



2025 年全国大学生电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- (1) 7 月 30 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 2 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。

单相有源电力滤波实验装置（B 题）

【本科组】

一、任务

设计并制作如图 1 所示单相有源电力滤波实验装置（简称装置），检测并显示非线性负载电流 i_L 及其谐波成分与含量，控制有源电力滤波器（APF）产生补偿电流 i_F ，降低网侧电流 i_S 中谐波含量。非线性负载电路如图 2 所示，开关 K_D 用以切换半波、桥式整流，开关 K_C 用以切换有、无电容滤波，测试时电容可在 $1000\sim 10000\mu\text{F}$ （电容额定电压不低于 100V ）范围内设置。

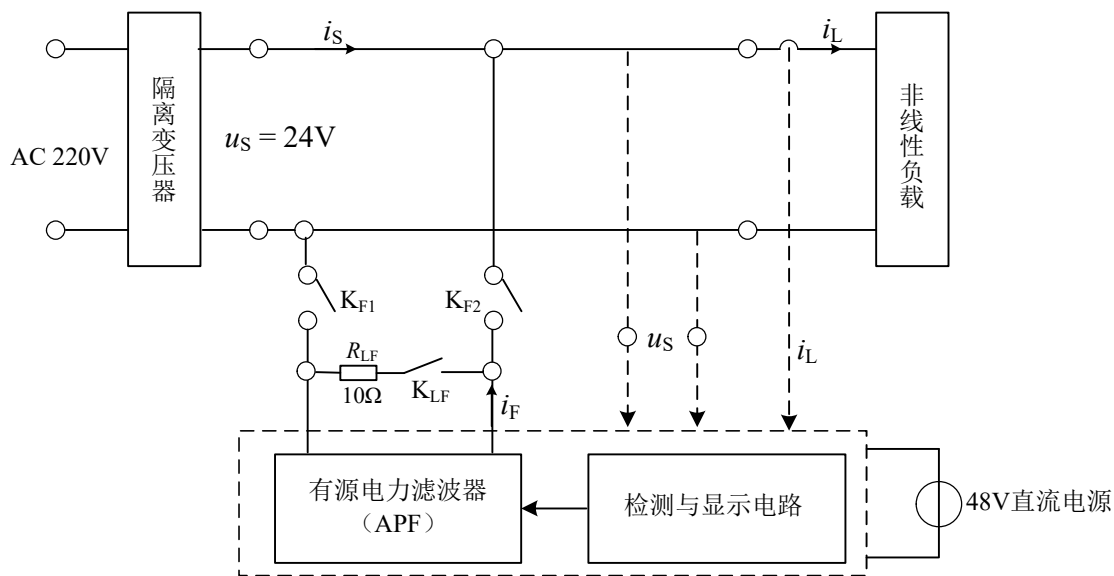


图 1 单相有源电力滤波实验装置结构框图

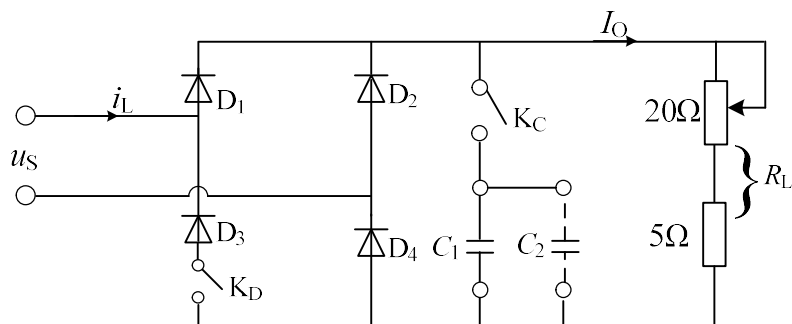


图 2 非线性负载电路原理图

二、要求

1. 基本要求

基本要求各项测试时， K_{F1} 、 K_{F2} 断开， K_{LF} 闭合，APF 不接入。基本要求（2）、（3）项测试时调整 $I_0=2A$ 。

（1）设计并制作如图 2 所示非线性负载电路，要求 K_D 、 K_C 不同状态下的输出直流电流 I_0 的最大值均不小于 2A。

（2）装置能够检测变压器副边电压 u_S 及 K_D 、 K_C 不同状态下的负载电流 i_L ，并同步显示 u_S 和 i_L 的波形。装置能够测量并显示 i_L 的有效值 I_{LRMS} ，测量相对误差的绝对值不大于 5%。

（3）装置能够测量 K_D 、 K_C 不同状态下的负载电流 i_L 中谐波含有率 H_i (i 为谐波次数)，显示 $H_2 \sim H_5$ （保留小数点后一位），其中含量最高的谐波含有率（记为 H_{mL} ）测量误差的绝对值不大于 3%。

2. 发挥部分

发挥部分各项测试时调整 $I_0=2A$ 。

（1）APF 上电， K_{F1} 、 K_{F2} 保持断开， K_{LF} 闭合。要求在 K_D 、 K_C 不同状态下， i_F 的有效值 I_{FRMS} 均不小于 0.1A；要求 i_F 的频率 f_F 与 i_L 中含量最高的谐波的频率 f_m 偏差的绝对值不大于 1Hz，即 $|f_F - f_m| \leq 1Hz$ 。

（2）合上 K_{F1} 、 K_{F2} ，断开 K_{LF} ，接入 APF。在 K_D 、 K_C 断开条件下，要求 i_S 中对应 i_L 含量最高的谐波的含有率 (H_{mS}) 下降至不高于 5%。

（3）合上 K_{F1} 、 K_{F2} ，断开 K_{LF} ，接入 APF。在 K_D 、 K_C 闭合条件下，要求 i_S 中对应 i_L 含量最高的谐波的含有率 (H_{mS}) 下降至不高于 5%。

（4）合上 K_{F1} 、 K_{F2} ，断开 K_{LF} ，接入 APF。在 K_D 、 K_C 闭合条件下，要求 i_S 的总谐波畸变率 THD 不高于 5%。

（5）其他。

三、说明

(1) 在调试过程中务必注意安全，谨防触电和烫伤，不要触及电烙铁、负载电阻等。

(2) 为简化设计，使用 48V、额定输出电流不小于 3A 的成品直流电源为装置供电（如图 1 所示），测试时该电源现场提供。除此以外，检测与显示模块、APF 不准再使用其他电源。

(3) 制作非线性负载电路时，需设置两个滤波电容端口（图 2 中 C_1 、 C_2 所示），方便测试时更换、并接不同容值的电容。

(4) 选择合适尺寸的显示器和适当的显示方式，保证装置至少清晰显示 2 个周期的波形及各项测量结果，可以通过按键切换两个页面显示。

(5) 本题中 i 次谐波电流含有率 $H_i = \frac{I_{iRMS}}{I_{1RMS}} \times 100\%$ ，其中， I_{iRMS} 为 i 次谐波

电流有效值， I_{1RMS} 为基波电流有效值。

(6) 测试时，基本要求（2）中用 $5\frac{1}{2}$ 位或更高精度的万用表测量 I_{LRMS} 作为真实值；基本要求（3）以电能质量分析仪的读数作为 H_{mL} 的真实值计算装置的测量误差，电流测量应使用电流钳；发挥部分各项电流及其谐波也都使用电能质量分析仪测量。

(7) 本题要求采用 APF，不允许采用投入电感、电容的方法抑制谐波。发挥部分（1）要求 APF 有输出 i_F ，且 i_F 中最大分量的频率 f_F （本题定义为 i_F 的频率）与 i_L 中含量最高的谐波的频率 f_m 一致。例如， i_L 中含量最高的为 3 次谐波，频率为 150Hz，则 i_F 的频率 f_F 也应为 150Hz。考虑到测控误差等因素，本项允许偏差 1Hz。如果 i_F 不满足要求，发挥部分（2）~（4）项将不予测试。

(8) K_D 、 K_C 、 K_{F1} 、 K_{F2} 、 K_{LF} 均为手动开关，可采用便于操作的跳线等方式。各项测试设置完成后，一键启动装置进行测试，期间不允许人工干预，每项测试时间不超过 10s。

四、评分标准

	项目	主要内容	满分
设计报告	方案论证	方案比较与选择 方案描述	3
	理论分析与计算	谐波电流检测方法 APF及其控制电路参数计算	6
	电路与程序设计	APF 主回路与器件选择 电压、电流检测电路设计 控制算法及程序设计	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
	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	完成第（1）项		8
	完成第（2）项		22
	完成第（3）项		20
	合计		50
发挥部分	完成第（1）项		10
	完成第（2）项		10
	完成第（3）项		10
	完成第（4）项		16
	其他		4
	合计		50
总分			120