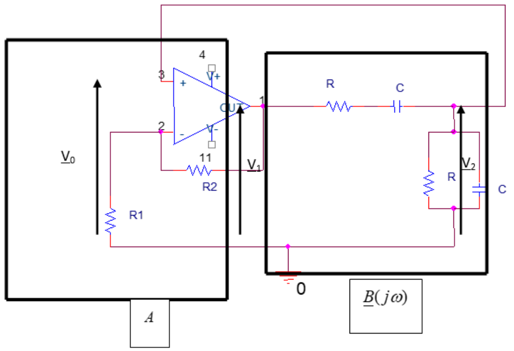
Oscillateur quasi-sinusoïdal

Exercice 1 : Oscillateur de Wien

On considère le montage ci-dessous. La chaîne directe (l'amplificateur) est constituée d'un circuit à A.L.I. et la chaîne de réaction par un pont de Wien (le filtre). Pour les calculs, nous supposerons que l'ensemble fonctionne en régime harmonique (utilisation de la notation complexe) et linéairement (pas de saturation avec un A.L.I supposé idéal).



A) Etude théorique

1. Donner l'expression de la fonction de transfert $A = \frac{V_1}{V_0}$ en fonction de R1 et R2

2. Montrer que l'expression de la fonction de transfert $\underline{B}(j\omega) = \frac{\underline{V_2}}{\underline{V_1}} = \frac{RjC\omega}{1+3RjC\omega+(RjC\omega)^2}$

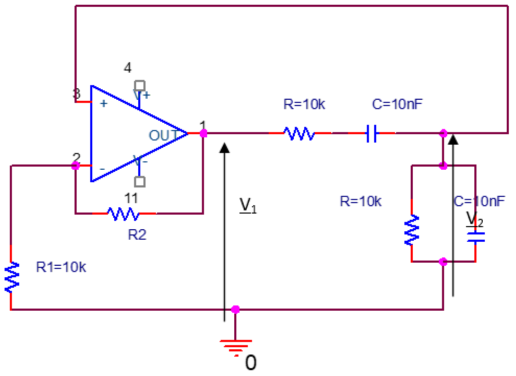
3. En déduire l'expression de la fonction de transfert en boucle ouverte $\underline{T}(j\omega) = \frac{\underline{V_2}}{\underline{V_0}}$

4. Rappeler la condition sur la fonction de transfert en boucle ouverte $\underline{T}(j\omega)$ pour que le système soit le siège d'oscillations à la pulsation ω_c.

5. A partir de la relation précédente, en déduire que $R_2 = 2R_1$ pour avoir oscillation et que la pulsation d'oscillation est donnée par : $\omega_c = \frac{1}{RC}$

B) **Etude pratique**

Réaliser le montage suivant :

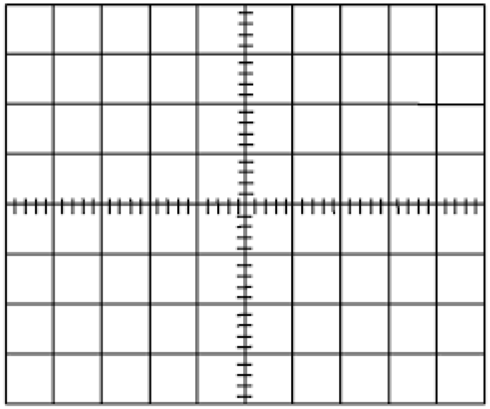


1. Fixer la condition $R_2 = 2R_1$. Observez-vous des oscillations à la sortie de l'AO et du filtre ? Pourquoi ?

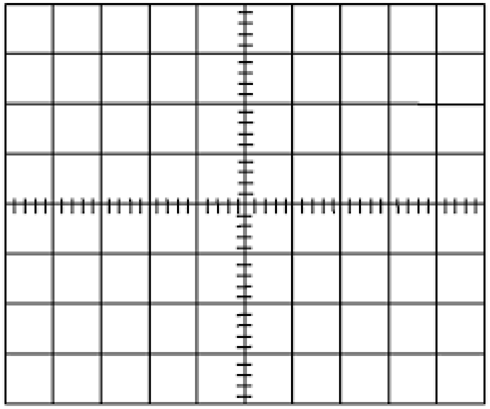
2. Trouver la valeur de $R2_{lim}$ qui permet le début des oscillations. Comparer cette valeur à la valeur théorique. Conclusion.

3. Mesurer la fréquence de V_2 et l'amplification $\frac{V_{2m}}{V_{1m}}$ à cette valeur de $R2_{lim}$ et comparer à vos résultats théoriques.

4. Augmenter la valeur de R2 de quelque kΩ. Qu'observez-vous pour V_1 et V_2. Pourquoi leurs distorsions (déformations) sont-elles différentes ?



5. On va étudier la pureté spectrale de la tension V_2 en analysant sa FFT donnée par l'oscilloscope numérique. Analyser les cas où R2 = 23 kΩ et R2 = 30 kΩ.



C) Simulation sur python

On considère toujours le même circuit mais cette fois avec une approche temporelle.

1) Montrer que :

$$\frac{d^2V_2}{dt^2} + 2M\omega_0\frac{dV_2}{dt} + \omega_0^2 V_2 = B_0 2M\omega_0\frac{dV_1}{dt}$$

On exprimera M, ω_0 et B_0

Deux cas sont à envisager :

$$\begin{cases} \dfrac{dV_1}{dt} = \dfrac{R_1+R_2}{R_1}\dfrac{dV_2}{dt} = A\dfrac{dV_2}{dt} \text{ si AO linéaire} \\ \dfrac{dV_1}{dt} = 0 \text{ si AO saturé} \end{cases}$$

2) Compléter le programme ci-dessous afin de simuler le comportement du circuit et apprécier l'effet de l'amplification A.

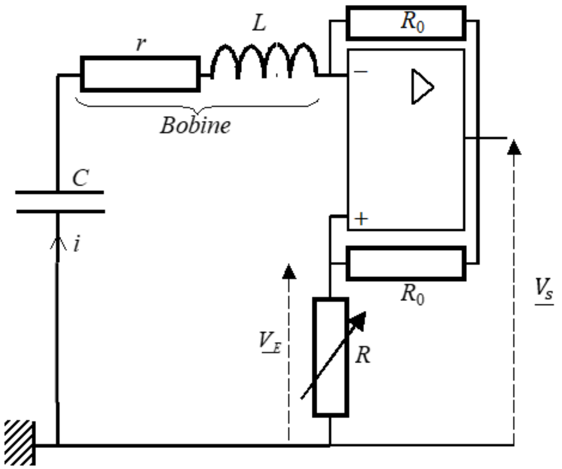
```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
#constantes
M=3/2#regime pseudo-périodique
R=10*10**3
C=10*10**-9
W0=1/(R*C)
n=10000
Te=(2*np.pi/W0)/1000
t=np.linspace(0,n*Te,n)
Vcc=15
Vini1=0.1
T0=1/3#ampli du flitre passif

#initialisation
V2=np.zeros((2,n))
V1=np.zeros((n))
V2[0,0]=Vini1


"""euler explicite"""
def oscillo(A):
    """simulation de l'oscillateur à pont de Wien
    A est l'amplification niléaire de l'AO"""
    for i in range (0,n-1):
        V2[0,i+1]=Te*V2[1,i]+V2[0,i]
        if abs(V2[0,i])<Vcc/A:
            V2[1,i+1]=.........................................
            V1[i+1]=A*V2[0,i+1]
        else:
            V1[i+1]=np.sign(V2[0,i])*Vcc
            V2[1,i+1]=.........................................
    return V2[0]
```

Exercice 2 : Oscillateur à résistance négative

On peut réaliser un oscillateur à partir d'un circuit résonant série en compensant les pertes Joule de ce circuit à l'aide d'une « résistance négative ». On va considérer l'AO en régime linéaire au cours de son fonctionnement. L'AO est également supposé idéal.



1) Montrer que l'impédance d'entrée de l'amplificateur se comporte comme une résistance négative c'est-à-dire que $V_E = -Ri$.

2) Avec une analyse temporelle, trouver la condition liant r et R pour que ce circuit soit susceptible de délivrer spontanément une tension sinusoïdale ? Quelle est alors la fréquence f_0 des oscillations délivrées par ce circuit ?

3) Montrer que ce circuit peut être redessiné en faisant apparaître une chaîne directe active et une chaîne de réaction passive. Les éléments C, r et L peuvent être regroupés en une impédance complexe $\underline{Z}$.

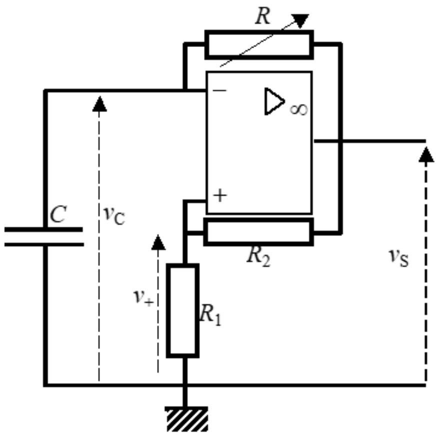
4) Retrouver les résultats de la question 2 en utilisant la condition de Barkhausen.

Oscillateur de relaxation

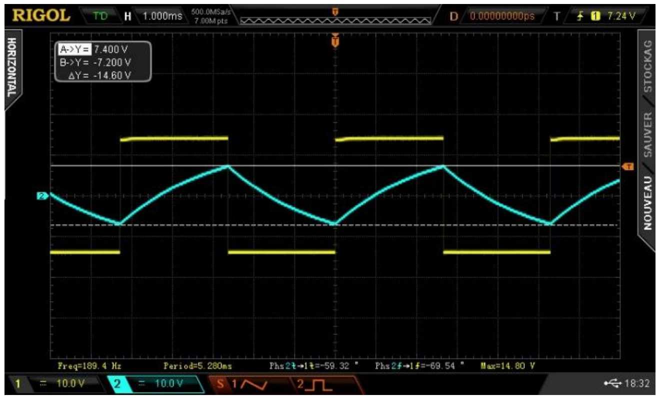
Exercice 3 : Oscillateur de relaxation

L'amplificateur opérationnel — supposé idéal — fonctionne ici en *régime non-linéaire*. Théorie et expérience montrent que le montage oscille après un court régime transitoire. On choisit expérimentalement :

- $R_1 = R_2 = 22k\Omega$
- $C = 0{,}22\mu F$
- $R \approx 10k\Omega$



On obtient l'oscillogramme suivant (en jaune $v_s(t)$ et en bleu $v_c(t)$)



1) Expliquer qualitativement le comportement de $v_c(t)$ et $v_s(t)$.
2) Obtenir l'expression de la période T d'oscillation.
3) Calculer T et comparer à la valeur expérimentale.