

# Comparateurs à hystérésis et Oscillateurs Astable

## Exercice n°1 : Un circuit de remise en forme

Q1 :  $V^- = \frac{V_{dd}}{2}$       Q2 :  $V^+ = E \cdot \frac{R_b}{R_a + R_b} + S \cdot \frac{R_a}{R_a + R_b}$       Q3 :  $\epsilon > 0 \Rightarrow S = V_{dd}$     $\epsilon < 0 \Rightarrow S = 0$

Q4 :  $\epsilon < 0 \Rightarrow V^+ - V^- < 0 \Rightarrow E \cdot \frac{R_b}{R_a + R_b} - \frac{V_{dd}}{2} < 0$  soit  $E < \frac{R_a + R_b}{R_b} \cdot \frac{V_{dd}}{2}$

$\epsilon > 0 \Rightarrow V^+ - V^- > 0 \Rightarrow E \cdot \frac{R_b}{R_a + R_b} + V_{dd} \cdot \frac{R_a}{R_a + R_b} - \frac{V_{dd}}{2} > 0$  soit  $E > \frac{R_a + R_b}{R_b} \cdot \left( \frac{V_{dd}}{2} - V_{dd} \cdot \frac{R_a}{R_a + R_b} \right)$

que l'on peut écrire  $E > \frac{R_a + R_b}{R_b} \cdot \frac{V_{dd}}{2} - V_{dd} \cdot \frac{R_a}{R_b}$

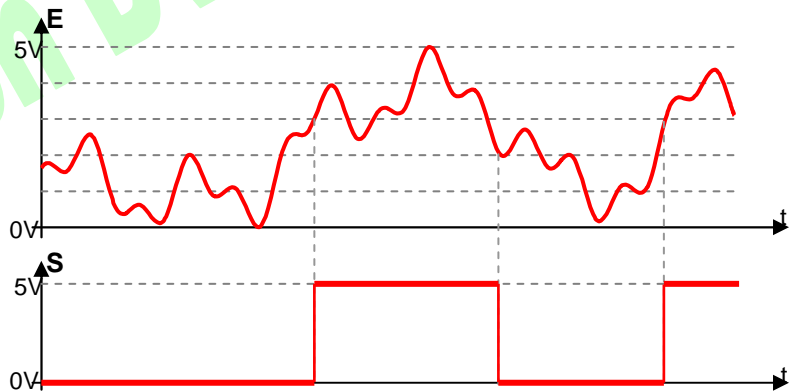
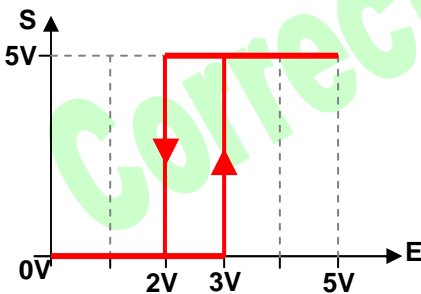
Comme  $V_{t1} < V_{t2}$  on en déduit directement que  $V_{t2} = \frac{R_a + R_b}{R_b} \cdot \frac{V_{dd}}{2}$  et  $V_{t1} = \frac{R_a + R_b}{R_b} \cdot \frac{V_{dd}}{2} - V_{dd} \cdot \frac{R_a}{R_b}$

Q5 : L'expression de  $V_{t1}$  peut s'écrire sous la forme  $V_{t1} = \frac{R_b - R_a}{2 \cdot R_b} \cdot V_{dd}$  soit  $R_b = \frac{R_a \cdot V_{dd}}{V_{dd} - 2V_{t1}}$

Donc  $R_b = 100k\Omega$  On en déduit donc  $V_{t2} = 3V$

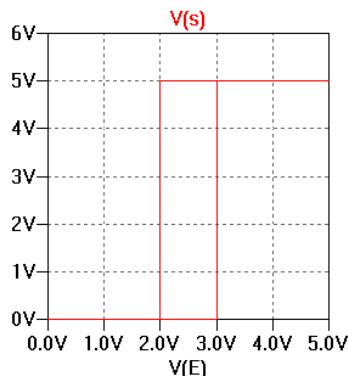
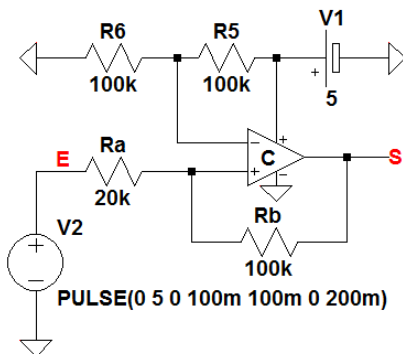
Q6 :

$\epsilon < 0 \Rightarrow S = 0$     $E < V_{t2} = 3V$   
 $\epsilon > 0 \Rightarrow S = V_{dd}$     $E > V_{t1} = 2V$



Simulation LTSpice :

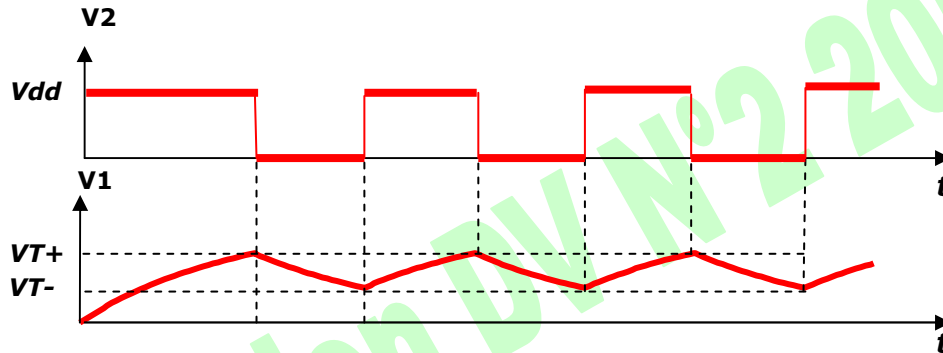
Circuit de mise en forme  
<http://poujouly.net>  
 .inc SP.lib    .tran 200m



## Exercice n°2 : Un clignotant pour LED

Q1 :  $V_+ = \frac{\frac{V_{dd}}{R_o} + \frac{V_2}{R_o}}{\frac{1}{R_o} + \frac{1}{R_o} + \frac{1}{R_o}} = \frac{V_{dd} + V_2}{3}$  si  $V_1 > V_+$  alors  $V_2 = V_{dd}$  soit  $V_1 > 2V_{dd}/3$  si  $V_1 < V_+$  alors  $V_2 = 0$  soit  $V_1 < V_{dd}/3$ . On retrouve bien le cycle d'hystérésis proposé.

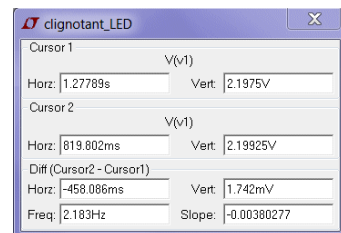
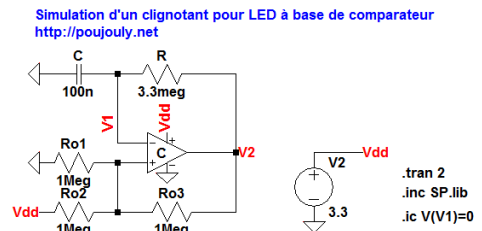
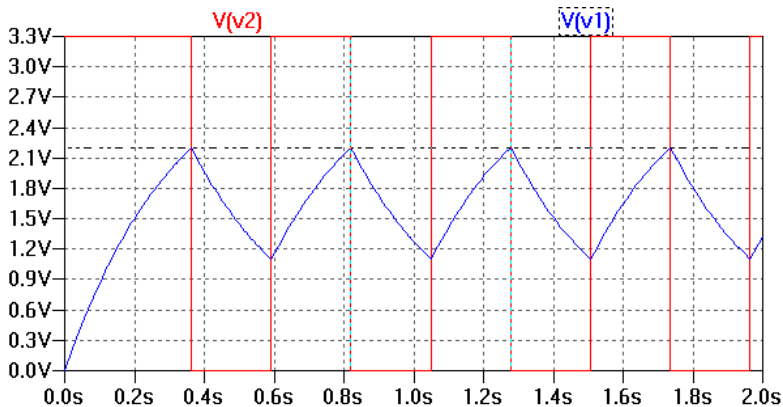
Q2 / Q3 :



Q4 : En remplaçant les différentes quantités il vient :  $f_{osc} = \frac{1}{RC \cdot \ln\left(\frac{\left(\frac{2V_{dd}}{3}\right)\left(V_{dd} - \frac{V_{dd}}{3}\right)}{\left(\frac{V_{dd}}{3}\right)\left(V_{cc} - \frac{2V_{dd}}{3}\right)}\right)}$

que l'on peut simplifier  $f_{osc} = \frac{1}{RC \cdot \ln(4)}$  soit une fréquence d'oscillation  $f_{osc} \approx 2,19\text{Hz}$

Vérification avec LTSpice :



Q5 :  $R_s = \frac{V_{dd} - V_d}{I_d} = \frac{3,3\text{V} - 1,6\text{V}}{10\text{mA}}$  soit  $R_s = 170\Omega$

### Exercice n°3 : Un oscillateur contrôlé en tension

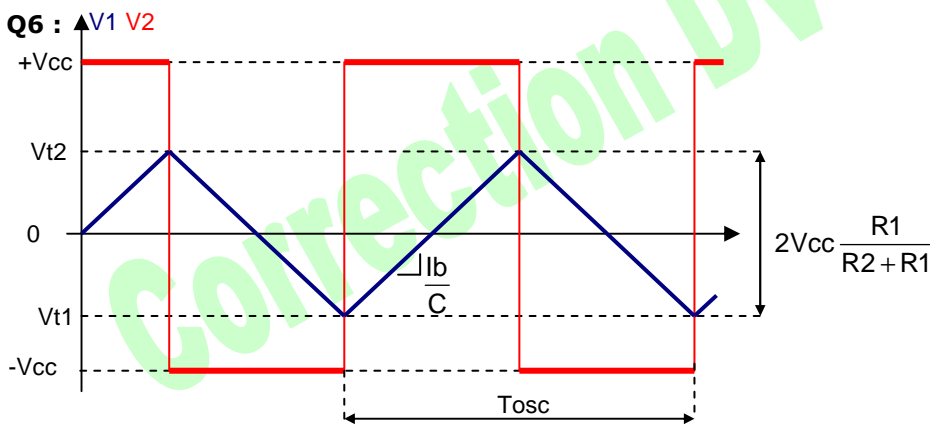
**Q1 :** 
$$\epsilon_{cp} = V_+ - V_1 = \frac{V_2 \cdot R_1}{R_1 + R_2} - V_1$$

**Q2 :** Lorsque  $\epsilon_{cp} > 0$   $V_2 = +V_{cc}$  donc  $V_{t2} = \frac{V_{cc} \cdot R_1}{R_1 + R_2} > V_1$

et lorsque  $\epsilon_{cp} < 0$   $V_2 = -V_{cc}$  donc  $V_{t1} = \frac{-V_{cc} \cdot R_1}{R_1 + R_2} < V_1$

**Q4 :** Il s'agit d'un amplificateur de courant commandé en tension.

**Q5 :** 
$$I_s = C \frac{dV_1}{dt}$$
 Comme le courant  $I_s$  est constant par morceau la tension  $V_1$  aux bornes du condensateur évolue linéairement en fonction du temps.



**Q7 :** En examinant le tracé de  $V_1(t)$  il vient que :

$$\frac{\Delta U}{\Delta T} = \frac{2V_{cc} \frac{R_1}{R_2 + R_1}}{T_{osc}/2} = \frac{I_b}{C} \text{ donc}$$

$$f_{osc} = \frac{I_b}{4V_{cc} \cdot C} \cdot \frac{R_2 + R_1}{R_1}$$

**Q8 :** Signal triangulaire d'amplitude 2V crête à crête  $\Rightarrow$

$$V_{cc} \frac{R_1}{R_2 + R_1} = 1V \text{ donc } \frac{R_2}{R_1} = 4$$

**Q9 :** 
$$I_b = \frac{V_e - V_b}{R_b} = \frac{V_e + V_{cc} - 0,6V}{R_b}$$
  $I_{bmax} = 2mA$  donc  $R_b = 4,7k\Omega$

Exprimer  $I_b$  en fonction de la tension d'entrée  $V_e$ . Pour  $V_e = 5V$  on choisit un courant  $I_b$  maximum de 2mA. En déduire la valeur de  $R_b$ .

**Q10 :** 
$$f_{osc} = \frac{(V_e + V_{cc} - 0,6V) \cdot R_2 + R_1}{4V_{cc} \cdot R_b \cdot C}$$

**Q11 :**  $V_e = V_{cc} \Rightarrow f_{osc} = 5kHz$   $V_e = 0 \Rightarrow f_{osc} = 2,34kHz$

Le montage n'oscille plus pour  $V_e = -V_{cc} + 0,6V = -4,4V$

Le nom VCO pour Voltage Controlled Oscillator se justifie simplement car la fréquence des oscillations dépend bien de la tension de commande  $V_e$

