



2022 年全国大学生电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- 1) 2022 年 7 月 27 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，也可以在【本科组】题目中任选一题。
- 2) 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。
- 3) 每队严格限制 3 人，开赛后不得中途更换队员。
- 4) 竞赛期间，可使用各种图书资料和网络资源，但不得在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，违纪参赛队取消评审资格。
- 5) 2022 年 7 月 30 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。

单相无功补偿装置

一、任务

设计并制作如图所示的单相无功补偿装置。阻感性负载为 10Ω 电阻和 4mH 电感串联。

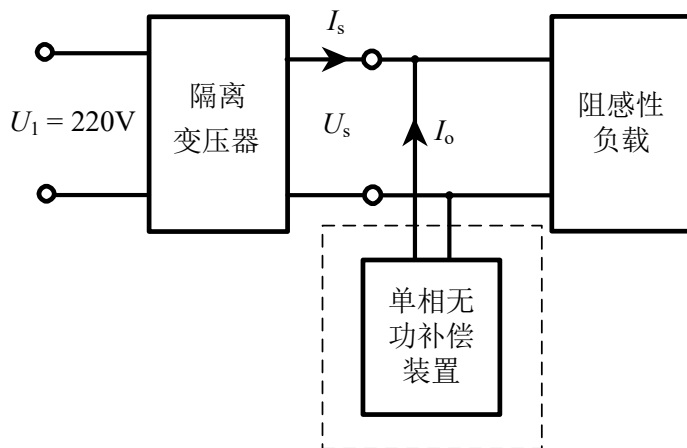


图 1 系统示意图

二、要求

1. 基本要求

- (1) 输入电压 U_s 可调范围：28V~32V，补偿 I_s 无功分量至 0A，误差小于 $\pm 0.05\text{A}$ ；
- (2) 能对 I_s 的感性无功电流进行键盘设定和步进调整，设定范围 0A ~ -2A，步进值 0.1A，误差小于 $\pm 0.05\text{A}$ 。同时具有设定电流的数字显示功能。
- (3) 电流 I_o 的 $\text{THD} \leq 5\%$ ($U_s = 32\text{V}$, I_s 无功分量 -2A)；
- (4) 断开阻感性负载，装置损耗 $P_{\text{loss}} \leq 2\text{W}$ ($U_s = 32\text{V}$, I_s 无功分量 0A)；
- (5) 无功补偿效率 $\eta \geq 90\%$ ； ($U_s = 32\text{V}$, I_s 无功分量 -2A)；

2. 发挥部分

- (1) 进一步优化电流 THD，电流 I_s 的 $\text{THD} \leq 2\%$ ($U_s = 32\text{V}$, I_s 无功分量 -2A)；
- (2) 进一步提高无功补偿效率，使 $\eta \geq 96\%$ ($U_s = 32\text{V}$, I_s 无功分量 -2A)；
- (3) 具有电压 U_s 有效值、电流 I_s 有效值、补偿后功率因数的测量和数字显示功能，电压误差小于 $\pm 0.1\text{V}$ ，电流误差小于 $\pm 0.05\text{A}$ ，功率因数误差小于 0.02。
- (4) 其他。

三、说明

- (1) 变换器不允许使用成品模块，但可使用开关电源控制芯片。
- (2) 装置应能连续安全工作足够长的时间（测试期间，不能出现过热等故障）。
- (3) U_s 可通过交流调压器改变 U_1 来调整。单相无功补偿装置（含控制电路）只能由 U_s 端口供电，不得另加辅助电源。

- (4) 无功补偿效率 $\eta = \frac{Q}{S} \times 100\%$ ，无功功率 Q 和视在功率 S 由电能质量分析仪测量。

- (5) 谐波总畸变率 $\text{THD} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_1}$ ， Q 和 Q_1 分别为波形总有效值和基波有效值。

- (6) 制作时应考虑方便测试，合理设置测试点。

四、评分标准

	项 目	应包括的主要内容或考核要点	满 分
设计 报告	方案论证	比较与选择、方案描述	3
	理论分析，参数计算	提高效率的方法；无功电流控制方法等	6
	电路与程序设计	主回路与器件选择，控制电路与控制程序，保护电路	6
	测试方案与测试结果	测试方案及测试条件，测试结果及其完整性，测试结果分析	3
	报告结构及规范性	摘要、设计报告正文结构、公式、图表的规范性	2
	总分		20
基本要求	实际制作完成情况		50
发挥部分	实际制作完成情况		50