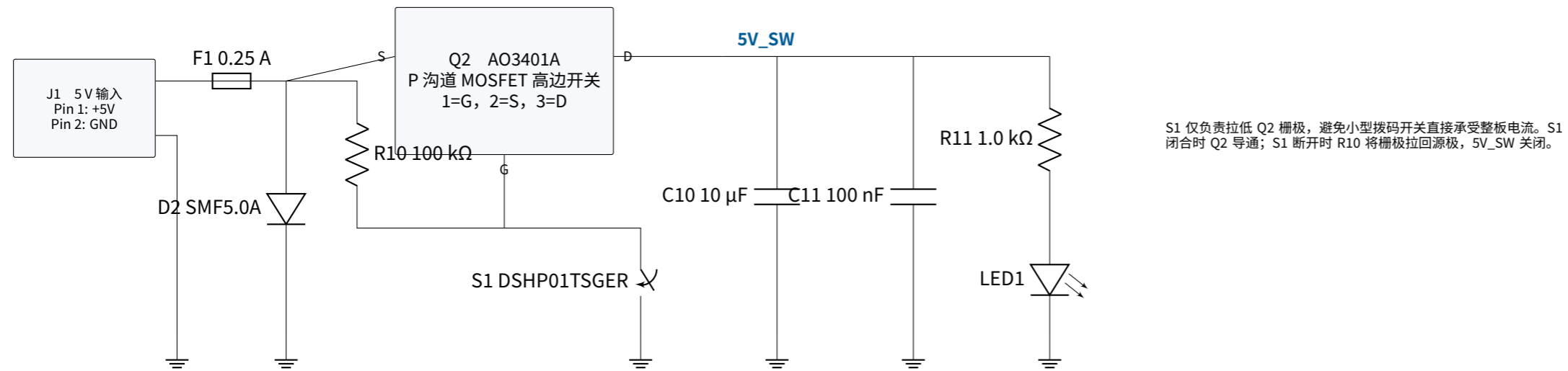


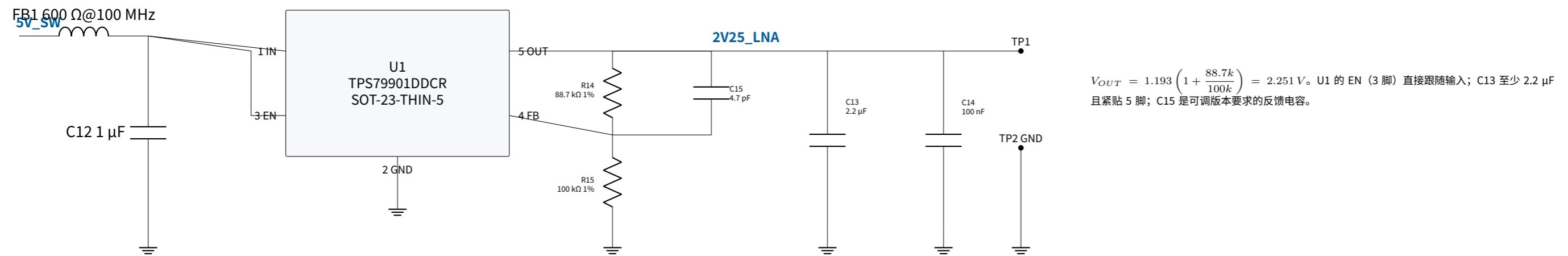
LGAD 单通道前置放大板 - 电源与板上开关

完整实际原理图 Sheet 1: 5V 输入、保护、总开关与 TPS79901 2.25V 电源

1. 5V 输入、保护与板上开关



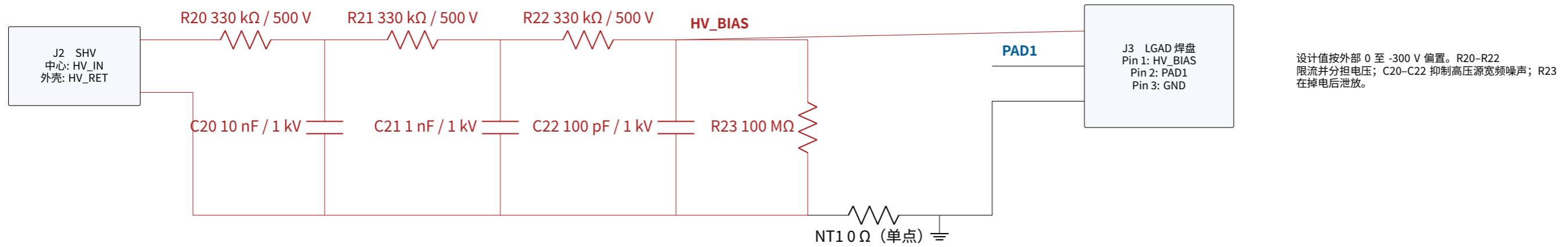
2. TPS79901DDCR: 5V_SW 转 2.25V 低噪声电源



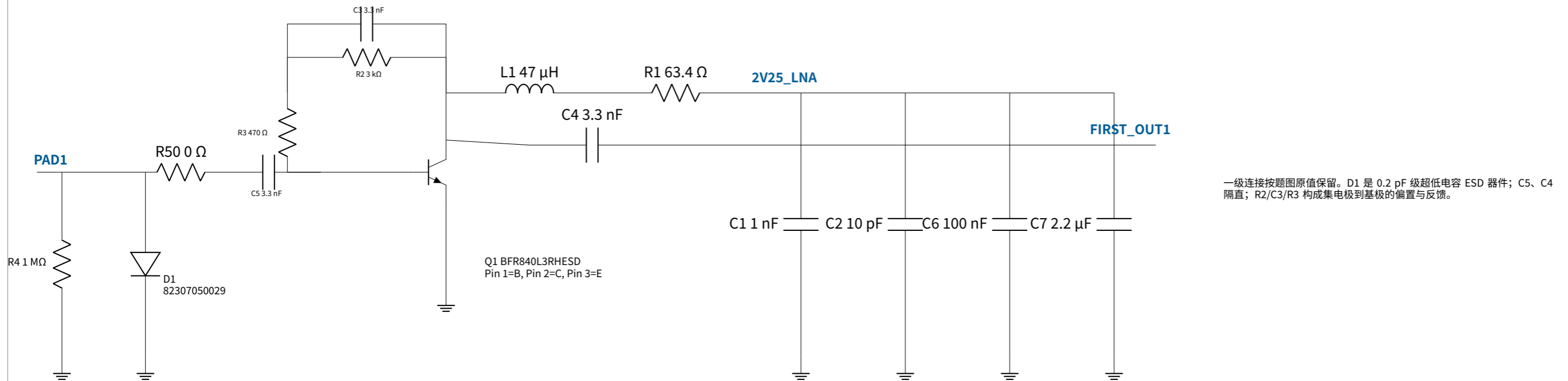
LGAD 单通道前置放大板 - 高压偏置与一级放大

完整实际原理图 Sheet 2: 外部 -300 V 以内偏置接口、LGAD 焊盘与题给一级电路

1. LGAD 高压输入、三级滤波与传感器焊盘



2. 题给 BFR840L3RHESD 一级共射放大器

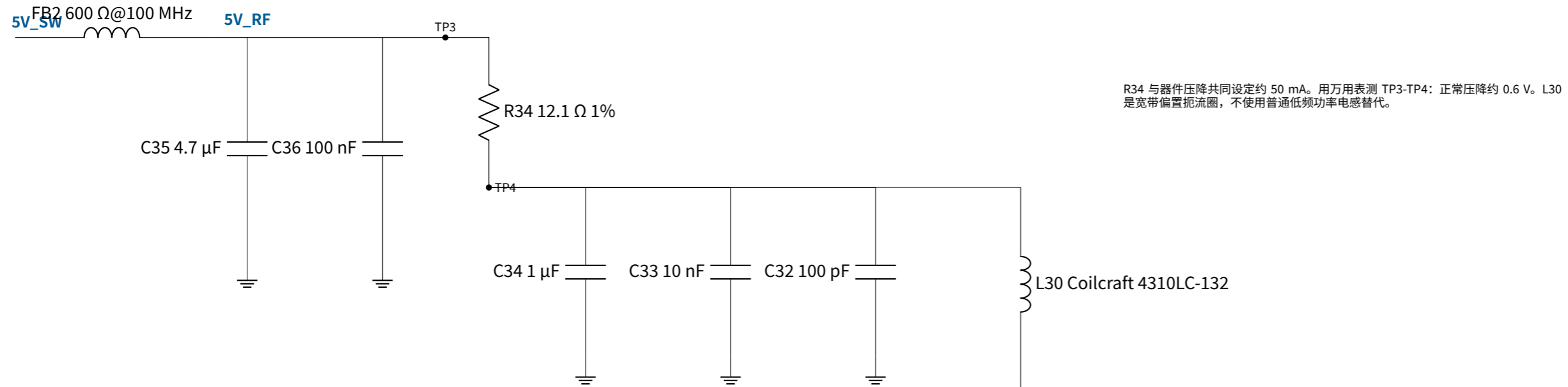


高压区与一级输入区必须物理隔离；HV_RET 仅在 NT1 与低压地单点连接。

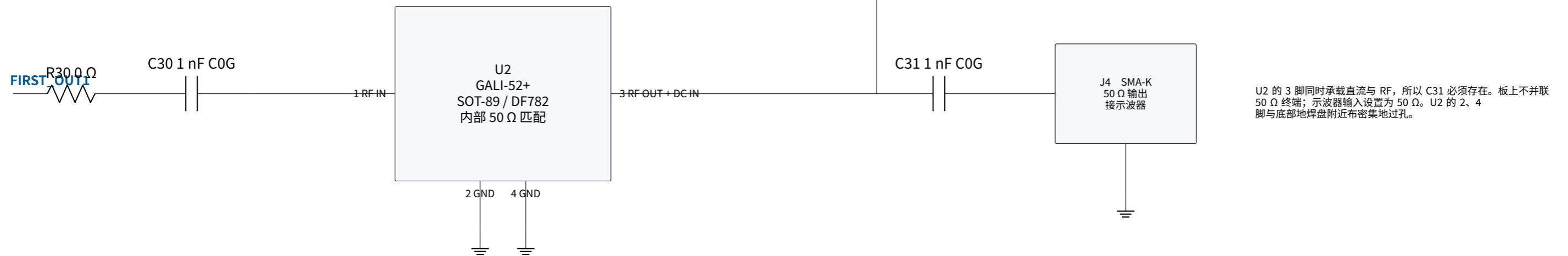
LGAD 单通道前置放大板 - GALI-52+ 二级

完整实际原理图 Sheet 3: 约 10 倍宽带放大、偏置网络与 50 Ω SMA 输出

1. 二级 5 V RF 电源隔离



2. FIRST_OUT1 至 GALI-52+ 与 SMA 输出



设计思路与参数计算

第二题文字说明

1. 为什么二级使用 GALI-52+

FIRST_OUT1 的上升沿约为 $t_r = 500\text{ ps}$ 。按单极点系统近似，至少需要

$$BW \approx \frac{0.35}{t_r} = \frac{0.35}{0.5\text{ ns}} \approx 700\text{ MHz}.$$

普通低速运放不能保证该带宽。GALI-52+ 是内部 $50\ \Omega$ 匹配的宽带增益块，频率覆盖 DC–2 GHz；1 GHz 附近典型增益约 20.8 dB，对应电压比约 11 倍，符合“约 10 倍”。

2. 二级偏置

器件推荐工作电流约 50 mA，典型器件电压约 4.4 V。5.0 V 供电时

$$R_{34} = \frac{5.0 - 4.4}{0.05} \approx 12\ \Omega,$$

因此选 $12.1\ \Omega/1\%$ 。L30 负责在直流偏置支路提供宽带 RF 隔离，C32/C33/C34 分别处理高、中、低频电源噪声。

3. 2.25 V 电源

TPS79901 典型基准为 1.193 V：

$$V_{OUT} = 1.193 \left(1 + \frac{88.7k}{100k} \right) = 2.251\text{ V}.$$

采用 C13=2.2 μF 、C14=100 nF、C15=4.7 pF；2V25_LNA 只供一级，不给 GALI 使用。

4. 一级放大器

一级完全按照题图：Q1 共射，发射极接地；R2/C3/R3 形成集电极到基极的直流偏置和高频反馈；L1/R1 是集电极供电支路；C5/C4 隔直。D1 采用题图指定的 82307050029 超低电容保护器件。

5. 高压偏置

原题未给出具体偏压，因此图中按外部 0 至 -300 V 设计，高压电容按 1 kV 选型。三级 $330\ \text{k}\Omega$ 电阻可分担工作电压、限制故障电流，并与 10 nF/1 nF/100 pF 形成多级滤波。100 M Ω 电阻用于掉电泄放。

6. 开关设计

DSHP01TSGER 只控制 AO3401A 栅极，不让拨码开关直接承受整板电流。这样既满足“板上开关”，也减少接触电阻和寿命问题。

7. 高频 PCB 要求

- FIRST_OUT1-C30-U2-C31-J4 按 $50\ \Omega$ 微带或共面波导设计。
- U2 的 2、4 脚及底部地附近使用多颗地过孔。
- C30、C31、L30、C32 尽量贴近 U2；C13 贴近 U1。
- 高压区远离 PAD1、Q1 和 FIRST_OUT1，不从其下方走线。
- J4 后不并联 $50\ \Omega$ ，示波器端设置 $50\ \Omega$ 终端。

8. 调试顺序

先不接 LGAD 和高压，检查 5V_SW 与 2V25_LNA；测 R34 压降约 0.6 V。再从 PAD1 注入小幅高速脉冲，分别观察 FIRST_OUT1 与 J4。低压链路正常后，最后接 LGAD，并从 0 V 缓慢增加负高压。

9. 适用范围

该图已经是可直接录入 KiCad/Altium 的完整连接图，但最终 PCB 的 $50\ \Omega$ 线宽、爬电距离和高压额定值仍须按实际板材厚度、介电常数 LGAD 最大偏压复核。

关键 BOM、引脚与提交检查表

第二题附件

位号	型号/参数	封装或等级	说明
U1	TPS79901DDCR	SOT-23-THIN-5	1=IN, 2=GND, 3=EN, 4=FB, 5=OUT。
U2	GALI-52+	SOT-89 / DF782	1=RF IN, 3=RF OUT+DC, 2/4=GND。
Q1	BFR840L3RHESD E6327	TSLP-3-9	1=B, 2=C, 3=E; 按顶视图核对方向。
Q2	AO3401A	SOT-23	P-MOS 高边总开关, S 接输入, D 接 5V_SW。
S1	DSHP01TSGER	SMD 单位拨码	只控制 Q2 栅极。
D1	Würth 82307050029	0402	超低电容 ESD 器件, 贴近 PAD1。
L30	Coilcraft 4310LC-132KEC	宽带偏置扼流圈	用于 GALI 偏置支路。
R34	12.1 Ω / 1%	0603, ≥ 0.1 W	设定 GALI 约 50 mA 偏置。
C30,C31	1 nF COG, 50 V	0402/0603	RF 输入、输出隔直。
R20-R22	330 k Ω	单颗工作电压 ≥ 500 V	串联总值 990 k Ω 。
C20,C21,C22	10 nF / 1 nF / 100 pF	COG 或高压薄膜, 1 kV	高压宽频滤波。
J2	SHV 高压插座	≥ 500 V	中心接 HV_IN, 外壳接 HV_RET; 不可用普通 SMA。
J4	SMA-K	50 Ω 边缘式	接 50 Ω 示波器。

网络核对

- 5V_SW: 供 TPS79901 和二级 RF 电源滤波。
- 2V25_LNA: 只供一级集电极支路。
- HV_BIAS: 只接 LGAD 高压焊盘。
- PAD1: LGAD 信号焊盘, 经保护和隔直进入 Q1。
- FIRST_OUT1: 一级经 C4 输出, 进入二级 C30。
- U2 Pin 3: RF 输出与 DC 偏置共用, 必须经 C31 后再到 J4。

依据资料

- Texas Instruments, TPS799 Low-Noise LDO Datasheet, Rev. L.
- Mini-Circuits, GALI-52+ Monolithic Amplifier Datasheet.
- Infineon, BFR840L3RHESD Datasheet, v2.2.
- Würth Elektronik, 82307050029 WE-VE ULC Datasheet.
- Coilcraft, 4310LC Series Wideband Bias Chokes.

高压安全: 上电必须使用限流高压源; 改变连接前先关闭高压并确认 HV_BIAS 已放电。实际 LGAD 最大偏压若超过 300 V, 必须重新校核 J2、R20-R22、C20-C22 的耐压和 PCB 爬电距离。