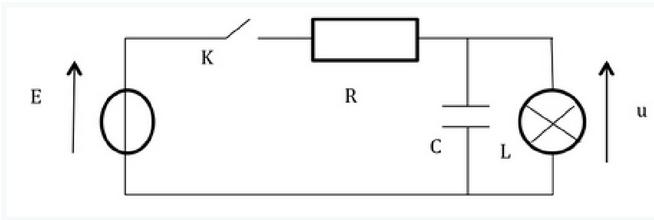
# Préparation aux oraux MP/MPI
# TD2 – Electricité & Induction

## 1 Exercice « académique » CCINP : Allumage d'une ampoule néon

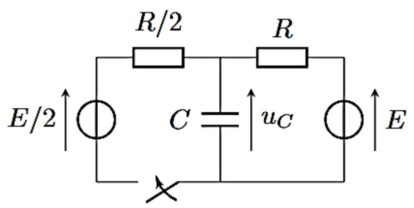
On étudie le circuit ci-contre où $L$ est une lampe au néon vérifiant :




- $L$ ne s'allume que si la tension à ses bornes atteint la valeur dite tension d'allumage $E_A$. Elle reste alors allumée tant que la tension entre ses bornes reste supérieure à la valeur dite tension d'extinction $E_E < E_A < E$.
- Lorsque $L$ est éteinte, sa résistance est pratiquement infinie ; elle prend la valeur $r$ lorsque $L$ est allumée.

1) On suppose que $L$ est éteinte initialement et on ferme $K$. Déterminer la tension $u(t)$ jusqu'à $t_a$, instant de l'allumage. Exprimer $t_a$.
2) Déterminer la tension $u(t)$ à partir de $t_a$, tant que l'ampoule est allumée. On notera $k = \frac{r}{r+R}$. Quelle est la condition pour que la lampe soit toujours allumée à partir de $t_a$ ? Sachant qu'on a $kE < E_A$.
3) Cette condition n'étant pas remplie, étudier la tension $u(t)$. On montrera que cette tension est périodique, et on en calculera la période $T$. Tracer l'allure du graphe de $u(t)$.

## 2 Exercice « académique » CCINP : Condensateur alimenté par deux générateurs




Dans le montage ci-contre, l'interrupteur est fermé à l'instant $t = 0$.

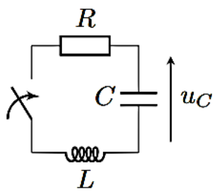
**1 -** Établir l'équation différentielle vérifiée par $u_C$.

**2 -** Résoudre cette équation.

**3 -** Déterminer le temps $t_1$ nécessaire pour que la valeur finale soit atteinte à 1 % près.

**4 -** Exprimer la puissance dissipée. Interpréter sa valeur finale.

## 3 Exercice « académique » CCINP : RLC série en régime libre

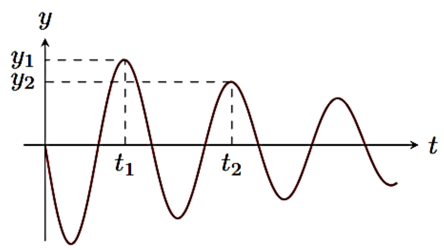



On étudie le circuit ci-contre où le condensateur est initialement chargé : $u_C(t=0) = U_0$.

**1 -** Déterminer les valeurs de $i$, de $u_C$ et de $u_L$ à la fermeture du circuit en $t = 0^+$, puis en régime permanent pour $t \to \infty$.

**2 -** Parmi ces grandeurs, laquelle correspond à $y$ représentée ci-contre ? Comment doit-on procéder pour la mesurer ? Indiquer sur le schéma les branchements de l'oscilloscope.

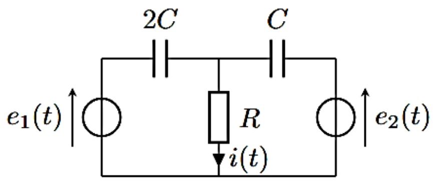
**3 -** Déterminer l'équation différentielle vérifiée par le courant $i$ en fonction de $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ et $m = R/2L\omega_0$.




**4 -** On suppose $m < 1$. Déterminer la solution en fonction de $\Omega = \omega_0\sqrt{1-m^2}$. Que représente $\Omega$ ? Comment peut-on l'évaluer à partir de la courbe ?

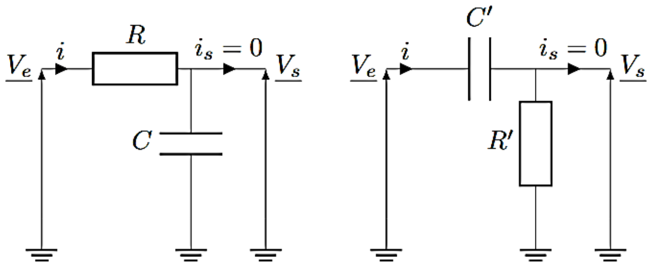
**5 -** En utilisant des approximations adéquates, trouver une relation simple entre le rapport $y_1/y_2$ et $m$.

## 4 Exercice « académique » : Double circuit RC en régime sinusoïdal




Déterminer la réponse temporelle $i(t)$ pour
- ▷ $e_1(t) = E\cos(\omega t)$ ;
- ▷ $e_2(t) = E\cos(\omega t + 2\pi/3)$ ;
- ▷ $\omega = 1/RC$.

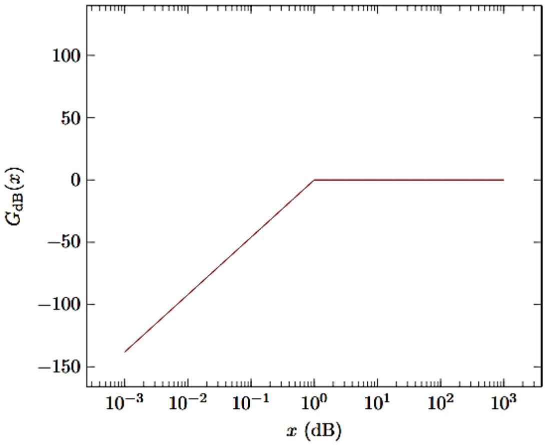
## 5 Exercice « académique » CCINP : Etude de filtres



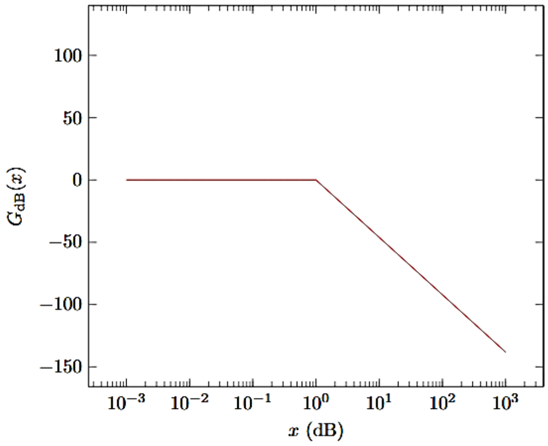

Montage ①   Montage ②

On note $\omega_0 = \frac{1}{RC}$ et $\omega_0' = \frac{1}{R'C'}$.

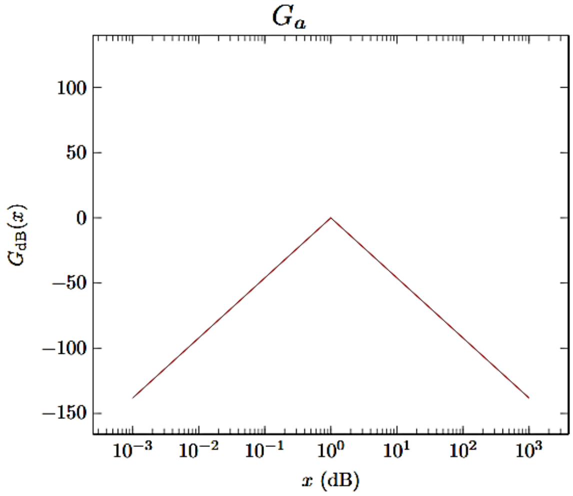
1. Calculer $\underline{H}(j\omega)$ pour les deux circuits
2. Identifier les montages 1 et 2 parmi les réponses en gain suivantes. On note $x = \omega/\omega_0$ pour le montage 1 et $x = \omega/\omega_0'$ pour le montage 2.



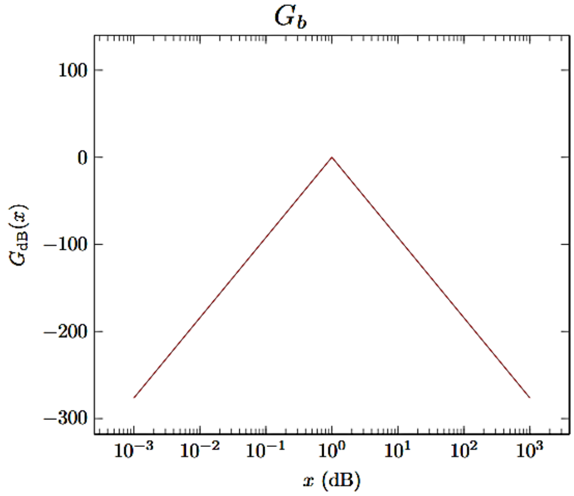

$G_a$




$G_b$

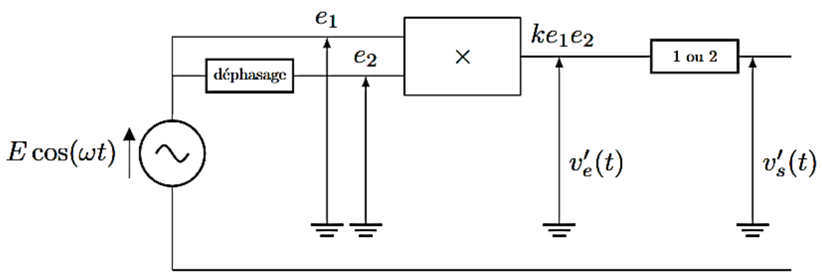



$G_c$




$G_d$

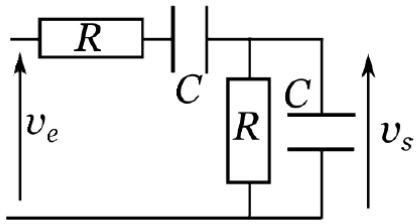
3. On effectue le montage suivant. On a $e_2 = E\cos(\omega t + \varphi)$.




(a) Déterminer $v'_e = ke_1e_2$. Effectuer une analyse fréquentielle.

(b) Exprimer $v'_s$ selon $\omega$, dans le cas où l'on a choisi le montage 1 et dans le cas où l'on a choisi le montage 2.

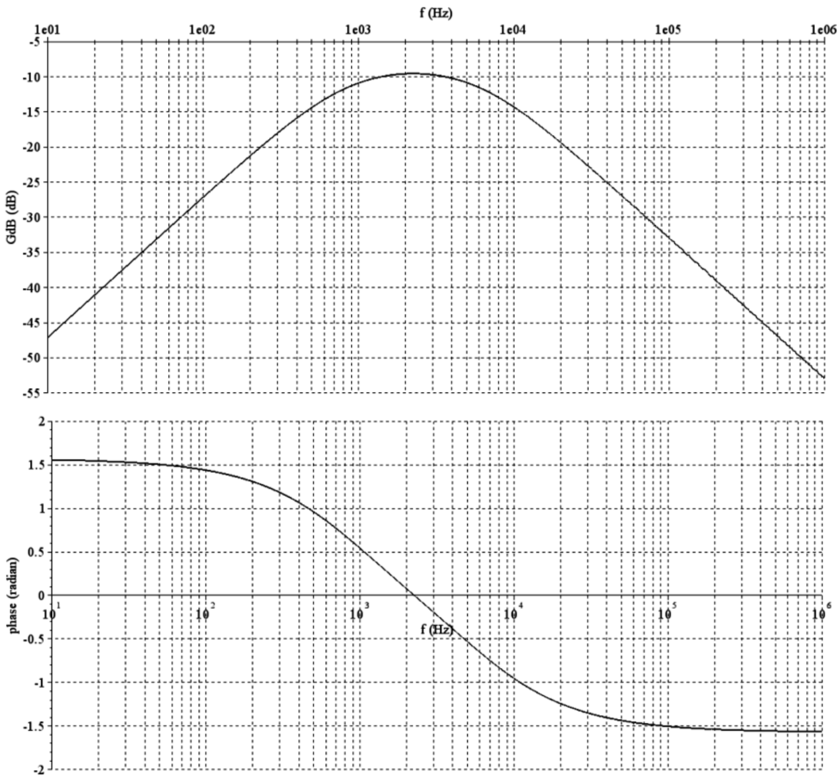
## 6 Exercice « académique » CCINP : Filtre de Wien




On alimente le circuit ci-contre avec une tension sinusoïdale $v_e(t)$ d'amplitude constante et de pulsation $\omega$ variable.

1) Déterminer la nature du filtre.
2) On s'intéresse à la fonction de transfert de ce filtre.
   Établir cette fonction de transfert $\underline{H}$ en la mettant sous la forme : $\frac{1}{X(\omega)+j\cdot Y(\omega)}$.

On donne le diagramme de Bode du filtre considéré :




3) Donner le signal de sortie du filtre si le signal d'entrée est

$$v_e(t) = E_0 + E_0\cos(\omega t) + E_0\cos(10\omega t) + E_0\cos(100\omega t)$$

Avec $E_0 = 10\ V$ et $\omega = 140\ rad.s^{-1}$.

## 7 Exercice « académique » : Enregistrement musical

La figure 3.a ci-dessous donne les acquisitions de deux sons (émis par une flûte (a) et par un harmonium (b)) qui correspondent à la même note. La figure 3.b. donne le spectre de ces deux instruments mais ils ont été mélangés.

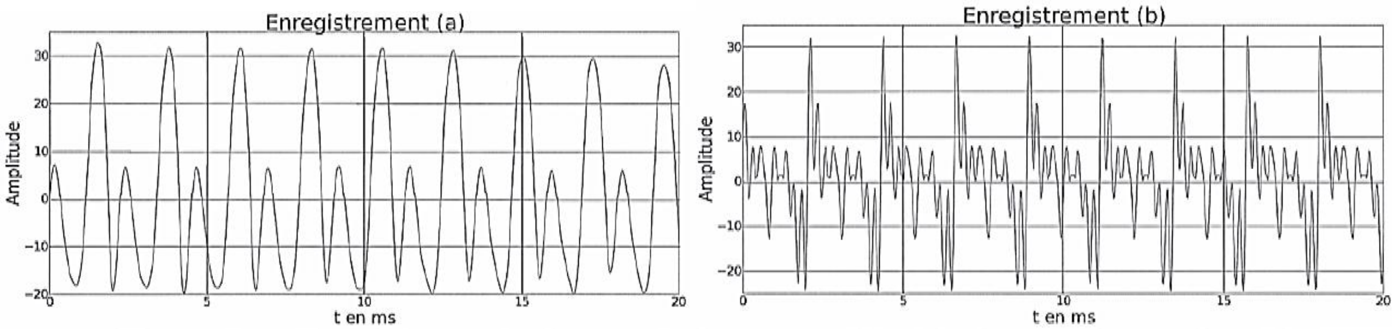



**Figure 3.a** - Enregistrements de sons émis par une flûte (a) et par un harmonium (b)
(l'amplitude est graduée en unité arbitraire)

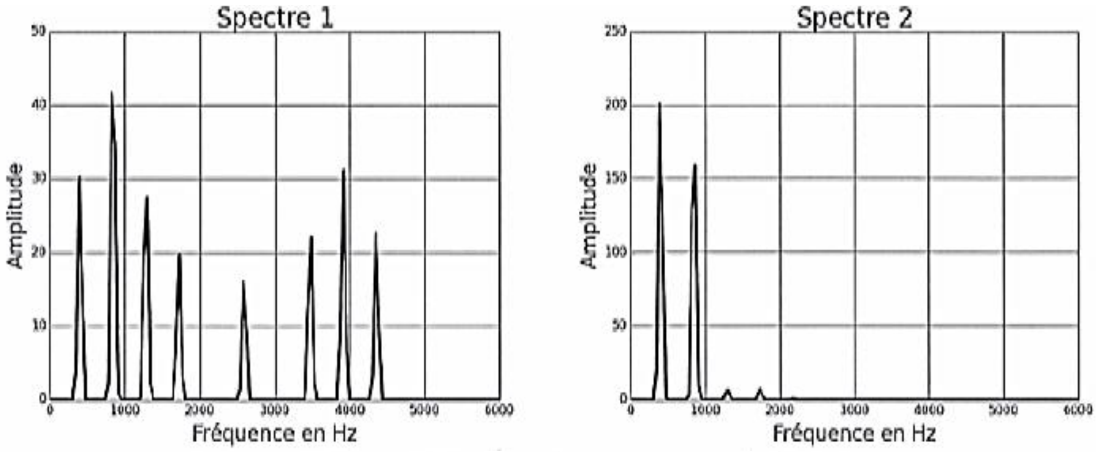



**Figure 3.b** - Spectres correspondants
(l'amplitude est graduée en unité arbitraire)

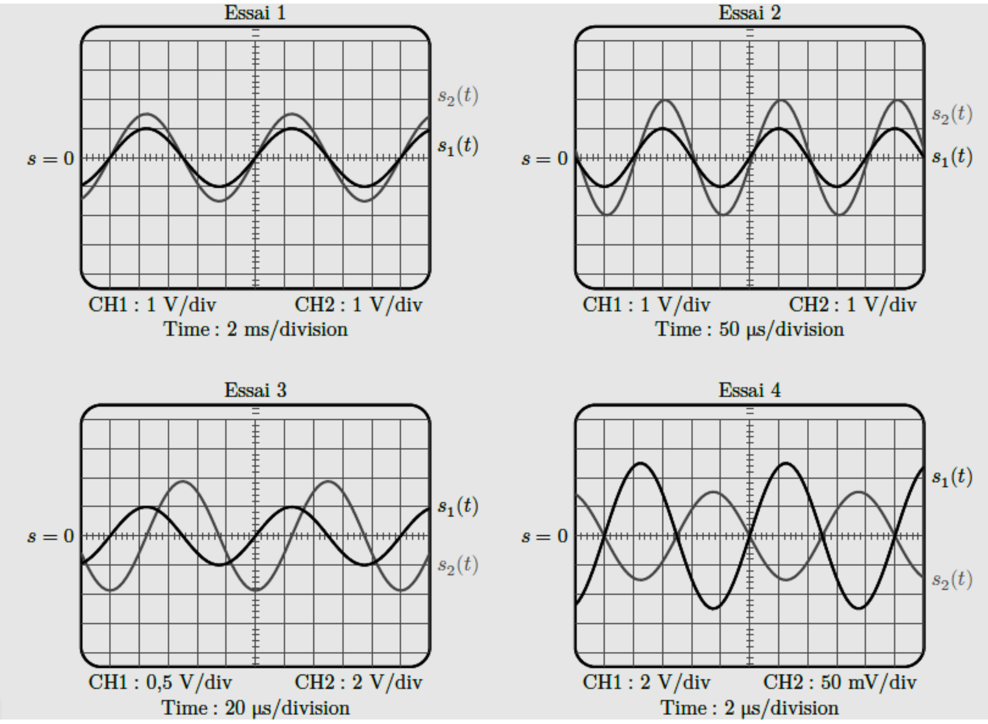
1) Attribuer à chaque spectre (1 et 2) son instrument (flûte (a) ou harmonium (b)) en justifiant ce choix.

Pour calculer le spectre d'un signal sonore, on fait une acquisition numérique du son, puis on réalise la FFT (« Fast Fourier Transform ») du signal numérique.
2) Expliquer ce que sont les opérations d'échantillonnage et de quantification relatives à une acquisition numérique. Rappeler la principale précaution à prendre concernant l'échantillonnage pour que le spectre soit correct.

3) On souhaite enregistrer un signal musical avec une haute fidélité. Le signal à échantillonner possède des harmoniques très élevées, qui risquent de nuire à la qualité de l'enregistrement. Avant la numérisation, le signal doit être filtré. Le DOCUMENT 1 fournit les spécifications du composant intégré LMF100. Il réalise différents types de filtrages, selon les branchements qu'on lui applique.
3a. Quel type de filtre doit-on utiliser et pourquoi ? Préciser la bande de fréquences qu'il doit sélectionner.
3b. Proposer une valeur de la fréquence d'échantillonnage adaptée à la situation.

4) Quatre essais ont été réalisés en laboratoire, à quatre fréquences différentes, avec un filtre d'ordre 2 réalisé avec LMF100. Sur les quatre oscillogrammes relevés Figure 4, $s_1(t)$ désigne la tension d'entrée du filtre et $s_2(t)$ la tension de sortie.
Déduire de ces quatre essais la nature du filtre testé, ainsi que ses caractéristiques : fréquence propre $f_0$, gain statique et facteur de qualité Q.

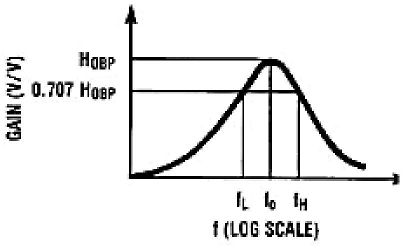
**Figure 4 :**

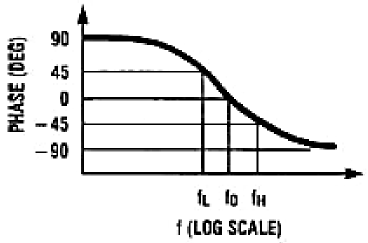



**DOCUMENT 1 : Filtres réalisables avec LMF100**

Dans ce document, $j^2 = -1$ et on pose $s = j\omega$ où $\omega$ est la pulsation des signaux sinusoïdaux.

$$H_{BP}(s) = \frac{H_{OBP}\frac{\omega_O}{Q}s}{s^2 + \frac{s\omega_O}{Q} + \omega_O^2}$$




$$Q = \frac{f_0}{f_H - f_L};\ f_0 = \sqrt{f_L f_H}$$

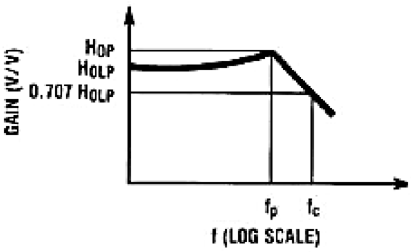
$$f_L = f_0\left(\frac{-1}{2Q} + \sqrt{\left(\frac{1}{2Q}\right)^2 + 1}\right)$$

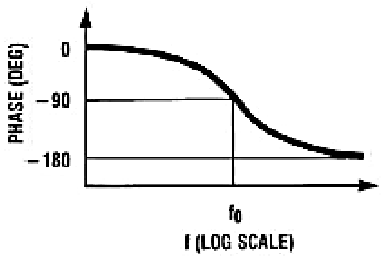
$$f_H = f_0\left(\frac{1}{2Q} + \sqrt{\left(\frac{1}{2Q}\right)^2 + 1}\right)$$

$$\omega_O = 2\pi f_0$$

FIGURE 1. 2nd-Order Bandpass Response

$$H_{LP}(s) = \frac{H_{OLP}\omega_O^2}{s^2 + \frac{s\omega_O}{Q} + \omega_O^2}$$



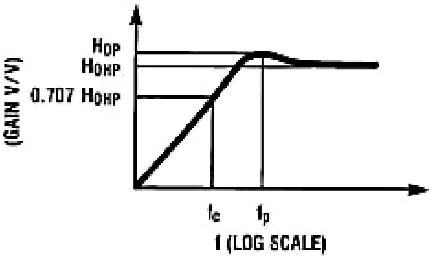

$$f_c = f_0 \times \sqrt{\left(1 - \frac{1}{2Q^2}\right) + \sqrt{\left(1 - \frac{1}{2Q^2}\right)^2 + 1}}$$

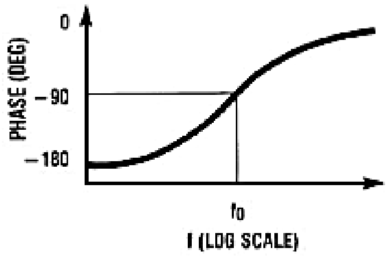
$$f_p = f_0\sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}}$$

$$H_{OP} = H_{OLP} \times \frac{1}{\frac{1}{Q}\sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}}$$

FIGURE 2. 2nd-Order Low-Pass Response

$$H_{HP}(s) = \frac{H_{OHP}s^2}{s^2 + \frac{s\omega_O}{Q} + \omega_O^2}$$




$$f_c = f_0 \times \left[\sqrt{\left(1 - \frac{1}{2Q^2}\right) + \sqrt{\left(1 - \frac{1}{2Q^2}\right)^2 + 1}}\right]^{-1}$$

$$f_p = f_0 \times \left[\sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}}\right]^{-1}$$

$$H_{OP} = H_{OHP} \times \frac{1}{\frac{1}{Q}\sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}}$$

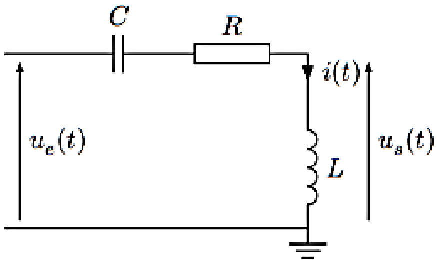
FIGURE 3. 2nd-Order High-Pass Response

## 8 CCS2 : Filtrage

On cherche à traiter un signal électrique proche de 300 Hz, comportant un bruit à 50 Hz que l'on veut filtrer. Plus précisément, on souhaite construire un filtre passe-haut présentant une atténuation importante à $f_1 = 50\,\text{Hz}$ ($G_{dB}(f_1) \leqslant -20$ dB), mais la plus faible possible à $f_2 = 300\,\text{Hz}$ ($G_{dB}(f_2) \geqslant -0{,}5$ dB).

1. Tracer l'allure du diagramme de Bode en gain. Un filtre passe-haut du 1[er] ordre peut-il convenir ? Justifier.

On considère maintenant un filtre passe haut RLC du second ordre, constitué d'une résistance $R$, d'un condensateur de capacité $C$ et d'une bobine d'inductance $L$.

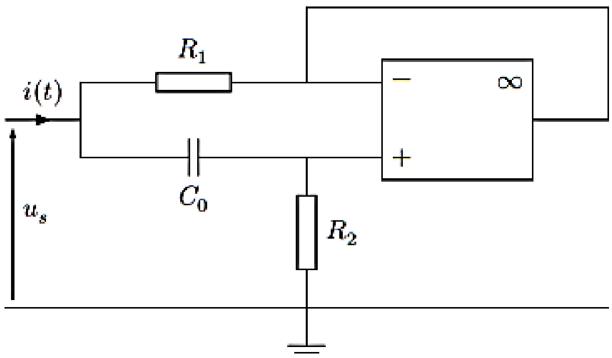



Sa fonction de transfert s'écrit : $\underline{H} = \dfrac{-x^2}{1 - x^2 + j\dfrac{x}{Q}}$ avec $x = \dfrac{\omega}{\omega_0}$.

2. Déterminer l'expression de $\omega_0$ et de $Q$ en fonction $R$, $L$ et $C$.

3. Afin d'éviter les distorsions de signal, on souhaite $Q = \frac{1}{\sqrt{2}}$. Exprimer le gain en décibel de la fonction de transfert précédente en fonction de $g(x) = \log\left(1 + \frac{1}{x^4}\right)$. Exploiter le script PYTHON fourni pour visualiser la courbe représentative de la fonction $g = \log\left(1 + \frac{1}{x^4}\right)$ en fonction de $x$ et proposer une valeur pour $\omega_0$. En déduire la valeur minimale de $L$, sachant que $C \leqslant 1\,\mu F$. Commenter le résultat obtenu. Vérifier les valeurs choisies à l'aide du script PYTHON fourni sachant que la fonction `diagramme()` trace le diagramme de Bode en gain du filtre et la fonction `trace_spectre()` trace les spectres en entrée et sortie du filtre.

Plutôt que d'utiliser une bobine, on décide de simuler une inductance avec un montage à ALI, supposé idéal :




4. Montrer que l'on a la relation $(R_1C_0j\omega + 1)\underline{u_s} = (R_1R_2C_0j\omega + R_1)\underline{i}$.

5. Déterminer $C_0$, $R_1$ et $R_2$ pour que le montage ci-dessus convienne sachant que $C_0 \leqslant 1\mu F$.

Rappels sur les ALI :

<u>Modèle de **l'ALI idéal**</u> : on admet que l'ALI répond aux hypothèses suivantes :

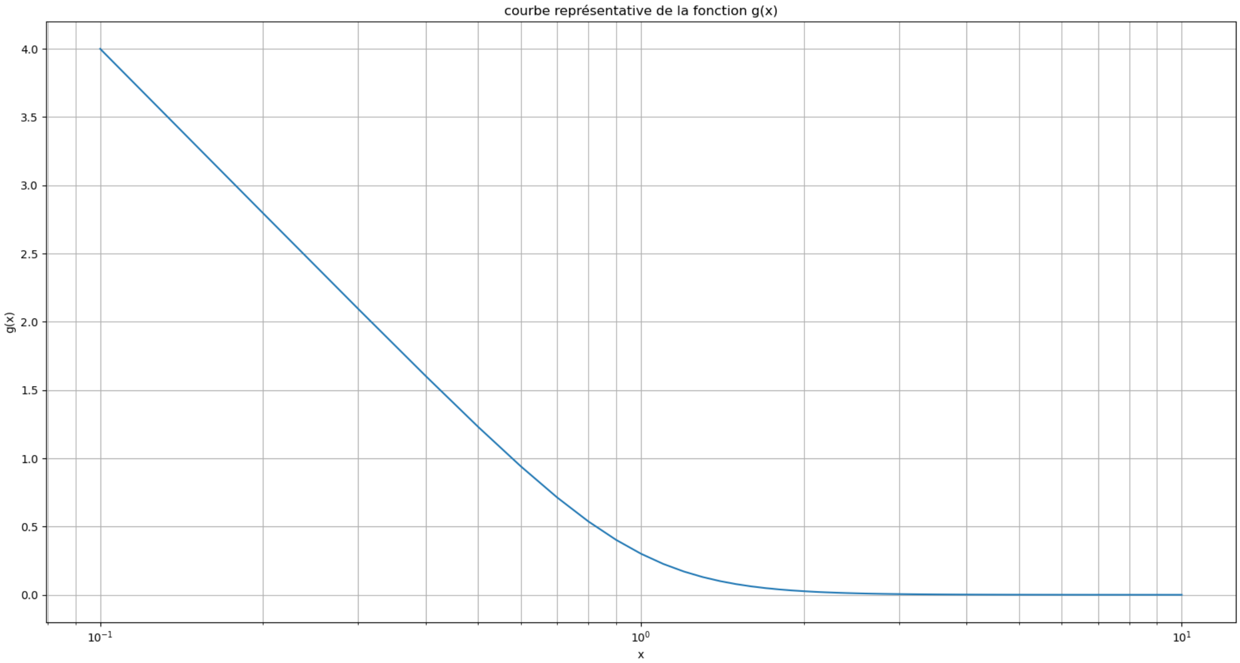
- $\boxed{\boldsymbol{i^+ = i^- = 0}}$
- en **régime linéaire**, $\boxed{\boldsymbol{\varepsilon = 0 \Leftrightarrow V^+ = V^-}}$
- en régime saturé (= non linéaire) :
  si $\boldsymbol{\varepsilon > 0}$ alors $\boldsymbol{V_S = +V_{sat}}$ : saturation **positive.**
  si $\boldsymbol{\varepsilon < 0}$ alors $\boldsymbol{V_S = -V_{sat}}$ : saturation **négative.**

Script Python pour ex 3 :

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import cmath as cm

x=np.linspace(0.1,10,100)
g=np.log10(1+1/x**4)
plt.semilogx(x,g)
plt.title("courbe représentative de la fonction g(x)")
plt.xlabel("x")
plt.ylabel("g(x)")
plt.grid(which='both')
plt.show()
```

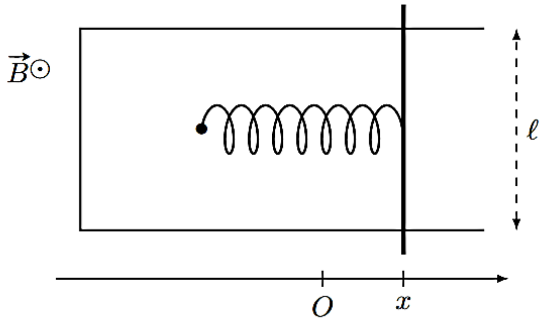
```
# Valeurs des composants en USI à MODIFIER
L=0.5
C=1.0e-6

Q=1/np.sqrt(2)
w0=1/np.sqrt(L*C)

def H(w,Q,w0):
    return(-(w/w0)**2/(1-(w/w0)**2+1j*(w/w0)/Q))
def G(w,Q,w0):
        return(abs(H(w,Q,w0)))
def diagramme():
    def GdB(w,Q,w0):
        return(20.0*np.log10(G(w,Q,w0)))
    w = np.linspace(30,1e4,10000)
    plt.title('diagramme de Bode en gain')
    plt.grid(which='both')
    plt.semilogx(w,GdB(w,Q,w0),"r")
    plt.show()
diagramme()

def trace_spectre():
    spectre=[50,300]
    cn=[2,10]
    for k in range(len(spectre)):
        plt.subplot(211)
        plt.plot([spectre[k],spectre[k]],[0,cn[k]],'b',linewidth=4)
        plt.axis([20,350,0,11])
    for k in range(len(spectre)):
        plt.subplot(212)
        plt.plot([spectre[k],spectre[k]],[0,cn[k]*G(2*np.pi*spectre[k],Q,w0)],'b',linewidt
h=4)
        plt.axis([20,350,0,11])
    plt.show()
trace_spectre()
```

Résultat de l'exécution de la 1e partie du script Python (lignes 1 à 12) pour ex 3 :



## 9 Exercice « académique » CCINP : Rails de Laplace avec ressort

On considère un système de rails de Laplace avec un ressort fixé en un point et relié à la barre. L'ensemble est placé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B} = B_0\,\vec{u_z}$. L'origine du repère est située à la position d'équilibre de la barre. Celle-ci est de masse $m$ et glisse sans frottement sur les rails. À $t = 0$, on la place à la position $x = x_0$ sans vitesse initiale.




**1)** Décrire qualitativement le mouvement.

**2)** Exprimer $\dot{x}$ en fonction du courant $i$. On introduira la résistance du circuit $R$.

**3)** Établir l'équation du mouvement sous la forme

$$\ddot{x} + \frac{\dot{x}}{\tau} + \omega_0^2\, x = 0$$

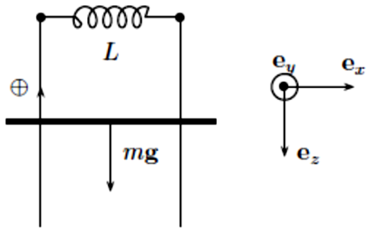
en précisant les valeurs des constantes.

**4)** Quelle est la condition sur $\tau$ et $\omega_0$ pour qu'il y ait un régime pseudo-périodique ? Résoudre l'équation dans ce cas.

**5)** Effectuer un bilan d'énergie sur le système.

## 10 Exercice « académique » CMT : Chute d'une barre dans le champ de pesanteur

Une tige rectiligne de longueur a, de masse m et de résistance R effectue un mouvement de translation le long de la verticale descendante $\overrightarrow{e_z}$ en restant parallèle à une direction horizontale et tout en fermant un circuit rectangulaire qui comporte une bobine d'inductance L. La résistance totale du circuit est R quelque soit la position de la tige. L'ensemble du dispositif est plongé dans un champ magnétique $\vec{B} = B\overrightarrow{e_y}$ uniforme et permanent. La tige est abandonnée à t = 0, avec une vitesse nulle. Son glissement s'effectue sans frottements, on notera v sa vitesse, cf figure ci-dessous.




1) Prévoir qualitativement l'évolution du système.
2) Déterminer l'équation différentielle vérifiée par la vitesse v et donner la forme de la solution en supposant que la résistance R est « assez » élevée.

## 11 Exercice « académique » : Plaque de cuisson à induction

Le chauffage du fond métallique des casseroles et autres poêles de cuisson peut être réalisé par effet Joule des courants induits directement dans le fond de la casserole par un champ magnétique variable, les courants de Foucault. Logé dans une table support en céramique, un bobinage alimenté en courant sinusoïdal, appelé inducteur, génère ce champ. L'inducteur a un rayon de 5 cm et compte vingt spires de cuivre de résistance électrique $R_1 = 18\,\mathrm{m\Omega}$ et d'auto-inductance $L_1 = 30\,\mathrm{\mu H}$. Il est alimenté par une tension harmonique $v_1$ de pulsation $\omega$. Du point de vue électromagnétique, on modélise le fond de casserole par une spire circulaire unique, fermée sur elle-même, appelée induit. L'induit a une résistance $R_2 = 8{,}3\,\mathrm{m\Omega}$ et une auto-inductance $L_2 = 0{,}24\,\mathrm{\mu H}$. Le transfert d'énergie électrique s'effectue par couplage inductif entre l'inducteur et l'induit d'inductance mutuelle $M = 2\,\mathrm{\mu H}$.

**1 -** En s'appuyant sur un schéma électrique équivalent, établir les équations électriques relatives aux deux circuits.

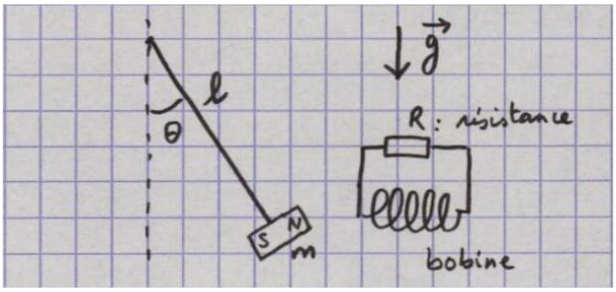
**2 -** En déduire l'expression littérale de la fonction de transfert $\underline{H} = \underline{I}_2/\underline{I}_1$.

**3 -** En déduire l'impédance d'entrée $\underline{Z}_e = \underline{V}_1/\underline{I}_1$ du système.

**4 -** La pulsation $\omega$ est choisie bien plus grande que $R_1/L_1$ et $R_2/L_2$. Simplifier les deux expressions précédentes et calculer numériquement leur module.

**5 -** On soulève la casserole. Indiquer qualitativement comment varie l'amplitude du courant appelé par l'inducteur.

## 12 X : Oscillations d'un aimant à proximité d'une bobine




On considère un aimant de masse $m$ attaché à une tige de longueur fixe $l$ et de masse négligeable. De plus une bobine est placée au voisinage du pendule comme sur la figure. Alors le flux magnétique à travers la bobine va changer en fonction de l'angle $\theta$ et on admet que:

$$\Phi(t) = \Phi_0 + \Phi_b\theta(t).$$

La bobine est reliée à une résistance pour former un circuit fermé. On supposera que $\theta(t)$ peut s'écrire comme suit:

$$\theta(t) = A(t)\cos(\omega t).$$

Avec l'amplitude $A(t)$ qui varie peu sur une oscillation et $\omega$ qui est la pulsation du pendule en l'absence de bobine.

*Déterminer l'expression de l'amplitude des oscillations du pendule $A(t)$ en fonction des paramètres du montage.*

# Rapports

## Électricité et électronique

## CCINP 2023/2024

Les calculs sont souvent menés de façon maladroite avec introduction d'inconnues qui n'en sont pas. Une bonne maîtrise du **diviseur de tension** permet souvent d'éviter des calculs inextricables.
**L'ODG des résistances d'un oscilloscope ou d'un générateur BF** devraient être connus des candidats. Il faut également être capable d'indiquer comment observer les signaux d'entrée et de sortie à l'oscilloscope.
Ceux-ci ne savent pas toujours calculer la **valeur moyenne** d'un signal dont ils ont l'expression.
**Repasser dans le domaine réel à partir de la fonction de transfert** est une opération délicate pour grand nombre de candidats qui n'hésitent pas à prendre le module de la fonction de transfert pour ce faire.
Il faut parfaitement connaître les **diagrammes de Bode** des filtres au programme, en particulier savoir tracer rapidement au moins les diagrammes asymptotiques et identifier à vue l'éventuel **caractère intégrateur ou dérivateur** d'un filtre.
Pour les équivalents asymptotiques (souvent confondus avec la limite), mieux vaut passer par les **équivalents de la fonction de transfert** et pas du gain, on obtient ainsi directement et rapidement les équivalents du gain et de la phase. Les **équivalents** à basse et haute fréquences **des circuits doivent être dessinés** proprement et systématiquement lors de l'étude d'un filtre ou du régime permanent associé à un circuit. Le gain de temps et en clarté est précieux.
L'utilité d'une **décomposition en série de Fourier** fournie pour étudier le **filtrage** d'un signal complexe n'est souvent pas bien comprise.
**L'échantillonnage et le repliement du spectre** sont des notions qui restent vagues, jamais exposées en des termes précis et clairs.

## CCS 2022 / 2024

Si le candidat choisit d'introduire des **grandeurs** (tensions, courants) non définies par l'énoncé, il est naturellement attendu qu'elles soient **définies par un schéma** et que la **convention** choisie soit explicitée.
Il est également recommandé de ne pas introduire ces grandeurs supplémentaires en nombre excessif.
Identifier clairement un **diviseur de tension** suffit souvent à établir les équations électriques les plus simples ; a contrario en voir un là où il n'est pas, est une faute sanctionnée. Identifier un **filtre** et ses éléments caractéristiques devrait être une opération rapide, que ce soit à partir du **schéma du montage**, de l'expression de la **fonction de transfert** ou de l'observation de son **comportement** ; ça n'est pas toujours le cas.
La **condition de Nyquist-Shannon** est en général citée correctement, mais la signification du terme nommé « **fmax** » est souvent peu claire.
Le passage par les équations différentielles pour des études en régime sinusoïdal forcé n'est en général pas une bonne idée.
Un incontournable : équations régissant les **régimes transitoires dans les circuits usuels d'ordre 1 ou 2**.

## CCMP 2023/2024

Certains candidats ont des difficultés à évaluer le **comportement à basses fréquences et à hautes fréquences** du circuit étudié. Le rôle d'un filtre comme moyenneur ou l'utilisation des filtres en cascade est méconnu des candidats.
Le jury note une **confusion fréquente entre valeur moyenne et fondamental d'un signal**, la valeur moyenne est parfois considérée comme étant dans le domaine haute fréquence. **L'exploitation d'oscillogrammes expérimentaux pour l'étude de fonctions de transfert** est souvent complexe pour les candidats.
On note également des difficultés à utiliser le **pont diviseur de tension** et les lois **d'associations série/parallèle des résistances**. Il est nécessaire que les résistances soient en série pour appliquer la formule du diviseur de tension.
Pour le régime transitoire, la **détermination des conditions initiales** et la représentation de **l'allure de la tension de sortie en fonction du temps** peut sembler complexe pour certains candidats.

Le jury constate trop **d'erreurs d'algébrisation** dans les relations courant/tension, les relations sont généralement mémorisées en **convention** des récepteurs mais ça n'est pas toujours le cas. Sans **schéma** associé le jury ne peut pas aider le candidat.
Les **signaux non sinusoïdaux** posent problème et l'utilisation du théorème de superposition pour un signal possédant plusieurs harmoniques mène souvent à une impasse.
Les **ODG des caractéristiques des composants classiques** (résistor, condensateur et bobine) utilisés en électronique ne sont pas toujours connus.

### X 2024
Le passage aux **impédances complexes** pour analyser les régimes harmoniques n'est pas toujours parfaitement maîtrisé, en particulier en ce qui concerne le reto**ur de la solution complexe vers la solution réelle**. Trop de candidats se perdent dans le développement des calculs d'une impédance complexe au lieu de chercher à simplifier leurs expressions.

## Induction
### CCINP 2024
Aucun candidat ne peut espérer avancer dans la résolution d'un exercice d'induction sans une **étude qualitative préalable des différents phénomènes électriques et mécaniques couplés**.
En induction, il convient de ne pas intégrer l'équation mécanique non découplée à l'aide de l'équation électrique : l'intensité n'est pas constante dans le circuit.
Attention à **bien orienter les circuits**. **L'orientation posée doit être respectée pour** le sens de la **force électromotrice** (fem), pour le calcul du **flux magnétique** et pour le calcul de la **force de Laplace**. Attention à systématiquement prendre le temps de **représenter l'équivalent électrique du circuit** en faisant figurer la **fem et l'intensité bien orientées**.
Le **moment dipolaire magnétique d'une boucle plane** parcourue par un courant est à connaître.

### CCMP 2023/2024
Les exercices d'induction montrent souvent un **manque d'analyse préalable du problème**. L'utilisation qualitative de la **loi de Lenz** permet généralement **d'anticiper les phénomènes** que l'on va décrire, le jury attend du candidat qu'il **prenne l'initiative de cette démarche** même si la question n'est pas explicitement posée.
Trop peu de candidats **orientent de manière cohérente** les grandeurs électriques algébriques dans les schémas équivalents.
La **conversion idéale de puissance est trop peu utilisée** et certains candidats perdent beaucoup de temps à calculer une force de Laplace alors que le résultat est pratiquement devant leurs yeux.

### CCS 2022
Pour l'étude de l'induction électromagnétique, un **schéma du circuit** doit obligatoirement être tracé, incluant les **conventions de signe**, qui doivent être **uniques** pour tout le traitement (électrique et mécanique) du sujet.