

高速电压型运算放大器 (F 题)

【大二、大三组】

一、任务

设计并制作一个高速电压反馈运算放大器,应具备高带宽和较好的轨到轨输出能力。全套系统有源器件只能是用三极管或场效应管,供电电压小于等于 10V (双电源供电电压应小于 $\pm 5V$)。

二、要求

1. 基本要求

- (1) 放大器输入阻抗 $R_{in} \geq 50k\Omega$, 输入失调电压 $V_{OS} \leq 1mV$ 。
- (2) 放大器开环增益 $A_{OL} \geq 54dB$ 。
- (3) 放大器增益带宽积 $GBP \geq 10MHz$, 压摆率 $SR \geq 10V/\mu s$ 。
- (4) 放大器输出动态范围大于 5V。

2. 发挥部分

- (1) 放大器增益带宽积 $GBP \geq 40MHz$, 压摆率 $SR \geq 50V/\mu s$ 。
- (2) 放大器建立时间 $t_s \leq 100ns$, 过冲小于 20%。
- (3) 放大器输出动态范围大于 7.5V。
- (4) 其他 (如进一步提高带宽、压摆率、输出动态范围等)。

三、说明

1. 要求自备 600 Ω 负载,可焊接在电路板上,但必须预留测试端子,负载电阻误差不大于 5%。
2. 电源自制,若放大器供电电压超过 10V,不予以测试。
3. 若输入失调电压大于 5mV,或输入接地时输出饱和,则开环增益不予测试。
4. 发挥部分 (2) 中建立时间为 1% 建立时间,测试时使用带宽大于 100MHz 的双踪示波器,实际测量过程中 1% 电压取近似观测值。
5. 需自制反馈环路,即系统可工作在开环状态,亦可工作在闭环状态,闭环状态需为同相放大,直流耦合,闭环增益应至少具备 0dB 和 20dB 两个状态,切换方法可用机械开关、电子开关、继电器等方法。测试开始到结束过程中,系统不得重启,除控制开关、按键外不得触碰系统。
6. 基本部分 (1) 中输入阻抗测试,需在同相端串联 50k Ω 电阻,可事先准备好,也可在测试时使用主办方提供的电阻。主办方提供电阻有 SMA 接

头和鳄鱼夹接头，请使用相同接头，方便测试。

7. 压摆率、建立时间、过冲测量均需输入阶跃信号，测试时采用 1kHz 方波信号模拟阶跃信号，使用输出频率大于 40MHz 函数发生器产生此方波信号。
8. 测试带宽时，因摆率不足引起的失真，不视为失真。
9. 三极管只能使用 S8050、S8550、2N3904、2N3906、S9018，场效应管只能使用 2SK30A、2N5486。

四、评分标准

| | 项 目 | 应包括的主要内容 | 满分 |
|----------|------------|--------------------------------------|-----------|
| 设计 报告 | 系统方案 | 比较与选择 方案描述 | 2 |
| | 理论分析与计算 | 电路拓扑分析 静态工作点分析 动态特性分析 稳定性分析 | 8 |
| | 电路与程序设计 | 电路主拓扑设计 各级电路设计 | 4 |
| | 测试方案与测试结果 | 测试方案及测试条件 测试结果完整性 测试结果分析 | 4 |
| | 设计报告结构及规范性 | 摘要 设计报告正文的结构 图表的规范性 | 2 |
| | 总分 | | 20 |
| 基本 要求 | 实际制作完成情况 | | 50 |
| 发挥 部分 | 完成第（1）项 | | 20 |
| | 完成第（2）项 | | 12 |
| | 完成第（3）项 | | 8 |
| | 其他 | | 10 |
| | 总分 | | 50 |