

0 ~ 30 V 通用电源的设计

于惠钧¹, 张学毅¹, 刘晓燕²

(1. 湖南工业大学 电气与信息工程学院, 湖南 株洲 412008; 2. 株洲市工业学校, 湖南 株洲 412008)

摘要: 介绍了一种通用电源的设计, 它主要是利用专用芯片 TL494 产生脉冲宽度调制信号来驱动功率 MOSFET 开关管进行 DC/DC 变换, 采用改变 TL494 内部集成运算放大器基准电压来实现输出电压 0~30 V 的可调。描述了电源模块式的结构, 阐述了与之相关的控制电路与保护电路, 并对电源进行了测试, 得出了相应的波形。

关键词: 通用电源; Buck 变换器; MOSFET; PWM

中图分类号: TM919

文献标识码: A

文章编号: 1673-9833(2008)03-0091-04

Design for All- Purpose Power Supply of 0~30 V

Yu Huijun¹, Zhang Xueyi¹, Liu Xiaoyan²

(1. School of Electronic and Information Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China;

2. Zhuzhou Vocational School of Industrial Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China)

Abstract : The design of a kind all-purpose power supply is introduced. This method is to drive the power MOSFET switch to carry on the DC/DC transformation by using the pulse-width Modulation signal produced by the special-purpose chip TL494. The adjustable function is carried on by changing the reference voltage of the internal integrated operational amplifier in TL494. This design describes not only the module type structure of the power but also explains its relevant control circuits and protection circuit. Then, it also can test the power and get the relevant waveshape.

Key words: all-purpose power supply; Buck cenvertor; MOSFET; PWM

随着电力电子技术不断发展, 开关电源的使用频率越来越高, 继而出现了高频开关电源。与传统的线性电源相比, 这种高频开关电源具有体积小、重量轻、效率高、自身抗干扰性强、输出电压范围宽、模块化等优点, 获得了广泛的应用。另外, 随着大规模集成电路的发展, 要求电源模块实现小型化, 因而需要不断提高开关频率和采用新的电路拓扑结构, 这就对高频开关电源技术提出了更高的要求。特别是研究开发多功能、宽范围可调节的通用开关电源很有意义。

1 系统总体设计

本文采用专用芯片 TL494 产生 PWM 脉冲调制信号, 经 CD40106 分离为正、负两路逻辑信号后, 通过调整电路进行调整, 输入到专用驱动芯片 IR2110 中,

由 IR2110 的输出来驱动功率开关管进行功率放大, 同时通过调节 TL494 的引脚 3 的偏置参考电压, 可以改变 PWM 脉冲信号的占空比, 达到一个 0~30 V 通用电源的设计要求。系统设计的整体框图如图 1 所示。

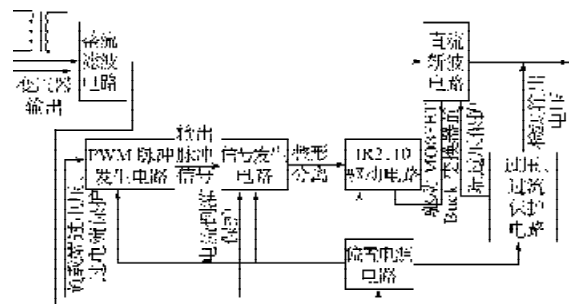


图 1 系统设计总体框图

Fig. 1 The overall diagram of system design

收稿日期: 2008-03-18

作者简介: 于惠钧 (1975-), 男, 河南驻马店人, 湖南工业大学讲师, 硕士, 主要研究方向为自动控制, 软件工程。

2 系统设计

2.1 整流滤波电路和偏置电源电路

本文设计采用桥式整流电路,当负载为纯电阻时,当带有滤波电容时,负载电阻上得到的平均电压值为^[1]:

$$U_o=1.2U_i, \tag{1}$$

而偏置电源的电路原理图如图2所示。

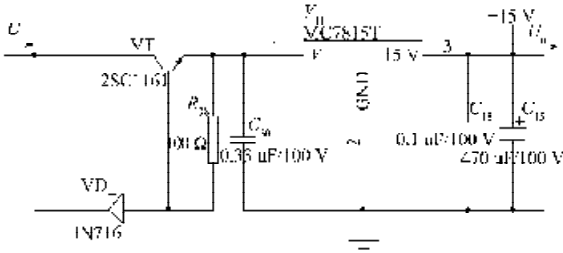


图2 偏置电源电路原理图

Fig. 2 The principle figure of Bias power circuit

该电路由两部分组成,稳压二极管VD、三极管VT和限流电阻R₃₈组成一个电压调整器,起到一个输入高电压与输出低电压匹配的作用;集成稳压器7815和滤波电容C₁₅、C₁₈、C₂₀组成稳压器,实现+15V的稳定直流电压的输出。

2.2 直流斩波电路(DC/DC变换器)

Buck变换器的电路结构^[2]如图3所示,由MOSFET管V₂、二极管V₁、V₄、电感L₁、电容C₁、C₂和负载电阻R构成。

MOSFET管V₂为一个开关管,在电路中起到开关的作用,可以进行功率放大;二极管V₁、V₄为续流二极管,当MOSFET管关断的时候,电感在MOSFET管

开通的时候储存的电能通过电容放电,经过二极管V₄继续环流;电感L₁在开关管开通的时候储存电能,在开关管关断的时候会阻止电流的减小,通过续流二极管继续环流,等待开关管的下一次导通;电容C₁、C₂为滤波电容;当开关管不工作而有电流倒向输入时,电流会通过MOSFET管V₃而流出,而不会经过开关管V₂,从而MOSFET管V₃有防止倒灌的作用。在输出端接一电阻R作为负载,它是一种输出电压平均值U_o小于或等于输入电压U_i的直流电压变换器。

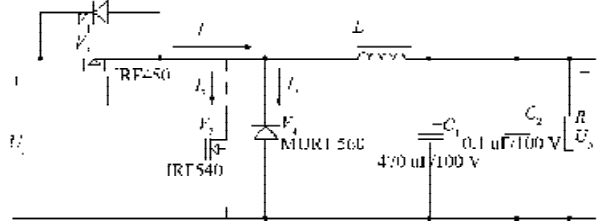


图3 DC/DC变换器原理图

Fig. 3 The principle fig of DC/DC convertor

2.3 PWM脉冲发生电路

PWM脉冲发生电路是利用专用芯片TL494来产生一个脉冲宽度调制信号,通过改变TL494的FEEDBACK(引脚3)的偏置参考电压,通过与电源负载端的反馈信号的比较来调节PWM输出脉冲的占空比,从而调整输出电压的大小。

TL494内部集成了误差放大器、可调振荡器、死区时间比较器、脉冲同步触发器、精密基准电源、欠电压锁定比较器以及输出控制电路,其内部原理框图如图4所示^[3]。

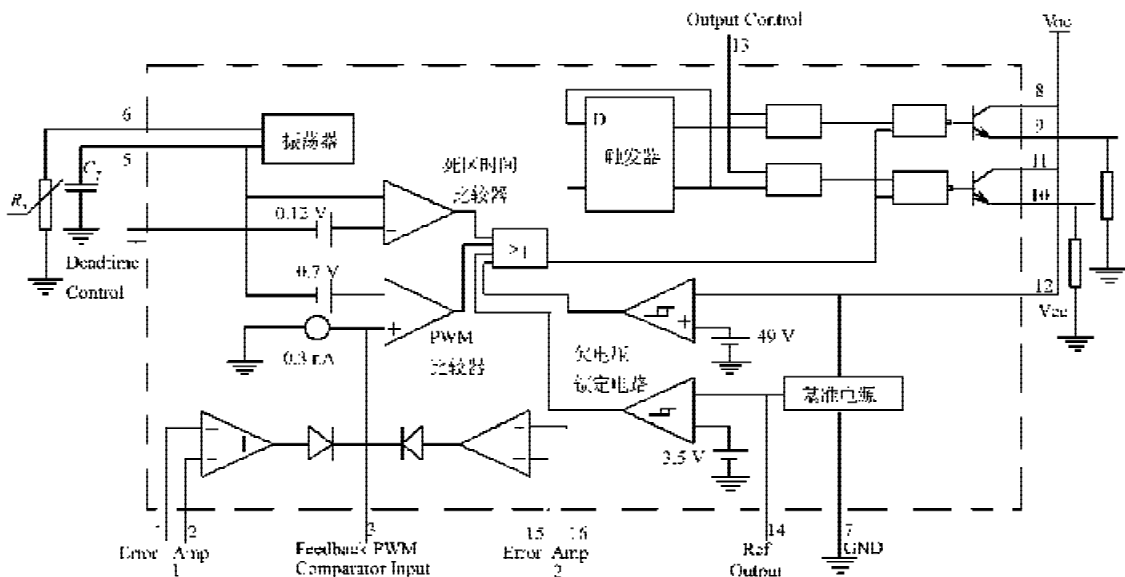


图4 TL494内部结构原理图

Fig. 4 The internal structure schematic diagram of TL494

TL494 内置振荡器的工作频率 f_{osc} 由 C_7 和 R_7 引脚上的外接定时电容和定时电阻决定:

$$f_{osc} = \frac{1}{R_7 C_7} \quad (2)$$

如图5所示, PWM信号产生电路^[4]是以TL494为核心, 参照器件手册, 本文进行了相应的外围电路设计, 主要包括: 负载电压检测, 反馈输入比较, 过压、过流反馈保护, 软启动电路, 振荡器、输出。本文设计电源中 TL494 采用单端工作模式, OC (引脚 13) 端接

地, 2 个输出三极管的集电极和发射极都采用并联连接输出。这样的并联连接后, 触发器的输出将不起作用, 但输出的驱动电流可以增大一倍, 集电极输出电最大可达 500 mA; 同时, TL494 的 FEEDBACK (引脚 3) 接固定偏置参考电压, 其参考电压由电阻 R_{10} 和 1 k Ω 的多圈电位器构成的分压器提供, 通过改变偏置参考电压, 通过与电源负载端的反馈信号的比较来调节 PWM 输出脉冲的占空比, 从而调整输出电压的大小。

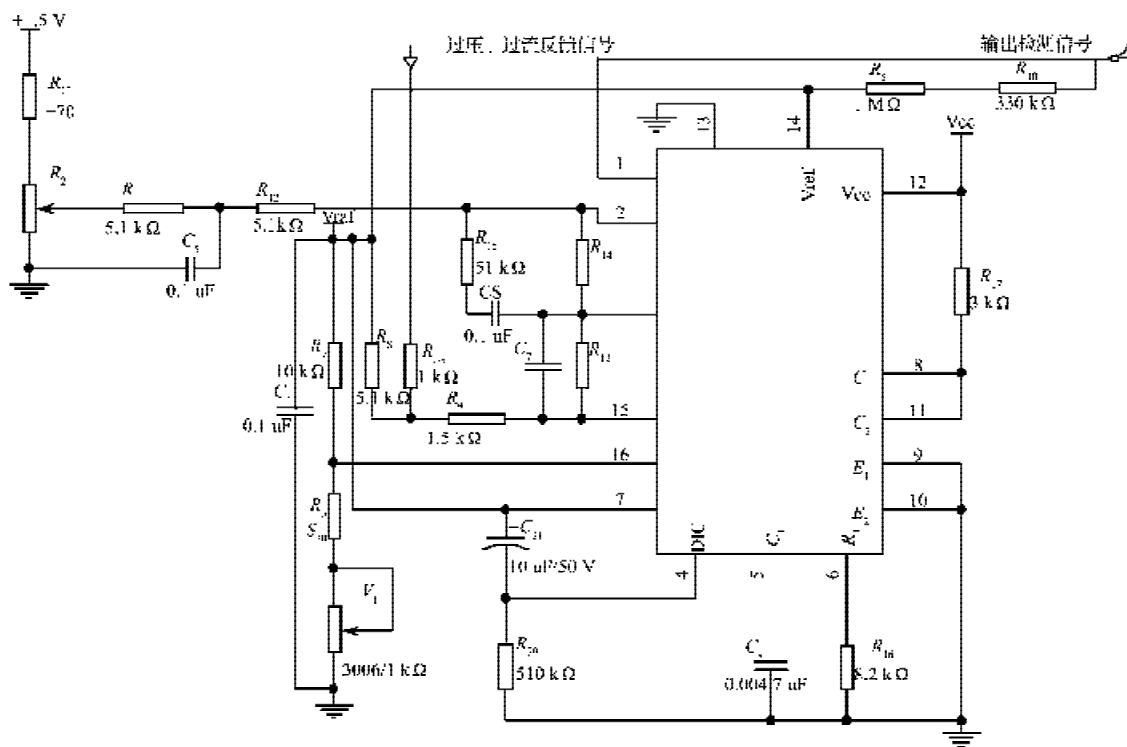


图5 PWM产生电路

Fig. 5 The produce circuit of PWM

2.4 IR2110 驱动电路

以专用芯片 IR2110 为核心, 参照器件手册, 本文进行了相应的外围电路设计, 另外根据整体电路设计的需要, 把 TL494 的输出电压经施密特整流器分离为两路反逻辑驱动信号, 其中一路信号接 IR2110 的高端输入端 H_{in} (引脚 10), 控制 IR2110 的高端输出; 另一路信号同一个比较器一起经与非门输出接到 IR2110 的低端输入端 L_{in} (引脚 12) 控制 IR2110 的低端输出。高端输出 H_o (引脚 7) 控制 MOSFET 开关管 V_2 的通断; 低端输出 L_o (引脚 1) 控制 MOSFET 开关管 V_4 的通断。

2.5 保护电路

本文设计了过压保护和过流保护电路。整个电源变换电路中过压保护共设置了两处, 一处是 Buck 变换器前的保护电路, 用来保护 Buck 变换器的核心器件 MOSFET 开关管 V_2 ; 另一处利用了 TL494 的内部提供过压保护机制^[5], 作为负载的过压保护。过流保护也

设计有两处, 一处是在输出端串联了一个电流检测电阻 $R_{36}=0.2 \Omega$, 另一处是在斩波电路中并联了一个 MOSFET 管 V_3 , 用来短接由于负载端引起的过流。

3 实验结果

本实验采用 150 MHz 数学存储示波器, 型号为 GDS-820S。通过调节 TL494 的引脚 3 的偏置参考电压, 来改变 TL494 输出 PWM 脉冲的占空比, 以达到调节输出电压的目的。

3.1 振荡器输入波形和整流输出波形

图 6 波形是 TL494 的第 5 脚的输入电压波形, 为锯齿波, 其结果与理论基本相符; 图 7 波形为输出电压经过桥式整流桥整流滤波后的输出电压, 比较平稳, 大约为 33 V。

3.2 触发波形和输出电压波形

1) 占空比为 20 % 时的触发波形和输出电压波形

从图8和图9可以看出, 触发波形占空比为20%时电源的输出电压约为6V。

从图10和图11可以看出, 触发波形占空比为40%时电源的输出电压约为12V。

2) 占空比为40%时的触发波形和输出电压波形

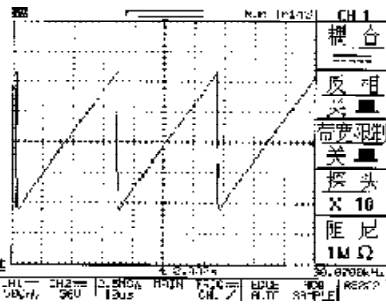


图6 振荡器的输入电压波形
Fig. 6 The input voltage wave of the oscillator

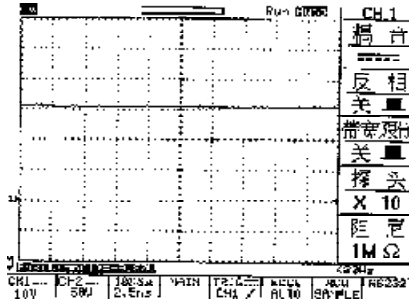


图7 整流桥的输出电压波形
Fig. 7 The output voltage wave of the rectification bridge

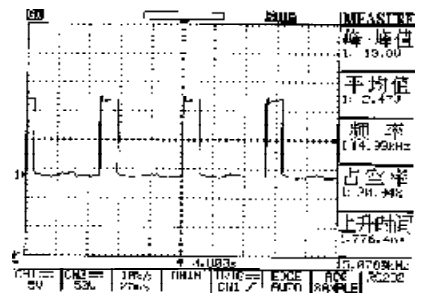


图8 占空比为20%时的触发波形
Fig. 8 The triggering wave when dutyfactor is 20%

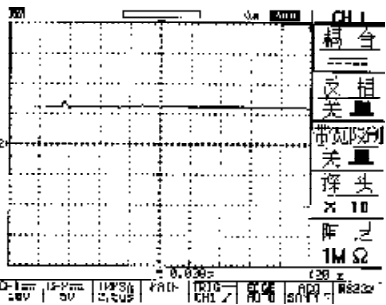


图9 占空比为20%时的输出电压波形
Fig. 9 The output voltage wave when dutyfactor is 20%

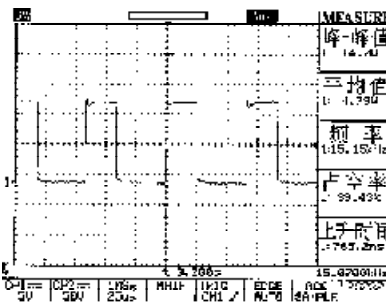


图10 占空比为40%时的触发波形
Fig. 10 The triggering wave when dutyfactor is 40%

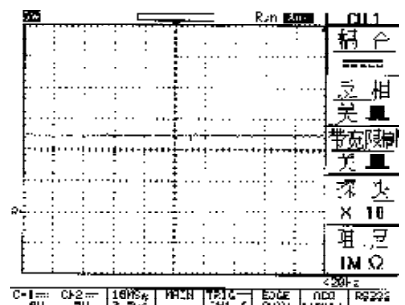


图11 占空比为40%时的输出电压波形
Fig. 11 The output voltage wave when dutyfactor is 40%

4 结论

经过对电源中上述波形的测试与分析, 以及对电源进行实验和调试, 可以看出每个波形均有毛刺现象, 这是由于本设计的整流滤波还不够理想, 有待改进, 但基本上还是达到了0~30V通用电源的设计目的。

参考文献:

[1] 王增福, 李 昶, 魏永明. 新编常用稳压电源电路[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.

[2] 陈 坚. 电力电子学——电力电子变换和控制技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
[3] 倪海东, 蒋玉萍. 高频开关电源集成控制器[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
[4] 于 军, 翟玉文, 孙陆梅. TL494脉宽调制器集成电路的研究[J]. 吉林化工学院学报, 2005, 22(3): 47-49.
[5] 方大千, 鲍俏伟. 实用电源及其保护电路[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.

(责任编辑: 罗立宇)