

EXO1: Un élément moteur magnétoélectrique est constitué d'un cadre carré de 5 cm de côté sur lequel sont enroulées 400 spires de fil de section  $0,1 \text{ mm}^2$  et de résistivité  $1,25 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ , d'un aimant permanent de 0,12 Tesla et d'un ressort en spirale de raideur  $10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m} / \text{degré}$ . Le cadran est gradué de gauche à droite de 0 à 30 divisions de 4 degrés chacune.

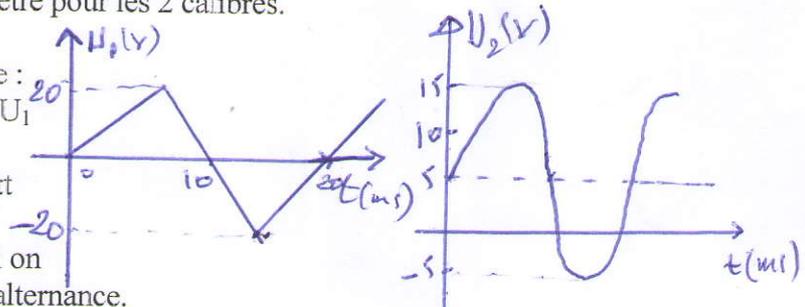
- 1) Expliquer le principe de fonctionnement de l'élément moteur magnétoélectrique et établir la relation entre la déviation et le courant parcourant le cadre.
- 2) Calculer la résistance du cadre et le courant qui produit la déviation maximale.
- 3) Trouver les résistances nécessaires pour réaliser un voltmètre de calibres 10 V et 30V et calculer les résistances internes du voltmètre pour les 2 calibres.

EXO 2 : On considère les 2 tensions ci contre :

1) Quel est le résultat de mesure des tensions  $U_1$  (triangulaire alternative d'amplitude 20V, de période 20 ms) et  $U_2$  (V) =  $5 + 10 \sin 100\pi t$  avec un voltmètre magnétoélectrique

2) Quel est le résultat de mesure de  $U_1$  et  $U_2$  si on précède le voltmètre d'un redresseur double alternance.

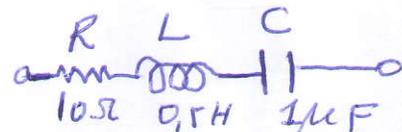
3) Quels sont les résultats de mesure des tensions  $U_1$  et  $U_2$  avec les voltmètres ferromagnétique et numérique RMS.



EXO 3 : Pour mesurer une résistance R, on utilise un voltmètre (calibre 30 V, 30 divisions,  $60 \text{ k}\Omega$ , classe 1,5), un ampèremètre (calibre 10mA, 100 divisions,  $1,5 \Omega$ , classe 1) et une batterie de 12 V.

- 1) Quelle est la valeur de la résistance si on lit 8 mA et on néglige l'erreur de montage
- 2) Quel est le meilleur montage à utiliser (amont ou aval)
- 3) Calculer l'erreur relative totale (classe, lecture et montage) commise avec ce montage si on apprécie  $\frac{1}{4}$  de division pour les 2 appareils.

EXO 4 : Une charge est constituée d'une bobine (0,5 H,  $10 \Omega$ ) en série avec une capacité de  $1 \mu\text{F}$ .



- 1) Calculer son impédance  $Z = R + j X$  à 200 Hz.
- 2) Quelles sont les 2 méthodes qu'on peut utiliser pour la mesurer si on dispose d'une source alternative (10V, 200 Hz), d'un millivoltmètre, de 2 résistances fixes, d'une résistance variable et d'une capacité variable (faire uniquement les schémas).
- 3) Pour quelles fréquences se comporte-t-elle comme une charge inductive
- 4) On utilise le pont de Maxwell pour la mesurer à la fréquence de 1000 Hz. A l'équilibre, quelles sont les valeurs de R et C variables ?  $R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$
- 5) Quelle est la puissance consommée par cette charge si elle est alimentée par une source continue de 20 V
- 6) Quelle est la puissance consommée par cette charge si elle est alimentée par une source alternative (20 V, 200 Hz).

# SOLUTION Examen MEE

Exo 1: ① Principe de  $\square \rightarrow$  cours  $\alpha = \frac{nBS}{C} I$

②  $R_c = \rho \frac{l}{A} = 1,25 \cdot 10^{-6} \times \frac{5 \cdot 10^{-2} \times 4 \times 400}{0,1 \cdot 10^{-6}} = 1000 \Omega$

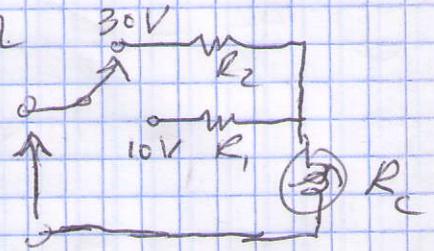
$I_{max} = \frac{C \alpha_{max}}{nBS} = \frac{10^{-7} \times 30 \times 4}{400 \times 0,12 \times 25 \times 10^{-4}} = 100 \mu A$

③ calibre 10V  $\Rightarrow (R_1 + R_c) I_{max} = 10 \Rightarrow R_1 = 99 k\Omega$

|| 30V  $\Rightarrow (R_2 + R_c) I_{max} = 30 \Rightarrow R_2 = 299 k\Omega$

$R_{int 1} = R_1 + R_c = 100 k\Omega$

$R_{int 2} = R_2 + R_c = 300 k\Omega$

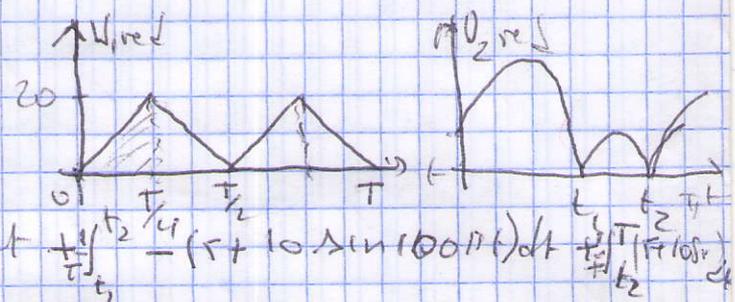


Exo 2: Le volt mètre magnétoélectrique  $\square$  mesure la valeur moyenne

①  $U_{1 moy} = \frac{1}{T} \int_0^T U_1 dt = \frac{1}{T} \int_0^{T/4} \frac{80}{T} t dt + \frac{1}{T} \int_{T/4}^{3T/4} (-\frac{80}{T} t + 40) dt + \frac{1}{T} \int_{3T/4}^T (\frac{80}{T} t - 80) dt$   
 $= \frac{80}{32} + \frac{80}{32} - \frac{40}{4} - \frac{45}{2} + 30 + 40 - 80 - \frac{45}{2} + 60 = 0 V$

$U_{2 moy} = \frac{1}{T} \int_0^T 5 dt + \frac{1}{T} \int_0^T 10 \sin(100\pi t) dt = 5 V$

②  $U_{1 moy red} = \frac{1}{T} \int_0^T U_{1 red} dt = \frac{4}{T} \int_0^{T/4} \frac{80}{T} t dt = 10 V$



$U_{2 moy red} = \frac{1}{T} \int_0^{t_1} (5 + 10 \sin(100\pi t)) dt + \frac{1}{T} \int_{t_2}^T (-5 + 10 \sin(100\pi t)) dt$   
 $t_1$  et  $t_2$  sont tels que :

$5 + 10 \sin(100\pi t) = 0 \Rightarrow \sin(100\pi t) = -\frac{5}{10} = -\frac{1}{2}$

$100\pi t_1 = \pi + \frac{\pi}{6} \Rightarrow t_1 = \frac{\pi}{6 \times 100} = 11,6 ms$

$100\pi t_2 = 2\pi - \frac{\pi}{6} \Rightarrow t_2 = \frac{11}{6 \times 100} = 18,3 ms$

$U_{2 moy red} = \frac{5}{T} (t_1 - t_2 + t_1 + T - t_2) + \frac{10}{100\pi T} (-2 \cos(100\pi t_1) + 2 \cos(100\pi t_2)) = 7,17 V$

③ Les volt mètres ferromagnétique et numérique RMS mesurant la valeur efficace :

$U_{1 eff}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T U_1^2 dt = \frac{1}{T} \int_0^{T/4} \frac{6400}{T^2} t^2 dt + \frac{1}{T} \int_{T/4}^{3T/4} (\frac{6400}{T^2} t^2 - \frac{6400}{T} t + 1600) dt + \frac{1}{T} \int_{3T/4}^T (\frac{6400}{T^2} t^2 - 6400) dt$   
 $= \frac{6400}{3 \times 64} + \frac{6400 \times 9}{3 \times 64} - \frac{6400 \times 9}{32} + \frac{1600 \times 3}{4} - \frac{6400}{3 \times 64} + \frac{6400}{32} - \frac{1600}{4} + \frac{6400}{3} - \frac{6400}{3 \times 64}$   
 $+ 6400 - \frac{6400 \times 9}{64} + \frac{6400 \times 9}{16} - 6400 \times \frac{3}{4} = 133,5 \Rightarrow U_{1 eff} = 11,5 V$

$U_{2 eff} = \sqrt{a^2 + \frac{b^2}{2}} = \sqrt{25 + \frac{100}{2}} = \sqrt{75} = 8,66 V$

Exo 3 :

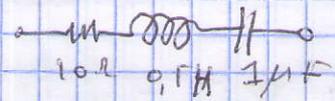
①  $R = \frac{U}{I} = \frac{12 \text{ V}}{8 \text{ mA}} = 1,5 \text{ k}\Omega$

②  $\sqrt{P_{ARV}} = \sqrt{1,5 \times 60 \times 10^{-3}} = \sqrt{9 \times 10^{-2}} = 300 \Omega < 1,5 \text{ k}\Omega$

$R > \sqrt{P_{ARV}} \Rightarrow$  le meilleur montage est Amont.

③  $\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta U}{U} \Big|_{\text{charge}} + \frac{\Delta U}{U} \Big|_{\text{lecteur}} + \frac{\Delta I}{I} \Big|_{\text{charge}} + \frac{\Delta I}{I} \Big|_{\text{lecteur}} + \frac{\Delta R}{R} \Big|_{\text{montage}}$   
 $= \frac{1,5 \times 30}{100 \times 12} + \frac{1,5 \times 30}{30 \times 12} + \frac{1 \times 10}{100 \times 8} + \frac{1,5 \times 10}{100 \times 8} + \frac{1,5}{1,5 \times 10^3}$   
 $= 7,5 \%$

Exo 4 :



①  $Z = R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$

$Z = 10 + j\left[0,1 \times 10^{-3} \times 4000\pi - \frac{1}{10^6 \times 4000\pi}\right] = 10 - 168j$

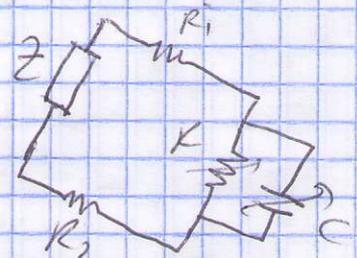
② Z est capacitive  $\Rightarrow$  on peut utiliser les ponts de Wien ou de Sauty (ohms  $\rightarrow$  caps)

③ Elle est inductive lorsque  $\text{Im} Z > 0 \Rightarrow \omega L - \frac{1}{\omega C} > 0$   
 $\Rightarrow \omega > \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow f > \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0,1 \times 10^{-6}}} = 225,2 \text{ Hz}$

④ Pont de Maxwell à 1000 Hz

$Z = 10 + j\left(1000\pi - \frac{1}{10^6 \times 1000\pi}\right) = 10 + 2982j$

$(10 + 2982j) \left(\frac{R + \frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}}\right) = R_1 R_2$



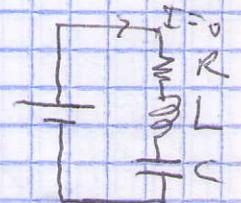
$10R + 2982jR = R_1 R_2 + jR R_2 \omega C$

Re  $\Rightarrow R = \frac{R_1 R_2}{10} = \frac{10^6}{10} = 10^5 = 100 \text{ k}\Omega$

Im  $\Rightarrow 2982 = R_1 R_2 \omega C \Rightarrow C = \frac{2982}{R_1 R_2 \omega} = \frac{2982}{10^6 \times 2\pi \times 10^3} = 475 \text{ nF}$

⑤ Source continue de 20 V  $I = 0$  à cause de C

$P = UI = 20 \times 0 = 0 \text{ W}$



⑥ Source alternative (20V, 200 Hz)  $P = UI \cos \varphi$

$U = 20 \text{ V}$   $I = \frac{U}{|Z|} = \frac{20}{\sqrt{100 + (168)^2}} = 119 \text{ mA}$

$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + k^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{X_L^2}{R^2}}}$

$\cos \varphi = 0,019 \Rightarrow P = 20 \times 119 \times 10^{-3} \times 0,019 = 0,14 \text{ W}$