

TD ELECTRONIQUE DE COMMUTATION N° 3

EXERCICE 1 : Multivibrateur monostable

Les transistors de la figure 1, supposés identiques, sont caractérisés par les paramètres suivants:
 $\beta = 100$; $V_{CEsat} = 0$ et $V_{BE} = 0.7$ V pour tout $I_B > 0$.

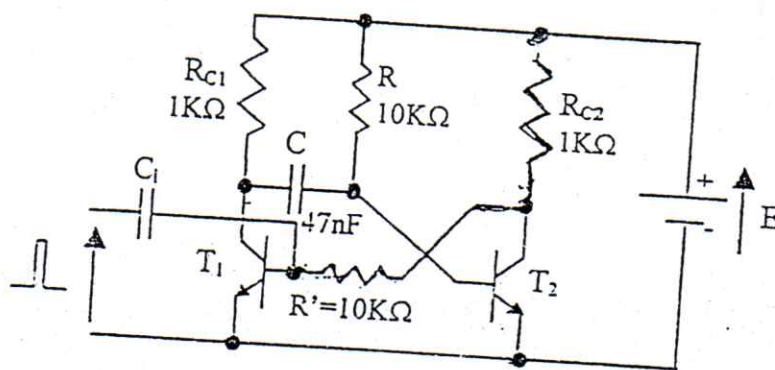


Figure.1.

1°/ Le condensateur étant initialement déchargé, on met sous tension.
 Montrer que l'état stable est tel que:

- le transistor T_1 est bloqué et le transistor T_2 est saturé.

2°/ On applique une impulsion positive sur la base de T_1 qui se sature.

- Quel est alors le potentiel de base de T_2 ? En déduire que T_2 se bloque.
- Montrer que cet état est instable et détailler le fonctionnement de ce montage.
- Représenter les signaux au collecteur de T_1 et à la base de T_2 .
- Déterminer la durée T de l'état instable du montage.

EXERCICE 2 : Multivibrateur astable

Les transistors de la figure 2, supposés identiques, sont caractérisés par les paramètres suivants:

$$0 < \beta < 100; V_{CEsat} = 0 \text{ et } V_{BEsat} = 0.7 \text{ V.}$$

On a: $E = 10 \text{ V}$; $R_{C1} = 2 \text{ K}\Omega$; $R_{C2} = 1 \text{ K}\Omega$; $R_{B1} = R_{B2} = 10 \text{ K}\Omega$; $C = 47 \text{ nF}$; $C' = 100 \text{ nF}$.

On suppose qu'à l'instant initial, T_1 est bloqué et T_2 est saturé.

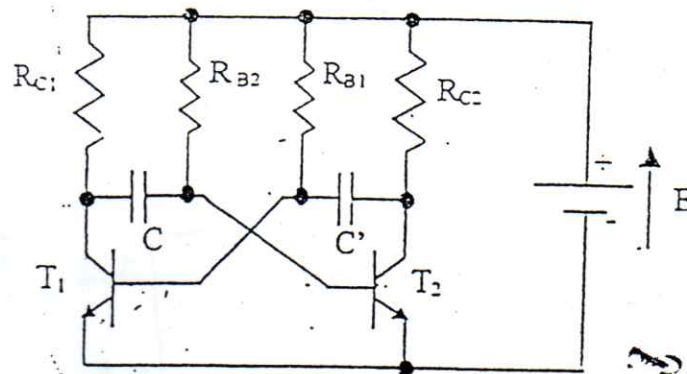


Figure.2.

- ❖ Détailler le fonctionnement de ce multivibrateur.
- ❖ Représenter les signaux aux bases et aux collecteurs de T_1 et T_2 .
- ❖ Calculer la période du signal.

EXERCICE 3 : Trigger

Les transistors de la figure 3 sont identiques. Ils sont caractérisés par: $\beta = 100$; $V_{CEsat} = 0.2 \text{ V}$ et $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ lorsque le transistor est actif ou saturé.

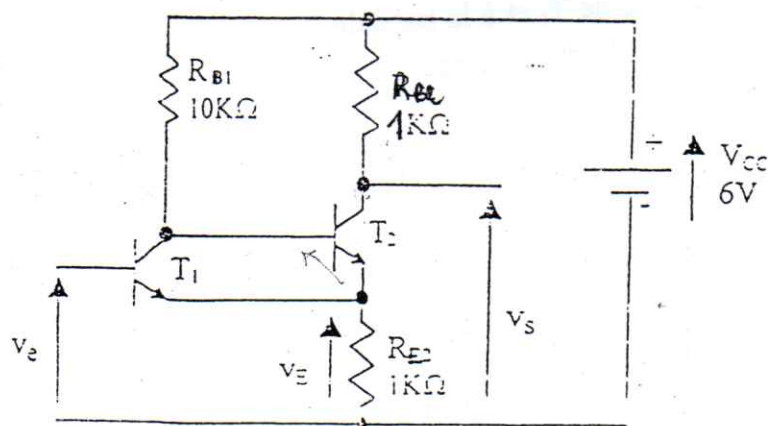


Figure.3.

1°/ Chercher v_s et v_E pour :

- $v_e = 0$
- $v_e = V_{cc}$

Dans ce qui suit, on supposera que les transistors passent de la saturation au blocage (et inversement) brutalement.

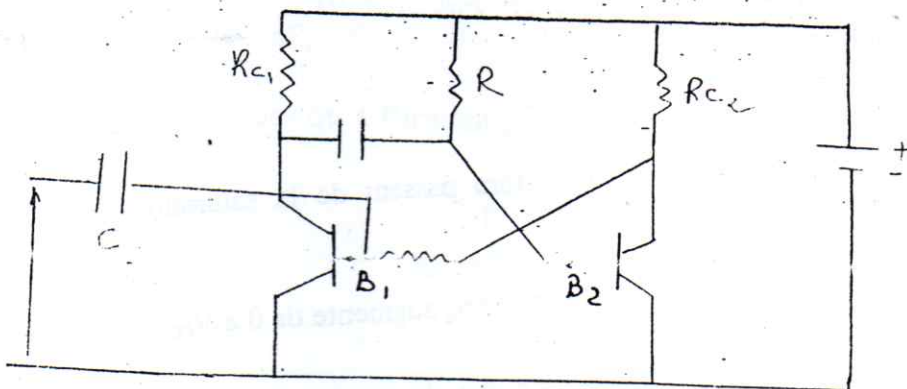
2°/ Chercher la caractéristique de transfert $v_s = f(v_e)$ lorsque v_e augmente de 0 à V_{cc}



3°/ Chercher la caractéristique de transfert $v_s = f(v_e)$ lorsque v_e diminue de V_{cc} à 0.

4°/ Représenter sur le même graphe ces deux caractéristiques de transfert.

Handwritten notes in Hebrew, likely a student's solution or commentary, located in the center of the page.

Εκτέλεση: ηο. 1

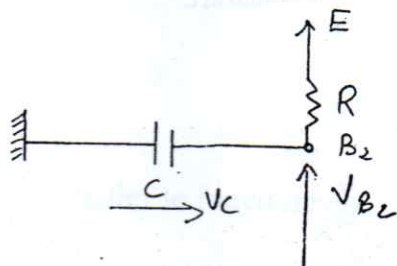


Klogue \equiv 
 salure \equiv 

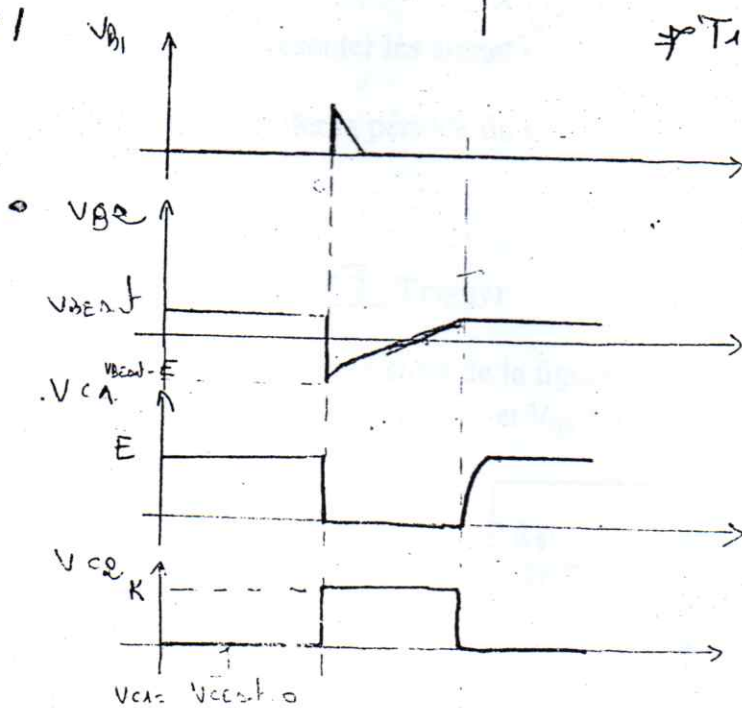
مكتبة الطالب
نسخ و تشميع الوثائق تسخير
و اصلاح الكتب - زريق
P 97

$$V_C = V_{B_2}$$

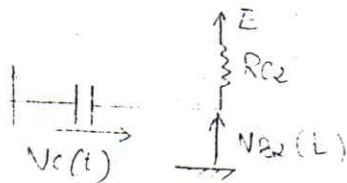
1/ Supposons que T_1 saturé et T_2 bloqué.



La capote se charge $V_C \uparrow \rightarrow V_{B2} \uparrow$
 T_2 passe en saturation
 $\neq T_1$ se libère \rightarrow c'est l'état stable.



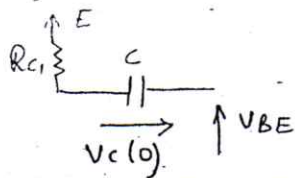
t_{y0} T est saturé T_2 bloqué



$$V_{B2}(t) = V_c(t) + E \cdot (t - V_c(0)) e^{-t/\tau}$$

$$V_C(\sigma^+) = V_C(0) ?$$

$a' \quad t=0 \quad T_1 \searrow \quad T_2 \nearrow$



$$V_C(0) = V_{BE \text{ sat}} - E$$

$$V_{B2}(t) = E - (E - (V_{BE \text{ sat}} - E)) e^{-t/\tau}$$

$$= E - (2E - V_{BE \text{ sat}}) e^{-t/\tau}$$

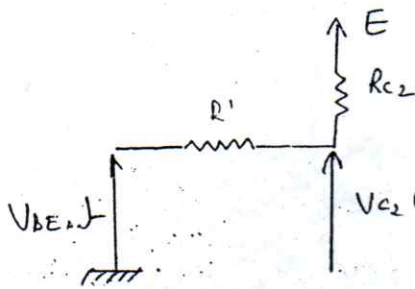
$\Rightarrow V_{B2}$ en exponentiel ($V_{B2}(0) = V_{BE \text{ sat}} - E < 0$)

\rightarrow lorsque $V_{B2} > 0$, T_2 passe en saturation $\rightarrow T_1$ se bloque \rightarrow relaye l'état

soit T l'instant pour lequel $V_{B2} = 0$

soit T_1 saturé T_2 bloqué état instable

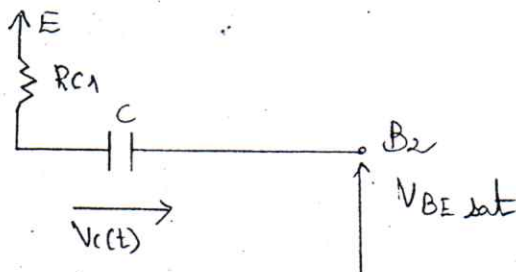
$V_{B2}(t) ? \quad 0 < t \leq T$



$$V_{C2}(t) = \frac{R_{C2} \cdot V_{BE \text{ sat}} + R' E}{R_{C2} + R'} = \text{cte} = K$$

Pour $t > T$ T_1 bloqué $T_2 \rightarrow$

$V_{B2}(t)$



$T = ?$

$$V_{B2}(T) = V_{BE \text{ sat}}$$

$$E - (2E - V_{BE \text{ sat}}) e^{-T/\tau} = V_{BE \text{ sat}}$$

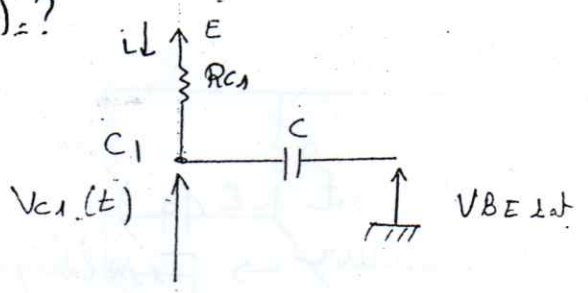
$$e^{-T/\tau} = \frac{E - V_{BE \text{ sat}}}{2E - V_{BE \text{ sat}}}$$

$$T = +\tau \log \left| \frac{E - V_{BE \text{ sat}}}{2E - V_{BE \text{ sat}}} \right|$$

$t > T$ T_1 bloqué T_2 saturé

$$\begin{cases} V_{C2} = V_{CE \text{ sat}} = 0 \\ V_{B2} = V_{BE \text{ sat}} = 0,7V \end{cases}$$

$V_{C1}(t) = ?$



$$V_{C1}(t) = E - R_{C1} i(t)$$

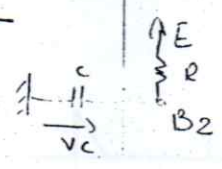
$$i(t) = i(T^+) e^{-\frac{t-T}{\tau}} \quad ; \quad \tau = R_{C1} \cdot C$$

$$i(T^+) = \frac{E - V_{BE \text{ sat}} + V_C(T)}{R_{C1}}$$

$V_C(T) = ?$

$T \in]0, T[$ (T_1 saturé, T_2 bloqué).

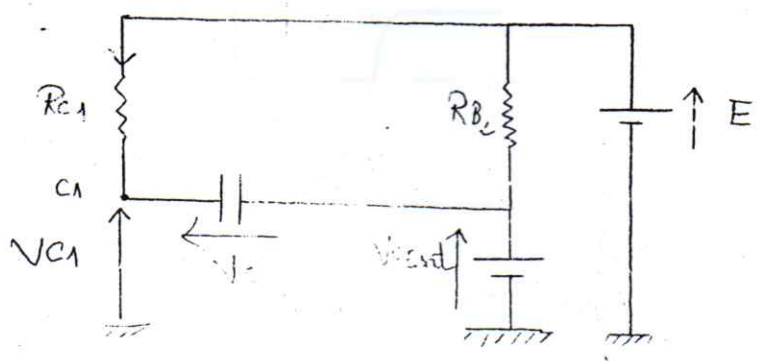
pour $t = T$



$$V_C(t) = V_{B2}(T) = V_{BE \text{ sat}} \Rightarrow i(T_1^+) = \frac{E}{R_{C1}}$$

$$V_{C1}(t) = E \cdot (1 - e^{-\frac{t-T}{\tau}})$$

Exercice n°2



$$V_{C1}(t) = E - R_{C1} i(t)$$

$$i(t) = i(0^+) e^{-\frac{t}{\tau}} \quad ; \quad \tau = R_{C1} \cdot C$$

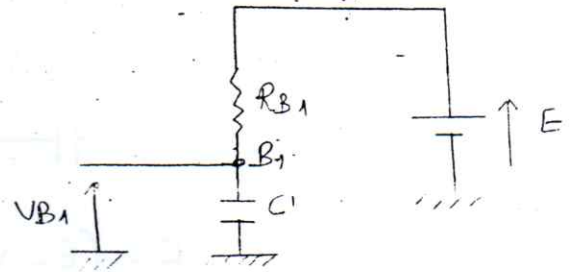
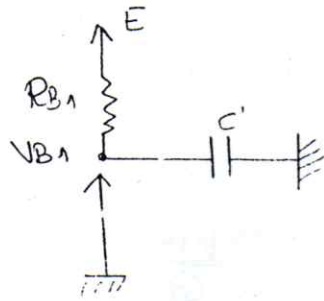
$$i(0^+) = \frac{E - V_{C1}(0) - V_{BE \text{ sat}}}{R_{C1}} = \frac{E - V_{BE \text{ sat}}}{R_{C1}}$$

$$i(t) = \frac{E - V_{BE \text{ sat}}}{R_{C1}} e^{-t/\tau}$$

مكتبة الطالب
نسخة تشجيع الوثائق تسخير
واصلح الكتب - زريق
P. 97 465 008

$$V_{C1}(t) = E - R_{C1} \frac{E - V_{BE sat}}{R_{C1}} e^{-t/\tau}$$

$$V_{C1}(t) = E - (E - V_{BE sat}) e^{-t/\tau}$$



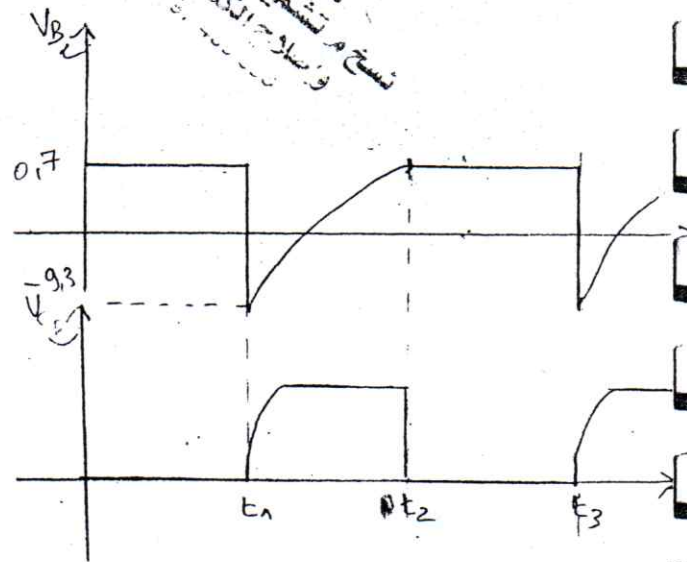
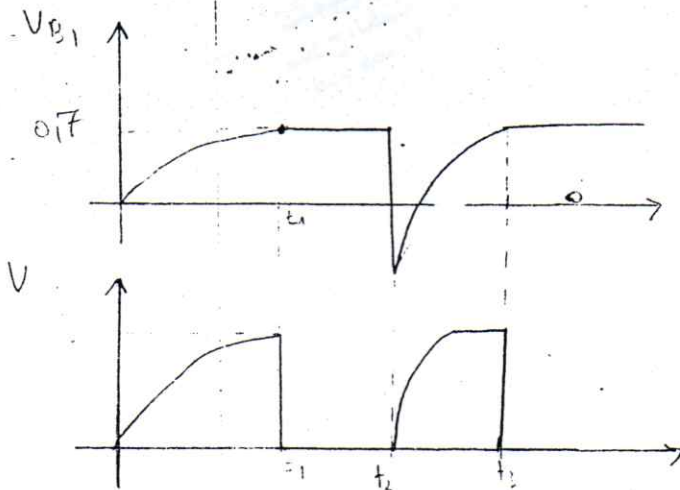
$$V_{B1}(t) = V_{C1}(t) = E - (E - 0) e^{-t/\tau} = E(1 - e^{-t/\tau}); \tau = R_{B1} C'$$

VB1. Lorsque $V_{B1}(t) = V_{BE sat}$ T_1 passe en saturation.

Soit t_1 l'instant pour lequel $V_{B1}(t) = V_{BE sat}$.

$$V_{C2}(t) = V_{CE sat} = 0V$$

$$V_{B2}(t) = V_{BE sat} = 0.7V$$

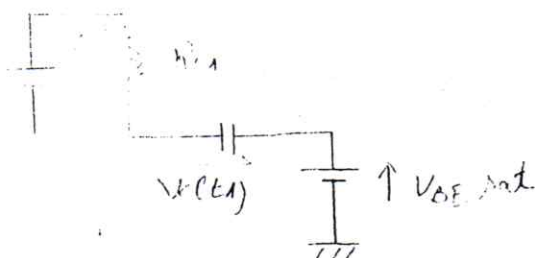


$t \in [t_1, t_2]$

pour $t = t_1$ (T_1 saturé ; T_2 ?)

$$V_{B2}(t_1) = V_{C1}(t_1) = V_{C1}(t_1)$$

Pour $t = t_1$ (T_1 bloqué ; T_2 saturé)

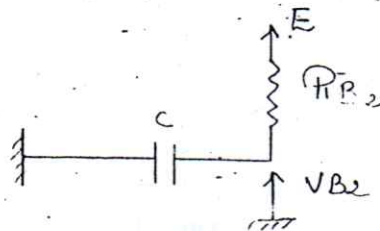


$$V_{BE sat} = V_C(t_1) - E = 0 \rightarrow V_C(t_1) = V_{BE sat} - E$$

⇒ T_2 active se bloque.

pour $t_1 \leq t \leq t_2$, T_1 saturé, T_2 bloqué.

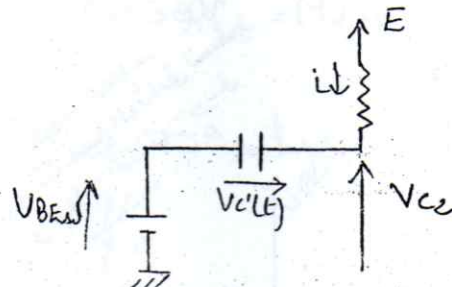
$$\begin{cases} V_{C1}(t) = V_{CE \text{ sat}} = 0 \text{ V} \\ V_{B1}(t) = V_{BE \text{ sat}} = 0,7 \text{ V} \end{cases}$$



$$V_{B2}(t) = V_C(t) = E - (E - V_{BE \text{ sat}} + E) e^{-\frac{t-t_1}{\tau}}, \quad \tau = R_{B2} \cdot C$$

$$V_{B2}(t) = E - (2E - V_{BE \text{ sat}}) e^{-\frac{t-t_1}{\tau}}$$

$V_{B2} \nearrow$ lorsque $V_{B2} = V_{BE \text{ sat}}$, T_2 se sature



مكتبة الطالب
نسخ و تشجيع الوثائق تسخير
واصلح الكتب - زينة
P 97 469 008

$$V_{C2}(t) = E - R_{C2} i(t)$$

$$i(t) = i(t_1^+) e^{-\frac{t-t_1}{\tau_1}}, \quad \tau_1 = R_{C2} \cdot C'$$

$$i(t_1^+) = \frac{E - V_{BE \text{ sat}} - V_C'(t_1)}{R_{C2}}$$

A l'instant t_1 , on a: T_1 bloqué, T_2 saturé

$$V_C'(t_1) = V_{B1}(t_1) = -V_{BE \text{ sat}}$$

$$i(t_1^+) = \frac{E}{R_{C2}}$$

$$i(t) = \frac{E}{R_{C2}} e^{-\frac{t-t_1}{\tau_1}}$$

$$V_{C2}(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t-t_1}{\tau_1}} \right)$$

soit le tel que $V_{B2}(t_2) = V_{BE \text{ sat}}$

pour $t \in]t_2, t_3]$ T_1 bloqué, T_2 saturé

$$\begin{cases} V_{B2} = V_{BE \text{ sat}} = 0,7 \text{ V} \\ V_{C2} = V_{CE \text{ sat}} = 0 \text{ V} \end{cases}$$

$$V_{B1}(t_2^+) = V_{BE \text{ sat}} - E = -0,3 \text{ V}$$

$$i_1(t) = E \cdot (2E - V_{BEsat}) e^{-\frac{t-t_1}{\tau}}$$

$$i_{C1}(t) = E (1 - e^{-\frac{t-t_1}{\tau}})$$

3. On peut assimiler les signaux aux bornes des collecteurs des deux transistors à un signal carré de période T .

$$T = t_3 - t_1 = (t_3 - t_2) + (t_2 - t_1)$$

$$V_{B1}(t_2) = V_{BEsat}$$

$$t_2 - t_1 = \tau'' \log \frac{2E - V_{BEsat}}{E - V_{BEsat}}$$

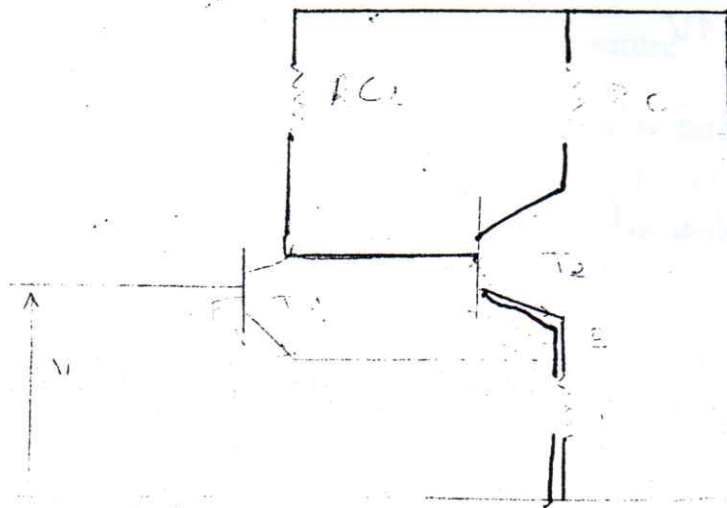
$$t_3 - t_2 ?$$

$$V_{B1}(t_3) = V_{BEsat}$$

$$t_3 - t_2 = \tau' \log \frac{2E - V_{BEsat}}{E - V_{BEsat}}$$

$$T = (\tau' + \tau'') \log \frac{2E - V_{BEsat}}{E - V_{BEsat}}$$

Exercice n°3.



Pour $V_O = 0$ ($V_i = 0$)

$V_i = 0 \rightarrow T_1$ bloqué, T_2 conduisant (actif / saturation) Supposons que T_2 est actif.

\rightarrow régime linéaire $I_C = \beta I_B$

Calculons V_{CE2}

Comme T_1 bloqué $I_E = 0$

$$0V_{CE} = R_{C1} I_{B2} + V_{BEsat} + R_{E2} (1 + \beta) I_{B2}$$

$$= I_{B2} (R_{C1} + (1 + \beta) R_{E2}) + V_{BEsat}$$

$$I_{B2} = \frac{V_{CC} - V_{BEsat}}{R_{C1} + (1 + \beta) R_{E2}} = 48 \mu A$$

⇒ T_1 - V_{CE2} ... 11°

$$V_{CC} = R_{C2} I_{C2} + V_{CE2} + R_{E2} I_{E2}$$

$$\text{Donc } V_{CE2} = V_{CC} - R_{C2} I_{C2} - R_{E2} I_{E2}$$

$$= V_{CC} - \beta R_{C2} I_{B2} - R_{E2} (1 + \beta) I_{B2}$$

$$V_{CE2} = V_{CC} - I_{B2} (\beta R_{C2} + (1 + \beta) R_{E2})$$

$V_{CE2} < 0$ qui impossible

T_2 saturé

$$V_{CE2} = V_{CEsat} = 0,2V$$

$$V_{BE2} = V_{BEsat} = 0,7V$$

Conclusion T_1 bloqué, T_2 saturé.

Calculons V_E et V_S .

$$V_{CC} = R_{C2} I_{C2} + V_S$$

$$V_{CC} = R_{C2} I_{C2} + V_{CEsat} + R_{E2} (I_{B2} + I_{C2})$$

$$V_{CC} = I_{B2} R_{C1} + V_{BEsat} + R_{E2} (I_{B2} + I_{C2})$$

$$I_{C2} = 2,78 \text{ mA}$$

$$\text{donc } V_S = V_{CC} - R_{C2} I_{C2} = 3,21V$$

$$V_E = V_S - V_{CEsat} = 3,01V$$

$$* V_E = +V_{CC}$$

T_1 saturé → $V_{BE2} = V_{CEsat} = 0,2 < 0,7 \Rightarrow T_2$ est bloqué.

$$V_S = V_{CC} = 6V$$

$$V_S = V_{CC} = 6V$$

$$V_E = V_{CC} - 0,7 = 5,3$$

2 / V_E doit être T_1 saturé lorsque $V_{BE1} = 0,7$

$$V_E = V_E - 0,7 \Rightarrow V_E = 3,71V$$

3 / V_E de V_{CC} à 0

$V_E = V_E - 0,7$ (T_1 se bloqué lorsque $V_E = 0,7V$)

مكتبة الطالب
نسخة تشميع الوثائق تسخير
وصلاح الكتب - زريق
P 97 405 008