

基于 MSP430 的手持功率计软件设计

文◎ 于蓉 崔洪 宋波 (青岛技师学院 青岛高级技工学校)

摘要: 本文首先介绍了基于 MSP430 的手持功率计的优点, 进而主要介绍了其各个组成模块的软件设计。

关键词: MSP430, 功率计, 手持设备, 低功耗, 软件设计

引言

MSP430 是 TI 推出的超低功耗 16 位 RISC 混合信号处理器, 性能高达 8MIPS, 工作电压 1.8V - 3.6V, 静态工作电流仅 16uA, 被誉为绿色单片机, 同时片内集成有丰富的数字和模拟外设, 为电池供电的测量应用提供极佳解决方案。其中的 MSP430F4xx 是集成有 LCD 驱动器的一个系列, 非常适合设计用 LCD 显示的各种手持设备。

本文介绍的是基于 MSP430F435 设计的一种多功能手持交流功率计, 可适用于工业现场电气测量、车间流水线产品检测、电气设备检修等多种场合。体积小, 携带方便, 使用 2 节 AA 电池供电, 其 0.5 级的基本测量精度完全满足工业测量的需求, 除了可以测量功率外, 还可以测量电压、电流有效值、功率因数和频率, 还可以根据需求设置功率的上限和下限, 以及超限报警功能。以 MSP430 F435 为核心, 包括主机板、I/O 板、LCD 显示屏、电源板。整体设计框图如图 1 所示, 现将各个模块的软件设计介绍如下:

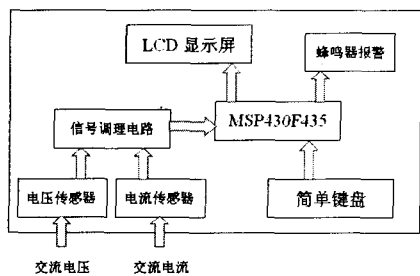


图 1

一、功率测量的软件实现原理

由物理学中, 对有效值的定义, 我们知道周期为 T 的交流电压信号, 其有效值 U 的计算公式为 $U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$, 同理, 电流

$$\text{有效值 } I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}$$

$$\text{而有功率 } P = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) * i(t) dt$$

然而, 用 MCU 无法进行积分运算, 因此, 必须把连续的模拟信号在时间上离散化, 也就是采样的概念, 假定一个信号周

期 T 内有 N 个采样点, 且采样间隔相等, 那么上述公式的离散公式如下:

$$U = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N U_n^2}$$

$$I = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N I_n^2}, P = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N U_n * I_n$$

由上述公式可知, 只需要确定一个采样周期, 然后在每周期内同一时间对电压、电流信号进行采样, 就可以计算出电压、电流有效值及有功功率。本例中取采样频率为 10K, 所以信号条例部分的二阶低通滤波器的截止频率应在 5K 左右, 上述电路的实际截止为 5.9K, 考虑到软件算法本身就采用过采样算法, 具有一定的滤波作用, 同时如果截止频率过低, 会造成测量误差增大, 因为这个截止频率是合适的。

我们在确定采样点数 N 是需要注意两点: 一、如果一个交流电周期计算一次有效值, 比如 50Hz 交流电, 一个周期是 20ms, 也就是说每 20ms 计算一次有效值, 与此同时需要刷新显示, 显然是太快了。因此, 我们需要扩大 N 的数值, 使之包含数个电周期 T , 每 0.5s 刷新一次, 是一个人眼看起来比较舒服的频率, 同时也能满足工业测量的需求。所以我们将 N 值设置为 5000 左右。二、过零点采样, 由公式可知, 要保证计算结果的正确, 那么采样点数 N 必须是整数个周期, 那么这就需要确定采样 N 个点的开始和结束, 从而出现过零点采样算法, 即信号正向过零时开始采样, 采集到近 5000 个点后再一次的正向过零结束本次采样, 同时开始下一个采样循环。由以上两点就可以保证测量结果有较高的准确度。

二、软件流程

软件采用前后台式的程序设计, 前台程序由定时器 TMR_A 定时 100us 产生中断, 用以 10Ksps 的采样以及按键扫描, 后台程序处理一个循环采样周期完成后计算各电参数数值, 之后刷新显示, 判断是否超限, 处理按键动作等。整体流程图如图 2:

作为一种测量设备, 必须考虑测量精度指标, 利用上述软件设计思路, 此功率计的精度可以在 0.5% 以上, 但考虑器件参数的离散性, 软件上还必须要有校准程序, 经实验可知, 简单的一次函数拟合即可满足需求。此部分内容在此不再赘述。

MSP430 软件开发可以使用汇编语言或者 C 语言进行, C 语言开发周期短、可

靠性高、易维护和易移植, 所以推荐使用 C 语言。MSP430 的 RISC 结构非常适合高效率的 C 语言编程, 通过优秀的编译器编译生成的目标代码无论在代码容量还是执行效率上都可以与汇编语言相媲美。MSP430 常用的软件开发环境有 IAR EW430 和 AQ430, 都是不错的 IDE, 都具有 C 语言优化编译器, 可以生成高效率的 C 目标代码。

结束语

功率测量是工业测量中一种非常广泛的测量方式, 在很多工业现场中不方便使用大型的功率测量仪, 而老式的手持功率计多为指针式, 具有测量精度低、读数不便等缺点, 本文介绍的基于 MSP430 的手持功率计可以完全取代老式的指针式功率计, 同时具有前者不可比拟的优越性, 满足工业现场灵活多变的需求, 其本身设计具有弹性, 以其方便的功能和性能, 满足不同的应用需求, 是一种非常理想的测量测试工具。

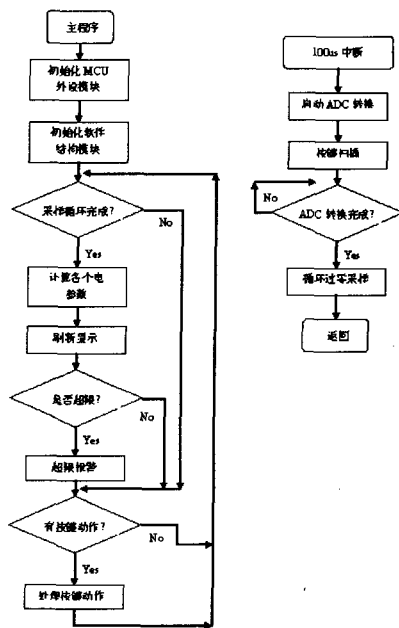


图 2

参考文献:

- [1]《TI MSP430F43x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER DATA SHEET》Texas Instruments Inc.
- [2]《MSP430 系列 16 位超低功耗单片机原理与应用》清华大学出版社 沈建华等编著
- [3]《MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发》北京航空航天大学出版社 胡大可编著