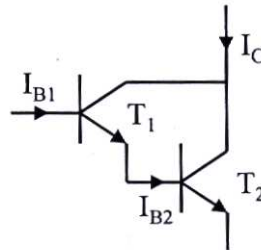


Montages "classiques" à transistors

1 Montage Darlington



1.1 Principe : avoir un transistor avec un gain très élevé

$$I_{C1} = \beta_1 i_{b1}$$

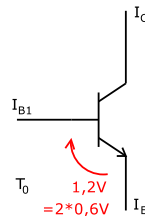
$$I_{B1} = (\beta_1 + 1) i_{b1} \text{ (courant d'émetteur de } T_1)$$

$$\Rightarrow I_{C2} = ((\beta_1 + 1) i_{b1}) \beta_2$$

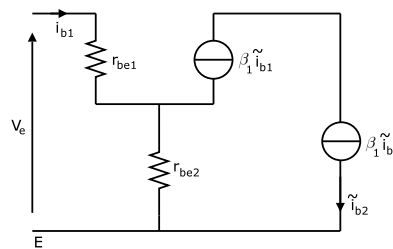
$$I_C = I_{C1} + I_{C2} = \beta_2 (\beta_1 + 1) i_{b1} + \beta_1 i_{b1} \approx \beta_2 \beta_1 i_{b1} + \beta_1 i_{b1} \approx \beta_1 i_{b1} (\beta_2 + 1) \approx \beta_1 \beta_2 i_{b1}$$

$$I_C \approx \beta_1 \beta_2 i_{b1}$$

C'est un transistor dont le β serait $\beta_1 \beta_2 \gg \beta_1$ ou β_2



\Rightarrow schéma petits signaux



$$v_e = r_{be1} i_{b1} + (\beta_1 + 1) i_{b1} r_{be2}$$

$$r_{beD} \approx r_{be1} + \beta_1 r_{be2}$$

$$r_{beD} : r_{be} \text{ du Darlington} = \frac{\tilde{v}_{beD}}{\tilde{i}_{b1}}$$

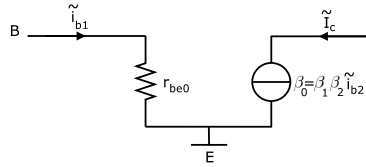
$$r_{beD} = r_{be1} + \beta_1 r_{be2}$$

$$r_{be1} = \frac{\beta_1}{40I_{C10}}$$

$$r_{be2} = \frac{\beta_2}{40I_{C20}} = \frac{\beta_2}{40\beta_2 I_{b2}} = \frac{1}{40I_{C10}}$$

$$\Rightarrow r_{beD} = \frac{\beta_1}{40I_{C10}} + \frac{\beta_1}{40I_{C10}} = 2r_{be1}$$

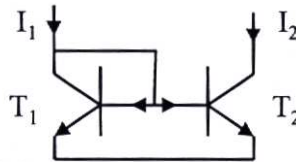
Darlington en petits signaux :



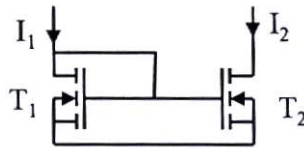
C'est comme un transistor avec $r_{beD} = 2r_{be1}$ et $\beta = \beta_1\beta_2$

2 Miroir de courant

Miroir de courant bipolaire :



Miroir de courant CMOS :



Objectif : Recopier un courant

$$V_{be1} = V_{be2}$$

$$I_1 = I_{C1} + i_{b1} + i_{b2}$$

Comme $V_{be1} = V_{be2}$, on a $i_{b1} = i_{b2}$

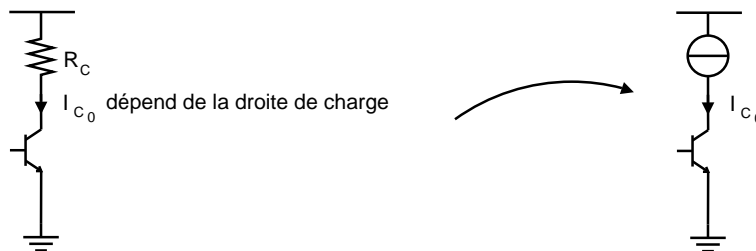
$$I_1 = \beta_1 I_{b1} + 2i_{b1} \approx (\beta_1 + 2)i_{b1} \text{ et } I_2 = \beta_2 i_{b2} = \beta_2 i_{b1}$$

On a les mêmes transistors : $\beta_1 = \beta_2$

$$I_2 \approx \beta i_{b1} = \frac{\beta I_1}{\beta + 2} \approx I_1$$

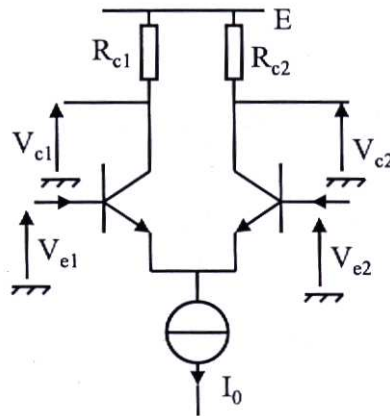
$$I_2 \approx I_1$$

Permet de générer une source de courant I_2 toujours constant quelque soit V_{CE2} .

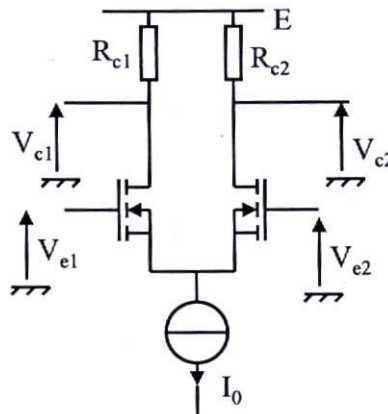


3 Amplificateurs différentiels

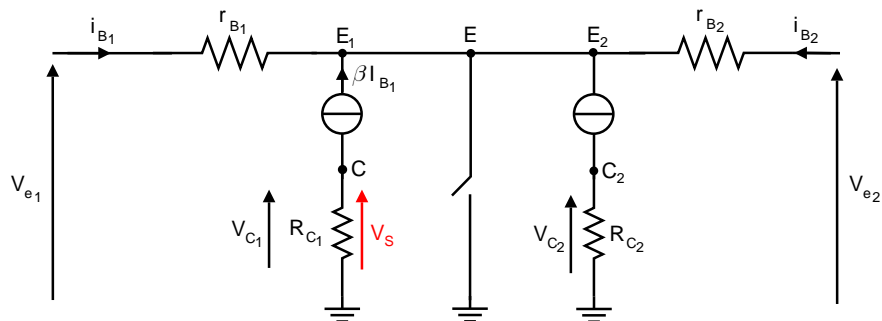
Amplificateur différentiel :



Amplificateur différentiel TMOS :



Fonctionnement petits signaux :



Les deux transistors sont identiques.

$$R_{c1} = R_{c2}$$

⇒ montage symétrique ⇒ même polarisation ($\frac{I_0}{2}$)

$$\Rightarrow r_{b1} = r_{b2}$$

loi des noeuds : $\tilde{i}_{b1} + \beta\tilde{i}_{b1} + \tilde{i}_{b2} + \beta\tilde{i}_{b2} = 0$

$$\Rightarrow \tilde{i}_{b1} = -\tilde{i}_{b2}$$

$$v_\varepsilon = (r_{b1} + r_{b2})i_{b1} \Rightarrow i_{b1} = \frac{v_\varepsilon}{2r_{b1}}$$

$$v_s = -\beta i_{b1} R_{c1} = -\beta \frac{v_\varepsilon}{2r_{b1}} = -\beta \frac{v_{c1} - v_{c2}}{2r_{b1}}$$

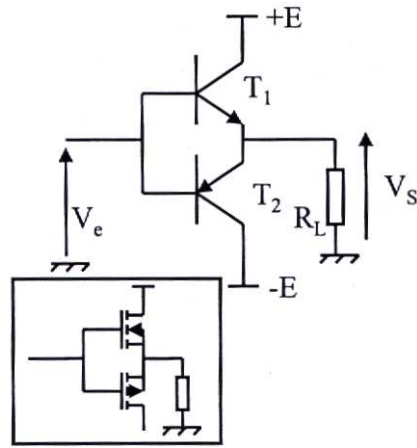
$$\text{avec } r_{b1} = \frac{\beta}{40I_{C0}} \text{ et } I_{C0} = \frac{I_0}{2}$$

$$v_s = -\frac{R_{c1}\beta(v_{e1} - v_{e2})}{2\beta} \frac{40I_0}{2} = -R_{c1}10I_0(v_{e1} - v_{e2})$$

⇒ Amplificateur différentiel

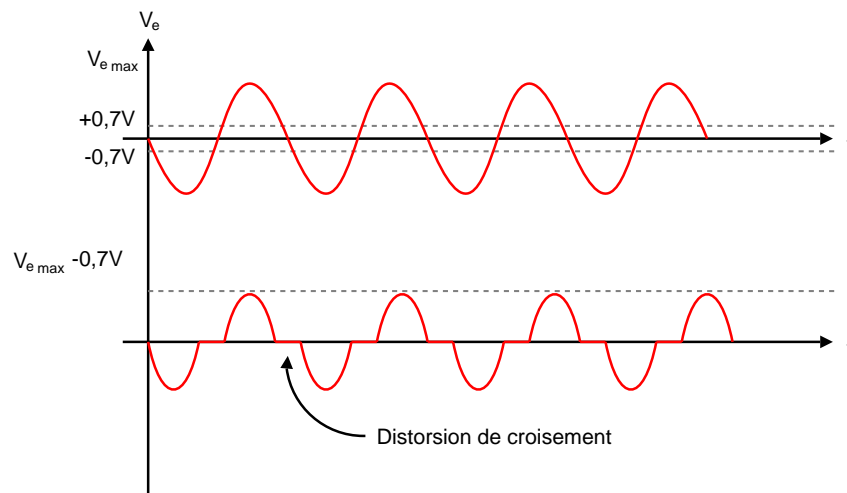
⇒ Gain dépend de la polarisation (I_0)

4 Montage Push-Pull



C'est l'étage de sortie d'un dispositif

⇒ Gain en courant



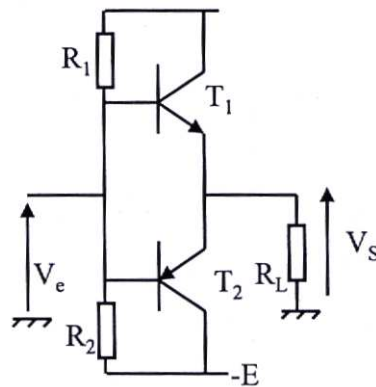
T_1 peut conduire si : $v_e > 0,7V$

T_2 peut conduire si : $v_e < -0,7V$

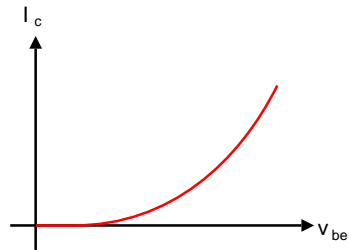
Le gain est $\approx 1^-$

⇒ Gain en courant

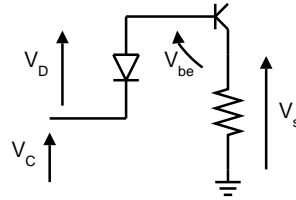
Montage Classe AB :



Pour éviter ce problème de distorsion de croisement, en classe AB, le transistor est polarisé à la limite de la conduction.



On a $v_{be1} = 0,7V$ et $v_{be2} = -0,7V$



REMARQUE

Les transistors fonctionnent tour à tour

T_1 pour $v_e > 0$

T_2 pour $v_e < 0$

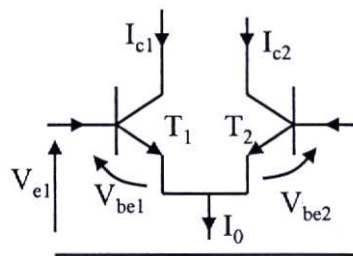
$$v_s = v_e + v_d - v_{be1}$$

Si on choisit bien, v_d et v_{be1} négligeables.

$$v_s = v_e$$

5 Multiplicateur analogique

Montage de base : Paire différentielle :



Fonctionne parceque le transistor n'est pas linéaire \Rightarrow on ne peut pas utiliser le schéma petits signaux... (cela reviendrait à linéariser)

Équations :

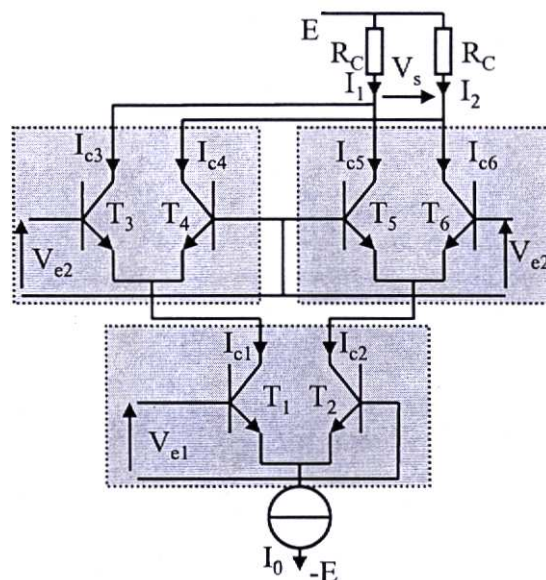
$$I_0 \approx I_{c1} + I_{c2}$$

$$V_{e1} = V_{be1} - V_{be2}$$

$$\begin{cases} I_{c1} = \beta I_{b1} = \beta I_S e^{\frac{V_{be1}}{U_T}} \\ I_{c2} = \beta I_{b2} = \beta I_S e^{\frac{V_{be2}}{U_T}} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{I_{c1}}{I_{c2}} = e^{\frac{V_{be1} - V_{be2}}{U_T}} = e^{\frac{V_{e1}}{U_T}}$$

Multiplieur :



Équations :

$$I_{c1} - I_{c2} = I_0 \operatorname{th} \frac{V_{e1}}{2U_T}$$

$$V_s = R_c (I_1 - I_2) = R_c I_0 \operatorname{th} \left(\frac{v_{e2}}{2U_T} \right) \operatorname{th} \left(\frac{v_{e1}}{2U_T} \right)$$

Faibles valeurs de $v_{e2} \Rightarrow DL$ de $\operatorname{th} \frac{x}{2} = \frac{x}{2}$

$$v_s \approx R_c I_0 \frac{v_{e1} v_{e2}}{kU_T^2} = k v_{e1} v_{e2}$$

\Rightarrow Application mélangeur, modulateurs et démodulateurs