

基于 MC9S12NE64 型单片机的嵌入式以太网连接

摘要: 分析基于单片机的以太网连接方案, 介绍 MC9S12NE64 型 16 位单片机的特性及其最小系统的硬件设计, 给出 MC9S12NE64 的初始化过程、主程序和 TCP / IP 协议栈实现的思想。

关键词: MC9S12NE64; 单片机; 嵌入式系统; 以太网; TCP/IP 电磁隔离模块 YL2J011A YL18-2050S

1 引言

随着互联网的出现和以太网的迅速发展, 基于以太网的设备控制越来越多, 发展也越来越快。目前, 以太网(Ethernet)已经广泛地应用于各种计算机网络, 通过以太网及 TCP / IP 协议栈可以使不同的网络设备实现互连、交换数据。

用以太网实现嵌入式系统的网络连接有多种方案。传统的多器件以太网连接方案是通过 MCU 扩展以太网控制器来实现的, 必要时还需要扩展外部 RAM 和 ROM。虽然这种方案应用起来不是很困难, 但所用外部元件数量较多, 系统开销较大。稳定性不高。为了解决传统方案的不足, 本文讨论以集成以太网 MAC 层和物理层的 16 位单片机 MC9S12NE64 来实现单器件以太网连接。与多器件方案相比, 单器件连接方案具有所用外部元件少、系统开销小、稳定性高、设计时间短等一系列优点。

2 MC9S12NE64 简介

MC9S12NE64 是 Freescale 公司生产的基于 HCS12 CPU 内核的 16 位单片机, 利用它可以方便地实现单器件以太网连接, 构成一个完整的终端节点。MC9S12NE64 的内部功能模块框图如图 1 所示, 主要特性如下:

采用高性能 16 位 HCS12CPU 内核, 3.3V 下工作频率可达 25MHz 或 10MIPS, 具有优化的 C 语言体系结构, 可以生成十分简洁的代码。

带有片上调试接口, 可以进行实时在线仿真和调试, 而无需仿真器。

集成了 64KB 的 flash 内存和 8KB 的静态 RAM, 能够满足大多数的应用场合。如果需要还可进行外部扩展。

集成了 10 / 100Mbps 以太网媒介访问控制器(EMAC), 内置标准的媒介独立接口(MII), 可以实现地址识别及过滤、以太类型过滤, 支持半双工和全双工通信, 具有和 8KB RAM 共用可配置的 EMAC 缓冲区, 包括一个发送缓冲区和两个接收缓冲区, MC9S12NE64 的 RAM 以 2 倍于 CPU 的速度运行, 使得 CPU 和 EMAC 缓冲区可以交叉存取数据。

集成了 10 / 100Mbps 以太网物理层(EPHY), 支持自动协商模式, 支持半双工和全双工的通信。并具有自诊断功能。

带有 8 通道 10 位模数转换器 fADC)、4 通道 16 位定时器、2 个串行通信接口(SCI), 1 个高速串行外设接口(SPI)、1 个具有 256 种时钟速度选项的 I2C 接口, 具备使用锁相回路的时钟及复位发生器(CRG)模块, 有多达 70 个通用 I / O 口。具有 80 引脚 TQFP-EP 和 112 引脚 LQFP 两种封装。

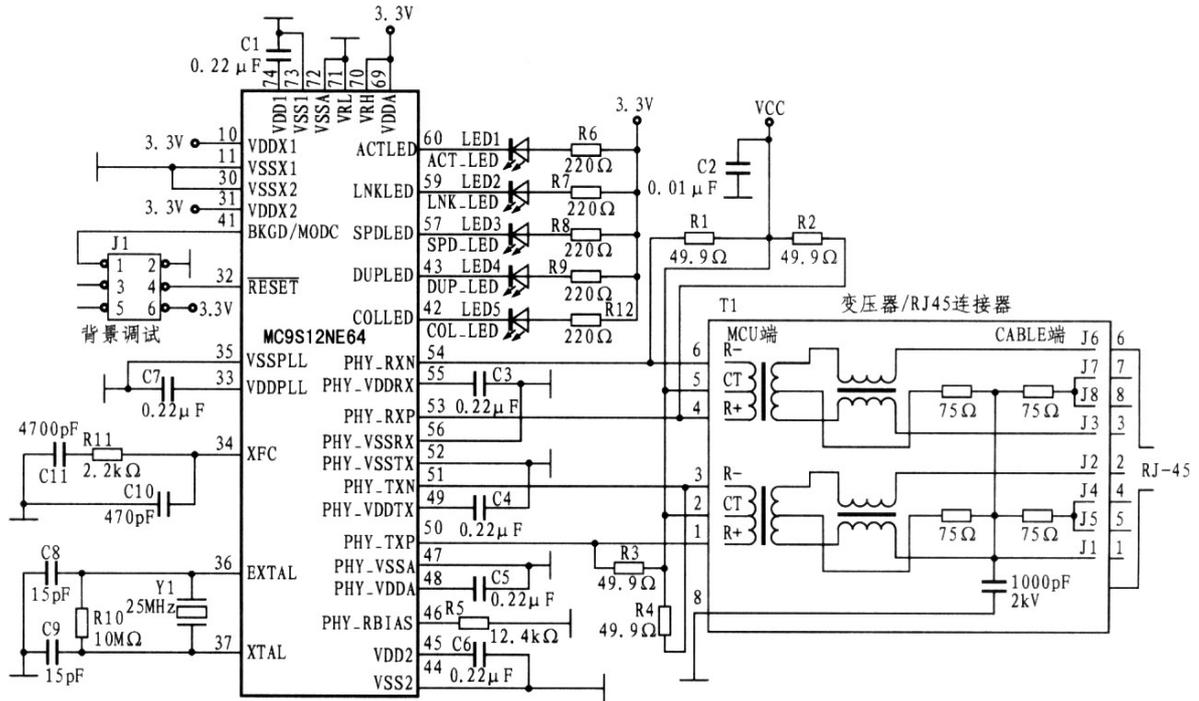


图 2 基于 MC9S12NE64 以太网连接的硬件电路原理

3 MC9S12NE64 的简单应用

3.1 硬件设计

利用 MC9S12NE64 可以构成不同功能的网络终端节点，如网络服务器、带因特网功能的设备、远程监控（数据采集，诊断）、对现场设备的远程控制、远程设备通过电子邮件或文字寻呼机发送消息等。

基于 MC9S12NE64 最少外围器件的系统硬件电路原理图如图 2 所示。此最小系统由 80 引脚的 MC9S12NE64 与外围器件组成，电路中带有背景调试接头 J1；5 个 LED 状态指示灯（分别用来显示网络连接状态，包括 EPHY 是否冲突、连接是否建立、是否接收数据、连接速度、双工模式）；必需的偏置电阻 R5；高速局域网电磁隔离模块（即 RJ45 以太网接口 YL2J011A）或单独隔离变压器 YL18-2050S+RJ45 接口。其中 PHY_TXP 和 PHY_TXN 为发送线，PHY_RXP 和 PGY_RXN 为接收线。设计时，MC9S12NE64 的物理端口与隔离变压器 YL18-2050S 连接时必须符合 IEEE802.3 对物理层规范的要求，如 RJ45 的插孔与隔离变压器 YL18-2050S 的间隔应尽量小，输出和输入差分信号对的走线要很好的隔离，确保电源的额定负载电流不小于 300mA。设计时还应注意系统时钟的要求，MC9S12NE64 只支持皮尔斯型振荡电路，晶振的精度应高于 25ppm。系统中 MC9S12NE64 工作在正常的单片模式，其内部稳压电源处于工作状态。

3.2 MC9S12NE64 的初始化

MC9S12NE64 单片机在工作之前，必须进行必要的初始化。主要包括时钟及复位发生器 (CRG) 模块、EMAC 模块、EPHY 模块等。虽然 MC9S12NE64 上的 EMAC 和 EPHY 被设计为两个独立的模块，但如果用到内部的 EPHY，则 EMAC 和 EPHY 必须同时进行初始化。

MC9S12NE64 的初始化过程如下：

- (1) 初始化时钟及复位发生器模块来产生 25MHz 的内部总线时钟，这一过程通过设置时钟及复位发生器 (CRG) 模块的寄存器表来完成。
- (2) 设置 EPHYCTL0 寄存器的 DIS10 和 DIS100 位为 1，使 EPHY 时钟无效，直到 EMAC 和 EPHY 配置完毕。

- (3)通过 EPHYCTL1 寄存器的: EPHYADD0、E-PHYADD1、EPHYADD2、EPHYADD3、EPHYADD4 来配置 MII 请求的 EPHY 地址。
- (4)配置自动协商模式。设置 EPHYCTL0 寄存器的 ANDIS 位为 0。使用自动协商模式。
- (5)设置 EPHYCTL0 寄存器的 LEDEN 位为 1 允许 EPHY 驱动 LED 信号。设置 EPHYCTL0 寄存器的 EPHYIEN 位为 1 使 EPHY 中断有效。设置 EPHYCTL0 寄存器的 EPHYEN 位为 1 使 EPHY 有效工作,这样就可以实现 EMAC 和 EPHY 间的介质无关接口(MII)操作。
- (6)设置 MCMST 寄存器的 MDCSEL 位为 0xA, 来配置 EMAC 管理数据时钟(EMACMDC)。
- (7)设置 BUFCFG 寄存器的 BUFMAP 位来配置 EMAC 以太网缓冲区的大小。BUFMAP 的值用来确定系统 RAM 中用户 RAM 和 EMAC 缓冲区的比例。BUFMAP 最大为 4, 这时单个缓冲区的大小为 1.5K 字节, 正好可以存放一个最大的以太网帧。大于缓冲区大小的数据包将被过滤掉, 设计时应合理选择。设置 BUFCFG 寄存器的 MAXFL 位来指定接受的最大帧长度, 使缓冲区起到了数据过滤的作用。
- (8)通过 MACAD 寄存器来配置 6 字节的 MAC 地址。如果设备不连接到因特网, 则 MAC 地址可自行定义。
- (9)设置 ETCTL 寄存器为 0x17 来控制网络上传输的数据类型。
- (10)通过设置 RXCTL 寄存器的 PROM、CON-MC 和 BCRES 位来配置 EMAC 的 MAC 地址过滤模式。如果不是自动协商模式, 则还需要设置 RFCE 位来实现接收流控制。
- (11)设置 NETCTL 寄存器为 0x81 来配置 EMAC 的工作模式, 并使 EMAC 正常工作。
- (12)设置 IMASK 寄存器来配置允许的 EMAC 中断信号, 如需要允许某种中断请求信号, 则将相应的位置 1。
- (13)设置 TXCTS 寄存器的 PTRC 位和设置 PTI-ME 寄存器来初始化和传递暂停持续时间。
- (14)设置系统中断为允许系统中断。
- (15)通过 EMAC MII 管理接口来设置 EPHY, 包括设置速度、双工模式和流控制, 设置 EPHY 中断控制寄存器来配置 EPHY 中断控制。
- (16)在自动协商模式下,通过设置 EPHYCTL0 寄存器的 DIS10 和 DIS100 位为 0 来启动 EPHY 时钟发生器。当自动协商完成且连接建立后, 协商暂定和双工设置由 EPHY MII 寄存器决定。EMAC 必须由 RXCTS 寄存器的 FRCE 位和 NETCTL 的 FDX 位所设定的配置来更新协商暂定和双工设置。

至此。MC9S12NE64 初始化完成, 可以完成 EMAC 和 EPHY 间的数据接收和发送。要实现系统与以太网上其他设备(如 PC 机)的通信, 只需要实现 TCP/IP 协议栈就可以了。由于单片机内部资源的不足, 难以支持完整的 TCP/IP 协议栈, 故针对各个系统的特点和功能来设定特定的 TCP/IP 协议栈, 仅实现与需要相关的协议即可, 如 ARP 协议、IP 协议、ICMP 协议、TCP 协议、UDP 协议、SMTP 协议、HTYP 协议等。

系统初始化后进入主程序循环, 包括单片机的控制作用和网络数据传输。对于以太网传输部分来说, 主要有两个作用: 一是对要发送的数据按照以太网数据帧格式进行封装并发送; 二是对接收的以太网数据帧进行解包供应用程序使用。主程序通过嵌入 TCP/IP 协议来实现单片机的以太网通信。

4 结束语

笔者用 MC9S12NE64 型 16 位单片机实现了基于 TCP/IP 协议的嵌入式以太网通信。随着数字化、智能化仪器的飞速发展, 采用以太网进行通信的应用将会越来越广泛。MC9S12NE64 内置了以太网 MAC 层和物理层, 用它可以方便地实现单电路以太网连接。适用于工业控制、保安系统、用户卡表、商业自动化、楼宇控制、照明管理、医疗检测、自动售货机环境监控器、销售设备终端和家庭自动化等。