

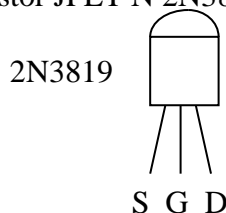
OSCILLATEUR A PONT WIEN

L'objectif de ce TP est de mettre en évidence les conditions d'oscillation d'un système bouclé grâce à l'étude de l'oscillateur à pont de Wien. La condition de stabilisation de l'amplitude d'oscillation est également abordée dans ce TP.

1. MATERIEL

Matériel par poste de travail :

- 1 plaquette d'essai
- 1 alimentation double
- 1 oscilloscope numérique
- 1 générateur de fonctions
- 1 Té BNC
- 2 cordon coax. BNC/BNC
- 1 adaptateur BNC/fil
- 1 sonde d'oscilloscope "par 10"
- 3 cordons BANANE/BANANE long (rouge, noir, bleu)
- 1 cordon BANANE/BANANE court (noir)
- 1 AOP uA 741
- 2 diodes 1N4148
- 1 diode ZENER BZX55A 5V6 *
- 1 transistor JFET N 2N3819 *
- 2 condensateurs 100 nF
- 1 condensateur 470 nF
- 1 résistance 1 kΩ 1% (marron, noir, noir, marron)
- 1 résistance 2 kΩ 1% (rouge, noir, noir, marron)
- 3 résistances 4,75 kΩ 1% (jaune, violet, vert, marron)
- 1 résistance 47 kΩ 1% (jaune, violet, noir, rouge)
- 2 résistances 100 kΩ 1% (marron, noir, noir, orange)
- 1 potentiomètre 220 kΩ



Le brochage de l'amplificateur opérationnel AOP est le suivant :

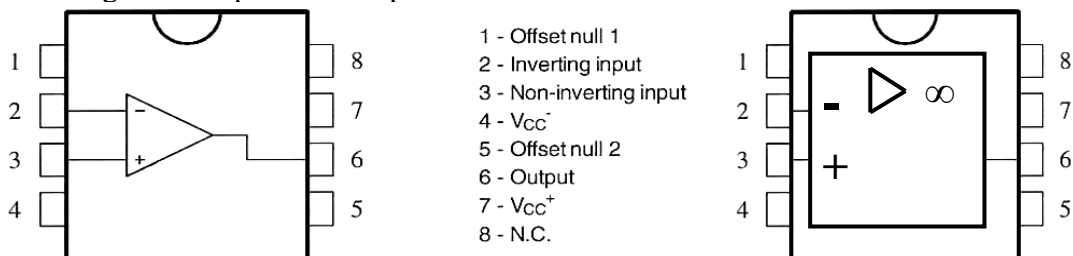


Fig. 1 : brochage AOP

Sauf mention contraire, l'alimentation des différents boîtiers utilisés se fera de façon symétrique par rapport à la masse du montage avec $V_{cc} = 12V$ comme ci-dessous.

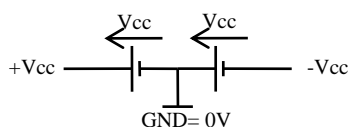


Fig. 2 : alimentation symétrique de l'AOP

2. PREPARATION

Lire intégralement avant la séance l'énoncé du TP, faire les calculs demandés dans le paragraphe « préparation » et anticiper la méthode de résolution des différents problèmes.

Les éléments sont choisis de préférence dans la liste du matériel disponible.

2.1. Etude du circuit de Wien

Le circuit de Wien présenté ci-dessous est un filtre sélectif.

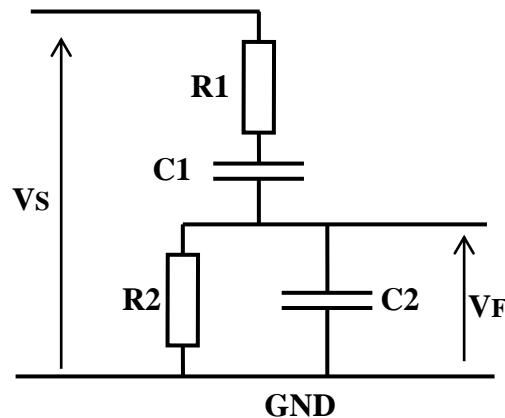


Fig. 3: Circuit de Wien

- Exprimer la fonction de transfert du circuit de Wien en fonction des éléments :

$$TF(\omega) = V_F / V_S$$

- Montrer que :

$$TF(f) = \frac{K}{1 + jQ \cdot \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)}$$

en précisant les différents paramètres K, Q et f_0 .

- Comment évolue la fonction de transfert lorsque $R_1 = R_2 = R$ et $C_1 = C_2 = C$?
- Donner la valeur de TF à la fréquence f_0 .
- Quelles sont les valeurs de $|TF|$ et $\text{Arg}(TF)$ aux limites quand la fréquence f tend vers 0 puis vers ∞ ?

2.2. Rappel sur les systèmes bouclés

Un système bouclé comporte une chaîne directe A et une chaîne de réaction (ou de retour) F.

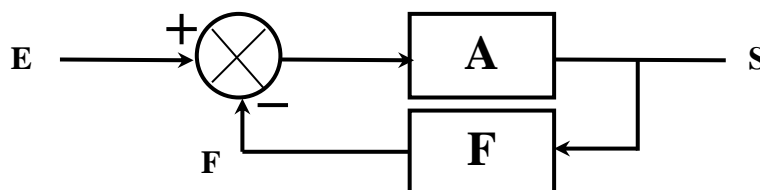


Fig. 4 : Schéma bloc d'un système bouclé

La transmittance du système bouclé est : $\frac{S}{E} = \frac{A}{1 + AF}$

La transmittance en boucle ouverte «AF» conditionne la stabilité ou l'instabilité du système.

2.3. Principe de l'oscillateur

Le principe de fonctionnement de l'oscillateur exploite le défaut d'instabilité des systèmes bouclés. L'oscillateur présenté figure 5 comprend un amplificateur d'amplification A et un réseau de réaction de transmittance F .

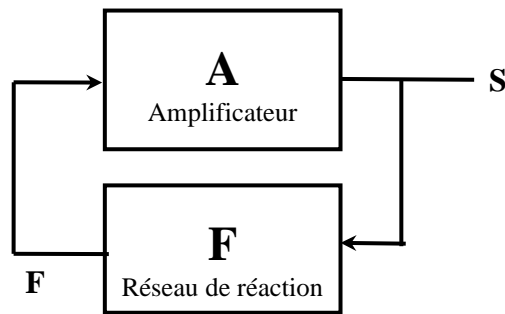


Fig. 5 : Schéma bloc de l'oscillateur

L'étude du système en boucle ouverte de la figure 6 montre que la condition d'oscillation est : $\frac{VF}{VE} = AF = 1$

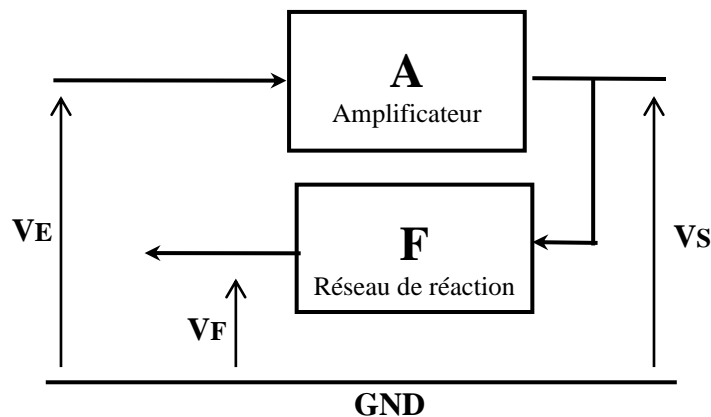


Fig. 6 : Schéma bloc de l'oscillateur en boucle ouverte

2.4. Oscillateur à pont de Wien

L'oscillateur à pont de Wien de la figure 7 utilise le circuit de Wien comme réseau de réaction.

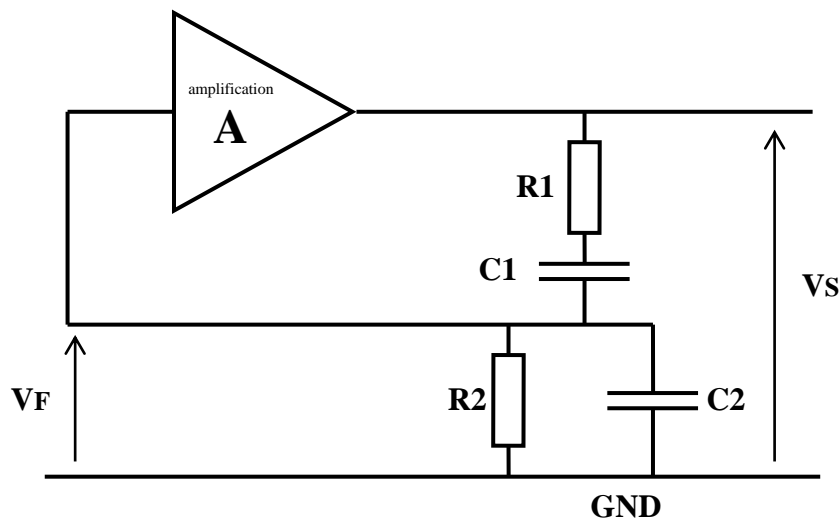


Fig. 7 : Oscillateur à pont de Wien

L'amplificateur est considéré parfait et possède une amplification A réelle et indépendante de la fréquence.

- Pour quelle valeur de l'amplification A , la condition d'oscillation est-elle obtenue ?
- Quelle est alors la fréquence d'oscillation ?

3. MANIPULATION

Le montage de base de l'oscillateur à pont de Wien (figure 8) utilise un amplificateur « non inverseur » à base d'amplificateur opérationnel du type 741.

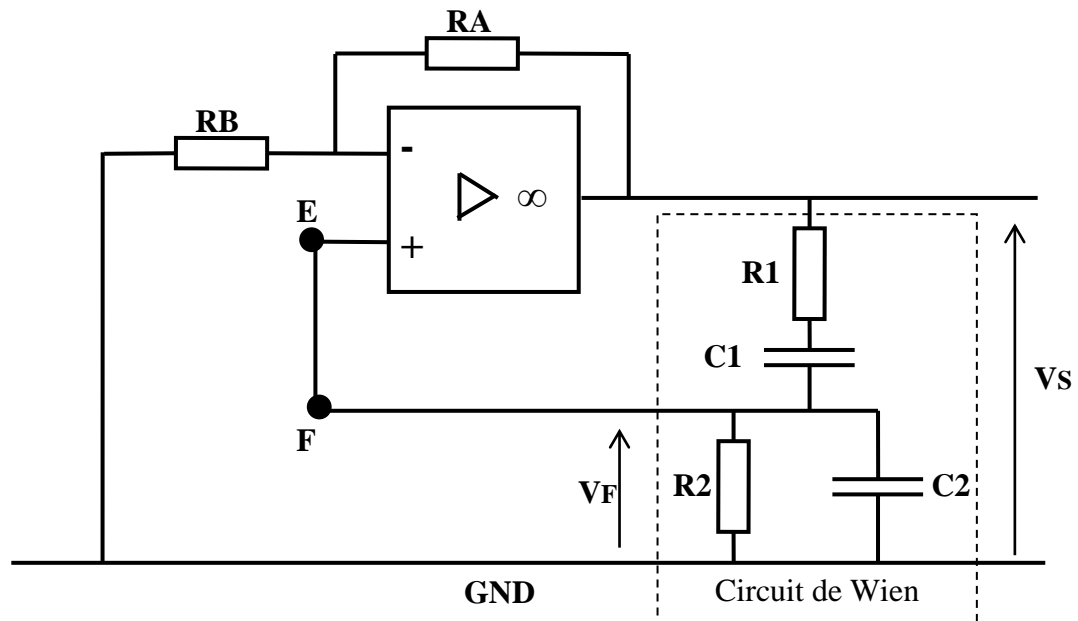


Fig. 8 : Montage de base oscillateur

3.1. Circuit de Wien en régime harmonique

Réaliser uniquement le montage du circuit de Wien avec $R_1 = R_2 = 4,75 \text{ k}\Omega$ et $C_1 = C_2 = 100 \text{ nF}$.

- De quel type est le filtre de Wien ?
- Mesurer la fréquence centrale f_0 du filtre sélectif où $TF = V_F / V_S$ est maximum.
- Mesurer le module de TF à la fréquence centrale f_0 .
- Mesurer la phase de TF à la fréquence centrale f_0 .
- Déduire la bande passante à -3 dB du filtre de la mesure des fréquences de coupure.
- Mesurer la phase de TF aux des fréquences de coupure.
- Comparer les résultats obtenus avec les valeurs théoriques.
- Relever expérimentalement la fonction de transfert $TF(f) = V_F / V_S$ en module et en phase lorsque la fréquence évolue de 20 Hz à $2,8 \text{ kHz}$ (7 points max.)
- Tracer sur papier semilog le module et la phase de TF .
- Conserver le montage pour la suite.

3.2. Oscillateur à pont Wien

3.2.1. Condition d'oscillation

Le réglage du gain permet de trouver la condition d'oscillation et de constater la sensibilité de cette condition.

Le montage de base est modifié pour placer un potentiomètre.

- Ajouter le montage amplificateur "non inverseur" au circuit de Wien (figure 9) avec $R_{A1} = 100 \text{ k}\Omega$, $R_{B1} = 47 \text{ k}\Omega$ et $P = 220 \text{ k}\Omega$.

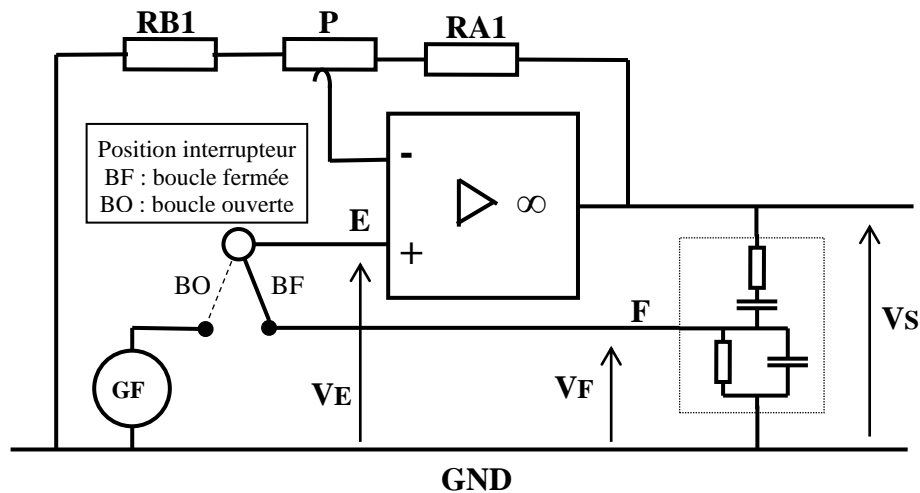


Fig. 9 : Gain réglable

La vérification du montage s'effectue en boucle ouverte (interrupteur en position BO).

Le signal d'entrée en E est fourni par un générateur GF. Il est sinusoïdal de fréquence f_0 et d'amplitude 200 mVpp.

- Mesurer les amplifications A_{max} et A_{min} de l'amplificateur grâce au potentiomètre en notant les positions correspondantes (sens de rotation).
- Comparer aux amplifications théoriques max. et min. de l'amplificateur.

Le système est en **boucle fermée** (interrupteur en position BF, il n'y a plus de générateur).

- Synchroniser l'oscilloscope sur la voie CHx où est connectée VS : trigger menu puis source CHx .
- Rechercher le réglage optimal pour obtenir une oscillation avec un signal de sortie VS sinusoïdal.
- Quelle est la fréquence d'oscillation f_{osc} ?
- Justifier la fréquence d'oscillation f_{osc} mesurée en exploitant les études théorique et pratique du pont de Wien.
- Quelle est l'amplitude crête à crête du signal de sortie ?
- Le signal de sortie est-il parfaitement sinusoïdal ?
- Modifier le gain de l'amplificateur grâce au potentiomètre pour trouver la zone de stabilité du montage ($V_S = 0$).
- L'amplification a-t-elle été augmentée ou diminuée ? Est-ce cohérent avec le critère de stabilité ?
- Modifier le gain de l'amplificateur grâce au potentiomètre pour trouver la zone d'oscillation puis d'instabilité.
- L'amplification a-t-elle été augmentée ou diminuée ? Est-ce cohérent avec le critère de stabilité ?
- Revenir au réglage optimal donnant une oscillation avec un signal de sortie VS sinusoïdal.
- Mesurer l'amplification (V_S/V_E) de l'amplificateur "AoscBF" correspondant à l'oscillation.

3.2.2. Contrôle de l'amplitude du signal

Dans le cas d'une réalisation réelle, la condition d'oscillation $AF = 1$ à la fréquence f_0 est difficile à obtenir sans réglage et surtout à maintenir. En dépit d'une conception correcte, les tolérances sur les composants ou les variations dues à la température peuvent interdire une oscillation correcte en entraînant $AF < 1$ ou $AF > 1$.

En outre lorsque l'oscillation est obtenue, le signal de sortie évolue entre les limites de saturation. En général, il n'est pas ou ne reste pas sinusoïdal : la distorsion est importante.

La solution consiste à utiliser un amplificateur avec un gain variable en fonction de sa tension d'entrée (système non linéaire).



Fig. 10 Amplification A non linéaire et AF permettant la stabilisation de l'amplitude d'oscillation

- A la mise sous tension, l'amplification est telle que $AF > 1$ alors l'oscillation s'installe et le niveau de sortie augmente.
- Lorsque le niveau de sortie tend vers la valeur nominale, l'amplification diminue jusqu'à $AF = 1$.
- Si le niveau de sortie venait à dépasser la valeur nominale alors l'amplification diminue pour réduire AF ($AF < 1$) et redescendre le niveau.

3.2.3. Contrôle par diode

Le montage de la figure 11 utilise des diodes comme éléments non linéaires afin de diminuer le gain de l'amplificateur lorsque l'amplitude du signal de sortie augmente.

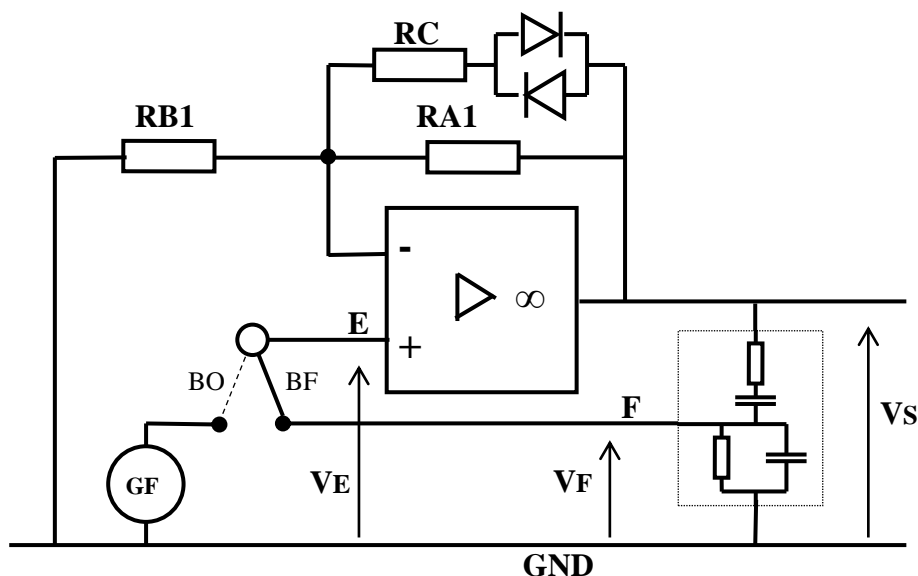


Fig. 11 : Contrôle d'amplitude par diode

- Modifier le montage amplificateur "non inverseur" en ajoutant $RC = 100 \text{ k}\Omega$ et deux diodes 1N4148 (conserver $RA1 = 100 \text{ k}\Omega$ et $RB1 = 47 \text{ k}\Omega$).

La vérification de la non-linéarité du gain s'effectue en boucle ouverte (interrupteur en position BO).

Le signal d'entrée en E fourni par le générateur GF est sinusoïdal de fréquence f_{osc} .

- Mesurer $AF = V_F / V_E$ (V_F et V_E amplitude crête à crête) pour une tension d'entrée V_E variant de 50 mVpp à 1 Vpp.
- Tracer la courbe $AF(V_E)$.

Le système est maintenant en boucle fermée (interrupteur en position BF).

- Quelle est la fréquence d'oscillation ?
- Quelle est l'amplitude crête à crête du signal de retour V_F ?
- Justifier ce résultat ?
- Quelle est l'amplitude crête à crête du signal de sortie V_S ?
- Le signal de sortie est-il parfaitement sinusoïdal ?