

一种BUCK型恒流源的输入特性研究

陈德锋, 肖强晖, 廖无限

(湖南工业大学 电气与信息工程学院, 湖南 株洲 412008)

摘要: 设计了一种BUCK型恒流源, 给出其电路原理图并进行了分析, 借助Saber软件对电路进行了仿真, 将仿真结果与实验结果进行了比较; 针对输入特性测试的要求即负载固定不变的情况下, 改变交流输入电压的大小, 分析电流的变化情况。结果表明, 在输入电压变化的范围内, 电流恒定不变。

关键词: 输入特性; 恒流源; BUCK; Saber

中图分类号: TN86

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2009)06-0049-03

Research on the Input Characteristics of a BUCK-Type Constant-Current Power

Chen Defeng, Xiao Qianghui, Liao Wuxian

(College of Electrical and Information Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China)

Abstract: A BUCK-type constant-current power is designed. Firstly, the schematic diagram of the power supply is designed and analyzed. Secondly, the circuit is simulated and analyzed based on Saber, and the simulation and experiment results are compared. Finally, for the experimental requirements of input characteristics (with the load constant), the value of the AC input voltage is altered and the change of the current is analyzed. The results show that the current keeps constant when the AC input voltage changes.

Keywords: input characteristics; constant-current power; BUCK; Saber

随着现代电子技术和计算机技术等快速发展, 开关恒流电源已广泛应用于电镀、电解、照明、测量等领域, 特别是在新兴科技如通信、超导、传感技术等电子设备领域中广泛应用。开关恒流源电路具有功耗低、效率高、体积小、纹波系数小等优点, 故其在功率电源领域有着重要的实用价值, 因此, 发展经济实用、性能可靠的恒流源有较广阔的应用前景^[1-2]。本文采用BUCK电路作为拓扑结构, 运用PWM控制芯片SG3525来实现恒流源的设计, 采用具有电磁隔离和光耦隔离的高压驱动电路IR2110作为功率管的驱动。应用美国Synopsys公司的一款Saber仿真软件对电路进行了辅助设计^[3], 在SaberScope中观察波形, 将其与实际测试的波形进行比较, 然后在该实际电路的基

础上, 针对BUCK型恒流源输入特性测试的要求, 在固定输出电压情况下, 测试了交流输入电压调整范围内的电流变化情况, 分析其恒流效果。

1 恒流源设计要求

1.1 设计要求

输入: AC 165~265 V;

输出: DC 65~125 V;

输出电流: $(700 \pm 5\%)$ mA;

具有过流保护, 短路保护, 过压保护功能。

1.2 工作原理

工作原理如图1所示。

收稿日期: 2009-11-02

作者简介: 陈德锋 (1981-), 男, 山东济宁人, 湖南工业大学硕士研究生, 主要从事现代电力电子技术及系统方面的研究,

E-mail: fengqian6571@126.com

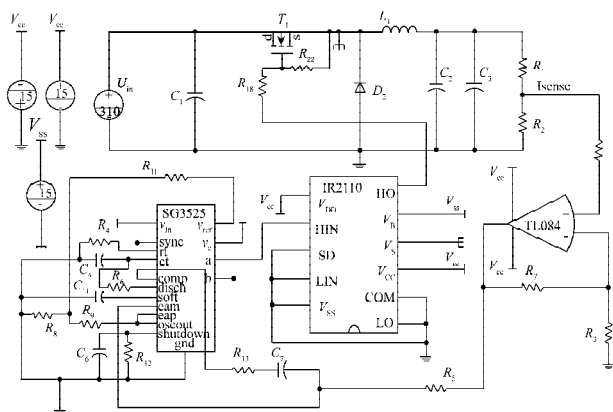


图1 电路原理图

Fig. 1 The schematic diagram of the power supply

如图1所示,该电路是以PWM控制芯片SG3525为核心^[4],电流取样电阻 R_2 将输出电流信号转为电压信号,经同相放大器TL084后,送到SG3525误差放大器的反相输入端,与误差放大器同相端的基准电压进行比较,经PI调节来改变PWM信号的占空比。PWM信号经过隔离驱动电路IR2110来驱动功率开关管^[5],并通过储能电感 L_1 、续流二极管 D_2 、滤波电容 C_1 、 C_2 来实现恒流输出;当输入电压升高(或降低)时,检测的电压信号反馈到SG3525后,随即输出占空比较之原来降低(或升高)的PWM信号;当出现过流或短路的时候,Shutdown(引脚)10上的信号就会拉至高电平,PWM锁存器将立即被封锁,这时软启动电容 C_{11} 将开始放电,直到关断信号结束,然后重新进入软启动过程,从而保护了整个电源^[6-7]。

2 仿真与实验结果

2.1 仿真结果

设置仿真参数,即对仿真时间、步长、截断误差等主要参数进行设置,选择瞬态分析(transient)后,将仿真时间设置成5 ms,步长取100 n,截断误差取0.005,采样密度取1。图2为额定输入电压下PWM调制芯片SG3525产生的驱动信号,开关频率为43 kHz左右。图3中的 $Currentout_1$ 、 $Currentout_2$ 、 $Currentout_3$ 分别是交流输入电压为165 V、220 V、265 V时的负载电流波形。从图3中可以看出,输出电流最终拟合在一起,稳定在700 mA。

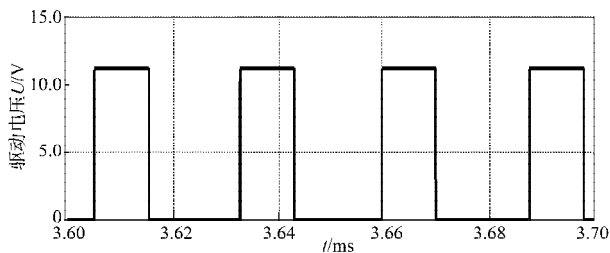


图2 稳定后的PWM驱动波形

Fig. 2 The stabilized PWM waveform

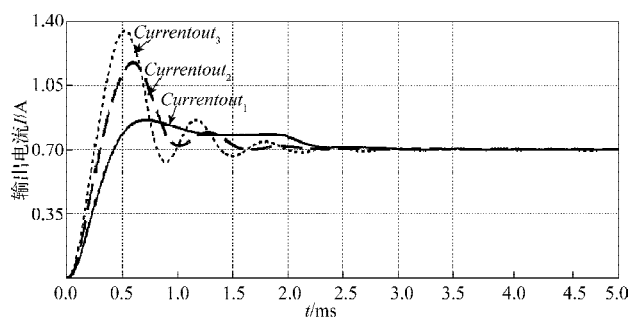


图3 仿真的负载电流输出波形

Fig. 3 The load current output waveform of simulation

2.2 实验结果

通过上面的仿真,按照要求设计了一种BUCK型恒流源,采用泰克示波器TDS2014及其提供的图像软件来捕捉,实际电路输出的波形如图4、5所示。图4为PWM调制芯片SG3525输出的PWM驱动波形,图5为实测的输出端检测电阻上电流波形。

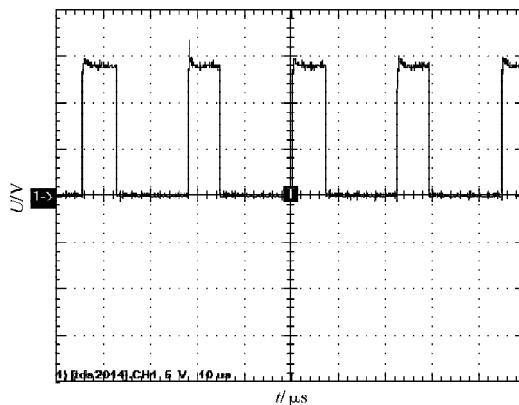


图4 实测的PWM驱动波形

Fig. 4 The PWM waveform in experiment

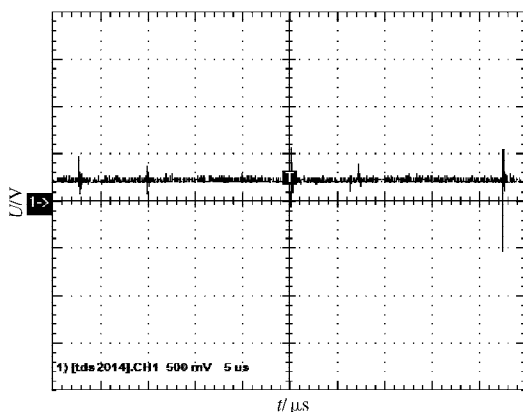


图5 实测的isense波形

Fig. 5 The isense waveform in experiment

从实验结果和仿真结果可以得出,当输入电压升高(或降低)时,SG3525输出占空比较之原来降低(或升高)的PWM信号,实现了700 mA的恒定输出。

3 交流输入特性分析

3.1 测试条件

1) 输出电压固定在 95 V 左右 (取输出电压范围 65~125 V 的中间值), 保持负载电阻不变; 输出电流由恒流源内部自身决定, 该电源恒定在 700 mA 左右;

2) 交流输入电压调整范围: 165~265 V, 调整步长为 5 V;

3) 电压采用胜利 4 位半万用表测量;

4) 输出电流平均值采用安捷伦公司的 34401A6 位半万用表电流档测量, 精度为 0.01 mA。

3.2 测试结果

固定输出电压在 95 V 左右, 改变交流输入电压的大小 (输入交流电压范围 165~265 V), 测试其输出电流的大小、输出平均电压的大小及输出电压的峰-峰值, 其测试结果如表 1 所示。

表 1 输入特性调整测试表

Table 1 Test table of input characteristics adjustment

序号	输入电压 /V	输出电流 /mA	输出平均电压 /V	输出电压峰-峰值 /V
1	165	699.70	95.9	11.2
2	170	699.80	95.9	10.2
3	175	699.77	95.9	12.8
4	180	699.79	95.9	11.2
5	185	699.78	95.9	4.0
6	190	699.79	95.9	4.8
7	195	699.77	95.9	3.2
8	200	699.78	95.9	4.0
9	205	699.78	95.9	4.0
10	210	699.77	95.9	3.6
11	215	699.78	95.9	4.0
12	220	699.77	95.9	4.0
13	225	699.72	95.9	4.8
14	230	699.73	95.9	4.8
15	235	699.72	95.9	4.0
16	240	699.71	96.0	4.8
17	245	699.72	96.0	5.6
18	250	699.73	95.4	5.6
19	255	699.72	95.4	5.6
20	260	699.77	95.4	5.6
21	265	699.66	95.6	5.2

3.3 测试分析

从测试结果看, 恒流源的交流输入调整特性较好, 交流输入电压在 165~265 V 之间变化时, 输出电流的平均值始终恒定在 700 mA 左右; 输出电压在 95.4~96 V 之间有较小的波动, 输出电流在 699.71~699.80 mA 之间微小波动, 约 $0.09 \text{ mA}/700 \text{ mA}=0.013\%$ 的波动; 交流输入调整特性系数为 0.013%, 优于 $(700 \pm 15) \text{ mA}$ 的输

出指标。

4 结语

本文借助 Saber 软件对 BUCK 型恒流源电路进行了仿真, 并在此基础上设计了该电路, 经实验测试结果与 Saber 仿真结果相比较可以得出, 本文所设计的恒流源完全可以通过 PI 调节 PWM 的占空比, 实现恒流输出。为验证其恒流效果, 对该电路进行了交流输入特性分析, 从而得到一款可独立应用在小型功率电源领域中的 BUCK 型恒流电源。

参考文献:

- [1] 刘胜利, 李龙文. 高频开关电源新技术应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
Liu Shengli, Li Longwen. The New Technology Application of the High-Frequency Switching Power Supply[M]. Beijing: China Electric Press, 2008.
- [2] Rashid M H. Power Electronics Handbook[M]. San Diego: USA Academic Press, 2001.
- [3] 罗伟, 张明焱. 基于 Saber 的 Buck 电路仿真与分析[J]. 电力系统及其自动化学报, 2007, 19(3): 122-124.
Luo Wei, Zhang Mingyan. Simulation and Analysis of Buck Circuit Based on Saber[J]. Proceedings of the CSU-EPSS, 2007, 19(3): 122-124.
- [4] 李桂丹, 高晗璁, 张春喜. 基于 SG3525 的 DC/DC 直流变换器的研究[J]. 通信电源技术, 2008, 25(5): 28-29.
Li Guidan, Gao Hanying, Zhang Chunxi. The Research of DC/DC Converter Based on SG3525[J]. Telecom Power Technology, 2008, 25(5): 28-29.
- [5] 王水平. MOSFET/IGBT 驱动集成电路及应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009: 122-133.
Wang Shuiping. ICS and Application of the MOSFET/IGBT Driver[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2009: 122-133.
- [6] 李定宣. 开关稳定电源设计与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.
Li Dingxuan. Design and Application of Switching Power Supply[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2006.
- [7] 赵同贺, 刘军. 开关电源设计技术与应用实例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007.
Zhao Tonghe, Liu Jun. Design Technology and Application Examples of the Switching Power Supply[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2007.

(责任编辑: 罗立宇)