

MCP2515 在 CAN 总线系统智能节点的应用

Application of MCP2515 in Smart CAN Node

(上海大学)李 貌 秦霆镐 闫世晓

Li, Mao Qin, Tinggao Yan, Shixiao

摘要: CAN 总线上的智能节点是网络上报文的接收和发送站,一般由单片机和可编程的 CAN 通信控制器组成。本文介绍了一种新型的独立 CAN 通信控制器 MCP2515;给出其在 CAN 总线系统智能节点中的一个应用实例,硬件设计给出了节点的电路原理图,软件设计给出了系统程序的设计流程图,并对其作了简要的说明。

关键词: CAN 总线;CAN 控制器;MCP2515;智能节点

中图分类号:TP322

文献标识码:B

文章编号:1008-0570(2005)07-0037-03

Abstract: The smart node on CAN field-bus is the transmit or receive station of messages. It is mainly combined with micro-controller and programmable CAN controller. The paper introduces a new type of stand-alone CAN controller-MCP2515, and presents an application in smart CAN node in which the schematic circuit diagram of node and flowchart of program have been presented as well as simple illumination.

Keywords: CAN field-bus; CAN controller; MCP2515; smart node

1 前言

CAN(Controller Area Network)总线,即控制器局域网总线,是一种有效支持分布式控制或实时控制的串行通信网络。由于其高性能、高可靠性、及独特的设计和适宜的价格而广泛应用于工业现场控制、智能楼宇、医疗器械、交通工具以及传感器等领域,并已被公认为几种最有前途的现场总线之一。CAN 总线规范已经被国际标准化组织制订为国际标准 ISO11898,并得到了众多半导体器件厂商的支持,推出了各种集成有 CAN 协议的产品,包括单独的可编程 CAN 控制器芯片(如 PHILIPS 公司的 SJA1000)和集成有 CAN 控制器的 MCU(如 PHILIPS 公司的 P8xC5xX2 系列单片机)。CAN 总线系统智能节点是网络上报文的接收和发送站,一般由单片机和 CAN 控制器或两者合二为一组成,前者的优点是单片机的选择范围比较灵活,在对软件和接口稍作修改的基础之上,不需要更换单片机就可以实现 CAN 总线通信。本文主要介绍一种新型的独立 CAN 通信控制器 MCP2515,并给出在 CAN 总线系统智能节点中的应用实例。

2 CAN 通信控制器 MCP2515 芯片介绍

MCP2515 是一种独立的 CAN 总线通信控制器,

是 Microchip 公司首批独立 CAN 解决方案的升级器件,最大时钟输入速度为 40MHz,并具有一个 10MHz 的高速 SPI 接口,其传输能力较 Microchip 公司原有 CAN 控制器(MCP2510)高两倍。此外,MCP2515 还具有基于头两个数据字节和 11 个标识符位进行信息筛选的功能。当需要支持 DeviceNet 等更高层协议时,该功能有助于减少对单片机的过高要求。MCP2515 可利用数据字节和标识符位来确定某些节点是否应该接收或处理 CAN 报文,它还有助于在确定的系统中(如时间触发 CAN-TTCAN)执行时隙功能。当一次性模式准备就绪时,无论发生任何仲裁损失或错误帧结构,报文都可被一次性传输。

2.1 MCP2515 芯片功能介绍

MCP2515 是一种独立的 CAN 控制器,可通过 SPI 方式与单片机接口,实现 CAN 通信,最高通信速率可达到 1Mbps。MCP2515 能够接收和发送标准数据帧和扩展数据帧以及远程帧,通过两个接收屏蔽寄存器和六个接收过滤寄存器滤除无关报文,从而减轻主单片机负担。

MCP2515 主要功能参数及电气特性如下:

- (1)支持 CAN 技术规范 2.0A/B,最高传输速率达到 1Mbps;
- (2)支持标准数据帧、扩展数据帧和远程帧,每帧数据域长度可为 0~8 个字节;
- (3)内含两个的接收缓冲器和三个发送缓冲器,并且可编程设定优先级;
- (4)内含六个 29 位(bit)的接收过滤寄存器和两个 29 位(bit)的接收屏蔽寄存器;
- (5)高速 SPI 接口,支持 SPI 0,0 和 1,1 模式;
- (6)一次性模式可确保报文被一次性传输;

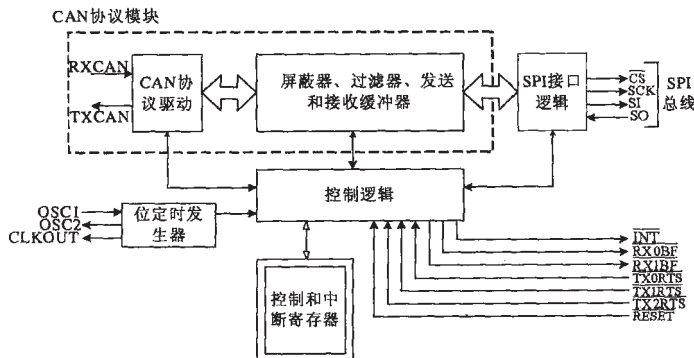


图1 MCP2515工作原理图

李貌:硕士研究生

电话:010-62132436,62192616(T/F)

中国自控网: <http://www.autocontrol.cn>

(7)具有可编程时钟脉冲输出引脚,可作为其他芯片时钟信号源;

(8)帧起始(SOF)信号输出功能可被用于在确定的系统中(如时间触发CAN-TTCAN)执行时隙功能,或在CAN总线诊断中决定早期总线出错;

(9)采用低功耗CMOS技术,工作电压:2.7V~5.5V,工作电流:5mA(待机状态1 μ A);

(10)工作温度范围:(I)-40 $^{\circ}$ C到+85 $^{\circ}$ C,(E)-40 $^{\circ}$ C到+125 $^{\circ}$ C。

2.2 MCP2515 内部结构和工作原理

MCP2515 内部主要由三个模块组成:CAN 协议模块,主要包括 CAN 协议驱动、屏蔽器、过滤器、以及发送和接收缓冲器,主要负责与 CAN 总线的数据传输;控制逻辑和静态寄存器,用于设置芯片及其操作模式;SPI 接口模块,主要负责与 MCU 的数据传输。其工作原理如图 1 所示。

MCP2515 在 CAN 总线上的数据接收是通过两个接收缓冲器、两个接收屏蔽器、六个接收过滤器的组合来实现的。CAN 总线上的帧只有同时满足至少任意一个接收屏蔽器和一个接收过滤器的条件才可以进入接收缓冲器。

MCP2515 具有灵活的中断管理功能,它有 8 个中断源,包括发送、接收中断,各种错误中断以及总线唤醒中断等。单片机可以通过对 MCP2515 的中断允许控制寄存器 CANINTE 的设置来设定和屏蔽各种中断的发生条件,并可以通过读取 MCP2515 的中断标志位寄存器 CANINTF 或者通过 MCP2515 的 Read Status (读状态寄存器)命令读取 CANSTAT 寄存器中的 ICOD 部分来判断当前中断的中断源。

CAN 地址	正常模式		配置模式	
	读	写	读	写
0x00-0x03	接收过滤器寄存器 0		接收过滤器寄存器 0	接收过滤器寄存器 0
0x04-0x07	接收过滤器寄存器 1		接收过滤器寄存器 1	接收过滤器寄存器 1
0x08-0x0B	接收过滤器寄存器 2		接收过滤器寄存器 2	接收过滤器寄存器 2
0x0C	BF 引脚配置	BF 引脚配置	BF 引脚配置	BF 引脚配置
0x0D	发送请求控制		发送请求控制	发送请求控制
0x0E ①	状态寄存器	状态寄存器	状态寄存器	状态寄存器
0x0F ②	控制寄存器	控制寄存器	控制寄存器	控制寄存器
0x10-0x13	接收过滤器寄存器 3		接收过滤器寄存器 3	接收过滤器寄存器 3
0x14-0x17	接收过滤器寄存器 4		接收过滤器寄存器 4	接收过滤器寄存器 4
0x18-0x1B	接收过滤器寄存器 5		接收过滤器寄存器 5	接收过滤器寄存器 5
0x20-0x23	接收屏蔽寄存器 0		接收屏蔽寄存器 0	接收屏蔽寄存器 0
0x24-0x27	接收屏蔽寄存器 1		接收屏蔽寄存器 1	接收屏蔽寄存器 1
0x28	位定时 3		位定时 3	位定时 3
0x29	位定时 2		位定时 2	位定时 2
0x2A	位定时 1		位定时 1	位定时 1
0x2B	中断屏蔽	中断屏蔽	中断屏蔽	中断屏蔽
0x2C	中断标志	中断标志	中断标志	中断标志
0x2D	错误标志	错误标志	错误标志	错误标志
0x30-0x3D	发送缓冲器 0	发送缓冲器 0	发送缓冲器 0	发送缓冲器 0
0x40-0x4D	发送缓冲器 1	发送缓冲器 1	发送缓冲器 1	发送缓冲器 1
0x50-0x5D	发送缓冲器 2	发送缓冲器 2	发送缓冲器 2	发送缓冲器 2
0x60-0x6D	接收缓冲器 0	接收缓冲器 0	接收缓冲器 0	接收缓冲器 0
0x70-0x7D	接收缓冲器 1	接收缓冲器 1	接收缓冲器 1	接收缓冲器 1

注:① 0x0E(0x0E, 0x1E, ..., 0x7E) ② 0x0F(0x0F, 0x1F, ..., 0x7F)

表 1 MCP2515 寄存器配置

2.3 MCP2515 的工作模式和内部寄存器说明

MCP2515 共有 5 种工作模式:配置模式、正常模

式、睡眠模式、监听模式、和自检模式。工作模式的改变主要是通过 CANCTRL.REQOP 位选择。当工作模式改变的时候,要等到所有的数据传输完毕后才能生效;因此在运行另一种工作模式之前,可通过查询 CANSTAT.OPMODE 位来确认已经进入该模式。

MCP2515 共有 128 个寄存器,地址由高三位和低四位确定,有效寻址范围在 0~0x7F 之间,某些专用的控制寄存器和状态寄存器可以通过 SPI 接口的 bit modify 命令进行位修改。正常模式和配置模式下寄存器的配置情况如表 1 所示。

2.4 MCP2515 与单片机的 SPI 接口与 SPI 指令

MCP2515 的 SPI 指令如表 2 所示:

指令名称	指令格式	指令功能
RESET	1100 0000	将内部寄存器复位成默认状态,工作模式进入配置模式
READ	0000 0011	从指定地址开始的寄存器中读取数据
Read Rx Buffer	1001 0nm0	从'nm'组合指定的接收缓冲器中读取数据
WRITE	0000 0010	从指定地址开始的寄存器中写入数据
Load Tx Buffer	0100 0abc	在'abc'组合指定的发送缓冲器中写入数据
RTS	1000 0nnn	请求发送指令
Read Status	1010 0000	读取状态,包括发送接收中断标志和个请求发送位
RX Status	1011 0000	确定与接收到的报文和报文类型相匹配的过滤器寄存器
Bit Modify	0000 0101	对指定的寄存器进行位修改

表 2 MCP2515 的 SPI 指令表

MCP2515 可与任何带有 SPI 接口的单片机直接相连,并且支持 SPI 1,1 和 0,0 模式。单片机通过 SPI 接口可以读取接收缓冲器数据。MCP2510 对 CAN 总线的数据发送则没有限制,只要用单片机通过 SPI 接口将待发送的数据写入 MCP2510 的发送缓冲器,然后再调用 RTS(发送请求)命令即可将数据发送到 CAN 总线上。

在时钟 SCK 的上升沿,命令和数据通过 SI 引脚送入 MCP2515。在时钟 SCK 的下降沿,通过 SO 引脚把数据送出。操作中片选引脚 CS 保持低电平。

3 MCP2515 在智能节点中应用实例

该节点采用 Microchip 的 PIC12C672 作为微控制器,MCP2515 作为独立的 CAN 控制器。节点的报文收发采用中断控制,在控制 2 路数字输出的同时监听 5 路外部输入(3 路数字输入和 2 路模拟输入),并且根据输入值自动产生并发送报文;系统支持最大 125Kbps 的数据传输速率,同时支持 CAN 标准数据帧和扩展数据帧。本实例只是从系统级上考虑的设计,具体的模拟和数字的输入可以根据具体情况选择实现。下面从硬件电路和软件设计两部分来介绍。

3.1 节点硬件电路设计

节点的电路原理图(略可向作者索取)。微控制器 PIC12C672 负责初始化 MCP2515 和通过控制 MCP2515 实现数据的接收和发送以及模拟数据量采集和转换。在 CAN 总线通信接口中,采用了 TJA1050T 作为总线驱动器。PIC12C672 总共只有 8 个引脚,但是功能强大。它包括一个内部时钟源,多通道 8 位 ADC,提供多路中断和低功耗睡眠模式。由于 PIC12C672 没有硬件得 SPI 接口,故需要通过软件模拟。由于引脚数

目有限,MCP2515的SO和SI接口共用一根信号线,并通过一个4.7K电阻隔离开来,这样单片机只需要三个引脚便能实现SPI功能。两路模拟输入AN0和AN1通过GP0和GP1引脚输入。

为了增强CAN总线节点的抗干扰能力,MCP2515的TXCAN和RXCAN是通过高速光耦6N137与TJA1050T的TXD和RXD相连,而且光耦电路所采用的两个电源VCC和VDD也必须完全隔离,电源隔离可采用小功率电源隔离模块,或通过带多5V隔离输出的开关电源模块实现。TJA1050T通过5K限流电阻与CAN总线相连,保护其免受过流的冲击。TJA1050T的CANH和CANL与地之间并联2个30pF小电容,可以起到滤除总线上高频干扰的作用。两根CAN总线接入端与地之间分别反接一个保护二极管能起到过压保护的作用,这样可以提高节点的稳定性和安全性。

总线驱动器TJA1050T可以为总线和CAN控制器提供不同的发送和接收性能。TJA1050T除了增强了EMC外,另外一个重要的特性是不上电时,总线呈无源特性。这使TJA1050T在性能上大大优于以前的CAN总线收发器。TJA1050T有两种工作模式:高速模式和静音模式,由引脚S的高低电平来控制。

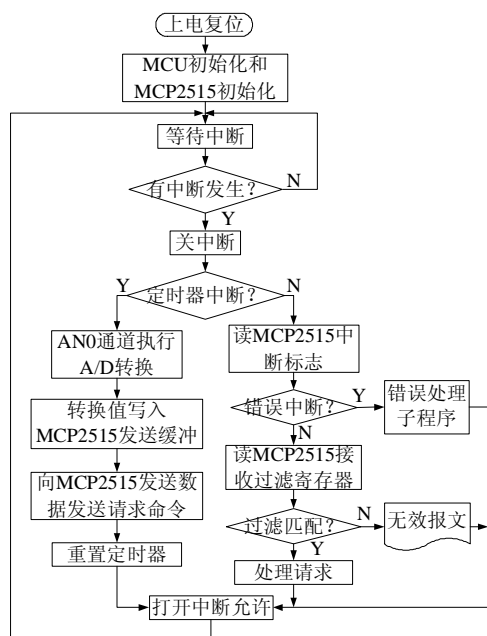


图2 系统程序流程图

3.2 节点软件设计

CAN总线主要是通过通信软件模块来实时有效的完成数据通信的任务,因此通信软件的设计是整个程序设计的关键。MCP2515主要提供了状态查询以及中断两种数据操作模式,本文中MCP2515主要采用中断模式进行CAN总线数据的接收和发送。整个系统程序提供两种中断,定时器中断和外部中断。定时器中断的中断子程序主要处理来自模拟通道AN0的A/

D数据采集和向MCP2515发送数据发送请求命令以及数据发送。外部中断的中断处理子程序主要包括CAN总线错误处理子程序和数据接收子程序。系统主程序流程以及中断子程序如图2。

4 结束语

本文详细介绍了一种新型的独立的CAN总线控制器MCP2515,并给出了一个简单的应用实例。由于篇幅的关系,没有给出详细的软件源程序。MCP2515由于使用了高速SPI接口收发数据,提高了CAN报文的传输能力,同时扩大了CAN智能节点解决方案所采用的单片机的选择范围,必将会得到更广泛的应用。

参考文献:

- [1]饶运涛等,现场总线CAN原理与应用技术,北京航空航天大学出版社,2003.6
- [2]Microchip公司,MCP2515,Stand-Alone CAN Controller With SPI (tm) Interface,2003
- [3]Microchip公司,AN215,A Simple CAN Node Using the MCP2510 and PIC12C67X,2002

作者简介:李貌,男,1978年生,汉,上海大学机电工程与自动化学院测试计量技术及仪器专业硕士研究生,研究方向:现场总线、工业自动化和单片机应用研究。导师:秦霆镐,男,上海大学机电学院自动化系,副教授。E-mail: limao1978@163.com。

Author: Li,mao male,(1978-), Automation School of Shanghai University, Graduate,current research: field-bus, automation of industry and application of micro-controller. Mobile: 13162880997, E-mail: li-mao1978@163.com

(200072 上海大学机电工程与自动化学院)李 貌

秦霆镐 闫世晓

(200072 Automation School of Shanghai University)

Li,Mao Qin,Tinggao Yan,shixiao

通信地址:(200072 上海市延长路149号上海大学M7-514室)李 貌

(投稿日期:2004.11.7) (修稿日期:2004.11.15)

书 讯

《嵌入式系统应用精选 200 例》
110 元 / 本(免邮资)汇至

《80C51 宏汇编程序设计语言》
22 元 / 本(免邮资)汇至

地址:北京海淀区皂君庙14号院鑫雅苑6号楼601室
微计算机信息杂志收 邮编:100081
电话:010-62132436 010-62192616(T/F)