

第一章 模拟电路的基本构成

运算放大器均基于差分对。如五管放大器由电流镜、差分对以及单管放大器组成。

1.1 单管放大器

对于单管放大器来说，增益为

$$A_v = g_m r_o = \frac{2I_D}{V_{ov}} \cdot \frac{V_E L}{I_D} = \frac{2V_E L}{V_{ov}}$$

其中过载电压为 $V_{ov} = V_{gs} - V_{th}$ ，对于单管来说一般增益在 100 左右 ($V_E L \approx 100$, $V_{ov} \approx 0.2V$)。若是想要高增益，可以降低其过载电压，但是会牺牲信噪比 SNR 与跨导 g_m ；可以增大其 L 但是会牺牲速度与面积。

如果只有大负载电容，其带宽是

$$BW = \frac{1}{2\pi r_{ds} C_L}$$

增益带宽积为

$$GBW = \frac{g_m}{2\pi C_L}$$

如果只有大输入电容，带宽为

$$BW = \frac{1}{2\pi R_S C_{GS}}$$

增益带宽积和沟道长度 L 无关，为

$$GBW = \frac{g_m r_{ds}}{2\pi R_S C_{GS}} = f_T \cdot \frac{r_{ds}}{R_S} \propto \frac{1}{WC_{ox}} \cdot \frac{1}{V_{gs} - V_{th}}$$

只有一个较大的反馈电容时，带宽为

$$BW = \frac{1}{2\pi R_S A_{v0}} C_F$$

那么增益带宽积，和晶体管无关，只和反馈有关，为

$$GBW = \frac{1}{2\pi R_S C_F}$$

Source Degeneration 是负反馈的形式如图 ??，在源极添加电阻。此时 V_s 也成为电流的影响因子。

其反馈为

$$(V_{in} - V_s)g_m = I_{out}$$

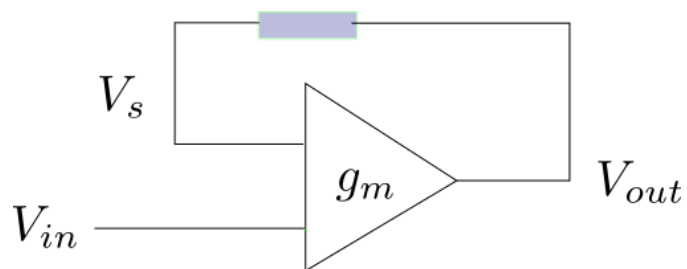


图 1.1: 源极反馈

$$V_s = I_{out} g_m$$

输入电容发生改变:

输出电阻变化, 即 ΔV 引起的 ΔI :

$$\Delta I = \frac{\Delta V_{rs}}{R_s}$$

$$R_o = r_{ds}(1 + g_m R_s) \approx A_0 R_s$$

晶体管的噪声与失配减少 $1 + g_m R_s$ 倍, 但是 R_s 造成额外的噪声。

1.2 源随器

是一个电压的缓冲器, I_B 为常数, V_{gs} 为常数, $V_{out} = V_{in}$, 那么 $A_v = 1$ 。

由于工艺问题, PMOS 的 n 阱可以是任意电压