Oscillations forcées dans un circuit RLC série

I- Régime alternatif sinusoïdal:

1) Intensité et tension électriques alternatives sinusoïdales :

a- Intensité électrique alternative sinusoïdale :

- Intensité du courant instantané i(t) :

Le courant alternatif sinusoïdal est un courant dont l'intensité est une fonction sinusoïdale du temps :

$$i(t) = I_m.cos(\omega t + \varphi_i) \quad \text{où :}$$

I_m : *la valeur maximale du courant* $i(t)$, *en* (A) ;

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi N$:*la pulsation de* $i(t)$, *en* $({rad}/{s})$.

T : *la période de* $i(t)$, *en* (s) ;

$N = \frac{1}{T}$: *la fréquence de* $i(t)$, *en* (Hz) ;

$\omega t + \varphi_i$: *la phase de* $i(t)$ *à l'instant t, en* (rad) ;

φ_i : *la phase de* $i(t)$ *à l'origine des dates* $t = 0$, *en* (rad) ;

- Valeur efficace I du courant $i(t)$.

La valeur efficace du courant alternatif sinusoïdal, se mesure par un ampèremètre en mode « alternatif ». elle est liée à la valeur maximale I_m *par la relation :*

$$\boxed{I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}}$$

b- Tension électrique alternative sinusoïdales :

- Tension instantanée u(t) :

La tension alternative sinusoïdal est une fonction sinusoïdale du temps de la forme :

$$u(t) = U_m.cos(\omega t + \varphi_u) \quad \text{où :}$$

U_m : *la valeur maximale de la tension* $u(t)$, *en* (V) ;

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi N$:*la pulsation de* $u(t)$, *en* $({rad}/{s})$.

$\omega t + \varphi_u$: *la phase de* $u(t)$ *à l'instant t, en* (rad) ;

φ_u : *la phase de* $u(t)$ *à l'origine des dates* $t = 0$, *en* (rad) ;

- Valeur efficace U de la tension $u(t)$.

La valeur efficace de la tension alternatif sinusoïdal, se mesure par un voltmètre en mode « alternatif ». elle est liée à la valeur maximale U_m par la relation :

$$\boxed{U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}}$$

Remarque : *Notion d'impédance :*

L'impédance Z d'un dipôle est le quotient de la tension maximale U_m sur la valeur maximale I_m du courant électrique le traversant :

$$\boxed{Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U}{I}} \quad (\Omega)$$

- *L'impédance est une grandeur physique qui caractérise le dipôle pour une fréquence donnée.*

2) Phase de la tension par rapport au courant :

Considérons l'intensité instantanée du courant la tension instantanée.

$u(t) = U_m.\cos(\omega t + \varphi_u)$ *et* $i(t) = I_m.\cos(\omega t + \varphi_i)$

On appelle déphasage de u *par rapport à* i : $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ (*il permet de savoir le retard ou l'avance de phase entre* u *et* i) .

- *Si* $\varphi > 0$, u et *en avance de phase par rapport à* i ,
- *Si* $\varphi < 0$, u et *en retard de phase par rapport à* i,
- *Si* $\varphi = 0$, u et i sont *en phase*,
- *Si* $\varphi = \pi$, u et i sont *en opposition de phase*,
- *Si* $\varphi = \frac{\pi}{2}$, u et i sont *en quadrature de phase*.

Remarque : *Comment déterminer le déphasage?*

On choisit la phase du courant φ_i *comme origine des phases* ($\varphi_i = 0$), *donc :*

le déphasage entre u *et* i *devient* $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \varphi_u$ *donc on a :*

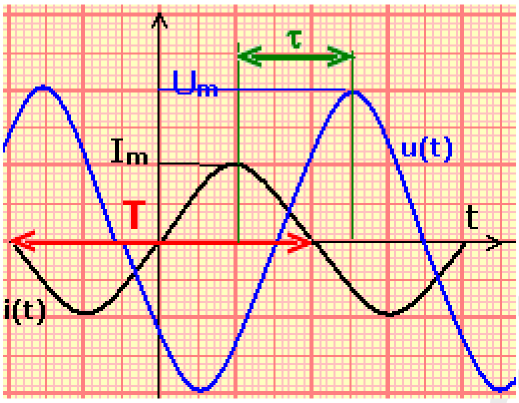
$$i(t) = I_m.\cos(\omega t) \text{ et } u(t) = U_m.\cos(\omega t + \varphi)$$

$$\Longrightarrow u(t) = U_m.\cos(\omega t + \varphi) = U_m.\cos\left(\omega(t + \frac{\varphi}{\omega})\right) = U_m.\cos(\omega(t + \tau))$$

Le retard temporel $\tau = \frac{\varphi}{\omega}$ *entre les deux courbes de* u *et* i *correspond au déphasage* φ *entre* $i(t)$ *et* $u(t)$.

On a : $\tau = \frac{\varphi}{\omega}$ *avec :* $\omega = \frac{2\pi}{T}$ *d'où :* $\varphi = \frac{2\pi.\tau}{T}$.

La détermination de τ sur l'écran de l'oscilloscope permet de connaitre la valeur absolue du déphasage: $|\varphi| = \frac{2\pi.\tau}{T}$.



- *Si* $u(t)$ *est en avance de phase par rapport à* i*, alors :* $\varphi > 0$.
- *si* $u(t)$ *est en retard de phase par rapport à i, alors :* $\varphi < 0$

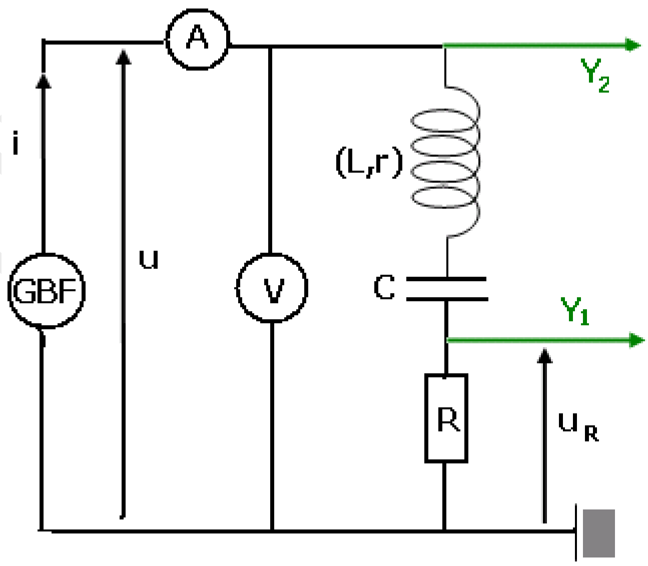
Remarque:

La courbe qui est en avance de phase par rapport à l'autre est celle qui se coupe avec l'axe de temps avant l'autre (ou bien celle qui atteint leur maximum la première) .

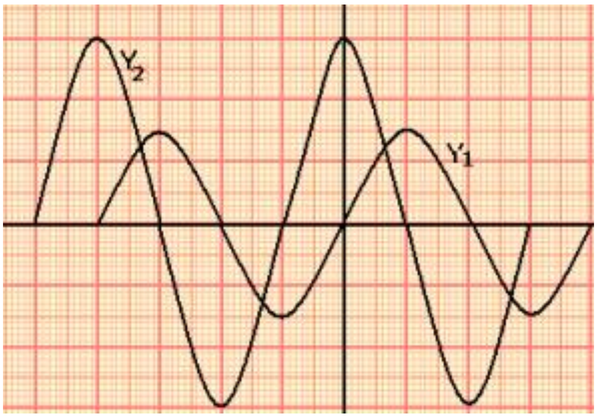
II- Etude d'un dipôle RLC en régime sinusoïdale forcé.

1) Etude expérimental:

On réalise le montage suivant :



On obtient l'oscillogramme de la figure suivante:



On donne :

- *La sensibilité verticale pour les deux entrées :* $S_V = 5V/div$;
- *La sensibilité horizontale:* $S_h = 1{,}6ms/div$;
- $R = 150\Omega$; $L = 1H$ $(r = 10\Omega)$ *et* $C = 0{,}1\mu F$

Remarque :

- *On obtient des oscillations forcées car le générateur GBF impose sur circuit RLC sa fréquence et il l'oblige d'osciller avec cette fréquence c'est le régime d'oscillations forcées.*
- *Le générateur GBF s'appelle excitateur alors que le circuit RLC s'appelle résonateur.*

*) Exploitation :

1- *Que représente la courbe visualisée dans l'entrée Y_1 et celle visualisée dans Y_2.?*
2- *Déterminer la période T et la pulsation ω.*
3- *Déterminer la valeur de l'intensité maximale I_m du courant électrique qui traverse le circuit puis donner l'expression de l'intensité instantanée $i(t)$.*
4- *Déterminer la valeur de la tension maximale U_m entre les bornes du dipôle RLC.*
5- *Déduire la valeur de l'impédance Z du dipôle RLC.*
6- *Déterminer la valeur la valeur absolue du déphasage entre la tension et le courant puis déterminer son signe et en déduire l'expression de la tension instantanée de la tension aux bornes du dipôle RLC.*

Réponse :

1- La courbe visualisée sur l'entrée Y_1 représente $u_R(t)$ et celle visualisée sur Y_2 représente $u(t) = u_{RLC}(t)$;

On a: $u_R(t) = R.i(t) \Longrightarrow i(t) = \frac{u_R(t)}{R}$

Donc la courbe visualisée sur la voie Y_1 est proportionnelle à $i(t)$.

$u_R(t)$ et $i(t)$ ont la même phase.

2-

- Déterminons T :

On sait que : $T = X.S_h$ avec : $X = 4div$ et $S_h = 1{,}6ms/div$

A.N : $T = 4 \times 1{,}6.10^{-3} = 6{,}4.10^{-3}s$

- Déterminons ω

On sait que : $\omega = \frac{2\pi}{T}$

A.N : $\omega = \frac{2\pi}{6{,}4.10^{-3}} = 980\ rad/s$

3-

- Déterminons I_m :

On a : $i(t) = \frac{u_R(t)}{R} \Longrightarrow I_m = \frac{U_{Rmax}}{R}$

On sait que : $U_{Rmax} = Y_1.S_v$ avec : $Y_1 = 1{,}5div$ et $S_v = 5\ V/div$

A.N : $I_m = \frac{1{,}5 \times 5}{150} = 0{,}05A$

Et on a :

$$i(t) = I_m.cos(\omega t) \text{ et } u(t) = U_m.cos(\omega t + \varphi)$$

D'où : $i(t) = 5 \times 10^{-2}.cos(980t)$

4-

- Déterminons U_m :

On sait que : $U_m = Y_2.S_v$ avec : $Y_2 = 3div$ et $S_v = 5\ V/div$

A.N : $U_m = 15V$

5- Calculons Z :

On sait que : $Z = \frac{U_m}{I_m}$

A.N : $Z = \frac{15}{5\times10^{-2}} = 300\Omega$

6- Déterminons $|\varphi|$:

On sait que : $|\varphi| = \frac{2\pi.\tau}{T}$

Et on a : $\tau = \frac{T}{4}$

A.N : $|\varphi| = \frac{2\pi.\frac{T}{4}}{T} = \frac{\pi}{2} rad$

$u(t)$ *est en avance de phase par rapport à* $i(t)$, *donc* $\varphi > 0$ *et par conséquence :* $\varphi = \frac{\pi}{2} rad$.

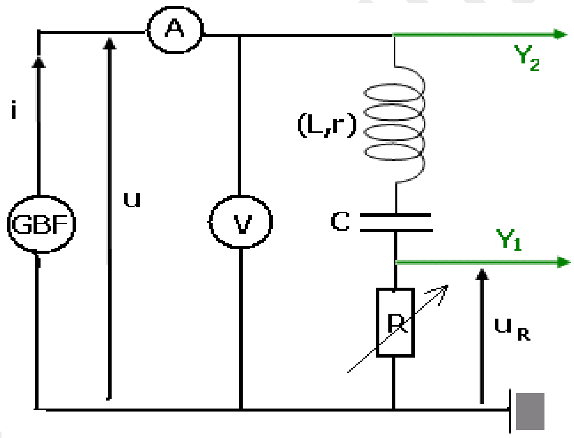
D'où : $u(t) = 15.\cos\left(980t + \frac{\pi}{2}\right)$

2) Etude théorique : (Hors programme du baccalauréat)

III- Phénomène de résonance électrique.

1) Etude expérimentale :

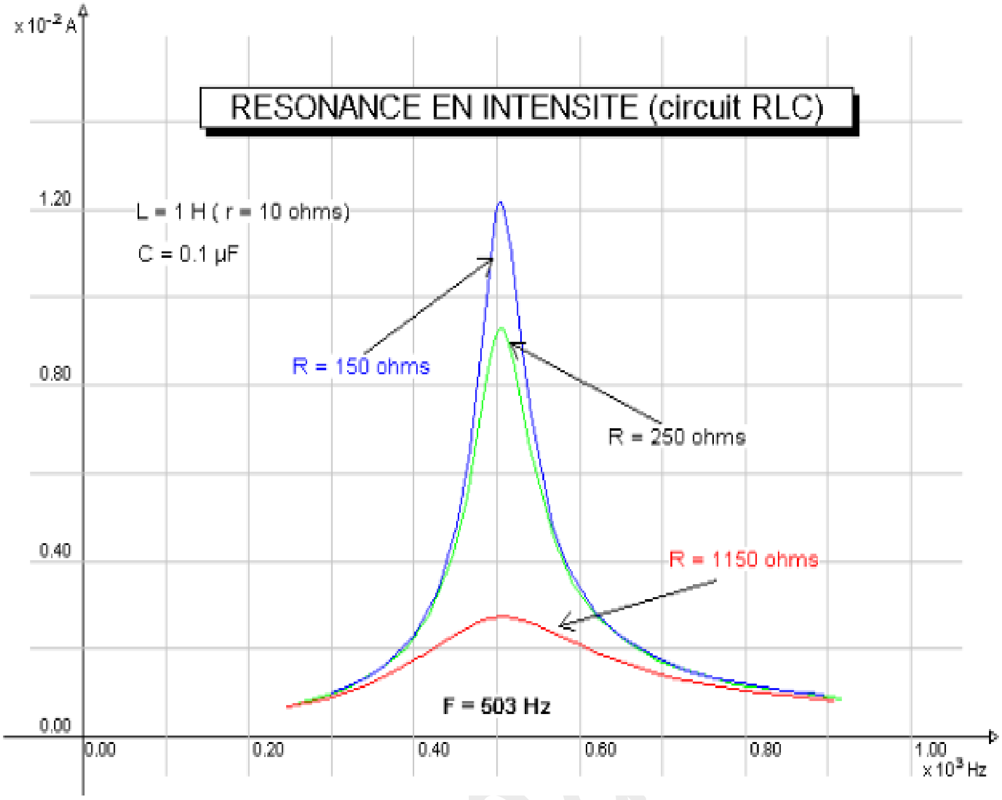
On réalise le montage suivant dans lequel la fréquence N du générateur GBF est variable ainsi que la résistance R,



l'inductance de la bobine $L = 1H$ *et sa résistance interne* $r = 10\Omega$ *et la capacité du condensateur est* $C = 0{,}1\mu F$.

On garde la tension efficace constante $U = 2V$.

Pour une valeur de R, on fait varier la fréquence N, et à chaque fois, on relève la valeur efficace I de l'intensité.



- *On remarque que les courbes possèdent des maximas correspondant à peu prés à la même fréquence $N \approx 500Hz$, quelque soit la résistance totale du circuit RLC série.*

On calcule la fréquence propre du circuit RLC série :

$$N_0 = \frac{1}{2\pi.\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi.\sqrt{1 \times 0{,}1.10^{-3}}} = 503Hz$$

On en déduit que la valeur efficace I prend une valeur maximale I_0, quand la fréquence N du GBF (l'excitateur) égalise la fréquence propre du circuit RLC série (le résonateur) : On dit dans ce cas que le circuit RLC série est dans un état de résonance.

- *D'après les courbes de résonance on remarque que :*

- Si la résistance totale du circuit est faible, la résonance est aigue.

- Si la résistance totale du circuit est grande, la résonance est floue.

2) Etude théorique de la résonance :

Soit le dipôle (RLC) représenté par la figure ci-dessus :

Appliquons aux bornes du dipôle la tension :

$u(t) = U\sqrt{2}\cos(2\pi f.t + \varphi)$ *de fréquence f réglable.*

Le dipôle est traversé alors par un courant d'intensité :

$i(t) = I\sqrt{2}\cos(2\pi f.t)$

On écrit :

*) Aux bornes du conducteur ohmique :

On sait que : $u_R(t) = R.i(t)$

$\Longrightarrow u_R(t) = R.I\sqrt{2}\cos(2\pi f.t)$

D'où, on peut avoir : $U_R = R.I$

*) Aux bornes du condensateur:

On sait que : $i = \frac{dq}{dt} = C.\frac{du_c}{dt}$

$\Longrightarrow u_c(t) = \frac{1}{C}.\int i(t).dt = \frac{1}{C.2\pi f}.I\sqrt{2}\sin(2\pi f.t)$

D'où, on peut avoir : $U_C = \frac{I}{C.2\pi f}$

*) Aux bornes de la bobine:

On sait que : $u_b(t) = r.i + L.\frac{di}{dt}$

$\Longrightarrow u_b(t) = r.I\sqrt{2}\cos(2\pi f.t) - L.2\pi f.I\sqrt{2}\sin(2\pi f.t)$

Ici, on ne peut pas extraire la tension efficace U_b aux bornes de la bobine directement.

*) Aux bornes du dipôle (RLC), on écrit:

$$u(t) = u_R(t) + u_b(t) + u_c(t)$$

Soit :

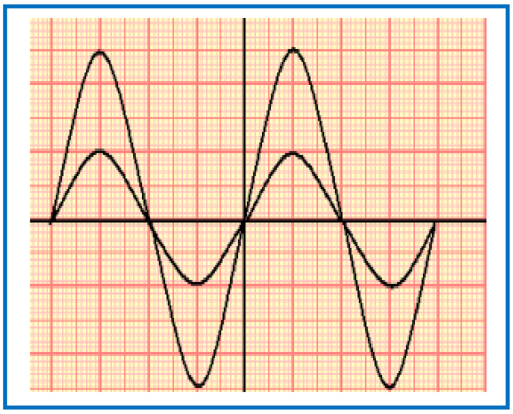
$$U\sqrt{2}\cos(2\pi f.t + \varphi) = (R+r).I\sqrt{2}\cos(2\pi f.t) + (\frac{1}{C.2\pi f} - L.2\pi f).I\sqrt{2}\sin(2\pi f.t)$$

- A la résonance, on a : $f_0 = \frac{1}{2\pi.\sqrt{LC}}$, donc :

$$\frac{1}{C.2\pi f_0} - L.2\pi f_0 = \frac{1}{C.2\pi\frac{1}{2\pi.\sqrt{LC}}} - L.2\pi\frac{1}{2\pi.\sqrt{LC}} = \frac{\sqrt{LC}}{C} - \frac{L}{\sqrt{LC}} = \frac{(\sqrt{LC})^2 - LC}{C.\sqrt{LC}} = 0$$

L'équation précédente devient alors :

$$U\sqrt{2}\cos(2\pi f.t + \varphi) = (R+r).I\sqrt{2}\cos(2\pi f.t)$$

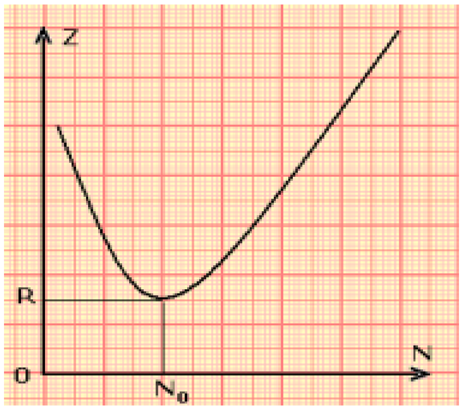


Par identification ; on trouve : $\varphi = 0$

« On dit alors qu'à la résonance la tension instantanée et l'intensité instantanée sont en phase »

Et on trouve aussi : $U = (R+r).I_0$

avec : I_0 *est* *Intensité efficace du courant à la résonance* $\Longrightarrow I_0 = \frac{U}{R+r}$



- *L'impédance* Z_0 *du circuit à la résonance:*

On sait que : $Z_0 = \frac{U}{I_0}$ *avec :* $I_0 = \frac{U}{R+r}$

d'où : $Z_0 = R_t = R + r$

« On dit alors qu'à la résonance, l'impédance du dipôle (RLC) est minimale. Elle est égale à la résistance totale de ce dipôle ».

Remarque :

- ✓ *A la résonance, I est maximale donc l'impédance Z est minimale est égale à la résistance totale du circuit RLC.*
- ✓ *A la résonance, elle peut se produire, aux bornes du condensateur, une tension efficace supérieure à la tension appliquée par le générateur aux bornes du dipôle RLC.*
- ✓ *A la résonance,* $\frac{1}{C.2\pi f} - L.2\pi f = o$ *soit :* $\frac{1}{C.\omega} - L.\omega = 0$ *d'où :* $L.\omega = \frac{1}{C.\omega}$

Soit aussi : $L.C.\omega^2 = 1$

Complément de cours :

- ✓ *L'impédance du circuit RLC pour une fréquence f donnée est donnée par :*

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

- ✓ *Déphasage* φ *de* $u(t)$ *par rapport à* $i(t)$ *pour une fréquence f donnée est donné par :*

$$tan\varphi = \frac{L.\omega - \frac{1}{C.\omega}}{R+r} \quad et \quad cos\varphi = \frac{R+r}{Z}$$

Application n°1 : Exercice n° 1 ; Série n°8

الصفحة 6/8	RS 31	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا – الدورة الاستدراكية 2015 – الموضوع – مادة: الفيزياء والكيمياء – شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (الترجمة الفرنسية)

II -Les oscillations électriques forcées dans un circuit RLC série

On réalise le circuit électrique schématisé sur la figure 4 qui comporte :

-Un générateur basse fréquence (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale $u_{AB}(t) = U_m \cos(2.\pi.N.t)$.

-Un conducteur ohmique de résistance $R=20\Omega$;

- Un condensateur de capacité C réglable ;
- Une bobine d'inductance L et de résistance $r_b = 8,3\Omega$;
- Un voltmètre.

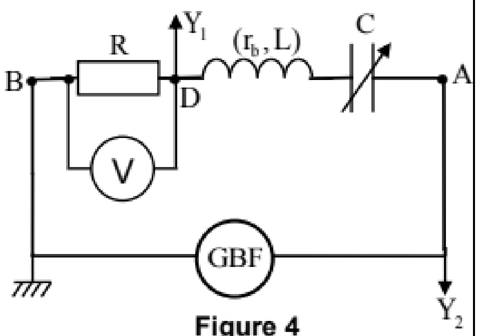


Figure 4

1- On fixe la capacité du condensateur sur la valeur C_1 et on visualise, à l'aide d'un oscilloscope, la tension $u_R(t)$ entre les bornes du conducteur ohmique sur la voie Y_1 et la tension $u_{AB}(t)$ sur la voie Y_2. On obtient l'oscillogramme représenté sur la figure 5.

0,25 **1-1-** Identifier, parmi les courbes (1) et (2), celle représentant $u_R(t)$.

0,25 **1-2-**Déterminer la valeur de l'impédance Z du circuit.

0,75 **1-3-**Ecrire, l'expression numérique de l'intensité $i(t)$ du courant circulant dans le circuit.

2- On fixe la capacité C du condensateur sur la valeur $C_2 = 10\mu F$, tout en gardant les mêmes valeurs de U_m et de N. Le voltmètre indique alors la valeur $U_{DB} = 3V$.

0,5 **2-1-** Montrer que le circuit est dans un état de résonance électrique.

0,25 **2-2-**Déterminer la valeur de L.

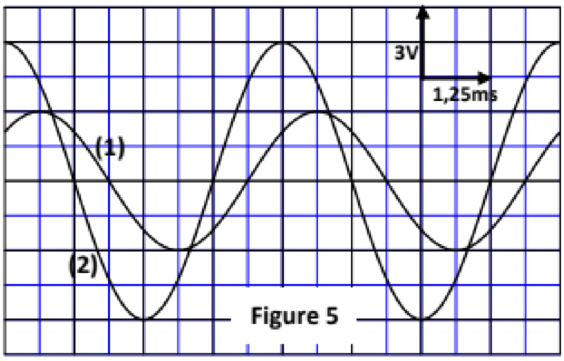


Figure 5

1) Bande passante à -3 décibels $(-3dB)$:

On appelle bande passante (à -3décibels$(-3dB)$), l'intervalle de fréquences sur lequel l'intensité efficace I du courant est supérieur à $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$;

I_0 *désignant l'intensité efficace à la résonance.*

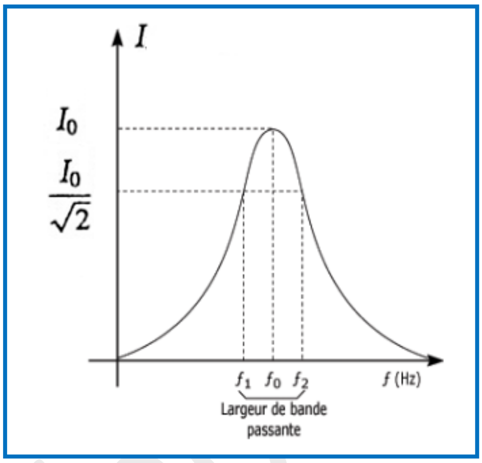
On appelle $\Delta f = f_2 - f_1$, *la largeur de la bande passante. Elle ne dépend que des caractéristiques propres au circuit* (RLC).

2) Facteur de qualité :

Le facteur de qualité d'un dipôle (RLC) est définit par :

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f}$$

Ce nombre sans dimension caractérise « l'acuité » de la résonance.



Application n°2 : Exercice n° 2 ; Série n°8

الصفحة 8	RS31	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا –الدورة الاستدراكية 2011 – الموضوع – مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (الترجمة الفرنسية)

3- Etude des oscillations forcées dans un dipôle RLC série.

Expérience 2 :

On monte en série le conducteur ohmique (D) , la bobine (B) et le condensateur (C). On applique entre les bornes du dipôle obtenu une tension sinusoïdale $u(t) = 20\sqrt{2}.\cos(2\pi N.t)$ en Volt.

On garde la tension efficace de la tension u(t) constante et on fait varier la fréquence N .

On mesure l'intensité efficace I du courant pour chaque valeur de N . On visualise à l'aide d'un dispositif approprié l'évolution de l'intensité I en fonction de N ,on obtient alors les deux courbes (a) et (b) représentées dans la figure (3)pour deux valeurs R_1 et R_2 de la résistance R ; $(R_2>R_1)$.

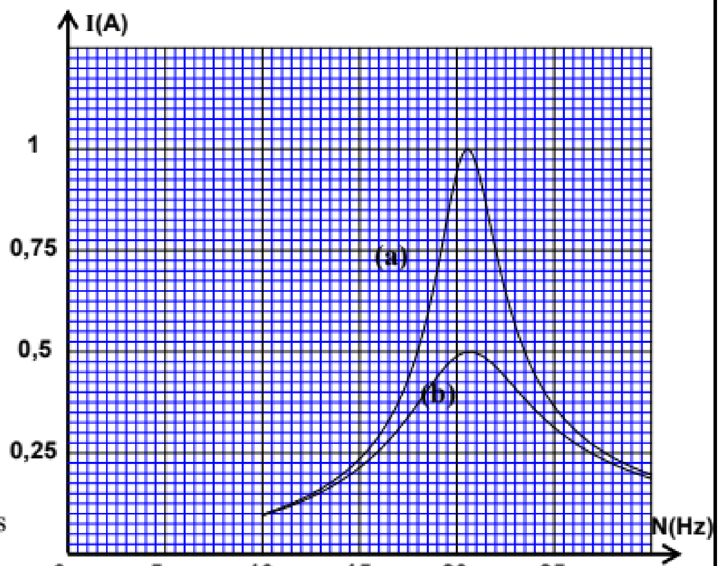


Figure3

A partir du graphe de la figure (3) .

0,25 **3.1-** Déterminer la valeur de la résistance R_1 .

0,25 **3.2-** Calculer le coefficient de qualité Q du circuit dans le cas où $R = R_2$.

Application n°③ : Exercice n° ③ ; Série n°⑧

3- Les oscillations forcées

On monte en série, avec le condensateur précédent et la bobine précédente, un conducteur ohmique (D) de résistance R réglable et un générateur de basse fréquence GBF.

Le générateur applique une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U variable et de fréquence N variable également (figure 4) .

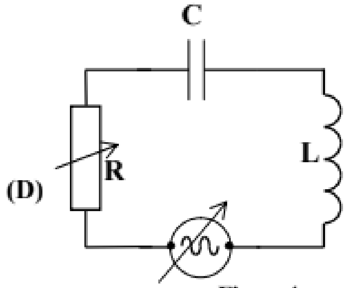


Figure4

La courbe (a), sur la figure 5, représente la variation de l'intensité efficace I du courant parcouru dans le circuit en fonction de la fréquence N quand la tension efficace du générateur est réglée sur la valeur U_1=10V, et la courbe (b) sur la figure 5 représente les variations de I en fonction de N et ce, quand on change la valeur de l'une des deux grandeurs R ou U .

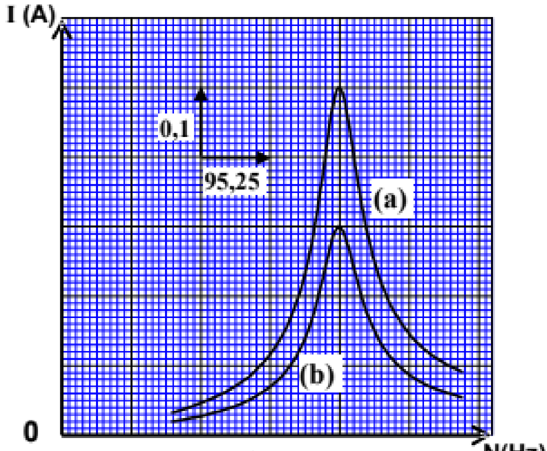


Figure5

0,5 **3.1-** Calculer la valeur de la résistance R du conducteur ohmique (D) correspondante à la courbe (a).

0,5 **3.2-** Trouver l'expression de l'impédance Z du dipôle RLC en fonction de R quand la valeur de l'intensité efficace du courant vaut $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ avec I_0 l' intensité efficace du courant à la résonance .

0,5 **3.3-** Calculer le facteur de qualité du circuit pour chacune des deux courbes .

0,5 **3.4-** Indiquer parmi les deux grandeurs R et U, celui qui a été modifié pour obtenir la courbe (b). Justifier la réponse.

IV- La puissance dans le régime alternatif sinusoïdal :

a- Puissance instantanée :

On a : $u(t) = U_m.cos(2\pi f t + \varphi)$ *et* $i(t) = I_m.cos(2\pi f t)$

On exprime la puissance instantanée par la relation :

$$p(t) = u(t).i(t) = U_m.cos(2\pi f t + \varphi).I_m.cos(2\pi f t)$$

Equivalente à : $p(t) = \frac{1}{2}U_m.I_m[cos(4\pi f t + \varphi) + cos\,\varphi]$

Soit avec : $\frac{U_m}{\sqrt{2}} = U$ *et* $\frac{I_m}{\sqrt{2}} = I$

$$p(t) = U.I.[\cos(4\pi f t + \varphi) + \cos\varphi]$$

La courbe ci-contre représente la puissance instantanée en fonction du temps.
C'est une courbe sinusoïdale de fréquence $f' = 2f$ et translatée par rapport à l'axe des temps de la quantité constante $U.I.\cos\varphi$
On peut la visualiser sur l'écran d'un oscilloscope sous forme d'une tension associée à un coefficient exprimé en unité $(W.V^{-1})$

b- Puissance moyenne :

La puissance moyenne, ou active, consommée par un dipôle (RLC) en régime alternatif sinusoïdal est définie par la relation :

$$\mathcal{P} = U.I.\cos\varphi \quad (1)$$

Où U et I désigne les valeurs efficaces de la tension aux bornes du dipole et l'intensité du courant qui le traverse et φ la phase de la tension instantanée par rapport à l'intensité instantanée.

Son unité est le watt (W)

$\cos\varphi$ est appelé facteur de puissance.

Application n°4 : Exercice n° 4 ; Série n°8

الصفحة 5/8	RS 31	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا – الدورة الاستدراكية 2014 – الموضوع – مادة : الفيزياء والكيمياء – شعبة العلوم الرياضية (أ) و(ب) (الترجمة الفرنسية)

DEUXIEME PARTIE (2,25points) : Etude du dipôle RLC

On obtient un dipôle AB en montant en série une bobine d'inductance $L = 0,32H$ de résistance négligeable , un condensateur de capacité $C = 5,0\mu F$ et un conducteur ohmique de résistance R .

On applique entre les bornes du dipôle AB une tension alternative sinusoïdale de fréquence N réglable : $u(t) = 30\sqrt{2}\cos(2\pi Nt + \varphi)$; Il passe alors dans le circuit un courant d'intensité $i(t) = I\sqrt{2}\cos(2\pi Nt)$. Avec $u(t)$ en Volt et $i(t)$ en Ampère .

- Pour une valeur N_0 de la fréquence N , L'intensité efficace du courant prend une valeur maximale $I_0 = 0,3A$ et la puissance électrique moyenne consommée par le dipôle AB prend la valeur P_0 .
- Pour une valeur N_1 de la fréquence N , ($N_1 > N_0$) l'intensité efficace du courant prend la valeur $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ et la phase prend la valeur $\varphi = \frac{\pi}{4}$. On note P la puissance électrique moyenne consommée par le dipôle AB aux limites de la bande passante par P et à l'extérieur de la bande passante par P_{ext} .

0,5 | 1- Calculer la valeur de R .

0,75 | 2- Calculer la valeur de N_0 .

0,5 | 3- Comparer P avec P_0 ; Conclure.

0,5 | 4- Comparer P_{ext} avec P ; Conclure.

Remarque :

**) La puissance moyenne est égale à la puissance électrique dissipée par effet Joule dans la résistance totale du dipôle* (RLC). *Elle est exprimée par :*

$$\mathcal{P} = (R+r).I^2 \quad (2)$$

Des deux relations (1) *et* (2), *on obtient :* $\cos\varphi = \frac{(R+r).I}{U} = \frac{R+r}{Z}$

**) A la résonance, la puissance moyenne consommée est :*

$$\mathcal{P}_0 = (R+r).{I_0}^2$$

Aux limites de la bande passante on a : $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

donc : $\mathcal{P}_{lim} = (R+r).(\frac{I_0}{\sqrt{2}})^2 = \frac{(R+r).{I_0}^2}{2} = \frac{\mathcal{P}_0}{2}$

d'où, aux limites de la bande passante, la puissance moyenne consommée est égale à <u>la moitie</u> de la puissance moyenne consommée à la résonance,

**) à l'extérieur de la bande passante, on a :* $\mathcal{P}_{ext} = U.I.\cos\varphi$

Et on a : $I < \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ *et* $\cos\varphi < 1$

Donc :

$$\mathcal{P}_{ext} = U.I.\cos\varphi < U.\frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{P_0}{\sqrt{2}} = \frac{P_0}{2}.\sqrt{2} = \mathcal{P}_{lim}.\sqrt{2}$$

D'où :

$$\mathcal{P}_{ext} < \mathcal{P}_{lim}.\sqrt{2}$$

**) Aux limites de la bande passante on a :*

$$\mathcal{P}_{lim} = U.I.\cos\varphi = U.\frac{I_0}{\sqrt{2}}.\cos\varphi \quad (3)$$

D'autre part : $\mathcal{P}_{lim} = \frac{\mathcal{P}_0}{2} = \frac{U.I_0}{2} \quad (4)$

De (3) *et* (4) *on a :* $U.\frac{I_0}{\sqrt{2}}.\cos\varphi = \frac{U.I_0}{2} \implies \cos\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$

D'où : $\varphi = \frac{\pi}{4}$

Application n°5 : Exercice n° 5 ; Série n°8

الصفحة 6/8	NS31F	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2016 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء – مسلك العلوم الرياضية (أ) و (ب) – المسالك الدولية (خيار فرنسية)

3-Oscillations forcées dans un circuit RLC série

Le circuit représenté sur la figure 5 contient :

- un générateur GBF délivrant au circuit une tension sinusoïdale $u_{AB}(t) = 3\sqrt{2}.\cos(2.\pi.N.t)$ exprimée en V et de fréquence N réglable,
- un conducteur ohmique de résistance R_1,
- la bobine (b) précédente,
- un condensateur de capacité C_1,
- un ampèremètre.

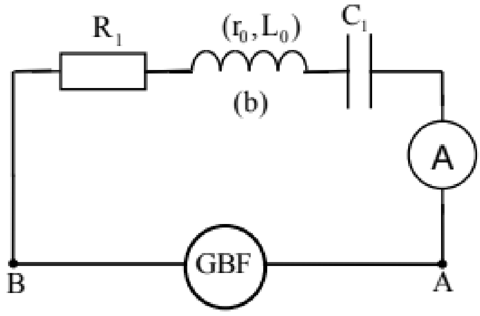


Figure 5

Le coefficient de qualité de ce circuit est $Q=7$, la largeur de la bande passante à -3dB est $14,3\,Hz$.

A la résonance, l'ampèremètre indique la valeur $I_0 = 1,85.10^2\,mA$.

0,5 **3-1-** Déterminer la fréquence des oscillations électriques à la résonance.

0,5 **3-2-** Trouver la valeur de R_1 et celle de C_1.

0,5 **3-3-** Calculer la puissance électrique moyenne, consommée par effet joule, dans le circuit quand la fréquence prend l'une des valeurs limitant la bande passante.

Application n°6 : Exercice n° 6 ; Série n°8

الصفحة 6/8	RS30 F	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا – الدورة الاستدراكية 2017 – الموضوع – مادة: الفيزياء والكيمياء – شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) – خيار فرنسية

II-Oscillations forcées dans le circuit (RLC)

On réalise le montage schématisé sur la figure 3 comportant :

-un générateur de basse fréquence (GBF),

-une bobine d'inductance L_0 et de résistance r_0,

-le conducteur ohmique de résistance $R_0 = 30\,\Omega$,

-le condensateur de capacité $C = 2,5\,\mu F$.

Le générateur délivre une tension alternative sinusoïdale $u(t)=U_m\cos(2\pi Nt)$ de fréquence N réglable. Un courant d'intensité $i(t)=I_m\cos(2\pi Nt+\varphi)$ circule alors dans le circuit.

On fait varier la fréquence N de la tension $u(t)$ en gardant sa tension maximale U_m constante. L'étude expérimentale a permis de tracer les deux courbes représentées sur les figures 4 et 5 où Z est l'impédance du circuit et I_m est l'intensité maximale du courant.

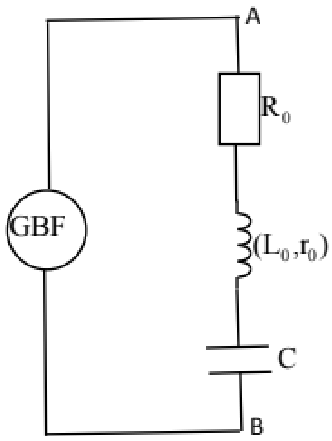


Figure 3

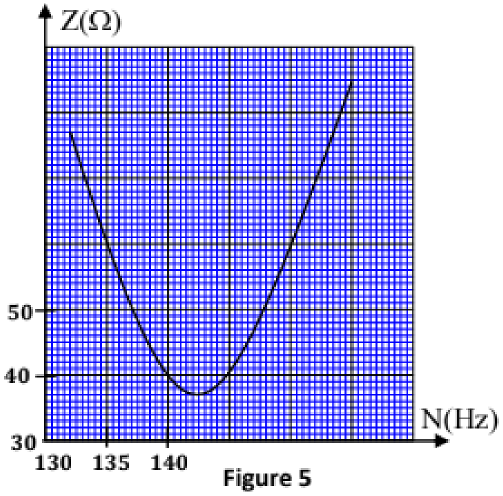


Figure 5

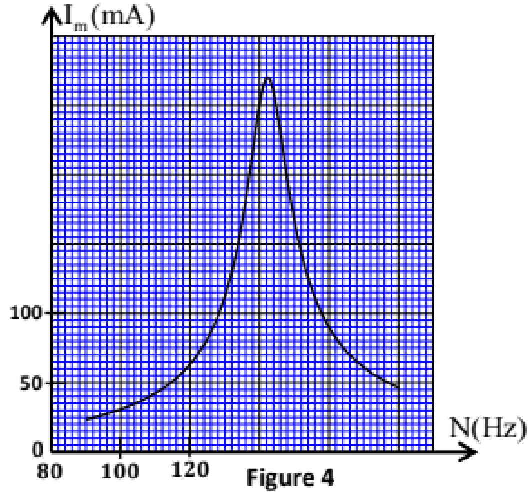


Figure 4

0,5	**1**-Choisir l'affirmation juste parmi les propositions suivantes : **a**-Le générateur (GBF) joue le rôle du résonateur. **b**-Les oscillations du circuit sont libres. **c**- φ représente le coefficient de puissance. **d**-L'expression du coefficient de qualité est $Q=\frac{N_0}{\Delta N}$.
0,75	**2**-Déterminer la valeur de U_m, de L_0 et celle de r_0.
0,5	**3**- Déterminer la valeur de la puissance électrique moyenne consommée dans le circuit à la résonance.