Concours Commun Marocain		Session : 1988
Option : MM'	Epreuve de Physique	Durée : 4 h

N.B. : Les deux problèmes sont indépendants.

PREMIER PROBLEME :
ANALOGIES ENTRE OSCILLATEURS MECANIQUES ET ELECTRIQUES

I. Oscillations libres

1. Un pendule de torsion est réalisé avec une tige horizontale homogène suspendue en son milieu O à un fil de torsion dont l'autre extrémité A est fixe (figure I.1). La constante du fil de torsion est C. Le moment d'inertie de la tige par rapport à l'axe vertical de rotation est J. On repère la position de la tige par rapport à sa position d'équilibre par l'angle θ.

   Etablir l'équation différentielle vérifiée par θ.

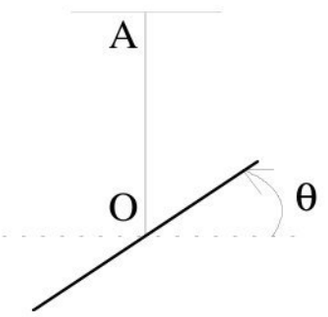

Figure I.1

2. Un circuit est constitué d'une inductance L et d'une capacité Γ en série (figure I.2).

   Etablir l'équation différentielle à laquelle satisfait la tension u aux bornes de la capacité.

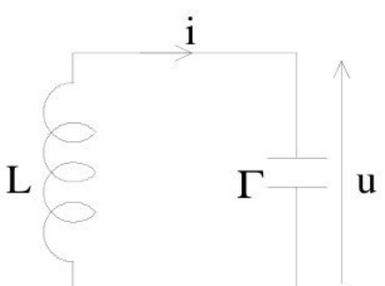

Figure I.2

3. On établit une correspondance entre dθ/dt et i d'une part et entre J et L d'autre part. A quelle grandeur correspond la constante de torsion C ?

II. Oscillations forcées

1. La tige horizontale précédente est suspendue en son milieu O à un fil de torsion vertical OA de constante C_1. Un deuxième fil de torsion vertical OB de constante C_2 est fixé à la tige en O. La position de la tige est toujours repérée par l'angle θ dans le plan horizontal à partir de sa position d'équilibre. On impose à l'extrémité A un mouvement de rotation autour de OA : $\alpha=\alpha_0\cos(\omega t)$, B restant fixe (figure I.3).

   On tient compte des forces de frottement exercées par l'air en les assimilant à un couple de moment $-h(d\theta/dt)\kappa$, par rapport à O, κ étant le vecteur unitaire de l'axe de rotation et h une constante positive indépendante de θ.

   a. Etablir l'équation différentielle satisfaite par θ.

   b. On prend $C_1=C$ et $C_2=2C$.
   Déterminer l'amplitude angulaire θ_m du mouvement lorsque le régime

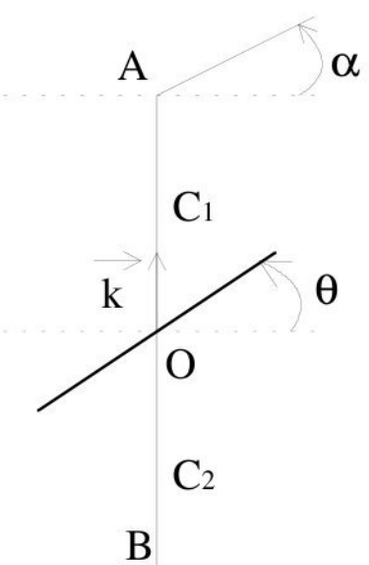

Figure I.3

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

permanent est atteint.

Application numérique : Calculer θ_m avec les données suivantes
$J=4{,}8.10^{-4}$ kg.m^2 ; $C=4.10^{-3}$ m.N ; $\omega=3$ s^{-1} ; $h=2.10^{-3}$ m.N.s ; $\alpha_0=1{,}4$.

c. Déterminer la valeur de ω produisant l'amplitude maximale.

d. Quelle condition doit satisfaire le coefficient h pour que cette résonance puisse se produire ?

2. On réalise le circuit de la figure I.4 comportant une inductance pure L, une capacité Γ, une résistance R et une source de tension de force électromotrice $e= E_0\cos\omega t$.

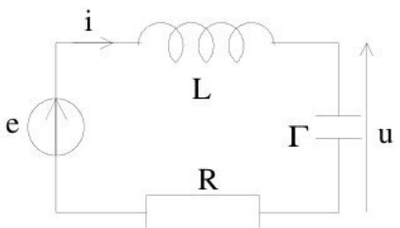

Figure I.4

a. Etablir l'équation différentielle satisfaite par la tension u aux bornes de la capacité.

b. On établit la même correspondance que dans le I., déterminer les grandeurs qui correspondent ici à C,h et α_0.

c. En déduire, en régime permanent, la pulsation de résonance du circuit et la condition sur R pour que cette résonance ait lieu.

III. Oscillateurs couplés non amortis

1. Deux tiges horizontales identiques entre elles et identiques à celles utilisées dans les questions précédentes sont reliées par des fils de torsion verticaux comme l'indique la figure I.5.

Les constantes de raideur des fils sont C_1 pour O_1A, C_2 pour O_2B et C pour O_1O_2. O_1 et O_2 sont les milieux des tiges. On repère les positions des tiges par θ_1 pour la tige supérieure θ_2 pour la tige inférieure à partir de leurs positions d'équilibre.

a. Ecrire le système d'équations différentielles satisfait par θ_1 et θ_2.

b. On prend $C_1=C/2$ et $C_2=2C$.
Déterminer les pulsations propres de ce système couplé, c'est à dire les valeurs des pulsations communes aux angles θ_1 et θ_2.

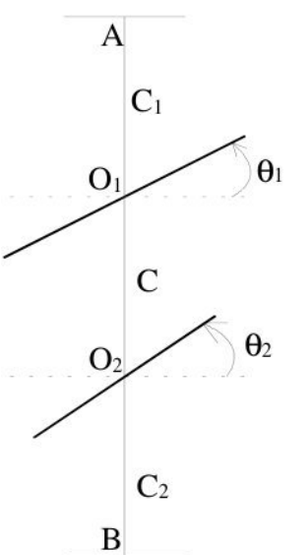

Figure I.5

2. Deux circuits inductance-capacité sont couplés comme l'indique la figure I.6 par une capacité Γ.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

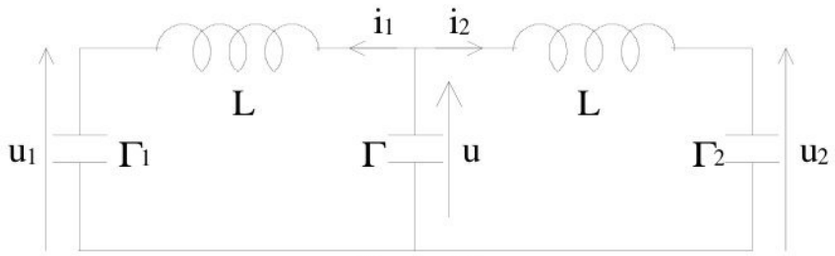

Figure I.6

a. Etablir le système d'équations différentielles du second ordre satisfait par les tensions u_1 et u_2 aux bornes des capacités Γ_1 et Γ_2.
On utilisera le fait qu'à la date zéro : $\Gamma_1 u_1+\Gamma_2 u_2=0$.

b. On établit la correspondance entre $d\theta_1/dt$ et i_1 d'une part et entre J et L d'autre part. A quelles grandeurs correspondent C_1, C_2, C et θ_2.

c. Dans le cadre de cette correspondance, quelles sont, en fonction de Γ, les valeurs prises par Γ_1 et Γ_2 si $C_1=C/2$ et $C_2=2C$?

d. On se place dans le cas du c.
Ecrire les équations différentielles sous une forme qui permette de vérifier qu'elles satisfont bien à la correspondance avec celles du 1.
En déduire les pulsations propres des circuits couplés.

DEUXIEME PROBLEME :
ETUDE D'UN AMPLIFICATEUR DE TENSION

Le but de ce problème est l'étude de l'amplificateur de tension représenté ci-contre (figure II.1).

L'amplificateur opérationnel utilisé est caractérisé par un gain A et une tension ε entre les entrées non inverseuse et inverseuse. Il fonctionne en régime linéaire.

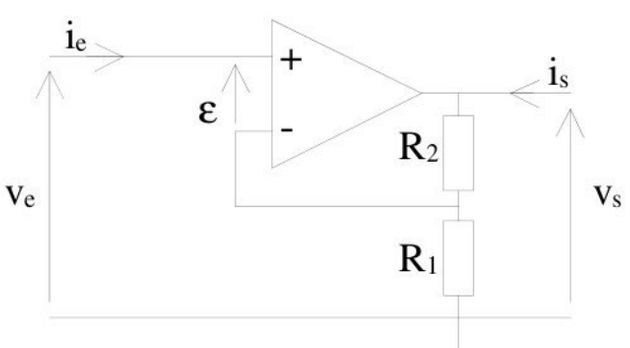

Figure II.1

I. Cas idéal : L'amplificateur opérationnel est idéal.

1. Préciser les valeurs prises alors par A et ε.

2. Calculer le gain $G_0=v_s/v_e$ du dispositif.

3. Représenter l'amplificateur de tension avec la schématisation utilisée pour les opérateurs.

Dans toute la suite du problème l'amplificateur opérationnel n'est plus idéal, en particulier son gain A est fini.

En régime permanent sinusoïdal de pulsation ω, le gain A de l'amplificateur opérationnel est complexe et les grandeurs calculées sont donc éventuellement complexes.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو
Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/2864 - Wadifa Info - page 3/6

II. Calculs de l'impédance d'entrée et du gain de l'amplificateur de tension.

Dans cette partie on prend en compte le fait que la résistance d'entrée R_e de l'amplificateur opérationnel n'est pas infinie. Le schéma électrique de l'amplificateur opérationnel est alors celui de la figure II.2.

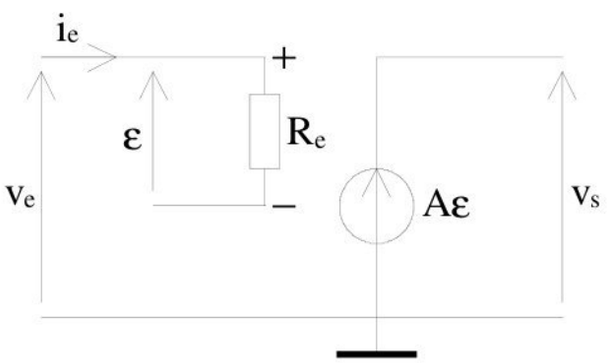

Figure II.2

1. On définit l'impédance d'entrée $\underline{Z_e}=\underline{v_e}/\underline{i_e}$.
   Calculer $\underline{Z_e}$ en fonction de $\underline{A}$, R_1, R_2 et R_e.

2. En déduire le gain $\underline{G}=\underline{v_s}/\underline{v_e}$ de l'amplificateur de tension en fonction de G_0, $\underline{A}$, R_e, R_1 et R_2.

3. Que devient l'expression de $\underline{Z_e}$ si on tient compte du fait que $\underline{A}$ et R_e sont très grands ?

4. A partir du résultat du 2. et en tenant compte du fait que R_e est grand donner l'expression de $\underline{G}$ en fonction de G_0 et $\underline{A}$.

III. Calcul de l'impédance de sortie de l'amplificateur de tension

Pour ne pas obtenir une expression trop compliquée et sans signification, on tient compte du fait que R_e est très grand. Le schéma électrique de l'amplificateur opérationnel est alors celui de la figure II.3. On fait les calculs en prenant $\underline{v_e}=0$.

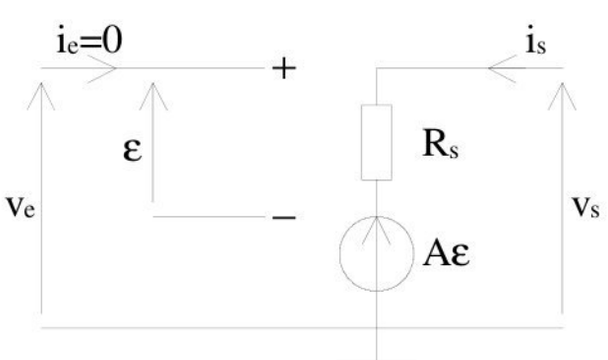

Figure II.3

1. L'impédance de sortie de l'amplificateur de tension est définie par $\underline{Z_s}=\underline{v_s}/\underline{i_s}$. Calculer $\underline{Y_s}=1/\underline{Z_s}$ en fonction de $\underline{A}$, G_0, R_1, R_2 et R_s résistance de sortie de l'amplificateur opérationnel.

2. $\underline{A}$ est toujours très grand et R_s est toujours très petit. Donner l'expression de $\underline{Z_s}$ en fonction de G_0, $\underline{A}$ et R_s.

3. Représenter l'amplificateur de tension avec la schématisation utilisée pour les opérateurs en tenant compte de son impédance d'entrée et de son impédance de sortie.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/2864 - Wadifa Info - page 4/6

IV. Comportement en fréquence de l'amplificateur de tension

En régime permanent sinusoïdal de pulsation ω, le gain complexe $\underline{A}$ de l'amplificateur opérationnel est donné par :

$$\underline{A} = \frac{A_0}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}}$$

avec A_0 réel, $\omega_c = 2\pi f_c$, et $j^2 = -1$.

1. A partir de l'expression de $\underline{G}$ trouvée en II.4., mettre le gain de l'amplificateur de tension sous la forme :

$$\underline{G} = \frac{A'_0}{1 + j\frac{\omega}{\omega'_c}}$$

avec A'_0 réel.

Donner l'expression littérale de A'_0 en fonction de A_0 et G_0 ainsi que celle de ω'_c en fonction de ω_c, A_0 et G_0.

2. Application numérique : $A_0 = 10^5$; $f_c = 10$ Hz ; $R_1 = 1$ kΩ ; $R_2 = 99$ kΩ. Calculer A'_0 et ω'_c.

3. Tracer dans un même système d'axes les asymptotes de $A_{dB} = 20\log|\underline{A}|$ et de $G_{dB} = 20\log|\underline{G}|$ en fonction de $\log\omega$.

4. Quelle est la relation simple entre A_0, f_c, A'_0 et f'_c ($\omega'_c = 2\pi f'_c$). Commenter.

5. On se place dans le cas où $\omega << \omega_c$.

a. En utilisant le résultat du II.3. calculer la valeur numérique de $|\underline{Z_e}|/R_e$.

b. En utilisant le résultat du III.2. calculer la valeur numérique de $|\underline{Z_s}|/R_s$.

c. Commenter les résultats précédents.

V. Comportement de l'amplificateur de tension en régime transitoire

Pour $t<0$, on a $v_e = 0$ et $v_s = 0$. A $t=0$ on impose $v_e = E = 10$ mV.

1. Pourquoi peut-on obtenir l'équation différentielle vérifiée par v_s à partir de la relation entre $\underline{v_e}$ et $\underline{v_s}$ en régime sinusoïdal permanent en remplaçant $j\omega\underline{v_s}$ par dv_s/dt ?

2. Déterminer littéralement et numériquement $v_s(t)$ et en tracer le graphe.

3. Que pensez vous de la transmission du signal par l'amplificateur de tension ? La limitation peut-elle provenir d'un autre phénomène ?

FIN DE L'EPREUVE

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/2864 - Wadifa Info - page 5/6

Le sujet suivant à préparer — النموذج التالي للتحضير

نموذج مباراة ولوج سلك التكوين الأساسي - المدرسة الوطنية العليا للإدارة - دورة 26 نونبر 2016 -

Modèle de concours d'accès au cycle de formation initiale – École Nationale Supérieure de l'Administration – 26 novembre

www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/640

Chaîne WhatsApp — قناة واتساب

المباريات الجديدة والنتائج كل يوم

Nouveaux concours et résultats chaque jour

wadifa-info.com/wa

Chaîne YouTube — قناة يوتيوب

امتحانات تجريبية بالتصحيح، بالدارجة

Examens blancs corrigés, expliqués en darija

youtube.com/@wadifainfo

Envoyer à un ami — أرسل النموذج لصديق

شارك هذا النموذج على واتساب مع من يحضّر معك

Partagez ce sujet sur WhatsApp

wa.me