

第六次作业

作业一

一、基本定义

1. **共射放大电路**：三极管放大电路的基本组态之一，发射极作为输入输出的公共端。它通过基极电流的微小变化控制集电极电流的较大变化，最终在集电极电阻上形成放大的电压信号。
2. **跨阻放大器 (TIA)**：一种将电流信号转换为电压信号的放大器，增益单位为欧姆 (V/A)。核心是利用负反馈特性，使输入电流全部流过反馈电阻，从而在输出端得到与输入电流成正比的电压。
3. **电压放大器**：从功能上定义的放大器，目标是将输入电压信号放大为更大的输出电压信号，增益单位为 V/V 。它是一个功能概念，不特指具体的电路结构。

二、核心关系

共射放大电路是**电压放大器**的一种具体实现方式，它利用三极管的电流放大特性实现电压放大功能。

跨阻放大器和电压放大器是**互补关系**：前者处理电流输入，后者处理电压输入。在完整的信号链中，跨阻放大器通常作为前端将电流源（如光电二极管、半导体探测器）的信号转换为电压，然后由电压放大器进行进一步放大。

共射放大电路也可以作为跨阻放大器的核心，通过合理设计反馈网络实现电流 - 电压转换功能。题目中给出的一级放大电路就是一个基于 BFR840L 三极管的高速跨阻放大器。

三、关键区别

特性	共射放大电路	跨阻放大器	电压放大器
输入信号类型	电流 (基极电流)	电流	电压
输出信号类型	电压	电压	电压
增益形式	电压增益 (V/V)	跨阻增益 (V/A)	电压增益 (V/V)
核心特点	结构简单, 增益高, 带低噪声, 高带宽, 适合微弱信号放大	通用性强, 设计灵活	带宽有限
输入阻抗	中等 (1k~5kΩ)	极低 (虚地特性)	高 (理想运放为无穷大)
输出阻抗	高	低	低
相位特性	反相 (180°)	反相 (180°)	可同相可反相

四、典型应用场景

1. 共射放大电路

(1) 音频放大电路

(2) 低频信号放大

- (3) 分立元件构成的简单放大系统
- (4) 作为高速放大器的核心级（如题目中的 BFR840L）

2. 跨阻放大器

- (1) 光电二极管 (PD) 和雪崩光电二极管 (APD) 的信号读出
- (2) 半导体探测器 (LGAD、硅微条等) 的前端电子学
- (3) 高速光通信系统
- (4) 微弱电流测量 (nA/pA 级)

3. 电压放大器

- (1) 传感器输出电压信号的进一步放大
- (2) 信号调理电路
- (3) 示波器、频谱分析仪等测试仪器
- (4) 通信系统的中频放大

作业二

说明：师兄，我最近正在准备期末考试和电赛的校赛，因此原理图和 PCB 图没有来得及画，考完试我会及时补交

一、器件选型依据

1. **低压 LDO**: TPS79901DDCR 输入 5V, 输出 2.25V 给一级 BFR840 共射放大;
超低噪声、快速瞬态响应, 适配 500ps 快脉冲信号, 抑制电源高频纹波, 搭配 0406 高低频去耦电容抵消器件寄生参数。

2. **二级射频放大器**: GALI-52+ 固定增益约 10 倍, 宽带宽匹配纳秒级脉冲, 5V 单电源供电, 输入输出 50Ω 阻抗匹配, 完美对接前级 FIRST_OUT1 与示波器 50Ω 输入。
3. **高压开关管**: DSHP01TSGER 控制 LGAD 高压输入, 耐压满足偏置需求, 搭配 RC 高低压滤波网络: 大容量电解滤低频工频噪声, 多层陶瓷电容滤 500ps 上升沿带来的高频干扰, 电感阻隔信号串扰进高压源。

二、三大通路设计

1. 信号通路

PAD1→保护网络 (R4 分压 + D1 钳位防静电)→R50 0Ω 阻抗过渡→LC 带通滤波→BFR840 一级共射放大 (FIRST_OUT1 输出)→隔直电容送入 GALI-52 + 二级 10 倍放大→ 50Ω 匹配电阻 + 输出接口接示波器。各级增设 RC、LC 滤波, 抵消电容电感寄生谐振, 保证 2ns 窄脉冲波形不失真。

2. 5V 低压电源通路

外部 5V 板载开关分两路:

- (1) 路 1: TPS79901 稳压至 2.25V, 供给 Q1 一级放大, 电源引脚并联 $1\mu\text{F}$ 低频电容 + 10nF 高频陶瓷电容双重去耦;
- (2) 路 2: 直接给 GALI-52 + 二级射频芯片供电, 串磁珠阻隔开关电源高频噪声。

3. LGAD 高压通路

外部高压输入→DSHP01TSGER 开关→LC π 型滤波（大电容滤低频、小电容滤高速脉冲耦合高频、串联电感隔离高低压信号）→LGAD 高压焊盘；GND 独立单点接地，避免高压噪声耦合微弱探测信号。

三、高速脉冲适配优化

信号上升沿 500ps、脉宽 2ns 属于超短脉冲：

1. 全部信号路径采用 50Ω 阻抗匹配，消除反射畸变；
2. 滤波网络区分高低频，兼顾工频电源噪声与脉冲高频分量；
3. 所有无源器件选用高频低寄生型号，削弱电容 ESR、电感分布电容带来的波形失真。

四、整体逻辑

先完成 LGAD 微弱电荷信号一级晶体管预放大，再通过专用射频芯片实现固定 10 倍二级放大；高低压电源独立滤波隔离，保护电路防止器件击穿，全程阻抗匹配保障纳秒脉冲完整输出至示波器。