

基于 DTMF 的有线载波控制系统

易文翠¹, 彭东林², 潘远亮¹, 涂治河¹

(1.重庆大学 机械传动国家重点实验室, 重庆 400044; 2.重庆工学院 电子工程系, 重庆 400050)

摘要: 根据有线载波通信的原理和双音多频 DTMF(Dual Tone Multi Frequency)编码,同时利用单片机实现对目标负载有线遥控的智能控制系统。介绍了有线载波数据传输的基本原理及利用 DTMF 信号编码的特点,给出了控制系统的硬件设计、模块组成及软件设计的程序流程。针对载波线路易受干扰,提出了系统的抗干扰措施。试验表明,控制系统稳定可靠,能够达到借助电力线实现载波控制的目的。

关键词: 载波; 双音多频; 控制系统

中图分类号: TN 914

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2005)02-0047-03

有线载波是一种有线数据传输方式,它通过将信息加载于电力线进行数据传输。与其他有线数据传输方式不同,有线载波数据传输不需要专用的数据线。这种特点尤其适合于一些特殊的场合。例如由于设备结构的限制,无法布置专用数据线;或者在一些产品中由于受到环境的限制,无线通信的效果不理想,而进行有线数据传输又要极大地增加成本时,有线载波就是一种很好的解决方案。

1 原理

有线载波数据传输采用的信号是由专用的芯片根据数据信息转换成的模拟信号,此信号多为正弦信号,但其频率、幅值等因系统的差异而不同。这种模拟信号的发送、接收都是通过载波电路完成的,它的传输介质就是系统的电源线。接收端将接收到的信号通过解码芯片解调,就得到了由传输点传输过来的数据信息。载波信号的加载、传输以及卸载过程如图 1 所示。

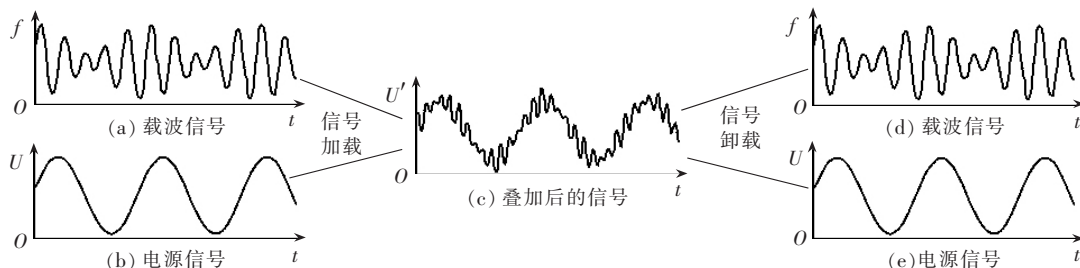


图 1 信号的加载与卸载过程

Fig.1 The processes of signal loading and unloading

程中损耗较大,高频信号幅值要大些,一般为 2 dB。即如果 $f_2 > f_1$, 那么 $A_2 > A_1$ 。DTMF 信号通过专用耦合电路耦合到电力线上,传输到系统中的各电器单元。各电器单元通过与加载方式完全相反的过程将控制信息从电力线上下载,这样就完成了数据传输过程。

为了便于理解,这里将电源信号表示为 $U(t)$,载波媒介信号则用 $f(t)$ 表示,经过加载后,电源线上的信号为 $U'(t)$ ^[1],因此有

$$U'(t) = U(t) + f(t) \quad (1)$$

与信号的调制、解调过程不同,载波信号的加载和卸载过程是载波媒介信号与电力信号叠加和分离的过程。为了表示方便,图中载波信号的频率取得较实际小。具体载波信号的频率、幅值等与采用的芯片及电力线有关。在工程应用中采用的载波媒介 $U(t)$ 可以不同,图 1 中的载波媒介是交流信号。

可以作为有线载波传输方式中信息载体的信号有很多种,本文研究采用双音多频 DTMF(Dual Tone Multi Frequency)信号,它被广泛应用于有线信号传输,特别是在电话网络中。DTMF 信号是由两个频率相近的正弦波信号叠加而成的^[1],即

$$f(t) = A_1 \sin(2\pi f_1 t) + A_2 \sin(2\pi f_2 t) \quad (2)$$

这里 f_1 和 f_2 代表两个不同的频率, A_1 和 A_2 代表两个频率信号的幅值。由于高频信号在传输过

2 控制系统设计

2.1 控制系统硬件设计

2.1.1 硬件框图

如图 2 所示,给出了控制系统的框图,主控制单元由单片机通过扩展键盘接受控制命令,经过命令识别、处理,然后控制 MT 8888 芯片,产生 DTMF 信

数据传输口^[2]。本研究中采用的DTMF信号发送、接收芯片是由MITEL公司出品的MT8888CE。它具有功能强、功耗低,工作稳定、可靠等优点,因此在DTMF信号调制解调的场合得到了广泛的应用。该芯片能够直接与微控制器接口,产生或者接收DTMF信号。



Fig.2 The block diagram of hardware

如图 3 所示本控制系统使用的是 PIC 单片机,它集成了很多的硬件功能,其外围配置非常简单、明晰,具有较强的抗干扰性,大大提高了抵御外界电磁干扰能力。

在本研究中使用的 PIC16C64 中 RA1~RA0 作模拟串口;RB7~RB4 引脚电平变化将产生中断,用作键盘输入口;RD7~RD0 用作对 MT 8888 的控制和

如图 3 所示主控制单元由两部分组成。一部分是有专用键盘和显示控制芯片 HEF4094 为核心的人机接口^[3],另一部分是以 MT 8888 为核心的 DTMF 编码信号发送和接收电路。两部分电路的工作由 PIC16C64 单片机统一协调指挥。主控制单元只留有两个接口,一个是电力线接口,一个是地线接口,这样整个模块的使用就相当简单。

电器控制单元和主控制单元工作过程相反,其硬件电路和主控单元基本相同,通过专用卸载电路将DTMF信号从电力线上取出,送入芯片MT8888。单片机接收到输入的信号处理后控制相应的电器元件。

控制系统软件分主控制单元及电器控制单元两部分。电器控制单元根据控制对象的不同而有所区别。整个控制系统的控制程序由主程序、按键识别程序、发送与接收程序、中断响应程序组成。主程序



Fig.3 The circuitry of control module

的初始化包括对单片机自身工作方式的初始化,显示模块的初始化,对 MT8888 的初始化,然后是键盘模块的初始化。控制系统采用了休眠方式,并设置为由中断唤醒。这种方式极大地减少了电能损耗,也提高了系统抗干扰能力。单片机在完成对系统的初始化后,就进入休眠状态。然后,由与键盘操作有关的 PORTB 口中断或者 MT8888 的接收中断将它唤醒,单片机进入相应的处理程序。处理完成后,单片机将判断是按键中断,还是发送、接收中断,然后执行相应的子程序操作,操作完成后系统又进入休眠等待下次中断的发生。主控制模块的软件流程如图 4 所示。

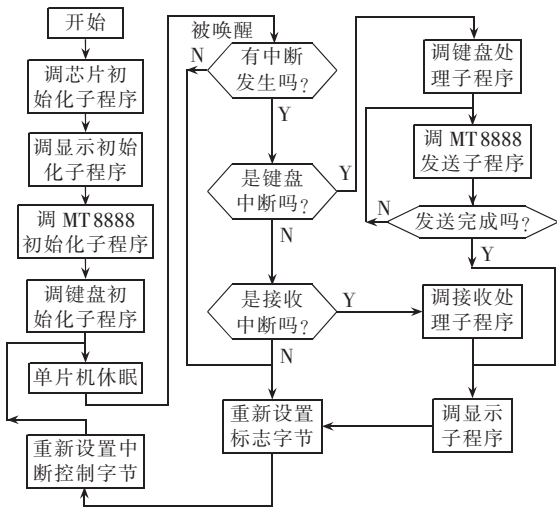


图 4 主控制模块软件流程
Fig.4 The flowchart of master control module

3 系统抗干扰措施

电力线路上的干扰源包括脉冲噪声和等幅振荡波干扰。干扰对通信系统可以产生突发性影响,引起瞬间的高误码率,甚至造成通信中断。所以,必须对系统采取相应的抗干扰措施。

a. 采用专用的滤波加载、卸载电路^[4]。由于电磁干扰多为高频,而 DTMF 信号的频率范围相对集中,限于 697~1633 Hz 的较低频率范围,为了隔离干扰,系统中加入了低通滤波环节。经过多次试验,确定此低通滤波器的滤波频限值设置为 2 kHz,此频带完全能够通过所有的控制信号,而又滤掉电力线上的高频信号。使用证明此模块能够很好地完成信号的加载、卸载操作,又能够隔离电路干扰。

b. 在系统中芯片工作于中断使能状态。这样,控制单片机能够在发送、接收中断产生后去执行相应的操作,而在其他时间则可进入休眠状态。外来干扰唤醒单片机后,单片机首先判断来的是什么信号,如果是正常的中断信号,就执行,否则又进入休眠状态。这样就有效地防止了外来干扰,又能够减少系统的电力损耗。

c. 为了提高系统的抗干扰能力,在软件方面,控制系统也采取了一定的措施。首先,为了防止系统进入死循环状态,利用了集成在 PIC 单片机内的看门狗定时器,如果由于外部干扰,或者外部条件出现意外的变化导致系统进入死循环,该定时器将在设置的时间到达以后,复位控制系统,从而保证了系统的可靠性。另外,为了防止系统程序的乱飞,进入芯片程序存储区的空白区域,使系统反应速度减缓,系统在程序的这些区域每隔几个字节就写入了如下指令: NOP; GOTO START, 这样在发生意外出现程序乱飞时,一旦进入这些区间能够保证程序的执行跳转到主程序,使系统恢复正常工作。

d. 载波数据传输是以广播方式进行的,其数据格式初步确定为包含 5 个数据段,即:开始标志段、地址段、控制内容段、校验段和结束标志段。开始标志段是为了与系统中的干扰区别开来。标志段的长度一般为 2 个字节,其内容可以为 AA,55 等。这样根据总线控制系统的设置,各个电控单元 ECU 根据对接收到的数据的开始段进行判断,可以把干扰与正常的数据区别开来。这一点与数据格式中最后的结束标志段相类似,只是在结束段中采用的数据不同而已。校验数据段采用了奇偶校验方式,确保正确的传输数据。

4 应用实例

如图 5 所示将本控制系统安装在汽车样车上控制汽车的照明系统,将主控单元放在驾驶员的控制仪表盘上,电器控制单元放在各个车灯附近。实验表明本控制系统安装容易、调试方便、使用稳定可靠,完全能够实现汽车上原有装置的功能。

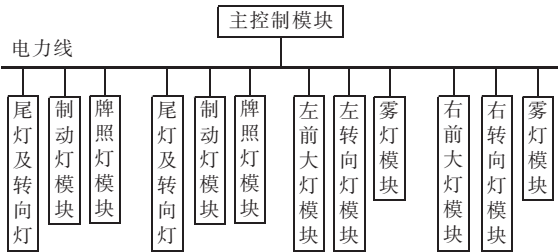


图 5 车灯控制系统
Fig.5 The car lamp control system

5 结论

根据有线载波原理和 DTMF 编码技术实现了以 PIC16C64 为微处理器的控制系统,以电力线作为传输通道,实现对目标负载的有线遥控。试验表明,该控制系统完全可以实现有线载波数据传输,可用于大型建筑物(如学校、宾馆等)照明系统的开关,报警系统和汽车车灯、门窗的控制,有较好的实用价值。

参考文献:

[1] OPPENHEIM A V. 信号与系统 [M]. 刘海棠译. 西安: 西安交通大学出版社, 1998.

[2] PREDKO M. PICmicro 微控制器编程与自主开发[M]. 姜汉龙译. 北京: 电子工业出版社, 2001.

[3] 蒋俊峰. 单片机串行通信接口扩展技术 [J]. 世界电子元器件, 2003, (8): 69-71.

JIANG Jun-feng. Serial communication interface expanding technology [J]. **The World Electron Component**, 2003, (8): 69-71.

[4] 吕仲瑜, 孟 力, 李 璐. 低压电力线载波通信中的抗干扰问题[J]. 电测与仪表, 2003, 40(6): 36-39.

LÜ Zhong-yu, MENG Li, LI Lu. The problem of anti-jamming in the low-pressure power line communication [J]. **Electrical Measurement and Instrumentation**, 2003, 40(6): 36-39.

(责任编辑: 戴绪云)

作者简介:

易文翠(1974-), 女, 四川简阳人, 硕士研究生, 研究方向为机械电子(E-mail: yiwencui003@21cn.com)。

Carrier control system based on DTMF

YI Wen-cui¹, PENG Dong-lin², PAN Yuan-liang¹, TU Zhi-he¹

(1.Chongqing University, Chongqing 400044, China;

2.Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, China)

Abstract: Based on the principle of carrier communication, an intelligent control system is presented, which applies single chip microcomputer and DTMF (Dual Tone Multi Frequency) coding technique to realize remote control of objective load. The principle of carrier data transmission is introduced, as well as the characteristics of DTMF coding. The hardware design, module configuration and program flowchart of software design are given. Measures of interference rejection are proposed. The test results show that the control system is stable and reliable, and meets the requirement of carrier control with power line.

Key words: carrier; DTMF; control system