

文章编号:1007-6492(2001)02-0069-04

一种软件实现电力线载波扩频通信的方法

王海涛, 高金峰

(郑州工业大学电气信息工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要:介绍了扩频通信的基本原理,分析了扩频通信的抗干扰特性.在此基础上,阐述了电力线载波通信系统的基本结构,提出了一种利用单片机软件编程实现电力线载波扩频通信的方法.利用计算机仿真分析其在不同信噪比条件下误码率的变化,结果表明,该方法能在不增加硬件成本的情况下,仅仅通过软件算法的实现,就能达到提高通信质量,降低误码率的目的.

关键词:扩频通信;电力线载波;单片机;软件

中图分类号: TN 913.6 **文献标识码:** A

0 引言

利用电力线作为信息传送信道具有其他信道所不具备的优越性——经济性.在现代社会,电力线作为最主要的能源传输媒体,几乎无处不在,而电力线所传输的交流电流只占用了 50 Hz 的频率,因此,电力线中还有很宽的频带可以利用.充分利用电力线的高频段资源,将其作为通信信道来传输数据、图像等信息,将无处不在的电网进一步发展成为数据通信网,可以避免重复铺设通信信道,从而大大节约成本.

过去,人们利用常见的窄带通信方式如频率调制(FM)、频移键控(FSK)、正交相移键控(QPSK)等进行载波调制,但由于电力线的时变通道特性,在任何频率、任意时间都可能存在衰减和干扰的存在,通信效果并不理想.目前有 SSG-THOMSON 公司的 ST7536,美国国家半导体公司的 LM1893 的载波芯片,最远通信距离仅达到 300 m.

上面两个问题的出现,是由低压电力线的特性所决定的.研究表明^[1,2],低压电力线通道的高频特性不具有一般性,不同线路的特性差异很大,即使是同一条线路,其特性亦有时变性.特别是近年来家用电器的日益增多,高频开关电源的使用,电力线的通信特性更加恶劣,一般的通信方式很难取得良好的通信效果,扩频通信技术的出现,能够较好地解决这个难题.

扩频通信是指将信息频带展宽,使其在更宽的频带内传输,在接收端通过相关接收来恢复原始信息带宽的一种技术.系统牺牲带宽以降低对信噪比的要求,使信息传输更为可靠.

利用扩频通信这一先进的通信技术,通过采用信号处理算法及简单的硬件设备,在信道特性不变的条件下,即可使通信过程中的模拟通信的信噪比提高或数字通信的误码率降低几个数量级,从而在复杂多变信道中获得高可靠、高质量通信成为可能.

尽管已有专用电力线载波扩频芯片出现^[3],本文则介绍一种采用单片机软件实现扩频通信的方法.

1 扩频通信的基本原理

1.1 扩频通信的理论依据

(1) 扩展频谱技术的理论基础可用香农(C. E. Shannon)信道容量公式^[4,5]

$$C = W \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

来描述.该公式表明:在高斯通道中,当传输系统的信号噪声功率比 S/N 下降时,可用增加系统传输带宽 W 的办法来保持信道容量 C 不变.对于任意给定的信号噪声比,可以用增大传输带宽来获得较低的信息差错率.扩展频谱技术正是利用这一原理,用高速率的扩频码来达到扩展待传输的数字信息带宽的目的.扩频通信系统的带宽比常

收稿日期:2001-01-10;修订日期:2001-04-08

基金项目:河南省自然科学基金资助项目(984060100)

作者简介:王海涛(1975-),男,河南省开封市人,郑州工业大学硕士研究生.

规通信体制大几百倍至几千倍.故在相同的信噪比条件下,具有较强的抗噪声干扰的能力.

(2) 香农又指出,在高斯噪声的干扰下,在限平均功率的信道上,实现有效和可靠通信的最佳信号是具有白噪声统计特性的信号.这是因为高斯白噪声信号具有理想的自相关特性.但是对于白噪声信号的产生、加工和复制至今仍然存在着许多技术困难,然而人们已经找到了一些易于产生又便于加工和控制的伪随机序列,它们的统计特性逼近于高斯白噪声的统计特性,也就是说它逼近于高斯信道要求的最佳信号形式.所以用伪随机码扩展待传基带信号频谱的扩展频谱通信系统,优于常规通信体制.

(3) 早在 50 年代,哈尔凯维奇 (A. A. Халкевич) 就从理论上证明:要克服多径衰落干扰的影响,信道中传输的最佳信号形式也应该是具有白噪声统计特性的信号形式.扩频函数(伪码)逼近白噪声的统计特性,因而,扩频通信又具有抗多径干扰的能力.

1.2 扩频通信的方式

扩频通信系统按其工作方式可以分为下列几种:①直接序列扩频(DS, Direct Sequence Spread Spectrum).它是由伪码直接扩展频谱的系统,或称伪噪声系统.这种系统在发送端用一组伪随机码序列直接去调制载波,进行扩展频谱,即其载波被一个数码率远高于信息带宽的数字序列调制.直接序列扩频是一种最为常见的扩频方式.②跳频扩频(FH, Frequency Hopping).③跳时扩频(TH, Time Hopping).④线性调频(chirp).⑤混合系统.

2 电力线载波扩频系统结构

扩频技术具有优越的抗干扰、抗多径衰落等性能,这为实现高效电力线载波通信提供了诱人的前景.

图 1 给出一种电力线载波扩频通信的多址数据通信系统的框图,其中调制解调模块可根据需要采用适合电力线通信的 modem 芯片,也可采用模拟器件实现.

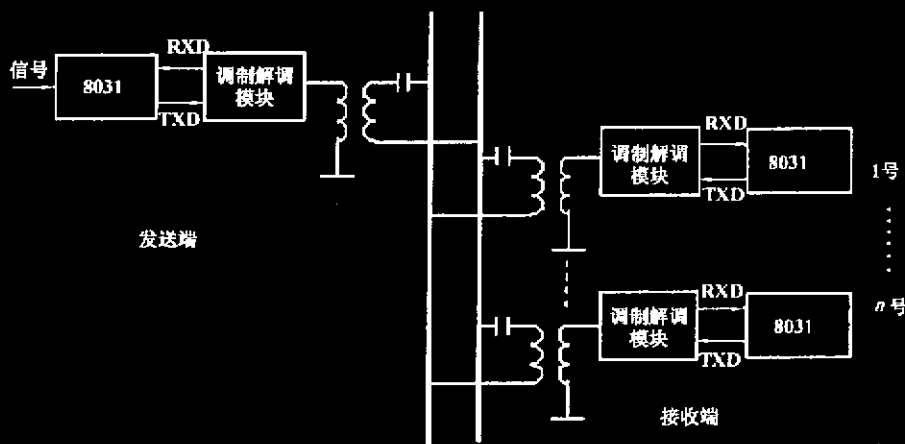


图 1 电力线载波通信系统框图

Fig.1 Power line carrier communication system

为提高通信质量,在单片机完成具体任务的同时,利用软件优势增加伪随机码产生、扩频及相关解扩的功能模块,从而在不增加硬件投资的情况下,增加通信距离,提高通信的可靠性,降低误码率.实验证明,采用软件扩频的思路是可行的,它为利用低压电力线载波进行通信提供了一个新的思路和有效的方法.

3 扩频软件的设计与实现

3.1 伪随机序列的选择和实现

对于扩频通信而言,伪随机序列的相关性是至关重要的.在扩频通信中,抗干扰、抗多径、抗截获、多址性等特点都与扩频序列密切相关.扩频序

列的特性,很大程度上决定了整个扩频通信系统的性能.因而,也对扩频序列提出了各种需求.通常要求伪随机序列满足:①有尖锐的互相关性;②尽量小的互相关值;③足够多的序列数;④序列平衡;⑤足够多的正交序列数等理想特性.

目前常用的伪随机序列有 m 序列、Gold 码、GMW 码,以及最近研究比较多的混沌扩频序列等.为方便软件编程,在本例中选择 31 位的 GOLD 序列.GOLD 序列具有良好的自、互相关特性,且地址数远大于 m 序列地址数,扩频用 GOLD 序列采用 MATLAB 实现,作为数据存放在 ROM 中,根据需要可选择要求的 GOLD 序列来完成扩频和解

扩.

3.2 软件设计

实现通信功能的单片机软件由发送和接收两大部分组成,分别如图2和图3所示.

从框图中可以看出,其不同于一般通信软件的地方是在发送和接收软件中嵌入了扩频和解扩子程序.

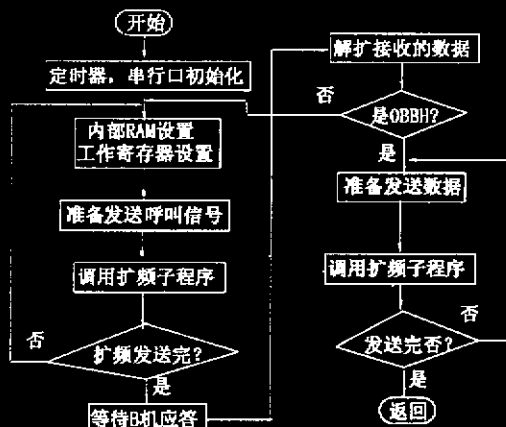


图2 发送主程序

Fig.2 Sent main Programme

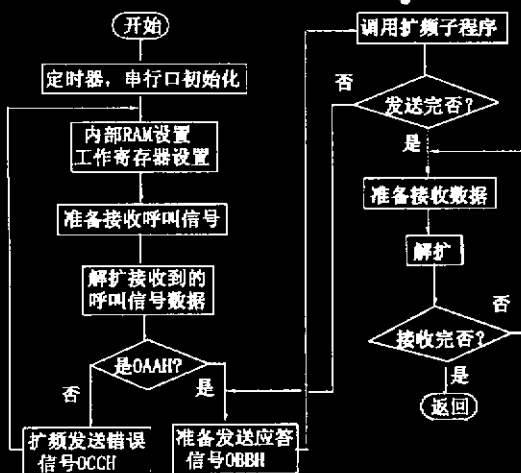


图3 接收主程序

Fig.3 Receive main programme

在编制扩频与解扩子程序前,首先要做的是根据单片机的速度、容量大小确定扩频倍数及解扩判据.理论上讲,增加扩频倍数及合理的解扩判据都能够有效地降低误码率,提高通信质量.本软件设定扩频倍数为40倍.

图4和图5分别给出了扩频解扩子程序框图,从图中可以看出,扩频时,需要对每位进行扩频.解扩过程中,除了完成伪码序列的恢复外,还采用了所谓的5选3判据(针对扩频倍数为40的情况),以进一步降低由于通信信道可能造成的误码.

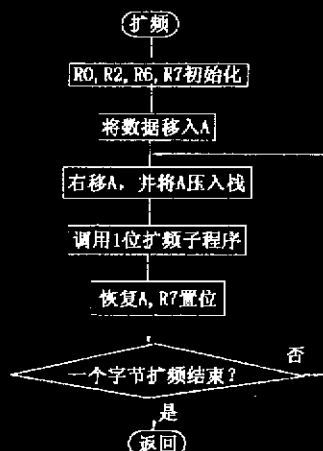


图4 扩频子程序

Fig.4 Spread spectrum sub - programme

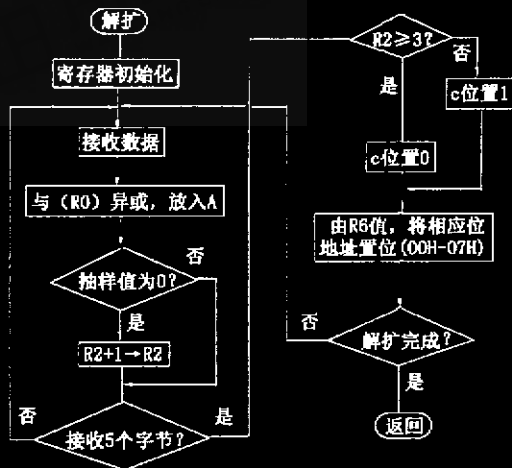


图5 解扩子程序

Fig.5 Despread sub - programme

4 仿真分析

为了比较直接载波调制与扩频两种方法在信号传输过程中的抗干扰效果,我们利用 Matlab 软件进行了仿真研究.仿真中利用高斯噪声发生器产生均值为0,方差为 σ^2 的高斯随机序列,为将其分别叠加到两种方式传送的数据上.图6为不同信噪比条件下,两种数据传输方法的误码率曲线.

图中'*'代表未扩频载波通信,'.'代表扩频通信方式.由图中可以看出,扩频通信方式在提高通信质量,降低误码率方面有着明显的优势.在相同信噪比条件下,扩频比未扩频误码率能够降低一个甚至多个数量级.因此,利用扩频技术实现电力线载波通信是可行和有效的.

5 结束语

在电力线载波的很多应用场合,如自动化抄

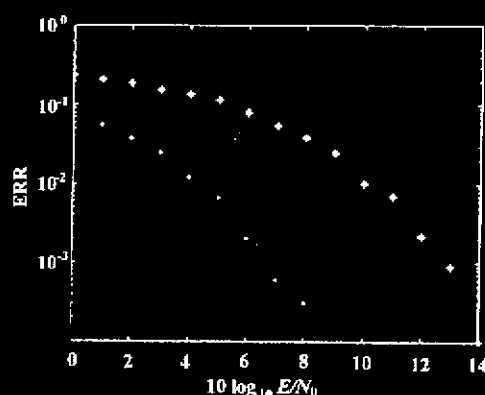


图6 扩频前后的误码率比较曲线

Fig.6 The bit error curve of spread and unspread
表等,都有智能芯片——单片机存在.本文给出的利用单片机的软件资源实现扩频的方法,在不增加成本的情况下,能够降低传输过程中的信号误码率,提高信号传输的质量,因此具有一定的应用价值.

参考文献:

- [1] VINES R M, TRUSSELL H J, GALE L J, et al. Noise on residential power distribution circuits[J]. IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility, 1984, 26 (4): 161 - 168.
- [2] CHAN M H L, DONALDSON R W. Attenuation of communication signals and residential and commercial intra-building power - distribution circuits[J]. IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility, 1986, 28 (4): 220 - 230.
- [3] SHWEHDI M H, KHAN A Z. A power line data communication interface using spread spectrum technology in home automation[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1996(11): 5 - 13.
- [4] 查光明, 熊贤祚. 扩频通信[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1997.
- [5] 李振玉, 卢玉民. 扩频选址通信[M]. 北京: 国防工业出版社, 1988.

A Method for Power Line Carrier Communication by Software Spread Spectrum Technique

WANG Hai - tao, GAO Jin - feng

(College of Electrical & Information Engineering, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: First, the principle of spread spectrum communication is presented. Second, the anti - interference performance of the technology is discussed. The composition of power line spread spectrum communication is described. Based on the above study, a method for power line carrier communication by using singlechip software programming is presented based on the spread spectrum technique. Simulations are performed to evaluate the bit error. The results testifies the possibility of low cost and high communication quality with the method.

Key words: spread spectrum communication; power line carrier; single chip; software