

TP 3 - L'amplificateur opérationnel

Montages à réaction négative, applications linéaires

Connaissance des propriétés des principaux montages de l'amplificateur opérationnel en contre réaction.

Préambule

Par souci de ne pas surcharger les schémas où interviennent des amplificateurs opérationnels, les sources de tension nécessitées par leur fonctionnement ne sont pas représentées. Généralement constituées de deux alimentations symétriques $+15\text{ V}$ et -15 V par rapport à 0 V , elles sont reliées aux bornes respectives 7 et 4 du circuit intégré pour l'AO 741.

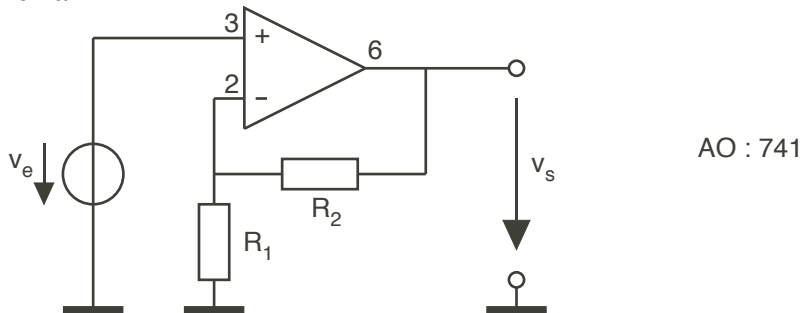
Tout signal appliqué directement sur les entrées d'un circuit intégré doit impérativement rester inférieur aux tensions d'alimentation.

Le **choix des résistances** qui doit toujours tenir compte des limitations et imperfections de l'amplificateur (courant de polarisation, courant de sortie maximum, etc.) sera fait, dans le cas présent de l'AO 741, à l'intérieur de la gamme $[1\text{ k}\Omega - 100\text{ k}\Omega]$.

Un seul des deux exercices qui suivent suffira à la compréhension du principe d'amplification

1. L'amplificateur non inverseur

1.1. Schéma :



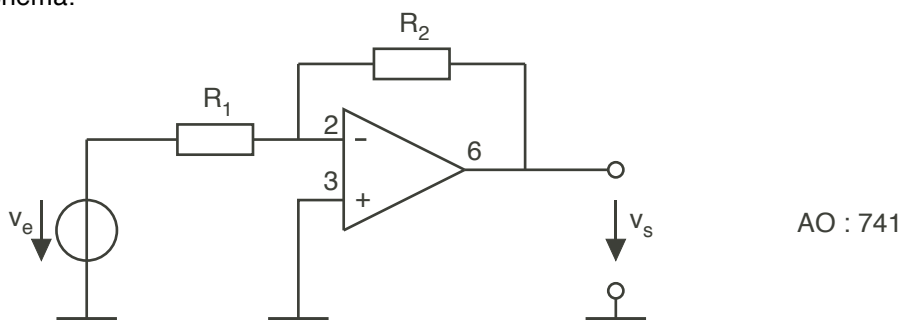
- 1.2 Déterminer R_1 et R_2 afin d'obtenir: $\frac{V_s}{V_e} = 4.3$

1.3 Réaliser le montage et appliquer un signal triangulaire d'amplitude réglable à l'entrée. Vérifier expérimentalement les performances du montage (gain, linéarité et dynamique de sortie).

1.4 Etudier expérimentalement le cas où $R_2 = 0$ et $R_1 = \infty$. De quel montage s'agit-il ?

2. L'amplificateur inverseur

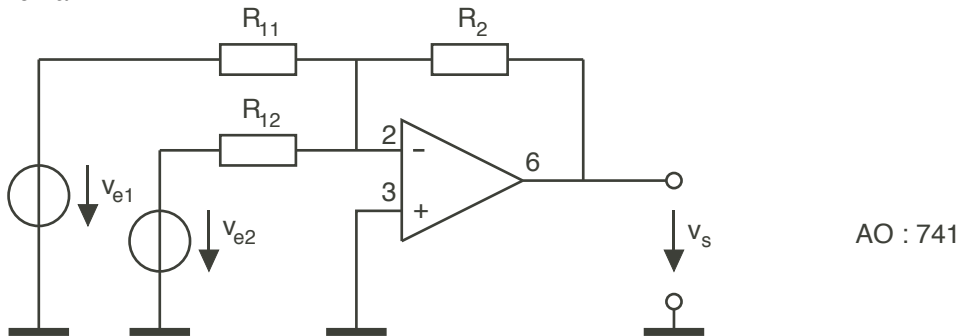
2.1 Schéma:



- 2.2 Déterminer R_1 et R_2 afin d'obtenir: $\frac{V_s}{V_e} = -6.8$
- 2.3 Réaliser le montage et, comme au point 1.3, vérifier expérimentalement les performances (gain, linéarité et dynamique de sortie).

3. Le sommateur

3.1 Schéma:



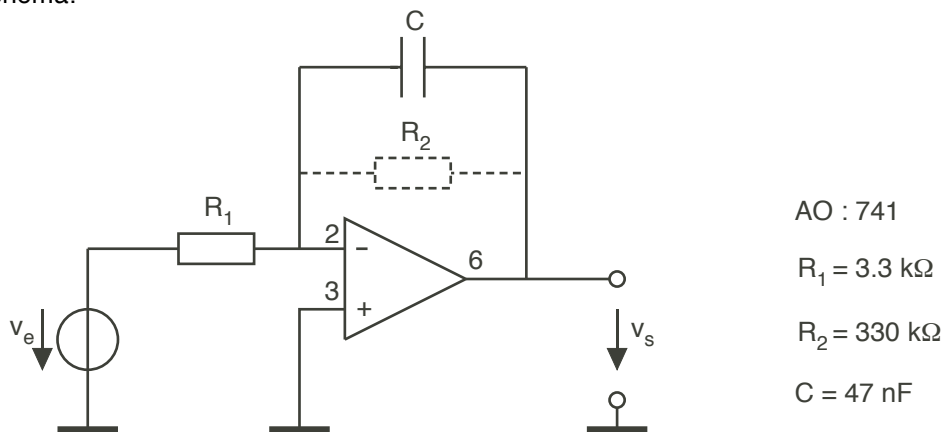
- 3.2 Déterminer R_2 , R_{11} et R_{12} afin d'obtenir:

$$V_s = -2.2 V_{e1} - 0.33 V_{e2}$$

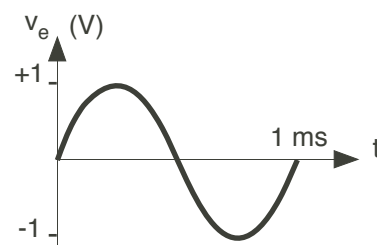
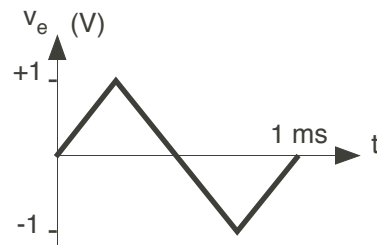
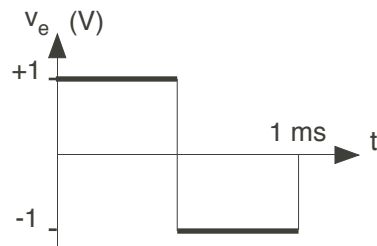
3.3 Réaliser le montage et vérifier expérimentalement les performances prévues (expression de V_s).

4. L'intégrateur

4.1 Schéma:



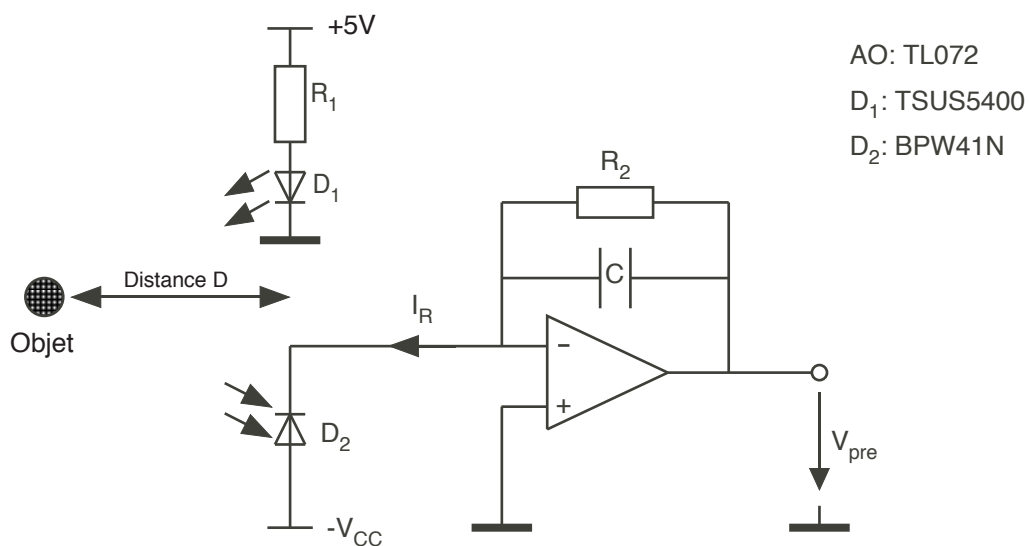
- 4.2 Considérant l'intégrateur parfait (sans R_2), quel est le gain du montage pour la composante continue de V_e ? Que devient ce gain pour la composante continue lorsqu'on ajoute R_2 ?
- 4.3 Pour quel domaine de fréquences le circuit ci-dessus peut-il être utilisé comme intégrateur ? Tracer le diagramme de Bode de la fonction de transfert pour justifier la réponse.
- 4.4 Expliquer le rôle de R_2 . Le circuit peut-il fonctionner sans cette résistance ?
- 4.5 Prévoir la réponse (amplitude, forme et composante continue du signal de sortie) de cet intégrateur aux trois signaux suivants:



- 4.6 Réaliser le montage (avec R_2) et observer la réponse du circuit aux trois signaux ci-dessus. Important : ajuster le mieux possible la composante continue de v_e à zéro!
- 4.7 Dans le cas du signal sinus, faire varier la fréquence et expliquer le comportement du circuit. Comparer les résultats aux prévisions faites au point 4.3.
- 4.8 Observer et commenter le comportement du circuit sans R_2 .

5. Application : capteur de distance infrarouge

Basé sur la mesure de la quantité de lumière renvoyée par un objet éclairé, un capteur de distance peut être schématisé par le circuit suivant :



où D_1 est une diode infrarouge et D_2 une photodiode polarisée en inverse dont le courant est proportionnel à l'intensité lumineuse reçue.

5.1 Emission infrarouge

- 5.1.1 Déterminer la valeur de R_1 garantissant un courant de 50 mA dans la LED alimentée sous une tension de 5 V.
- 5.1.2 Calculer la puissance dissipée dans R_1 . En déduire le type de résistance à utiliser sachant que les résistances standard dissipent 1/3 W, voire 1/4 W.
- 5.1.3 Réaliser le circuit propre à D_1 .

5.2 Conversion courant tension

Alimentée sous -15 V, la photodiode D_2 est traversée par un courant inverse I_R maximal de l'ordre de 20 μ A lorsque l'objet visé est proche et moyennement réfléchissant comme du papier blanc.

- 5.2.1 Déterminer la valeur de R_2 garantissant une tension de sortie de l'amplificateur maximale de 15 V.
- 5.2.2 Réaliser le circuit (sans C) et amener D_1 au plus près de D_2 , ces deux composants pointant la même direction.
Déplacer un objet devant le capteur et vérifier que :
 - a. V_{pre} vaut 0V en l'absence de lumière réfléchie, lorsque l'objet est hors du champ du capteur ($D > 10$ cm); l'offset observé dû à la lumière ambiante ne devrait pas dépasser 1 V ;
 - b. V_{pre} augmente jusqu'à sa valeur maximale lorsque l'objet se rapproche du capteur jusqu'à $D \approx 0.5$ cm.

La quantité de lumière réfléchie dépendant de l'état de surface de l'objet, vérifier le bon fonctionnement de ce capteur de distance et la validité de sa calibration avec différents objets.
- 5.2.3 Observer V_{pre} sous un couplage AC, la sensibilité de l'oscilloscope adaptée à une mesure de faibles niveaux de tension. Quelle est la fréquence du bruit affiché? Quelle est son origine ?

5.3 Filtrage du bruit

- 5.3.1 Etablir l'expression analytique de la fonction de transfert du circuit complet : $H(j\omega) = \underline{V}_{pre} / I_R$
- 5.3.2 Déterminer la valeur de C fixant la fréquence de coupure à $f_c = 10$ Hz.
- 5.3.3 Introduire C et observer l'effet du filtre passe-bas ainsi réalisé sur la composante alternative de V_{pre} . Par quel facteur le bruit est-il réduit ? L'est-il de manière compatible avec la courbe de réponse du filtre ?
On pourra étudier ici l'effet d'autres sources de bruit telle une lampe à incandescence.