

一种超低功耗调制解调器的设计

金小军 宋开臣 浙江大学流体传动及控制国家重点实验室(310027)

Abstract

In this paper, the possibility of powering MODEMS with the phone line is discussed, and by elaborately selecting low power consumption ICs, the phone line powered MODEM is designed and implemented.

Keywords: powered by phone line, ultra-low power consumption, MODEM, MSP430, CMX868

摘要

本文探讨了利用电话线直流馈电给调制解调器供电的可行性,通过精心选择低功耗器件,设计并实现了电话线供电的调制解调器。

关键词: 电话线供电, 超低功耗, 调制解调器, MSP430, CMX868

本文介绍一种采用电话线直接供电而无需外部电源的调制解调器。电话局交换机通过提供直流馈电的方式向用户供电,一般直拨电话的空载电压为48V,分机为24V。要使电话线可靠连接,即可以可靠地通话或者通信,就必须使摘机电流超过20毫安,因为只有当电话线回路的电流超过一定值,才能启动电话局相应的入网继电器。对于这20毫安,一般的电话机或者调制解调器都是直接由恒流源回流掉而不加以利用。而在电话线直接供电的调制解调器中,将充分利用这部分电能,给整个调制解调器供电,并且通过供电接口将节余的电能供给下位机。当然,这里的20毫安,是指在连接状态下,而在非连接状态下,电话线回路的电流则不能超过一定值,否则对方在与本调制解调器建立连接时会检测到忙音,从而无法建立连接。一般这个值应至少小于10mA。所以,可以利用的电能是比较有限的,选择低功耗的元器件成为实现目标的关键。

1 硬件设计

1.1 数据采集系统的网络结构

电话线供电调制解调器实际上是一个数据采集网络中的一部分。如图1,整个数据采集网络由上位机(PC机)、本地调制解调器、远程调制解调器以及诸下位机(数据采集节点)组成,本地调制解调器和远程调制解调器通过公用电话网(PSTN)相连接。远程调制解调器即我们所研究的电话线供电调制解调器,它始终工作于被动方式,即只有当被本地调制解调器呼叫时才自动应答。本地调制解调器与远程调制解调器之间的通信协议采用ITU-V.22bis,通信速率为2400bps。远程调制解调器与下位机之间既可以通过RS-232总线相连,也可通过RS-485总线组成网络。

远程数据的采集采用巡检的方式。上位机通过本地调制解调器先与远程调制解调器1建立连接,然后依次采集与远程调制解调器1相连的各下位机;接着与远程调制解调器2建立连接,采集与远程调制解调

器2相连的各下位机……以此循环。也就是说,上位机定时地依次采集各地区的下位机的数据。

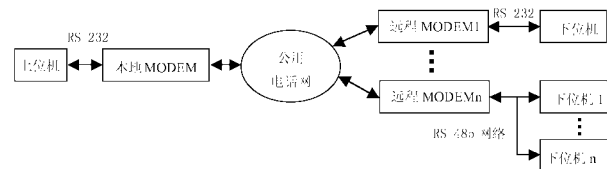


图1 数据采集系统的网络结构

1.2 调制解调器的硬件结构

整个调制解调器由微控制器、调制解调芯片、RS-232和RS-485收发器、电话线接口电路(DAA)、供电电路、以及JTAG调试接口等组成。为了尽量降低系统功耗,我们选用了以下主要芯片。

1)微控制器MSP430F135。最近几年,德州仪器公司(TI)相继推出了多个系列的MSP430 FLASH型16位单片机,它们的最大特色是超低功耗,特别适用于各种电池供电的智能仪表。MSP430F13X/14X是其中的一个系列,其特点有:在1MHz的工作频率下,其功耗只有280uA@2.2V,并且有多种省电模式;处理能力强大,因采用了RISC结构,指令周期最短可达125ns;片上外围资源丰富,共有6×8个I/O口,其中2×8个具有外中断功能,还具有3个定时器单元、8路12位A/D、模拟比较器等;开发方式简便高效,主程序采用FLASH ROM,通过JTAG编程接口可以反复修改程序,大大提高了开发的效率。根据对程序和RAM容量的实际需求,我们选择具有16KB FLASH和512B RAM的MSP430F135。

2)调制解调芯片CMX868。CMX868是CML公司于近年推出的一款低功耗调制解调芯片,适用于远程数据采集。它支持多种协议,最高通信速率为2400bps,对应协议为ITU-V.22bis,对应调制方式为QAM。图2为其内部结构框图。

另外,我们选择了功耗很低的RS-232收发器

LTC1385 和 RS-485 收发器 LTC1480 以及专门应用于电信领域的降压型 DC/DC 开关稳压器 LT1676。

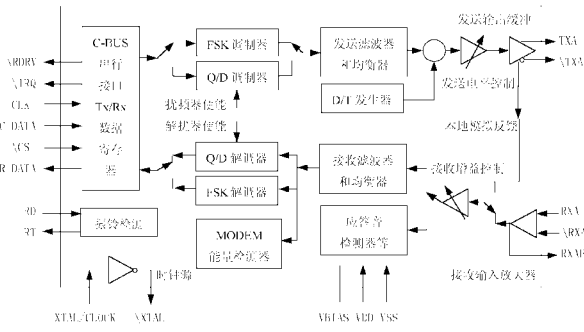


图 2 CMX868 内部结构框图

表 1 为各主要芯片功耗参数的小结。

表 1 主要芯片功耗参数

芯片名称	测定条件	睡眠或关闭模式下的功耗	活动模式下的功耗
微控制器 MSP430F135	Vcc=3V, f=1MHz	1.6μA(低功耗模式 3)	420μA
调制解调芯片 CMX868	Vcc=3V	2μA	3mA
RS-232 收发器 LTC1385	Vcc=3.3V	0.2μA	200μA
RS-485 收发器 LTC1480	Vcc=3.3V	1μA	300μA(接收) 400μA(发送)
开关稳压器 LT1676	Vin=48V, Vcc=5V	30μA	620μA

图 3 为调制解调器的硬件框图。

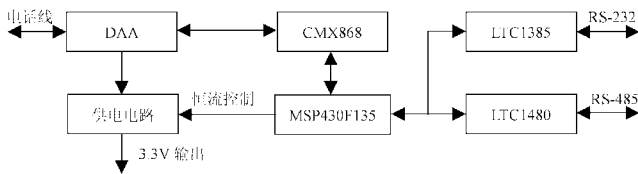


图 3 调制解调器硬件框图

电话线接口电路 DAA 主要由振铃电路和信号调理电路组成,这部分电路与调制解调芯片 CMX868 共同完成振铃检测以及信号的调制与解调。CMX868 通过 C-BUS 总线与微控制器 MSP430F135 进行数据传输,C-BUS 由类似于 SPI 的同步串口和片选线以及中断线组成。供电电路首先通过整流将交流电变换为直流电,然后通过 DC/DC 开关稳压器变换为 3.3V。这 3.3V 除了给调制解调器的各芯片供电外,还可将可能多余的电能另作它用,如供给下位机、传感器等。供电电路中还包括恒流电路,用于当处于连接状态时使通过电话线的电流保持在 20mA 左右,以保证数据的可靠通信,当处于非连接状态时,恒流电路不起作用。恒流电路是否工作由微控制器进行控制。

为了降低非连接状态下的功耗,我们让 MSP430F135 和 CMX868 都处于睡眠模式,主程序停止运行,只保留振铃检测和 C-BUS 处于活动状态。当检测到振铃时,CMX 通过 C-BUS 中的中断线唤醒微控制器,微控制器随后唤醒 CMX868,调制解调器开始与呼叫方建立连接。

1.3 DTE 速率快于 DCE 速率问题的解决

DTE 速率是指 DTE(数据终端设备,如 PC、各种

下位机等)和 DCE(数据通信设备,即调制解调器)之间的通信速率,DCE 速率是指 DCE 之间即电话线上的数据传输速率。一般情况下,DTE 速率大于 DCE 速率,也就是说,DCE 可能来不及接收 DTE 发来的数据。通常有两种方法来解决这个问题。一种是采用握手,具体可分为硬件握手和软件握手。硬件握手也叫硬件流控(CTS/RTS),发送者和接收者通过硬件信号线进行流量的控制;软件握手也叫软件流控(XON/XOFF),接收者通过在发送字符中嵌入特殊字符的方法通知发送者停止发送或者继续发送。一般情况下采用硬件握手,最常见的就是标准的 5 线制 RS-232 串口。二是在 DCE 中开辟缓冲区,以使接收到的数据不至于被后面的数据覆盖。

当调制解调器与下位机之间以 RS-232 总线连接时,采用硬件握手的方法。当以 RS-485 总线连接时,由于 RS-485 总线的传输距离比较远,故不能采用硬件握手的方法;而且一般情况下是半双工的,也不能采用软件握手的方法。所以采用开辟缓冲区的方法。

2 软件设计

在系统的软件设计中,采用模块化设计方法,使得程序结构清晰,便于今后进一步扩展系统的功能。系统软件由以下模块构成:主程序、振铃检测子程序、建立连接握手子程序、数据传输子程序、串口收发中断服务程序、定时器中断服务程序、外部中断服务程序等。限于篇幅,我们仅介绍系统的主程序。

主程序流程如图 4 所示。当进入低功耗模式后,主程序停止运行,直到被振铃外部中断唤醒。在检测完振铃且握手成功后,系统便开始在呼叫方与下位机之间传递数据,直到检测到载波消失,说明呼叫方已经断开连接,本方也自动断开连接,并返回到低功耗模式,等待对方的下一次呼叫。

3 结束语

在分机线上处于非连接状态,同时 3.3V 输出接口空载的情况下,通过电话线的电流仅为 2.2mA,几乎不对建立连接产生影响;而且,当 3.3V 接口输出 5~6mA 时,也仍可靠连接。电话线供电调制解调器已成功应用于野外明渠流量的远程数据采集系统。[收稿日期:2003.2.25]

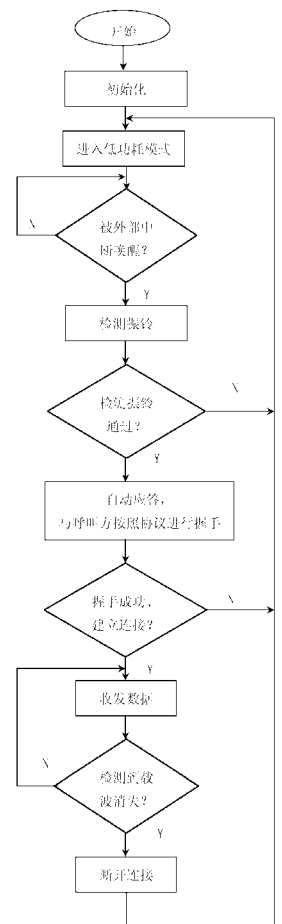


图 4 主程序流程图