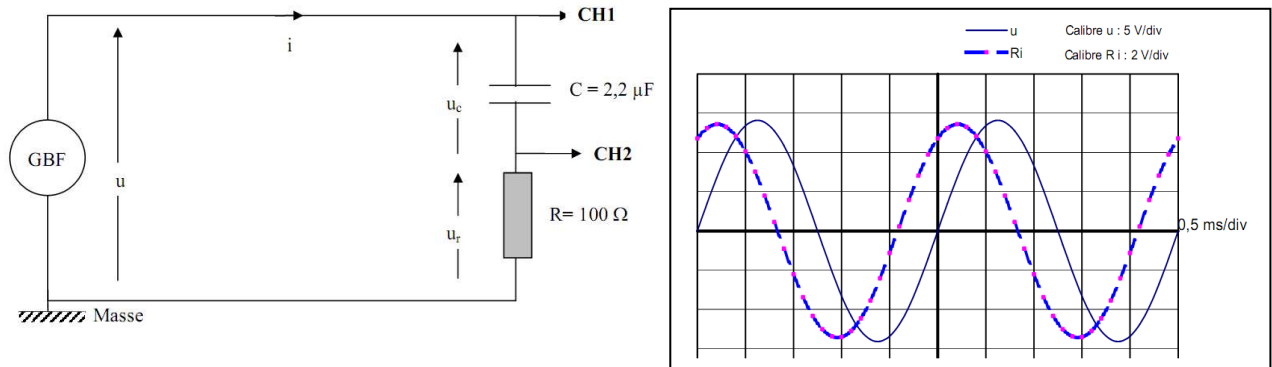


**EXERCICE N° 1 : Etude d'un circuit RC**

On réalise le circuit électrique suivant et on branche un oscilloscope bicourbe aux bornes du GBF (générateur basse fréquence) et aux bornes de la résistance R.



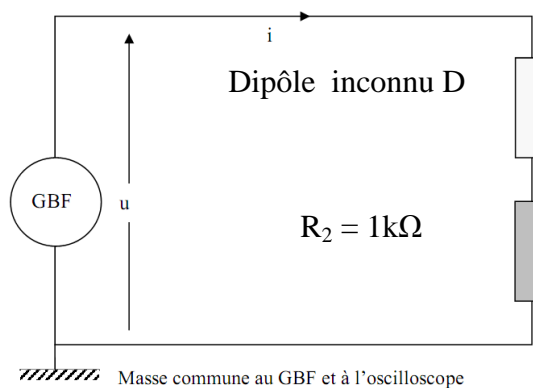
- 1) Les 2 signaux ont-ils même période T ? Déterminer cette période T.
  - Quelle est la fréquence :  $f = 1/T$  du signal délivré par le GBF ?
- 2) Quelle est la valeur maximale  $U_{max}$  de la tension u ?
  - Quelle est sa valeur efficace U ?
  - Avec quel appareil pourrait-on la mesurer ?
  - Donner l'expression mathématique de la tension u délivrée par le GBF :  $u = U_{max} \sin(\omega t)$
- 3) Quelle est la « tension proportionnelle au courant » ?
  - Quelle est la valeur maximale  $U_{Rmax}$  de cette tension ?
  - En déduire la valeur  $I_{max}$  du courant circulant dans ce circuit et sa valeur efficace I
  - Quel est le déphasage  $\varphi$  (exprimé en radian) entre la tension et le courant ?
- 4) Quelle est l'impédance :  $Z = U/I$  du dipôle RC ?
- 5) Calculer l'impédance  $Z_c$  (ou réactance capacitive) du condensateur :  $Z_c = 1/C\omega$
- 6) Vérifie-t-on :

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

- 7) La fréquence du GBF est multipliée par 10 :  $f' = 4 \text{ kHz}$ .  
 Sans faire de calcul, pensez-vous que :
  - a) La valeur de Z augmente    b) La valeur de Z diminue    c) Z reste inchangée
  - a) La valeur de I augmente    b) La valeur de I diminue    c) I reste inchangé

**EXERCICE N°2 : Etude d'un dipôle inconnu**

Lors d'une séance de Travaux Pratiques, on réalise le montage électrique suivant :



- 1) On visualise sur la voie CH1 de l'oscilloscope la tension u(t) délivrée par le générateur et sur la voie CH2 la tension u2(t) aux bornes de la résistance R2.
  - Un oscilloscope se branche-t-il en série ou en dérivation ?
  - Mesure-t-il une tension ou un courant ?
  - Indiquer sur le schéma les branchements à effectuer pour visualiser u(t) et u2(t).

2) En début de manipulation, un élève, observant uniquement  $u(t)$ , obtient la courbe représentée sur la figure a. Il modifie un réglage et observe alors la figure b.

- Quel réglage a-t-il effectué et dans quel sens ?
- Quelle est la valeur maximale de  $u(t)$  et sa fréquence ?
- Ecrire l'expression mathématique représentant  $u$  :  $u(t) = U_{\max} \sin(\omega t)$

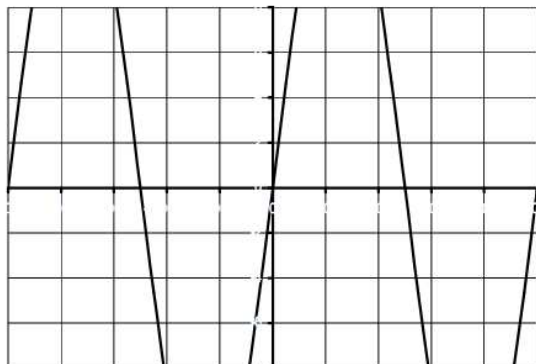


Figure a

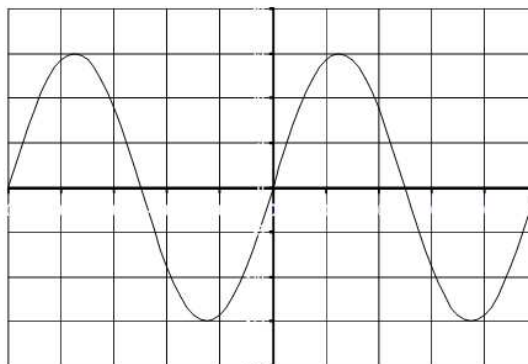


Figure b *Balayage : 0,2 ms/div  
Calibre : 5 V/div*

3) On visualise les 2 voies de l'oscilloscope et on observe la figure c.

- Quelle est la valeur maximale de  $u_2(t)$  ?
- Pourquoi peut-on dire que l'on visualise le courant  $i$  dans le circuit en observant la tension  $u_2(t)$  ?
- Déterminer le courant maximal  $I_{\max}$  circulant dans le circuit. En déduire sa valeur efficace  $I$ .
- Courant et tension sont-ils en phase ?
- En déduire la nature du dipôle D.
- Déterminer la valeur de l'impédance  $Z = U/I$  du circuit.
- En déduire la valeur du dipôle D.

4) On remplace le dipôle précédent par un autre composant et on observe maintenant la figure d.

- Courant et tension sont-ils en phase ?
- Le courant est-il en avance ou en retard sur la tension ?
- Déterminer graphiquement le déphasage  $\varphi$  entre le courant et la tension.
- En déduire l'expression de l'intensité du courant en fonction du temps :  $i(t)$
- Déterminer la valeur de l'impédance  $Z$  de ce circuit.

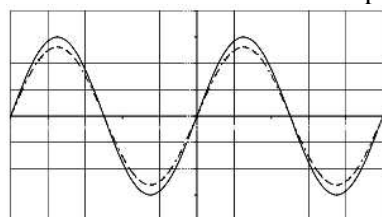


Figure c  
CH1 : traits pleins  $\rightarrow u(t)$   
Calibre = 5 V/div  
CH2 : traits pointillés  $\rightarrow u_2(t)$   
Calibre = 1 V/div  
Base de temps : 0,2 ms/div

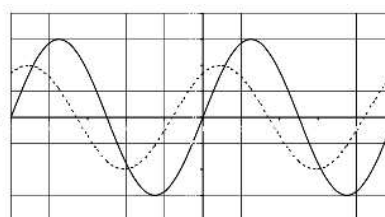
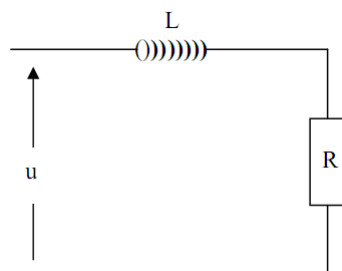


Figure d  
CH1 : traits pleins  $\rightarrow u(t)$   
Calibre = 5 V/div  
CH2 : traits pointillés  $\rightarrow u_2(t)$   
Calibre = 0,2 V/div  
Base de temps : 0,2 ms/div

### EXERCICE N°3 : dipôle RL : Tube d'éclairage fluorescent

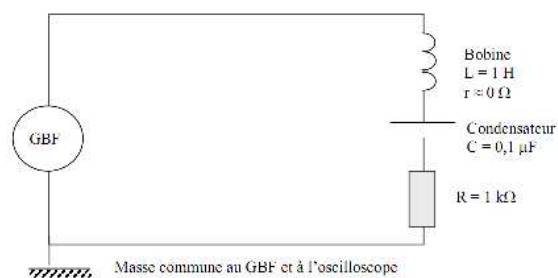
Un tube d'éclairage (encore appelé improprement « néon ») alimenté en 220 V, 50 Hz peut être assimilé à une inductance en série avec une résistance.



- 1) Rappeler ce que signifie « 220 V, 50 Hz »
- 2) Dans ces conditions, l'intensité  $I$  du courant dans le circuit est :  $I = 0,40$  A.
  - Déterminer l'impédance  $Z$  du circuit.
- 3) La résistance a pour valeur :  $R = 200 \Omega$ .  
déterminer la valeur de  $L$ .

- 4) Quel est le déphasage entre la tension et le courant ?
- 5) Ecrire l'expression mathématique :  $i = f(t)$
- 6) Quelle est la puissance électrique ?
- 7) Ce tube s'allume chaque fois que le module de la tension à ses bornes dépasse 150 V.
  - Quel est le nombre d'éclairs par seconde ?

**EXERCICE N°4 : Etude d'un dipole RLC**



| $f$ (Hz)                  | 250 Hz                | 500 Hz              | 750 Hz                |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| $U$ (V)                   | 5,00 V                | 5,00 V              | 5,00 V                |
| $U_R$ (V)                 | 1,00 V                | 5,00 V              | 1,80 V                |
| $U_C$ (V)                 | 6,28 V                | 15,7 V              | 3,76 V                |
| $U_L$ (V)                 | 1,57 V                | 15,7 V              | 8,48 V                |
| déphasage $\varphi$       | - 1,36 rad            | 0                   | + 1,20 rad            |
| sens du déphasage         | $i$ en avance sur $u$ | déphasage nul       | $i$ en retard sur $u$ |
| $I$ (A)                   | $1,0 \cdot 10^{-3}$   | $5,0 \cdot 10^{-4}$ | $1,8 \cdot 10^{-3}$   |
| Impédance $Z$ du circuit  |                       |                     | $Z = U/I$             |
| Résistance                |                       |                     | $R = U_R/I$           |
| Impédance du condensateur |                       |                     | $Z_C = U_C/I$         |
| Impédance de la bobine    |                       |                     | $Z_L = U_L/I$         |

- 1) Noter sur ce schéma le courant qui circule dans le circuit et la tension  $u$  aux bornes de chaque dipôle.
- 2) Où brancher :
  - l'ampèremètre numérique
  - le voltmètre numérique pour mesurer la tension aux bornes du générateur
  - la voie CH1 de l'oscilloscope pour visualiser la tension aux bornes du générateur
  - la voie CH2 de l'oscilloscope pour visualiser la tension proportionnelle au courant  $i$  ?
- 3) Pour 3 fréquences différentes, on relève les valeurs du tableau ci-dessus
  - En déduire l'impédance du circuit, l'impédance du condensateur et l'impédance de la bobine.
  - La résistance du circuit reste-t-elle constante ?
- 4) On peut donc constater que les impédances varient en fonction de la fréquence. Pour les 3 fréquences étudiées, remplir le tableau suivant :

| $f$ (Hz)                       | 250 Hz | 500 Hz | 750 Hz |
|--------------------------------|--------|--------|--------|
| Impédance de la bobine seule   |        |        |        |
| Impédance du condensateur seul |        |        |        |
| Impédance $Z$ du circuit       |        |        |        |
| déphasage $\varphi$            |        |        |        |

Que remarque-t-on de particulier si :  $f = 500$  Hz ?

- 5) Etude des tensions
  - Peut-on écrire :  $U = U_R + U_L + U_C$

**EXERCICE N°5 : Circuit RLC - Résonance série**

On maintient constante la tension aux bornes du GBF :  $U = 2$  V et on mesure l'intensité efficace  $I$  du courant.

- 1) Où faut-il placer le voltmètre numérique pour vérifier que la tension reste constante ?
- 2) Où faut-il placer l'ampèremètre numérique pour mesurer le courant ?
- 3) On fait varier la fréquence de la tension d'alimentation et on obtient les résultats de la figure 2 :
  - Donner un titre à cette courbe.
  - Quelles sont les valeurs de la fréquence de résonance  $f_0$  et de l'intensité  $I_0$  à la résonance ?
  - Vérifie-t-on :  $LC \omega^2 = 1$

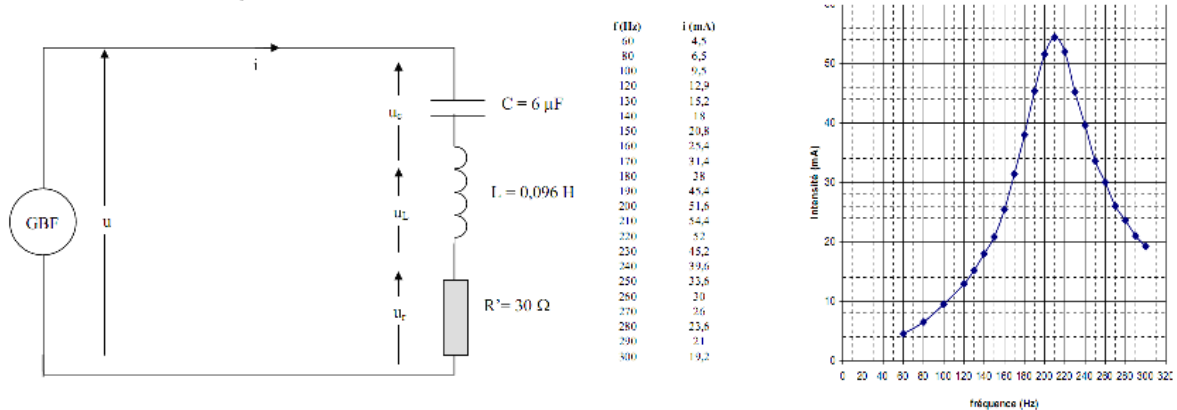
- Quelle est l'impédance  $Z_r$  du circuit à la résonance ?
  - Vérifie-t-on :  $Z = R$  ?
- 4) Détermination de la bande passante à 3 dB
- La bande passante d'un circuit RLC série est l'ensemble des fréquences pour lesquelles :

$I \geq I_0/\sqrt{2}$  ,  $I_0$  étant l'intensité à la résonance d'intensité

- Calculer  $I = I_0 / \sqrt{2}$
- Déterminer les 2 fréquences  $f_1$  et  $f_2$  correspondant à cette valeur de  $I$
- En déduire la largeur de la bande passante :  $\beta = f_2 - f_1$
- Quel est le facteur de qualité  $Q$  de ce circuit :  $Q = f_0 / \beta$  (grandeur sans dimension)
- Vérifie-t-on :  $Q = L \omega_0 / R$  ?
- Comment pourrait-on améliorer ce facteur de qualité ?

Surtension à la résonance d'intensité

- Déterminer la valeur de  $U_L$  à la résonance.
- Vérifie-t-on :  $U_L = Q U$



**EXERCICE N°6 : Circuit RLC série – Etude de la résonance**

Lors d'une séance de Travaux Pratiques, on dispose du matériel suivant pour réaliser un circuit RLC série :

- un générateur de signaux basse fréquence et un oscilloscope
- un conducteur ohmique de résistance :  $R = 220 \Omega$
- un condensateur de capacité :  $C = 22 \text{ nF}$
- une bobine d'inductance  $L = 0,5 \text{ H}$  et de résistance  $r$  négligeable devant  $R$

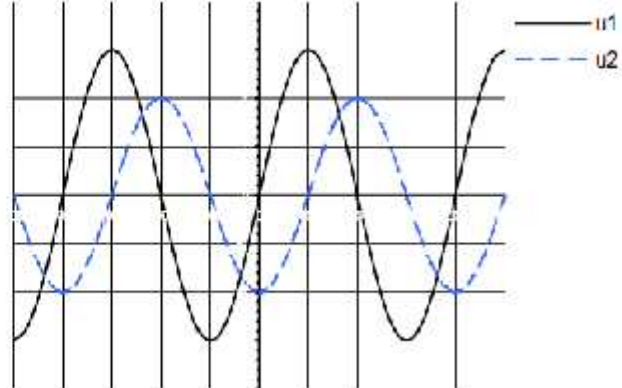
1) Pour une certaine fréquence délivrée par le GBF, on obtient l'oscillogramme suivant :

Base de temps :  $t_0 = 1 \text{ ms div}^{-1}$

Sensibilité verticale :  $1 \text{ V div}^{-1}$  pour les 2 voies

Voie 1 : tension  $u$  aux bornes du dipôle RLC  
 Courbe en traits pleins

Voie 2 : tension  $u_r$  aux bornes du conducteur ohmique  $R$   
 Courbe en pointillés



- Dessiner le circuit électrique série.
- Comment faut-il brancher l'oscilloscope pour observer les 2 courbes :  $u(t)$  et  $u_r(t)$  ?
- Déterminer l'amplitude de la tension  $U_m$  délivrée par le générateur et sa valeur efficace  $U$ .

|                 |                              |                      |
|-----------------|------------------------------|----------------------|
| LYCEE DE MECKHE | TERMINALE S <sub>1</sub>     | ANNEE SCOLAIRE 09/10 |
| JOOBPC          | TD : DIPOLES RL ;RC ;LC;RLC. |                      |

- Déterminer l'amplitude de la tension  $U_{mr}$  aux bornes de la résistance  $R$  et sa valeur efficace  $U_r$ .
- En déduire l'amplitude de l'intensité du courant dans le circuit  $I_m$  et sa valeur efficace  $I$ .
- Quelle est la période  $T$  du signal délivré par le GBF ? sa fréquence  $f$  ?
- Quel est le déphasage  $\varphi$  de la tension par rapport au courant ?
- En déduire l'expression :  $i = f(t)$
- Le circuit est-il capacitif ou inductif pour cette fréquence ?
- Calculer l'impédance :  $Z = U/I$  du dipôle RLC pour cette fréquence.
- Calculer l'impédance  $Z$  à partir de la formule :

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

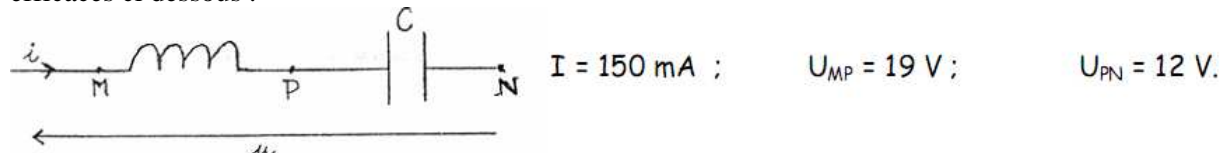
- Quelle est la puissance électrique :  $P = UI \cos \varphi$  dissipée dans ce circuit ?
- 2) On modifie la fréquence  $f$  du générateur tout en maintenant constante l'amplitude  $u$  de la tension délivrée par le générateur. Pour  $f_0 = 1\,520$  Hz, les 2 tensions  $u$  et  $u_r$  sont en phase et ont même amplitude.
- A quel phénomène correspond cette observation ?
- Retrouver  $f_0$  à partir de la formule :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- Quelle est, à cette fréquence, l'impédance  $Z_0$  de ce dipôle ?
- Quelle est alors l'intensité du courant dans le circuit :  $i = f(t)$  ?

**EXERCICE N°7 : Dipole RLC (BAC S1)**

Une portion de circuit MN comprenant en série une bobine de résistance  $r$  et d'auto-inductance  $L$  et un condensateur de capacité  $C$ , est soumise à une tension  $u = 10\sqrt{2}\cos(2500t)$ . On mesure les valeurs efficaces ci dessous :



1. Faire la construction de Fresnel en prenant l'échelle suivante : 1 cm pour 2 volts
2. Déterminer graphiquement l'avance algébrique de phase de  $u$  par rapport à l'intensité instantanée  $i$ . Donner l'expression de  $i$  en fonction du temps.
- 3 Donner les expressions des tensions instantanées  $U_{MP}$  et  $U_{PN}$  en fonction du temps.
4. Calculer la puissance moyenne consommée par le dipôle MN.

**EXERCICE N°8 : Charge d'un condensateur (BAC S1)**

On se propose de déterminer la capacité un condensateur non polarisé. On charge le condensateur de capacité  $C$  inconnue à travers un conducteur ohmique de résistance  $R = 330 \text{ k}\Omega$  à l'aide d'un générateur délivrant une tension continue constante égale à  $U_0 = 12 \text{ V}$ . On relève la valeur de la tension  $U$  aux bornes du condensateur pour différentes dates données et on trace la courbe  $U_c = f(t)$  : courbe n° 2.

1) Quelle est la valeur de la tension  $U_c$  lorsque l'intensité du courant dans le circuit s'annule ? Justification par un calcul, à l'appui.

2) On cherche à déterminer la capacité  $C$  du condensateur en calculant la constante de temps  $\tau = RC$  du dipôle (R,C).

a) Établir l'équation différentielle d'évolution de la tension  $U_c$  lorsque le dipôle (R,C) est soumis à une tension constante  $U_0$ .

b) Montrer que  $U_c = U_0 (1 - e^{-t/RC})$  est solution de l'équation différentielle.

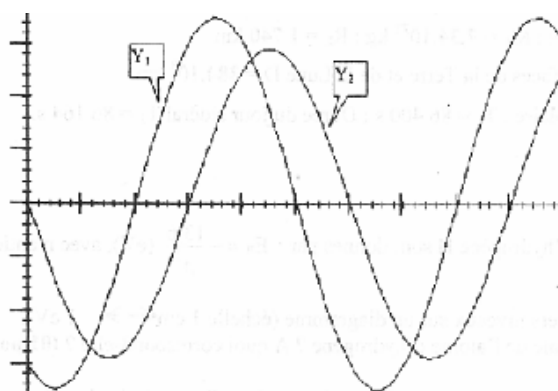
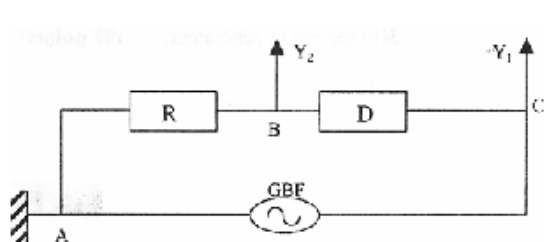
|                 |                              |                      |
|-----------------|------------------------------|----------------------|
| LYCEE DE MECKHE | TERMINALE S <sub>1</sub>     | ANNEE SCOLAIRE 09/10 |
| JOOBPC          | TD : DIPOLES RL ;RC ;LC;RLC. |                      |

- c) Une méthode de détermination de  $\tau$  fait appel au tracé de la tangente à la courbe  $U_c = f(t)$  à l'instant  $t = 0$ . Montrer que cette tangente coupe la droite  $U_c = U_0$  en un point d'abscisse  $t = \tau$ . En déduire la valeur numérique de cette constante de temps.
- d) Calculer la capacité du condensateur.

**EXERCICE N°9 : Etude d'un dipôle RLC (BAC 1)**

On considère un dipôle D pouvant être un conducteur ohmique, une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $L$  ou un condensateur. Pour déterminer sa nature, on réalise le montage ci-dessus

- le générateur B.F délivre une tension alternative sinusoïdale  $u(t)$  de fréquence  $N$ .
- La résistance du conducteur ohmique est  $R = 205 \Omega$ .
- L'oscilloscope bicourbe, branché comme indiqué sur le schéma, possède les réglages suivants :
  - balayage horizontal :  $3 \text{ ms.cm}^{-1}$
  - sensibilité verticale de la voie Y1 :  $20 \text{ V.cm}^{-1}$
  - sensibilité verticale de la voie Y2 :  $10 \text{ V.cm}^{-1}$



**1** - On observe sur l'écran de l'oscilloscope les courbes ci-dessus.

**1.1** - Montrer que le dipôle D est une bobine résistive, Déterminer ses caractéristiques  $r$  et  $L$ .

**1.2** - Établir les expressions de l'intensité instantanée  $i(t)$  du courant et de la tension instantanée  $u(t)$  délivrée par le générateur.

**2** - La bobine précédente est montée en série avec un conducteur ohmique de résistance  $R' = 340 \Omega$  et un condensateur de capacité  $C$ . L'ensemble est soumis à une tension sinusoïdale de valeur efficace  $U' = 220 \text{ V}$  délivrée par un générateur basse fréquence réglée à la fréquence  $N' = 50,5 \text{ Hz}$ .

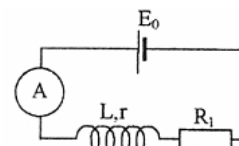
**2.1** - Quelle doit être la valeur de la capacité  $C$  pour que le courant  $i'(t)$  parcourant le circuit soit en avance de phase de  $\pi/6$  sur la tension  $u'(t)$  délivrée par le générateur ?

**2.2** - Établir les expressions de l'intensité instantanée  $P(t)$  du courant et de la tension instantanée  $u'(t)$  délivrée par le générateur.

**EXERCICE N°10 : Circuit RL Auto-Induction .(BAC S)**

On réalise le circuit comprenant une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r = 11 \Omega$ , un résistor de résistance  $R_1 = 100 \Omega$ , un interrupteur, un ampèremètre et un générateur de tension continue dont la f.é.m est  $E_0$  et sa résistance interne est négligeable.

**1**- L'interrupteur est fermé, le régime permanent étant établi, l'ampèremètre indique  $I = 0,50 \text{ A}$ . Avec un teslamètre, on mesure l'intensité du champ magnétique à au centre de la bobine. On trouve  $B = 0,31 \text{ mT}$ .



La longueur de la bobine est  $l = 40 \text{ cm}$  et son diamètre est  $d = 5 \text{ cm}$ . Ces dimensions permettent de considérer la bobine comme un solénoïde.

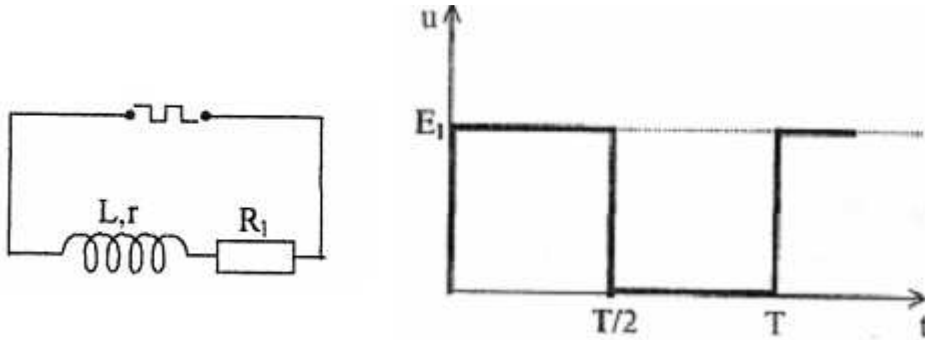
**1.1**- Représenter sur une figure claire le champ magnétique à au centre du solénoïde et préciser la nature de ses faces.

1.2- Calculer le nombre de spires N du solénoïde.

2- Le circuit précédent étant maintenu, on remplace le générateur de tension continue par un générateur basse fréquence délivrant une tension en créneaux (figure 5). Cette tension périodique varie entre 0 et  $E_1 = 6 \text{ V}$ . (voir figure )

On désire suivre l'évolution de la tension aux bornes du résistor par un oscilloscope à mémoire bicourbe.

2.1- Reproduire la figure 5 et indiquer les branchements à réaliser pour visualiser sur l'écran de l'oscilloscope la tension aux bornes du générateur à la voie A et la tension aux bornes du résistor à la voie B.



2.2- Établir l'équation différentielle régissant la variation de l'intensité du courant  $i$  lorsqu'il est compris entre  $[0 ; T/2]$ , T étant la période de la tension délivrée par le générateur.

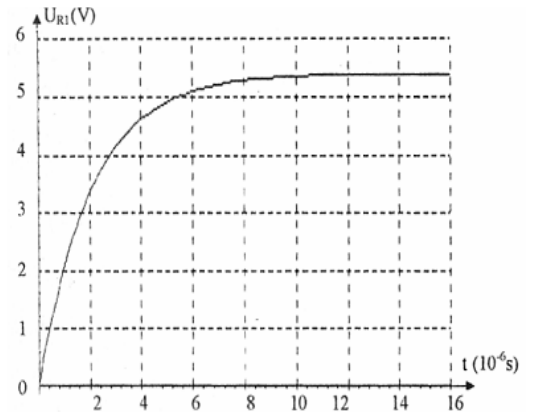
2.3- Vérifier que  $[1 - \exp(-t/\tau)]$  est une solution de cette équation où  $\tau$  est une constante que l'on exprimera en fonction de  $R_1$ ,  $r$  et  $L$ .

2.4 a) Que représente  $\tau$  pour le circuit ? Déterminer à partir du graphe de la figure ci contre sa valeur en explicitant la méthode utilisée.

b) En déduire la valeur de  $L$ .

c) A partir de cette valeur, vérifier la valeur du nombre de spires N trouvée à la question 1.2-

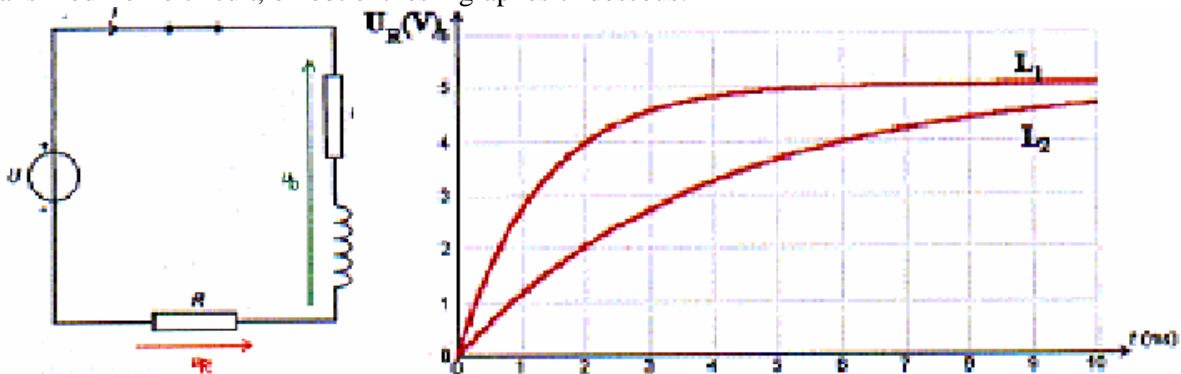
Donnée : perméabilité magnétique du vide:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ S.I.}$



**EXERCICE N°11 :Circuit RL.Auto-Induction ;**

On considère le montage constitué par un conducteur ohmique de résistance  $R = 12,5 \Omega$ , un générateur idéal de tension dont la fem  $E$  vaut  $6 \text{ V}$  et une bobine caractérisée par une inductance  $L$  ( variable) et une résistance  $r = 2,5 \Omega$ . Lorsqu'on ferme l'interrupteur, un système d'acquisition permet d'enregistrer la tension  $U_r$  aux bornes du conducteur ohmique.

On réalise 2 acquisitions successives pour 2 valeurs différentes de l'inductance ( $L_1 = 20 \text{ mH}$  et  $L_2$ ) sans modifier le circuit, on obtient les 2 graphes ci-dessous.



1) a) Quelles sont les valeurs de  $U_r$  et  $U_b$  en régime permanent ?

..... 7

|                 |                              |                      |
|-----------------|------------------------------|----------------------|
| LYCEE DE MECKHE | TERMINALE S <sub>1</sub>     | ANNEE SCOLAIRE 09/10 |
| JOOBPC          | TD : DIPOLES RL ;RC ;LC;RLC. |                      |

- b) Quelle est la valeur de l'intensité en régime permanent ?
  - c) Pourquoi ces 3 valeurs sont – elles indépendantes de la valeur de l'inductance L ?
- 2) Etablir l'équation différentielle  $di / dt = (- R' / L ) i + E / L$  avec  $R' = R + r$
- 3) Vérifier que  $i(t) = A ( 1 - e^{(-R' \cdot t/L)}$  est solution et identifier A.
- 4) Par une analyse dimensionnelle, vérifier que la constante de temps t est bien homogène à unedurée.
- 5) Déterminer les constantes de temps  $\tau_1$  et  $\tau_2$  pour les expériences, en précisant la méthode utilisée.
- 6) En déduire la valeur de l'inductance L2 de la bobine lors de la 2eme acquisition.

**EXERCICE N°12 : Dipôle RL.**

Un générateur de tension <<créneau>> G alimente une bobine en série avec un conducteur ohmique de résistance R.

1-) Parmi les tensions  $u_{AM}$ ,  $u_{MA}$ ,  $u_{MB}$ ,  $u_{BM}$ , quelles sont celles dont les variations sont observées sur l'écran de l'oscilloscope ? Préciser les voies correspondantes.

2-) Déterminer :

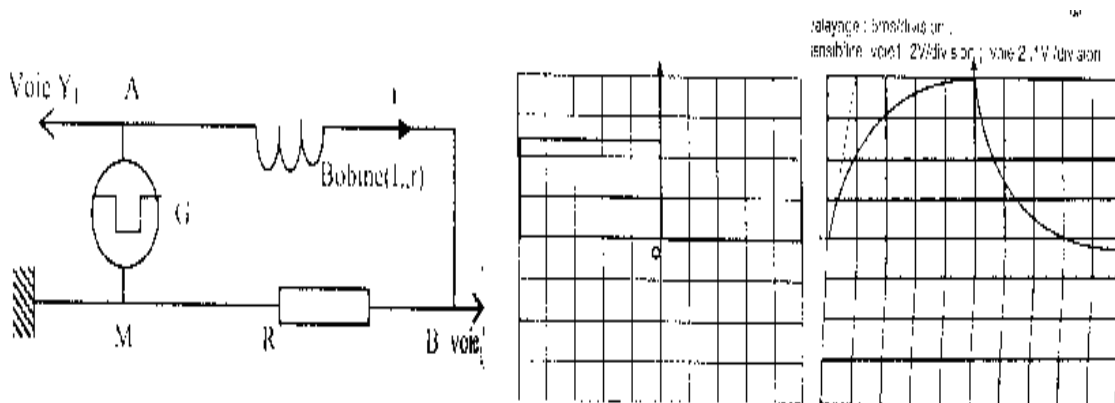
- la période des tensions étudiée ;
- la valeur maximale de chaque tension.

3-) Interpréter les différentes parties de l'oscillogramme de la voie Y2 en mettant en évidence le rôle joué par la bobine

4-) Etablir l'équation différentielle de l'intensité i du courant

5-) On se propose de déterminer la résistance et l'inductance de la bobine à partir des graphes.

- Quelle est la valeur de i à la date 0 ?
- Calculer r et L sachant que R = 10 ohms.

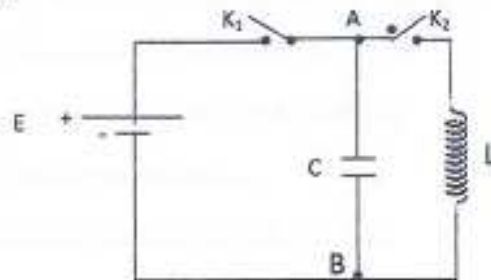




|                 |                              |                      |
|-----------------|------------------------------|----------------------|
| LYCEE DE MECKHE | TERMINALE S <sub>1</sub>     | ANNEE SCOLAIRE 09/10 |
| JOOBPC          | TD : DIPOLES RL ;RC ;LC;RLC. |                      |

**EXERCICE N°13 : oscillations libres**

Dans le montage de la figure suivante l'interrupteur  $K_2$  est ouvert, on ferme  $K_1$  puis, après quelques secondes on l'ouvre à nouveau.



Sachant que  $E = 15 \text{ V}$  ;  $C = 0,4 \mu\text{F}$  ;  $L = 0,08 \text{ H}$

- 1) a) Calculer la charge  $Q_0$  de l'armature supérieure du condensateur
- b) Dans ces conditions, calculer :
  - \* L'énergie électrostatique emmagasinée dans le condensateur.
  - \* L'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine.
- 2) A l'instant  $t = 0 \text{ s}$  , on ferme l'interrupteur  $K_2$ .
  - a) Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la charge  $q$  de l'armature supérieure du condensateur.
  - b) En déduire, au sein du circuit, la valeur :
    - de la pulsation propre  $\omega_0$  des oscillations.
    - de la période  $T_0$  des oscillations.
  - 3) Soit  $q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi_q)$ 
    - a) Vérifier que cette charge  $q(t)$  est bien la solution de l'expression différentielle précédente.
    - b) Montrer que  $q(t)$  vérifie la relation  $q(t) = Q_0 \sin(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$  (C)
    - c) En déduire les expressions :
      - \* de  $i(t)$
      - \* de  $u_C(t)$
  - 4) Soit  $E$ , l'énergie électromagnétique de l'oscillateur libre (L, C),  $q$ ,  $i$  et  $u_C$  grandeurs instantanées de l'intensité, de la charge et de la tension aux bornes du condensateur et  $I_m$ ,  $Q_m$  et  $U_{Cm}$  les amplitudes correspondante, répondre pare vrai ou faux
    - a)  $E = \frac{1}{2} C u_C^2 + \frac{1}{2} L i^2$
    - b)  $E = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L i^2$
    - c)  $E = \frac{1}{2} Q_m U_{Cm}$
    - d)  $E = \frac{1}{2} L I_m^2$
    - e)  $E = \frac{1}{2} C Q_m^2$
    - f)  $E = \frac{1}{2} C U_{Cm}^2$

|                 |                              |                      |
|-----------------|------------------------------|----------------------|
| LYCEE DE MECKHE | TERMINALE S <sub>1</sub>     | ANNEE SCOLAIRE 09/10 |
| JOOBPC          | TD : DIPOLES RL ;RC ;LC;RLC. |                      |

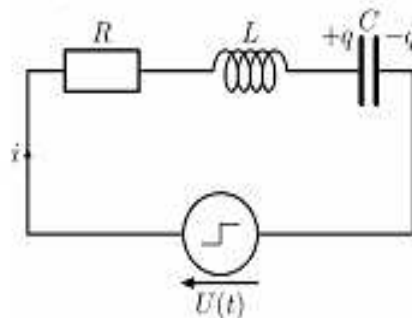
### EXERCICES N°14 . Oscillations libres amorties

Un circuit électrique est composé d'une résistance R, d'une bobine d'inductance pure L et d'un condensateur de capacité C. Ces dipôles sont disposés en série et on soumet le circuit à un échelon de tension U(t) de hauteur E tel que :

$$U(t) = \begin{cases} 0 & \text{pour } t < 0; \\ E & \text{pour } t \geq 0. \end{cases}$$

Les choix du sens du courant i dans le circuit et de la plaque portant la charge q du condensateur sont donnés sur la figure ci-dessous.

On pose :  $\gamma = \frac{R}{2L}$  et  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$



- 1) Expliquer simplement pourquoi à  $t = 0^-$  la charge q et le courant i sont nuls.
  - 2) Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t) du condensateur pour  $t > 0$ .
- Préciser, en les justifiant soigneusement, les valeurs initiales de la charge q(0<sup>+</sup>) et de sa dérivée  $\frac{dq}{dt}(0^+)$ .

Le circuit présente différents régimes suivant les valeurs de R, L et C.

On suppose, dans la suite, la condition  $\omega_0 > \gamma$  réalisée.

- 3) Montrer que l'expression de la charge pour  $t > 0$  peut se mettre sous la forme

$$q(t) = (A \cdot \cos(\omega t) + B \cdot \sin(\omega t)) e^{-\gamma t} + D.$$

On déterminera  $\omega$ , A, B et D en fonction de C, E,  $\omega_0$  et  $\gamma$ .

- 4) Exprimer le courant i(t) dans le circuit pour  $t > 0$  en fonction de C, E,  $\omega_0$  et  $\gamma$ .

- 5) Donner l'allure des courbes q(t) et i(t).

Quelles sont leurs valeurs à la fin régime transitoire ?

Justifier par des considérations simples ces valeurs atteintes.

- 6) Déterminer l'énergie totale E<sub>G</sub> fournie par le générateur ainsi que l'énergie E<sub>LC</sub> emmagasinée dans la bobine et le condensateur à la fin du régime transitoire en fonction de C et E.

En déduire l'énergie E<sub>R</sub> dissipée par effet Joule dans la résistance.

Ces résultats dépendent-ils du régime particulier dans lequel se trouve le circuit ?

Interpréter le résultat paradoxal qui apparaît dans le cas limite  $R \rightarrow 0$ .

**EXERCICE N°14 : Condensateur . Bac S1**

On étudie le comportement d'un condensateur de capacité C dans un circuit série (figure 3). Pour cela, on réalise le montage schématisé ci-contre où :

- G<sub>0</sub> est un générateur de courant idéal,
- K est un interrupteur qui permet de charger le condensateur (K en position 1) ou de le décharger (K en position 2) à travers le conducteur ohmique de résistance R = 10 kΩ.

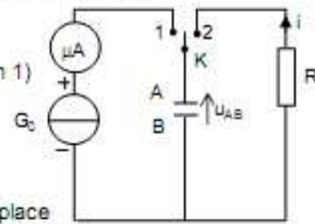
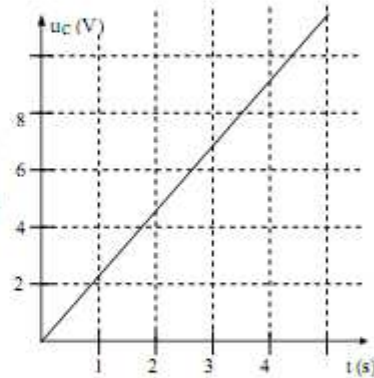


Figure 3

Un dispositif (non représenté) relève à intervalles de temps réguliers, la tension  $u_{AB} = u_C$  aux bornes du condensateur.

**4.1** A la date  $t = 0$ , le condensateur étant entièrement déchargé, on place l'interrupteur K en position 1, le microampèremètre indique alors une valeur constante  $i_0 = 10 \mu A$ . On a représenté ci-après (graphe 1) la courbe donnant la tension  $u_C$  en fonction du temps t.



h Grappe 1

**4.1.1** Etablir la relation qui lie  $u_C$ , C,  $i_0$  et t. (0,5 point)

**4.1.2** A l'aide du graphe 1, déterminer la capacité C du condensateur. (0,75 point)

**4.2** Lorsque la tension aux bornes du condensateur égale  $U_C = 6 V$ , on bascule K en 2 à l'instant  $t = 0$ .

**4.2.1** Etablir l'équation différentielle relative à la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur à une date t. (0,5 point)

**4.2.2** Cette équation différentielle admet une solution de la forme  $u_C(t) = A e^{-\frac{t}{\tau}}$ , relation où A et  $\tau$  sont des constantes.

Déterminer les valeurs de A et  $\tau$ .

Calculer la valeur de  $u_C$  à  $t = 5\tau$ . Quelle remarque peut-on faire ?

Donner la signification physique de  $\tau$ . (01 point)

**4.2.3** A l'aide d'un logiciel, on a tracé la courbe donnant le logarithme népérien de  $u_C$  en fonction du temps t, soit  $\ln u_C = f(t)$  (graphe 2).

Retrouver la valeur de C à partir d'une exploitation de ce graphe. (0,5 point)

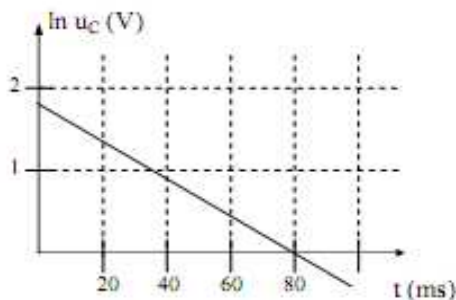
**4.3** On remplace le conducteur ohmique par une bobine résistive d'inductance L = 80 mH.

Le condensateur est à nouveau rechargé, puis il se décharge à travers la bobine. Un dispositif permet de suivre, pendant la décharge, l'évolution au cours du temps de  $u_C$  ainsi que l'évolution de l'intensité i du courant (graphe 3).

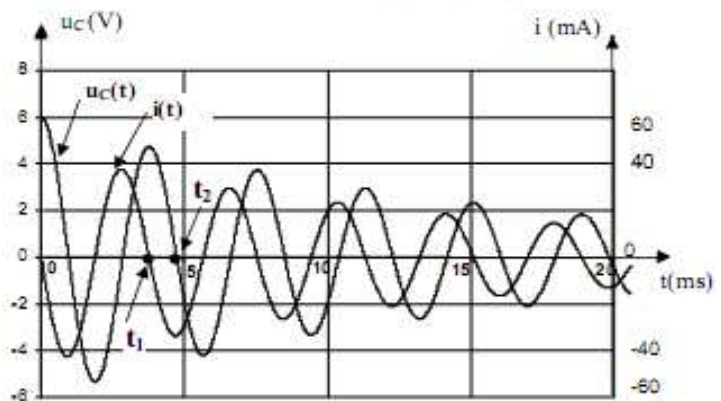
**4.3.1** Entre les instants  $t_1$  et  $t_2$  (voir graphe 3), le condensateur se charge-t-il ou se décharge-t-il ? Justifier la réponse. (0,5 point)

**4.3.2** Quel est le sens réel de circulation du courant entre  $t_1$  et  $t_2$  ? (0,5 point)

**4.3.3** Retrouver à partir de ces courbes la valeur de C. (0,75 point)



Grappe 2



Grappe 3