

**P 13 - OSCILLATIONS ELECTRIQUES FORCEES EN REGIME
SINUSOIDAL : CIRCUITS (R, L, C) SERIE**

TRAVAUX DIRIGES TERMINALE S

1 On donne deux tensions sinusoïdales, exprimées en volts

$$u_1 = 3\cos(250t) ; u_2 = 4\cos(250t + \varphi) \text{ avec } \varphi = -40^\circ.$$

Par une méthode graphique, déterminer la tension u telle que : $u = u_1 + u_2$



2 La fréquence de la tension sinusoïdale délivrée par un générateur est $f = 200$ Hz. Calculer l'impédance des dipôles suivants, lorsqu'ils sont branchés à ses bornes :

- 1) un conducteur ohmique de résistance $R = 23 \Omega$ un condensateur de capacité $C = 80 \mu\text{F}$;
- 2) une bobine d'inductance $L = 34 \text{ mH}$ et de résistance négligeable ;
- 3) bobine de résistance $r = 40 \Omega$ et d'inductance $L = 34 \text{ mH}$.

3 Un générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale dont la valeur efficace vaut $U = 24$ V. La fréquence de cette tension est $f = 180$ Hz.

On branche aux bornes du générateur une bobine de résistance $r = 120 \Omega$ et d'inductance $L = 250 \text{ mH}$.

- 1) Faire la construction de Fresnel relative à ce circuit.
- 2) Calculer l'intensité efficace du courant passant dans la bobine.
- 3) Calculer la phase φ de la tension par rapport à l'intensité.



4 Un générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale de valeur efficace $U = 12$ V et de fréquence $f = 50$ Hz.

On branche à ses bornes un conducteur ohmique de résistance $R = 85 \Omega$ et un condensateur de capacité $C = 5 \mu\text{F}$ en série.

- 1) Faire la construction de Fresnel relative à cette association.
- 2) Calculer l'intensité efficace du courant.
- 3) Quelle est la phase de l'intensité par rapport à la tension ?
Déterminer la phase φ de la tension par rapport à l'intensité.



5 Une bobine, de résistance R et d'inductance L , est soumise à une tension constante $U_1 = 20$ V.
L'intensité du courant vaut $I_1 = 2,5$ A.

On lui applique ensuite une tension $u = 18\sqrt{2} \cos(100\pi t)$. L'intensité efficace prend alors la valeur $I_2 = 2$ A.
Calculer les valeurs de L et R .

6 Un dipôle (R, L, C) série est constitué

- d'un conducteur ohmique de résistance $R = 50 \Omega$;
- d'une bobine d'inductance $L = 45 \text{ mH}$ et de résistance $r = 10 \Omega$;
- d'un condensateur de capacité $C = 10 \mu\text{F}$

On alimente ce dipôle par une tension sinusoïdale de tension efficace $U = 6$ V et de fréquence $f = 100$ Hz.

- 1) Faire la représentation de Fresnel relative à ce circuit.
- 2) Calculer l'impédance du circuit.
- 3) Calculer l'intensité efficace I du courant.
- 4) Calculer la tension efficace aux bornes de chaque composant.
- 5) Calculer la phase φ de la tension par rapport à l'intensité.

doro-cisse.e-monsite.com

7 Un dipôle possède les caractéristiques suivantes : $R = 20 \Omega$; $L = 500 \text{ mH}$; $C = 100 \mu\text{F}$.

Il est alimenté par un GBF qui délivre une tension alternative sinusoïdale de fréquence f_0 , de valeur efficace $U = 5,0$ V, qui provoque la résonance du dipôle (R, L, C).

- 1) Calculer f_0 .
- 2) Calculer le facteur de qualité Q.
- 3) Déterminer l'énergie stockée dans le dipôle (R, L, C).
- 4) Calculer l'énergie consommée par le dipôle (R, L, C) pendant une durée $t = 25$ s.
- 5) Déterminer le facteur de puissance du circuit.

8 On dispose de trois dipôles élémentaires (ou dipôles simples), de natures différentes et de caractéristiques inconnues.

1) Ils sont successivement alimentés par un générateur de tension sinusoïdale et de fréquence variable. A la fréquence $f = 50$ Hz, pour différentes valeurs de la tension, on mesure l'intensité du courant I qui parcourt chaque dipôle et on obtient les résultats consignés dans le tableau suivant :

U(V)		0	2	4	6	8	10
I (mA)	Dipôle 1.....	0	19	42	58	72	100
	Dipôle 2.....	0	19	42	58	72	100
	Dipôle 3.....	0	19	42	58	72	100

1.a- Représenter dans le même système d'axes, avec les unités de votre choix, $U = f(I)$ pour les trois dipôles.

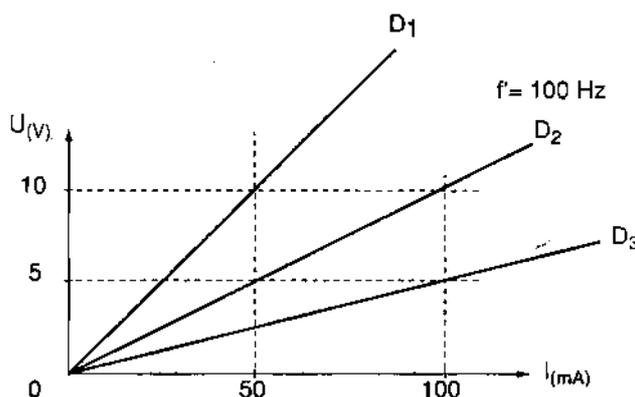
1.b- Calculer l'impédance de ces trois dipôles de nature différente. Que constatez-vous ?

2) Une seconde série de mesures réalisées à la fréquence $f' = 100$ Hz permet de construire les représentations graphiques suivantes :

2.a- Calculer l'impédance de chacun des dipôles à la fréquence $f' = 100$ Hz.

2.b- En analysant les résultats de la première série de mesures et ceux de la seconde, identifier la nature de chacun dipôles élémentaires D1, D2 et D3.

Calculer pour chacun d'eux, la grandeur qui le caractérise.



3) Par un montage approprié, on veut mettre en évidence phénomène de résonance électrique.

3.a- Faire le schéma de ce montage.

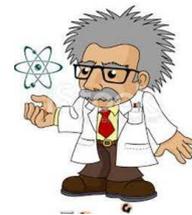
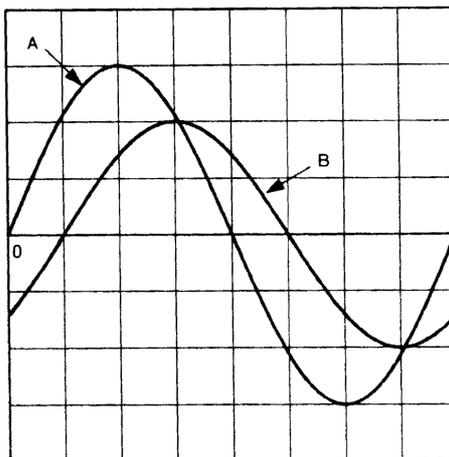
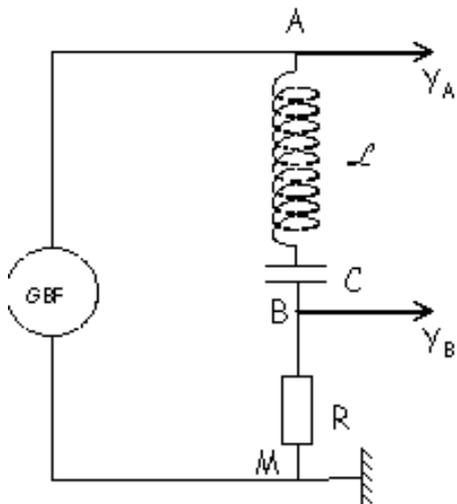
3.b- Représenter, à la résonance, l'allure des courbes $u = f(t)$; et $i = f(t)$ telles qu'on pourrait les observer sur l'écran d'un oscillographe à deux voies branché convenablement.

3.c- Calculer la fréquence de résonance.

9 Un GBF délivre une tension sinusoïdale de fréquence f aux bornes d'un dipôle comprenant en série :

- Une inductance pure $L = 1,0$ H ;
- Un condensateur C ;

- Un conducteur ohmique de résistance totale R.



La figure ci-dessus représente ce qu'on observe sur l'écran de l'oscilloscope avec les réglages suivants :

- Sensibilités verticales sur les deux voies : 5,0 V/division ;
- Balayage horizontal : 2,5 ms/division.

1) Déterminer la période T de la tension sinusoïdale $u(t)$ délivrée par le G.B.F. En déduire la fréquence f et la pulsation ω correspondantes.

2) A $t = 0$, le spot de la voie A est en O. Quelle est l'expression de $u(t)$?

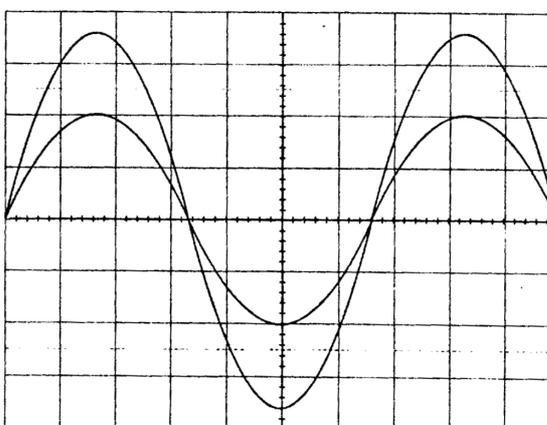
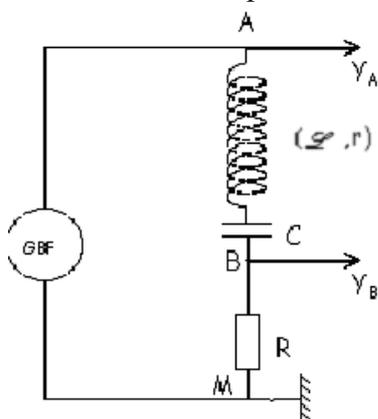
3) Déterminer les valeurs numériques de la tension efficace U aux bornes du dipôle et de l'intensité efficace I du courant.

4) Déterminer le déphasage ϕ entre $u(t)$ et $i(t)$. En déduire l'expression de $i(t)$.

5) A l'aide de la construction de Fresnel, déterminer la relation donnant $\tan\phi$ en fonction des paramètres du circuit. En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

10 Un GBF délivre une tension sinusoïdale de fréquence f aux bornes d'un dipôle comprenant en série :

- Une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- Un condensateur $C = 100 \text{ nF}$;
- Un conducteur ohmique de résistance totale $R = 10 \Omega$.



La figure ci-dessus représente ce qu'on observe sur l'écran de l'oscilloscope avec les réglages suivants :

- Sensibilités verticales sur les deux voies : 0,5 V/division ;
- Balayage horizontal : 0,1 ms/division.

1) Déterminer la période T de la tension sinusoïdale $u(t)$ délivrée par le G.B.F. En déduire la fréquence f et la pulsation ω correspondantes.

2) Déterminer les valeurs maximales de la tension U_m aux bornes du dipôle et de la tension U_{Rm} aux bornes du résistor. En déduire la valeur maximale I_m de l'intensité du courant.

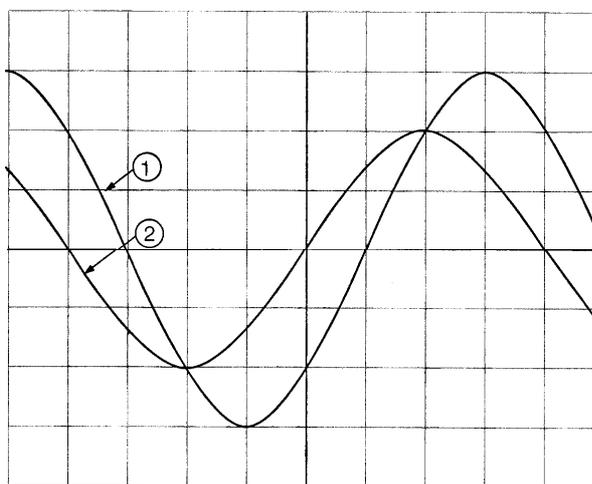
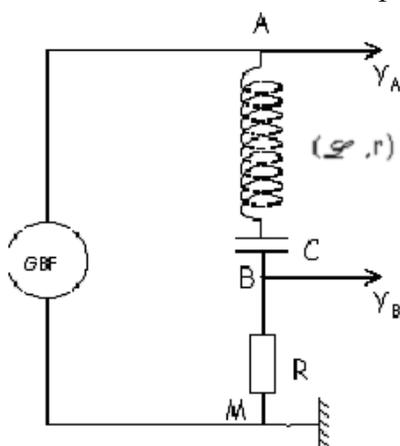
3) Déterminer le déphasage φ entre $u(t)$ et $i(t)$. Dans quel état se trouve le circuit ?

4) Etablir la relation entre U_m et U_{Rm} faisant intervenir R et r . Déterminer r .

5) Rappeler la relation donnant la fréquence des oscillations en fonction de L , la pulsation et C dans le cas particulier envisagé. Que vaut L ?

11 Un GBF délivre une tension sinusoïdale de fréquence f aux bornes d'un dipôle comprenant en série :

- Une inductance pure $L = 1,0$ H et de résistance $r = 8,5$ ohm ;
- Un condensateur de capacité C ;
- Un conducteur ohmique de résistance $R_0 = 100$ ohm.



La figure ci-dessus représente ce qu'on observe sur l'écran de l'oscilloscope avec les réglages suivants :

- Sensibilités verticales sur les deux voies : 2,0 V/division ;
- Balayage horizontal : 2 ms/division.

1) Déterminer la période T de la tension sinusoïdale $u(t)$ délivrée par le G.B.F. En déduire la fréquence f et la pulsation ω correspondantes.

2) Déterminer les valeurs maximales U_m de la tension aux bornes du dipôle et de l'intensité I_m du courant.

3) On pose $i(t) = I_m \cos(\omega t)$ et $u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$. Déterminer le déphasage φ entre $u(t)$ et $i(t)$. Quel est son signe ?

4) A l'aide de la construction de Fresnel, déterminer la relation donnant $\tan \varphi$ en fonction des paramètres du circuit. En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

doro-cisse.e-monsite.com

12 Un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace constante

$U = 10,0$ V, est utilisé pour alimenter un conducteur ohmique de résistance $R = 100 \Omega$, un condensateur de capacité $C = 0,5 \mu\text{F}$ et une bobine de résistance $R_b = 100 \Omega$ et d'inductance $L = 50$ mH.

Ces trois dipôles étant montés en série :

1) Pour la fréquence $f = f_1 = 318$ Hz du GBF, calculer :

1.a- L'impédance Z du montage.

1.b- La valeur efficace I_1 du courant $i(t)$ débité par le GBF.

1.c- La puissance P_1 consommée par le montage.

1.d- La phase φ de la tension $u(t)$ délivrée par le GBF par rapport au courant $i(t)$ qu'il débite. Préciser laquelle de ces deux grandeurs (tension ou courant) est en avance sur l'autre.

2) Pour la fréquence f_1 , tracer à l'échelle le diagramme de Fresnel du montage en utilisant les résultats des questions précédentes.

3) Calculer la valeur f_0 de la fréquence propre du montage. Que deviennent les différentes valeurs calculées à la question 1) si on alimente le montage avec la fréquence f ? Comment s'appelle le phénomène particulier qui se produit quand $f = f_0$?

(Extrait Bac S2 1999)

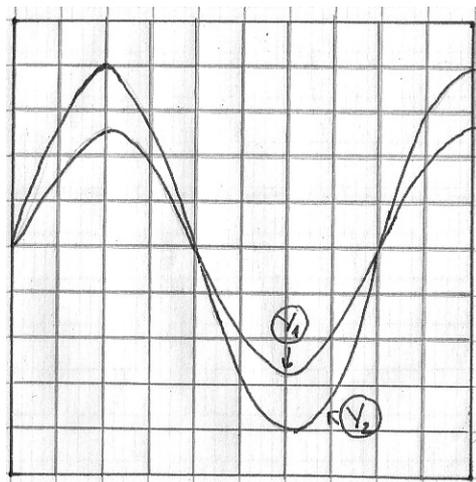
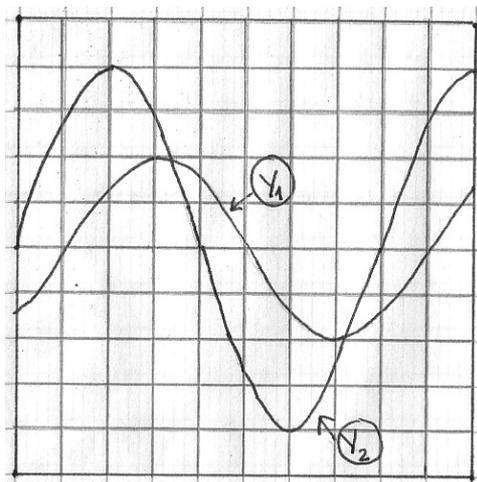
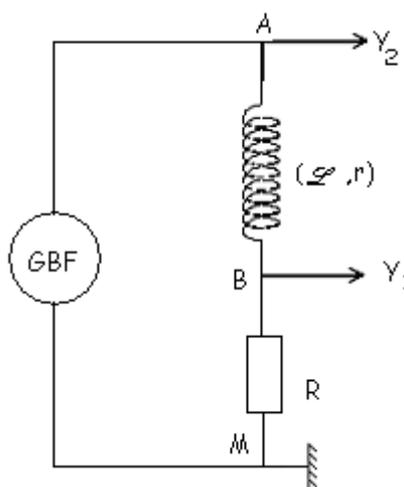


13 Un dipôle D, comprend, en série, une bobine d'inductance L et de résistance r , un résistor de résistance $R = 20 \Omega$. On applique aux bornes de cette association une tension sinusoïdale $u = U_m \cos \omega t$. Grâce à un oscilloscope on observe les courbes de la figure (1). Le balayage est réglé à $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ s/cm}$ et la sensibilité des voies (1) et (2) est de 1 V/cm .

1) A partir des courbes, déterminer la période (T), la pulsation (ω) et la fréquence (N) de la tension sinusoïdale.

2) Déterminer l'amplitude (U_{\max}) de la tension aux bornes du dipôle D et l'intensité maximale (I_{\max}) du courant traversant l'association.

3) Déterminer la différence de phase entre la tension aux bornes du dipôle D et le courant qui le traverse.



4) Déterminer les valeurs de l'impédance Z , du dipôle D, de r et de L de la bobine inductive.

5) On insère dans le circuit précédent, et en série, un condensateur de capacité $C = 112 \mu\text{F}$. On observe sur l'écran de l'oscilloscope les courbes de la figure (2). Les réglages du balayage et des sensibilités verticales ne sont pas modifiés.

5.a – Préciser l'état de fonctionnement du nouveau circuit. Quel est le nouveau déphasage entre le courant et la tension aux bornes de ce circuit ?

5.b - L'état de fonctionnement de ce circuit est-il compatible avec la valeur de l'impédance Z trouvée à la question 4 ?

5.c - À partir grandeurs visualisées, dans la figure 2, retrouver la valeur de la résistance (r) de la bobine.

(Extrait Bac S2 2000)

14 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 :

$$I = 150 \text{ mA} ; \quad U_{MP} = 19 \text{ V} ; \quad U_{PN} = 12 \text{ V}.$$

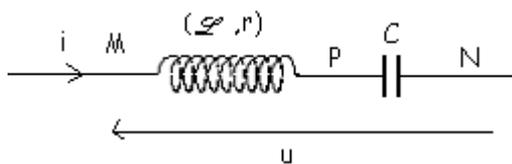
1) Faire la construction de Fresnel en prenant l'échelle suivante : 1 cm pour 2 volts.

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.

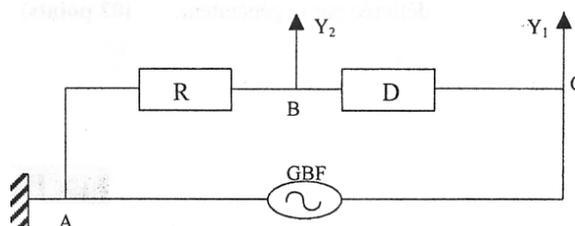
3) Donner les expressions des tensions instantanées U_{MP} et U_{PN} en fonction du temps.

4) Calculer la puissance moyenne consommée par le dipôle MN. **(Extrait Bac S1S3 1998)**



15 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-contre.



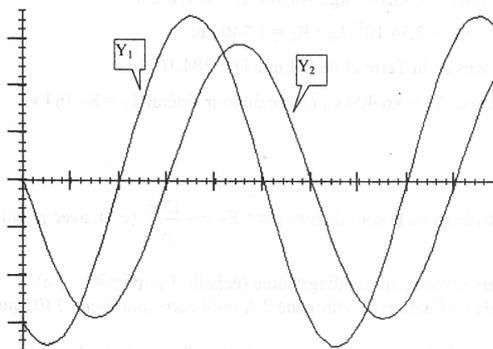
- le générateur B.F. délivre une tension alternative sinusoïdale $u(t)$ de fréquence N .

- La résistance du conducteur ohmique est $R = 205 \Omega$.

- L'oscilloscope bicourbe, branché comme indiqué sur le schéma, possède les réglages suivants :

1) On observe sur l'écran de l'oscilloscope les courbes ci-contre.

- balayage horizontal : 3 ms.cm^{-1}
- sensibilité verticale de la voie Y_1 : 20 V.cm^{-1}
- sensibilité verticale de la voie Y_2 : 10 V.cm^{-1}



1.a - Montrer que le dipôle D est une bobine résistive, Déterminer ses caractéristiques r et L .

1.b - Etablir 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 $N' = 50,5 \text{ Hz}$.

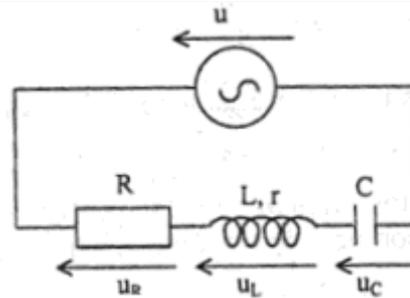
2.a - Quelle doit être la valeur de la capacité C pour que le courant $i'(t)$ parcourant le circuit soit en avance de phase de $\frac{\pi}{6}$ sur la tension $u'(t)$ délivrée par le générateur ?

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

(Extrait Bac S1S3 2001)

16 Soit un dipôle R, L, C série formé d'un résistor de résistance R , d'une bobine d'inductance L et de résistance $r = 17,65 \Omega$ et d'un condensateur de capacité C .

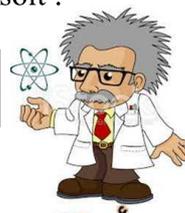
Il est relié aux bornes d'un générateur qui délivre une tension sinusoïdale de valeur efficace constante $U = 1$ V. La fréquence f de cette tension est réglable. Le dipôle est parcouru par un courant d'intensité efficace I . (voir figure)



1) Etablir l'équation différentielle qui fournit la valeur instantanée $u(t)$ aux bornes du dipôle en fonction de R , r , L , C et de la fréquence. En déduire l'expression de l'intensité efficace I en fonction de f .

2) L'expérience donne le tableau de mesure de l'intensité efficace en fonction de la fréquence, soit :

i(mA)	1	1,8	4,3	7,2	8,5	7,2	4,7	3,2	2,4	1,5	1	0,7
f(Hz)	160	180	200	210	215	220	230	240	250	270	300	350



Tracer la courbe $I = g(f)$. **Echelles** : 2 cm \leftrightarrow 1 mA ; 1 cm \leftrightarrow 20 Hz

3) Indiquer la fréquence de résonance f_0 et l'intensité I_0 correspondante. En déduire R .

4) A la résonance d'intensité la tension efficace U_c aux bornes du condensateur est donnée par $U_c = Q.U$ où Q est le facteur de qualité du circuit et U la tension efficace aux bornes du circuit. En déduire les deux expressions de Q , l'une en fonction de L , l'autre en fonction de C . Pourquoi l'appelle-t-on facteur de surtension ? Déduire de la courbe les valeurs f_1 et f_2 des fréquences qui limitent la bande passante usuelle.

5) En admettant que $|f_2 - f_1| = \frac{f_0}{Q}$. Calculer L et C pour ce circuit. **(Extrait Bac S2 2000)**



17 **On donne** : $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7}$ S.I.

On applique aux bornes d'une bobine de résistance r et d'inductance L une tension $u(t) = 220 \sqrt{2} \cos(2\pi ft)$ de fréquence f variable. On mesure à l'aide d'un ampèremètre à aiguille, l'intensité efficace I du courant électrique qui traverse la bobine pour différentes valeurs de f .

On obtient les résultats groupés dans le tableau ci – dessous :

f (Hz)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
I (A)	2,10	1,80	1,60	1,37	1,18	1,03	0,91	0,81	0,73	0,67	0,61	0,56	0,52
Z (Ω)													
Z ² ($10^4 \Omega^2$)													

Z désigne l'impédance de la bobine.

1) Compléter le tableau et tracer le graphe $Z^2 = g(f^2)$

doro-cisse.e-monsite.com

2) Donner sans démonstration l'expression de l'impédance Z d'une bobine de résistance r et de coefficient d'auto-inductance L .

3) Déduire du graphe les caractéristiques r et L de la bobine.

4) Rappeler la définition du coefficient d'auto-inductance L .

5) La bobine de longueur $l = 30$ cm comporte $N = 1743$ spires. Le diamètre d d'une spire est $D = 10$ cm. Etablir l'expression de L en fonction de l , N et D . Calculer L .

6) La bobine de résistance $r = 100 \Omega$, de coefficient d'auto inductance $L = 0,1$ H est branchée en série avec un conducteur ohmique de résistance $R = 65,6 \Omega$ et un condensateur de capacité $C = 10 \mu F$.

6.a - Calculer le déphasage ϕ de l'intensité i du courant par rapport à la tension aux bornes de l'association dans le cas où $u(t) = 220 \sqrt{2} \cos(100\pi t)$. Faire le diagramme de Fresnel.

6.b - Donner l'expression de la tension aux bornes de la bobine en fonction du temps.

(Extrait Bac S1S3 2003)

18 Un dipôle (AM) est constitué par l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance R , d'un condensateur de capacité C variable et d'une bobine d'inductance L et de résistance $r = 25,8 \Omega$. Le dipôle est alimenté par une tension alternative sinusoïdale $u(t)$. On choisit l'origine des temps telle que :

$$i(t) = I\sqrt{2} \cos(\omega t) \text{ et } u(t) = U\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi).$$

1) Exprimer $u(t)$ en fonction i , $\frac{di}{dt}$ et $\int idt$ et montrer que $u(t)$ peut se mettre sous la forme :

$$u(t) = \alpha \cos(\omega t) + \beta \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) + \gamma \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

où α , β et γ sont des constantes que l'on explicitera.



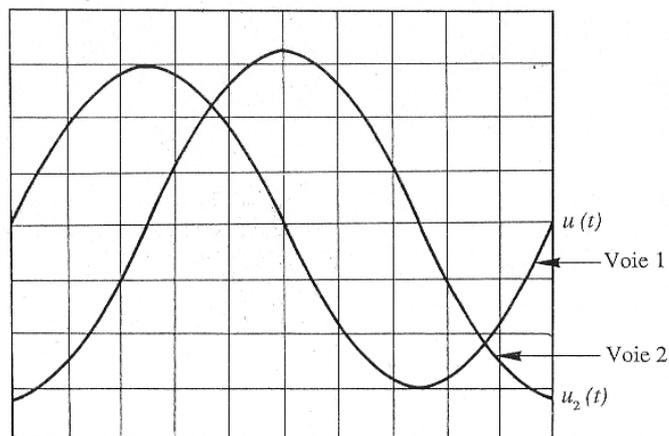
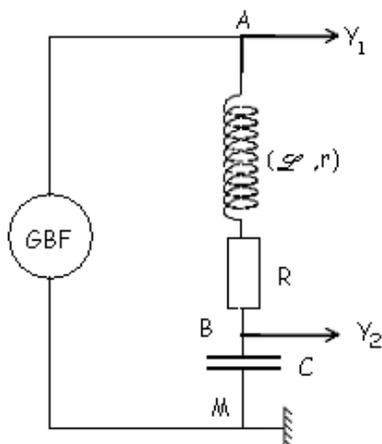
2) - Etablir les expressions des valeurs efficaces I de l'intensité du courant et U_C de la tension aux bornes du condensateur en fonction de R , r , L , C , ω et U .

- Donner l'expression de $\tan\varphi$ où φ est la phase entre la tension $u(t)$ et l'intensité $i(t)$ du courant.

3) Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser les tensions $u_{AM} = u(t)$ et $u_{BM} = u_C(t)$.

Pour une valeur particulière C_0 de la capacité du condensateur, on obtient l'oscillogramme suivant avec les réglages :

- balayage horizontal : 2 ms/division
- sensibilités verticales : voie Y_1 : 5 V/division ; voie Y_2 : 20 V/division.



3.a - Donner l'expression littérale puis numérique de u_C en fonction du temps.

3.b - Déterminer la phase Φ entre $u(t)$ et $u_C(t)$. En déduire la valeur de phase φ entre la tension $u(t)$ et l'intensité $i(t)$.

3.c - Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine sachant que $C = 10,1 \mu\text{F}$.

3.d - Calculer la valeur I_0 de l'intensité efficace du courant. En déduire la valeur de la résistance R .



doro-cisse.e-monsite.com