

· 电路与控制 ·

电子设备多通道电流实时检测技术

王风贺¹, 王刚¹, 王文智²

(1. 东北电子技术研究所, 辽宁 锦州 121000; 2. 中航工业西安航空计算技术研究所, 陕西 西安 710119)

摘要:介绍了一种基于PAT128单片机的电子设备多路独立通道状态检测及电流实时监测系统。该系统通过模块化的电路设计实现对多路独立通道工作状态的检查, 以及工作电流的实时监测, 达到了判断电子设备多路独立通道是否能够完成预定功能的目的, 更好地体现了该电子设备良好的测试性设计。

关键词:多路独立通道; 实时监测; 模块化; 测试性

中图分类号: TN702

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2013)-06-0067-04

Real-time Detection Technology of Multi-channel Current for Electronic Equipment

WANG Feng-he¹, WANG Gang¹, WANG Wen-zhi²

(1. Northeast Research Institute of Electronics Technology, Jinzhou 121000, China; 2. Xi'an Research Institute of Aviation Calculation Technology of Avic, Xi'an 710119, China)

Abstract: A state detection system with multiple independent channels in electronic equipments based on PAT128 and a current monitoring system in real time are introduced. The operation states of multiple independent channels are monitored by modularity circuit design in the system. And operation current is monitored in real time. Whether the preliminary functions can be finished or not by the multiple independent channels in electronic equipments is confirmed. And good testability design of the electronic equipment is well shown.

Key words: multiple independent channel; real-time monitoring; modularity; testability

近年以来, 电子设备“五性”问题已受到相关各方的高度重视, 功能与质量一体化设计思想和设计措施已逐步得到推广和应用。具有多路独立通道的电子设备如何实现功能、可靠性、测试性等方面的综合设计一直是该领域面临的重要课题^[1]。通过模块化、集成化设计完善了设备功能, 提高了设备自测试能力; 通过将检测/监测电路与功能电路有机结合, 简化和降低了检测/监测电路的复杂程度和器材使用数量, 解决了检测/监测电路占比大等问题, 提高了设备的工作可靠性^[2]。

1 电路原理

要确保多路独立通道检测及电流监测电路功能实现, 在电路设计中充分考虑电路的简洁性设计。电路的原理框图如图1所示, 主要由CPU处理电路组成、检测与电流控制电路、检测选通电路、监测选通电路、大电流集成电路及负载电阻组成。其中, 检测与电流控制电路、检测选通电路、电流监测选通电路采用多路复用^[3]。

设备上电工作后, CPU处理电路首先通过检测

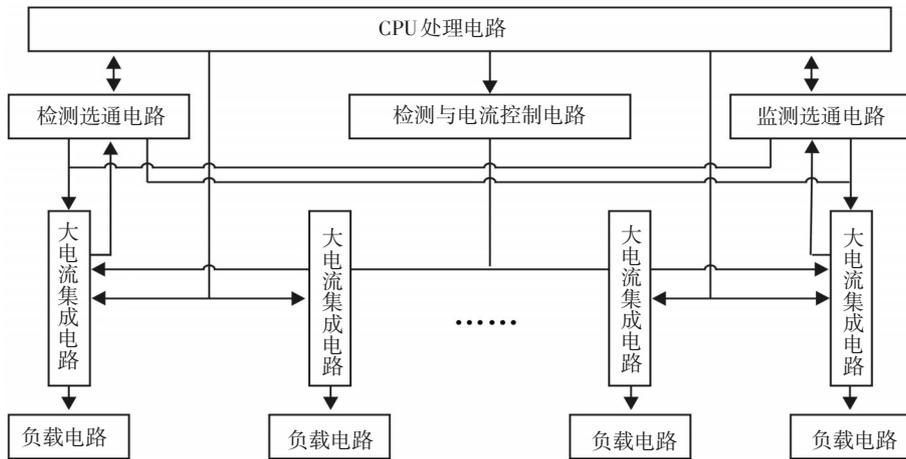


图1 电路原理框图

与电流控制电路、检测选通电路检测每路负载电阻是否存在;当需要给负载电阻提供电流时,CPU处理电路通过检测与电流控制电路、监测选通电路为每路负载电阻按给定顺序依次提供电流,同时,实时监测每路负载电阻的工作电流。设备工作流程见图2。

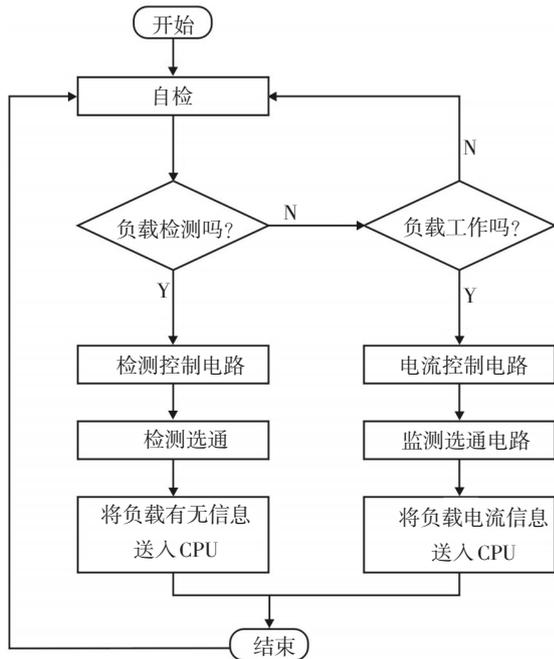


图2 工作流程图

1.1 CPU处理电路

CPU处理电路以PAT128单片机为核心处理器。PAT128单片机为AVR 8位处理器,具有高可靠性、功能强、高速度、低功耗的特点。包括128 K字节的系统内可编程Flash,4 K字节的EEPROM,4 K字节

的内部SRAM,53个通用I/O口线(驱动能力强,资源配置灵活,可单独设定为输入/输出),8路10位ADC模拟输入(具有可选的可编程增益),具有独立的片内振荡器的可编程看门狗定时器,与IEEE1149.1规范兼容的JTAG接口(还可以用于片上调试),以及六种可以通过软件选择的省电模式^[4]。

1.2 检测与电流控制电路原理

检测与控制电路主要包括负载检测电路、负载工作控制电路。当进行负载检测时要求小电流,严禁大电流作用在负载上,理论上要求检测电流小于200 mA,作用时间小于1 ms。当负载工作时要求大电流,电流值要求大于5 A,且工作时间为60 ms。

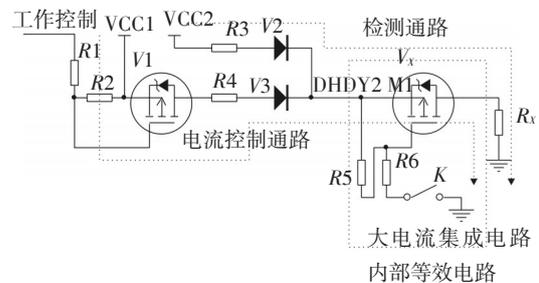


图3 检测电路与电流控制电路

检测电路与电流控制电路如图3所示,当进行单位检测时所选通道为VCC2、R3、V2、VX、RX。电流公式为

$$I_{\text{检测电流}} = (V_{CC2} - V_2 - V_X) \div (R_3 + R_X) \quad (1)$$

其中,VCC2为28 V,V2为0.7 V,VX为0.7 V,R3为270 Ω,RX为负载电阻1 Ω,由此,可知检测电流为98 mA。

电流控制通道为VCC1、R1、R2、V1、R4、V3、VX、RX。当

“工作控制”端由CPU控制电路给出,当“工作控制”为悬空时 V_1 截止,电流控制通道无效,当“工作控制”为低电平时 V_1 导通,电流控制通道有效时负载电流公式为

$$I_{\text{负载电流}} = (V_{CC1} - V_1 - V_3 - V_x) \div (R_4 + R_x) \quad (2)$$

其中, V_{CC1} 为 28 V, V_1 、 V_3 、 V_x 的电压值均为 0.7 V, R_4 的阻值为 2.5 Ω , R_x 为负载电阻 1 Ω , R_1 为 20 k Ω , R_2 为 12 k Ω 。可知负载电流为 7.4 A。

由以上分析,检测电路与电流控制电路均满足

要求。

1.3 检测选通电路

检测选通电路的功能是检测负载 (R_x) 是否存在。电路由 R_x (负载电阻 1 Ω)、 R_7 (分压电阻 22 k Ω)、 R_8 (分压电阻 3.3 k Ω)、 R_9 (分压电阻 39 K Ω)、 R_{10} (分压电阻 11 k Ω)、 R_{11} (上拉电阻 4.7 k Ω)、 R_{12} (上拉电阻 10 k Ω)、LM139 (电压比较器)、PF1 (送入处理器的模拟信号) 和数字电子开关 (74LS251) 组成,如图 4 所示。

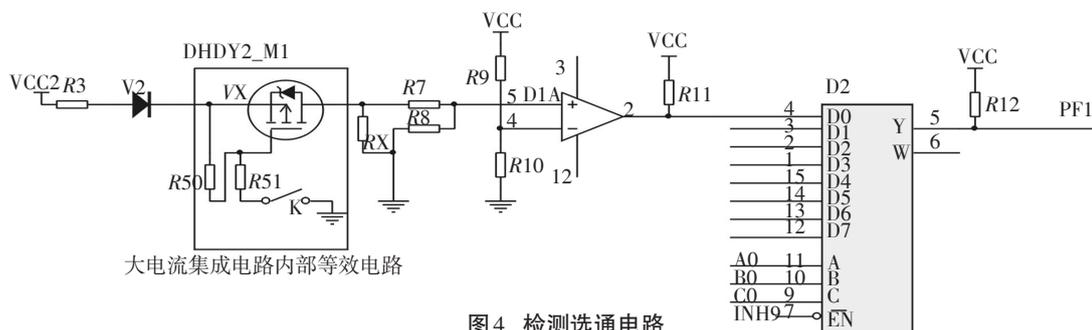


图4 检测选通电路

根据电路可知,某通路上存在负载 (R_x) 时比较器输出端 (LM139 的 2 脚) 为逻辑低电平,当无负载时为逻辑高电平。在检测负载的同时对数字电子开关 (74LS251) 实时选通,将有效数字信号送入到 CPU 控制模块的 PF1 口, CPU 控制模块根据采集到的数字信号判断此通路上的负载是否存在^[5-6]。

1.4 监测选通电路

监测选通电路的功能是当负载工作时,实时监测负载工作电流的变化,从而确认电流的输出是否有效地作用在负载上。完成此部分功能电路由 V_{CC1} 、 V_1 、 V_3 、 V_x 、 R_4 、 R_x 、 R_{13} 、 R_{14} 、集成电路 D_3 (模拟电子开关 CD4051) 和集成电路 (PAT128 处理器) 组成,如图 5 所示。

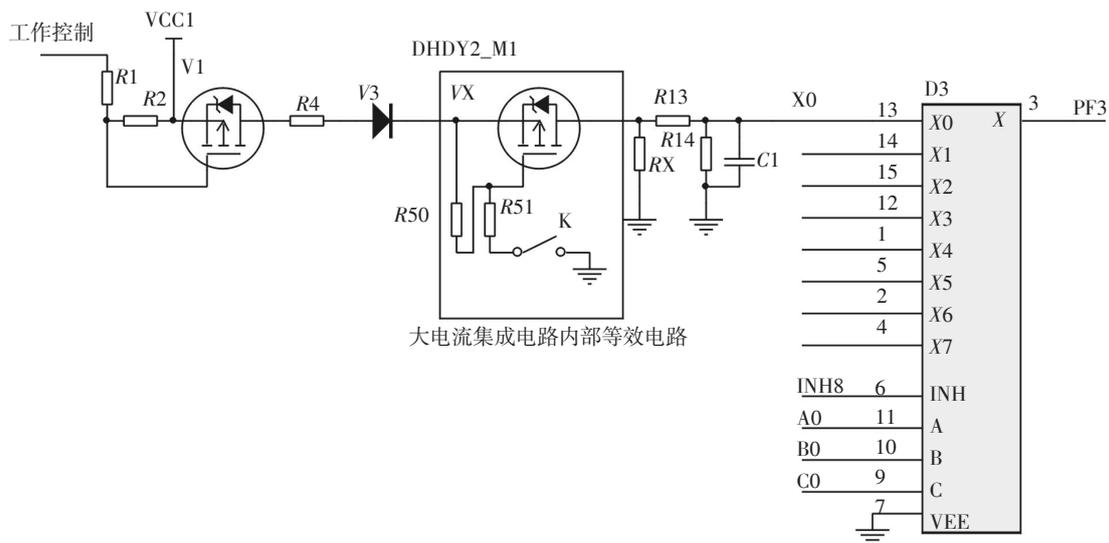


图5 负载电流监测电路

当负载工作时,电流作用在负载 R_x 上,当电流持续一定时间后,负载 R_x 将断路,由此特性,监测负载

R_{14} 的电压值,可知电流是否作用在负载上。根据原理图 R_{14} 的电压值计算如下。

电流作用在负载 R_X 上时

$$V_{R13左} = (V_{CC1} - V_1 - V_3 - V_X) \div (R_4 + R_X) \times R_X \quad (3)$$

其中, $V_{R13左}$ 为电阻 R_{13} 左侧端电压, V_{CC1} 的电压值为 28 V, V_1 电压值为 0.7 V, V_3 电压值为 0.7 V, V_X 电压值为 0.7 V, R_4 的阻值为 2.5 Ω , R_X 阻值为 1 Ω 。因此 $V_{R13左} = 7.4$ V。

$$V_{R14有电流} = V_{R13左} \div (R_{13} + R_{14}) \times R_{14} \quad (4)$$

其中, $V_{R14有电流}$ 为有电流作用在 R_X 时 R_{14} 两端电压, $V_{R13左}$ 电压值为 7.4 V, R_{13} 的阻值为 51 k Ω , R_{14} 的阻值为 10 k Ω 。因此 $V_{R14} = 1.15$ V。

当 R_X 不存在或 R_X 断路时, 电流未作用在电阻 R_X 上时

$$V_{R14无电流} = (V_{CC1} - V_1 - V_3 - V_X) \div (R_4 + R_{13} + R_{14}) \times R_{14} \quad (5)$$

其中, $V_{R14无电流}$ 为无电流作用在 R_X 时 R_{14} 两端电压值, V_{CC1} 的电压值为 28 V, V_1 电压值为 0.7 V, V_3 电压值为 0.7 V, V_X 电压值为 0.7 V, R_4 的阻值为 2.5 Ω , R_{13} 的阻值为 51 k Ω , R_{14} 的阻值为 10 k Ω 。因此 $V_{R14无电流} = 4.246$ V。

模拟电子开关 CD4051 是由地址译码器和多路模拟开关组成, 可以通过外部地址输入, 经电路内部的地址译码后, 接通与地址码相同的其中一个开关, 准许从 n 线到 1 线的传输。

当负载电阻工作时, 同时对选中 $D3$ (模拟电子开关 CD4051) 的相应通道, 这样相应负载电阻的电压变化将由 CPU 处理电路 (PAT128 处理器) 进行采集、判断、处理等工作过程^[7]。

1.5 大电流集成电路

从可靠性、集成化设计出发, 大电流集成电路采用专用集成电路, 其功能是将 30 路大电流通路集成到一个芯片中。其具有 30 路选通能力, 每路导通电流不小于 5 A, 每路导通压降为 0.7 V。通过 CPU 处理电路控制大电流集成电路的 A 、 B 、 C 、 D 和 $CS1$ 、 $CS2$ 、 $CS3$ 及 $\overline{EN1}$ 、 $\overline{EN2}$ 、 $\overline{EN3}$ 端口, 可根据 CPU 的程序灵活的选通任意某一通路^[8]。如图 6 所示。

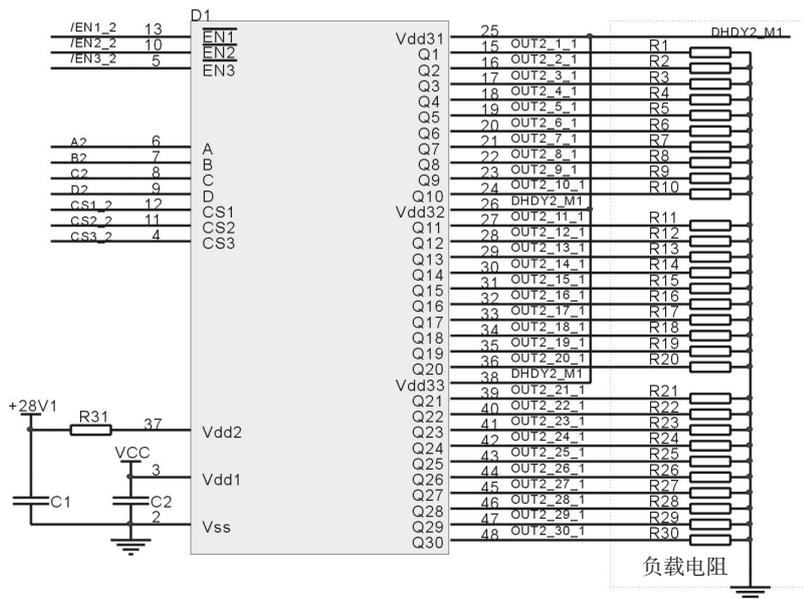


图 6 大电流集成电路

2 结束语

多通道电流实时检测技术在电子设备中的应用, 实现了电子设备在单一独立通道失效时, 通过启动其他独立通道完成预定工作目标的功能; 解决了电子设备多路独立通道电流检测/监测辅助电路数量多, 辅助电路对功能电路影响大, 失效率占比高等问题; 完善了电子设备多路独立通道的测试性设计; 提

高了电子设备可靠性、测试性、维修性水平。

参考文献

- [1] 琼炜. 系统级 BIT 设计中的测试选择方法[J]. 计算机工程与应用, 2001, 19(6): 127-129.
- [2] 张向荣. 电子系统维修性、测试性分析与设计方法讨论[J]. 航天控制, 2004, 22(5): 82-84.

(下转第 90 页)

参考文献

- [1] 张继红,张惠殊,孙喜寿. 油井试井手册[M]. 北京:石油工业出版社,2008.
- [2] 黄俊钦.测试系统动力学[M]. 北京:国防工业出版社,1996.
- [3] 崔春生.新型石油井下动态参数测试技术研究[D]. 太原:中北大学,2007.
- [4] 何金田,张斌.传感器原理设计与应用[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2009.
- [5] 孟立凡,郑宾.传感器原理及技术[M]. 北京:兵器工业出版社,2000.
- [6] 孙以材,刘玉岭,孟庆浩.压力传感器的设计、制造与应用[M]. 北京:冶金工业出版社,2000:369-381.
- [7] 孙以材,魏占永,孙新宇,等.压阻型压力传感器的零点温漂及其补偿技术[J]. 半导体杂志,1999,24(4):40-49.
- [8] C Pramanik,T Islam, H Saha. Temperature compensation of piezoresistive micromachined porous silicon N pressure sensor by ANN[J]. Microelectronics Reliability,2006,46: 343-351.
- [9] Monica Bianchini. Learning without local minim in radial basis function networks [J]. IEEE Trans. On Neural Networks, 1995,6(3): 749-755.
- [10] 刘鹏.压阻式压力传感器温度补偿方法实现的研究 [D]. 天津:天津大学,2010.

(上接第43页)

- [8] 陈勤.基于Linux的嵌入式生化分析仪信号采集系统驱动程序设计[J]. 电子测量技术,2008(3).
- [9] 高亮.基于Linux的多参数水质监测仪的软件系统设计[D].重庆:重庆大学,2011.
- [10] 陈勤.基于ARM & Linux的嵌入式微型生化分析系统软件设计[D]. 重庆:重庆大学,2008.
- [11] 张洪建.基于嵌入式Linux半自动生化分析仪的研究与设计[D]. 镇江:江苏大学,2009.
- [12] Gasmin Blanchette, Mark Summerfield. C++ GUI Qt3 编程[M]齐亮. 北京:北京航空航天大学出版社,2006:325-400.
- [13] 白玉霞,刘旭辉,孙肖子.基于Qt/Embedded的GUI移植及应用程序开发[J]. 电子产品世界.
- [14] 陈集,饶小桐.仪器分析[M]. 重庆:重庆大学出版社,2002.6: 3-41.
- [15] YY/T 0014-2005 Semi-automatic Biochemical Analyzer [S].半自动生化分析仪.

(上接第70页)

- [3] 李鸿飞. XX综合测试技术的发展与应用[C]// 第二届国防科技工业试验与测试技术发展高层论坛论文集,2008:71-75.
- [4] 张军. AVR单片机应用系统开发典型实例[M]. 北京:中国电力出版社,2005:229-248.
- [5] 王福瑞. 单片微机测控系统设计大全[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1999.
- [6] 冯健,张化光. AVR单片机在多回路数据采集器中的应用[J]. 仪器仪表学报,2005(8): 256-257.
- [7] 张斌,赵冬娥,宋涛,等. 高速密集多路光电信号的并行采集与控制[J]. 光电技术应用2011,26(1):66-69.
- [8] Bossche. A reliability technology-theory and application[J]. IEEE TransReliab,1984,R-36(2).

版权声明

本刊已成为《中国核心期刊(遴选)数据库》、《中文科技期刊数据库》、《中国期刊全文数据库》、《中国学术期刊综合评价数据库》、美国《乌利希期刊指南》、波兰《哥白尼索引》收录期刊,加入了中国光学期刊网,建立了《光电技术应用》期刊网站,所刊载的文章在国内外数据库检索机构及网站(包括纸版、光盘版、网络版)报道时,不再征求作者意见。稿件刊登录用后作者著作权使用费与本刊稿酬一次性付给,并赠送当期样刊两份。