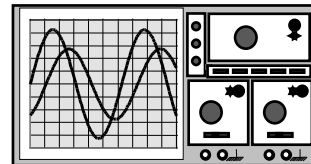


Série N°5 Oscillations électriques en régime sinusoidale forcé



Introduction

Au cours d'une séance de travaux pratiques, on dispose du matériel suivant :

- Un résistor de résistance **R**
- Une bobine de caractéristiques (**L; r**)
- Un condensateur **C = 1 μF**.
- Un oscilloscope bi courbe
- Un générateur de signaux de basses fréquences (G.B.F) pouvant délivrer une tension :
 $u_g(t) = U_m \sin(2\pi N.t)$
- Des fils de connexion

1°) a) Faire le schéma du circuit RLC en série alimenté par le G.B.F.

b) Donner l'expression de la **fréquence propre** **N₀** du circuit.

c) Quand le circuit sera-t-il le siège d'oscillations forcées ?

d) Préciser le résonateur et l'excitateur, quel est le rôle de l'excitateur ?

2°)

a) Etablir l'équation différentielle vérifiée par **i(t)**.

b) Faire la construction de Fresnel pour **N < N₀**, **N > N₀** et **N = N₀** (fréquence propre du circuit) .
Préciser dans chaque cas l'état du circuit. Sachant que la solution de l'équation différentielle est

$$i(t) = I_m \sin(2\pi N.t + \varphi)$$

c) En déduire les expressions de l'intensité maximale, de l'impédance du circuit et de la **tgφ**.

3°) **Etude de la résonance de l'intensité**

a) Expliquer le phénomène de la résonance d'intensité ?

b) Montrer qu'à la résonance d'intensité **N_R = N₀**.

c) Que deviennent les valeurs de l'impédance **Z** et de déphasage entre **u_g(t)** et **i(t)** pour **N = N₀**.

d) Donner le montage nécessaire pour étudier la variation de l'intensité efficace **I** en fonction de la fréquence du générateur **N**.

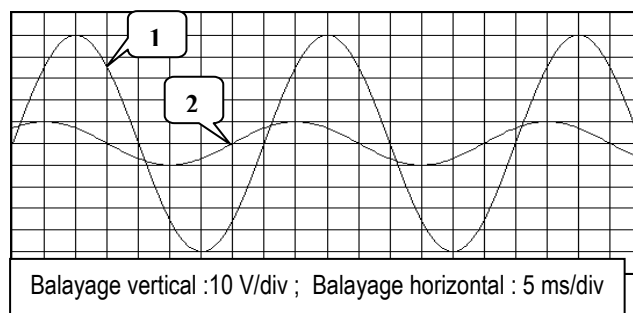
e) Tracer l'allure de la courbe donnant **I = f(N)** pour deux valeurs **R₁** et **R₂** de la résistance du résistor tel que **R₁ > R₂**. Quel phénomène ces courbes mettent-elles en évidence ?

4°) **Visualisation des tensions u(t) et u_R(t)**

a) Indiquer sur un schéma les branchements de l'oscilloscope permettant de visualiser **u(t)** et **u_R(t)**.

b) Préciser celle des deux courbes qui représente la tension **u(t)** délivrée par le générateur. Justifier.

c) Déterminer l'expression de **u(t)** et celle de **u_R(t)**

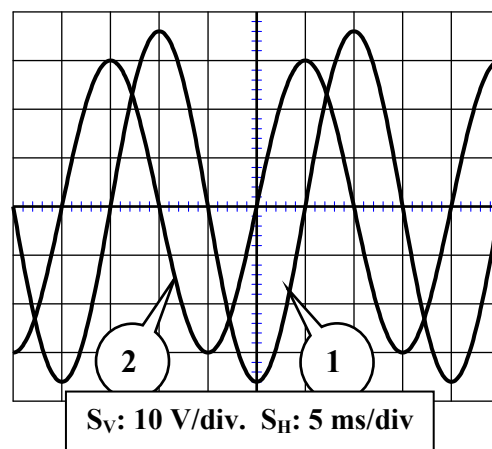


5°) **Visualisation des tensions u(t) et u_C(t)**

a) Indiquer sur un schéma les branchements de l'oscilloscope permettant de visualiser **u(t)** et **u_C(t)**.

b) Montrer que la tension **u_C(t)** est en retard par rapport à **u(t)** quelque soit la valeur de **N** et identifier l'oscillogramme de **u_C(t)**.

c) Déterminer l'expression de **u(t)** et celle de **u_C(t)**



Exercice N° 2

On dispose d'un dipôle **D** formé d'une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**, d'un condensateur de capacité **C = 2,2 μF** et d'un résistor de résistance **R = 20 Ω** montés en série.

On alimente le dipôle D par un générateur de basse fréquence (**GBF**) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(\omega t)$ d'amplitude U_m constante et de fréquence N variable. A l'aide d'un oscilloscope bi courbe, on désire étudier simultanément la tension $u(t)$ aux bornes du dipôle D et de la tension aux bornes du résistor R.

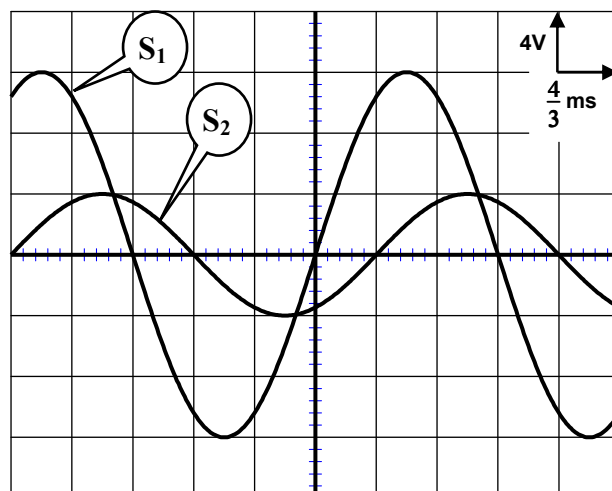
1°)

- Faire le schéma du circuit en précisant les branchements nécessaires entre l'oscilloscope et le circuit.
- Donner l'expression de la **fréquence propre** N_0 du circuit.
- Quand le circuit sera-t-il le siège d'oscillations forcées ?

2°)

Lorsqu'on ajuste la fréquence N du (**GBF**) à une valeur N_1 . On obtient les oscillogrammes suivants :

- Montrer que l'oscillogramme (S_1) correspond à $u(t)$.
- Pourquoi dit-on que l'oscillogramme (S_2) visualise l'intensité $i(t)$ du courant ?
- Déterminer le déphasage de $u(t)$ par rapport à $i(t)$. En déduire si le circuit est inductif ou capacitif ?
- Déterminer l'expression de l'intensité $i(t)$ qui traverse le circuit.
- Etablir l'équation différentielle vérifiée par $i(t)$.
- Faire la construction de Fresnel pour $N=N_1$. Déterminer les valeurs de r et de l'inductance L .



3°)

On fixe la fréquence du (**GBF**) à la valeur $N_2=120\text{Hz}$ de manière que les deux tensions $u(t)$ et $u_R(t)$ deviennent en phase.

- Préciser en le justifiant l'état d'oscillation du circuit.
- Exprimer la fréquence N_2 en fonction de L et C . Retrouver alors la valeur de L .
- Déterminer l'expression de $i(t)$.
- Calculer la valeur du coefficient de surtension Q . Conclure.

4°)

- Tracer l'allure de la courbe donnant la variation de la puissance moyenne P consommée par le circuit en fonction de la fréquence N de (**GBF**).
- Calculer la valeur de cette puissance pour $N=N_2$. Comment varie cette valeur de puissance lorsque la valeur de R augmente.
- Montrer que $\frac{dE}{dt} = u \cdot i - (R+r)i^2$ où E représente l'énergie électromagnétique de cet oscillateur.
- En déduire que pour $N=N_2$ l'énergie électromagnétique E est constante et calculer sa valeur.

Exercice N° :03

Exercice 2 (8 pts) :

Un circuit série est formé par :

- Une bobine d'inductance et de résistance r inconnue.
- Un conducteur ohmique de résistance R .
- Un condensateur de capacité inconnue $C=16 \mu\text{F}$.
- Un générateur de basses fréquences délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t)=U_m \sin(2\pi Nt + \varphi_u)$ de fréquence N réglable et de valeur maximale U_m constante.

L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est $i(t)=I_m \sin(2\pi Nt + \varphi_i)$.

L'équation reliant $i(t)$, sa dérivée première $\frac{di(t)}{dt}$ et sa primitive $\int idt$ est : $(R+r)i(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int idt = u(t)$

A l'aide d'un oscilloscope bi courbe, on visualise les tensions $u(t)$ et $u_R(t)$ aux bornes du résistor.

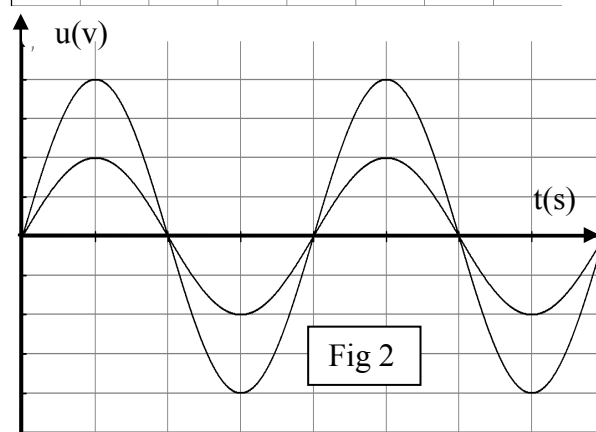
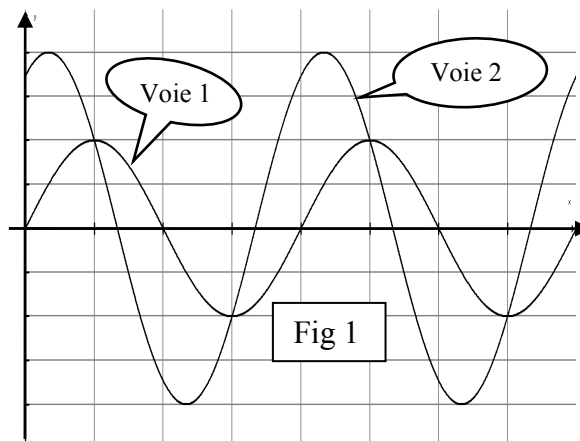
La sensibilité horizontale est égale à 5 ms.div^{-1} .

La sensibilité verticale de la voie 1 est 5 V.div^{-1} .

La sensibilité verticale de la voie 2 est 1 V.div^{-1} .

- Pour une valeur N_1 de la fréquence, on obtient l'oscillogramme de **la figure 1**

- a- En tenant compte des sensibilités verticales, identifier les tensions visualisées respectivement sur la voie 1 et sur la voie 2. Calculer la pulsation ω_1 et la tension efficace U_R aux bornes du résistor.
- b- Faire le schéma du circuit en précisant les connexions à l'oscilloscope.
- c- Calculer le déphasage angulaire de la tension $u(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$, $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$. Calculer φ_i . Le circuit est résistif, capacitif ou inductif.
- d- Calculer l'intensité efficace I du courant traversant le circuit. Calculer l'impédance Z du dipôle AB.
- 2- a- Faire la construction de Fresnel. Echelle : $1V \rightarrow 1cm$
b- Déduire les valeurs de r et C .
- 3- En faisant varier C ou ω , on obtient l'oscillogramme de la figure 2. La sensibilité verticale de la voie 2 est maintenant $2V.div^{-1}$
- a- Quel est l'état du circuit ? Justifier la réponse.
- b- Quel paramètre a-t-on modifié ? Calculer sa nouvelle valeur.
- c- Etablir l'expression de l'intensité en fonction du temps.
- d- Y'a-t-il surtension dans ces conditions ?



Calculer la puissance moyenne consommée par le circuit RLC.

Exercice N° :04

Une portion de circuit AB comporte en série, un résistor de résistance R , un condensateur de capacité C variable et une bobine d'inductance L et de résistance interne négligeable.

Entre A et B, on applique une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin 2\pi Nt$ avec $U_m = \text{constante}$.

A l'aide d'un oscilloscope bi courbe, on visualise les tensions $u_c(t)$ sur la voie Y_1 aux bornes du condensateur et $u(t)$ aux bornes de AB sur la voie Y_2 , on obtient les oscillogrammes suivants :

1/

- a- Parmi les deux schémas de circuit précédents, préciser celui qui permet d'obtenir les oscillogrammes précédents en indiquant les branchements de l'oscilloscope.
- b- Préciser sur le schéma le graphe qui correspond à $u(t)$ et celui qui correspond à $u_c(t)$.

2/ A partir des oscillogrammes déterminer :

- a) la fréquence N de la tension $u(t)$.
- b) les valeurs maximales U_m et U_{cm} respectivement des tensions $u(t)$ et $u_c(t)$.
- c) le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_{uc}$.

3)

a- A partir de l'expression $i(t) = I_m \sin (2\pi Nt + \varphi)$ de l'intensité instantanée du courant, exprimer $u_c(t)$ en fonction du temps.

b- donner l'expression de I_m en fonction de N , C et U_{cm} . Calculer I_m sachant que $C = 4,7 \mu F$.

c- Montrer que la tension $u(t)$ est en retard de $\pi / 4$ par rapport à $i(t)$. Le circuit est-il inductif, capacitif ?

4/

a- Faire la construction du Fresnel relative à ce circuit en prenant pour échelle :

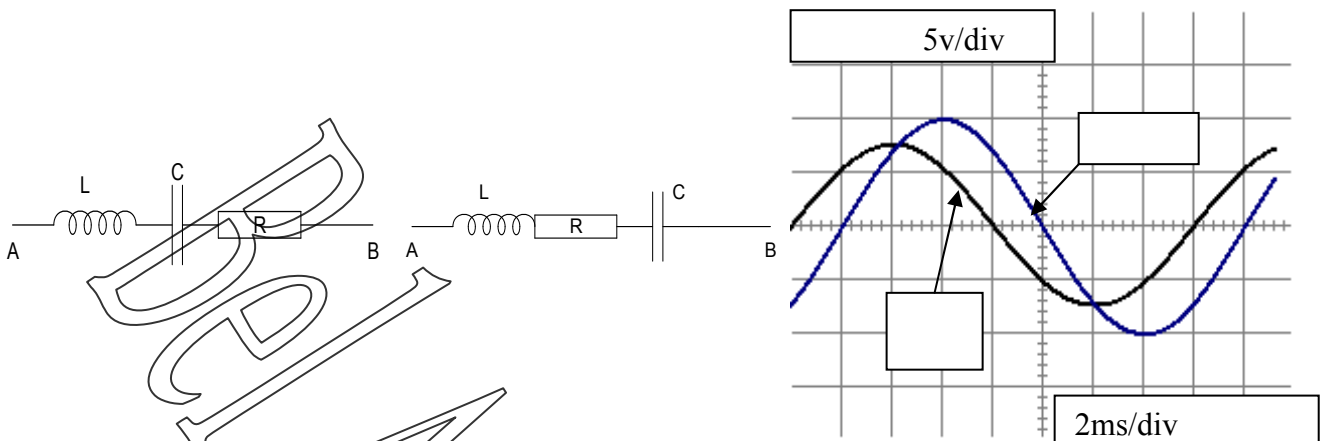
$1cm \rightarrow 1 \text{ volt}$

b- En déduire la valeur de R et de L .

5/ On modifie la capacité C du condensateur, pour une valeur C_1 de la capacité, on constate que $u_c(t)$ devient en quadrature retard de phase par rapport à $u(t)$.

- a) Montrer que le circuit est alors le siège de résonance d'intensité.
- b) A-t-on augmenté ou diminué la capacité du condensateur ?

- c) Calculer C_1 .
- d) Calculer la puissance moyenne maximale consommée par le circuit RLC.
- e) Calculer le coefficient de surtension. Y'a-t-il surtension ? Justifier la réponse.



Exercice N° :05

Un montage électrique est formé par une association en série, d'un dipôle résistor de résistance R , d'une bobine purement inductive et d'un condensateur de capacité C . L'ensemble est alimenté par un générateur de tension alternative $u_G(t) = U_{G\text{Max}} \sin(\omega_e t)$ de fréquence f réglable et qui maintient à ses bornes une tension efficace U_G constante.

Un oscilloscope bi-courbe convenablement branché permet de visualiser simultanément les tensions $u_G(t)$ et la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.

- 1) Faire le schéma d'un montage qui permet de visualiser la tension $u_G(t)$ sur la voie A et la tension $u_C(t)$ sur la voie B. On indiquera les branchements nécessaires sur le schéma.
- 2) Établir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant $i(t) = I_{\text{Max}} \sin(\omega_e t + \varphi)$. On donnera l'expression de I_{max} en fonction de $U_{G\text{Max}}$, L , N_e , L , C et R .
- 3) Montrer que l'amplitude I_{Max} est maximale pour une valeur particulière ω_R de la pulsation ω_e du générateur. Exprimer ω_R en fonction de L et C .
- 4) On fixe la valeur de la fréquence du générateur à une valeur N_1 .
On observe sur l'oscilloscope les oscillogrammes (A) et (B) représentés sur la figure ci après. Un ampèremètre branché en série dans le montage indique la valeur $I = \sqrt{2} \cdot 10^{-2}$ A.

- a- Identifier les oscillogrammes A et B. justifier clairement votre réponse.
 - b- Déterminer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_U - \varphi_{u_C}$.
 - c- En déduire le déphasage entre la tension $u_G(t)$ et l'intensité $i(t)$.
 - 5)
 - a- Déterminer les expressions instantanées des tensions $u_C(t)$, $u_G(t)$ et de l'intensité $i(t)$. On prendra $N_1 = 125\text{Hz}$.
 - b- Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.
 - 6) Calculer la puissance moyenne fournie par le générateur.
 - 7) Faire une construction de Fresnel à l'échelle, relative aux tensions maximales aux bornes des dipôles du montage. En déduire les valeurs de R et de L .
- Échelle : 1 cm $\rightarrow$ 1 V.

