

基于 N76E003 单片机的数字频率计软件系统设计与实现

司长明

(贵州电子信息职业技术学院, 贵州 凯里 556000)

摘要: 本文通过使用 N76E003 系列单片机设计了两种不同的测频方案, 利用 N76E003 的 T0、T1 定时器/计数器和 T2 的输入捕获功能对被测信号进行频率测量, 相较于软件算法复杂、设计成本高的 FFT 数字信号处理频率测量方式, 可以有效地降低设计成本, 减少软件程序设计的复杂性, 提高系统的稳定性。

关键词: N76E003; 数字频率计; 频率测量

一、测频方案原理

N76E003 是新唐高速 1T8051 单片机系列产品, 具有两组标准 16 位定时器/计数器: 定时器 0 及 1; 一组带有 3 路管脚输入捕获模式的 16 位定时器: 定时器 2。本文利用了 N76E003 这三组定时器设计了两种测频方案, 一种是定时器“计数模式”测量频率, 即选用 N76E003 的两个定时/计数器 T0、T1, 定时器 T0 负责定时, 另一个计数器 T1 负责对输入脉冲计数, 在 T0 计时 1s 内, T1 通过计数得到的输入脉冲的个数 N 即为待测信号的频率值 F_{req} 。

另一种是定时器“输入捕获”测量频率, 使用定时器 T2 的输入捕获功能, 通过捕获两个下降沿或者上升沿之间 T2 计数的次数 N, 即待测信号一个周期内定时器 T2 计数的次数, 根据定时器 T2 的频率 F_{t2} , 便可求出待测信号的频率值为 $F_{\text{req}} = F_{t2}/N$ 。

二、软件设计方案

本系统的软件设计方案中包括两大模块: 频率显示模块和频率测量模块。其中频率显示模块由 8 个 7 端数码管构成, 采用动态显示的方式, 即轮流向各个数码管送出字形码和相应的位选。由于 N76E003 单片机驱动能力较弱, 因此系统设计中采用 74HC573 芯片来增加单片机对 LED 显示模块的驱动; 由于 N76E003 单片机仅有 20 个管脚, 管脚数量有限, 因此采用 74HC138 译码器来提供 8 个数码管相应的位选信号。显示模块使用 P1.0-P1.7 等 8 个管脚提供数码管的字形码信号, 使用 P0.2-P0.4 等 3 个管脚提供数码管的位选信号。

(一) 定时器“计数模式”测量频率

在该测量模式下, T0 设置为定时功能, 而 T1 设置为计数功能。程序开始后进行系统的初始化, 分别设置 T0 定时模式和 T1 计数模式并进行相应的初始化, 其中使用 T1 计数器的 P0.0 端口作为待测波形放大整形后的输入信号端口; T0

进入定时模式及 T1 进入计数模式后, 在 T0 计时到 1s 前, T1 计数每溢出一次, 在 T1 的溢出中断函数中, 被测量信号的频率值需要加上 65536 (T1 计数溢出的值); 待 T0 计数到 1s 后, 设置 T0 定时停止 ($TR0=0$) 和 T1 计数停止 ($TR1=0$), 最终被测量信号的频率值还需要加上 T1 计数停止时其计数寄存器高、低字节的值 ($TH1*256+TL1$), T0、T1 寄存器相应的值清零, 并开启定时计数, 为下一次的频率测量做准备; 最后通过设置段选、位选信号将测得的频率值显示在 8 位数码管上。

(二) 定时器“输入捕获”测量频率

在该测量模式下, T2 设置为输入捕获的功能。程序开始后做系统的初始化, 设置 T2 的捕获触发方式 (上升沿或下降沿, 本系统采用的是上升沿), 设置输入捕获通道为通道 0, 选择输入捕获通道 0 的捕获引脚为 P0.0, 即 P0.0 端口作为待测波形放大整形后的输入信号端口, 开启 T2 的捕获中断, 由于在捕获过程中存在待测波形周期较长, T2 计数可能溢出的情况, 因此还需要开启 T2 的溢出中断; T2 进入输入捕获方式后, 如果第一次产生了 T2 的捕获中断, 即第一次检测到有波形的上升沿, 则将捕获标志置为 1, 继续等待下一次中断的发生; 如果产生了 T2 的溢出中断, 在 T2 的溢出中断函数中判断捕获标志是否为 1, 如果捕获标志为 1, 即说明检测上升沿产生后, T2 计数过多产生了溢出, 则被测量信号一个周期内的 T2 计数值 N 需要加上 65536 (T2 计数溢出的值); 若 T2 第二次进入捕获中断, 此时捕获标志为 1, 即第二次检测到了波形的上升沿, 则两个上升沿之间的时长就是待测波形的周期, 因此可以判定捕获成功; 最终被测量信号的一个周期内的计数值还需要加上捕获成功后输入捕获通道 0 相应寄存器的 16 位最终结果值 ($COH*256+COL$), 通过定时器 T2 的测量晶振频率与 N 的比值即可得出待测信号的频率值; 最后通过设置段选、位选信号将测得的频率值显示在 8 位数码管上。

在这种测量模式下, 由于采用 T2 输入捕获模式的时钟信号为单片机内部 16MHz 高速时钟, 当被测信号的频率过大, 相邻两个下降沿或者上升沿脉宽过窄, 此时的输入捕获模式不能很好地进行捕获, 因此采用“输入捕获”模式较适用于 150KHz 以下的频率的精准测量。此外, 采用“输入捕获”方式可以通过设置 T2 的输入捕获触发方式来测量高电平脉冲的宽度或低电平脉冲的宽度, 即可达到对待测信号占空比的测量。

三、结语

本文提出了两种基于 N76E003 单片机的高精度频率测量系统软件实现方案, 通过运用 N76E003 的两个定时器/计数器和输入捕获功能模块可以实现不同类型的信号频率、周期的测量, 使用 N76E003 的输入捕获功能模块还可以实现较低频率下占空比, 高/低电平脉冲宽度的测量, 整个系统结构简单, 稳定性好, 使用方便灵活。

参考文献:

- [1] 李联炳, 马晓婷. 基于 MSP430 单片机的高精度数字频率计设计 [J]. 电子世界, 2016 (17): 183-184, 187.
- [2] 陈园园, 袁焕丽. 基于单片机的脉冲频率测量系统的设计 [J]. 智能计算机与应用, 2016, 6 (04): 83-84.

