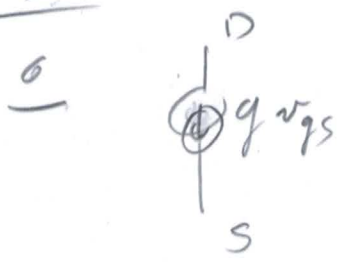


Amplification différentiel

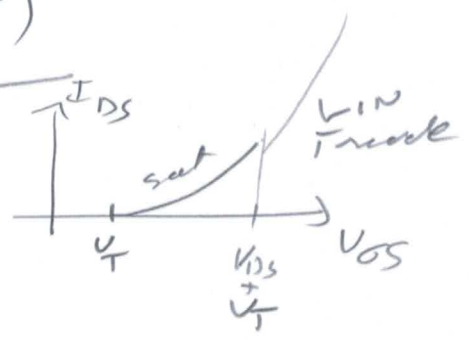
MOS



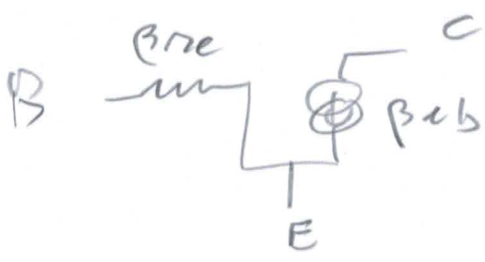
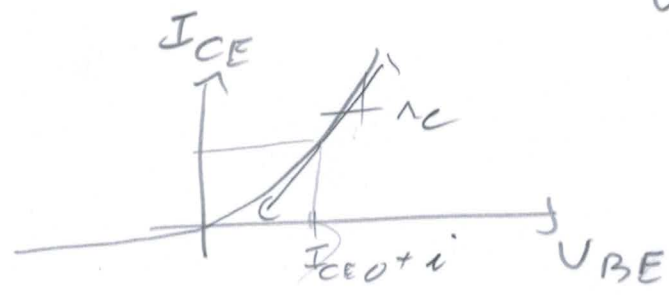
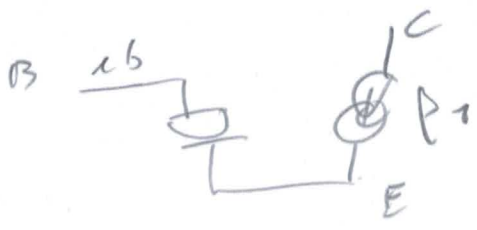
si: $V_{DS} > V_{GS} - V_T$ Amplification saturée

$$I_{D,sat} = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_T)^2 \quad g = \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{GS}}$$

$$g = \beta (V_{GS} - V_T)$$



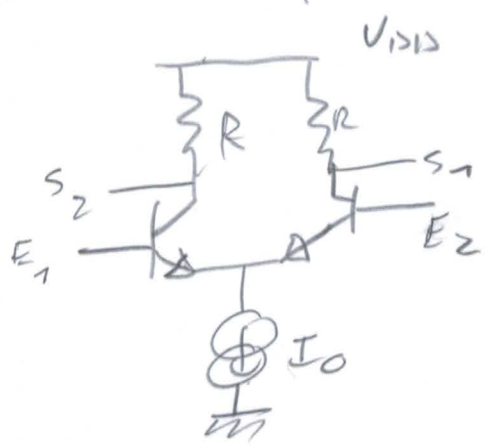
Transistor bipolaire



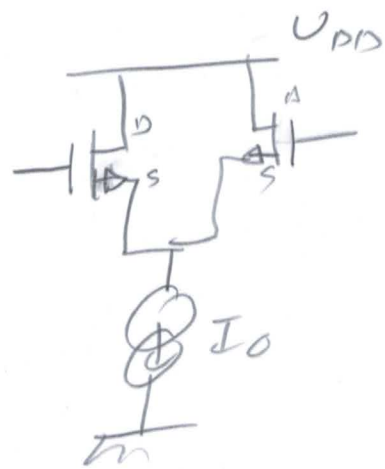
$$g = \frac{\partial I_{CE}}{\partial V_{BE}} \text{ au 1er ordre}$$

$$g = \frac{\beta I_B}{I_{CE} \approx I_B} = \frac{1}{r_e}$$

II Amplification différentiel



ou



II.1 Polarisation

Avec une paire de transistors symétriques,
à l'équilibre si $E_{O1} = E_{O2} \Rightarrow S_{O1} = S_{O2}$
et $I_{O1} = I_{O2} = \frac{I_0}{2}$

$$\Rightarrow S_{O1} = S_{O2} = V_{DD} - R \frac{I_0}{2}$$

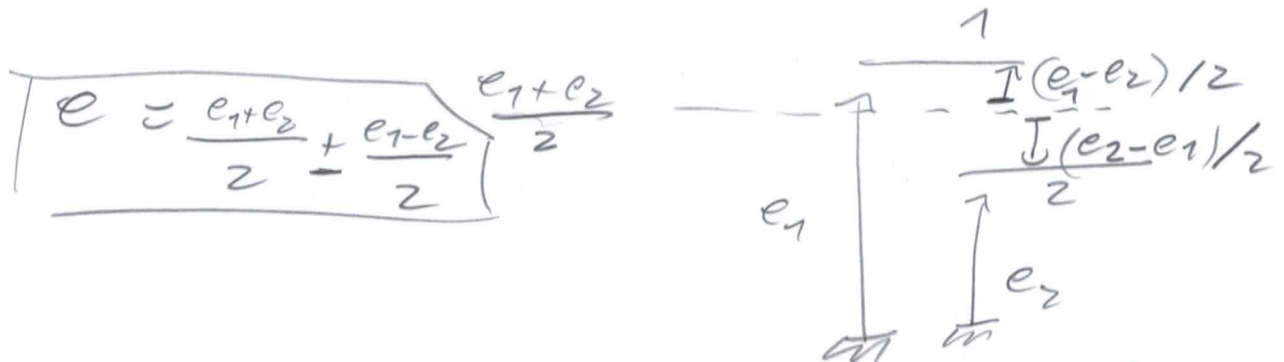
II.2 Re fonctions

Tension entre diff = $e_d = e_1 - e_2$
 définie l'entre + ↙ ↘
échangeable

Requiemment
 $e_d = \frac{e_2 - e_1}{2}$
 On ne dans la littérature
 AOP

mode commun: $e_{mc} = \frac{e_2 + e_1}{2}$

$$v_s = G_d (e_1 - e_2) + G_{mc} \frac{e_1 + e_2}{2}$$



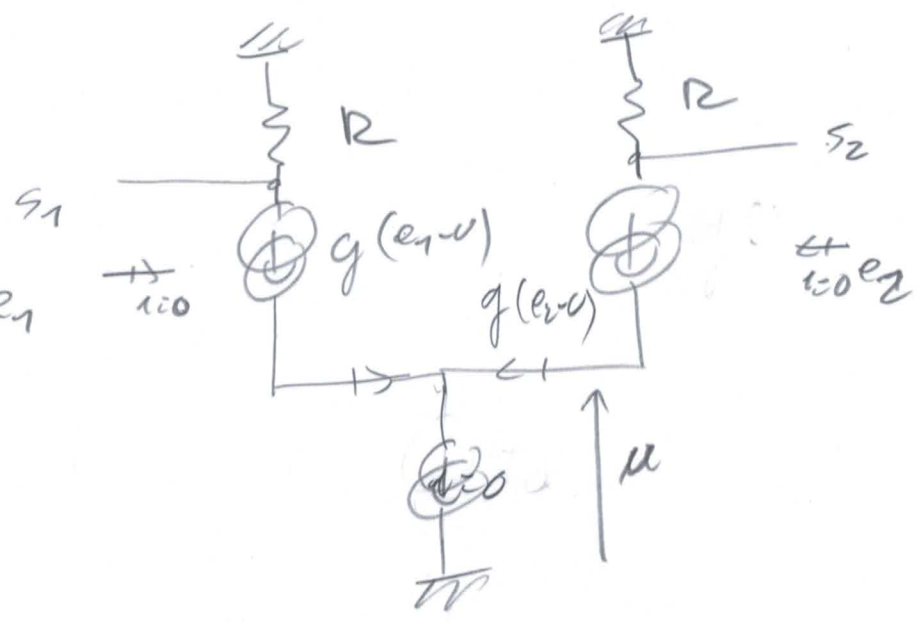
Etude du mode commun et différentiel par superposition:

Mc $e_1 = e_2$

Md $e_1 = -e_2$

III.3

Générateur parfait



$$g(e_1 - u) = -g(e_2 - u)$$

$$g e_1 - g u = -g e_2 + g u$$

$$\boxed{e_1 + e_2 = 2u} \quad \left| \quad u = \frac{e_1 + e_2}{2} \right.$$

$M_d \Rightarrow u = 0$
 $M_c \Rightarrow u \neq 0$


 u est un signal de mode commun

$$i_1 = g(e_1 - u) = g\left(e_1 - \frac{e_1}{2} - \frac{e_2}{2}\right)$$

$$\boxed{i_1 = g/2 (e_1 - e_2) = \frac{g}{2} e_{md}}$$

$$i_2 = g(e_2 - u) = g\left(e_2 - \frac{e_1}{2} - \frac{e_2}{2}\right) = g/2 (e_2 - e_1)$$

$$\boxed{i_2 = -\frac{g}{2} e_{md}}$$

$$s_1' \\ s = s_2 - s_1$$

Sortie différentielle (4)

$$s = +R \frac{g}{2} e_{nd} + R \frac{g}{2} e_{nd}$$

$$s = -Rg e_{nd}$$

$$Rg \text{ si } s = s_1 - s_2$$

$$s = Rg e_{nd}$$

$$G_{nd} = Rg \quad T R M C \approx \infty \\ G_{MC} = 0$$

Sortie unipolaire

$$s = s_2$$

$$s_2 = +R \frac{g}{2} e_{nd}$$

$$G_{nd} = \frac{Rg}{2} \quad T R M C \approx \infty \\ G_{MC} = 0$$

Remarque

On peut faire l'étude en séparant Mc et Md (4.1)
(C'est plus "électronique")

En mode différentiel $e_1 = -e_2$

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

$$s_1 = -R_g e_1 \text{ et } s_2 = -R_g e_2$$

sortie diff $s = s_2 - s_1 = -R_g e_2 - R_g e_1$

$$\boxed{s = -R_g e_{md}}$$

sortie unipolaire :

sortie unipolaire

$$s = s_2 = -R_g e_2$$

$$e_{md} = e_1 - e_2$$

$$e_{md} = -2e_2 \quad e_1 = -e_2$$

$$\boxed{s_2 = R_g \frac{e_{md}}{2}}$$

$$e_2 = -\frac{e_{md}}{2}$$

En mode commun $e_1 = e_2$

$$U = \frac{e_1 + e_2}{2} = e_1 = e_2$$

soit le diff au compaire :

(402)

$$s_1 = -Rg(e_1 - u) = -Rg\left(e_1 - \frac{e_1 + e_2}{2}\right)$$

$$s_1 = -\frac{Rg}{2}(e_1 - e_2) = 0$$

$$s_2 = -Rg(e_2 - u) = -Rg\left(e_2 - \frac{e_1 + e_2}{2}\right)$$

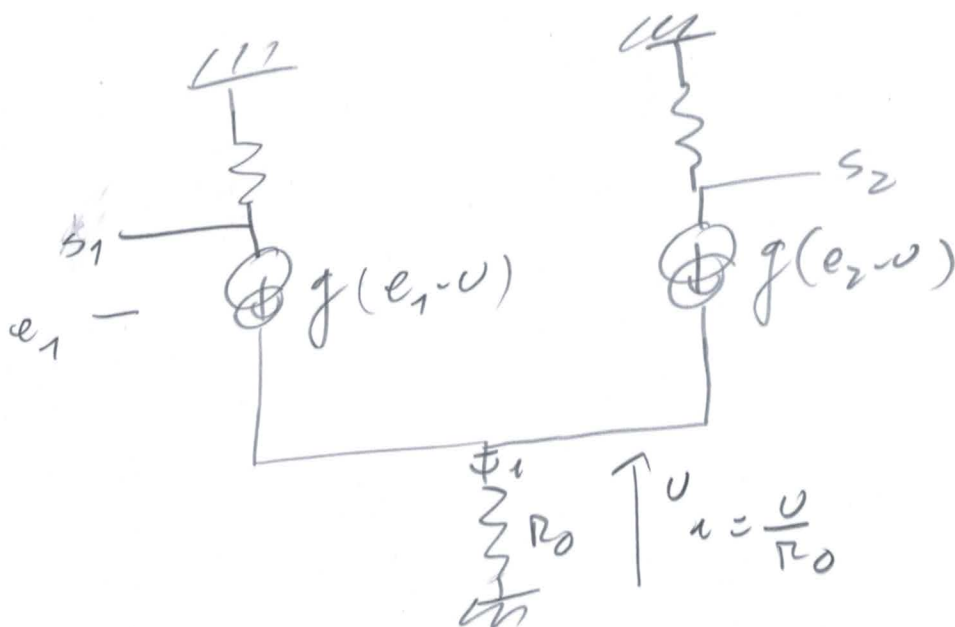
$$= -Rg\left(\frac{e_2}{2} - \frac{e_1}{2}\right) = 0$$

$$\boxed{GMC = 0}$$

II. 4

le générateur est non idéal

(5)



$$g(e_1 - u) + g(e_2 - u) = \frac{u}{R_0}$$

$$u \left(\frac{1}{R_0} + g + g \right) = g(e_1 + e_2)$$

$$u = \frac{g(e_1 + e_2)}{2g + \frac{1}{R_0}}$$

$$u = \frac{R_0 g(e_1 + e_2)}{2R_0 g + 1}$$

ici
encore
0 a une
leur
de mode
commun

Comme V_{out} est une tension de mode commun
 non de change pour le mode différentiel; ⑥

$$\underline{V_{md} = 0}$$

en mode commun : $e_1 = e_2 = e_{mc}$

$$S_1 = -R_g(e_1 - V) = -R_g\left(e_1 - \frac{R_o g(e_1 + e_2)}{1 + 2R_o g}\right)$$

$$S_2 = -R_g(e_2 - V) = -R_g\left(e_2 - \frac{R_o g(e_1 + e_2)}{1 + 2R_o g}\right)$$

sortie différentielle

$$S = S_2 - S_1 = 0$$

sortie commune $e_{mc} = \frac{e_1 + e_2}{2} = e_1 = e_2$

$$S = S_2 = -R_g \left(\frac{e_{mc}(1 + 2R_o g) - R_o g(2e_{mc})}{1 + 2R_o g} \right)$$

$$S = -R_g \frac{e_{mc}}{1 + 2R_o g}$$

Résumé sortie commune

$$G_{MD} = \frac{R_g}{2} \quad CMRR = \frac{1 + 2R_o g}{2}$$

$$G_{MC} = \frac{R_g}{1 + 2R_o g}$$

$$G_{MC} \sim R_g / R_o$$

$$CMRR \approx R_o g$$

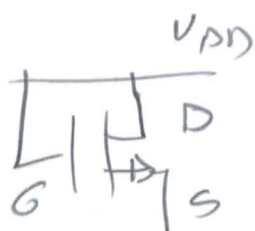
III 2 réalisations

(7)

Avec les calculs qui précèdent,

- Pour le bipolaire, on remplacera g par $\frac{1}{r_e}$

- Pour les MOS.



$$V_{DS} \quad V_{GS} - V_T$$

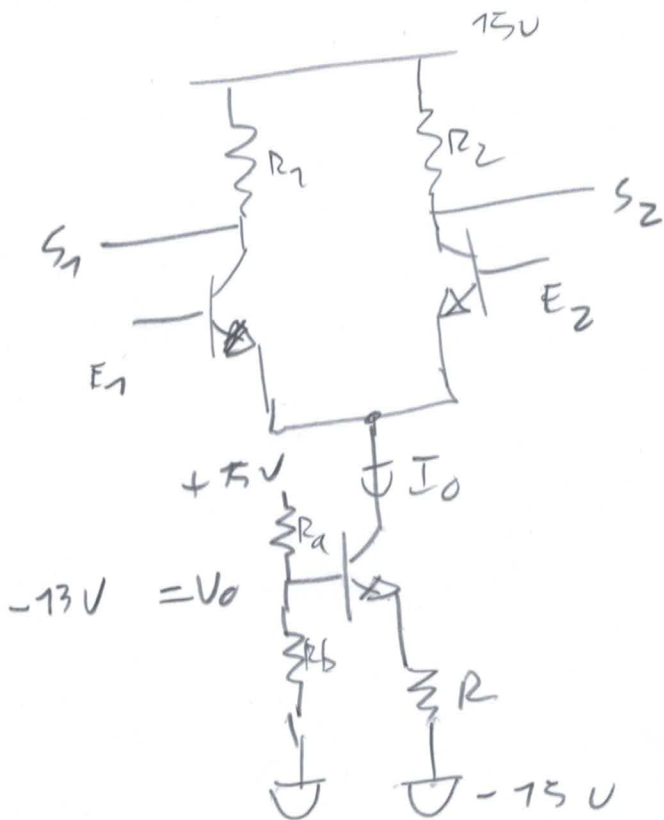
$$V_{DD} - V_S > V_{DD} - V_S - V_T$$

$\Rightarrow$ saturation

III

$$\text{⊗ } g_{v_s} = g_{v_{ds}} \uparrow v_{ds} \approx \frac{1}{g}$$

On remplacera T_3 et T_4 par des résistances de valeur $\frac{1}{g_3} = \frac{1}{g_4}$



Polar $E_{01} = E_{02} = 0V$

$$I_0 = \frac{(V_0 - 0,6 + 15)}{R}$$

$$I_0 = \frac{-13 + 15 - 0,6}{100 \cdot 10^3} = \frac{1,4}{100 \cdot 10^3}$$

$$I_0 = 1,4 \cdot 10^{-5} A = 14 \mu A$$

$$V_0 = -13V$$

$$\Rightarrow \frac{R_b}{R_a + R_b} \times 30 = 2$$

$$\Rightarrow I_{E10} = I_{E20} = 7 \mu A$$

$I_{emetteur 10}$

$$\Rightarrow I_{B10} = I_{B20} = \frac{7}{300} = 0,023 \mu A$$

$$V_0 = -0,6V$$

$$I_{B0} = 23 nA$$

courants de Polarisation

$$\begin{aligned}
 S_{10} = S_{20} &= 15 - R_{1,2} I_{E_{1,20}} = \\
 &= 15 - 300 \cdot 10^3 \cdot 7 \cdot 10^{-6} \\
 &= 15 - 2,1
 \end{aligned}$$

$$S_{1,20} = 12,9 \text{ V}$$

$$Z_m = \beta r_c = 300 \frac{26 \cdot 10^{-3}}{7 \cdot 10^{-6}} = 1,1 \text{ M}\Omega$$

$$Z_d = 2,2 \text{ M}\Omega$$

$$r_c = \frac{26 \cdot 10^{-3}}{7 \cdot 10^{-6}}$$

$$G_d = R_g = R / r_c = 300 \cdot 10^6 \frac{26 \cdot 10^{-3}}{7 \cdot 10^{-6}}$$

$$G_d = 80769 \quad \text{Manque étape de gain + push Pull}$$

CMRR non calculable car on ne connaît pas la tension de Farley

IV.2

T_1, T_2, T_3 ne doivent ni bloquer
ni saturer

(10)

$$E_1 = E_2 \neq 0 = E$$

$$\Rightarrow V = E - 0,6$$

Si V basse $\Rightarrow$ on va faire saturer T
(il ne peut bloquer aucune de V)

$$V_{CE}^{min} = E_{MC} - 0,6$$

$$V_{CE}^{sat} = 0$$

$$V_E = -13 - 0,6$$

$$E_{MC} - 0,6 + 13 + 0,6 > 0$$

$$E_{MC} > -13 \text{ V}$$

$$E_{MC} = E_1 - 0,6 \quad E_1 = E_{MC} + 0,6$$

~~Pour bloquer T_1 et T_2 , il faut faire~~
 ~~$E_{MC} > -13,4 \text{ V}$~~

Pour bloquer T_1 et T_2 , il faut demander à

$$-E_{MC} - 0,6 > 13 - 0,6 \Rightarrow T_3 \text{ saturer avant}$$

(Juste avant)

Saturation de T_1 et T_2

$$15 - R_{T2} I_{E0} - E_{MC} + 0,6 > 0$$

$$-E_{MC} > -15 - 0,6 + R_{T2} I_{E0}$$

$$E_{MC} < 15 + 0,6 - R_{T2} I_{E0}$$

$$E_{MC} < 15,6 - R_{T2} I_{E0}$$

$$E_{MC} < 12,9 \text{ V}$$