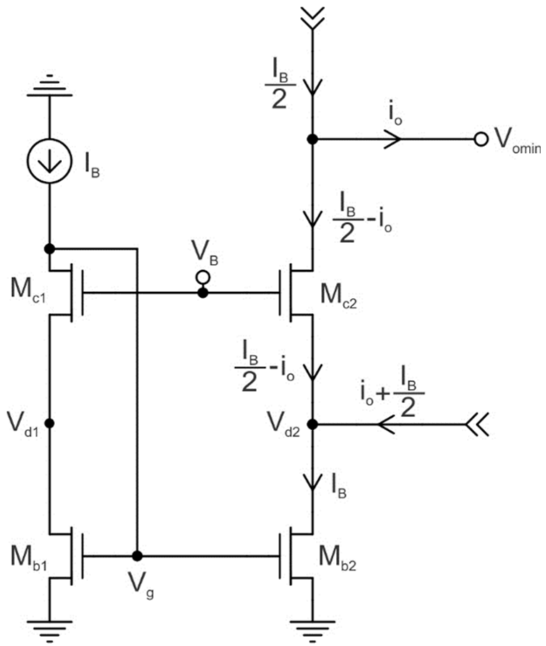
Polarização do Cascode Dobrado



Variação proporcional da corrente i_o $\longrightarrow$ $i_0 = A\frac{I_B}{2}$

$$-A_{\max} \leq A \leq A_{\max}$$

$$A = \frac{2}{I_B} i_0 \longrightarrow -A_{\max}\frac{I_B}{2} \leq i_0 \leq A_{\max}\frac{I_B}{2} \longrightarrow A_{\max} = \frac{2}{I_B}\left|i_{0_{\max}}\right|$$

Relação entre ΔV_{gs1} e ΔV_{gs2}

$$I_B = \frac{k_p}{2\alpha}\frac{2W}{L}\left(\Delta v_{gs_1}\right)^2$$

$$\frac{I_B}{2} - i_0 = \frac{I_B}{2}(1-A) = \frac{k_p}{2\alpha}\frac{W}{L}\left(\Delta v_{gs_2}\right)^2$$

$$\longrightarrow \Delta v_{gs_2} = \left(\sqrt{1-A}\right)\Delta v_{gs_1}$$

Saturação de M_{c1} $\longrightarrow$ $V_B \leq \left(2 - \frac{1}{\alpha}\right)\Delta v_{gs_1} + V_{T_c} + V_{T_b}$ (1)

Saturação de M_{b2} $\longrightarrow$ $V_B \geq \left(\sqrt{1+A_{\max}} + \frac{1}{\alpha}\right)\Delta v_{gs_1} + V_{T_c}$ (2)

Saturação de M_{c2} $\longrightarrow$ $V_B \leq V_{0\min} + \sqrt{1-A_{\max}}\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)\Delta v_{gs_1} + V_{T_c}$ (3)

Saturação de M_{b1} $\longrightarrow$ $V_B \geq \left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)\Delta v_{gs_1} + V_{T_c}$ (4)

A curva 2 domina sobre a 4

Faixa de Valores de V_B

A curva 2 é sempre mais restritiva que a 4. Existe uma condição em V_{omin} para a curva 3 dominar sobre a 1.

Curva 3 Mais Restritiva que a 1

$$V_B \leq V_{0\,\text{min}} + \sqrt{1 - A_{\text{max}}}\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)\Delta v_{gs_1} + V_{T_c} \quad 3$$

$$V_B \leq \left(2 - \frac{1}{\alpha}\right)\Delta v_{gs_1} + V_{T_c} + V_{T_b} \quad 1$$

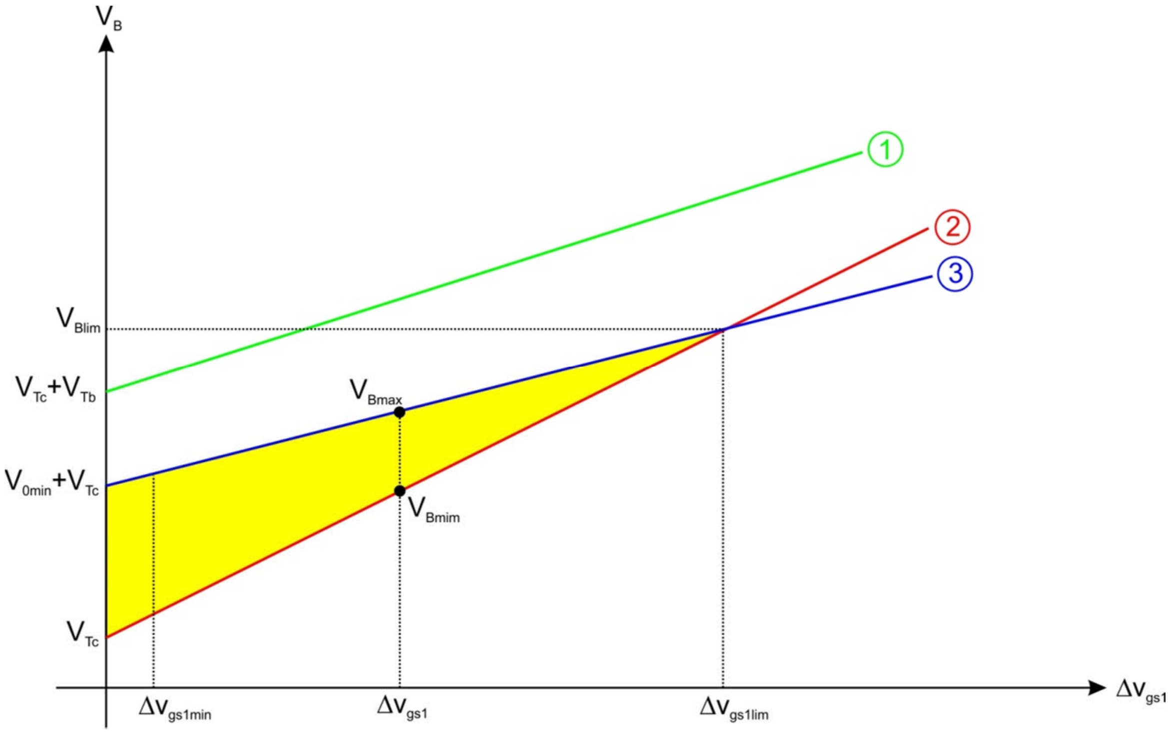
$$V_{0\,\text{min}} + \sqrt{1 - A_{\text{max}}}\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)\Delta v_{gs_1} + V_{T_c} \leq \left(2 - \frac{1}{\alpha}\right)\Delta v_{gs_1} + V_{T_c} + V_{T_b}$$

$$V_{0\,\text{min}} \leq \left(\left(2 - \frac{1}{\alpha}\right) - \sqrt{1 - A_{\text{max}}}\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)\right)\Delta v_{gs_1} + V_{T_b}$$

Δv_{gs1} deve ser escolhido de forma a manter os transistores em inversão forte. Na prática, o menor valor para ΔV_{gs1} está em torno de 150mV

$$V_{0\min} \le \left(\left(2-\frac{1}{\alpha}\right)-\sqrt{1-A_{\max}}\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)\right)\Delta v_{gs_1}+V_{T_b}$$

→ Condição mais comum, de baixa tensão de saída.

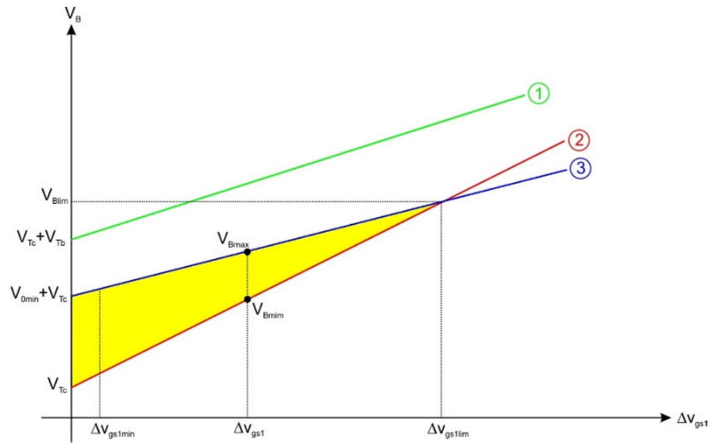


$$V_B \ge \left(\sqrt{1+A_{\max}}+\frac{1}{\alpha}\right)\Delta v_{gs_1}+V_{T_c} \quad (2)$$

$$V_B \le V_{0\min}+\sqrt{1-A_{\max}}\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)\Delta v_{gs_1}+V_{T_c} \quad (3)$$

$$V_B \geq \left(\sqrt{1+A_{\max}} + \frac{1}{\alpha} \right) \Delta v_{gs_1} + V_{T_c} \quad 2$$

$$V_B \leq V_{0\min} + \sqrt{1-A_{\max}} \left(1 - \frac{1}{\alpha} \right) \Delta v_{gs_1} + V_{T_c} \quad 3$$



$$\Delta v_{gs_{1\lim}} = \frac{\left(\sqrt{1+A_{\max}} + \sqrt{1-A_{\max}} \right) \alpha V_{0\min}}{1 + (2\alpha - 1) A_{\max} + \sqrt{1-A_{\max}^2} + \sqrt{1+A_{\max}} + \sqrt{1-A_{\max}}}$$

$$V_{B\lim} = \frac{\left(\sqrt{1-A_{\max}^2}\,(1-\alpha) V_{T_c} + \left(V_{T_c} + V_{0\min} \right) \left(\sqrt{1+A_{\max}} + \alpha (1+A_{\max}) \right) \right) \left(A_{\max} + 1 + \sqrt{1-A_{\max}^2} \right)}{(1+A_{\max}) \left(1 + (2\alpha - 1) A_{\max} + \sqrt{1-A_{\max}^2} + \sqrt{1+A_{\max}} + \sqrt{1-A_{\max}} \right)}$$

$\Delta v_{gs_{1\lim}} \geq \Delta v_{gs_{\min}}$ $\longrightarrow$ Esta condição impõe um limite inferior para o V_{0mim}

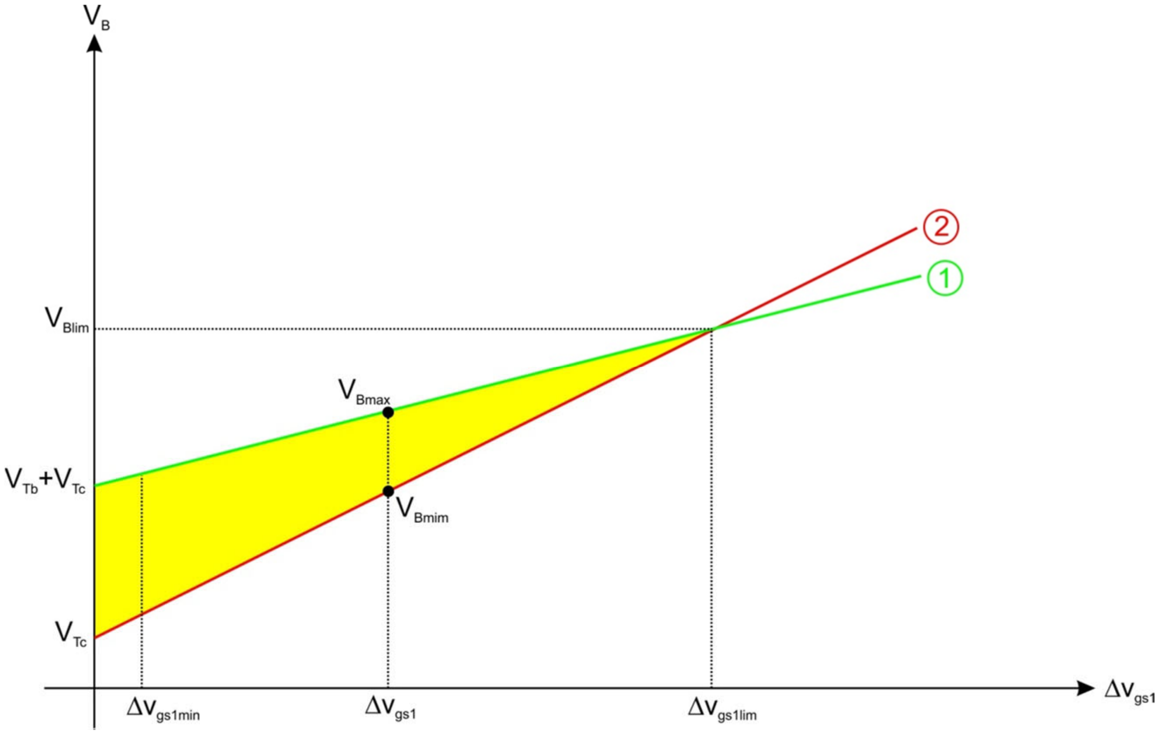
Reta média $\longrightarrow$ $V_B = \dfrac{V_{0\min}}{2} + \dfrac{1}{2} \left(\sqrt{1-A_{\max}} \left(1 - \dfrac{1}{\alpha} \right) + \sqrt{1+A_{\max}} + \dfrac{1}{\alpha} \right) \Delta v_{gs_1} + V_{T_c}$

$$\Delta V_B = \pm \left(\frac{V_{0\min}}{2} + \frac{1}{2} \left(\sqrt{1-A_{\max}} \left(1 - \frac{1}{\alpha} \right) - \sqrt{1+A_{\max}} - \frac{1}{\alpha} \right) \Delta v_{gs_1} \right)$$

Curva 1 Mais Restritiva que a 3

$$V_{0\,min} > \left(\left(2-\frac{1}{\alpha}\right)-\sqrt{1-A_{max}}\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)\right)\Delta v_{gs_1}+V_{T_b} \rightarrow$$

Condição menos comum, de baixa excursão de sinal de saída.



$$V_B \le \left(2-\frac{1}{\alpha}\right)\Delta v_{gs_1}+V_{T_c}+V_{T_b} \quad 1$$

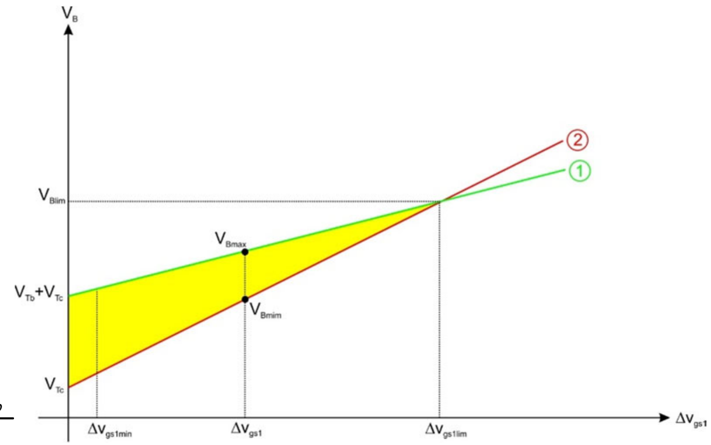
$$V_B \ge \left(\sqrt{1+A_{max}}+\frac{1}{\alpha}\right)\Delta v_{gs_1}+V_{T_c} \quad 2$$

$$V_B \le \left(2-\frac{1}{\alpha}\right)\Delta v_{gs_1} + V_{T_c} + V_{T_b} \quad ①$$

$$V_B \ge \left(\sqrt{1+A_{\max}}+\frac{1}{\alpha}\right)\Delta v_{gs_1} + V_{T_c} \quad ②$$

$$V_{B\,\mathrm{lim}} = \frac{\left((2\alpha+1)V_{T_b}+2V_{T_c}\right)\sqrt{1+A_{\max}}+\left((1+A_{\max})V_{T_b}+(A_{\max}-3)V_{T_c}\right)\alpha+2V_{T_b}+4V_{T_c}}{2\sqrt{1+A_{\max}}+4+(A_{\max}-3)\alpha}$$

$$\Delta v_{gs_{1\,\mathrm{lim}}} = \frac{\alpha\left(\sqrt{1+A_{\max}}+2\right)V_{T_b}}{2\sqrt{1+A_{\max}}+4+(A_{\max}-3)\alpha}$$



Reta média

$$V_B = \frac{1}{2}\left(2+\sqrt{1+A_{\max}}\right)\Delta v_{gs_1} + V_{T_c} + \frac{V_{T_b}}{2}$$

$$\Delta V_B = \pm\left(\left(1-\frac{1}{\alpha}-\frac{\sqrt{1+A_{\max}}}{2}\right)\Delta v_{gs_1} + \frac{V_{T_b}}{2}\right)$$

OBS: No cascode dobrado apresentado, a corrente de polarização de M_b é o dobro da corrente de M_d, isto porque assume-se excursão de sinal plena no par diferencial. Entretanto, podemos polarizar M_b com correntes maiores, e isto é útil quando a variação de corrente de saída tira M_c da inversão forte. Aumentando a corrente de polarização, podemos manter M_c sempre em inversão forte, ao custo de um maior consumo de potência.

Final deste
Tópico