

ELECTRICITE (durée conseillée : 1h30) 8 points

CHAQUE PARTIE PEUT ETRE TRAITÉE DE MANIÈRE INDÉPENDANTE.

LES RESULTATS DES APPLICATIONS NUMERIQUES SERONT DONNES AVEC DEUX OU TROIS CHIFFRES SIGNIFICATIFS.

CONDITIONNEUR POUR CAPTEUR D'HUMIDITE

Notons H_r l'humidité relative de l'air : $0 < H_r < 1$ (sans unité)

On dispose d'un capteur d'humidité capacitif dont la capacité est donnée par l'expression :

$$C = C_0 \cdot (1 + \alpha \cdot H_r) \quad \alpha > 0$$

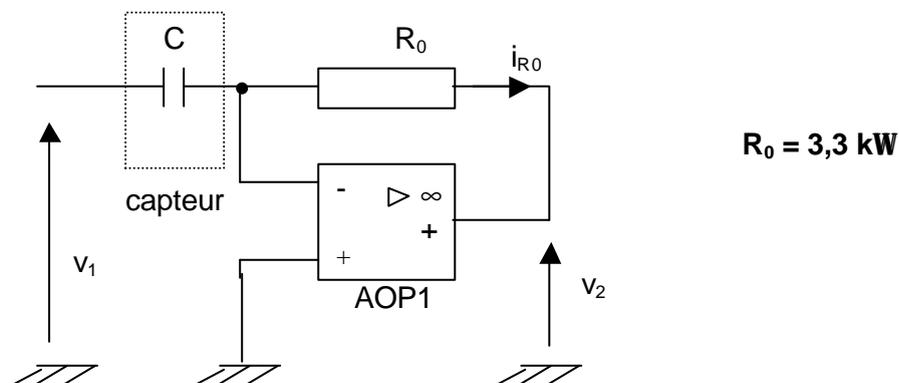
Nous allons étudier un conditionneur pour ce capteur.

Tous les amplificateurs opérationnels seront considérés, sauf indication contraire, comme idéaux. La valeur absolue de la tension de saturation V_{sat} est de 14 Volt.

1 - ETUDE DU CAPTEUR :

1.1 - On donne $C_0 = 200$ pF et $C = 300$ pF pour $H_r = 1$ (1 pF = 10^{-12} F).
Calculer la valeur de la constante α .

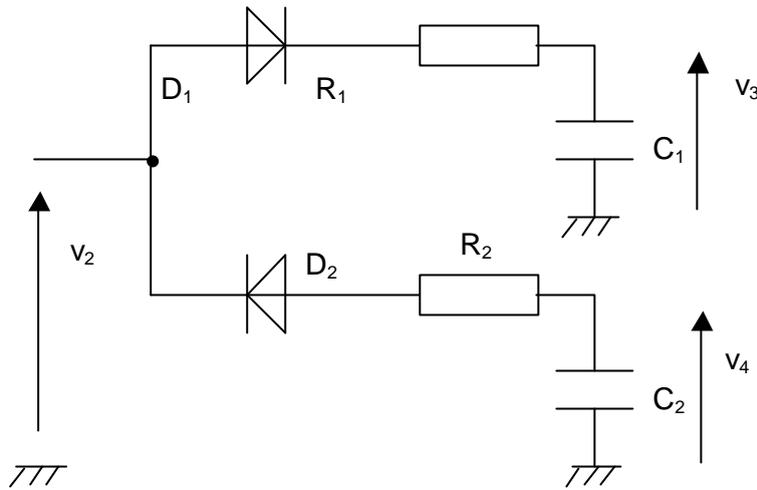
1.2 - Considérons le montage suivant :



Déterminer l'équation différentielle liant v_1 et v_2 (fonctionnement linéaire de l'amplificateur opérationnel).

1.3 - Le signal v_1 est tel que : $\Delta t = 10$ μ s et $T = 80$ μ s (cf. document réponse).
En utilisant la question précédente, représenter en concordance v_2 pour $C = 240$ pF ($H_r = 0,4$).

1.4 - Le signal v_2 est ensuite envoyé sur le montage suivant :



Les constantes de temps $R_1.C_1$ et $R_2.C_2$ sont très inférieures à Δt et par ailleurs égales ($R_1 . C_1 = R_2 . C_2$)

On suppose les diodes idéales (sans seuil) et les condensateurs C_1 et C_2 initialement déchargés :

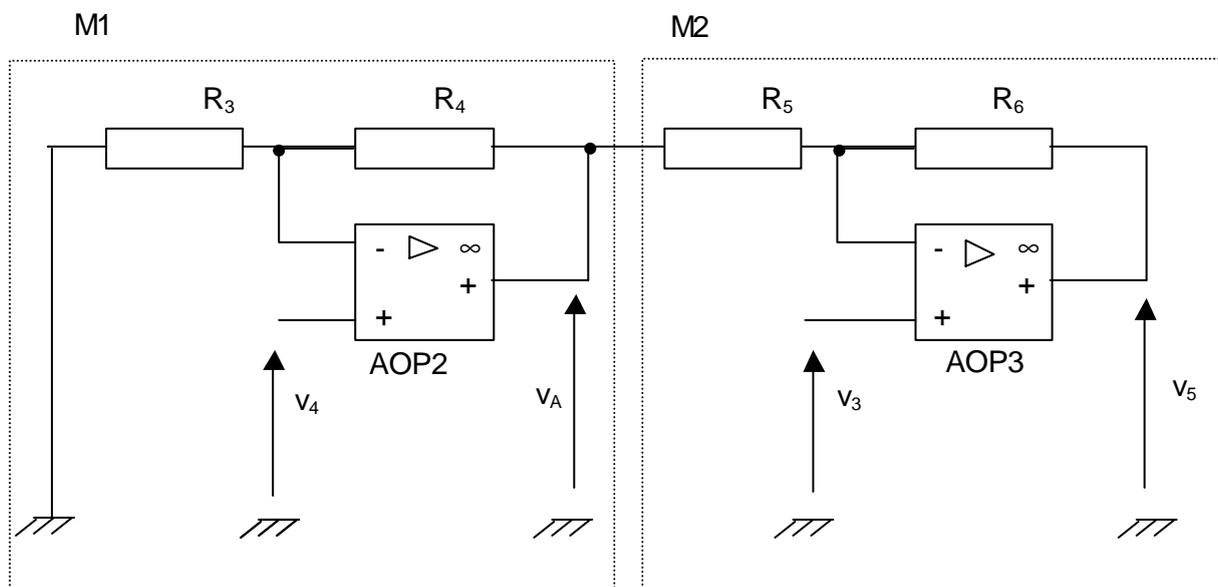
- 1.4.1 - Préciser la condition sur v_2 pour que la diode D_1 soit passante.
 1.4.2 - Préciser la condition sur v_2 pour que la diode D_2 soit passante.
 1.4.3 - Représenter v_3 et v_4 sur le document réponse (on supposera que les condensateurs ne se déchargent pas par courant de fuite).

2 – MISE EN FORME DES SIGNAUX :

Seule la dernière question de cette partie ne peut pas être traitée sans avoir traité la partie précédente.

On désire ensuite obtenir la tension v_5 telle que : $v_5 = 1,5.(v_3 - v_4)$.

On utilise pour cela l'amplificateur de différence, résultant de l'association des deux montages suivants.



2.1 - Montage M1 : exprimer v_A en fonction de v_4 , R_3 et R_4 .

2.2 - Montage M2 : exprimer v_5 en fonction de v_3 , v_A , R_5 et R_6 .

En reliant les montages M1 et M2 on admet que les résultats précédents sont toujours valables.

2.3 - Montrer que $v_5 = v_3 \cdot \left(1 + \frac{R_6}{R_5}\right) - \frac{R_6}{R_5} \cdot \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \cdot v_4$.

2.4 - On rappelle que $v_5 = A_D (v_3 - v_4) + A_{MC} \cdot (v_3 + v_4)/2$.

où A_D est appelé coefficient d'amplification différentielle et A_{MC} coefficient d'amplification de mode commun.

2.4.1 - Déterminer v_5 en fonction de v_3 et des valeurs des résistances, lorsque $v_3 = v_4$.

Déduire l'expression de A_{MC} en fonction de R_3 , R_4 , R_5 et R_6 .

2.4.2 - Déterminer v_5 en fonction de v_3 et des valeurs des résistances, lorsque $v_3 = -v_4$.

Déduire l'expression de A_D en fonction de R_3 , R_4 , R_5 et R_6 .

2.5 - A quelle condition, portant sur les résistances a-t-on $A_{MC} = 0$?

Que vaut dans ce cas, A_D ?

2.6 - $R_5 = R_4 = 20 \text{ k}\Omega$. Choisir les résistances R_3 et R_6 pour avoir :

$$v_5 = 1,5 \cdot (v_3 - v_4).$$

2.7 - En admettant le résultat précédent, représenter v_5 sur le document réponse pour $C = 240 \text{ pF}$ ($H_f = 0,4$).

3 – CHOIX D'UN CONVERTISSEUR ANALOGIQUE-NUMERIQUE :

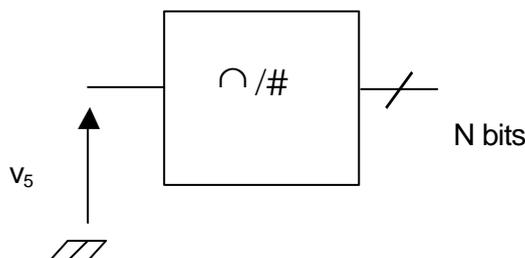
Pour $t > T$ on a $v_5 = \text{Constante}$.

On admet que $v_5 = 5,54 \cdot (1 + 0,5 \cdot H_f)$ (cette expression, que l'on ne démontrera pas, provient de la synthèse des précédentes parties).

3.1 - Lorsque H_f varie entre 0 et 1, quelles sont les limites de variation de v_5 ?

3.2 - Déterminer la variation, Δv_5 , de la tension v_5 correspondant à une variation de 0,5 % sur H_f .

3.3 - On envoie le signal v_5 sur un Convertisseur Analogique Numérique (CAN).



On désire choisir le CAN parmi les 5 suivants :

	Tension en entrée	Nombre de bits en sortie
CAN1	-10V/10V	8
CAN2	0/5V	12
CAN3	0/10V	8
CAN4	0/10V	12

Choisir parmi ces CAN celui qui convient sachant que l'on désire une résolution numérique correspondant à 0,5 % d'humidité relative. Justifier votre choix.

3.4 - Avant de lancer une nouvelle mesure de H_r quelles sont les précautions à prendre ?

DOCUMENT RÉPONSE (à rendre avec la copie)
Echelle pour v_2, v_3, v_4, v_5 : 1 Volt \Leftrightarrow 0,5 cm

