

How to qua môn đo lường

dạng 1: tính sai số

1, công thức chung:

-Sai số tuyệt đối: $\Delta X = X_{\text{đo}} - X_{\text{thực}}$

-Sai số tương đối: $\gamma_x = \Delta X \cdot 100\% / X_{\text{thực}}$

2, bài tập ví dụ:

Dùng cầu Hay đo tham số một cuộn cảm có giá trị điện cảm $405\mu\text{H}$ tại tần số làm việc 50Hz ta nhận được giá trị điện cảm $0,414\text{mH}$. Xác định sai số phép đo điện cảm.

/*phần màu **đỏ** là giá trị thực, màu **xanh** là giá trị đo, 50Hz là giá trị bối rối (không quan tâm nó). Cái này phải cẩn thận k mất điểm oan */

Cách giải:

a. viết tóm tắt:

$$L_{\text{thực}} = 405\mu\text{H}$$

$$L_{\text{đo}} = 0,414\text{mH} = 414\mu\text{H}$$

$$\gamma_L = ?$$

b. tính toán:

-Sai số tuyệt đối phép đo điện cảm là: $\Delta L = L_d - L_{th} = 414 \cdot 10^{-6} - 405 \cdot 10^{-6} = 9\mu\text{H}$

-Sai số tương đối phép đo điện cảm là:

$$\gamma_L = \Delta L \cdot 100\% / L_{th} = (9 \cdot 10^{-6} \cdot 100\%) / (405 \cdot 10^{-6}) = 2,22\%.$$

dạng 2: cấp chính xác

1, công thức chung:

$$C_i \cdot T_i < \gamma_{cp} \cdot X$$

C là cấp chính xác, T là thang đo

γ_{cp} là sai số cho phép, X là giá trị đo

2. bài tập ví dụ:

a. Có thể sử dụng một Vôn mét có cấp chính xác 0,1 với thang đo $T = 25V$ để kiểm tra điện áp 20V với độ chính xác cho phép 0,2% được không?

Tóm tắt:

$$C=0.1\%, T=25V$$

$$U=20V, \gamma_{cp}=0,2\%$$

Giải:

- Sai số tuyệt đối của dụng cụ đo:

$$C.T=0,1\%.25=0.025$$

- Sai số cho phép của phép đo:

$$\gamma_{cp}.U=0,2\%.20=0.04$$

- kết luận: thỏa mãn điều kiện $C_i.T_i < \gamma_{cp}.X \rightarrow$ chọn được

b. Đồng hồ DE960TR có các thang đo T_1 : 2,5V; 10V; 50V với $C_1 = 1$ và đồng hồ Hioki có T_2 : 10V; 25V; 50V; $C_2 = 0,5$. Sử dụng đồng hồ nào để đo điện áp 9V.

đầu tiên để đo điện áp 9v thì phải chọn thang đo 10v ở cả 2 loại đồng hồ đồng hồ DE.. có cấp chính xác $C_1=1$ nên sai số tuyệt đối của đồng hồ là:

$$C_1.T_1=1.10=10$$

đồng hồ Hioki có cấp chính xác $C_2=0,5$ nên sai số tuyệt đối của đồng hồ :

$$C_2.T_2=0,5.10=5$$

Vì $C_2.T_2 < C_1.T_1$ nên ta sử dụng đồng hồ Hioki

dạng 3: độ nhạy

3.1 độ nhạy của dụng cụ đo(ammet, vônmet...)

1.Công thức: $S=\Delta y/\Delta x$

đối với vôn mét là Ω/V

đối với am mét là $0^\circ/A$

2.bài tập ví dụ:

A, Một vôn mét có thang đo 25v với giá trị nội trở vôn mét là 250kΩ. Tính độ nhạy của vôn mét

giải:

Tóm tắt:

$$T=25v$$

$$R_v=250k\Omega$$

$$S=?$$

giải:

Độ nhạy của vôn met là:

$$S=R_v/T=250.10^3/25=10000 \Omega/V$$

B, Cho một Am mét A sử dụng chỉ thị từ điện có góc fsd 70° , dòng điện fsd $55\mu A$ và một Am mét B có cùng góc fsd nhưng dòng điện fsd $65\mu A$. Tính độ nhạy

Tóm tắt:

$$\Delta\alpha_{A,B} = 70^\circ, \Delta I_A = 55\mu A = 55.10^{-6}A, \Delta I_B = 65\mu A = 65.10^{-6}A$$

$$S_A, S_B = ?$$

Giải:

-Độ nhạy của Ammét A là:

$$S_A = \Delta\alpha_A / \Delta I_A = 70 / 55.10^{-6} = 1,27.10^6 (^\circ/A)$$

-Độ nhạy của Ammét B là:

$$S_B = \Delta\alpha_B / \Delta I_B = 70 / 65.10^{-6} = 1,08.10^6 (^\circ/A)$$

3.2 độ nhạy của màn hình CRT

Công thức:

$$U_{xx} = U_{yy} = U_{dd} = U_m 2\sqrt{2} = U.2\sqrt{2}$$

độ nhạy theo chiều đứng:

$$S_y = h_{yy} / U_{yy}$$

độ nhạy theo chiều ngang:

$$S_x = I_{xx} / U_{xx}$$

Bài tập ví dụ:

Đưa một điện áp 220V, tới cặp phiến lệch đứng trên màn hình xuất hiện vết sáng 75mm, tới cặp phiến lệch ngang trên màn hình xuất hiện vết sáng 55mm. Tính độ nhạy của CRT

Giải:

Tóm tắt:

$$U = 220V, h_{yy} = 75 \text{ mm}, l_{xx} = 55 \text{ mm}$$

$$S_y = ? \quad S_x = ?$$

-Điện áp đặt lên các cặp phiến làm lệch chúng là điện áp đỉnh
đỉnh: $U_{đ-đ} = U \cdot 2\sqrt{2} = 2 \cdot 1,41 \cdot 220 = 620,4V$

-độ nhạy theo chiều đứng: $S_y = h_{yy} / U_{yy} = 75 / 620,4 = 0,12 \text{ mm/v}$

-độ nhạy theo chiều ngang: $S_x = l_{xx} / U_{xx} = 55 / 620,4 = 0,09 \text{ mm/v}$

dạng 4. Chọn thang đo

Ví dụ: Cho 1 am mét khắc độ theo trị hiệu dụng với các thang đo 5mA, 10mA, 15mA, 20mA. Để đo dòng điện có giá trị biên độ 11,28mA thì dùng thang đo nào?

Giải:

-Dòng điện có giá trị biên độ là 11,28mA

-> giá trị đo của dòng điện là:

$$I_d = I_{\max} / \sqrt{2} = 11,28 \cdot 10^{-3} / \sqrt{2} = 7,98 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

-Để đo dòng điện này ta phải dùng các Am mét có giá trị thang đo lớn hơn I_d

-các am mét phù hợp: $I_2 = 10 \text{ mA}, I_3 = 15 \text{ mA}, I_4 = 20 \text{ mA}$

-để đo dòng điện với cấp chính xác cao thì giá trị $C_i \cdot T_i$ phải là nhỏ nhất

Trong đó C_i là giá trị cấp chính xác thang đo

T_i là giá trị các thang đo

Ta có:

Sai số tuyệt đối tại các thang đo:

$$C2.T2=C2.10.10^{-3}, C3.T3=C3.15.10^{-3}, C4.T4=C4.20.10^{-3}$$

Vì cùng 1 loại ammet nên $C2=C3=C4$

$$\rightarrow C2.T2 < C3.T3 < C4.T4$$

\rightarrow kết luận: ta chọn thang đo $I2=10\text{mA}$

dạng 5. Bài tập về Am mét

Công thức:

$$I_d = n.I_{CT}$$

n : hệ số mở rộng thang đo, $n = 1 + (R_{CT}/R_s)$

Nội trở am mét: $R_A = R_{CT}/n$

Nội trở sơn : $R_s = R_{CT}/(n-1)$

5.1 Am mét 1 thang đo

Một Am mét một chiều cấu tạo từ một chỉ thị từ điện có điện áp định mức $45,5\text{mV}$, nội trở $103,2\Omega$. Xác định giá trị dòng điện lớn nhất mà Am mét có thể đo được nếu biết giá trị điện trở sơn là $7,77\Omega$.

Tóm tắt: $U_{CT} = 45,5\text{mV}$, $R_{CT} = 103,2\Omega$, $R_s = 7,77\Omega$

$$I_{\max} = ?$$

-Giá trị dòng điện định mức: $I_{CT} = \frac{U_{CT}}{R_{CT}} = \frac{45,5.10^{-3}}{103,2} = 0,44.10^{-3}\text{A} = 0,44\text{mA}$

-hệ số mở rộng thang đo: $n = 1 + \frac{R_{CT}}{R_s} = 1 + \frac{103,2}{7,77} = 13,28 + 1 = 14,28$

-giá trị dòng điện tối đa: $I_{\max} = n.I_{CT} = 14,28.0,44.10^{-3} = 6,28.10^{-3}\text{A}$

5.2 Am mét nhiều thang đo

Một Am mét một chiều có 2 thang đo mắc theo sơ đồ song song sử dụng một chỉ thị từ điện có điện áp định mức là 1025,2mV, nội trở 759,4Ω. Xác định giá trị điện trở sơn và nội trở của Am mét ứng với các thang đo 25mA, 50mA.

Tóm tắt

$U_{ct}=1025,2 \text{ mV}$, $R_{ct}=759,4 \text{ } \Omega$, $I_1=25\text{mA}$, $I_2=50\text{mA}$, $R_s=?$ $R_a=?$

giải:

-giá trị dòng điện định mức : $I_{ct}=U_{ct}/R_{ct}=1025,2.10^{-3}/759,2=1,35\text{mA}$

-tại thang đo $I_1=25\text{mA}$:

$I_{ct}<I_1 \rightarrow$ hệ số mở rộng thang đo: $n_1=I_1/I_{ct}=25/1,35=18,52$

-giá trị điện trở sơn: $R_{s1}=R_{ct}/(n_1-1)=43,34 \text{ } \Omega$

-giá trị nội trở am mét: $R_{a1}=R_{ct}/n_1=41 \text{ } \Omega$

-tại thang đo $I_2=50\text{mA}$

$I_{ct}<I_2 \rightarrow$ hệ số mở rộng thang đo:

$n_2=I_2/I_{ct}=50/1,35=37,04$

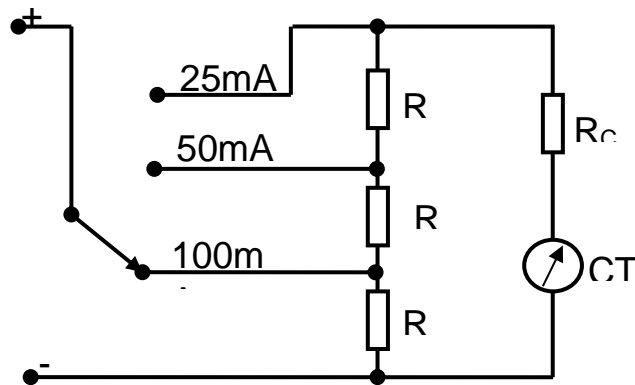
-giá trị điện trở sơn: $R_{s2}=R_{ct}/(n_2-1)=21,07 \text{ } \Omega$

-giá trị nội trở am mét: $R_{a2}=R_{ct}/n_2=20,5 \text{ } \Omega$

Lưu ý: nếu $I_{ct} > I_1$ thì loại bỏ thang đo I_1 , vì là mạch mắc song song nên $R_{s1}=\infty$ (nếu mắc nối tiếp thì $R_{s1}=0$), $R_{a1}=0$

5.3 Bài tập có hình vẽ

Loại 1: Một Am mét một chiều có 3 thang đo mắc theo sơ đồ nối tiếp (hình vẽ) sử dụng chỉ thị từ điện có điện áp định mức 405,5mV, điện trở chỉ thị 950,35Ω. Giá trị các thang đo $I_1 = 25\text{mA}$, $I_2 = 50\text{mA}$ và $I_3 = 100\text{mA}$. Xác định các giá trị điện trở R_1 , R_2 , R_3 .



/*từ trên xuống dưới lần lượt là R1 R2 R3, 3 điện trở mắc nối tiếp
 tại thang đo $I_1=25\text{mA}$ thì R_s là 3 cái R1 R2 R3 mắc nối tiếp nhau
 tại thang đo $I_2=50\text{mA}$ thì R_s là 2 cái R2 R3 mắc nối tiếp, R1 nối tiếp R_{ct}
 tại thang đo $I_3=100\text{mA}$ thì R_s chỉ còn R3 còn R1, R2 nối tiếp R_{ct} */

Tóm tắt:

$$U_{ct}=405,5\text{mV}, R_{ct}=950,35\Omega$$

$$I_1=25\text{mA}, I_2=50\text{mA}, I_3=100\text{mA}$$

$$R_1, R_2, R_3 = ?$$

Giải:

-Giá trị dòng điện định mức : $I_{ct}=U_{ct}/R_{ct}=405,5 \cdot 10^{-3}/950,35=0,43\text{mA}$

-tại thagn đo $I_1=25\text{mA}$: $I_1 > I_{ct}$

hệ số mở rộng thang đo: $n_1=I_1/I_{ct}=25/0,43=58,14$

giá trị điện trở son $R_{s1}= R_1+R_2+R_3=R_{ct}/(n_1-1)=16,63$ (1)

tại thagn đo $I_2=50\text{mA}$

hệ số mở rộng thagn đo : $n_2=I_2/I_{ct}=116,28$

giá trị điện trở son: $R_{s2}=R_2+R_3=(R_{ct}+R_1)/(n_2-1)$ (2)

tại thagn đo $I_3=100\text{mA}$

hệ số mở rộng thang đo: $n_3=I_3/I_{ct}=232,56$

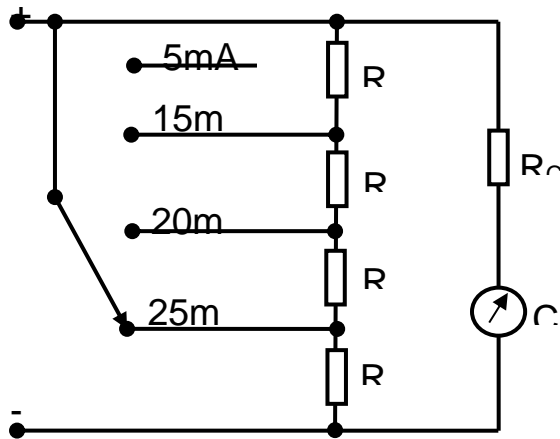
giá trị điện trở son: $R_{s3}=R_3=(R_{ct}+R_1+R_2)/(n_3-1)$ (3)

từ (1)(2)(3) có hệ phương trình,

//tự viết nhé, phải tự biến đổi bằng tay ko thì k có điểm đâu

giải hệ có: $R_1=4,18\Omega, R_2=4,14\Omega, R_3=8,31\Omega$

Loại 2: Một Am mét một chiều có 4 thang đo mắc theo sơ đồ nối tiếp (hình vẽ) sử dụng chỉ thị từ điện có điện áp định mức 555mV và điện trở chỉ thị $808,8\Omega$. Giá trị các thang đo $I_1 = 5\text{mA}$, $I_2 = 15\text{mA}$, $I_3 = 20\text{mA}$ và $I_4 = 25\text{mA}$. Xác định các giá trị điện trở R_1, R_2, R_3, R_4 .



/*dạng này có cái thang đo I_1 nó không nối vào mạch

$R_1, 2, 3, 4$ từ trên xuống dưới nhé, copy ảnh lỗi

tại I_1 thì R_s gồm $R_1 R_2 R_3 R_4$ nối tiếp

tại I_2 thì R_s gồm $R_2 R_3 R_4$ nối tiếp, $R_1=0$ bỏ đi

tại I_3 thì R_s gồm $R_3 R_4$ nối tiếp, $R_1, R_2=0$ bỏ

tại I_4 thì R_s chỉ còn R_4 , 3 cái kia $=0$ bỏ*/

Tóm tắt:

$U_{ct}=555\text{mV}, R_{ct}=808,8\Omega$

$I_1=5\text{mA}, I_2=10\text{mA}, I_3=15\text{mA}, I_4=20\text{mA}$

$R_1, R_2, R_3, R_4 = ?$

Giải

-giá trị dòng điện định mức:

$$I_{ct} = U_{ct} / R_{ct} = 555 \cdot 10^{-3} / 808,8 = 0,69 \text{mA}$$

-tại thang đo $I_1 = 5 \text{mA} > I_{ct}$

hệ số mở rộng thang đo: $n_1 = I_1 / I_{ct} = 7,25$

giá trị điện trở son: $R_{s1} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = R_{ct} / (n_1 - 1) = 129,41 \Omega (1)$

-tại thang đo $I_2 = 10 \text{mA}$

hệ số mở rộng thang đo: $n_2 = I_2 / I_{ct} = 21,74$

giá trị điện trở son: $R_{s2} = R_2 + R_3 + R_4 = R_{ct} / (n_2 - 1) = 39 \Omega (2)$

-tại thang đo $I_3 = 15 \text{mA}$

hệ số mở rộng thang đo: $n_3 = I_3 / I_{ct} = 28,99$

giá trị điện trở son: $R_{s3} = R_3 + R_4 = R_{ct} / (n_3 - 1) = 28,9 \Omega (3)$

-tại thang đo $I_4 = 20 \text{mA}$

hệ số mở rộng thang đo: $n_4 = I_4 / I_{ct} = 36,23$

giá trị điện trở son: $R_{s4} = R_4 = R_{ct} / (n_4 - 1) = 22,32 \Omega (4)$

từ (1) (2) (3)(4) ta có hệ phương trình blah blah...

giải hệ có: $R_1 = 22,32 \Omega$; $R_2 = 6,58 \Omega$; $R_3 = 10,1 \Omega$; $R_4 = 90,41 \Omega$

dạng 6: Von mét

công thức : $U_{đ} = m \cdot U_{ct}$

m: hệ số mở rộng thang đo, $m = 1 + (R_p / R_{ct})$

nội trở von mét: $R_v = m \cdot R_{ct}$

giá trị điện trở phụ: $R_p = R_{ct} \cdot (m - 1)$

6.1 von mét 1 thang đo

Một Vôn mét một chiều cấu tạo từ một chỉ thị từ điện có dòng điện định mức $682\mu\text{A}$, nội trở $75,1\Omega$. Xác định giá trị điện áp lớn nhất mà Vôn mét có thể đo được nếu biết giá trị điện trở phụ là $122,2\text{k}\Omega$

Tóm tắt:

$$I_{ct}=682.10^{-6}\text{ A}, R_{ct}=75,1\Omega, R_p=122,2.10^3\Omega, U_{\max}=?$$

giải:

-giá trị điện áp định mức: $U_{ct}=I_{ct}.R_{ct}=0,05\text{V}$

-hệ số mở rộng thang đo dòng điện:

$$m=1+(R_p/R_{ct})=1+(122,2.10^3/75,1)=1629,16$$

-giá trị điện áp lớn nhất là: $U_{\max}=m.U_{ct}=1629,16.0,05=81,4\text{V}$

6.2 Nhiều thang đo

Một Vôn mét một chiều có 2 thang đo mắc theo sơ đồ song song sử dụng một chỉ thị từ điện có dòng điện định mức là $3,33\text{mA}$, nội trở $23,2\text{k}\Omega$. Xác định giá trị điện trở phụ và nội trở của Vôn mét ứng với các thang đo 100V , 250V .

Tóm tắt:

$$I_{ct}=3,33\text{mA}; R_{ct}=23,2\text{k}\Omega$$

$$U_1=100\text{V}, U_2=250\text{V}$$

$$R_p, R_v=?$$

Giải:

-giá trị điện áp định mức : $U_{ct}=I_{ct}.R_{ct}=3,33.10^{-3}.23,2.10^3=77,26\text{V}$

-tại thagn đo $U_1=100\text{V}>U_{ct}$

hệ số mở rộng thang đo:

$$m_1=U_1/U_{ct}=1,29$$

/*Nếu $U_1<U_{ct}$ thì m sẽ <1 do đó giá trị điện trở phụ sẽ âm-> loại bỏ thang đo

Vì đây là mạch song song nên giá trị điện trở phụ sẽ bằng ∞ , giá trị nội trở vôn mét $R_V=0$; còn nếu là mạch nối tiếp thì $R_P=0$.*/

- giá trị điện trở phụ:

$$R_{P1} = (m_1 - 1) \cdot R_{CT} = (1,29 - 1) \cdot 23,2 \cdot 10^3 = 6,73 \cdot 10^3 \Omega = 6,73 \text{ k}\Omega$$

- giá trị nội trở vôn mét:

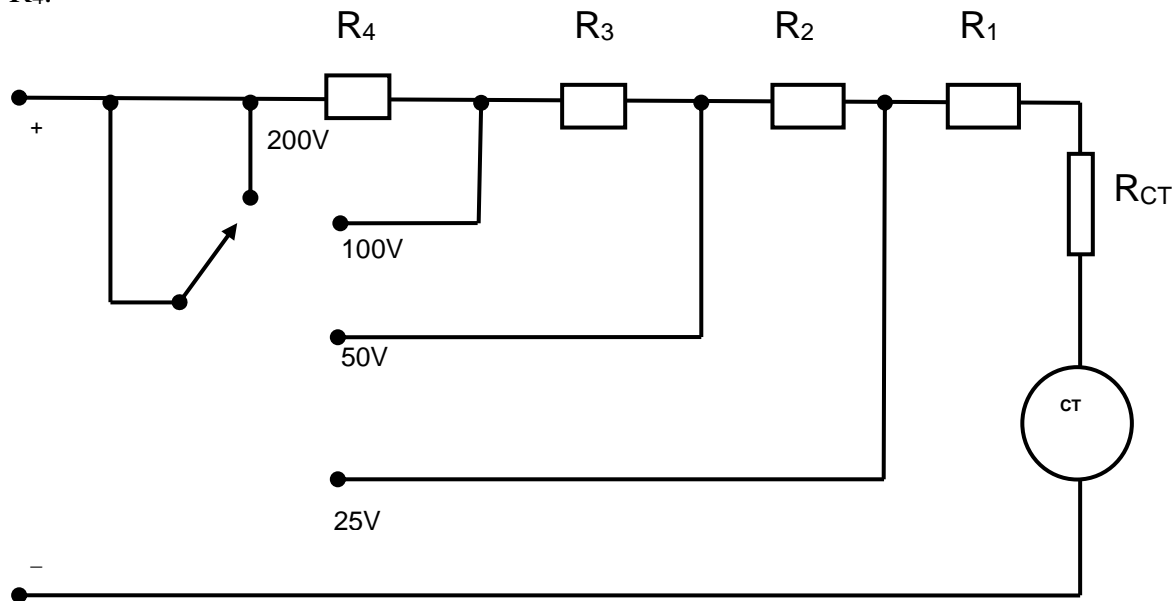
$$R_{V1} = m_1 \cdot R_{CT} = 1,29 \cdot 23,2 \cdot 10^3 = 29,93 \cdot 10^3 \Omega = 29,93 \text{ k}\Omega$$

- Tại thang đo $U_2=250\text{V}$

hệ số mở rộng thang đo, R_{P2}, R_{V2} tính như trên

6.3 Bài tập có hình vẽ

Một Vôn mét một chiều có 3 thang đo mắc theo sơ đồ nối tiếp (hình vẽ) được cấu tạo từ chỉ thị từ điện có dòng điện định mức $45,05\text{mA}$, điện trở chỉ thị $105,23\Omega$. Giá trị các thang đo $U_1 = 25\text{V}$, $U_2 = 50\text{V}$, $U_3 = 100\text{V}$, $U_4 = 200\text{V}$. Xác định các giá trị điện trở R_1, R_2, R_3, R_4 .



/* Vì Vôn mét phải mắc nối tiếp với chỉ thị nên

Tại thang đo 25V : Điện trở phụ chỉ có R_1

Tại thang đo 50v: Rp gồm cả R2 và R1 mắc nối tiếp nhau

Tại thang đo 100V: Rp gồm R1 nối tiếp R2 nối tiếp R3

Tại thang đo 200V: Rp gồm cả 4 điện trở mắc nối tiếp nhau */

Tóm tắt:

$$I_{CT} = 45,05\text{mA} = 45,05 \cdot 10^{-3}\text{A}, R_{CT} = 105,23\Omega, U_1 = 25\text{V}, U_2 = 50\text{V}, U_3 = 100\text{V} \\ U_4 = 200\text{V}, R_1, R_2, R_3, R_4 = ?$$

giải:

$$\text{-điện áp định mức : } U_{CT} = I_{CT} \cdot R_{CT} = 45,05 \cdot 10^{-3} \cdot 105,23 = 4,74\text{V}$$

$$\text{-tại thang đo } U_1 = 25\text{v}$$

$$\text{hệ số mở rộng thang đo } m_1 = U_1 / U_{CT} = 25 / 4,74 = 5,27$$

$$\text{-giá trị điện trở phụ: } R_{P1} = R_1 = (m_1 - 1) \cdot R_{CT} = (5,27 - 1) \cdot 105,23 = 449,33\Omega = 0,45\text{k}\Omega \text{ (1)}$$

$$\text{-tại thagn đo } U_2 = 50\text{v}$$

$$\text{hệ số mở rộng thagn đo: } m_2 = U_2 / U_{CT} = 10,55$$

$$\text{giá trị điện trở phụ : } R_{P2} = R_1 + R_2 = (m_2 - 1) \cdot R_{CT} = (10,55 - 1) \cdot 105,23 = 1004,95\Omega = 1\text{k}\Omega \text{ (2)}$$

$$\text{-tại thang đo } U_3 = 100\text{v}$$

$$\text{-hệ số mở rộng thang đo điện áp: } m_3 = U_3 / U_{CT} = 21,1$$

$$\text{-giá trị điện trở phụ: } R_{P3} = R_1 + R_2 + R_3 = (m_3 - 1) \cdot R_{CT} = (21,10 - 1) \cdot 105,23 = 2115,12\Omega = 2,11\text{k}\Omega \text{ (3)}$$

$$\text{-tại thang đo } U_4 = 200\text{V:}$$

$$\text{hệ số mở rộng thang đo điện áp: } m_4 = U_4 / U_{CT} = 42,19$$

$$\text{giá trị điện trở phụ: } R_{P4} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = (m_4 - 1) \cdot R_{CT} = (42,19 - 1) \cdot 105,23 = 4334,42\Omega = 4,33\text{k}\Omega \text{ (4)}$$

từ (1) (2) (3) (4) ta có hệ

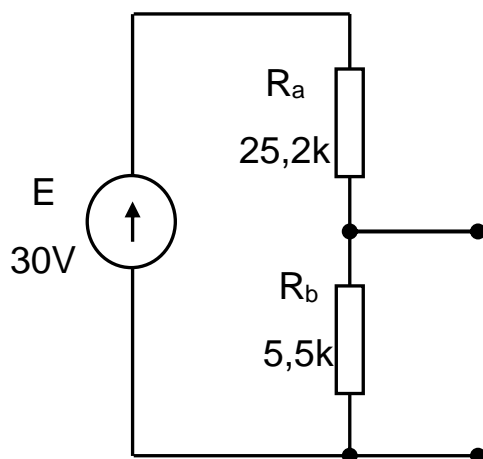
giải hệ bằng tay (tự thay, thế, biến đổi) ta có

$$R_1 = 0,45k\Omega; R_2 = 0,55k\Omega; R_3 = 1,11k\Omega; R_4 = 2,22k\Omega$$

6.4 bài tập trước và sau khi mắc vôn mét

Vôn mét 1 có độ nhạy $10k\Omega/V$, dải đo $0 \div 10V$ và Vôn mét 2 có độ nhạy $20k\Omega/V$, dải đo $0 \div 10V$. Cả hai Vôn mét dùng để đo điện áp trên điện trở R_b như (hình vẽ). Xác định:

- Giá trị điện áp trên điện trở R_b khi chưa mắc Vôn mét.
- Sai số do hiệu ứng tải khi dùng Vôn mét 1 khi đo điện áp trên điện trở R_b .
- Sai số do hiệu ứng tải khi dùng Vôn mét 2 khi đo điện áp trên điện trở R_b .



/* những bài kiểu này đa phần là tính sai số

Công thức tính sai số như ở dạng 1: $\gamma = (X_{\text{đo}} - X_{\text{thực}}) \cdot 100\% / X_{\text{thực}}$

Ta chia làm 2 phần: phần 1 tính U_b trước khi mắc vôn mét(đây là $U_{\text{thực}}$)

phần 2 tính U_b sau khi mắc vôn mét-gọi là U_b mới- U_{bm} (đây là $U_{\text{đo}}$)

khi mắc vôn mét vào U_b , mắc song song nên tổng trở của R_{bm} mới phải thêm phần của Vôn mét

rồi áp dụng công thức tính sai số trên là xong

*/

Tóm tắt:

Vôn mét 1: $S_1 = 10\text{k}\Omega/\text{V}$; $T_1 = 0-10\text{V}$

Vôn mét 2: $S_2 = 20\text{k}\Omega/\text{V}$; $T_2 = 0-10\text{V}$

$E = 30\text{V}$, $R_a = 25,2\text{k}\Omega$, $R_b = 5,5\text{k}\Omega$

a. $U_b = ?$

b. $\gamma_1 = ?$ khi đo điện áp trên R_b .

c. $\gamma_2 = ?$ khi đo điện áp trên R_b .

giải:

a, khi chưa mắc vôn mét:

-điện áp trên R_b : $U_b = I_b.R_b$

//công thức $I_b = E/\text{tổng trở}$ (E là điện áp nguồn) (tổng trở :điện trở của mạch, như trên hình là gồm R_a nối tiếp R_b nên tổng trở = $R_a + R_b$)

$$U_b = E.R_b/(R_a + R_b) = 30.5,5/((25,2 + 5,5).10^3) = 5,38\text{V}$$

b, Sai số do hiệu ứng tải của vôn mét 1 khi đo điện áp trên điện trở R_b :

$$+ \text{Nội trở của vôn mét 1: } R_{v1} = S_1.T_1 = 10.10^3.10 = 100\text{k}\Omega$$

/*Sau khi mắc vôn mét song song R_b thì tổng trở trên R_b bao gồm R_b và nội trở của vôn mét song song với R_b . gộp lại gọi chung là R_{bm} */

+sau khi mắc vôn met 1 song song với R_b , điện áp trên R_b là:

$$U_{bm1} = I_{bm1}.R_{bm1} = E.R_{bm1}/(R_a + R_{bm1})$$

$$\text{với } R_{bm1} = R_b // R_{v1} = R_b.R_{v1}/(R_b + R_{v1}) = 5,5.10^3.100.10^3/((5,5 + 100).10^3) = 5,21\text{k}\Omega$$

$$U_{bm1} = 30.5,21.10^3/((25,2 + 5,21).10^3) = 5,14\text{V}$$

→ Sai số :

$$\gamma_1 = (U_{bm1} - U_b).100\%/U_b = (5,14 - 5,38).100\%/5,38 = -4,46\%$$

Ý C làm tương tự :

Tính R_{v2} sau đó tính U_{bm2} , R_{bm2} rồi tính sai số

Dạng 7: Ôm mét

Công thức :

Nội trở ôm mét: $R_{\Omega} = R_n + R_{ct} + R_{td} + R_{hc}$

Dòng điện trong mạch: $I = E / (R_{\Omega} + R_x)$

Trong đó: R_n : điện trở nguồn, R_{ct} : điện trở chỉ thị, R_{td} : điện trở thang đo, R_{hc} : điện trở hiệu chỉnh- đồng này thường là cho trước, khỏi lo. R_x là điện trở cần đo

Bài tập ví dụ:

Cho một Ôm mét mắc theo sơ đồ nối tiếp sử dụng chỉ thị từ điện có điện trở chỉ thị $5,57\Omega$ và một nguồn điện áp $24,5V$ với điện trở trong $4,88\Omega$. Xác định giá trị điện trở đo với dòng điện đo được là $105\mu A$ và biết Ôm mét đặt ở thang đo có điện trở thang đo $28,63\Omega$ và được chỉnh không với giá trị điện trở hiệu chỉnh $44,82\Omega$

Tóm tắt:

$R_{ct} = 5,57\Omega$, $R_n = 4,88\Omega$, $R_{td} = 28,63\Omega$, $R_{hc} = 44,82\Omega$

$E = 24,5V$, $I = 105 \cdot 10^{-6}A$

$R_x = ?$

//cái chỉnh không : don't give a fuck

Giải:

- Nội trở của ôm mét: $R_{\Omega} = R_{CT} + R_n + R_{td} + R_{hc} = 5,57 + 4,88 + 28,63 + 44,82 = 83,9\Omega$

-dòng điện chạy trong mạch:

$I = E / (R_{\Omega} + R_x) \rightarrow$ giá trị điện trở cần đo:

$R_x = (E/I) - R_{\Omega} = (24,5 / 105 \cdot 10^{-6}) - 83,9 = 0,23 \cdot 10^6\Omega$

Dạng 8: máy hiện sóng

Công thức:

$U = [\text{Volts/div}] \cdot H \cdot k$ (H là độ cao ảnh, K là hệ số)

$T = [\text{TIME/DIV}] \cdot L$ (L là độ dài ảnh)

Ví dụ:

Vd: Tín hiệu hình sin đưa vào máy hiện sóng, trên màn hình ta thu được ảnh của tín hiệu có độ cao ảnh từ đỉnh này tới đỉnh kia là 3,2 Div; một chu kỳ tín hiệu là 5,6 Div. Biết chuyển mạch Volts/Div đặt ở vị trí 20mV, chuyển mạch Time/Div đặt ở vị trí 0,2ms và hệ số que đo là 1:1.

Xác định giá trị điện áp và tần số của tín hiệu hình sin?

Giải:

Tóm Tắt:

$$\text{Volts/Div} = 20\text{mV} = 20 \cdot 10^{-3}\text{V}$$

$$\text{Time /Div} = 0,2\text{ms} = 0,2 \cdot 10^{-3}\text{s}$$

$$k = 1, H = 3,2\text{Div}, T = 5,6\text{Div}$$

U và f =?

-Điện áp của tín hiệu hình sin:

$$U = U_{\text{đd}} / 2\sqrt{2} = ([\text{Volts/Div}] \cdot H \cdot k) / 2\sqrt{2} = (20 \cdot 10^{-3} \cdot 3,2 \cdot 1) / 2\sqrt{2} = 22,7\text{mV}$$

$$+ \text{Khoảng thời gian: } T = \text{TIME/DIV} \cdot L \cdot k = 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 5,6 \cdot 1 = 1,12\text{ms}$$

$$+ \text{Tần số : } f = 1/T = 893\text{Hz}$$

Dạng 9: vụn vặt

1. Tính độ rõ:

$$\text{Công thức: } P = \sqrt{\frac{\Delta X_1^2 + \dots + \Delta X_n^2}{n}} \quad \text{trong đó:}$$

$$\text{độ lệch : } \Delta X_1 = X_1 - X_{tb}$$

Ví dụ: Sử dụng một dụng cụ đo dòng thực hiện 5 phép đo dòng điện ta nhận được các số liệu sau: 105mA, 98mA, 100mA, 110mA, 102mA. Xác định độ rõ.

giải:

Tóm tắt:

$$I_1=105\text{mA}\dots I_5=102\text{mA}$$

$$P=?$$

đầu tiên tính I trung bình:

-Giá trị dòng điện trung bình

$$\text{là: } I_{tb} = I_1 + \dots + I_5 = (105 + 98 + 100 + 110 + 102)/5 = 103\text{mA}$$

$$\text{-Độ lệch: } \Delta I_1 = I_1 - I_{tb} = 105 - 103 = 2\text{mA}$$

Tương tự các ΔI khác

$$\text{-Độ rỡ: } P = \sqrt{\frac{2^2 + \dots + (-1)^2}{5}} = 4,2\text{mA}$$

2. Vẽ ảnh

Vẽ ảnh tín hiệu trên màn hình máy hiện sóng với tín hiệu cần quan sát có dạng:

$u(t) = 4\sqrt{2} \sin 2\pi \cdot 10^3 t$ (V). Biết máy hiện sóng đặt ở chế độ đồng bộ trong, dương, mức 0 và chu kỳ quét 4ms.

// mức 0 tức là bắt đầu vẽ từ điểm 0, dương tức là vẽ đi lên

giải:

$$U_m = 4\sqrt{2}\text{V}; \omega = 2\pi \cdot 10^3 \text{ rad/s}$$

$$T_q = 4\text{ms} = 4 \cdot 10^{-3}\text{s}$$

Đồng bộ trong, dương, mức 0

Vẽ ảnh tín hiệu?

đầu tiên tính chu kỳ tín hiệu:

-Chu kỳ điện áp cần quan sát là:

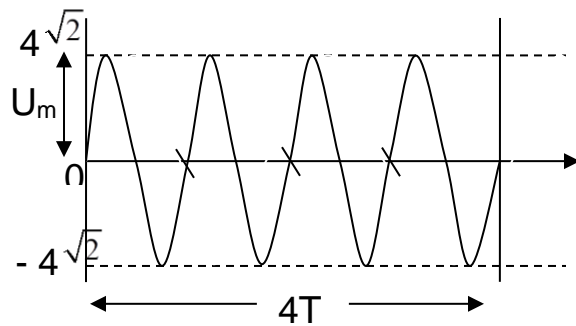
$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 1\text{ms}$$

Sau đó tính số chu kỳ để vẽ:

-Số chu kỳ tín hiệu trên màn hình máy hiện sóng là:

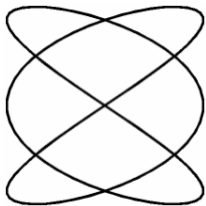
$$N = Tq/T = 4$$

Ảnh tín hiệu trên màn hình bao gồm 4 chu kỳ tín hiệu, điểm bắt đầu tương ứng với đoạn điện áp đi lên, cắt qua điểm 0



3. Li se riu

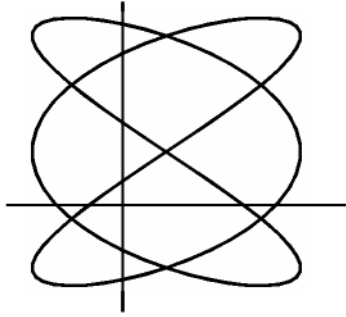
Xác định tần số của điện áp luật sin có ảnh trên màn hình máy hiện sóng Cho hình Lissajous (hình dưới). Tính tần số F_y nếu biết $F_x = 1011 \text{ Hz}$



//thường thì đề bài là thế này

//đầu tiên vẽ trục tung, hoành sao cho số điểm cắt là lớn nhất

//như này thì cái li se riu cắt trục tung 6 điểm, trục hoành 4 điểm



Trình bày :

Kẻ các đường thẳng song song với trục tung và trục hoành để tìm số lượng các điểm cắt n_y và n_x

//vẽ hình trên vào

Có $N_x=4$, $N_y=6$

điện áp đưa tới đầu vào X có tần số mẫu là 1011 Hz.

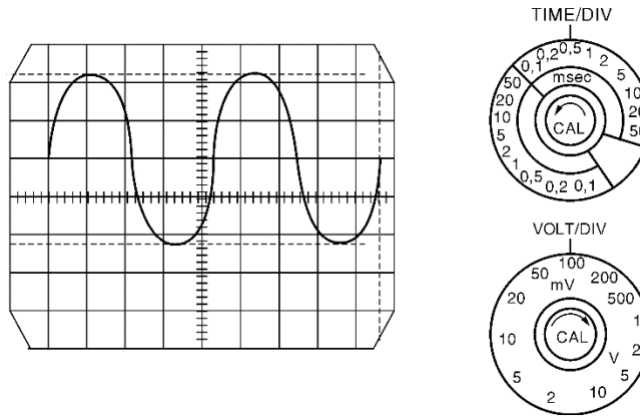
-> $F_x=1011\text{Hz}$

-> tần số tín hiệu cần đưa tới đầu vào Y là:

$$F_y = \frac{N_x}{N_y} \cdot F_x = \frac{4}{6} \cdot 1011 = 674 \text{ Hz}$$

4. Máy hiện sóng

Xác định tần số của điện áp luật sin có ảnh trên màn hình máy hiện sóng (hình dưới).



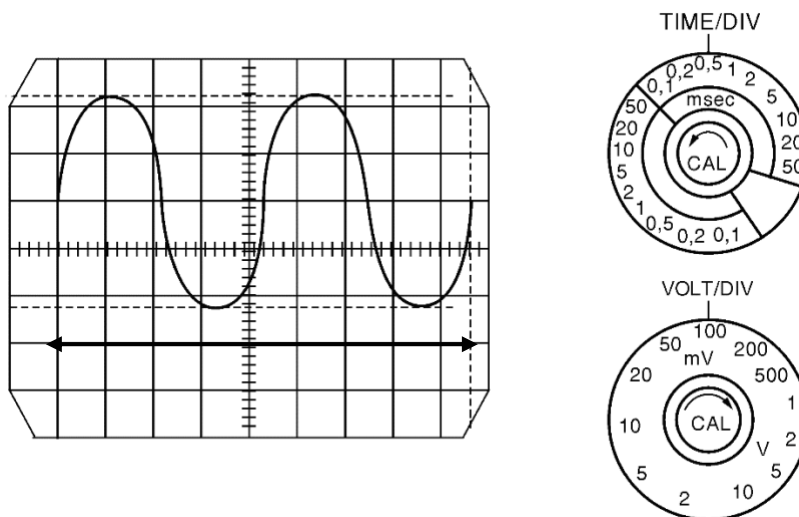
//cơ bản là thế này, nhìn hình -> giải

//Time/Div chỉ vào 0,5ms(msec đó)

//có 2 chu kỳ

Trình bày:

//vẽ L là đoạn mũi tên 2 bên, k biết chèn chữ L vào đây thông cảm :



//đếm chiều dài L : có gần 9 ô coi như 8,8 đi

//vì có 2 chu kỳ:

$$2T = L \cdot [Time/div] = 8.8 \times 0.5 = 4.4 \text{ ms} \rightarrow T = 2.2 \text{ ms} = 2.2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

//đề bài yêu cầu tính tần số:

$$F=1/T=1/(2,2.10^{-3})=\text{khoảng } 454 \text{ gì gì đấy}$$

Dạng 10: Cầu

Chia 2 loại: Cầu có tổn hao nhỏ và cầu có tổn hao lớn.

Loại tổn hao nhỏ: R,L,C đoạn mạch cần tính mắc nối tiếp

Loại tổn hao lớn: R,L,C đoạn mạch cần tính mắc song song

//đoạn mạch mắc thế nào thì tính theo công thức đây

Tổng trở (mắc nối tiếp) || Tổng dẫn (mắc song song)

$$Z_R=R \quad || \quad Y_R=1/Z=1/R$$

$$Z_L=j\omega L \quad || \quad Y_L=1/Z_L=1/j\omega L$$

$$Z_C=1/j\omega C \quad || \quad Y_C=1/Z_C=j\omega C$$

$$\text{Góc tổn hao: } \text{tg}\delta=R\omega C \quad || \quad \text{tg}\delta=1/R\omega C$$

$$\text{Hệ số phẩm chất } Q=\omega L/Rx \quad || \quad Q=Rx/\omega L \quad (Rx: \text{điện trở cần đo})$$

Bài tập ví dụ:

1.Cầu tổn hao nhỏ

***Bài tính R và C**

Xác định các tham số của tụ điện và tổng trở biết cầu cân bằng khi $C_m = 0,2\mu F$,

$R_m = 5k\Omega$, $R_1 = 470k\Omega$, $R_2 = 100k\Omega$ và tần số nguồn $f_n = 100Hz$.

Tóm tắt:

Thôi tự tóm tắt đi ;)

Giải:

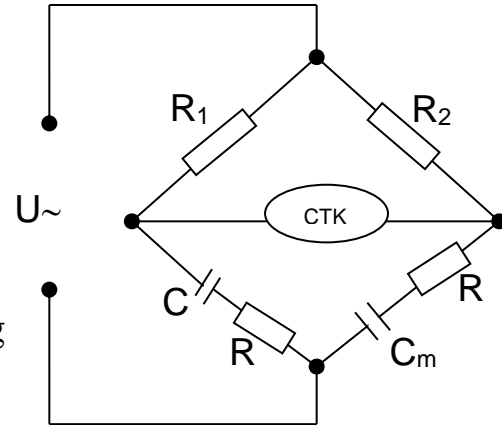
//tích 2 điện trở chéo nhau bằng nhau thì cầu cân bằng

-Cầu cân bằng khi: $Z_1.Z_m=Z_2.Z_x$

Trong đó: $Z_1=R_1$, $Z_2=R_2$

$Z_m=R_m$ nối tiếp $C_m=R_m+C_m=R_m+\frac{1}{j\omega C_m}$

$Z_x=R_x$ nối tiếp $C_x=R_x+C_x=R_x+\frac{1}{j\omega C_x}$



Hình vẽ 2

$$\rightarrow Z_1.Z_m=Z_2.Z_x \leftrightarrow R_1.(R_m+\frac{1}{j\omega C_m}) = R_2.(R_x+\frac{1}{j\omega C_x})$$

Khai triển ra:

$$R_1.R_m+R_1.\frac{1}{j\omega C_m}=R_2.R_x+R_2.\frac{1}{j\omega C_x}$$

//Chia ra phần thực và phần ảo để cân bằng từng phần

//Phần thực là phần không chứa “j”, phần ảo là phần chứa “j”

Cân bằng phần thực:

$$R_1.R_m=R_2.R_x \Rightarrow R_x=R_m.R_1/R_2=5.10^3.470.10^3/(100.10^3)$$

$$R_x=23,5k\Omega$$

Cân bằng phần ảo:

$$R_1.\frac{1}{j\omega C_m} = R_2.\frac{1}{j\omega C_x}$$

$$\Rightarrow C_x=C_m.R_2/R_1=0,0425\mu F$$

Tgδ góc tổn hao:

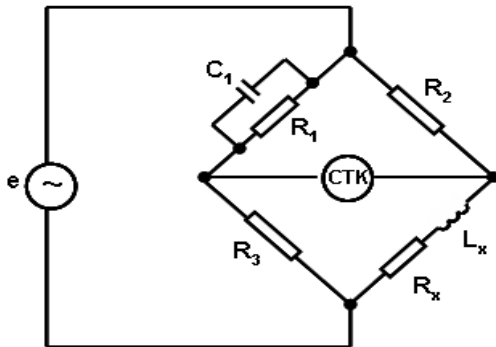
$$Tg\delta = R_x.\omega C_x=R_m.\frac{R_1}{R_2}.\omega.C_m\frac{R_2}{R_1} = R_m\omega C_m = 0,63$$

Tổng trở đoạn mạch:

$$|Z_x| = \sqrt{R_x^2 + \frac{1}{\omega C_x}^2} = \dots$$

*Bài tính R và L:

Sử dụng cầu điện cảm (hình vẽ) để đo tham số cuộn cảm. Xác định các tham số của cuộn cảm và tổng trở của cuộn cảm biết cầu cân bằng khi $C_1 = 2,02\mu\text{F}$, $R_1 = 250,3\text{k}\Omega$, $R_2 = 3,33\text{k}\Omega$, $R_3 = 50,5\Omega$ và tần số nguồn $f_n = 50\text{Hz}$.



Tóm tắt: $C_m = 2,02\mu\text{F} = 2,02 \cdot 10^{-6}\text{F}$, $R_m = 250,3\text{k}\Omega = 250,3 \cdot 10^3\Omega$, $R_2 = 3,33\text{k}\Omega = 3,33 \cdot 10^3\Omega$, $R_3 = 50,5\Omega$, $f_n = 50\text{Hz}$
 L_x , R_x và $Q = ?$

Giải:

//hình là C1 với R1 nhưng sửa thành C_m với R_m nhé

- Cầu cân bằng khi $Z_m \cdot Z_x = Z_2 \cdot Z_3$

// C_m song song R_m nên không tính theo tổng trở mà tính theo tổng dẫn

$$Z_m = 1/Y_m = \frac{1}{Y_r + Y_c} = \frac{1}{\frac{1}{R_m} + j\omega C_m}$$

$$Z_x = L_x \text{ nối tiếp } R_x = R_x + j\omega L_x$$

$$Z_2 = R_2, Z_3 = R_3$$

$$\rightarrow Z_m \cdot Z_x = Z_2 \cdot Z_3 \Leftrightarrow \frac{1}{\frac{1}{R_m} + j\omega C_m} \cdot (R_x + j\omega L_x) = R_2 \cdot R_3$$

$$\Leftrightarrow R_x + j\omega L_x = R_2 \cdot R_3 \cdot \left(\frac{1}{R_m} + j\omega C_m \right)$$

Cân bằng phần thực:

$$R_x = R_2 \cdot R_3 / R_m = (3,33 \cdot 10^3 \cdot 50,5) / (250,3 \cdot 10^3) = 0,671\Omega$$

Cân bằng phần ảo:

$$j\omega L_x = R_2 \cdot R_3 \cdot j\omega C_m$$

$$\Leftrightarrow L_x = R_2 \cdot R_3 \cdot C_m = 3,33 \cdot 10^3 \cdot 50,5 \cdot 2,02 \cdot 10^{-6} = 0,34\text{H}$$

Hệ số phẩm chất của cuộn cảm:

$$Q = \frac{\omega Lx}{Rx} = \frac{\omega R_2.R_3.C_m}{\frac{R_2.R_3}{R_m}} = 158,76$$

Tổng trở cuộn cảm:

$$|Z_L| = \omega Lx = 2\pi \cdot 20 \cdot 0,34 = 106,8 \, \Omega$$

Tổng trở đoạn mạch

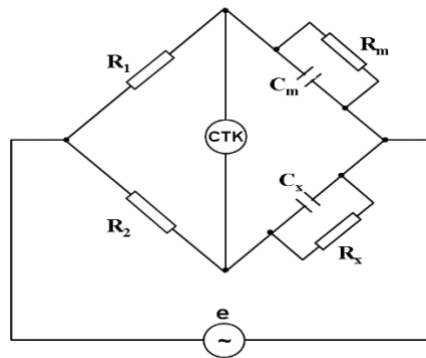
$$|Z_x| = \sqrt{Rx^2 + \omega Lx^2} = 107,26 \, \Omega$$

//tự thay số nhé :V

2.Loại tổn hao lớn:

*bài tính R, C

Sử dụng cầu điện dung (hình vẽ) để đo tham số một tụ điện. Xác định các tham số tụ điện và tổng trở của tụ điện biết cầu cân bằng khi $C_m = 6,12\text{nF}$, $R_m = 45,8\text{k}\Omega$, $R_1 = 95,3\text{k}\Omega$, $R_2 = 55,1\text{k}\Omega$ và tần số nguồn $f_n = 60\text{Hz}$.



Tóm tắt:

$$C_m = 6,12\text{nF} = 6,12 \cdot 10^{-9}\text{F}, R_m = 45,8\text{k}\Omega = 45,8 \cdot 10^3 \, \Omega, R_1 = 95,3 \, \text{k}\Omega = 95,3 \cdot 10^3 \, \Omega, R_2 = 55,1\text{k}\Omega = 55,1 \cdot 10^3 \, \Omega, f_n = 60\text{Hz}$$

C_x, R_x và $\text{tg}\delta = ?$

Giải:

- Cầu cân bằng khi:

$$Z_1.Z_x = Z_2.Z_m$$

$$Z_1 = R_1, Z_2 = R_2$$

$$Z_x = C_x \text{ song song } R_x$$

$$Z_X = 1/Y_X = \frac{1}{\frac{1}{R_X} + j\omega C_X}$$

$$Z_m = \frac{1}{\frac{1}{R_m} + j\omega C_m}$$

$$Z_1 \cdot Z_X = Z_2 \cdot Z_m \Leftrightarrow R_1 \cdot \frac{1}{\frac{1}{R_X} + j\omega C_X} = R_2 \cdot \frac{1}{\frac{1}{R_m} + j\omega C_m}$$

$$\Leftrightarrow R_1 \cdot \left(\frac{1}{R_m} + j\omega C_m \right) = R_2 \cdot \left(\frac{1}{R_X} + j\omega C_X \right)$$

Cân bằng phần thực:

$$R_1/R_m = R_2/R_X \Rightarrow R_X = \frac{R_2 \cdot R_m}{R_1} = \frac{55,1 \cdot 10^3 \cdot 45,8 \cdot 10^3}{95,3 \cdot 10^3} = 26,48 \text{ k}\Omega$$

Cân bằng phần ảo:

$$R_1 \cdot j\omega C_m = R_2 \cdot j\omega C_X$$

$$\Rightarrow C_X = \frac{R_1 \cdot C_m}{R_2} = \frac{95,3 \cdot 10^3 \cdot 6,12 \cdot 10^{-9}}{55,1 \cdot 10^3} = 10,59 \text{ nF}$$

Góc tổn hao của tụ điện:

$$\text{tg}\delta = \frac{1}{R_X \cdot \omega \cdot C_X} = \frac{1}{\frac{R_2 \cdot R_m}{R_1} \cdot \omega \cdot \frac{R_1 \cdot C_m}{R_2}} = \frac{1}{R_m \cdot \omega \cdot C_m} = \frac{1}{45,8 \cdot 10^3 \cdot 2,314 \cdot 60,6 \cdot 12 \cdot 10^{-9}} = 9,47$$

$$\text{tổng trở: } Z_C = \frac{1}{Y_C} = \frac{1}{\sqrt{(Z_R)^2 + (Z_C)^2}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R_X^2} + (\omega C_X)^2}}$$

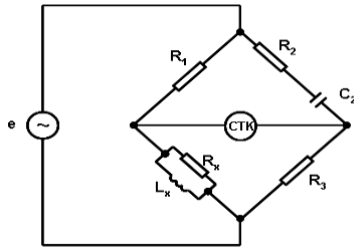
*Bài tính R,L

Sử dụng cầu điện cảm (hình vẽ) để đo tham số cuộn cảm. Xác định các tham số

của cuộn cảm và tổng trở của cuộn cảm biết cầu cân bằng khi

$C_2 = 3,83 \mu\text{F}$, $R_1 = 18,8 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 45,1 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 420 \Omega$ và tần số nguồn $f_n = 60 \text{ Hz}$.

//C2 R2 là Cm Rm nhé



Tóm tắt:

$$C_m = 3,83\mu F = 3,83 \cdot 10^{-6} F.$$

$$R_1 = 18,8k\Omega = 18,8 \cdot 10^3 \Omega$$

$$R_m = 45,1k\Omega = 45,1 \cdot 10^3 \Omega$$

$$R_3 = 420\Omega$$

$$f_n = 60Hz$$

$$L_x, R_x \text{ và } Q = ?$$

Giải:

Cầu cân bằng khi: $Z_1 \cdot Z_3 = Z_m \cdot Z_x$

$$Z_1 = R_1, Z_3 = R_3$$

$$Z_m = R_m \text{ nối tiếp } C_m = R_m + \frac{1}{j\omega C_m}$$

$$Z_x = 1/Y_x = \frac{1}{\frac{1}{R_x} + \frac{1}{j\omega L_x}}$$

$$Z_1 \cdot Z_3 = Z_m \cdot Z_x \Leftrightarrow R_1 \cdot R_3 = \left(R_m + \frac{1}{j\omega C_m} \right) \frac{1}{\frac{1}{R_x} + \frac{1}{j\omega L_x}}$$

$$\Leftrightarrow R_1 \cdot R_3 \cdot \left(\frac{1}{R_x} + \frac{1}{j\omega L_x} \right) = R_m + \frac{1}{j\omega C_m}$$

Cân bằng phần thực:

$$R_1 \cdot R_3 / R_x = R_m \Rightarrow R_x = R_1 \cdot R_3 / R_m = 175,08\Omega$$

Cân bằng phần ảo:

$$R_1 \cdot R_3 \cdot \frac{1}{j\omega L_x} = \frac{1}{j\omega C_m} \Rightarrow L_x = C_m \cdot R_1 \cdot R_3 = 18,8 \cdot 10^3 \cdot 420 \cdot 3,83 \cdot 10^{-6} = 0,03H$$

- Hệ số phẩm chất của cuộn cảm:

$$Q = \frac{R_x}{\omega \cdot L_x} = \frac{\frac{R_1 \cdot R_3}{R_2}}{\omega \cdot R_1 \cdot R_3 \cdot C_2} = \frac{1}{\omega \cdot R_2 \cdot C_2}$$

$$= \frac{1}{2.3,14 \cdot 60.45,1 \cdot 10^3 \cdot 3,83 \cdot 10^{-6}} = 0,015$$

Tổng trở của cuộn cảm cần đo:

$$|Z_L| = \frac{1}{Y_L} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{Z_r}\right)^2 + \left(\frac{1}{Z_L}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R_x}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega L_x}\right)^2}} = \dots$$

Dạng 11: chương 3-chưa nghĩ ra tên

U_m : giá trị đỉnh-biên độ

U : giá trị hiệu dụng

U_{cl} : giá trị trung bình chỉnh lưu

$$K_b = \frac{U_m}{U} = 1,41 (\text{căn } 2)$$

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

mạch tách sóng biên độ có điện áp ra bằng giá trị đỉnh điện áp đo

còn 2 loại mạch còn lại: ko biết, chưa thấy dạng nào =))

ví dụ bài trong slide của cô: vôn mét điện từ sử dụng mạch tách sóng biên độ, thang đo khắc độ theo giá trị hiệu dụng điện áp luật sin để đo 1 điện áp 0 sin, nhận đc điện áp 20v. xđ giá trị biên độ, hiệu dụng, trung bình của điện áp 0 sin biết $K_b=1,73$ và $K_d=1,04$

Tóm tắt: K_b đ(đ đây là đo)=1,73

$$K_d=1,04$$

$$U_s(\text{s đây là sin})=20\text{v}$$

? U_m đ, U đ, U_{tb} đ

Giải : đầu tiên có $K_b = U_m/U_s = 1,41 (\text{căn } 2)$

$$K_d = U/U_{cl} = 1,11$$

//như công thức trên

Tính giá trị biên độ của điện áp sin:

$$U_m = K_b \cdot U_s = 1,41 \cdot 20 = 28,2 \text{ V}$$

$$\text{mạch tách sóng biên độ} \Rightarrow U_m\text{đ} = U_m = 28,2\text{v}$$

tính giá trị hiệu dụng điện áp 0 sin:

$$U\text{đ} = U_m\text{đ}/K_b\text{đ} = 28,2/1,73 = 16,3\text{v}$$

Giá trị trung bình điện áp 0 sin:

$$U_{tb}\text{đ} = U_m\text{đ}/K_d\text{đ} = 28,2/1,04 = \text{alskdakjxcljád}$$