

CMOS 模拟集成电路原理 第二周作业

范云潜 18373486

微电子学院 184111 班

日期：2020 年 9 月 20 日

作业内容：作业 1：利用仿真结果，找到我们所使用工艺的 μ, C_{ox}, V_{th}

作业 2：通过公式描述 V_B 的取值范围（提示：晶体管 M1-M4 均需要工作在饱和区）；在 Cascode 电流镜中，假设有寄生电容 C_{par} ，利用公式估算并用仿真验证该电流镜的频率特性。（可以自由设置偏置、晶体管的尺寸以及寄生电容）

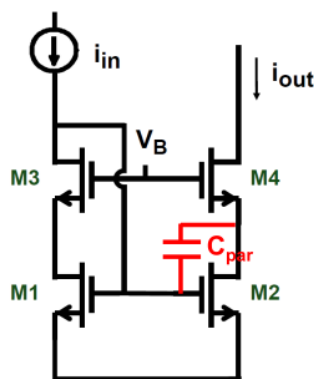


图 1: 题目 2

本次作业使用 $W/L = 1\mu m/0.18\mu m$

Problem 作业 1

仿真的思路：

仿真，得到 nMOS $V_{th} = 456.44mV$, $C_{gs} = 1.32fF$ ，如图 2；得到 pMOS $V_{th} = 319.17mV$, $C_{gs} = 888.9aF$ 如图 3。

为了得到 C_{ox}

$$C_{GS} \approx \frac{2}{3}WLC_{ox}$$

$$C_{ox} = \frac{3}{2} \frac{C_{gs}}{WL}$$

计算得到 $C_{ox,n} = 0.0110F/m^2$, $C_{ox,p} = 0.0074F/m^2$

之后即可通过电流公式进行计算 μ

$$I_d = \frac{1}{2}\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{gs} - V_{th})^2$$

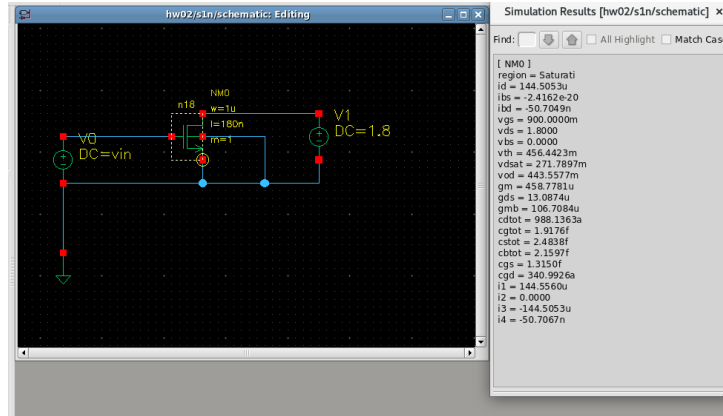


图 2: nMOS 参数

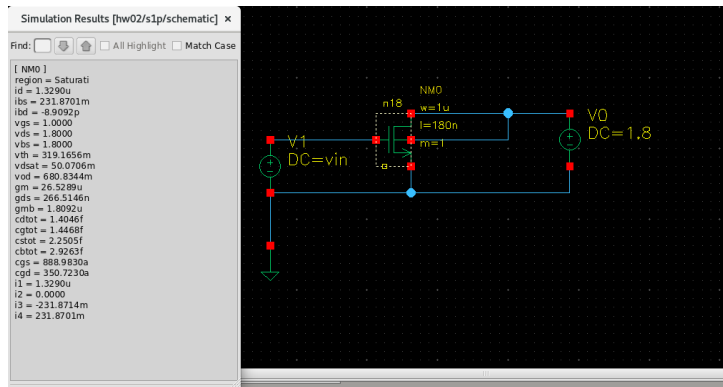


图 3: pMOS 参数

$$\mu_n = \frac{2I_d}{C_{ox} \frac{W}{L} (V_{od})^2}$$

计算得到 $\mu_n = 0.0240m^2V^{-1}s^{-1}$, $\mu_p = 1.3934e-04V^{-1}s^{-1}$

Problem 作业 2

对 1, 3 管列式, 记 V_x 为 M3 漏极电压, V_y 为 M3 源极电压:

$$V_B - V_x < V_{th}$$

$$V_B - V_y > V_{th}$$

$$V_x - V_y < V_{th}$$

$$V_x > V_{th}$$

那么

$$V_x < V_{th} + V_y < V_B < V_{th} + V_x < V_y + 2V_{th}$$

以 $V_{th} = 0.45V$ 为基准, 设置 $V_x = 1.5V$, $(W/L)_1 = 20$, 偏置电流为 $I_d = 3mA$, 设 $V_y = 1.2V$, $V_B = 2.2V$, 得到 $(W/L)_3 = 75$ 以此为估计进行仿真。

Problem 作业 3

SubProblem 1

搭建电路，如图 4，对 V_{in} 扫描，结果如图 5。 $g_m = 0.94m$ ，得到 $0.99g_m = 0.93$ ，图中结果为 $V_{in} = 2 * 8.5 = 17mV$ ，如图 6。

SubProblem 2

$I = 198u$ 时， $V_{in} = 2 * 1.3 = 2.6V$ 。

SubProblem 3

此时可以认为，几乎是 ΔV_{in} 为最大值的时候，将其扩大为 2 倍，那么根据公式 $\Delta V_{in} = \sqrt{2I_{SS}/(\mu_n C_{ox} W/L)}$ 得到， W/L 变为 4 倍，即 $W = 80\mu m$ 。

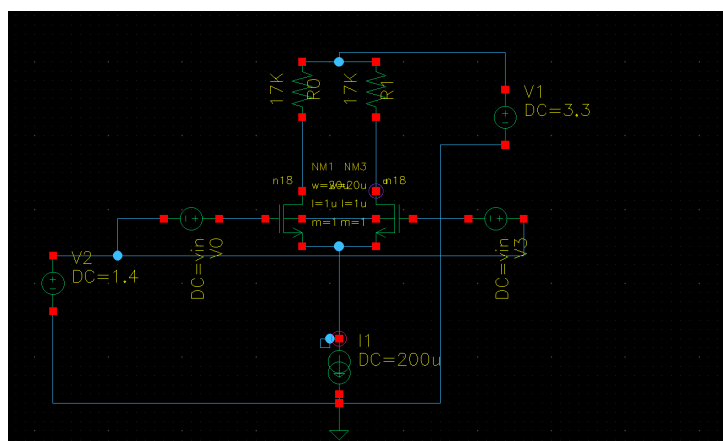


图 4: 差动电路

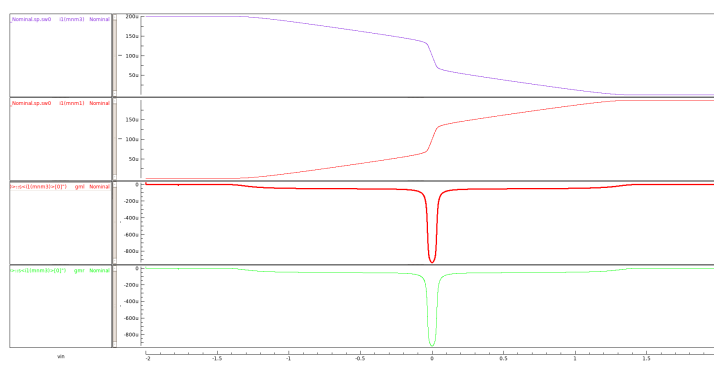


图 5: 差动电路结果

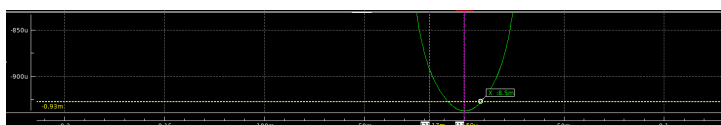


图 6: 区间

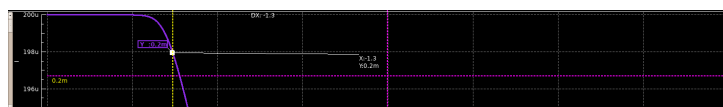


图 7: 差分电压