

微电脑超低频多种信号发生器

苏丽英 潘 敦 戴在平

(电子工程系)

摘 要

以微处理机替代电子线路作为超低频信号发生器,它是微处理机应用的一个重要方面——仪器智能化。本文介绍的微电脑超低频信号发生器是以微处理机为基础适当作硬件电路扩充,通过软件的管理控制产生各种可变频的信号波形。

目前已有应用微机作为特殊波形发生器,这类发生器波形都是单一的。

前 言

电子技术领域常用到信号发生器,它长期以来都是模拟电路构成的。这类仪器作为信号源其频率可高达百兆赫,在高频范围其频率稳定度高,可调性好。然而,在科学研究和生产实践中,如工业过程控制、生物医学、地震模拟、机械振动等领域常常需要超低频信号源。作为超低频信号源,要求频率较低(1赫以下)频率稳定准确。按模拟电路来构成超低频信号源,其性能不能令人满意。模拟电路是以文氏电桥 RC 振荡器来组成超低频信号发生器,其振荡频率 $F = \frac{1}{2\pi RC}$ 。用于低频信号源,大电阻或大电容元件制造上有困难,参数准确度难保证,体积大,漏电损耗显著等等,这几方面原因,模拟电路的方式难以保证得到性能优良的超低频信号源。

为了解决模拟电路存在的问题,根据微机是以石英晶体振荡频率为时钟脉冲周期,其时钟周期误差在毫微秒级以下,利用微机开辟作为信号源可以得到频率稳定而且频率很低的各种信号波形。

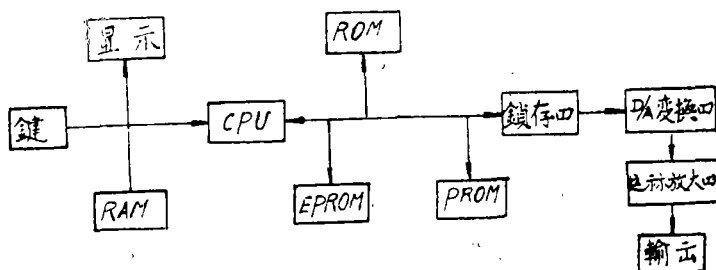
工 作 原 理

以 z-80 单板机为主体,对硬件作接口电路的扩展,并应用软件开发,在微机的控制和管理下获得可调频的各种超低频信号。

首先,将各种信号波形采样点可以是 2^4 , 2^7 , 2^8 , 2^9 点等。通常一周取 2^9 个采样

点, 获得对应采样点数的信号波形值, 因而得到 2^9 个离散信号波形值, 并转换成十六进制数字, 以两位十六进制数为一字节存放在一存储单元中, 沿着采样的顺序逐一取出, 在 CPU 的控制下送到接口电路, 经过数字—模拟变换器, 把数字量转换为模拟量输出。由于数—模变换的输出电平低, 经过一级运算放大器提高电平, 再经过第二级运算放大器调整直流电平。这样, 在信号源的输出端可得到所需要的信号波形。

输出波形频率可以改变——用增减采样点或用软件的方法。采用改变采样点数达到改变频率, 是在微机采样时间一定的情况下, 采样点数增加, 波形的周期延长, 因而频率下降; 反之采样点减少, 频率增高。但是, 采样点数少了, 波形失真随之增加; 若增加采样点, 势必要求增加存储器容量。由于单板机存储器的存储容量是有限的, 因此用增加采样点数以降低频率也是有限的。如果利用软件办法, 控制 CPU 的延时长短, 来改变从存储器中取数的时间, 在一定的采样点数下, 不同的采样时间, 使波形的频率发生变化。用这种方法, 不必改变存储器的容量, 就可改变频率。

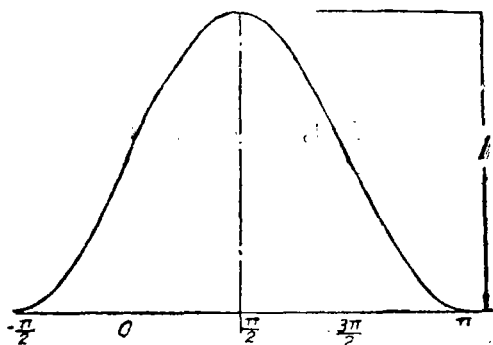


原理框图

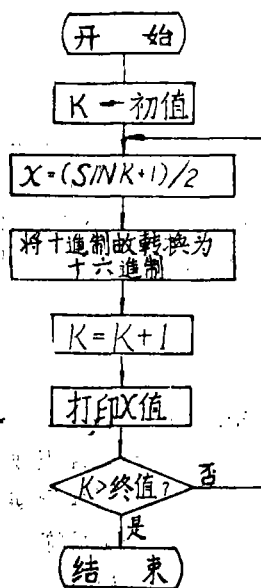
以正弦波为例: 为使正弦函数在一周期内其函数值都是 > 0 , 将正弦波的坐标轴做适当改变, 使之满足

$$x = \frac{1}{2} (\sin k + 1)$$

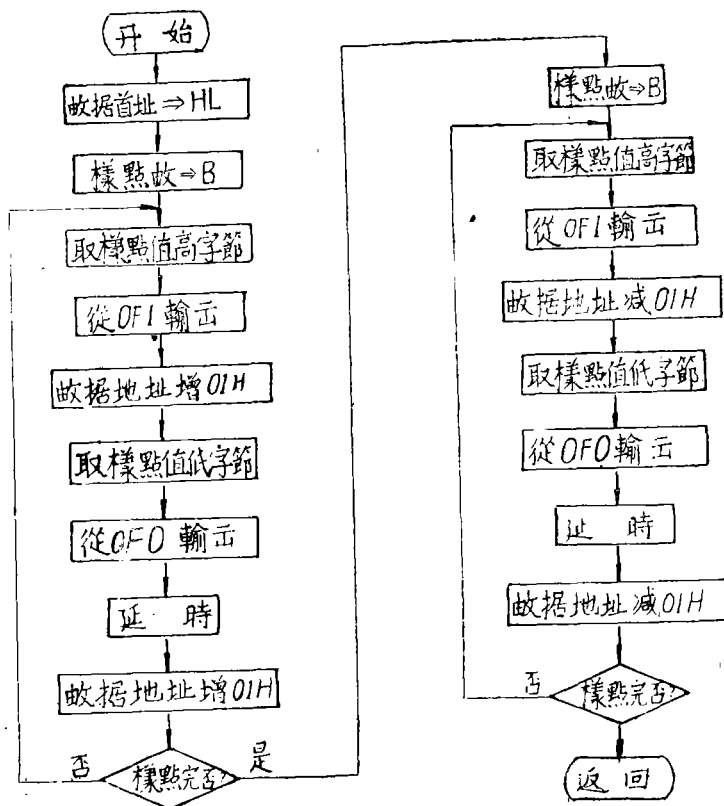
式中: x 为函数值 k 为样点弧度



正弦波采样坐标图



正弦信号波形采样的 BASIC 程序框图



程序框图

波形频率计算

由于各种波形的软件程序长短不一，微处理机执行运算所用的时间也就不同了，而微处理器的每一个时钟周期 T_M 则是相同 ($T_M = 0.5\mu s$)。在同一波形的软件程序中，cpu 控制的延时子程序是可调，即采样间隔所需要的机器周期数 D_i 是可调的，而且是三个变量 X_1 , X_2 , X_3 控制，那么在采样点为 N 的情况下，其频率 F_i 可由下式决定

$$F_i = \frac{1}{[N_i \otimes D_{si}(x_1, x_2, x_3)] T_{Ni}} \quad i = 1, 2, \dots, 18$$

式中 X_1 , X_2 , X_3 为 cpu 控制参数，为不大于 256 的正整数

N_i —采样点数

T_M —时钟周期

\otimes —关系符

F_i —频率

根据公式计算得到的频率与我们测试所得到的频率二者相差 0.6~1%。

主 要 技 术 参 数

(1) 频率范围

0.01—0.1Hz

1.0—4.0Hz

0.1—1.0Hz

5.0—20Hz

(2) 频率稳定度: 与微机的 CPU 石英晶体振荡频率稳定度相同

(3) 输出信号幅度调节范围 0.2—7伏

(4) 输出阻抗: ≤ 1 欧姆

(5) 波形失真度: 在低于 0.1Hz 时, 谐波分量小于 1%; 在大于 0.1Hz 时, 谐波分量小于 0.6%.

(6) 工作温度: 按微电脑的工作温度, 在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

(7) 消耗功率: 不大于 5 瓦特

结 束 语

近年来, 微机的应用发展很迅速, 仪器仪表引进了微机之后, 提高仪器的功能, 实现测试自动化, 提高稳定度. 同时, 也出现了智能仪器. 本文所讨论的是一种智能仪器. 文中只包括几种可调波 (正弦波、锯齿波、三角波、方波、脉冲波和梯形波); 至于形状复杂的随机波形有待于今后继续工作. 本文就频率可调方面作些介绍, 肯定有不完善和遗漏之处, 请批评指正.

在研制过程中承蒙方志成副教授的指导并提出宝贵的意见, 在此谨表示深切的谢意.

参 考 文 献

[1] 童诗白主编, 模拟电子技术基础 (下册), 人民教育出版社, (1981), 555—664.

[2] 武汉大学电子线路组编, 电子线路, 人民教育出版社, (1980).

[3] 孙肇燊编, 运算放大器在通信中的运用, 中国铁道出版社, (1981).

[4] 微型计算机 (Z—80), 科学技术文献出版社重庆社分, (1982).

[5] 中国科学技术情报研究所重庆分所, Z80 汇编语言程序设计, 科学技术文献出版社重庆分社, (1982).

[6] 李清泉等著, 集成运算放大器原理与应用, 科学出版社, (1980).