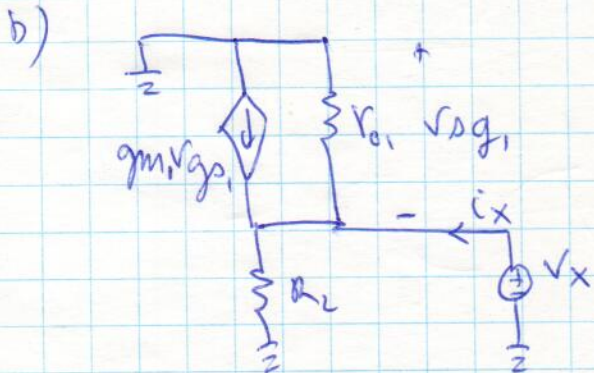


Question 1

$$a) I_{REF} = \frac{V_{DD} - V_{SG1}}{R} = \frac{1,5V - (0,2V + 0,5V)}{1K\Omega} = 0,8mA$$

$$I_{D2} = 1,6mA, I_{D3} = 2,4mA, I_{D4} = I_{D3} = 2,4mA$$

$$I_{D5} = 4 I_{D4} = 9,6mA$$



$$\frac{v_x}{i_x} \approx 1/gm_1$$

$$v_x = -v_{sg1}$$

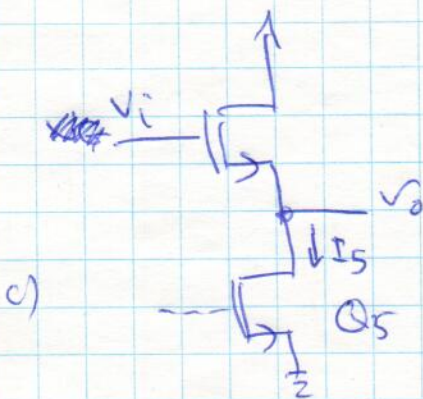
$$v_x = gm_1 v_{sg1} (r_{o1} \parallel R_L)$$

$$i_x = gm_1 v_{sg1} + \frac{v_x}{r_{o1}} + \frac{v_x}{R_L}$$

$$Z_{in} = \frac{1}{gm_1 + \frac{1}{r_{o1}} + \frac{1}{R_L}}$$

$$= 1/gm_1 \parallel r_{o1} \parallel R_L$$

$$\approx 1/gm_1$$



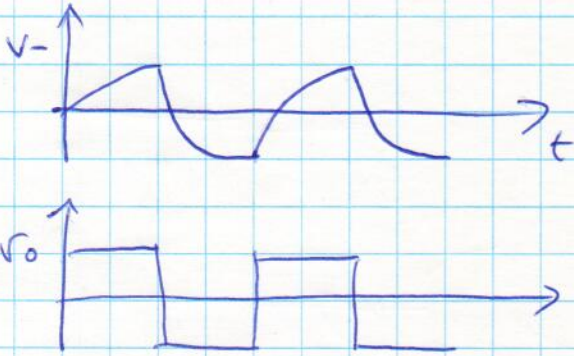
d) C'est un convertisseur intégrateur à 2 pentes

1) on intègre pendant un temps fixe.

2) on "désintègre" jusqu'à $v_x = 0$ et la valeur du compteur donne la donnée numérique.

e) c'est un oscillateur astable

- 1) R_1 et R_2 établissent les seuils
- 2) R_1 , R_2 et l'ampli-op réalisent un bistable inverseur
- 3) Le condo est chargé/déchargé par R
- 4) La tension change à V^- et fait commuter le bistable.



- f) Il manque un 3^e étage drain/common suiveur de tension afin de diminuer l'impact des résistances du réseau sur les transistors de sortie.

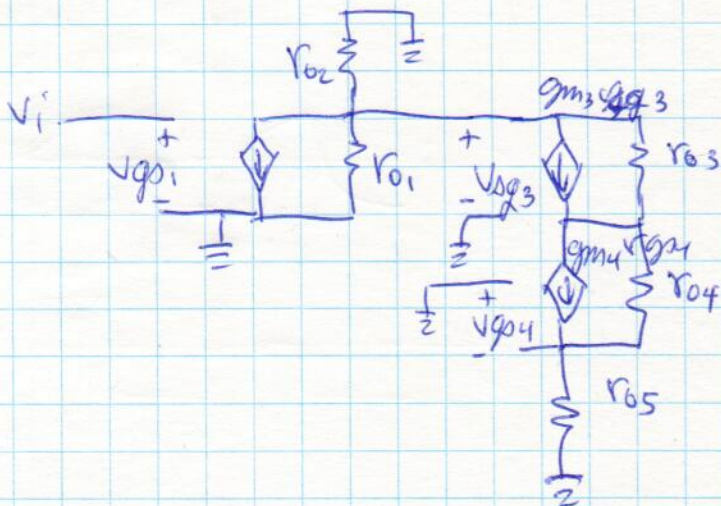
Question 2- C'est un ampli folded cascode

a) Q₂ : source de courant p-mos

Q_4, Q_5 : soma de correntes nmos. cas code

Q_1, Q_3 : amplification source commune cascode

۵)



c) ~~$R_{0,1}$~~ $R_{0,1} = R_{0,1}$

$$P_{O_2} = r_{O_2}$$

$$R_{o3} = g_{m3} r_{o3} (r_{o1} \parallel r_{o2})$$

$$R_{04} = g_{m4} R_{04} R_{05}$$

$$R_{0.5} = \gamma_{0.5}$$

d) $R_{in} = \infty$

$$R_o = R_{o3} \parallel R_{o4} = g_{m3} r_{o3} (r_{o1} \parallel r_{o2}) \parallel g_{m4} r_{o4} r_{o5}$$

$$d) \frac{v_o}{v_i} = -g_{m1} R_o = -g_{m1} g_{m3} r_{o3} (r_{o1} \parallel r_{o2}) \parallel g_{m4} r_{o4} r_{o5}$$

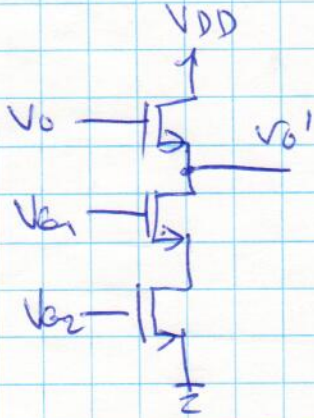
$$f_{min}) \quad V_{i_{min}} > V_{GS1} > V_{ov1} + V_t$$

g) $v_{0 \max} < v_{0r2} + v_{0r3}$

$$V_{\min} > v_{r4} + v_{r5}$$

b) R_2 dévie une partie du courant et le circuit n'est plus polarisé adéquatement.

Il faut placer un diviseur de tension à la sortie:



Question 3-

$$a) I_{D8} = 50 \mu A \quad \left(\frac{W}{L}\right)_8 = \frac{2 I_{D8}}{\mu_p C_{ox} V_{ov}^2} = \frac{2 \cdot 50 \mu A}{100 \mu A/V^2 \cdot 0.2 V^2} = 25$$

$$\text{or } L = 2 \mu m, \text{ donc } W_8 = 50$$

$$\text{si } W_5 = 200 \mu m \quad \frac{W_5}{W_8} = 4, \text{ donc } I_{D5} = 200 \mu A$$

$$I_{D1} = I_{D2} = I_{D3} = I_{D4} = 100 \mu A$$

$$\left(\frac{W}{L}\right)_3 = \left(\frac{W}{L}\right)_4 = \frac{2 I_{D3}}{\mu_n C_{ox} V_{ov}^2} = \frac{2 \cdot 100 \mu A}{400 \mu A/V^2 \cdot 0.2 V^2} = 12.5$$

$$\text{donc } \underline{W_3 = W_4 = 25}$$

$$\left(\frac{W}{L}\right)_1 = \left(\frac{W}{L}\right)_2 = \frac{2 I_{D1}}{\mu_p C_{ox} V_{ov}^2} = \frac{2 \cdot 100 \mu A}{100 \mu A/V^2 \cdot 0.2^2} = 50$$

$$\underline{W_1 = W_2 = 100 \mu m}$$

$$\text{si } W_7 = 100 \mu m, \quad I_{D7} = 2 I_{D8} = 100 \mu A.$$

$$I_{D6} = 100 \mu A \quad \text{et } \underline{W_6 = W_3 = 25}$$

$$b) g_{m1} = g_{m2} = \frac{I_{D1}}{V_{ov}/2} = \frac{100 \mu A}{0.2/2} = 1 \text{ mA/V}$$
$$= g_{m3} = g_{m4}$$
$$= g_{m6} = g_{m7}$$

$$g_{m5} = \frac{200 \mu A}{0.2 V/2} = 2 \text{ mA/V} \quad \text{et } g_{m8} = \frac{50 \mu A}{0.2/2} = 0.5 \text{ mA/V}$$

b) suite

$$r_{o1} = r_{o2} = r_{o3} = r_{o4} = r_{o7} = r_{o6} = \frac{V_A' \cdot L}{I_D} = \frac{20 \text{ V/}\mu\text{m} \cdot 2 \mu\text{m}}{100 \mu\text{A}} = 400 \text{ k}\Omega$$

$$r_{o5} = \frac{20 \text{ V/}\mu\text{m} \cdot 2 \mu\text{m}}{200 \mu\text{A}} = 200 \text{ k}\Omega$$

$$r_{o8} = \frac{20 \text{ V/}\mu\text{m} \cdot 2 \mu\text{m}}{50 \mu\text{A}} = \underline{800 \text{ k}\Omega}$$

$$\begin{aligned} c) A_v = A_1 \cdot A_2 &= -g_{m1} (r_{o2} \parallel r_{o4}) \cdot -g_{m6} (r_{o6} \parallel r_{o7}) \\ &= -1 \text{ mA/V} \cdot 200 \text{ k}\Omega \cdot -1 \text{ mA/V} \cdot 200 \text{ k}\Omega \\ &= \underline{40000 \text{ V/V}} \end{aligned}$$

$$R_o = r_{o6} \parallel r_{o7} = \underline{200 \text{ k}\Omega}$$

$$\begin{aligned} d) v_{in} &> -V_{DS} + V_{DS3} + V_{OV1} - V_{SG1} \\ &> -V_{DS} + \overbrace{V_{DS3} + V_t}^{V_{DS3} + V_t} + V_{OV1} - (V_{OV1} + V_t) \\ &> -V_{DS} + V_{OV3} \\ &> -1,8 \text{ V} + 0,2 \text{ V} = -1,6 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_{in} &< V_{DD} - V_{DS5} - V_{SG1} \\ &< V_{DD} - V_{DS5} - (V_{OV1} + V_t) \\ &< 1,8 \text{ V} - 0,2 \text{ V} - 0,2 \text{ V} - 0,5 \text{ V} = \underline{0,9 \text{ V}} \end{aligned}$$

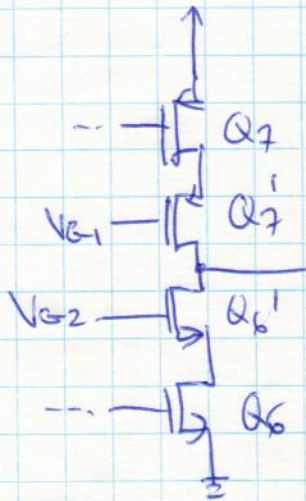
$$e) v_{o\min} > -V_{DS} + V_{DS6} > -1,8 \text{ V} + 0,2 \text{ V} = -1,6 \text{ V}$$

$$v_{o\max} < V_{DD} - V_{OV7} < 1,8 \text{ V} - 0,2 \text{ V} = \underline{1,6 \text{ V}}$$

$$p) A_{cm} = \frac{V_{out}}{V_{in}} \approx -\frac{1}{2g_{m3} R_{es}} = -\frac{1}{2 \cdot 1 \text{ mA/V} \cdot 200 \text{ k}\Omega} = -0,0025 \text{ V/V}$$

$$T_{CMC} = \frac{|A_d|}{|A_{cm}|} = \frac{40000 \text{ V/V}}{0,0025 \text{ V/V}} = 16 \text{ M/V} \text{ ou } \underline{144 \text{ dB}}$$

g) étage de sortie casode:



$$A_2 = -g_{m6} (g_{m6}' \cdot r_{o6}' \cdot r_{o6})$$

h) C'est une capacité de compensation par réparation des pôles. Elle permet de placer un pôle dominant à très basse fréquence afin d'augmenter la stabilité.