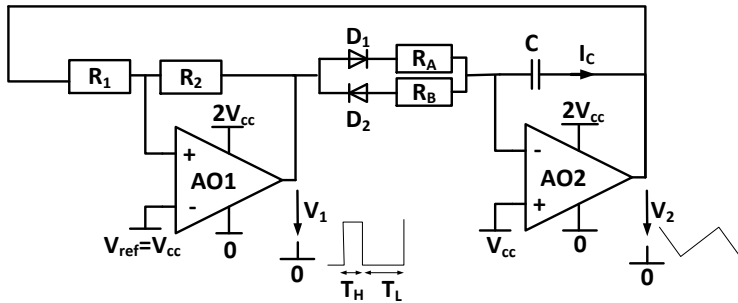


Ex 1 Générateur de signaux



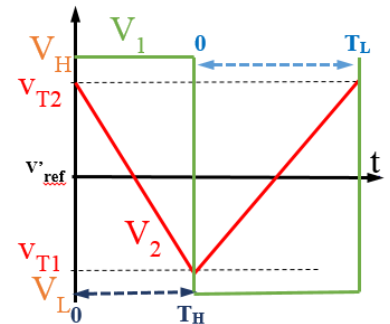
a. Donner l'équation de V_{T1} (seuil de basculement de V_H à V_L) et de V_{T2} (seuil de basculement de V_L à V_H) en fonction de R_1 et R_2 .

AO1 est monté en comparateur non-inverseur avec $V_{ref} = V_{cc}$, $V_H = 2V_{cc}$ (alim positive de AO1) et $V_L = 0V$ (alim négative de AO1) ce qui donne :

$$V'_{ref} = V_{ref} \frac{R_2 + R_1}{R_2} = V_{cc} \frac{R_2 + R_1}{R_2}$$

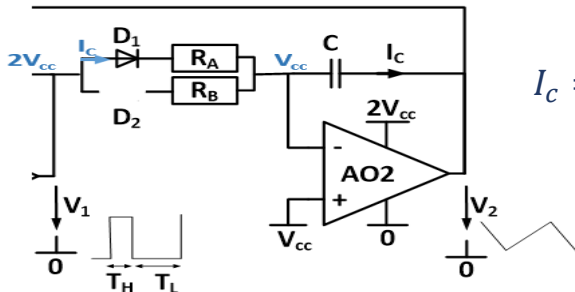
$$V_{T1} = V_{ref} \frac{R_2 + R_1}{R_2} - V_H \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_2 - R_1}{R_2} V_{cc}$$

et $V_{T2} = V_{ref} \frac{R_2 + R_1}{R_2} - V_L \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_2 + R_1}{R_2} V_{cc}$



a- Donner les équations de $V_2(t)$ quand $V_1 = 2V_{cc}$ (D_2 bloquée) et quand $V_1 = 0$ (D_1 bloquée).

➤ Quand la sortie du comparateur V_1 est à $V_H = 2V_{cc}$ (la tension v_- de OA2 étant tjrs à V_{cc}) c'est la diode D_1 qui est passante ($V_{anode} > V_{cathode}$). La capacité se charge donc à travers R_A et le schéma devient:

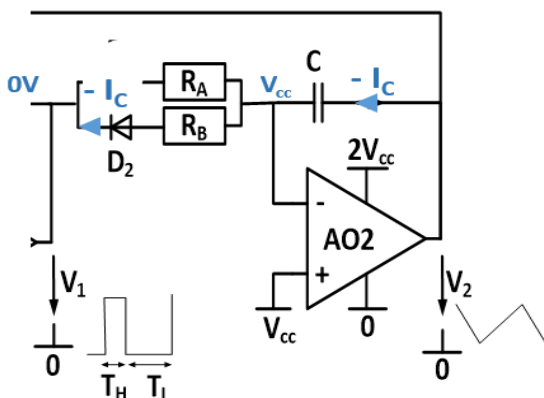


$$I_c = \frac{2V_{cc} - V_{cc}}{R_A} = C \frac{d(V_{cc} - V_2)}{dt} = -C \frac{d(V_2)}{dt} \quad (\text{car } V_{cc} = \text{cst})$$

$$\rightarrow V_2(t) = -\frac{V_{cc}}{R_A C} t + V_2(0)$$

à $t = 0$, V_1 passait de V_L à V_H et donc $V_2(0) = V_{T2}$

➤ Quand la sortie du comparateur V_1 est à $V_L = 0$ (la tension v_- de OA2 étant tjrs à V_{cc}) c'est la diode D_2 qui est passante ($V_{anode} > V_{cathode}$). La capacité se décharge donc à travers R_B et le schéma devient:



$$-I_c = \frac{V_{cc} - 0}{R_B} = C \frac{d(V_2 - V_{cc})}{dt} = C \frac{d(V_2)}{dt}$$

$$\rightarrow V_2(t) = \frac{V_{cc}}{R_B C} t + V_2(0)$$

à $t = 0$, V_1 passait de V_H à V_L et donc $V_2(0) = V_{T1}$

$V_2(t)$ Pour $V_1 = +2V_{CC}$	$V_{T2} - \frac{V_{cc}}{CR_A} t = \frac{R_2 + R_1}{R_2} V_{cc} - \frac{V_{cc}}{CR_A} t$
$V_2(t)$ Pour $V_1 = 0$ V	$V_{T1} + \frac{V_{cc}}{CR_B} t = \frac{R_2 - R_1}{R_2} V_{cc} + \frac{V_{cc}}{CR_B} t$

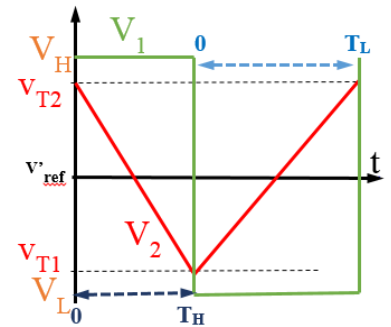
b- Etablir les expressions de la période T et du rapport cyclique (T_H/T).

Pour $V_1 = +2V_{CC}$ et à $t = T_H \rightarrow V_2(T_H) = V_{T1} = V_{T2} - \frac{V_{cc}}{CR_A} T_H$

Pour $V_1 = 0$ V et à $t = T_L \rightarrow V_2(T_L) = V_{T2} = V_{T1} + \frac{V_{cc}}{CR_B} T_L$

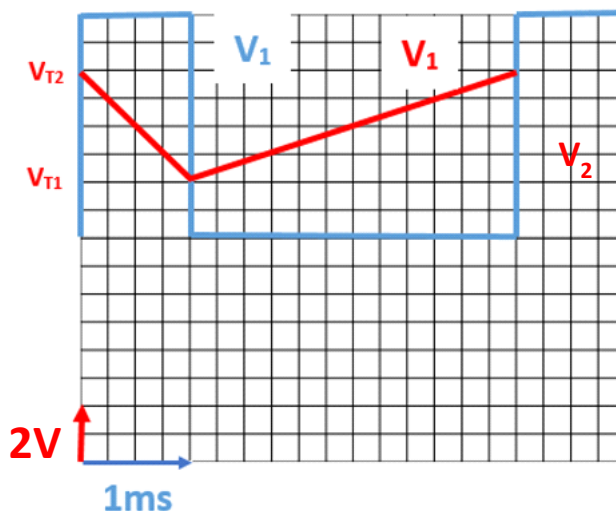
Avec $V_{T2} - V_{T1} = \Delta V_T = \frac{2V_{cc}R_1}{R_2}$ et donc

$$T_H = \frac{2V_{cc}R_1}{R_2} \frac{CR_A}{V_{cc}} \text{ et } T_L = \frac{2V_{cc}R_1}{R_2} \frac{CR_B}{V_{cc}}$$

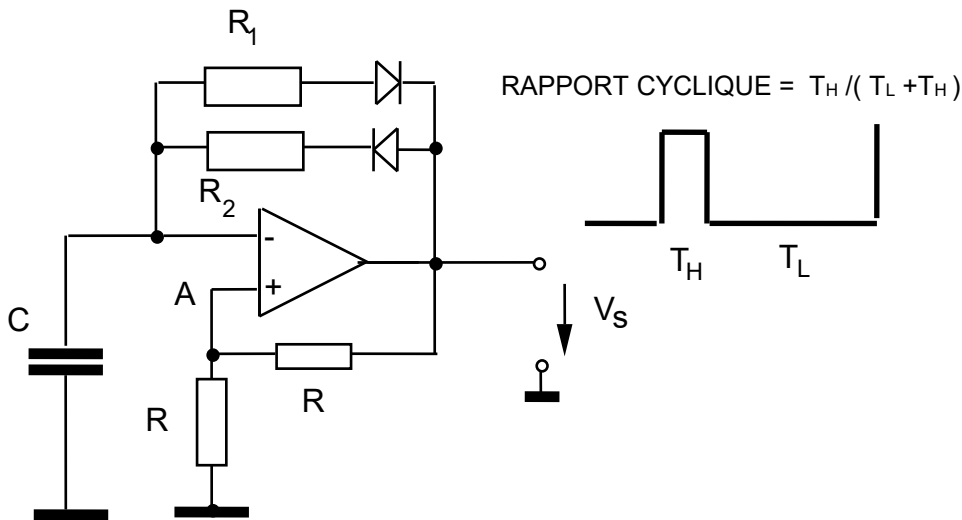


$$T = T_H + T_L = \frac{(R_A + R_B)C\Delta V_T}{V_{CC}} = \frac{(R_A + R_B)2CR_1}{R_2} \text{ et } T_H/T = \frac{R_A}{(R_A + R_B)}$$

c- Représenter V_1 et V_2 dans le cas particulier ou $V_{CC} = 4$ [V], $R_2 = 2R_1$ et $R_B = 3R_A$ et $T = 4$ [ms].

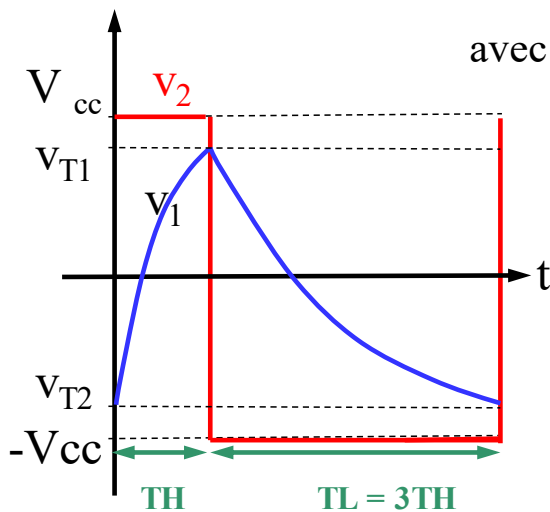


Ex 2 Bascule Astable



$$u_c(t) = u_{c\infty} - (u_{c\infty} - u_c(0))e^{-\frac{t}{\tau}}$$

avec $u_c(0) = V_{T2}$; $u_{c\infty} = V_{cc}$ et $u_c(T_H) = V_{T1}$



à $t = T_H$,

$$u_c(T_H) = V_{cc} - (V_{cc} - V_{T2})e^{-\frac{T_H}{R_2 C}} = V_{T1}$$

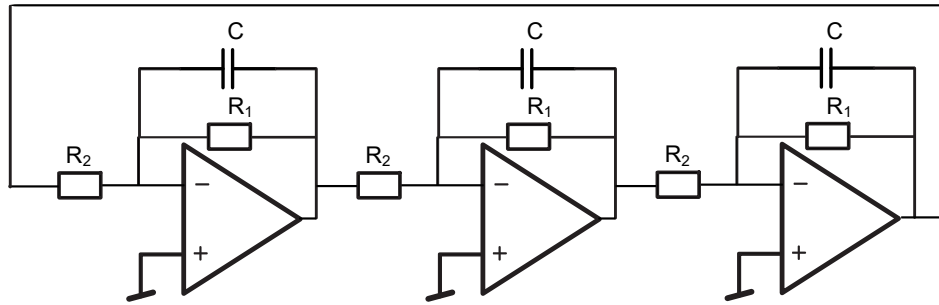
$$V_{T1} = \frac{R}{R+R} V_{cc} = 0.5V_{cc} = -V_{T2} \rightarrow$$

$$T_H = R_2 C \ln\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right) = R_2 C \ln(3) = \frac{T_L}{3} = \frac{1}{3} R_1 C \ln(3)$$

$$R_1 = 3 R_2 \text{ et } T = T_H + T_L = 4 R_2 C \ln(3) = \left(\frac{1}{F}\right) = 10^{-4} s$$

Exemple d'implémentation : $R_1 = 10k\Omega$; $R_2 = 3.3k\Omega$; $C = 6.9 \text{ nF}$.

Ex 3 Oscillateur 1



Gain en boucle ouverte :

$$A\beta(j\omega) = \left(\frac{A_0}{1 + j\frac{\omega}{\omega_p}} \right)^3 \text{ avec } A_0 = -\frac{R_1}{R_2} \text{ et } \omega_p = \frac{1}{R_1 C}$$

Rq : En général, on n'a pas besoin de distinguer A de β puis que le critère d'oscillation de Barkhausen concerne le produit $A\beta$ (c.à.d. $\underline{A}(j\omega)\underline{\beta}(j\omega) = 1$)

La pulsation d'oscillation ω_o est donnée par la deuxième condition d'oscillation:

$$\text{Arg}(A\beta(j\omega_o)) = 0 \text{ modulo } 2\pi.$$

On sait que $\text{Arg}(A_0) = \pi$ (car $A_0 < 0$), on peut donc écrire :

$$\text{Arg}(A\beta(j\omega_o)) = \text{Arg}\left(\frac{A_0}{1 + j\frac{\omega_o}{\omega_p}}\right)^3 = 3 \text{Arg}(A_0) - 3 \text{Arg}\left(1 + j\frac{\omega_o}{\omega_p}\right) = 0 \text{ ou } 2\pi$$

$$\rightarrow \text{Arg}(A_0) - \text{Arctg}\left(\frac{\omega_o}{\omega_p}\right) = 0 \text{ ou } \frac{2\pi}{3} \rightarrow \text{Arctg}\left(\frac{\omega_o}{\omega_p}\right) = \pi \text{ ou } \frac{\pi}{3}$$

solution 1: $\left(\frac{\omega_o}{\omega_p}\right) = \text{tg}(\pi) = 0 \rightarrow \omega_o = 0$ (signal continue $\rightarrow$ solution non acceptable)

solution 2: $\left(\frac{\omega_o}{\omega_p}\right) = \text{tg}\left(\frac{\pi}{3}\right) = \sqrt{3}$ (solution acceptable)

D'où la pulsation d'oscillation $\omega_o = \sqrt{3} \omega_p = \frac{\sqrt{3}}{R_1 C}$

De plus la deuxième condition d'oscillation : $|A\beta(j\omega_o)| = 1$ donne :

$$\left| \frac{A_0}{1 + j\sqrt{3}} \right| = 1 \rightarrow |A_0| = \frac{R_1}{R_2} = 2$$

$$\rightarrow R_1 = 2 R_2$$