

MONTAGES DE BASE DE L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL EN MODE LINEAIRE

Le but de cette manipulation est de vous familiariser aux montages de base de l'Amplificateur Opérationnel (AOP) en mode linéaire. Un amplificateur opérationnel permet d'amplifier (de multiplier ou de diviser) une tension ou de faire d'autres opérations mathématiques sur des tensions (addition, soustraction, dérivation, intégration).

1. Présentation générale de l'AOP et des conditions expérimentales

Dans cette séance, l'amplificateur opérationnel est utilisé en mode linéaire et il est considéré comme parfait (voir figure ci-dessous) :

- Son gain en tension est très important à la fréquence d'utilisation, aussi sa tension d'entrée ε est considérée comme nulle,
- Les courants des entrées i^+ et i^- sont nuls,
- L'amplitude de la tension de sortie V_s est toujours comprise entre les tensions d'alimentation de l'amplificateur : $V_{CC^+} = +15\text{ V}$ et $V_{CC^-} = -15\text{ V}$.

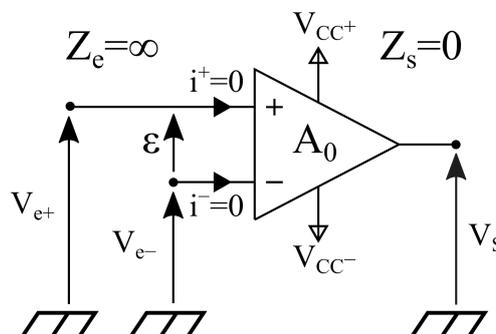


Figure 1 : Représentation schématique et caractéristiques idéales de l'AOP

Remarque : L'amplificateur opérationnel est en **régime linéaire** quand il y a un dipôle linéaire (par exemple une résistance) entre la sortie et l'entrée inverseuse -.

Liste du matériel utilisé :

- L'amplificateur opérationnel : TL081 (Figure 2),
- Plaquette support de composants (Figure 3),
- Alimentation symétrique HAMEG 8040, +15V/-15V (Figure 4),
- Générateur de tension HAMEG 8030 (sinusoïdal, triangulaire, carré).
- Oscilloscope TEKTRONIX TBS1052B
- Boite à décades de résistance et Résistance variable 100 000X

Ce document est mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 3.0 France.

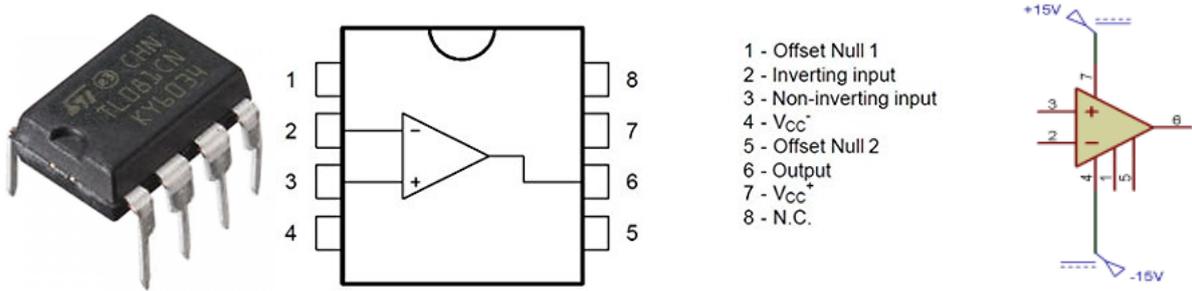


Figure 2 : Amplificateur opérationnel TL081 en boîtier DIP 8 et représentation de son brochage

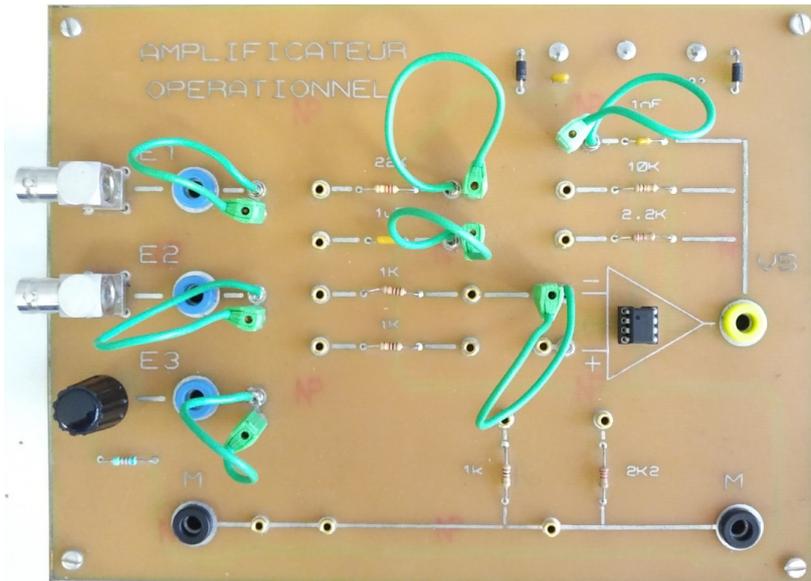


Figure 3 : Façade de la plaquette de test

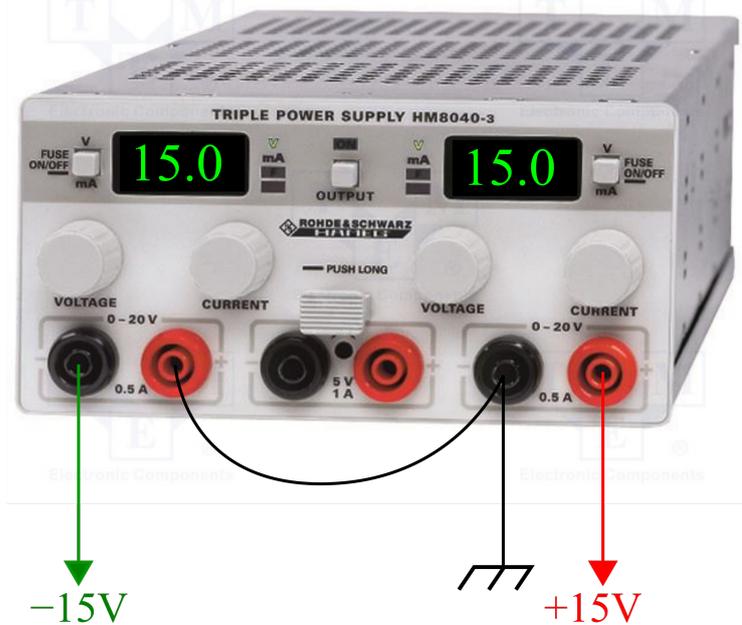
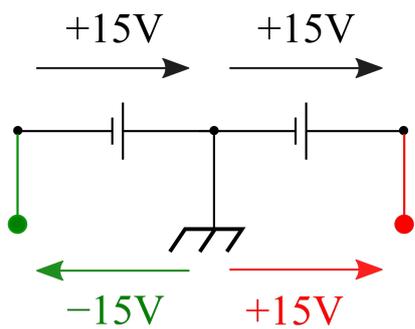


Figure 4 : Schéma d'alimentation + 15 V, - 15 V.

2. Calculs et Manipulations sur 4 montages de base en mode linéaire

Préparation de la manipulation : résoudre les questions théoriques : 2.1.1, 2.1.4, 2.2.2, 2.3.4 et 2.4.2 (partie à préparer chez soi avant la manipulation).

2.1. Amplificateur inverseur

Réaliser sur la maquette présentée ci-dessus le montage de la Figure 5. Appliquer à l'entrée du montage une tension sinusoïdale de fréquence 1 kHz.

2.1.1. Calculer le Gain $A = \frac{v_s}{v_e}$ et la Résistance d'entrée R_e

2.1.2. Mesurer la valeur de la tension maximale $v_{e\max}$ applicable sur l'entrée v_e .

2.1.3. Mesurer, dans le domaine de fonctionnement linéaire, le gain en tension $A = \frac{v_s}{v_e}$ ainsi que le déphasage de v_s par rapport à v_e . Indiquer la valeur de v_e utilisée.

2.1.4. Mesurer la résistance d'entrée R_e du montage à l'aide de la méthode indiquée dans l'annexe. Donner la valeur de la tension d'entrée v_e choisie pour faire la mesure.

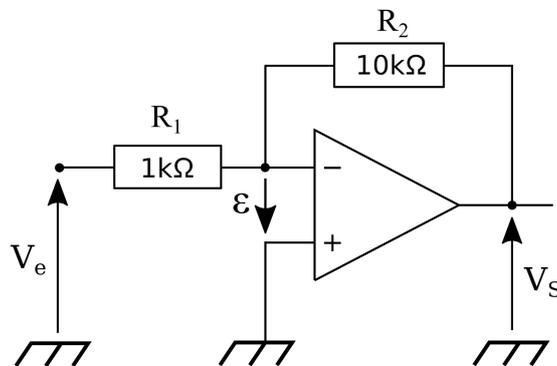


Figure 5 : Montage inverseur

2.1.5. Ce montage est-il capable d'amplifier une tension continue V_e ? Faire la vérification en exploitant la tension continue variable disponible sur la maquette. Donner le gain en tension correspondant.

2.2. Montage sommateur inverseur

Réaliser sur la maquette le montage de la Figure 6 et appliquer aux entrées du montage :

- Une tension sinusoïdale v_{e1} : fréquence 1 kHz, amplitude 0,5 V_{càc}, valeur moyenne nulle.
- Une tension carrée v_{e2} de même fréquence donnée par la sortie de synchronisation du GBF.

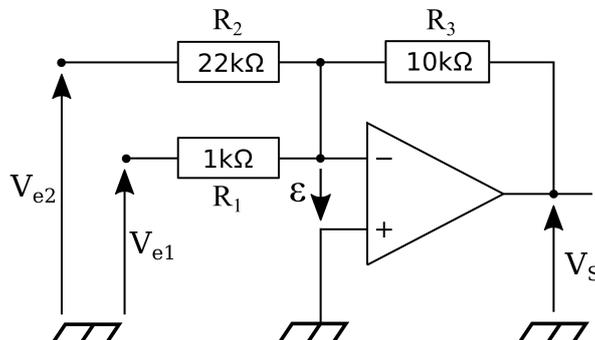


Figure 6 : Montage sommateur inverseur

2.2.1. Dessiner les oscillogrammes des tensions $v_{e1}(t)$, $v_{e2}(t)$ et $v_s(t)$ du montage en respectant la chronologie.

2.2.2. Déterminer l'expression de la tension v_s en fonction des entrées et des résistances. Montrer que le graphe de v_s est conforme au résultat théorique.

2.3. Amplificateur non-inverseur

Réaliser sur la maquette le montage de la Figure 7. Appliquer à l'entrée du montage une tension sinusoïdale de fréquence 1 kHz.

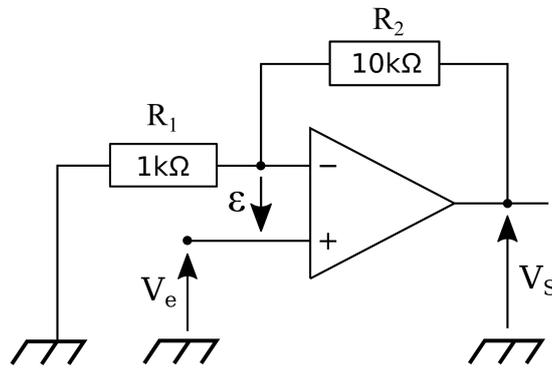


Figure 7 : Montage non inverseur

- 2.3.1. Mesurer la valeur de la tension maximale $v_{e\max}$ applicable sur l'entrée v_e .
- 2.3.2. Mesurer, dans le domaine de fonctionnement linéaire, le gain en tension $A = \frac{v_s}{v_e}$ ainsi que le déphasage de la tension de sortie par rapport à l'entrée. Donner la valeur de la tension d'entrée v_e choisie pour faire la mesure.
- 2.3.3. Mesurer la résistance d'entrée R_e du montage en utilisant la résistance variable 100 000Ω. Que pensez-vous du résultat ?
- 2.3.4. Faire la vérification théorique des résultats précédents.

2.4. Montage soustracteur

Réaliser sur la maquette le montage de la Figure 8 et appliquer aux entrées du montage :

- Une tension sinusoïdale v_{e1} de fréquence 1 kHz et d'amplitude de 2,5 V crête à crête.
- Une tension carrée v_{e2} de même fréquence donnée par la sortie de synchronisation du générateur Hameg.

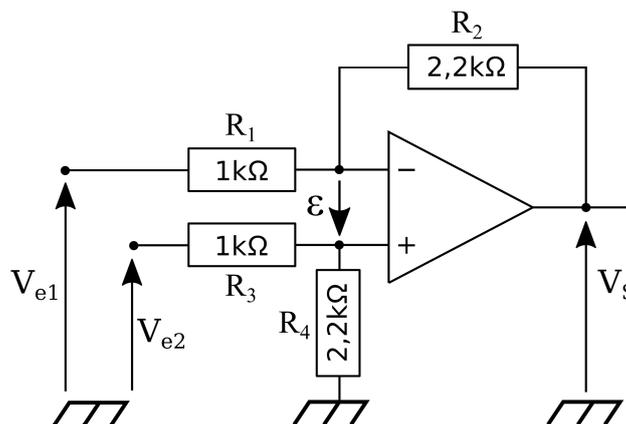


Figure 8 : Montage soustracteur

- 2.4.1. Dessiner les oscillogrammes des tensions du montage en respectant la chronologie.
- 2.4.2. Déterminer l'expression de la tension v_s en fonction des entrées et des résistances. Montrer que le graphe de v_s est conforme au résultat théorique.

Conclusion : Rédiger un petit paragraphe sur les avantages des AOP et donner une application différente de celles présentées dans ce TP.

Annexe C. Mesure de la résistance d'entrée et de sortie d'un amplificateur

Un amplificateur, utilisé aux petits signaux et aux fréquences moyennes (où les éléments réactifs n'interviennent pas et où toutes les grandeurs en régime dynamique caractéristiques du montage sont purement réelles), peut se mettre sous la forme de synthèse suivante :

- R_e sa résistance d'entrée,
- A_{v0} son gain en tension à vide,
- R_s sa résistance de sortie.

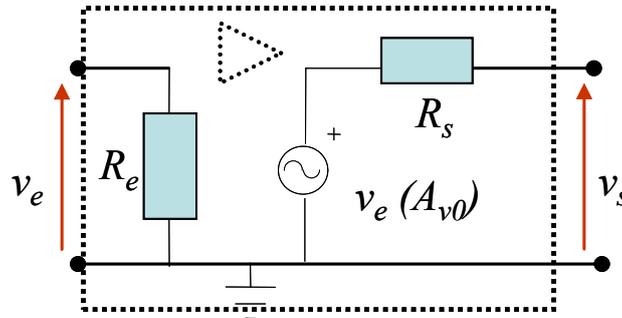


Figure 9 : Modèle petits signaux d'un amplificateur

La mesure de R_e et R_s s'effectue de manière simple en exploitant les propriétés du diviseur de tension. Il faut cependant noter cette mesure doit être effectuée par l'intermédiaire d'un condensateur de liaison afin de ne pas modifier le point de repos du composant actif. Ce condensateur doit aussi avoir une valeur suffisante pour que son impédance soit faible à la fréquence de travail.

1. Mesure de la résistance d'entrée R_e

1.1. Méthode 1 :

L'amplificateur étant excité par le générateur sinusoïdal d'attaque (e_g , R_g) avec une amplitude telle que la distorsion du signal de sortie ne soit pas atteinte (régime linéaire), une résistance de précision R variable est placée en série avec le générateur d'excitation. Régler la résistance R pour obtenir $v_e = v'_e/2$, alors $R = R_e$

Lorsque la résistance interne $R_g(50\Omega)$ du générateur n'est pas négligeable devant $R + R_e$, il faut reprendre la mesure de la tension v'_e et régler à nouveau R pour satisfaire à la relation du diviseur de tension de rapport 1/2.

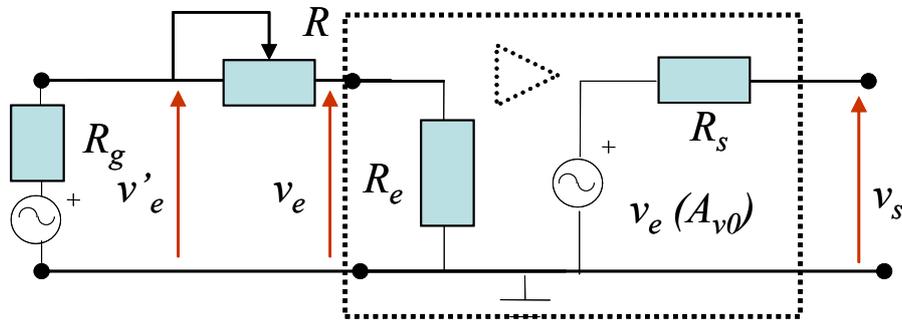


Figure 10 : Méthode de mesure de la résistance d'entrée

Remarque : la mise en court-circuit de la résistance R , correctement réglée, provoque le passage de l'amplitude de la tension de sortie v_s à une valeur double.

1.2. Méthode 2 :

Si on connaît l'ordre de grandeur de la résistance R_e théorique, on place en série avec le générateur, une résistance R de valeur connue et proche de R_e théorique et on effectue la mesure des tensions v_e et v'_e , alors : $R_e = (R v_e) / (v'_e - v_e)$.

2. Mesure de la résistance de sortie R_s

Nous disposons encore d'une résistance variable de précision placée en sortie :

- K ouvert, on mesure la tension de sortie à vide v_s ,
- On ferme K et on règle R pour obtenir une tension de sortie en charge v'_s telle que : $v'_s = v_s/2$ alors $R_s = R$.

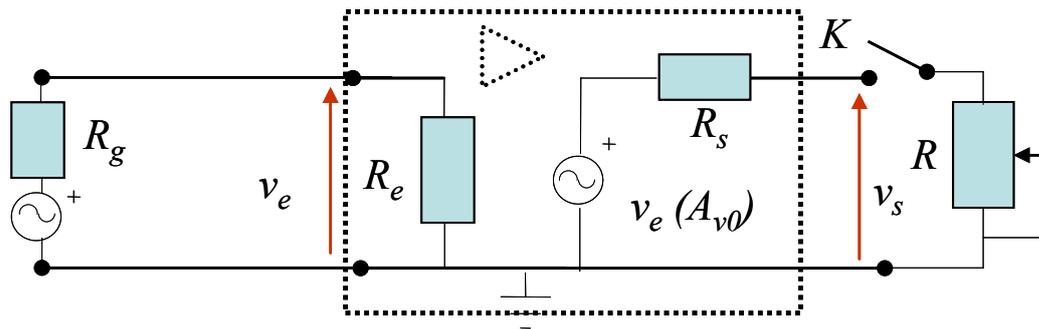


Figure 11 : Méthode de mesure de la résistance de sortie

Remarque : il faut toujours vérifier que la présence de R n'entraîne pas l'apparition de distorsion sur le signal de sortie. Dans ce cas, il convient de diminuer la tension d'entrée pour retrouver le régime « linéaire ».