



## Oscillations électriques forcées – Dipôle RLC série en régime sinusoïdal

### Exercice n°1 :

Un groupe d'élèves a réalisé, sous la supervision de leur professeur, le circuit électrique schématisé sur la **figure 1** qui comporte :

- Un générateur de basses fréquences (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale de valeur instantanée  $u_{AM} = u = U_m \cos(2\pi Nt)$
- Un conducteur ohmique de résistance  $R = 20 \Omega$  ;
- Un condensateur de capacité (C) réglable ;
- Une bobine d'inductance L et de résistance  $r = 8,3 \Omega$  ;
- Un voltmètre (V).

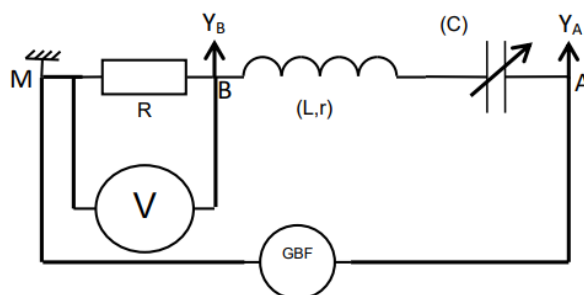


Figure 1

**4.1-** Dans une première expérience, le groupe fixe la capacité du condensateur sur la valeur  $C_1$ . La **figure 2** représente ce qu'on observe sur l'écran de l'oscilloscope avec les réglages indiqués.

N.B : les échelles sont les mêmes pour les 2 courbes.

**4.1.1-** Identifier en justifiant, parmi les courbes (1) et (2), celle représentant  $u_R(t)$ . **(0,5 pt)**

**4.1.2-** Déterminer la valeur de la tension maximale  $U_m$  et celle de la fréquence N du GBF. **(0,5 pt)**

**4.1.3-** Déterminer la valeur de l'impédance Z du circuit et le déphasage de l'intensité  $i(t)$  par rapport à la tension u. **(1pt)**

**4.1.4-** Ecrire l'expression numérique de l'intensité instantanée  $i(t)$  du courant électrique dans le circuit. **(0,5pt)**

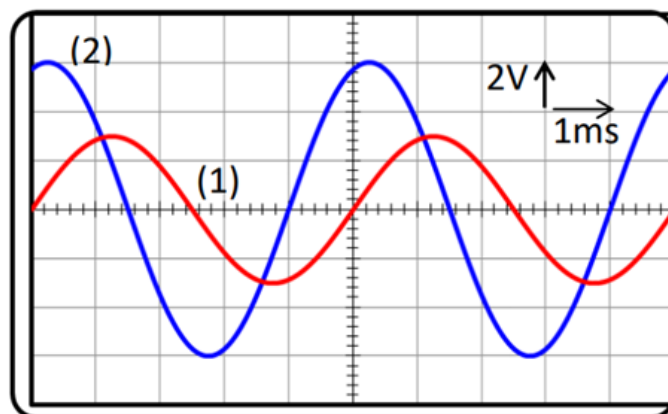


Figure 2

**4.2-** Dans une deuxième expérience, le groupe fixe la capacité C du condensateur sur la valeur  $C_2 = 10 \mu F$ , tout en gardant les mêmes valeurs de N et de  $U_m$ . Le voltmètre indique alors la valeur  $U_{BM} = 3V$ .

**4.2.1-** Montrer que le circuit est dans un état de résonance électrique. **(0,5pt)**

**4.2.2-** Déterminer la valeur de l'inductance L et celle du facteur de qualité Q du circuit. **(01pt)**

### Exercice n°2 :

**4.1** Au cours d'une séance de travaux pratiques, le professeur demande aux élèves de réaliser un « circuit-série » comprenant :

- Un générateur de tension alternative sinusoïdale, de valeur efficace constante.
- un conducteur ohmique de résistance  $R_1 = 50 \Omega$ ,
- Une bobine d'inductance  $L = 30 \text{ mH}$  et de résistance inconnue R
- Un interrupteur K
- Un condensateur de capacité inconnue C.

Les élèves disposent par ailleurs d'un oscilloscope bicourbe

L'oscilloscope doit être branché convenablement pour visualiser en :

- voie  $Y_2$ , la tension aux bornes du dipôle constitué par le conducteur ohmique, la bobine, le condensateur disposés en série,
- Voie  $Y_1$ , une tension proportionnelle à l'intensité du courant dans le circuit.

Trois groupes d'élèves proposent les montages schématisés ci-après (figures 1, 2, 3).

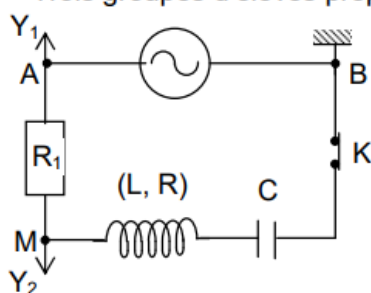


Figure 1

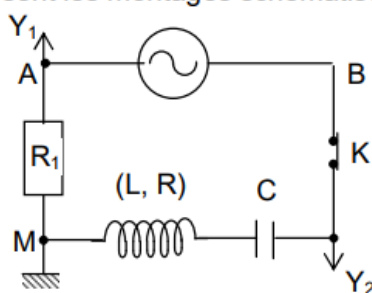


Figure 2

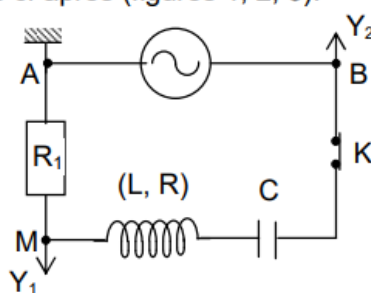


Figure 3



Le professeur n'accepte que le montage de la figure 3. Pourquoi les schémas des figures 1 et 2 sont rejetés ? Dans chaque cas, préciser la tension visualisée en  $Y_1$  et celle qui est visualisée en  $Y_2$ . (01 pt)

**4.2** Le document suivant montre l'aspect de l'écran de l'oscilloscope ainsi que les sensibilités adoptées pour chacune des deux courbes.

**4.2.1** En exploitant les oscillogrammes, déterminer :

- la fréquence de la tension délivrée par le générateur,
- les tensions maximales aux bornes des dipôles BA et MA puis l'intensité maximale.

En déduire l'impédance  $Z_{BA}$  du circuit.

- le déphasage  $\varphi$  de la tension  $u(t)$  aux bornes du dipôle AB par rapport à l'intensité du courant  $i(t)$ . On précisera laquelle de  $i(t)$  ou  $u(t)$  est en avance de phase sur l'autre. (01,5 pt)

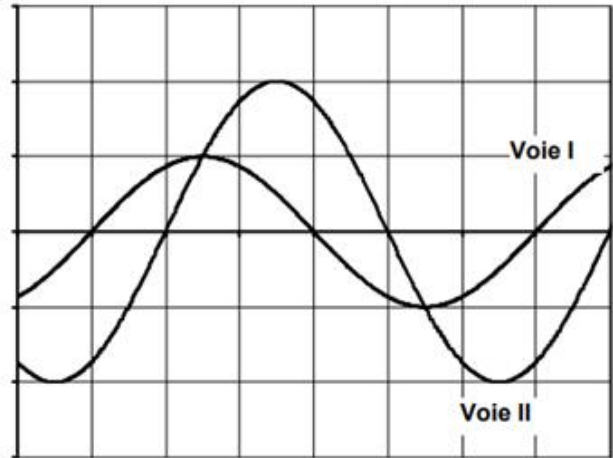
**4.2.2** Calculer alors la résistance  $R$  de la bobine et la capacité  $C$  du condensateur en mettant en relation l'expression de  $Z_{BA}$  et celle de  $\tan\varphi$ . (0,75 pt)

**4.3** Un élève agit sur la fréquence du générateur, de façon à annuler le déphasage entre  $u(t)$  et  $i(t)$ .

**4.3.1** Dans quelle condition particulière se trouve le circuit à cet instant ? (0,25 pt)

**4.3.2** Déterminer dans cette condition :

- la fréquence de fonctionnement du générateur,
- l'intensité maximale du courant électrique,
- la tension maximale aux bornes du dipôle MA. On se rappellera que la valeur efficace de la tension aux bornes du générateur est constante. (01,5 pt)



Balayage horizontal : 1 ms / division

Sensibilité verticale :

voie I : 1 V / division

voie II : 2 V / division.

Exercice n°3 :

Un générateur impose une tension sinusoïdale  $u_{NM}$  de valeur efficace  $U_0$  constante aux bornes d'un dipôle NM constitué d'un condensateur de capacité  $C$ , d'une self pure d'inductance  $L$  et d'un conducteur ohmique de résistance  $R$ , tous montés en série (figure 1). L'ampèremètre, de résistance négligeable, indique une intensité efficace  $I_{eff} = 14$  mA.

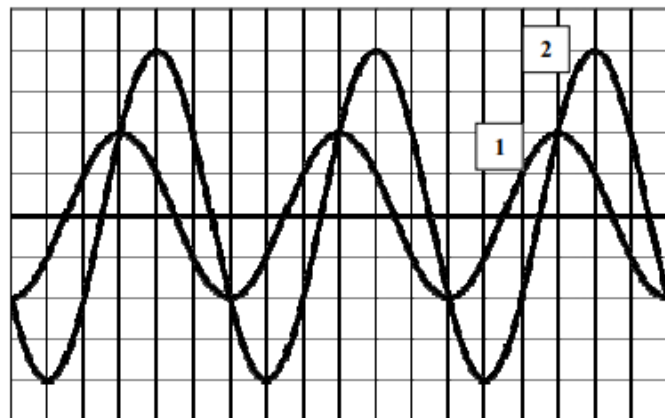
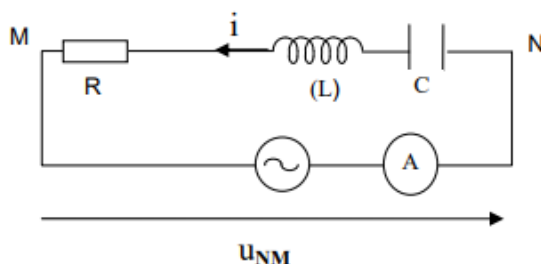
**4.1** On visualise à l'aide d'un oscilloscope bicourbe la tension aux bornes du résistor à la voie A et la tension aux bornes du dipôle série (R,L,C) à la voie B. Recopier la figure 1 et schématiser les branchements à l'oscilloscope. (0,5 pt)

**4.2** On obtient les oscillogrammes 1 et 2 de la figure 2. Déduire des courbes observées la pulsation de la tension sinusoïdale sachant que la sensibilité horizontale est de  $1\text{ms}\cdot\text{div}^{-1}$ . (01 pt)

**4.3** Après avoir identifié l'oscillogramme correspondant à chaque tension, déterminer :

- le déphasage  $\theta$  de la tension  $u_{NM}$  sur l'intensité  $i$  du courant qui parcourt le circuit
- la valeur de la tension efficace  $U_0$  aux bornes du générateur et celle de la tension efficace aux bornes du résistor,
- l'impédance du dipôle MN,
- la résistance  $R$  du conducteur ohmique. (02 pt)

On donne : la sensibilité verticale, la même pour les deux voies, est de  $1\text{V}\cdot\text{div}^{-1}$







**4.4** On modifie la pulsation de la tension délivrée par le générateur. Les deux courbes sont en phase pour la pulsation  $\omega_0 = 1500 \text{ rad.s}^{-1}$

**4.4.1** Déterminer la valeur de la capacité C sachant que la valeur de l'inductance est  $L = 100 \text{ mH}$ . **(0,5 pt)**

**4.4.2** Que vaut l'impédance du dipôle (R,L,C) à cette pulsation ?  
 En déduire la nouvelle valeur de l'intensité efficace du courant. **(0,5 pt)**

**4.4.3** Evaluer la tension efficace aux bornes du condensateur. **(0,5 pt)**

**Exercice n°4 :**

On considère un dipôle (D) de nature **inconnue** monté en série avec un conducteur ohmique de résistance  $R = 100 \Omega$  et un générateur basse fréquence de tension sinusoïdale dont la fréquence et la tension efficace sont réglables.

On utilise un oscillographe dont les réglages sont les suivants : balayage horizontal ( $5 \cdot 10^{-2} \text{ ms / div}$ ), déviation verticale (pour la voie 1 :  $0,5 \text{ V / div}$  ; pour la voie 2 :  $1 \text{ V / div}$ )

On reproduit une photographie de l'écran lorsque l'oscillographe est branché selon le schéma ci-dessous. (voir figures 1 et 2)

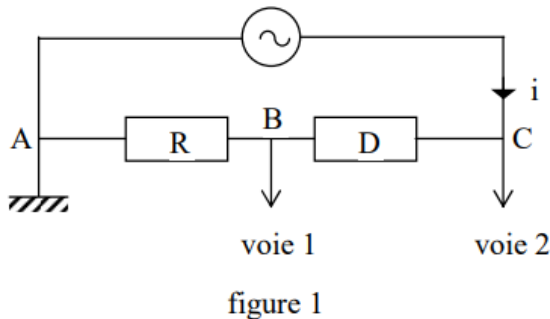
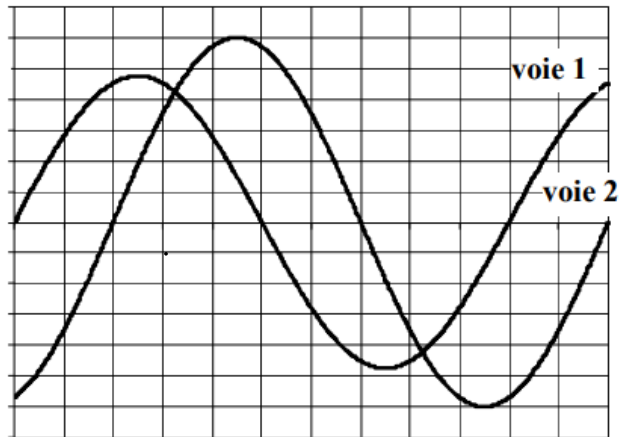


figure 1



Balayage :  $5 \times 10^{-2} \text{ ms/div}$   
 voie 1 :  $0,5 \text{ V/div}$  voie 2 :  $1 \text{ V/div}$

**3.1** En déduire :

**3.1.1** la fréquence de la tension sinusoïdale ; **(0,25 point)**

**3.1.2** les valeurs efficaces de l'intensité instantanée  $i(t)$  qui traverse le circuit et de la tension instantanée  $u_{CA}(t)$  aux bornes du générateur ; **(0,5 point)**

**3.1.3** le déphasage  $\varphi$  de la tension  $u_{CA}(t)$  par rapport à l'intensité  $i(t)$ . Préciser s'il y'a avance ou retard de  $u_{CA}(t)$  par rapport à  $i(t)$ . **(0,75 point)**

**3.1.4** On envisage pour (D) certaines hypothèses :

- (D) est un conducteur ohmique,
- (D) est une bobine de résistance  $r$  et d'auto inductance  $L$ ,
- (D) est un condensateur,
- (D) est une bobine de résistance  $r$  et d'auto inductance  $L$  en série avec un condensateur de capacité  $C$ .

Sans calcul et en justifiant les réponses, éliminer les hypothèses non vraisemblables. **(0,75 point)**

**3.2** La tension aux bornes du générateur étant maintenue constante à la valeur  $U_0 = 12\text{V}$ , on fait varier la fréquence et on relève à chaque fois la valeur de l'intensité efficace.

Pour une fréquence  $N_0 = 2150 \text{ Hz}$ , on constate que l'intensité efficace passe par un maximum de valeur  $I_0 = 107 \text{ mA}$ .

**3.2.1** Quelle est la nature du dipôle (D) ? Justifier la réponse. **(0,5 point)**

**3.2.2** En déduire toutes les valeurs numériques qui le caractérisent. **(01,25 point)**



**Exercice n°5 :**

Pour étudier le phénomène de résonance au laboratoire, un groupe d'élèves réalise un circuit (R, L, C) série. Pour cela, ils disposent d'un GBF qui fournit une tension alternative sinusoïdale de fréquence N réglable, un conducteur ohmique de résistance  $R = 50 \Omega$ , un condensateur de capacité  $C = 5 \mu\text{F}$ , une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $L$ .

**4.1** Les élèves visualisent sur la voie  $Y_1$  de l'oscilloscope la variation au cours du temps de la tension  $u_G(t)$  aux bornes du générateur et sur la voie  $Y_2$  la variation au cours du temps de la tension  $u_R(t)$  aux bornes du résistor.

**4.1.1** Faire le schéma du montage qu'ils ont réalisé en y indiquant clairement les connexions à faire à l'oscilloscope pour visualiser  $u_G(t)$  et  $u_R(t)$ . (0,5 pt)

**4.1.2** Expliquer pourquoi la variation de la tension  $u_R(t)$  leur donne en même temps l'allure de la variation de l'intensité  $i(t)$  du courant dans le circuit. (0,25 pt)

**4.2** Sur l'écran de l'oscilloscope, sont observés les oscillogrammes reproduits sur le document 1 avec les réglages suivants : Sensibilité verticale voie  $Y_1$  : 5V/div ; voie  $Y_2$  : 0,5V/div ; Sensibilité horizontale : 1ms/div.

**4.2.1** Déterminer :

- la fréquence  $N$  de la tension délivrée par le générateur ;
- la tension maximale  $U_m$  aux bornes du générateur ;
- l'intensité maximale  $I_m$  du courant.

(01,25 pt)

**4.2.2** Déterminer le déphasage de la tension aux bornes du générateur sur l'intensité du courant. (0,5 pt)

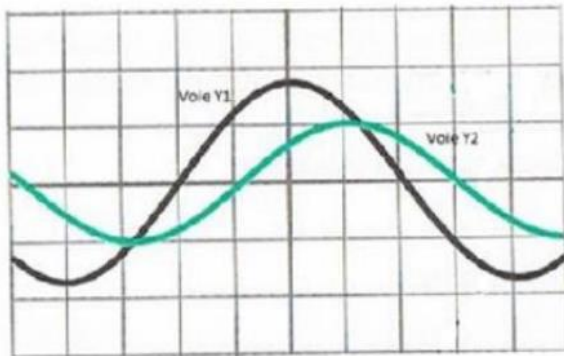
**4.2.3** Sur un schéma représentant l'aspect de l'écran, montrer comment se positionnerait la courbe 1 visualisée sur la voie ( $Y_1$ ) par rapport à la courbe 2 visualisée sur la voie ( $Y_2$ ) à la résonance d'intensité (On tracera l'allure des deux courbes). (0,25 pt)

**4.3** En maintenant la tension maximale aux bornes du générateur constante, les élèves ont fait varier la fréquence  $N$  du GBF et relevé l'intensité efficace  $I$  du courant à l'aide d'un ampèremètre.

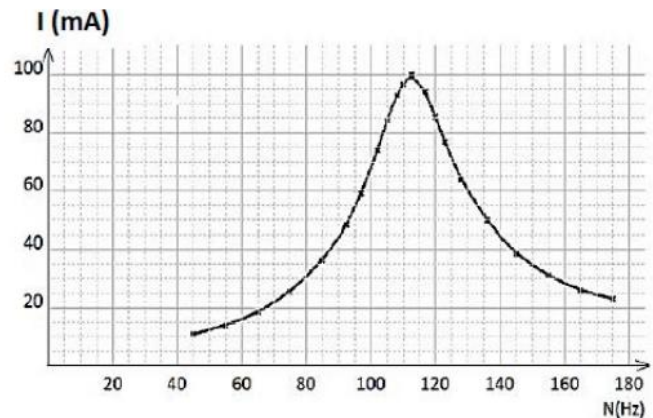
Les mesures ainsi réalisées leur ont permis de tracer la courbe  $I = f(N)$  du document 2.

**4.3.1** Déterminer graphiquement la fréquence  $N_0$  et l'intensité efficace  $I_0$  à la résonance d'intensité. En déduire l'inductance  $L$  de la bobine. (0,75 pt)

**4.3.2** Déterminer la bande passante des fréquences et le facteur de qualité. Donner la signification physique du facteur de qualité. (0,5 pt)



**Document 1**



**Document 2**