



## Eléments de correction

### Exercice n°1 : Des Leds pour brique LEGO

$$Q1 : V_{batt} = R_s \cdot I_d + V_{d1} + V_{d2} + V_{d3}$$

$$Q2 : R_s = \frac{V_{batt} - V_{d1} - V_{d2} - V_{d3}}{I_d} = \frac{9V - 3,2V - 3V - 2V}{20mA} = 40\Omega$$

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

$$Q1 : R_{AB_{BPOFF}} = 2R1 + R0 \text{ comme } R_{AB_{BPOFF}} = 2R1 + R0 = 50k\Omega \text{ donc } R0 = 50k\Omega - 2R1 = 47k\Omega$$

$$Q2 : R_{AB_{BPON}} = 2R1 + \frac{R0 \cdot 2R2}{R0 + 2R2}$$

$$Q3 : \text{comme } R_{AB_{BPON}} = 2R1 + \frac{R0 \cdot 2R2}{R0 + 2R2} = 22k\Omega \text{ alors } \frac{R0 \cdot 2R2}{R0 + 2R2} = 22k\Omega - 2R1 = 19k\Omega \text{ soit}$$

$$R0 \cdot 2R2 = (R0 + 2R2) \cdot (19k\Omega) \text{ que l'on peut écrire } (R0 - 19k\Omega) \cdot 2R2 = (R0) \cdot (19k\Omega) \text{ donc au final}$$

$$R2 = \frac{(R0) \cdot (19k\Omega)}{2 \cdot (R0 - 19k\Omega)} = 15,94k\Omega \approx 16k\Omega$$

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

Q1 : Le courant sur l'entrée + de l'ampli-op est nul.

$$Q2 : V_+ = \frac{R52}{R52 + R14} \cdot V_{OUT} = \frac{10k}{21k + 10k} \cdot 10V = 3,2V$$

Q3 : Il s'agit d'un montage suiveur qui permet de "recopier" la tension d'entrée sans prélever du courant. On retrouve sur Vs la tension précédente donc Vs=

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

$$Q1 : \text{Loi des mailles : } V_{BATT} = V_{ce} + V_c$$

$$Q2 : \text{Loi des nœuds : } i_c = i_4 + i_1 + i_3$$

Q3 : Le courant qui circule dans la résistance R329 est donc  $i_{R329} = V_{be} / 10k\Omega = 70\mu A$  donc  $i_p = 80\mu A$ . Comme  $V_{BATT} = V_b + R328 \cdot i_p + V_{be}$  alors  $V_b = V_{BATT} - R328 \cdot i_p - V_{be} = 10,5V$

Q4 : Comme  $i_5 = 0$  une simple loi d'ohm permet d'établir que  $V_c = (100k\Omega + 100k\Omega) \cdot i_4$  comme  $V_c = 12 - 0,2V = 11,8V$  alors  $i_4 = 59\mu A$

$$Q5 : V_c = R326 \cdot i_3 + R327 \cdot (i_3 - i_2) = i_3 \cdot (R326 + R327) - i_2 \cdot R327 \text{ donc } i_3 = \frac{V_c + i_2 \cdot R327}{R326 + R327} = \frac{11,8V + 1mA \cdot 2,49k\Omega}{4,64k\Omega + 2,49k\Omega} = 2,0mA$$

$$Q6 : \text{On en déduit donc } i_c = 59\mu A + 0,5mA + 2mA = 2,559mA$$

### Exercice n°5 : Un simple convertisseur DAC

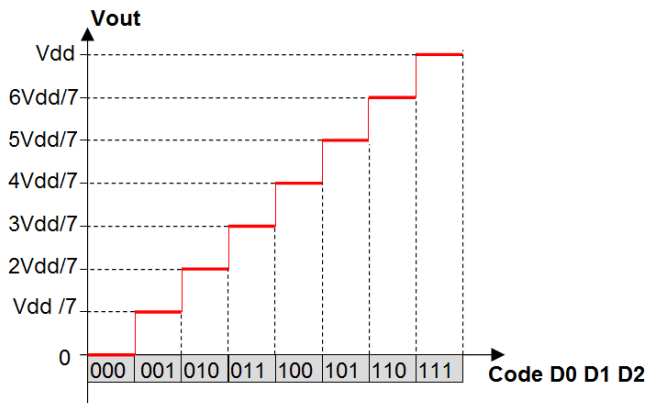
Q1 : Il s'agit d'un montage suiveur qui permet de recopier la tension en sortie sans prélever de courant. Ainsi on peut charger la sortie  $V_{out}$  sans modifier le fonctionnement de ce montage.

Q2 :  $V_{out} = \frac{\frac{D_0}{R} + \frac{D_1}{2R} + \frac{D_2}{4R}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{4R}}$  En multipliant par  $4R$  le

dénominateur et le numérateur il vient :

$$V_{out} = \frac{4.D_0 + 2.D_1 + D_2}{7}$$

Q3 :



### Exercice n°6 : Un voltmètre pour tableau de mesure

Q1 : on reconnaît un pont diviseur de tension donc

$$V_{in} = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot V_n \text{ en position B} \quad V_{in} = \frac{R_3 + R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot V_n \text{ en position A}$$

en effectuant les applications numériques il vient

$$V_{in} = \frac{V_n}{1000} \text{ en position B} \quad \text{et} \quad V_{in} = \frac{V_n}{100} \text{ en position A}$$

Comme le module d'affichage possède une échelle de 0 à 200mV

cela permet d'obtenir une échelle de 0 à 200V en position B

et 0 à 20V en position A

Q2 : il s'agit de pont diviseur de précision permettant d'obtenir des taux de division par decade  $\frac{1}{100} / \frac{1}{1000} \dots$

Q3 : La résistance d'entrée est  $R_1 + R_2 + R_3 = 10M\Omega$

Comme le montage proposé est un voltmètre, l'intérêt consiste à prélever le minimum de courant ce qui est le cas avec une résistance d'entrée aussi élevée.

### Exercice n°7 : Réglage d'offset

**Q1** : P en position haute :  $V_{off} = \frac{1k\Omega}{1k\Omega + 300k\Omega} \cdot V_s$  P en position basse :  $V_{off} = \frac{1k\Omega}{1k\Omega + 300k\Omega} \cdot (-V_s)$

donc pour obtenir  $V_{off} = \pm 50mV$  il faut que  $V_s = 15V$

**Q2** : Si  $i$  désigne le courant qui traverse le montage entre  $+V_s$  &  $-V_s$ , il faut que  $P_i = 2 \cdot 50mV$  pour obtenir le même réglage soit  $i = 2\mu A$

Donc  $R = (V_s - 50mV) / i$  soit  $R = 7,475M\Omega$

**Q3** : Avec les problèmes d'usures le curseur du potentiomètre n'est plus en contact avec la piste. Dans le premier montage la tension  $V_{off}$  est nulle ce qui est un moindre mal pour fixer l'offset alors que dans le montage proposé à la question 2 le potentiel n'est plus fixé par le montage et devient généralement flottant ce qui se traduit par un dysfonctionnement du montage.

### Exercice n°8 : Interface pour capteur d'oxygène

**Q1** : Le capteur d'oxygène se comporte comme un générateur de courant. Dans l'air ambiant il y a une concentration de 21% d'oxygène ce qui correspond à un courant de  $100\mu A$ .

**Q2** :  $V_+ = 100 \cdot i_{O_2}$

**Q3** : On reconnaît un montage amplificateur non inverseur donc  $V_{out} = \left(1 + \frac{10M\Omega}{100k\Omega}\right) \cdot V_+ = 101 \cdot V_+$

On en déduit donc que  $V_{out} = 101 \cdot 100 \cdot i_{O_2} = 1V$  lorsque  $i_{O_2} = 100\mu A$  pour une concentration de 21% d'oxygène correspondant à l'air ambiant.

### Exercice n°9 : Une interface pour convertisseur ADC

**Q1** : Théorème de Millman donc  $V_{adc} = \frac{\frac{V_{dd}}{R_1} + \frac{V_{in}}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$

**Q2** : On souhaite obtenir  $V_{adc} = 0$  lorsque  $V_{in} = -10V$  donc cela signifie que  $\frac{V_{dd}}{R_1} + \frac{V_{in}}{R_3} = 0$  soit  $\frac{3}{R_1} - \frac{10}{R_3} = 0$  que l'on peut écrire  $3 \cdot R_3 = 10 \cdot R_1$

**Q3** : On souhaite obtenir  $V_{adc} = +V_{dd} = +3V$  lorsque  $V_{in} = +10V$  donc  $V_{dd} = \frac{\frac{V_{dd}}{R_1} + \frac{V_{in}}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$  que l'on peut écrire

$\frac{V_{dd}}{R_1} + \frac{V_{dd}}{R_2} + \frac{V_{dd}}{R_3} = \frac{V_{dd}}{R_1} + \frac{V_{in}}{R_3}$  donc  $\frac{V_{dd}}{R_2} + \frac{V_{dd}}{R_3} = \frac{V_{in}}{R_3}$  soit  $\frac{3}{R_2} + \frac{3}{R_3} = \frac{10}{R_3}$  que l'on peut écrire  $\frac{3}{R_2} = \frac{7}{R_3}$  ce qui nous donne la relation  $3 \cdot R_3 = 7 \cdot R_1$

**Q4** : On fixe  $R_3 = 11k\Omega$  donc  $R_1 = 3,3k\Omega$  et  $R_2 = 4,7k\Omega$

### Exercice n°10 : Un amplificateur audio

**Q1** : Il s'agit d'un montage amplificateur inverseur

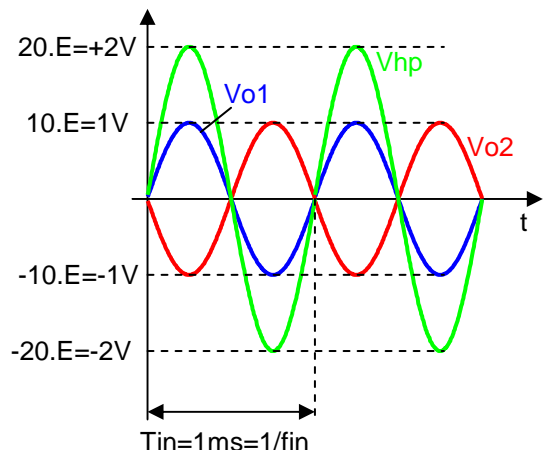
donc  $V_{o2} = -\frac{R_b}{R_a} \cdot V_{in} = -10 \cdot V_{in}$

**Q2** : Il s'agit d'un montage amplificateur non inverseur

donc  $V_{o1} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot V_{in} = 10 \cdot V_{in}$

**Q3** : En effectuant une simple loi des mailles  $V_{o1} = V_{hp} + V_{o2}$  soit  $V_{hp} = V_{o1} - V_{o2}$

**Q4**: Dans notre cas  $V_{hpeff} = \frac{2}{\sqrt{2}}$  donc  $P = 250mW$



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

Q1 : Negative Temperature Coefficient : Cela signifie que la valeur de la thermistance baisse quand la température augmente.

$$Q2 : V_{INA+} = V_{BUS} \cdot \frac{19,1k + 18k}{13k + 19,1k + 18k} = 3,7V \quad V_{INB-} = V_{BUS} \cdot \frac{18k}{13k + 19,1k + 18k} = 1,8V$$

$$Q3 : \text{lorsque la température est de } 2,5^\circ \text{ on obtient } V_{INA-} = V_{INB+} = V_{BUS} \cdot \frac{28,7k}{28,7k + 10k} = 3,7V$$

$$\text{lorsque la température est de } 47,5^\circ \text{ on obtient } V_{INA-} = V_{INB+} = V_{BUS} \cdot \frac{5,61k}{5,61k + 10k} = 1,8V$$

Les 2 températures correspondent donc au 2 tensions de seuils fixées sur les entrées du comparateur entraînant ainsi le déclenchement.

### Exercice n°12 : Un amplificateur d'instrumentation

Q1: ampli non inverseur  $V_1 = \left(1 + \frac{10,1k}{1n}\right) \cdot V_\ominus$

Q2: En appliquant Millman  $V_\oplus = \frac{V_1 + \frac{V_{out}}{1n}}{\frac{1}{10,1k} + \frac{1}{1n}}$

$$\text{donc } V_\oplus \left(\frac{1}{10,1k} + \frac{1}{1n}\right) = \frac{1}{10,1k} \left(1 + \frac{10,1k}{1n}\right) V_\ominus + \frac{V_{out}}{1n}$$

$$\text{soit } (V_\oplus - V_\ominus) \left(\frac{1}{10,1k} + \frac{1}{1n}\right) = \frac{V_{out}}{1n}$$

$$\text{donc } V_{out} = \left(1 + \frac{1n}{10,1k}\right) (V_\oplus - V_\ominus)$$

$$\text{soit } V_{out} = \underline{100} (V_\oplus - V_\ominus)$$

↗ gain = 100!