

- Bonne -
chance

* ELBADAOLI *

2020-2021

phy - chi

2^m Bac. SEIATH 07-72-96-61-01

2^m Ba SC MATH

-2020-

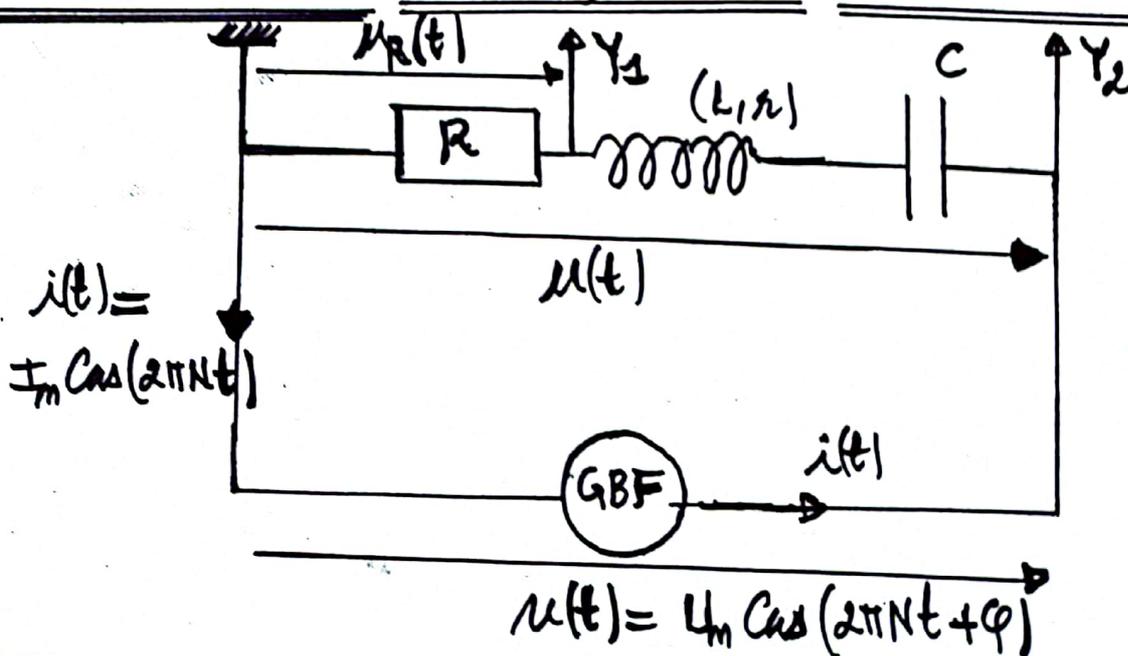
-2021-

RLC: FORCÉES

⊕ Grandeurs alternatives sinusoïdales

lorsqu'on alimente un circuit par une tension alternative sinusoïdale. il en résulte un courant alternatif sinusoïdale.

le générateur oblige ces deux grandeurs à osciller avec sa période et non leur période. on dit que les oscillations sont forcées.



$$u(t) = U_m \cos(2\pi Nt + \varphi)$$

①

* I_m : Intensité maximale ou amplitude (A)

* N : fréquence

* U_m : tension maximale ou amplitude (V)

* φ : phase de u par rapport à $i(t)$. et on écrit

$$\triangle * \varphi_{u/i} = \varphi_u - \varphi_i \quad (\text{en générale})$$

↳ phase de u par rapport à i

$$\triangle * \varphi_{i/u} = \varphi_i - \varphi_u$$

↳ phase de i par rapport à u .

* $\omega = 2\pi N$ la pulsation ($\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$)

II/ Tension efficace:

la tension efficace d'une tension alternative sinusoïdale est notée U ou U_e son expression est:

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

↳ mesurée par le voltmètre

↳ mesurée par l'oscilloscope

III/ intensité de courant efficace

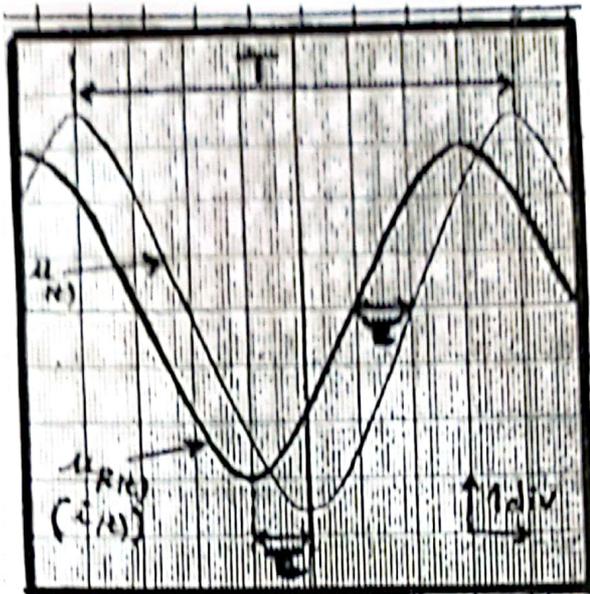
l'intensité de courant efficace d'un courant alternatif sinusoïdal est notée I ou I_e et son

expression est: $I_e = I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$

avec I_m : l'intensité de courant maximale

I_e ou I : mesurée par l'ampèremètre

I_m : mesurée par l'oscilloscope



on donne

$R = 100 \Omega$

on donne, la sensibilité verticale pour les deux entrées: $S_V = 2V/div$ et la sensibilité horizontale $S_H = 5ms/div$

* on. $U_m = 3,5 div \times 2V/div = 7V$

• $U_{Rm} = 3 div \times 2V/div = 6V$

• $U_{Rm} = R I_m \Rightarrow I_m = \frac{U_{Rm}}{R} \Rightarrow I_m = \frac{6}{100}$

$\Rightarrow I_m = 0,06A = 60mA$

poson:

* $u(t) = U_m \cdot \cos(2\pi Nt + \varphi)$

* $i(t) = I_m \cdot \cos(2\pi Nt)$

on remarque que $u(t)$ atteint le maximum après $u_R(t)$ ($i(t)$) $\Rightarrow \Delta\varphi < 0$

$\Rightarrow \varphi_M - \varphi_i < 0$

$\Rightarrow \varphi - 0 < 0$

$\Rightarrow \varphi < 0$

(4)

V / Déphasage:

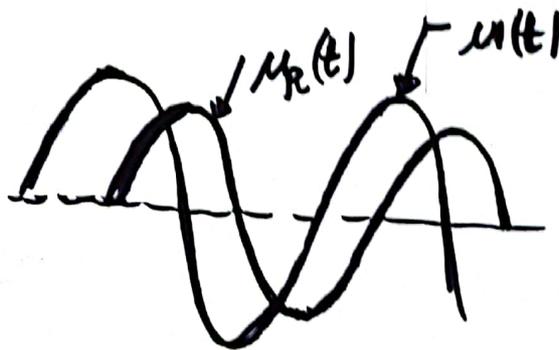
Déphasage entre u et i son expression est:

$$\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$$

* si la tension $u(t)$ atteint son maximum avant $i(t)$ ou $u_R(t)$ car: u_R est l'image de $i(t)$

$$\Rightarrow \Delta\varphi > 0$$

* si la tension atteint son maximum après $i(t)$ on dit que la tension $u(t)$ est en retard de phase sur $i(t) \Rightarrow \Delta\varphi < 0$



on remarque que $u(t)$ atteint le maximum avant $u_R(t)$ ($i(t)$) donc: $\Delta\varphi > 0$ donc:

$$u(t) = U_m \cos(2\pi Nt + \varphi)$$

$$i(t) = I_m \cos(2\pi Nt)$$

$$\Rightarrow \Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \varphi - 0 = \varphi$$

$$\text{or } \Delta\varphi > 0 \Rightarrow \varphi > 0$$

③



$$|\Delta\varphi| = \frac{2\pi}{T} \cdot \tau$$

Relation a retenir par coeur

on remarque: $\begin{cases} T \rightarrow 8 \text{ div} \\ \tau \rightarrow 1 \text{ div} \end{cases}$

$$\Rightarrow \frac{\tau}{T} = \frac{1}{8} \Rightarrow |\Delta\varphi| = \frac{2\pi}{T} \cdot \tau = \frac{2\pi}{8}$$

$$\Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\pi}{4}$$

$$\text{or: } \Delta\varphi = \varphi < 0 \Rightarrow \boxed{\varphi = -\frac{\pi}{4}}$$

$$\text{on a: } N = \frac{1}{T} \Rightarrow N = \frac{1}{8 \text{ div} \times 5 \text{ ms/div}} = \frac{1}{8 \times 5 \cdot 10^{-3}}$$

$$N = 25 \text{ Hz}$$



$$u(t) = 7 \cdot \cos\left(50\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (V)}$$

$$i(t) = 60 \cdot \cos(50\pi t) \text{ (mA)}$$

Rem:

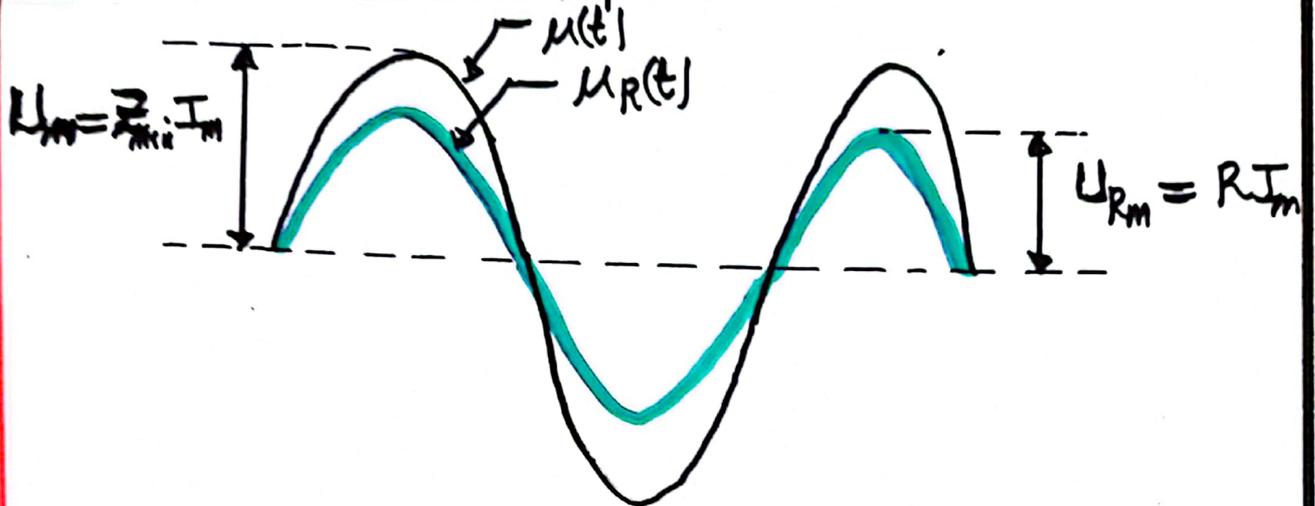
- $\Delta\varphi > 0$: Circuit inductif (tension en avance)
et $L\omega > \frac{1}{C\omega}$ avec: $\omega = 2\pi N$
- $\Delta\varphi < 0$: Circuit capacitif (tension en retard)
et: $L\omega < \frac{1}{C\omega}$

(5)

* l'intensité efficace est maximale est

$$I = I_0 = \frac{U}{Z_{\min}}$$

* $u(t)$ et $u_R(t)$ en phase $\Rightarrow \Delta\varphi = 0$



à la résonance en générale:

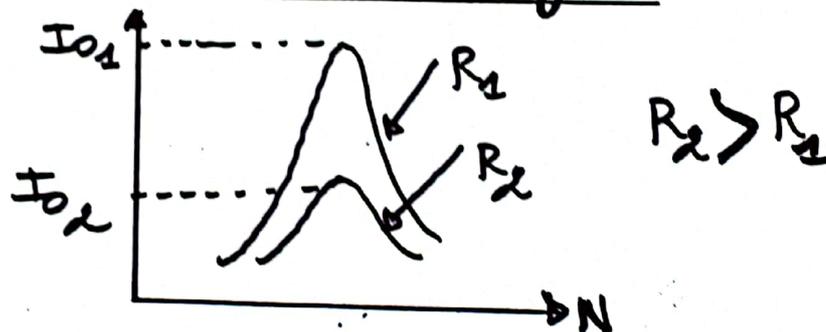
$$LC\omega_0^2 = 1$$

Rem: • plus que $R_{\text{tot}} \nearrow \Rightarrow I_0 \downarrow$

la résonance est floue

• plus que $R_{\text{tot}} \downarrow \Rightarrow I_0 \nearrow$

la résonance est aigue

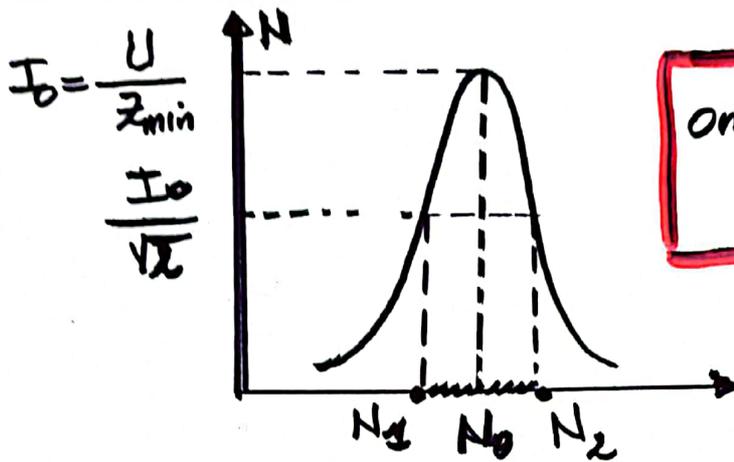


⑦

VII la bande passante à trois décibels.

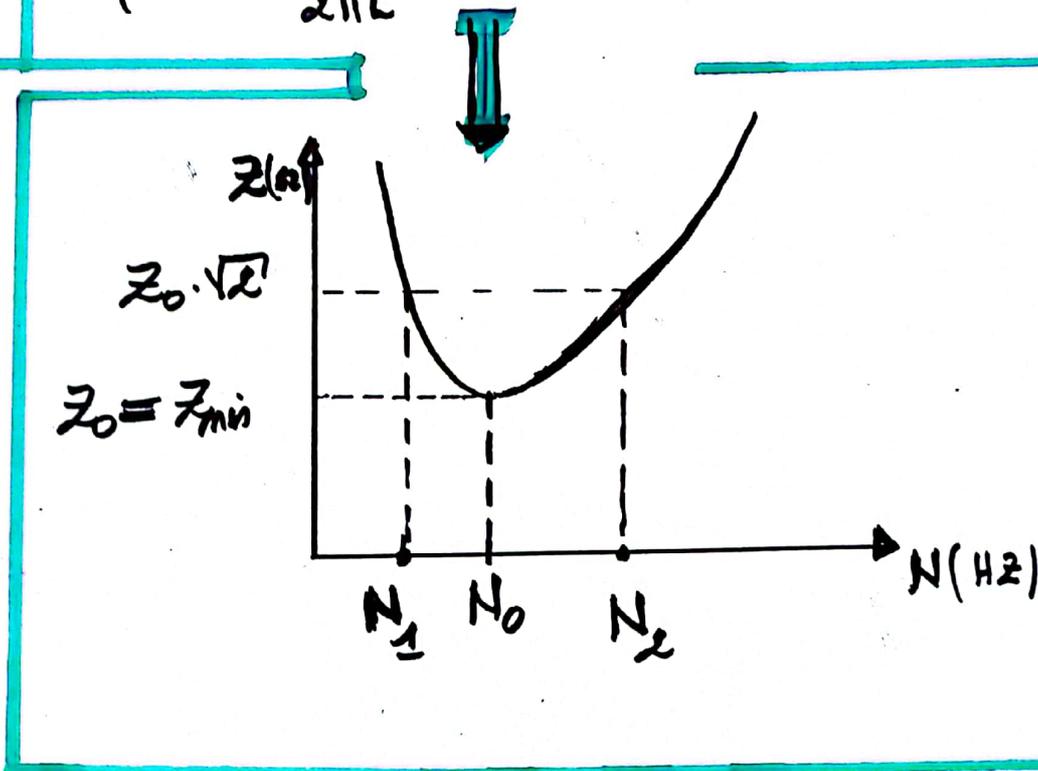
La bande passante à trois décibels ou encore à 3dB, du dipôle RLC est l'intervalle de fréquence $[N_1; N_2]$ pour lequel $I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ avec I_0 l'intensité de courant à la résonance.

La largeur de la bande passante à 3dB est : $\Delta N = N_2 - N_1$



on a : $LC\omega_0^2 = 1$
 $\omega_0 = 2\pi N_0$

la largeur de la bande passant est $\Delta N = N_2 - N_1$
($\Delta N = \frac{R_{\text{tot}}}{2\pi L}$: hors de programme)



8

Facteur de qualité

Le facteur de qualité est une grandeur sans unité, il est noté Q et égale au quotient de la fréquence de résonance N_0 par la largeur de la bande passante : $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$

Le facteur de qualité permet de caractériser l'acuité de la résonance : plus la valeur de Q est grande, plus la résonance est aiguë et le circuit est sélectif et inversement.

Ce facteur est aussi lié aux pertes d'énergie du dipôle RLC : plus sa valeur est élevée, moins les pertes d'énergie du circuit sont grandes et inversement.

$$Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{L\omega_0}{R_{\text{tot}}} = \frac{1}{RC\omega_0 R_{\text{tot}}} = \frac{1}{R_{\text{tot}}} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

hors de programme

aussi: $Q = \frac{U_C}{U} = \frac{U_B}{U}$ (hors de programme)

* U_C : la tension aux bornes de condensateur à la résonance ($I = I_0$ et $N = N_0$)

* U_B : la tension aux bornes de la bobine à la résonance avec ($r = 0$)

* U : la tension efficace de générateurs.

① la puissance instantanée et moyenne:

la puissance instantanée du transfert d'énergie au dipôle (RLC) est : $p(t) = u(t) i(t)$

et la puissance moyenne et la puissance transférée au dipôle durant une période T est : $P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt$

$$\Rightarrow P = UI \cdot \cos \varphi = R I_{\text{tot}}^2$$

$\cos \varphi$: facteur de puissance

②

EXERCICE 1

On applique une tension sinusoïdale de valeur efficace 9V aux bornes d'un dipôle RLC série ($R=100\Omega$; $L=0,50H$; $C=0,10\mu F$).

1. Calculer la fréquence de résonance.
2. Quelle est l'intensité efficace de courant à la résonance.
3. Calculer la largeur de la bande passante sachant que le facteur de qualité est égale à 31,8 .

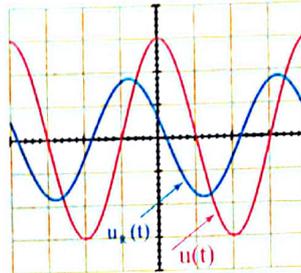
- EL BADAOUI -

- 2^{ème} BAC: AC. MATH -

ex: 3

EXERCICE 2

Un générateur de tension sinusoïdale alimente un dipôle RLC. On visualise la tension $u(t)$ aux bornes du générateur et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique à l'aide d'un oscilloscope.



Sensibilité verticale: 5V/div

Balayage : 0,5ms/div:

1. Déterminer la fréquence de la tension $u(t)$.
2. Calculer la phase de $u(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$.
3. Calculer la valeur efficace de l'intensité de courant sachant que la valeur de la résistance du conducteur ohmique est $R=100\Omega$.
4. Calculer l'impédance du circuit RLC.

Un générateur applique une tension alternative sinusoïdale $u(t)=U_m \cos(\omega t + \varphi)$ aux bornes d'un dipôle RLC série constitué d'un conducteur ohmique de résistance $R=50\Omega$, d'un condensateur de capacité $C_1=100\mu F$ et d'une bobine d'inductance $L=0,4H$ et de résistance négligeable. Le circuit est parcouru par un courant d'intensité $i(t)=I_m \cos(\omega t)$.

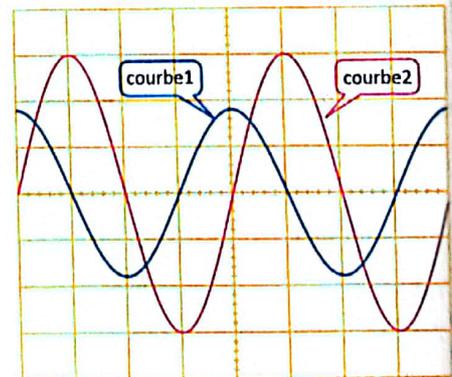
On visualise la tension $u(t)$ aux bornes du générateur et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on obtient l'oscillogramme ci-dessous.

Données :

Balayage : 10ms / div .

Sensibilité verticale pour les deux voies : 2V / div .

1. Associer chaque courbe à la tension qui lui correspond. Justifier.
2. Déterminer N la fréquence du générateur.
3. Déterminer φ le déphasage entre la tension et l'intensité de courant.
4. Calculer l'impédance Z du circuit.
5. On associe le condensateur C_1 avec un autre condensateur de capacité C_2 . La tension $u(t)$ et l'intensité de courant deviennent en phase.
 - 5.1. Les deux condensateurs sont-ils associés en série ou en parallèle.
 - 5.2. Calculer la valeur de C_2 .



الدراسة بعد :

07-72-96-61-01

-2020-
-2021-

-prof-

2020-2021

-ELBADAOUI-

phy-chemi

2ⁱⁿ BAC AC MATH

07-72-96-61-01

2ⁱⁿ BAC. AC MATH

الدراسة
كتاب بعد

RLC: FORCÉE

ex:4

on monte en serie une bobine d'inductance $L=93H$ et de resistance r . un resistor de resistance $R=80\Omega$ et un condensateur de capacite C . on applique aux bornes du circuit une tension alternative $u(t) = U_m \cdot \cos(2\pi Nt)$ de frequence N réglable.

on visualise simultanément à l'aide d'un oscilloscope bicourbe. les deux tensions $u_R(t)$ et $u(t)$ respectivement aux bornes du resistor R et aux bornes de tout le circuit. on obtient les oscillogrammes de la figure - 1 -

1/montrer que la courbe (a) représente la variation de la tension aux bornes du circuit (RLC).

①

2/ Faire un schéma du montage en indiquant les branchements à effectuer entre l'oscilloscope bicourbe et le circuit électrique

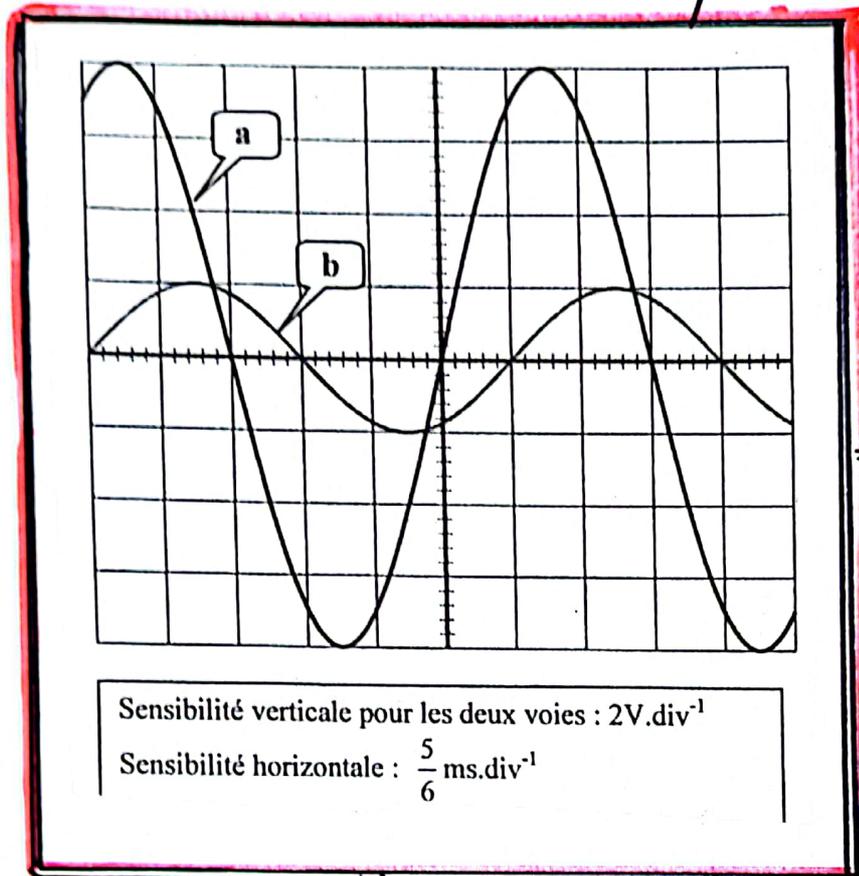


figure - 1

3/ à partir des oscillogrammes de la figure - 1 -

Déterminer :

3-1/ la fréquence N de la tension $u(t)$.

3-2/ la valeur maximale de l'intensité $i(t)$ du courant et en déduire Z l'impédance de circuit

3-3/ le déphasage de l'intensité du courant $i(t)$ par rapport $u(t)$ et en déduire la nature du circuit.

3-4/ l'expression de l'intensité $i(t)$

4/ calculer la valeur de $\cos \varphi$: on donne : $\cos \varphi = \frac{R_{\text{tot}}}{Z}$

(2)

ex: (4)'

- Le circuit représenté sur la figure 1 contient :
- un générateur GBF délivrant au circuit une tension sinusoïdale $u_{AB}(t) = 3\sqrt{2} \cdot \cos(2\pi N \cdot t)$ exprimée en V et de fréquence N réglable,
 - un conducteur ohmique de résistance R,
 - une bobine (L, r) . $r = 5\Omega$
 - un condensateur de capacité C ,
 - un ampèremètre.

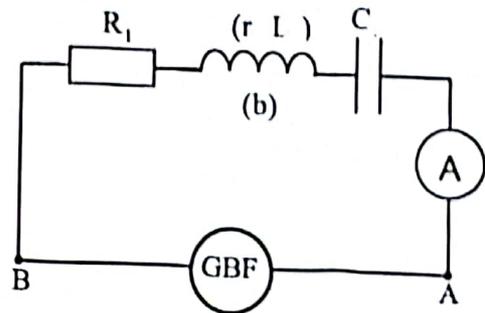


Figure 1

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

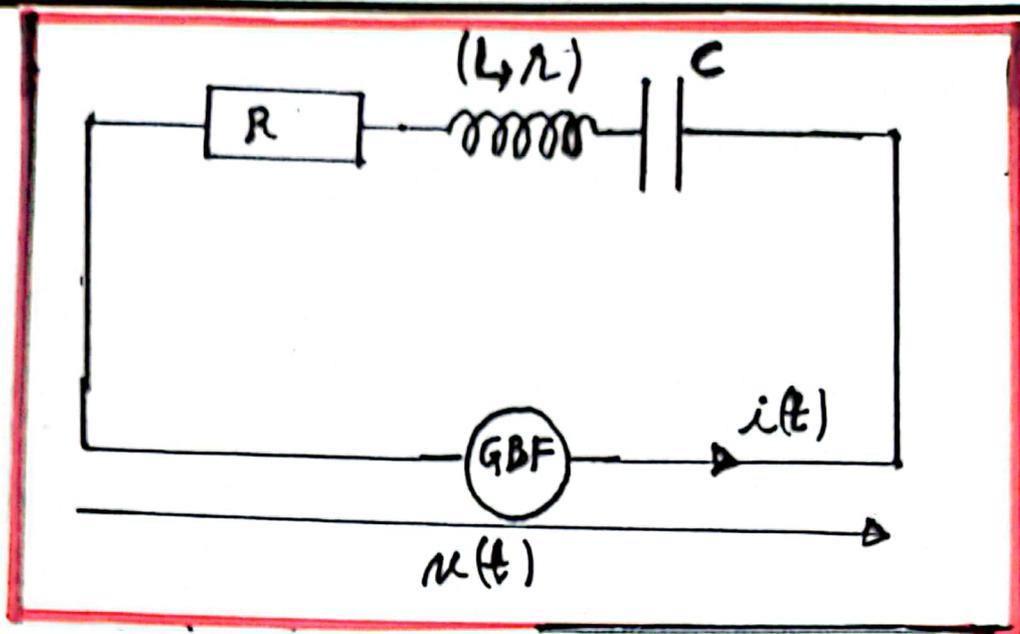
A la résonance, l'ampèremètre indique la valeur $I_0 = 1,85 \cdot 10^{-2}$ mA .

- 0,5 -1- Déterminer la fréquence des oscillations électriques à la résonance.
 0,5 -2- Trouver la valeur de R et celle de C et L on donne : $N_0 = \frac{R_{tot}}{2\pi L}$
 0,5 -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.

4/ lorsque on fixe la fréquence N sur la valeur $N = 114$ Hz. la puissance moyenne consommée représente 25% de la puissance moyenne maximale. Déterminer l'intensité $i(t)$ de courant. on donne : $\cos\varphi = \frac{R_{tot}}{Z}$.

ex: 5 on réalise le montage électrique représenté dans la figure 1 qui comprend :

- * Un générateur GBF :
- * Un Conducteur ohmique de résistance $R = 200\Omega$
- * Une bobine d'inductance L et de résistance r
- * Un Condensateur de Capacité. C



le générateur applique une tension sinusoïdale
 $u(t) = U\sqrt{2} \cdot \cos(2\pi Nt + \varphi)$ sa tension efficace est constante et la fréquence N réglable

1/ à l'aide d'un oscilloscope bicourbe à deux entrées Y_1 et Y_2 on veut visualiser $u(t)$ sur la voie Y_2 et $u_R(t)$ sur la voie Y_1 . Faire les connexions nécessaires sur la figure 1-

2/ on règle la fréquence N sur la valeur N_0 . on observe les oscillogrammes (a) et (b).

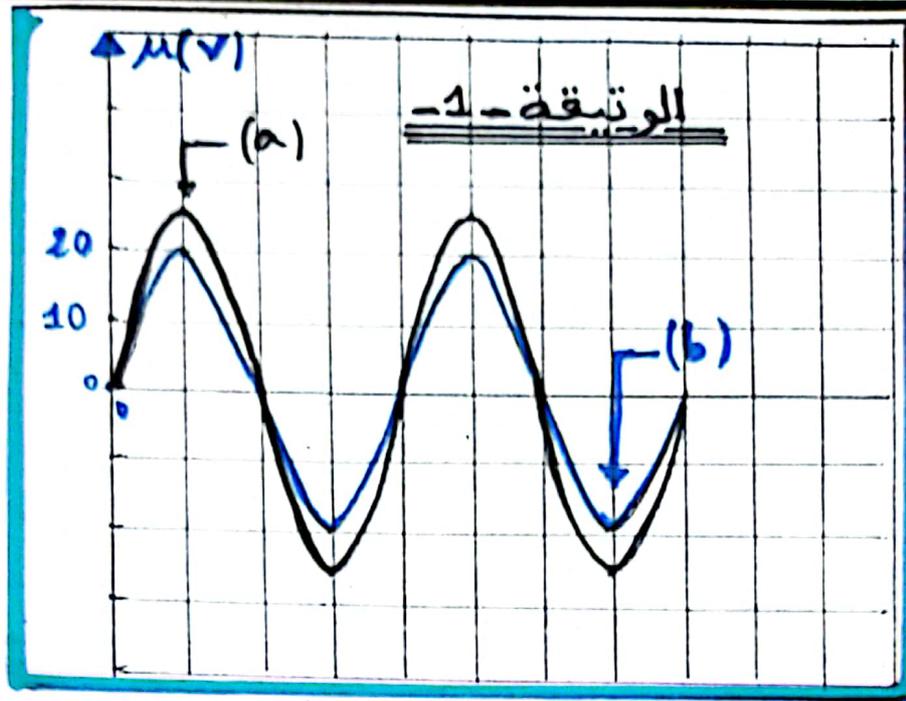
2-1/ quel est le phénomène observé ?

2-2/ montrer que la courbe (a)

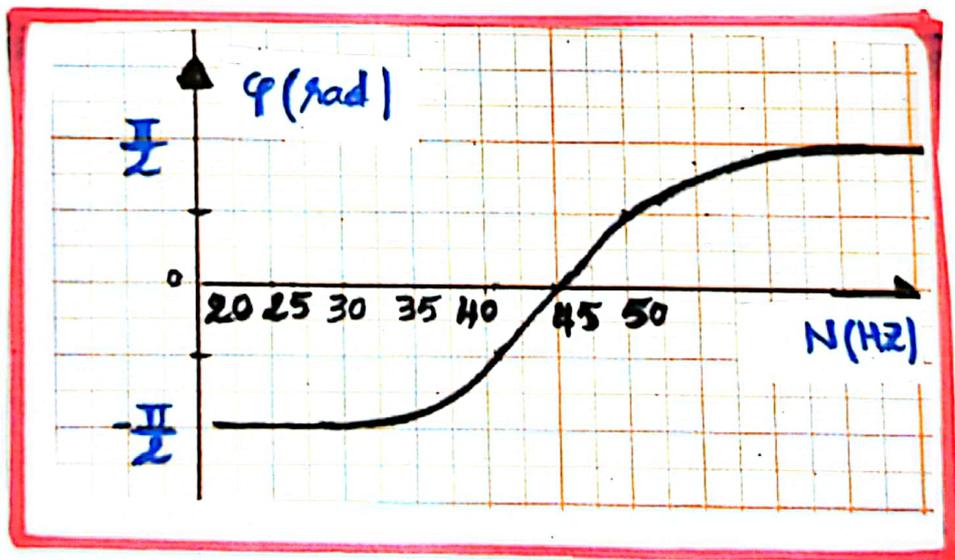
correspond à $u(t)$

2-3/ calculer la valeur de R .

(4)



3/ la courbe ci-dessous la variation de φ en fonction N .



Déterminer la valeur de N_0 .

4/ pour $N = N_0$.

on pose : $i(t) = I_m \cdot \cos(\omega_0 t)$

et $u_c(t) = U_{cm} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_c)$

avec : $\omega_0 = 2\pi N_0$

(5)

avec U_{cm} et la tension maximale aux bornes de Condensateur

4-1) exprimer C en fonction de L_m , R_1 , R_2 , N_0 et U_{cm} puis calculer sa valeur.

on donne: $U_{cm} = 118,4V$.

4-2) En déduire la valeur de L .

5) facteur de qualité Q est une grandeur physique caractérise la qualité de résonance à plusieurs valeurs parmi eux:

$$Q = \frac{U_{cm}}{U_m}$$

calculer sa valeur.

6) sachant: $N_1 \cdot N_2 = N_0^2$. où N_1 et N_2 les fréquences associées à $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.

exprimer N_1 et N_2 en fonction de Q et N_0 et calculer leurs valeurs.

8) montrer que la puissance instantanée $P(t)$ et l'intensité i de courant sont liés par la relation:

$$P(t) - (R + R_1) i^2 = \frac{d(E_c + E_m)}{dt}$$

avec: E_c : l'énergie emmagasinée dans le condensateur
 E_m : " " " " dans la bobine

⑥

6

on applique une tension alternative sinusoïdale :

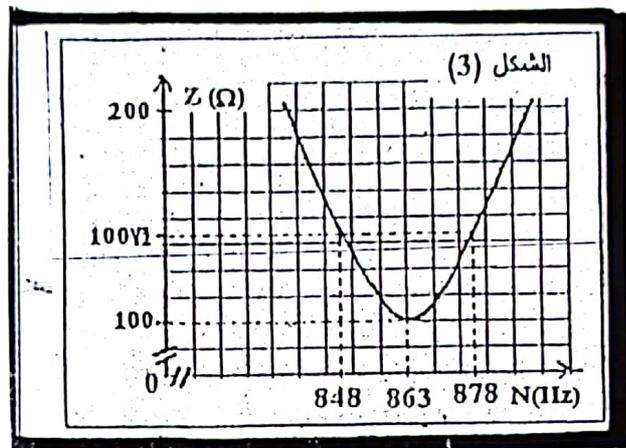
$u(t) = U\sqrt{2} \cos(2\pi Nt + \varphi)$ aux bornes d'un dipôle RLC série. le circuit est alors parcouru par un courant d'intensité $i(t) = I\sqrt{2} \cos(2\pi Nt)$.

pour différentes valeurs de la fréquence N . on mesure l'intensité efficace du courant et on calcule l'impédance du circuit. les valeurs de Z et N ont permis de tracer la courbe $Z = f(N)$ ci-dessous.

Données :

$$R = 80 \Omega$$

$$U = 3V$$



- 1/ Déterminer la valeur minimale Z_0 de l'impédance.
- 2/ Déduire la valeur de résistance r de la bobine.
- 3/ Déterminer graphiquement $\Delta N = N_2 - N_1$ et calculer L et C pour ce circuit.
- 4/ Calculer le facteur de qualité.
- 5/ préciser pour $N = N_1$ et $N = N_2$ si l'intensité instantanée qui traverse le circuit est en avance ou en retard de phase sur la tension u .

6/ à la résonance $N = N_0$ Déterminer l'expression de la quotient $\frac{E}{E_J}$ en fonction de Q le facteur de qualité

* E_J : l'énergie dissipée par effet Joule au cours d'une période T_0

* E : l'énergie emmagasinée dans le circuit.

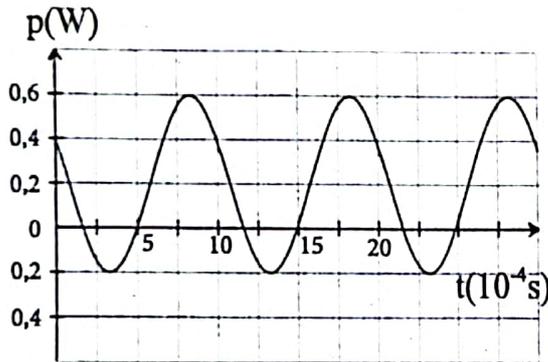
(7)

EXERCICE 3

On applique une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U\sqrt{2} \cos(\omega t)$ aux bornes d'un dipôle RLC série. Le circuit est alors parcouru par un courant d'intensité $i(t) = I\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi)$.

La courbe du document ci-dessous représente l'évolution temporelle de la puissance instantanée transférée au dipôle RLC.

1. Montrer que l'expression de la puissance instantanée peut s'écrire sous la forme $p(t) = U.I [\cos(2\omega t + \varphi) + \cos\varphi]$.
2. Déterminer la fréquence de la tension $u(t)$.
3. Déterminer la puissance moyenne transférée au dipôle RLC.
4. Calculer le facteur de puissance et déduire la valeur de la phase φ .



1. نعتبر ثنائي القطب RLC على التوالي ونطبق بيننا مبريطيه توتر متناوباً جيبياً تجيره

$$u(t) = U\sqrt{2} \cos(\omega t)$$

فيمر في الدارة تيار شدته العظيمة

$$i(t) = I\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi)$$

المنحنى ما فيه يمثل تغيرات القدرة العظيمة بدلالة الزمن. ① بين ان القدرة العظيمة تسكتب على شكل:

$$p(t) = U.I [\cos(2\omega t + \varphi) + \cos\varphi]$$

② حدد تردد التوتر $u(t)$

③ حدد القدرة المتوسطة المتولدة في ثنائي القطب RLC

④ احس معامل القدرة ثم استنتج قيمة الطور φ

الدراسة هنا بعد:

07-72-96-61-01

proposé par: ELBADAoui.A