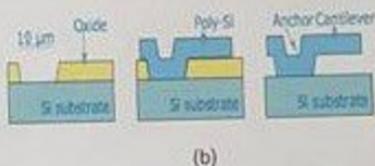
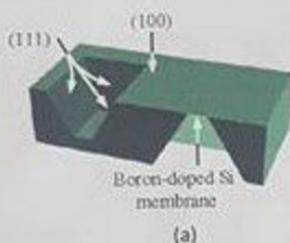


Examen S2

Questions de cours : (7pts)

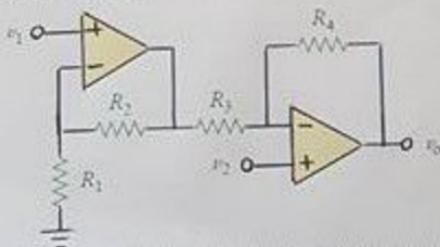
1. Quel est le rôle du corps d'épreuve pour un capteur ? (1pt)
2. C'est quoi la résolution d'un capteur ? (1pt)
3. Un CAN de 12 bits convertit la sortie d'un capteur avec une résolution de 1mV.
 - Quelle est la plage de variation de ce capteur ? (0.5pt)
 - Déduire l'étendue de la mesure (EM) du capteur linéaire si la sensibilité est de 0.5V/N ? (0.5pt)
4. Définir un capteur intelligent ? Donner un exemple de comportement d'intelligence ? (1pt)
5. Citez les avantages d'un capteur MEMS ? (1pt)
6. Quelles sont les procédures utilisées pour la fabrication des MEMS dans a) et b) ? (Procédure LIGA, Procédure micro-usinage en volume ou procédure micro-usinage en surface). Quel est le principe de base de chaque technique ? (2pt)



Exercice 01 : (5pts)

Soit le montage de la figure ci-dessous.

- 1) Trouver la tension de sortie v_o en fonction de v_1 et v_2 ?



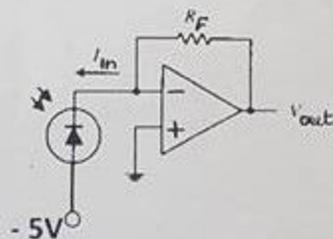
- 2) Comment peut-on utiliser ce montage comme un amplificateur de différence ?
- 3) Si on considère ce montage comme un amplificateur d'instrumentation de TRMC = 180dB. Trouver la tension de sortie si $v_1=5.001$; $v_2=5.002V$; $R_4=R_1=1M\Omega$ et $R_3=R_2=10K\Omega$? (Considérer les amplificateurs idéaux)

Exercice 02 : Commande d'éclairage (8pts)

Soit le montage à photo diode générant un courant (I_{in}) en présence de la lumière. Le tableau suivant indique le courant généré par la photo diode en fonction de l'intensité de la lumière.

Intensité de la lumière I (Lux)	Dark (0)	0.1	1	10	200	1000
I_{in} (mA)	0	0.0012	0.013	0.14	1.5	16

1. Trouver la tension de sortie v_{out} en fonction de R_F et I_{in} ? (2pts)
2. Trouver R_F pour que v_{out} puisse varier de 0 à 10volts pour la variation de la lumière indiquée ? (1pt)
3. Calculer la sensibilité moyenne du montage en [V/Lux] ? (1pts)
4. On veut que la sortie v_{out} soit positive si $I > 200$ Lux et négative si $I < 200$ lux, proposer un montage pour cet objectif ? (soit un comparateur, soit un amplificateur de différence) (2pts)
5. Proposer un montage à base de transistor, relais, une lampe 220V pour faire éteindre la lampe si $I > 200$ Lux et l'allumer sinon ? (utiliser un relais à deux interrupteurs) (2pts)



All the best!!!

1) $V_{out} = f(R_F, I_{in})$

$V_{out} = R_F \cdot I_{in}$ — (2)

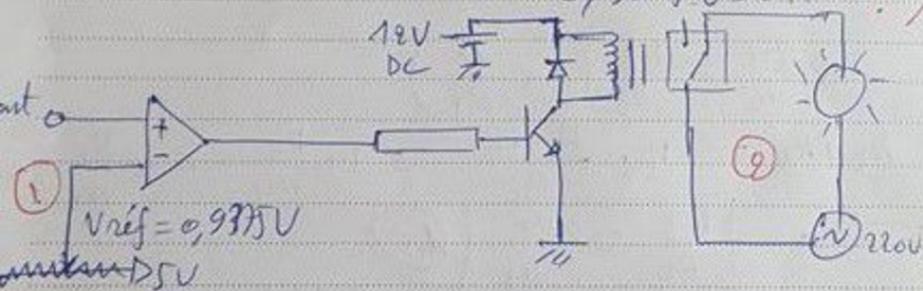
2) Si: $I_{in} \in [0 \text{ } 16] \text{ mA} \rightarrow V_{out} \in [0 \text{ } 10 \text{ V}]$

$\Rightarrow R_F = \frac{V_{out}}{I_{in}} = \frac{10 \times 10^3}{16} = 625 \Omega$ (1)

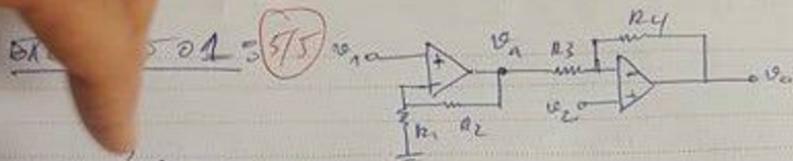
3) $S = \frac{\Delta V_{out}}{\Delta I(\text{lux})} = \frac{10 \text{ V}}{1000 \text{ lux}} = 10 \text{ V/lux}$ (1)

4) $I_{scil} = 200 \text{ Lux} \equiv 1,5 \text{ mA} (I_{in})$

$\Rightarrow V_{scil} = R_F (I_{in}) = 625 \times 1,5 \times 10^{-3} = 0,9375 \text{ V}$ (1)



avant la commande du transistor, la lampe est allumée



$$1) v_o = f(v_1, v_2)$$

$$v_a = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) v_1 \quad (\text{amplificateur inverseur})$$

$$v_o = -\frac{R_4}{R_3} v_a + \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) v_2 \quad (\text{par superposition})$$

$$\Rightarrow v_o = \underbrace{\left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right)}_{(1)} v_2 - \underbrace{\frac{R_4}{R_3} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)}_{(1)} v_1 \quad (15)$$

2) pour que ce montage réalise un amplificateur de différence :

$$v_o = (v_2 - v_1) \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) = (v_2 - v_1) \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right)$$

à condition :

$$1 + \frac{R_4}{R_3} = \frac{R_4}{R_3} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$R_3 + R_4 = R_4 \frac{R_1 + R_2}{R_1} \Rightarrow 1 + \frac{R_3}{R_4} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{R_3}{R_4} = \frac{R_2}{R_1}} \quad (15)$$

vd

$$3) v_o = (v_2 - v_1) \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) = (v_2 - v_1) \cdot 10$$

$$G_d = 10 \text{ V/V}; \quad v_2 = 5,002 \text{ V}, \quad v_1 = 5,001 \text{ V}$$

$$V_d = 0,001 \text{ V}; \quad V_{cm} = 5,0015 \text{ V}$$

$$\text{TRAC} = 180 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{G_d}{A_{mc}} \Rightarrow \frac{G_d}{A_{mc}} = 10^9$$

$$\text{On a: } v_o = G_d \cdot v_d + A_{mc} \cdot V_{cm}$$

$$= G_d \left(v_d + \frac{A_{mc}}{G_d} V_{cm} \right) \quad (2)$$

$$\text{AN: } v_o = 10 \text{ V/V} (0,001 + 10^9 \cdot 5,0015) = 0,101 \text{ V}$$

Volt

4) un capteur intelligent est un capteur doté de CPU (Unité de Traitement d'information) et une interface de communication, le CPU représente la partie intelligente.
exemple = auto-diagnostic. ①

5) Avantages d'un capteur MEMS. ①

- small in size 0,25
- Has lower power consumption 0,25
- More sensitive to inputs variation 0,25
- Cheaper due to mass production 0,25

6) a) Procédure micro-usinage en volume. 0,5
b) " " " " " " en surface. 0,5

Le principe de base de la procédure micro-usinage en volume (a) est la gravure anisotrope 0,5
Le principe de base de la procédure micro-usinage en surface (b) est le matériau sacrificiel. 0,5

Exercice

1) $v_0 = f$
 $v_a =$

$v_0 =$

$\Rightarrow v_0$

2) pour différencier

à cause

1

n_3

3)

T.R.D

On a

Département :

Epreuve de :

Nom :

Prénom :

Section :

Groupe :

N° d'inscription

Code

EPREUVE DE : Smart Sensors & NBMS.

Note العلامة

Questions de cours: (4/7)

- 1) le corps d'épreuve est un capteur qui, soumis au mesurande, fournit une grandeur physique non électrique (rôle intermédiaire) (1)
- 2) la résolution d'un capteur est la petite variation du mesurande mesurable par le capteur (1)

3) CAN : $n = 12 \text{ bits}$.

$$q = 10^{-3} \text{ V (1 mV)}$$

- plage de variation:

$$q = \frac{\Delta V}{2^n - 1} \Rightarrow \Delta V = (2^n - 1) \cdot q$$

$$\Delta V = (2^{12} - 1) \cdot q = 4,095 \text{ Volt (0,5)}$$

- EM = ?

$$0,5 \text{ V} \rightarrow 1 \text{ N}$$

$$4,095 \rightarrow 8 \text{ N}$$

$$\text{BN} = 8,19 \text{ N (0,5)}$$