

## ADE7758的相丢失检测与VAR计算

作者: Rachel Kaplan

### 简介

ADE7758是一款多相多功能电能计量IC，可执行kWh、kVAh、kVARh以及电流有效值和电压有效值测量。本应用笔记介绍ADE7758中相丢失对VAR计算有何影响、利用ADE7758检测相丢失的解决方案以及如何避免VAR误差。

### 相丢失和ADE7758

ADE7758每次测量一个相的线路频率。如果某个相出现丢失，则该相上的线路频率测量可能会因为失调或噪声造成错误的过零检测而出现错误。对无功功率计算的补偿基于一个相的线路频率测量。如果用于频率测量的相出现丢失，则会向其他相的无功功率计算中引入误差。为解决此问题，电表需要检测相丢失并将频率测量切换至有效相。用于频率测量的相可以使用测量模式寄存器(MMODE [7:0]，地址0x14)中的位0至位1进行更改。表1显示了不同相频率测量情况下MMODE [1:0]这两个位所用的设置。

表1. 频率测量的相选择

MMODE [1]	MMODE [0]	相
0	0	A
0	1	B
1	0	C

### VAR计算

无功功率指当电压和电流信号其中之一相移90°时，电压波形与电流波形的乘积。ADE7758中有一个相移滤波器，可在无功电能数据路径的电流通道中引入90°的相移。图1和图2分别显示了相移滤波器的幅度和相位响应。由于相移滤波器的幅度响应不一致，因此基于线路频率实施了补偿，以便围绕基频实现准确的无功功率计算。

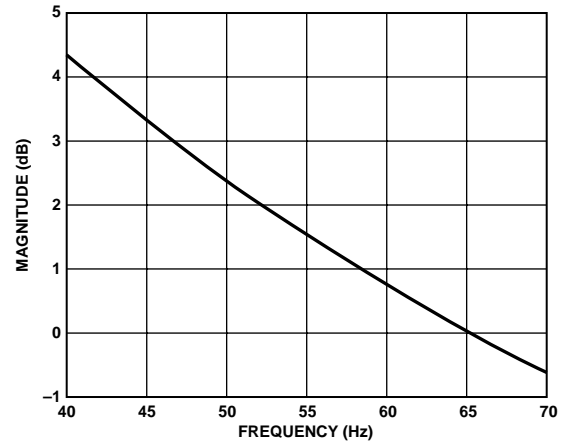


图1. 幅度响应

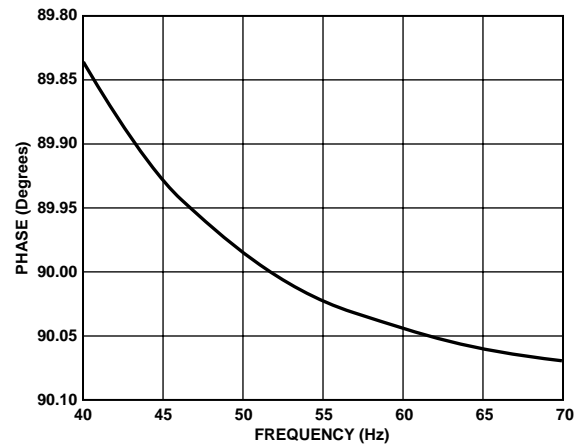


图2. 相位响应

### 过零超时

ADE7758利用过零检测电路测量线路频率。有关过零检测的更多详情，请参见数据手册中的“过零检测”部分。

ADE7758对每个相都有一个过零超时中断。如果在过零超时寄存器(ZXTOUT [15:0], 地址0x1B)确定的时间段内未检测到过零事件, 则中断状态寄存器(STATUS [23:0], 地址0x19)中对应的过零超时检测位即会置1。如果MASK寄存器(MASK [23:0], 地址0x18)中对应的位置1, 则IRQ输出端还会出现低电平有效信号。图3显示了相A的线路电压保持固定直流电平超过 $384/CLKIN \times ZXTOUT$ 秒时的过零超时检测机制。理想情况下, 如果一个相出现丢失, 那么该相上就不会检测到过零事件, 并且 $384/CLKIN \times ZXTOUT$ 秒之后状态寄存器中对应相的过零超时位会置1。然而, 潜在通道失调造成的噪声可能会导致器件在相丢失期间继续检测过零事件。因此, 就不会生成过零超时请求。这种情况下, 可使用SAG检测方法检测相是否出现了丢失。

注意, 过零检测信号用于线路周期累计模式、过零中断和过零超时中断。因此, 在相丢失条件下, 器件不应利用出现丢失的相进行过零检测。

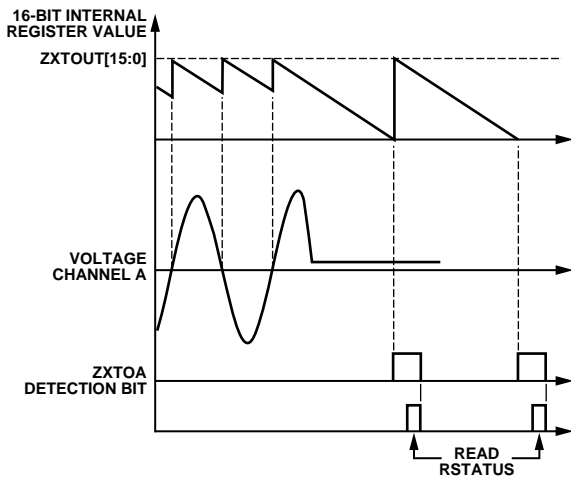


图3. 过零超时检测

## SAG检测

ADE7758也可以检测电压SAG。当任意相的线路电压绝对值降至SAG电平寄存器(SAGLVL [7:0], 地址0x1E)设定的峰值以下并且持续时间达到SAG线路周期寄存器(SAGCYC [7:0], 地址0x1D)设定的若干半周期时, 状态寄存器中对应的位即会置1。如果MASK寄存器中对应的位置1, 则IRQ输出引脚上还会出现低电平有效信号。图4显示了某个线路电压降至SAGLVL寄存器设定的阈值以下并持续九个半周期。由于SAGCYC寄存器设置为6, 因此会在第六个半周期结束时记录SAG事件。与ZXTOUT配合时, SAG可用于检测相何时出现丢失。

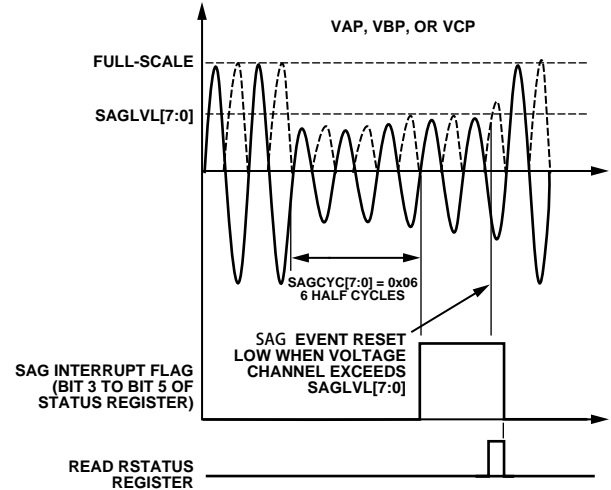


图4. 电压SAG检测

## 解决方案

相丢失检测解决方案共有以下两种。

1. 结合使用过零超时中断和电压SAG中断。

将ZXTOUT寄存器设置为一个满足以下等式的较小值： $384/CLKIN \times ZXTOUT > 1/2f$ , 其中f是线路频率。设置MASK寄存器中的ZXTO位。如果某个相出现丢失, 则在ZXTOUT寄存器指定的时间过去后, 应会发生中断。然而, 如前所述, 电压通道中的噪声和失调可能会导致器件继续检测过零事件。因此, 不会产生ZXTOUT中断。这种情况下, 可使用SAG来检测相丢失条件。如果MASK寄存器中的SAG位也置1, 而且SAGLVL设置为一个大于潜在噪声的值, 则在SAGCYC寄存器指定的若干半线路周期过去后会发生中断。要让器件及时检测到相丢失, 应该将SAGCYC寄存器设置为一个非常小的值。SAG或ZXTOUT上发生中断后, 器件会读取复位中断状态寄存器(RSTATUS [19:0], 地址0x1A)并检查SAG和ZXTO位, 以确定出现丢失的具体相。然后, 通过更改MMODE寄存器中的位0和位1, 将频率测量切换至有效相。由于过零检测用于其他测量, 器件应将出现丢失的相从过零检测中排除。用于过零计数的相是通过线路周期累计模式寄存器(LCYCMODE [7:0], 地址0x17)中的位3至位5选择的。位3、位4和位5分别选择相A、相B和相C。

下文概述了实施这种相丢失检测方法的步骤：

- 设置ZXTOOUT寄存器；例如，对于CLKIN为10 MHz且线路频率为50 Hz，则设置为0x12C(300d)。
- 将SAGCYC寄存器设置为较小的值，例如0x05。
- 将SAGLVL设置为一个大于潜在噪声但小于正常工作期间最低预期水平的值，例如满量程值的一半。
- 设置MASK寄存器中的位3至位8，以便将三个相的SAG和ZXTO中断全都使能。
- 检测到中断时，器件会读取复位中断状态寄存器(RSTATUS [19:0]，地址0x1A)，从而通过查看SAG和ZXTO位来确定出现丢失的具体相。
- 根据表I设置MMODE寄存器，从而将频率测量切换至有效相。
- 更改LCYCMODE寄存器中的位3至位5，从而将出现丢失的相从过零检测中排除。

## 2. 监测电压有效值。

可以定期读取电压有效值寄存器。当某个相出现丢失时，该相的电压有效值寄存器值就会非常小。如果用于频率测量的相出现丢失，请根据表I设置MMODE寄存器，从而将频率测量更改至有效相。但是，不推荐使用此方法，因为持续读取电压有效值寄存器可能会占用大量的系统资源并产生较大功耗。

# AN-750