

高精度频率计的设计

李庆国 杨绍国 虞日跃

(成都理工学院电子工程系 成都 610059)

摘要: 本文从分析测量误差出发,以多周期同步测频基本原理为基础,结合单片微机接口技术与软件设计的具体应用,以 8031 为控制核心,介绍了一种实用的频率测量方法,给出了相应的测量电路。

关键词: 频率计 多周期同步测量 量化误差 时标

1 系统硬件设计

本系统以作 8031 为控制器, 信号调理电路, 同步触发电路, 24 位计数器, 点阵字符液晶显示器, 并行接口芯片 8255, 显示刷新电路等组成, 硬件电路结构如图 1 所示。

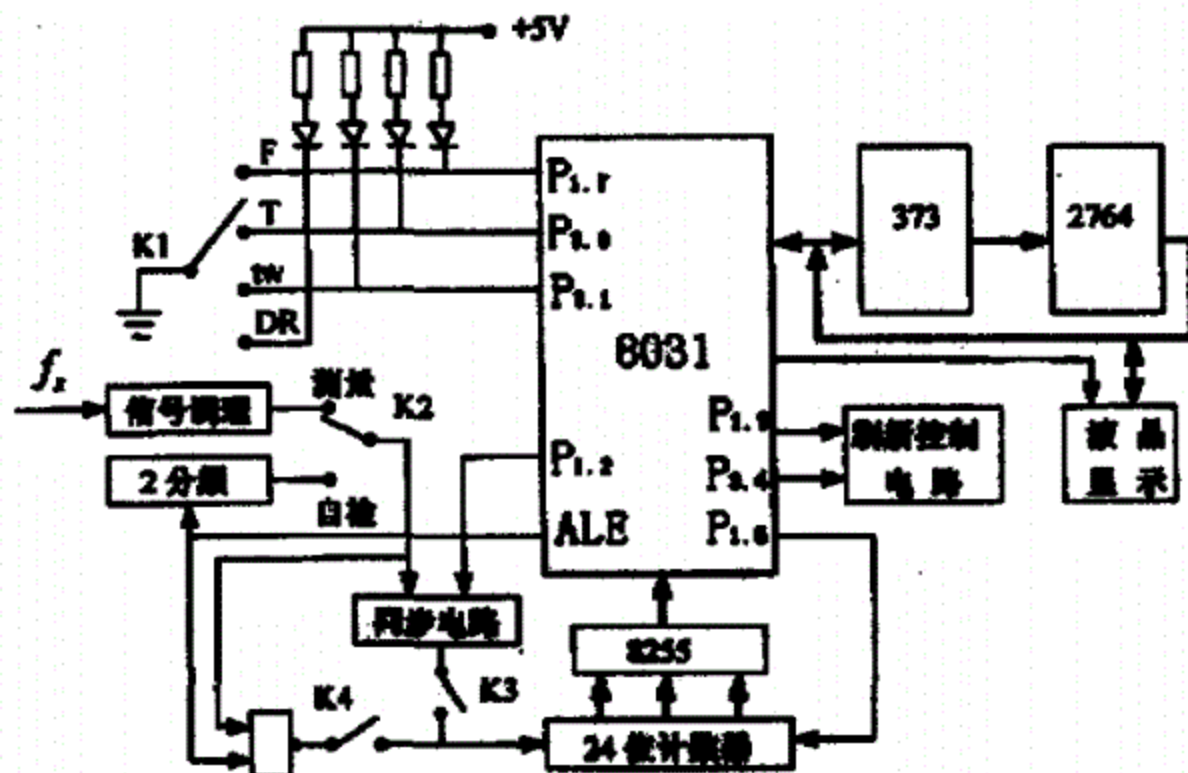


图 1 高精度频率计结构框图

1.1 同步測頻原理

频率的多周期测量原理如图 2(a)所示,工作时间序波形如图 2(b)所示。

(1) 同步控制

同步闸门由 D 触发器构成, 开门信号由软件产生, 经 $P_{1,2}$ 口输出到 D 端。当触发器发生翻转时, O 端即 INT. 端发生跳变, 于是实现了测量时间的起始与结束与被测量信号的同步。

(2) 测频原理

8031 内部定时/计数器用作定时器,并设为工作方式 2, $GATE = 1$, 单片机的晶振为 $12MHz$, 经 12 分频后, 定时器的基准时钟周期 $T_c = 1\mu s$ 。测量前 $P_{1,2}$ 为零, TR 置 1, 开始测量时, INT_0 (即 $P_{3,2}$)

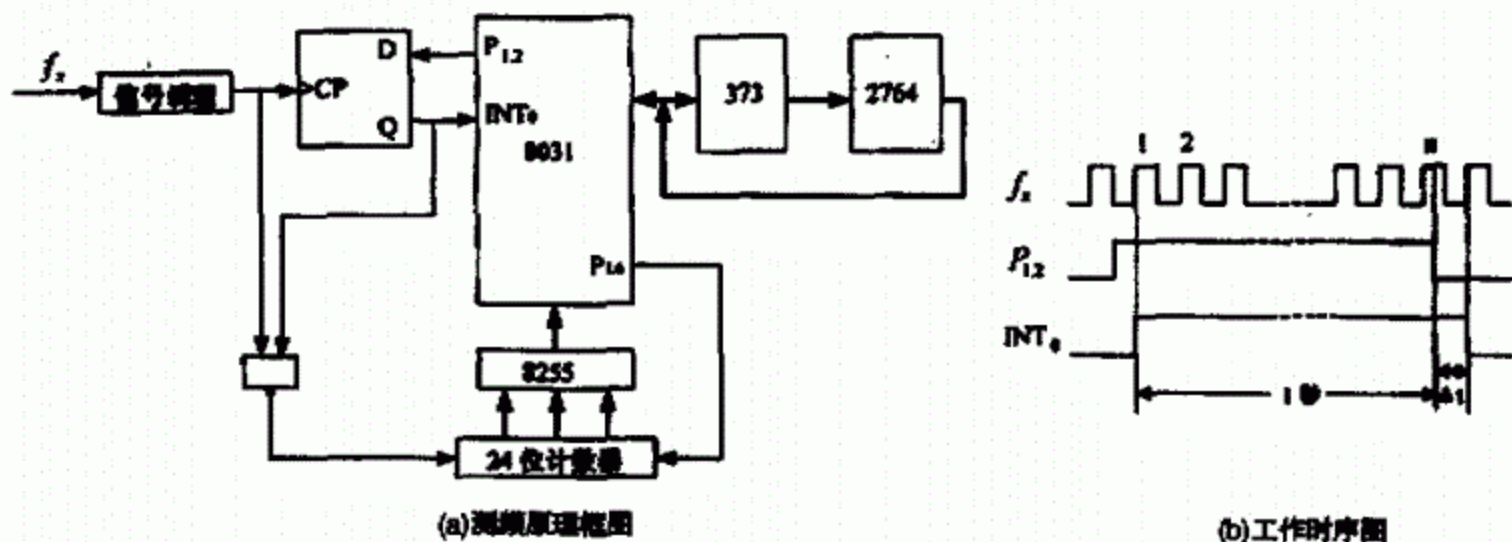


图2 多周期同步测量原理

为1, 定时器和计数器开始工作, 定时器在软件配合下作1秒定时, 当1秒钟时间到将 P_{12} 置0, 但Q端为1的状态将维持到下一个周期的上升沿到达, 在此期间, 定时器改为16位定时方式, 用于记录这段时间 Δt , 如果计数值为 n , 定时器记下信号 $f(x)$ 这 n 个完整周期时间为 T , 则 $T = 1 + \Delta t$, 于是可得到信号频率

$$f(x) = \frac{n}{T} = \frac{n}{1(s) + \Delta t}$$

$$\text{精度 } f = \left| \frac{\pm T_p}{1 + \Delta t} \right| \leq \left| \frac{1 \times 10^{-6}}{1 + \Delta t} \right| \leq 10^{-6}$$

$f(x)$ 的测量精度由 Δt 的精度决定, 由于 Δt 的精度为 10^{-6} , 故从测量原理上测频/测周均为 10^{-6} 的等精度测量。

1.2 脉冲宽度测量

脉冲宽度测量采用非同步测量, 其工作原理如图3(a)所示, 工作时序如图3(b)所示。

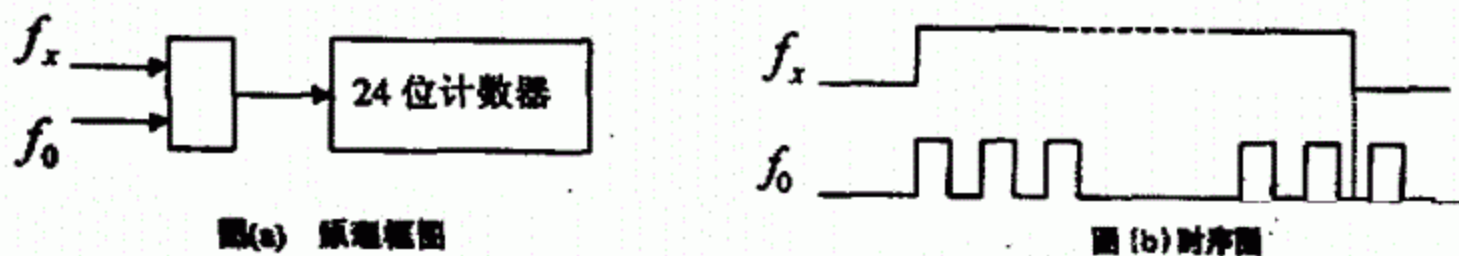


图3 脉宽测量原理图

$f(x)$ 为待测信号, f_0 是时标信号(f_0 由 ALE 信号获得 2MHz), 周期为 $0.5\mu s$, 在 $f(x)$ 高电平期间, f_0 通过与门而进入计数器, 设 $f(x)$ 高电平期间计数值为 n , 则 $tw = 0.5n\mu s$ 。

2 控制过程

微控制器由 8031 最小系统, 点阵字符液晶显示器, 功能选择开关 K1 (选择频率(F)、脉宽(tw)、占空比(DR)), 测量选择开关 K2 构成。

当开关 K2 置于自校端, 该系统对 8031 的 ALE 二分频后的信号进行测量, 当 K2 置于测量端

时,该系统对外部信号进行测量;当 F 接地时显示信号频率,当 T 接地时显示信号周期;在测频和测周过程中 K3 通,K4 断(K3、K4 为互斥模拟开关);当 tw 接地时,显示信号脉宽,此测量过程中 K3 断,K4 通;当 DR 接地时,显示信号的占空比。

3 系统软件设计

图 4 为该系统的工作流程框图。测量 F、T、DR 时,定时器做 1s 定时,1s 到来之后,修改定时器的工作方式,使它工作在 16 位方式下对 Δt 进行计时。通过不同计算分别算出 F、T、DR 并将结果显示到液晶显示器上。

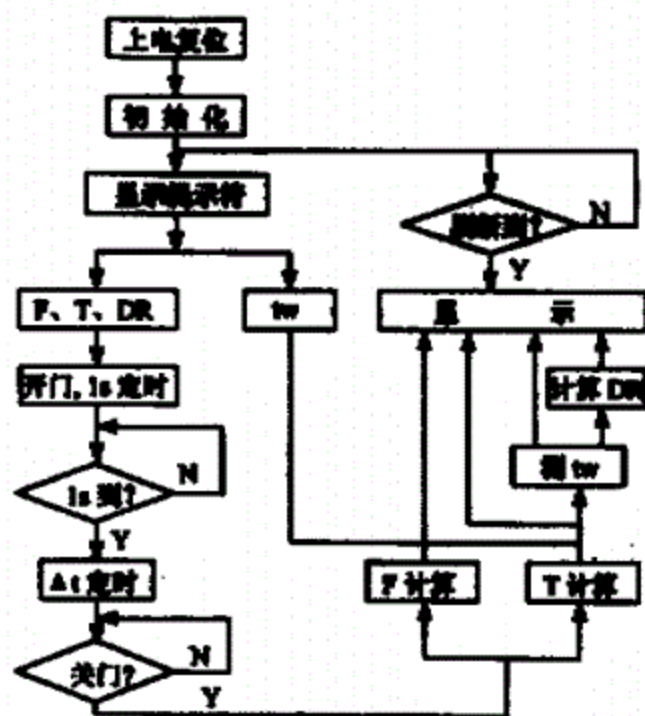


图 4 系统软件流程框图

4 结束语

通过对硬件、软件的调试,系统可以正常工作。该电路不但能对频率进行高精度测量,而且能准确测量信号的周期,还可测出频率范围在 1Hz ~ 1KHz 脉冲信号的占空比及脉宽大于 100μs 信号的脉冲宽度。该电路的测频范围为 0.1Hz ~ 10MHz(信号幅度 0.5V ~ 5V),测量误差可控制在 0.01%,脉冲信号占空比测量的范围为 10% ~ 90%,测量误差 < 1%。此外,该电路巧妙用了单稳态电路控制电路刷新时间 1 ~ 10 秒连续可调,并且采用了点阵液晶技术。具有自校功能,自校信号频率为 1MHz。

参 考 文 献

- [1] 胡仁杰. 高精度频率计. 《电子技术》, 1995 第 3 期
- [2] 古天祥. 微机接口技术. 电子科技大学出版社, 1995
- [3] 何立民. 单片机应用系统设计. 北京航空航天大学出版社, 1990