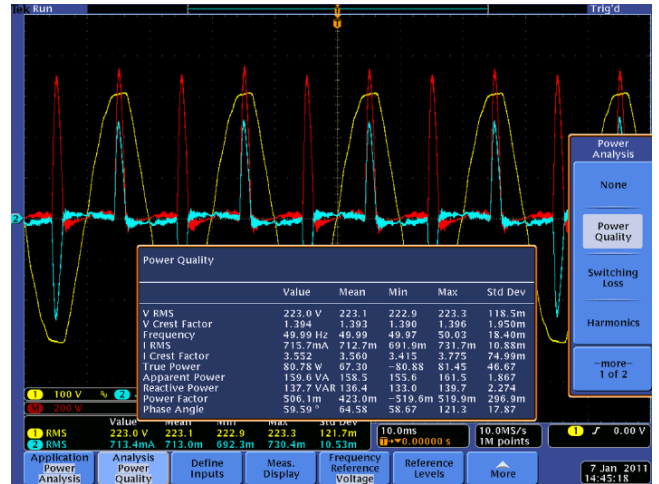


## 设计与调试变频驱动设备的高效方案

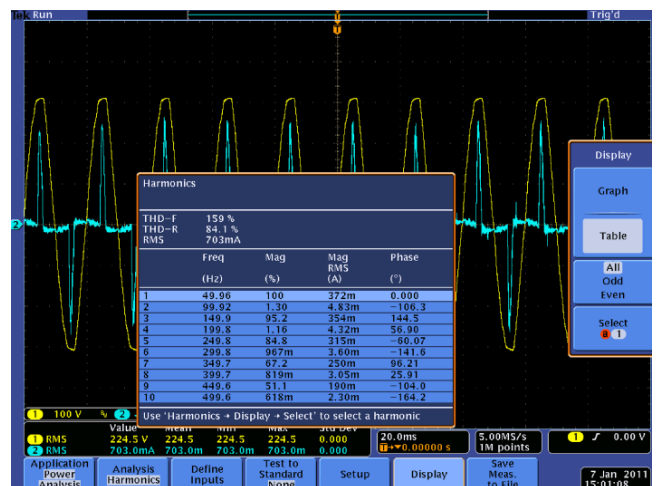
变频驱动技术已经广泛地应用在工业生产和日常生活的各个领域，从冶金、石化、纺织行业，到变频冰箱、空调和洗衣机，变频器在我们身边几乎无处不在。随着技能减排要求的不断提高，市场要求变频驱动设备厂商生产出更加高效节能、调速性能更优秀、更加智能的产品。高效、可靠、智能和小型化成为变频其市场的发展方向。

作为变频器的开发设计人员，工程师们需要一套完善的工具，在开发设计的各个阶段，验证和调试电路。特别是随着总线技术的发展和智能化要求的不断提高，密切跟随负载变化的快速响应功能和工业总线控制功能，成为变频器设计的一个重要部分。在众多的调试工具和方案中，泰克公司以示波器为核心的综合调试方案发挥着重要作用。

作为能量转换和驱动设备，变频器的功率和效率测量是不可缺少的。而在电气效率方面，一个重要的影响因素是IGBT本身的损耗影响。泰克示波器具有功率测量和损耗测量的工能，配合使用业内指标最为优秀的泰克高压差分探头和电流探头，泰克示波器可以准确测量出输入或输出功率，以及IGBT的损耗情况。如果选配泰克功率分析模块，这些操作更可以简化到按几个按钮即可得到测试结果。主要测试内容包括：有功功率、无功功率、视在功率、功率因素、相角、IEC61000规定的谐波测试、开关损耗、安全工作区以及dv/dt，di/dt结果。



图一. 电能质量参数测量



图二. 谐波分析

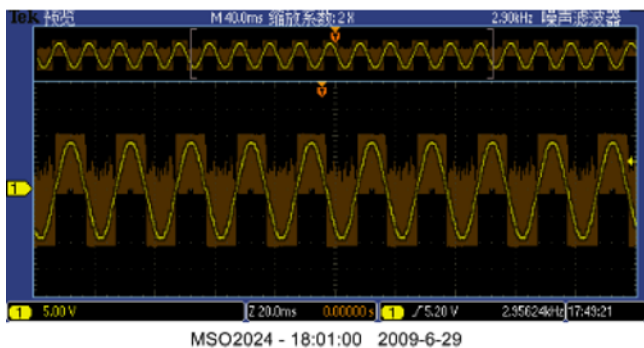
## 设计与调试变频驱动设备的高效方案

很多变频设备的中间储能环节使用的是电容器，对于电解电容器来说，温升是影响使用寿命的一个重要因素，而温升和电容器的电流纹波有效值的平方成正比，因此准确测量并减小电流的纹波十分重要。泰克示波器拥有业内最优秀的电流探头，从DC一直到120MHz带宽，可以准确测量低至1mA的纹波，使用者可以完全信赖测量结果。



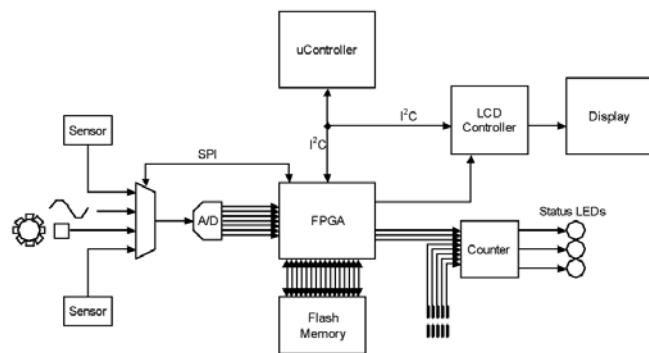
图三. 纹波测量

SPWM调制信号是设计人员必须观测的信号，工程师们需要检测实际输出的PWM电压信号的基波的频率、波形和有效值是否正确。通过泰克独有的FilterVu功能或趋势测量功能，设计人员可以轻松看到输出信号的实际基波形状。这与其他公司通过增加滤波器的方式不同，它不会带来额外的相位偏移问题。



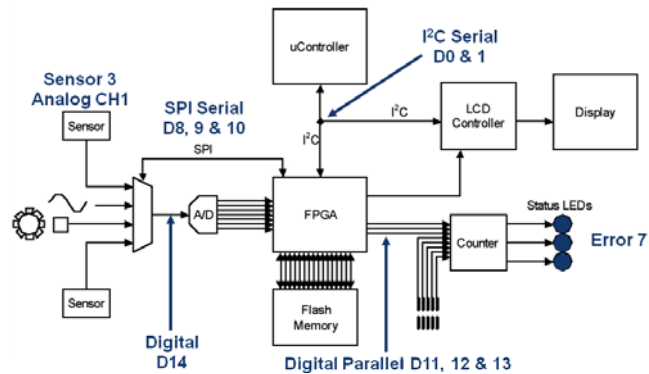
图四. PWM基波测试

现在的变频设备中广泛地使用了工业总线和大量的传感器，变频器设计已经不再是简单的输入、输出电路的检测。工程师需要更加全面地系统地观测整个系统的工作状态。如当上位机发送一个速度设定指令后，设备是如何反应的？经过多长的时间，输出信号达到了设定条件？当变频器中的某一个温度传感器发出报警后，系统如何判断实际发生了什么问题？系统如何响应？这些问题在一定程度上可以使用软件仿真的办法调试。但工程师们都知道软件调试和实际的硬件工作是有区别的，特别是当系统出现一些预料之外的问题时。下面通过一个温度控制系统的例子加以说明。



图五. 温度控制系统

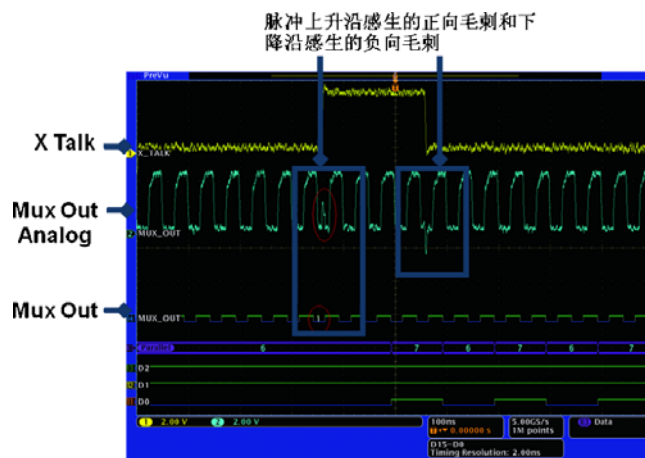
如图所示，这是一个空调系统的温度控制部分，温度信号通过多个温度传感器进入MUX多路复用器，之后完成A/D转换，传送到FPGA。MUX与FPGA之间有SPI总线控制。微控制器通过I2C总线控制FPGA和LCD控制器，以显示实际温度。FPGA输出3路并行总线，到状态指示灯LED。如需温度调整，则通过其他总线控制空调机的变频驱动电机。



图六. #7error 和测试连接

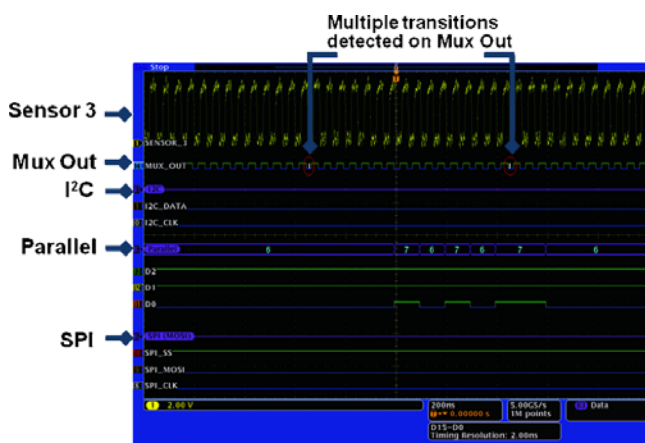
目前出现的问题是：系统加电后，状态指示灯全部亮起报警，也就是显示“111”，因为111代表二进制数的7，我们称之为#7LED全红故障。

为全面了解系统到底出现什么问题，我们将外部传感器的模拟信号、MUX OUT 输出、I<sup>2</sup>C 总线信号，SPI 总线信号和三路并行总线信号同时接入泰克的MSO4000系列混合信号示波器，做系统级分析。我们知道当显示111时，并行总线上传的数据应当为“7”，我们把它作为触发条件进行信号捕获。我们发现当出现“7”时，MUXOUT信号中有一个亮白色的竖条。泰克示波器显示方面的特色是：有亮白色代表其中还有细节未展示出来，可以放大显示。展开后发现有一个数字毛刺。MUX OUT是外部温度传感器信号，对应此时传感器的模拟信号，没有发现类似的毛刺。而对应这一上升毛刺，在之后一定时间还有一个负向毛刺。由此我们怀疑这个毛刺可能与临近电路的串扰有关。我们接入附近的Xtalk信号，发现正是这个信号的快速变化，在MUXOUT电路中感应出串扰，造成系统出现#7错误。修改PCB布线后问题解决。



图八. 发现串扰

通过上面的例子我们可以看出，当前的变频器设计已经不再局限于功率电路的设计和调试。功率、效率、损耗、纹波以及系统分析都是工程师面临的挑战。泰克MSO系列混合信号示波器可以将电力电子分析功能和总线分析以及混合信号分析基于一，配合泰克优质探头，帮助开发人员轻松完成设计和调试工作，极大提高工作效率。



图七. 发现“7”前面的白边

如需所有最新资料，请立即与泰克本地代表联系！

或登录泰克公司中文网站：[www.tek.com.cn](http://www.tek.com.cn)

泰克中国客户服务中心全国热线：400-820-5835

**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) 5795 0700  
传真：(86 10) 6235 1236

**泰克上海办事处**  
上海市徐汇区宜山路900号  
科技大楼C楼7楼  
邮编：200233  
电话：(86 21) 3397 0800  
传真：(86 21) 6289 7267

**泰克深圳办事处**  
深圳市福田区南园路68号  
上步大厦21层G/H/I/J室  
邮编：518031  
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**  
西安市二环南路西段88号  
老三届世纪星大厦20层K座  
邮编：710065  
电话：(86 29) 8723 1794  
传真：(86 29) 8721 8549

**泰克武汉办事处**  
武汉市解放大道686号  
世贸广场1806室  
邮编：430022  
电话：(86 27) 8781 2760/2831

**泰克香港办事处**  
香港九龙尖沙咀弥敦道132号  
美丽华大厦808-809室  
电话：(852) 2585 6688  
传真：(852) 2598 6260

**更多信息。**泰克公司备有内容丰富的各种应用文章、技术简介和其他资料，并不断予以充实，可为从事前沿技术研究的工程师提供帮助。请访问泰克公司网站 [www.tektronix.com.cn](http://www.tektronix.com.cn)



© 泰克公司版权所有。保留所有权利。泰克产品受美国及国外专利(包括已公布专利和正在审查中的专利)的保护,本文所包含的信息取代先前出版的所有相关资料中的信息。泰克公司保留更改产品规格和价格的权利。TEKTRONIX 和 TEK 是泰克有限公司的注册商标。文中引用的其它所有商标名称是其各自公司的服务标志、商标或注册商标。

**Tektronix®**