

杭州师范大学第九届大学生电子设计竞赛

E 题：自适应滤波器

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。

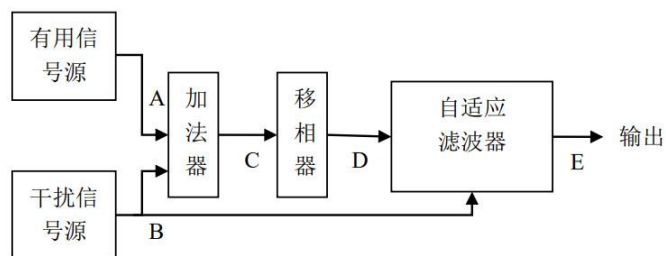


图 1 自适应滤波器电路应用示意图

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 $0^\circ\sim 180^\circ$ 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 $0^\circ \sim 180^\circ$ 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