

0.1 简单差动对

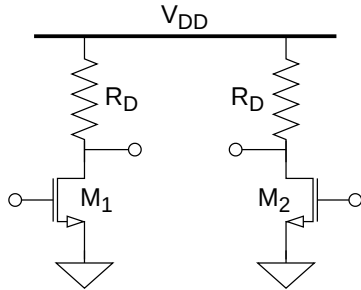


图 1: 简单差动对

缺点 输入 V_{in} 会引起电流 I_D 的变化，导致增益改变。
所以基本不可以使用，因为增益一直在变导致波形失真。

0.2 差动对

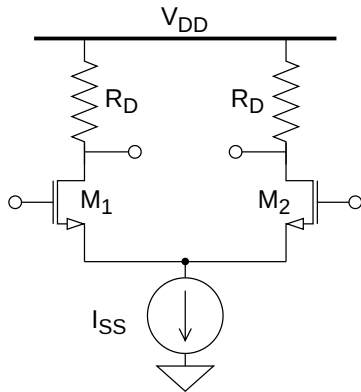


图 2: 差动对

$$I_{d1} = I_{d2} = \frac{I_{ss}}{2} \quad (1)$$

当 $V_{in1/2} = 1V$ 与 $V_{in1/2} = 2V$ 的时候都没区别。

0.2.1 大信号分析

寻找线性放大区间

$$\begin{cases} I_{D1} = \frac{1}{2}\mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right) (V_{in}^+ - V_{TH1})^2 \\ I_{D2} = \frac{1}{2}\mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right) (V_{in}^- - V_{TH2})^2 \end{cases} \quad (2)$$

$$V_{in1} - V_{in2} = \sqrt{\frac{2I_{D1}}{\mu_n C_{ox} \frac{W}{L}}} - \sqrt{\frac{2I_{D2}}{\mu_n C_{ox} \frac{W}{L}}} \quad (3)$$

$$(V_{in1} - V_{in2})^2 = \frac{2}{\mu_n C_{ox} \frac{W}{L}} (I_{SS} - 2\sqrt{I_{D1}I_{D2}}) \quad (4)$$

0.2.2 小信号分析

0.2.2.1 Gain

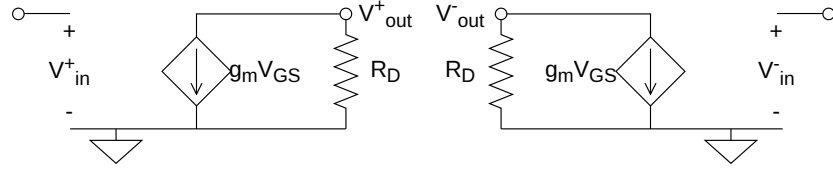


图 3: 小信号模型图

$$\begin{cases} V_{out}^+ &= -g_m V_{in}^+ \\ V_{out}^- &= -g_m V_{in}^- \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} V_{out} &= (V_{out}^+ - V_{out}^-) \\ &= g_m (V_{in}^+ - V_{in}^-) R_D \\ &= -g_m V_{in} R_D \end{aligned} \quad (6)$$

$$A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -g_m R_D \quad (7)$$