

模拟赛道赛题（研究院）及评分标准

1. 赛题及基本要求

1.1) 本命题方向为面向物联网（IOT）、工业、通信等应用的模拟及数模混合芯片设计，特别聚焦于应用广泛的高性能数据转换器（ADC/DAC）芯片设计。要求参赛者从以下 2 个题目中任选一个完成，电路设计时不限定具体工艺，但在评价设计时，会综合考虑参赛者所选工艺对设计的影响。

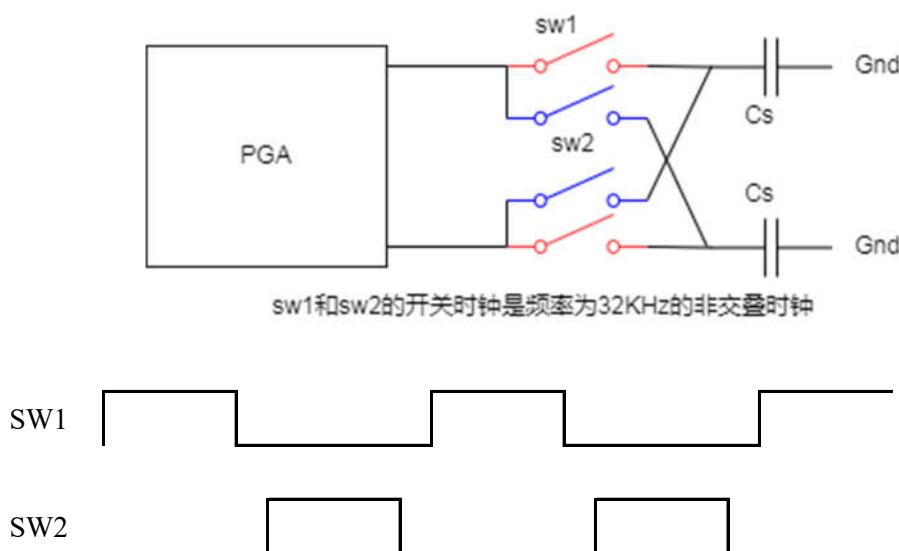
1.2) 需要提交的材料

1. 设计报告，包括（1）PPT 形式的答辩报告（团队介绍、项目心得体会、项目研发情况、技术创新点、后续工作），（2）Word 形式的设计报告，报告模板参见《竞赛设计报告模板-模拟赛道》。

2. 设计数据：包括（1）线路图，代码，网表和版图 GDS 文件（如果有）；（2）仿真验证采用的 test bench。

赛题 1：用于 IOT 传感器的可编程增益放大器设计

在 IOT 应用中，需要大量传感器用于感知环境并且获取信息。其中桥式压力传感器、热电堆传感器等部分传感器具有较大的输出阻抗和较小的输出电压，因此要求连接传感器的后端电路具有较大的输入阻抗和较强的放大能力，并且具有优秀的噪声性能。本命题要求针对这部分传感器设计一款可编程增益放大器，放大器驱动采样电容 5pF,等效采样频率为 64KHZ 的双采样电路，如下：



- PGA 增益：1~128
- PGA 工作电流：<50uA
- PGA 增益误差：<1%
- PGA 增益误差温度漂移：<2ppm/°C
- PGA 输入失调误差：<10uV
- PGA 输入失调误差温度漂移：<10nV/°C
- PGA 输入平均电流：<2nA@tt corner

- PGA 输入平均电流温度漂移: <50pA/°C
- PGA 输入等效噪声: Input noise density<50nV/√Hz@gain=128 up to 5KHz
- PGA 输入输出范围: Rail-to-Rail
- PGA 工作温度:-40~85°C

注: 失调误差的评估考虑运放的失调以及 PGA 各器件的失配等, 通过蒙特卡洛仿真进行验证

赛题 2: 高精度 ADC 芯片设计

设计一个可用于工业、医疗领域的的高精度 ADC, 主要设计指标如下:

- 信号采样速率10MSPS, 信号带宽5MHz
- 芯片工作温度: -40°C~85°C
- 运行功耗不高于50mW
- 输入信号为 1KHz 时信噪失真比 (SNDR) 不低于90dB
- 无杂散动态范围 (SFDR) 不低于100dB
- $DNL \leq \pm 0.5LSB$
- $INL \leq 30ppm$ of FSR
- 根据仿真结果计算电路的FOM (Figure of Merit) 值, 根据FOM值判断ADC性能。SNDR 需要在输入信号为 1KHz 和输入信号为 5MHz 两种条件下进行仿真, 并且计算出对应的低频和高频两个 FOM 值。

$$FoM_s = SNDR + 10 \log \left(\frac{f_s/2}{P} \right)$$

Fs 为奈奎斯特采样率 (Hz), P 为功耗 (W)。

2. 评分标准

| 项目 | 主要内容 | 分数 |
|------------|--|----|
| 书面报告 | 报告结构完整、内容清晰、图文规范 | 10 |
| | 实现和验证方案描述逻辑清晰、简洁易懂 | 15 |
| | 设计实现部分详细完整, 考虑问题是否全面 | 15 |
| | 设计验证结果完备, 对仿真结果是否有说明和分析 | 15 |
| 设计数据 | 提交的数据完整, 符合要求 | 15 |
| | 电路图绘制规范, 美观, 可读性强 | 10 |
| Test bench | 测试激励完整, 可以直接进行仿真重现 | 5 |
| 加分项 | 创新性、专项突出等可选加分项, 包括但不限于: 1) 对于赛题 1, 在满足指标要求的前提下, PGA 输入电流越小, PGA 输入等效噪声越低, PGA 功耗越低, 加分越多。 2) 对于赛题 2, 在满足指标要求的前提下, 高/低频 FOM 值越大者, | 15 |

| | | |
|-----------|-------|-----|
| | 加分越多。 | |
| 合计 | | 100 |