



Tektronix

泰克助力您轻松应对电源设计现在及未来挑战

8 JUNE 2018

王跃伟

Yuewei.wang@Tektronix.com



内容

- 电源测试技术应用
 - 器件测试
 - 电源模块测试
 - 电源一致性测试（标准）
- 电源中的EMI预测试





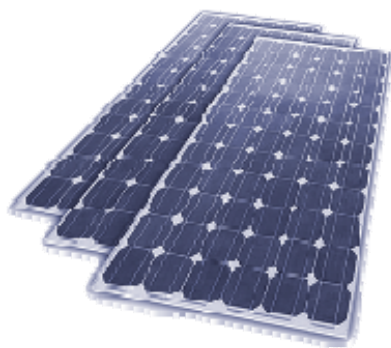
Tektronix

电源的器件及模块测试

电源转化器的种类

按照应用分类

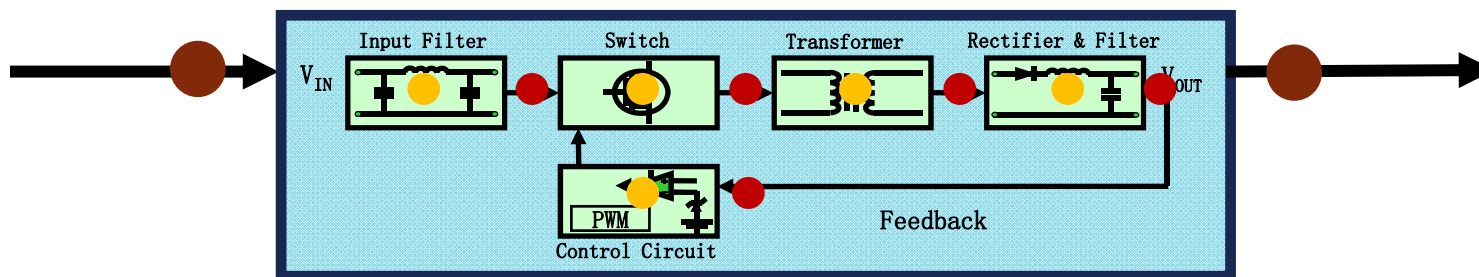
- AC-AC（交流-交流）：稳压器、不断电系统UPS、交流电源供应器、变频电源。
- AC-DC（交流-直流）：整流器、LED 驱动器， 直流电源， 驱动器， 充电器
- DC-AC（直流-交流）：逆变器。
- DC-DC（直流-直流）：直流电源供应器。



电源硬件设计验证流程

Power Tour

全套解决方案



Keithley PCT和数字源表SMU



Tektronix 示波器和功率探头



Tektronix 功率分析仪及频谱仪

功率器件的选择

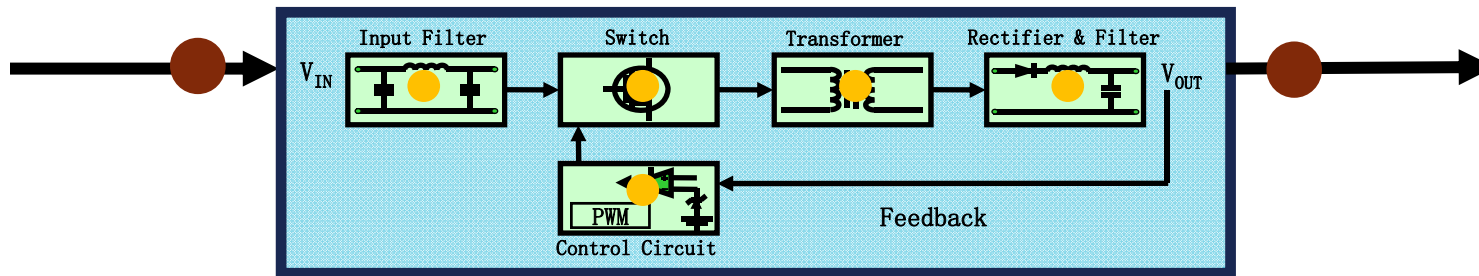
原型板设计诊断

最终整体电源的评价及标准（预）一致性的测试



电源硬件设计验证流程

全套解决方案



Keithley PCT和数字源表SMU

功率器件的选择

标定及选择功率器件

典型的器件参数

Diodes & Rectifiers



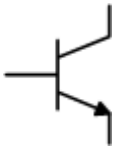
Forward Voltage (V_f)
Reverse Voltage (V_r)
Reverse Leakage (I_r)

MOSFETs & JFETs



Family of Curves ($V_{ds}-I_d$)
Transfer characteristics ($V_{gs}-I_d$)
On-resistance (R_{dson})
Breakdown voltages (BV_{dss} , BV_{dg})
Leakage Currents (I_{dss} , I_{gss})

Bipolar transistors & IGBTs



Saturation Voltage (V_{cesat})
Family of curves ($V_{ce}-I_c$)
Breakdown voltages (V_{ceo} , V_{ebo} , V_{cbo})
Leakage Currents (I_{ceo} , I_{ces} , I_{ebo})
DC Current Gain (h_{fe})

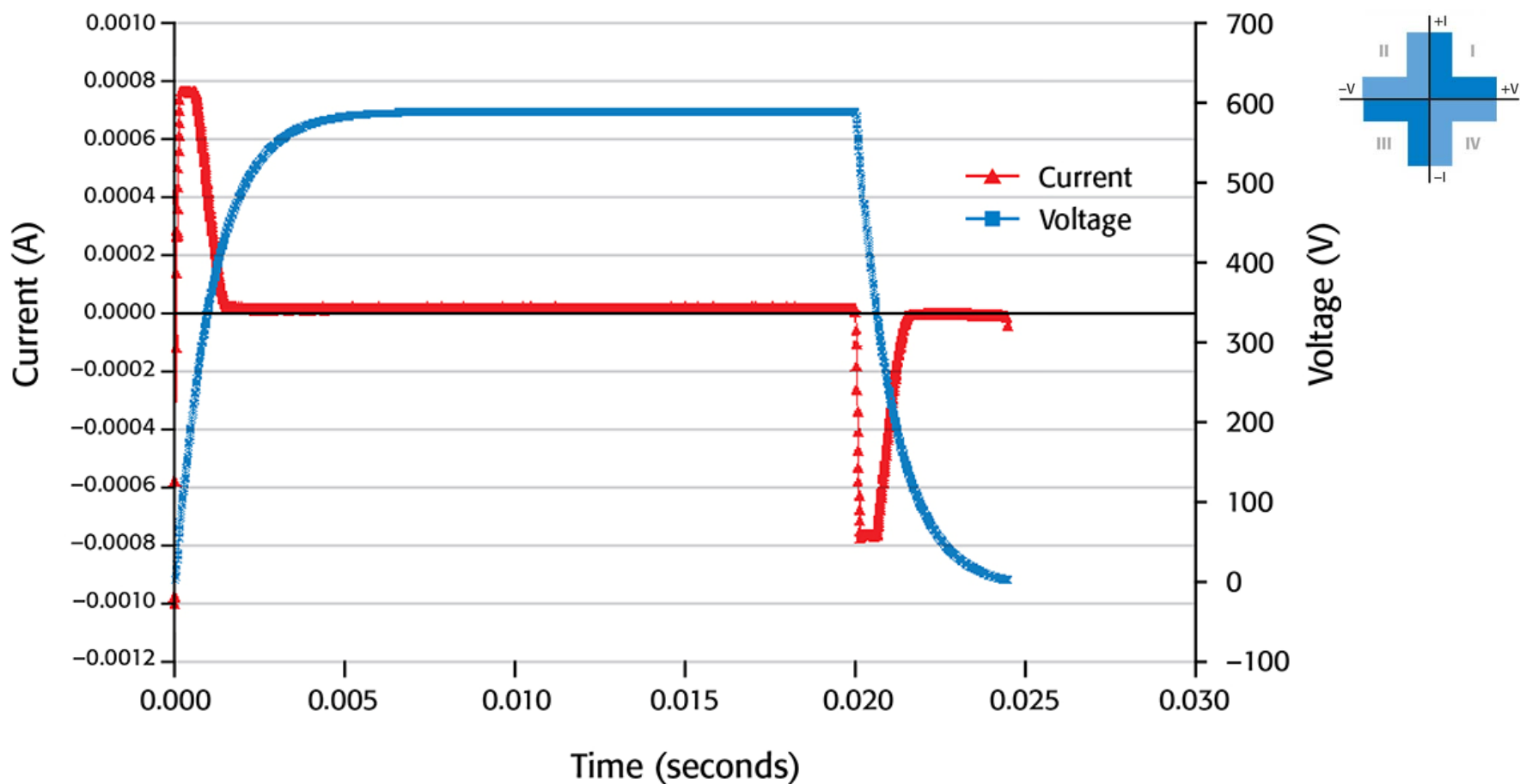
Triacs & SCRs etc.



Blocking voltages (V_{drm} , V_{rrm})
Leakage currents: (I_{drm} , I_{rrm})
Holding current (I_H)
Latching current (I_L)

优化信号测试—功率器件

四象限源表技术：

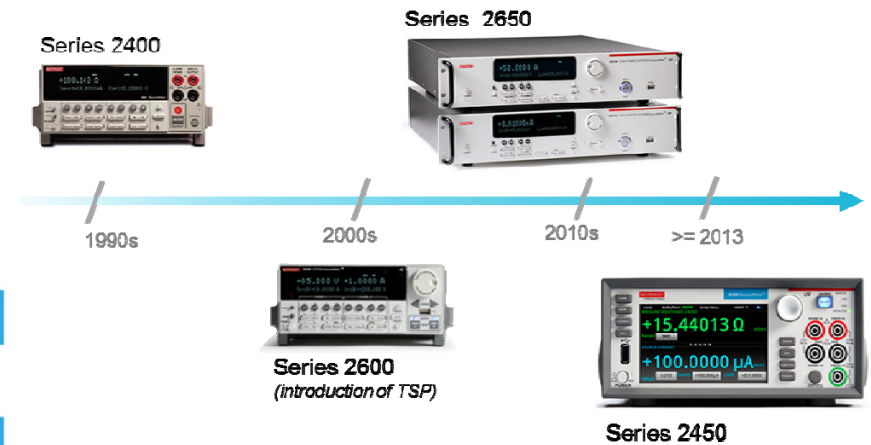
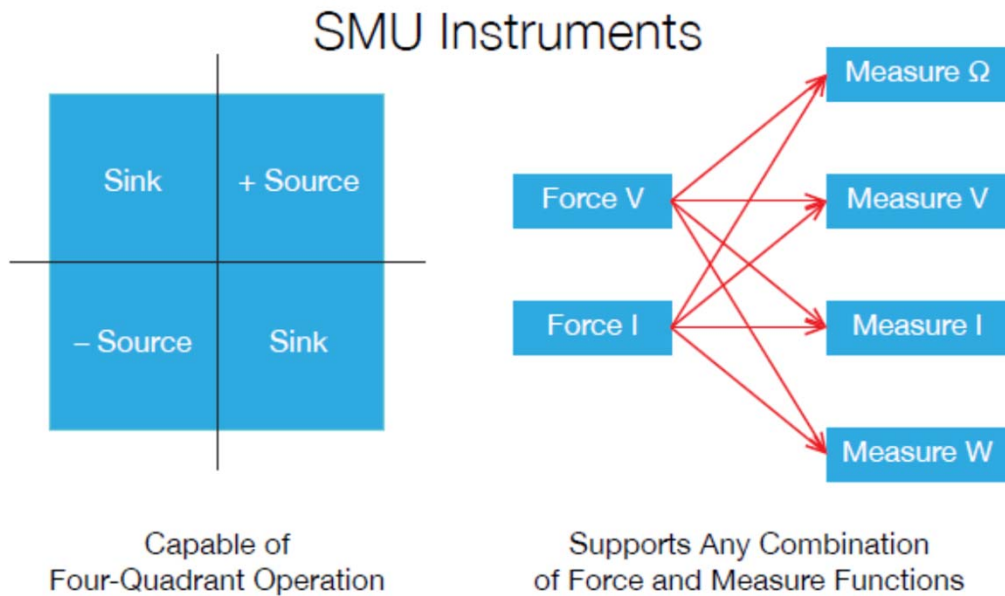


Note: Test data taken with Model 2657A's built-in digitizer

SMU 是理想的器件测试方案

半导体测试要求源和测量仪器能适合测量通路和断路参数

通常, 1-2台SMU就可以完成器件的测试



- 触摸式、图形显示SMU
- 7A DC, 7A Pulse, 100 W
- 1pA 测量分辨率
- 图形化用户界面
- 快速测试模式提高效率

器件测试系统



Model 4200A-SCS
参数分析仪



2600-PCT-xB
参数曲线图仪



S500 I 集成测试系
统

S530 参数测试
系统

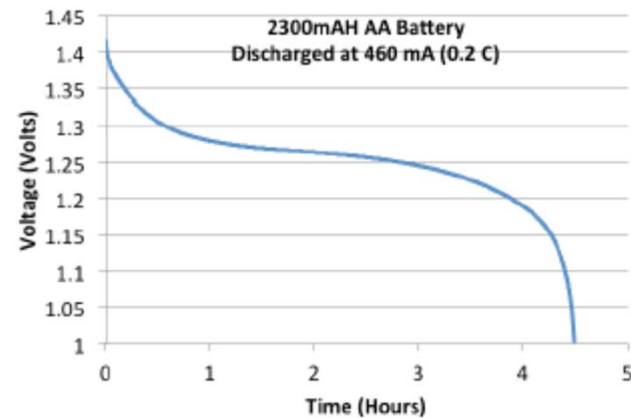


特殊器件：SMU标定低功率电池

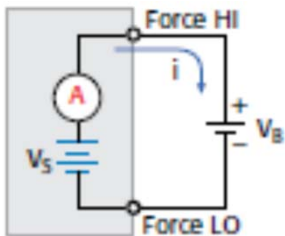
方案：在充放电测试源表表现了突出的功能



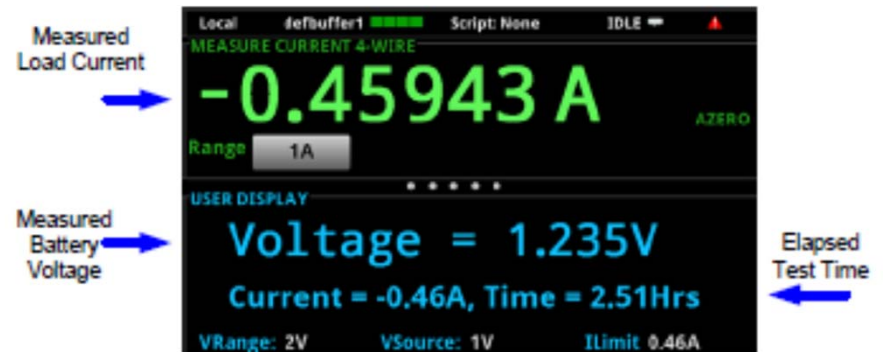
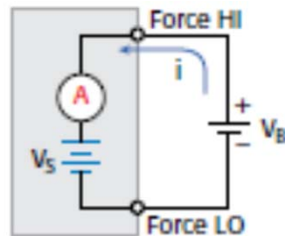
Discharge Curve Created with a 2450 TSP Script



充电周期：源



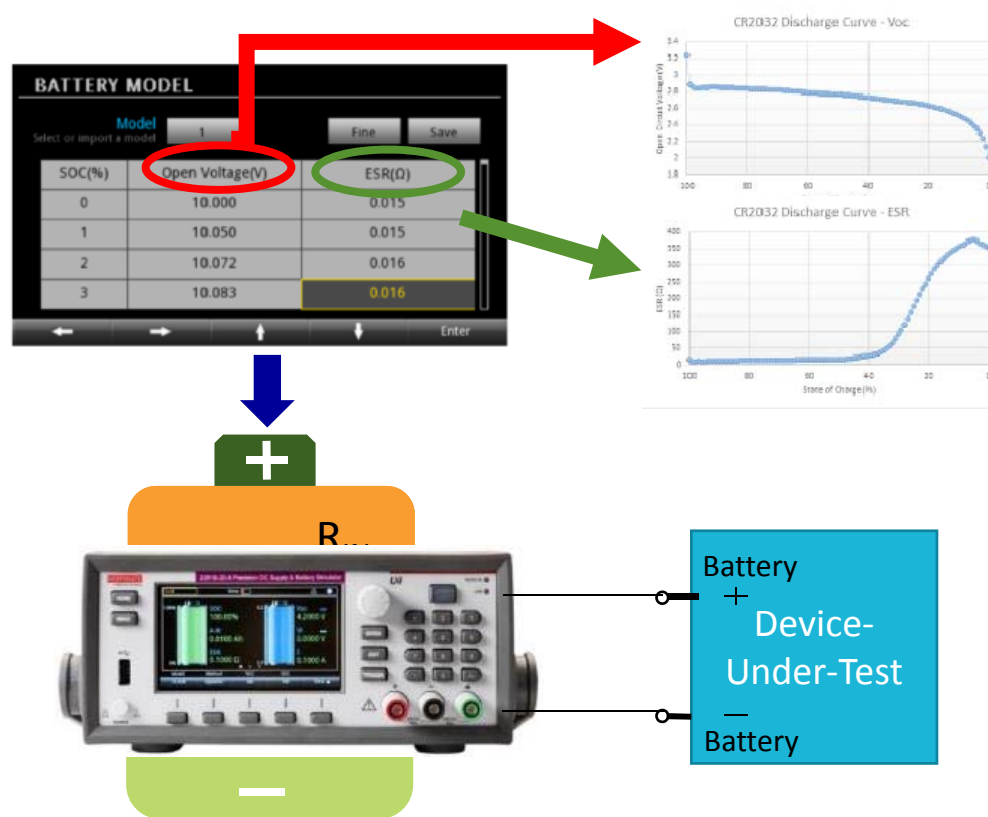
放电周期：负载



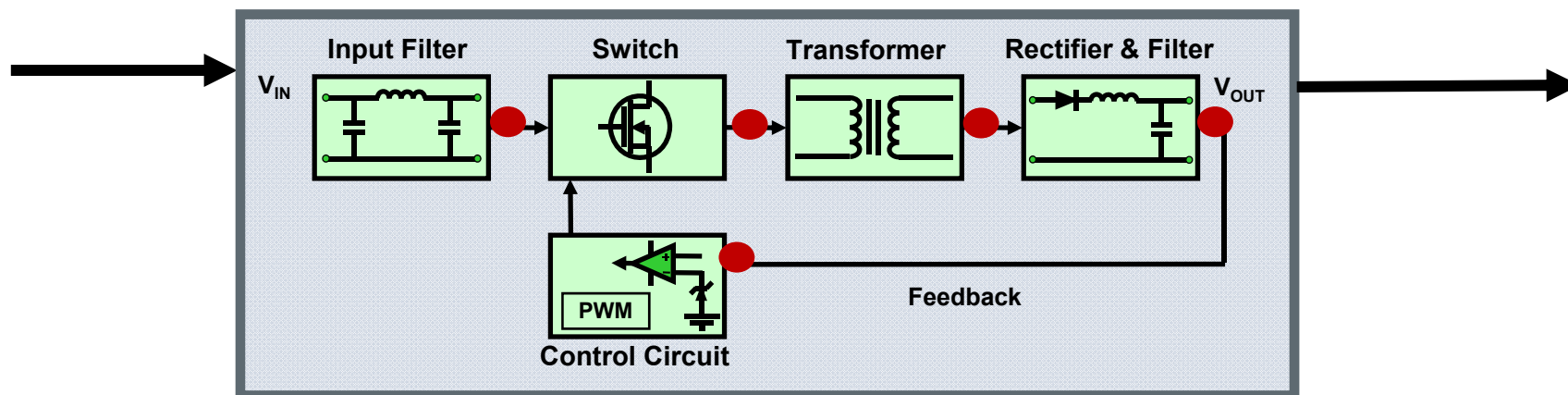
特殊器件：真实模拟电池放电

方案：2281S-20-6 模拟电池的性能

- 说明电池特性
- 2281可以建立实际的电池模型
 - 基于IOT设备的电流损耗
 - 能建立任何一种电池模型
- 高效重复测试
 - 能模拟电池放电周期任何阶段



原型板设计诊断

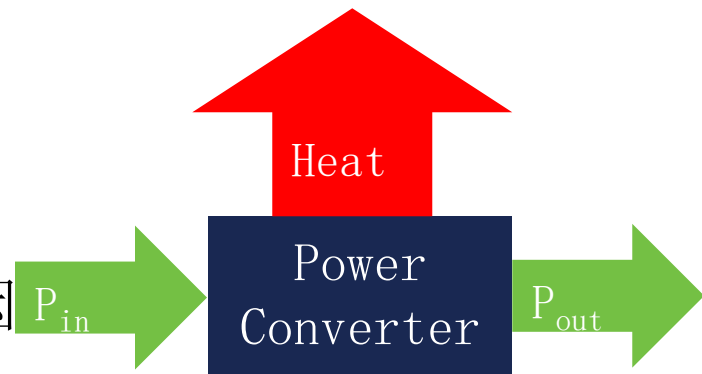


Tektronix 示波器及功率探头

设计诊断

电源效率

- 电源效率是输出功率与输入功率的比值
 - $\eta = P_{\text{out}} / P_{\text{in}}$
- 电源的功率损失是指输入功率与输出功率间的差值
 - $P_{\text{loss}} = P_{\text{in}} - P_{\text{out}}$
- 电源中的功率损失有很多途径和原因
 - 需要工程师逐个最小化/优化，测试
- 绝大多数的功率损失是以热量的形式损失的
 - 过多的热量损失将降低电源产品的竞争力和可靠性



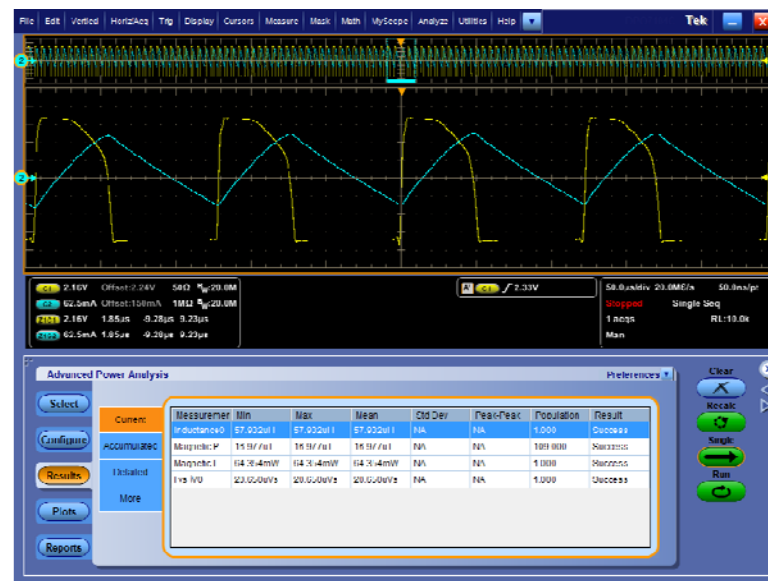
提高电源效率

客户常用的功率测试举例：

- 开关损耗
 - 开关器件开关时候的功率损耗一般是主要的损耗来源
 - 根据开关器件规格计算的损耗往往不准确，因为不符合实际情况
- 磁损耗
 - 一般都是定制或半定制器件，无法针对具体应用准确估计功率损耗
 - 大约20%的电源设计客户需要进行磁损耗测试



DPOPWR 开关损耗测试



DPOPWR 电路磁损耗测试

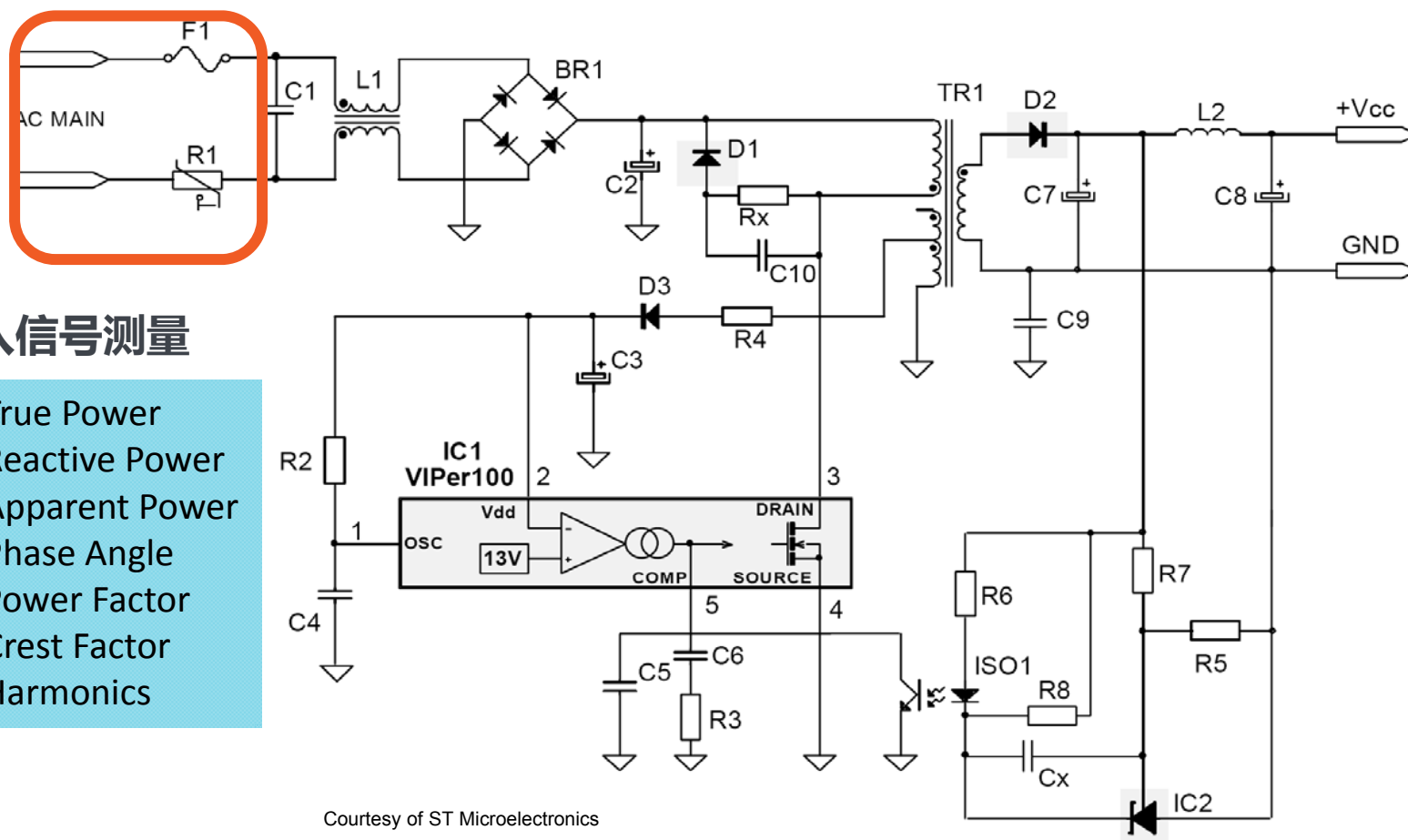


典型的SMPS电路

测量& 挑战

输入信号测量

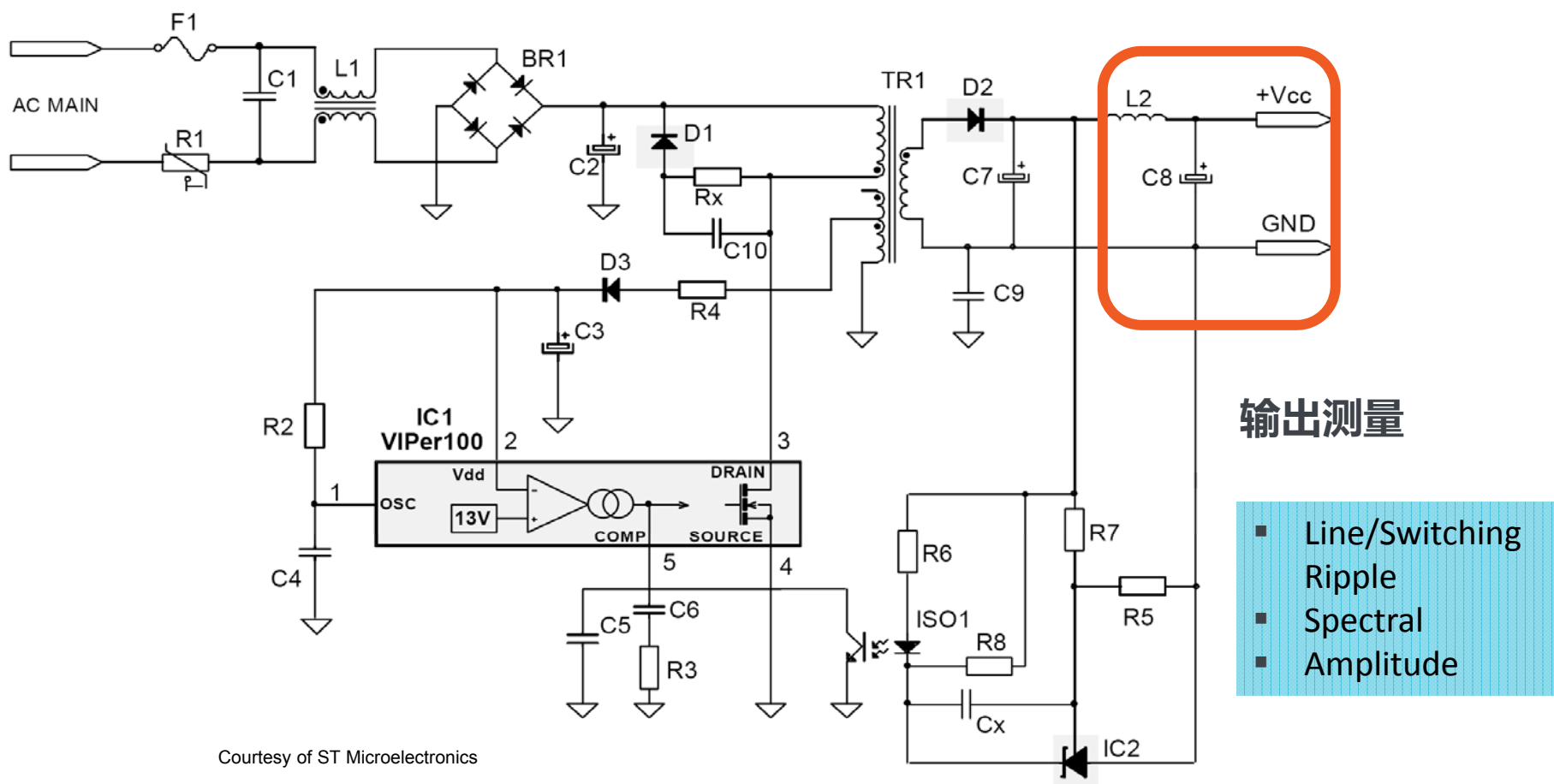
- True Power
- Reactive Power
- Apparent Power
- Phase Angle
- Power Factor
- Crest Factor
- Harmonics



Courtesy of ST Microelectronics

典型的SMPS电路

测量& 挑战

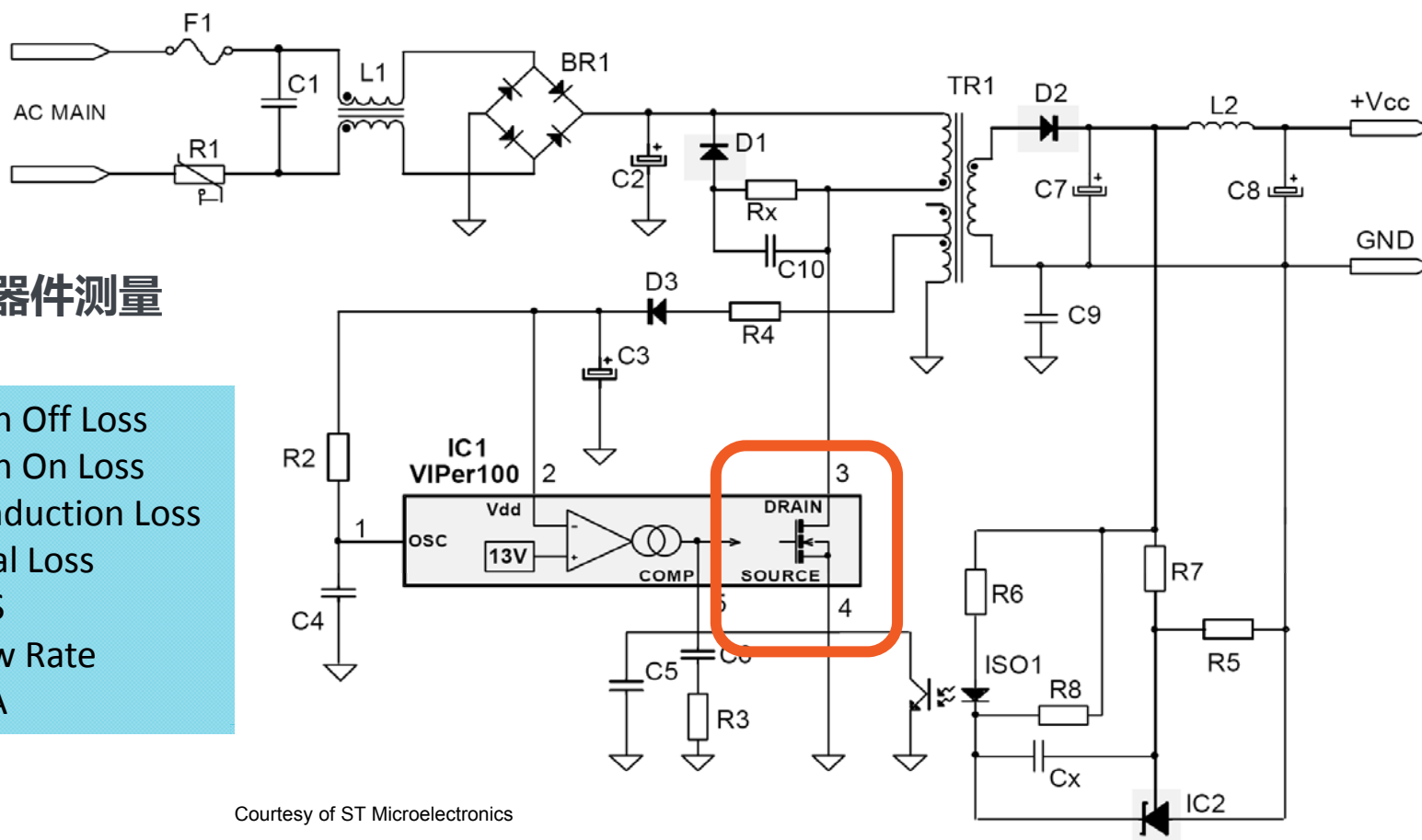


典型的SMPS电路

测量& 挑战

开关器件测量

- Turn Off Loss
- Turn On Loss
- Conduction Loss
- Total Loss
- RDS
- Slew Rate
- SOA



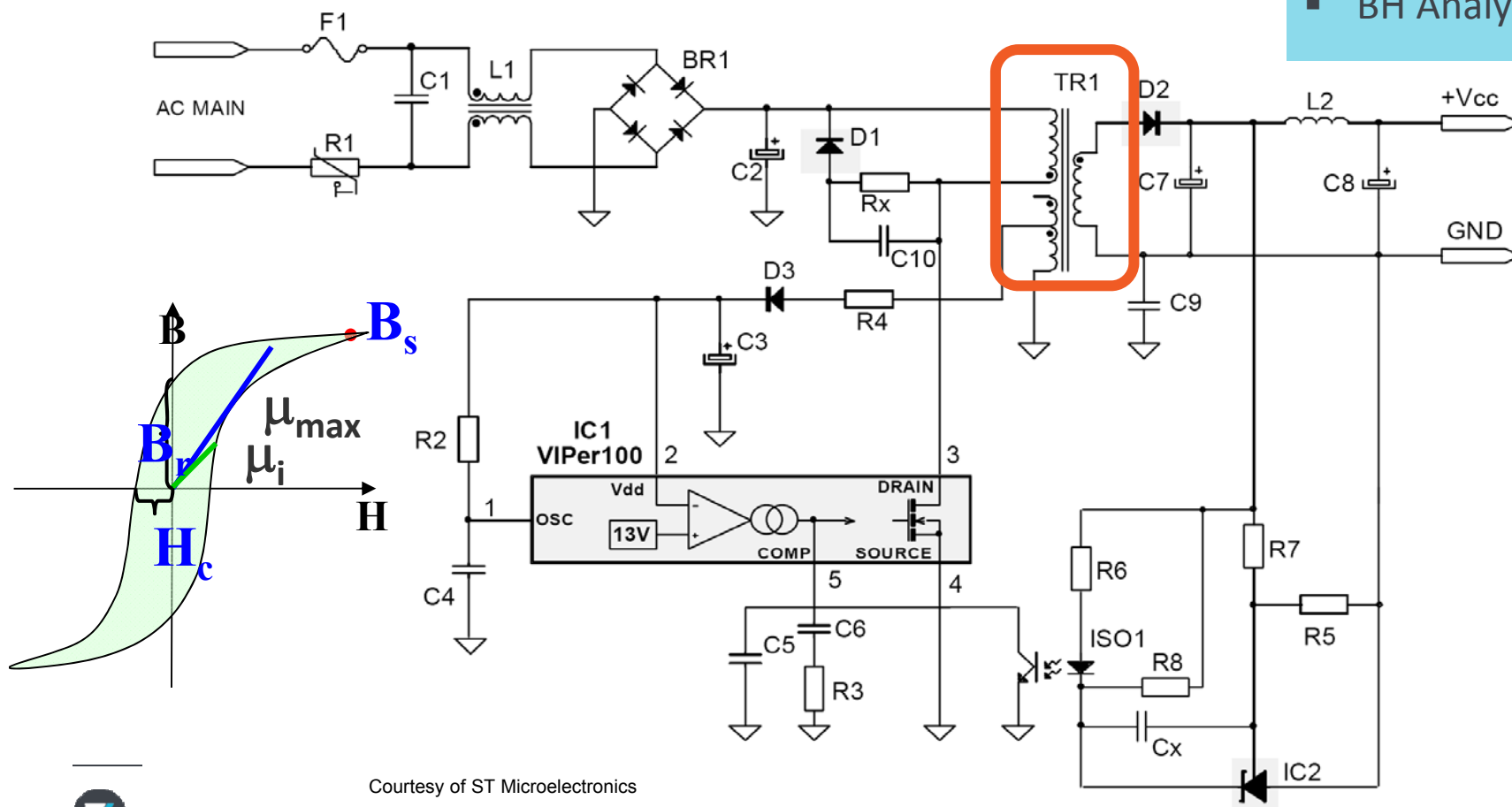
Courtesy of ST Microelectronics

典型的SMPS电路

测量& 挑战

- Inductance
- Magnetic Loss
- Magnetic Properties
- BH Analysis

磁性测量



Courtesy of ST Microelectronics



磁性测量的好处

~20% 的客户需要磁性特性测量! Tektronix是唯一在示波器上提供此功能的!

磁损耗基础:

磁损耗影响电源的 **效率、可靠性和热性能**. 有三种损耗和磁特性相关.

磁损耗 = 磁滞损耗 + 涡流损耗 + 铜损.

磁滞损耗 hysteresis loss :

能量损耗正比于磁滞回路的面积, 小的回路等于低的磁滞损耗而大的回路

涡流损耗 Eddie Current Loss:

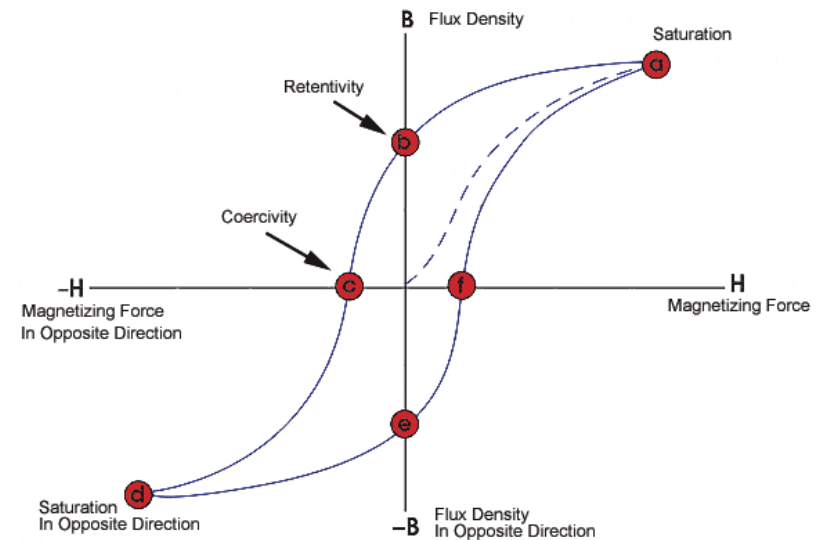
小电流流过磁芯材料, 可以使提高磁芯材料的电阻来减小涡流损耗

铜损 Copper Loss:

阻性损耗用于描述绕线的能量耗散

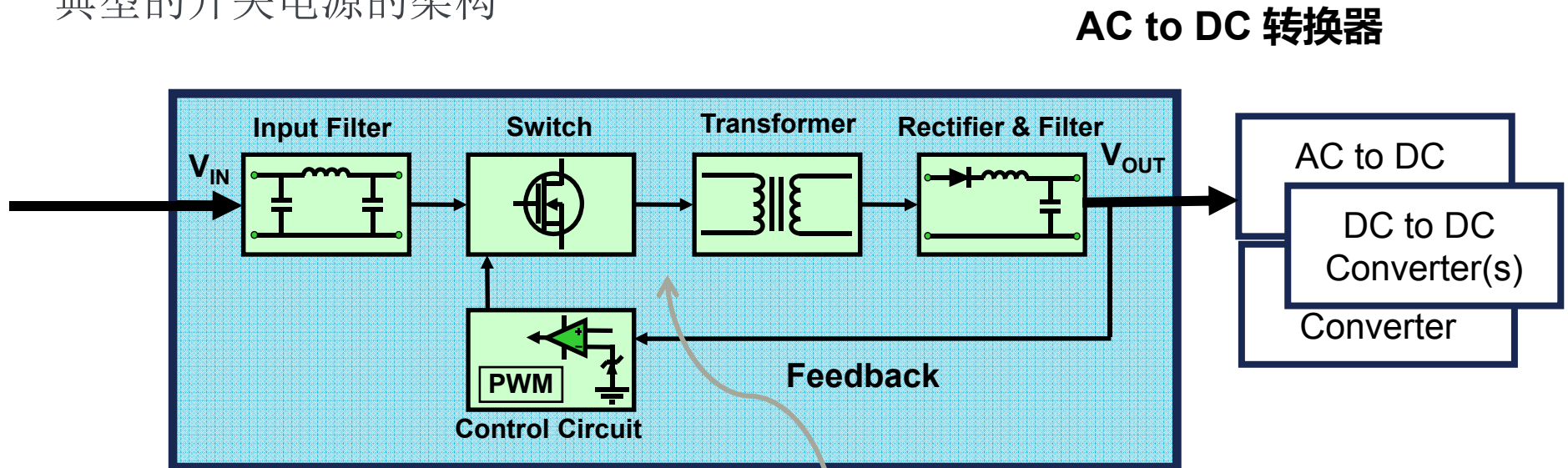
磁滞曲线:

磁性曲线可以描述磁场强度 **H** (x-axis) 和磁通密度 **B** (y-axis) 关系. 建立一个 B-H 曲线.



电源测试及挑战

典型的开关电源的架构



- 输入 / AC 电源
 - 电流谐波
 - 功率质量
 - 浪涌电流

- 输出直流电压
 - 频谱分析
 - 纹波

- 功率器件(开关管)

- 开关损耗
- 安全工作区

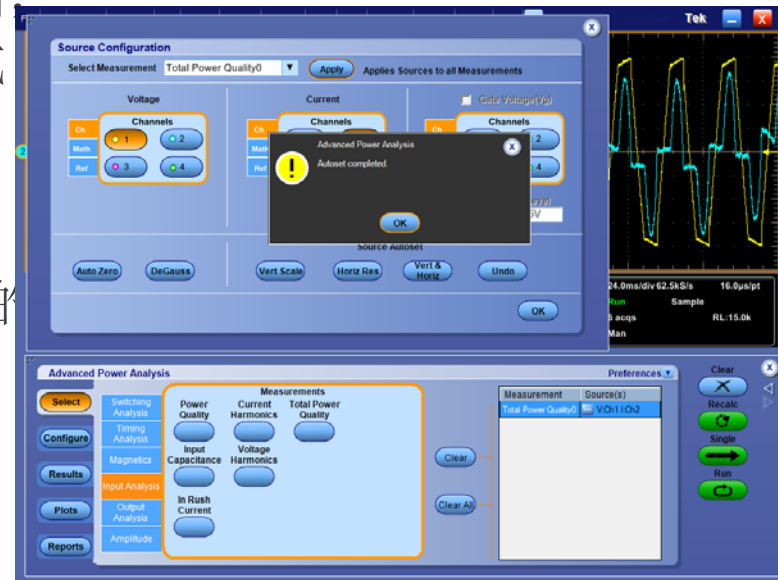
- 无功器件(变压器)

- 电感系数
- 磁损耗
- B-H 曲线

功率测试的自动化

示波器附带的功率测试相关自动测试功能

- 算法以及测试方法经由示波器软件自动选择
- 针对不同的测试对象和目的，自动测试功能定制化了最优的设置
 - 自动设置垂直刻度，偏置，带宽限制，采样率，存储深度，采样模式，测试门限以及选通
- 自动化测试保证了测试方法、测试结果的一致性并且提供了便捷的以记录、分享测试结果

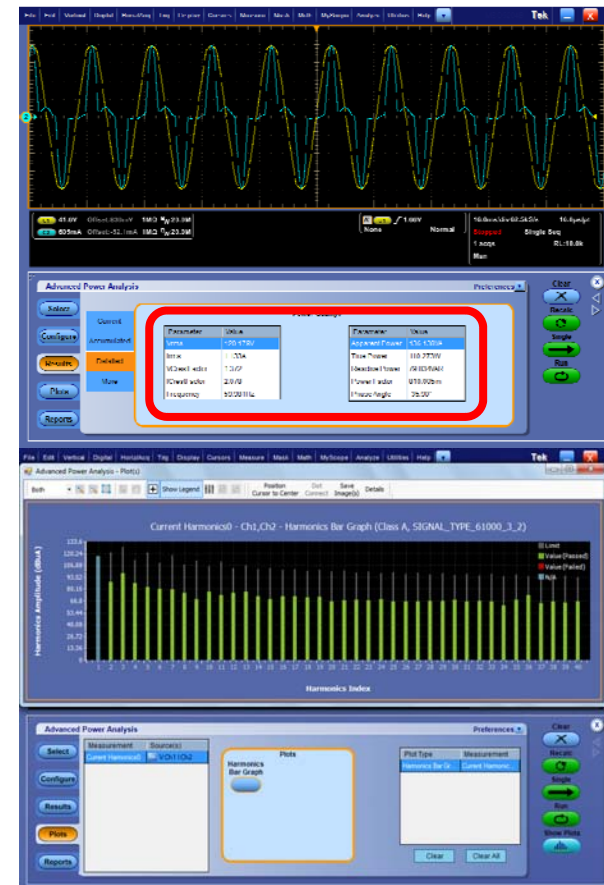


DPOPOPWR Source Autoselect

输入电流谐波

不理想的（实际的）输入电流会增加电网负担并且带来功率损耗

- 理想情况下，功率因数 = 1.0
 - 负载呈现阻性，交流电压电流无相位差
 - 实际功率=视在功率，所以无功功率 = 0
 - 无电流谐波
- 实际应用中，负载很少为纯阻性
 - 一般的AC-DC转换器为非线性的阻抗负载
 - 测试结果与理论/理想结果差异很大
 - 常用主动功率因数校正电路，这类电路的设计非常复杂



Input Power Quality and Current Harmonic



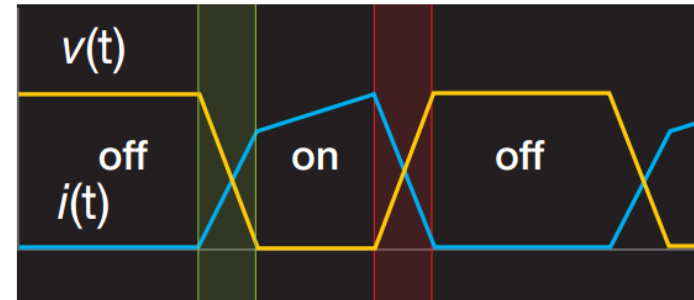
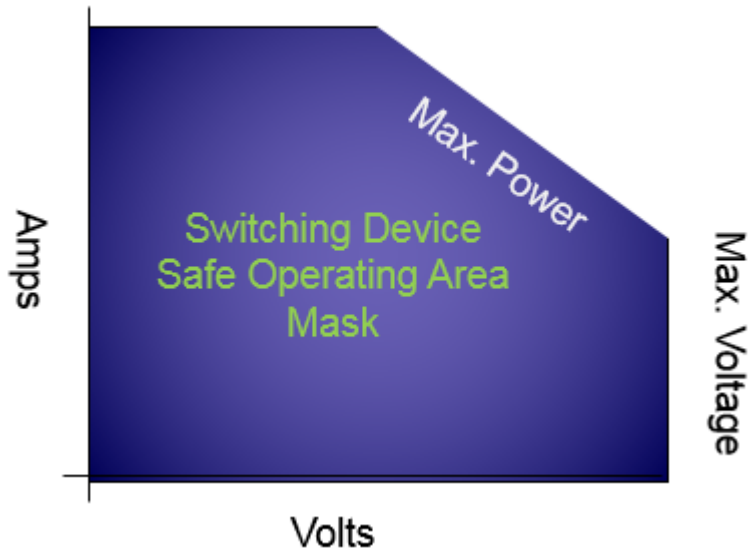
功率自动测试功能———开关损耗测试

- 测试开关的电压和通过电流 (MOSFET, IGBT, BJT, ect.)
- 开关损耗
 - 开启, 关断, 传导损耗
 - 开关开启和关断轨迹点
- 增加参数设定提高测试损耗精度

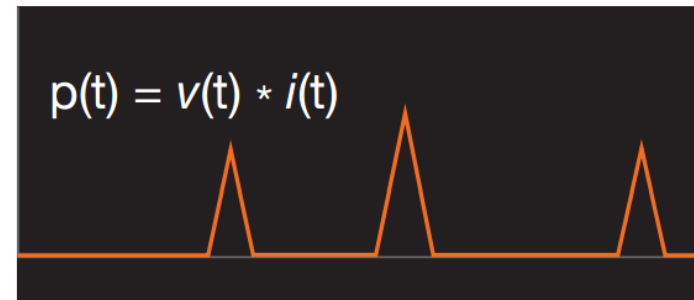
$R_{ds(on)}$ for MOSFETs

$V_{ce(sat)}$ for BJTs and IGBTs

Max. Current



Switch Voltage and Current



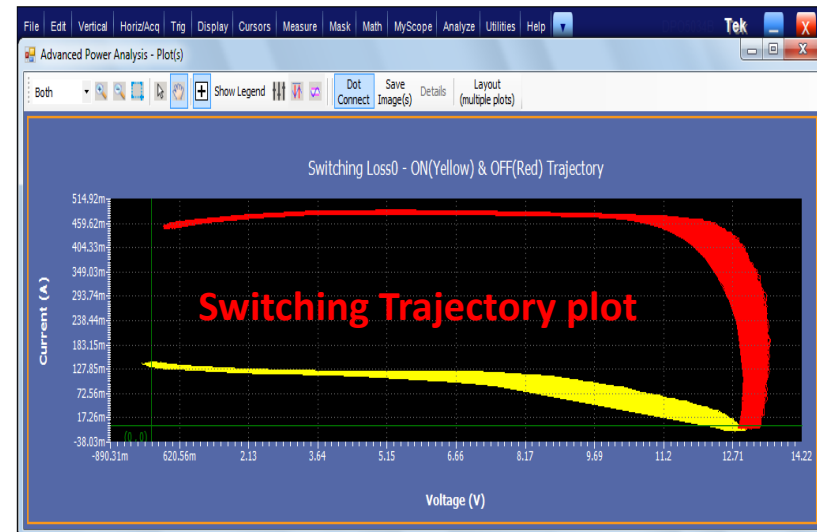
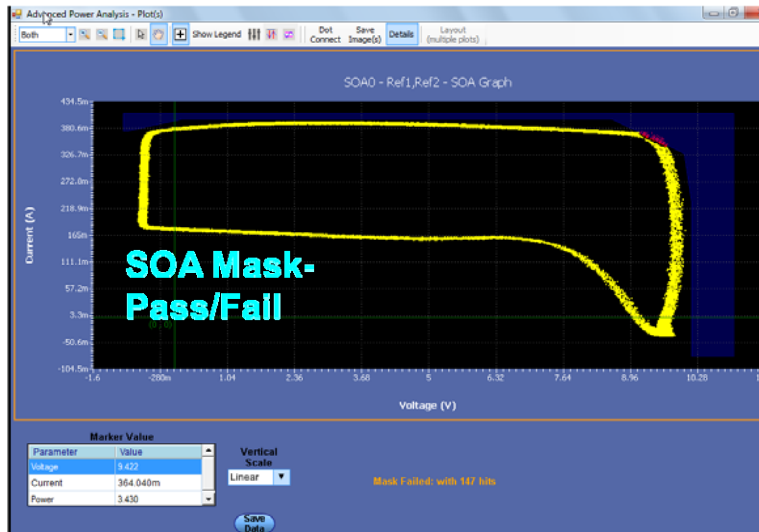
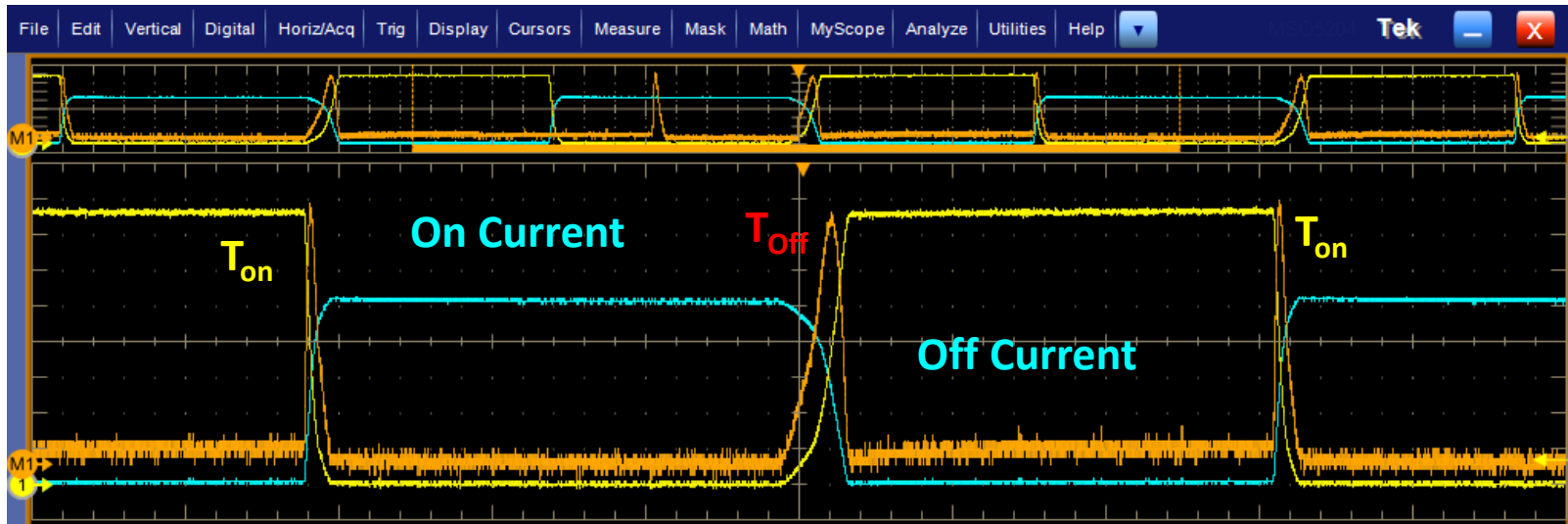
Switch Power Loss

安全工作区:

- 开关器件工作范围
- SOA 模板来图形化开关工作的限值
- 轻松设计安全模板, 可保存方便后续调用

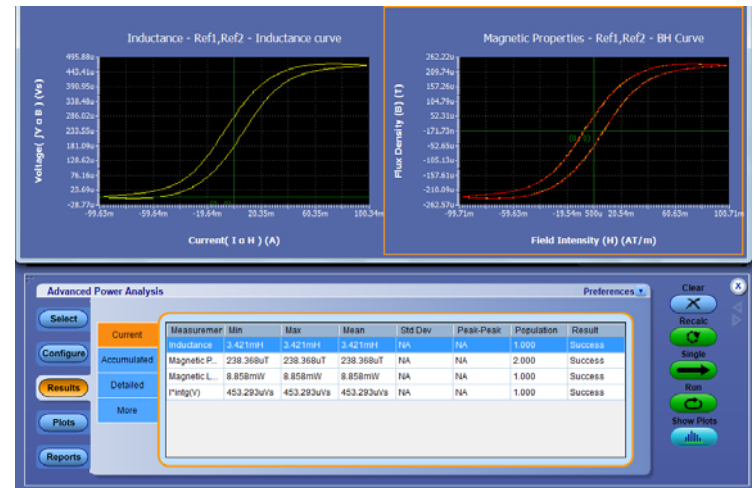
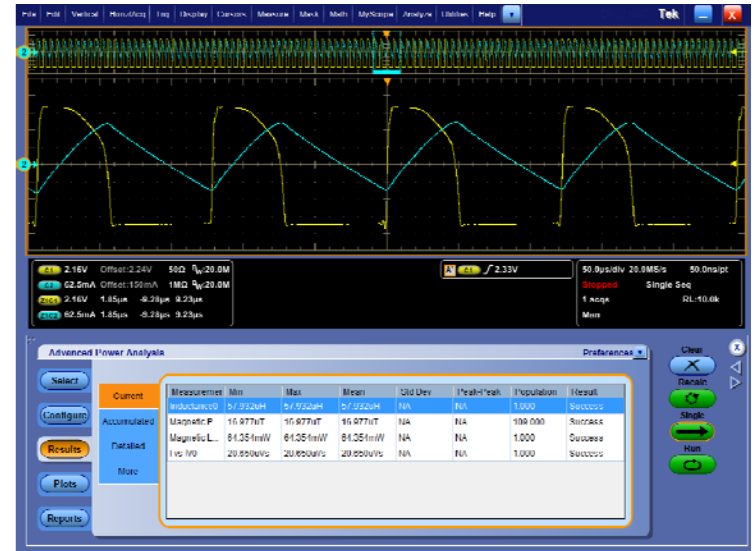
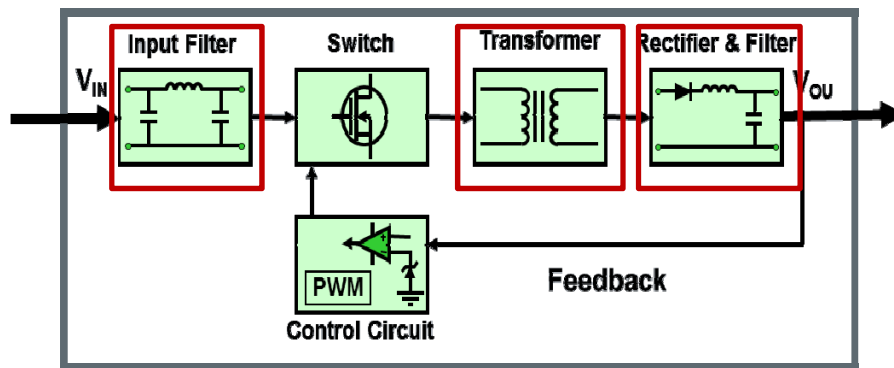


功率自动测试—SOA 模板测试



功率自动测试功能——磁通量测试

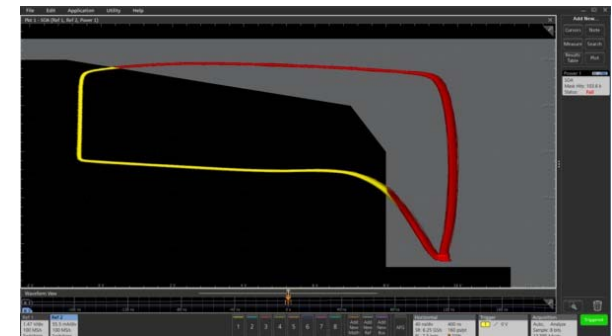
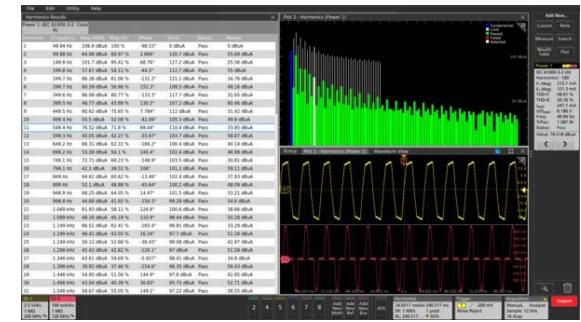
- 专注于电感和变压器器件
- 常规测试：
 - 电感、
 - B-H曲线
 - 磁损
 - 通过磁滞损耗
 - 通过涡流损耗
 - 通过铜损



MSO5的应用方案

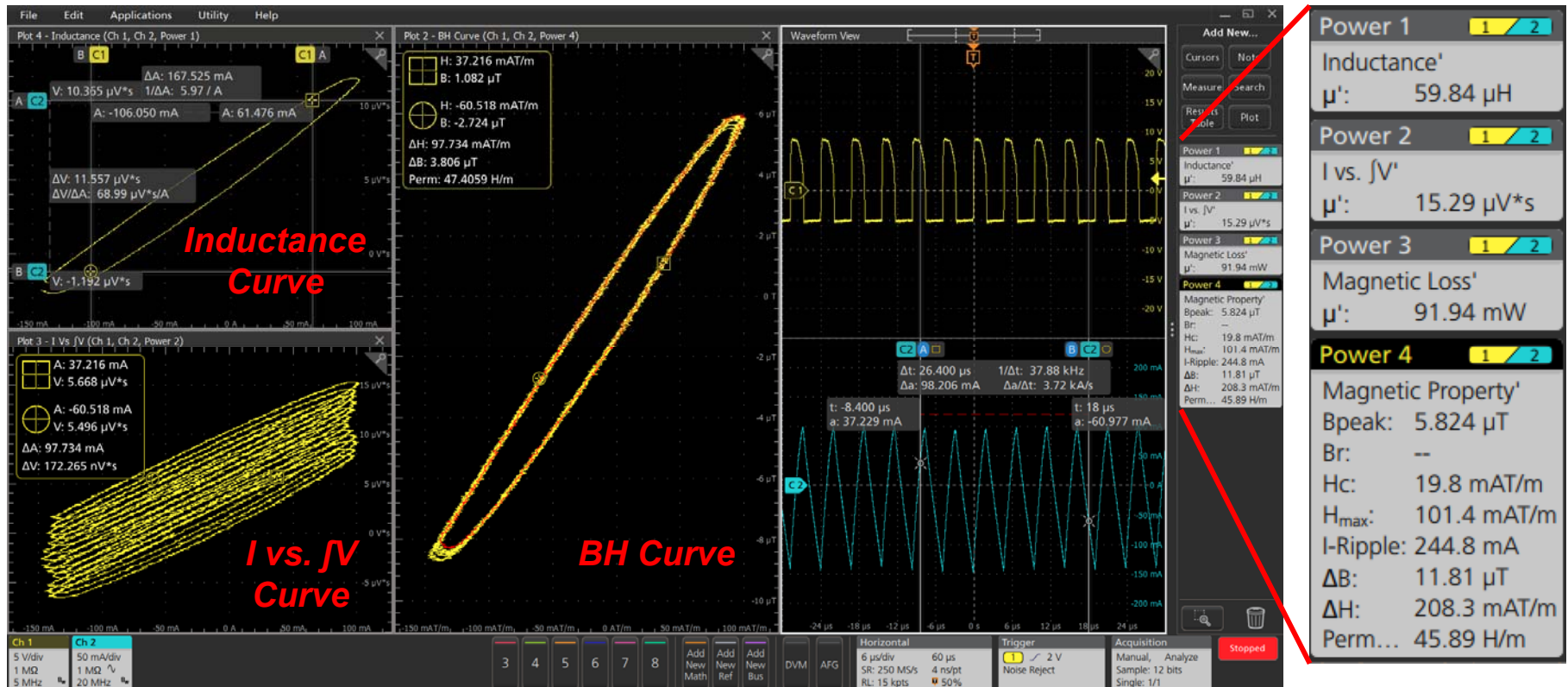
Power Measurements

- 线路测量
 - 功率 包括真实功率、视在功率、功率因数和相位角
 - 总谐波失真和波峰因数
 - 谐波测量、柱状图和表格
 - 幅度可以简便地逐个周期测量电压工电流，包括最小值、最大值、幅度和峰峰值
- 开关器件测量
 - 开关损耗计算开关器件的开机损耗、关机损耗和传导损耗
 - 安全作业区(SOA)提供了可以量身定制的安全作业区模板测试功能
 - 定时分析可以简便地分析脉宽调制开关信号及脉宽、占空比、频率或周期的周期图或直方图
- 输出测量
 - 线路纹波
 - 开关纹波



MSO5的应用方案

Power Measurements - Magnetics



MSO5的应用方案

Power Measurements – Efficiency



Power 1 R1 / R2

Efficiency'

Input : 1.463 W

Output1: 496.1 mW

Output2 : 496.1 mW

Efficiency1: 33.91 %

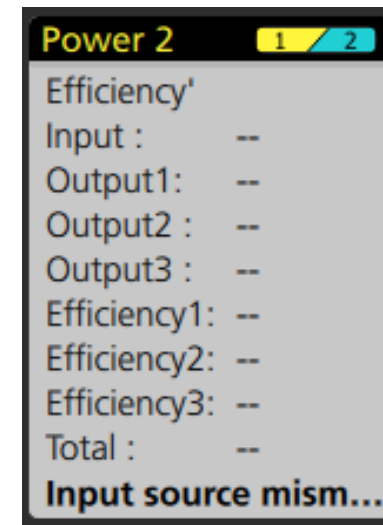
Efficiency2: 33.91 %

Total : 67.82 %

MSO5的应用方案

Power Measurements – Efficiency

- Efficiency measurement capability increases with channel count of instrument
- 4 channel scope
 - 1 input, 1 output
- 6 channel scope
 - 1 input, 2 outputs
- 8 channel scope
 - 1 input, 3 outputs

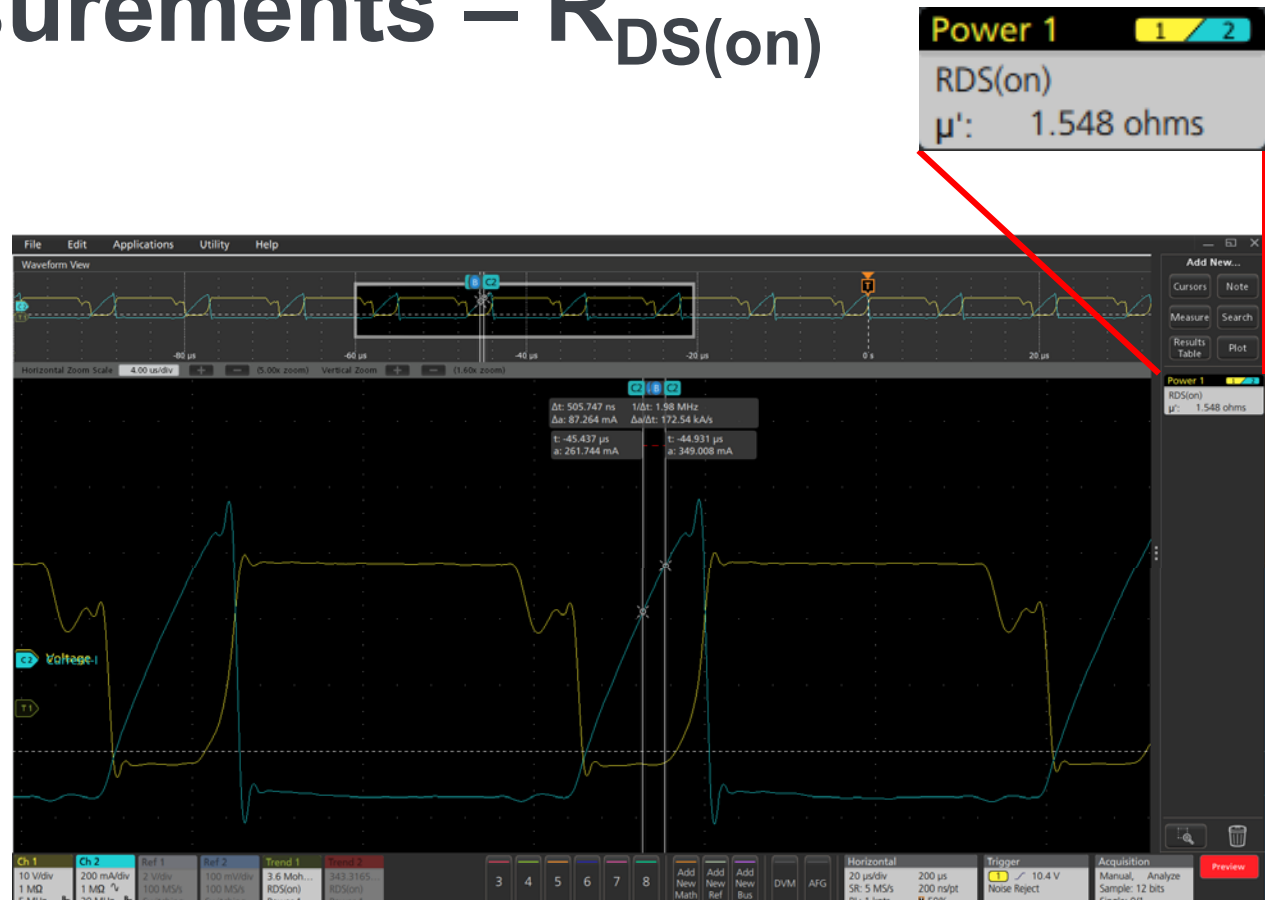


MSO5的应用方案

Power Measurements – $R_{DS(on)}$

- $R_{DS(on)}$ is simply voltage divided by current
- Measurement is gated during conduction regions

Vasu will provide deeper training on the new power measurements during the first week of March via WebEx sessions...be sure to attend!



高压差分探头

- 最好的测量精度



- 性能最高的产品系列支持各种动态范围和分辨率要求

- 示波器与探头智能通信，自动完成设置、定标和带宽

最高的质量

- 由泰克设计、制造和提供支持
- 所有其他厂商的高压差分探头都是贴牌OEM

- 安全保证    

- 泰克承诺安全，采用第三方认证
- 其他厂商只是自行认证

- 灵活性高，优异的价值

- 标配最全面的一系列探头附件

最流行的探头：

- TMDP0200 ($\pm 750\text{ V}$ / $\pm 75\text{ V}$, 200 MHz)



- THDP0200 ($\pm 1500\text{ V}$ / $\pm 150\text{ V}$, 200 MHz)



- THDP0100 ($\pm 6500\text{ V}$ / $\pm 650\text{ V}$, 100 MHz)



AC/DC电流探测

- 最好的测量精度



性能最高的产品系列，带宽最高 和 灵敏度最高的电流钳夹探头

- 示波器与探头智能通信，自动完成设置和定标

- 最高的质量

- 由泰克设计、制造和提供支持
- 所有其他厂商的高压差分探头都是贴牌OEM

- 安全保证



- 多种产品可供裸线使用!
- 泰克承诺安全，采用第三方认证
- 其他厂商只是自行认证

- 最流行的探头:

- TCP0030A (30 A, 120 MHz)



- TCP0020 (20 A, 50 MHz)

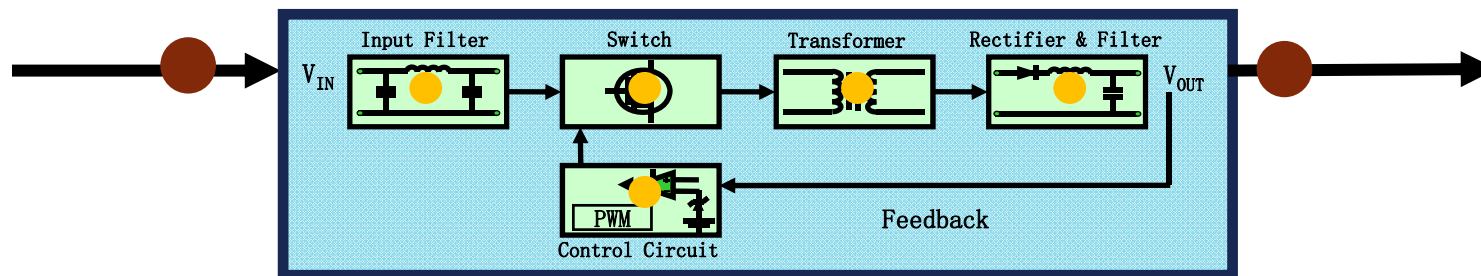


- TCP0150 (150 A, 20 MHz)



电源硬件设计验证流程

全套解决方案



Tektronix 功率分析仪及频谱仪

最终整体电源的
评价及标准（预）一
致性的测试

Tektronix

电源的一致性测试



电源标准小结

- 能源之星 / IEC 62301 / EN 50564
 - (家用电子设备和办公设备耗电量测量方法- 待机功率)
- IEC / EN 61000-3-2 (预一致性测试)
 - (连接市电、最大16A(含) 的电气设备和电子设备产生的电流谐波测量方法)
- IEC 61000-4-7
 - (规定了在测试谐波和间谐波时测量设备必须怎样运行。与IEC61000-3-2 一起使用)
- SPECPower
 - (经过认证, 可以用于一到四个插座的大容量服务器类计算机功耗测试, 包括类似的刀片服务器配置。www.spec.org)
- 其他的电源标准
 - CQC 3146-2014 (LED 模块节能认证。要求300KHz 功率分析仪带宽 - 中国)
 - IEC 62087:2011 (电视机、摄像设备、机顶盒、音频设备和商用多功能设备的功耗)
 - CEC-400-2012-019-(家电效率法规)



6级能效新标准

传说中的VI级能效已经确定在2016年实施。相信做相关产品的各个厂家，已开始对旧产品进行升级换代，这是挑战也是机遇。

V	0 to < 50 W	AC-DC: ≤ 0.3 AC-AC: ≤ 0.5	0 to ≤ 1 W	Basic Voltage: $\geq 0.480 * P_{no} + 0.140$ Low Voltage ⁵ : $\geq 0.497 * P_{no} + 0.067$	EPSs with ≥ 100 watts input power must have a true power factor ≥ 0.9 at 100% of rated load when tested at 115 volts/60Hz.	
			> 1 to ≤ 49 W	Basic Voltage: $\geq 0.0626 * \ln(P_{no}) + 0.622$ Low Voltage: $\geq 0.0750 * \ln(P_{no}) + 0.561$		
	≥ 50 to ≤ 250 W	≤ 0.5	> 49 to 250 W	Basic Voltage: ≥ 0.870 Low Voltage: ≥ 0.860		
VI	Single-Voltage					Not Applicable
	0 to ≤ 49 W	AC-DC: ≤ 0.100 AC-AC: ≤ 0.210	0 to ≤ 1 W	Basic Voltage: $\geq 0.5 * P_{no} + 0.16$ Low Voltage: $\geq 0.517 * P_{no} + 0.087$		
			> 1 to ≤ 49 W	Basic Voltage: $\geq 0.071 * \ln(P_{no}) - 0.0014 * P_{no} + 0.67$ Low Voltage: $\geq 0.0834 * \ln(P_{no}) - 0.0014 * P_{no} + 0.609$		
	> 49 to ≤ 250 W	≤ 0.210	> 49 to ≤ 250 W	Basic Voltage: ≥ 0.880 Low Voltage: ≥ 0.870		
> 250 W	≤ 0.500	> 250 W	≥ 0.875			

针对现行的V级能效标准AC-DC 50W以下电源产品300mW要求，VI级能效低于100mW 的待机功耗将是对电源产品的巨大挑战。如何应对VI 级能耗的标准测试。





VI级能效测试挑战

- VI级能效两个主要挑战:

1. 对电源的效率要求提高2.3%，要求到87%—要求高精度
2. 待机功耗测试要求由300mW 降低到100mW—要求测试设备uA级的测试能力。

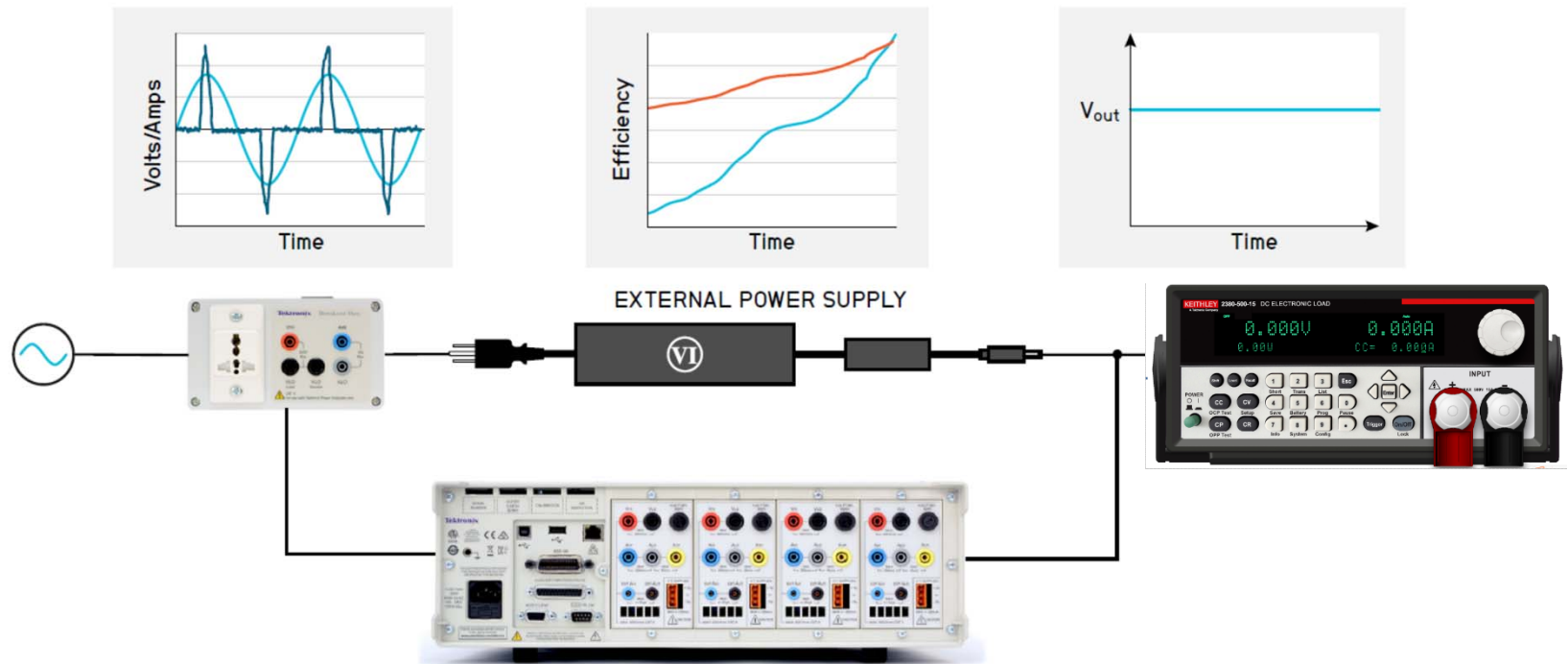
3. 我们的方案:

PA3000 多通道功率分析仪

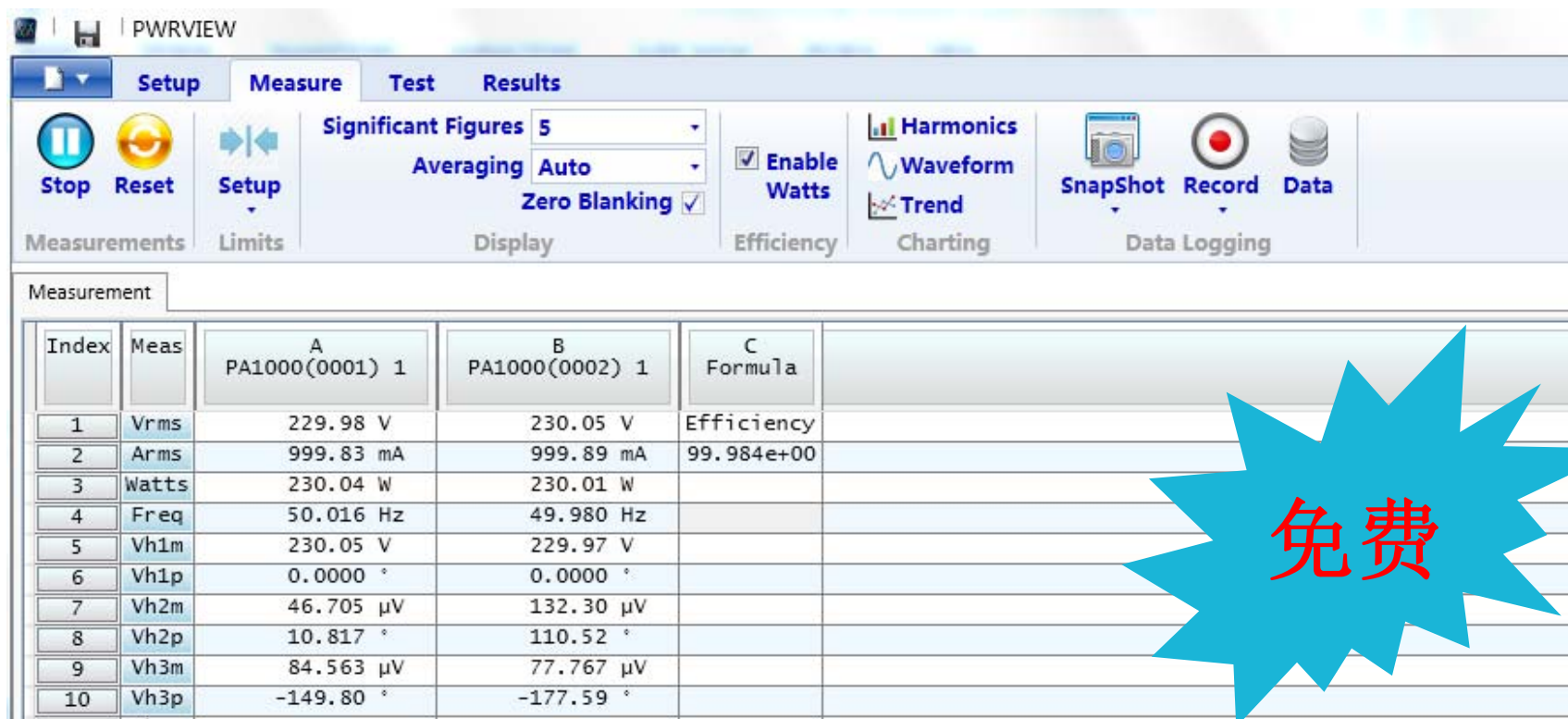
2台PA1000 + PWRVIEW软件+ Cable +Breakout Box



AC-DC驱动电源



电源的效率的测试



通过PWRVIEW，用户可以在PC上同时显示开关电源输入和输出测量
PWRVIEW允许用户输入公式，执行效率的技算。



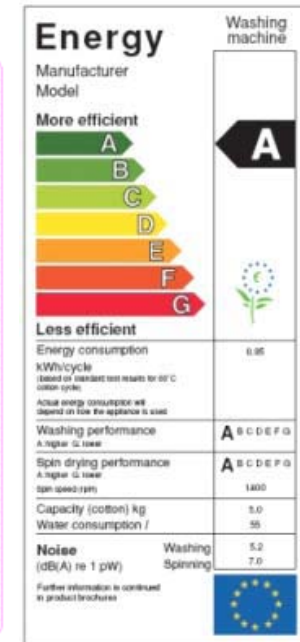
方案特色—IEC62301全面一致性测试

- **问题关键：** “待机功率估计占发达国家家庭消耗的总电力的5 ~ 10%。”
-----洛伦斯伯克里国家实验室(美国能源部)
- **我们方案的特色：**
- 符合IEC 62301 / EN50564标准进行全面一致性待机功率测试
 - a) 5mW待机功率测量
 - b) 唯一为IEC待机功率和IEC电流谐波测试提供整体解决方案的单通道功率分析仪
 - c) “提前测试，常常测试”

遵循IEC62301标准的机构

哪些标准机构根据IEC 62301 Ed 2制订标准或提供待机功率建议：

- 能源之星 / 2007年美国能源独立和安全法案 (H. R. 6)
- 欧盟生态设计指令 (指令2005/32/EC)
- 欧洲行动守则
- 中国能源委员会
- 美国加利福尼亚州能源委员会
- 加拿大标准协会
- 澳大利亚/新西兰MEPS
- 韩国MKE / KEMCO MEPS
- 这一清单正在增加... ..



待机功耗测试难点

客户遇到的测试难题	泰克PA1000如何解决
电流波形畸变严重，高谐波畸变波形需要仪器的峰值因数测试能力高于3以上	PA1000 峰值因数可以达到10高精度测试
待机功耗测试需要测试mA或者uA级小电流信号，小电流信号测试不准确。	20Arms 和1Arms双电流分流器— 标配 （最小电流量程2mA）可以实现最小mW级功率准确测试。
客户需要针对性设定机器完成准确的测试，设定复杂。	内置待机功耗standby 测试模式，一键设定完成
连线复杂，测试连接机器耗费时间。	选配附件Breakout box，轻松完成接线问题
待机功耗测试数据需要后续整理，不能直接满足IEC62301标准一致性报告	标配软件实现，待机功耗一致性测试报告一键完成
能耗测试功能	PA1000标配



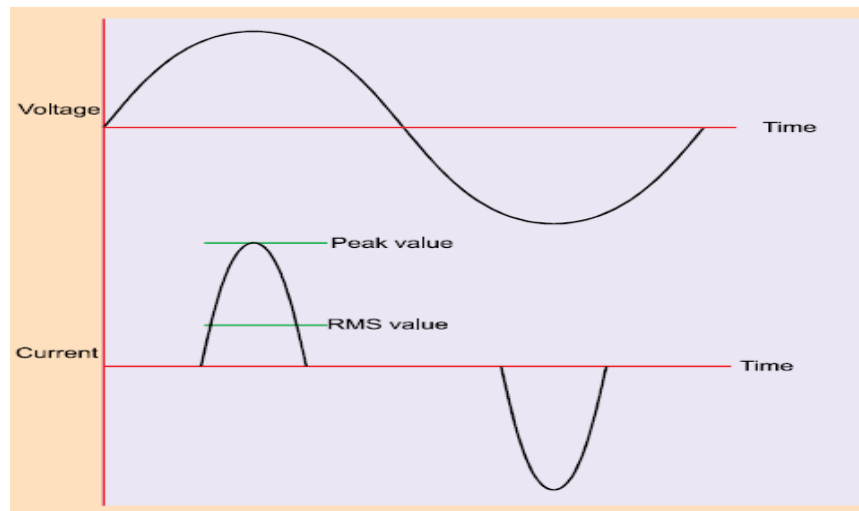
影响测试准确性的因素—峰值因数

- 峰值因数:

$$\text{Crest factor} = \frac{\text{Peak value}}{\text{RMS value}}$$

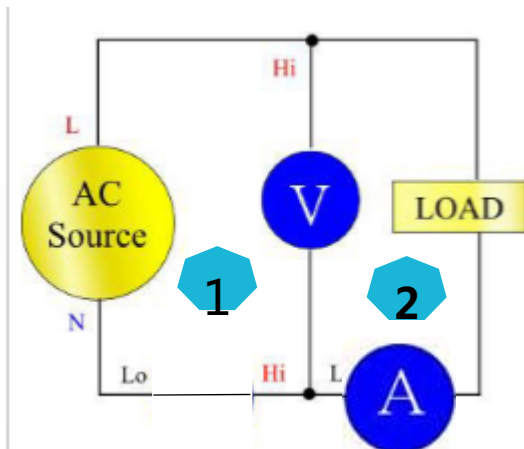
一个标准正弦波CF=1.414。
但是对于待机功耗的CF 一般系数都是高于3甚至在6以上的。

实测出来电流的峰值因数是8，对于功率分析仪器有高峰值因数准确测试的要求。



影响测量结果的因素—接线方法

待机功耗的接线方法：



接线目前常见的采用的是电流表内置或者电流表外置两种方式。

采用①电流表外置，这时测试电压就是待机产品的电压没问题，但是电流测试数据会引入电压表分流的电流值，导致测试的误差。

采用②电流表内置，这时测试的电流是真正负载的电流，电压是源端电压，会引入电流表分压的误差，导致测试的误差

相对比较可以得到，因为本身待机功耗的电流非常小，所以电流测试的误差是影响最终的测试结果。所以经过和认证机构的沟通，**电流表内置②**是普遍采用的一种接线方式。

影响测量结果的因素——待机功耗接线



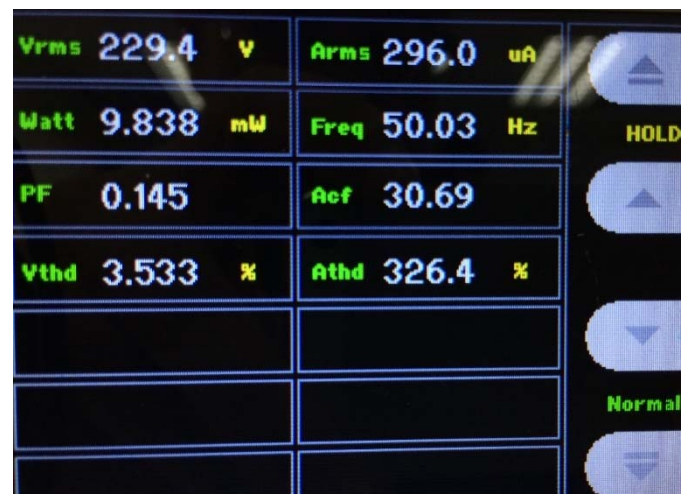
测试条件相同，测试品相同，结果差别非常大，功率是正常方法的6倍多。

结论：**电流表内置**是待机功耗测试的前提条件。

低待机功耗测试图——零功耗



图上所示，是使用泰克功率分析仪PA1000进行测试的手机充电器待机功耗情况，大家清晰看到此时的待机功耗57.91mW，电流为2.313mA。更换测试设备可以红色插座处更换。



客户需要测试零功耗，即电源待机功耗小于10mW，所以对功率分析仪要求非常高。很多其他品牌的功率分析仪不能稳定准确的测试这么小的待机功耗。

待机功耗测试—PWRVIEW 软件（一键测试）

PWRVIEW 远程控制软件：

Test Report No 140214-085333-F Standby Power Measurement

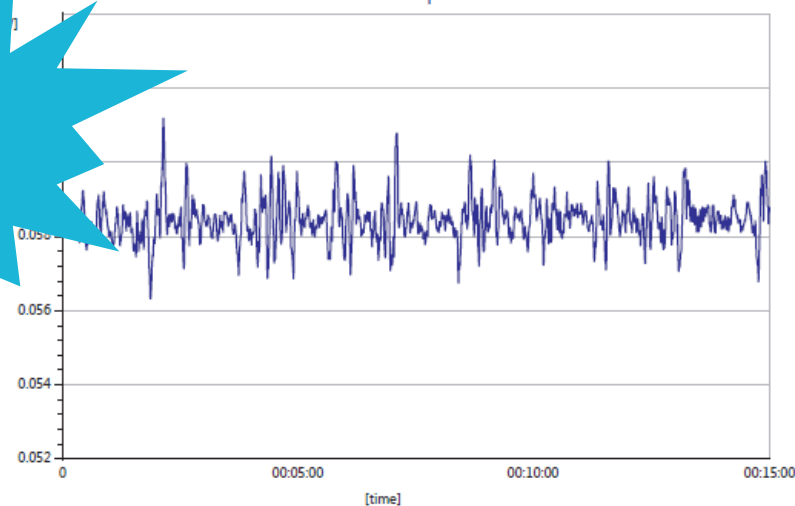
Customer	Issuer
Name: <new contact> Address:	Name: <new sdfsdfcontact> Address: sdfsdf Date of issue: 2014-Feb-14
Unit Under Test	Reference Instrument
<not selected>	Manufacturer: Tektronix Description: Power Analyzer Model: <unknown> Serial Number: <unknown> Firmware Version: <unknown> Test Software: PWRVIEW ver. 1.1.3.412
Test Conditions	Test Summary
Time of Test: 2014-Feb-14 08:53:33 Test Voltage: 230V ±1% Test Frequency: 50Hz ±1% Voltage Distortion: < 2% THC Voltage Crest Factor: 1.39 < Vcf < 1.49 Temperature: 23°C ±3°C Humidity: < 75%	Average Power: 58.480 mW Power Limit: 500.00 mW Power Stability: 831.01 µW/h Uncertainty*: 12.634 mW Test Period: 00:15:00 Test Method: Sampling (IEC62301-F Test Status: FAIL
Power measurements were carried out in accordance with the requirements of IEC62301-5 "Measurement of standby power" and EN 50564:2011 "Electrical and electronic equipment - Measurement of low power consumption" in the laboratory environment. All test results are traceable to national or international standards. All testing was performed under laboratory conditions. * Uncertainty quoted is an average of power measurement uncertainties from the last 2/3 of the test which are due only to the accuracy of the reference instrument used. If Uncertainty is marked as FAIL, it means that at least one power measurement uncertainty in the last 2/3 of the test exceeded the limit prescribed in the standard.	
Test Notes	Test Officer
	Full Name: Signature: _____

Results

	Average	Minimum	Maximum	Min.Limit	Max.Limit	Status
Power	58.480 mW	56.736 mW	60.792 mW	n/a	500.00 mW	Pass
Voltage	228.41 V	227.04 V	229.13 V	227.70 V	232.30 V	FAIL
Current	1.0217 mA	979.35 µA	1.0969 mA	n/a	n/a	n/a
Frequency	49.995 Hz	49.961 Hz	50.035 Hz	49.500 Hz	50.500 Hz	Pass
Power Factor	250.71 m	237.75 m	261.06 m	n/a	n/a	n/a
Voltage Crest Factor	1.4302	1.4274	1.4342	1.3900	1.4900	Pass
Current Crest Factor	14.504	11.785	21.223	n/a	n/a	n/a
Voltage THC	4.2063 %	4.0772 %	4.3957 %	n/a	2.0000 %	FAIL
Uncertainty Ratio*	1.5832	1.5481	1.6323	1.0000	n/a	Pass
Result Interval	n/a	n/a	0.4950 s	n/a	1.0000 s	Pass

* Uncertainty Ratio is the ratio of 'Ulim/Ures', where 'Ures' is the uncertainty of each power measurement, due only to the accuracy of the reference instrument used. 'Ulim' is the absolute allowed uncertainty, calculated for each power measurement in accordance with IEC62301 Ed.2 / EN 50564:2011 standards. Uncertainty Ratio is marked as FAIL, it means that at least one power measurement uncertainty in the last 2/3 of the test exceeded the limit prescribed in the standard.

Power Graphs



免费



方案特色——IEC61000-3-2预一致性测试

IEC 61000-3-2预一致性测试与全面一致性测试对比

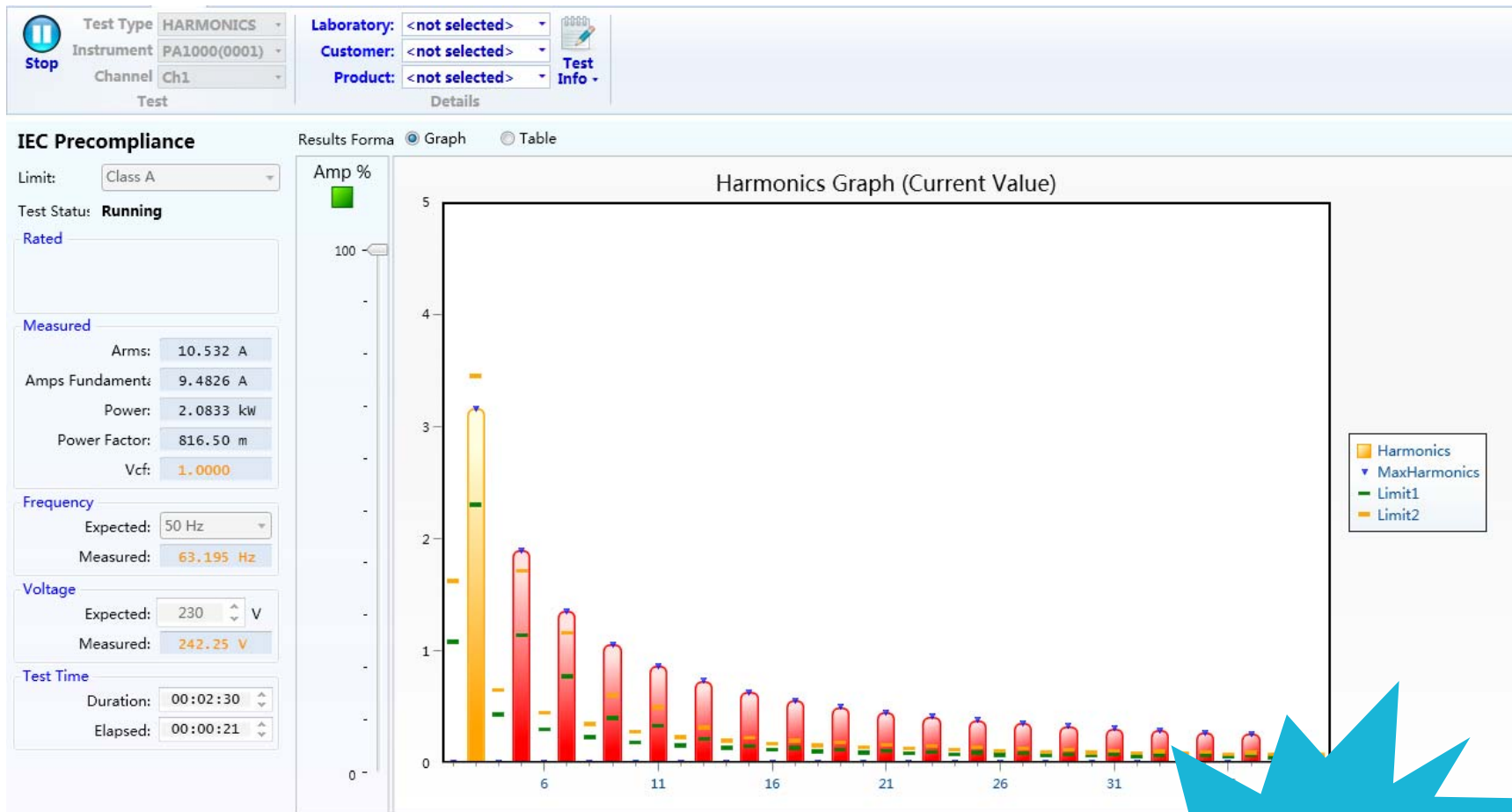
- **CE**标识认证要求必须进行谐波测试
 - “连接市电的所有电气设备和电子设备都必须满足EN 61000-3-2标准。
 - 这是欧洲‘EMC指令’的一部分，获得CE标识必须满足这一指令。” ——欧洲电源制造商协会

我们方案的特色：

1. PA1000是唯一为IEC 61000-3-2预一致性电流谐波测试提供整体解决方案的单通道功率分析仪
2. IEC 61000-4-7 - (规定了在测试谐波和间谐波时测量设备必须怎样运行。与IEC61000-3-2一起使用)
3. **费用仅相当于去第三方一致性测试实验室的测试, 一次失败的成本**
4. “提前测试, 常常测试



电流谐波 IEC61000-3-2 预认证一键测试

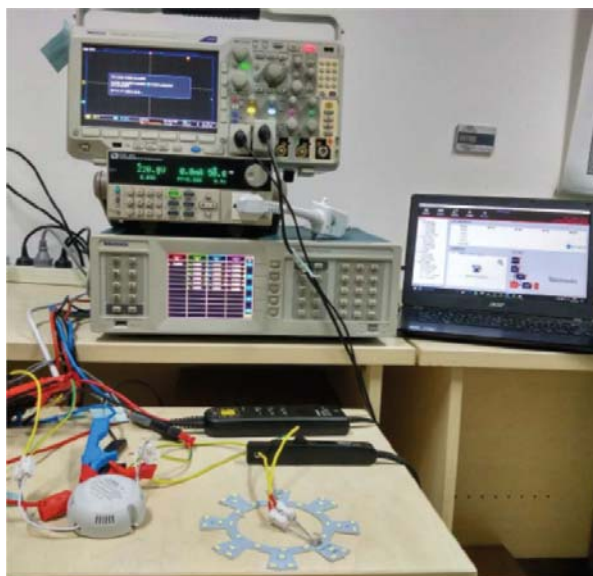


专业—国际标准IEC61000，方便，一键的测试软件。

免费



LED 驱动电源自动测试系统



测试系统特点：

- 配置简单，仪器设定由上位机软件完成
- 测量效率高，至少提高10倍测试效率
- 电流测试范围1mA-20A，电压最高可以到10mV-600V。
- 功率测试精度高达0.08%
- 可设定测试限值，测试过程一键完成
- 自动生成测试报告，数据可后续处理
- 对于整个系统各过程进行运行状态实时检查
- 为您提供符合IEC62301 2.0 待机功耗一致性测试软件
- 为您提供符合IEC61000-3-2电流谐波预一致性测试软件



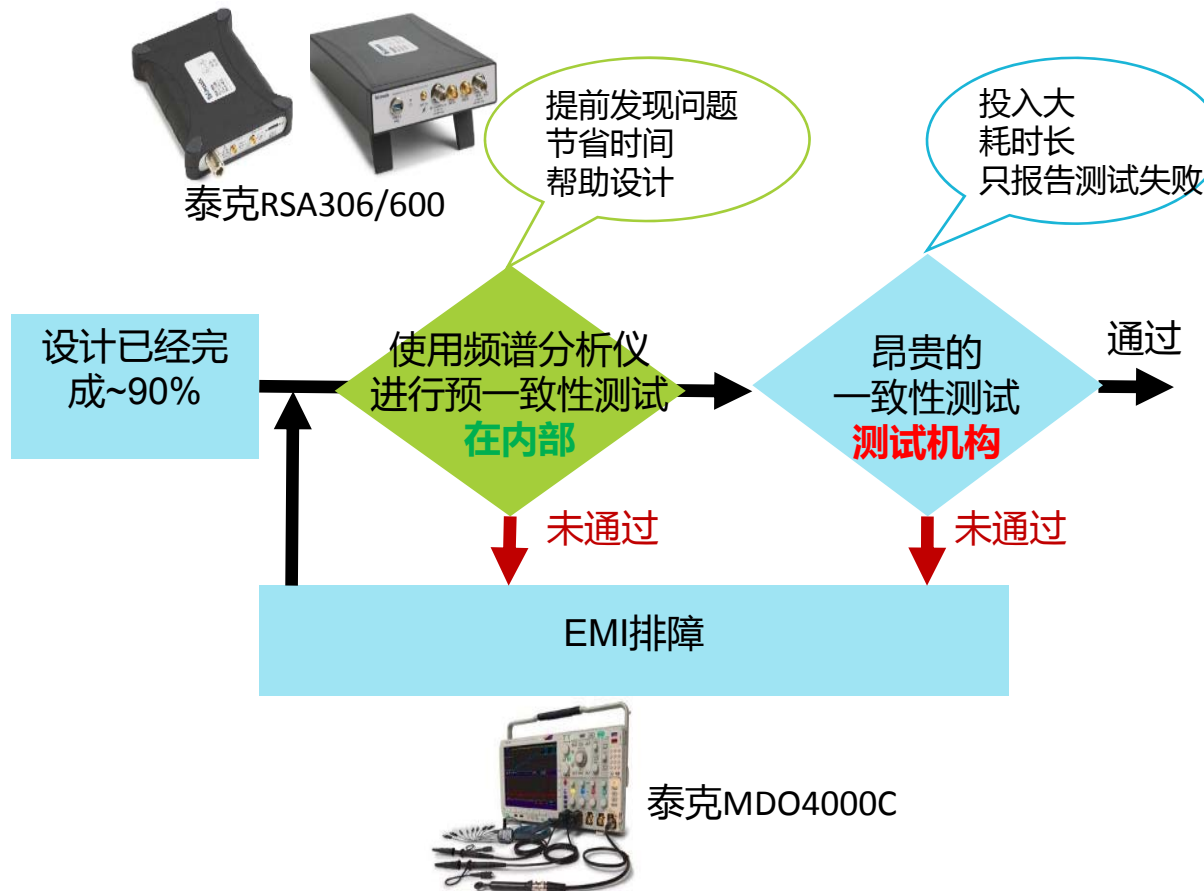


Tektronix

电源的EMI预测测试

一致性测试与预一致性测试

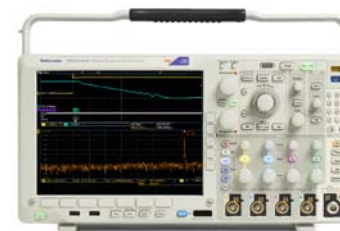
EMI测试工作流程



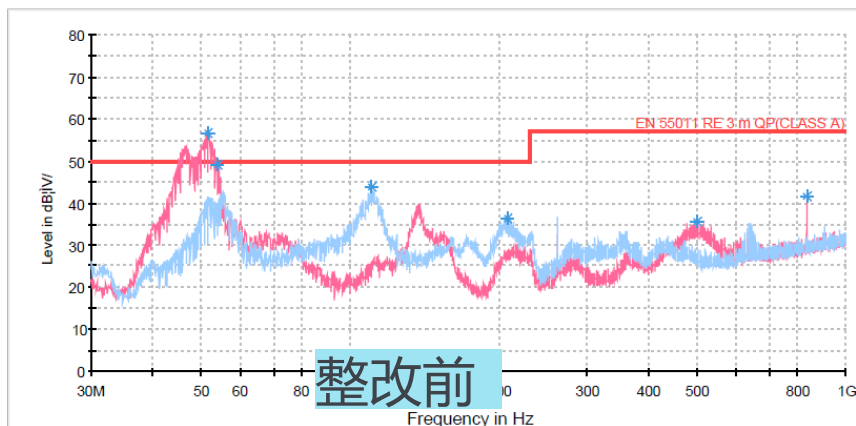
EMI预一致性测试提前识别问题，以免导致昂贵的重新设计工作，从而节省时间/资金

EMI预一致性测试

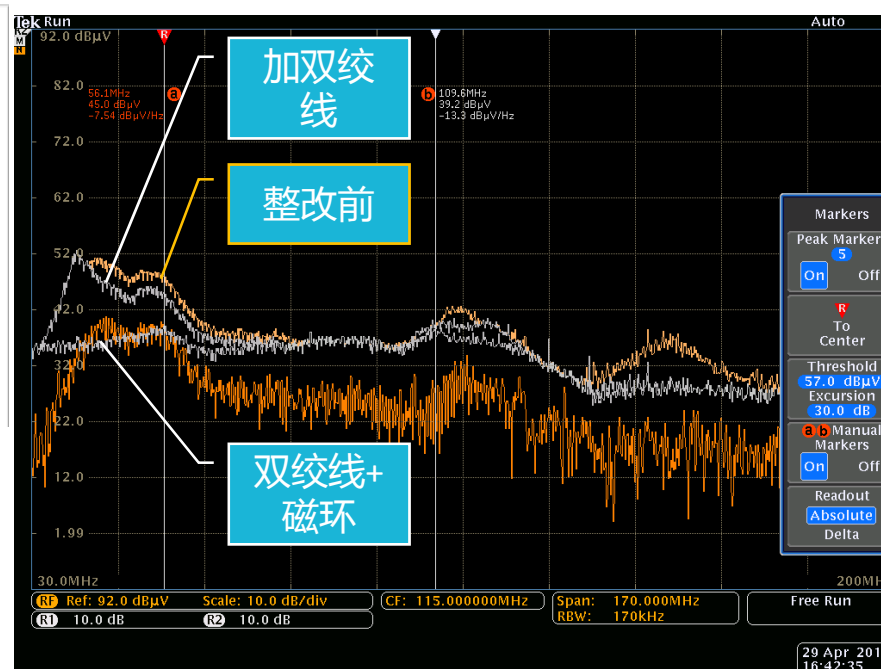
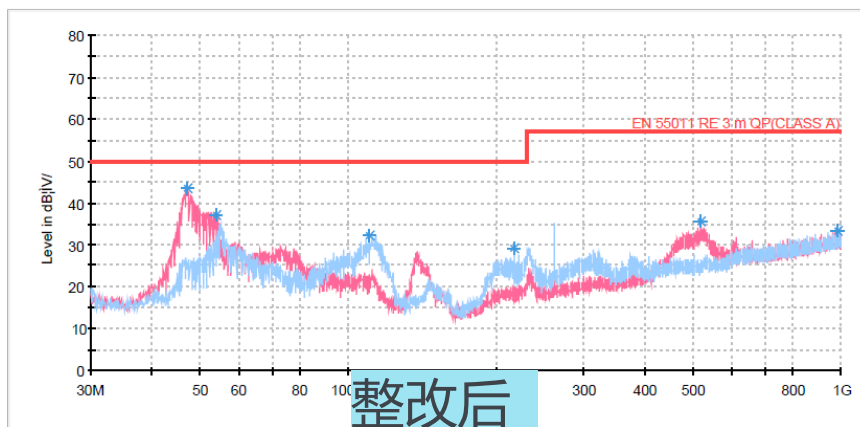
- 助您进行EMI预一致性测试及整改评价！



RE 0.03-1GHz QP Class B



RE 0.03-1GHz QP Class A



使用MD04000C测试客户整改效果确认！



EMCVu全内置EMC预一致性测试解决方案



全功能EMC解决方案：

- 放射辐射
- 传导辐射
- EMI排障和调试

加快EMC一致性测试速度，使用：

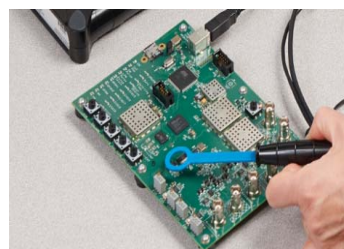
- 针对故障的准峰值检波
- 简便易学的设置向导，内置各种标准

实现认证实验室级准确度：

- 预先确定附件的增益和损耗
- 环境噪声对比

在一份报告中编制所有实验结果：

- PDF、RTF等格式，可以全面配置



支持的标准

EMCVU预一致性测试解决方案

Market Segment	Equipment Type	STANDARDS				
		IEC/CISPR	CENELEC	FCC	MIL-STD	DEF-STAN
ISM	Industrial, scientific and medical equipment	CISPR 11	EN 55011	CFR Title 47 Part 18		
MEDICAL	Medical electrical apparatus	EN 60601-1-2				
AUTOMOTIVE	Vehicles, boats and internal combustion engines	CISPR 12	EN 55012			
	Components and modules on board vehicles	CISPR 25	EN 55025	CFR Title 47 Part 15(*)		
MULTIMEDIA	Sound and TV broadcast receivers	CISPR 13	EN 55013			
	Information technology and telecommunications equipment (ITE)	CISPR 22 (replaced by EN55032)	EN 55022	CFR Title 47 Part 15		
	Professional audio/video/multimedia equipment	CISPR 32 (replaces CISPR 13 and 22)	EN 55032			
APPLIANCES	Electrical devices, household appliances and tools	CISPR 14-1	EN 55014-1	CFR Title 47 Part 15		
LUMINAIRES	Fluorescent lamps and luminaires	CISPR 15	EN 55015	CFR Title 47 Part 15		
MILITARY	Military equipment and systems				MIL-STD-461G	DEF-STAN 59-411



附件

全内置EMC预一致性测试解决方案

- 除本产品外，还有许多附件，可以分成三类：
 - 传导辐射测试
 - 放射辐射测试
 - EMC/EMI排障和调试
- 附件不用备货
- 首批交货周期>4周



紧凑型对数周期天线



双锥天线



近场探头



前端放大器



LISN



近场探头



天线三角架

泰克产品比较

	MDO4000C	RSA5100B	RSA600A	RSA306B
EMI 预一致性测试	不单卖, 只有SVPC一起卖, 但:	是	是	是
准峰值检测器	否	是	是	是
快速搜索杂散信号	使用SignalVu-PC, 速度低	速度快	速度快	速度快
杂散信号指标 (SFDR)	65 dBc	80 dBc (HD 选项)	70 dBc	60 dBc
EMI 调试 /排障	是 - 示波器 + 频谱分析仪	是: 频谱分析仪, 带有DPX、频率模板触发	是: 频谱分析仪, 带有DPX; 跟踪发生器选项	是: 频谱分析仪, 带有DPX、谐波标记
信号发现余辉 (DPX)	是: 时间 否: 频谱	是: 频谱 POI - 434 ns	是: 频谱 POI - 26 us	是: 频谱 POI - 26 us
多域相关	是: 时间, 逻辑, 协议, RF	是: RF, 时间, 调制, 相位	是: RF, 时间, 调制, 相位	是: RF, 时间, 调制, 相位
最适合的应用	EMI 调试	EMI 调试 EMI 预一致性测试	EMI 调试 EMI 预一致性测试	EMI 调试 EMI 预一致性测试
解决方案价格	\$10,050 起 (3 GHz)	\$28,000起 (3 GHz)	\$6,200起 (3 GHz)	\$3,890起 (6 GHz)





混合示波器——从混合信号到混和域分析

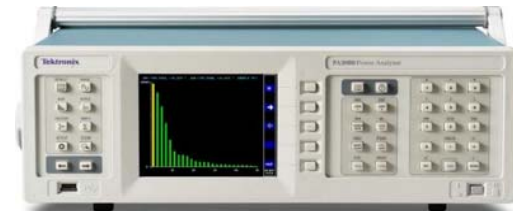


	DPO7000C	MSO/DPO5000	NEW MDO4000C	MDO3000 Series
带宽	500 MHz to 3.5 GHz	350 MHz to 2 GHz	200 MHz to 1 GHz	100 MHz to 1 GHz
采样率	5 GS/s to 40 GS/s	5 GS/s to 10 GS/s	2.5 GS/s to 5 GS/s	2.5 GS/s
通道	4 analog	4 analog 16 digital (MSO)	4 analog, 16 digital, 1 RF	2, 4 analog, 16 digital , 1 RF
记录长度	50 M – 500 M	12.5M – 250 M	20 M	10 M
显示	12.1 inch, XGA color	10.4 inch, XGA color	10.4 inch, XGA color	9.0 inch, WVGA color
带宽升级	No	No	Yes	Yes
并行总线	No	Yes (MSO Series)	Yes (option)	Yes (option)
串行总线分析 (选件)	I ² C, SPI, CAN, LIN, RS-232/422/485/UART, USB 2.0	I2C, SPI, CAN, LIN, RS-232/422/485/UART USB 2.0, MIPI D-PHY	I ² C, SPI, CAN, LIN, RS-232/422/485/UART, I2S/LJ/RJ/TDM FlexRay /USB, STD-1553, Ethernet	I ² C, SPI, CAN, LIN, RS-232/422/485/UART, I2S/LJ/RJ/TDM FlexRay /USB, STD-1553
扩展分析能力 (选件)	MIPI® D-PHY DSI-1 and CSI-2, Ethernet, and USB 2.0 Compliance Testing, Jitter, Timing, Eye Diagrams, Power, DDR Memory Bus Analysis, Wideband RF	Ethernet and USB 2.0 Compliance Testing, Jitter, Timing, Eye Diagrams, Power, DDR Memory Bus Analysis, and Wideband RF	Advanced RF Triggering, Power Analysis, Limit/Mask Testing, HDTV and Custom Video	Power Analysis, Limit/Mask Testing, HDTV and Custom Video
硬件扩展	NO	NO	AFG/SA/DVM/COUNTER	AFG/SA/DVM/COUNTER
特色功能	N/A	N/A	Act on Event Video Picture mode 同时时域和频域相关分析 频谱时变分析 波形直方图	Act on Event Video Picture mode



PA3000 功率分析仪

高性价比



强大的测量精度

GROUP A	GROUP B	GROUP C	GROUP D
Vrms	Vrms	Vrms	Vrms
119.12 V	0.0000 V	0.0000 V	0.0000 V
335.42 mA	0.0000 mA	0.0000 mA	0.0000 mA
21.801 W	0.0000 W	0.0000 W	0.0000 W
60.033 Hz	0.0000 Hz	0.0000 Hz	0.0000 Hz
0.5457 pf	0.0000 pf	0.0000 pf	0.0000 pf
5.3700			
1.3910			
39.954 VA			
33.481 VA			

- 精准的测量精度: 0.04% 电压电流的基本精度
- 峰值因数高达10 的高精度测量结果

强大的功能



- 电流30A /1A 双shunt 标配
- PWM驱动, 镇流器, 待机功耗, 能量积分等多种测量模式
- 谐波测试功能标配, 电压电流谐波, 谐波功率
- 标配机械功率测量功能, 扭矩转速信号测量

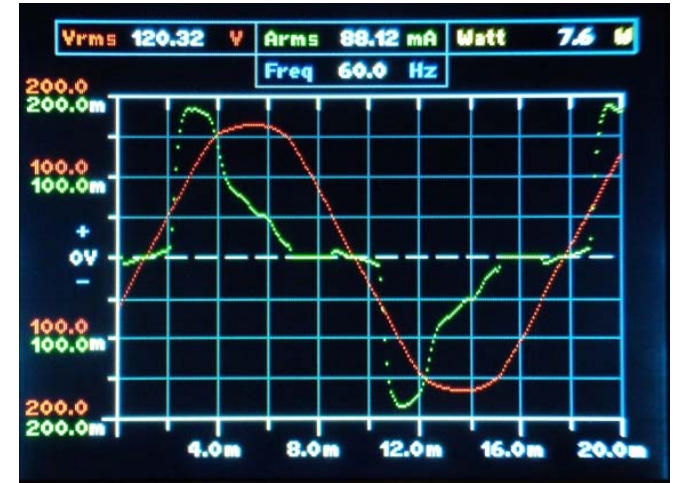
丰富的接口



- USB, LAN, 和RS-232 标配 (GPIB) 选配
- 远程控制软件标配PWRVIEW 软件可以连接2台PA3000
- 功率及谐波同时测量, 无需切换

PA1000 – 独一无二的性价比

- 目前市场同类仪器中 **唯一的** 全彩显示器，支持波形、谐波、柱状图
- 双分流器，支持最低 **10uA** 的电流，实现准确测量
- **多种应用测量模式**，简化照明镇流器、**浪涌电流** 和能耗测试设置工作
- EnergyStar™、IEC50564、IEC62301 及旨在降低能耗的其它标准的全面合规测试
- **标配最完整** – 标配功能，竞争对手的分析仪则要额外购买
 - 通信端口，谐波分析，PC 软件
- **业内最好的** 3 年保修



2380主要指标

	2380-500-15	2380-120-60	2380-500-30
最大功率	200 W	250 W	750 W
电压	0-500 V	0-120 V	0-500 V
电流	0-15 A	0-60 A	0-30 A

1. 主要特点:
2. CC/ CV/ CR/CP - 用户可以测试不同的DUT模式
3. CR-LED测试 - 可以仿真真实LED灯或LED串
4. 电压和电流分辨率: $0.1mV/0.01mA$ - 在测试DUT时让用户对读数更自信
5. 动态模式, 高达25KHz - 用户可以验证DC电源更快的瞬态性能
6. I-Monitor功能 - 简化DUT电流输出的测试和监测



200W / 250W



750W

一站式的客户服务与技术支持

- 泰克中国客户服务中心免费热线：400-820-5835
 - 1个电话，专人帮助客户获得所需要的销售、服务和
技术支持信息。
- 泰克中国卓越技术支持中心
 - 如果客户有技术问题需要咨询，泰克经验丰富的技术专家每天坐镇，通过免费热线一步步帮助客户解决问题
- 泰克中国测试测量方案中心
 - 为从事高速计算技术设计的客户提供现场演示、现场技术指导 and 实测支持
 - 位于上海、深圳的测试测量方案中心是除美国加利福尼亚州圣克拉拉、日本东京和中国台北的中心以外泰克的最新解决方案中心。



Thanks !

Tektronix