



* 文章编号:1000-5811(2013)01-0139-04

直流电子负载设计

张玉叶, 郝艳华

(咸阳师范学院 物理与电子工程学院, 陕西 咸阳 712000)

摘要:本系统设计以单片机为控制核心的电子负载。恒流方式时不论输入电压如何变化(在一定范围内),流过该电子负载的电流恒定,且电流值可经单片机处理后经DAC0832芯片,使电流输出范围为100~1 000 mA,步进为10 mA在数码管上显示数据。电压、电流检测信号经ADC(TLC2543)反馈到单片机进行处理,并由LCD1602显示数据,此外还加入自动过载保护电路,测试结果良好。

关键词:AT89S52单片机;电子负载;恒流源;电压测量

中图分类号:TP212 **文献标识码:**A

Simple design of DC electronic load

ZHANG Yu-ye, XI Yan-hua

(Department of Physics and Electronics Engineering, Xianyang Normal College, Xianyang 712000, China)

Abstract: This system is mainly controlled by single chip microcomputer. Constant current mode when the input voltage (regardless of how changes in a certain range), through the electronic load current is constant, and the current value can be processed by the single chip by DAC0832 chip enable output current of 100~1 000 mA, step 10 mA and in digital tube display data. Voltage, current detection signal by ADC (TLC2543) feedback to the microcontroller for processing, and by the LCD1602 display data, in addition to join automatic overload protection circuit.

Key words: AT89S52; electronic load; constant current source; voltage detection.

0 引言

在电子技术应用领域,经常要对开关电源、线性电源、UPS电源等电子设备进行测试,如何对其输出特性进行可靠、全面且比较简单、快捷的测试,一直是仪表测试行业研究的问题。传统的测试方法中一般都采用电阻、滑线变阻器等充当测试负载,但这些负载不能满足我们对负载多方面的要求,如:恒定电流的负载;带输出接口的负载;恒功率的负载、动态负载、多输出端口的负载等。电子负载就

是在实际应用中负载比较复杂的情况下而设计生产的测试设备。它能替代传统的负载,如电阻箱、滑线变阻器、电容等。尤其对吸收恒定电流或以恒定电压吸收电流,或电压电流都要在设定范围突变等传统方法不能解决的领域里,更能显示出优越性能^[1]。

现在有一种新型多功能的电子负载,可根据实际应用中负载特性的要求进行设置,满足我们对负载的各种要求,解决了开发研制测试中的困难。

本系统利用单片机AT89S52,选用运放

* 收稿日期:2012-09-08

基金项目:咸阳师范学院校级教改项目(200902014);咸阳师范学院教研基金项目(09XSYK205)

作者简介:张玉叶(1979-),女,陕西礼泉人,讲师,硕士,研究方向:控制理论与控制工程

LM358AD,将反相端输入端与输出端采用负反馈电路,在反馈电路中加入可调电阻,使得采样电阻上的电流可以微调,实现输出电流与理论值相同,大大提高了输出电流的精度,又由于运放的同相输入端的信号来自于数模转换模块的运放输出,稳定性很高。

1 设计方案与系统结构

本系统利用单片机及其外围电路,包括 4×4 矩阵键盘、液晶 LCD1602 显示、LED 数码管显示等。键盘设定负载参数并显示,自行制作一台恒流源,并搭建电压、电流检测结果经 ADC 转换送给单片机处理其相应的数据并显示相应的数据,以及功率控制电路,模块化实现恒流并加入自动过压保护部分。用单片机作为控制的核心。系统原理框图如图 1 所示。

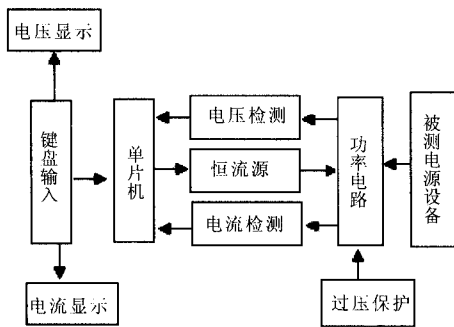


图 1 系统原理框图

本系统设计电子负载为恒流模式。恒流方式时不论输入电压如何变化(在一定范围内),流经该电子负载的电流恒定,且电流值可以自行设定。

要求:

- (1)负载工作模式:恒流(CC)模式。
- (2)电流设置及读出范围:100~1 000 mA。
- (3)显示分辨能力及精度:电流测量精度为±(0.1%+0.1%FS),分辨率为 1 mA。

电压电流检测,用 A/D 转换器把电路中的电压电流模拟信号转换为数字信号,然后送往单片机,通过单片机处理重置电流,用数码管显示即时电流。

2 系统设计

2.1 电子负载及恒流电路分析

电子负载的原理是控制内功率 MOSFET 管或者是晶体管的导通量,靠的是功率管的耗散功率消耗电能的设备,它能够准确检测出负载电压,精确调整负载电流,同时实现模拟负载短路,模拟负

载是感性、阻性还是容性。根据电子负载设计要求,此次设计的恒流源电路原理图如图 2 所示。

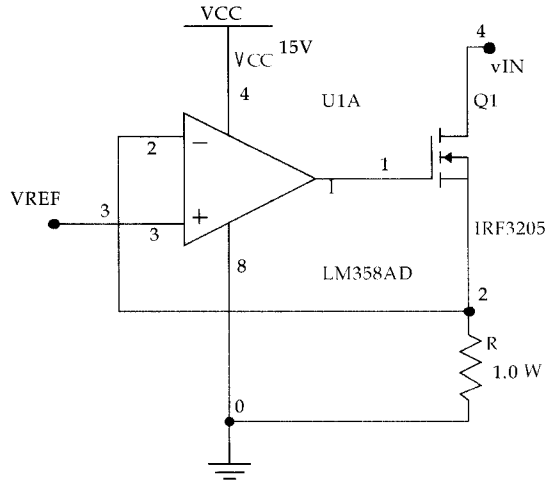


图 2 恒流源电路原理图

恒流电路分析:如图 2 所示,R 为采样电阻, V_{REF} 是给定信号。电路的工作原理是:当给定一个信号 V_{REF} ,如果 R 上的电压小于 V_{REF} ,也就是 LM358 的输出加大,使 MOS 管 IRF3205 导通,流过 R 的电流加大,如果 R 上的电压小于 V_{REF} ,降低了 R 的电流,这样电路最终维持在恒定的给定值上,当 V_{REF} 用 DAC 芯片由 MCU 控制输入,则可实现 100~1 000 mA 可调,步进为 10 mA^[2,3]。

2.2 电压检测电路

电压的检测指加入被测电源后 V_{IN} 的数值,电压检测电路原理图如图 3 所示。

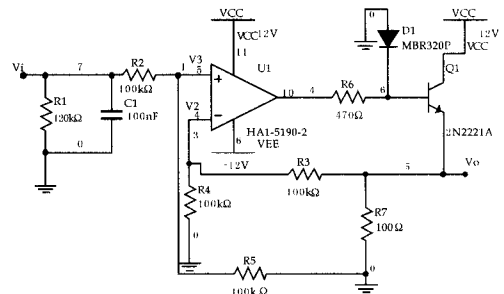


图 3 电压检测电路原理图

电压检测电路由运放虚断,运放 HA17741 是一个内部相位补偿,高性能运算放大器的输入端无电流流入,则:

$$(V_1 - V_3)/R_2 = V_3/R_5 \tag{1}$$

$$(V_0 - V_2)/R_3 = V_2/R_4 \tag{2}$$

$$V_2 = V_3 \tag{3}$$

如果 $R_2 = R_5, R_3 = R_4$,则 $V_0 = V_i$;得到检测信号 V_i 经 ADC 芯片给单片机进行处理^[2,3]。

2.3 电流检测电路^[4,5]

电流的测量指在一定的 V_{REF} 下,流过 R 的电

流值, 电流检测电路原理图如图 4 所示。

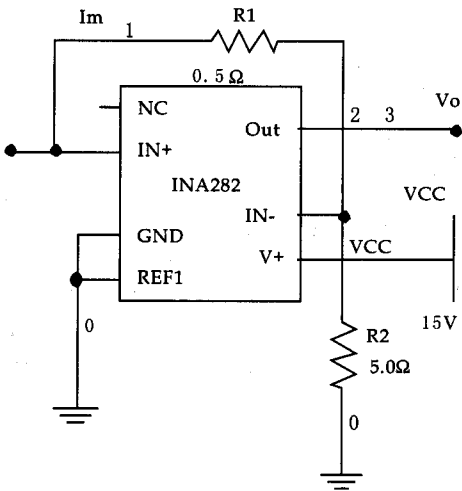


图 4 电流检测电路原理图

电流检测电路是选用 TI 公司高精度、宽共模范围、双向电流分流监控器芯片 INA282 将电流信号转换成电压信号, 再送 ADC 转换成数字信号, 如图 I_m 的范围 100~1 000 mA, 此电流经过 R_1 就会产生 $V_1 - V_2$ 的电压差, 由虚断知: 运放输入端没有电流流过, 则 R_3 与 R_5 的电流相等, 故:

$$(V_2 - V_y) / R_3 = V_y / R_5 \quad (4)$$

$$(V_1 - V_x) / R_2 = (V_x - V_o) / R_4 \quad (5)$$

又因为 $V_x = V_y$, 如果 $R_3 = R_2, R_4 = R_5$, 得 $V_o = V_1 - V_2$; 即把电流信号转换成电压信号由 ADC 变为数字信号让 MCU 处理。

2.4 过压保护电路

当电源输出电压超过最大的限定电压时, 电源自动关闭, 称为过电压保护。过压保护测试用来验证电源在出现异常情况时, 能否正确地作出反应。本系统电压保护电路原理图如图 5 所示。

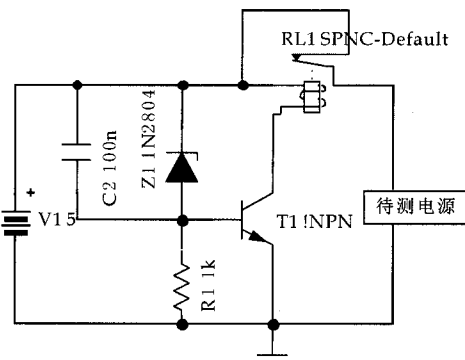


图 5 过压保护原理图

过压保护原理: 当电路中电压小于 5 V 时, 二极管不导通从而使得三极管截止单极闭继电器不工作电路正常工作, 当电压大于 5 V 时二极管导通使得三极管工作继而继电器工作切断电路起到保

护电路作用。(将 18 V 转换为 5 V 作为基准)。

2.5 数字控制的衰减器电路设计及实现原理^[6,7]

用一片 DAC(0832)和运算放大器(LM741)即可组成数字控制的衰减器电路。

表 1 DAC0832 输入与 LM741 输出的关系

数字输入(D_i)	放大倍数
1111 1111	-1 023/1 024
1000 0000	-1/2
0000 0001	-1/1 024
0000 0000	开环

输入的数字信号经 DA0832 转变为以电流形式输出的模拟信号, 模拟信号再经 LM741 放大以电压的形式输出, 输出电压的表达式如下:

将
$$I_{REF} = \frac{V_{REF}}{R} \quad (6)$$

$$V_{REF} = V_{in} \quad (7)$$

代入
$$I_o = -\frac{I_{REF}}{2^8} \sum_{i=0}^{i=7} D_i 2^i \quad (8)$$

通过运算放大器将电流信号转换成电压信号输出故:

$$V_{out} = -I_o R \quad (9)$$

$$I_o = -\frac{V_{REF}}{R_2^2} \sum_{i=0}^{i=7} D_i 2^i \quad (10)$$

$$\text{得步长: } \nabla A_v = -\frac{V_{REF}}{2^8} \quad (11)$$

3 软件流程设计

此电子负载除了要完成作为负载的功能以外, 还要实现 I/U 数据采集、测量与显示的任务。且显示分辨率至少具有三位数, 相对误差小于 5%。软件流程图如图 6 所示。

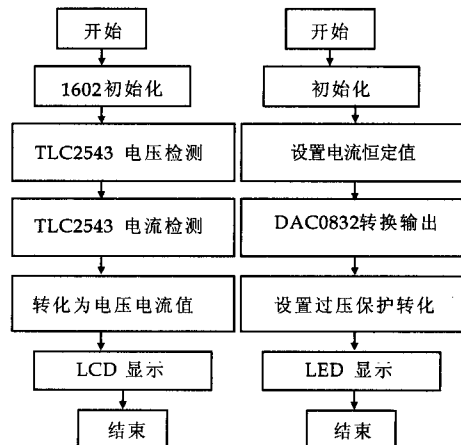


图 6 软件流程图

4 结果测试

4.1 测试方案及测试条件

(1) 测试仪器表

表 2 测试仪器表

序号	名称、型号、规格	数量
1	DS1022M 信号示波器	1
2	DT-9205 数字万用表	1
3	F120 数字合成信号发生器	1

(2) 测试方案

开始供电后,数码管 LED 显示键盘输入的设定值,之后模拟电路做一些可能需要的微调,比如模拟开关等,开始测试后,LCD 将实时将电压、电阻测得的实际数据显示出来,并保留最近的数据,方便查看,并能看出数据的趋势和波动情形。我们分别测试了恒流模块,不妨以恒流为例,设定好恒流值后,在某个输入电压下,记录一些数值,然后改变输入电压再进行记录。

4.2 测试结果完整性

测量并数字显示电子负载两端的电压,电压测量精度为 $\pm(0.02\% + 0.02\%FS)$,若 V_{REF} 为 5 V 时,分辨力为 1.22 mV,就无法达到发挥部分的要求。若使分辨率达到 1 mV,使 V_{REF} 为 4.096 V,ADC(TLC2543)分辨力 $= 4.096 V/2^{12} = 9.9976 \times 10^{-4} \approx 1$ mV。就基本满足设计要求测量并显示流过电子负载的电流数据,把检测的电流信号转化为电压信号,采集的模拟信号经 ADC(TLC2543)转换,送给单片机处理数字信号,并将处理的结果通过 LCD1602 液晶显示屏显示^[8]。

4.3 测试结果分析

调试检测实验数据分为恒流检测、负载电流检测和负载电压检测,恒流检测结果如表 3 所示。

表 3 恒流数据

预置值 D	10	20	30	40	50
实测电流/mA	99	193	298	398	507
端电压/mV	1 010	2 020	3 020	4 030	5050

由数据表明,实测电流的值都稳定在设定值左右,经计算,相对误差小于 2%。说明系统在恒流模式下工作正常。

4.4 流过负载电流的测量

表 4 负载电流检测

预置值 D	10	30	50	60	70
实测电流/mA	101	302	505	604	705
显示电流/mA	104	307	507	602	699

4.5 负载两端电压的测量

表 5 负载电压检测

预设电压/mV	9 500	9 500	9 500	9 500	9 500
实测电压/mV	1 010	2 010	3 030	4 040	5 090
显示电压/mV	10 228	10 228	10 202	9 621	9 973

在某个设定电流值下,改变输入电压,记录电压电流值。

分析数据发现,在设定电流为 0.05 A 时,改变输入电压,电流基本稳定在 0.0515 A 左右,刚好超过了 5% 的误差。这也是很好理解的,设定电流过小,采样引起的误差被相对放大了。

而设定电流比该值大时,实测数据基本完全在 5% 误差要求范围内,而且常常处在 1% 的误差范围内^[9,10]。

电流最大设定为 1 A 左右,且在这个电流值时误差仍然非常小,约 2%。

5 结论

设计的以两片 AT89S52 单片机为控制核心的电子负载,能够直接检测被测电源的电流值、电压值。负载参数可以设定,键盘输入的数据经单片机从数码管显示并把数字信号经 DAC0832 转化为模拟信号,记得到某一特定的电压值,即为恒流源,且各个数据均能直观的在 LCD1602 上显示。

当然,在实验的过程中也出现了许多问题,如对电阻功率的大小考虑欠妥会导致一开始测试的数据偏差较大等。由于时间仓促以及实验条件与自身能力所限,本设计还存在许多不足。负载参数的设置与读出范围也有待扩大,同时可以加入功率显示模块等以便更全面地测试电源性能。

参考文献

[1] 阎石. 数字电子技术基础[M]. 高等教育出版社, 2003: 6, 154-155.
 [2] 华成英, 童诗白. 模拟电子技术基础[M]. 高等教育出版社, 2006: 5, 75-79
 [3] 孙肖子, 邓建国, 陈南. 电子设计指南[M]. 高等教育出版社, 2006: 10, 18-25
 [4] 百度文库. AC-DC 电源的设计[DB/OL]. <http://power.21ic.com/ac/technical/201211/29356.html>. 2011-11-01/2012-07-06.

(下转第 164 页)

$$MSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}$$

从表 6 中可以看出,各模型的 MAE 和 MSE 从小到大依次是:基于分数阶差分的 FAR 模型、基于小波的 FAR 模型和单纯的 FAR 模型.说明 FAR 模型对经过分数阶差分后的国际黄金价格序列具有更好的解释能力,模型预测精度较高.

4 结论

本文对国际黄金价格月度数据建立了基于分数阶差分的 FAR 模型,并与基于小波的 FAR 模型和单纯的 FAR 模型进行了比较分析.由于利用分数阶差分处理后有效的去除了数据的长记忆性,因此,基于分数阶差分的 FAR 模型具有较高的预测精度.

参考文献

[1] 惠 军,武志辉,缪柏其.改进的函数系数自回归建模方法对上海股市实证研究[J].运筹与管理,2007,16(4):107-110.
 [2] 田 玲,张 岳.基于 GARCH 模型的我国保险公司经济资本度量[J].保险研究,2010,33(3):37-41.
 [3] 朱艳科.基于 EGARCH 模型的人名币汇率波动性研究[J].广西科学,2011,18(1):102-104.
 [4] 王 博.基于 ARMA-GARCH 模型的上证指数研究[J].科学技术与工程,2012,12(5):1 219-1 221.
 [5] 范剑青,姚琦伟.非线性时间序列——建模、预报及应用[M].北京:高等教育出版社,2005:243-248.
 [6] Hanman E. J. Recursive estimation of mixed autogressive-moving[J]. Biometrika,1982,69(1):81-94.
 [7] 胡申敏,许维胜,王中杰,等.基于分数差分和 Fuzzy-Ar 的网络流量建模和预测[J].计算机工程与应用,2006,42(19):104-107.

(上接第 142 页)

[5] Match. AD402M186RBB-5[DB/OL]. <http://www.all-datasheet.com/datasheet-pdf/pdf/81155/ETC/AD402M186RBB-5.html>.
 [6] 吴炳胜.80C51 单片机原理及应用技术[M].北京:冶金工业出版社,2006:130-143.
 [7] 张迎新.单片微型计算机原理应用及接口技术[M].北京:国防工业出版社,1993:48-65.
 [8] 何希才.新型集成电路及其应用实例[M].北京:科学出版社,2003:161-169.
 [9] 全国大学生电子设计竞赛训练教程[M].北京航空航天大学出版社,2007.
 [10] 徐爱钧.智能化测量控制仪表原理与设计[M].北京航空航天大学出版社,2006:205-208.

(上接第 146 页)

参考文献

[1] 肖 峻,牛 炜,莫易敏.收发同体型超声测距系统设计[J].传感器技术,2003,22(8):32-33.
 [2] 孙明明.超声导航移动机器人关键技术的研究[D].杭州:浙江大学,2005.
 [3] 张 杨,于银涛.嵌入式 Linux 设备驱动开发详解[M].北京:人民邮电出版社,2008.
 [4] 孙 琼.嵌入式 Linux 应用程序开发详解[M].北京:人民邮电出版社,2006.
 [5] 韦东山.嵌入式 Linux 应用开发完全手册[M].北京:人民邮电出版社,2008:29-43.
 [6] 李 军,申俊泽.超声测距模块 HC-SR04 的超声波测距仪设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2011,11(10):78.
 [7] 金文俊,冯 浩,华 亮.基于超声波传感器的自主移动机器人的探测系统[J].现代电子技术,2008,32(4):158.
 [8] 钱志伟.护士助手机器人的超声波障碍物识别方法研究[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2008.
 [9] Seiji Aoyagi, Kiyoshi Takehata. Study on object shape recognition using an ultrasonic sensor[J]. Faculty of Engineering,2001,18(2):105-117.
 [10] 张 举,钟 勇.脱水器油水界面超声监测仪[J].黑龙江:大庆石油学院学报,1988,12(1):86.