

2014 年 TI 杯大学生电子设计竞赛题

C 题：锁定放大器的设计

1. 任务

设计制作一个用来检测微弱信号的锁定放大器（LIA）。锁定放大器基本组成框图见图 1。

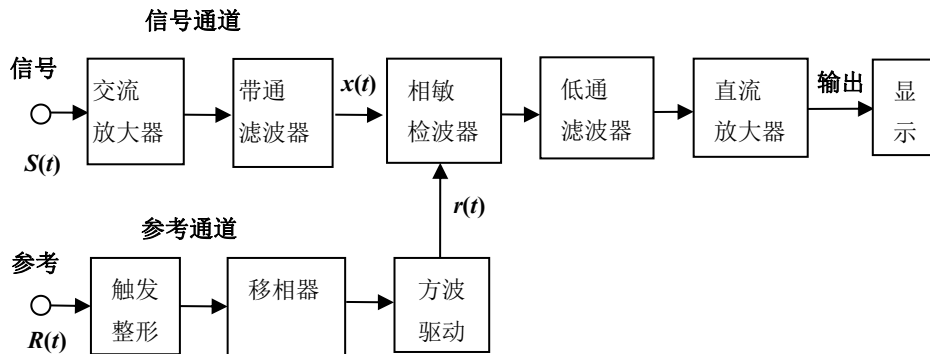


图 1 锁定放大器基本组成结构框图

2. 要求

- (1) 外接信号源提供频率为 1kHz 的正弦波信号，幅度自定，输入至参考信号 $R(t)$ 端。 $R(t)$ 通过自制电阻分压网络降压接至被测信号 $S(t)$ 端， $S(t)$ 端幅度有效值为 $10\mu\text{V}\sim 1\text{mV}$ 。（5 分）
- (2) 参考通道的输出 $r(t)$ 为方波信号， $r(t)$ 的相位相对参考信号 $R(t)$ 可连续或步进移相 180 度，步进间距小于 10 度。（20 分）
- (3) 信号通道的 3dB 频带范围为 900Hz~1100Hz。误差小于 20%。（10 分）
- (4) 在锁定放大器输出端，设计一个能测量并显示被测信号 $S(t)$ 幅度有效值的电路。所测量的显示值与 $S(t)$ 有效值的误差小于 10%。（15 分）
- (5) 在锁定放大器信号 $S(t)$ 输入端增加一个运放构成的加法器电路，实现 $S(t)$ 与干扰信号 $n(t)$ 的 1:1 叠加，如图 2 所示。（5 分）

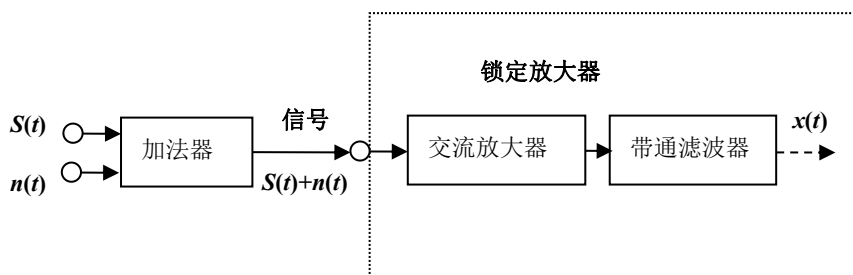


图 2 锁定放大器叠加噪声电路图

- (6) 用另一信号源产生一个频率为 1050~2100Hz 的正弦波信号作为 $n(t)$ ，将其叠加在锁定放大器的输入端，信号幅度等于 $S(t)$ 。 $n(t)$ 亦可由与获得 $S(t)$ 同样结构的电阻分压网络得到。锁定放大器应尽量降低 $n(t)$ 对 $S(t)$ 信号有效值测量的影响，测量误差小于 10%。(20 分)
- (7) 增加 $n(t)$ 幅度，使之等于 $10S(t)$ ，锁定放大器对 $S(t)$ 信号有效值的测量误差小于 10%。(20 分)
- (8) 其他自主发挥。(5 分)
- (9) 设计报告。(20 分)

项 目	主要内容	满分
系统方案	总体方案设计	4
理论分析与计算	锁定放大器各部分指标分析与计算	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
总分		20

3. 说明

- (1) 各信号输入、输出端子必须预留测量端子，以便于测量。
- (2) 要求 (1) 和 (6) 中的电阻分压网络的分压比例自行定义。由于 μV 级信号常规仪器难以测量，可通过适合加大输入信号幅度的方法，测量并标定其分压比。
- (3) 关于锁定放大器的原理可参考《微弱信号检测》。高晋占编著，清华大学出版社 2004 年。