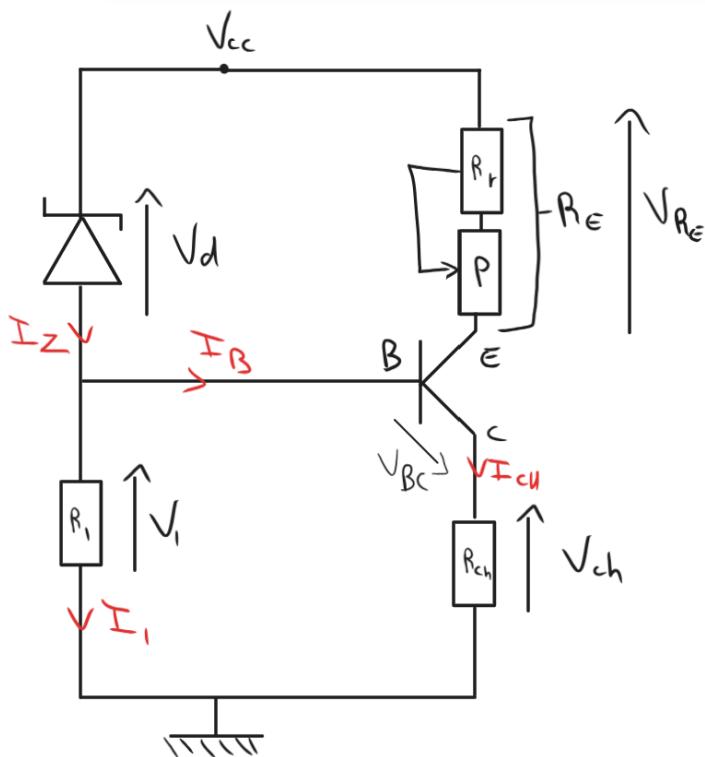


## TP2

### I. Source de courant

3.



a.

$$V_{cc} - V_E = V_d + V_{BE}$$

$$V_{cc} = V_d + V_{be} + V_{ch} - V_{CE}$$

$$V_{cc} = 2.7 - 1.3 + 10 + 0.4 = 11.8$$

b.

#### Gain de courant

$$V_{CE} = -10V \text{ et } I_C = -0.1 : \beta = 75$$

$$I_C = -1mA : \beta = 100$$

$$I_C = -10mA : \beta = 100$$

$$I_C = -150mA : 100 \leq \beta \leq 300$$

$$V_{CE,sat}$$

Pour  $I_C = -150mA$  et  $I_B = -15mA$

$$V_{CE,sat} = -0.4V$$

$$V_{BE,avl}$$

Pour  $I_C = -150mA$  et  $I_B = -15mA$

$$V_{BE,avl} = -1.3V$$

$$V_{CE,claq}$$

$$V_{CE,claq} = -40V$$

#### Puissance dissipé maximum du transistor

$$P = V_{CC}I_{ch} = 12 \times 0.1 = 1.2W \gg 0.6W$$

Le transistor ne résiste pas. (Problème)

c.

- $2.5V \leq U_{zt} \leq 2.9V$

- $U_{zk} \leq 60V$
- $I_{st} \ll 10\mu A$
- $I_{sk} \ll 10\mu A$
- $I_{z,\max} = \frac{0.5}{2.7} = 0.185 mA$

#### d.

Loi des mailles :

$$R_E I_E = U_Z - V_{BE}$$

Or  $I_E = I_{ch} - I_B = \left(1 - \frac{1}{\beta}\right) I_{ch} \approx I_{ch}$

Alors,

$$R_E \approx \frac{U_Z - V_{BE}}{I_{ch}}$$

Donc,  $R_E$  dépend de  $1 \leq I_{ch} \leq 100mA$

Ainsi

$$40\Omega = R_{E,\min} = \frac{U_Z - V_{BE}}{\beta I_{ch,\max}} \leq R_E \leq \frac{U_Z - V_{BE}}{\beta I_{ch,\min}} = R_{E,\max} = 4k\Omega$$

En normalisé on a :

|                           |
|---------------------------|
| $R_{E,\min} = 39\Omega$   |
| $R_{E,\max} = 3.9k\Omega$ |

Alors,

|                  |
|------------------|
| $R_t = 39\Omega$ |
|------------------|

Ainsi,

|   |
|---|
| $0 \leq P = R_E - R_t \leq 3861\Omega \approx 3.9k\Omega$ |
|---|

#### e.

$$I_Z = I_1 + I_B \approx I_1$$

D'après la datasheet pour que la diode soit polarisée  $I_1 \geq 1mA$

Comme :

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{V_{ch} - V_{BC}}{I_1} = \frac{R_{ch} I_{ch} - V_{BC}}{I_1} \leq (R_{ch} I_{ch} - V_{BC}) \times 10^3\Omega$$

Or :

$$V_{BC} = V_{BE} - V_{CE} = -1.3 + 0.4 = -0.9$$

Alors,

|  |
|--|
| $R_1 \leq 900\Omega \approx 820\Omega$ |
|--|

## II. AOP en commutation — Trigger de Schmitt et comparateur à fenêtre

### 3.

#### AOP Parfait

$$\begin{aligned} i_+ &= i_- = 0 \\ \varepsilon = V_+ - V_- &\text{ est une source de tension parfaite} \\ \begin{cases} \varepsilon > 0 \Rightarrow V_s \approx V_{cc} \\ \varepsilon < 0 \Rightarrow V_s \approx -V_{cc} \end{cases} \end{aligned}$$

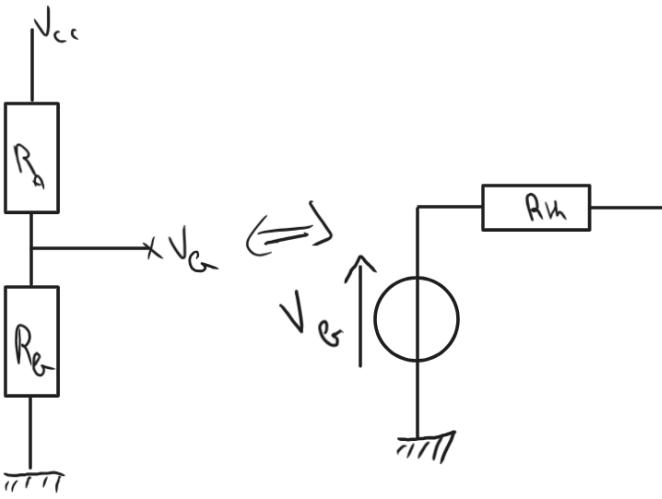
#### Types de réaction

On a une rétroaction positive c'est donc un AOP en commutation alors  $\varepsilon \neq 0$

#### Choix des résistances

C'est pour conserver l'impédance d'entrée grande devant les autres éléments du circuit.

#### 4.



Théorème de Thévenin à  $R_a$  et  $R_b$  :

$$E_{th} = \frac{R_b}{R_b + R_a} V_{cc}$$

$$R_{th} = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b}$$

On applique un pont diviseur de tension à  $R_{eq}$  sur  $R_{eq}$  et  $R_2$

EXCAL 3

$$\begin{aligned} V^+ - V_B &= \frac{R_1}{R_1 + R_2} (V_2 - V_b) \\ \Leftrightarrow V^+ &= \frac{R_1 V_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_1 + R_2 - R_1}{R_1 + R_2} V_b \\ \Leftrightarrow V^+ &= \boxed{\frac{R_1 V_2 + R_2 V_b}{R_1 + R_2}} \end{aligned}$$

**Si**  $V_+ > V_1$

On a alors :

$$V_2 = V_{cc}$$

Or  $V_b = \frac{R_b}{R_a + R_b} V_{cc}$  Donc,

$$\boxed{V_{\text{haut}}^+ = \frac{R_1 + \frac{R_2 R_b}{R_a + R_b}}{R_1 + R_2} V_{cc} = 6.62 \text{ V}}$$

**Si**  $V_+ < V_1$

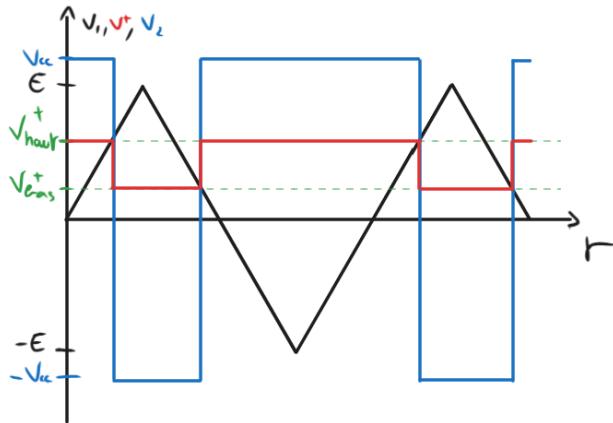
On a alors :

$$V_2 = -V_{cc}$$

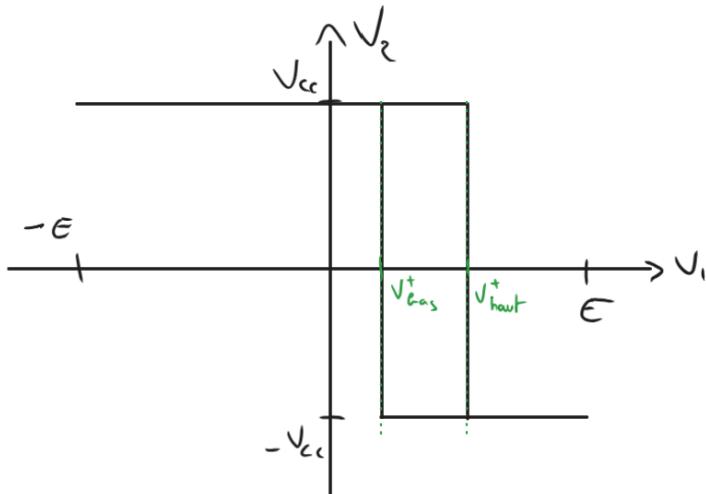
Or  $V_b = \frac{R_b}{R_a + R_b} V_{cc}$  Donc,

$$\boxed{V_{\text{bas}}^+ = \frac{\frac{R_2 R_b}{R_a + R_b} - R_1}{R_1 + R_2} V_{cc} = 1.36 \text{ V}}$$

Ainsi :



et :



### Largeur de la fenêtre

La largeur de la fenêtre est :

$$V_{\text{haut}}^+ - V_{\text{bas}}^+ = 5.26 \text{ V}$$

### Centre de la fenêtre

Le centre de la fenêtre est :

$$\frac{V_{\text{haut}}^+ + V_{\text{bas}}^+}{2} = 8.99 \text{ V}$$

## A FAIRE

### Utilité du montage

Ce montage sert à repérer à partir d'un certain seuil ou se situe la valeur haute de  $V_1$  de manière approximative tout en essayant de ne pas tenir compte du bruit du signal  $V_1$ .

### Largeur et position de la fenêtre

La largeur correspond à la précision avec laquelle on veut que l'AOP commute (plus elle est petite et plus le bruit a une chance d'être mal ignoré)

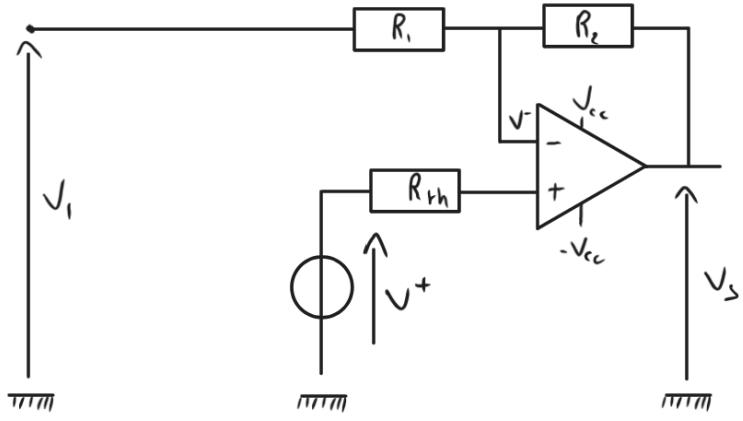
## IV. AOP Parfait en linéaire - Amplificateur différentiel

### 3.

#### a.

L'AOP est parfait et en linéaire donc  $V^+ = V^-$  et  $i^+ = i^- = 0$

On applique le théorème de Thévenin à  $R_3$  et  $R_4$  :



$$E_{th} = \boxed{V^+ = \frac{R_4}{R_3 + R_4} V_2}$$

$$R_{th} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

On applique la loi d'ohm sur  $R_1$  et  $R_2$  :

$$V^+ - V_1 = \frac{R_1}{R_2} (V_s - V^+)$$

Alors,

$$V_s = \frac{R_2}{R_1} \left( \frac{R_4}{R_3 + R_4} V_2 - V_1 \right) + \frac{R_4}{R_3 + R_4} V_2$$

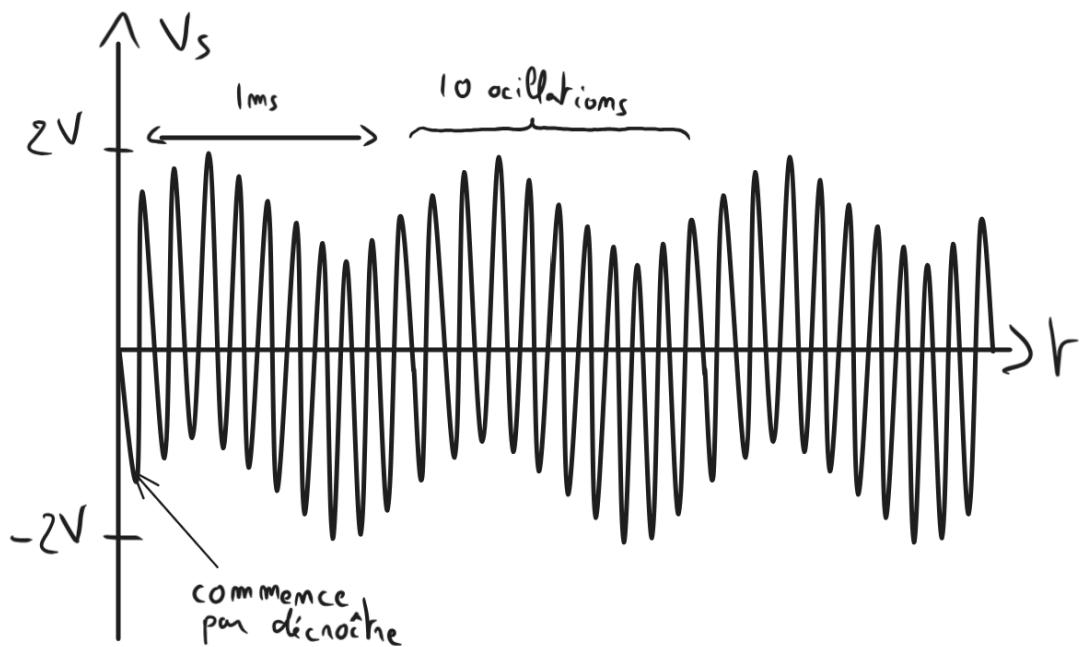
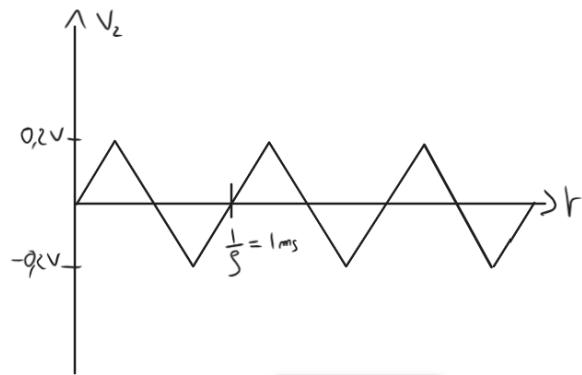
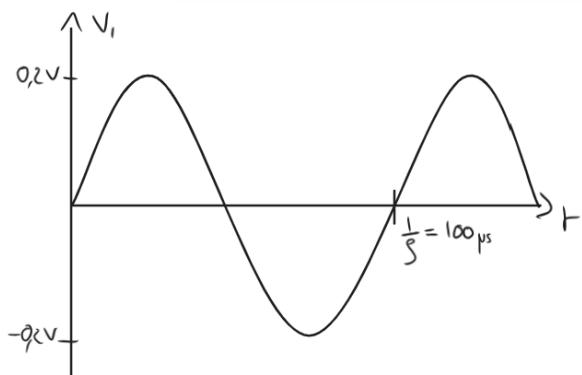
Ainsi,

$$\boxed{V_s = \frac{R_4(R_2 + R_1)}{R_1(R_3 + R_4)} V_2 - \frac{R_2}{R_1} V_1 = 10(V_2 - V_1)}$$

C'est un soustracteur de tension.

**b.**

### 1. Premier cas



## 2. Deuxième cas

