

具有反馈环的脉宽调制开关 稳压电源的计算机仿真

孙时生¹, 张占松²

(1. 广州师范学院物理系, 广东 广州 510490;

2. 广东工业大学电气工程与自动化系, 广东 广州 510090)

摘要: 通过对具有反馈环的 PWM 开关电源进行计算机仿真, 用瞬态分析和温度分析得出其稳压系数, 输出电阻和温度系数。

关键词: 开关电源; 脉宽调制; 计算机仿真

中图分类号: TP391.9; TP271.7 文献标识码: A 文章编号: 1007-7162(1999)02-0009-04

随着计算机技术的飞速发展及其应用领域的不断扩大, 将计算机仿真引入到开关电源的分析与设计已显得越来越重要了。笔者曾对脉宽调制(PWM)式开关稳压电源的主电路进行计算机仿真, 得出其各点电压波形及瞬态响应曲线。本文又进一步对具有反馈控制电路(反馈环)的开关稳压电源进行计算机仿真分析, 得到脉宽调制器的输入输出波形及稳压电源的三项重要指标: 稳压系数、输出电阻和温度系数。

本文使用的仿真软件是 PSPICE7.1, 它比笔者以前使用过的 PSPICE5.0 版本有了重大的改进: 它的输入方式是直接在屏幕上绘制欲分析的电路图, 而不必象 5.0 版本那样需要编制一个较复杂的描述电路结构的文件。这给使用者带来了很大的方便。

1 电路简介

图 1 为具有反馈环的脉宽调制开关稳压电源原理图。图中 V_{in} 为输入直流电源。场效应管 M_1 , 高频变压器 T_1 及整流二极管 VT_1 、 VT_2 等元件构成正激式 DC-DC 变换

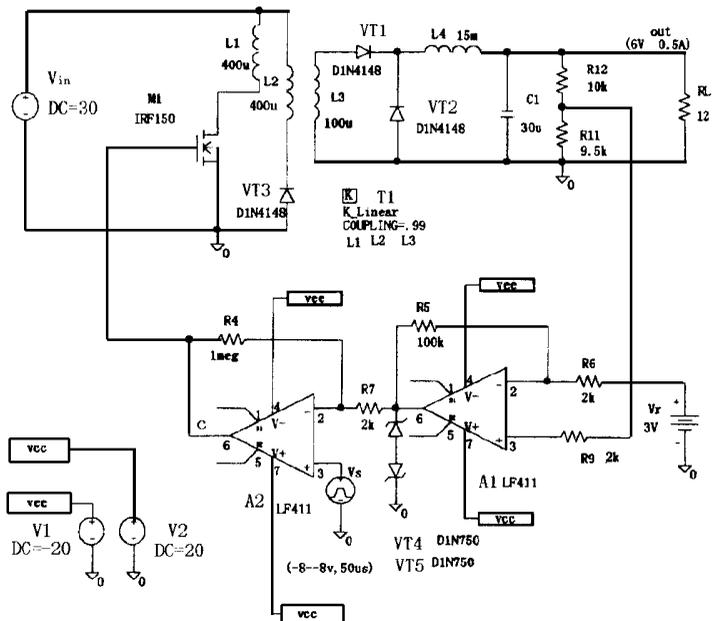


图 1 具有反馈环的开关稳压电源原理图

收稿日期: 1998-09-25

作者简介: 孙时生 (1950-), 男, 副教授; 主要研究方向: 电力电子学原理与应用。

器^[1]. 集成运放 A_1 与其外围元件构成误差电压放大器, 将取样电路 R_{11} 、 R_{12} 送来的误差电压加以放大. 基准电压 V_r 接到误差放大器的及相输入端. 放大后的误差信号送到脉宽调制器 A_2 的反相输入端, 与同相输入端的锯齿波电压相比较, 在 A_2 输出端得到矩形脉冲. 当反相输入端电压增大时脉冲宽度减小, 反之则脉宽增大, 实现了脉宽调制. 经调制的矩形脉冲直接控制功率开关管 M_1 的栅极, 实现了整个电路的闭环控制.

2 计算机仿真及结果

设输入直流电压 $V_{in} = 30V$, 各元件值如图 1 所标. 在屏幕上画出该电路图, 用 PSPICE7.1 对该电路进行瞬态分析, 分析结果以图形方式输出(见图 2). 由图

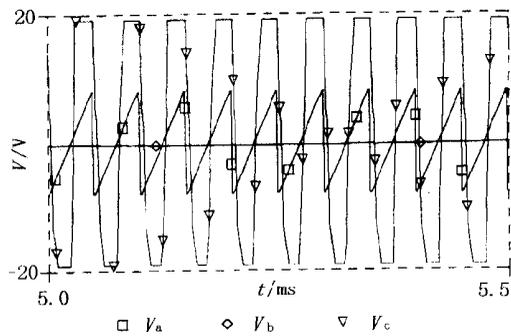
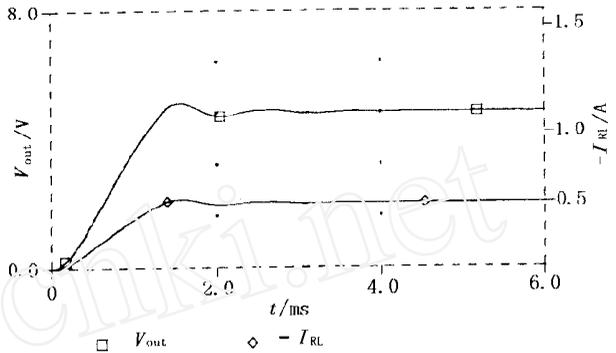


图 2 输出电压、电流及脉宽调制器输入输出端电压波形

可见, 电源输出直流电压 V_{out} 、负载电流 I_{RL} 在开机时间 t 约 3ms 后达到稳态值. 在屏幕上用游标读出 5.5ms 时输出电压

$V_{out} = 6.03V$, 负载电流 $I_{RL} = 0.50A$. 脉宽调制器 A_2 的输入误差电压 V_a 与同相输入端的锯齿波电压 V_b 相交且误差信号处于锯齿波的中部, 因而脉宽调制器输出矩形脉冲波 V_c 的占空比约为 50%.

将输入电压 V_{in} 改为 35V, 再作瞬态分析, 结果如图 3 所示. 脉宽调制器输入误差电压移至锯齿波的上部, 使输出脉冲宽度减小, 其占空比亦减至 30% 左右. 此时电源的输出电压 $V_{out} = 6.12V$ (5.5ms 处), 由此得电源的稳压系数^[2]

$$r = \frac{V_{out}/V_{out}}{V_{in}/V_{in}} = \frac{(6.12 - 6.03)/6.03}{(35 - 30)/30} = 0.09.$$

保持输入电压 $V_{in} = 30V$ 不变, 将负载电阻 R_L 改为 6, 分析结果如图 4 所示. 此时脉宽调制器输入误差电压在锯齿波的下部, 输出脉冲宽度增加, 占空比约为 60%. 此时电源输出电压、 $V_{out} = 5.96V$, 负载电流

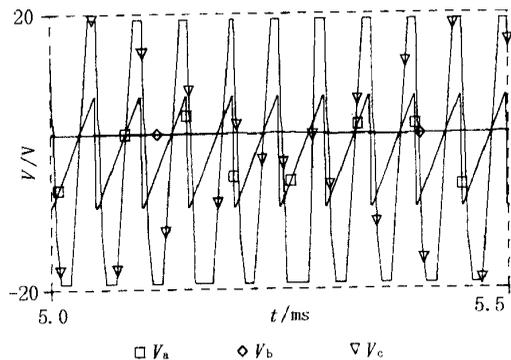
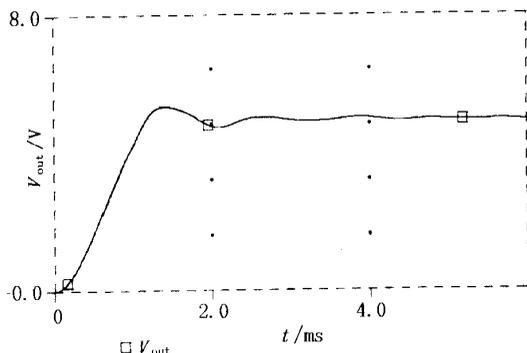


图 3 V_{in} 为 35V 时各点电压波形

$I_{RL} = 0.99A$,由此得电源的输出电阻

$$R_o = \frac{V_{out}}{I_{RL}} = \frac{6.03 - 5.96}{0.99 - 0.5} = 0.14$$

最后,将电路恢复至图 1,对电路进行温度分析.设场效应管 M_1 和集成运放 A_1 、 A_2 的温度由 0 升至 70 .计算机模拟的结果见图 5.图 5 上部为输出电压 V_{out} 的波形.标有 \square 号的是 0 时的波形,标有 \diamond 号的是 70 时的波形.两电压波形几乎是重合的.只有用游标才能测出其微小的差异:在 5.5ms 处,温度为 0 时, $V_{out} = 6.04V$,当温度为 70 时 $V_{out} = 6.03V$,所以电源的温度系数

$$S_T = \frac{V_{out}}{T} = \frac{6.03 - 6.04}{70 - 0} = -0.00014,$$

可见温度对该电源输出电压的影响是很小的.图 5 下部是运放 A_2 的输入输出电压波形,由图可见温度为 0 时的曲线与温度为 70 时的曲线也几乎是重合的.

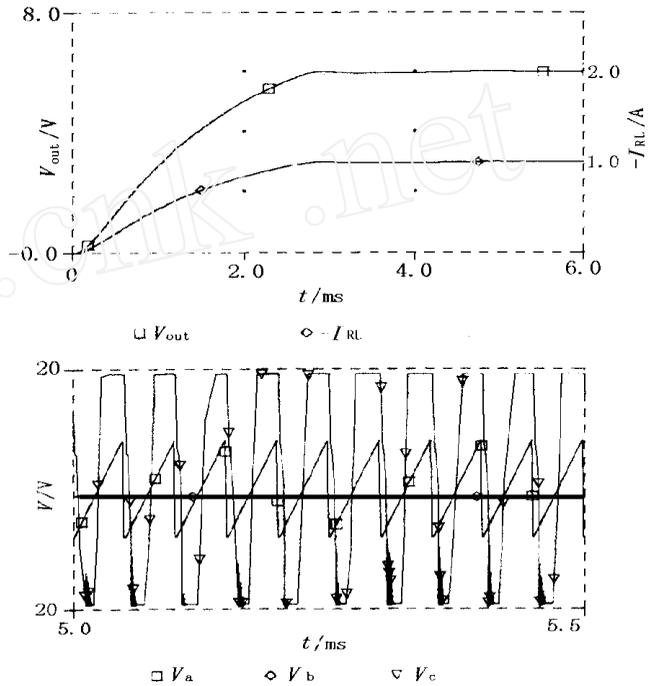


图 4 RL 为 6 时各点电压电流波形

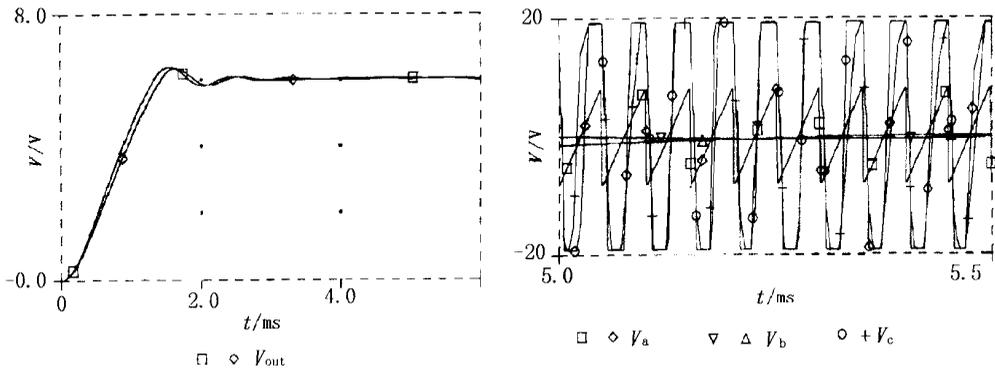


图 5 温度分析结果

参考文献:

[1] 张占松. 高频开关稳压电源[M]. 广州:广东科技出版社,1992. 17~19, 200~216.
 [2] 陈淳杰. pspice 视窗版——从实例中学习 Design Center[M]. 台北:儒林图书公司,1993. 20~38.

Computer Imitation of the Pulse Width Modulation Switch Regulated Power Supply with Feedback Loop

Sun Shisheng¹, Zhang Zhansong²

(1. Dept. of physics, GuangZhou Normal College, GuangZhou 510400, China;

2. Dept. of Electrogas Engineering and automatization GDUT, GuangZhou 510090, China)

Abstract: By the computer imitation of the constant voltage power supply with feedback loop of pulse width modulation switch and the instantaneous temperature analysing, The regulation factor output, resistor and temperature factor are calculated.

Key words: computer imitation; pulse width modulation(PWM); switch power supply

(责任编辑:杨耀辉)

简讯

《广东工业大学学报》上网声明

为了实现科技期刊编辑、出版发行工作的电子化,推进科技信息交流的网络化进程,本刊现已加入“万方数据网络系统(ChinaInfo)数字化期刊群”和“广东科技信息网”,所以,投向本刊并被录用的稿件文章,将一律由编辑部统一纳入万方数据网络系统(ChinaInfo)和广东科技信息网,进入因特网提供信息服务。凡有不同意见者,请另投它刊。本刊所付稿酬包含刊物内容上网服务报酬,不再另付。

万方数据网络系统(ChinaInfo)数字化期刊群是国家“九五”重点科技攻关项目,截止 1998 年底已有 200 种期刊全文上网(网址: <http://www.chinainfo.gov.cn/periodical>),将在近年内增至 1000 余种科技期刊。本刊全文内容按照统一格式制作编入万方数据网络系统(ChinaInfo),读者可上因特网进入万方数据网络系统(ChinaInfo)免费(一年后开始酌情收费)查询浏览本刊内容,也欢迎各界朋友通过万方数据网络系统(ChinaInfo)向我刊提出宝贵意见、建议,或订购本刊。

为了配合国家科技部的科技期刊上网工作,提高广东科技刊物在省内、国内和国际上的知名度,实现科技期刊的电子化,广东科技信息网(网址: <http://www.sti.gd.cn>) 1998 年在科技刊物上网方面作了初步的尝试,1999 年在完成试验的基础上进行科技刊物上网的发动和组织批量刊物的上网,争取两年内使广东的主要科技刊物能在网上查询和阅读,并完成网上订购和发行工作。

《广东工业大学学报》编辑部

1999 年 4 月