

兼有双网功能的智能仪表接口电路的设计

Design of Intelligent Instrument Interface Circuit Functioning in Two Networks

于浩洋

(黑龙江工程学院电子工程系,黑龙江 哈尔滨 150050)

摘要:为实现数据在以太网和 Internet 中传输的兼容,设计了一种智能仪表接口电路。分别介绍了主控制器电路、串口扩展电路、RS-485 集成收发器等的设计方法,以及电路芯片的选取。对 Microchip 公司提供的 TCP/IP 协议栈进行相应移植,实现了数据在以太网和 Internet 环境下的传输问题。应用结果表明,此方法可行,且弥补了接口电路普遍存在的电路结构复杂和容易出错的缺陷。

关键词: ENC28J60 以太网 Internet 接口电路 微控制器 智能仪表

中图分类号: TP216+.1 **文献标志码:** A

Abstract: In order to achieve compatibility of data transmission via Internet and Ethernet, an intelligent instrument interface circuit is designed. The design methods of main controller circuit, serial port expanding circuit, RS-485 integrated transceiver, etc, are introduced as well as their chips. Data transmission in environment of both Ethernet and Internet is implemented. The result of application indicates the feasibility of the method; and counteracts the defects commonly existing in interface circuits, e. g., the complicated structure and error.

Keywords: ENC28J60 Ethernet Internet Interface circuit Micro-controller Intelligent instrument

0 引言

随着电子技术的迅猛发展,各种工业过程数字仪表应运而生。目前,在工业生产过程中,数据通信普遍采用传统的一对一数据通信模式或自封闭的集散系统。这使得设备之间以及系统与外界之间的信息交换难以实现^[1]。

因此,现今的大多数智能仪表接口都只单纯地适应以太网而不能同时兼容 Internet^[2]。开发具有以太网和 Internet 功能的智能仪表接口电路,不仅能够很好地解决传统的一对一的数据传输模式和数据“孤岛”问题,更为日益加快的信息化进程提供了一条可靠的过渡渠道^[3]。

1 总体结构

整个系统由以太网控制器、微控制器(MCU)、网络接口、RS-485 接口和网关等模块构成,总体结构如图 1 所示。图 1 中,主控器单片机以查询的方式询问以太网控制器是否有数据接收。如有数据接收,则根据数据包类型交由相关的程序处理;如有数据需要发送,则根据数据包类型进行封装,并投递至以太网中。

若目标地址(IP)隶属于 Internet,则查询地址解析协议缓存表;若没有相应的 IP、物理地址(MAC)映射,则以广播方式查询该映射,然后通过网关投递数据包^[4]。图 1 中的虚线部分由硬件电路实现,其余部分通过软件编程来实现。

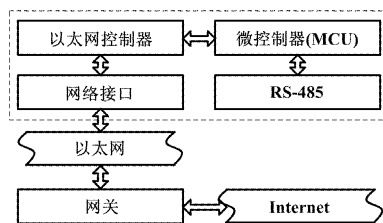


图 1 系统结构框图

Fig. 1 Structure of the system

2 硬件设计

硬件电路的设计大体上可分为单片机控制电路、以太网控制器电路、串口扩展电路和 RS-485 端口通信电路 4 部分。

2.1 单片机控制电路的选取和设计

PIC24F16KA101 系列是通用的 16 位微控制器,采用 nanoWatt XLP™ 超低功耗技术,可使休眠电流低至 20 nA,非常适用于各种电池供电或电力有限的应用;具备集成的 E²PROM 存储器,体积小,采用低引脚数(20 引脚和 28 引脚)封装^[5],是具有广泛的外设功能和增强的计算性能的 16 位微控制器。PIC24F16KA101 相关电

黑龙江省教育厅科学技术研究基金资助项目(编号:11531457)。

修改稿收到日期:2010-11-25。

作者于浩洋,男,1968年生,2003年毕业于哈尔滨理工大学计控学院,获硕士学位,副教授;主要从事智能控制及总线技术的研究。

路主要指与以太网控制器、串口扩展芯片的引脚连接。2个 I/O 引脚用于两芯片的片选信号输出;3个串口(SPI)引脚接入串口总线,通过接口电路数据的串行方式来进行数据传输;2个中断接口被用作外部中断输入,当网络中有数据包接收时,给予主控制器中断信号,然后予以处理^[6]。

2.2 以太网控制器电路设计

ENC28J60 以太网控制器为 Microchip Technology 公司推出的 28 引脚独立以太网控制器,是目前全世界最小封装的以太网控制器,它可为嵌入式应用提供低功耗数、低成本且高效易用的远程通信解决方案^[7]。相关电路如图 2 所示。

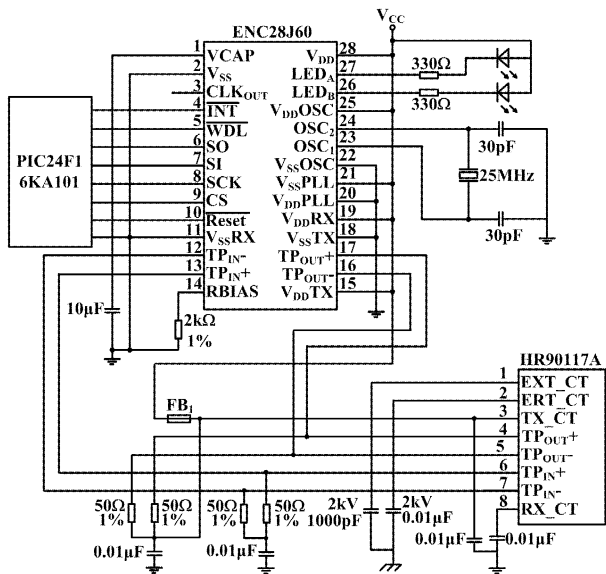


图 2 以太网控制电路

Fig. 2 Control circuit of Ethernet

图 2 中,根据 ENC28J60 的工作频率要求,需在 OSC₁ 和 OSC₂ 引脚间接 25 MHz 晶振及接地电容。ENC28J60 的内部模拟电路需要在 RBIAS 引脚与地之间外接一个 2 kΩ(精度为 1%)的电阻。以太网接口采用含有以太网隔离变压器的 RJ45 插座 HR901170A^[8]。

2.3 串口扩展电路的设计

串口扩展电路的设计是为了提高接口电路的网络范围,增加网络最大允许节点数。本文采用 GM8142 作为串口扩展芯片,将一个标准 SPI 接口扩展成 4 个标准的通用异步收发器(UART)。工作模式采用广播模式,即按各子串口设置的波特率、数据帧长和校验方式同时发送到所有子串口中。工作模式、各子串口的工作波特率、数据帧长等各种通信设置均通过软件进行设置,从而减少了微控制器的输入输出接口的需求,有效降低了芯片的功耗。

2.4 RS-485 端口通信电路的设计

为了使接口电路拥有与 RS-485 网络通信的能力,本文采用 ADM2587E 作为 RS-485 收发器。ADM2587E 包含一个集成式隔离直流电源,不再需要外部隔离电源模块。作为带隔离的增强型 RS-485 收发器,它具备 ±15 kV 静电释放保护功能的完全集成式隔离数据收发器,其适用于多点传输线路上的高速通信应用。ADM2587E 驱动器还带有一个高电平有效使能电路,可以提供一个高电平接收机有效禁用电路,使接收机输出进入高阻抗状态。

3 软件设计

本文将美国微芯科技公司协议栈的 TCP/IP 用于网络服务^[9]。系统程序流程如图 3 所示。

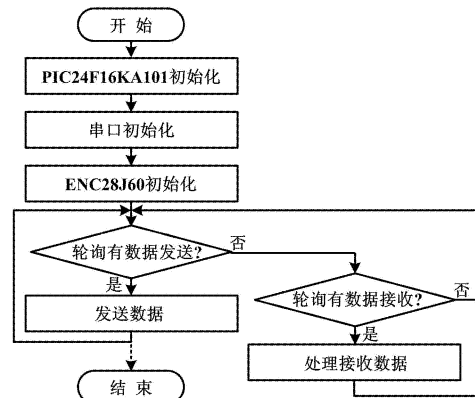


图 3 程序流程图

Fig. 3 Flowchart of the program

图 3 中,单片机 PIC24F16KA101 的初始化包括时钟模式的确定和复用引脚的相关寄存器的设置。串口初始化是对单片机中的串行口 1 状态和控制寄存器、串行口控制寄存器 1 和串行口控制寄存器 2 进行相应的设置。ENC28J60 初始化工作包括接收和发送缓冲器、接收滤波器、晶振的启动时间、介质访问控制寄存器和物理层寄存器的设置。初始化芯片之前先关闭单片机的中断输入,对复位引脚给定一个持续的低电平复位信号,然后对相应的寄存器进行设置。设置完成所有需要的寄存器后,判断以太网状态中的时钟启动标志位是否置位,然后开中断。

4 实际应用

将上述设计应用于智能抄表系统,系统结构图如图 4 所示。图 4 中,PIC24F16KA101 作为控制器,通过串口 SPI 和中断引脚 INT₁ 连接串口扩展模块 GM8142,并通过 ADM2587E 形成 4 个独立的 RS-485 网段(每个网段

可连接 32 个 RS-485 节点)。通过扩展 SIM(用户身份鉴别模块)卡接口,管理网关配置和通信加密。实现 Web 服务应用时,扩展的外部并行 RAM 和 SPI 接口的 E²ROM,分别用于超文本传输协议 HTTP 缓冲和 Web 页存储。由于 GM8142 扩展的 4 个串口具有独立的通信设置和 8 字节的先进先出口,因此,可灵活地适应不同的测控节点通信。网关复位后,单片机对通用同步/异步传送器口进行设置。本文选择串口的通信方式为半双工模式^[10],设置波特率寄存器 UBRR_H 和 UBRR_L,使波特率为 9 600 bit/s,设置状态寄存器 UCSR_B,以使能接收器与发送器,并通过状态寄存器 UCSR_C 设置帧格式。

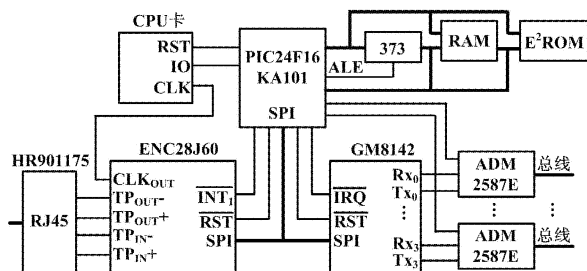


图 4 系统结构框图

Fig. 4 Structure of the system

5 结束语

由 PIC24F16KA101 为控制器的微处理器,配以 ENC28J60 构成的嵌入式以太网模块电路连接简单、功能强大;与目前大多数需要并行数据和地址总线的控制器相比,不需要小封装的微控制器外扩地址和数据

总线,并可以将电路做到最小尺寸,符合未来工业以太网控制器的发展趋势。同时,该电路拥有跨越网关的能力。

本设计的创新之处就在于不仅使接口电路实现了兼有在以太网和 Internet 下进行数据传输的功能,而且克服了接口电路普遍存在的电路结构复杂、连线较多和容易出错的缺陷。实际应用显示,数据传输准确,电路兼容性较好。

参考文献

- [1] Axeison J. 嵌入式 Ethernet 和 Internet 通信设计技术[M]. 骆丽,张岳强,欧小龙,译. 北京:北京航空航天大学出版社,2006:4-12.
- [2] 艾树峰. 基于 89C51 单片机以太网-CAN 网关的接口设计与实现[J]. 电讯技术,2007,47(6):167-171.
- [3] 吴强. 基于单片机的以太网嵌入式控制器设计[J]. 微计算机信息,2008,24(3-2):104-106.
- [4] Doyle J, Carrou J. TCP/IP 路由技术(第 1 卷)[M]. 葛建立,吴剑章,译. 北京:人民邮电出版社,2007:243-258.
- [5] 祈国梁,付明阳,王健晓. 基于单片机的以太网串口服务器原理[J]. 自动化与仪表,2007(4):45-48.
- [6] 李纲. 智能网络设备开发中的硬件设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2002(10):12-16.
- [7] 张伟业,黄云龙,陈国定. 基于 ENC28J60 以太网通信接口的设计与实现[J]. 机电工程,2008,25(1):28-30.
- [8] 于浩洋,邵国平,秦杰. 基于 ENC28J60 以太网控制器的 SPI 接口设计[J]. 黑龙江工程学院学报:自然科学版,2009,23(2):64-66.
- [9] Scaglia S. 嵌入式 Internet TCP/IP 基础、实现及应用[M]. 潘臻金,徐蕾,拱长青,等,译. 北京:北京航空航天大学出版社,2008:133-142.
- [10] 何瑾,刘杰,田明. C8051 在水表计费系统中的应用[J]. 自动化仪表,2006,27(6):60-62.

(上接第 72 页)

变电压波动起止时刻和有效值,并依此设计了智能自启动防护系统。实际应用证明,系统在对大规模连续性生产企业双回路电网进行实时监测过程中,若电网出现闪变,可在电网恢复正常的瞬间(0.01 s)将因闪变而停机的受控设备按照工艺要求分批重新启动,验证了基于“abc-dq”变换的检测算法检测闪变电压波动起止时刻和有效值方法的正确性和实用性。

参考文献

- [1] 袁川,杨洪耕. 改进的电压凹陷特征量实时检测方法[J]. 继电器,2005,33(22):57-60.
- [2] 肖湘宁,徐永海,刘连光. 考虑相位跳变的电压凹陷动态补偿控制器研究[J]. 中国电机工程学报,2002,22(1):64-69.
- [3] 杨亚飞,颜湘武,姜尧林. 一种新的电压骤降特征量检测方法[J]. 电力系统自动化,2004,28(2):41-44.
- [4] 肖湘宁. 电能质量分析与控制[M]. 北京:中国电力出版社,2004.
- [5] Bollen M H J. Understanding power quality problems, voltage sags

and interruptions[M]. New York: Wiley-IEEE Press,2000.

- [6] Tunaboylu N S, Collins E R Jr, Chaney P R. Voltage disturbance evaluation using the missing voltage technique[C]//Proceedings of the 8th International Conference on Harmonics and Quality of Power, Athens, Greece,1998:577-582.
- [7] Wang P, Jenkins N, Bollen M H J. Experimental investigation of voltage sag mitigation by an advanced static VAR compensator[J]. IEEE Transactions on Power Delivery,1998,13(4):1461-1467.
- [8] Heydt G T, Tan W, LaRose T, et al. Simulation and analysis of series voltage boost technology for power quality enhancement[J]. IEEE Transactions on Power Delivery,1998,13(4):1335-1341.
- [9] Middlekauff S W, Collins E R Jr. System and customer impact: considerations for series custom power devices[J]. IEEE Transactions on Power Delivery,1998,13(1):278-282.
- [10] 肖遥,李澍森. 供电系统的电压下凹[J]. 电网技术,2001,25(1):73-77.
- [11] 林海雪. 新国家标准《电能质量 电压波动和闪变》介绍[J]. 供用电,2001,18(6):4-7.