

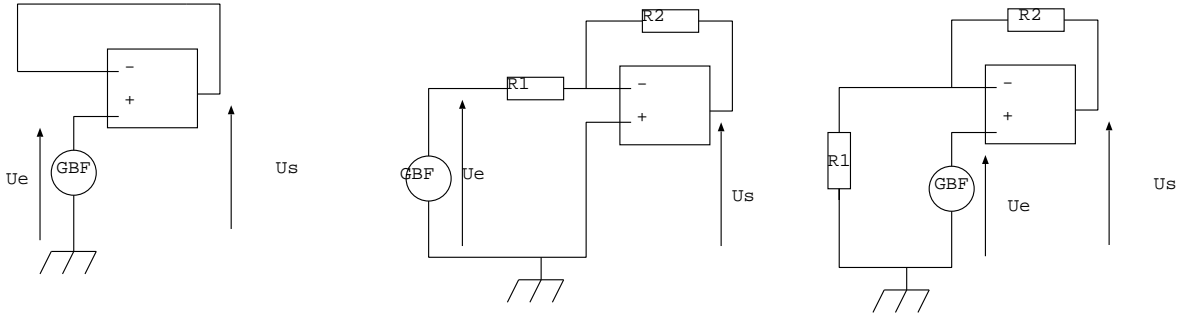
# Révisions électricité

## I. Montages à ALI

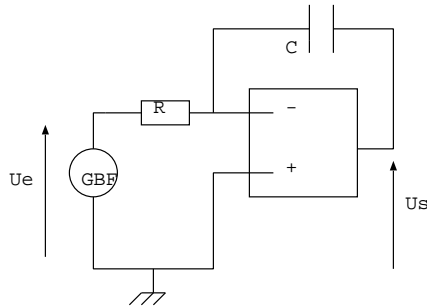
Dans les montages suivants, l'ALI est supposé idéal, on fait donc les hypothèses suivantes:

- Les intensités  $i^+$  et  $i^-$  des courants des entrées non inverseuse et inverseuse sont nulles
- En régime linéaire:  $v^+ = v^-$
- En régime non linéaire: pour  $v^+ > v^-$  on a  $v_s = +V_{sat}$  et pour  $v^- > v^+$  on a  $v_s = -V_{sat}$

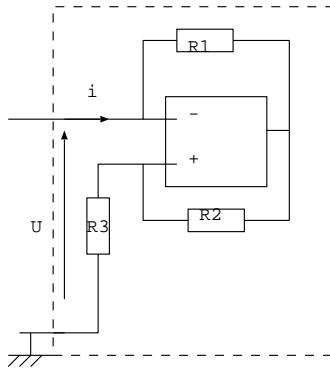
1. Etablir pour les trois montages la relation donnant  $u_s$  en fonction de  $u_e$ .



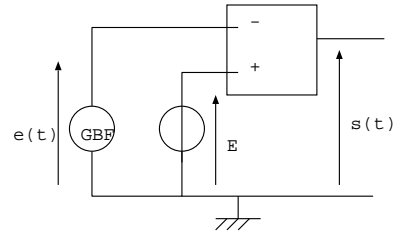
2. Montrer, en exprimant  $U_s$  en fonction de  $U_e$ , que le montage suivant est un montage intégrateur.



3. Exprimer  $U$  en fonction de  $i$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$  et commenter le résultat.



4. La tension  $e(t)$  est sinusoïdale d'amplitude 5 V et la tension  $E$  est continue de valeur 3 V. Représenter que le même graphe  $e(t)$ ,  $E$  et  $s(t)$ .



Réponses: 1-  $U_s = U_e$ ,  $U_s = -\frac{R_2}{R_1}U_e$  et  $U_s = (1 + \frac{R_2}{R_1})U_e$  3-  $U = -\frac{R_3R_1}{R_2}i$

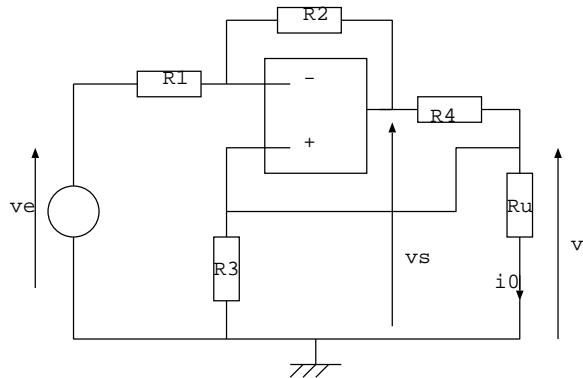
## II. Source de courant commandée en tension

1. L'ALI est supposé idéal. Justifier pour l'ALI peut fonctionner en régime linéaire?

2. Ecrire les lois des noeuds en terme de potentiel en + et en -. En déduire les expressions de  $V^+$  et  $V^-$  en fonction de  $V_e$ ,  $V_s$  et des résistances  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  et  $R_u$ .

En déduire l'expression de  $V$  en fonction de  $V_e$  et des résistances.

3. Vérifier que pour  $R_1R_4 = R_3R_2$ , l'intensité du courant  $i_0$  ne dépend pas de  $R_u$ . Que réalise alors ce montage?



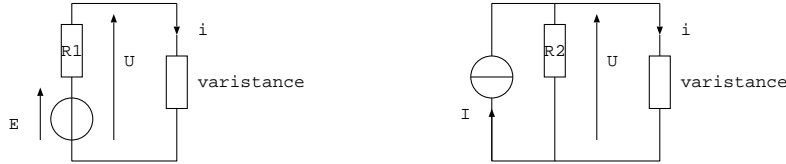
Réponses: 2-  $v = \frac{R_2v_e}{R_2 - \frac{R_1R_4}{R_3} - \frac{R_1R_4}{R_u}}$

### III. Caractéristique et point de fonctionnement

Une varistance est parcourue, en convention récepteur, par un courant  $i$  sous une tension  $u$ . L'étude expérimentale fournit le tableau suivant :

$u(V)$	0	2	4	6	8	10	12	14
$i(mA)$	0	2	8	23	50	100	150	200

1. Tracer la caractéristique de ce dipôle (c'est le graphe donnant  $i$  en fonction de  $u$ ). Est-ce un dipôle linéaire? Passif ou actif?

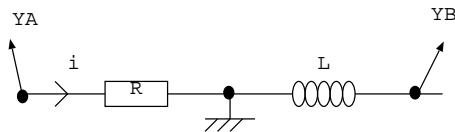


2. La varistance est mise en série avec un résistor  $R_1 = 100 \Omega$ . en série avec une source idéale de tension  $E = 13 V$ . Déterminer graphiquement l'intensité du courant dans la varistance.

3. La varistance est mise en parallèle avec un résistor  $R_2 = 120 \Omega$  et avec une source idéale de courant  $I = 200 mA$ . Quelle est la tension aux bornes de la varistance?

Réponses: 2-  $u = 8 V$  et  $i = 50 mA$  3-  $u \approx 10,5 V$  et  $i \approx 120 mA$ .

### IV. Mesure d'une inductance



Données:  $R = 100 \Omega$

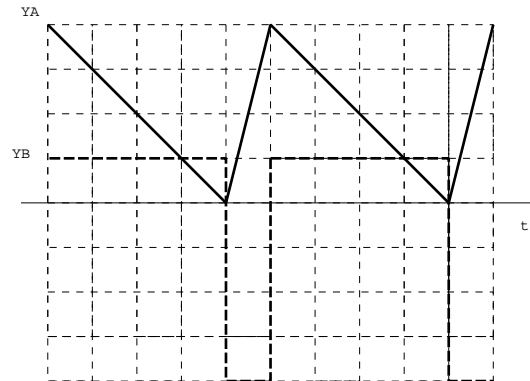
Base de temps:  $10 ms/div$

Calibre en voie A:  $1 V/div$

Calibre en voie B:  $10 mV/div$

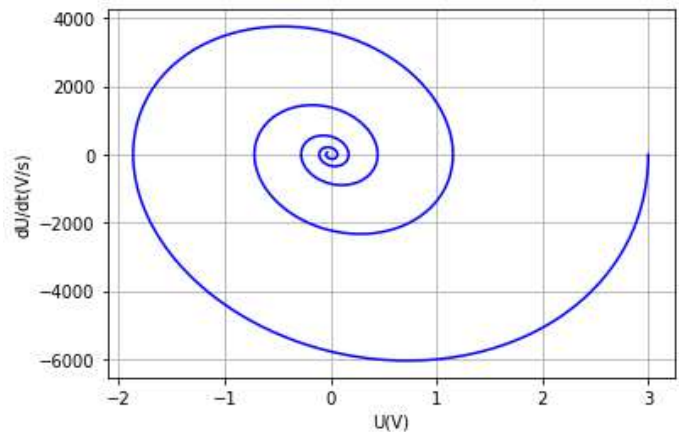
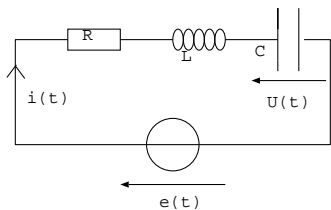
Justifier l'allure de la voie B et calculer  $L$ .

Réponse:  $L = 10 mH$



### V. Portrait de phase

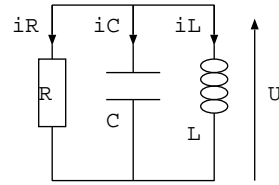
Un circuit RLC série est alimenté par un échelon de tension  $e(t)$  tel que:  $e(t < 0) = E$  et  $e(t > 0) = 0$ . On donne le portrait de phase représentant  $dU/dt$  en fonction de  $U$  pour  $t > 0$ . On fait l'hypothèse que la pseudo-période est voisine de la période propre. Déduire de la courbe les valeurs numériques de  $E$  et de  $R$ . Données:  $L = 40 mH$  et  $C = 4 \mu F$ .



Réponses:  $E = 3 V$  et  $R = 30 \Omega$

## VI. Régime libre du circuit RLC parallèle

On étudie le circuit RLC parallèle suivant tel qu'à  $t = 0^-$  le condensateur est déchargé et l'intensité du courant dans la bobine est  $i_L(t = 0^-) = -I_0$ .



1. Etablir les expressions de  $U(t = 0^+) = 0$  et  $\frac{dU}{dt}(t = 0^+)$ .

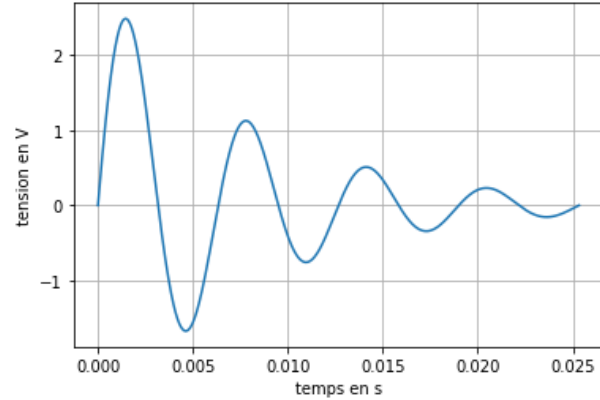
2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par  $U(t)$  et la mettre sous la forme  $\frac{d^2U}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{dU}{dt} + \omega_0^2 U = 0$ . Exprimer  $\omega_0$  et  $Q$  en fonction de  $R$ ,  $L$  et  $C$ .

3. On donne la courbe  $U(t)$  pour  $R = 160 \Omega$ .

**3.a.** Donner le nom du régime observé et résoudre l'équation différentielle et montrer que  $U(t)$  s'écrit:  $U(t) = \frac{I_0}{C\omega} e^{-t/\tau} \sin(\omega t)$ . Exprimer  $\tau$  et  $\omega$  en fonction de  $\omega_0$  et  $Q$ .

**3.b.** On définit le décrément logarithmique par  $\delta = \ln\left(\frac{U(t)}{U(t+T)}\right)$  où  $T$  est la pseudo-période. Exprimer  $\delta$  en fonction de  $Q$  lorsque la pseudo-période est voisine de la période propre ( $T \approx T_0$ ).

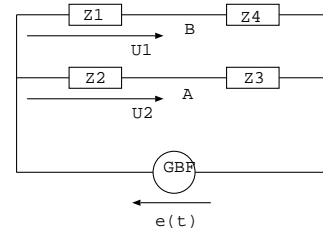
**3.c.** Mesurer  $\delta$  et  $T_0$  sur la courbe et en déduire les valeurs numériques de  $L$  et  $C$ .



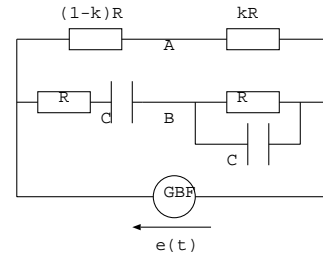
Réponses : 1-  $\frac{dU}{dt}(t = 0^+) = \frac{I_0}{C}$  2-  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ,  $Q = R\sqrt{\frac{C}{L}}$  3-  $\delta = \frac{\pi}{Q}$ ,  $Q = 4,5$ ,  $\omega_0 = 10^3 \text{ rad/s}$ ,  $C = 1,5 \mu\text{F}$  et  $L = 0,7 \text{ H}$

## VII. Equilibre d'un pont

Le pont est alimenté par une tension sinusoidale  $e(t) = E \cos(\omega t)$ . Exprimer les tensions  $\underline{U}_1$  et  $\underline{U}_2$ . En déduire la relation entre les impédances  $\underline{Z}_1$ ,  $\underline{Z}_2$ ,  $\underline{Z}_3$  et  $\underline{Z}_4$  pour que la tension  $\underline{U}_{AB}$  soit nulle, on dit alors que le pont est équilibré.



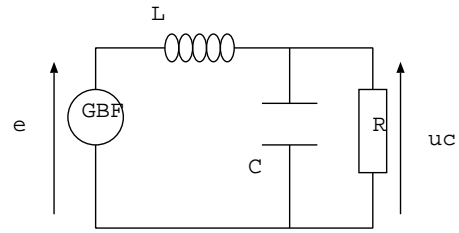
En déduire dans le montage suivant, l'expression de  $\omega$  en fonction de  $R$  et  $C$  ainsi que la valeur de  $k$  pour que le pont soit équilibré.



Réponses:  $\underline{Z}_1 \underline{Z}_3 = \underline{Z}_2 \underline{Z}_4$ ,  $k = 1/3$  et  $\omega = \frac{1}{RC}$

## VIII. Résonance en tension

Le circuit ci-contre est alimenté par la tension  $e(t) = E \cos(\omega t)$ . On note  $u_c(t) = U_c \cos(\omega t + \phi)$  soit en notation complexe  $\underline{u}_c = U_c e^{j\phi}$ .



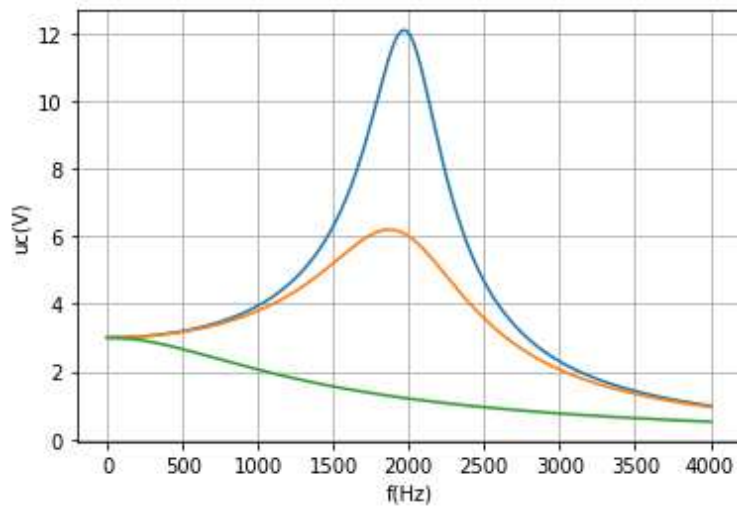
1. Représenter le circuit équivalent à BF et à HF et en déduire  $u_c(t)$  dans ces deux cas. Prévoir la nature du filtre.

2. On pose  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  et  $\frac{R}{L} = Q\omega_0$ .

Exprimer  $\underline{u}_c$  en fonction de  $E$ ,  $\omega_0$ ,  $\omega$  et  $Q$ .

3. Déterminer les valeurs de  $Q$  pour lesquelles on observe une résonance en tension. Exprimer la pulsation de résonance  $\omega_r$ . Donner son expression approchée pour  $Q$  grand.

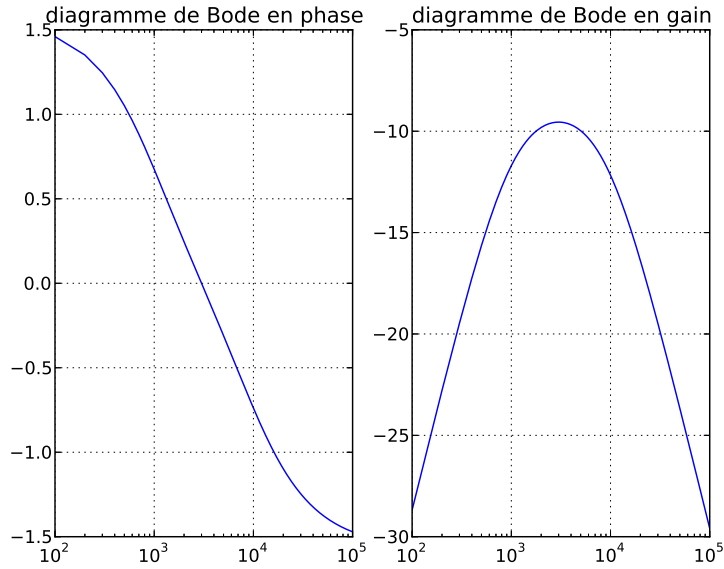
4. On donne les courbes  $u_c(f)$  pour  $Q_1 = 0,4$ ,  $Q_2 = 2$  et  $Q_3 > Q_2$ . Identifier les courbes. Estimer les valeurs numériques de  $Q_3$ ,  $f_0$  et  $E$ .



Réponses:  $E = 3 \text{ V}$ ,  $Q_3 = 4$  et  $f_0 = 2 \text{ kHz}$

## IX. Filtre

On étudie un filtre de tension d'entrée  $U_e(t)$  et de sortie  $U_s(t)$ , dont les diagrammes de Bode en gain :  $G_{dB} = 20 \log|H|$  et en phase (en radian) sont donnés ci-dessous:



- Déduire des diagrammes de Bode la tension  $U_s(t)$  pour  $U_e(t) = 3 + 2 \sin(2\pi 800t) + 4 \sin(2\pi 8000t)$ .
- Préciser la nature du filtre et déterminer la fonction de transfert associée à ce filtre parmi les formes canoniques suivantes:  $H = \frac{H_0}{1 + jQ(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f})}$  ou  $H = \frac{H_0}{1 + jQ\frac{f}{f_0} - (\frac{f}{f_0})^2}$  ou  $H = H_0 \frac{j\frac{f}{f_0}}{1 + j\frac{f}{f_0}}$ .

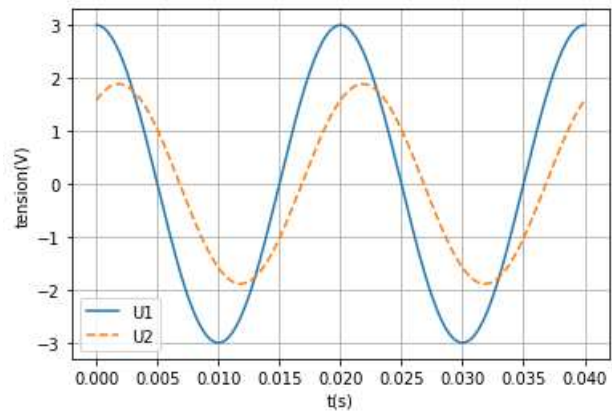
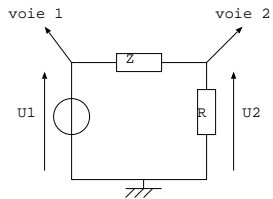
Déduire du diagramme de Bode les valeurs numériques de  $f_0$ ,  $Q$  et  $H_0$ .

- Déduire de la fonction de transfert l'expression de  $U_s(t)$  à haute fréquence. Le circuit est-il intégrateur ou dérivateur? Quel signal peut-on envoyer en entrée pour le vérifier?

Réponses: 1-  $U_s(t) = 0,44 \sin(2\pi 800t + 0,8) + 1,28 \sin(2\pi 8000t - 0,75)$  2-  $H_0 = 0,33$ ,  $f_0 = 3 \text{ kHz}$  et  $Q = 0,4$   
3- circuit intégrateur.

## X. Dipôle inconnu

Une impédance  $Z = X + jY$  inconnue est placée dans le montage ci-contre. Le montage est alimenté par un GBF qui délivre la tension  $U_1(t) = U_{1m} \cos(\omega t)$ . On observe les tensions  $U_1$  et  $U_2$  sur un oscilloscope.



- Mesurer  $U_{1m}$  et  $\omega$ .
- Mesurer le déphasage  $\phi$  de  $U_2(t)$  par rapport à  $U_1(t)$ . Justifier l'appellation de circuit de type inductif.
- Déduire des courbes, les valeurs numériques de  $X$  et  $Y$  pour  $R = 150 \Omega$ .

Réponses:  $\phi = -0,63 \text{ rad}$ ,  $X = 40 \Omega$  et  $Y = 140 \Omega$

## XI. Circuit RLC série

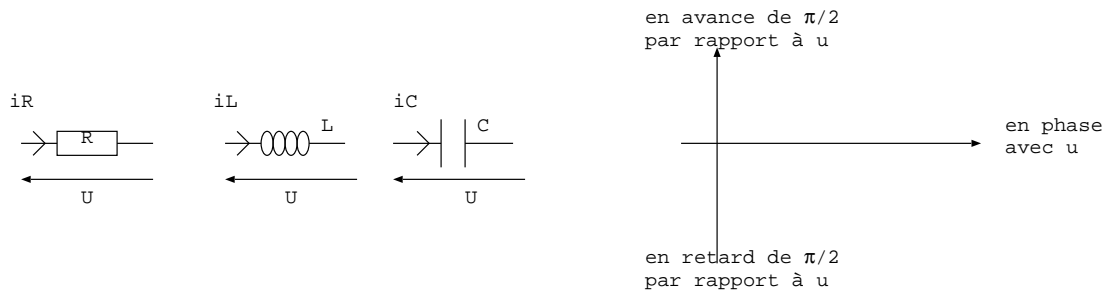
Soit un circuit RLC série alimenté par un GBF qui délivre la fem  $U_e(t) = U_0 \cos(\omega t)$ . Données:  $R = 170 \Omega$ ,  $L = 80mH$ ,  $f = 400 Hz$ ,  $U_0 = 5 V$ .

1. Représenter le montage pour observer sur l'oscilloscope la tension aux bornes du GBF et la tension aux bornes du condensateur. Pour  $C = 1,25 \mu F$ , exprimer  $U_c(t)$  et  $i(t)$ .
2. Définir la notion de résonance en intensité. Calculer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur pour laquelle il y a résonance en intensité dans ce montage. Calculer à la résonance en intensité, les amplitudes de  $i(t)$ ,  $U_R(t)$ ,  $U_L(t)$  et  $U_C(t)$ .

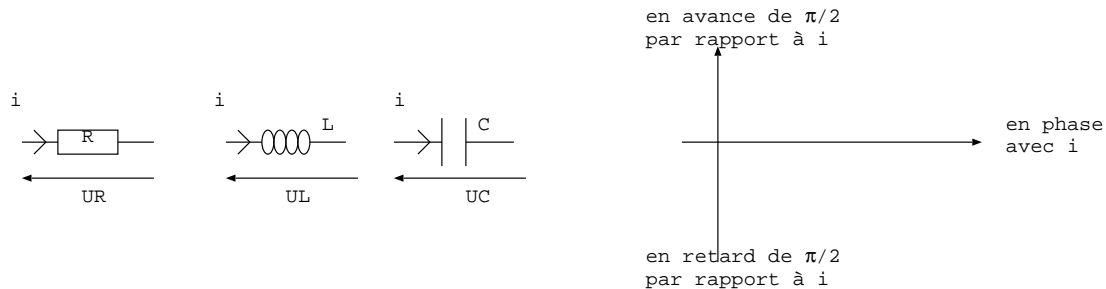
Réponses: 1-  $U_c(t) = 7,7 \cos(\omega t - 0,96) V$  2-  $C = 2 \mu F$ ,  $I_m = 29 mA$ ,  $U_R = 5 V$ ,  $U_L = U_C = 5,8 V$

## XII. Diagramme de Fresnel

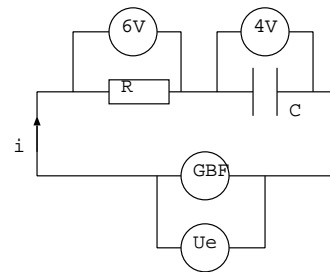
1. Rappel de la méthode: représenter les vecteurs associés à  $i_R$ ,  $i_L$  et  $i_C$  sur le schéma de droite.



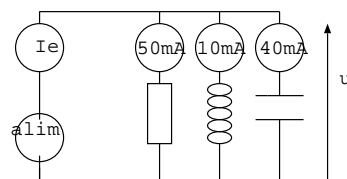
De même avec les notations suivantes, représenter les vecteurs associés à  $u_R$ ,  $u_L$  et  $u_C$  sur le schéma de droite.



2. On donne les tensions lues sur des voltmètres en mode AC. Utiliser un diagramme de Fresnel pour calculer la tension lue sur le voltmètre aux bornes du GBF. Indice: faites un diagramme pour lequel l'axe des abscisses correspond aux signaux en phase avec  $i$  dans le circuit.



3. On donne les intensités lues sur des ampèremètres en mode AC. Utiliser un diagramme de Fresnel pour calculer l'intensité lue sur l'ampèremètre aux bornes de l'alimentation. Indice: faites un diagramme pour lequel l'axe des abscisses correspond aux signaux en phase avec  $u$  dans le circuit.



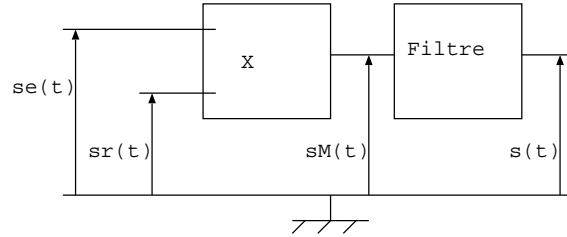
Réponses: sur le voltmètre:  $7,2 V$ , sur l'ampèremètre:  $58,3 mA$

### XIII. Radar autoroutier

Un radar fixe utilise le principe de l'effet Doppler pour mesurer la vitesse d'un véhicule qui s'approche du radar avec une vitesse  $v_0$ . Le radar émet une onde électromagnétique micro-ondes de fréquence  $f_e = 10,0 \text{ GHz}$  qui se réfléchit sur la carrosserie du véhicule et est perçue par le radar, qui fonctionne donc aussi en récepteur, avec une fréquence  $f_r = (1 + \frac{2v_0}{c})f_e$  où  $c$  est la célérité de la lumière.

Le terme  $v_0/c$  est petit devant 1, la fréquence  $f_r$  est assez proche de  $f_e$ . Pour mesurer la vitesse  $v_0$  on peut donc utiliser le principe de la détection synchrone. A la sortie d'un multiplieur on récupère  $s_M(t)$ , le produit des deux grandeurs d'entrée:  $s_e(t)$  émis par le radar (signal sinusoïdal de fréquence  $f_e$ ) et  $s_r(t)$  reçu par le radar (signal sinusoïdal de fréquence  $f_r$ ). On a donc  $s_M(t) = K s_e(t) s_r(t)$  où  $K = 0,1 \text{ V}^{-1}$ .  $s_M(t)$  est envoyé à l'entrée d'un filtre et en sortie on

récupère  $s(t)$  qui permet de mesurer  $v_0$ .

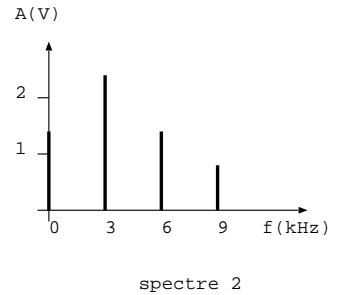
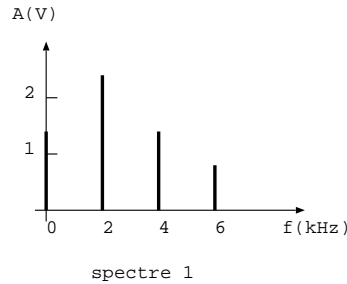
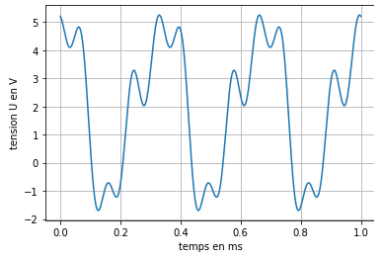


1. Représenter le spectre de  $s_M(t)$ . Donnée:  $\cos a \cos b = \frac{1}{2}(\cos(a + b) + \cos(a - b))$ .
2. Quelle doit être la nature du filtre pour que  $s(t)$  permette de mesurer  $v_0$  ? Préciser comment réaliser un tel filtre avec un résistance et un condensateur.
3. On mesure une fréquence de  $2,80.10^3 \text{ Hz}$  pour  $s(t)$ , en déduire  $v_0$  qu'on exprimera en  $\text{km.h}^{-1}$ .

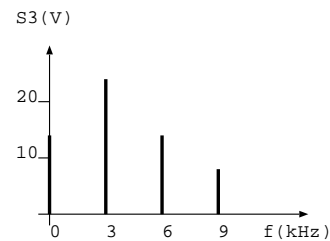
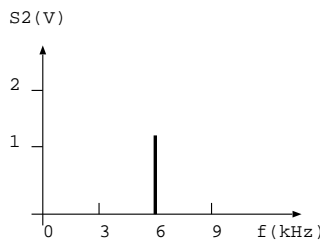
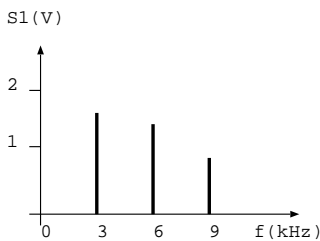
Réponses: Filtre passe bas aux bornes de C,  $v_0 = 151 \text{ km.h}^{-1}$

### XIV. Spectres

On donne le graphe représentant  $U(t)$  et on propose pour cette tension 3 spectres. Préciser parmi ces spectres celui qui correspond à  $U(t)$ .



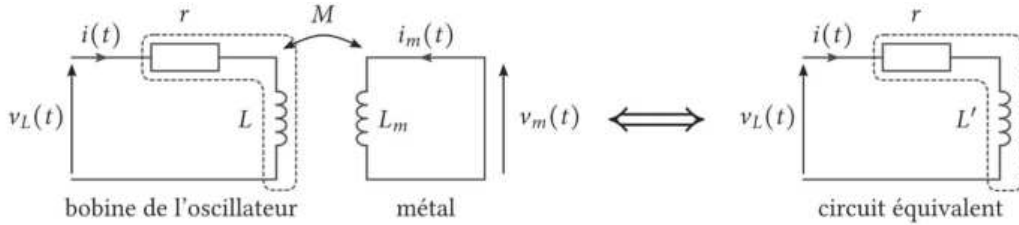
La tension  $U(t)$  alimente 3 filtres différents. On donne le spectre de la tension  $S_i(t)$  en sortie du filtre  $i$  avec  $i = 1, 2$  et 3. Préciser la nature de chaque filtre et pour les filtres 1 et 2 proposer un montage.



## XV. Détecteur de métaux

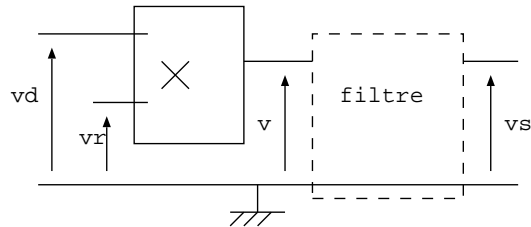
Pour fabriquer un détecteur de métaux, on associe deux circuits oscillateurs type RLC série. On note  $f_r$  la fréquence fixe du circuit de référence et  $f_d$  la fréquence variable du circuit de détection. En l'absence de détection, les fréquences d'oscillations des oscillateurs sont identiques:  $f_r = f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ .

Lorsqu'un métal est présent dans le champ de la bobine de détection, d'inductance propre  $L$ , on admet que le métal détecté se comporte comme une bobine d'inductance propre  $L_m$ . Le couplage entre les deux inductances est matérialisé par une inductance mutuelle notée  $M$ . L'inductance propre du circuit de détection se trouve alors modifiée et devient  $L'$ .

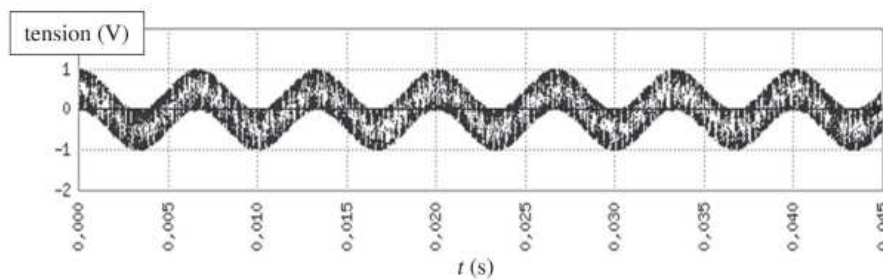


1. Montrer que  $v_L(t)$  se met sous la forme  $v_L(t) = ri + L' \frac{di}{dt}$  avec  $L' = L(1 - \frac{M^2}{LL_m})$ .
2. Exprimer  $f_d - f_r$  en fonction de  $f_d$ ,  $M$ ,  $L$  et  $L_m$  pour  $M^2 \ll LL_m$ .

On note respectivement  $v_r(t) = v_{r0} \cos(2\pi f_r t)$  et  $v_d(t) = v_{d0} \cos(2\pi f_d t)$  les tensions de chacun des oscillateurs respectivement de référence et de détection. Afin de déterminer la variation de fréquence, on utilise le montage suivant comprenant un multiplieur réalisant l'opération  $v(t) = K v_r(t) v_d(t)$  et un filtre dont la nature est à déterminer.



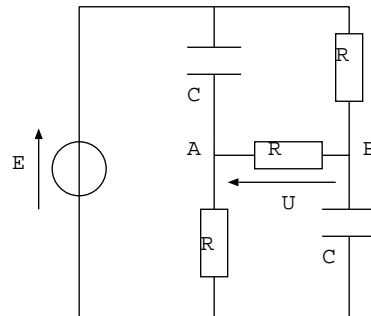
3. Sachant que l'on souhaite obtenir en sortie du filtre un signal permettant de déterminer la différence de fréquence  $f_d - f_r$  entre les oscillateurs, proposer un montage passif simple permettant d'isoler la composante pertinente du signal. Sachant que  $f_r \approx 7,5 \text{ kHz}$ , déterminer une valeur numérique plausible de sa fréquence de coupure.
4. Lors d'une tentative de détection, le signal  $v(t)$  a été enregistré en sortie du multiplieur. En déduire  $f_d - f_r$  et prévoir ce qui sera détecté en sortie du filtre.



## XVI. Pont de Wheastone

Les condensateurs sont initialement déchargés.

1. Etablir l'expression de la tension  $U$  à  $t = 0^+$  et à  $t \rightarrow \infty$ .
2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par  $U(t)$  (pour cela appliquer Millman en A et en B en notation complexe, en déduire la relation entre  $\underline{U}$  et  $\underline{E}$  puis passer en notation réelle pour trouver l'équation différentielle demandée) et en déduire  $U(t)$ .



Réponses: 1-  $U(0^+) = E$  et  $U(\infty) = -\frac{E}{3}$  2-  $\frac{dU}{dt} + \frac{3U}{RC} = -\frac{E}{RC}$