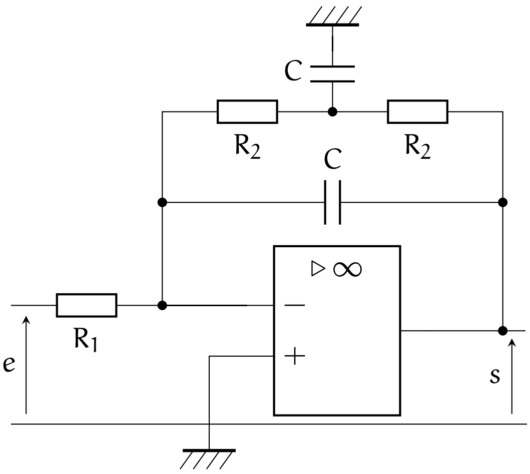
Exercices d'électronique

Martin ANDRIEUX

Réponse d'un filtre linéaire à des signeaux rectangulaires

L'A.O. est idéal et fonctionne en régime linéaire. On prendra $C = 10\,\text{nF}$, $R_1 = 1\,\text{k}\Omega$ et $R_2 = 10\,\text{k}\Omega$.



a) Quel est le comprtement de ce filtre en basse et haute fréquence ?

b) Calculer sa fonction de transfert (on pourra poser $x = R_2 C\omega$).

c) On alimente ce filtre par des signaux rectangulaires de fréquence $f = 12\,\text{kHz}$, et prenant les valeurs $\pm V_0$ avec $V_0 = 4{,}7\,\text{V}$. Quel signal obtiendra-t-on en sortie ? Quelle sera l'amplitude crête à crête de ce signal ?

d) On a maintenant en entrée des créneaux de fréquence $f = 120\,\text{kHz}$, avec $V_0 = 0{,}51\,\text{V}$. Prévoir qualitativement l'allure du signal de sortie.

Justifier plus précisément avec l'équation différentielle du circuit. Quelle est l'amplitude crête à crête du signal de sortie s ?

---

b) $H = -\dfrac{R_2}{R_1}\dfrac{2 + jx}{1 + 2jx - x^2}$

c) Signal triangulaire, avec $\Delta V = 19{,}6\,\text{V}$.

d) Créneaux légèrement déformés au début, avec $\Delta V = 20{,}4\,\text{V}$

Filtre passe-haut du premier ordre

a) Quelle est la fonction de transfert d'un filtre passe-haut du premier ordre (de gain maximal 1), et l'équation différentielle associée ?

b) En déduire une relation de récurrence d'un filtre numérique.

$$s(t) + \tau\frac{ds}{dt} = \tau\frac{de}{dt}$$

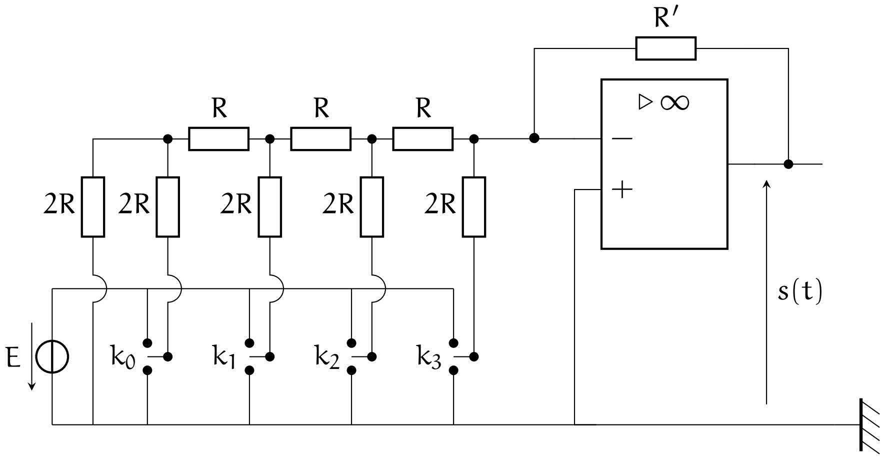
$$s_{n+1} = (s_n + e_n - e_{n-1})\frac{\tau}{T_e + \tau}$$

CNA bits en échelle

Dans le montage ci-contre, l'A.O. est idéal et fonctionne en régime linéaire. La tension E est constante. On définit pour chaque interrupteur une variable logique k_i telle que :

— $k_i = 0$ si l'interrupteur est relié à la masse,

— $k_i = 1$ dans le cas contraire.



a) En remplaçant de proche en proche l'échelle par le générateur de Thévnin équilvalent, montrer que l'ensemble de l'échelle équivaut à un générateur de résitance interne T et de fem :

$$e = k_0\frac{E}{16} + k_1\frac{e}{8} + k_2\frac{E}{4} + k_3\frac{E}{2}$$

b) En déduire la tension de sortie $s(t)$. À quel nombre binaire peut-on l'associer ? Quelle est la tension de sortie maximale de ce CNA ? Quel est son pas ?

$$s(t) = (8k_3 + 4k_2 + 2k_1 + k_0)\,\frac{ER'}{16R}$$

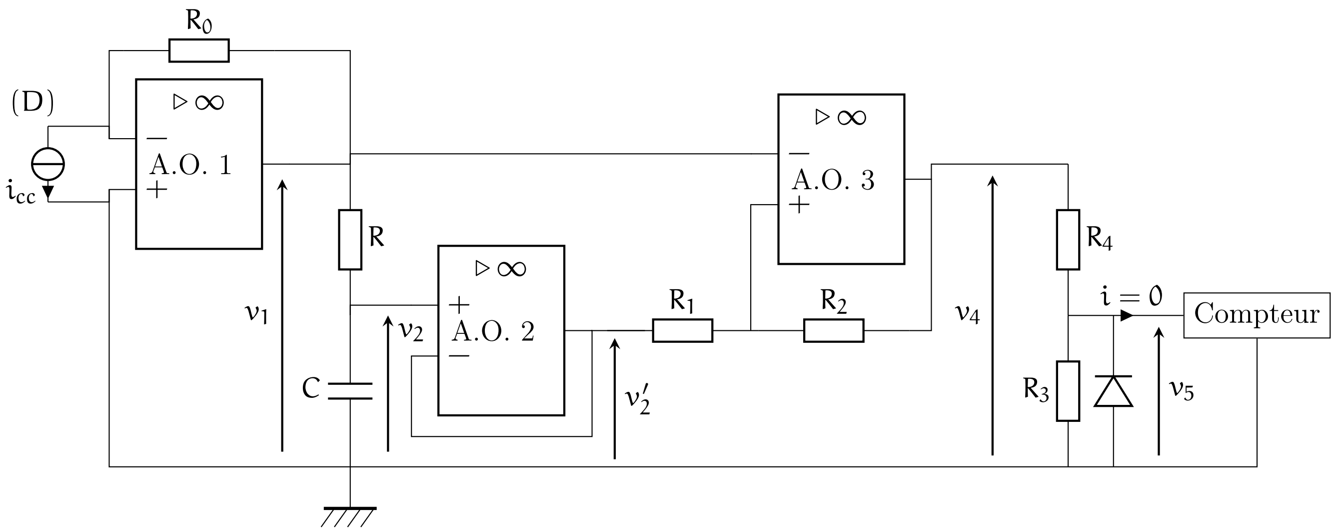
Ceka correspond au nombre $k_3k_2k_1k_0$.

Compteur de franges d'interférences

Le circuit électronique suivant permet de compter les franges d'interférences produites par un dispositif optique. On utilise un détecteur (D) fonctionnant comme une source de courant parfaite débitant un courant de court-circuit proportionnel à l'intensité lumineuse reçue, et on admet que celle-ci est alors de la forme :

$$i_{cc} = I_0(1 + \gamma\cos(\omega t))$$

Avec $I_0 = 10\,\mathrm{mA}$, $\gamma = 0,4$ et $\omega = 20\,\mathrm{rad\,s^{-1}}$



a) La diode et les A.O. sont considérés comme parfaits. Les tensions de saturation des A.O. valent $\pm V_s = \pm 12\,\mathrm{V}$ pour les A.O. 2 et 3, et $\pm 15\,\mathrm{V}$ pour l'A.O. 1. Enfin, les A.O. 1 et 2 fonctionnent en régime linéaire, et l'A.O. 3 en régime saturé. Décomposer le montage en sous-sensembles simples dont on précisera la fonction.

b) Calculer $v_1(t)$, sachant que $R_0 = 1000\,\Omega$.

c) Si $R = 100\,\mathrm{k\Omega}$ et $C = 100\,\mu\mathrm{F}$, calculer $v_2'(t)$ en régime établi (faire les approximations qui s'imposent).

d) Quelles valeurs peut prendre la tension d'entrée $v+$ de l'A.O. 3, si $R_1 = 1\,\mathrm{k\Omega}$ et $R_{2=} = 100\,\mathrm{k\Omega}$?

e) Pour simplifier les calcules, on fait l'approximation $v^+ = v_2'$. Tracer alors sur un même graphe les courbes $v_1(t)$ et $v_4(t)$.

f) Si l'on veut que la valeur maximale de la tension $v_5(t)$ à l'entrée du compteur vaille 5 V, quelle doit être la valeur du rapport $\frac{R_3}{R_4}$? Tracer sur un même graphe l'allure de $v_4(t)$ et $v_5(t)$.