

### Séquence 8 : Les oscillations électriques harmoniques

#### Information

Un oscillateur électrique est un circuit dans lequel les électrons se déplacent en repassant périodiquement par une position moyenne d'équilibre. En générale, un oscillateur électrique est constitué par un dipôle comprenant

- ☞ un conducteur ohmique de résistance  $R$  ;
- ☞ une bobine d'inductance  $L$  ;
- ☞ un condensateur de capacité  $C$  appelé dipôle  $RLC$ .

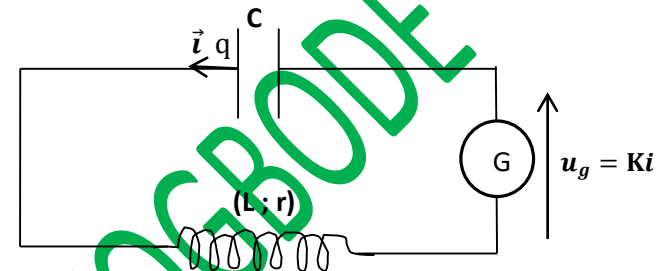
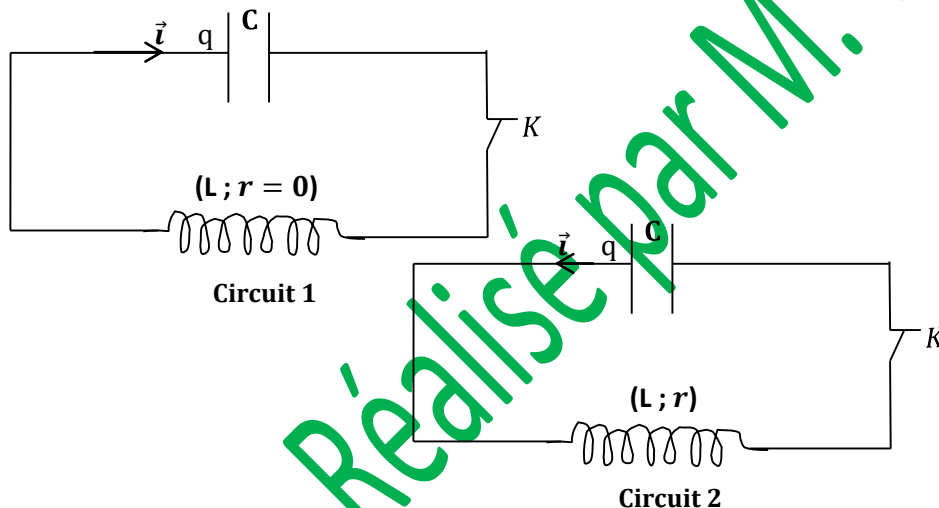
On peut alors réaliser des oscillations libres ou des oscillations forcées.

#### Quelques sujets classiques

##### Sujet 1

Le condensateur utilisé de capacité  $C = 10 \mu\text{F}$  est chargé à l'aide d'un générateur de f.é.m.  $E = 12 \text{ V}$  et de résistance interne négligeable.

#### Les différents circuits électriques



Circuit 3

1.1. Etablir l'équation différentielle vérifiant la charge  $q$  et la tension  $u$  de chaque circuit électrique

1.2. Dis comment se font les échanges d'énergies au niveau de circuit 1 et 2 puis

- Indiquer le rôle joué par le générateur  $G$  lorsque  $K = r$ .
- Associer à chaque circuit les termes qui lui conviennent.

1.3. La période propre pour le circuit 1 vaut 80 ms. Calculer, pour le circuit 1 :

- La charge maximale  $Q_0$  prise par le condensateur.
- L'énergie  $E_0$  emmagasinée dans le circuit.
- L'inductance  $L$  de la bobine.

Sujet 2

Circuit électrique réalisé

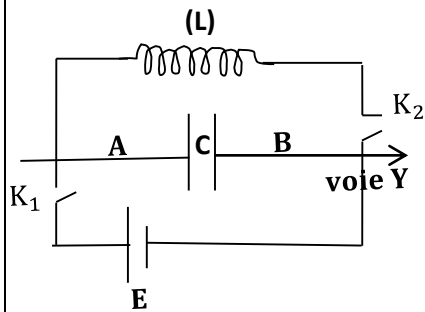


Figure 1

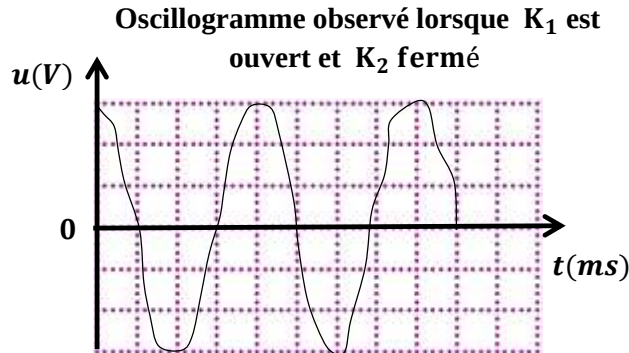


Figure 2

Le circuit est constitué : d'un générateur de f.é.m. E et de résistance interne négligeable, d'un condensateur C, d'une bobine d'inductance  $L = 0,8 \text{ H}$  et de résistance négligeable. L'oscilloscope est utilisé sur la sensibilité : l'horizontale  $SH = 5 \text{ ms/div}$  et verticale  $SV = 6 \text{ V/div}$ .

1.

1.1. Dire ce qui se passe :

- Lorsqu'on ferme  $K_1$  ;  $K_2$  étant ouvert.
- Lorsqu'on ferme  $K_2$  ;  $K_1$  étant ouvert.

1.2. Déterminer lorsque la charge est terminée :

- la tension aux bornes du condensateur
- la valeur du condensateur,
- la charge  $Q_0$  du condensateur,
- l'énergie magnétique maximale  $\mathcal{E}_{m \max}$  emmagasinée da la bobine et
- l'intensité  $i_0$  du courant.

1.3. Lorsqu'on ferme  $K_2$  ;  $K_1$  étant ouvert, établir l'équation différentielle du circuit puis proposer une explication à l'allure de la courbe observée sur l'oscilloscope.

2.

2.1. Vérifie que la solution de cette équation différentielle est de la forme

$$u = U_m \cos(\omega_0 t + \varphi).$$

2.2. Déterminer l'expression de la tension  $u$  puis démontrer que l'énergie totale du circuit est une constante à déterminer.

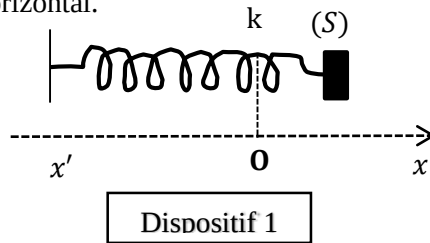
2.3. On suppose que la bobine a une résistance  $r$  non négligeable et la pseudo-pulsation des oscillations dans ce cas est donnée par la relation :

$\omega_1^2 = \omega_0^2 - \left(\frac{r}{2L}\right)^2$  et la valeur de la pseudo-période est  $T_1 = 6,4 \text{ ms}$  où  $\omega_0$  est la pulsation propre.

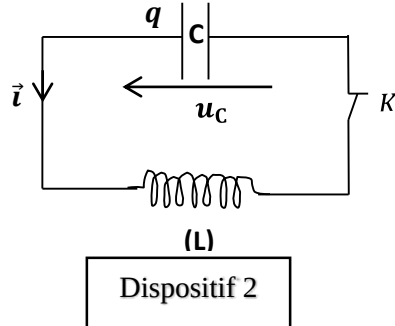
- Donner l'allure des courbes possibles que l'on pourrait observer sur l'écran.
- Etablir l'équation différentielle du circuit
- Démontrer que l'énergie totale du circuit diminue au cours du temps
- Calculer la résistance  $r$  de la bobine.

**Sujet 3 : On considère deux dispositifs**

- ✓ Le pendule horizontal est réalisé en accrochant à l'extrémité d'un ressort de raideur  $k$ , un solide  $S$  de masse  $m = 100g$  qui peut déplacer sans frottement sur un support horizontal.



- ✓ La bobine d'inductance  $L$  est non résistive et le condensateur de capacité  $C$ .



**Consignes**

- 1.1. Etablir l'équation différentielle de chaque dispositif.
- 1.2. Compléter le tableau après l'avoir reproduit.

| Dispositifs                |                                                             |                                                                                           |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Analogies                  | Pendule élastique                                           | Circuit oscillant                                                                         |
| Relation importante        | $\dot{x} = v_x = \frac{dx}{dt}$                             |                                                                                           |
| Equation différentielle    |                                                             | $\ddot{q} + \frac{1}{LC}q = 0$                                                            |
| Pulsation propre           | $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$                             |                                                                                           |
|                            |                                                             | $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{LC}$                                             |
| Fréquence propre           | $N_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$    |                                                                                           |
|                            |                                                             | $\begin{cases} q = q_m \cos \omega_0 t \\ q = q_m \sin(\omega_0 t + \varphi) \end{cases}$ |
| Energie totale             | $E = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \text{cste}$ |                                                                                           |
|                            | <b>Grandeurs mécaniques</b>                                 | <b>Grandeurs électriques</b>                                                              |
| $m\ddot{x} + \dots = 0$    |                                                             | $i$                                                                                       |
| Et                         | $m$                                                         | $L$                                                                                       |
|                            | $x$                                                         |                                                                                           |
| $\dots + \frac{1}{C}q = 0$ | $k$                                                         |                                                                                           |
|                            |                                                             | $C$                                                                                       |

### Sujet 5

On réalise le montage et l'oscilloscope suivant (figure 1 et 2). Les bornes du condensateur sont branchées à un oscilloscope (voir A). La base du temps de l'oscilloscope est en service. Le condensateur a une capacité  $C$  inconnue et la bobine une inductance  $L = 0,162 \text{ H}$

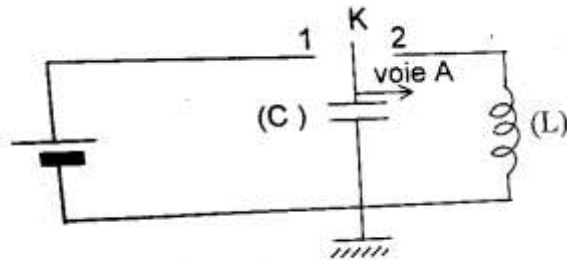


Figure I

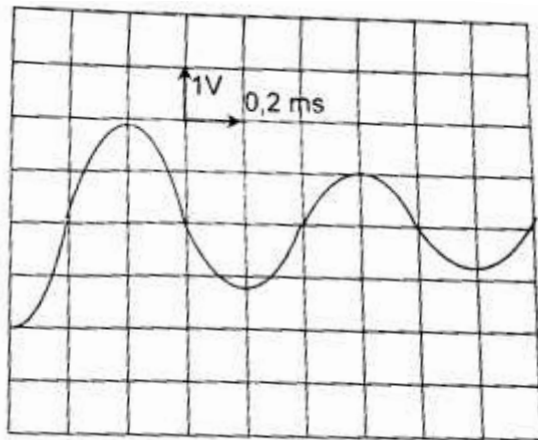


Figure II

1.

1.1. On place l'inverseur K en position 1. Que se passe-t-il ?

1.2. On place ensuite K en position 2, on observe alors sur l'écran la courbe de la figure 2. Quel phénomène représente-t-elle ? Quelle est la valeur du pseudo-période ?

1.3. Que faut-il faire pour annuler ce phénomène ?

2.

2.1. On néglige l'amortissement. En déduire l'expression de la charge  $q$  et celle de  $i$  en fonction du temps. (On prendra l'origine des dates à l'instant où la charge est maximale.

2.2. Tracer sur le même graphique les représentations de  $q = f(t)$  et  $i = g(t)$  après avoir calculé  $C$ .

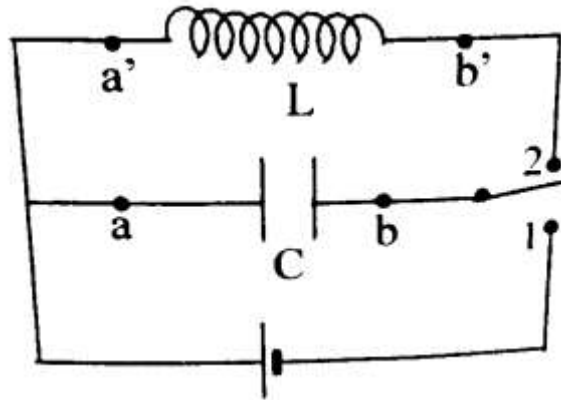
2.3. Exprimer les énergies  $E_c$  et  $E_m$  emmagasinées respectivement dans le condensateur et dans la bobine en fonction du temps. Calculer alors l'énergie totale  $E$  du circuit.

### Sujet 5

1.1. Soit un solénoïde placé dans l'air comportant  $N = 200$  spires, de longueur  $l = 50 \text{ cm}$  et de diamètre  $D = 5 \text{ cm}$ .

Etablir l'expression littérale de l'auto-inductance  $L$  de ce solénoïde puis calculer la valeur numérique de  $L$ . On supposera le champ magnétique uniforme à l'intérieur du solénoïde et on rappelle que la perméabilité de l'air est voisine de celle du vide :  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$  dans le système international.

1.2. On branche ce solénoïde dans le montage représenté ci-dessous qui comporte un condensateur de capacité  $C = 0,5 \mu\text{F}$  et une source de tension électrique continue de valeur  $U = 10 \text{ V}$ .



On charge le condensateur en plaçant l'interrupteur K en position 1 et on le fait ensuite de décharge dans le solénoïde en plaçant l'interrupteur en position 2.

- Donner l'expression de l'intensité instantané  $i$  du courant qui circule dans le solénoïde à partir de l'instant  $t_0 = 0$  s où l'on ferme l'interrupteur en position 2.
- Sur un schéma on précisera les conventions d'orientations qui permettent de définir les valeurs algébriques du courant et des tensions. On suppose que le circuit étudié ici à une résistance négligeable.
- Montrer que le circuit constitue un oscillateur électrique harmonique.
- Déterminer la valeur de la pulsation de l'oscillation électrique ainsi réalisé.

1.3. Montrer que l'énergie emmagasinée dans le circuit constitué par le condensateur et le solénoïde est globalement constante.

Ceci est-il possible dans la réalité ? Pourquoi ?

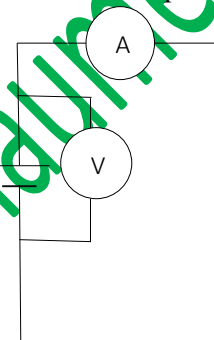
## Sujet 6

**CONTEXTE** : Pour préparer le dernier BAC Blanc de l'année, le PDG de l'ONG "BAC N'EST PAS SORCIER" propose à ses candidats scientifiques en ligne WhatsApp, une évaluation portant sur :

- ✓ L'étude du circuit oscillant.
- ✓ L'étude (R, L, C) en régime sinusoïdal forcé.

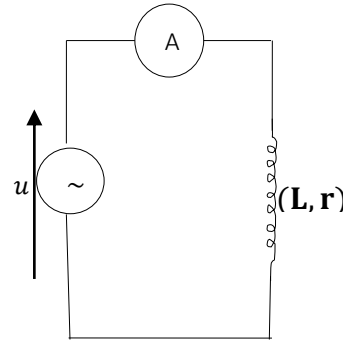
**Support** : Informations relatives à l'étude du circuit (R, L, C) en régime sinusoïdal forcé et L'étude du circuit oscillant.

- ❖ Quatre expériences ont été réalisées et des mesures de certaines grandeurs ont été faites puis d'autre observations.



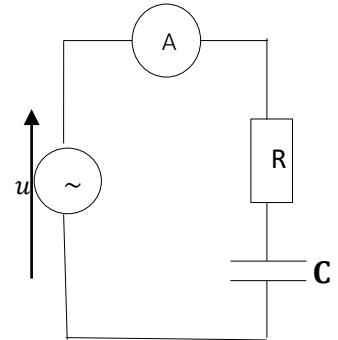
### 1<sup>ère</sup> expérience

-Mesure faite :  
 $U_1 = 10V$  ;  $I_1 = 4A$



### 2<sup>ème</sup> expérience

-Mesure faite :  
 $I_2 = 1A$



### 3<sup>ème</sup> expérience

-Mesure faite :  
 $I_3 = 0,5A$  et  $R = 25\Omega$

## La tension délivrée par le générateur base fréquence

$$u(t) = 18\sqrt{2} \cos(100\pi t + \varphi)$$

**4<sup>ème</sup> expérience** : un circuit est constitué en série des trois dipôles précédents (conducteur ohmique de résistance R, bobine (L, r) et condensateur de capacité C) des trois premières expériences, tous alimentés par un générateur base fréquence de tension  $u(t) = 18\sqrt{2} \cos(100\pi t + \varphi)$ .

1. Choisir la bonne réponse :

Soit un circuit (R, L, C) série, constitué d'un générateur de tension variable, d'un conducteur ohmique de résistance R, d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r et d'un condensateur de capacité C.

L'impédance Z d'un tel circuit a pour expression :

a)  $Z = \sqrt{(R+r)^2 - \left(L\omega + \frac{1}{C\omega}\right)^2}$  b)  $Z = \sqrt{(R+r)^2 - \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$   
c)  $Z = \sqrt{(R+r)^2 + \left(L\omega + \frac{1}{C\omega}\right)^2}$  d)  $Z = \sqrt{(R+r)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$

2. Citer les grandeurs physiques dont dépend la phase  $\varphi$  de la tension électrique par rapport à l'intensité dans un circuit (R, L, C) série, constitué d'un générateur de tension variable, d'un conducteur ohmique de résistance R, d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r et d'un condensateur de capacité C.

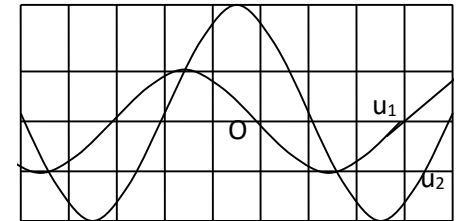
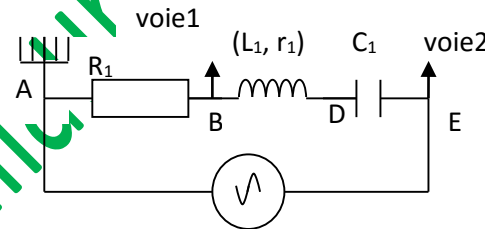
- 1-1 Proposer une démarche pour déterminer les caractéristiques de la bobine et du condensateur (Expériences 1, 2 et 3).  
1-2 Fais le schéma de l'expérience n°4 en précisant les branchements à l'oscilloscope bicourbe pour visualiser la tension  $u_R$  aux bornes du conducteur ohmique R sur la voie  $Y_A$  et la tension u aux bornes du générateur sur la voie  $Y_B$ .  
1-3 Préciser en justifiant la voie sur laquelle l'intensité  $i(t)$  du courant électrique est visualisée.  
2-1 Proposer une démarche pour déterminer l'impédance Z du circuit de l'expérience n°4 et le déphasage  $\varphi$  de u par rapport à i puis déduire l'état (inductif ou capacitif) de ce circuit. Calculer le facteur de puissance.  
2-2 Détermine l'expression instantanée de :  
• L'intensité  $i(t)$ .  
• La tension  $u_b(t)$  aux bornes de la bobine.  
• La tension  $u_c(t)$  aux bornes du condensateur.  
2-3 Déterminer la valeur de la fréquence  $N_0$  pour laquelle l'intensité efficace est maximale.  
• Donner le nom du phénomène observé pour la fréquence  $N_0$ .

## Sujet 7

Au cours d'une séance de travaux pratiques un groupe d'élèves a réalisé quelques circuits électriques comportant chacun un GBF et un oscilloscope à deux voies donnant les variations de la tension aux bornes du GBF et celles de la tension aux bornes de l'un des éléments du circuit. En observant les différents oscillogrammes, Kodjo déclare « une exploitation judicieuse de ces courbes peut conduire à la détermination de certaines grandeurs caractéristiques de ces circuits » Et Zanclan son camarade lui demande d'être plus explicite.

### Support

#### Circuit ①



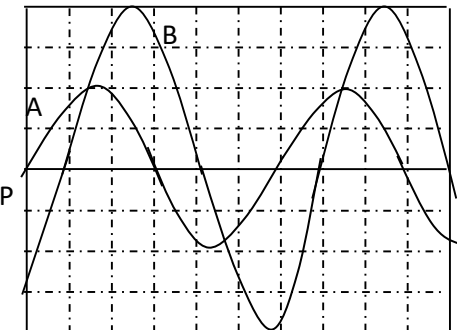
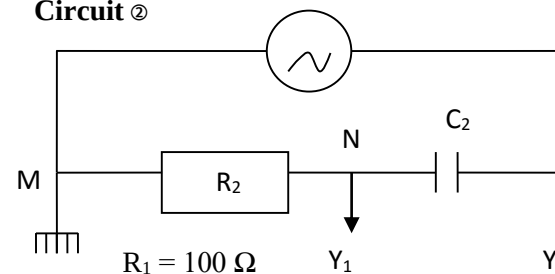
$R_1 = 50\Omega$  ;  $r_1 = 50\Omega$  ;  $L_1 = 32\text{mH}$ .

Sur la voie ①, on mesure  $u_1 = u_{AB}$  et sur la voie ② on mesure  $u_2 = u_{EA}$ .

Réglages : déviation verticale : 1V/div ; balayage horizontal : 1ms/div.

L'origine des dates est prise au point O de l'oscillogramme. Les tensions mesurées s'écrivent sous forme :  $u_1 = U_1 m \cos(\omega t + \varphi_1)$ ,  $u_2 = U_2 m \cos(\omega t + \varphi_2)$

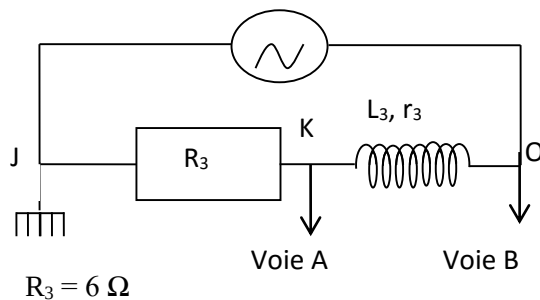
#### Circuit ②



Le réglage de l'oscillographe correspond, pour les deux voies :

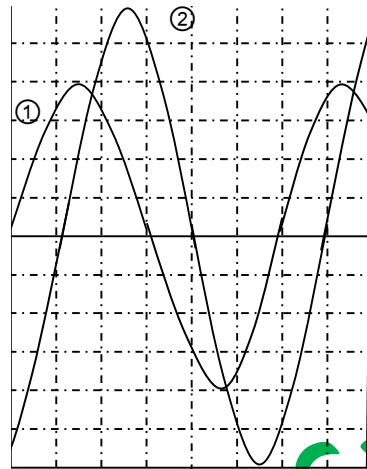
- { en abscisses, à 1ms par division ;
- { en ordonnées, à 2V par division.

**Circuit ③**



On applique entre O et J une tension :

$$u_{OJ} = U_m \cos(\omega t) \text{ de fréquence } N_3 = 50 \text{ Hz.}$$



Les sensibilités verticales sont 1V/cm pour la voie A et 10v/cm pour la voie B.

**Tâche :** Exploiter les oscillogrammes pour déterminer les grandeurs caractéristiques des circuits étudiés.

**Consignes**

1/ 1.1) Détermine :

- la valeur de la pulsation  $\omega_1$  de la tension fournie par le générateur
- les valeurs maximales  $U_{1m}$  et  $U_{2m}$  des tensions  $u_1$  et  $u_2$
- le déphasage entre les tensions  $u_1$  et  $u_2$  en précisant celle qui est en avance sur l'autre.

1.2) Précise les expressions de  $u_1$  et  $u_2$  et celle de l'intensité  $i$  du courant électrique dans le circuit.

1.3) Calculer alors la valeur de la capacité  $C_1$  du condensateur.

2/ 2.1) Indiquer les tensions observées sur chacune des voies de l'oscillographe du circuit ②

2.2) Identifier en le justifiant les courbes de chacune de ces voies.

2.3) Déterminer :

- La valeur maximale de l'intensité du courant dans ce circuit,
- La phase de la tension d'alimentation par rapport à l'intensité du courant,
- L'impédance du dipôle (M,P),
- L'impédance et la capacité du condensateur.

3/ 3.1) Etablir la relation différentielle donnant la tension  $u_{OJ}$  en fonction de l'intensité  $i$  du courant.

3.2) Identifier la courbe représentant  $i = f(t)$ . Préciser l'expression numérique de  $i = f(t)$

3.3) Etablir les relations donnant  $r_3$  et  $L_3$ . Calculer leurs valeurs numériques.

### Sujet 8

#### ➤ Etude du circuit (R, L, C)

- Matériel disponible
  - Le conducteur ohmique de résistance R
  - Un solénoïde (S) de longueur  $l = 50 \text{ cm}$  comportant  $N = 1000$  spires, de diamètre  $d = 1 \text{ cm}$  et de résistance  $r = 15 \Omega$
  - Un condensateur de capacité C variable
  - Des multimètres
- La bobine est alimentée par la tension du secteur telle que  $u = 220\sqrt{2} \cos(100\pi t)$  avec t en seconde et u en volts
- Pour que le circuit soit traversé par le courant électrique de fréquence  $N = 50 \text{ Hz}$  et d'intensité efficace  $I = 2 \text{ A}$ , on peut utiliser l'un ou l'autre des dipôles suivants :
  - La bobine en série avec le conducteur ohmique
  - La bobine en série avec le condensateur

1.1 Donner l'expression de l'impédance de la bobine et calculer la valeur de la tension efficace à ses bornes lorsqu'elle est traversée par le courant électrique de fréquence  $N$  et d'intensité efficace  $I$ .

1.2 Déterminer la valeur de la résistance  $R$  du conducteur ohmique et celle de la capacité  $C$  du condensateur à utiliser pour les deux dipôles proposés. Faire le schéma du montage réalisé dans chaque cas.

1.3 Pour chaque dipôle, calculer la phase  $\phi$  de la tension par rapport à l'intensité et préciser la grandeur qui est en avance.

Déterminer les puissances électriques consommées et en déduire le dipôle le plus avantageux

### Sujet 9

#### Contexte

Dans le but de faire le récapitulatif des connaissances acquises sur la puissance en régime variable, un apprenant en classe de terminale scientifique considère le circuit du montage décrit dans le support.

#### Support

Un circuit est constitué d'un conducteur ohmique de résistance  $R$ , d'une bobine inductive d'inductance  $L$  et de résistance négligeable, et d'un condensateur de capacité  $C$  placés en série. Il est alimenté par un générateur **B.F.** qui délivre à ses bornes une tension alternative sinusoïdale  $u$ .

$$R = 10 \, \Omega ; L = 0,1 \, H ; C = 0,4 \, \mu F \text{ et } u = 10\sqrt{2} \cos(\omega t)$$

Tâche : Expliquer des faits.

#### Consignes

1.1. Déterminer la valeur de  $\omega$  pour que le circuit soit à la résonance puis déduire la valeur de la fréquence de résonance.

1.2. Calculer la puissance moyenne consommée à la résonance.

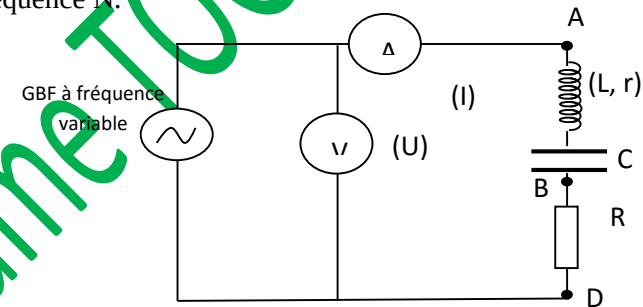
1.3. Calculer la puissance moyenne consommée lorsque  $\omega$  prend l'une des valeurs  $\omega_1$  et  $\omega_2$  qui limitent la bande passante.

1.4.

### Sujet 10

#### Support :

Dans le circuit schématisé ci-contre on fixe la valeur efficace  $U$  de la tension d'alimentation, mais on fait varier la valeur de la fréquence  $N$  de la tension excitation puis on mesure la valeur efficace  $I$  de l'intensité du courant pour plusieurs valeurs de la fréquence  $N$ .



Les résultats sont consignés dans le tableau suivant.

| N(Hz) | 60  | 80  | 100 | 120  | 130  | 140 | 150  | 160  | 170  | 180 | 190  |
|-------|-----|-----|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|------|
| I(mA) | 4,5 | 6,5 | 9,5 | 12,9 | 15,2 | 18  | 20,8 | 25,4 | 31,4 | 38  | 45,4 |

| 200  | 210  | 220 | 230  | 240  | 250  | 260 | 270 | 280  | 290 | 300  |
|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|-----|------|
| 51,6 | 54,4 | 52  | 45,2 | 39,6 | 33,6 | 30  | 26  | 23,6 | 21  | 19,2 |

La courbe représentant les variations de  $I = f(N)$  ou celles de  $I = f(\omega)$  est la courbe de résonance.

#### Consignes

1.1. Tracer sur papier millimétré la courbe  $I = f(N)$ . Analyser la courbe obtenue. Echelles : En abscisse (1cm pour 20Hz) et en ordonnée (1cm pour 5mA)

1.2. Définir la résonance d'intensité. Déterminer la fréquence  $N_0$  de résonance du circuit étudié.

1.3. Définir la bande passante d'un circuit ( $R, L, C$ ). Donner une explication sur la méthode graphique de sa détermination. Déterminer la largeur de la bande passante du circuit étudié.

### Sujet 11

Une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$  est mise en série avec un condensateur de capacité  $C$  et un conducteur ohmique de résistance variable  $R$ . Cet ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (G.B.F.).

On maintient constante la tension efficace  $U$  aux bornes du (G.B.F.), puis on fait varier sa fréquence  $N$ .

Un ampèremètre placé dans un circuit permet de mesurer les intensités du courant électrique.

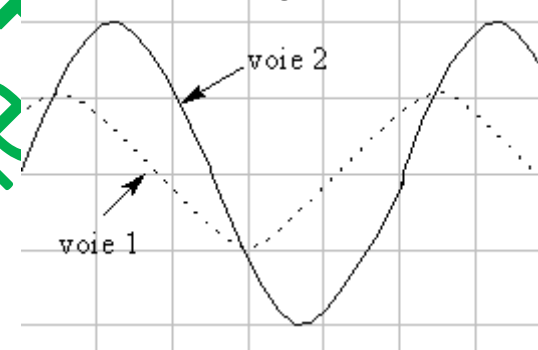
| N (Hz) | 0 | 50   | 100  | 150   | 175   | 200   | 212,5 | 225 | 237,5 | 250   | 275   | 300   |
|--------|---|------|------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|
| I(mA)  | 0 | 21,4 | 64,3 | 142,9 | 207,2 | 357,2 | 571,4 | 750 | 571,4 | 407,2 | 264,3 | 178,6 |

**Echelle : Abscisse : 4 cm pour 100 Hz ; Ordonnée : 1 cm pour 70 mA**

- Quel est le phénomène physique qui se produit dans le circuit si  $N = N_0$  ? ( $N_0$  = fréquence propre du circuit)
  - En déduire la valeur de  $N_0$  à partir des données du tableau ci-dessus.
- Tracer la courbe  $I = f(N)$
- Déduire de cette courbe :
  - La largeur de la bande passante en fréquence
  - Le facteur de qualité  $Q$  du circuit
- En déduire, pour  $U = 15 \text{ V}$ 
  - La résistance totale équivalente du circuit
  - La résistance  $R$  si  $r = 5 \Omega$
  - L'inductance  $L$  de la bobine
  - La capacité  $C$  du condensateur
- Que deviennent  $N_0$ ,  $I_0$  (intensité à la résonance) et la largeur de la bande passante si on augmente la valeur de  $R$  ? Justifier chaque réponse
  - Comment peut-on qualifier la résonance dans ce cas ?

### Sujet 12

- ✓ Le circuit comprend montés en série un conducteur ohmique de résistance  $R=50\Omega$  ; une bobine de résistance  $r=50\Omega$  et d'inductance  $L = 32 \text{ mH}$  ; un condensateur de capacité  $C$  ; un générateur de basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale de fréquence  $N$ . L'un des oscillogrammes visualisés est représenté ci-contre. La tension aux bornes du conducteur ohmique est visualisée sur la voie 1 et celle aux bornes du générateur sur la voie 2.



- Voie 1 : 1V/division
- Voie 2 : 2V/division
- Balayage horizontal : 1ms/division

#### Consignes

- Faire le schéma du montage en y faisant figurer les branchements liés à l'oscilloscope.
  - Utiliser l'oscillogramme pour calculer la fréquence  $N$ , les valeurs maximales  $U_{1m}$  et  $U_{2m}$  respectivement de  $u_1$  et de  $u_2$ , et le déphasage  $\varphi$  de  $u_1$  par rapport à  $u_2$ .
  - Déterminer l'expression de la capacité  $C$  et calculer sa valeur.
- Donner le nom du phénomène qui se produit quand le déphasage entre  $u_1(t)$  et  $u_2(t)$  est nul et déterminer la fréquence  $N_0$  correspondant.
  - Calculer l'impédance du circuit et la valeur maximale de la tension aux bornes du conducteur ohmique  $U_{1m}$  lorsque ce phénomène se produit.
  - Déterminer le facteur de qualité  $Q$  du circuit.



Sujet 13 :

❖ Auto-induction

• Matériel disponible :

- ✓ Un conducteur ohmique de résistance  $R=100\ \Omega$  ;
- ✓ Solénoïde (S) : longueur  $L=50\text{ cm}$  ; nombre de spires  $N=1000$  spires ; diamètre d'une spire  $d=1\text{ cm}$  ; résistance  $r=3\ \Omega$  ;
- ✓ Un générateur de courant continu  $G_1$  de force électromotrice  $E=12\text{ V}$  et de résistance interne  $r=2\ \Omega$  ;
- ✓ Un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension  $u$  triangulaire ;
- ✓ Un oscilloscope bicourbe.
- ✓ Perméabilité du vide :  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{ S.I}$
- Le circuit (1) réalisé comporte en série : le générateur  $G_1$ , le solénoïde (S) et un interrupteur.
- Pour visualiser la tension aux bornes du solénoïde sur la voie  $Y_1$  et celle aux bornes du conducteur ohmique de résistance  $R$  sur la voie  $Y_2$ , le groupe A fait un second montage avec le GBF, le solénoïde (S) et le conducteur ohmique montés en série, le tout relié à l'oscilloscope. Les apprenants constatent que les variations de l'intensité du courant ne ressemblent pas à celles de la tension aux bornes du solénoïde (S).
- On suppose cette fois-ci que le GBF débite un courant électrique dont l'intensité est de la forme  $i(t) = 2\sin(100\pi t)$ .

❖ Etude du circuit (R, L, C)

• Matériel disponible :

- ✓ Une bobine d'inductance  $L'=0,1\text{ H}$  et de résistance  $r'=15\ \Omega$  ;
- ✓ Un conducteur ohmique de résistance  $R'$  ;
- ✓ Un condensateur de capacité  $C$  ;
- ✓ Des multimètres.
- La bobine est alimentée par la tension du secteur telle que  $u = 220\sqrt{2}\cos(100\pi t)$  avec  $t$  en seconde et  $u$  en volt.

- Pour que le circuit soit traversé par le courant électrique de fréquence  $N=50\text{ Hz}$  et d'intensité efficace  $I=2\text{ A}$ , on peut utiliser l'un ou l'autre des dipôles suivants :

- ✓ La bobine en série avec le conducteur ohmique ;
- ✓ La bobine en série avec le condensateur.

1.

1.1. Faire le schéma du montage du circuit (1) et écrire l'équation différentielle qui régit l'installation du courant électrique dans le solénoïde (S). En déduire l'intensité maximale  $I_m$  du courant électrique en régime permanent.

1.2. Calculer l'inductance  $L$  du solénoïde (S). Faire le schéma du deuxième montage réalisé pour la visualisation des tensions. Expliquer le phénomène observé sur l'écran.

1.3. Déterminer la force électrique de la bobine lorsque le GBF délivre une tension telle que l'intensité du courant dans le solénoïde ait l'expression  $i(t)$ .

2.

2.1. Donner l'expression de l'impédance de la bobine et calculer la valeur de la tension efficace à ses bornes lorsqu'elle est parcourue par le courant électrique de fréquence  $N$  et d'intensité efficace  $I$ .

2.2. Déterminer la valeur de la résistance  $R'$  du conducteur ohmique et celle de la capacité  $C$  du condensateur à utiliser pour les deux dipôles proposés. Faire le schéma du montage réalisé dans chaque cas.

2.3. Pour chaque dipôle calculer la phase  $\phi$  de la tension  $u$  par rapport à l'intensité  $i$  du courant et préciser la grandeur qui en avance. Déterminer les puissances électriques consommées et en déduire le dipôle le plus avantageux.

Sujet 14 :

❖ A propos du circuit d'accord d'un poste récepteur

- Les toutes premières technologies de réceptions des ondes radio d'une station émettrice reposaient sur la variation de la capacité ou de l'inductance d'un circuit d'accord (LC) de poste récepteur : on capte alors la station émettrice lorsque la fréquence du circuit d'accord coïncide avec celle de la station émettrice ;
- Une expérience a consisté à mesurer l'intensité efficace du courant dans un circuit d'accord en fonction de la capacité C du condensateur lors de la recherche de la station émettrice sur une fréquence  $f_0$ . Le tableau ci-dessous en donne les mesures relevées sans description de la procédure.

| C(pF) | 1   | 2    | 3    | 4     | 4,5   | 5     | 5,1   | 5,3   | 5,5   |
|-------|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| I(mA) | 9,4 | 24,9 | 55,4 | 141,7 | 288,9 | 891,8 | 925,2 | 635,9 | 430,2 |

|  | 6     | 7     | 8     | 9  | 10   | 15   |
|--|-------|-------|-------|----|------|------|
|  | 237,4 | 136,7 | 103,5 | 87 | 77,2 | 57,6 |

Echelles : 1pF pour 1 cm en abscisses et 50 mA pour 1 cm en ordonnées

Avec  $1\text{pF} = 10^{-12}\text{ F}$

- Valeur de l'inductance de la bobine du circuit d'accord :  $L = 0,3\text{ }\mu\text{H}$  ;
- Valeur de la résistance du circuit d'accord :  $R = 0,38\text{ }\Omega$ ..

- 1.1. Tracer la courbe  $I = g(C)$  et la commenter.
- 1.2. Déterminer la fréquence  $f_0$  de la station émettrice.
- 1.3. Calculer la largeur de la bande passante en fréquence, le facteur de qualité Q et conclure.

Sujet 15 :

❖ A propos des oscillations électriques dans un circuit (RLC) série.

- **Expérience 1** : on monte en série un conducteur ohmique de résistance R et un condensateur de capacité C aux bornes d'une source de tension alternative sinusoïdale  $u(t)$ . Un ampèremètre placé dans le circuit indique une intensité efficace I.
- **Données** :  $R = 300\text{ }\Omega$  ;  $I = 12\text{ mA}$  ;  $u(t) = 6\sqrt{2}\cos(100\pi t)$  avec  $u$  en volts et  $t$  en secondes.
- **Expérience 2** : on insère dans le circuit précédent, et en série avec les autres dipôles, une bobine de résistance négligeable et d'inductance L variable. On fait croître L progressivement à partir de zéro. Pour une valeur  $L_0$  de L, l'intensité efficace dans le circuit devient maximale. On la note  $I_0$ .  
On désigne par  $L_1$  et  $L_2$  ( $L_1 < L_2$ ) les inductances de la bobine correspondant à  $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$

- 1.1. Déterminer, en exploitant l'expérience n°1, la valeur de la capacité C du condensateur et l'expression de l'intensité du courant électrique  $i(t)$  qui traverse le circuit.
- 1.2. Calculer la valeur  $L_0$ , de l'inductance de la bobine dans l'expérience n°2.
- 1.3. Déterminer la valeur de chacune des inductances  $L_1$  et  $L_2$ .

Sujet 16 :

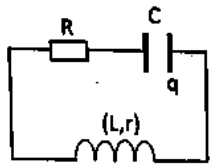
❖ A propos du circuit oscillant

• Etude des oscillations électriques dans le circuit

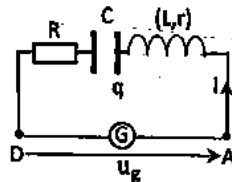
On réalise le circuit électrique (1) schématisé ci-dessous, dans lequel le condensateur est initialement chargé. Le circuit fermé est alors le siège d'oscillations électriques amorties.

Pour entretenir les oscillations électriques dans le circuit, on réalise le circuit électrique (2) dans lequel (G) est un générateur auxiliaire qui maintient entre ses bornes une tension  $u_g$  proportionnelle à l'intensité du courant électrique qu'il délivre :  $u_g = R_0 i$ ,  $R_0$  ayant une valeur réglable. Le schéma simplifié de (G) est représenté par le circuit 3.

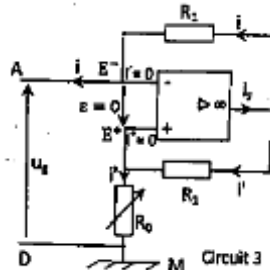
**Donnée :**  $R = 500 \Omega$  ;  $r = 50 \Omega$  ;  $C = 10^{-6} F$  ;  $L = 0,2 H$



Circuit 1



Circuit 2



Circuit 3

- 1.1. Justifier, par une équation différentielle de la charge  $q$  du condensateur du circuit (1), que ce dernier est le siège d'oscillations électriques amorties.
- 1.2. Démontrer, après avoir nommé les composants de G, l'expression de  $u_g$
- 1.3. Etablir l'équation différentielle de la charge  $q$  du condensateur du circuit (2) et en déduire la valeur que prend la résistance  $R_0$  pour des oscillations entretenues.

Sujet 17 :

❖ A propos du saut de Robbie Maddison

- Les dipôles ciblés sont :
  - Une bobine ( $b_1$ ) de résistance  $r_1$  et d'inductance  $L_1$  inconnues ;
  - Une bobine ( $b_2$ ) de résistance  $r_2$  inconnue et d'inductance  $L_2 = 125 mH$  ;
  - Deux condensateurs de capacités  $C$  inconnue et  $C' = 5,8 \cdot 10^{-5} F$  ;
  - Un résistor de résistance  $R = 50 \Omega$ .
- Pour déterminer les grandeurs caractéristiques inconnues de ces dipôles, on réalise les manipulations suivantes.
  - **Manipulation n°1 :** La bobine ( $b_1$ ) est montée en série avec un générateur de tension électrique continue  $U_1$ . L'intensité du courant électrique qui traverse le circuit est  $I_1$ .

**Manipulation n°2 :** Le circuit série constitué par le condensateur de capacité  $C$  et la bobine ( $b_1$ ) est alimentée par un générateur de tension alternative sinusoïdale  $u(t)$  de fréquence  $N$  réglable.

- Pour  $N = N_1$ , l'intensité  $i(t)$  du courant électrique qui traverse le circuit est en retard de phase de  $\varphi = \frac{\pi}{4}$  rad par rapport à la tension  $u(t)$ .
- Pour  $N = N_2$ , l'intensité  $i(t)$  du courant et la tension  $u(t)$  sont en phase.
- **Manipulation n°3 :** Le circuit série constitué par le résistor de résistance  $R$ , le condensateur de capacité  $C'$  et la bobine ( $b_2$ ) est soumis à une tension sinusoïdale de fréquence  $N = N_1$  et de valeur efficace  $U_2$ . Pour une intensité efficace du courant électrique de valeur  $I_2$ , le dipôle consomme une puissance moyenne  $\mathcal{P}_m = 3,83 W$ .
- **Données :**  $U_1 = 24 V$  ;  $I_1 = 2,4 A$  ;  $N_1 = 100 Hz$  ;  $N_2 = 50 Hz$  ;  $U_2 = 20 V$  ;  $I_2 = 0,25 A$ .

- 1.1. Faire les constructions de Fresnel correspondant à chacune des fréquences  $N_1$  et  $N_2$  au cours de la manipulation n°2.
- 1.2. Déterminer les valeurs des grandeurs  $r_1$ ,  $L_1$  et  $C$
- 1.3. Trouver la valeur de la résistance  $r_2$ .

### Sujet 18 :

#### • A propos de la détermination des grandeurs caractéristiques du dipôle (R, L) série

- On réalise un montage comportant un générateur de tension sinusoïdale de valeur efficace  $U$  variable et de fréquence  $N$  constante, un conducteur ohmique de résistance  $R$  et un dipôle purement inductif d'inductance.
- Un voltmètre et un ampèremètre permettant de mesurer respectivement la valeur efficace de la tension fournie par le générateur et l'intensité du courant électrique dans le circuit.
- Un oscillographe bicourbe est utilisé pour visualiser l'évolution en fonction du temps de la tension  $u(t)$  aux bornes du générateur, et celle  $u_R(t)$  aux bornes du conducteur ohmique.
- On fait varier la tension  $U$  et on relève les indications du voltmètre et de l'ampèremètre dans le tableau ci-dessous :

|        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| U (V)  | 0 | 1  | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| I (mA) | 0 | 64 | 127 | 191 | 255 | 318 | 382 | 445 | 509 |

#### - Données

- ✓  $N = 50 \text{ Hz}$  ; l'écart temporel entre les courbes  $u(t)$  et  $u_R(t)$  vaut  $\Delta t = 2,5 \text{ ms}$  ;
- ✓ Echelles : en abscisses :  $1 \text{ cm}$  pour  $50 \text{ mA}$  ; en ordonnées :  $1 \text{ cm}$  pour  $1 \text{ V}$  .

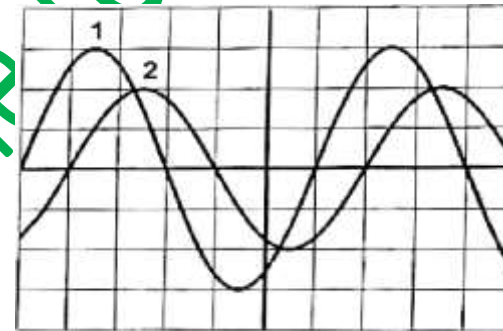
- 1.1. Faire le schéma du montage réalisé avec les appareils utilisés.
- 1.2. Tracer la courbe  $U = f(I)$  et calculer l'impédance du circuit.
- 1.3. Déterminer  $R$  et  $L$  .

### Sujet 19 :

#### ❖ A propos de la détermination des valeurs des grandeurs caractéristiques des composants

- Les composants électriques ciblés sont une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$  et un condensateur de capacité  $C$ . Les valeurs de  $L$ ,  $r$  et  $C$  sont illisibles.

- Un technicien de la structure associe en série la bobine, le condensateur et un résistor de résistance  $R = 81,5 \Omega$ . Il alimente le circuit par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension sinusoïdale  $u(t) = U_m \cos(2\pi Nt)$  de valeur maximale  $U_m = 6 \text{ V}$  et de fréquence  $N$  réglable.
- Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser la tension  $u_r(t)$  aux bornes du résistor sur la voie  $Y_A$  et la tension  $u(t)$  aux bornes du générateur sur la voie
- Pour la fréquence  $N = N_0$ , il obtient les courbes (1) et (2) de la figure ci-contre avec les réglages :



- ✓ Base de temps :  $0,5 \text{ ms/div}$  ;
- ✓ Sensibilités des voies :  $Y_A : 1 \text{ V/div}$  ;  $Y_B : 2 \text{ V/div}$ .

- Il maintient constante l'amplitude de la tension aux bornes du générateur à  $U_{\max} = 6 \text{ V}$  et fait varier la fréquence. Pour la fréquence  $N_0 = 167 \text{ Hz}$ , le circuit est à la résonance d'intensité. L'amplitude de la tension aux bornes du condensateur est alors  $U'_{\max} = 7 \text{ V}$ .

#### PARTIE 1 : Mobilisation des ressources

1.

- 1.1. Choisir la bonne suite de proposition parmi les suivantes : Un dipôle (R, L, C) série soumis à une tension sinusoïdale  $u(t) = U_m \cos(\omega t)$  est à la résonance d'intensité si :
  - a) l'intensité efficace du courant électrique qui traverse le dipôle est maximal.
  - b) la tension efficace aux bornes du dipôle est maximale.
  - c) son impédance est maximale.

1.2. Choisir la bonne réponse : Dans un dipôle (R, L, C) série soumis à une tension sinusoïdale  $u(t) = U_m \cos(\omega t)$ , le déphasage  $\varphi$  entre la tension  $u(t)$  et l'intensité  $i(t)$  du courant qui le traverse est tel que :

- a)  $|\varphi| = \frac{2\pi\tau}{T}$
- b)  $|\varphi| = \frac{2\pi T}{\tau}$
- c)  $|\varphi| = \frac{\tau}{2\pi T}$

avec  $\tau$ , le décalage temporel entre  $u(t)$  et  $i(t)$  et  $T$ , la période de la tension.

### PARTIE 2 : Résolution de problèmes

2.

2.1. Faire le schéma du montage de visualisation de l'oscillogramme puis, attribuer à chacune des grandeurs  $u(t)$  et  $u_R(t)$  la courbe correspondante.

2.2. Calculer la valeur de la résistance  $r$ .

2.3. Déterminer les valeurs de l'inductance  $L$  et de la capacité  $C$ .

### Sujet 20 :

#### ❖ A propos du fonctionnement du réveil « éveil doux »

- pour éviter un éveil brutal, il est courant d'utiliser un réveil « éveil doux » qui fonctionne comme la lampe (L2) du schéma du circuit de la figure 2.
- En vue de déterminer la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine utilisée dans le circuit de la figure 2, on réalise le montage représenté sur la figure 3.

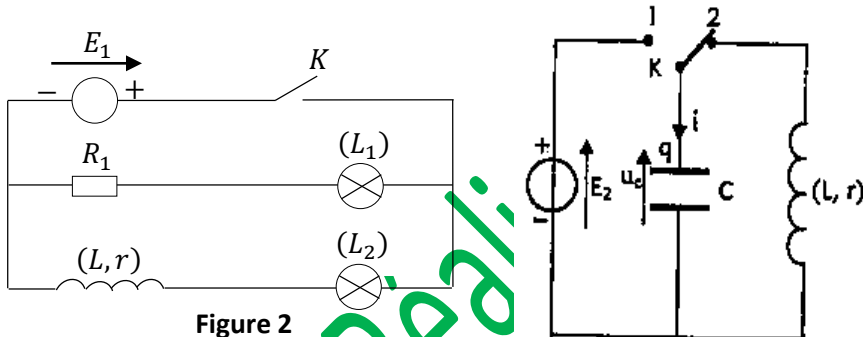


Figure 2

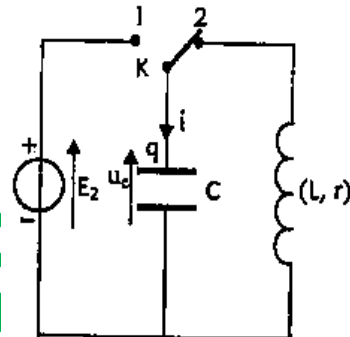


Figure 3

- Le condensateur du circuit a une capacité  $C = 22 \mu F$ . Lorsque le commutateur est en position 1, le condensateur est chargé sous une tension  $E_2$ . Lorsqu'en fin de charge le commutateur est basculé en position 2, le condensateur se décharge à travers la bobine. L'enregistrement de l'évolution de la tension aux bornes du condensateur au cours du temps a permis d'obtenir la courbe représentée sur la figure 4.

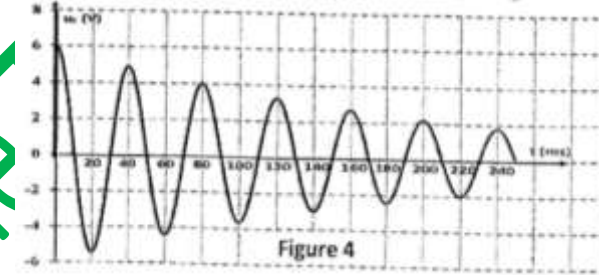


Figure 4

### Partie 1 : Mobilisation des ressources

- 1.1. Montrer qu'en régime permanent la f.é.m. d'auto-induction dans une bobine est nulle.

### Partie 2 : Résolution de problèmes

2.

- 2.1. Décrire et justifier le fonctionnement de la lampe (L2) lorsqu'on ferme l'interrupteur K du circuit électrique de la figure 2.
- 2.2. Justifier l'allure de la courbe  $u_C = f(t)$  observée sur la figure 4 et nommer le régime d'oscillations du dipôle ( $r, L, C$ ).
- 2.3. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge  $q$  lorsque l'interrupteur est en position 2 puis calculer la valeur de l'inductance de la bobine.

**Sujet 21 :**

Les lois de la physique permettent d'expliquer, d'analyser et d'interpréter des phénomènes lors de l'utilisation de certains appareils ou d'objets technologiques ; ou encore de la comparaison des caractéristiques de mouvements identiques de deux domaines différents. Nous ciblons ici :

- Les oscillations libres mécaniques et électriques,
- le phénomène de la résonance électrique d'un circuit (R, L, C) ;

**Support****➤ A propos des oscillations mécaniques et électriques**

- Dans un référentiel galiléen, en absence de tous frottements, un pendule élastique mis en mouvement est le siège d'oscillations sinusoïdales caractérisées par une équation différentielle :  $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$ ;
- **Données :**
  - ✓  $K = 50 \text{ N/m}$  ;  $M = 1,250 \text{ kg}$  ; à  $t = 0 \text{ s}$ , l'opérateur écarte le pendule de sa position d'équilibre de  $d = 10 \text{ cm}$  dans le sens positif.
- Dans un circuit électrique constitué d'un condensateur chargé, d'une bobine non résistive et d'un interrupteur, on enregistre des oscillations sinusoïdales lorsque l'interrupteur est fermé.

L'équation différentielle caractéristique est de la forme :  $\ddot{u} + \frac{1}{LC}u = 0$ .

- **Données :**
  - ✓  $C = 100 \text{ } \mu\text{F}$  ;  $L = 1 \text{ H}$  ;  $U_0 = 100 \text{ V}$  (tension de charge du condensateur).
- **➤ A propos du phénomène de la résonance dans un circuit (R, L, C) série**
- On monte en série un conducteur ohmique de résistance R, une bobine de résistance r et d'inductance L et un condensateur de capacité C. on néglige la résistance des fils de connexion. On applique, entre les bornes A et B de cette

portion de circuit, une tension alternative sinusoïdale  $u(t)$  de valeur efficace U et de fréquence N.

**- Données :**

- ✓  $R = 145 \text{ } \Omega$  ;  $r = 10 \text{ } \Omega$  ;  $L = 1 \text{ H}$  ;  $C = 20 \text{ } \mu\text{F}$  ;  $U = 120 \text{ V}$  ;  $N = 50 \text{ Hz}$  et  $u(t) = U_m \cos \omega t$  (en volts) avec  $\omega$  réglable.

**Tâche :** Expliquer des faits, comparer des phénomènes et apprécier l'apport de la physique et de la technologie à la vie de l'homme.

**Partie 1 : Mobilisation de ressources**

1. Déterminer l'expression et la valeur la période des oscillations mécaniques et électriques.
- 1.2. Donner les caractéristiques du circuit à la résonance.

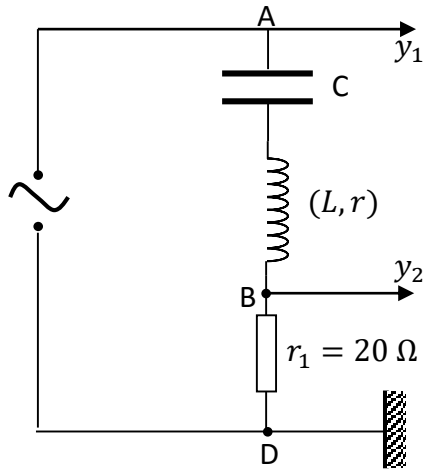
**Partie 2 : Résolution de problème**

2. Trouver l'équation horaire  $x(t)$  des oscillations mécaniques et  $q(t)$  des oscillations électriques
- 2.2. Construire le diagramme de Fresnel pour le circuit (R, L, C) série en régime alternatif. En déduire l'impédance Z du circuit, l'intensité efficace I et le déphasage  $\varphi$  de  $u(t)$  sur  $i(t)$ .
- 2.3. Déterminer la capacité  $C_0$  du condensateur pour qu'il y ait résonance. En déduire  $\omega_0$  et  $N_0$ .
- 2.4. Donner la valeur de la largeur  $\Delta N$  de la bande passante. En déduire la qualité de la résonance.

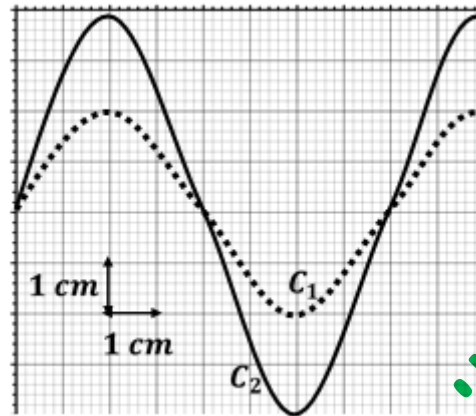
**Sujet 22 :**

♣ Informations relatives à l'étude du circuit (R, L, C) série en régime sinusoïdal

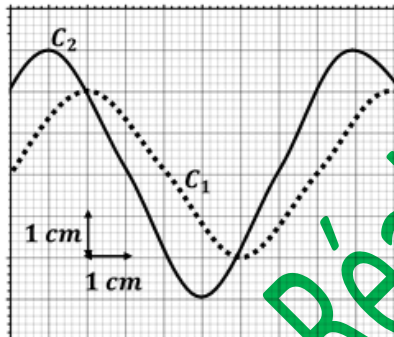
- Schéma du circuit du montage n°1



- Oscillogramme observé



- La bobine est remplacée par une résistance de valeur r dans le montage n°2. On obtient l'oscillogramme ci – contre.
- Les réglages de l'oscilloscope pour les deux montages.
- Sensibilité horizontale : 2 ms/cm
- Sensibilité verticale  $\begin{cases} 1 \text{ cm pour } 2 \text{ V sur la voie 1} \\ 1 \text{ cm pour } 0,25 \text{ V sur la voie 2} \end{cases}$



**Tâche :** Expliquer des faits et prendre position

**Partie 1 : Mobilisation des ressources**

1.

1.1. Justifier l'appellation circuit (R, L, C) en oscillations forcées du circuit du montage n°1.

1.2. Associer l'intensité instantanée du courant  $i(t)$  du courant et la tension électrique  $u(t)$  aux bornes du générateur dans le circuit du montage 1 aux voies  $y_1$  ou  $y_2$  qui leur correspondent.

**Partie 2 : Résolution de problème**

2.

3.1. Déterminer la résistance totale  $R = r_1 + r$  du circuit du montage n°1.

3.2. Ecrire l'expression de chacune des tensions  $u_{AD}(t)$  et  $u_{BD}(t)$  dans le cas du montage n°2 en supposant qu'à  $t = 0$ ,  $u_{BD}$  est maximale.

3.3. Calculer la valeur de la capacité C du condensateur utilisé et en déduire celle de l'inductance L de la bobine.

**Sujet 23 :**

❖ A propos de la fonctionnalité d'une bobine et d'un condensateur électrique

Un circuit comprend, montés en série, un générateur de basse fréquence (GBF), une bobine (L, r), un condensateur de capacité C et un résistor de résistance  $R = 150 \Omega$ . Le générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale de valeur efficace  $U = 100 \text{ V}$  et de fréquence réglable N.

Pour diverses valeurs de N, on mesure l'intensité efficace I du courant et on obtient le tableau de la variation de  $I = f(N)$  ci-dessous.

**Echelle :** 1cm pour 20Hz et 1cm pour 100 mA

✓ Choisir pour origine des axes le point de coordonnées (800 Hz ; 0mA)



|               |         |         |         |         |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| I<br>(mA<br>) | 14<br>0 | 15<br>0 | 20<br>0 | 27<br>0 | 35<br>0 | 40<br>0 | 48<br>0 | 50<br>0  | 46<br>0  | 41<br>0  | 30<br>0  | 24<br>0  | 22<br>0  | 18<br>0  |
| N<br>(Hz)     | 80<br>0 | 82<br>0 | 88<br>0 | 90<br>0 | 93<br>0 | 95<br>0 | 98<br>0 | 10<br>00 | 10<br>40 | 10<br>80 | 11<br>00 | 11<br>30 | 11<br>80 | 12<br>00 |

**Tâche :** Expliquer des faits décrire l'utilisation du matériel approprié et prendre position.

**Partie 1 : Mobilisation des ressources.**

1. Faire un schéma du montage à réaliser pour étudier la résonance en intensité du circuit (R, L, C) (avec les branchements).

**Partie 2 : Résolution de problème**

2.

2.1. Construire la courbe de résonance  $N = f(N)$  relative au circuit de fonctionnement de la bobine et du condensateur puis trouver la fréquence  $N_0$  de résonance et la valeur  $Z_0$  de l'impédance pour cette fréquence. En déduire la résistance  $r$  de la bobine.

2.2. Déterminer la largeur de la bande passante par  $\Delta N$  du circuit et l'impédance  $Z'$  en ses extrémités.

En admettant que  $\Delta N = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{R_t}{L}$ , relation où  $R_t$  désigne la résistance totale du circuit oscillant, déterminer la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine et celle de la capacité  $C$  du condensateur.

**C'est quoi le succès ?**

« A tes résolutions répondra le succès ; sur tes sentiers brillera la lumière » « Car rien n'est impossible à Dieu ».

Job 22 verset 28 et Luc 1 verset 37.

Si tu décides de réussir, Dieu t'accompagnera dans tes décisions ; tu réussiras et tu réussiras brillamment car toutes choses sont possibles à Dieu. Peu importe tes conditions passées ou actuelles, crois seulement et tu verras la GLOIRE DE DIEU.

Ne te laisse pas gagner par monsieur le "doute". « Il faut oser et se libérer de la peur pour concrétiser ses rêves car le

BAC n'est pas sorcier »

Bonne chance à tous les candidats au BAC !

« Il n'y a pas de vent favorable pour celui qui ne sait où il va »  
Guillaume d'Orange.