

Charges électriques - Courant électrique

Exercice 6 : Dans la chambre à vide d'un microscope électronique, un faisceau continu d'électrons transporte $3,20 \mu\text{C}$ de charges négatives pendant 200 ms. Déterminer :

- 1) l'intensité du courant du faisceau
- 2) le nombre d'électrons traversant la chambre par seconde.

Charge d'un électron : $-e = -1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Réponses : $I = 16 \mu\text{A}$; $n = 1,00 \cdot 10^{14}$ électrons par seconde

Exercice 7 : Un canon à électrons envoie une impulsion de durée $2,0 \mu\text{s}$. Le courant moyen de l'impulsion est : $I = 1,0 \mu\text{A}$.

- 1) Quelle est la quantité d'électricité Q ?
- 2) Quel est le nombre d'électrons émis par impulsion ?

Réponse : $Q = 2 \cdot 10^{-12} \text{ C}$; $n = 12,5 \cdot 10^6$ électrons

Exercice 8 : Un courant constant de $2,50 \text{ A}$ circule dans un circuit. Il s'interrompt au bout de 4 minutes lorsqu'on ouvre l'interrupteur.

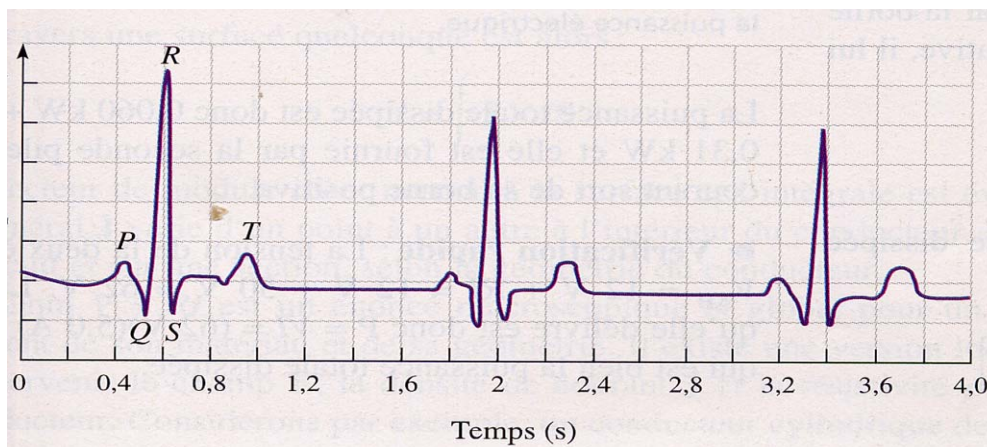
- 1) Quelle quantité de charges a parcouru ce circuit ?
- 2) Combien d'électrons ont-ils été déplacés ?

Réponses : $Q = 600 \text{ C}$; $n = 3,75 \cdot 10^{21}$ électrons

Exercice 9 : 30 mAs sont nécessaires pour réaliser une mammographie. Si le courant débité par le tube à Rayons X est : $I = 100 \text{ mA}$, quelle est la durée de l'examen ?

Réponse : $t = 0,30 \text{ s}$

Exercice 10 : Electrocardiogramme



Quelle est la fréquence cardiaque (à exprimer en pulsations par minute) ?

Réponses : deux contractions sont séparées par : $T = 1,4 \text{ s}$; il y a 43 pulsations par minute. En général, le cœur bat aux environs de 60 pulsations par minute.

Exercice 11 : Etude d'un courant alternatif sinusoïdal (AC = Alternative Current)

$$i = I_m \sin \omega t \quad I_m = 5 \text{ A} ; \omega = 314 \text{ rad.s}^{-1}$$

- 1) Utiliser une calculatrice pour compléter ce tableau.
sin (ω t) doit être calculé en utilisant la calculatrice en mode radian

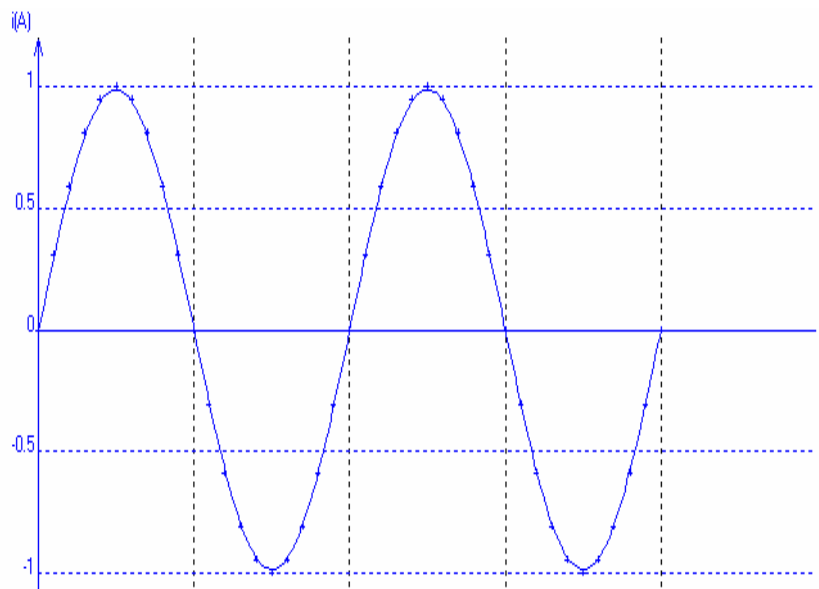
t _{ms}	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
i																					

t _{ms}	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
i																					

- 2) Tracer le graphe : $i = f(t)$
 Echelle : en abscisse : 10 cm pour 20 ms ; en ordonnée : 1 cm pour 1 A
- 3) Quelle est la période du courant?
 4) Quelle est la fréquence du courant?
 5) Quelle relation y a-t-il entre ω et f ?
 6) Si la période de ce courant est divisée par 2, le représenter sur le même graphe.
 Que devient sa fréquence ?

Réponses : T = 20 ms ; f = 50 Hz ; $\omega = 2 \pi f$

t (s)	i (A)
0	0
0,001	1,545
0,002	2,939
0,003	4,045
0,004	4,755
0,005	5
0,006	4,755
0,007	4,045
0,008	2,939
0,009	1,545
0,01	0
0,011	- 1,545
0,012	- 2,939
0,013	- 4,045
0,014	- 4,755
0,015	- 5
0,016	- 4,755
0,017	- 4,045
0,018	- 0, 2,939
0,019	- 1,545
0,02	0



Circuits électriques ne comportant que des résistances pures

La loi d'Ohm pour une résistance pure a même expression en courant alternatif qu'en courant continu : $u = Ri$; u et i sont en phase

Puissance dissipée dans une résistance pure : $P = UI = RI^2$

Exercice 12 : Encéphalogramme

Si 2 contacts électriques sont placés dans le cuir chevelu, on observe une différence de potentiel variable avec le temps à l'aide d'un encéphalogramme. A un instant donné, on détecte une différence de potentiel : $U = 0,5 \text{ mV}$ à travers une résistance : $R = 10 \text{ k}\Omega$.

- Quelle est l'intensité I du courant ?

Réponse : $I = 50 \text{ nA}$

Exercice 13 : Lampe halogène

Une lampe halogène de résistance $R = 2,4 \Omega$ est alimentée par un générateur fournissant une différence de potentiel constante : $U = 12 \text{ V}$.

1) Faire le schéma électrique du montage.

- Où faut-il placer un voltmètre numérique pour vérifier la différence de potentiel aux bornes du générateur ?

2) Quel courant parcourt cette lampe ? Ce courant est-il le même avant et après la lampe ?

- Comment peut-on le vérifier ?

3) Quelle est la puissance de cette lampe ?

4) *Remarque* : la résistance de la lampe varie en fonction de sa température. Au moment où on l'allume, sa résistance n'est : $R' = 0,24 \Omega$.

- Répondre aux 2 questions précédentes et en déduire pourquoi les lampes grillent-elles le plus souvent au moment on les allume.

Réponses : $I = 5 \text{ A}$; $P = 60 \text{ W}$

$I' = 50 \text{ A}$; $P' = 600 \text{ W}$

Exercice 14 : Association de 2 lampes halogènes

a) Association série

Deux lampes halogène identiques, de résistance $R = 2,4 \Omega$ sont montées en série. Elles sont alimentées par un générateur fournissant une différence de potentiel constante : $U = 12 \text{ V}$.

1) Faire le schéma électrique du montage.

2) Quel courant I parcourt ces 2 lampes ?

3) Quel est le courant I' débité par le générateur ?

4) Quelle est la puissance électrique P de chaque lampe ?

b) Association parallèle

Deux lampes halogène identiques, de résistance $R = 2,4 \Omega$ sont montées en parallèle. Elles sont alimentées par un générateur fournissant une différence de potentiel constante : $U = 12 \text{ V}$.

1) Faire le schéma électrique du montage.

2) Quel courant I parcourt ces 2 lampes ?

3) Quel est le courant I' débité par le générateur ?

4) Quelle est la puissance électrique P de chaque lampe ?

Réponses : a) $I = I' = 2,5 \text{ A}$; $P = 15 \text{ W}$

b) $I = 5 \text{ A}$; $P = 60 \text{ W}$

Exercice 15 : Risques électriques

Une personne en bonne santé supporte sans mal un courant de 1 mA à 5 mA.

Jusqu'à 50 mA, on n'observe aucune défaillance des processus vitaux du corps.

Jusqu'à 70 mA, la personne peut avoir des problèmes respiratoires et le fonctionnement cardiaque est perturbé.

A 100 mA pendant 1 seconde, on observe des fibrillations ventriculaires mortelles : le sang ne peut plus circuler normalement.

La résistance du corps humain dépend beaucoup des conditions de contact de la couche extérieure de la peau avec les conducteurs. La résistance du corps, de la main à la main ou de la tête aux pieds, varie entre 100 k Ω et 1,5 M Ω .

1) En supposant une résistance du corps égale à 200 k Ω et une tension de 220 V, quelle est l'intensité du courant ?

2) Si on est mouillé, cette résistance peut devenir 100 fois plus faible. Y a-t-il danger ?

Réponse : $I = 1,1 \text{ mA}$; $I' = 110 \text{ mA}$

Exercice 16 : Radiateur électrique

Sur un petit radiateur électrique d'appoint, on lit : 220 V, 2 200 W et 50 Hz.

1) Que signifient ces 3 valeurs ?

2) Quelle est l'intensité débitée par cet appareil et quelle est sa résistance ?

3) Quelle est la valeur maximale du courant ?

4) Représenter : $i = f(t)$ sur 2 périodes.

Réponses : $I = 10 \text{ A}$; $R = 22 \Omega$; $I_{\max} = 14,1 \text{ A}$

Exercice 17 : Plaque électrique

1) En position 6, une plaque électrique branchée sur le secteur 220 V, 50 Hz, a une puissance : $P = 1\,500 \text{ W}$.

- Quel est le courant débité I ? Quelle est la valeur maximale de ce courant ?
- Quelle est la résistance R de la plaque ?

2) En position 1, la plaque a une résistance : $R' = 200 \Omega$.

- Quel courant I' traverse cette résistance ?
- Quelle est la puissance P' de la plaque ?

Réponses : $I = 6,82 \text{ A}$; $I_{\max} = 9,64 \text{ A}$; $R = 32,26 \Omega$; $I' = 1,10 \text{ A}$; $P' = 242 \text{ W}$

Exercice 18 : Lampe électrique

- 1) Une lampe électrique à filament de tungstène porte les indications : 100 W, 220 V
 - Quel courant I parcourt cette lampe ?
 - Quelle est sa résistance R ?
- 2) Deux lampes de 100 W sont montées en parallèle.
 - Quel est le courant I' débité ?
 - Quelle est la puissance de ces 2 lampes ?
- 3) En partant le matin, vous oubliez d'éteindre ces 2 lampes. Vous rentrez 10 heures plus tard.
 - Quelle a été votre consommation ?
 - Le prix du kWh (kiloWatt heure) étant de 0,0765 €, combien allez-vous payer ?
- 4) Une personne consomme en moyenne 2500 kcal/jour. Comparer cette valeur à la puissance d'une lampe. 1 cal \sim 4,2 J

Réponses : $I = 0,454 \text{ A}$; $R = 484 \Omega$; $I' = 2 I$; $P' = 2 P$; Consommation : 2 kWh ; 0,153 €

Exercice 19 : Electricité domestique

I - Sur un *fer à repasser*, on lit : 220 V, 2 200 W et 50 Hz.

- 1) Que signifient ces 3 valeurs ?
- 2) Quelle est la période T de la tension ?
- 3) Avec quel appareil de mesure pourrait-on vérifier la valeur efficace U de la tension fournie ?
- 4) Quelle est l'intensité efficace I du courant qui parcourt la résistance R de ce fer ?
- 5) Quelle est la valeur maximale I_{\max} du courant ? Quelle est sa valeur moyenne I_{moyen} ?
- 6) Donner son expression mathématique : $i = f(t) = I_{\max} \sin(\omega t)$
- 7) Représenter : $i = f(t)$ sur 2 périodes.
- 8) Quelle est la valeur de la résistance R du fer ?
- 9) D'un point de vue électrique, un fer à repasser peut-il être considéré comme une « résistance pure », une bobine ou un condensateur ?

II - En parallèle sur le *fer à repasser*, on branche une *lampe de 100 W*

- 1) Tracer le schéma électrique du circuit comprenant le fer à repasser, la lampe et le générateur de tension.
- 2) Quelle est l'intensité efficace I_1 du courant qui parcourt la lampe ?
- 3) Quelle est l'intensité totale I_t du courant débité dans le circuit ?
- 4) Noter I , I_1 et I_t sur le schéma électrique et la tension aux bornes du générateur.
- 5) Une installation électrique est composée de plusieurs lignes munies chacune d'un fusible protecteur de 10 A ou de 16 A, pour éviter un échauffement excessif des fils constituant la ligne et donc éviter un risque d'incendie.
Dans le cas étudié, quel fusible doit équiper la ligne ?

Réponses :

- I) $T = 0,02 \text{ s}$; $I = 10 \text{ A}$; $R = 22 \Omega$; $I_{\max} = 14,1 \text{ A}$; $I_{\text{moy}} = 0$; $i = 14,1 \sin(314 t)$
- II) $I_1 = 0,45 \text{ A}$; $I_t = 10,45 \text{ A}$; fusible de 16 A

Circuits alimentés par un générateur fournissant une tension alternative sinusoïdale

I - Circuits comportant une résistance pure et un condensateur

Ne confondez pas **degrés** et **radians** . $\sin(\omega t)$ doit être calculé en utilisant la calculatrice en mode radian. Par exemple :

$$\text{Si } f = 50 \text{ Hz, } t = 0,004 \text{ s, } \sin(\omega t) = \sin(2\pi ft) = \sin 1,257 \text{ rad} = + 0,951$$

$$\text{Si } f = 50 \text{ Hz, } t = 0,014 \text{ s, } \sin(\omega t) = \sin(2\pi ft) = \sin 4,398 \text{ rad} = - 0,951$$

Un condensateur s'oppose à la tension alternative, et produit un retard de la tension sur le courant. Si $u = U_{\max} \sin(\omega t)$, $i = I_{\max} \sin(\omega t - \varphi)$ l'angle de phase φ est **négatif**, la tension est en retard sur le courant

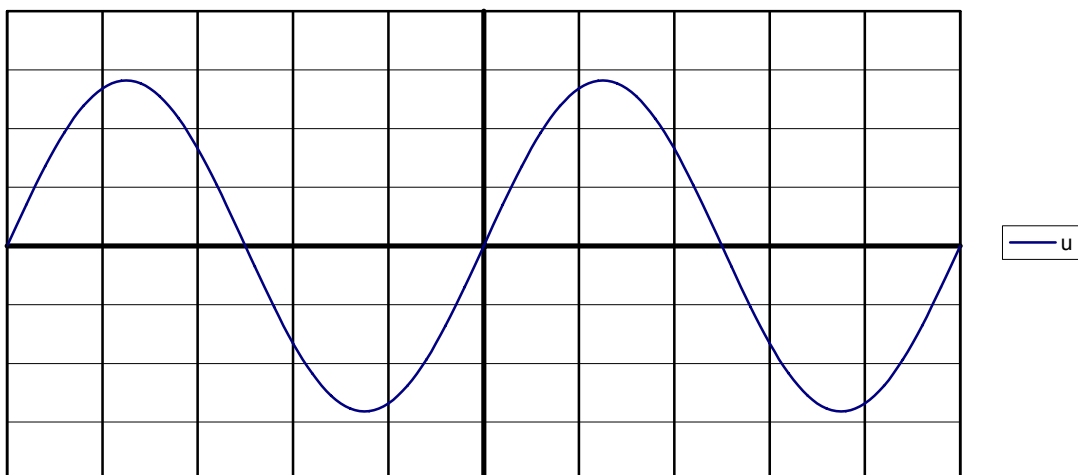
Exercice 20 : Un condensateur de capacité $C = 50 \mu\text{F}$ est branché aux bornes d'un GBF qui délivre une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace : $U = 10 \text{ V}$

- Quelle est la valeur maximale de la tension ?
- Quelle est l'impédance du circuit pour les différentes fréquences indiquées dans le tableau ?
- Quelle est l'intensité efficace du courant dans le circuit ?

f	5 Hz	50 Hz	500 Hz	5000 Hz
$1/C\omega$				
I_{\max}				
I				

Le déphasage de la tension sur l'intensité est : $\varphi = -\pi/2$

Représenter u et i si $f = 50 \text{ Hz}$ en choisissant comme échelle : 4 ms/cm, 5 V/cm et 0,1 A/cm

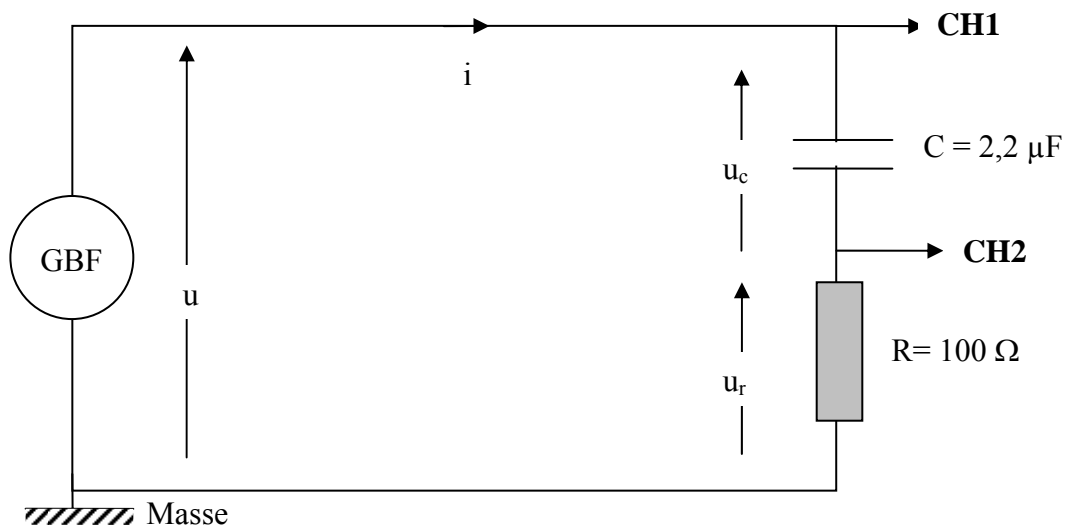


Réponses : l'importance de la capacité se fait ressentir surtout aux basses fréquences

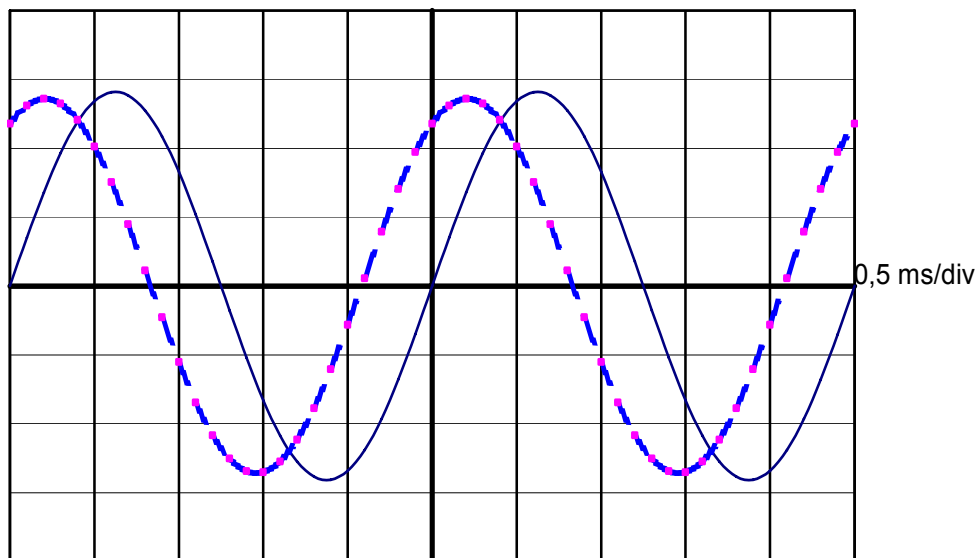
f	5 Hz	50 Hz	500 Hz	5000 Hz
$1/C\omega$	637 Ω	63,7 Ω	6,37 Ω	0,637 Ω
$I_{\max} = U_{\max}/Z$	0,022	0,22 A	2,2 A	22 A
$I = I_{\max}/\sqrt{2}$	0,0156 A	0,156 A	1,56 A	15,6 A

Exercice 21 : Etude d'un circuit RC

On réalise le circuit électrique suivant et on branche un oscilloscope bicourbe aux bornes du GBF (générateur basse fréquence) et aux bornes de la résistance R.



— u Calibre u : 5 V/div
 - - - Ri Calibre R i : 2 V/div



- 1) Les 2 signaux ont-ils même période T ? Déterminer cette période T.
- Quelle est la fréquence : $f = 1/T$ du signal délivré par le GBF ?

- 2) Quelle est la valeur maximale U_{\max} de la tension u ?
- Quelle est sa valeur efficace U ?
 - Avec quel appareil pourrait-on la mesurer ?
 - Donner l'expression mathématique de la tension u délivrée par le GBF : $u = U_{\max} \sin(\omega t)$
- 3) Quelle est la « tension proportionnelle au courant » ?
- Quelle est la valeur maximale $U_{R\max}$ de cette tension ?
 - En déduire la valeur I_{\max} du courant circulant dans ce circuit et sa valeur efficace I
 - Quel est le déphasage φ (*exprimé en radian*) entre la tension et le courant ?
 - Vérifie-t-on : $\tan \varphi = -\frac{I}{RC\omega}$? (Attention : φ doit être exprimé en radians)
 - Donner l'expression du courant circulant dans le circuit : $i = I_{\max} \sin(\omega t - \varphi)$
 - Si on inverse C et R, le courant est-il modifié ?
- 4) Quelle est l'impédance : $Z = U/I$ du dipôle RC ?
- 5) Calculer l'impédance Z_c (*ou réactance capacitive*) du condensateur : $Z_c = 1/C\omega$

6) Vérifie-t-on : $Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{I}{C\omega}\right)^2}$

7) La fréquence du GBF est multipliée par 10 : $f' = 4 \text{ kHz}$.

Sans faire de calcul, pensez-vous que :

- | | | |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| a) La valeur de Z augmente | b) La valeur de Z diminue | c) Z reste inchangée |
| a) La valeur de I augmente | b) La valeur de I diminue | c) I reste inchangé |

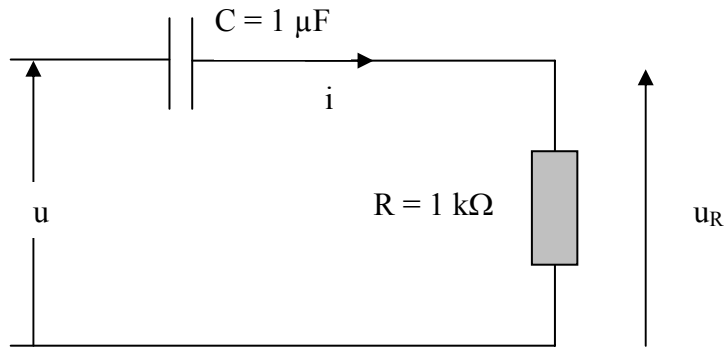
Réponses : $T = 2,5 \text{ ms}$; $f = 400 \text{ Hz}$

2) $U_{\max} = 14,1 \text{ V}$; $U = 10 \text{ V}$

3) $RI_{\max} = 5,6 \text{ V}$; $I_{\max} = 0,056 \text{ A}$; $I = 0,0395 \text{ A}$; $\varphi =$

7) Z diminue ; I augmente

Exercice 22 : Filtre passe-haut



1) La tension u délivrée par le GBF a pour expression : $u = 0,5 \sin(2\pi f t)$
 Quelle est la valeur de la tension maximale U_{\max} et de la tension efficace U délivrée par le générateur ?

- a) $U_{\max} = 0,7 \text{ V}$ b) $U_{\max} = 0,5 \text{ V}$ c) $U_{\max} = 0,35 \text{ V}$
 a) $U = 0,7 \text{ V}$ b) $U = 0,5 \text{ V}$ c) $U = 0,35 \text{ V}$

2) On fixe la fréquence à $f = 10 \text{ Hz}$, puis à $f = 10\,000 \text{ Hz}$
 Déterminer : l'impédance Z_c du condensateur, l'impédance Z du circuit, l'intensité du courant, le déphasage entre la tension et le courant et la tension aux bornes de la résistance pour ces 2 fréquences.

f	$Z_c = 1/C\omega$	$Z = \sqrt{R^2 + (\frac{1}{C\omega})^2}$	I	$\tan \varphi = -\frac{1}{RC\omega}$	$\varphi \text{ rad}$	$i = I_m \sin(\omega t - \varphi)$	$u_r = U_{r_m} \sin(\omega t - \varphi)$
100 Hz							
10 000Hz							

3) En déduire pourquoi ce montage électrique s'appelle « *filtre passe-haut* ».

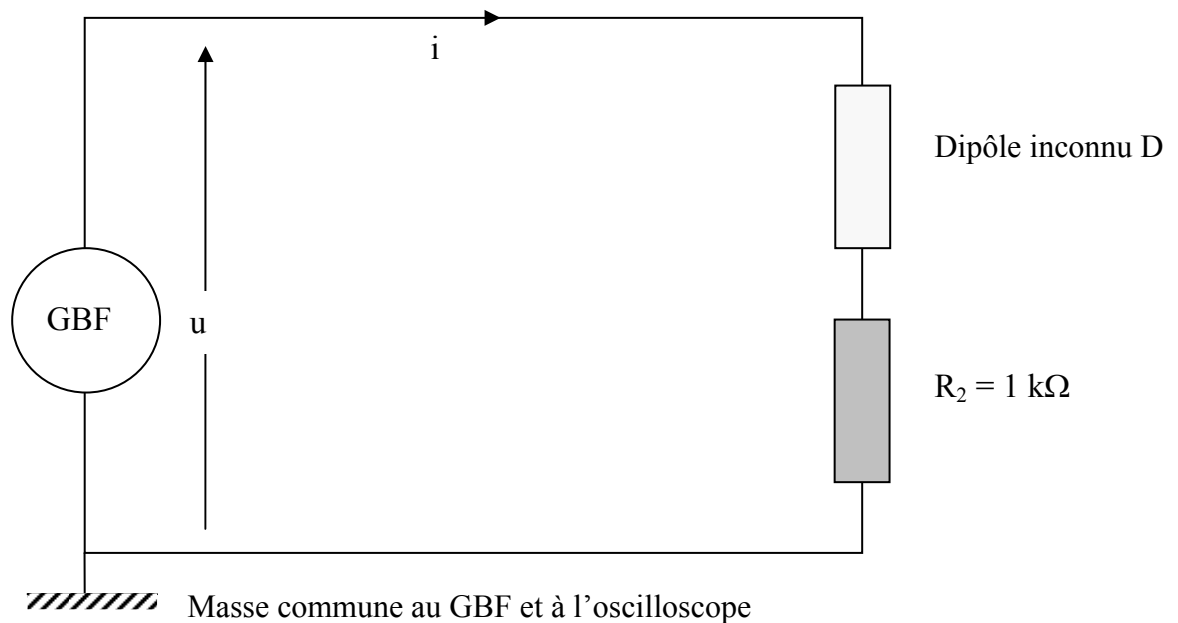
- L'importance du condensateur prédomine-t-elle à basse fréquence ou à haute fréquence ?

Réponses : $U_{\max} = 0,5 \text{ V}$; $U_{\text{eff}} = 0,35 \text{ V}$

f	$Z_c = 1/C\omega$	$Z = \sqrt{R^2 + (\frac{1}{C\omega})^2}$	$I = U/Z$	$\tan \varphi = -\frac{1}{RC\omega}$	$\varphi \text{ rad}$	$i = I_m \sin(\omega t - \varphi)$	$u_r = U_{r_m} \sin(\omega t - \varphi)$
100 Hz	15910 Ω	15940 Ω	0,022 mA	-15,9	$\approx -\pi/2$	0,03 $\sin(628t + \pi/2)$ mA	0,03 $\sin(628t + \pi/2)$ V
10 000Hz	15,91 Ω	1000,1 $\Omega \approx R$	0,5 mA	-0,016 ≈ 0	≈ 0	0,5 $\sin(628t)$ mA	0,5 $\sin(628t)$ V

Exercice 23 : Etude d'un circuit électrique

Lors d'une séance de Travaux Pratiques, on réalise le montage électrique suivant :

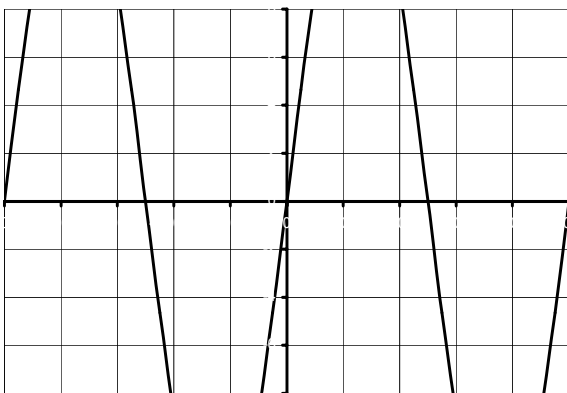
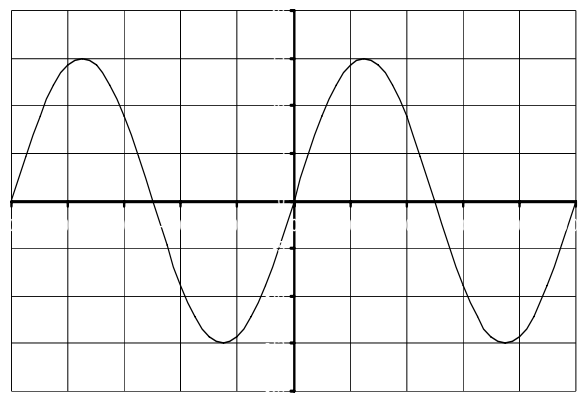


1) On visualise sur la voie CH1 de l'oscilloscope la tension $u(t)$ délivrée par le générateur et sur la voie CH2 la tension $u_2(t)$ aux bornes de la résistance R_2 .

- Un oscilloscope se branche-t-il en série ou en dérivation ?
- Mesure-t-il une tension ou un courant ?
- Indiquer sur le schéma les branchements à effectuer pour visualiser $u(t)$ et $u_2(t)$.

2) En début de manipulation, un élève, observant uniquement $u(t)$, obtient la courbe représentée sur la **figure a**. Il modifie un réglage et observe alors la **figure b**.

- Quel réglage a-t-il effectué et dans quel sens ?
- Quelle est la valeur maximale de $u(t)$ et sa fréquence ?
- Ecrire l'expression mathématique représentant u : $u(t) = U_{max} \sin(\omega t)$

**Figure a****Figure b**

Balayage : 0,2 ms/div
Calibre : 5 V/div

3) On visualise les 2 voies de l'oscilloscope et on observe la *figure c*.

- Quelle est la valeur maximale de $u_2(t)$?
- Pourquoi peut-on dire que l'on visualise le courant i dans le circuit en observant la tension $u_2(t)$?
- Déterminer le courant maximal I_{\max} circulant dans le circuit. En déduire sa valeur efficace I .
- Courant et tension sont-ils en phase ?
- En déduire la nature du dipôle D.
- Déterminer la valeur de l'impédance $Z = U/I$ du circuit.
- En déduire la valeur du dipôle D.

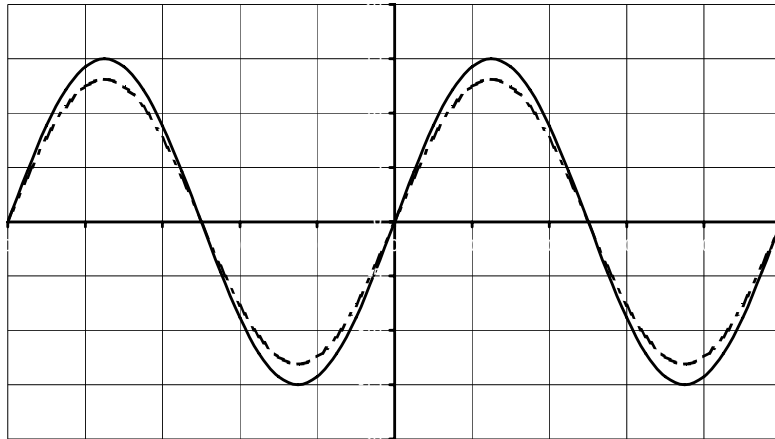


Figure c

CH1 : traits pleins $\rightarrow u(t)$
Calibre = 5 V/div

CH2 : traits pointillés $\rightarrow u_2(t)$
Calibre = 1 V/div

Base de temps : 0,2 ms/div

4) On remplace le dipôle précédent par un autre composant et on observe maintenant la *figure d*.

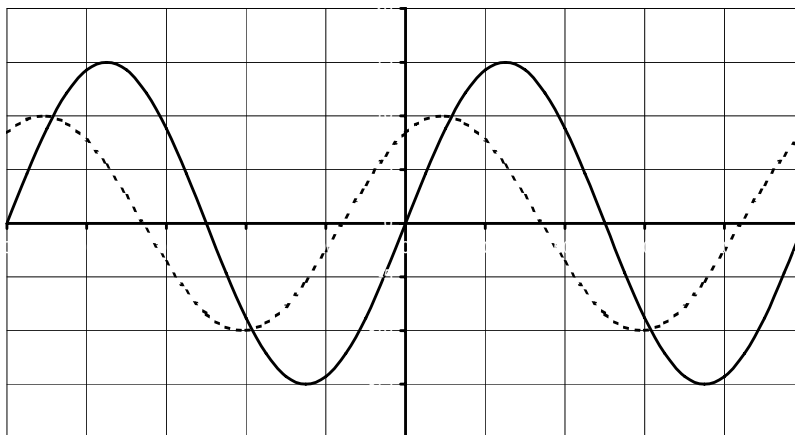


Figure d

CH1 : traits pleins $\rightarrow u(t)$
Calibre = 5 V/div

CH2 : traits pointillés $\rightarrow u_2(t)$
Calibre = 0,2 V/div

Base de temps : 0,2 ms/div

- Courant et tension sont-ils en phase ?
- Le courant est-il en avance ou en retard sur la tension ?
- Déterminer graphiquement le déphasage φ entre le courant et la tension.
- En déduire l'expression de l'intensité du courant en fonction du temps : $i(t)$
- Déterminer la valeur de l'impédance Z de ce circuit.

Réponses : 3) $U_{2\max} = 2,5 \text{ V}$; $I_{\max} = 2,5 \text{ mA}$; $Z = 6\,000 \Omega$; $R_D = 5\,000 \Omega$

4) $I'_{\max} = 0,4 \text{ mA}$; $i'(t) = 0,4 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t + 1)$; $Z' = 37\,500 \Omega$

II - Circuit comportant une résistance pure et une inductance

Exercice 24 : Moteur électrique

Un petit moteur électrique porte les indications : 100 W ; 220 V ; 50 Hz

1) Donner un nom à chacune de ces grandeurs.

- En déduire la valeur maximale de la tension : U_m
- Quelle est la période T du signal ?
- Donner l'expression numérique de la tension : $u = f(t) = U_m \sin(\omega t)$
- Tracer : $u = f(t)$ sur 2 périodes

Echelle : en abscisse : 8 carreaux pour la période T ; en ordonnée, 1 carreau pour 100 V

- Quelle est la valeur moyenne de la tension ? Pourquoi ?

2) Ce moteur est formé d'un rotor mobile et d'un stator fixe sur lequel sont enroulés des fils formant une bobine qui peut produire un champ magnétique lorsqu'elle est parcourue par un courant. D'un point de vue électrique, le moteur est équivalent à une bobine d'inductance : $L = 0,75 H$ en série avec une résistance : $R = 175 \Omega$.

- Représenter le circuit électrique équivalent : générateur, inductance et résistance en série.
- Insérer dans ce circuit un ampèremètre et un voltmètre. Peut-on placer l'ampèremètre n'importe où dans le circuit ? Pourquoi ?

3) L'intensité du courant, lue sur l'ampèremètre, est : $I = 0,75 A$

- En déduire la valeur maximale de l'intensité du courant : I_m
- Peut-on visualiser ce courant avec un oscilloscope ?
- Que faut-il rajouter dans le circuit ?
- Une mesure a permis de mesurer le déphasage : $\varphi = 0,932 \text{ radian}$
- Donner l'expression numérique de l'intensité du courant : $i = f(t) = I_m \sin(\omega t - \varphi)$
- Tracer : $i = f(t)$ sur 2 périodes, sur le même graphe que $u = f(t)$, mais d'une couleur différente

Echelle : en ordonnée, 2 carreaux pour 1 A

4) L'impédance Z du circuit est égale à : $Z = \frac{U}{I}$

- Calculer la valeur de l'impédance Z, connaissant U et I
- Retrouver la valeur de Z à partir de la relation théorique : $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$

5) En continu, la puissance électrique consommée dans un circuit est : $P = UI$

- Vérifie-t-on, dans cet exercice, $P = UI$?
- Calculer : $P = UI \cos \varphi$
- Retrouve-t-on la valeur donnée au début de l'exercice ?

En alternatif sinusoïdal, la puissance électrique s'écrit toujours : $P = UI \cos \varphi$

Réponses : $U_m = 220 \sqrt{2} = 311 \text{ V}$; $T = 20 \text{ ms}$; $u = 311 \sin(100 \pi t)$

$I_m = 1,06 \text{ A}$; $i = 1,06 \sin(100 \pi t - 0,932)$

La sinusoïde représentant i est décalée de 1,2 carreau par rapport à la sinusoïde représentant u
 $Z = 293,5 \Omega$

Exercice 25 : Moteur électrique

Un moteur électrique porte les indications : 1 kW ; 220 V ; 50 Hz

- 1) Donner un nom à chacune de ces grandeurs.
- 2) La résistance des enroulements de la bobine est : $R = 175\ \Omega$ et son inductance est : $L = 0,75\text{ H}$.
 - A partir de la relation : $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$, déterminer l'impédance du circuit
 - Quel est le courant circulant dans le moteur ?

Réponses : $Z_L = 235,6\ \Omega$; $Z = 293,5\ \Omega$; $I = 0,75\text{ A}$

Exercice 26 : Microphone

Pour mesurer l'inductance propre de la bobine d'un micro, on la monte en série avec une résistance $R = 10\ \Omega$ et un GBF délivrant un signal de fréquence : $f = 1000\text{ Hz}$

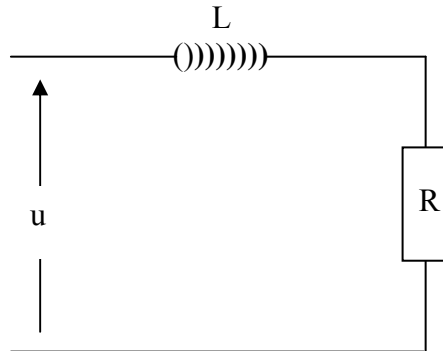
Avec un multimètre numérique, on mesure : $U_R = 0,1\text{ V}$ aux bornes de la résistance et $U_B = 0,3\text{ V}$ aux bornes de la bobine.

- 1) Donner le schéma électrique du montage. Que mesure-t-on avec un multimètre numérique ?
- 2) Quelle est l'intensité I du courant dans le circuit ?
- 3) Quelle est l'impédance Z_B de la bobine ?
- 4) Sachant que : $Z_B = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2}$, calculer son inductance L si sa résistance propre est :
 $r = 5\ \Omega$

Réponses : $I = 0,01\text{ A}$; $Z_B = 30\ \Omega$; $L = 4,7\text{ mH}$

Exercice 27 : Tube d'éclairage fluorescent

Un tube d'éclairage (encore appelé improprement « néon ») alimenté en 220 V, 50 Hz peut être assimilé à une inductance en série avec une résistance.



- 1) Rappeler ce que signifie « 220 V, 50 Hz »
- 2) Dans ces conditions, l'intensité I du courant dans le circuit est : $I = 0,40$ A.
 - Déterminer l'impédance Z du circuit.
- 3) La résistance a pour valeur : $R = 200 \Omega$. A partir de la relation : $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$, déterminer la valeur de L .
- 4) Quel est le déphasage entre la tension et le courant, sachant que : $\tan \varphi = \frac{L\omega}{R}$
- 5) Ecrire l'expression mathématique : $i = f(t)$
- 6) Quelle est la puissance électrique : $P = UI \cos \varphi$ de ce tube ?
- 7) Ce tube s'allume chaque fois que le *module de la tension* à ses bornes dépasse 150 V.
 - Quel est le nombre d'éclairs par seconde ?

Réponses : $Z = 550 \Omega$; $L\omega = 512 \Omega$; $L = 1,63$ H

$\tan \varphi = 2,56$; $\varphi = 1,2$ rad ;

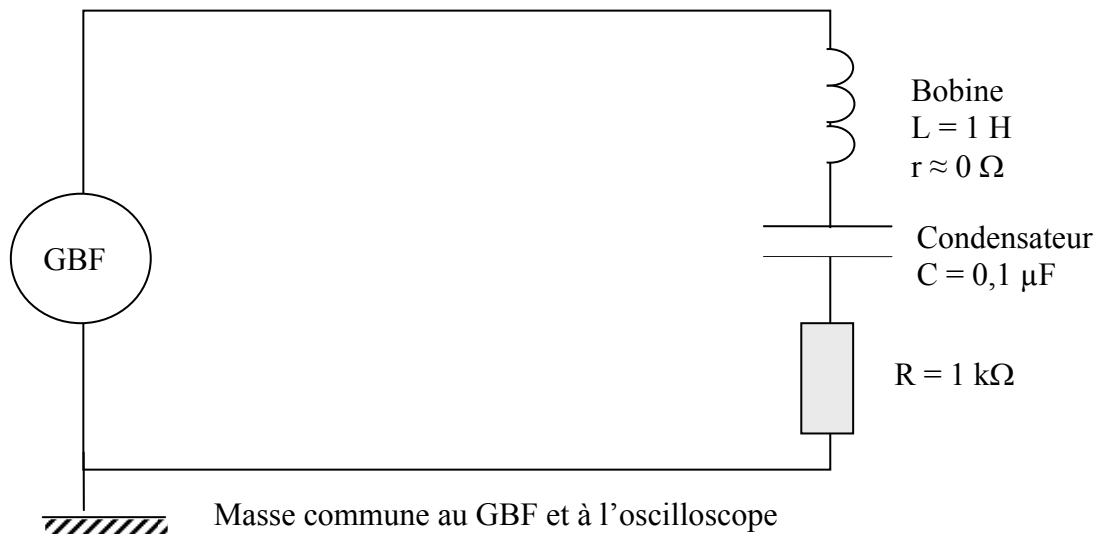
$i = 0,56 \sin (314 t - 1,2)$

$P = 32$ W

Le tube s'allume 100 fois par seconde

III – Circuit RLC – Résonance série

Exercice 28 : Circuit électrique comprenant une bobine (L, r), un condensateur C et une résistance R



1) Noter sur ce schéma le courant qui circule dans le circuit et la tension u aux bornes de chaque dipôle.

2) Où brancher :

- l'ampèremètre numérique
- le voltmètre numérique pour mesurer la tension aux bornes du générateur
- la voie CH1 de l'oscilloscope pour visualiser la tension aux bornes du générateur
- la voie CH2 de l'oscilloscope pour visualiser la tension proportionnelle au courant i ?

3) Pour 3 fréquences différentes, on relève les valeurs suivantes :

$f \text{ (Hz)}$	250 Hz	500 Hz	750 Hz	
$U \text{ (V)}$	5,00 V	5,00 V	5,00 V	
$U_R \text{ (V)}$	1,00 V	5,00 V	1,80 V	
$U_C \text{ (V)}$	6,28 V	15,7 V	3,76 V	
$U_L \text{ (V)}$	1,57 V	15,7 V	8,48 V	
déphasage φ	- 1,36 rad	0	+ 1,20 rad	
sens du déphasage	i en avance sur u	déphasage nul	i en retard sur u	
$I \text{ (A)}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	
Impédance Z du circuit				$Z = U/I$
Résistance				$R = U_R/I$
Impédance du condensateur				$Z_C = U_C/I$
Impédance de la bobine				$Z_L = U_L/I$

- En déduire l'impédance du circuit, l'impédance du condensateur et l'impédance de la bobine.
- La résistance du circuit reste-t-elle constante ?

4) On peut donc constater que les impédances varient en fonction de la fréquence.

Formules à retenir :

$$\text{Pour un circuit RLC, } Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

$$\text{Pour une bobine seule : } Z_L = L\omega$$

$$\text{Pour un condensateur seul : } Z_C = \frac{1}{C\omega}$$

Si la tension aux bornes du circuit est : $u = f(t) = U_{\max} \sin \omega t$, alors l'intensité du courant qui circule dans ce circuit est donné par l'expression : $i = I_{\max} \sin (\omega t - \varphi)$

$$\text{avec : } \tan \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$$

Pour les 3 fréquences étudiées, remplir le tableau suivant :

f (Hz)	250 Hz	500 Hz	750 Hz
Impédance de la bobine seule			
Impédance du condensateur seul			
Impédance Z du circuit			
déphasage φ			

Que remarque-t-on de particulier si : $f = 500$ Hz ?

5) Etude des tensions

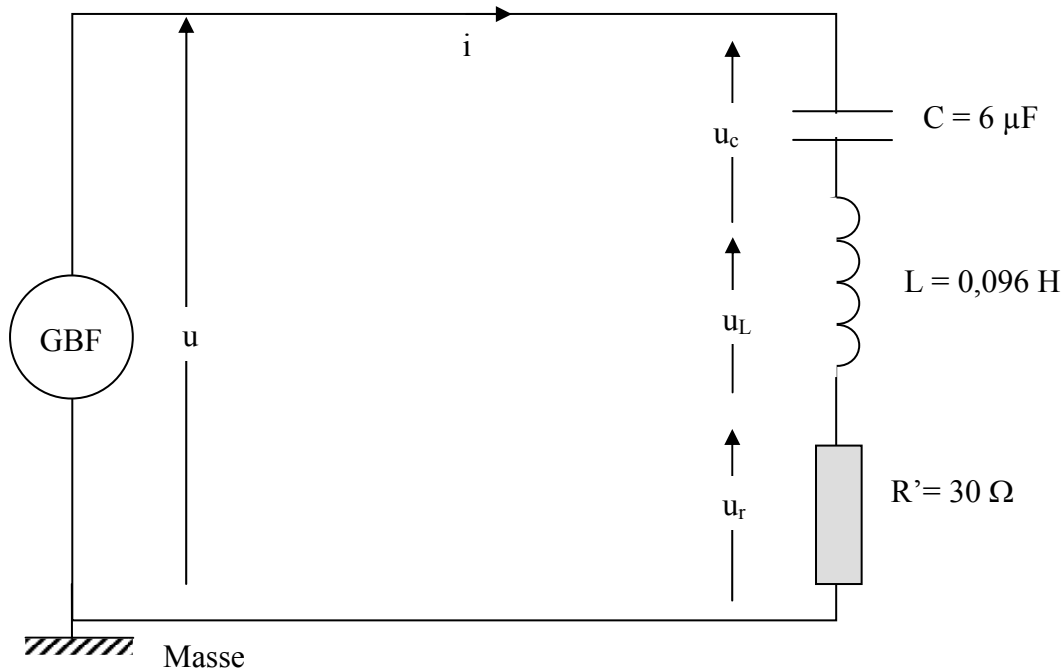
- Peut-on écrire : $U = U_R + U_L + U_C$

Réponses :

f (Hz)	250 Hz	500 Hz	750 Hz	
Impédance Z du circuit	5 000 Ω	1 000 Ω	2 780 Ω	$Z = U/I$
Résistance				$R = U_R/I$
Impédance du condensateur	6 280 Ω	3 140 Ω	2 090 Ω	$Z_C = U_C/I$
Impédance de la bobine	1 570 Ω	3 140 Ω	4 712 Ω	$Z_L = U_L/I$

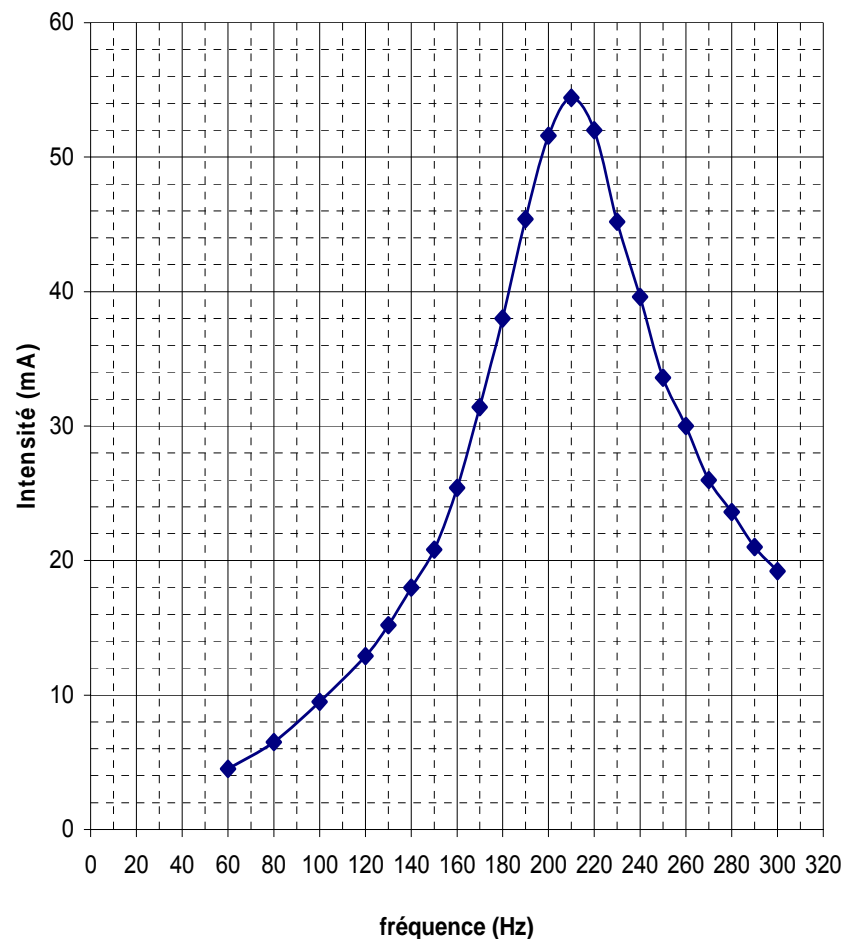
Exercice 29 : Circuit RLC - Résonance série

On maintient constante la tension aux bornes du GBF : $U = 2 \text{ V}$ et on mesure l'intensité efficace I du courant.



- 1) Où faut-il placer le voltmètre numérique pour vérifier que la tension reste constante ?
- 2) Où faut-il placer l'ampèremètre numérique pour mesurer le courant ?
- 3) On fait varier la fréquence de la tension d'alimentation et on obtient les résultats suivants :

$f \text{ (Hz)}$	$i \text{ (mA)}$
60	4,5
80	6,5
100	9,5
120	12,9
130	15,2
140	18
150	20,8
160	25,4
170	31,4
180	38
190	45,4
200	51,6
210	54,4
220	52
230	45,2
240	39,6
250	33,6
260	30
270	26
280	23,6
290	21
300	19,2



- Donner un titre à cette courbe.
- Quelles sont les valeurs de la fréquence de résonance f_0 et de l'intensité I_0 à la résonance ?
- Vérifie-t-on : $LC \omega_0^2 = 1$
- Quelle est l'impédance Z_r du circuit à la résonance ?
- Vérifie-t-on : $Z_r = R$?

4) Détermination de la bande passante à 3 dB

La bande passante d'un circuit RLC série est l'ensemble des fréquences pour lesquelles :

$$I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}, I_0 \text{ étant l'intensité à la résonance d'intensité}$$

- Calculer $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$
- Déterminer les 2 fréquences f_1 et f_2 correspondant à cette valeur de I
- En déduire la largeur de la bande passante : $\beta = f_2 - f_1$
- Quel est le facteur de qualité Q de ce circuit : $Q = \frac{f_0}{\beta}$ (grandeur sans dimension)
- Vérifie-t-on : $Q = \frac{L\omega_0}{R}$?
- Comment pourrait-on améliorer ce facteur de qualité ?

5) Surtension à la résonance d'intensité

- Déterminer la valeur de U_L à la résonance.
- Vérifie-t-on : $U_L = Q U$

Réponses : $f_0 \text{ mesuré} = f_0 \text{ calculé} = 210 \text{ Hz}$

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 38,5 \text{ mA} ; f_1 = 182 \text{ Hz} ; f_2 = 242 \text{ Hz} ; \beta = 60 \text{ Hz} ; Q = 3,7$$

$$U_L = 7,4 \text{ V}$$

Exercice 30 : Circuit RLC série – Etude de la résonance

Lors d'une séance de Travaux Pratiques, on dispose du matériel suivant pour réaliser un circuit RLC série :

- un générateur de signaux basse fréquence et un oscilloscope
- un conducteur ohmique de résistance : $R = 220 \Omega$
- un condensateur de capacité : $C = 22 \text{ nF}$
- une bobine d'inductance $L = 0,5 \text{ H}$ et de résistance r négligeable devant R

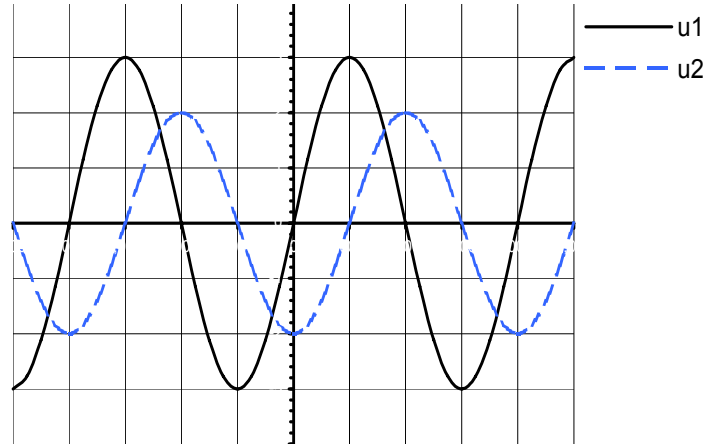
1) Pour une certaine fréquence délivrée par le GBF, on obtient l'oscillogramme suivant :

Base de temps : $0,1 \text{ ms.div}^{-1}$

Sensibilité verticale : 1 V.div^{-1} pour les 2 voies

Voie 1 : tension u aux bornes du dipôle RLC
Courbe en traits pleins

Voie 2 : tension u_r aux bornes du conducteur ohmique R
Courbe en pointillé



- Dessiner le circuit électrique série.
- Comment faut-il brancher l'oscilloscope pour observer les 2 courbes : $u(t)$ et $u_r(t)$?
- Déterminer l'amplitude de la tension U_m délivrée par le générateur et sa valeur efficace U .
- Déterminer l'amplitude de la tension U_{mr} aux bornes de la résistance R et sa valeur efficace U_r .
- En déduire l'amplitude de l'intensité du courant dans le circuit I_m et sa valeur efficace I .
- Quelle est la période T du signal délivré par le GBF ? sa fréquence f ?
- Quel est le déphasage φ de la tension par rapport au courant ?
- En déduire l'expression : $i = f(t)$
- Le circuit est-il capacitif ou inductif pour cette fréquence ?
- Calculer l'impédance : $Z = U/I$ du dipôle RLC pour cette fréquence.
- Calculer l'impédance Z à partir de la formule : $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$
- Quelle est la puissance électrique : $P = UI \cos \varphi$ dissipée dans ce circuit ?

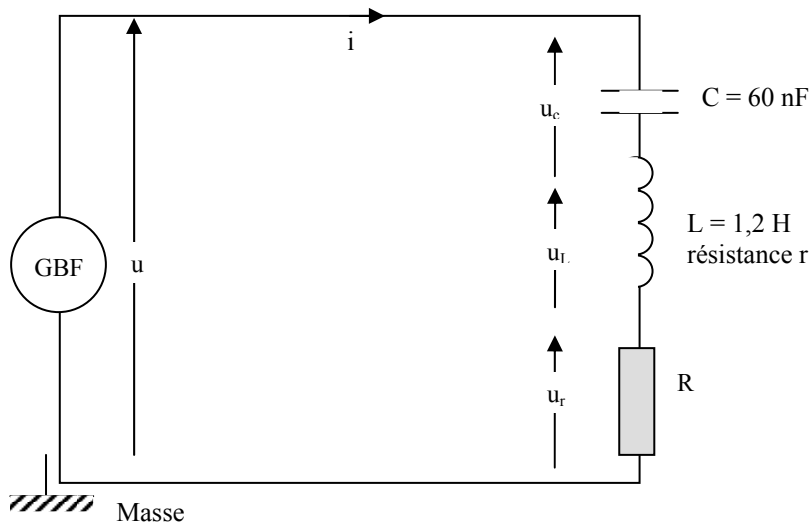
2) On modifie la fréquence f du générateur tout en maintenant constante l'amplitude u de la tension délivrée par le générateur. Pour $f_0 = 1\,520 \text{ Hz}$, les 2 tensions u et u_r sont en phase et ont même amplitude.

- A quel phénomène correspond cette observation ?
- Retrouver f_0 à partir de la formule : $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
- Quelle est, à cette fréquence, l'impédance Z_0 de ce dipôle ?
- Quelle est alors l'intensité du courant dans le circuit : $i = f(t)$?

Réponses : $U = 2 \text{ V}$; $U_r = 1,27 \text{ V}$

Exercice 31 : Circuit RLC – Résonance – Bande passante – Facteur de qualité

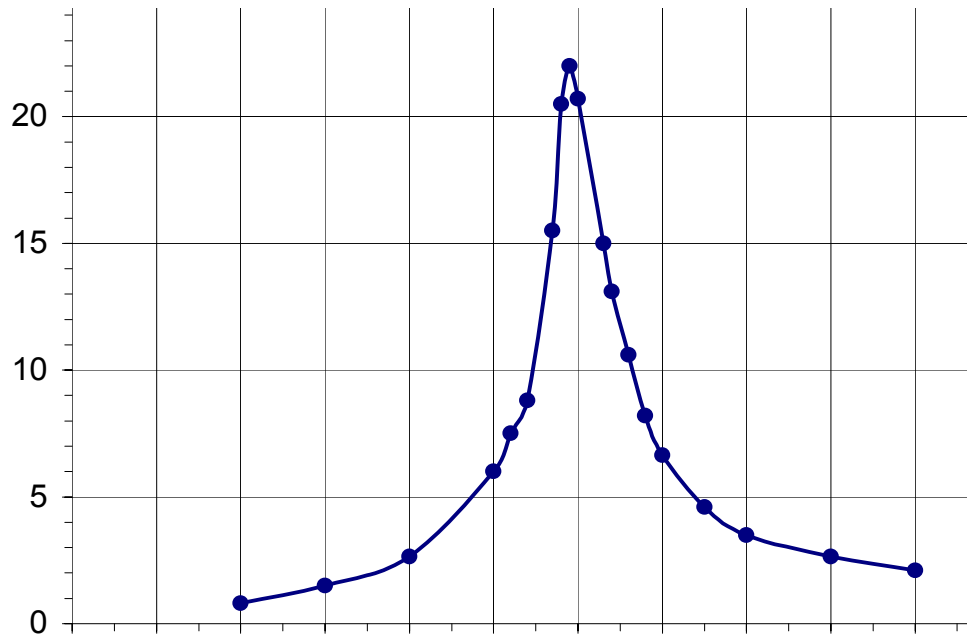
On maintient constante la tension aux bornes du GBF : $U = 8\text{ V}$ et on mesure l'intensité efficace I du courant.



- Où faut-il placer le voltmètre numérique pour vérifier que la tension reste constante ?
- Où faut-il placer l'ampèremètre numérique pour mesurer le courant ?
- Que mesure-t-on avec ce type d'appareils : une valeur efficace ou une valeur maximale ?

1) On fait varier la fréquence du GBF et on relève la valeur efficace de l'intensité :

$f\text{ (Hz)}$	$i\text{ (mA)}$
200	0,8
300	1,5
400	2,65
500	6
520	7,5
540	8,8
570	15,5
580	20,5
590	22
600	20,7
630	15
640	13,1
660	10,6
680	8,2
700	6,65
750	4,6
800	3,5



- - Quel phénomène cette courbe met-elle en évidence ?
 - Donner un titre à cette courbe. Qu'a-t-on noté en *abscisse* ? en *ordonnée* ?
 - Quelle est la valeur de la fréquence de résonance f_0 ?
 - La valeur f_0 correspond-elle à celle que donne le calcul : $LC \omega_0^2 = 1$, soit : $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
 - Quelle est la valeur de l'intensité I_0 du courant à la résonance ?
- 2) Quelle est l'impédance : $Z_0 = \frac{U}{I_0}$ du circuit à la résonance ?
- En déduire la résistance totale du circuit : $R' = R + r$

3) Détermination de la bande passante à - 3 dB

La bande passante d'un circuit RLC série est l'ensemble des fréquences pour lesquelles :

$$I_1 \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}} ; I_0 \text{ étant l'intensité du courant à la résonance d'intensité}$$

- Calculer $I_1 = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$
- Déterminer les 2 fréquences f_1 et f_2 correspondant à cette valeur de I_1
- En déduire la largeur de la bande passante : $\beta = f_2 - f_1$
- Hachurer la bande passante sur la courbe.
- Quel est le facteur de qualité Q de ce circuit : $Q = \frac{f_0}{\beta}$ (grandeur sans dimension)
- Vérifie-t-on : $Q = \frac{L\omega_0}{R'}$? Pourquoi observe-t-on une différence entre la valeur expérimentale et la valeur calculée ?
- Comment pourrait-on améliorer le facteur de qualité du circuit ?

4) Surtension à la résonance d'intensité aux bornes du condensateur

- Déterminer l'impédance $Z_C = \frac{1}{C\omega}$ du condensateur et la valeur efficace $U_c = Z_C I_0$ aux

bornes du condensateur à la résonance. Vérifie-t-on : $Q = \frac{U_c}{U}$?

5) Déphasage entre la tension et le courant

De façon générale, la tension aux bornes de ce circuit s'écrit : $u(t) = U\sqrt{2} \sin(\omega t)$ et l'intensité

du courant : $i(t) = I\sqrt{2} \sin(\omega t - \varphi)$, avec : $\tan \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R_{\text{totale}}}$

- Quelle est la valeur de φ_0 à la résonance ?
- En déduire l'expression de $i(t)$ à la résonance.
- En déduire la puissance P_0 consommée dans le circuit à la résonance.
- Calculer la valeur de φ_1 pour la fréquence f_1 .
- En déduire l'expression de $i_1(t)$ pour la fréquence f_1 .
- En déduire la puissance P_1 consommée dans le circuit pour la fréquence f_1 .
- En comparant $L\omega_1$ et $\frac{1}{C\omega_1}$ à la fréquence f_1 , dire si le circuit est inductif ou capacitif.

Réponses : $f_0 \text{ mesuré} = 590 \text{ Hz} ; f_0 \text{ calculé} = 593 \text{ Hz} ; Z_0 = R' = 364 \Omega ; I_1 = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 15,56 \text{ mA}$

$f_1 = 570 \text{ Hz} ; f_2 = 630 \text{ Hz} ; \beta = 60 \text{ Hz} ; Q_{\text{mesuré}} = 9,8 ; Q_{\text{calculé}} = 12,3 ; U_c = 99 \text{ V}$

$\varphi_0 = 0 ; i(i) = 22\sqrt{2} \sin(\omega_0 t) = 31 \cdot 10^{-3} \sin(3700 t) ; P_0 = 0,176 \text{ W}$

$\tan \varphi_1 \approx 1 ; \varphi_1 = -0,77 \text{ rad} ; i_1(i) = 15,56 \sqrt{2} \sin(\omega_1 t - \varphi_1) = 22 \sin(3580 t + 0,77) ; P_1 = 0,089 \text{ W}$

$L\omega_1 = 4298 \Omega ; \frac{1}{C\omega_1} = 4654 \Omega$

Exercice 32 : Circuit RLC - Exercice de synthèse

On applique une tension : $u = 120 \sqrt{2} \sin(314 t)$ aux bornes d'une bobine d'inductance : $L = 0,1 H$ et de résistance : $r = 10 \Omega$.

- 1) Quelle est la fréquence du signal ?
- 2) Calculer l'impédance de la bobine et en déduire la valeur efficace du courant.
 - Calculer le déphasage de la tension sur le courant.
 - Ecrire l'expression instantanée du courant.
 - Construire les vecteurs représentatifs du courant et de la tension.
- 3) On dispose en série avec la bobine un condensateur de capacité : $C = 200 \mu F$ et on applique à l'ensemble la tension u .
 - Calculer l'impédance totale du circuit, la valeur efficace du courant et le déphasage.
 - Calculer la tension U_B aux bornes de la bobine et la tension U_C aux bornes du condensateur.
 - Construire les vecteurs représentatifs des tensions u , u_B et u_C .
- 4) On fait varier progressivement la capacité C jusqu'à ce que le circuit rentre en résonance.
 - Calculer la valeur correspondante de la capacité.
 - Quel est alors le courant I dans le circuit ?
 - Calculer la tension aux bornes du condensateur.
 - Calculer la tension aux bornes de la bobine.
 - Construire les vecteurs représentatifs des tensions u , u_B et u_C .
 - Quel est le facteur de qualité Q de la bobine ?

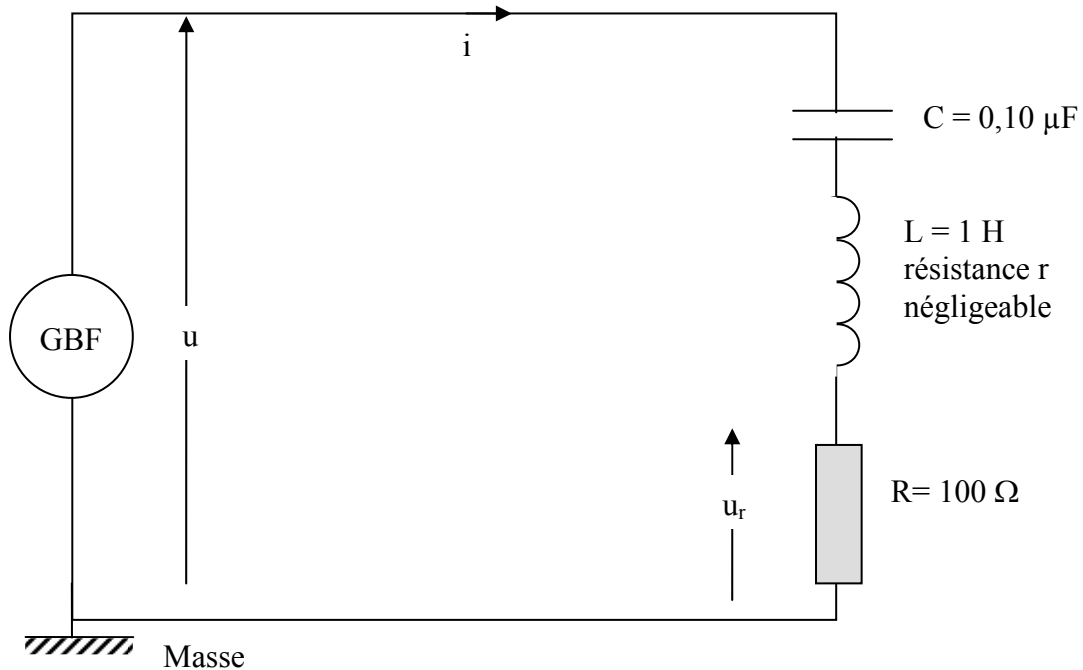
Réponses : $f = 50 \text{ Hz}$; $Z_B = 33,2 \Omega$; $\tan \varphi = 3,14$; $\varphi = 1,26 \text{ radian}$; $i = 3,62 \sqrt{2} \sin(314 t - 1,26)$

3) $Z_C = 15,9 \Omega$; $Z = 18,5 \Omega$; $I' = 6,5 A$; $L\omega > 1/C\omega$: le circuit est inductif ; $\varphi = 1 \text{ radian}$
 $U_B = 216 V$; $U_C = 103 V$

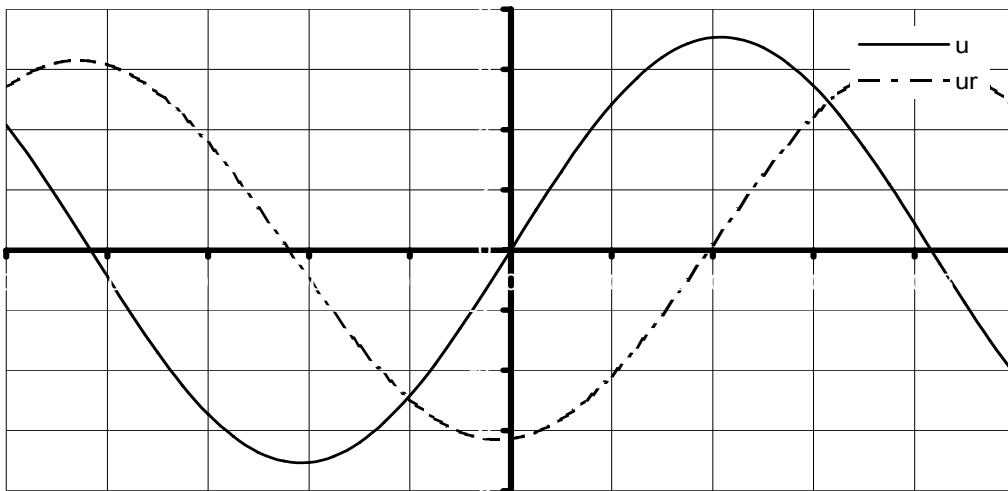
4) $C = 100 \mu F$; $I = 12 A$; $U_C = 377 V$; $Q = 3,14$

Exercice 33 : Circuit RLC série – Etude de la résonance d'intensité

Lors d'une séance de Travaux Pratiques, on réalise ce circuit électrique :



1) Pour une certaine fréquence délivrée par le GBF, on obtient l'oscillogramme suivant :



Balayage horizontal : $0,2 \text{ ms.div}^{-1}$

Voie 1 : tension u aux bornes du dipôle RLC - Courbe en traits pleins - Sensibilité verticale : 2 V.div^{-1}

Voie 2 : tension u_r aux bornes de la résistance R - Courbe en pointillé - Sensibilité verticale : $0,2 \text{ V.div}^{-1}$

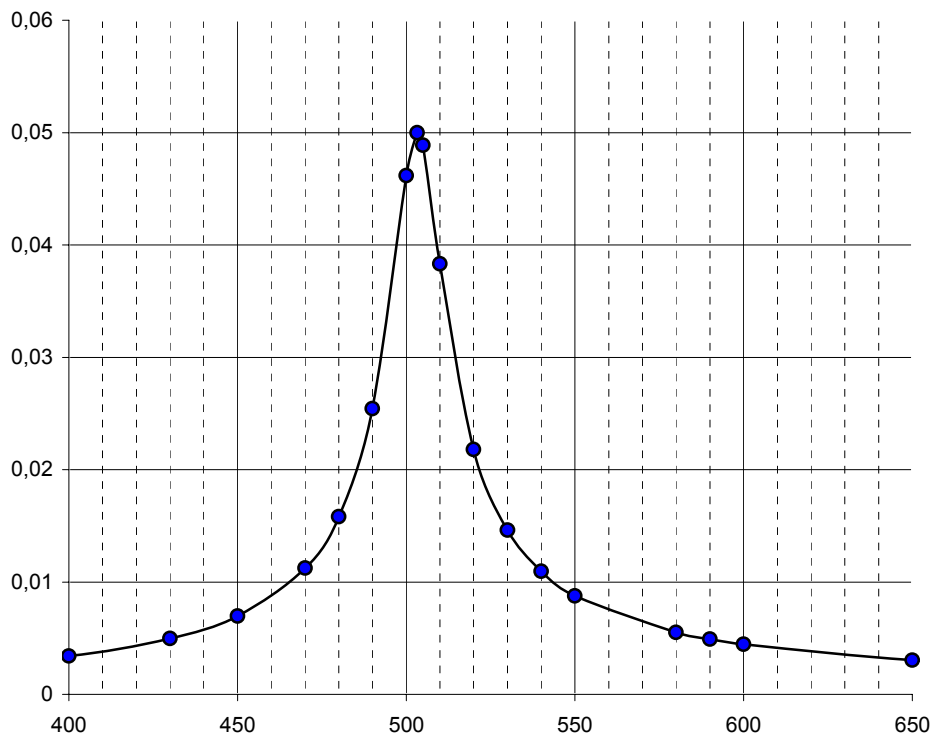
- Déterminer l'amplitude de la tension U_m délivrée par le générateur et sa valeur efficace U .
- Déterminer l'amplitude de la tension U_{mr} aux bornes de la résistance R et sa valeur efficace U_r .
- En déduire l'amplitude de l'intensité du courant dans le circuit I_m et sa valeur efficace I .
- Quelle est la période T du signal délivré par le GBF ? La noter sur le graphe.
- Vérifier que la fréquence f est égale à 600 Hz .
- Quel est le déphasage φ de la tension par rapport au courant ?

- En déduire l'expression du courant : $i = f(t)$
- Calculer l'impédance : $Z = U/I$ du dipôle RLC pour cette fréquence.
- Calculer l'impédance $Z_B = L\omega$ de la bobine et l'impédance $Z_C = \frac{1}{C\omega}$ du condensateur.
- Le circuit est-il capacitif ou inductif pour cette fréquence ?
- Calculer l'impédance Z à partir de la formule : $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$
- Peut-on écrire : $Z = R + Z_B + Z_C$
- A-t-on la droit d'écrire : $U = U_R + U_B + U_C$
- Quelle est la puissance électrique : $P = UI \cos \varphi$ dissipée dans le circuit ?

2) On fait varier la fréquence de la tension d'alimentation tout en maintenant sa valeur efficace constante. On mesure l'intensité du courant et on obtient les résultats suivants :

- A quel phénomène correspond cette observation ?
- Donner un titre à cette courbe.
- Qu'a-t-on porté comme variable en abscisse ? en ordonnée ? Les noter sur le graphe.
- Quelle est la valeur de la fréquence de résonance f_0 ?
- Retrouver la valeur de la fréquence f_0 à partir de la formule : $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
- Quelle est la valeur de l'intensité I_0 du courant à la résonance ?
- Courant et tension sont-ils en phase à la résonance ?
- Quelle est alors l'expression de l'intensité du courant dans le circuit : $i = f(t)$?
- Quelle est, à cette fréquence, l'impédance Z_0 du dipôle RLC ?
- Vérifie-t-on : $Z_0 = R$?
- Quelle est la puissance électrique P_0 dissipée dans le circuit ?

f (Hz)	I (A)
300	0,001461
350	0,002127
400	0,003404
430	0,004978
450	0,00698
470	0,01125
480	0,01582
490	0,02543
500	0,04618
503,3	0,05
505	0,04889
510	0,03833
520	0,02179
530	0,01462
540	0,01095
550	0,008759
580	0,00552
590	0,004929
600	0,004457
650	0,003051
700	0,002351



3) Détermination de la bande passante à 3 dB

La bande passante d'un circuit RLC série est l'ensemble des fréquences pour lesquelles : I

$$\geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}, I_0 \text{ étant l'intensité à la résonance d'intensité.}$$

- Calculer $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$
- Déterminer les 2 fréquences f_1 et f_2 correspondant à cette valeur de I
- En déduire la largeur de la bande passante : $\beta = f_2 - f_1$
- Quel est le facteur de qualité Q de ce circuit : $Q = \frac{f_0}{\beta}$ (grandeur sans dimension)
- Vérifie-t-on : $Q = \frac{L\omega_0}{R}$?
- Comment pourrait-on améliorer ce facteur de qualité ?

4) Surtension aux bornes de la bobine à la résonance d'intensité

- Déterminer la valeur de l'impédance Z_{B_0} de la bobine à la résonance
- Déterminer la valeur U_{B_0} de la tension aux bornes de la bobine à la résonance.
- Vérifie-t-on : $U_{B_0} = Q U$

Réponses : 1) $U_m = 7 \text{ V}$; $U = 4,95 \text{ V}$; $U_{mr} = 0,64 \text{ V}$; $U_r = 0,45 \text{ V}$; $I_m = 6,4 \text{ mA}$; $I = 4,5 \text{ mA}$
 $T = 1,7 \text{ ms}$; $f = 588 \text{ Hz}$

2) $f_{0 \text{ mesuré}} = 503 \text{ Hz}$; $I_0 = 0,05 \text{ A}$; $i = 0,071 \sin(3162 t)$; $Z_0 \approx 100 \Omega$; $P_0 = 0,25 \text{ W}$

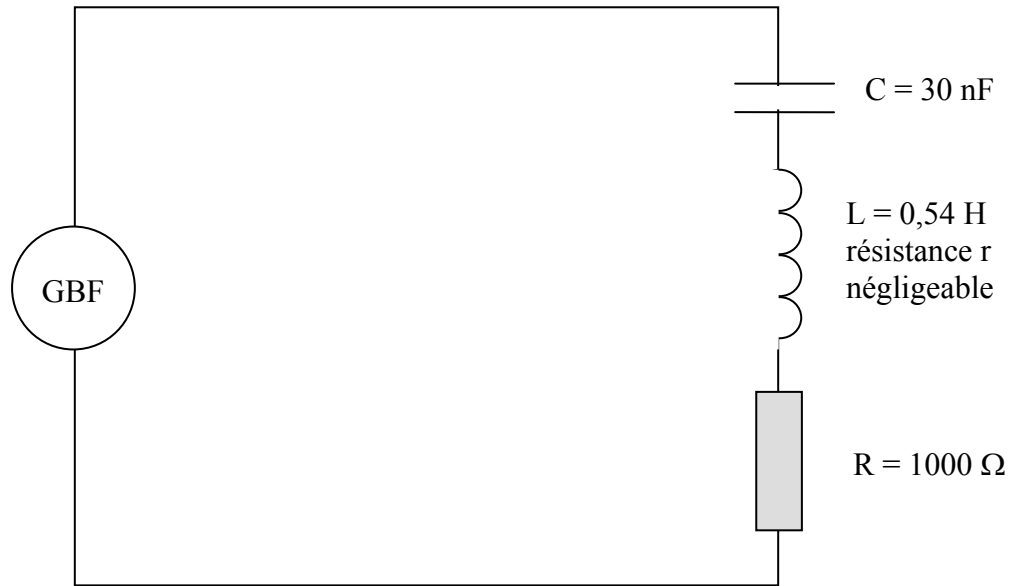
3) $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 0,035 \text{ A}$

$f_1 = 490 \text{ Hz}$; $f_2 = 510 \text{ Hz}$; $\beta = 20 \text{ Hz}$; $Q \approx 25$

4) $Z_{B_0} = 3162 \Omega$; $U_{B_0} = 158 \text{ V}$

Exercice 34 : Contrôle des connaissances

Soit un dipôle RLC constitué d'une résistance $R = 1\,000\ \Omega$, d'une bobine d'inductance $L = 0,54\ \text{H}$ et de résistance r négligeable et d'un condensateur de capacité $C = 30\ \text{nF}$ associés en série et alimentés par un GBF dont on peut régler la fréquence et la tension de sortie $u(t)$. Un ampèremètre, un voltmètre sont installés dans le circuit. Un oscilloscope permet de visualiser la tension aux bornes du dipôle et aux bornes de la résistance. Le GBF délivre une tension alternative sinusoïdale de fréquence f .

**I) Branchements et notations**

- Où faut-il mettre la masse du circuit ?
- Noter sur ce schéma le courant i , la tension aux bornes du générateur et la tension aux bornes des différents dipôles.
- Où faut-il placer le voltmètre numérique pour mesurer la tension aux bornes du GBF ?
- Où faut-il placer l'ampèremètre numérique pour mesurer le courant ?
- Où faut-il brancher la voie 1 de l'oscilloscope pour visualiser la tension délivrée par le GBF ?
- Où faut-il brancher la voie 2 de l'oscilloscope pour visualiser une tension proportionnelle au *courant* qui traverse le circuit ?

Justifier.

II) Questionnaire à choix multiple : entourer la seule bonne réponse pour chacune des questions qui suit et justifier cette réponse quand cela est demandé.

1) Le voltmètre numérique permet de connaître :

- a) la valeur maximum de la tension
- b) la valeur efficace de la tension
- c) la valeur instantanée de la tension

2) Le GBF délivre une tension sinusoïdale : $u(t) = 20 \sin(2000 \pi t)$

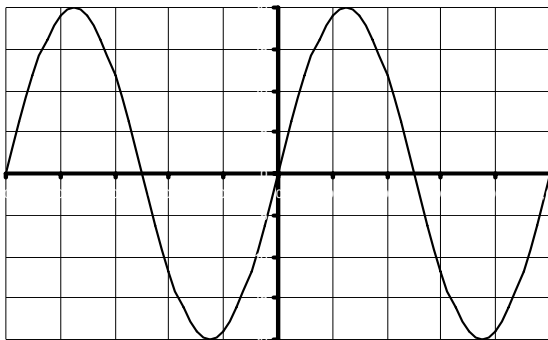
• La valeur efficace U de la tension est :

- a) $U = 20 \text{ V}$
- b) $U = 14,1 \text{ V}$
- c) $U = 28,3 \text{ V}$

• La période T de cette tension vaut :

- a) $T = 0,05 \text{ ms}$
- b) $T = 1 \text{ ms}$
- c) $T = 2 \text{ ms}$

• Le calibre utilisé pour visualiser la tension u(t) est :

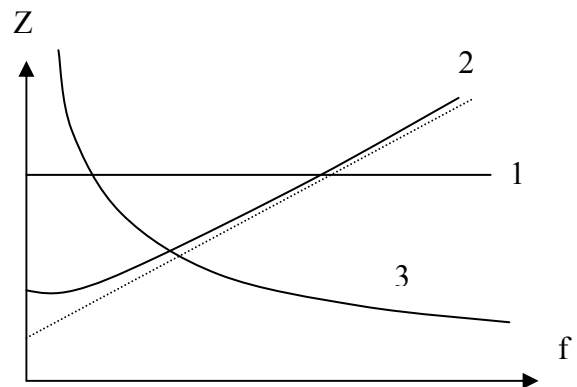


- a) 1 V/div
- b) 2 V/div
- c) 5 V/div

Justifier.

3) Quelle est la courbe qui correspond aux variations de l'impédance Z_c du condensateur en fonction de la fréquence :

- a) courbe (1)
- b) courbe (2)
- c) courbe (3)



4) L'impédance Z du dipôle RLC :

- a) est indépendante de la fréquence f de la tension d'alimentation
- b) augmente avec cette fréquence
- c) varie avec cette fréquence

Justifier en vous aidant de la figure.

5) L'impédance Z du circuit peut être calculée en faisant l'opération suivante :

- a) $Z = \frac{U}{I}$
- b) $Z = \frac{I}{U}$
- c) $Z = UI$

6) Lorsque la fréquence de la tension d'alimentation est : $f = 1000 \text{ Hz}$, l'impédance Z est :

- a) inférieure à $1\,000 \, \Omega$ b) égale à $1\,000 \, \Omega$ c) supérieure à $1\,000 \, \Omega$

Justifier.

7) Le déphasage entre la tension $u(t)$ et le courant $i(t)$:

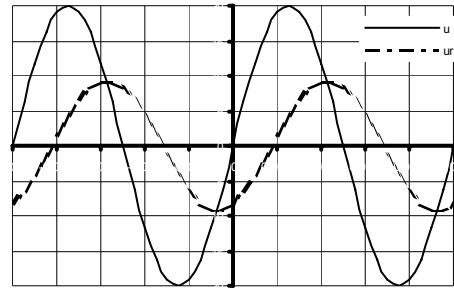
- a) est indépendant de la fréquence f de la tension d'alimentation
 b) est toujours nul
 c) varie avec la fréquence

Justifier.

8) Sur cet oscillogramme, la tension $u(t)$ (représentée en traits pleins) est :

- a) en avance par rapport à la tension $u_r(t)$
 b) en phase avec la tension
 c) en retard par rapport à la tension $u_r(t)$

Justifier.



9) La résonance d'intensité se manifeste quand :

- a) u et i sont en phase b) la valeur de I est minimale c) u et u_b sont en phase

10) Pour le circuit étudié, la résonance d'intensité a lieu pour la fréquence :

- a) $f_0 = 1\,000 \text{ Hz}$ b) $f_0 = 1\,250 \text{ Hz}$ c) $f_0 = 1\,500 \text{ Hz}$

Justifier par un calcul.

• Lorsque la fréquence de la tension d'alimentation est f_0 , l'impédance Z_0 du circuit vaut :

- a) $Z_0 = 1\,000 \, \Omega$ b) $Z_0 = 1\,912 \, \Omega$ c) $Z_0 = 2\,158 \, \Omega$

Justifier.

11) La formule générale donnant la puissance moyenne consommée par un dipôle RLC est :

- a) $P = UI$ b) $P = U_{\max} I_{\max}$ c) $P = UI \cos \varphi$

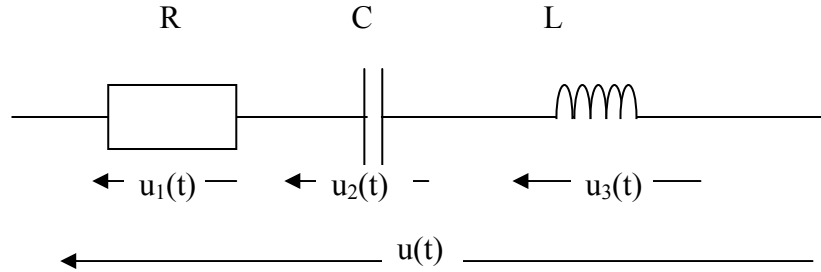
Réponses :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
b	b, b, c	c	c	a	c	c	a	a	b ; a	c

Exercice 35 : Contrôle des connaissances (adaptation de la session 1 996)

Questionnaire à choix multiple

1. - Pour le dipôle RLC série représenté ci-dessus, parcouru par un courant sinusoïdal alternatif, la relation vérifiée par les tensions est :



- a) $U = U_1 + U_2 + U_3$ b) $u(t) = u_1(t) + u_2(t) + u_3(t)$ c) $U_{\max} = U_{1\max} + U_{2\max} + U_{3\max}$

2. - On applique à un dipôle AB, la tension sinusoïdale $u_{AB}(t) = 380 \sin(200 \pi t)$

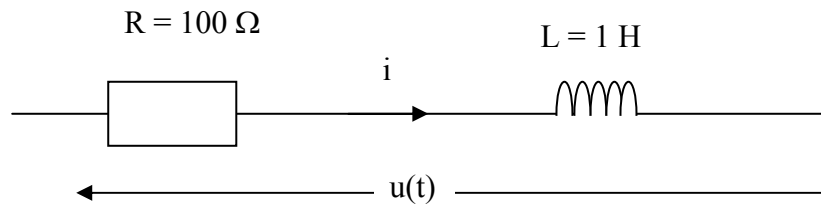
2.1. - La valeur efficace U de la tension est :

- a) 537 V b) 380 V c) 268,7 V

2.2. - La période T de cette tension vaut :

- a) 628 s b) 100 s c) 10 ms

3. - Soit le dipôle suivant alimenté par la tension $u(t) = 20\sqrt{2} \sin(100 \pi t)$; Le courant a pour expression : $i(t) = I_m \sin(100 \pi t - \varphi)$



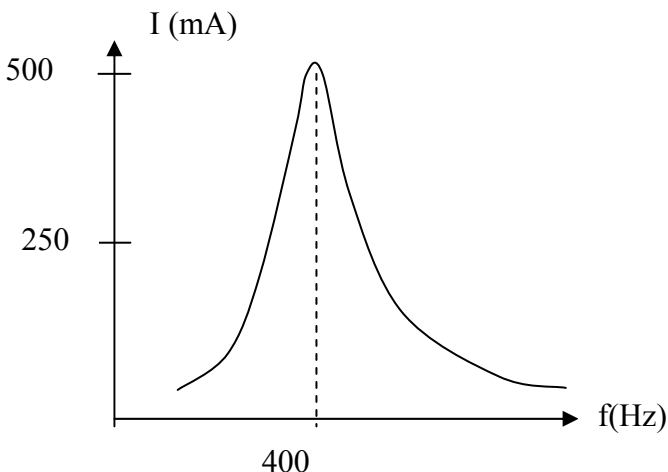
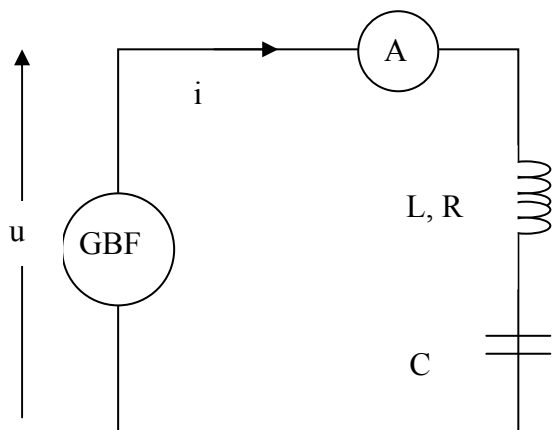
3.1. - L'impédance du dipôle est :

- a) supérieure à 100 Ω b) égale à 100 Ω c) inférieure à 100 Ω

3.2. - La tension u est :

- a) en avance de phase par rapport à l'intensité i b) en phase par rapport à l'intensité i c) en retard de phase par rapport à l'intensité i

4. - Dans le circuit représenté ci-dessous, le générateur basse fréquence (GBF) crée entre ses bornes une tension sinusoïdale u de fréquence variable f et de valeur efficace 10V . L'intensité efficace, indiquée par l'ampèremètre de résistance négligeable, varie en fonction de la fréquence f selon la courbe suivante :



4.1. - La résistance R de la bobine vaut :

- a) $28,3 \Omega$ b) $20,0 \Omega$ c) $40,0 \Omega$

4.2.- Pour $f = 400 \text{ Hz}$,

- a) u est en avance de phase par rapport à l'intensité i b) u est en phase par rapport à l'intensité i c) u est en retard de phase par rapport à l'intensité i

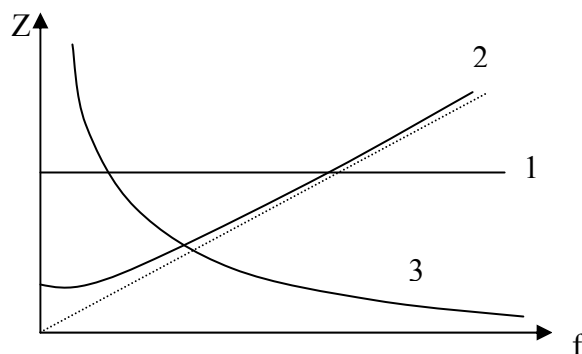
4.3. - Pour $f = 400 \text{ Hz}$,

- a) la tension aux bornes du condensateur est plus grande que la tension aux bornes de la bobine b) la tension aux bornes du condensateur est égale à la tension aux bornes de la bobine c) la tension aux bornes du condensateur est plus petite que la tension aux bornes de la bobine

5. - On a représenté sur un même schéma les variations de l'impédance Z d'une résistance (R), d'une bobine (r, L) et d'un condensateur (C) en fonction de la fréquence f de la tension sinusoïdale qui les alimente.

Quelle est la courbe qui correspond aux variations de l'impédance d'une bobine en fonction de la fréquence :

- a) courbe (1)
b) courbe (2)
c) courbe (3)

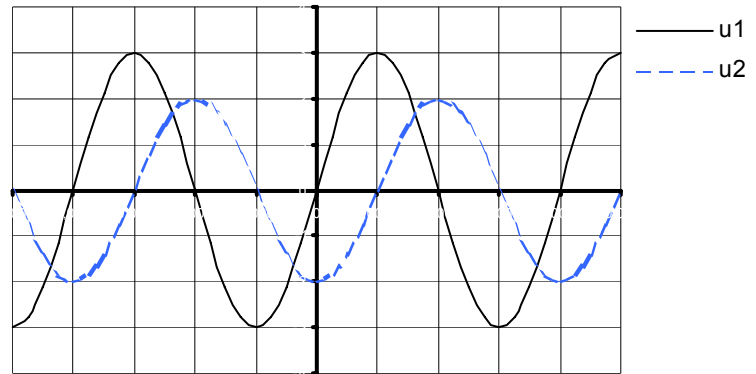


6. - On observe l'oscillogramme obtenu avec les sensibilités suivantes :

courbe 1 : sensibilité verticale : 0,5 V/div

courbe 2 : sensibilité verticale : 1 V/div

balayage : 5 ms/div



6.1. - Le déphasage $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ de la tension 1 par rapport à la tension 2 vaut :

a) $+\pi/2$

b) $-\pi/2$

c) $+\pi$

6.2. - La valeur efficace U de la tension 1 vaut :

a) 2,12 V

b) 1,50 V

c) 1,06 V

6.3. - La fréquence de ces 2 tensions sinusoïdales vaut :

a) 50 Hz

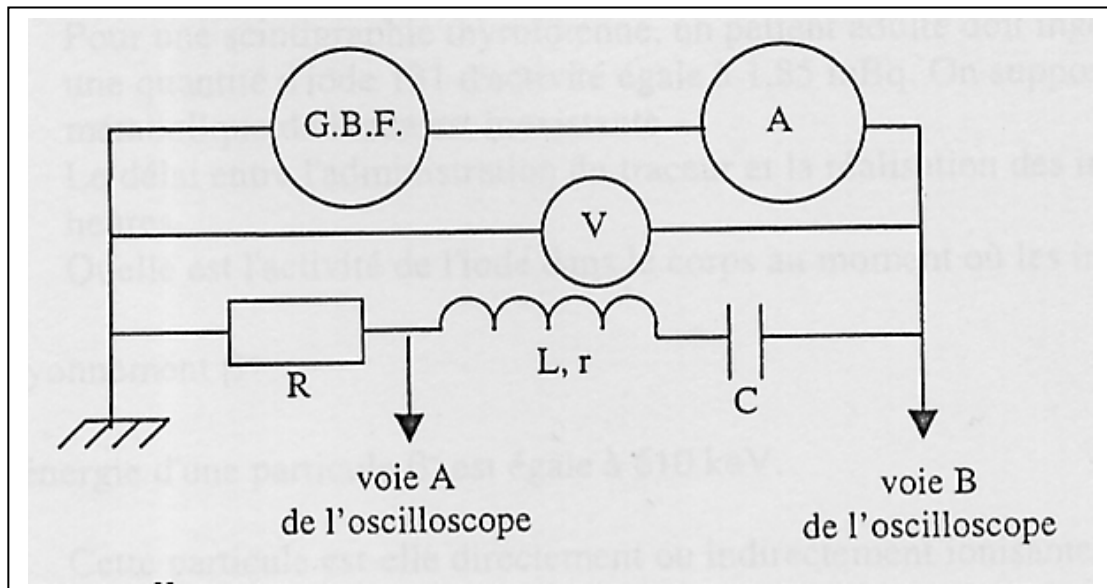
b) 100 Hz

c) 314 Hz

Exercice 36 : Contrôle des connaissances (adaptation de la session 2 001)

Soit un dipôle RLC constitué d'une résistance : $R = 20 \Omega$, d'une bobine d'inductance $L = 0,5 \text{ H}$ et de résistance $r = 10 \Omega$ et d'un condensateur de capacité $C = 10 \mu\text{F}$ associés en série et alimentés par un GBF dont on peut régler la fréquence et la tension de sortie. Un ampèremètre, un voltmètre sont installés dans le circuit. Un oscilloscope permet de visualiser la tension aux bornes du dipôle et aux bornes de la résistance. Le GBF délivre une tension alternative sinusoïdale de fréquence f .

Le circuit est schématisé ci-dessous :



On rappelle les notations usuelles :

- valeur efficace : symbole en majuscule
- valeur instantanée : symbole en minuscule

Recopier la seule bonne réponse pour chacune des questions qui suit et justifier cette réponse quand c'est demandé.

1) Le voltmètre permet de connaître :

- la valeur maximum de la tension
- la valeur efficace de la tension
- la valeur instantanée de la tension

2) La valeur instantanée de l'intensité est connue à partir de :

- la voie A de l'oscilloscope
- la voie B de l'oscilloscope
- l'ampèremètre

Justifier.

3) L'impédance du dipôle :

- est indépendante de la fréquence f de la tension d'alimentation
- augmente avec cette fréquence
- varie avec cette fréquence

Justifier.

4) Lorsque la fréquence de la tension d'alimentation est : $f = 100$ Hz l'impédance vaut :

- $Z = 158 \Omega$
- $Z = 30 \Omega$
- $Z = 373 \Omega$

Justifier.

5) L'impédance peut aussi être mesurée par :

- $\frac{U}{I}$
- $\frac{I}{U}$
- $\frac{u}{i}$

6) Le régime imposé est celui :

- d'oscillations libres amorties
- d'oscillations libres entretenues
- d'oscillations forcées

7) La résonance d'intensité se manifeste quand :

- u et i sont en phase.
- u_c et u_b (respectivement tension instantanée aux bornes du condensateur et la bobine) ont la même valeur
- u_b , et i sont en phase

8) La résonance a lieu pour une fréquence f_0 de :

- 204 Hz
- 113 Hz
- 71,2 Hz

Justifier.

9) La puissance moyenne consommée par ce dipôle est $P = UI \cos \varphi$ (φ déphasage entre u et i)
A la résonance :

- $P = UI$
- $P = U_{\max} I_{\max}$
- $P = u i$

10) La puissance consommée l'est essentiellement :

- par effet Joule dans la résistance
- par l'apparition d'un champ magnétique dans la bobine
- par l'apparition d'un champ électrique dans le condensateur

Réponses : $Z = 30 \Omega$; $f_0 = 71,2$ Hz