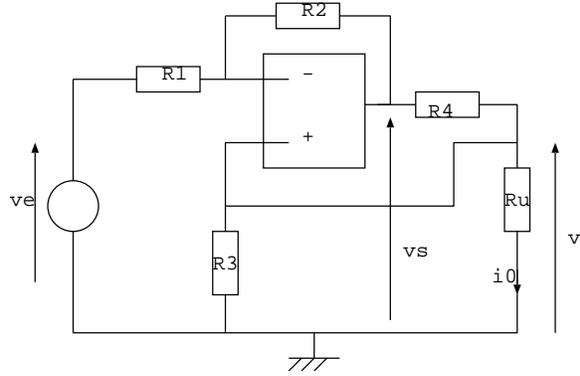


Révisions électricité

I. Source de courant commandée en tension

1. L'ALI est supposé idéal. Justifier pour l'ALI peut fonctionner en régime linéaire?
2. Exprimer v en fonction de v_e en appliquant Millman aux entrées + et - de l'ALI. En déduire l'expression de i_0 en fonction de v_e et des résistances.
3. En déduire la relation entre les résistances pour que l'intensité du courant i_0 ne dépende pas de R_u . Que réalise alors ce montage?



Réponses: 2- $v = \frac{R_2 v_e}{R_2 - \frac{R_1 R_4}{R_3} - \frac{R_1 R_4}{R_u}}$ 3- pour $R_1 R_4 = R_3 R_2$, on a $i_0 = -\frac{v_e}{R_3}$

II. Caractéristique et point de fonctionnement

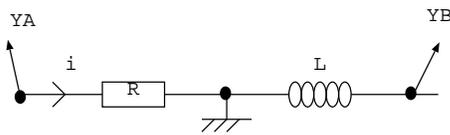
Une varistance est parcourue, en convention récepteur, par un courant i sous une tension u . L'étude expérimentale fournit le tableau suivant :

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 $R_1 = 100 \Omega$. L'ensemble est alimenté en série par 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 $R_2 = 120 \Omega$. L'ensemble est alimenté en parallèle par une source idéale de courant $I = 200 mA$. Quelle est la tension aux bornes du dipôle et le courant le parcourant?

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

III. Mesure d'une inductance



Données: $R = 100 \Omega$

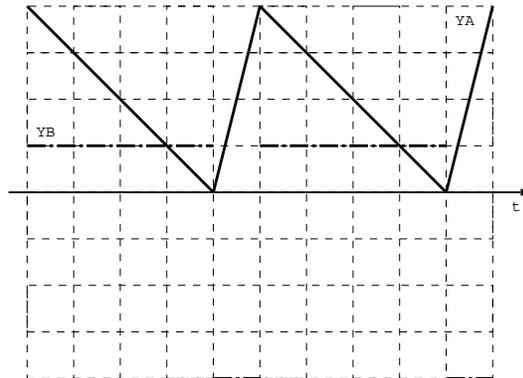
Base de temps: $10 ms/div$

Calibre en voie A: $1 V/div$

Calibre en voie B: $10 mV/div$

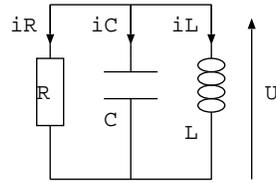
Justifier l'allure de la voie B et calculer L .

Réponse: $L = 10 mH$



IV. 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 $\frac{dU}{dt}(t = 0^+)$.

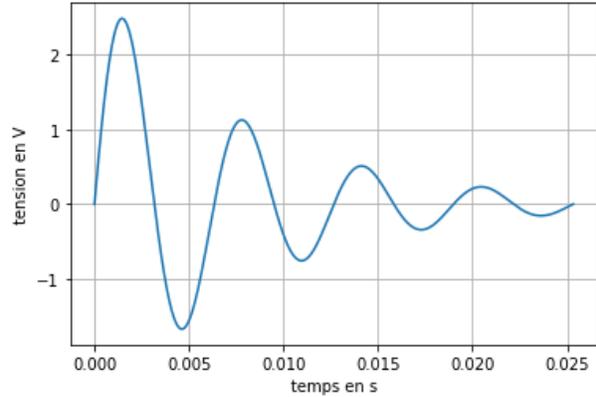
2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par $U(t)$ et la mettre sous la forme $\frac{d^2U}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{dU}{dt} + \omega_0^2 U = 0$. Exprimer ω_0 et Q en fonction de R , L et C .

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 τ et ω en fonction de ω_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 δ en fonction de Q lorsque la pseudo-période est voisine de la période propre ($T \approx T_0$).

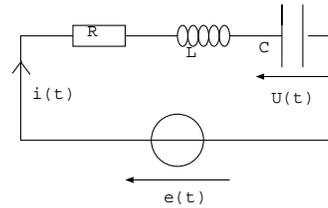
3.c. Mesurer δ et T_0 sur la courbe et en déduire les valeurs numériques de L et C .



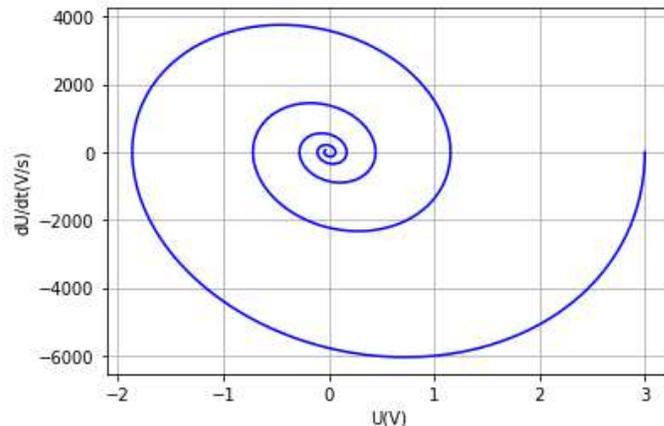
Réponses : 1- $\frac{dU}{dt}(t = 0^+) = \frac{I_0}{C}$ 2- $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, $Q = R\sqrt{\frac{C}{L}}$ 3- $\delta = \frac{\pi}{Q}$, $Q = 4,5$, $\omega_0 = 10^3 \text{ rad/s}$, $C = 1,5 \mu\text{F}$ et $L = 0,7 \text{ H}$

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 .



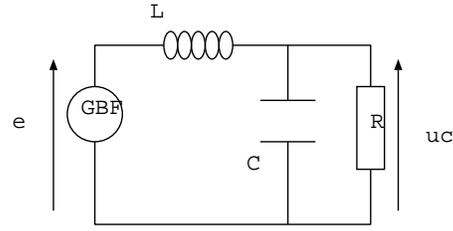
Données: $L = 40 \text{ mH}$ et $C = 4 \mu\text{F}$.



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

VI. 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 $\underline{u}_c = U_c e^{j\phi}$.



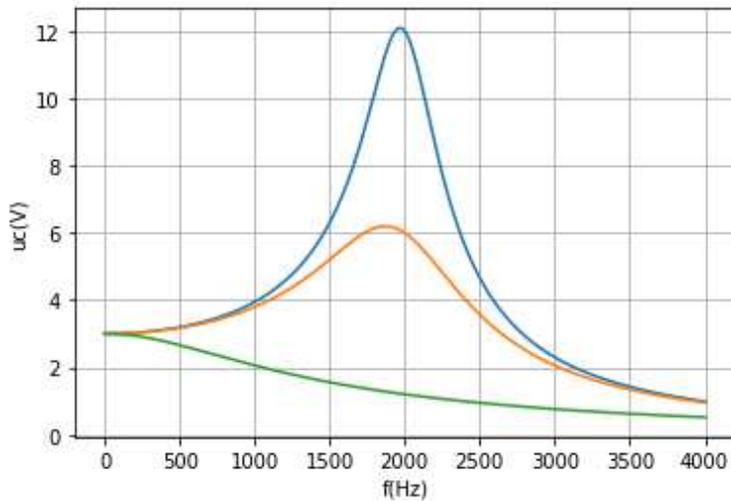
1. Représenter le circuit équivalent à BF et à HF et en déduire $u_c(t)$ dans ces deux cas. Prévoir la nature du filtre.

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

Exprimer \underline{u}_c en fonction de E , ω_0 , ω et Q .

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

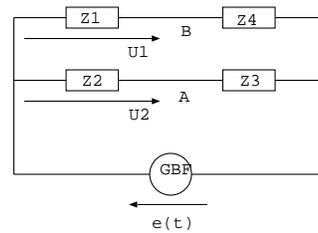
4. On donne les courbes $u_c(f)$ pour $Q_1 = 0,4$, $Q_2 = 2$ et $Q_3 > Q_2$. Identifier les courbes. Estimer les valeurs numériques de Q_3 , f_0 et E .



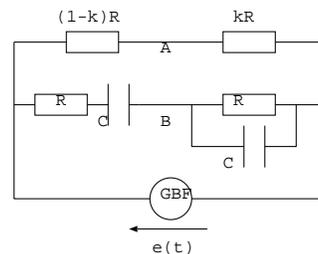
Réponses: $E = 3 \text{ V}$, $Q_3 = 4$ et $f_0 = 2 \text{ kHz}$

VII. Equilibre d'un pont

Le pont est alimenté par une tension sinusoïdale $e(t) = E \cos(\omega t)$. 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.



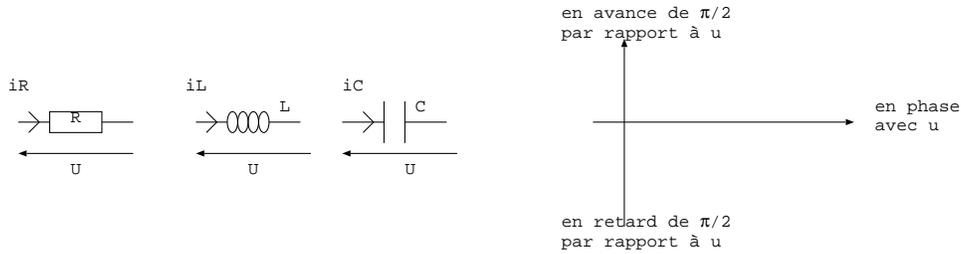
En déduire dans le montage suivant, l'expression de ω en fonction de R et C ainsi que la valeur de k pour que le pont soit équilibré.



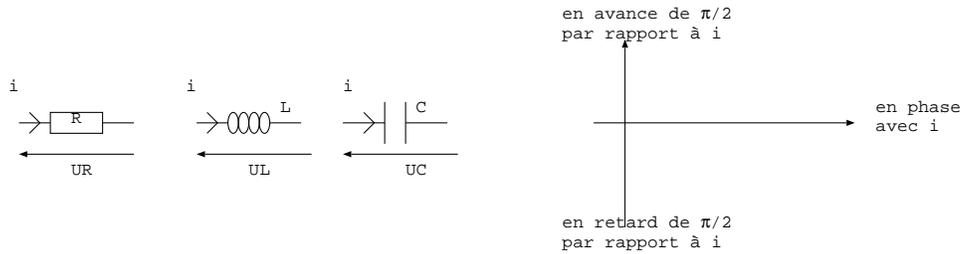
Réponses: $\underline{Z}_1 \underline{Z}_3 = \underline{Z}_2 \underline{Z}_4$, $k = 1/3$ et $\omega = \frac{1}{RC}$

VIII. Diagramme de Fresnel

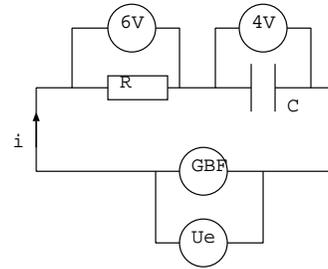
1. Rappel de la méthode: représenter les vecteurs associés à i_R , i_L et i_C sur le schéma de droite.



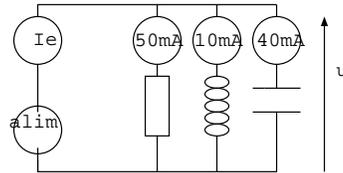
De même avec les notations suivantes, représenter les vecteurs associés à u_R , u_L et u_C sur le schéma de droite.



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

IX. Filtrage

On considère un signal périodique $e(t)$ de fréquence fondamentale $f_0 = 100 \text{ Hz}$ de valeur moyenne 3 V. Il comporte deux harmoniques: pour $n = 1$, une amplitude de 1 V, et pour $n = 3$, une amplitude de 0,2 V. Les autres harmoniques sont nuls.

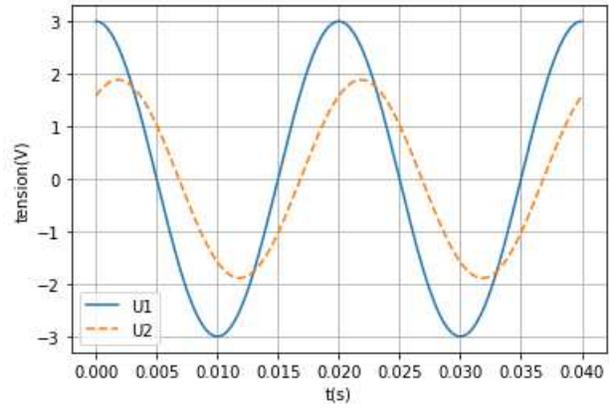
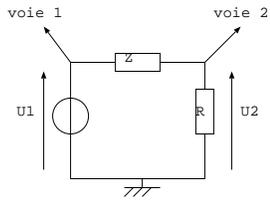
1. Donner l'expression de $e(t)$ et tracer son spectre en amplitude.

2. On propose un circuit RC série pour réaliser un filtrage permettant de ne conserver que le continu. Représenter le filtre et déterminer les valeurs possibles pour C sachant que $R = 1 \text{ k}\Omega$.

Réponse: 2- $C > 1,6 \mu\text{F}$

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.

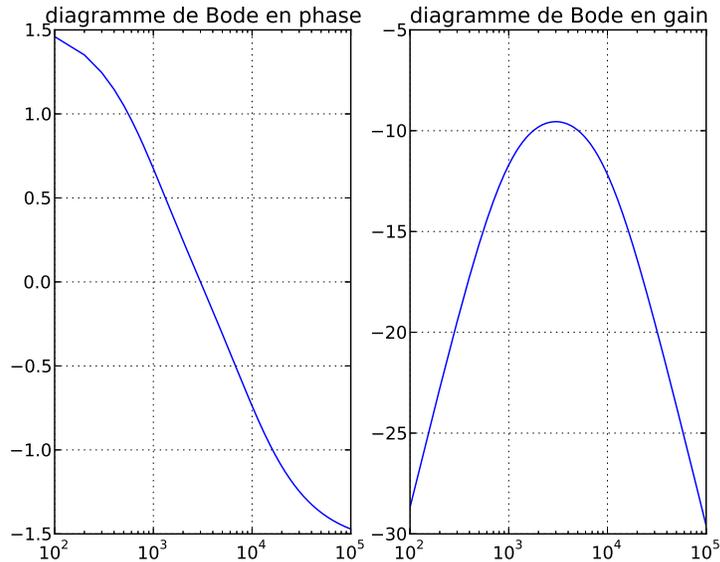


1. Mesurer U_{1m} et ω .
2. Mesurer le déphasage ϕ de $U_2(t)$ par rapport à $U_1(t)$. Justifier l'appellation de circuit de type inductif.
3. Déduire des courbes, les valeurs numériques de X et Y pour $R = 150 \Omega$.

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

XI. 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:



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

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

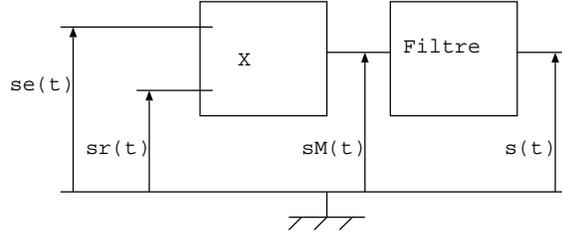
3. Déduire de la fonction de transfert l'expression de $U_s(t)$ à haute fréquence. Le circuit est-il intégrateur ou dérivateur? Quel signal peut-on envoyer en entrée pour le vérifier?

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.*

XII. 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

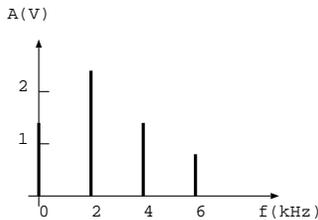
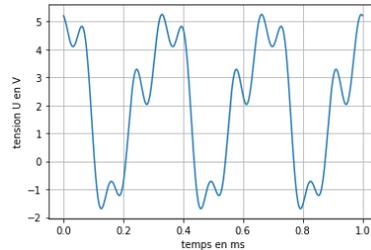


1. Représenter le spectre de $s_M(t)$. Donnée: $\cos a \cos b = \frac{1}{2}(\cos(a + b) + \cos(a - b))$.
2. Quelle doit être la nature du filtre pour que $s(t)$ permette de mesurer v_0 ? Préciser comment réaliser un tel filtre avec un résistance et un condensateur.
3. On mesure une fréquence de $2,80.10^3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

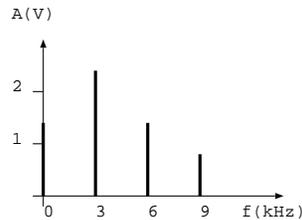
Réponses: Filtre passe bas aux bornes de C , $v_0 = 151 \text{ km.h}^{-1}$

XIII. Spectres

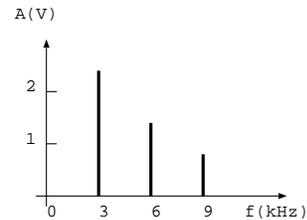
On donne le graphe représentant $U(t)$ et on propose pour cette tension 3 spectres. Préciser parmi ces spectres celui qui correspond à $U(t)$.



spectre 1

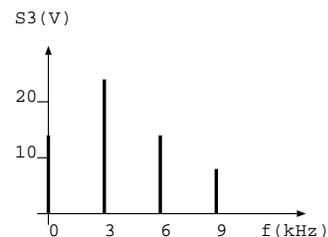
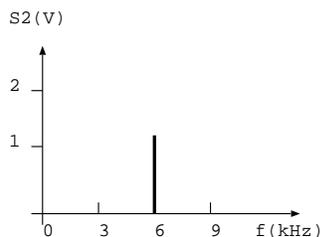
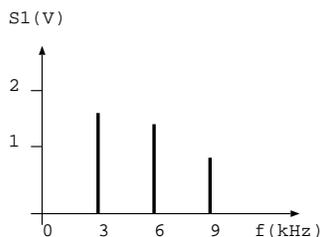


spectre 2



spectre 3

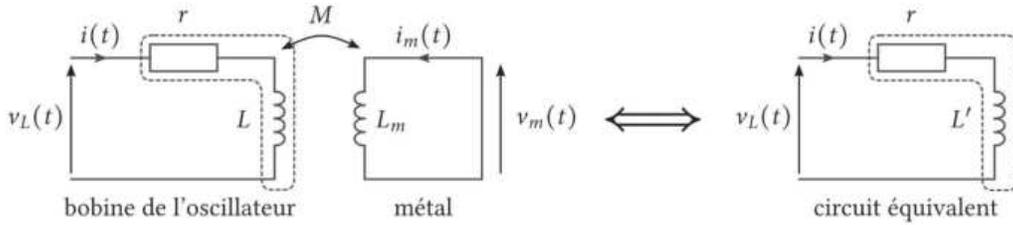
La tension $U(t)$ alimente 3 filtres différents. On donne le spectre de la tension $S_i(t)$ en sortie du filtre i avec $i = 1, 2$ et 3. Préciser la nature de chaque filtre et pour les filtres 1 et 2 proposer un montage.



XIV. Détecteur de métaux

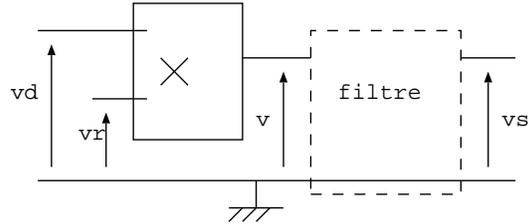
Pour fabriquer un détecteur de métaux, on associe deux circuits oscillateurs type RLC série. On note f_r la fréquence fixe du circuit de référence et f_d la fréquence variable du circuit de détection. En l'absence de détection, les fréquences d'oscillations des oscillateurs sont identiques: $f_r = f_c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

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.

