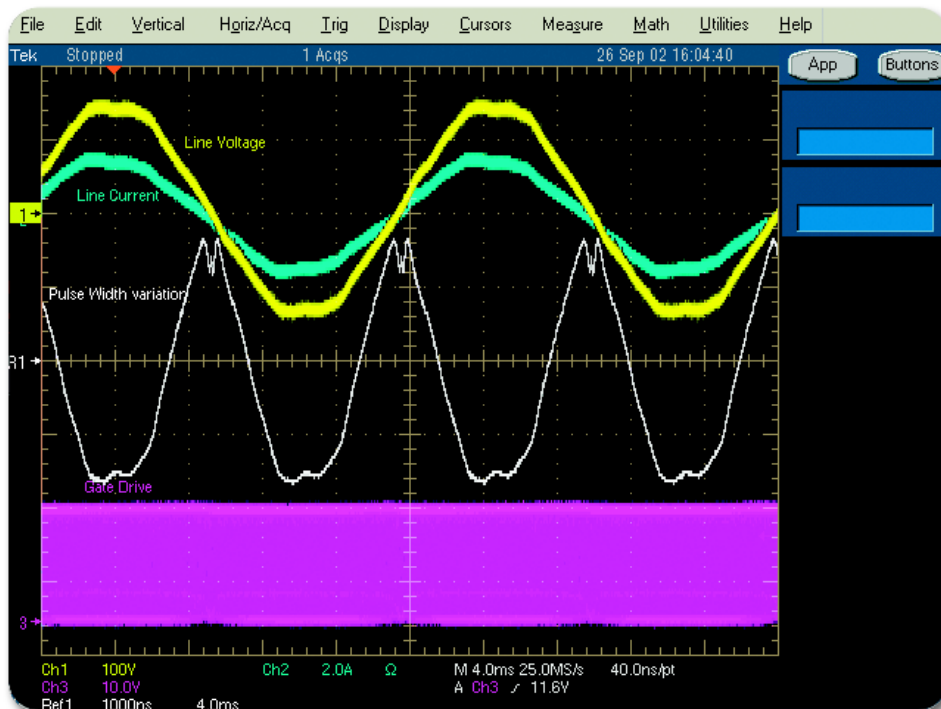


使用数字荧光示波器调试功率因数校正电路



快速简便地分析带有有源功率因数校正电路的开关电源波形

为了获得单位功率因数，大多数开关电源设计都采用了有源功率因数校正电路。虽然这种设计可以大大提高效率，但它也给数字示波器的波形分析带来了许多麻烦。现在，您可以通过装有 TDSPWR3 功率测量和分析软件的 TDS5000B 系列、TDS7054 或 TDS7104 数字荧光示波器(DPO)，大大加快设计和调试工作。

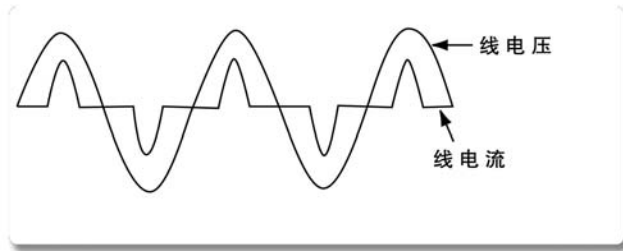
功率因数(PF)在技术上是指实际损耗功率与视在功率之比，用 0-1 之间的小数表示。习惯上，PF 被认为是正弦电压和电流波形之间的相位差。当 AC 的负载含有电容或电感时，电流波形与电压不同相，而产生不被负载损耗的附加 AC 电流。这种附加电流会在电力电缆中产生 I^2R 的损耗。

在把开关电源视为 AC 负载时，它是非线性的，既没有电感，也没有电容。开关电源以与线电压同相的短脉冲输送电流。这时， V_{RMS} 和 I_{RMS} 的乘积大大高于实际损耗的功率，因此 PF 小于 1。图 1 是典型的线电压和线电流波形。

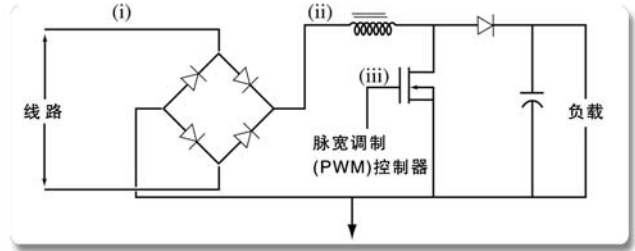
理论上，每个设计人员都希望获得单位功率因数以实现最高效率。为达到这一目的，设计人员需要采用无源功率因数校正或有源功率因数校正。大多数设计采用的是有源功率因数校正电路。

使用数字荧光示波器调试功率因数校正电路

► 应用摘要



► 图1- 开关电源的典型线电压和线电流波形。

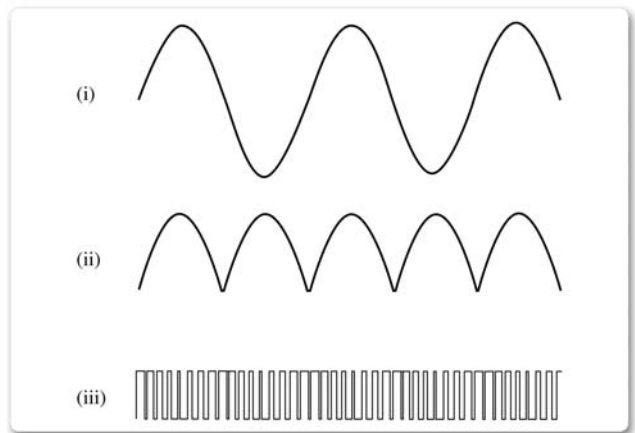


► 图2- 典型升压 PFC 电路。下图是 i、ii、iii 点上的波形。

在设计带有有源功率因数校正电路的开关电源时，使用数字示波器分析波形的工作一直都非常麻烦。在这些电路中，典型作法是在输入整流电桥之后，加一个升压变换器。需要注意的是，这时开关电路的工作频率远远高于干线频率。升压变换器的比率应该是可变的，以在输入电压变化时保持输出电压恒定。因此，开关电路的工作周期必须随输入电压变化而变化。当输入电压低时，工作周期长。反之，当线电压高时，工作周期短。为了分析这一行为，设计人员应在电源线路每半个周期内，观察升压变换器的每个脉冲变化的细节。如果设计人员需要了解负载电压和/或线电压变化时场效应晶体管(FET)和二极管上的电势积累，这种分析就更加重要。

有源功率因数校正可以稳定整流器前端的电流。开关变换器可以调节脉冲宽度或晶体管开关的工作周期，使其符合线电流和线电压的波形。而控制信息就包含在晶体管时序的变化中。

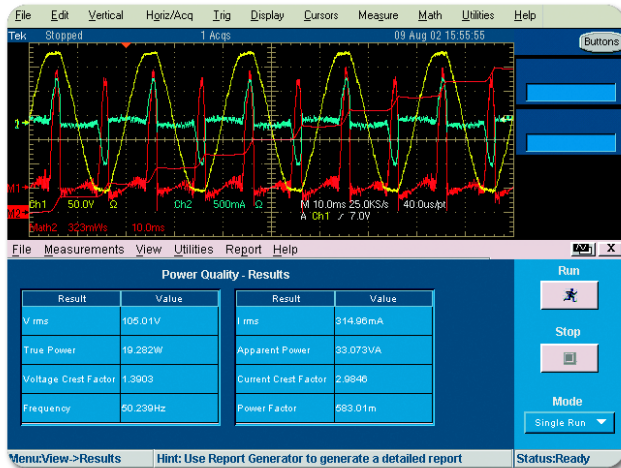
以前，设计人员使用模拟示波器分析和调试 50/60Hz 的干线信号及几百 kHz 的快速开关信号。在确定完整的脉宽调制(PWM)信号的行为时，设计人员要逐位编写这些信息。



► 图3- 三种典型波形：(i)是正弦典型波形，通常为 50Hz 或 60Hz；(ii)上是整流器输出的波形；(iii)升压 FET 栅极驱动电路上的波形。

后来，设计人员开始使用满足所需性能的数字存储示波器，来同时捕获低频信号及快速转换开关信号。这些信号的要求如下：

1. 高采样速率，以便能从开关器件的时序信号中获取包含的控制信息。
2. 深记录长度，使设计人员能同时观察到低频主信号和开关信号。



► 图4- 使用 TDS5000B 进行功率品质测量。

但是，即使有这些信息，设计人员仍需花费大量的精力和时间，才能获得开关信号中的脉冲或工作周期的变化，因为这些信息需要手工计算。此外，用户不能在一般的数字存储示波器上自动测量功率因数。

TDS5000B 功率测量分析应用软件可以简化这些任务，因为它可以提供：

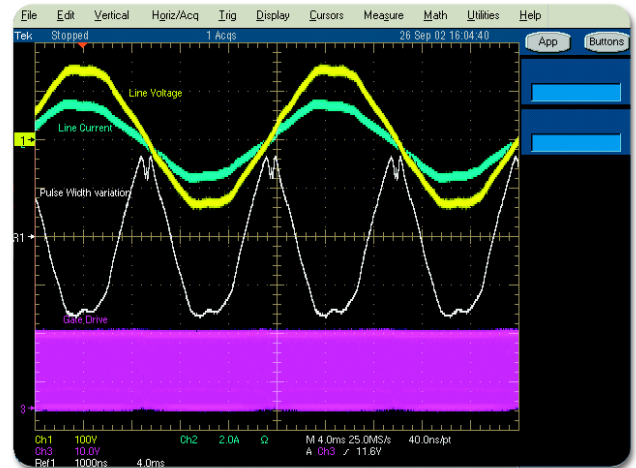
- 功率品质测量功能
- 调制分析功能

如图 4 所示，设计人员可以通过 TDS5000B 的功率品质测量功能，实时进行重要的功率品质测量。如果需要使用其它方法，则只能使用专用功率分析仪。

一旦确定功率因数数值，就可以很容易地通过 TDS5000B 的调制分析功能进一步调试 PWM 信号。

TDS5000B 可以使用下述方法分析 PWM 信号。

- 脉宽随时间变化情况
- 工作周期随时间变化情况
- 周期随时间变化情况
- 频率随时间变化情况



► 图5- TDS5000B 的调制分析类型。

通过 TDS5000B 的这种调制分析功能及 TDS5000B/7000/7000B 系列示波器每秒 5 GS 的高采样速率和深记录长度，设计人员可以容易地在非常高的水平分辨率下，捕获到两到三个周期的干线信号及快速转换开关信号。TDS5000B 可以自动计算脉宽随时间变化情况。(图 5 是线电压、电流信号及脉宽曲线随时间变化情况) 您可以观察到 PWM 信号脉冲宽度及线电压和线电流随时间变化的情况。这样就提供了 PWM 信号行为的完整信息，在负载电压和线电压变化时，需要其提供保持所需的 PF。PWM 信号中的任何异常的变化都可以实时地被捕获。

总结

TDS5000B 软件的功率品质测量和调制分析功能明显缩短了设计和调试周期。将该应用软件与 TDS5000B 和 TDS7000/7000B 系列数字荧光示波器的采样速率和存储深度相结合，使设计人员能够容易地设计出最高效率的带有有源功率校正电路的开关电源。



TDS5000B 系列 DPO

TDS5000B 系列示波器的快速波形捕获率、实时类模拟显示、专用视频触发功能及长记录长度，使其成为视频设计和研发领域中的理想解决方案。



P5205 探头

P5205 是一种 100MHz 有源差分探头，可以用来测量浮动电路中信号的快速上升时间。



TCP202 DC 耦合电流探头

TCP202 适用于显示和测量电子电路中的电流，是电源及电机驱动器设计和设备测试的理想工具。

泰克科技(中国)有限公司
上海市浦东新区川桥路 1227 号
邮编: 201206
电话: (86 21)5031 2000
传真: (86 21)5899 3156

泰克北京办事处
北京市海淀区花园路 4 号
通恒大厦 1 楼 101 室
邮编: 100088
电话: (86 10)6235 1210/1230
传真: (86 10)6235 1236

泰克上海办事处
上海市静安区延安中路 841 号
东方海外大厦 18 楼 1802-06 室
邮编: 200040
电话: (86 21)6289 6908
传真: (86 21)6289 7267

泰克广州办事处
广州市环市东路 403 号
广州国际电子大厦 2807A 室
邮编: 510095
电话: (86 20)8732 2008
传真: (86 20)8732 2108

泰克深圳办事处
深圳市罗湖区深南东路 5002 号
信兴广场地王商业大厦 G1-02 室
邮编: 518008
电话: (86 755)8246 0909
传真: (86 755)8246 1539

泰克成都办事处
成都市人民南路一段 86 号
城市之心 23 层 D-F 座
邮编: 610016
电话: (86 28)8620 3028
传真: (86 28)8620 3038

泰克西安办事处
西安市东大街
西安凯悦(阿房宫)饭店 322 室
邮编: 710001
电话: (86 29)8723 1794
传真: (86 29)8721 8549

泰克武汉办事处
武汉市武昌区民主路 788 号
白玫瑰大酒店 924 室
邮编: 430071
电话: (86 27)8781 2760/2831
传真: (86 27)8730 5230

泰克香港办事处
香港铜锣湾希慎道 33 号
利园 3501 室
电话: (852)2585 6688
传真: (852)2598 6260

了解更多信息

TEKTRONIX 维护一个全面的和不断扩展的应用文章, 技术简介和其他资源的集锦, 可帮助工程师使用最新的技术, 请访问 WWW.TEKTRONIX.COM



版权所有 ©2005, Tektronix, Inc. 版权所有。Tektronix 产品受美国 and 外国专利权 (包括已取得的和正在申请的专利权) 的保护。本文中的信息将取代所有以前出版的资料中的信息。保留更改产品规格和价格的权利。TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。引用的其它所有商标名称均为他们各自公司的服务标志、商标或注册商标。 04/05 TN/WOW 55C-16152-2