

Electronique

Partiel 2 – Mai 2011

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés. Le barème est donné à titre indicatif.

Réponses exclusivement sur le sujet

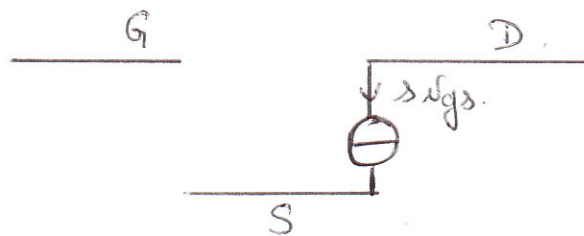
Durée 1h30

Nom : Classe :

Prénom :

Exercice 1. Questions de cours (3 points)

- A. Donnez le schéma équivalent petits signaux d'un JFET Canal N, en précisant bien l'emplacement de chacune des bornes.



- B. Quel est le principe de fonctionnement du Convertisseur Flash ? De quel type de convertisseur s'agit-il ?

On compare la tension à convertir à des fractions d'une tension de référence V_{ref} . La tension atteinte est celle du dernier "1" rencontré (en sortie des comparateurs).
Il s'agit d'un convertisseur analogique-numérique.

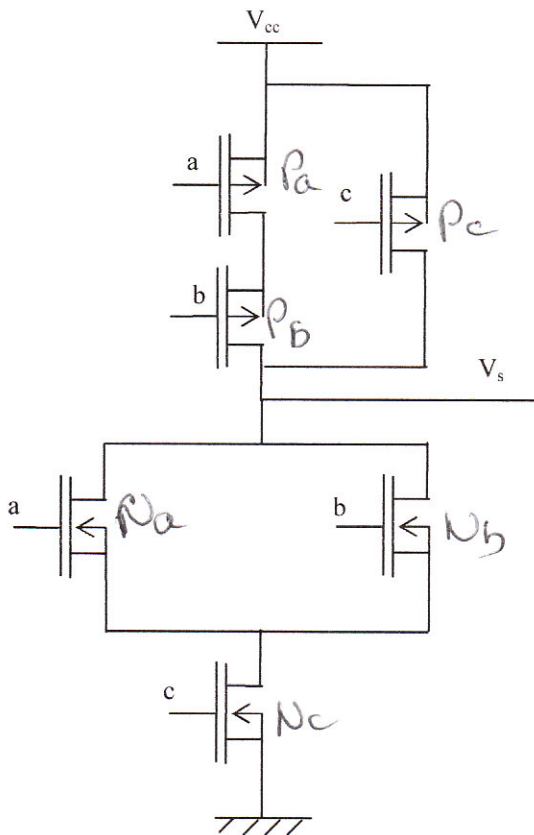
Exercice 2. Portes logiques et électronique (4 points)

1. Quelles sont les différences entre les technologies TTL et CMOS ?

Technologie TTL : Utilise des transistors bipolaires qui sont équivalents à des sources de courant commandées en ~~tension~~ courant.
 • Composants gourmands en énergie.
 • Rapide.

Technologie CMOS : Utilise des transistors MOS qui sont équivalents à des sources de courant commandées ~~tension~~ tension.
 • Consomme peu d'énergie.
 • + lent.

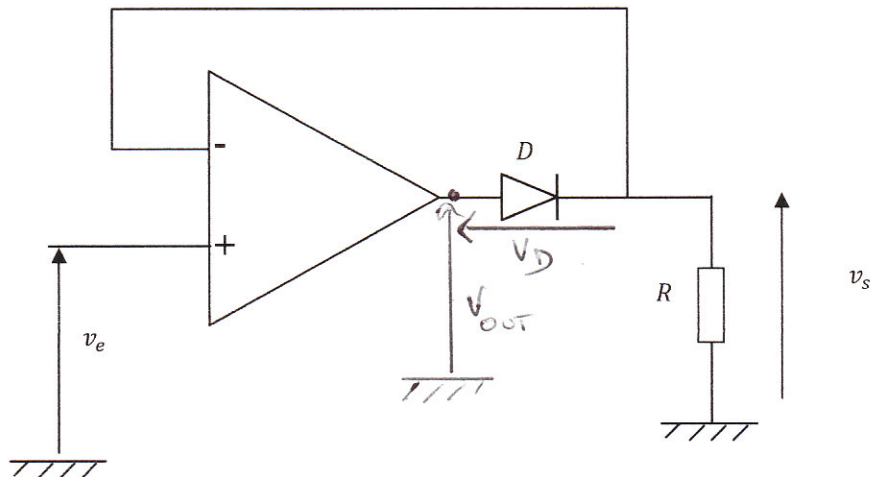
2. Soit le montage suivant : De quelle fonction logique s'agit-il ? Vous donnerez votre réponse sous la forme d'une équation en justifiant votre réponse.



On a $(P_a + P_b) \parallel P_c$ et $(N_a \parallel N_b) + N_c$ \Rightarrow Complémentarité.
 On peut donc étudier un seul des 2 étages.
 On sait de plus que :
 • $\text{PMOS} : V_{GS} = -5V \Rightarrow \text{Conducteur}$
 $V_{GS} = 0V \Rightarrow \text{Bloqué}$
 • $\text{NMOS} : V_{GS} = 5V \Rightarrow \text{Conducteur}$
 $V_{GS} = 0V \Rightarrow \text{Bloqué}$.
 Pour que $V_S = 5V$, il faut :
 $(P_a \text{ ET } P_b) \text{ ou } P_c \text{ conducteur}$.

Exercice 3. Amplificateur opérationnel (4 points)

On considère le montage suivant :



L'amplificateur opérationnel est supposé idéal et la tension sortie de l'AOP est limitée par la saturation aux valeurs extrêmes $-V_{sat}$ et $+V_{sat}$.

La diode est supposée idéale (ddp nulle en sens direct).

1) Que vaut v_s si la diode est passante?

Si la diode est passante, alors il y a rétroaction négative et l'AOP fonctionne en mode linéaire.

$$\Rightarrow \mathcal{E} = 0 \Rightarrow V^+ = V^-$$

$$\text{Or, } V^+ = v_e \text{ et } v_s = V^- \quad \text{car } \cancel{v_s = 0}$$

$$\Rightarrow \underline{v_s = v_e}$$

2) Que vaut v_s si la diode est bloquée?

Si la diode est bloquée, elle est équivalente à un interrupteur ouvert et il n'y a donc pas de courant dans R car $i^- = 0$ (caractéristique des AOP idéaux).

$$\Rightarrow \underline{v_s = 0}$$

3) A quelle condition (sur v_e) la diode est-elle bloquée?

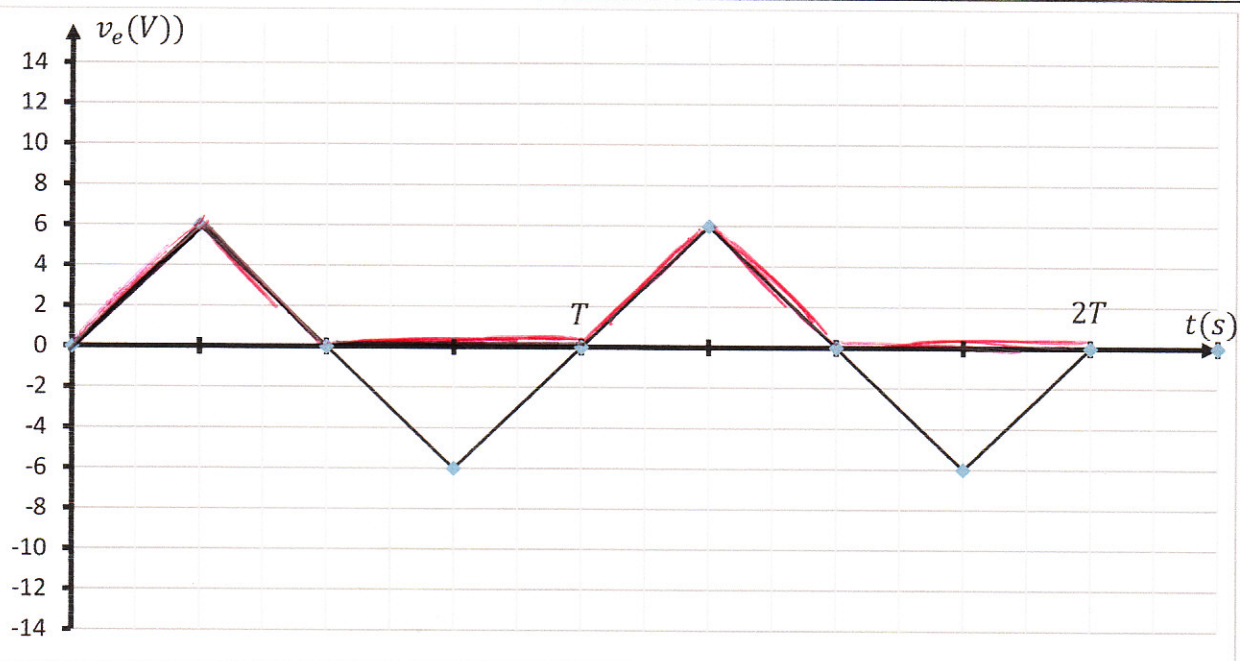
La diode est bloquée si $v_D < 0$.

Or $v_D = v_{out} - v_s = v_{out} - v^-$ avec $v_{out} = \pm v_{sat}$.

Pour que $v_D < 0$, il faut que $v_{out} = -v_{sat}$ car, si D est bloquée, $v_s = 0$.

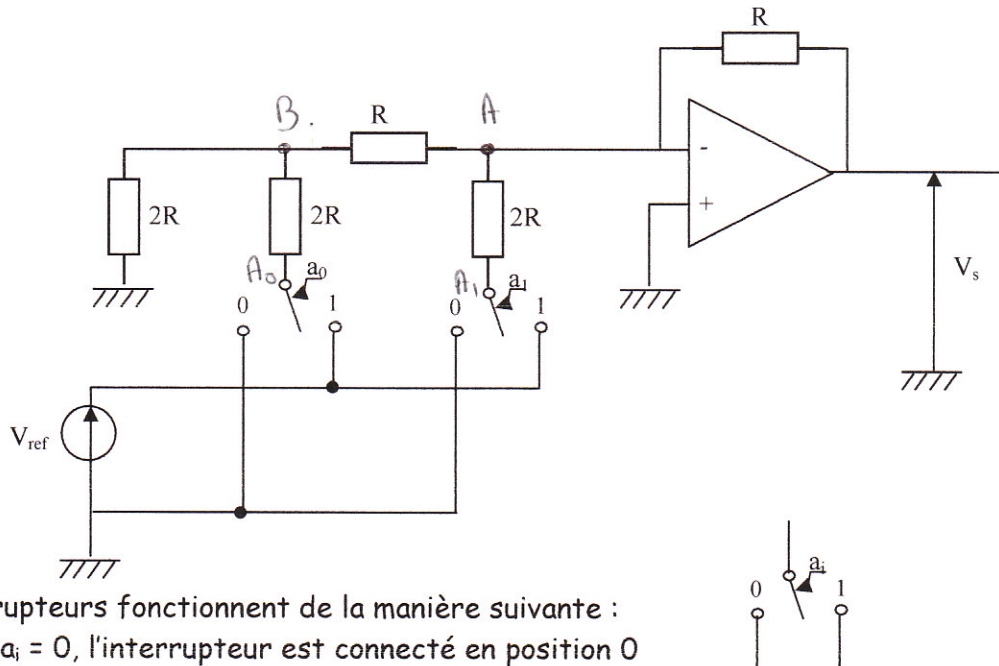
\Rightarrow Il faut donc que $\varepsilon < 0$
i.e. $v^+ - v^- < 0$
i.e. $v^+ < 0$
i.e. $v_e < 0$

4) La tension v_e est un signal triangulaire symétrique de période T et d'amplitude $6V$.
Tracer $v_s = f(t)$ pour $0 \leq t \leq 2T$ sur le graphe ci-dessous représentant la tension $v_e(t)$.



Exercice 4. Conversion (4 points)

On considère le montage suivant :



Les interrupteurs fonctionnent de la manière suivante :

- Si $a_i = 0$, l'interrupteur est connecté en position 0
- Si $a_i = 1$, l'interrupteur est connecté en position 1.

1) Donnez l'expression de V_s en fonction de a_0 , a_1 et V_{ref} .

Il y a rétroaction négative \Rightarrow l'AOP fonctionne en mode linéaire $\Rightarrow \varepsilon = 0 \Rightarrow V^+ = 0 = V^-$

Appliquons le théorème de Millman au point A :

$$V_A = V^- = \frac{\frac{V_s}{R} + \frac{V_B}{R} + \frac{V_{A1}}{2R}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{2R}} = 0$$

$$\Rightarrow V_s = -V_B - \frac{V_{A1}}{2}$$

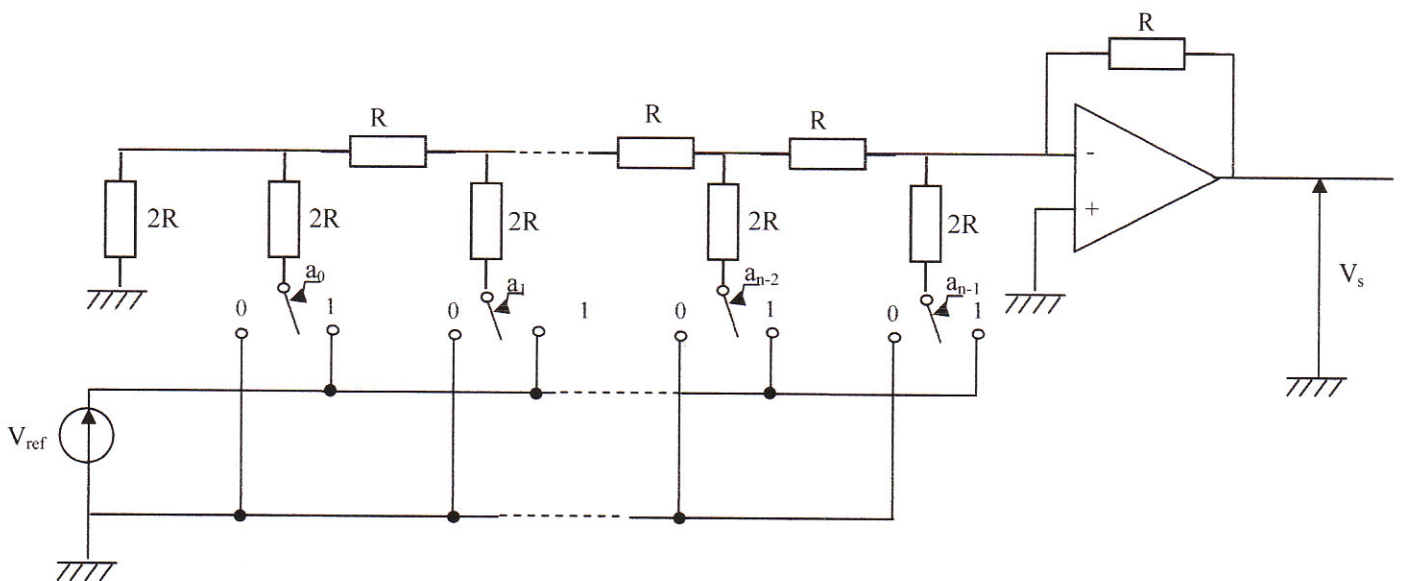
Appliquons maintenant le théorème de Millman au point B :

$$V_B = \frac{\frac{0}{2R} + \frac{V_{A0}}{2R} + \frac{V_A}{R}}{\frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{R}} = \frac{\frac{V_{A0}}{2R}}{\frac{2}{R}} = \frac{V_{A0}}{4}$$

$$\Rightarrow V_s = -\left(\frac{V_{A0}}{4} + \frac{V_{A1}}{2}\right) \quad \text{Gr } V_{Ai} = a_i \cdot V_{ref}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_s = - \frac{V_{ref}}{4} (2a_1 + a_0)}$$

2) En généralisant l'expression obtenue précédemment, exprimer V_s en fonction de V_{ref} et des a_i dans le cas du montage ci-dessous. Comment appelle-t-on ce type de montage ?



A la question précédente, on a trouvé :

$$V_s = - \frac{V_{ref}}{4} (2a_1 + a_0) = - \frac{V_{ref}}{2^2} (2^1 a_1 + 2^0 a_0)$$

\Rightarrow En généralisant, on trouve :

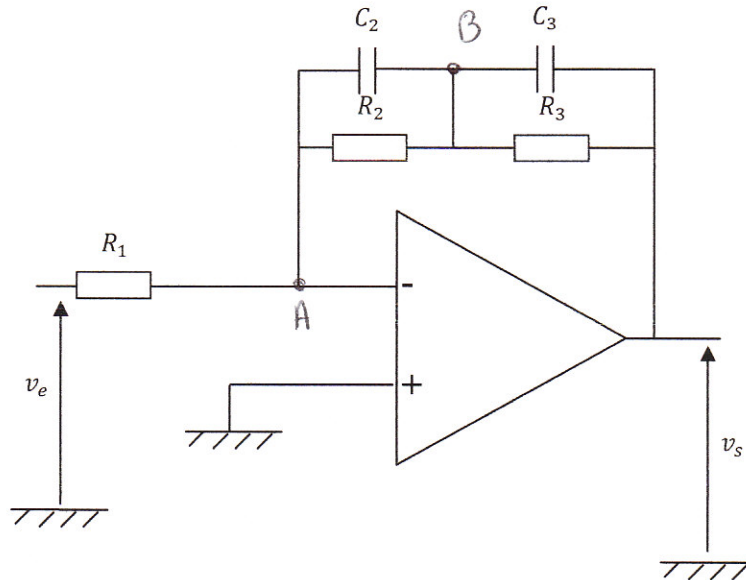
$$\boxed{V_s = - \frac{V_{ref}}{2^n} \sum_{i=0}^n a_i \cdot 2^i}$$

Il s'agit d'un convertisseur numérique-analogique

Exercice 5. Filtrés actifs (4 points)

A l'enregistrement d'un disque, les sons graves sont atténués, et les sons aigus sont renforcés, pour une meilleure qualité de l'enregistrement. Par conséquent, à la reproduction, il faut accentuer les sons graves, et atténuer les aigus : c'est le rôle du filtre RIAA, dont on se propose d'étudier ici une réalisation. L'amplificateur opérationnel est supposé idéal.

Déterminez la fonction de transfert du filtre.



Il y a rétroaction négative \Rightarrow l'AOP fonctionne en mode linéaire $\Rightarrow \mathcal{E} = 0 \Rightarrow v^+ = v^- = 0$.

Appliquons le théorème de Millman en A :

$$V_A = V^- = 0 = \frac{\frac{v_e}{R_1} + \frac{V_B}{R_2} + j\omega C_2 V_B}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + j\omega C_2}$$

$$\Rightarrow v_e = -R_1 V_B \left(\frac{1}{R_2} + j\omega C_2 \right).$$

Appliquons maintenant le théorème de Millman en B :

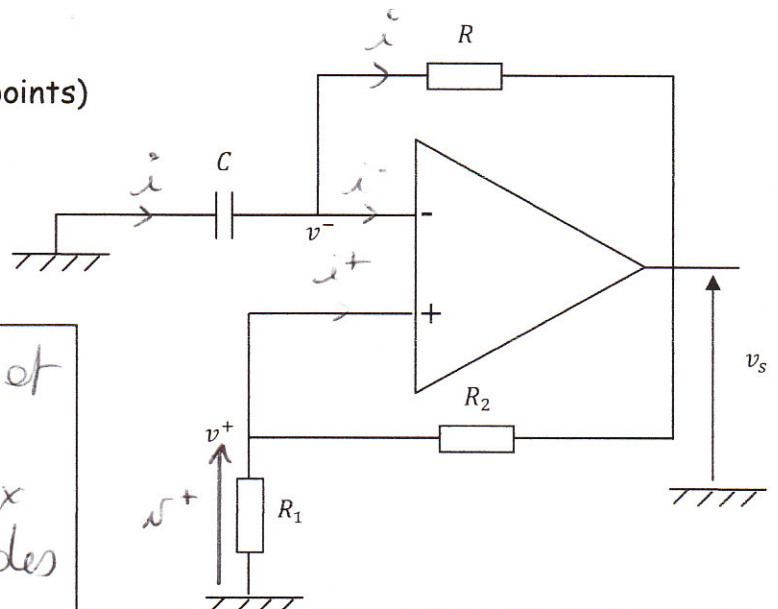
$$V_B = \frac{V_A \cdot j\omega C_2 + \frac{V_A}{R_2} + v_s \cdot j\omega C_3 + \frac{v_s}{R_3}}{\frac{1}{R_2} + j\omega C_2 + j\omega C_3 + \frac{1}{R_3}}$$

$$= v_s \cdot \frac{j\omega C_3 R_3 + 1}{1 + \frac{R_2}{R_3} + j\omega R_3 C_2 + j\omega R_3 C_3}$$

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow v_e &= -R_1 v_s \left(\frac{1}{R_2} + jC_2 \omega \right) \cdot \frac{jR_3 \omega + 1}{1 + \frac{R_3}{R_2} + jR_3 C_2 \omega + jR_3 C_3 \omega} \\
 &= -R_1 v_s \left(\frac{1 + jR_2 C_2 \omega}{R_2} \right) \cdot \frac{1 + jR_3 \omega}{1 + \frac{R_3}{R_2} + jR_3 C_2 \omega + jR_3 C_3 \omega} \\
 &= -R_1 \cdot \frac{1 + j\omega(R_2 C_2 + R_3 C_3) - R_2 R_3 C_2 C_3 \omega^2}{R_2 + R_3 + jR_2 R_3 (C_2 + C_3) \omega} \\
 \Rightarrow T(\omega) &= -\frac{1}{R_1} \cdot \frac{R_2 + R_3 + jR_2 R_3 (C_2 + C_3) \omega}{1 + j\omega(R_2 C_2 + R_3 C_3) - R_2 R_3 C_2 C_3 \omega^2}
 \end{aligned}$$

Exercice 6. Montage astable (1 points)

On considère le montage ci-contre :
Déterminer l'expression de v^+ en fonction de v_s et montrer que le potentiel v^- est solution d'une équation différentielle.



Comme $i^+ = i^- = 0$, R_1 et R_2 sont en série et v_s est la tension aux bornes de l'ensemble des 2 résistances. Comme v^+ est la tension aux bornes de R_1 , la formule du pont diviseur de tension donne :

$$v^+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v_s$$

De plus : $-v^- = \frac{1}{C} \int i dt$
et $v^- - v_s = R i$
 $\Rightarrow v^- + RC \frac{dv^-}{dt} = v_s$

Question Bonus (2 points)

On suppose qu'à l'instant $t = 0$, le condensateur est déchargé et que $v_s = +V_{sat}$. Déterminer et tracer en fonction du temps les variations de v^- jusqu'au point de basculement du comparateur. Le comparateur ayant basculé, déterminer et tracer les nouvelles variations de v^- .

Montrer que le comparateur basculera de nouveau et que ce processus instable se répète indéfiniment.

On a $v^- + RC \frac{dv^-}{dt} = v_s$. et, à $t=0$, $v_s = +V_{sat}$
 et le condensateur est déchargé $\Rightarrow v^-(0) = 0$.

$$\Rightarrow v^+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{sat}$$

$\Rightarrow v^- + RC \frac{dv^-}{dt} = V_{sat}$ qui admet des solutions de la forme $v^- = A e^{-t/RC} + V_{sat}$.

Or, à $t=0$, $v^- = 0 \Rightarrow A = -V_{sat}$.

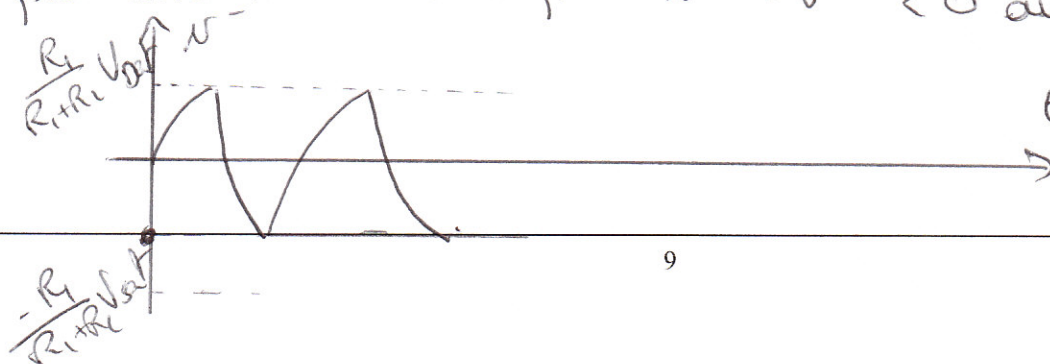
$\Rightarrow v^- = V_{sat} (1 - e^{-t/RC})$

Cette expression n'est valable que tant que $v_s = V_{sat}$, i.e. tq $v^+ - v^- > 0$. Quand v^- atteint la tension $\frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{sat}$, alors il y a basculement et

$v_s = -V_{sat}$. v^- est alors solution de l'ED

$v^- + RC \frac{dv^-}{dt} = -V_{sat}$. La résolution de cette ED conduit à $v^- = -V_{sat} (1 - (\frac{R_1}{R_1 + R_2}) e^{-t/RC})$.

qui reste vraie tant que $v^+ - v^- < 0$ avec $v^+ = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{sat}$.



On retombe alors la 1^{ère} ED et le phénomène se répète.