

Durée : 1H : 30 mn. Sans documents

Le 15/11/2011

Exercice 1: (4 points)

On considère le circuit de la figure 1 où la tension V_e est un échelon de tension de 5V. On donne $R_1=100\ \Omega$, $R_2=220\ \Omega$, $L=15\ \mu H$

1-1: Calculer la constante de temps du circuit.

1-2: Trouver la fonction de transfert du circuit.

1-3: En utilisant la transformée de Laplace trouver l'expression de la tension de sortie en fonction du temps.

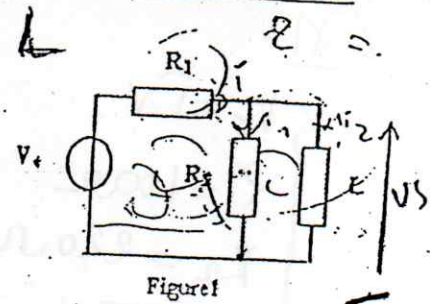


Figure 1

Exercice 2: (4 points)

On considère le circuit de la figure 2 où la tension de la diode Zéner utilisée, $V_{zo}=12V$, $R=10\ K\Omega$, $C=1\ \mu F$ et $V_e=20\ Volts$.

On veut étudier le comportement du circuit en régime de commutation.

1) Expliquer le fonctionnement du circuit et représenter l'évolution de $v(t)$ et de $i(t)$ en fonction du temps lorsque le commutateur passe de la position 1 à la position 2 en supposant que le condensateur est initialement déchargé.

2) Au bout de quel temps t_1 , la tension $v(t)$ attein-elle 12V?

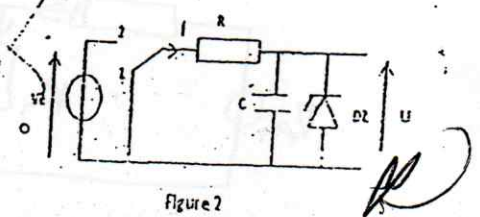


Figure 2

Exercice 3: (5 points)

1) Représenter le schéma électronique d'un multivibrateur astable à transistors MOS à canal-n à enrichissement;

2) Représenter le schéma électronique d'un astable à transistors bipolaires de type npn.

On donne $V_{cc}=20\ V$, $\beta_1=\beta_2=\beta=100$, $R_{C1}=R_{C2}=R_C=2K\Omega$, $R_{B1}=68\ K\Omega$, $R_{B2}=33\ K\Omega$ et $C_1=C_2=C=0,35\ \mu F$.

3) Expliquer le fonctionnement du montage et représenter l'évolution en fonction du temps des tensions V_{BE1} , V_{BE2} et V_{CE1} . Les transistors sont-ils sursaturés? Si oui calculer les coefficients de sursaturation.

4) Calculer les caractéristiques du circuit.

Exercice 4: (7 points)

On considère le circuit de la figure 3, où $C_1=10\ pF$, $C_2=30\ pF$ et $R=1\ M\Omega$. Expliquer le fonctionnement du montage et représenter l'évolution en fonction du temps de la tension de sortie si $R_D=25\ \Omega$ et la résistance en inverse est infinie.

On considère le circuit de la figure 4 où le transistor est en régime linéaire et fonctionne en commutation, $\beta=100$, $V_{CESAT}=0,1\ V$, $R_C=1\ K\Omega$, $V_{CC}=15\ V$, V_e varie entre 0,6 V et 5V.

1: Calculer le courant I_{Clim} et I_{Blim} .

2: Calculer R_B dans la série E12 si $V_e=5V$ et le coefficient de sursaturation $K=2$.

3: R_B prend la valeur normalisée précédente, calculer la valeur de V_e qui place le transistor à la limite de saturation.

4: On donne $h_{11}=500\ \Omega$, $f_T=100MHz$, $C_{BC}=5\ pF$. Calculer les constantes de temps à l'entrée et en sortie τ_e et τ_s .

5: Représenter sur le même graphique, l'évolution de $i_C(t)$ dans les cas des commutations:

• de la limite de blocage vers la limite de saturation

• de la limite de blocage vers la sursaturation ($K=2$). Conclure.

donnée : E12 (100, 120, 150, 180, 220, 270, 330, 390, 470, 560, 680, 820)

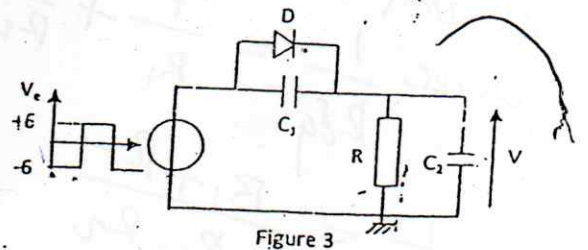


Figure 3

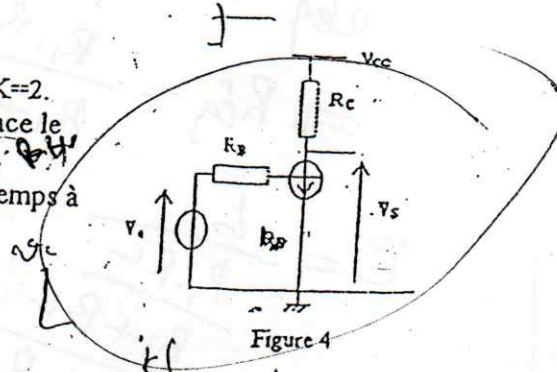
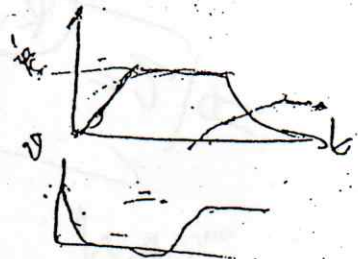


Figure 4

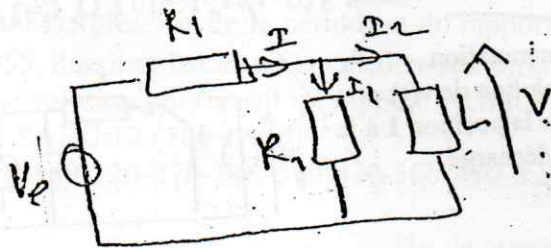
Fin des questions
Bonne chance.



① 2) La fonction de transfert du circuit

Ex1:

$$\begin{cases} V_c = \hat{V} \\ R_1 = 100 \Omega \\ R_2 = 220 \Omega \\ L = 15 \text{ mH} \end{cases}$$



$$1 - \tau = \frac{L}{R_{\text{eq}}}$$

cte de temps

$$\text{avec } \frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}$$

$$\Rightarrow R_{\text{eq}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\tau = \frac{L}{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}}$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{(R_1 + R_2)L}{R_1 R_2}$$

A.N

$$\text{ona: } I = I_1 + I_2$$

$$\text{et } V = L \cdot \frac{di_2}{dt}$$

$$\therefore V = R_2 \cdot i_1$$

loi de maille

$$V_c = R_1 I + R_2 I_1$$

transform. de Laplace
les équations deviennent

$$I(p) = I_1(p) + I_2(p)$$

$$V(p) = L p \cdot I_2(p)$$

$$V = R_2 \cdot I_1(p)$$

$$V_c(p) = R_1 I(p) + V(p)$$

$$\Rightarrow V_c(p) = R_1 (I_1(p) + I_2(p)) + V(p)$$

$$V_c(p) = R_1 \left(\frac{V(p)}{R_2} + \frac{V(p)}{L p} \right) + V(p)$$

$$V_c(p) = V(p) \left[R_1 \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{L p} \right) + 1 \right]$$

$$\Rightarrow H(p) = \frac{V(p)}{V_c(p)} = \frac{1}{R_1 \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{L p} \right) + 1}$$

$$\frac{R_1 L p + R_1 R_2 + R_2 L p}{R_2 L p}$$

$$\frac{1}{R_1 L}$$

$$+(p) = \frac{R_2 L p}{R_1 L p + R_1 R_2 + R_2 L p}$$

$$H(p) = \frac{R_2 L p}{R_1 R_2 + (R_1 L + R_2 L) p}$$

$$= \frac{R_2 L p}{R_1 R_2 + L(R_1 + R_2) p}$$

$$= \frac{\frac{R_2 L p}{R_1 R_2}}{1 + \frac{L(R_1 + R_2)}{R_1 R_2} p}$$

$$H(p) = \frac{\frac{L p}{R_1}}{1 + \tau p}$$

$$3) H(p) = \frac{V(p)}{V_e(p)} = \frac{\frac{L}{R_1} p}{\tau p + 1}$$

$$\text{or } V_e(p) = \frac{\tau}{p}$$

$$\Rightarrow V(p) = H(p) \times V_e(p)$$

$$= \frac{\frac{L}{R_1} p}{\tau p + 1} \times \frac{\tau}{p}$$

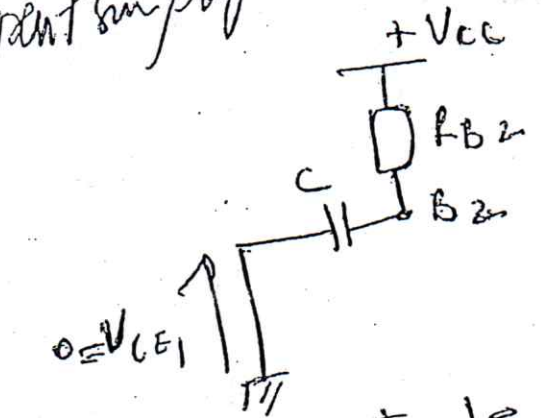
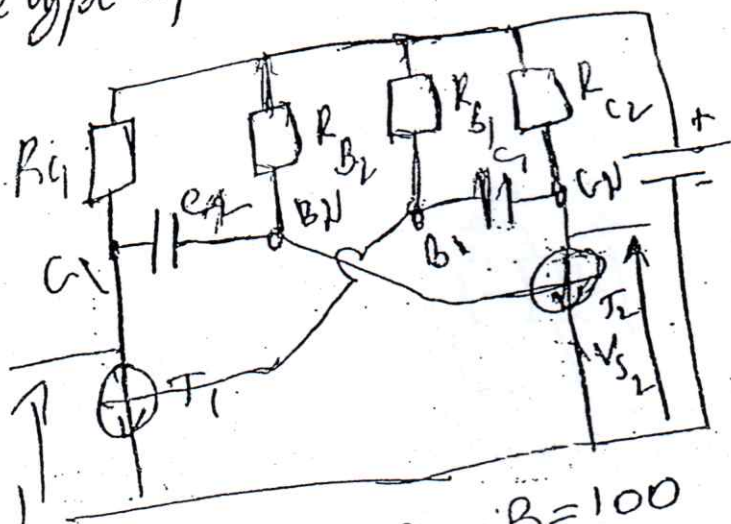
$$V(p) = \frac{\tau \times \frac{L}{R_1}}{\tau p + 1}$$

$$|V(t)| = \left(\tau \times \frac{L}{R} \right) \frac{e^{-t/\tau}}{\tau} u(t)$$

Ex3

le schéma électronique d'un
table à transistor bipolaire
et type npn

lorsque 1) : on peut simplifier le circuit

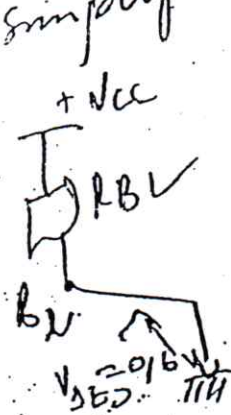


on a changement de
condensateur de
0,6 - VCC \rightarrow 0,6V
avec une constante
de temps $\tau = R_{B2} \cdot C$

$V_{CC} = 20V; \beta_1 = \beta_2 = \beta = 100$
 $R_{C1} = R_{C2} = R_C = 2k\Omega; R_{B1} = 68k\Omega$
 $R_{B2} = 33k\Omega$ et $C_1 = C_2 = C = 95\mu F$

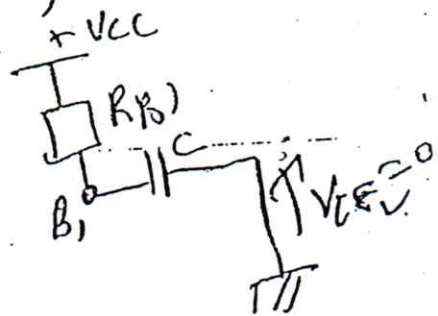
1) Fonctionnement du montage :
lorsque T_1 : off et T_2 : on

Pour la tension du Base de T_2
on peut simplifier le circuit



$V_{BE2} = 0,6V$

Pour la tension du Base de T_1
lorsque T_1 : off et T_2 : on
on peut simplifier le circuit



on a changement de
condensateur de 96 - VCC \rightarrow 96V
est du temps $\tau = R_{B1} \cdot C$

$$I_{Blin} = \frac{I_{Cin}}{\beta}$$

$$= \frac{10^{-4}}{100} = 10^{-2} \times 10^{-4}$$

(3)

$$I_{Blin} = 10^{-4} A$$

loi de maille desorte
 $I_C R_C + V_{CE} = V_{CC}$

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$$

$$= \frac{20 - 0,2}{2000}$$

$$I_C = \frac{19,8}{2000}$$

$$I_C = \beta I_B$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{19,8 \times 10^{-4}}{2000}$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = 0,99 \mu A$$

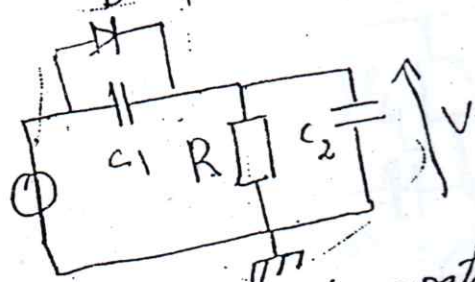
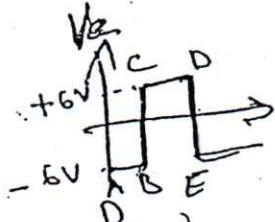
$$I_B = K I_{Blin}$$

$$K = \frac{I_B}{I_{Blin}} = 99 \times 10^4$$

$$K = 9900 ?$$

4) caractéristiques du circuit:

$C_1 = 10 \mu F$; $C_2 = 50 \mu F$
 et $R = 1 M\Omega$



• Fonctionnement du montage
 A dans l'intervalle [AB]
 nous sommes en régime permanent
 où $V_c = -6V$

en régime permanent :
 la diode est bloquée c.à.d.

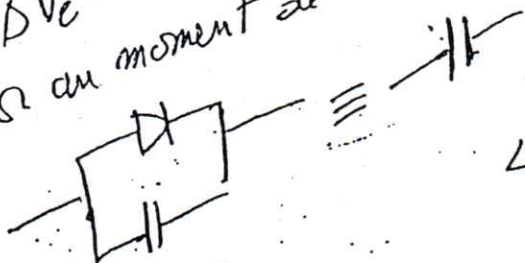
$$V = 0$$

Pendant premier transition [BC]

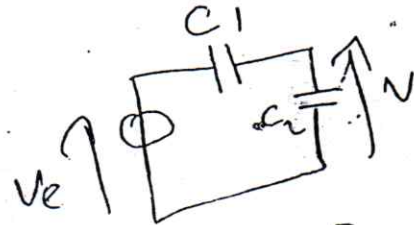
$$\Delta V_c = 6 - (-6) = 12V$$

$$\Delta V_c = 12V$$

soit au moment de transition



donc le montage devient :



$$V = Z_{C2} \times I$$

$$V = Z_{C2} \times \frac{V_c}{Z_{C1} + Z_{C2}}$$

$$Z_{C2} = \frac{1}{C_2 \omega} ; Z_{C1} = \frac{1}{C_1 \omega}$$

$$V = \frac{\frac{1}{C_2 \omega} \times V_c}{\frac{1}{C_1 \omega} + \frac{1}{C_2 \omega}}$$

$$V = \frac{\frac{V_c}{C_2}}{\frac{C_2 + C_1}{C_1 C_2}}$$

$$\Delta V = \frac{C_1 \Delta V_c}{C_1 + C_2}$$

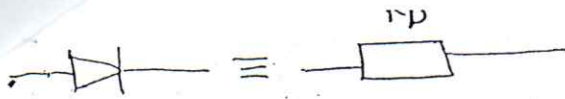
$$\Delta V = \frac{10}{40} \times 12$$

$$\Delta V = 0,25 \times 12$$

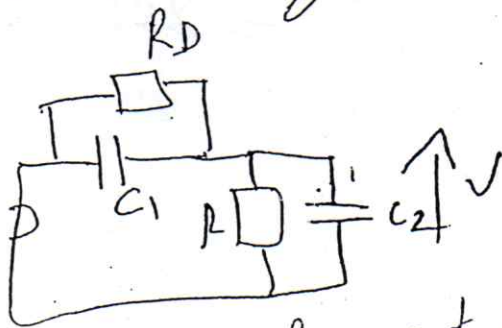
$$\Delta V = 3V$$

au cours de transition

$$\Delta V_c > \Delta V$$



donc le montage devient:



on a ici un chargement du condensateur avec une constante de temps $\tau = (R \parallel R_D) \cdot (C_1 + C_2)$

$$R_{eq} = (R \parallel R_D)$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_D}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{R + R_D}{R \cdot R_D}$$

$$R_{eq} = \frac{R \cdot R_D}{R + R_D}$$

$$\tau = \frac{R \cdot R_D \cdot (C_1 + C_2)}{R + R_D}$$

au cours de deuxième transition

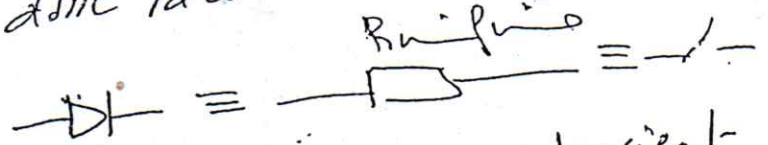
(DE)

$$\Delta V_E = -6 - 6 = -12 \text{ V}$$

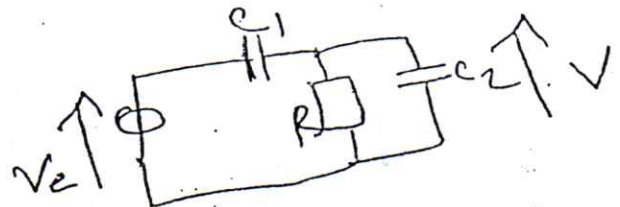
$$\Delta V = \frac{C_1 \cdot \Delta V_E}{C_1 + C_2}$$

$$\Delta V_E - \Delta V_D = -12 + 3 = -9 \text{ V}$$

donc la diode est bloquée



donc le montage se devient

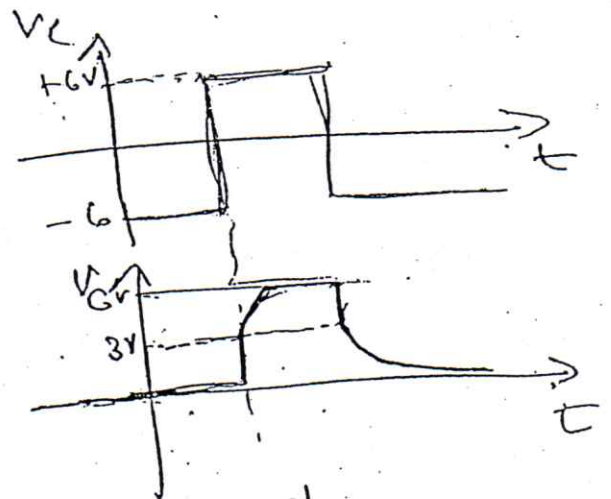


maître:

le condensateur est en cours de décharge avec une constante

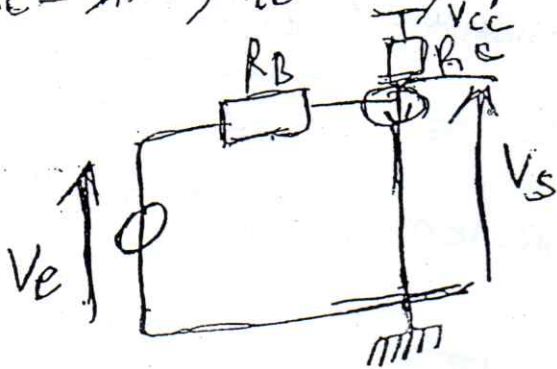
$$\text{de temps } \tau = R \cdot (C_1 + C_2)$$

d'où l'évolution de la tension de sortie:



N

$$R_C = 1k\Omega; V_{CC} = 15V; V_{CE} < 5V$$



à la base

1) à la limite de saturation

$$V_{CE} = 0$$

$$I_{Clim} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{15}{1000} = 15 \cdot 10^{-3} A$$

$$I_{Blim} = \frac{I_{Clim}}{\beta} = \frac{15 \cdot 10^{-3}}{100}$$

$$I_{Blim} = 15 \cdot 10^{-5} A$$

$$2) R_B = ? ; V_E = 5V$$

$$\beta = 2$$

$$I_{CESat} = \frac{V_{CC} - V_{CESat}}{R_C}$$

$$= \frac{15 - 0,1}{10^3}$$

$$I_{CESat} = 14,9 \times 10^{-3} A$$

$$I_{BSat} = \frac{I_{CESat}}{\beta} = 14,9 \times 10^{-5} A$$

$$I_{BSat} = K \cdot I_{BSat}$$

$$= 2 \times 14,9 \times 10^{-5}$$

$$I_{BSat} = 29,8 \times 10^{-5}$$

loi de maille d'entrée

$$V_E = R_B \cdot I_{BSat} + V_{BEsat}$$

$$R_B = \frac{V_E - V_{BEsat}}{I_{BSat}}$$

$$R_B = \frac{5 - 0,6}{29,8 \times 10^{-5}}$$

$$R_B = \frac{4,4}{29,8} \times 10^5$$

$$R_B = 0,147657 \times 10^5$$

$$R_B = 14765,1 \Omega$$

$$R_B = 14,765 k\Omega$$

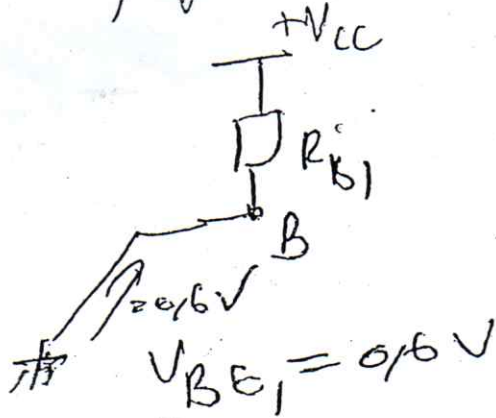
3) loi de maille d'entrée

$$V_E = R_B \cdot I_{Blim} + V_{BE0}$$

$$V_{Elin} = R_B \cdot I_{Blin} + 0,6$$

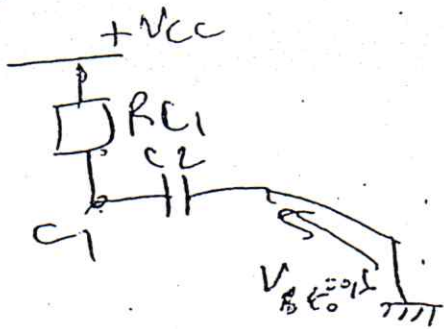
comme

on peut simplifier le circuit



Par la tension du collecteur V_{CE1} de T_1 :

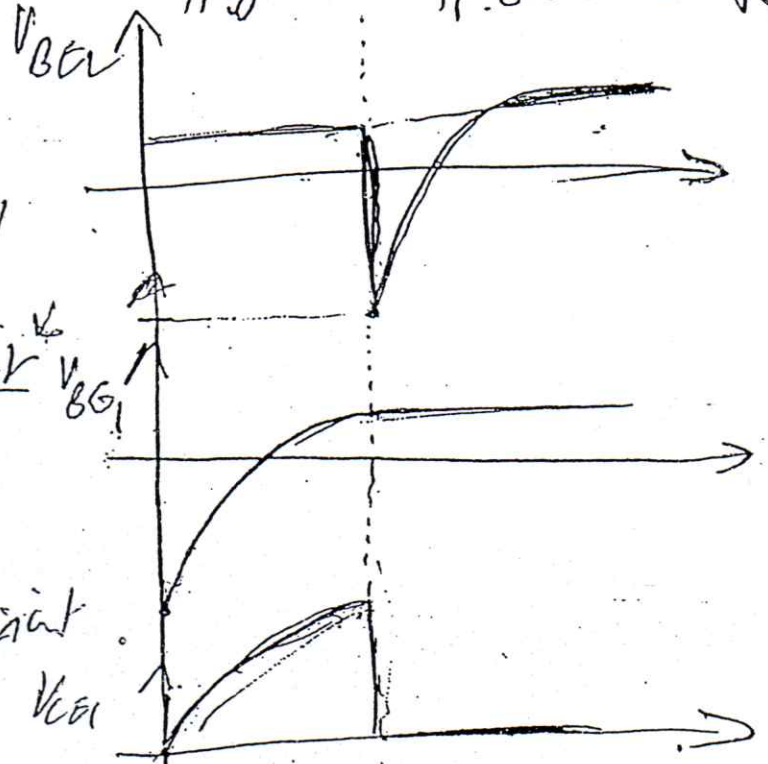
lorsque T_1 : off et T_2 : ON
on peut simplifier le circuit



on a chargement de condensateur
de $0.6 - V_{CC} \rightarrow 0.6V$
avec une constante de
temps $\tau = R_{C1} \cdot C_1$

$$V_{CE2} = 0$$

T_1 : off et T_2 : ON
 T_1 : ON et T_2 : off



à la limite de saturation
 $V_{CE0} = 0$

$$I_{clin} = \frac{V_{CC}}{R_{C2}}$$

$$I_{clin} = \frac{2V}{200\Omega}$$

$$I_{clin} = \frac{1}{100}$$

$$I_{clin} = 10^{-2} A$$

$$I_{clin} = \beta \cdot I_{Blin}$$