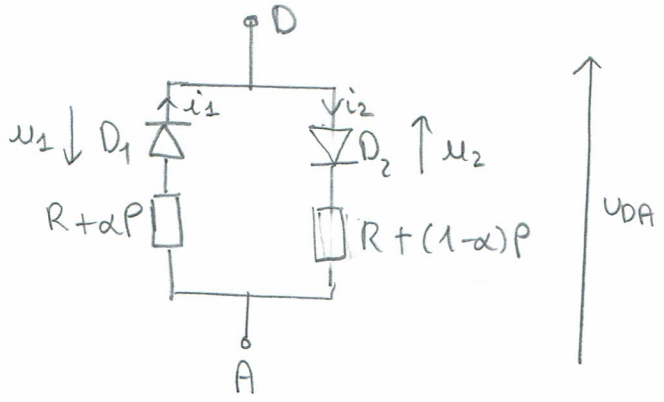
Multivibrateur astable

1) * Si $V_S = V_{DD}$ alors en entrée de la 2e porte NOT : $V_D = V_{E2} < \frac{V_{DD}}{2}$

* Or $V_D = V_{S1}$ donc $V_D = 0$ ou $V_D = V_{DD}$ $\Rightarrow$ $V_D = 0$

* On a donc $V_{E1} = V_A = V_{DD}$ (pas de courant en entrée de la porte NOT)



* On a $U_{DA} = V_D - V_A = -V_{DD} < 0$

* Or $U_{DA} = u_2 + (R+(1-\alpha)P)\, i_2$

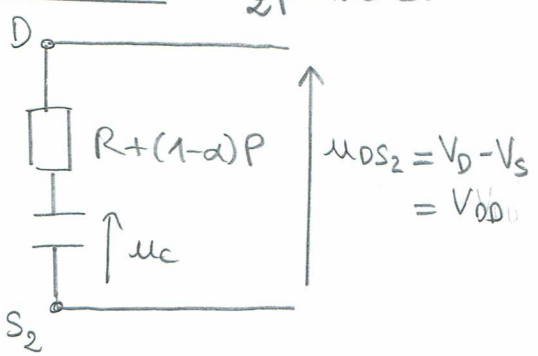
Si D_2 bloquée : $i_2 = 0$ et $u_2 < 0$ → OK.

* On a aussi $U_{DA} = -u_1 - (R+\alpha P) i_1$

Si D_1 passante : $u_1 = 0$ et $i_1 > 0$ → OK.

2) Avec le même type de raisonnement on aboutit pour $V_S = 0$ à D_1 bloquée et D_2 passante

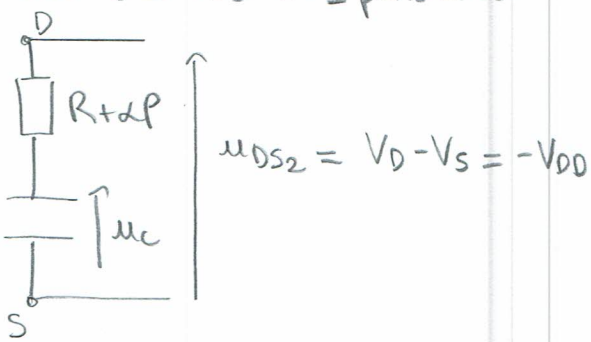
3) Cas $V_S = 0$ (D_2 passante)



le condensateur se charge sous la tension V_{DD} avec la constante de temps

$\tau_1 = (R+(1-\alpha)P)\,C$

Cas $V_S = V_{DD}$ (D_1 passante)



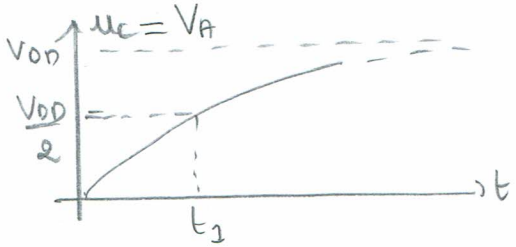
le condensateur se décharge pour atteindre la tension $-V_{DD}$ avec la constante de temps

$\tau_2 = (R+\alpha P)C$

4-1) On est dans le cas $V_S = 0$.

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{\tau_1} u_c(t) = +\frac{V_{DD}}{\tau_1}$$

d'où $u_c(t) = V_{DD}(1 - e^{-t/\tau_1})$ car $u_c(0^+) = u_c(0^-) = 0$ tension continue aux bornes du condensateur.



et $u_c(t) = V_A(t) - V_S(t)$

$= V_A(t) - 0$

$= V_A(t)$

4-2) La sortie bascule pour t_1 tel que $V_{E1}(t_1) = V_A(t_1) = \frac{V_{DD}}{2}$
soit quand $\frac{1}{2} = 1 - e^{-t_1/\tau_1}$
ou $e^{-t_1/\tau_1} = \frac{1}{2}$
soit $\boxed{t_1 = \tau_1 \ln 2 = (R + (1-\alpha)P) \times C \times \ln 2}$

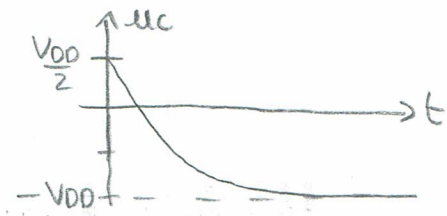
avec $V_A(t) = u_c(t)$ sur cette phase de fonctionnement car $v_s(t) = 0$

4-3) Pour $\alpha = \frac{1}{2}$ $t_1 = (22 + 5) 10^3 \times \ln 2 \times 10^{-9}$
$\boxed{t_1 = 18{,}7\ \mu s}$

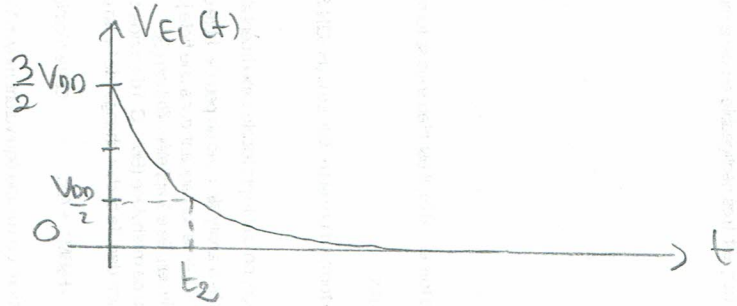
4-4) La tension aux bornes de C est continue : $u_c(t_1^+) = u_c(t_1^-)$
donc $u_c(t_1^+) = \frac{V_{DD}}{2}$

- $V_S(t_1^+) = +V_{DD}$ puisque la sortie a basculé
donc $V_C(t_1^+) = 0$
d'où $v_A(t_1^+) = u_c(t_1^+) + V_S(t_1^+) = \frac{3}{2} V_{DD}$

5-1) $u_c(t)$ évolue vers $-V_{DD}$:
$\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{\tau_2} u_c(t) = -\frac{V_{DD}}{\tau_1}$



La sortie $v_S(t)$ bascule pour t_2 tel que $V_{E1}(t_2) = V_A(t_2) = \frac{V_{DD}}{2}$
On $V_A(t) = u_c(t) + v_S(t)$ avec $v_S(t) = V_{DD}$.



Rm Nouvelle origine des temps au début de cette phase de fonctionnement.

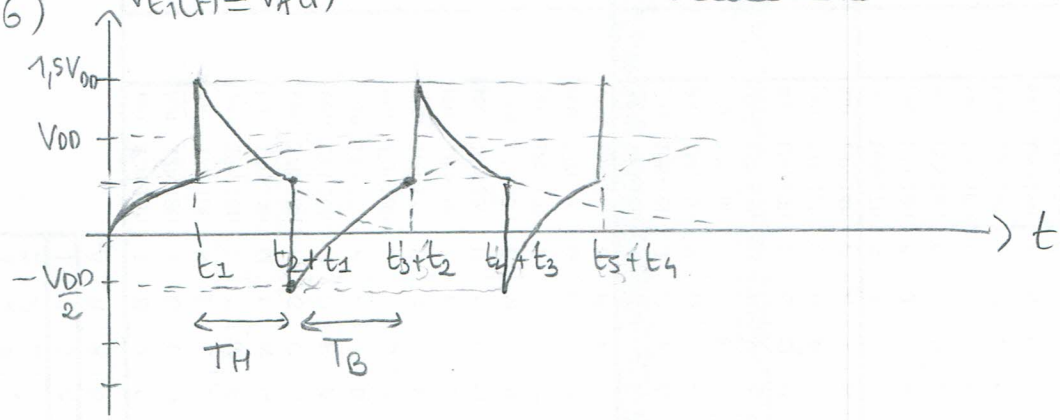
5-2) On a $V_{E1}(t) = \frac{3}{2} V_{DD} e^{-t/\tau_2}$
Donc à t_2 $V_{E1}(t_2) = \frac{V_{DD}}{2} = \frac{3}{2} V_{DD} e^{-t_2/\tau_2}$
soit $e^{t_2/\tau_1} = 3$
ou $\boxed{t_2 = \tau_2 \ln 3}$

5-3) Pour $\alpha = \frac{1}{2}$: $t_2 = (R + \frac{P}{2}) \times C \times \ln 3 = \underline{29{,}6\ \mu s}$

5_4) $u_c(t_2^+) = u_c(t_2^-) = -\frac{V_{DD}}{2}$

$v_A(t_2^+) = u_c(t_2^+) + \underbrace{v_s(t_2^+)}_{=0 \text{ après basculement}} = -\frac{V_{DD}}{2}$.

6) $V_{E1}(t) = V_A(t)$



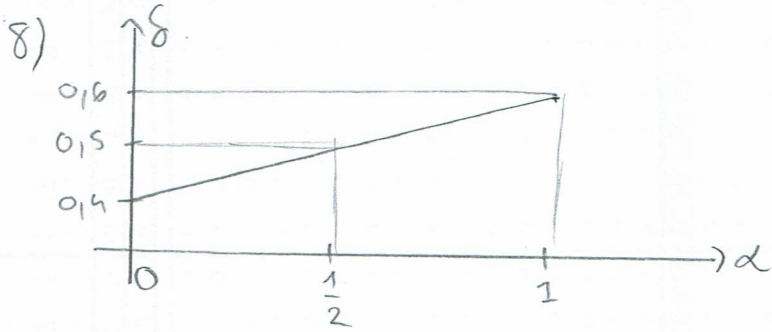
$T_H = t_2 = (R+\alpha P)\ln 3$

$T_B = t_3 = (R+(1-\alpha)P)\ln 3$

7) $T = T_H + T_B = (2R+P)\ln 3$ AN $\boxed{T = 59{,}3\,\mu s}$

$\delta = \frac{T_H}{T} = \frac{(R+\alpha P)}{2R+P}$

8)

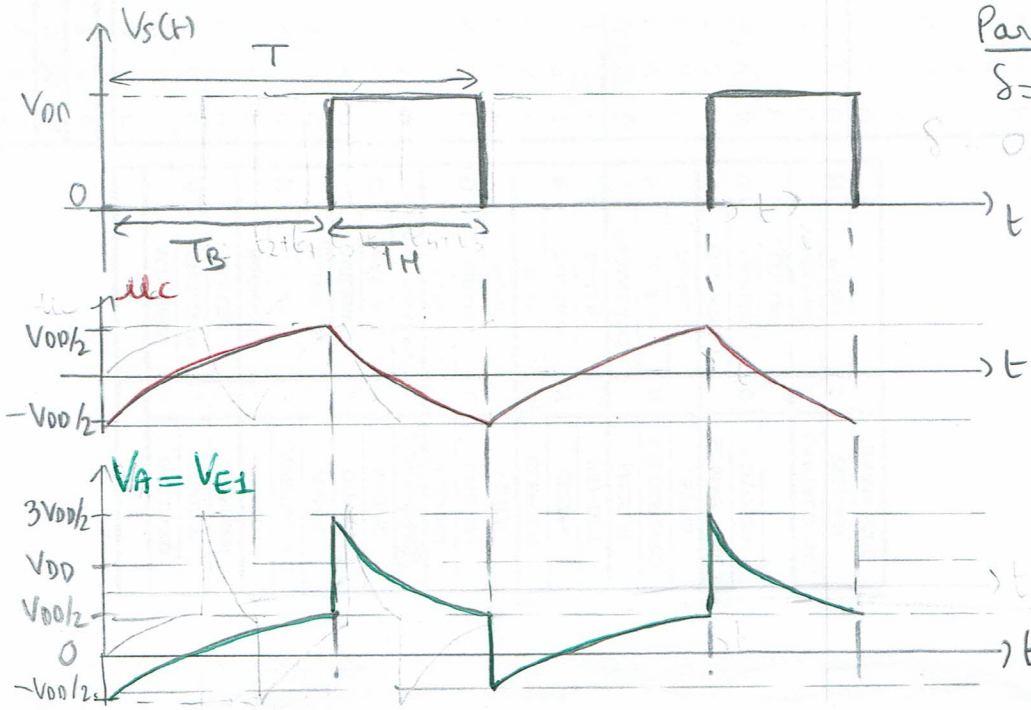


$\delta(0) = \frac{R}{2R+P} = \frac{22}{54} = 0{,}4$

$\delta(\frac{1}{2}) = \frac{(R+P/2)}{2R+P} = \frac{1}{2}$

$\delta(1) = \frac{R+P}{2R+P} = \frac{32}{54} = 0{,}6$.

9)



Par exemple : $\delta = 0{,}4$.