



DV1 : Lois fondamentales, théorème de Millman, pont diviseur, comparateur de tension & ampli-op.



Objectifs

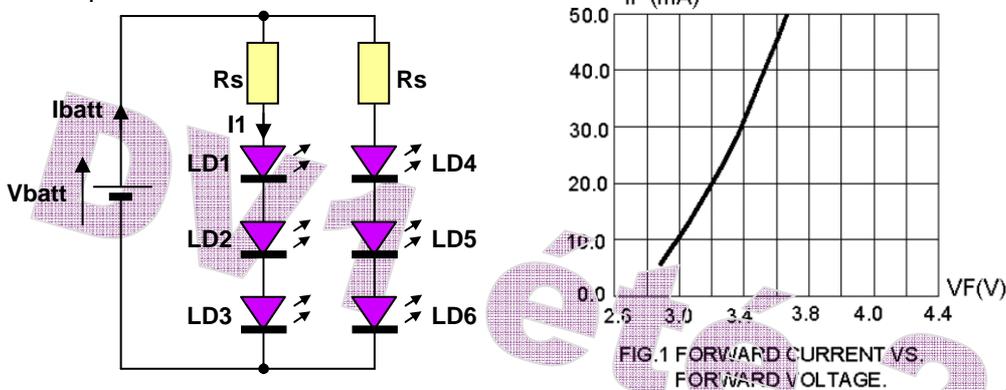
Ce premier devoir de vacances vous propose de revenir sur les lois fondamentales utilisées dans le calcul des circuits électroniques : loi d'ohm, loi des mailles, loi des nœuds, théorème de Millman, pont diviseur de tension. Quelques applications autour de montages à comparateur de tension et d'amplificateurs opérationnels sont aussi proposées.



Exercice n°1 : Une lampe à LED pour automobile



On vous propose l'étude d'une lampe à LED que l'on branche sur la prise allume cigare d'une voiture. Cette lampe est équipée de 6 LED blanches haute luminosité dont la caractéristique est donnée ci-dessous. Le schéma proposé met en œuvre 2 branches de 3 LED que l'on considère rigoureusement identiques.



On considère que la tension délivrée par la batterie est constante et l'on donne $V_{batt}=12V$.

Q1 : Afin d'obtenir un éclairage suffisant on souhaite imposer un courant I_F de 30mA à travers les diodes LED. En utilisant la caractéristique constructeur proposée, en déduire la tension directe V_F aux bornes de la diode.

Q2 : Etablir une relation entre I_1 , R_s , V_{batt} et la tension V_F aux bornes d'une diode. En déduire la valeur de R_s .

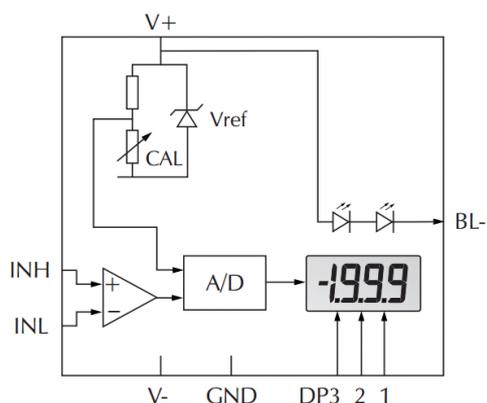


Exercice n°2 : Un voltmètre pour tableau de mesure



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.

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

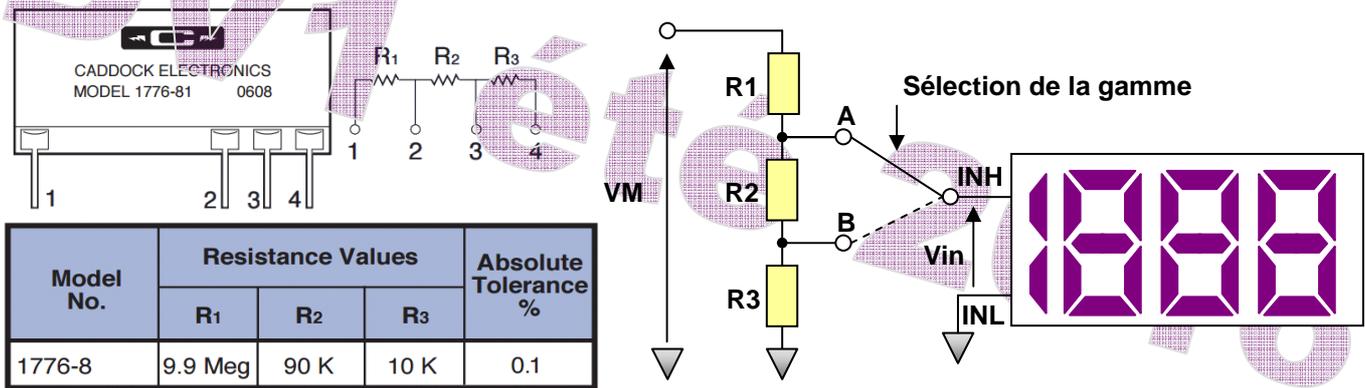


FEATURES

- 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



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 !).



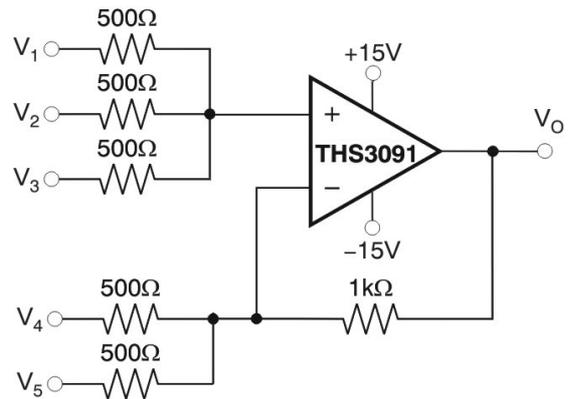
Q1 : Exprimer la tension V_{in} en fonction de V_M pour les 2 positions du sélecteur de gamme. Montrer que l'on obtient bien 2 gammes de mesures que vous préciserez compte tenu de l'échelle de mesure du module d'affichage seul.

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°3 : Opération arithmétique avec un ampli-op

On considère le montage suivant dans lequel on considère que l'amplificateur opérationnel est parfait et fonctionne en régime linéaire.



Q1 : En utilisant le théorème de Millman, établir une relation entre V_1, V_2, V_3 et V_+ .

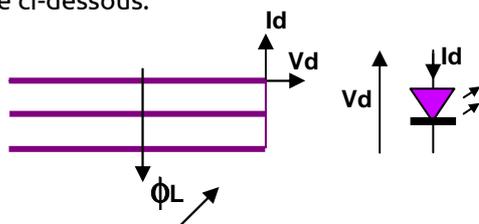
Q3 : En utilisant le théorème de Millman, établir une relation entre V_4, V_5, V_0 et V_- .

Q3 : En déduire l'expression de V_0 en fonction de V_1, V_2, V_3, V_4 et V_5 .

Q4 : Vérifier le résultat en effectuant une simulation LTSpice et en fixant $V_1=1V, V_2=1,5V, V_3=2V, V_4=0,5V, V_5=2V$.

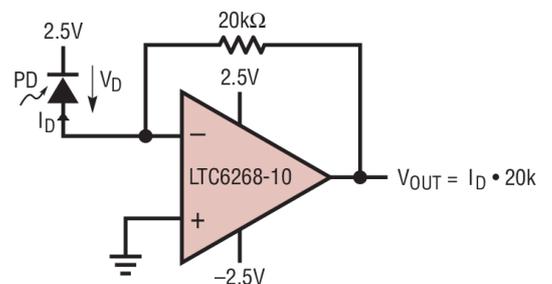
Exercice n°4 : Un amplificateur pour photodiode

On vous propose d'étudier le montage représenté ci-contre qui met en œuvre une photodiode dont la caractéristique est représenté ci-dessous.



Lorsque le flux lumineux augmente le courant inverse généré par la photodiode augmente lorsque celle-ci est polarisée en inverse. On suppose que l'amplificateur opérationnel est parfait et fonctionne en régime linéaire.

Transimpedance Amplifier



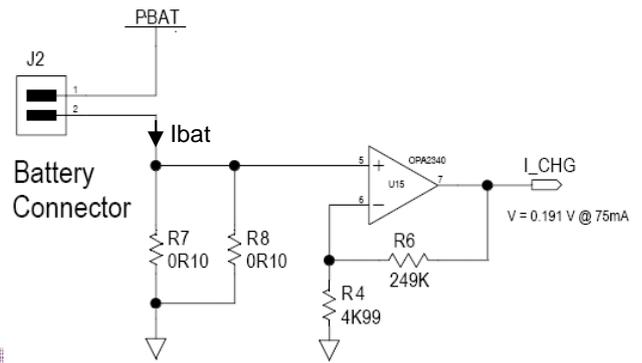
Q1 : Montrer que la photodiode est bien polarisée en inverse en calculant la valeur de V_D .

Q2 : Justifier l'expression proposée pour la sortie V_{OUT} .

Q3 : Pour quelle raison ce montage porte-t-il le nom de "Transimpedance Amplifier" ?

Exercice n°5 : Mesure de courant pour chargeur de batterie

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 0,1Ω pour effectuer une mesure indirecte du courant.



Q1 : Exprimer la tension V+ de l'ampli-op en fonction de Ibat, R7 et R8 et calculer sa valeur pour un courant Ibat=75mA.

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=0,191V @ 75mA donnée sur le schéma.

Q4 : Vérifier le résultat en proposant une simulation LTSpice et pour laquelle on utilise un générateur de courant.

Exercice n°6 : 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"

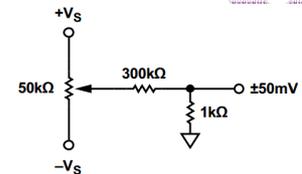
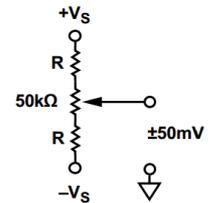


Figure 1. Optional Offset Trim Configuration

Q1 : Quelle tension d'alimentation Vs 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.

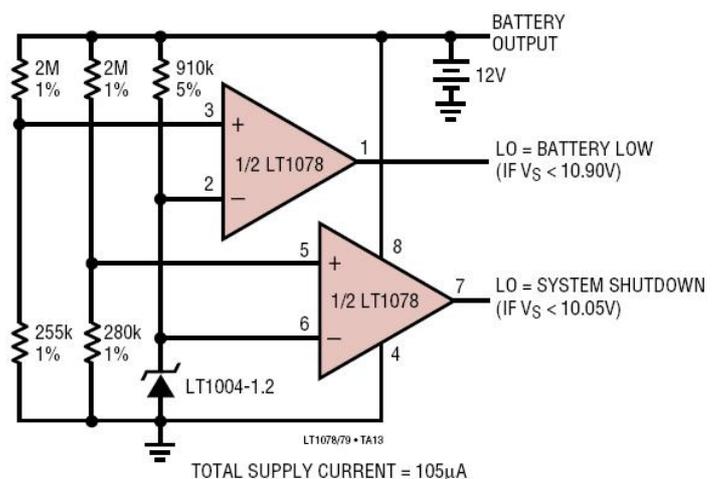


Q3 : En sachant que le potentiomètre est un élément mécanique avec des problèmes d'usures, quel est l'intérêt de la première solution proposée ?

Exercice n°7 : Testeur de batterie

Le montage proposé ci-contre permet d'indiquer l'état d'une batterie. Le circuit LT1004-1.2 est une référence de tension de 1,2V.

On désigne par Vbatt la tension de la batterie et dont la valeur peut chuter en dessous de sa tension nominale qui est de 12V



Q1 : Exprimer la tension V+(3) et V+(5) du circuit LT1078 en fonction de Vbatt.

Q2 : Pour quelle valeur de V+ les 2 comparateurs changent d'état ? Justifier alors les indications fournies sur le schéma d'application.

Q3 : En sachant que la consommation totale est de 105µA et si l'on se place pour une tension nominale de batterie en déduire la consommation du circuit LT1078 seul.

Q4 : On souhaite adapter ce montage pour une batterie de 6V et l'on fixe les 2 seuils de basculement à 5V et 5,5V. On conserve les 2 résistances de 2MΩ. En déduire les nouvelles valeurs des 2 résistances connectées entre les bornes + et la masse.

Exercice n°8 : Un bargraph à 4 leds

Le schéma d'application du circuit MAX934 représenté ci-contre est un circuit de commande pour un Bargraph 4 Leds en fonction du niveau sur l'entrée VIN.

Q1 : Exprimer la tension INA- en fonction de la tension REF délivrée par la référence de tension interne du circuit MAX934. A partir des indications fournies sur le schéma en déduire la valeur de la tension REF.

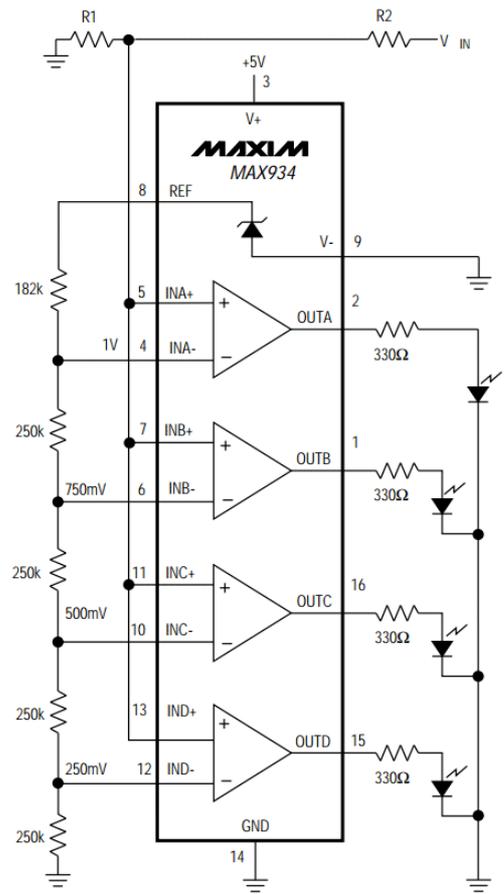
Q2 : En fonction de l'état des comparateurs, les tensions OUTA à OUTD prennent les valeurs 0V ou 5V. Calculer le courant qui circule dans la LED si on utilise une LED rouge dont la tension de seuil est $V_d = 1,7V$. Cette valeur est-elle suffisante ?

Q3 : Exprimer la tension INA+ en fonction de la tension V_{IN} et des 2 résistances R1 & R2.

Q4 : On désire que toutes les LEDs soient allumées lorsque la tension $V_{IN} \geq 12V$. On fixe $R_2 = 220k\Omega$ en déduire la valeur de R1.

Q5 : Compléter (en le recopiant sur votre copie) le tableau suivant permettant d'indiquer le fonctionnement du montage Bargraph.

	0V	?	12V	V_{IN}
LEDA			ON	
LEDB			ON	
LEDC			ON	
LEDD			ON	



Exercice n°9 : Interface pour Pt100

On vous propose l'étude de la note d'application TI suivante permettant d'obtenir une interface pour un capteur de température Pt100. La description du schéma donnée par le constructeur est reprise ci-dessous :

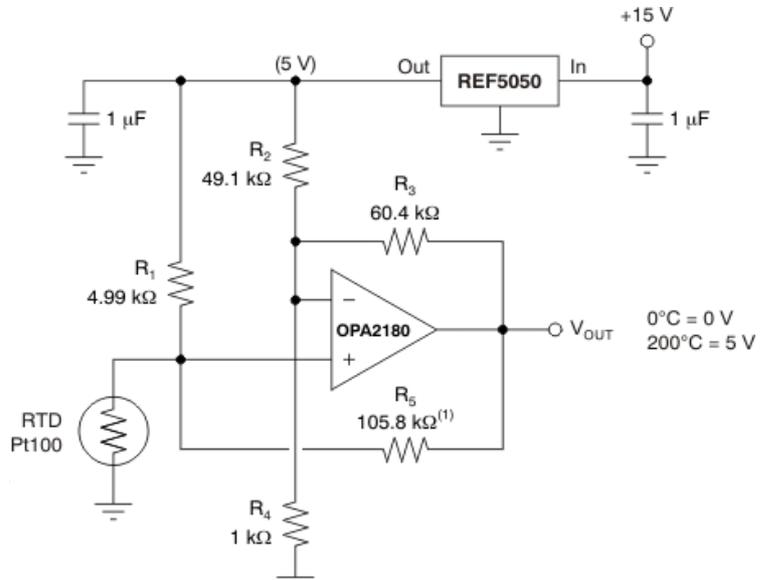
"The OPA180 is excellent for use in analog linearization of resistance temperature detectors (RTDs). The below circuit combines the precision of the OPA180 amplifier and the precision reference REF5050 to linearize a Pt100 RTD."

Par ailleurs on donne le modèle de la résistance pour la thermistance Pt100 telle que :

$$RTD = R_0 \cdot (1 + A \cdot \Delta T + B \cdot \Delta T^2) \text{ avec } \Delta T = T - T_0$$

On précise que la résistance nominale $R_0 = 100\Omega$ pour la température $T_0 = 0^\circ C$.

Par ailleurs on donne les valeurs des coefficients $A = 3,9083 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ et $B = -5,775 \cdot 10^{-7} K^{-2}$



Q1 : En appliquant le théorème de Millmann sur V- & V+, proposer une expression de V_{out} en fonction des éléments du montage. Montrer que V_{out} peut s'écrire sous la forme $V_{out} = \frac{a + b \cdot RTD}{c + d \cdot RTD}$

Q2 : Compléter le script Scilab fourni afin de tracer l'évolution de V_{out} en fonction de la température pour T compris entre 0 et $200^\circ C$. Justifier les indications fournies sur le schéma et vérifier que la caractéristique est bien linéaire.