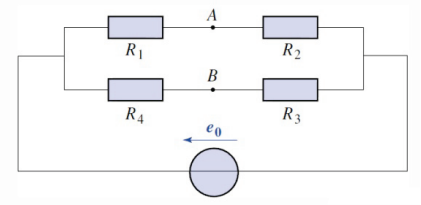
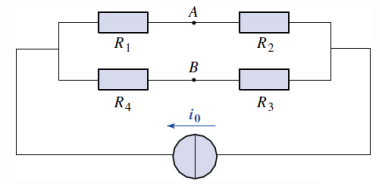
E1 - Pont de Wheatstone

On considère le montage suivant :

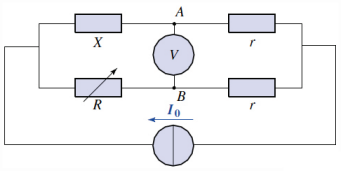
1°) Calculez la tension U_{AB}



2°) Dans le montage suivant calculez U_{AB}



3°) Dans le schéma suivant on échauffe la résistance de platine X dont la loi d'évolution est :
$X=X_0(1+a\theta)$ où θ est la température exprimée en degré et $X_0=50\Omega$, $a=0{,}40.10^{-3}K^{-1}$.



Le pont étant initialement équilibré pour la température de 100°C, une variation de température de 0,01°C est imposée à la résistance de platine.

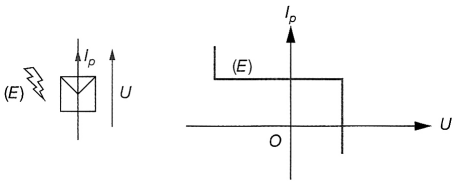
En déduire la tension u_{AB} due à cette variation de température.

A.N : $r=1000\Omega$, $I_0=5mA$.

E2 - Cellules photovoltaïques

On étudie quelques aspects électriques caractéristiques d'une cellule photovoltaïque.

La figure représente une caractéristique schématisée tension-intensité pour une cellule photovoltaïque élémentaire, éclairée avec un rayonnement dont la puissance par unité de surface est fixée.



1°) On branche successivement un voltmètre, puis un ampèremètre, aux bornes de la cellule considérée. Que mesure-t-on ? Que représentent ces grandeurs pour le dipôle ?

2°) Mettre en évidence la portion de la caractéristique correspondant à un fonctionnement en générateur électrique (puissance électrique fournie par le dipôle positive). Quel est le point de la caractéristique où cette puissance fournie est maximale ? On l'indiquera par la lettre M.

3°) On propose une expression de la caractéristique tension-intensité :

$$I_p = gE - I_s\left[e^{\frac{U}{V_T}} - 1\right]$$

où : - E désigne l'éclairement reçu par la cellule, exprimé en watts par mètre carré ;

- g est un coefficient qui rend compte de l'effet photovoltaïque : $g = 4.10^{-4}A.W^{-1}.m^2$
- $V_T = 0{,}025$ V est un paramètre homogène à une tension ;
- $I_S = 10^{-10}$ A désigne l'intensité de fuite dans l'obscurité.

a) Comment s'exprime l'intensité de court-circuit en fonction de l'éclairement E ? Faire l'application numérique pour E_1= 100 $W.m^{-2}$ et E_2 = 700 $W.m^{-2}$.

b) Exprimer la tension à vide en fonction de l'éclairement E, lorsque celui-ci varie entre E_1 et E_2.

Dans la suite, on considérera dans les graphiques la tension de circuit ouvert constante, égale à U_0=0,5V.

4°) On branche la cellule sur un dipôle extérieur assimilable à une source de tension U=0,45V. Comment évolue l'intensité qui circule dans le circuit lorsque l'éclairement E varie ?

5°) Déterminer, pour $E=400W.m^{-2}$, la puissance électrique cédée par la cellule au circuit extérieur. La puissance lumineuse reçue étant P_r=400 mW, définir le rendement.

6°) On associe deux cellules en série, représenter la caractéristique de l'association et préciser les nouvelles valeurs de l'intensité de court-circuit et de la tension à vide.

- Même question pour une association de deux cellules en parallèle.

7°) Un panneau solaire comprend 4 blocs associés en parallèle, chacun composé de 36 cellules identiques placées en série. Quelle est la tension à vide de l'ensemble ? Quel est l'intérêt d'employer 4 blocs en parallèle ?

E3 - Circulation routière

Sur une voie d'autoroute où la vitesse est limitée à 130 km/h, les véhicules doivent respecter une distance de sécurité de l'ordre de 90 mètres. On néglige la longueur propre des véhicules devant cette distance.

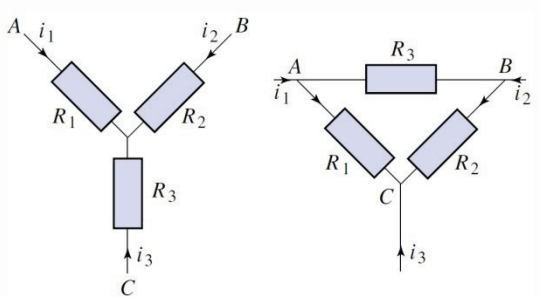
a) Quel débit, exprimé en véhicules par heure, peut-on observer sur une voie si chaque conducteur respecte ces limitations ?

b) L'autoroute possède 2 voies pour chaque sens de circulation. Doit-on considérer l'association de ces voies comme parallèle ou série ?

c) Au péage, si le débit moyen pour une voie est 350 véhicules par heure, combien de voies faut-il prévoir aux heures de pointe ?

E4 - Transformation de Kenelly

On considère le montage suivant :

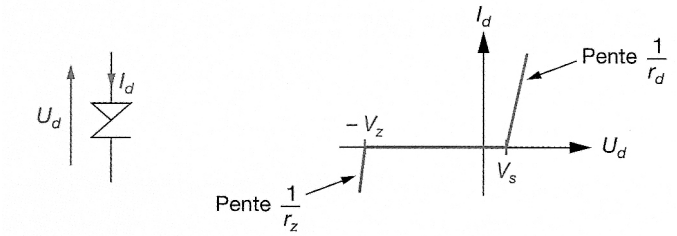


1°) On considère i_1=0, montrer que l'équivalence des deux montages impose une relation entre les R_i (schéma de gauche) et les R_i' (schéma de droite).

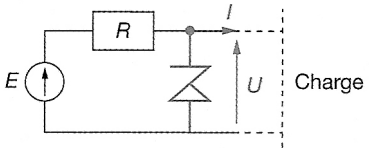
2°) En déduire par analogie les cas où i_2=0 et i_3=0. Donnez alors les expressions de R_1, R_2 et R_3 en fonction de R'$_1$, R'$_2$, R'$_3$.

E5 - Régulateur de tension

Soit une diode Zener dont la caractéristique simplifiée est indiquée sur la figure.



La diode est placée dans le circuit suivant.



On se propose de montrer qu'un tel dispositif permet de stabiliser la tension de sortie U, lorsque la tension d'alimentation E, ou le courant délivré dans la charge I, varient.

Les données numériques sont les suivantes :

- V_S = 0,6 V ; V_z = 12 V ;
- La pente de la caractéristique pour $U_d > V_S$ est $1/r_d$ avec r_d = 10 Ω, tandis que pour $U_d < -V_z$ elle vaut $1/r_z$ avec r_z = 1,5Ω.
- Le résistor R a une résistance R=220Ω

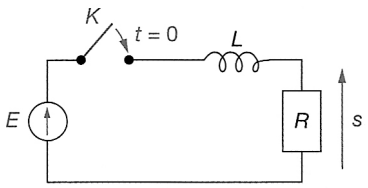
a) En l'absence de charge (I = 0), exprimer et tracer la loi de variation de U en fonction de E (on distinguera les différents cas).

b) On choisit E = 30 V, jusqu'à quelle valeur I_{max} de I le dispositif régule-t-il la tension de sortie?

c) Pour un courant d'intensité inférieure à cette valeur, exprimer et calculer les coefficients de régulation S et ρ définis par : dU= SdE-ρdi.

E6 - Circuit RL

On considère une source de tension caractéristique E connectée à un dipôle RL par un interrupteur K. Pour les temps t négatifs, l'interrupteur est ouvert, il se ferme à l'instant t = 0.



1°) Sans résoudre l'équation différentielle, déterminer la valeur finale de la tension de sortie s mesurée aux bornes de R.

2°) Écrire et résoudre l'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité du courant dans la maille en précisant quelle grandeur se conserve au temps t = 0. On introduira la constante de temps τ=L/R.

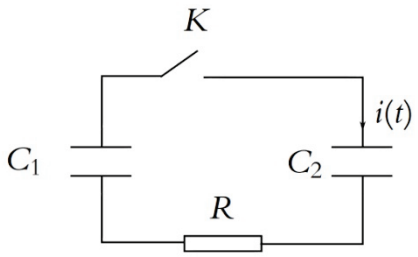
3°) En déduire l'évolution de la tension s, représenter l'allure de s(t).

4°) En travaux pratiques, on cherche à mesurer la constante de temps T à partir de la réponse s(t) relevée à l'oscilloscope. Déterminer $\left\{\frac{ds}{dt}\right\}_{t=0}$, quel lien a cette valeur de dérivée avec la tangente au graphe de s(t) au temps t = 0 ? Conclure.

5°) On définit le temps de montée à 5 %, correspondant à l'instant auquel la tension de sortie ne diffère que de 5 % de la valeur finale. Exprimer ce temps t_m, en fonction de T.

E7 - Circuit à deux condensateurs

Deux condensateurs de capacités respectives C1 et C2 sont reliés par une résistance R.
À l'instant initial, leurs charges respectives sont $Q_{10}=Q_0$ et $Q_{20} = 0$. On pose : $\tau = R\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}$

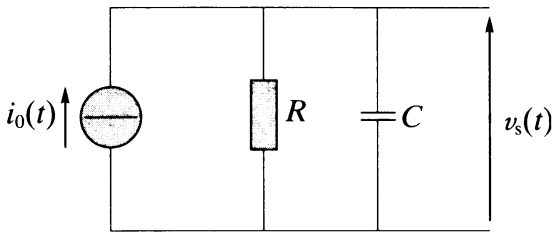


1°) Établir l'expression à la date t de l'intensité i du courant dans la résistance R.
2°) Déterminer les charges $Q_1(t)$ et $Q_2(t)$ des deux condensateurs à la date t.
3°) Calculer la variation de l'énergie emmagasinée dans les deux condensateurs entre l'instant initial t_i et l'instant final t_f.
4°) Calculer l'énergie consommée par effet Joule dans la résistance R entre les instants t=0 et t.

E8 - Détecteur de particules

Un dispositif destiné à détecter des particules ioniques se comporte, sous l'effet de l'une de ces particules ioniques, comme un générateur de courant dont le courant électromoteur est :

$$i_0(t)=I_0e^{-t/\tau}.$$



Ce dispositif est connecté à un circuit (R,C) dont la constante de temps est RC=kτ où k est une constante positive réelle. Le condensateur C est déchargé avant l'arrivée de la particule.

1°) Ecrire l'équation différentielle à laquelle obéit la tension $v_s(t)$ aux bornes du condensateur.

2°) Lorsque le condensateur est initialement déchargé, montrer que la tension $v_s(t)$ est donnée par la relation :

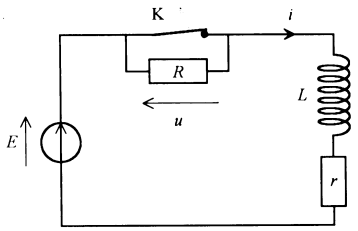
$$v_s(t) = ARI_0(e^{-t/\tau} - e^{-t/k\tau})$$ lorsque k≠1. Préciser la valeur de A.

E9 - Etude énergétique d'un circuit RL

Soit un circuit RL alimenté en série par un générateur de tension continue de fem E.
1°) On ferme l'interrupteur à t=0. Exprimer en fonction du temps l'intensité dans ce circuit i(t), les tensions $u_R(t)$ aux bornes de la résistance et $u_L(t)$ aux bornes de la bobine idéale.
2°) Exprimer l'énergie dissipée par effet joule dans le circuit sur une durée de 0 à t.
3°) Exprimer l'énergie emmagasinée dans la bobine de 0 à t.
4°) Exprimer l'énergie fournie par le générateur de 0 à t.
5°) Faire un bilan d'énergie. Conclure.

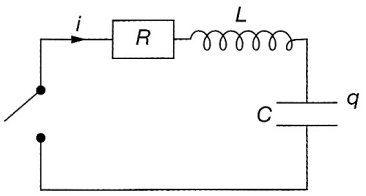
E10 - Etincelle de rupture

Selon les règles de continuité que l'on applique en électricité linéaire, toute variation discontinue de l'intensité dans un circuit inductif est impossible. Cet exercice met en évidence les problèmes particuliers qui apparaissent quand on coupe brusquement un circuit inductif dans lequel un régime permanent est établi…



1°) Une bobine réelle d'inductance propre L et de résistance r est alimentée par un générateur idéal de tension continue, de force électromotrice E. Un interrupteur K fermé est placé en série. Une résistance R est disposée en parallèle aux bornes de l'interrupteur.
Quelle est l'intensité i_0 dans le circuit, sachant que le courant est établi depuis longtemps?
2°) A l'instant t = 0, on ouvre l'interrupteur. Déterminer la loi de variation de l'intensité i(t) dans le circuit. Examiner le comportement limite, de ce point de vue, quand la résistance R devient très grande.
3°) Déterminer la loi de variation de la tension u(t) aux bornes de l'interrupteur. Examiner le comportement limite, de ce point de vue, quand la résistance R devient très grande. Que peut-on conclure ?

E11 - Interprétation énergétique du facteur de qualité



Un circuit électrique est composé d'un interrupteur, d'une résistance R, d'un condensateur de capacité C et d'une bobine d'inductance L.

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

1°) Établir l'équation différentielle satisfaite par la charge q du condensateur quand l'interrupteur est fermé.

On se place dans la suite dans le cas d'un amortissement faible, soit Q » 1.

2°) Exprimer q(t) sachant qu'à t = 0 on ferme l'interrupteur et qu'à cet instant la charge vaut q_0.

3°) Évaluer la pseudo-période T, ainsi que l'ordre de grandeur de la durée τ du régime transitoire.

4°) Représenter l'évolution du système sous la forme q(t) puis dans le plan $(q,\dot{q})$

5°) Évaluer E(t) énergie contenue dans le circuit à l'instant t.

6°) Que dire du signe de $\frac{dE}{dt}$?

7°) Évaluer la variation relative α d'énergie contenue dans le circuit pendant une pseudo-période :

$$\alpha = \frac{E(t) - E(t+T)}{E(t)}$$

8°) En déduire une caractérisation du coefficient de qualité Q.

E12 - La couleur du ciel

Pour décrire les interactions entre une onde lumineuse caractérisée par le vecteur champ électrique $\vec{E} = E_0\cos(\omega t)\vec{u_x}$ et les électrons de la couche externe d'un atome, on utilise l'hypothèse de l'électron élastiquement lié de Thomson.

1°) Etablir l'équation différentielle du mouvement d'un tel électron :

- Quand il est excité par la force $\vec{F} = q\vec{E}$
- Qu'il est rappelé vers le centre O de l'atome par une force $\vec{f} = -k\overrightarrow{OM}$
- Qu'il est freiné par une force proportionnelle à sa vitesse $\overrightarrow{f'} = -h\vec{v}$.

On notera par q et m respectivement la charge et la masse de l'électron et on posera : $2\lambda = \frac{h}{m}$ et $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$.

2°) Démontrer qu'en régime établi, l'électron oscille parallèlement à $\vec{E}$.

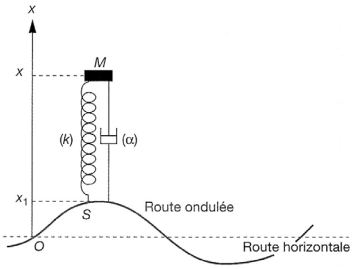
3°) On considère que la réponse de l'atome à l'excitation est l'accélération a de son électron. Donnez l'expression du module de l'accélération complexe.

4°) Cet atome est éclairé par de la lumière blanche composée d'ondes dont les pulsations sont comprises entre ω_1 (rouge) et ω_2(violet). Sachant que λ et ω_2 sont tous deux très inférieurs à ω_0, montrer que, dans ces conditions, l'amplitude a de l'accélération est proportionnelle à ω^2.

5°) Sachant qu'un électron accéléré rayonne une puissance P lumineuse proportionnelle au carré de son accélération, expliquer pourquoi la couleur du ciel est bleu.

E13 - Etude d'une suspension de véhicule

Dans le cadre d'un modèle simplifié de suspension, on assimile le véhicule à un point matériel M (de masse m) posé sur un ressort dont l'autre extrémité S peut se déplacer le long d'une route horizontale ou d'une route ondulée. Le ressort a une constante de raideur k et une longueur l_o au repos.



On repère les positions de M et S par leurs abscisses x et x_1 sur un axe vertical Ox tel que x_1=0 lorsque S se déplace sur la route horizontale.

En outre le point matériel est soumis à l'action d'un amortisseur fluide, de coefficient d'amortissement α, disposé entre les points M et S, S étant le point bas du dispositif d'amortissement. Le point matériel subit de la part de l'amortisseur une force de frottement du type : $\overrightarrow{f_d} = -\alpha(v - v_1)\overrightarrow{u_x}$ en notant $v = \dot{x}$ et $v_1 = \dot{x_1}$ les vitesses respectives de M et S lors de leurs déplacements verticaux selon le vecteur unitaire $\overrightarrow{u_x}$ de l'axe Ox.

Le coefficient α peut être réglé par la variation du débit d'huile à travers un trou percé dans le piston mobile de l'amortisseur.

1°) Lorsque le véhicule se déplace sur la route horizontale, l'abscisse de M est constante, de valeur x_e, en régime dit stabilisé. Déterminer x_e en fonction de m, g, k et l_o.

2°) Le véhicule se déplace à présent sur la route ondulée. On pose : X(t) = x(t) - x_e.

- Montrer que X(t) vérifie une équation différentielle,de la forme $m\ddot{X} + a\dot{X} + kX = F(t)$ F(t) étant une fonction de x_1, de $\dot{x_1}$ et des constantes a et k que l'on précisera.
- Commenter la signification de F(t).

3°) Le profil de la route est tel que F(t) est une fonction sinusoïdale d'amplitude F_m et de pulsation ω.

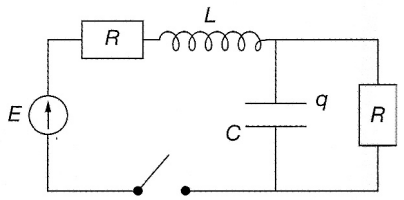
a) Calculer l'amplitude v_m, de la vitesse d'oscillation verticale du véhicule en régime sinusoïdal forcé.

b) En notation complexe, on pose $\underline{H} = \frac{\underline{X}}{\underline{x_1}}$, $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$, $q = \frac{\alpha}{2\sqrt{km}}$ et $p = \frac{\omega}{\omega_0}$.

- Exprimer $\underline{H}$ en fonction de p et q. 1
- Représenter l'allure du graphe de $H = |\underline{H}|$ en fonction de p, pour q = 0,2. Quelle est la signification physique de H*?*
- Commenter qualitativement la situation particulière où le ressort du système est très raide.

E14 - Circuit RLC en régime transitoire

Soit le circuit représenté. Au temps t=0 , le condensateur est déchargé et on ferme l'interrupteur. On pose $\tau=RC=L/R$



a) Montrer que la charge q(t) de l'armature supérieure satisfait l'équation différentielle :

$$\ddot{q}+\frac{2}{\tau}\dot{q}+\frac{2}{\tau^2}q=\frac{E}{L}$$

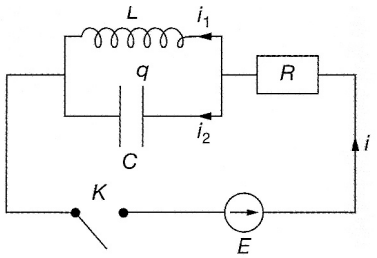
b) En déduire l'expression de q (t) en fonction de C, E et τ, puis tracer son allure.

c) Retrouver par un argument simple la charge finale du condensateur.

d) Estimer la durée du régime transitoire.

E15 - Comportement d'un circuit

Soit le circuit :



Le condensateur est initialement déchargé, et on ferme l'interrupteur à t=0. Les différentes quantités i(t), $i_1(t)$, $i_2(t)$ et q(t) (charge du condensateur) vérifient une équation différentielle linéaire du deuxième ordre à coefficients constants (que l'on ne cherchera pas à établir) dont la solution homogène est pseudo-oscillante.

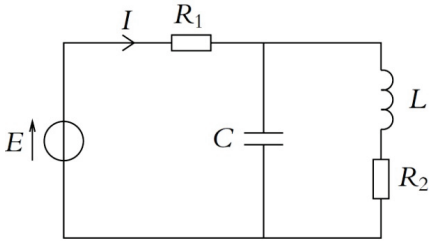
a) Déterminer en t = 0, les valeurs des différentes intensités, de la charge ainsi que de $\frac{di}{dt}$.

b) Faire de même au bout d'un temps très long, c'est-à-dire après le régime transitoire.

c) En déduire l'allure de l'évolution temporelle de l'intensité i(t).

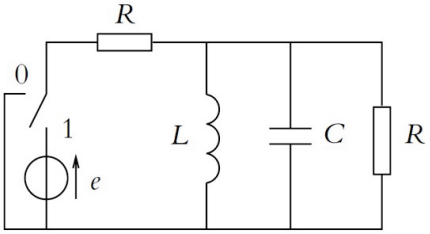
E16 - Courant et tension en phase

On veut que le courant parcourant R_1 soit en phase avec la tension aux bornes du générateur. Quelle est la condition à vérifier pour qu'il en soit ainsi en régime sinusoïdal ?



E17 - Circuit RLC parallèle

On considère le circuit suivant où *e* est une tension sinusoïdale de pulsation ω.



1°) Donner l'expression complexe de la tension *s* aux bornes de l'association en parallèle R, L,C.

2°) Etablir qu'il y a un phénomène de résonance pour la tension *s*. On précisera la pulsation à laquelle ce phénomène se produit.

3°) Déterminer la bande passante correspondante.

4°) En déduire l'expression du facteur de qualité.

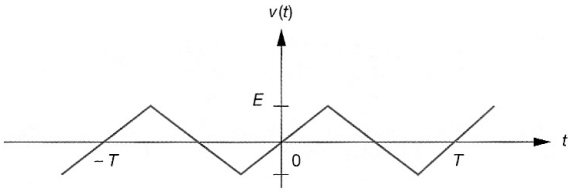
5°) Que peut-on dire du déphasage à la résonance de la tension *s* ?

6°) Comparer cette résonance avec la résonance en intensité d'un circuit R, L,C série.

E18 – Analyse de Fourier

On considère le signal triangulaire d'amplitude E et de période T. On connaît les coefficients de Fourier de ce signal :

- C_n=0 si n est pair non nul
- $C_n = \frac{8E}{\pi^2 n^2}$ si n est impair



a) Quelle est la valeur de V_o ?

b) On note V_n le terme de rang n de la décomposition. Soit P_n le rapport entre la moyenne quadratique de V_n et celle du fondamental :

$$P_n = \frac{\langle V_n^2 \rangle}{\langle V_1^2 \rangle}$$

Exprimer Pn en fonction de n.

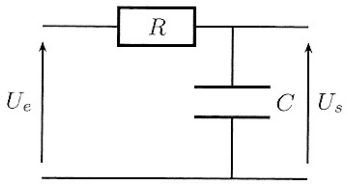
c) Pour combien de raies spectrales, P_n est-il supérieur à 10^{-3}.

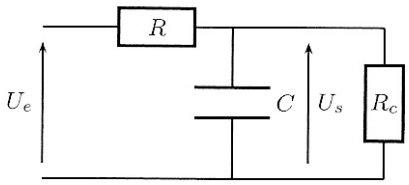
d) Représenter le spectre de v(t) en ne prenant en compte que les raies retenues ci-dessus.

E19 – Fonction de transfert

a) On considère le quadripôle RC de la figure ci-dessous (à gauche), déterminer sa fonction de transfert.

b) Le quadripôle n'est plus en sortie ouverte (figure de droite, où l'on a ajouté une résistance R, comme charge), déterminer le nouveau rapport $\underline{U}_s/\underline{U}_E$.





E20 - Verre qui chante

Lorsqu'on fait glisser un doigt légèrement humide sur un verre en cristal, on peut l'entendre chanter. Toutefois, pour une certaine vitesse de déplacement du doigt, le verre peut se briser.

a) À quel type de filtre peut-on assimiler le dispositif ?

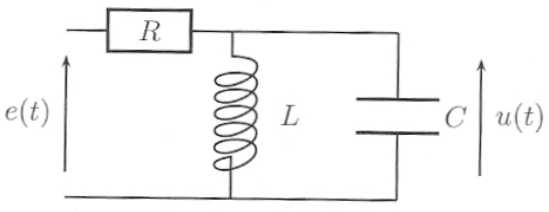
b) Pourquoi faut-il tenir le verre par le pied ?

c) Si l'on désire réaliser le bris du verre avec le son émis par un haut-parleur, il faut utiliser un générateur dont la fréquence puisse être ajustée très précisément. Commenter ce point.

E21 - Equation différentielle et fonction de transfert

On considère le circuit représenté sur la figure

1. Calculer la fonction de transfert.
2. En déduire l'équation différentielle qui lie u(t) et e(t).



E22 - Gabarit d'un filtre passe-bande

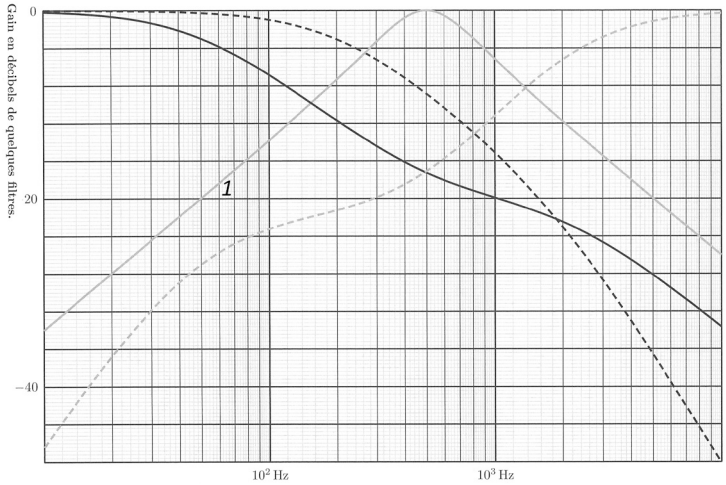
On considère un filtre passe-bande RLC dont la fonction de transfert est la suivante :

$$\underline{H} = H_0 \frac{1}{1 + jQ\left(x - \frac{1}{x}\right)} = H_0 \frac{j\frac{x}{Q}}{1 + j\frac{x}{Q} - x^2}$$

Où on a introduit pulsation caractéristique de ce filtre, $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, la variable sans dimension $x=\omega/\omega_0$ appelée pulsation réduite et le facteur de qualité $Q = \frac{1}{RC\omega_0}$.

Un cahier des charges impose pour ce filtre qu'il laisse passer avec une atténuation inférieure à 4 dB toutes les fréquences dans une bande comprise entre 300 Hz et 800 Hz, et rejette avec une atténuation supérieure à 18 dB toutes les fréquences inférieures à 50 Hz ou supérieures à 5 kHz.

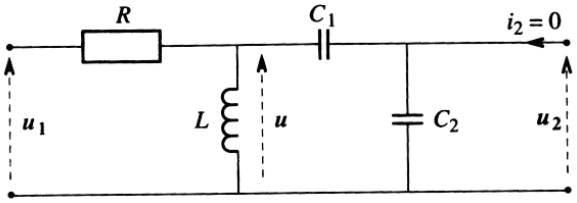
a) Tracer le gabarit du filtre au tableau.



b) Vérifier que le gain dessiné en gris (1) sur la figure respecte le cahier des charges. Estimer la pente des asymptotes ; est-ce compatible avec le filtre passe-bande d'ordre deux étudié ? Quelle est la fréquence centrale de ce filtre ? On impose L = 0,10 H, en déduire la valeur de C.

c) Estimer à l'aide du graphe la valeur du facteur de qualité Q. En déduire la valeur de la résistance.

E23 - Filtre de Collpits



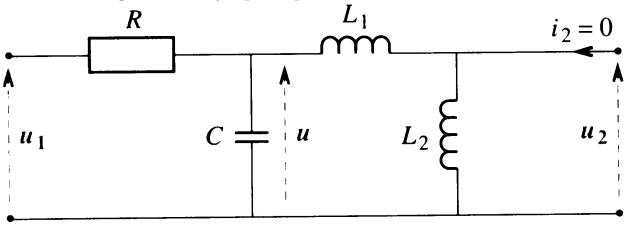
1°) Etudier la fonction de transfert du filtre de Colpitts utilisé en sortie ouverte et la présenter sous la forme : $\underline{H} = H_0 \frac{1}{1+jQ\left(x-\frac{1}{x}\right)}$ où l'on exprimera H_0,Q & ω_0 en fonction de ses composants. Afin de simplifier les calculs on posera $C=C_1=C_2$.

2°) Tracer le diagramme asymptotique de Bode de gain de ce filtre pour Q=1.

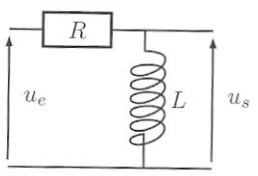
E24 - Filtre de Hartley

1°) Etudier la fonction de transfert du filtre de Hartley utilisé en sortie ouverte et la présenter sous la forme : $\underline{H} = H_0 \frac{1}{1+jQ\left(x-\frac{1}{x}\right)}$ où l'on exprimera H_0,Q & ω_0 en fonction de ses composants. Afin de simplifier les calculs on posera $L=L_1=L_2$.

2°) Tracer le diagramme asymptotique de Bode de ce filtre .



E25 - Circuit RL



On étudie le circuit de la figure, où u_e représente un générateur idéal de tension sinusoïdale.

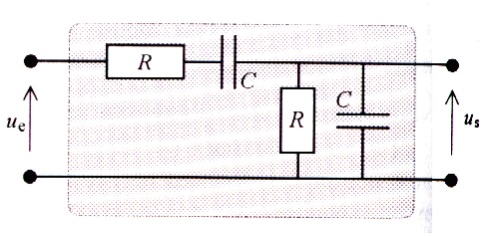
1°) Quelle est (sans calculs) la nature de ce filtre ?

2°) Calculer sa fonction de transfert en sortie ouverte, et l'écrire sous forme canonique. Donner l'ordre du filtre. Quelle est sa pulsation de coupure à —3 dB ?

3°) Tracer son diagramme de Bode asymptotique, puis le diagramme réel.

E26 - Filtre de Wien

1°) Déterminer l'expression de la fonction de transfert associée au filtre suivant en sortie ouverte :



Montrer qu'il s'agit d'un filtre passe-bande et donner sa fréquence propre.
2°) Etudier la bande passante en fonction des données.
3°) Mettre la fonction de transfert sous la forme d'un produit de deux fonctions de transfert du premier ordre, l'une passe-bas, l'autre passe-haut. On écrire la fonction de transfert sous la forme :

$$\underline{H} = H_0' . \frac{1}{1+jx'} . \frac{jx''}{1+jx''}$$

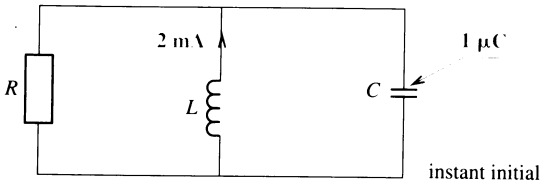
et l'on précisera les valeurs de $H_0', x' et\ x''$
4°) Faire l'étude asymptotique de ses diagrammes de Bode.

E27 - Balançoire

a) Lorsqu'un parent pousse une balançoire, il le fait en général à chaque aller-retour de l'enfant. Comment peut-on expliquer, sur le plan spectral, qu'une impulsion brève donnée à chaque période puisse provoquer un mouvement quasi sinusoïdal de forte amplitude ? On laisse de côté ici le caractère non harmonique du mouvement du pendule.
b) Qu'en est-il alors du cas où, pris par un bavardage, le parent ne pousse que tous les 2 allers-retours ?
c) Est-il possible de pousser tous les N allers-retours (N entier) ?

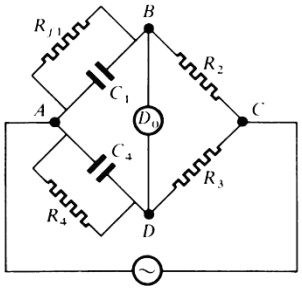
E28 – Circuit Bouchon

1°) Déterminer l'équation différentielle vérifiée par u(t) dans le montage suivant :



2°) Par analogie avec l'équation différentielle vérifiée par l'intensité dans le circuit RLC série, définir le coefficient de qualité Q du circuit.
3°) Exprimer u(t) dans le cas où R=10kΩ, L=100mH et, C=0,1µF, avec les conditions initiales suivantes:
- charge du condensateur 1µF
- intensité dans la bobine 2mA

E29 - Pont de nernst, de maxwell et de sauty



Soit un pont de Wheatstone alimenté par une tension alternative de fréquence f=ω/2π.
1°) Etablir la relation entre $\underline{Z_1}$, $\underline{Z_2}$, $\underline{Z_3}$, $\underline{Z_4}$ qui traduit la condition d'équilibre du pont.
2°) *Pont de Nernst : mesure d'une fréquence*
L'impédance $\underline{Z_1}$ est constitué d'une capacité C_1 en série avec une résistance R_1, $\underline{Z_2}$ est constitué de C_2 en parallèle avec R_2 et $\underline{Z_3}=R_3$,$\underline{Z_4}=R_4$.

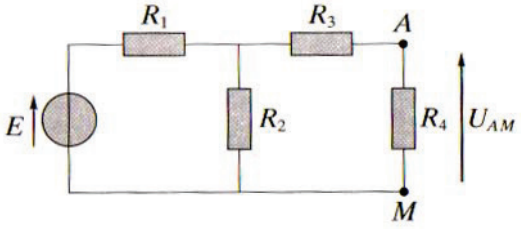
a) Montrer que l'équilibre du pont est obtenu pour une seule valeur de ω : ω_0 que l'on exprimera en fonction de R_1, R_2, C_1 & C_2.

b) On choisit $R_1=R_2=R$ & $C_1=C_2=C$. Montrer que ce pont permet de mesurer la fréquence f de la tension alternative.

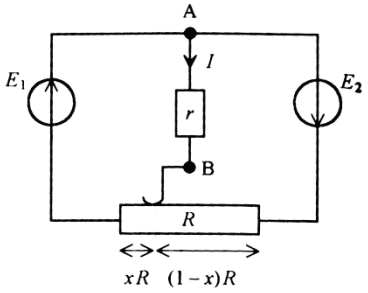
3°) *Pont de Maxwell : Mesure d'une inductance.*
$\underline{Z_1}=(L_1,R_1)$, $\underline{Z_2}=R_2$, $\underline{Z_3}=C_3$ en parallèle avec R_3 & $\underline{Z_4}=R_4$
Déterminer la résistance R_1 et l'inductance L_1 en fonction de R_2, R_3, R_4 & C_3 à l'équilibre.
4°) *Pont de Sauty : Mesure d'une capacité. (Voir le schéma)*
Déterminer la capacité C_1 & la résistance de fuite R_{f1} du condensateur en fonction de R_2, R_3, R_4 & C_4 à l'équilibre.

E30 – Calcul de tension

- Calculer U_{AM}



E31 - Montage potentiométrique



Calculer I en fonction de E1, E2,x, r et R.