



DV2 : Etudes de montages basiques à base d'amplificateur opérationnel



Objectifs

Ce second devoir de vacances vous propose de revenir sur quelques montages simples à amplificateur opérationnel. On considère que les amplificateurs opérationnels sont parfaits et fonctionnent en régime linéaire.



Exercice n°1 : Mesure de courant

Le montage proposé ci-contre représente le dispositif de mesure du courant pour la charge d'une batterie. On utilise 2 résistances R7 et R8 dont les valeurs sont de $0,1\Omega$ pour effectuer une mesure indirecte du courant.

Q1 : Exprimer la tension $V+$ de l'ampli-op en fonction de I_{bat} , R7 et R8 et calculer sa valeur pour un courant $I_{bat}=75\text{mA}$.

Q2 : Quel est le nom du montage à ampli-op ? Exprimer la tension de sortie en fonction de l'entrée $V+$.

Q3 : Justifier alors l'indication $V=0,191\text{V}$ @ 75mA donnée sur le schéma.

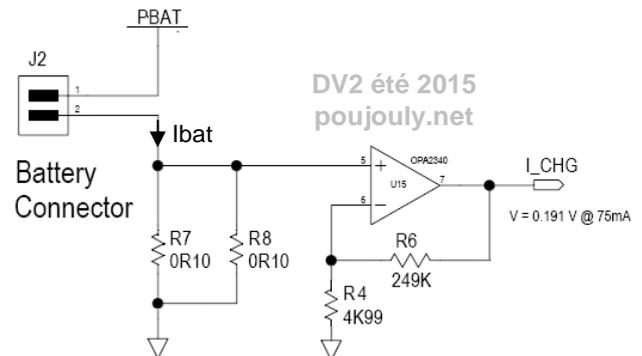


Figure 1 : Moniteur de charge pour batterie



Exercice n°2 : Un amplificateur pour hydrophone

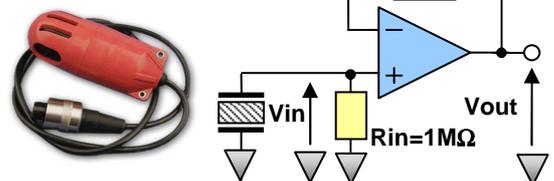
On désire mettre en œuvre un amplificateur pour un hydrophone dont le schéma est représenté sur la figure ci-contre. On suppose que l'amplificateur opérationnel est parfait et fonctionne en régime linéaire.

Q1 : Exprimer V_{out} en fonction de V_{in} , R_a & R_b .

Q2 : On désire obtenir un gain de 36dB et on fixe $R_a=1\text{k}\Omega$. En déduire la valeur de R_b .

Q3 : On suppose que $V_{in}=E1.\sin(2\pi f1.t)$ avec $E1=10\text{mV}$ et $f1=1250\text{Hz}$. Représenter le signal V_{out} au cours du temps.

Hydrophone



Exercice n°3 : Une référence de tension ajustable

Le schéma proposé ci-contre est extrait d'un manuel de maintenance d'un électrocardiogramme. Cette partie du schéma permet d'obtenir une tension de référence variable en sortie de l'amplificateur opérationnel. Le circuit REF-01 est une référence de tension de précision délivrant sur sa sortie VOUT une tension de 10V.

Q1 : Quel est le nom du montage à amplificateur opérationnel ? Quel est l'intérêt de ce montage ?

Q2 : On place le curseur du potentiomètre en position haute. Redessiner le schéma équivalent et en déduire la tension obtenue en sortie de l'ampli-op.

Q3 : Même question mais en considérant cette fois-ci le curseur du potentiomètre en position basse.

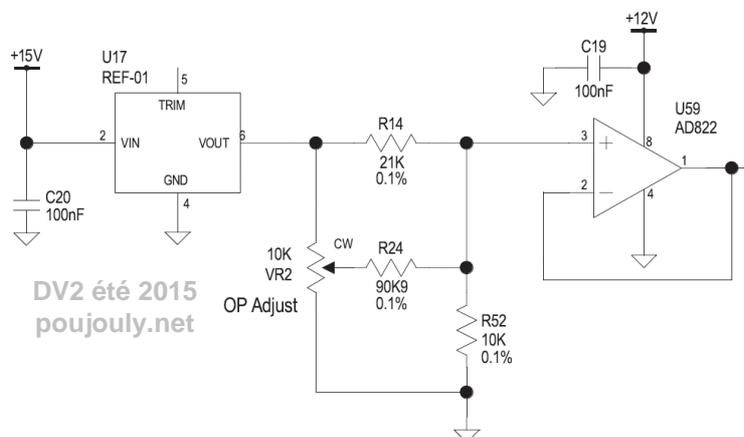


Figure 1 : Source de tension ajustable

Q4 : Vérifier vos calculs en effectuant une simulation LTSpice.

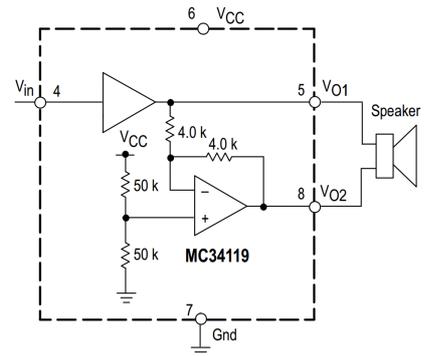
Exercice n°4 : Etage de sortie d'un amplificateur audio

La structure simplifiée de l'amplificateur audio MC34119 utilisé en sortie du montage est donnée sur le schéma ci-contre. Ce circuit, alimenté sous une tension simple, est capable de délivrer un signal aux bornes du haut parleur sans composante continue et sans l'utilisation de condensateur de liaison. On suppose que la sortie V_{O1} est de la forme :

$$V_{O1} = \frac{V_{CC}}{2} + V_a \cdot \sin(2\pi \cdot f_a \cdot t) \text{ avec } V_{CC}=5V, V_a=1V \text{ et } f_a=1kHz.$$

Q1 : Exprimer le signal V_{O2} en fonction de V_{O1} et de V_{CC} si l'on suppose que l'ampli-op est parfait et fonctionne en régime linéaire.

Q2 : Représenter alors la tension aux bornes du haut parleur.



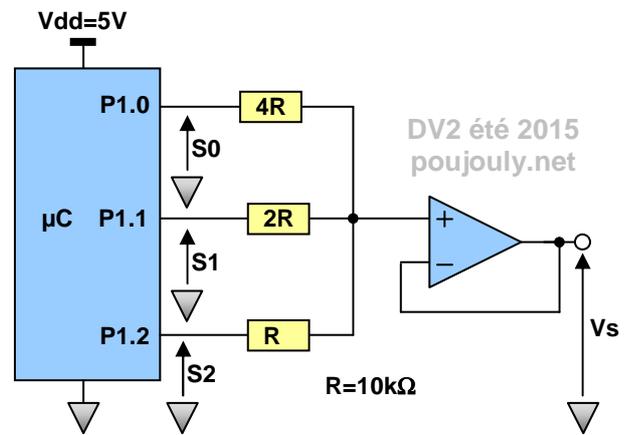
Exercice n°5 : Un convertisseur numérique analogique

Le montage proposé ci-contre représente un convertisseur numérique analogique à résistances pondérées sur 3 bits. En fonction des états (niveau haut ou bas), les sorties P1.0 à P1.2 du microcontrôleur (μC) peuvent prendre les niveaux $V_{dd}=5V$ ou $0V$.

Q1 : Pour quelle raison retrouve-t-on un montage suiveur en sortie de ce montage ?

Q2 : En utilisant le théorème de Millmann, exprimer la tension de sortie V_s en fonction de S_0, S_1 & S_2 .

Q3 : Représenter la caractéristique de transfert de ce convertisseur pour les 8 combinaisons des sorties P1.0 à P1.2.

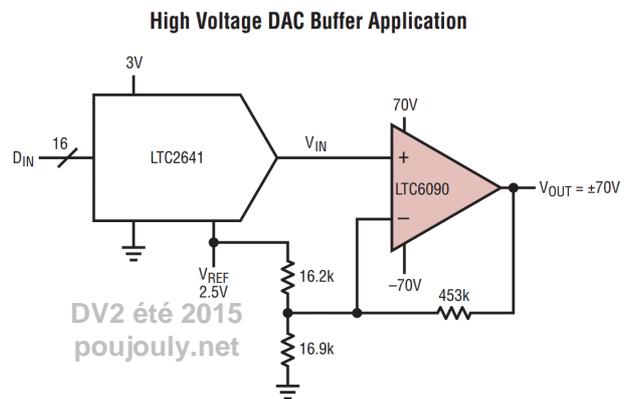


Exercice n°6 : Une sortie pour convertisseur

Le montage proposé ci-contre permet d'obtenir une tension importante en sortie d'un convertisseur numérique analogique. En fonction de la donnée numérique D_{IN} , la tension de sortie V_{IN} du convertisseur LTC2641 varie entre 0 et V_{REF} .

Q1 : Exprimer V_{OUT} en fonction de V_{IN} , V_{REF} et des valeurs de résistances présentes dans le circuit.

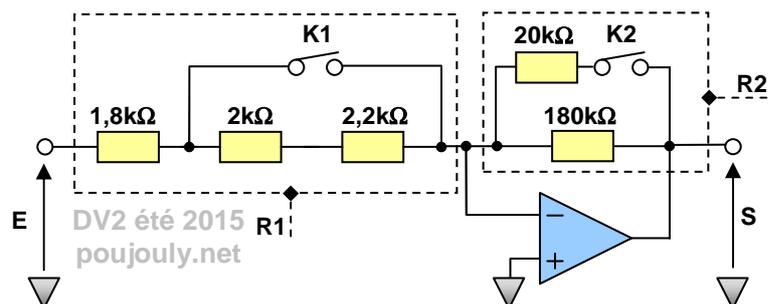
Q2 : Justifier l'indication $V_{OUT} = \pm 70V$ affichée sur le schéma d'application.



Exercice n°7 : Un amplificateur à gain variable

On propose le montage amplificateur suivant dans lequel les 2 interrupteurs K_1 & K_2 permettent de choisir parmi 4 valeurs d'amplifications. On suppose bien évidemment que l'amplificateur opérationnel est parfait et fonctionne en régime linéaire.

Q1 : Exprimer S en fonction de R_1 , R_2 et E . Quel est le nom de ce montage ? Calculer l'amplification de ce montage pour les différentes combinaisons sur K_1 & K_2 .



Exercice n°8 : Un dispositif de mesure de température

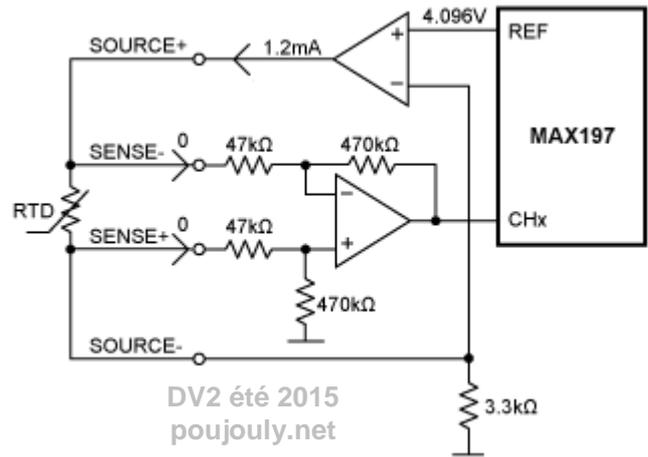
Le schéma proposé sur la figure suivante est utilisé pour la mesure de température en utilisant une sonde RTD (Resistance Temperature Detector) de type PT100. Pour une température de 0°C la résistance RTD est $R_0=100\Omega$. Afin de simplifier l'étude de ce dispositif on peut considérer que la résistance évolue linéairement en fonction de la température telle que : $R_{TD}=R_0.(1+A.T)$ avec $A=3,9E-3$ et T est la température en °C.

Q1 : Quelle est la valeur de la résistance RTD pour une température de 100°C ?

Q2 : Montrer que le courant qui circule dans la résistance RTD est constant quelque soit la température et que l'indication portée sur le schéma est correcte.

Q3 : Quelle est la fonction du montage à amplificateur opérationnel dont la sortie est connectée sur l'entrée CHx du convertisseur analogique/numérique MAX197. Exprimer la tension mesurée sur l'entrée CHx en fonction de la température.

Q4 : En sachant que la tension maximale sur l'entrée est de 5V, en déduire la température correspondante.

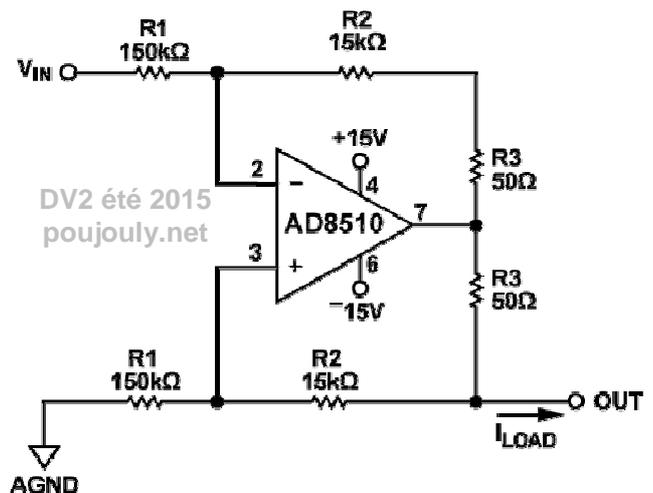


Exercice n°9 : Pour aller plus loin - Un générateur de courant contrôlé

On propose l'étude d'un schéma d'application proposé par le constructeur Analog Devices.

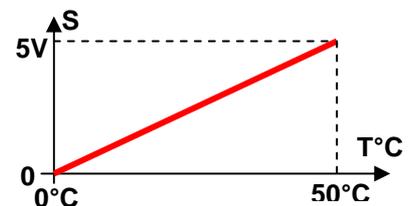
Q1 : Exprimer I_{LOAD} en fonction de V_{IN} et des éléments du montage si l'on suppose que l'amplificateur opérationnel reste en régime linéaire.

Q2 : Montrer alors que le courant I_{LOAD} en sortie de ce montage ne dépend pas de la charge connectée en sortie et justifier le nom de générateur de courant contrôlé.



Exercice n°10 : Pour aller plus loin - Conception d'un montage

On désire concevoir une interface entre un capteur de température LM335 et un convertisseur analogique/numérique. Le capteur se comporte avec son circuit de polarisation comme un générateur de tension dont la valeur est proportionnelle à la température telle que la sortie $V_{cpt}=10mV/^{\circ}K$. Afin d'utiliser la pleine échelle disponible sur l'entrée du convertisseur on souhaite disposer d'une tension qui varie entre 0 et 5V lorsque la température varie entre 0 et 50°C comme le montre la caractéristique ci-contre.



Q1 : Proposer un schéma de montage à base d'amplificateur opérationnel et effectuer son dimensionnement. Pour simplifier votre conception on suppose que l'on dispose d'une tension symétrique pour l'alimentation du ou des amplificateurs opérationnels.

Q2 : Vérifier le fonctionnement de votre montage en effectuant une simulation LTSpice.