

2014 年浙江省第五届大学生电子设计竞赛（TI 杯）试题

参赛注意事项

- (1) 8 月 12 日 8:00 竞赛正式开始。本科组与高职高专组参赛队只能在指定题目中任选一题。
- (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 15 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。

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。

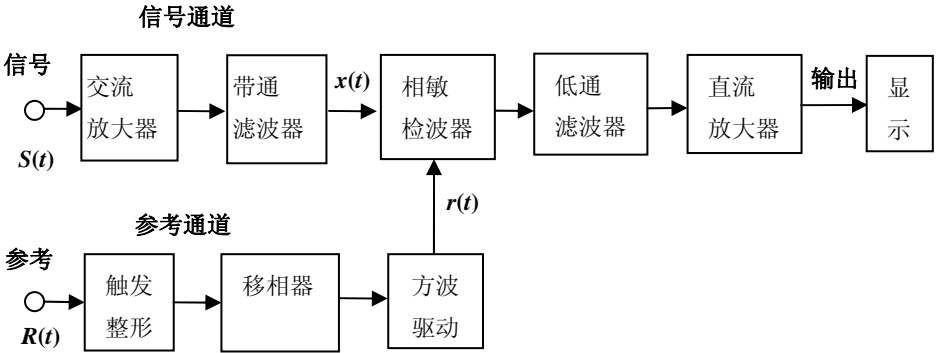


图 1 锁定放大器基本组成结构框图

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， $S(t)$ 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，设计一个能测量显示被测信号 $S(t)$ 幅度有效值的电路。测量显示值与 $S(t)$ 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)

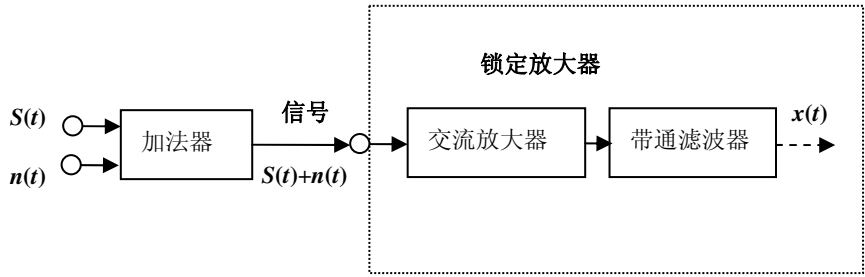


图 2 锁定放大器叠加噪声电路图

(6) 用另一信号源产生一个频率为 1050~2100Hz 的正弦波信号，作为 $n(t)$ 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定。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。
- (2) 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。