

ELECTRICITE (durée conseillée : 1 h 30)

L'étude porte sur différents éléments d'un dispositif d'éclairage.

Les parties A et B sont indépendantes.

On fait l'hypothèse que les amplificateurs opérationnels considérés sont idéaux.

A. ETUDE DU CAPTEUR.

Il est constitué d'une photodiode, dont le rôle est de convertir le flux lumineux en courant, noté i_s , puis d'un montage convertisseur courant / tension (voir figure 1).

A.1 Conversion courant / tension .

Exprimer V_1 à partir des éléments du montage. Quelle valeur R_m peut on donner à R pour que l'amplificateur opérationnel soit en limite de saturation ($V_{\text{sat}} = 12 \text{ V}$) lorsque l'intensité du courant i_s est maximale et vaut $I_{\text{smax}} = 20 \mu\text{A}$?

A.2 L'information reçue par la photodiode est soumise à des fluctuations de type sinusoïdal de fréquence f_0 autour d'une valeur moyenne que l'on souhaite seule conserver.

Dans ce but, on utilise un filtre d'atténuation à -20dB/décade .

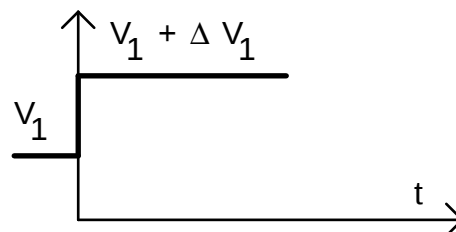
A.2.1 Quel est son ordre, quelle est sa nature ?

A.2.2 L'amplitude du signal de fréquence f_0 à la sortie du filtre ne représente plus que 1% de sa valeur initiale. Quel est le gain correspondant ?

A.2.3 Calculer, dans ces conditions, sa fréquence de coupure f_0 . Application numérique : $f_0 = 500 \text{ kHz}$.

A.3 Le filtre le plus simple est proposé en figure 2, calculer sa transmittance complexe $\underline{T}$ puis son module T . En déduire la valeur de la capacité du condensateur pour qu'il réponde au critère précédent.

A.4 Le signal est susceptible de varier brutalement, engendrant un saut de courant au niveau de la photodiode, provoquant ainsi un saut de tension ; le montage présente une constante de temps $\tau = 30 \mu\text{s}$ et reste assimilable au circuit RC de la figure 2.



Dans un but de simplification, on suppose que la tension v_1 appliquée au départ est continue et a pour valeur V_1 . L'application du saut de tension ΔV_1 (appelé échelon) entraîne un saut de tension $\Delta V_2(t)$ en sortie dont on cherche à connaître la variation en fonction du temps.

- Quelle est la valeur de la tension v_2 avant application de l'échelon de tension ?
- Quelle est sa valeur longtemps après l'application de l'échelon ?

- La tension aux bornes du condensateur peut-elle varier instantanément ? Justifier.
- Etablir l'équation différentielle liant $v_1(t)$ et $v_2(t)$.
- En déduire l'expression de $v_2(t)$ en fonction de V_1 et ΔV_1 .

Tracer $v_2(t)$. Calculer en fonction de τ le temps nécessaire pour que la valeur de v_2 atteigne 95% de sa valeur finale.

La tension est ensuite régulièrement échantillonnée puis numérisée à l'aide d'un convertisseur analogique/ numérique.

B. ETUDE D'UN C.A.N.

B.1. DIMENSIONNEMENT

Il s'agit de numériser une tension analogique V_x grâce à un dispositif dont le synoptique est donné figure 3.

B.1.1 Le résultat doit figurer sur un afficheur à quatre chiffres décimaux.

Quel est le plus grand nombre décimal entier affichable ?

B.1.2 Encadrer ce nombre décimal par deux valeurs de puissances entières de deux.

B.1.3 Quel format (nombre de bits) doit posséder le CAN pour assurer un affichage correct?

B 2 ETUDE DU C.A.N.

Le coeur du C.A.N. est un réseau de résistances de valeur $R/2R$. (figure 4). **Pour simplifier, le nombre de bits est limité à quatre.** V_0 est une tension de référence connue.

Les interrupteurs électroniques sont commandés par un registre de commande:

si $A_i = 0$, la résistance $2R$ correspondante est connectée à la sortie S_2 .

si $A_i = 1$, la résistance $2R$ correspondante est connectée à la sortie S_1 .

S1,S2 sont reliées à la masse du montage lors de l'utilisation.

Pour les applications numériques, on adoptera : $V_0 = 8V$, $R = 10k\Omega$

B.2.1 A partir du montage figure 5, donner l'expression de la résistance vue entre B_0 et M (partie droite du schéma), puis entre B_1 et M, B_2 et M, B_3 et M.

B.2.2 Toujours dans le cas de la figure 5, exprimer le courant J en fonction de V_0 et R.

B.2.3 A partir de la figure 4, exprimer les courants I_0 , I_1 , I_2 , I_3 en fonction de I. Les exprimer à l'aide de J, puis V_0 et R.

B.2.4 Le mot de commande est $A = [A_3A_2A_1A_0] = 0001$; établir l'expression de l'intensité J_1 du courant de la sortie S1 en fonction de V_0 et R.

Même question pour $A = 1000$.

B.2.5 Montrer que $J_1 = \frac{V_0}{2^4 R} [A_3 \cdot 2^3 + A_2 \cdot 2^2 + A_1 \cdot 2^1 + A_0 \cdot 2^0]$

Combien vaut la plus petite variation d'intensité du système? A.N. $V_0 = 8V$,
 $R = 10k\Omega$

Combien de valeurs peut prendre J_1 ?

B.2.6 Le réseau R/2R est connecté à un amplificateur opérationnel idéal (voir figure 6).

Exprimer V_2 en fonction de $V_0, A_3 A_2 A_1 A_0$.

Que vaut le quantum de tension ?

Pour les combinaisons suivantes des bits $A_3 A_2 A_1 A_0$, donner la valeur de V_2 correspondante : 1000, 0100, 0010, 0001

B.2.7 Proposer un montage pour obtenir $V_1 = -V_2$ (voir figure 3).

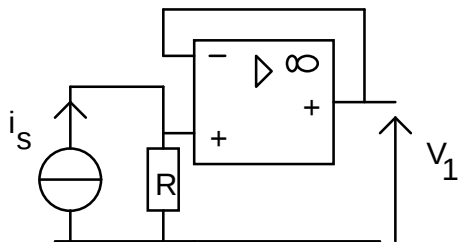


figure 1

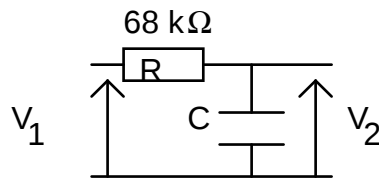


figure 2

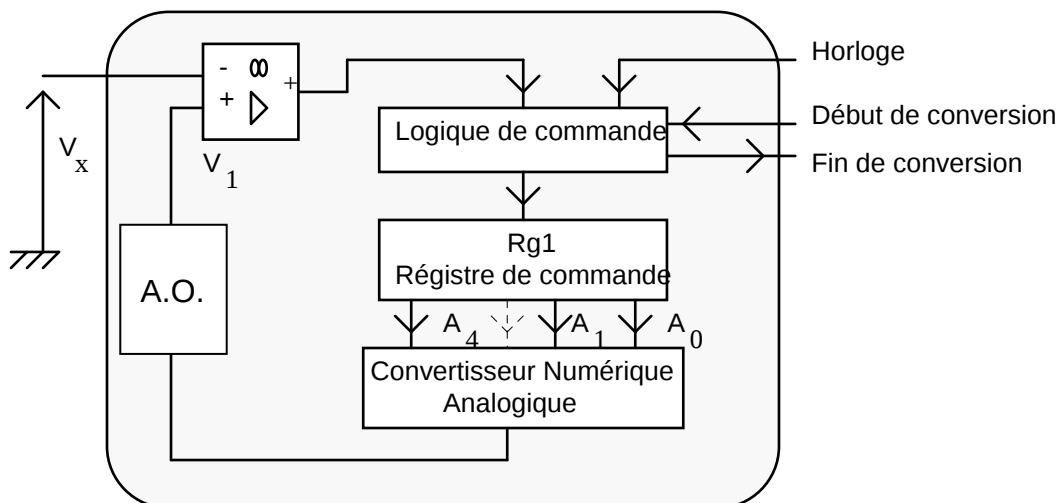


Figure 3.

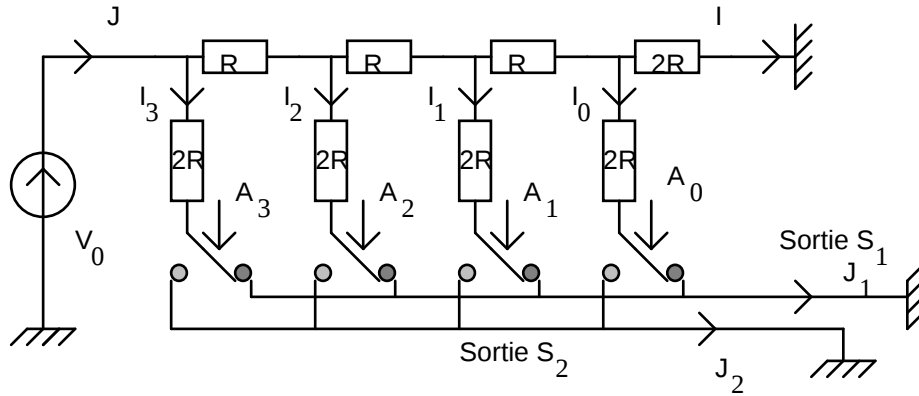


Figure 4.

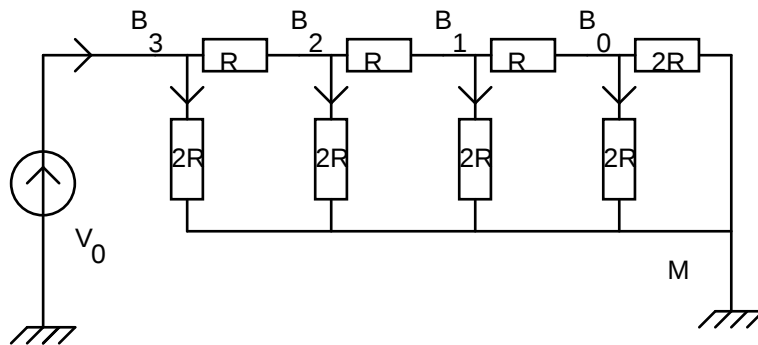


Figure 5.

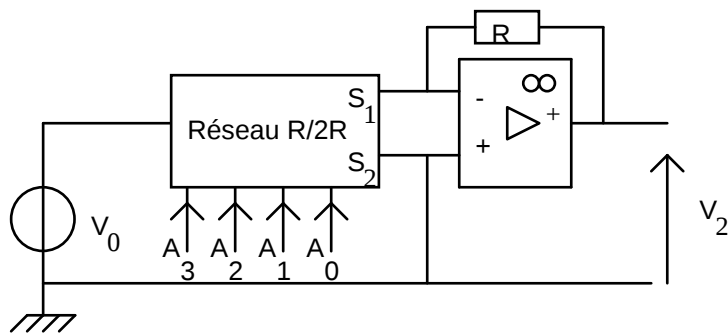


Figure 6.