

CMOS 模拟集成电路原理 第十周作业

范云潜 18373486

微电子学院 184111 班

日期：2020 年 11 月 16 日

目录

1 电路理解与分析

本次实验电路如图 ??，进行以下几个模块的拆分：

- 差分对：MN1+MI(1,2)。输出差分电流
- 电流放大器：M(5-8, 11-14)。对输入的差分电流转化成电压输出。将 $I_+ - I_-$ 变化为 I_{in} 。
MA(5-10)，可看作电阻 R_{in} ，为 MA(3,4) 提供偏置，并且和输出作为线性跨导回路。
- 输出级：通过 MA(1,2) 放大电压信号。

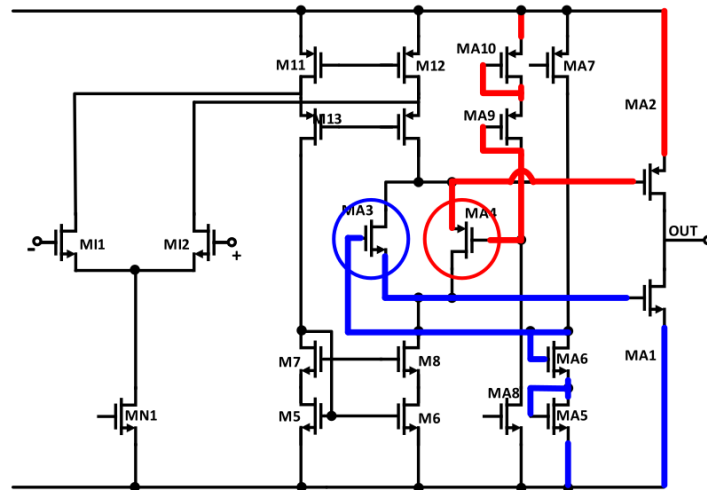


图 1: 线性跨导回路电路

分析需要的放大倍数：

$$\frac{10A}{A+11} = 9.5$$

解得 $A = 209$ ，五倍冗余 $A = 1045$ 。

这是一个两级的放大器，第一级是电压-电流放大，其大小为 $g_{m,I}$ ，估算为 $0.1m$ ；第二级输入的电压是电流通过电阻转换成的，大小为 $R_{in} = g_{m,9}r_{o,9}r_{o,10}$ 估算为 $0.01 \times (1/\lambda I)^2 =$

$0.01(10/10u)^2 = 10^{10}$ 。最后一级电流设为 $0.5m$ 。放大为 $g_{m,o}R_L = 0.15$ 总体放大为 15^4 ，必然满足条件。

由于必须设计反馈电容，考虑主极点： $g_{m,I}/2\pi C_c$ ，以及为了在 $200k$ 增益不下降时工作，留足裕度到 $10M$ ，选择 $5p$ ， $1m/75p = 30M$ ，此时 $\alpha = 2$ 符合经验。

考虑静态功耗，设置输出级电流为 $500u$ ，输入级为 $100u \times 2$ ，其他为 $10u$ 。

2 搭建电路

基本电路图如图 ??。设置长度为 $L = 1u$ ，接下来进行分析。

2.1 差分对

对于差分对来说，其输入共模为 $0.9V$ ，且按照估算，其电流需要有 $100u$ ，设其源极电压为 $0.2V$ ，漏极电压为 $1.2V$ ，其下方 MN1 按照电流镜进行设置，为 $200u$ 。电流镜应尽量宽，来使得其消耗的电压较小，让差分对可以达到较高的栅源电压，计算得到 MI(1-2) 为 $4u$ 为了其驱动能力，增大三倍到 $12u$ ，MN1 在过驱动电压为 $0.1V$ 时为 $40u$ 。

2.2 电流源负载

对于这样两端为电流镜负载，而中间需要连接到线性跨导环的并联两端，因此需要保持 MA(3-4) 上下分别作为最后一级的 PMOS 和 NMOS 栅极电压，限制到 $1.2V$ 和 $0.6V$ 左右。

按照之前分析过程，设置其静态电流为 $10u$ ¹，从上到下的 PMOS 过驱动电压分别设置为 $0.15V$ 、 $0.15V$ ，计算得到的宽为 $28u$ ， $3u$ ，同样地，考虑驱动能力，以及减少电压裕度的消耗，分别扩展到 $50u$ ， $40u$ 。使用电流镜实现。

NMOS 分析过程是类似的，但是需要注意到折叠电流镜的存在，下面这一路的电压消耗会尽量小，靠下的 M(5-6) 的栅极电压预设为 $0.6V$ 而 M(7-8) 设计为 $0.8V$ ，得到的尺寸为 $1u$ 和 $2u$ 。

2.3

图 2: 基本电路图

¹最上面管子为 $110u$ 。