

介绍 **dsp** 知识，为大家提供最新的 **dsp** 资讯，更多内容可以去南京研旭电气科技有限公司的官网 www.njyxdq.com www.f28335.com 或者官方论坛，嵌嵌 **dsp** 论坛 www.armdsp.net 进行交流学习

欢迎大家收听嵌嵌 **dsp** 论坛的官方微博

<http://t.qq.com/qianqiandsp>

还需要什么 **dsp** 资料欢迎加 QQ: 1318571484

0 引言

频率是衡量电能质量的重要指标，也是判断电力系统故障的重要依据。一般情况下，电力系统的频率会随着负荷的波动而有所变化。在正常情况下电网频率变化缓慢，即使发生系统事故，在很短的时间内（如一个工频周期）电网频率的变化量也是较小的。频率测量若能不断实时地测量电网频率，所测量的频率误差可减小到很小的程度。

数字频率的测量方法主要有：（1）测量电压波形某一整数周波的时间，从而计算频率；（2）利用波形识别或曲线拟合技术来估算频率。后一种方法不能很好的抑制谐波分量，计算量偏大，要对每一周波都进行一次计算，将会占用过多的处理器时间，其不能兼顾计算精度与实时性。而前者的测量精度受电压过零点的影响较大。

本文提出通过过零检测电路将电网基波整型成方波，用 TMS320F28335（DSP）的捕捉模块对方波上升沿进行捕捉的频率测量方法，在一定程度上抑制了电压过零点的影响，有很好的测量精度和实时性。

1 通用定时器与捕捉模块

TMS320F28335 是指令周期为 6.67 ns。主频达 150 MHz；高性能的 32 位 CPU，单精度浮点运算单元（FPU），采用哈佛流水线结构，能够快速执行中断响应。并具有统一的内存管理模式。本文提出的测频方法主要应用 TMS320F28335 中的捕获单元（eCAP）和通用定时器（GPT）单元。

1.1 通用定时器

通用定时器是 TMS320F28335 常用的 PIE 接口，其核心是计数器，32 位计数。通用定时器有多种工作模式，以满足不同的需要。每个定时器可以独立工作，也可以相互同步工作。可以对寄存器事先设置来实现相应的功能。

全局通用定时器控制寄存器 GPTCON A（EVA 中）和 GPTCON B（EVB 中）规定通用定时器在不同事件中所采取的操作，并规定它们的计数方向。为了完成测频所需要的功能，需要设置 GPT 的计数寄存器 TxCNT、定时器比较寄存器 TxCMPR、定时器周

期寄存器 Tx PR 以及定时器控制寄存器 T xCON (x = 1, 2, 3, 4)

。

1.2 捕捉模块

eCAP 模块是一个完整的捕捉通道，能够实现多个时间的捕捉任务，eCAP 单元结构如图 1 所示。

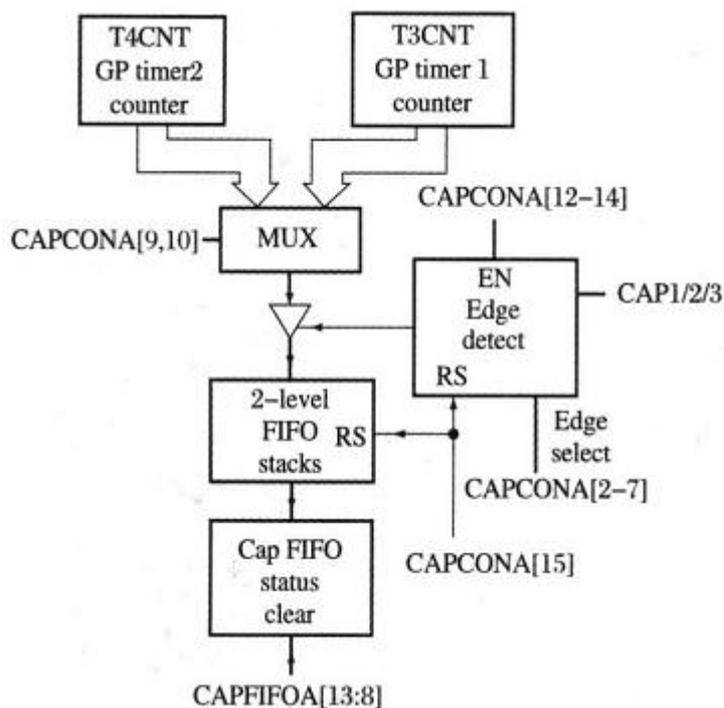


图 1 捕捉单元结构

TMS320F28335 有 6 个捕捉单元，分两组，每个捕捉单元都有一个专用的捕捉输入引脚，能够对输入引脚的电平变化做出反应并捕捉电平变化发生的时间。当引脚电平发生变化，触发事件将被触发：将指定的通用定时器的计数值压到该捕捉单元的两级 FIFO，

当 FIFO 的数据个数大于或等于 2 时触发捕捉中断请求。中断响应可以进行频率的计算及其相应操作。

2 系统硬件电路及其测量原理

2.1 系统的组成

系统主要由互感器、低通滤波、过零检测、控制处理等模块组成。系统模块如图 2 所示。

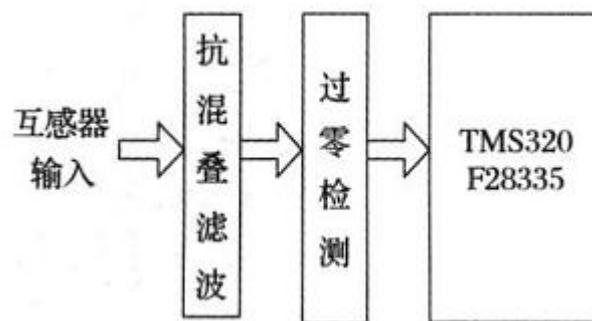


图 2 系统硬件结构

在模拟通道的前端通过精密互感器对电网信号进行采集。低通滤波滤除信号的高次谐波，以避免谐波对过零检测环节的影响，提高测量精度。过零检测电路由电压比较器 MAX474 和电阻等元件组成，对正弦信号进行整形，得到与电网基波相同频率的方波信号，提高信号边沿的捕捉精度。过零检测电路对正弦信号的陷波有一定的抑制能力。

2.2 测量原理

采用 TMS320F28335 的 eCAP1 模块对方波的上升沿进行捕捉，每次捕捉完上升沿后都对 32 位定时器进行置位，上升捕捉的计数值为 $N-1$ 。

则除设备开始运行的第一周波之外，之后的捕捉到的定时器值 $N-1$ 与频率 f 成比例关系，即：

$$f = \frac{K \times 150 \times 10^6}{N-1}$$

（其中 K 为输入信号分频系数）。

在 150 MHz 主频的 DSP 中，32 位的定时器溢出的时间接近半分钟，对电力系统基波进行上述的测量，其不会溢出。

3 测频在 DSP 中的实现

3.1 时间预定标器与误差分析

时间预定标器的功能框图如图 3 所示。

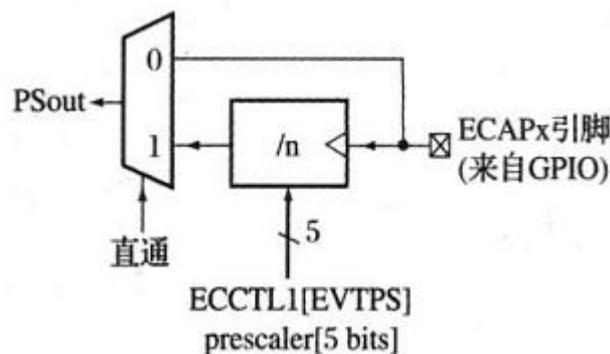


图 3 事件预定标器功能

输入的被捕捉信号可以通过预定标器进行分频，或者选择直通工作方式。分频系数由寄存器 ECCT L1 的 PRESCALE 控制，可以进行 2 到 62 偶数次分频。分频有利于提高测量精度，因为频率测量时计数值越高，测频的测量精度也就越高。

采用直通方式对 50 Hz 的信号进行测频，计数值大概为 3×10^6 次。假设对信号进行 K 次分频，则计数值将是 $K \times 3 \times 10^6$ 次。定时器由于计数造成的绝对误差为：

$$\varepsilon = \frac{1}{N} = \frac{1}{K \times 3 \times 10^6} \approx 0.05 \sim 3 \times 10^{-7}$$

采用时间预定标器对信号分频可以提高测量精度，但也会降低测量的实时性。对于 K 分频，则需要 K 个周波才能得到频率信息，即此时得到的测量频率是 K 个周波之前的频率。采用直通方式造成的绝对误差大约为 3×10^{-7} ，完全可以满足电力系统测频的要求。考虑到电力系统频率测量的实时性，本设计采用直通方式对频率进行测量。

3.2 捕捉单元的处理

输入信号可以由 GPIO5、GPIO24、GPIO34 引出，可选择其中的一个作为输入，并对相应的寄存器 GPXMU Xn 进行设置即可。对 ECCT L1 进行设置：选择直通方式，不对信号进行分频，提高实时性；使能 CAP1 寄存器装载，使得在捕捉事件发生时装载计数

器的计数值；选择 CAP1 为上升沿触发，并在装载计数器之后重置计数器。

对 ECCT L2 进行设置：设置在捕捉事件 1 发生后停止计数，等待捕捉；选择单次操作模式。并对中断使能寄存器 ECEINT 进行设置，使能捕捉事件 1 作为中断源。

捕捉过程的流程如图 4 所示。

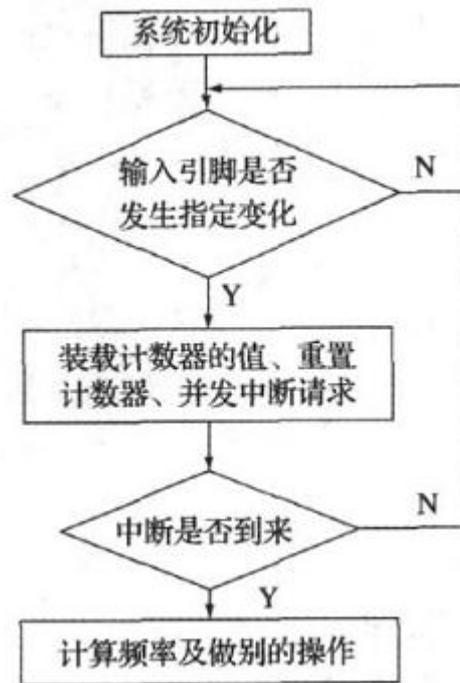


图 4 捕捉过程流程

由于每次读取计数器的计数值之后都对计数器进行重置，捕捉到的计数值就是与周期对应的值。每个周期都对上升沿进行捕捉并计算频率，实现了对频率的实时跟踪。

此测频方法可以用于电力系统相位的测量。只需将同一相的电压、电流信号分别作为两个 eCAP 的输入信号。采用上述设置方法对两个 eCAP 进行设置，只将其中的一个 eCAP 的装载计数器操作之后重置计数器。两个 eCAP 捕捉到的计数值的差 ∇N 与相位差 ∇ 成正比，即：

$$\nabla\beta = \frac{\nabla N \times 2\pi}{N}$$

实现相位差的测量。

4 实验室测试结果

在实验室条件下，用示波器和基于 TMS320F28335 电能质量装置对同一含有谐波的信号进行频率测量。频率测量的对比数据如表 1，其中的 f_{OSC} 和 f_{DSP} 分别是美国泰克 Tektronix TDS2024B 数字示波器和基于 TMS320F28335 电能质量装置所测得的频率值。

由表 1 所测的数据可知，本文提出的测量装置与 Tektronix 示波器测频的最大绝对误差为 0.0053 Hz。频率测量结果表明此装置有很高的测频精度。

表 1 频率测量数据对比

f_{osc} / Hz	f_{DSP} / Hz	绝对误差/ Hz
52.2724	52.2670	0.0044
51.0304	51.0258	0.0046
49.8537	49.8504	0.0024
48.6290	48.6237	0.0053

5 结束语

本文提出了一种基于 TMS320F28335 的测频方法，该方法硬件电路简单，实时性好。文章还给出将该方法用于相位测量的初步思路。将该方法应用到电能质量监测装置中，实际运行的结果表明，该方法可行。

相信对你有帮助的：

[最实惠的 f28335 系列开发板](#)

介绍 **dsp** 知识，为大家提供最新的 **dsp** 资讯，更多内容可以去南京研旭电气科技有限公司的官网 www.njyxdq.com www.f28335.com 或者官方论坛，嵌嵌 **dsp** 论坛 www.armdsp.net 进行交流学习

欢迎大家收听嵌嵌 **dsp** 论坛的官方微博

<http://t.qq.com/qianqiandsp>

还需要什么 **dsp** 资料欢迎加 QQ: 1318571484