

DV1 - Hiver 2018 : Les fondamentaux de l'électronique

A l'occasion des vacances d'hiver je vous propose un premier devoir portant sur les fondamentaux de l'électronique qu'il convient de maîtriser pour aborder plus sereinement la suite du semestre 2.

A travers 12 exercices, ce devoir permet donc de reprendre les lois fondamentales vues aux cours du S1 : Loi des mailles, loi des nœuds, loi d'ohm, théorème de Millmann. Les exercices proposés sont aussi l'occasion de s'exercer autour des structures électroniques fondamentales : pont diviseur, ampli-op inverseur et non inverseur.

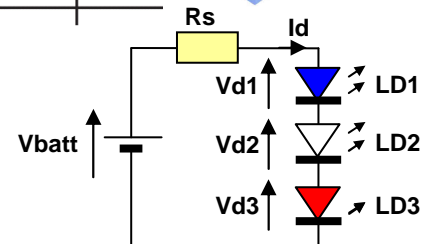


Exercice n°1 : Des Leds pour brique LEGO

Un constructeur propose un format de diodes électroluminescentes compatible avec les célèbres briques LEGO. En fonction des couleurs la tension de seuil de chaque LED est spécifiée dans le tableau ci-contre.

	Red	Green	Blue	Yellow	White
Voltage Drop	2.0V	3.0V	3.2V	2.0V	3.0V

On souhaite réaliser le drapeau tricolore (Bleu Blanc Rouge) et l'on propose d'associer les LED en série comme le montre le montage ci-contre.



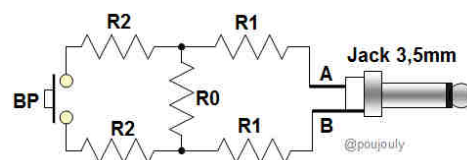
Q1 : Exprimer une relation entre V_{batt} , R_s , I_d , V_{d1} , V_{d2} et V_{d3} .

Q2 : En sachant que l'on fixe un courant $I_d=20\text{mA}$ et que $V_{batt}=9\text{V}$ en déduire la valeur de la résistance R_s .

Exercice n°2 : Une clef codée à base de résistances

Pour l'ouverture d'une serrure électronique on propose une clef dont on donne le schéma suivant et dont un montage pratique est photographié ci-contre.

On souhaite reproduire cette clef mais on ignore les valeurs des résistances R_0 et R_2 . On donne $R_1=1,5\text{k}\Omega$.



Q1 : Lorsque le bouton poussoir est ouvert, exprimer la résistance équivalente vue des bornes A & B que l'on note $R_{AB_{BPOFF}}$. En déduire la valeur de R_0 en sachant que $R_{AB_{BPOFF}}=50\text{k}\Omega$.

Q2 : Lorsque le bouton poussoir est fermé, exprimer la résistance équivalente vue des bornes A & B que l'on note $R_{AB_{BPON}}$.

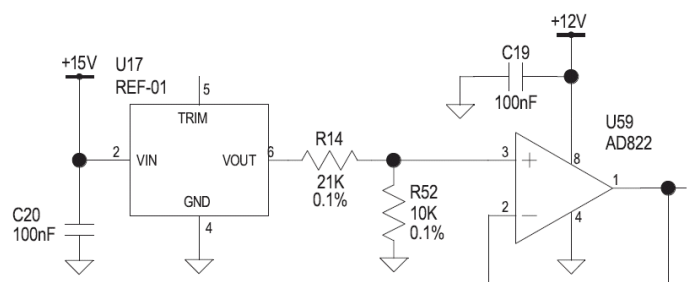
Q3 : Une mesure de cette nouvelle résistance nous donne une valeur telle que $R_{AB_{BPON}}=22\text{k}\Omega$. En déduire la valeur de R_2 .

Exercice n°3 : Un pont diviseur pour une référence de tension

On considère le montage ci-contre dans lequel on suppose que l'ampli-op est parfait et fonctionne en régime linéaire. Par ailleurs pour le circuit REF-01 le constructeur précise :

"The REF-01 precision voltage reference provide a stable 10.0V output with minimal change in response to variations in supply voltage, ambient temperature or load conditions"

On appelle V_s la tension sur la sortie (1) de l'amplificateur opérationnel.



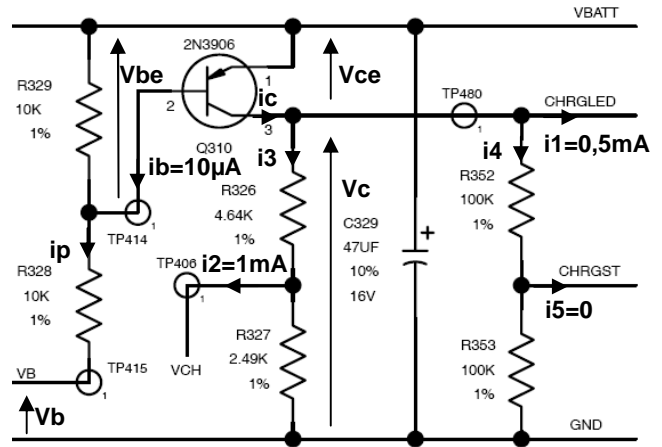
Q1 : Compte-tenu des hypothèses formulées, quelle est la valeur du courant sur l'entrée + de l'ampli-op ?

Q2 : Exprimer la tension $V+$ sur l'entrée de l'ampli-op en fonction de la tension V_{OUT} de la référence de tension REF-01 et des éléments du montage. Effectuer l'application numérique correspondante.

Q3 : Quel est le nom et l'intérêt du montage à amplificateur opérationnel ? En déduire la valeur de V_s .

Exercice n°4 : Loi des mailles et loi des nœuds sur un schéma

Le schéma proposé ci-contre est issu d'un dispositif de contrôle de charge d'une batterie et dont on ne vous demande pas d'analyser le fonctionnement. On appelle $V_{BATT}=12V$ la tension de batterie entre le point V_{BATT} et la masse du montage (GND).



Q1 : Exprimer une relation entre V_{BATT} , V_{ce} & V_c .

Q2 : Exprimer une relation entre i_c , i_3 , i_4 et i_1 .

Q3 : On donne $V_{be}=0,7V$. En déduire la valeur du courant i_p et la tension V_b .

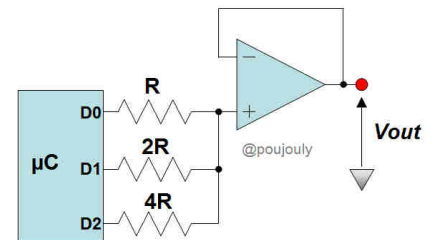
Q4 : Quelle relation simple peut-on établir entre V_c et i_4 ? En sachant que $V_{ce}=0,2V$ en déduire la valeur du courant i_4 .

Q5 : Etablir une relation entre V_c , i_3 , i_2 et les résistances concernées. Calculer la valeur de i_3 .

Q6 : En déduire la valeur du courant i_c .

Exercice n°5 : Un simple convertisseur DAC

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 D0 à D2 du microcontrôleur (μC) peuvent prendre les niveaux $V_{dd}=3V$ ou $0V$.



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

Q2 : En utilisant le théorème de Millmann, exprimer la tension de sortie V_{out} en fonction de D0, D1 & D2.

Q3 : Tracer la caractéristique de transfert de ce convertisseur en représentant la valeur de V_{out} pour les 8 combinaisons en sortie du μC .

Exercice n°6 : Un voltmètre pour tableau de mesure

On souhaite mettre en œuvre un voltmètre permettant d'afficher des tensions continues pour 2 gammes comprises entre 0 & 200V. On utilise un module d'affichage SP-400 dont on donne ci-dessous un extrait de documentation constructeur.

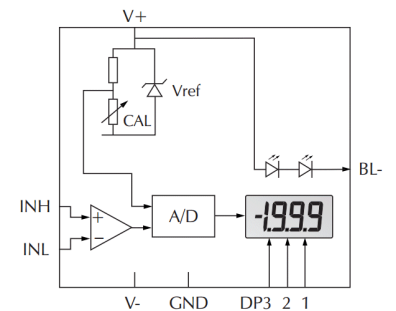
Le schéma de montage proposé est représenté ci-dessous dans lequel on utilise un sélecteur de gamme (position de l'interrupteur entre A ou B) et des résistances de précisions (0,1%) du module Caddock Electronics 1776-81 dont on donne les caractéristiques principales. On considère que le courant qui rentre dans le module d'affichage est nul (valeur annoncée par le constructeur = 1pA !).



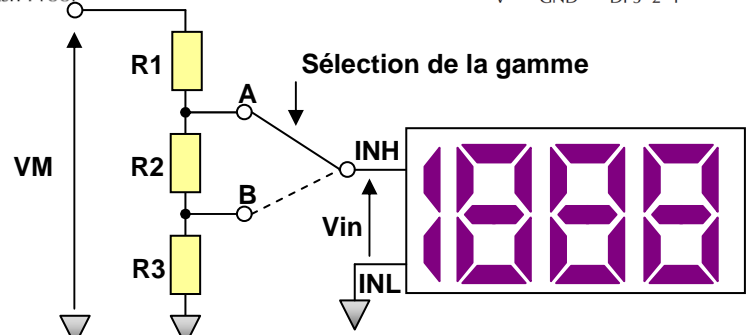
FEATURES

- 9.75mm (0.38") Digit Height
- 200mV d.c. Full Scale Reading
- 3.0 to 7.5V or 6.0 to 15.0V Operation
- Auto-zero and Auto-polarity
- Programmable Decimal Points
- Blue LED Backlighting
- Low Battery Warning
- Splash Proof

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



Model No.	Resistance Values			Absolute Tolerance %
	R1	R2	R3	
1776-8	9.9 Meg	90 K	10 K	0.1



Q1 : Exprimer la tension V_{in} en fonction de V_M pour les 2 positions du sélecteur de gamme. Montrer que l'on obtient bien 2 gammes de mesures que vous préciserez compte tenu de l'échelle de mesure du module d'affichage seul.

Q2 : Justifier la description du modèle 1776-8 : "Precision Decade Resistor Voltage Dividers"

Q3 : Quelle que soit la position du sélecteur de gamme, quelle est la résistance équivalente vue de l'entrée V_M ? Dans le cadre d'une mesure par un voltmètre numérique quel est l'intérêt d'avoir une résistance d'entrée aussi élevée ?

Exercice n°7 : Réglage d'offset

Le constructeur Analog Devices propose le montage suivant pour le réglage d'offset du circuit multiplieur AD633 : "The input and output offsets can be eliminated by using the optional trim of Figure 1"

Q1 : Quelle tension d'alimentation V_s permet d'obtenir la variation de +/- 50mV annoncée sur ce montage ?

Q2 : On propose un autre montage dans lequel on conserve la même valeur pour le potentiomètre P. Calculer la valeur des 2 résistances R afin d'obtenir les mêmes réglages que pour le montage précédent.

Q3 : En sachant que le potentiomètre est un élément mécanique avec des problèmes d'usures, quel est l'intérêt de la première solution proposée ?

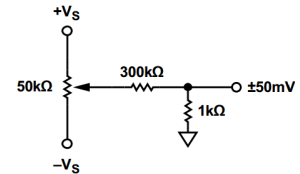
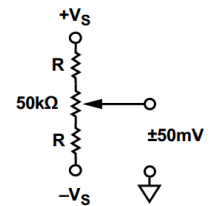
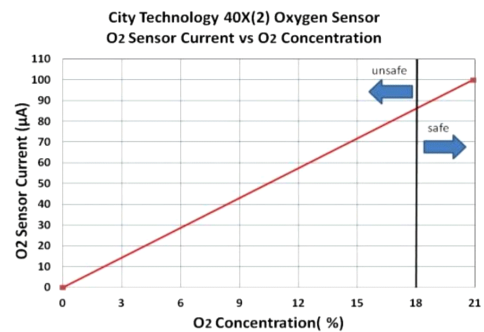
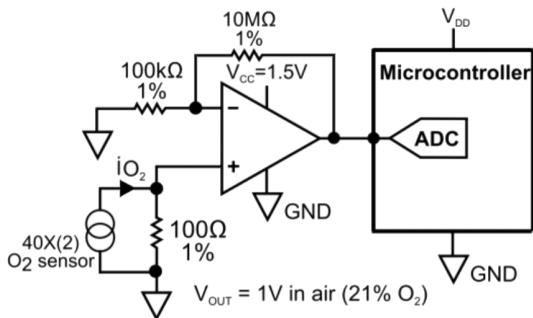


Figure 1. Optional Offset Trim Configuration



Exercice n°8 : Interface pour capteur d'oxygène

On s'intéresse dans le cadre de ce problème à l'électronique de conditionnement d'un capteur d'oxygène (O_2) utilisé dans une machine de respiration artificielle. Le schéma proposé est issue d'une note d'application et l'on vous propose une caractéristique extraite de la documentation du capteur 40X(2). Pour l'étude de ce montage, on considère que l'amplificateur opérationnel est parfait et fonctionne en régime linéaire.



Q1 : D'un point de vue électrique et compte tenu du symbole retenu, comment se comporte le capteur d'oxygène ? Quelle est la valeur de la grandeur délivrée par le capteur dans l'air ambiant ?

Q2 : Exprimer la tension V_+ de l'ampli-op en fonction de i_{O_2}

Q3 : Exprimer la tension V_{out} de l'ampli-op en fonction de V_+ et justifier ainsi l'indication fournie sur le schéma.

Exercice n°9 : Une interface pour convertisseur ADC

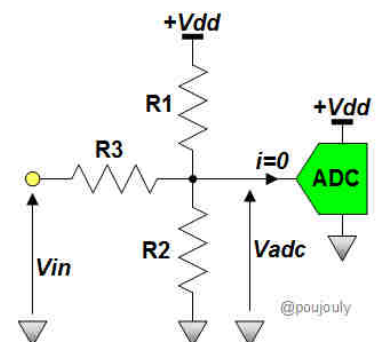
Le montage proposé ci-contre est destiné à adapter la tension d'entrée V_{in} évoluant entre +/-10V sur l'entrée d'un convertisseur analogique numérique dont la valeur doit rester comprise entre 0 et $V_{dd}=3V$.

Q1 : En utilisant le théorème de Millman exprimer la tension V_{adc} en fonction de V_{in} , V_{dd} , R_1 , R_2 et R_3 .

Q2 : On souhaite obtenir $V_{adc}=0$ lorsque $V_{in}=-10V$. En déduire une relation entre les résistances R_1 & R_3 .

Q3 : On souhaite obtenir $V_{adc}=+V_{dd}=+3V$ lorsque $V_{in}=+10V$. En déduire une relation entre les résistances R_2 & R_3 .

Q4 : On fixe $R_3=11k\Omega$, calculer les valeurs de R_1 & R_3 .



Exercice n°10 : Un amplificateur audio

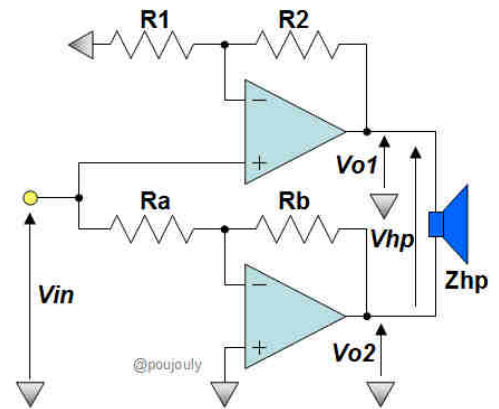
On propose le montage ci-contre utilisant 2 amplificateurs opérationnels que l'on suppose parfaits et qui fonctionnent en régime linéaire. Le montage est destiné à réaliser un amplificateur audio pour un haut parleur dont l'impédance est $Z_{hp}=8\Omega$. On donne les valeurs suivantes : $R_1=2k\Omega$, $R_2=18k\Omega$, $R_a=1k\Omega$ et $R_b=10k\Omega$.

Q1 : Quel est le nom du montage à ampli-op situé entre l'entrée V_{in} et la sortie V_{o2} . En déduire une relation entre V_{o2} & V_{in} .

Q2 : Quel est le nom du montage à ampli-op situé entre l'entrée V_{in} et la sortie V_{o1} . En déduire une relation entre V_{o1} & V_{in} .

Q3 : On connecte sur l'entrée V_{in} un signal audio de test tel que $V_{in}=E.\sin(2\pi.f_{in}.t)$ avec $f_{in}=1kHz$ et $E=100mV$. Exprimer V_{hp} en fonction de V_{o1} & V_{o2} et représenter en concordance de temps ces signaux

Q4: On rappelle que la puissance dissipée dans une charge résistive R est telle que $P = \frac{U_{eff}^2}{R}$ où U_{eff} représente la valeur efficace de la tension aux bornes de la charge. En déduire la puissance délivrée au haut-parleur.



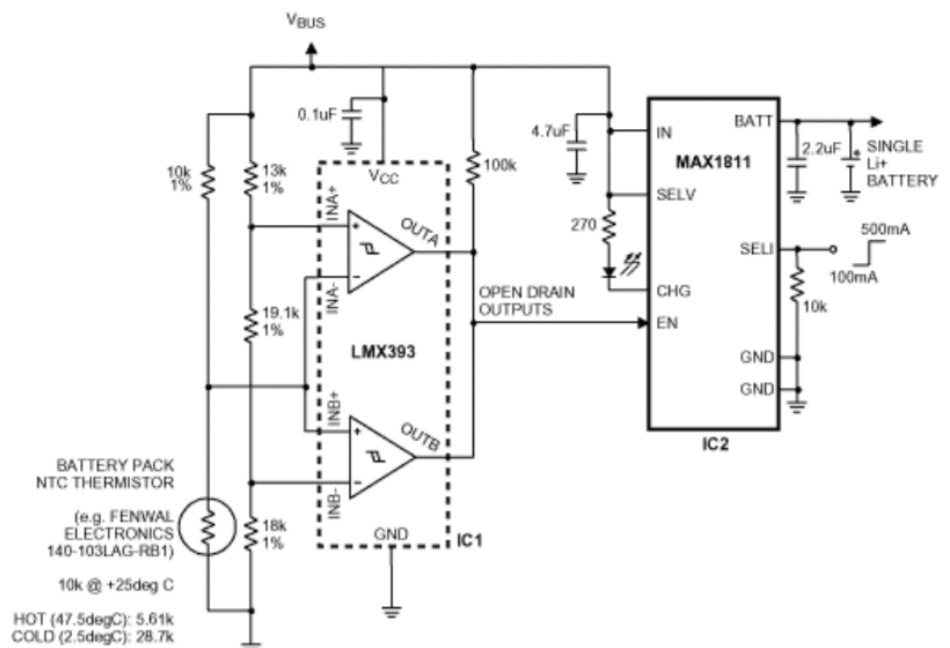
Exercice n°11 : Etude d'un chargeur pour batterie Lithium-ion

Le montage proposé ci-contre est extrait d'une note d'application constructeur Maxim Integrated n°2769 concernant la protection thermique d'un chargeur pour batterie Lithium-ion. On utilise une thermistance de type NTC. La tension $V_{BUS} = 5V$ provient d'une prise USB standard.

Q1 : Que signifie le sigle NTC ?

Q2 : Calculer le potentiel sur la borne INA+ puis sur la borne INB-.

Q3 : En sachant que la résistance de la thermistance prend la valeur $28,7k\Omega$ pour $2,5deg$ et $5,61k\Omega$ pour $47,5deg$, vérifier qu'il s'agit bien des 2 seuils de température pour le déclenchement du comparateur.



Exercice n°12 : Un amplificateur d'instrumentation

On propose le montage suivant dans lequel on met en œuvre un amplificateur opérationnel double LT1078 que l'on considère comme parfait.

Q1 : Exprimer la sortie V_1 de l'ampli-op A en fonction de $V\ominus$ (tension appliquée sur la borne 3)

Q2 : Exprimer alors la sortie V_{out} en fonction de $V\ominus$ et $V\oplus$. Justifier le résultat obtenu à partir des indications proposées sur le schéma.

Single Battery, Micropower, Gain = 100, Instrumentation Amplifier

