

1.

电压放大器：是最宏观的分类，指的是输入和输出都是“电压”信号的放大器。它的理想状态是输入阻抗无穷大（不从前级抢电流），输出阻抗为零（带负载能力强）。

共射放大电路：是实现“电压放大器”功能的一种最基础、最经典的具体电路拓扑。它以双极型晶体管（BJT）为核心，信号从基极输入，集电极输出，同时提供电压和电流增益。

跨阻放大器：是一种专门为了适应“电流源”而优化的放大器。它的输入是电流，输出是电压，增益的单位是欧姆。

维度	共射放大电路	跨阻放大器	电压放大器
输入信号	电压	电压流	电压
输出信号	电压	电压	电压
输入阻抗	中等（kΩ级）	极低（虚地效应，近似为0）	极高（MΩ级以上）
增益量纲	V/V（无量纲倍数）	V/A（欧姆）	V/V（无量纲倍数）

应用场景

共射放大电路：适用于通用低频放大、音频前置级、射频小信号放大，以及作为集成运算放大器内部的中间增益级。

跨阻放大器：专用于极微弱的电流源信号读出。例如：光电二极管（PD）、硅光电倍增管（SiPM）、以及本次实验中的 LGAD（低增益雪崩探测器）等粒子探测器前端。

电压放大器：覆盖所有需要把电压信号放大的场景，如仪器仪表、有源滤波器、信号调理电路等。

2.

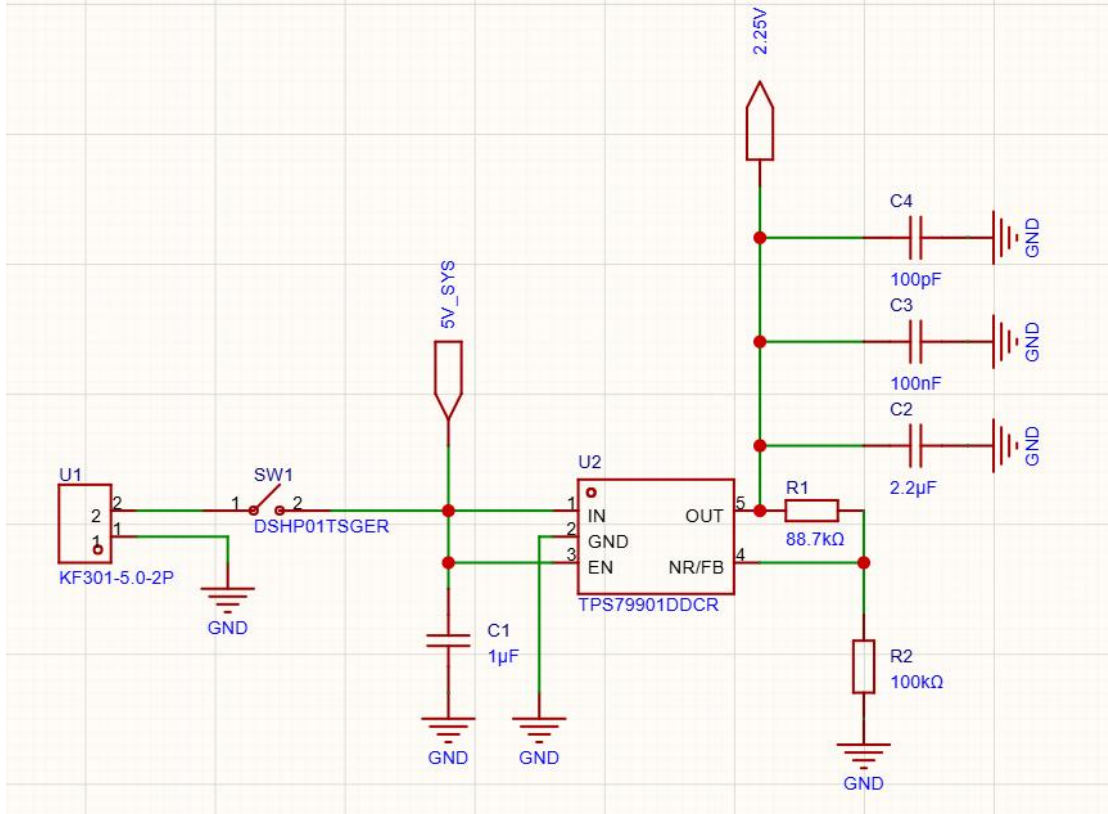
整体分为三部分

第一：2.25V 低压源

第二：二级放大电路、

第三：LGAD 高压偏置接口

(1) 2.25V 低压源



设计思路

1. 输出电压公式 $V_{out} = 1.193 \times \frac{R_1 + R_2}{R_2}$

其中 $R_2 = 100k\Omega$ 得 $R_1 = 88.7k\Omega$

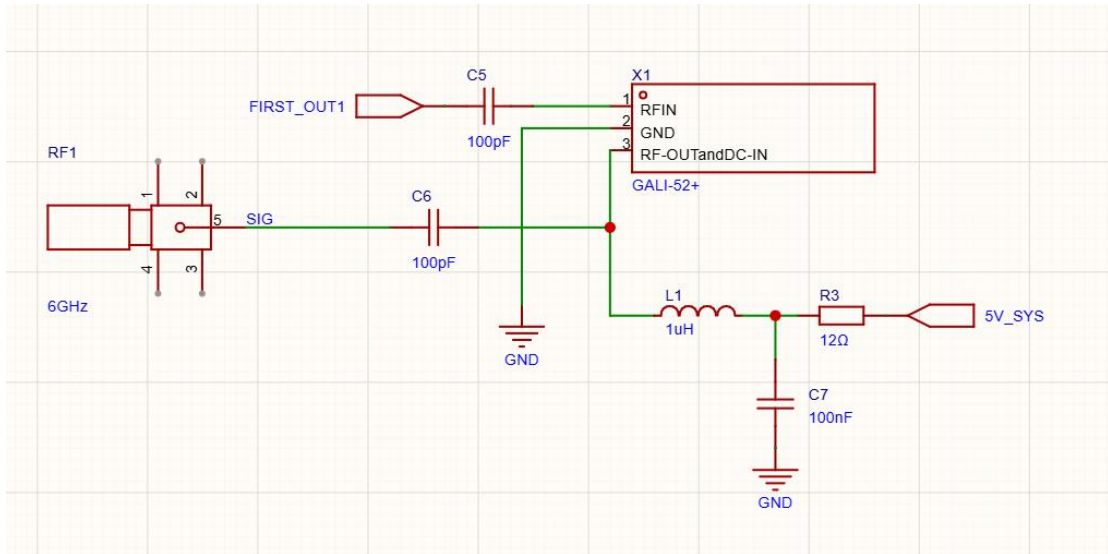
2. 输入端去耦电容 C1

改善瞬态响应、噪声抑制和纹波抑制。

3. 输出滤波电容网络

面对 500ps 的高频信号，单一的大电容会因为内部的寄生电感而失效。因此，必须在输出端并联不同大小的电容（2.2μF 滤低频、100nF 滤中频、100pF 滤高频），组成一个全频段的拦截网。

(2) 二级放大电路



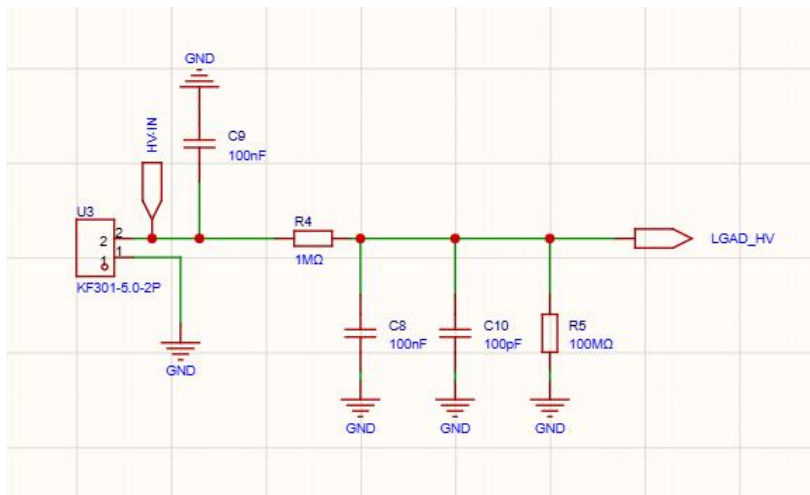
信号从引 3 出，电压引 3 入，C6 挡电压，L1 挡信号

1. 输入隔直电容 C5：阻挡前级电路的直流电压，只允许极快的高频脉冲（交流信号）进入放大器。
2. GALI-52+：宽带射频放大器芯片，提供约 10 倍电压增益。
3. 输出隔直电容 C6：阻挡引脚 3 的 5V 直流偏置电压。
4. 射频输出接口 RF1：保证 50 欧姆的高频阻抗连续性，防止 500ps 快脉冲产生反射和波形失真。
5. 射频扼流圈 L1：利用电感“通直阻交”的物理特性，让 5V 直流电顺利流入芯片，同时把放大的高频信号挡住，让它只能往示波器方向走。
6. 偏置限流电阻 R3：将 5V 电压下的工作电流限制在芯片推荐的 50mA 左右。

$$R = \frac{5V - 4.4V}{50mA} = 12\Omega$$

7. 偏置旁路电容 C7：为电源线上不可避免的高频噪声提供一条直接入地的捷径，保证供电纯净。

(3) LGAD 高压偏置接口



LGAD 探测器需要外部高压偏置才能工作，但外部高压电源往往带有极大的干扰，并且要考虑断电后的致命高压残留。

1. C9：抑制外部高压源传导进来的粗大低频纹波。
2. R4：既是限流电阻（防止电流过大烧毁探测器），又与后面的电容一起构成 RC 低通滤波器。
3. C8 C10：R4 配合 C8 滤除低频噪声；配合 C10 滤除空间中耦合的超高频噪声。
4. R5 (100M Ω)：泄放电阻。

