

Série d'exercices sur les dipôles RLC

Exercice1 :

Un dipôle (R, L, C) en 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 valeur efficace $U = 6\text{V}$ et de fréquence 100Hz .

- a) Faire la représentation de Fresnel relative à ce circuit et calculer son impédance.
- b) Calculer la tension efficace aux bornes de la bobine, aux bornes du condensateur.

Exercice2 :

Un dipôle AB est constitué d'un conducteur ohmique de résistance $R = 400\Omega$ et d'une bobine d'inductance $L = 0,2\text{H}$ et de résistance $r = 10\Omega$, associés en série. On applique aux bornes du dipôle AB une tension $U_{AB}(t) = 80\cos(100\pi t)$ (avec U_{AB} en volts et t en secondes)

- a) Déterminer l'expression de l'intensité $i_{AB}(t)$ du courant qui circule dans le dipôle.
- b) Déterminer les expressions des tensions instantanées aux bornes du résistor et de la bobine.
- c) Calculer la puissance moyenne consommée par le dipôle.

Exercice3 :

Une portion de circuit MN alimentée par une tension alternative sinusoïdale

$U(t) = 8,4\sqrt{2}\cos(100\pi t + \phi)$, comprend un conducteur ohmique sans inductance, de résistance R_1 et une bobine de résistance R_2 d'inductance L (voir schémas ci-dessous)

- 1) Répondre par vrai ou faux aux affirmations suivantes.

- a) $u(t) = u_1(t) + u_2(t)$ quelque soit t .
- b) $U = U_1 + U_2$
- c) $U_m = U_{1m} + U_{2m}$
- d) $-Z = Z_1 + Z_2$

Où U_i et U_{im} sont respectivement les valeurs efficaces et l'amplitude de la tension $U_i(t)$, i prenant les valeurs 1 ou 2.

Z , Z_1, Z_2 sont respectivement l'impédance de la portion MN, du conducteur ohmique et de la bobine.

- 2) Ecrire les expressions de Z , Z_1, Z_2 en fonction R_1, R_2, L (ω représente la pulsation de $u(t)$)
- 3) L'ampèremètre indique une intensité $I = 0,7\text{ A}$, à l'aide d'un voltamètre, on mesure $U_1 = 5,60\text{ V}$ et $U_2 = 4,76\text{ V}$.

- a) Calculer les impédances Z , Z_1 et Z_2
- b) En déduire les valeurs R_1, R_2 et L
- c) Calculer la phase de $u(t)$ par rapport à l'intensité du courant $i(t)$. Ecrire l'équation de $i(t)$.

Exercice4 :

- 1) On détermine la résistance R et l'inductance L d'une bobine en réalisant les montages suivants :

- Branchée aux bornes d'un générateur de courant continu délivrant une d.d.p de 12V , elle est parcourue par un courant de $0,24\text{ A}$.

- Reliée à une source G de tension sinusoïdale, de fréquence variable qui maintient entre ses bornes une d.d.p efficace de 24V , elle est parcourue par un courant d'intensité efficace de $0,16\text{ A}$ pour une fréquence $N = 50\text{Hz}$.

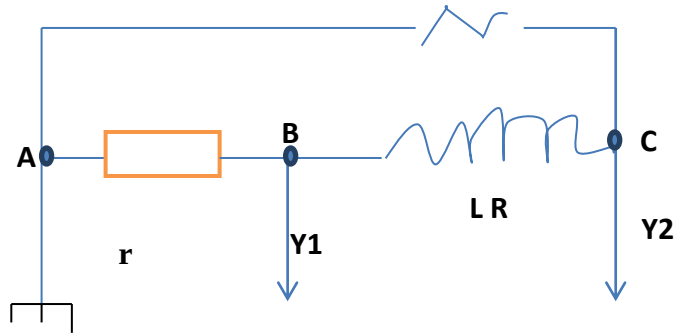
- Calculez R et L

- 2) On place en série avec la bobine précédente une résistance non inductive $r = 1\Omega$

L'ensemble est alimenté par le générateur G précédent. Le point A est relié à la masse d'un oscilloscope bicourbe, le point B à la première entrée Y_1 , le point C à la deuxième entrée Y_2 . On observe sur l'écran de l'oscilloscope simultanément les variations $U_{AB} = f(t)$ et

$U_{AC} = g(t)$. La fréquence de la tension aux bornes de G reste 50 Hz (schémas ci-dessous).

- Précisez qualitativement sur une même figure la forme et la position des deux courbes observées.
- Expliquez à l'aide de la représentation de Fresnel pourquoi une tension est en avance de phase sur l'autre. Calculer ce déphasage.
- On ajoute entre B et C un condensateur de capacité $C = 1,5\mu\text{F}$. En faisant varier la fréquence de la source G , on constate que U_{AB} et U_{AC} se mettent en phase pour une valeur N_0 . Calculer N_0 ainsi que les valeurs des tensions efficaces aux bornes de la bobine et aux bornes du condensateur pour cette fréquence.



Exercice5 :

1) Un dipôle AB est constitué d'un conducteur ohmique de résistance R et d'une bobine d'inductance L , de résistance négligeable, montés en série. A et B sont reliés aux bornes d'un générateur qui délivre une tension sinusoïdale de valeur efficace U et de fréquence N . Soient u et i les valeurs instantanées de la tension et de l'intensité dans le circuit. On pose $i(t) = I_m \cos \omega t$

- Etablir l'expression de la tension instantanée u dans le circuit.
 - En utilisant la construction de Fresnel :
 - Calculer la valeur maximale I_m de $i(t)$.
 - Calculer le déphasage de la tension u par rapport à l'intensité i et établir l'expression de $u(t)$.
- 2) Le dipôle précédent AB est monté en série avec un condensateur de capacité C . les bornes A et D de ce nouveau dipôle sont reliées au générateur précédent. La tension efficace garde la même valeur que précédemment et $u(t)$ est l'expression trouvée à la question (b). En posant $i'(t) = I_m' \cos(\omega_0 t + \phi')$ et en utilisant la construction de Fresnel, déterminer les nouvelles caractéristiques de l'intensité instantanée : la valeur maximale I_m' et la phase ϕ' à l'origine.

Exercice6 :

Une bobine de résistance r et d'inductance L est alimentée par un générateur de tension continue $U = 6\text{ V}$ l'intensité du courant qui la traverse est $I = 0,30\text{ A}$.

Alimentée par une tension alternative de valeur efficace U , l'intensité efficace vaut $I = 0,12\text{ A}$ et la puissance apparente $2,88\text{ W}$. La fréquence du courant est $N = 50\text{ Hz}$.

- Déterminez la résistance r , l'impédance de la bobine ainsi que son inductance.
- On monte en série avec la bobine précédente un condensateur de capacité $C = 5\mu\text{F}$. L'ensemble est soumis à la tension alternative précédente.
 - Déterminer l'impédance de l'association (faire la construction de Fresnel)
 - Quelle est l'intensité efficace du courant pour $U = 24\text{ V}$?
 - Quel est le déphasage entre u et i aux bornes de l'association ?

Exercice7 :

1) Un conducteur ohmique de résistance R est parcouru par un courant alternatif sinusoïdal de fréquence N , d'intensité efficace I , d'intensité instantanée

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

Donner l'expression de la tension $u_1(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.

2) Le conducteur ohmique précédent est maintenant monté en série avec un condensateur de capacité C . Ce dipôle est parcouru par le courant alternatif précédent.

- Calculer l'impédance Z_1 du dipôle ainsi constitué
- Calculer le déphasage de la tension $u_2(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$.
- On pose $u(t) = U\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi)$.

Etablir l'expression de $u_2(t)$.

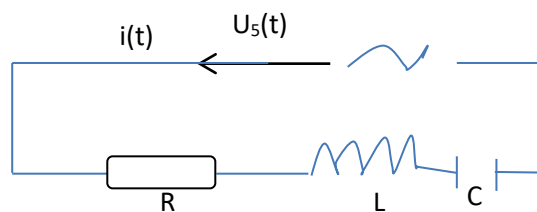
d) Donner l'expression de la tension $u_3(t)$ aux bornes du condensateur

3) Donner l'expression de la puissance électrique moyenne échangée dans le dipôle (R, C) et calculer cette dernière.

On donne $I = 1,5A$; $N = 50Hz$; $R = 20\Omega$; $C = 2 \times 10^{-6}F$

4) On met en série avec la capacité C précédente une self pure de valeur $L = 2mH$; le circuit est alimenté par la tension alternative $u_4(t) = U\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi)$, l'intensité $i(t)$ étant la même et φ_2 le déphasage entre $u_4(t)$ et $i(t)$.

- Déterminer la période du circuit oscillant correspondant et en déduire sa fréquence.
- La résistance R , la self L et la capacité C sont montées en série (figure ci-dessous) et alimentées par une tension $u_5(t) = U\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi)$. A l'aide de la représentation de Fresnel, calculer l'impédance Z_2 du dipôle correspondant, le déphasage φ entre u_5 et $i(t)$.
- Trouver le facteur de puissance et donner son importance.
- Trouver la relation liant L, C et ω pour que u_5 et $i(t)$ soit en phase. En déduire la fréquence de résonance.



Exercice8 :

Toute réponse sera exprimée sous forme littérale, puis sous forme numérique, on prendra

$$\pi^2 = 10$$

On considère entre deux bornes M et N une portion de circuit non résistive $L_1 = 0,318 H$ et un condensateur de capacité $C_1 = 6,28\mu F$. On maintient entre M et N une différence de potentiel sinusoïdale de valeur efficace $U = 220V$ et de fréquence $N = 500Hz$.

- Calculez la réaction $X_1 = L_1\omega - \frac{1}{C_1\omega}$, l'impédance Z_1 et l'intensité efficace I , du courant traversant cette portion de circuit.
 - Construisez le diagramme de Fresnel représentant les valeurs instantanées des tensions aux bornes de chaque appareil. En déduire le déphasage φ_1 existant entre l'intensité i_1 et la tension u aux bornes du circuit, lequel des deux effets, inductif ou capacitif est prépondérant ?

2) On remplace entre m et N, le circuit précédent par un circuit analogue $R_2L_2C_2$ dans lequel $R_2 = 50\Omega$, $L_2 = 0,314H$, $C_2 = 63,7 \mu F$. La différence de potentiel est alors cette inchangée.

- Calculez la réactance X_2 et l'impédance Z_2 du circuit à 50 Hz.
- Pour quelle valeur de la fréquence l'intensité efficace est –elle maximale ? calculer alors cette intensité.

c) On appelle coefficient de surtension Q_2 du circuit le rapport entre la tension efficace U_c aux bornes du condensateur et la tension efficace U à la résonance.

Exprimez Q_2 en fonction de R_2, L_2, ω_2 d'une part, et en fonction de R_2, L_2, ω_2 d'autre part, ω_2 désignant la pulsation à la résonance. Calculez Q_2 .

3) On associe maintenant en série les deux circuits précédents R_1, L_1, C_1 et R_2, L_2, ω_2 entre M et N, dont la différence de potentiel est inchangée.

a) Montrez que ce circuit est équivalent à un circuit RLC dont on calculera les valeurs. En déduire les valeurs de la réactance X , de l'impédance Z et l'intensité efficace I à 50Hz.

Calculez le déphasage φ existant entre l'intensité et la tension. Laquelle de ces deux grandeurs est en avance de phase sur l'autre ?

b) En faisant varier la fréquence, montrez que l'on peut trouver une autre fréquence N' pour laquelle le déphasage ϕ aura la même valeur absolue.

Montrez que $N \times N' = N_0^2$; N_0 étant la fréquence de résonance et $N = 50$ Hz. Calculer N' .

EXERCICE 1

On réalise le montage ci-dessous

On applique aux bornes de ce circuit une tension alternative sinusoïdale $u(t)$. On visualise à l'oscilloscope les variations de la tension $u(t)$ et celle de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.

1. Indiquer:

1.1 La voie qui permet de visualiser les variations de la tension aux bornes du générateur.

1.2 La voie qui permet de visualiser les variations de la tension aux bornes du conducteur ohmique.

2. On obtient l'oscillogramme ci-dessous:

La sensibilité des deux voies est la même.

2.1 Donner les expressions littérales des tensions maximales:

2.1.1 U_m aux bornes du circuit en fonction de Z et I_m . Z représente l'impédance du circuit.

2.1.2 U'_m aux bornes du conducteur ohmique en fonction de R et I_m .

2.2

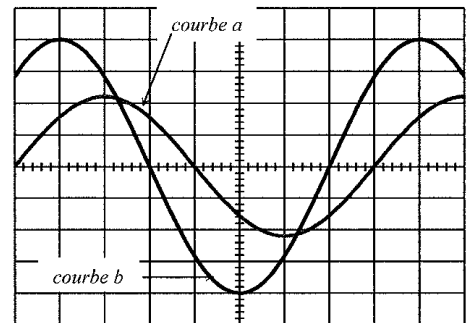
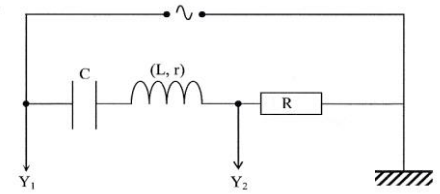
2.2.1 Déduire de la question 2.1, la courbe qui représente les variations de la tension $u(t)$ et celle qui représente la variation de la tension $u_R(t)$.

3. Calculer la phase de la tension aux bornes du circuit par rapport à celle de l'intensité du courant qui le traverse.

4.1 Exprimer:

4.1.1 L'intensité efficace I dans le circuit en fonction de la valeur maximale U'_m de la tension $u_R(t)$ et de la résistance R .

4.1.2 L'intensité efficace I_0 à la résonance en fonction de la valeur maximale U_m de la tension $u(t)$ et de la résistance totale du circuit.



EXERCICE 3 (BAC C 97 sr)

Un générateur basse fréquence (GBF) délivre une tension alternative sinusoïdale aux bornes d'un circuit R L C.

Le circuit électrique est le siège d'oscillations électriques forcées. On fait varier la fréquence N du GBF et on mesure l'intensité efficace I dans le circuit. On maintient au cours de l'expérience la tension efficace U aux bornes du GBF égale à 4,8 V.

On obtient la courbe $I = f(N)$ ci-contre:

On donne $C = 32 \mu\text{F}$.

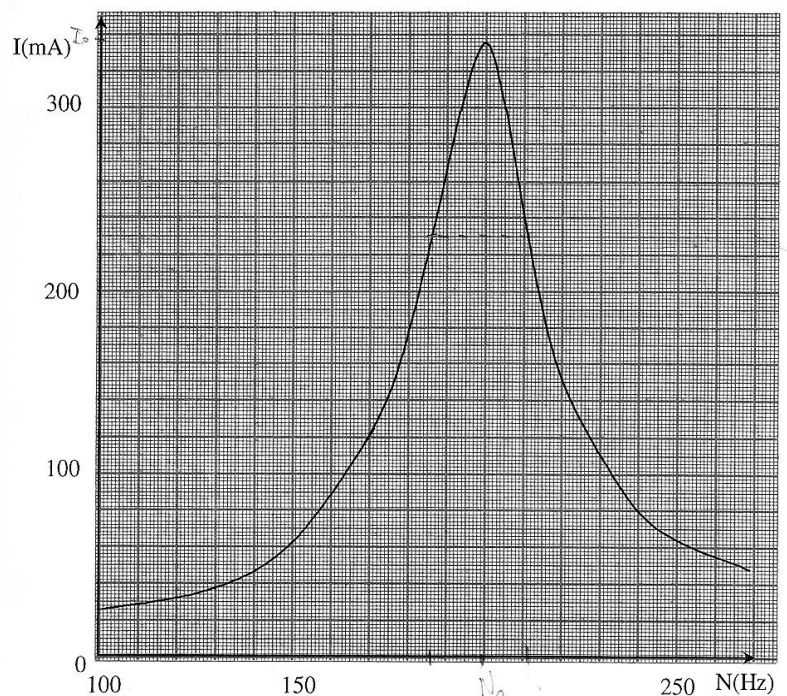
2/Déduire de la courbe, la fréquence N_0 et l'intensité efficace I_0 à la résonance.

3/Calculer la résistance R du circuit et l'inductance L de la bobine.

4/ Déduire de la courbe la bande passante.

5.1 Déterminer le facteur de qualité du circuit à partir du graphe $I = f(N)$.

5.2/Calculer la tension efficace aux bornes du condensateur et de la bobine à la résonance.



Exercice1

Une bobine d'inductance L et de résistance r est d'abord alimentée par un générateur de tension continue $U_1 = 6 \text{ V}$; l'intensité du courant qui le traverse est $I_1 = 0.3 \text{ A}$. Si elle est alimentée par un générateur de tension sinusoïdale, de valeur efficace $U_2 = 24 \text{ V}$ et de fréquence 50 Hz , l'intensité efficace vaut $I_2 = 0.12 \text{ A}$.

- 1- Déterminer r et L .
- 2- On monte en série cette bobine avec un conducteur ohmique de résistance $R = 200 \Omega$.
Un générateur maintient aux bornes de l'ensemble une tension sinusoïdale $u = 80 \cos 100\pi t$ (u en volt et t en seconde)
 - a- Trouver l'expression de l'intensité instantanée du courant qui traverse le circuit.
 - b- Déterminer les expressions des tensions instantanées aux bornes de la résistance et de la bobine $u_R(t)$ et $u_b(t)$.

Exercice 2

Soit un dipôle électrique AB dont la nature exacte est inconnu. On sait qu'il peut être formé des éléments suivants :

Cas n°1 : une bobine de résistance R .

Cas n°2 : Un conducteur ohmique de résistance R et un condensateur de capacité C en série.

Cas n° 3 : Un conducteur ohmique de résistance R

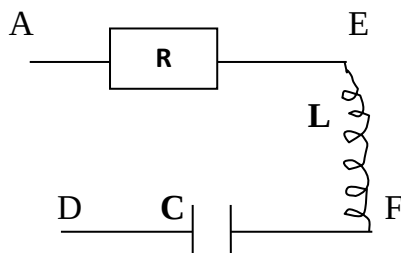
- 1- On alimente ce dipôle par une tension continue et on constate qu'un courant d'intensité constante le traverse. Montrer que le cas n°2 ne peut convenir.
- 2- On alimente maintenant le dipôle AB par une tension sinusoïdale de fréquence 50 Hz et on observe :
 - a- Au wattmètre que la puissance moyenne dissipée dans AB est $P = 25 \text{ W}$.
 - b- A l'ampèremètre, que l'intensité efficace du courant dans AB est $I = 0,5 \text{ A}$.
 - c- Au voltmètre, que la tension efficace aux bornes de AB est $U = 100 \text{ V}$.

Grace à ces indications, déterminer la nature exacte du dipôle AB et ses grandeurs caractéristiques.

Le dipôle AB est placé en série avec un condensateur de capacité variable. L'ensemble est alimenté par la même tension sinusoïdale qu'au 2. Déterminer la valeur C' de la capacité pour que la tension et le courant soient en phase.

Exercice 4

Un dipôle AD comprend en série, un conducteur ohmique de résistance R , une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et un condensateur de capacité C . Un générateur BF maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale de pulsation ω réglable.



A l'aide d'un voltmètre, on a mesuré les tensions efficaces :

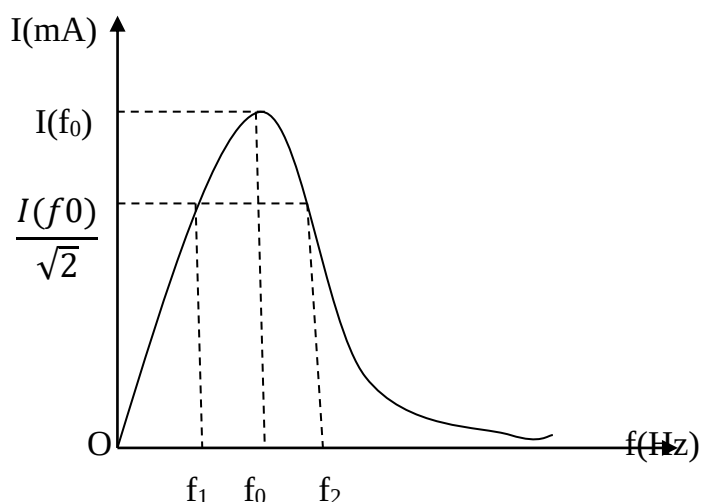
$$U_{AD} = 15 \text{ V}, U_{AE} = 7 \text{ V}, U_{EF} = 44 \text{ V}.$$

D'autre part, la mesure de l'intensité efficace donne $I = 350 \text{ mA}$. A l'aide d'un oscillographe bicourbe on a trouvé que la tension aux bornes du dipôle AD est en retard de phase par rapport à l'intensité.

- 1- Calculer R .
- 2- On pose φ , la phase de la tension aux bornes de l'ensemble par rapport à l'intensité.
 - a- Représenter sur un diagramme de Fresnel les tensions instantanées $u_R(t)$, $u_L(t)$, et $u_C(t)$ respectivement aux bornes de la résistance, de la bobine et du condensateur.
 - b- Calculer φ et UFD.
 - c- Calculer les impédances Z_L et Z_C de la bobine et du condensateur.
- 3- Un courant de pulsation 1413 rad.s^{-1} traverse le circuit est en phase avec la tension aux bornes du circuit. En déduire L et C .
- 4- Calculer, dans les conditions de résonance, la puissance moyenne consommée par le dipôle.

Exercice 5

Un circuit comprend, monté en série, un générateur de basses fréquences un conducteur ohmique de résistance R , une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et un condensateur de capacité C . Le générateur délivre une tension efficace du courant dans le circuit pour une fréquence f imposée par le générateur. La figure ci-dessous donne les valeurs de I en fonction de f .



A partir de la courbe on a obtenu :

$$F_0 = 200\text{Hz} ; I_0 (f_0) = 250\text{mA}$$

$$F_1 = 186\text{Hz} ; f_2 = 216\text{Hz}.$$

- 1- Déterminer le facteur de qualité Q .
- 2- Calculer R , L et C .
- 3- On se place à la résonance d'intensité. Calculer les tensions efficaces aux bornes de la résistance, du condensateur et de la bobine.
- 4- On règle maintenant la fréquence à la valeur f_1 . Calculer :
 - a- Les valeurs efficaces de la tension aux bornes de chacun des dipôles.
 - b- La phase φ_1 de la tension par rapport à l'intensité.

