

1) Énoncer le critère de Shannon en définissant tous les paramètres introduits

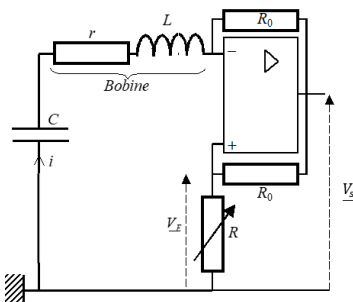
2) On considère un signal analogique $u(t)$ tel que $u(t) = 10\cos(2\pi \times 1000t)$. Ce signal est échantillonné à l'aide d'un échantillonneur à la fréquence d'échantillonnage f_e . Quelle est la plus petite valeur tolérable de f_e ?

3) En téléphonie, le signal audio est numérisé avec une fréquence d'échantillonnage de 8kHz. Pour éviter le phénomène de repliement, on utilise un filtre anti-repliement de type passe bas. Si on suppose ce filtre idéal, quelle doit être sa fréquence de coupure f_c ?

On souhaite réaliser un filtre numérique de type passe bas, d'ordre 1, de fréquence de coupure f_c et d'amplification statique A_0 . On notera T_e la période d'échantillonnage, e_n le $n^{\text{ème}}$ échantillon du signal d'entrée et s_n le $n^{\text{ème}}$ échantillon du signal en sortie du calculateur.

4) En utilisant la formule de différence finie à droite pour approximer la dérivée première, et un schéma d'Euler explicite, donner l'algorithme reliant e_n , s_n et s_{n+1}

On considère un oscillateur à résistance négative dont on donne le montage ci-dessous :



Unités SI :
 $r=50$
 $L=100 \times 10^{-3}$
 $C=100 \times 10^{-9}$
 $V_{sat}=15$
 $R_0=10 \times 10^3$

L'AO est supposé idéal.

5) Montrer que $v^- = -Ri$ si l'AO est linéaire.

6) En déduire alors que : $\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{r-R}{L} \frac{di}{dt} + \frac{i(t)}{LC} = 0$

7) En déduire :

a) la condition théorique d'entretien des oscillations :

b) la condition de démarrage des oscillations :

c) La fréquence des oscillations quasi-harmoniques :

8) Montrer que le régime linéaire est possible si $|i| < \frac{V_{sat}}{R+R_0}$

9) Montrer que $\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{r+R_0}{L} \frac{di}{dt} + \frac{i(t)}{LC} = 0$ si le régime est saturé.

10) Quand le régime est saturé, préciser (avec justification), si le régime est pseudo-périodique, apériodique ou critique.

On donne le code suivant :

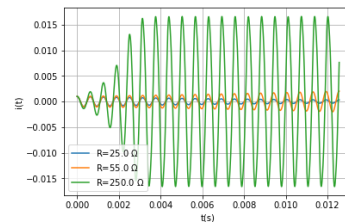
```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

r=50
L=100*10**-3
C=100*10**-9
w0=(L*C)**(-0.5)
T0=(2*np.pi)/w0
Te=T0/1000
t=np.arange(0,20*T0,Te)
i=np.zeros((2,len(t)))
i[0,0]=0.001
Vsat=15
R0=10**3
Vs=np.zeros(len(t))

"""euler explicite"""
def oscillo(R):
    for j in range(len(t)-1):
        i[0,j+1]=i[0,j]+Te*i[1,j]
        if abs(i[0,j])<Vsat/(R+R0):
            i[1,j+1]=i[1,j]+Te*(-(r-R)*i[1,j]/L-w0**2*i[0,j])
        else:
            i[1,j+1]=i[1,j]+Te*(-(r+R0)*i[1,j]/L-w0**2*i[0,j])
    return i
```

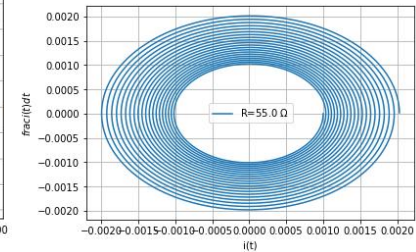
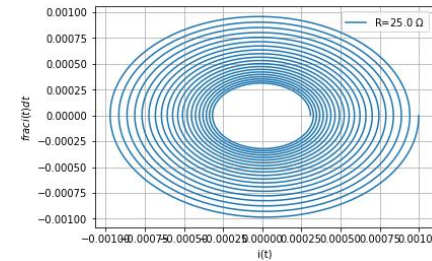
Dans la suite on utilisera la fonction précédente :

- 11) Ecrire un programme permettant d'obtenir l'évolution du courant $i(t)$ pour $R = 0.5r, 1.1r$ et $5r$ sur un même graphe.



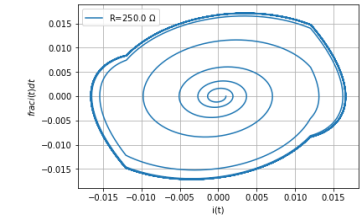
- 12) Ecrire un programme permettant d'obtenir le portait de phase $(i(t); \frac{1}{\omega_0} \frac{di(t)}{dt})$ pour une valeur de R donnée.

On obtient les résultats suivants :

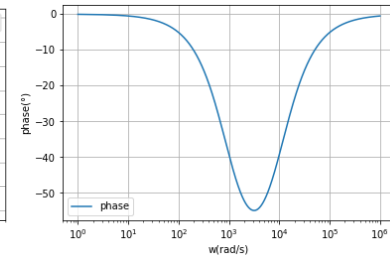
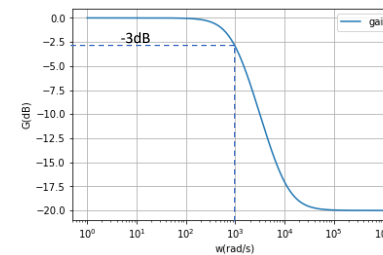


- 13) Donner le sens de parcours des portaits de phase.

- 14) Identifier sur le graphe ci-contre les domaines de fonctionnement linéaire et saturé.



- 15) On donne les diagrammes de Bode d'un filtre :



On envoie en entrée de ce filtre un signal $v_e(t)$, donner l'expression en sortie $v_s(t)$:

- $v_e(t) = 10 \cos^2(5 \times 10^5 t) \rightarrow v_s(t) =$

- $v_e(t) = 10 \cos(10^3 t) \rightarrow v_s(t) =$