

利用单片机实现的铁路机车调制信号测量

方 强 汪小澄 李杭生 李良庚 武汉大学动力与机械工程学院自动化系 (430072)

Abstract

The paper introduces a method to measure frequency parameters of modulation signal which utilizes 80c196kB singlechip computer, and analyses the basic measuring principle. The paper also gives the hardware block diagram and system flow chart.

Key words: modulation signal, frequency, measurement, singlechip computer

摘 要

介绍了采用 80c196KB 单片机对调制信号频率参数的测量方法,分析了测频的基本原理,并给出了硬件框图及系统流程图。

关键词:调制信号,频率,测量,单片机

1 引言

在工业测量中,频率信号的测量是非常重要的,其测量技术已比较成熟和完善了。但是,一般的频率测量仅仅是针对定频的,而目前对于调制频率的测量的需求日益增多,这就需要我们重新设计一套测频系统来完成对于调制频率的参数测量。本文所要介绍的是作者针对铁路上的机车信号系统利用 80c196kB 单片机实现的调制信号测量系统。

2 测频原理

目前,在铁路上通常使用的是移频式机车信号系统。这是一种频率调制式的信号系统,它以轨道电路为通道,利用移频信号的形式传送低频控制信息,再通过机车接受设备接受信号控制机车。

移频信号是一种调制信号,它是利用低频控制信号对载波信号的参数进行改变:使载频信号的频率 f_0 随低频控制信号的频率 F_c (TBF) 产生一定形式的变

化,因而也称它为频率调制或调频,图示为调频波形图,移频信号的变化规律是以载频信号 f_0 为中心,作高低频率偏移,如图 1 所示。

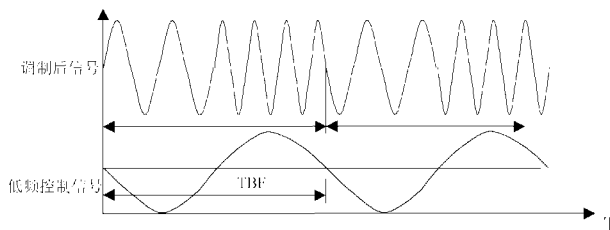


图 1 电压曲线

由图可知,在轨道电路上传送的移频信号是受低频控制信号 F_c (TBF) 控制,作交替变化的高端载频 $f_{\max}$ 和低端载频 $f_{\min}$,二者交替变化一次叫做一个周期 T ,而它们在每秒钟内交替变化的次数是与低频控制信号频率相同的。由于在传输的信号中高端载频 $f_{\max}$ 和低端载频 $f_{\min}$ 作近似突变性的变化,好象

```

=====
then begin
    Session. AddStandardAlias (bio',
        StrDir + ' (ta', 'Paradox' );
    Session. SaveConfigFile;
end;
name. clear;    / 释放字符串列表变量
name. free;

```

5 结束语

本文介绍的胶塞全自动清洗系统具有如下特点:①采用工业控制计算机为主体,可靠性高,抗干扰能力强。②采用 Delphi 开发的应用程序界面丰富,操作简单、方便。③系统控制过程满足胶塞清洗的各

项工艺要求,且具有紧停退出和开机重定位功能。

实践表明,该系统清洗的胶塞满足医药行业的 GMP 灭菌标准,且系统运行稳定、可靠。

参考文献

1. 张万忠、张春光,采用 PLC 控制的多功能蒸气灭菌器,工业控制计算机,1996. 5
2. 虞忠伟、陈辉堂,基于 Windows 环境下硬件中断的机器人关节控制器的设计,微电脑应用,2000. 2
3. 刘韬、肖永顺、王宇,Delphi4.0 数据库编程,人民邮电出版社,1999 年。

频率在移动,因此叫做移频信号.实际上,轨道电路中传输的移频信号是以四种低频控制信号 F_c 分别对四种中心载频 f_0 进行调制后产生的信号波形,即 $f_0 \pm \Delta f$, Δf 称为频偏.综上所述,移频信号实际上是频率参数按照正弦规律变换的正弦交流信号,每秒内变换 F_c 次。

在清楚了调制的原理和过程后,我们就可以进行它的逆过程——解调。

调制信号的主要参数为中心频率 f_0 , 低端载频 (下边频) $f_{\min}$, 高端载频 (上边频) $f_{\max}$, 调制频率 TBF. 如图 2, 可以先测得每一个小周期的 $T_1, T_2, \dots, T_n$ 及 $f_1, f_2, \dots, f_n$, 然后可得:

$$f_0 = (f_1 + f_2 + \dots + f_n) / n$$

$$f_{\max} = \max \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$$

$$f_{\min} = \min \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$$

$$TBF = 1 / (T_1 + T_2 + \dots + T_n)$$

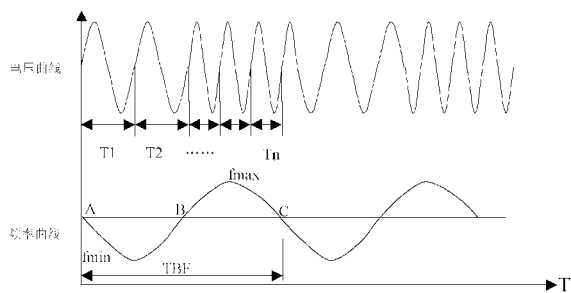


图 2 调制信号

对于测频,由于这里所测对象频率不高,故采用测周法.就是在一个信号周期 T_x (闸门时间)内记录下基准定时脉冲的个数 N ,从而计算出被测信号参数:

$$\cdot \text{被测信号周期 } T_x = N T_s$$

$$\cdot \text{被测信号频率 } f_x = f_s / N$$

$$\text{于是 } TBF = 1 / (N_1 * T_s + N_2 * T_s + \dots + N_n * T_s) = f_s / (N_1 + N_2 + \dots + N_n)$$

整个测频的关键在于过中心频率点即图中 A, B, C 点的确定,它们的精确与否直接关系着 f_0 与 TBF 的精确与否。

3 硬件电路

硬件电路图如图 3。由于篇幅所限,仅列出了测频的关键电路。

考虑到系统的各方面要求以及以后扩展的需要,电路中选用了功能强大的 INTEL 的 80C196KB。

输入的频率信号首先经过滤波,放大,整形等前

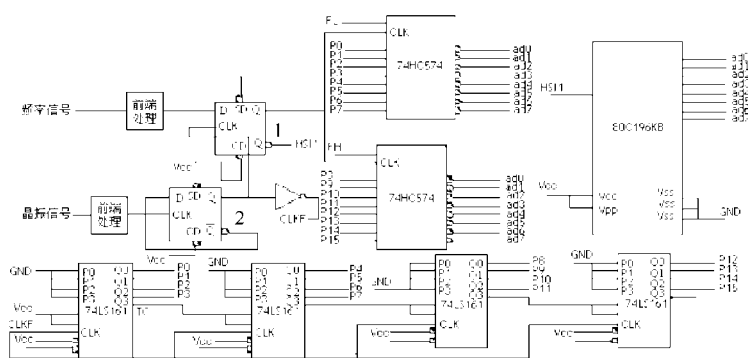


图 3 硬件电路

端处理后转变为方波信号作为 D 触发器 1 的 D 端输入, D 触发器 2 的 Q 端输出作为 D 触发器 1 的 CLK 端输入,其 Q 端输出作为锁存器 74HC574 的 CLK 端输入,端输出作为 80C197KB 的 HSI1 端输入;外部晶振信号经过整形等前端处理后作为 D 触发器 2 的 CLK 端输入,而 D 触发器 2 的端输出作为它的 D 端输入信号,其 Q 端输出经过放大后作为移位寄存器 74LS161 的 CLK 端输入. D 触发器的工作原理在这里就不详述了.电路的工作过程如下:经过前端处理的晶振信号在通过 D 触发器后被二分频,移位寄存器以此晶振信号为基准,信号每正跳变一次自动增一,低位寄存器记满后向高位寄存器进一,如此下去,直至四个寄存器都记满,即记到#FFFFH,然后重复以上过程.当输入频率信号为高,CLK 信号正跳变时, D 触发器 1 的 Q 端输出为高,两个锁存器将由移位寄存器送来的信号锁存,此时,端输出即 80C196KB 的 HSI1 端输入为低, CPU 据此判断可以将锁存器中的 16 位数据分两次读入,如此不断循环,剩下的工作便由软件来完成.在这里需要说明的是,由于基准定时脉冲的频率较高,而且未与输入频率信号精确同步,因此在锁存器锁存移位寄存器内容的时间上可能会存在误差,即不能保证每次的闸门时间 T_x 完全一致,误差为.但通过实验及在实际现场中的应用结果证明,这对频率参数的测量的影响很小,测量精度完全可以达到要求。

4 软件系统设计

程序流程图如图 4。

在解调的原理一节中我们所讨论的如图 2 的频率曲线是理想情形,在实际应用中,往往由于外界干扰或硬件系统本身的诸多因素,使得我们实际测得的频率信号与理想情形有所不同,从而产生测量误差.在本系统的设计过程中,为了获得实际测得的频率信

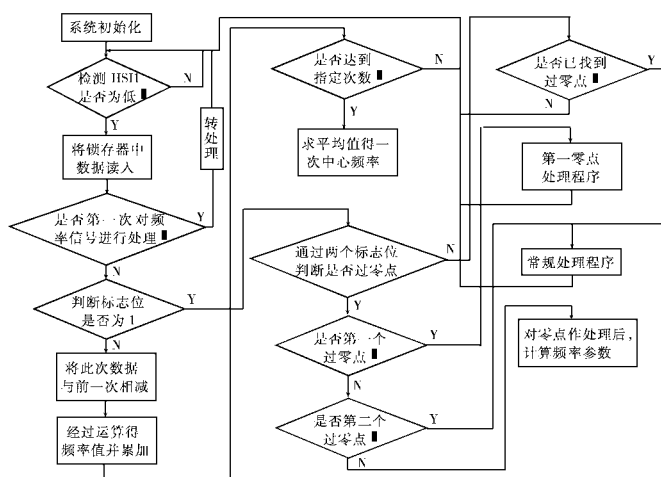


图4 程序流程图

号,作者利用所设计的测频电路对实际信号进行测试,然后将测得的原始数据传至PC机,再利用作者自编的VB程序将原始数据以曲线的形式输出,得到如图5的结果。由图5可以看到,由于硬件电路设计合理,实际信号与理想情形基本一致。

按照第2节中所叙述的方法,必须先确定中心频率 f_0 ,这显然是不容易做到的。但是从图5中我们可以看到:尽管 $f_0' \neq f_0$,但分别以 f_0 和 f_0' 为基准测算出来的频率参数是相等的。由此,我们可以先求一个

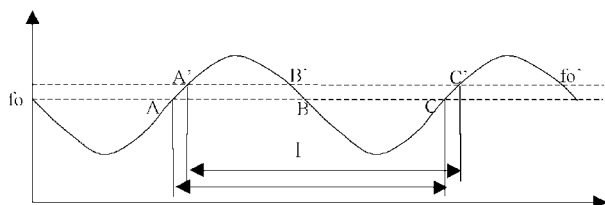


图5 数据曲线图

平均频率 $f_0' = (f_1 + f_2 + \dots + f_n) / n$ 作为中心频率 f_0 的近似值(n 须通过实验确定),然后再依第2节中所述方法测量参数。

系统中软件所需要做的是:(1)采用测周法测频,对每次采上来的样进行计算后得到频率值并对其累加,达到指定次数后求平均,得到一次中心频率 f_0' 。(2)利用上一步得到的一次中心频率 f_0' 对采样值进行判断,根据其与一次中心频率的关系(大于或小于)设置其标志位,然后对本次标志位与前一次比较,若不同则为过中心频率点(即流程图中的过零点),否则不是。若为过中心频率点则通过标志位判断是第几个点,即图5中的 A' , B' , C' 点:1若为 A' 点,则在处理采样数据精确确定 A' 点后,对系

统运行过程中要用到的数据寄存器置初值,再转去等待;2)若为 B' 点,则不必进行特殊处理,直接转至常规处理程序;3)若为 C' 点,则在处理采样数据精确确定 C' 点后,按照第2节中的公式计算被测信号的频率参数。若不是过中心频率点则通过标志位判断是否已搜索到过中心频率点,即是否处于图5中的I区:若是,则直接转至常规处理程序;若否,则转去等待。

图中的‘转处理’是为了避免由于计算频率寄存器初值设置不正确而导致计算出的第一个频率值错误。

常规处理程序主要完成以下几个功能:

- 1) 计算本次寄存器值与前次寄存器值的差值 N_i ;
- 2) 将 N_i 与暂时累加和寄存器中的值进行累加,结果存回暂时累加和寄存器;
- 3) 计算频率值 f_i 并与暂时累加和寄存器中的值进行累加,结果存回暂时累加和寄存器;
- 4) 将当前频率值与上边频暂时寄存器,下边频暂时寄存器中的值比较,若大于上边频暂时寄存器中的值或小于下边频暂时寄存器中的值,则将当前频率值存入相应寄存器,否则不作变化。

5 结束语

本系统在实际环境中应用时发现,现场的干扰比较严重,于是:

1. 对信号的前端处理电路进行改进,加强了滤波处理,尽量将干扰信号滤掉;
2. 对程序中过中心频率点的判断方法进行改进,设置六个字节的标志移位缓冲区,在满足前三个标志相同,后三个标志相同,而且二者不同的条件下才可以认为找到了过中心频率点。这样就可以避免由于干扰尖峰而产生的判断错误;
3. 为防止干扰,提高可靠性,减少转换误差采取了多次测量,设置测量结果缓冲区,连续测量5次,剔除最大和最小值,把剩余3次取平均作为测量结果。

经过以上改进后,测频系统在现场运行良好,各项参数均达标,为需要对调制频率信号进行测量的用户提供了一种廉价、高精度、高可靠性的解决方案。

参考文献

1. 杨继斌 MCS48、MCS51、MCS96 单片机软硬件接口技术的设计与实例. 北京希望电脑公司. 1992.
2. 孙涵芳 INTEL16 位单片机. 北京航空航天大学出版社. 1998