



2017 年全国大学生电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- (1) 8 月 9 日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能在【本科组】题目中任选一题；高职高专组参赛队在【高职高专组】题目中任选一题，也可以选择【本科组】题目。
- (2) 参赛队认真填写《登记表》内容，填写好的《登记表》交赛场巡视员暂时保存。
- (3) 参赛者必须是有正式学籍的全日制在校本、专科学生，应出示能够证明参赛者学生身份的有效证件（如学生证）随时备查。
- (4) 每队严格限制 3 人，开赛后不得中途更换队员。
- (5) 竞赛期间，可使用各种图书资料和网络资源，但不得在学校指定竞赛场地外进行设计制作，不得以任何方式与他人交流，包括教师在内的非参赛队员必须回避，对违纪参赛队取消评审资格。
- (6) 8 月 12 日 20:00 竞赛结束，上交设计报告、制作实物及《登记表》，由专人封存。

自适应滤波器 (E 题)

【本科组】

一、任务

设计并制作一个自适应滤波器，用来滤除特定的干扰信号。自适应滤波器工作频率为 10kHz~100kHz。其电路应用如图 1 所示。

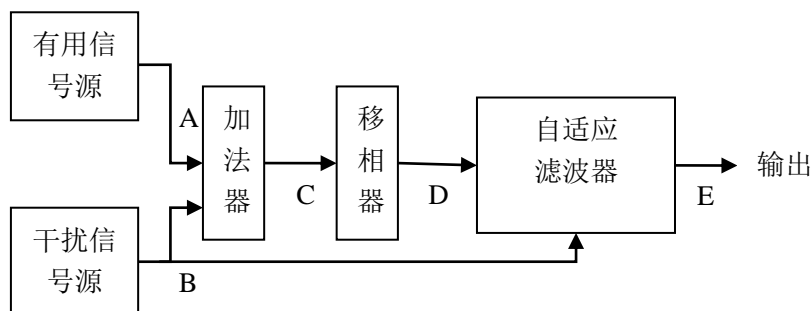


图 1 自适应滤波器电路应用示意图

图 1 中，有用信号源和干扰信号源为两个独立信号源，输出信号分别为信号 A 和信号 B，且频率不相等。自适应滤波器根据干扰信号 B 的特征，采用干扰抵消等方法，滤除混合信号 D 中的干扰信号 B，以恢复有用信号 A 的波形，其输出为信号 E。

二、要求

1. 基本要求

- (1) 设计一个加法器实现 $C=A+B$ ，其中有用信号 A 和干扰信号 B 峰值均为 1~2V，频率范围为 10kHz~100kHz。预留便于测量的输入输出端口。
- (2) 设计一个移相器，在频率范围为 10kHz~100kHz 的各点频上，实

现点频 $0 \sim 180^\circ$ 手动连续可变相移。移相器幅度放大倍数控制在 1 ± 0.1 ，移相器的相频特性不做要求。预留便于测量的输入输出端口。

- (3) 单独设计制作自适应滤波器，有两个输入端口，用于输入信号 B 和 D。有一个输出端口，用于输出信号 E。当信号 A、B 为正弦信号，且频率差 $\geq 100\text{Hz}$ 时，输出信号 E 能够恢复信号 A 的波形，信号 E 与 A 的频率和幅度误差均小于 10%。滤波器对信号 B 的幅度衰减小于 1%。预留便于测量的输入输出端口。

2. 发挥部分

- (1) 当信号 A、B 为正弦信号，且频率差 $\geq 10\text{Hz}$ 时，自适应滤波器的输出信号 E 能恢复信号 A 的波形，信号 E 与 A 的频率和幅度误差均小于 10%。滤波器对信号 B 的幅度衰减小于 1%。
- (2) 当 B 信号分别为三角波和方波信号，且与 A 信号的频率差大于等于 10Hz 时，自适应滤波器的输出信号 E 能恢复信号 A 的波形，信号 E 与 A 的频率和幅度误差均小于 10%。滤波器对信号 B 的幅度衰减小于 1%。
- (3) 尽量减小自适应滤波器电路的响应时间，提高滤除干扰信号的速度，响应时间不大于 1 秒。
- (4) 其他。

三、说明

1. 自适应滤波器电路应相对独立，除规定的 3 个端口外，不得与移相器等存在其他通信方式。
2. 测试时，移相器信号相移角度可以在 $0 \sim 180^\circ$ 手动调节。
3. 信号 E 中信号 B 的残余电压测试方法为：信号 A、B 按要求输入，滤波器正常工作后，关闭有用信号源使 $U_A=0$ ，此时测得的输出为残余电压 U_E 。滤波器对信号 B 的幅度衰减为 U_E/U_B 。若滤波器不能恢复信号 A 的波形，该指标不测量。
4. 滤波器电路的响应时间测试方法为：在滤波器能够正常滤除信号 B 的情况下，关闭两个信号源。重新加入信号 B，用示波器观测 E 信号的电压，同时降低示波器水平扫描速度，使示波器能够观测 1~2 秒 E 信号包络幅度的变化。测量其从加入信号 B 开始，至幅度衰减 1% 的时间即为响应时间。若滤波器不能恢复信号 A 的波形，该指标不测量。

四、评分标准

| 设计 报 告 | 项 目 | 主要内容 | 满分 |
|------------------|------------|---------------------------|-----|
| | 系统方案 | 自适应滤波器总体方案设计 | 4 |
| | 理论分析与计算 | 滤波器理论分析与计算 | 6 |
| | 电路与程序设计 | 总体电路图 程序设计 | 4 |
| | 测试方案与测试结果 | 测试数据完整性 测试结果分析 | 4 |
| | 设计报告结构及规范性 | 摘要 设计报告正文的结构 图表的规范性 | 2 |
| | 合计 | | 20 |
| 基 本 要 求 | 完成（1） | | 6 |
| | 完成（2） | | 24 |
| | 完成（3） | | 20 |
| | 合计 | | 50 |
| 发 挥 部 分 | 完成（1） | | 10 |
| | 完成（2） | | 20 |
| | 完成（3） | | 15 |
| | 其他 | | 5 |
| | 合计 | | 50 |
| 总分 | | | 120 |