trở  $R_s$  và hệ số phẩm chất  $Q$  của cuộn dây.



Hình B.3.4

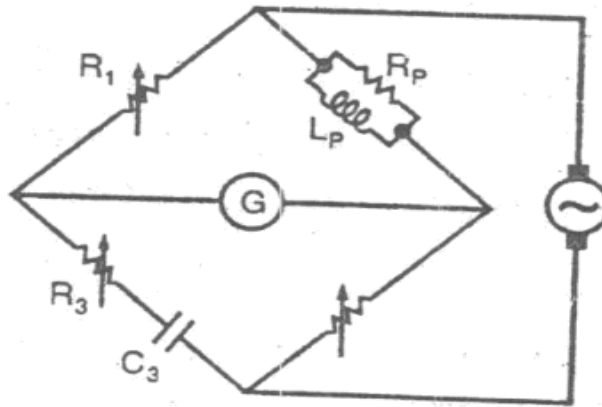
**Giải:**

$$\text{Ta có : } L_s = C_3 R_1 R_4 = 0,1 \mu F \times 1,26 k\Omega \times 500 \Omega = 63 mH$$

$$R_s = \frac{R_1 R_4}{R_3} = \frac{1,26k\Omega \times 500\Omega}{470\Omega} = 1,34k\Omega$$

$$Q = \frac{\omega L S}{R_s} = \frac{2\pi \times 100Hz \times 63mH}{1,34k\Omega} = 0,03$$

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



Hình B.3.5

**Giải:**

$$L_P = C_3 R_1 R_4 = 0,1\mu F \times 1,26k\Omega \times 500\Omega = 63mH$$

$$R_P = \frac{R_1 R_4}{R_3} = \frac{1,26k\Omega \times 500\Omega}{75\Omega} = 8,4k\Omega$$

$$Q = \frac{R_P}{\omega L_P} = \frac{8,4k\Omega}{2\pi \times 100Hz \times 63mH} = 212$$

3.6. Hãy tính thành phần tương đương  $L_S, R_S$  của cuộn dây có:  $L_P = 63mH$ ;  $R_P = 8,4k\Omega$  ( $f = 100Hz$ ).

**Giải:**

$$R_S = \frac{R_P X_P^2}{X_P^2 + R_P^2}; \text{thế: } R_P = 8,4k\Omega; R_P^2 = 7,056 \times 10^7; X_P = \omega L_P$$

$$\Rightarrow X_P = 2\pi \times 100Hz \times 63mH = 39,6\Omega$$

$$X_P^2 = 1,57 \times 10^3; X_P^2 + R_P^2 = 7,056 \times 10^7$$

$$R_S = \frac{8,4k\Omega \times 1,57 \times 10^3}{7,056 \times 10^7} = 0,187\Omega;$$

$$X_S = \frac{7,056 \times 10^7 \times 39,6}{7,056 \times 10^7} = 39,6\Omega$$

$$L_S = \frac{X_S}{\omega} = \frac{39,6\Omega}{2\pi \times 100Hz} = 63mH$$

3.7. Hãy tính thành phần tương đương  $C_P, R_P$  của tụ điện có  $R_S = 183,8\Omega$  và  $C_S = 0,068Mf$  ( $f=100Hz$ ).

***Giải:***

Ta có:  $R_P = (R_S^2 + X_S^2) / R_S$ ;  $R_S^2 = (183,8)^2 = 33,782 \times 10^3$

$$X_S = 1 / 2\pi f C_S = 1 / (2\pi \cdot 100Hz \cdot 0,68\mu F) = 23,405 \cdot 10^3 \Omega$$

$$X_S^2 = 5,478 \cdot 10^8$$

$$R_P = (33,78 \cdot 10^3 + 5,478 \times 10^8) / 183 = 2,99M\Omega$$

$$X_P = \frac{R_S^2 + X_S^2}{X_S} = \frac{33,78 \times 10^3 + 5,478 \times 10^8}{23,405 \times 10^3} = 23,41 \cdot 10^3 \Omega$$

$$C_P = 1 / (2\pi \cdot 100Hz \cdot 23,41k\Omega) = 0,068\mu F$$