

杭州师范大学第九届大学生电子设计竞赛

A 题：双向 DC-DC 变换器

一、任务

设计并制作用于电池储能装置的双向 DC-DC 变换器，实现电池的充放电功能，功能可由按键设定，亦可自动转换。系统结构如图 1 所示，图中除直流稳压电源外，其他器件均需自备。电池组由 5 节 18650 型、容量 2000~3000mAh 的锂离子电池串联组成。所用电阻阻值误差的绝对值不大于 5%。

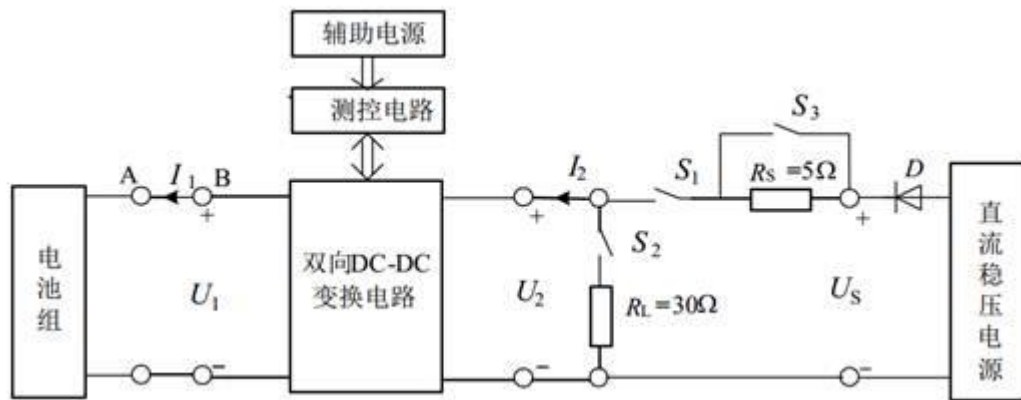


图 1 电池储能装置结构框图

二、要求

1. 基本要求

接通 S_1 、 S_3 ，断开 S_2 ，将装置设定为充电模式。

(1) $U_2=30V$ 条件下，实现对电池恒流充电。充电电流 I_1 在 1~2A 范围内步进可调，步进值不大于 0.1A，电流控制精度不低于 5%。

(2) 设定 $I_1=2A$ ，调整直流稳压电源输出电压，使 U_2 在 24~36V 范围内变化时，要求充电电流 I_1 的变化率不大于 1%。

(3) 设定 $I_1=2A$ ，在 $U_2=30V$ 条件下，变换器的效率 $\eta_1 \geq 90\%$ 。

(4) 测量并显示充电电流 I_1 ，在 $I_1=1\sim 2A$ 范围内测量精度不低于 2%。

(5) 具有过充保护功能：设定 $I_1=2A$ ，当 U_1 超过阈值 $U_{1th}=24\pm 0.5V$ 时，停止充电。

2. 发挥部分

(1) 断开 S1、接通 S2，将装置设定为放电模式，保持 $U_2=30\pm0.5V$ ，此时变换器效率 $\eta_2 \geq 95\%$ 。

(2) 接通 S1、S2，断开 S3，调整直流稳压电源输出电压，使 U_S 在 32~38V 范围内变化时，双向 DC-DC 电路能够自动转换工作模式并保持 $U_2=30\pm0.5V$ 。

三、说明

1. 要求电池有保险丝保护，使用前认真阅读所用电池的技术资料，学会估算电池的荷电状态，保证电池全过程的使用安全。

2. 测试前电池初始状态由参赛队员自定，测试过程中不允许更换电池。

3. 基本要求（1）中的电流控制精度定义为

$$e = \left| \frac{I_1 - I_{10}}{I_{10}} \right| \times 100\%$$

其中 I_1 为实际电流、 I_{10} 为设定值。

4. 基本要求（2）电流变化率的计算方法：设 $U_2=36V$ 时，充电电流值为 I_{11} ； $U_2=30V$ 时，充电电流值为 I_1 ； $U_2=24V$ 时，充电电流值为 I_{12} ，则

$$S_{I1} = \left| \frac{I_{11} - I_{12}}{I_1} \right| \times 100\%$$

5. DC-DC 变换器效率

$$\eta_1 = \left| \frac{P_1}{P_2} \right| \times 100\% \quad \eta_2 = \left| \frac{P_2}{P_1} \right| \times 100\%$$

其中 $P_1 = I_1 \cdot U_1$, $P_2 = I_2 \cdot U_2$ 。

6. 基本要求（5）的测试方法：在图 1 的 A、B 点之间串入滑线变阻器，使 U_1 增加。

7. 辅助电源需自制或自备，可由直流稳压电源（ U_S 处）或工频电源（220V）为其供电。

8. 作品应能连续安全工作足够长时间，测试期间不能出现过热等故障。

9. 制作时应合理设置测试点（参考图 1）以方便测试；为方便测重，应能较方便的将双向 DC-DC 变换器、测控电路与辅助电源三部分与其他部分分开。

10. 设计报告正文中应包括系统总体框图、核心电路原理图、主要流程图、主要的测试结果。完整的电路原理图、重要的源程序和完整的测试结果可用附件给出，在附件中提供作品较清晰的照片。

四、评分标准

	项 目	主要内容	满 分
设计报告	方案论证	比较与选择；方案描述。	2
	电路与程序设计	双向 DC-DC 主回路与器件选择； 测量控制电路、控制程序。	5
	理论分析与计算	主回路主要器件参数选择及计算； 控制方法与参数计算； 提高效率的方法。	5
	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。	5
	结构及规范性	摘要的规范性； 设计报告正文的结构； 图表的规范性。	3
	小 计		20
基本要求	完成第（1）项		16
	完成第（2）项		10
	完成第（3）项		10
	完成第（4）项		8
	完成第（5）项		6
	小 计		50
发挥部分	完成第（1）项		20
	完成第（2）项		20
	完成第（3）项		5
	其他		5
	小计		50
总分			120