

# 基于LabVIEW的FSK调制解调仿真设计

邵琦 杨絮 吕刚  
(长春理工大学电信学院 吉林长春 130022)

摘要:本文阐述了在LabVIEW软件平台上实现通信系统仿真的方法,并以二进制移频键控(2FSK)为例详细论述了仿真过程。实验结果表明,在LabVIEW软件平台上可以很方便对各种通信链路、调制解调、编解码等进行动态系统仿真。

关键词:LabVIEW FSK 仿真

中图分类号:TP29

文献标识码:A

文章编号:1674-098X(2010)06(c)-0045-02

传统的模拟无线通信一般采用调频(FM)和调幅(AM)两种方式,它们已不能适应高速数据通信的要求。进入80年代后,数字无线通信方式以其便于传输和交换、便于存储、处理、抗干扰能力强、差错可控等优点成为主流,其调制方式有振幅键控(ASK)、移频键控(FSK)和相移键控(PSK),其中以移频键控(FSK)以具有方法简单、易于实现、抗噪声和抗衰落性能较强以及解调无须恢复本地载波等优点而在现代数字通信系统的低、中速数据传输中得到广泛的应用。由于数字键控多采用二进制,所以二进制移频键控即(2FSK)应用最为广泛。例如我们常见的餐厅无线点餐系统,其中无线传输部分就使用FSK的调制解调。下面对2FSK的调制解调进行仿真。

## 1 数字通信系统模型

数字通信系统是利用数字信号来传输信息的通信系统。其数字通信系统模型如图1所示,这里的发送设备包括信源编码、信道编码和调制三个部分。信源编码是对模拟信号进行编码,得到相应的数字信号;而信道编码则是对数字信号进行再次编码,使之具

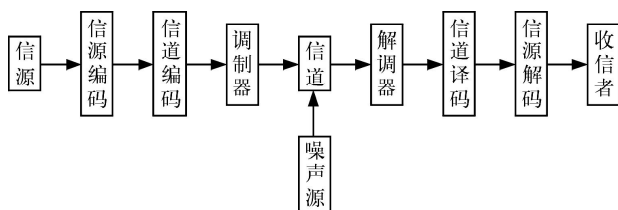


图1 数字通信系统模型图

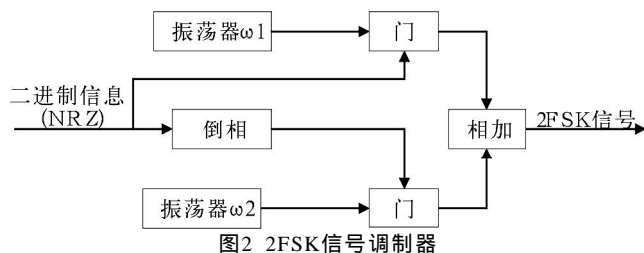


图2 2FSK信号调制器

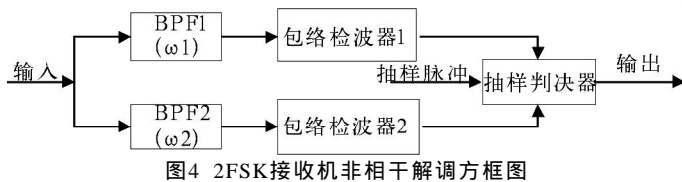


图4 2FSK接收机非相干解调方框图

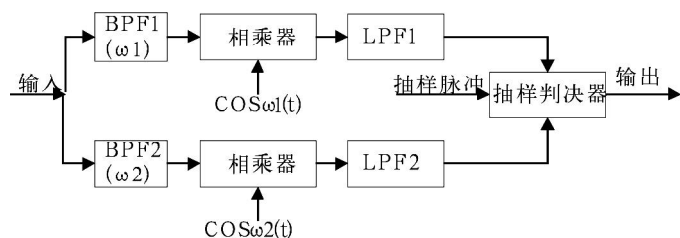


图5 2FSK接收机相干解调方框图

有自动检错或纠错的能力。数字信号对载波进行调制形成数字调制信号。高质量的数字通信系统才有信道编码部分。本文的2FSK完成的是信源调制/解调部分。

## 2 二进制频移键控(2FSK)

### 2.1 2FSK调制

在二进制数字调制中,若正弦载波的频率随二进制基带信号的变化而变化,“1”符号对应载波频率 $f_1$ ,”0”符号对应载波频率 $f_2$ 。则产生二进制频移键控信号(2FSK)。可见,2FSK是用不同频率的载波来传递数字信号的。

假设二进制基带信号“1”符号对应频率 $f_1$ ,”0”对应载波频率 $f_2$ 。则产生二进制频移键控信号(2FSK)的时域表达式为:

$$S_{2FSK}(t) = y_1(t) + y_2(t) = s(t) \cos(\omega_1 t + j_n) + \overline{s(t)} \cos(\omega_2 t + q_n)$$

$$\text{基带信号: } S(t) = \sum_n a_n g(t - nT_B)$$

这里,  $\omega_1 = 2\pi f_1$ ,  $\omega_2 = 2\pi f_2$ ,  $\overline{a_n}$  是  $a_n$  的反码,  $a_n$  和  $\overline{a_n}$  的取值可表示为:

$$a_n = \begin{cases} 0, & \text{出现概率为 } P \\ 1, & \text{出现概率为 } 1-P \end{cases} \quad \overline{a_n} = \begin{cases} 1, & \text{出现概率为 } P \\ 0, & \text{出现概率为 } 1-P \end{cases}$$

当忽略载波初相位 $j_n$ 和 $q_n$ 时,2FSK信号的时域表达式为:

$$S_{2FSK}(t) = \left[ \sum_n a_n g(t - nT_s) \right] \cos \omega_1 t + \left[ \sum_n \overline{a_n} g(t - nT_s) \right] \cos \omega_2 t \\ = s(t) \cos \omega_1 t + \overline{s(t)} \cos \omega_2 t$$

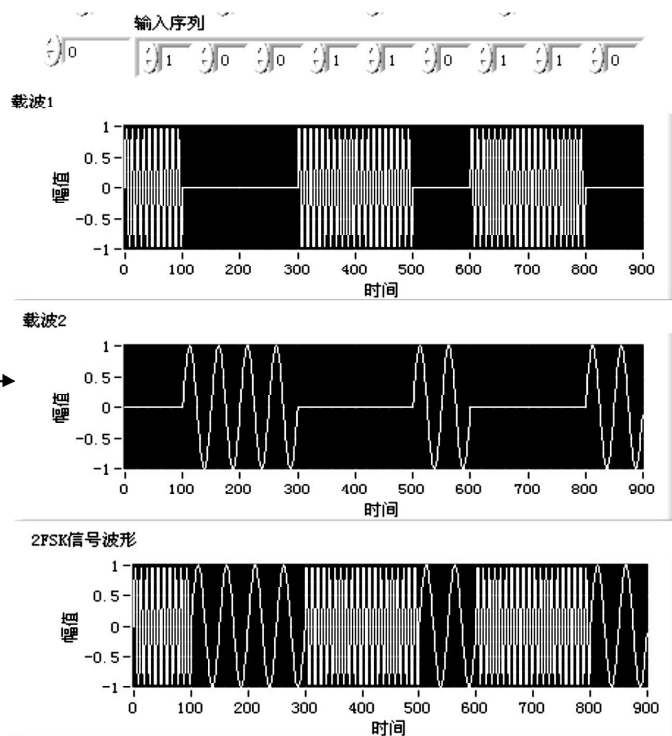


图3 2FSK波形调制图

2FSK调制信号通常用频率选择产生,方框图如图2所示,两个独立的振荡器作为两个频率的载波发生器,它们受控于输入的二进制信号。二进制信号通过两个门电路,控制其中的一个载波信号通过。

2FSK调制信号的仿真波形图如图3所示,2FSK波形图可分解为载波1波形图和载波2形图,即2FSK信号可看成两个不同载波的二进制振幅键控信号的叠加。

## 2.2 2FSK解调

2FSK信号的解调方法很多,有模拟鉴频法和数字检测法,有非相干解调方法也有相干解调方法。其解调原理是将二进制频移键控信号分解为上、下两路二进制振幅键控信号,分别进行解调,通过对上、下两路的抽样值进行比较最终判决输出信号。相干解调、非相干解调原理框图如图4和图5所示。

本仿真解调采用的如图5所示的相干解调方法。将接收信号分

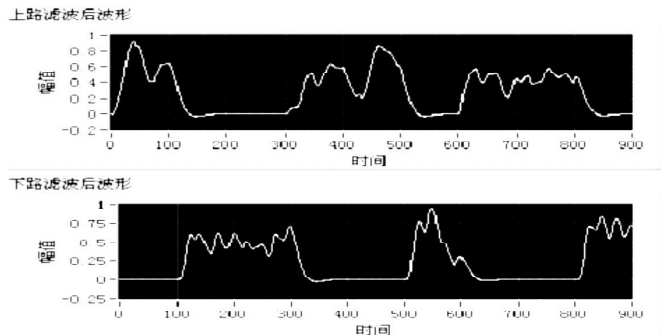


图6 上路滤波后波形图  $s(t)$ 、下路滤波后波形图  $s(t)$

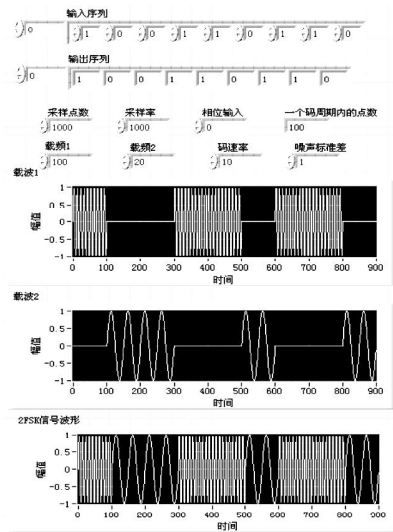


图7 2FSK调制与解调.vi前面板

别经上、下两路,上路乘载波  $f_1$ ,下路乘载波  $f_2$ ,再经过低通滤波,低通滤波器的截止频率为  $(5+\text{码速率})/$ ,可恢复上路  $s(t)$ 、下路  $s(t)$  将它们送入for循环内,在码周期中心点抽样,得到解调后的“输出序列”。原理如图8所示。上路滤波后波形图  $s(t)$ 、下路滤波后波形图  $s(t)$  如图6所示。

## 3 仿真后面板

仿真2FSK调制与解调.vi前面板如图7所示,改变“输入序列”的取值,如将第三位码的“0”改为“1”,可以再“2FSK”信号中对应的第三码周期内信号的频率改变了。另外,在前面板中还可以看到2FSK信号的频谱、解调过程中各点的波形和解调后经抽样判决得到的信宿,即“输出序列”从而验证程序的正确性。

2FSK调制与解调.vi后面板如图8所示:

## 4 结语

通过对图7的输入输出序列的对比,可知LabVIEW仿真电路设计是正确的。使用LabVIEW可方便、快捷地实现各种通信系统的仿真设计与分析。利用LabVIEW软件进行通信工程仿真设计实验,比用硬件进行通信工程实验节省经费、易改变实验内容。并且仿真技术是分析、研究各种系统,尤其是复杂系统的重要工具。随着信息科学的迅速发展,用于研发、测试的仪器更新速度加快,技术含量提高,价格越来越昂贵,采用仿真的方法可以在一定程度上克服仪器设备的不足。随着各种先进的仿真技术的涌现,使仿真不再局限于虚拟,而是软、硬件相结合,仿真软件和硬件设备相结合可实现真正系统。计算机仿真可以用于大部分电子工程、现代通信技术和通信系统的研究工作。

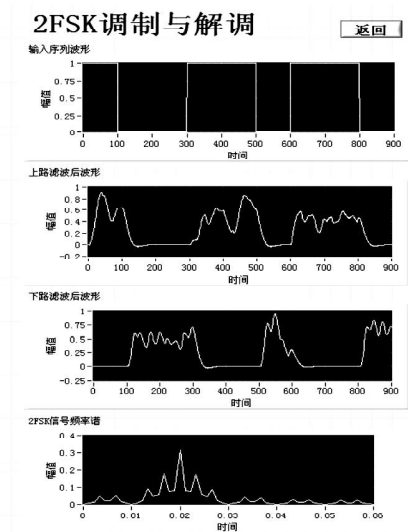


图8 2FSK调制与解调.vi后面板