

高稳定度低纹波的线性稳压电源设计

王云焯,余水宝,宋 军

(浙江师范大学 数理信息学院,浙江 金华 321004)

摘要: 设计制作了一款基于 LT1083/LT1033 系列大功率低压差三端稳压芯片的高稳定度低纹波直流电源,介绍了降压、整流滤波、线性稳压、LC 低通滤波等主要构成模块。测试结果表明,本电源具有输出电压稳定度高、输出电流大、低纹波、低功耗等特点。

关键词: 高稳定度;低纹波;低功耗

中图分类号: TP399

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)19-0022-02

Design of high stability and low ripple power supply

Wang Yunye, Yu Shuibao, Song Jun

(College of Mathematics, Physics and Information Engineering, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

Abstract: The paper designs and manufactures a power supply with high stability and lower ripple based on low-dropout voltage three-terminal chip. It introduces the main structure including voltage reduced module, rectified filter module, linear regulator module, low pass filtering module. To software-based, the experimental results show that the high performance on output voltage fluctuant, output current, ripple as well as low loss.

Key words: high stability; lower ripple; low loss

线性稳压电源被广泛应用于科研、电力电子、电镀、广播电视发射、通信等领域,是大专高等院校、实验室等进行电子电路研究不可或缺的仪器设备[1]。但是传统线性稳压电源存在变压器转换效率低、稳压芯片压差大、滤波电路不够完善等缺点,时常出现输出纹波大、效率低、发热量大、间接地给系统增加热噪声等问题[2-3]。在历年的电子设计竞赛中,作品在比赛场地测试正常,但在指定测试场地测评时,电路突然烧毁或者性能指标达不到原先水平的现象时有发生,一个重要的原因就是测评场地提供的稳压电源电压波动大、供电电流不稳定、正负电压不匹配[4]。因此,高稳定性、低纹波的稳压电源是科研创新和电子设计竞赛不可或缺的保障[5-6]。

1 系统总体方案设计

本设计由降压模块、整流滤波模块、线性稳压模块和低通滤波模块组成[7],如图 1 所示。变压器将 220 V/50 Hz 交流电分别降压到 ± 16 V、 ± 6 V、 $+6$ V,通过整流桥堆整流以及大容量电容滤波后,进入正(负)线性稳压模块,再经过低通滤波模块滤除直流以外的干扰信号,分别输出 ± 15 V、 ± 5 V、 $+5$ V 的稳定电压。



图 1 系统结构框图

2 主要功能模块分析

2.1 整流滤波模块

整流滤波电路主要由整流桥堆和大容量滤波电容组成,如图 2 所示。整流桥堆具有体积小、输出电流大、安装方便等优势,并能代替由 4 只二极管组成的传统桥式整流电路。滤波电路采用大容量电解电容滤波,增加了输出电压的稳定性[8-9]。根据式(1)可求出所需滤波电容容量。

$$RC \geq \frac{kT}{2} \quad (1)$$

其中, $3 \leq k \leq 5$, $f = 50$ Hz, $T = \frac{1}{f} = 20$ ms。

当输出电压为 5 V、电流为 2 A 时, $R = \frac{U}{I} = 2.5 \Omega$, 此时, $C = \frac{kT}{2R} = 20\ 000 \mu\text{F}$, 其中, $k = 5$ 。电容耐压 $U_{\text{max}} \geq \sqrt{2} U_i \approx 24.038$ V。其中, $U_i = 17$ V, 因此 U_{max} 取值为 25 V。在电解电容 C6 两端并联一个 0.01 μF 的瓷片电容 C10 可

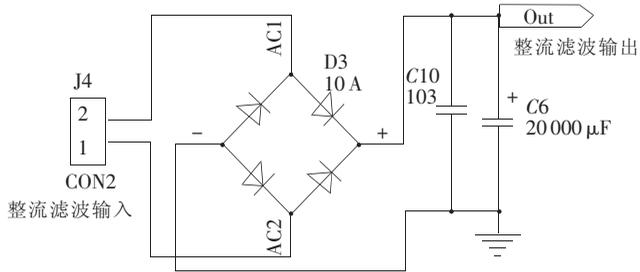


图2 桥式整流滤波电路

以有效抑制高频干扰。

2.2 线性稳压模块

LT1083/LT1033 系列正负可调稳压器的效率大大高于现有器件,可以提供 7.5 A、5 A 和 3 A 输出电流,并能在低至 1 V 的压差条件下运行,压降在最大电流条件下保证在 1.5 V 以内。负载电流减小时允许压差同时减小,可在多种电流水平条件下通过片内修整电路,提供所保证的最小压差,并能够使输出电压准确度调节至 1%。其电压调整率为 0.015%,负载调整率为 0.01%,对电流限值也进行了修整,最大限度地减小了过载条件下稳压器和电源电路上承受的应力,具有热功耗限制保护^[10]。LT1083/LT1033 系列器件的引脚与老式三端稳压器兼容,与大多数稳压器设计中的 10 μF 输出电容器以及 PNP 稳压器多达 10% 的输出电流作为静态电流消耗不同,LT1083/LT1033 系列的静态电流流入负载,大大降低了电源功耗。此芯片电压调整率小、负载调整率小的特点能够保证输出电压稳定性高。正负线性稳压模块电路如图 3 所示,其中 $R_1=R_3$, $R_2=R_4$ 。电路中的电阻参数可根据输出可调电压公式确定:

$$U_{\text{out}} = U_{\text{ref}} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{\text{ADJ}} \cdot R_2 \quad (2)$$

其中, $U_{\text{ref}} = 1.25 \text{ V}$, $I_{\text{ADJ}} = 50 \mu\text{A}$, $R_1 = 200 \Omega$ 。

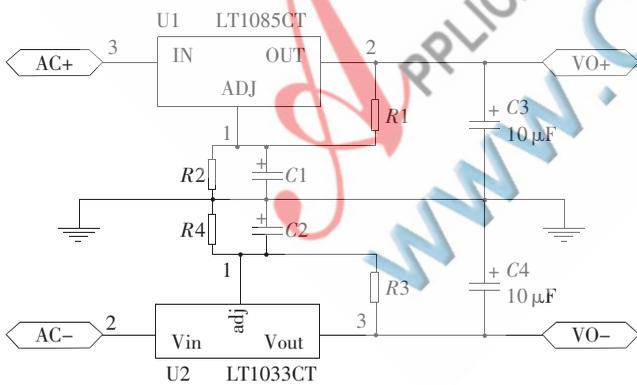


图3 正负线性稳压模块电路

2.3 低通滤波模块

低通滤波电路采用 LC 滤波电路,滤波电容为 4 700 μF 电解电容和 0.01 μF 瓷片电容,能有效减少直流的纹波和干扰,两个 33 μH/3 A 功率电感并联可以隔离交流并提高输出电流。截止频率 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 1.027 \text{ Hz}$, 其中, $L = 33 \mu\text{H}$, $C = 4 700 \mu\text{F}$, 图 4 为低通滤波器电路图。

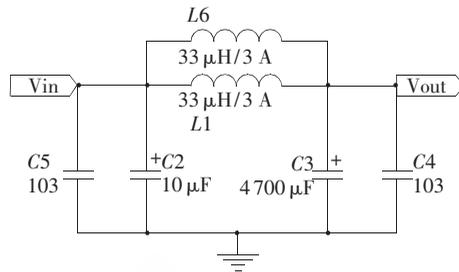


图4 LC 滤波电路

3 电源性能测试

测试仪器采用固纬 4 位半数字万用表 (GDM-8245)、上海爱仪交流毫伏表 (AS2294D) 和调压变压器 (TDGC-0.5/0.5)。负载电阻采用水泥电阻 (2.5 Ω/20 W、5 Ω/20 W、15 Ω/20 W)。电源性能参数如表 1 所示。可以看出,负载调整率和电压调整率反映出了电源较高的稳定度,纹波系数指标反映出低纹波特性。

表 1 电源性能参数表

输出电压	5 V 挡	+5 V 挡	-5 V 挡	+15 V 挡	-15 V 挡
空载电压/V	5.132	5.173	-5.157	15.206	-15.239
带载电压/V	5.0428	5.094 0	-5.074	15.108	15.139
带载电流/A	2	1	1	1	1
输出最大纹波/mV	0.58	0.25	0.32	0.61	0.70
纹波系数/%	0.011	0.005	0.006	0.004	0.005
负载调整率/%	1.63	1.53	1.61	0.64	0.66
电压调整率/%	0.053	0.051	0.034	0.039	0.046

传统稳压电源因其电压波动大、效率低、体积庞大等缺点影响了电子产品的各项性能指标。本文设计制作的电源不仅具有高稳定性、低纹波的优点,而且输出电压可调、电压波动小、带负载能力强、体积小。由于本文所设计的电源具有非常小的电压调整率,一旦设置好电压,即使电网波动,电源也能保证输出电压与设置电压相同,为微弱信号和高频信号的处理提供有力的保障,不仅能有效地避免在电子竞技测评时由于更换电源而导致的作品性能指标下降甚至烧毁的事件发生,而且对于电子线路的各项研究有十分重要的意义。

参考文献

- [1] 刘晨曦,赵莉华,白三中.一种融合开关电源和线性电源优点的 DC/DC 变换器[J].电气制造,2008(11):52-54.
- [2] 秦洋阳,叶艳.如何设计线性稳压数控电源[J].科协论坛(下半月),2009(9):32-33.
- [3] 胡文华.开关线性复合电源探讨[J].华东交通大学学报,2007(4):67-70.
- [4] 祁炜,朱忠尼.线性分布式电源减少输出纹波的一种控制方法[J].电源世界,2007(7):41-43.
- [5] 李雪峰,何振俊.提高电子技能竞赛成绩的措施[J].硅谷,2010(18):160-161.
- [6] 蔡新举,刘华章.一种高效程控直流电源设计[J].烟台大

- 学学报(自然科学与工程版),2003(1):60-64.
- [6] 范新民.高精度可编程线性直流电源原理分析[J].安徽电子信息职业技术学院学报,2006(5):80-81.
- [7] 杨永昌,庞前娟.新型1.5V线性电源设计[J].桂林航天工业高等专科学校学报,2007(4):18-19.
- [8] 凌振峰.桥式整流电路的特点[J].科技信息,2010(19):141.
- [9] 李卫中.电容滤波型三相桥式整流电路的分析[J].电子技术,2009(12):55-56.
- [10] 郭彛,郭建国,段晓东.基于LT1083的大功率工业电子

线路电源系统的设计[J].今日电子,2009(11):56-57.
(收稿日期:2011-04-12)

作者简介:

王云焯,女,1990年生,主要研究方向:光全息和智能仪表应用。

余水宝,男,1955年生,教授,主要研究方向:信号检测与智能仪表嵌入式系统,计算机与电子技术应用。

