



FUDAN  
MICRO



# 第六届“复微杯”全国大学生电子设计大赛

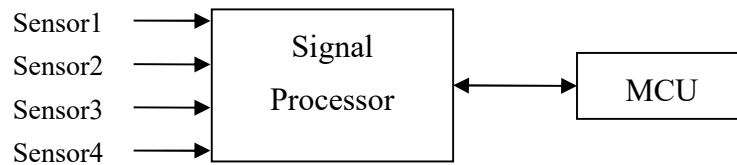
## 噪声环境下的窄带信号提取

### 硬件赛道-信号处理

---

# 1 赛题简介

某一环境感知系统由一个信号处理芯片 Signal Processor（简称 SP）和一个单片机 MCU 组成，如下图所示：



SP 芯片外接 4 个传感器，得到 4 路输入信号。每一路输入信号中都包含噪声，以及淹没在噪声中的有用信号。SP 芯片的功能是：接受 MCU 的指令，从输入信号中提取有用信号，并将有用信号的包络波形以数字信号的形式源源不断传送给 MCU。

本赛题有两个要求：（1）给出 SP 芯片的框架设计和仿真模型；（2）用通用器件搭建一块电路板，该电路板能够完成 SP 芯片的功能，从而验证（1）的正确性。

已知传感器的参数为：

## （1）输出特性

可理想化为一个输出阻抗为  $20\text{K}\Omega$  的电压源；

## （2）噪声信号特性

噪声由两类信号组成，一是高斯白噪声，噪声功率为  $-10\text{dBuW}$ ，分布频率范围  $2\text{KHz}\sim 500\text{KHz}$ ；二是幅度为  $500\text{mV}$ 、宽度约为  $5\mu\text{s}$  的窄脉冲，脉冲近似周期性出现，频率可能是  $15\text{KHz}\sim 25\text{KHz}$  之间的任意值。不同输入通道的脉冲频率可能是不同的。

## （3）有用信号特性

有用信号是中心频率为  $f_0$  的窄带噪声信号，带宽为  $1\text{KHz}$ ，正态分布。不同输入通道的  $f_0$  可能是不同的，取值范围  $5\text{KHz}\sim 150\text{KHz}$ ，由 CPU 指定。有用信号功率仅为  $-17\text{dBuW}$ ，因而完全淹没在噪声中。

系统上电后，MCU 配置 SP，配置信息至少包括每一路通道的中心频率  $f_0$  和信号放大倍数等，然后 SP 开始将有用信号的包络输出到 MCU。

---

## 2 赛题要求

### 2.1 初赛阶段的要求

初赛阶段需要给出 SP 芯片的整体框架设计方案，包括：

- (1) 引脚功能设计。SP 芯片应具备哪些必要的引脚才能完成功能要求，特别是与传感器的模拟接口以及与 MCU 的数字接口。模拟接口应给出特性指标。数字接口应给出时序要求，以及通信协议（如果有必要的话）。
- (2) 合理分配模拟电路和数字电路的功能，给出模拟电路和数字电路的各功能模块，每个模块的主要功能、技术指标和大体的实现方法，以及模块之间的接口描述。
- (3) 设计仿真验证方法，设计满足要求的激励信号，给出仿真结果。可以整体仿真，也可以模拟部分和数字部分分别仿真。仿真验证的目的仅为验证方案的原理正确，各功能模块仅给出仿真模型即可，并不涉及各功能模块的具体实现。

大赛组委会将从各参赛队伍提交的设计文档中选择方案合理、仿真完整准确的作品，进入决赛。需提交的设计文档包括：（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。

### 2.2 决赛阶段的要求

决赛阶段要求使用通用器件搭建一块电路板，验证 SP 芯片的功能。使用的器件不限，要求如下：

- (1) 支持 4 路信号同时输入；
- (2) 验证板能够与 PC 连接，在 PC 上可以设置 4 个通道的中心频率、增益等参数，并以合适的形式显示 4 路信号的处理结果，证明功能的正确；
- (3) 仔细设计激励信号，以及 PC 界面，以简明清晰的方式证明电路功能正确；

需要提交的设计文档包括：

- (1) 原理图、PCB、BOM 表、源代码；
- (2) 完整的设计报告，包括作品介绍、关键技术点、存在的弱点和将来的改进方向；
- (3) 电路板功能的演示视频；

---

(4) 答辩时需展示样机实物并进行功能演示；

### 3 评分标准

初赛阶段的评分标准如下：

项目	主要内容	分数
书面报告	报告结构完整、内容和逻辑清晰、图文规范	10
外部功能接口	芯片引脚设计合理，逻辑清晰，易于使用	20
整体方案	整体方案设计合理，描述清晰，各模块设计难度小	40
仿真验证	激励信号设计准确，仿真模型合理，功能正确，符合设计要求	30
<b>合计</b>		<b>100</b>

决赛阶段的评分标准如下：

项目	主要内容	分数
初赛成绩		30
书面报告和视频	报告结构完整、内容和逻辑清晰、图文规范	10
	电路设计合理，描述清晰，电路设计难度小	10
	提交的视频质量高，有说服力	10
设计数据	原理图、PCB图和代码完整清晰	20
答辩	答辩时问答的表现	20
<b>合计</b>		<b>100</b>

---

## 4 赛事安排

### 4.1 参赛队伍要求

### 4.2 赛事流程

阶段	时间	内容
初赛阶段		
公布名单		
决赛阶段		
颁奖典礼		