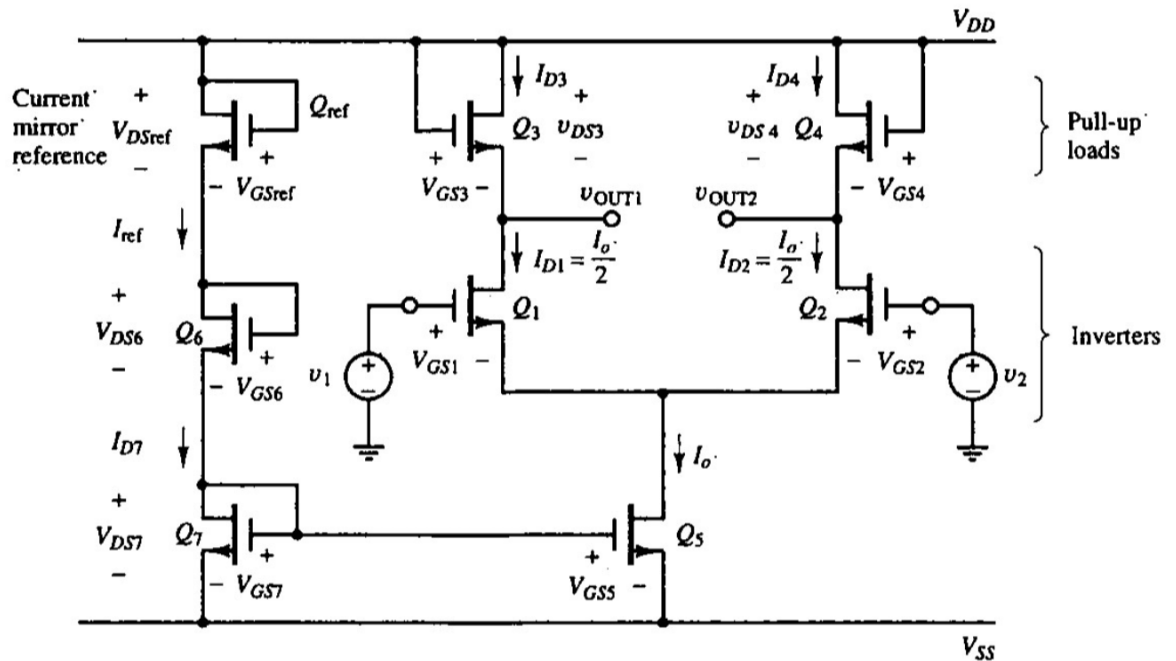


sea el Amplificador Diferencial MOSFET:

Figure 8.27.

MOSFET differential amplifier with MOSFET loads and a MOSFET current mirror.



Del enunciado obtenemos que:

- Q_{ref} $V_{TR} = 2V$ (tensión de umbral)
 $K_{ref} = 2mA / V^2$ (Transconduct.)

- $Q_5 \sim Q_6 = Q_7 = Q_{ref}$

- $Q_1 = Q_2$

- $Q_3 = Q_4$ $\therefore K_3 = K_4 = \frac{K_{ref}}{2}$

- $K_1 = K_2 = K_3 / 16 = K_4 / 16$

- $x_3, x_4 = 0$ (ganancia continua)

- $r_{o1} = r_{o2} = r_{o3} = r_{o4} = \infty$

- $V_{DD} = -V_{SS} = 9V$

- Como cada disp carece de unaje con fuente $\Rightarrow V_{DS} = V_{GS}$.

$$K_1 = K_3 / 16$$

a) Se nos pide obtener el pto de operación y V'_{i1} y I'_{i1} relevantes:

- El Espejo de corriente del mosfet Fija en voltajes nodales y no I_0 como el BJT.
- Cada dispos. lno excepto Q_7 y Q_5 tienen $V_{SB} \neq 0$. (bulk-source voltage)
- la corriente es proporcional a: $I \propto (V_{GS} - V_{Th})^2$

Como Q_6 , Q_7 y Q_{ref} son los mismos dispositivos, e ignorando el body effect, la caída de voltaje entre V_{DD} y V_{SS} se puede dividir equitativamente:

$$\bullet V_{GS6} = V_{GS7} = V_{ref} = \frac{V_{DD} - V_{SS}}{3} = \frac{18}{3} = 6 \text{ [V]}$$

y como se igual número $Q_{6,7,ref}$ tienen conectados sus gates a sus drenajes,

$$\text{y } I_6 = I_7 = I_{ref} = K_{ref} (V_{GS} - V_{Th})^2$$

y reemplazando:

$$I_{6,7,ref} = 2 \left[\frac{\mu A}{V} \right] \cdot (6 \text{ [V]} - 2 \text{ [V]})^2$$

$$I_{6,7,ref} = 32 \text{ [}\mu\text{A]}$$

y Viendo que $Q_7 = Q_5$, Entonces:

$$I_0 = I_{ref}$$

y así

$$K_{ref} = 2$$

$$K_{3,4} = 1$$

$$K_{1,2} = 1/16$$

$$I_{D1} = I_{D2} = I_{D3} = I_{D4} = \frac{I_0}{2} = 16 \text{ [}\mu\text{A]}$$

así obtenemos V_{GS1} y V_{GS2} :

$$\left(16 = \frac{1}{16} \left[\frac{\mu A}{V} \right] (V_{GS1,2} - 2 \text{ [V]})^2 \right) \quad \left(16 = 1 \left[\frac{\mu A}{V} \right] (V_{GS3,4} - 2 \text{ [V]})^2 \right)$$

$$V_{GS1,2} = 18 \text{ [V]} \quad | \quad V_{GS3,4} = 6 \text{ [V]}$$

o de igual manera Q_3 y Q_4 : ($V_{DS} = V_{GS}$)

$$V_{DS3} = V_{DS4} = \frac{V_{DD} - V_{SS}}{3} = 6 \text{ [V]}$$

$$V_{out1} = V_{DD} - V_{DS3} = 3 \text{ [V]} \quad y \quad V_{out1} = V_{out2}$$

Por se obtuvo:

- $I_{6,7,5,ref} = 32 \text{ } [\mu A]$.
- $I_{D1,D2,D3,D4} = 16 \text{ } [\mu A]$.
- $V_{out1,2} = 3 \text{ } [V]$.
- $V_{GS3,4,5,6,7} = 6 \text{ } [V]$.
- $V_{GS1,2} = 18 \text{ } [V]$.

b) Sabiendo que la transconductancia, que relaciona I_D con V_{GS} se obtiene con:

$$g_m = 2k(V_{GS} - V_{TH}) = 2\sqrt{kI_D}$$

$$\left(g_{m1,2} = 2 \cdot 10^{-3}; g_{m3,4} = 8 \cdot 10^{-3} \Rightarrow V_{th3,4} = 125 \right)$$

y tenemos en fórmulas:

$$A_{DM-se1} = \frac{v_{out1}}{v_{out2}} = \frac{g_{m1}}{2} \left[\frac{1}{g_{m3}(1+\chi_3)} r_{o3} \parallel r_{o1} \right]$$

Valores k :
$k_{ref} = 2$
$k_{1,2} = 1/16$
$k_{3,4} = 2$

y como $r_{o3} \parallel r_{o1}$ paralelo y $\chi_3 = 0$:

$$\bullet A_{DM-se1} = -\frac{g_{m1}}{2 g_{m3}} = -\frac{2\sqrt{k_1 I_{D1}}}{4 \sqrt{k_3 I_{D3}}} = -\frac{1}{2} \sqrt{\frac{k_1}{k_3}} = -\frac{1}{2} \sqrt{\frac{k_3}{k_3 16}} = -1/8.$$

$$\bullet A_{DM-se2} = +\frac{g_{m2}}{2 g_{m4}} = -\frac{1}{2} \sqrt{\frac{k_2}{k_4}} = 1/8 = 0,125$$

$$y) A_{DM-diff} = -\frac{1}{2} \left[2 \sqrt{\frac{\kappa_1}{\kappa_3}} \right] = -\sqrt{\frac{\kappa_1}{\kappa_3}} = -\frac{2}{8} = -\frac{1}{4}.$$

c) impedancia de entrada: ($\approx 0,25$).

$$\text{Como } r_{o1,2} = \infty \Rightarrow r_{in\ diff} = \infty.$$

$$r_{out-se1} = \frac{1}{g_{m3}} = \frac{1}{2 \sqrt{\kappa_3 I_{o3}}} = \frac{1}{8} = \frac{1}{0,008} = 125 \quad [\Omega]$$

$$r_{out-se2} = \frac{1}{g_{m4}} = 1/0,008 \left[\frac{V}{A} \right] = 125 \quad [\Omega]$$

$$r_{out-diff} = \frac{2}{g_{m3}} \left[\frac{V}{mA} \right] = \frac{1}{0,004} \left[\frac{V}{A} \right] = 250 \quad [\Omega]$$

Distribución ptje:

a) $V = 6 [V] \quad (0,4p)$
 $V = 18 [V] \quad (0,4p)$
 $I = 32 [mA] \quad (0,4p)$
 $I = 16 [mA] \quad (0,4p)$

b) $A_{DM-se} (1,5p)$
 $A_{DM-diff} (1,5p)$

c) $0,25 \quad clu.$



