

模拟集成电路设计实验目录

与实验报告要求

一、实验目录

- 实验 1、MOS 管工艺参数获取
- 实验 2、CMOS 数字电路基本单元前端设计方法
- 实验 3、模拟 IC 设计基本仿真方法
- 实验 4、版图设计与物理验证基本方法
- 实验 5、运算放大器前端设计
- 实验 6、运算放大器应用电路设计

二、实验报告要求

依照实验教师或助教的要求，提交电子文档形式的实验报告。

实验报告需符合如下规定，并完成实验教师或助教的补充任务。

- 1)、实验报告文档名：模拟实验 N_学号姓名，其中 N 为 1~6；
若要求全部实验报告合并提交，则无 N；
- 2)、实验一、二、三、四：
完成实验指导中的实验报告要求；
- 3)、实验五：
给出最终 OP 电路中 MOS 管的宽长比、电阻和电容值列表，
OP 电路图拷屏截图，器件上有尺寸信息；
给出所完成的 OP 性能指标的测试电路和仿真结果的拷屏截图；
- 4)、实验六：
给出所完成的测试电路和仿真结果的拷屏截图。
- 5)、提供核查实验结果所需要的信息：
账号：
密码：

三、实验目的

- 1) 加深对模拟 CMOS 集成电路设计理论知识基本概念的理解；
- 2) 掌握模拟 CMOS 集成电路设计中使用 Cadence 进行电路和版图编辑，以及几个常用快捷键的功能；
- 3) 学习模拟 CMOS 集成电路设计的基本仿真分析方法，主要包括 DC、TRAN、AC、NIOSE 分析，掌握基本仿真分析的设置方法；
- 4) 学习模拟 CMOS 集成电路性能验证的一种仿真电路方案；
- 5) 学习使用 Mentor 物理验证工具 Calibre 的基本方法；
- 6) 能够设计一个准实用运算放大器，并进行性能仿真。

四、大作业：运放设计实验

模拟 IC 设计实验的最后大作业，首先完成一个准实用的运放电路(OP 单元)的前端设计，要求能基本符合指定的性能指标；并使用该 OP 构成电压跟随器和 -10 倍增益反相放大器。

设计实验目的是将“模拟 CMOS 集成电路设计”课程学习的主要理论知识，结合运放设计的实际问题，通过实验加深理解。

由于大作业工作量较大，运放设计实验分 2 次完成，需提前进行电路单元初步设计的理论计算。建议：

实验 5 进行运放电路 OP 单元的基本设计，完成指定结构的二级放大器 OP 单元电路中 MOS 器件宽长比和无源器件的初步选取。主要任务是设计合理的 MOS 静态工作点电压和支路电流，使 OP 单元在理论上满足电路稳定性、输出转换速率、功耗、输入输出接口电平等指标要求；并通过仿真，验证开环运放的直流增益、单位增益带宽、相位裕度、输入共模范围设计指标；

实验 6 完成 OP 单元的输出转换速率、输入电容设计指标的验证，获得其它电路性能；并基于 OP 单元，设计电压跟随器和一款 -10 倍反相放大器，获得其输入输出范围、带宽等指标参数。

实验 5 和实验 6 进度不必严格按照实验指导完成，可根据现场进度自行调整实验内容。

(1) 运放电路 OP 单元的前端设计

OP 单元的性能指标：

电源电压 VDD: 1.8V;

直流增益 A_o : $> 90\text{dB}$;

单位增益带宽 f_u : $\sim 80\text{MHz}$, 允许 $72\text{MHz} < f_u < 120\text{MHz}$;

负载电容 C_L : 2 pF; (假设, 不在运放电路中)

输入电容 C_{in} : $< 0.2\text{pF}$;

相位裕度 PM: $\sim 60^\circ$, 不低于 45° ;

转换速率 SR: $> 25\text{V}/\mu\text{s}$; (假设负载电容 = 2 pF)

输出共模电平 V_{oCM} : $\sim 1\text{V}$;

输出摆幅: $> V_{oCM} \pm 0.3\text{V}$,

输入电压范围: $\sim (0.7 - 1.3)\text{V}$ (指小信号的直流电平);

功耗: $< 1\text{mW}$;

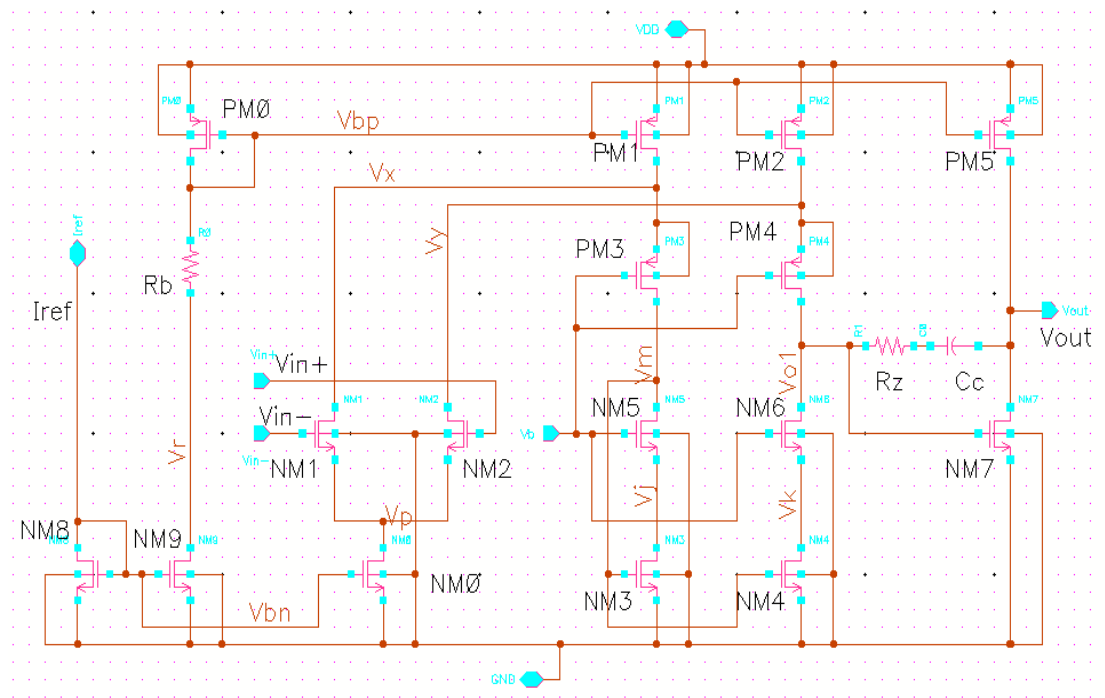
外部提供偏置:

电压源 V_b : 用于 Cascode 隔离管偏置;

电流源 I_{ref} : $30 \sim 50\mu\text{A}$ 电流源; 具体大小自主合理选定。

要求：采用 smic 0.18um CMOS 混合工艺，设计如下图结构 OP 单元电路。

限定采用 n18 和 p18 单元 MOS，采用 rhrho 高阻单元，且单个电阻 $< 10\text{M}\Omega$ 。

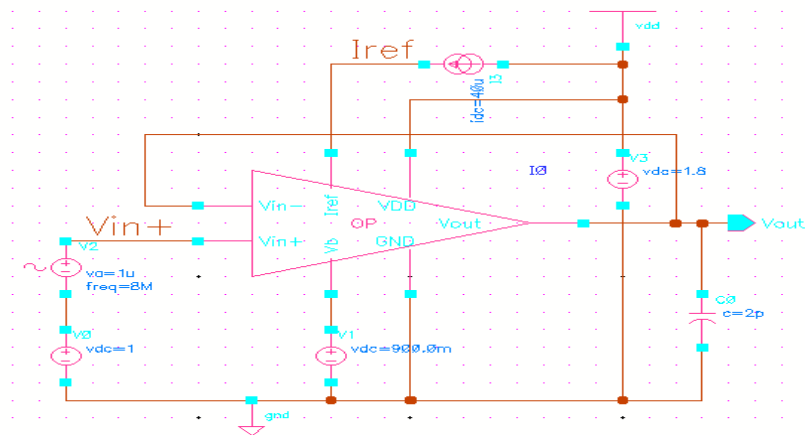


OP 单元电路结构图

预先进行理论设计，获得 OP 电路初步的 MOS 尺寸、电容与电阻值。

(2) 典型运放应用电路的前端设计

1. 设计电压跟随器 volt_follower，获得输入输出范围和带宽。



电压跟随器 (volt_follower 单元) 电路图

2. 设计 -10 增益反相放大器 OPamp_10，获得电路重要性能参数。

