

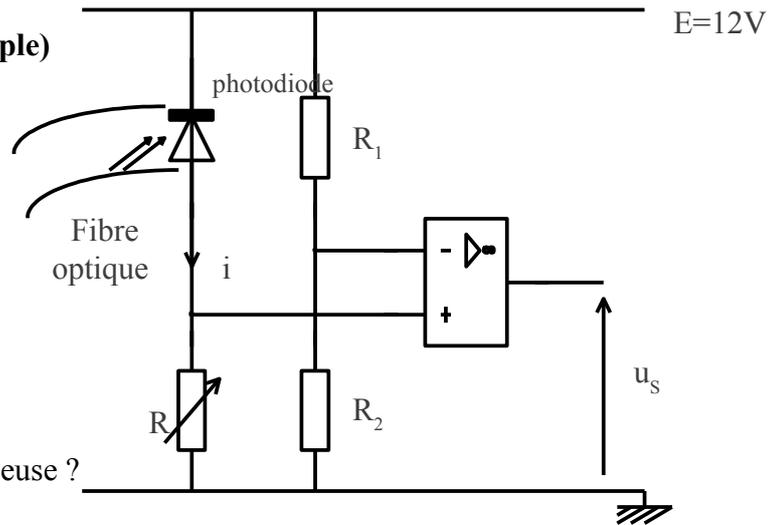
Exercices sur l'amplificateur opérationnel (chapitre 6)

Exercice n°1: comptage (montage comparateur simple)

A la sortie d'une fibre optique, on considère le montage suivant:

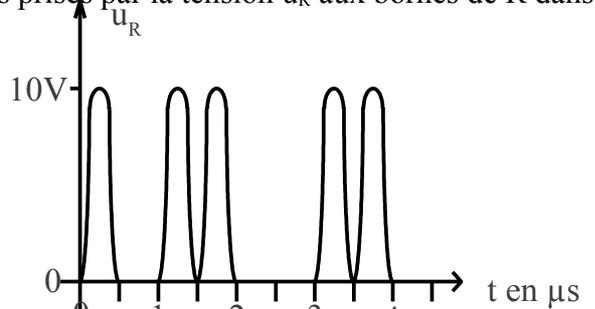
L'AO est considéré idéal.
Il est alimenté en asymétrique 0V/+9V
 $R_1 = 3.3\text{ k}\Omega$; $R_2 = 4.7\text{ k}\Omega$; $R = 100\text{ k}\Omega$

- 1- **Flécher** ε , v^+ et v^- sur le schéma.
- 2- **Expliquer** qualitativement le fonctionnement du montage.
- 3- **Quelle est** la valeur de v^- potentiel de l'entrée inverseuse ?



4- Lorsque la photodiode est éclairée par la fibre, le courant i qui la traverse est de 0,1 mA. Lorsque la photodiode n'est pas éclairée, $i = 0\text{ mA}$. **Quelles sont** les valeurs prises par la tension u_R aux bornes de R dans les deux cas ?

- 5- La tension aux bornes de R présente en fonction du temps l'allure ci-contre:
- Donner** l'allure de u_s en fonction du temps.



Exercice n°2: contrôle d'une batterie

Le montage de la figure 1 représente un système de contrôle de la tension U_b aux bornes de la batterie ; U_b doit rester comprise entre E_1 et E_2 , deux tensions de référence: $E_1 = 10,5\text{V}$; $E_2 = 13,8\text{V}$; $V_{CC} = 15\text{ V}$.

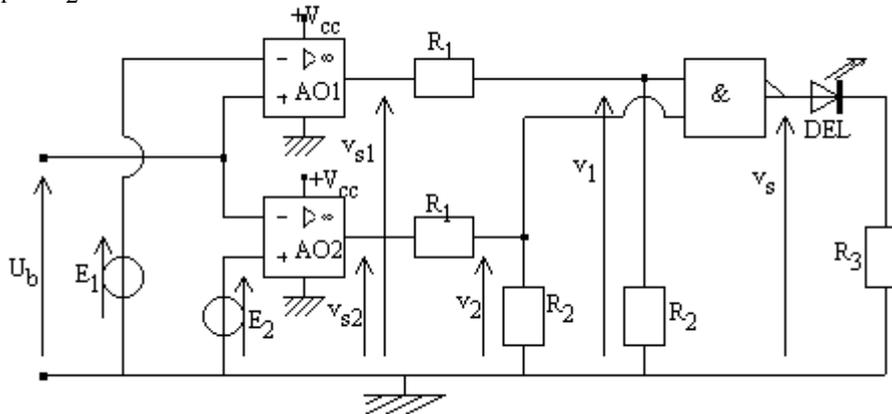


Figure 1

On admet que la porte logique NAND (dont la table de vérité est donnée figure 2) n'absorbe aucun courant d'entrée.

A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

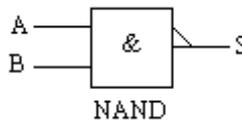


Figure 2

1. **Quel est** le régime de fonctionnement des amplificateurs opérationnels A01 et A02 (à justifier) ?

2. **Indiquer** la valeur des tensions v_{S1} et v_{S2} dans les cas suivants :

- a) $U_b > E_2$;
- b) $E_1 < U_b < E_2$;
- c) $U_b < E_1$.

Reporter les valeurs de v_{S1} et v_{S2} dans le tableau du document réponse.

3. **Exprimer** v_1 en fonction de v_{S1} , R_1 et R_2 , ainsi que v_2 en fonction de v_{S2} , R_1 et R_2 .

4. **Calculer** v_1 et v_2 dans chaque cas sachant que : $R_2 = 2R_1$.

5. La porte logique, alimentée sous 15 V, fournit une tension de sortie v_s telle que $v_s = 0$ V ou $v_s = 15$ V.

Compléter le tableau du document réponse, **en déduire** dans les 3 cas l'état de la DEL, allumée ou éteinte (la valeur de R_3 est supposée convenable).

DOCUMENT REponse

U_b (V)	0	E_1	E_2	15V
v_{s1} (V)				
v_{s2} (V)				
v_1 (V)				
v_2 (V)				
v_s (V)				
DEL				

Exercice n°3 :

On considère le circuit suivant :

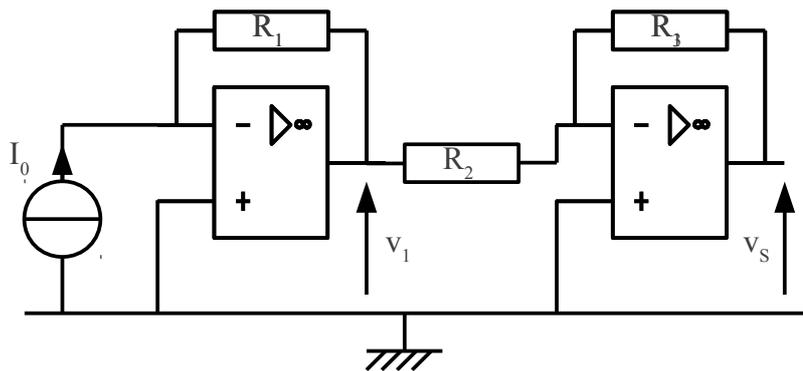
Les amplificateurs opérationnels sont considérés comme parfaits.

1- **Quel est** leur régime de fonctionnement ? **Justifier**.

2- **Exprimer** la tension v_1 en fonction de I_0 et de R_1 .

3- **Exprimer** la tension v_s en fonction de v_1 , R_2 et de R_3 .

4- **En déduire** la tension v_s en fonction de I_0 . **Quelle est** la fonction de ce montage ?

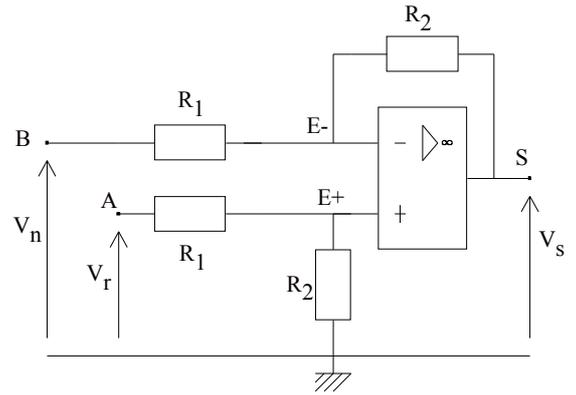


Exercice n°4: régulation de vitesse (montage soustracteur).

Un moteur électrique asynchrone est alimentée par des tensions sinusoïdales, de valeurs efficaces U , et de fréquence f . Ce moteur tourne à la vitesse de rotation n . Un système électronique règle les valeurs de U et f . Ce système est commandé par une tension V_s obtenue à la sortie d'un amplificateur opérationnel.

L'entrée A de cet amplificateur opérationnel est alimentée par une tension continue V_r (tension de référence) alors que l'entrée B reçoit une tension V_n délivrée par une dynamo tachymétrique telle que $V_n = 0,01 \cdot n$, avec V_n en V et n en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

L'amplificateur opérationnel est considéré comme parfait.



1- Fonctionne-t-il en régime linéaire ou non linéaire ? **Justifier.**

2- On cherche l'expression de V^- , potentiel de l'entrée E^- , en fonction de V_s , V_n , R_1 et R_2 .

2.1 Soit I , le courant traversant la résistance R_1 reliée à E^- . **Justifier** que ce courant I traverse également la résistance R_2 reliée à E^- .

2.2 **Flécher** sur le schéma ce courant I et la tension V^- .

2.3 **Etablir** une relation entre V_n , R_1 , R_2 , I et V_s .

2.4 **En déduire** l'expression de I en fonction de V_n , R_1 , R_2 et V_s .

2.5 **Etablir** l'expression de V^- en fonction de V_n , R_1 et I .

2.6 **Déduire** des réponses aux questions 2.4 et 2.5 l'expression de V^- en fonction de V_s , V_n , R_1 et R_2 .

3- Exprimer V^+ , potentiel de l'entrée E^+ , en fonction de V_r , R_1 et R_2 .

4- Montrer alors que, si $R_2 = 10R_1$, on obtient la relation suivante: $V_s = 10 (V_r - V_n)$.

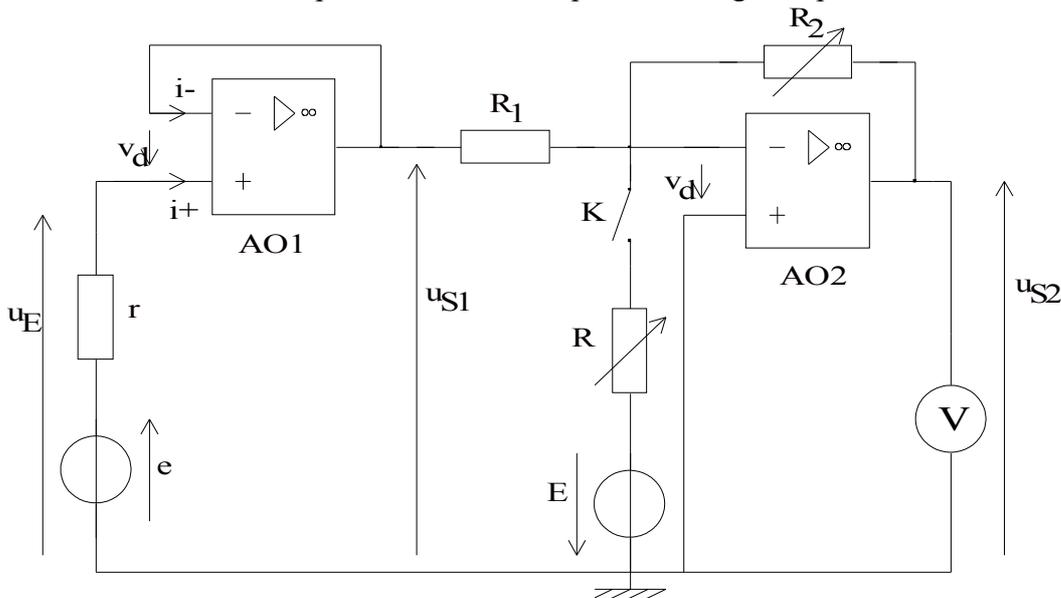
La tension V_s est proportionnelle à la fréquence f de tensions périodiques, avec la relation $f = 5 \cdot V_s$.

5- Montrer que f peut s'exprimer sous la forme $f = a \cdot V_r + b \cdot n$, où a et b sont deux grandeurs constantes que l'on exprimera.

6- On règle la valeur de la tension de référence V_r pour avoir une vitesse de $1000 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ et une fréquence f de 50 Hz. **Déterminer V_r .**

Exercice n°5: Étude d'un pH-mètre

Le principe de fonctionnement d'un pH-mètre est décrit par le montage simplifié suivant:



Il est composé de deux amplificateurs opérationnels (notés AO) idéaux, de résistances réglables R et R_2 , d'une résistance fixe $R_1 = 1\text{k}\Omega$, d'un interrupteur K , d'un générateur idéal de fem $E=12\text{V}$ et d'un voltmètre employé sur le calibre 1,5V.

Le capteur branché à l'entrée du montage est une électrode combinée constituant une pile de résistance r et de

fem e. Cette dernière est une fonction affine du pH selon la loi:

$$e = -0,058\text{pH} + 0,406.$$

C'est la tension u_E aux bornes de ce capteur qui est appliquée à l'entrée du montage.
Les deux AO fonctionnent en régime linéaire.

1- a) **Que peut-on dire** de i^+ , i^- et v_d dans le cas d'un AO idéal fonctionnant en régime linéaire ?

b) **Donner** la relation entre u_{S1} et e.

c) **Quel est** le rôle de l'AO1 ?

2- On considère dans un premier temps le cas où l'interrupteur K est ouvert.

a) **Donner** la relation liant u_{S2} à u_{S1} , R_1 et R_2 .

b) **En déduire** l'expression de la tension u_{S2} en fonction du pH, de R_2 et de R_1 .

La mettre sous la forme simple $u_{S2} = a.\text{pH} + b$.

Calculer la valeur à donner à R_2 pour que u_{S2} varie de 0,1V par unité pH.

c) **Quelle est** la fonction assurée par l'AO2 ?

3- On considère maintenant le cas où l'interrupteur K est fermé.

a) **Montrer** que la nouvelle expression de u_{S2} est $u_{S2} = -R_2 \left(\frac{u_{S1}}{R_1} - \frac{E}{R} \right)$.

b) En exprimant u_{S2} en fonction du pH et de R , R_1 , R_2 , E , **établir** l'expression de R qui permet d'obtenir une relation du type: $u_{S2} = a.\text{pH}$.

Calculer la valeur de R correspondante.

Exercices de révision :

Exercice n°6: transistor en commutation

On donne:

$R_C = 10 \Omega$; $V_{BE} = 0,8 \text{ V}$; $V_{CEsat} = 0,2 \text{ V}$; $U_0 = 12 \text{ V}$;
 $100 < \beta < 300$

u_{com} : tension de commande du transistor.

1- Quand $u_{com} = 0 \text{ V}$, **quel est** l'état de T ?

En déduire les valeurs de I_B et I_C .

2- Quand $u_{com} = 5 \text{ V}$, on souhaite que T soit saturé.

2.1 **Calculer** la valeur du courant I_{Csat} .

2.2 **En déduire** la valeur du courant de base I_{Bsat} qui saturera le transistor quelque soit la valeur de β .

2.3 On fixe $I_B = 2 I_{Bsat}$ de manière à assurer la saturation du transistor. **Calculer** alors la valeur à choisir pour R_B .

Exercice n°7: transistor en amplification de courant

Le transistor utilisé pour réaliser ce montage fonctionne en amplification de courant (ou régime linéaire) avec un coefficient $\beta = 200$.

On donne $U = 20 \text{ V}$; $R_C = 1 \text{ k}\Omega$; $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$; $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$.

1- **Écrivez** la loi des mailles pour la maille MEBCAM. **En déduire** l'expression de I_C en fonction de V_{BE} , R_1 , R_C , U et I_B .

2- **Quelle relation** y-a-t-il entre I_C et I_B si le transistor fonctionne en amplification de courant ?

3- **Déduire** des questions précédentes les valeurs de I_B et I_C .

4- **Calculez** la tension V_{CE} .

