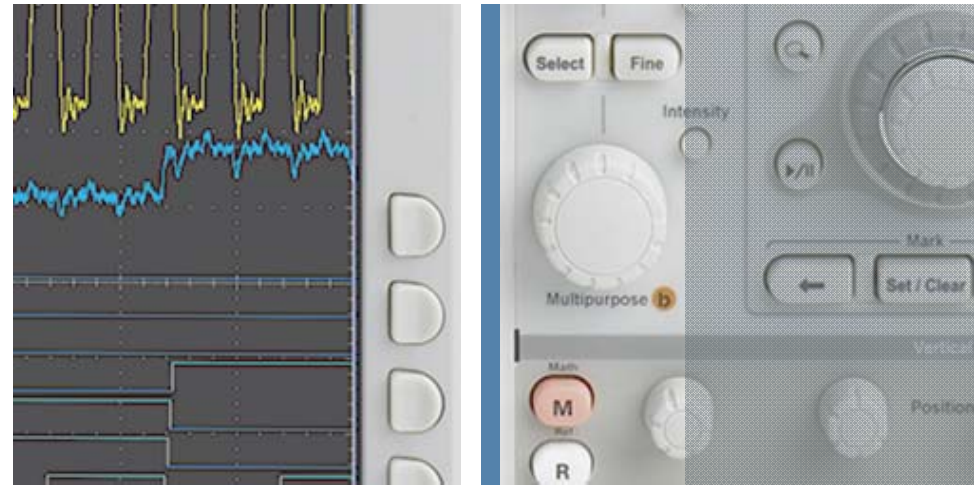
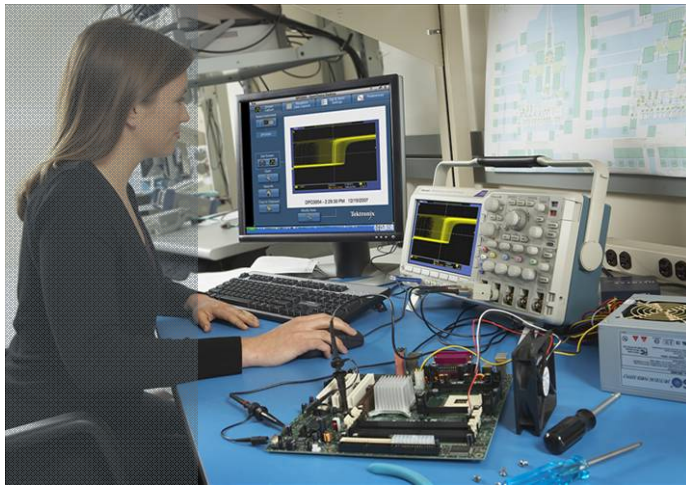


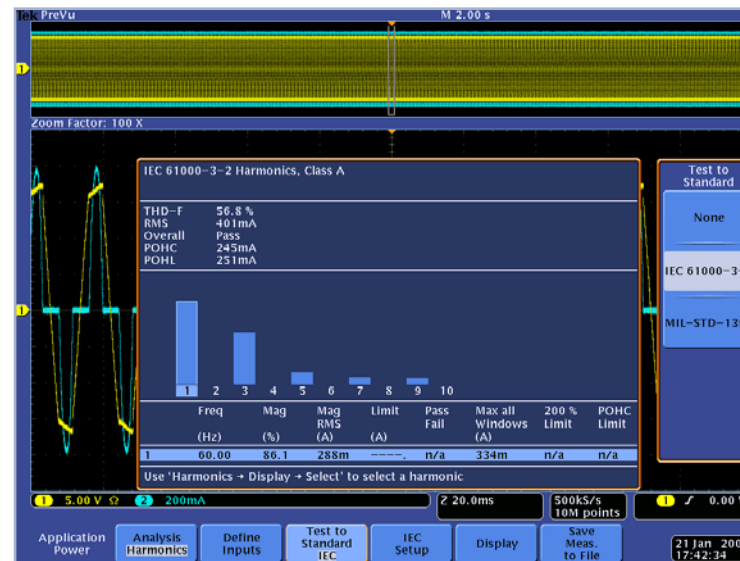
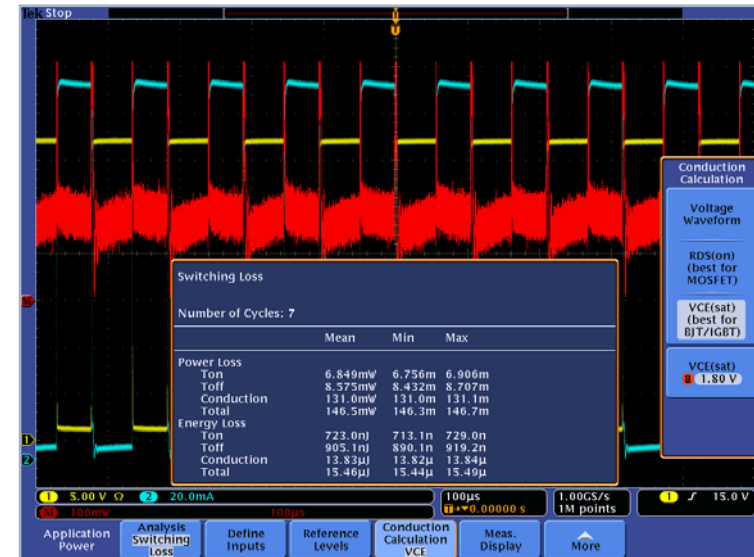
整合您的LED测试解决方案



Tektronix[®]

日程安排

- LED背景
- 示波器和探头
- 功率电子的分析与测量
- 小结
- 参考信息





LED概述

- LED是英文Light Emitting Diode的简称，是一种具有两个电极的半导体发光器件，让其流过小量电流就会发出可见光。
- 早期的LED只能应用于指示灯、早期的计算器显示屏和数码手表，而现在开始出现在超亮度的领域，也就是照明领域，并且将会在接下的一段时间继续下去。

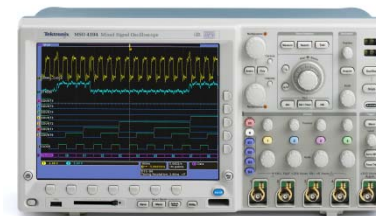
目前的优势特点和难点

- LED产品的重要特点：
 - 节能：可用；
 - 亮度可调性：可控；
 - 寿命长：可靠；
- LED产品目前的状况：
 - LED是半导体器件，其发光的状况容易受到温度的影响，LED单管的发热明显，散热问题直接影响到在照明领域进行替代；
 - 目前的成本非常高，前期投入较大，对于集中大量的连续照明情况会有较大的机会。
 - 目前在国内没有明确的标准，预计年内能够形成
- LED的电性能测试特点：
 - 就是开关电源的电性能测试；
 - 更加侧重电流测试。

电源分析解决方案

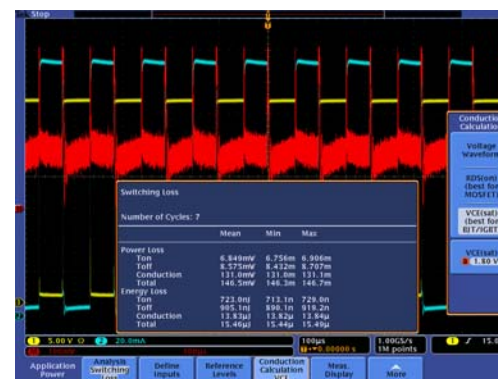
■ MSO/DP04000和MSO/DP03000系列示波器

- 100 MHz - 1 GHz多种型号
- 高达5 GS/s的采样率
- 高达10 M/5M点的记录长度
- 串行数据触发和分析选件
- MSO型号提供了16条数字通道



■ DP04PWR和DP03PWR电源分析应用模块

- 纹波
- 转换速率 (di/dt 、 dv/dt)
- 开关损耗测量
- 安全工作区 (SOA)
- 调制分析
- 电源质量
- 谐波



电源分析应用模块在示波器上，
而不是在外部计算机上运行！

电源分析捆绑解决方案

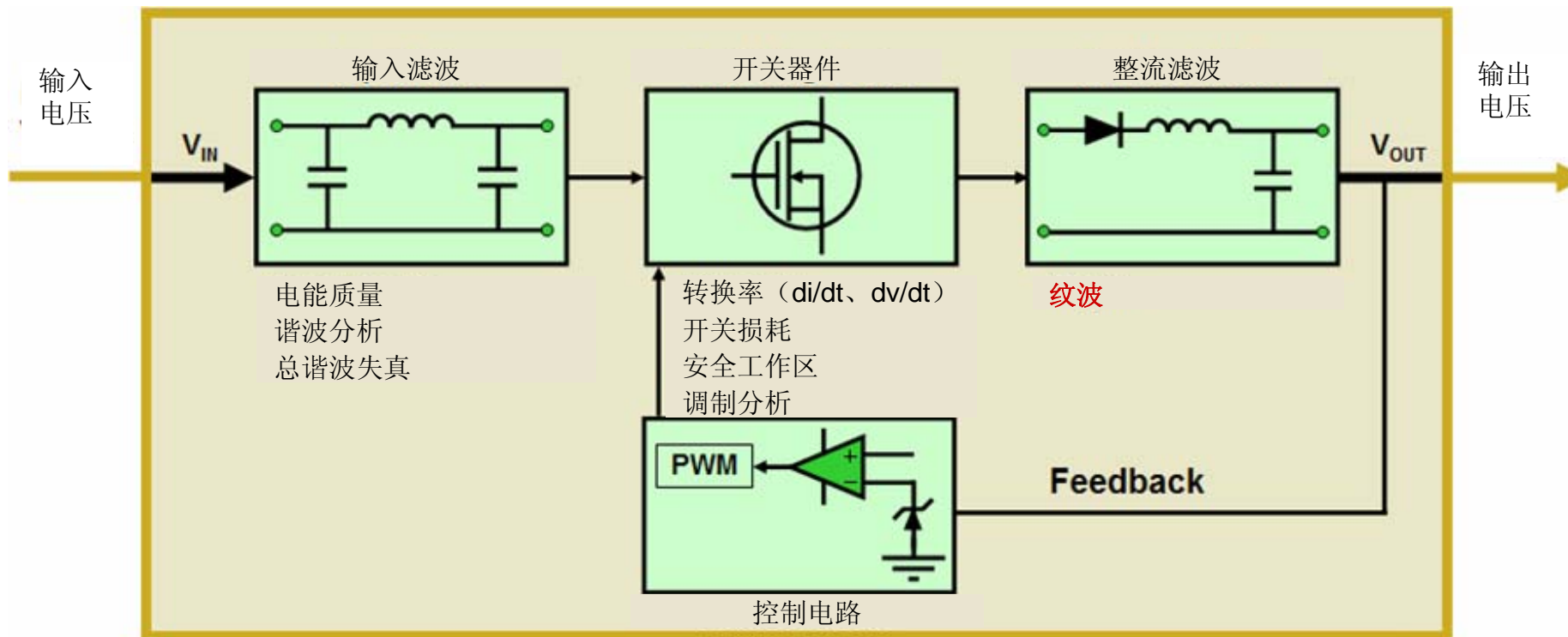
■ DPO4PWRBND和DPO3PWRBND电源分析捆绑解决方案

- 在一个便携式手提箱中提供了所有常用的电源测量附件，总价优惠25%

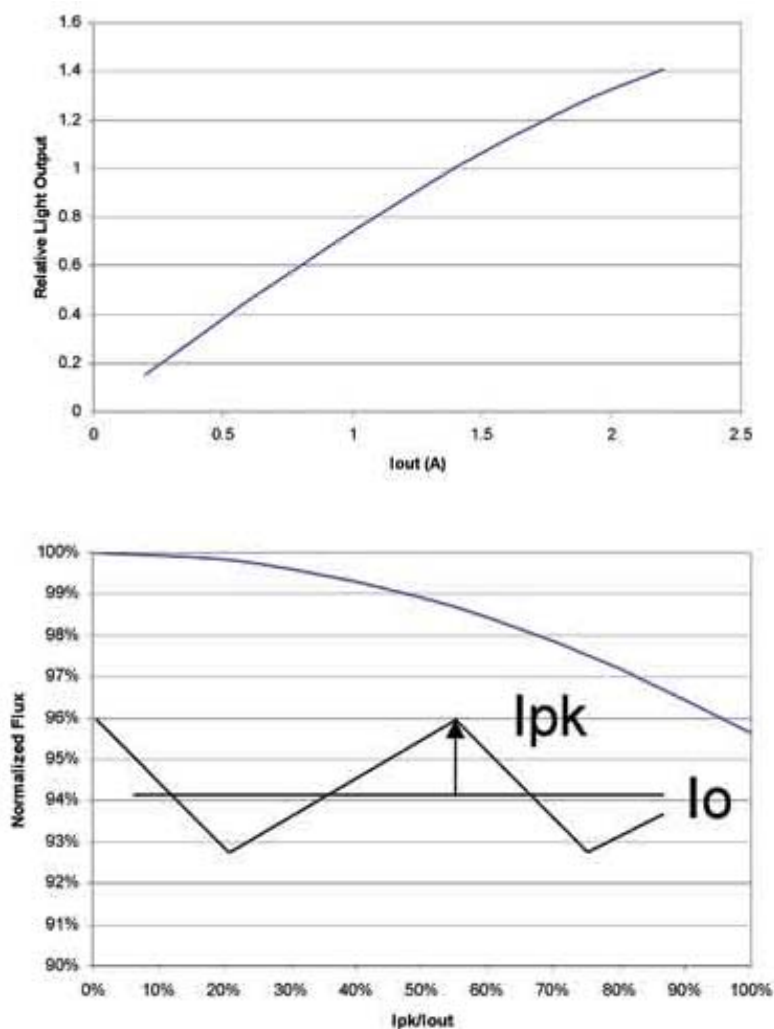


软件	DPOxPWR电源分析模块
探头和适配器	P5205 1300V高压差分探头 TDP0500 42V中压差分探头 TCP0030 AC/DC, 30A电流探头 TPA-BNC TekVPI™接口适配器
偏移校正设备	TEK-DPG偏移校正脉冲发生器 067-1686-xx电源测量偏移校正夹具
手提箱	硬面手提箱

LED电流纹波



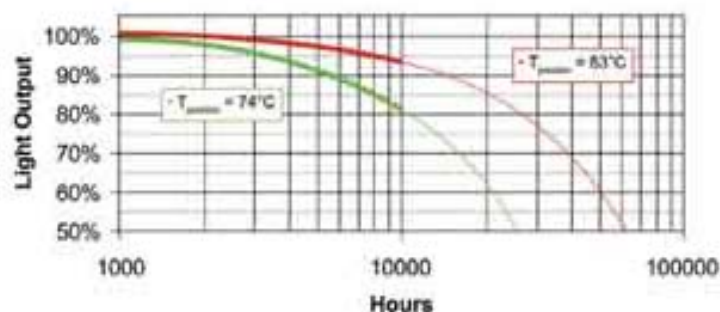
LED电流纹波测量重要性



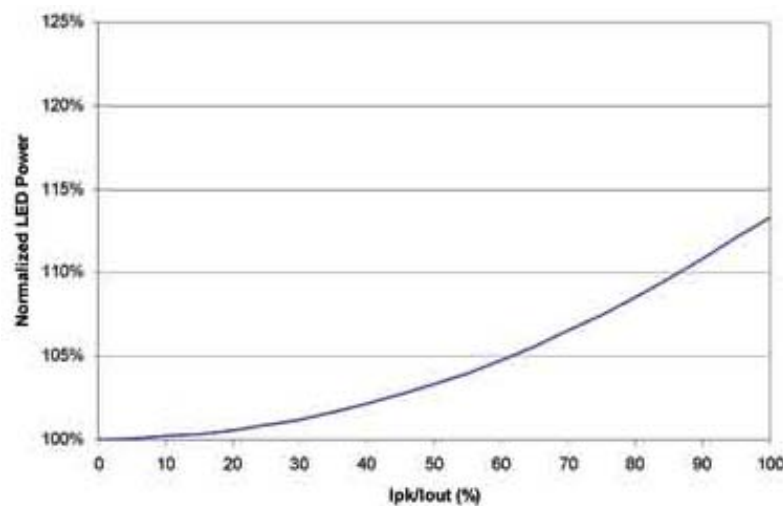
- 作为工作电流函数的相对光输出（光通量）。很明显，光输出与二极管电流是密切相关的，因此可以通过改变正向电流进行调光。并且，在电流较小时，曲线几乎是一条直线，但是在电流增大时，其斜率变小了。这就是说，在电流较低时，若将二极管电流增大一倍，则光输出也会增加一倍；但是电流较高时，情况就截然不同了：电流上升100%仅能使光输出量增加80%。这一点很重要，因为LED是由开关电源驱动的，这会导致在LED中产生相当大的纹波电流。实际上，电源的成本在某种程度上是由所允许的电流大小决定的，纹波电流越大，电源成本就越低，但光输出会因此受到影响

叠加于直流输出电流之上的三角纹波电流所引起的光输出减少

电流纹波对LED的影响



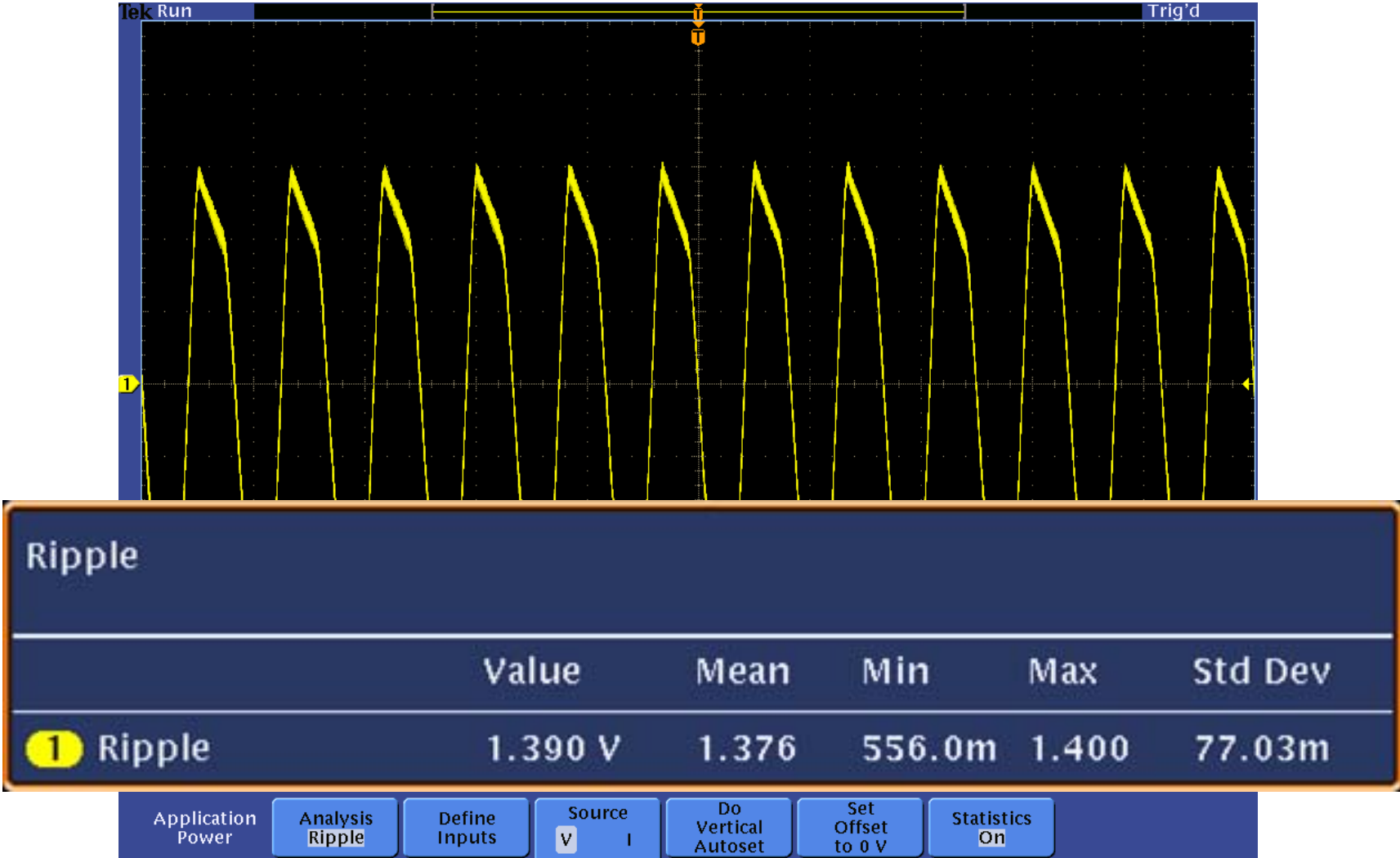
高结温会缩短LED的使用寿命



纹波电流增加了LED的功耗

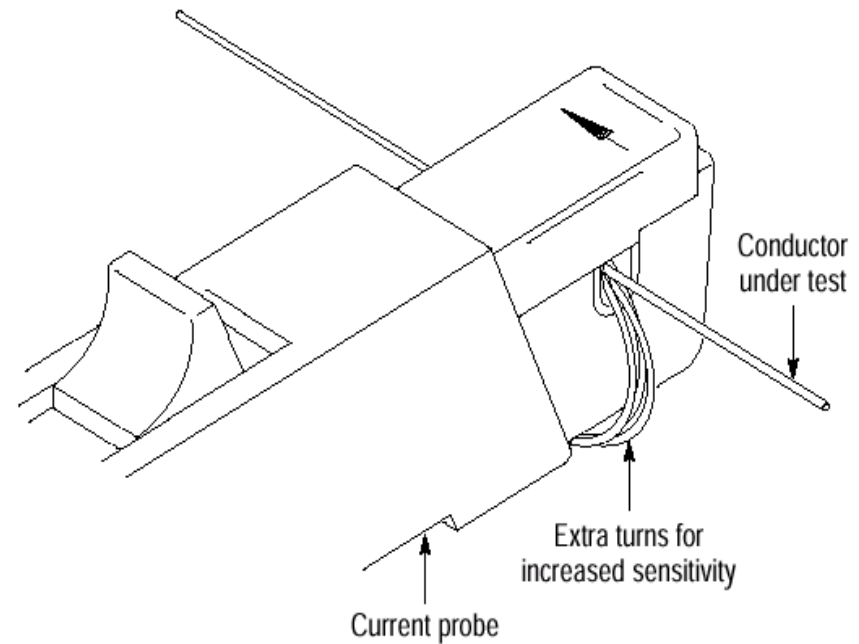
- 纹波电流还通过提高功耗而影响LED性能，这可能导致结温升高，而且对LED的使用寿命有重大影响。如图4所示，LED的相对光输出是时间和结温的函数。如果确立了LED的光输出为额定的80%，则LED的使用寿命将从74℃时的10 000小时延长到63℃时的25 000小时
- 由于纹波电流造成的 LED 功耗的增加。与LED的散热时间常量相比，由于纹波频率较高，因此高纹波电流（以及高峰值功耗）不会影响峰值结温。LED的大部分压降就像一个电压源，因此电流波形对功耗没有影响。然而，压降有一个电阻分量，并且功耗由该电阻乘以均方根(RMS)电流的平方决定
- 根据经验，结温每降低10℃，半导体的使用寿命就会延长2倍。并且，由于电感的限制，许多的设计都倾向于更小的纹波电流。绝大多数电感的设计旨在处理小于20%的 I_{pk}/I_{out} 纹波电流比率

在DC输出上进行纹波测量 自动统计测量



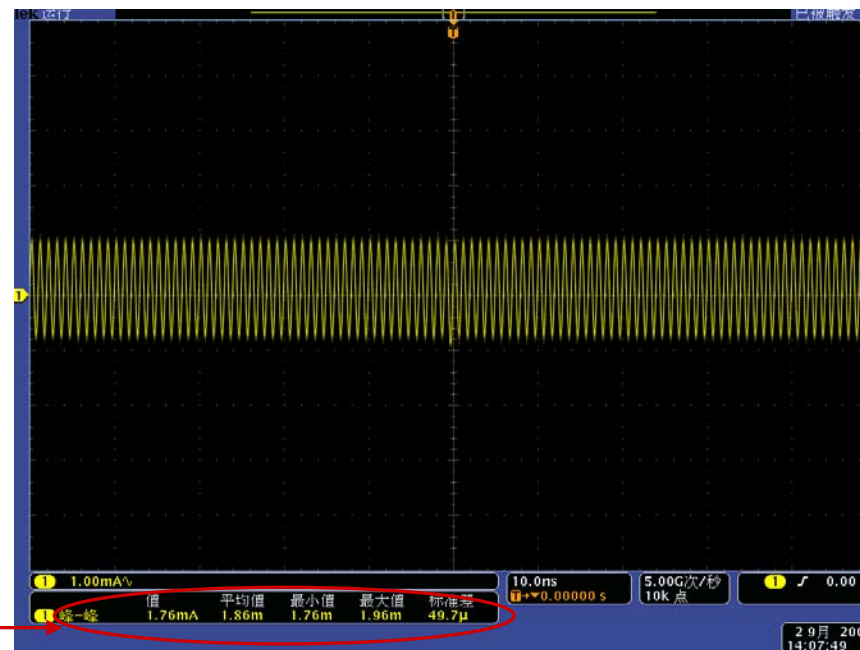
测量微小电流

- LED单管的电流纹波指标在1mA级，甚至是几百个uA；
- 通过增加绕组的方法
- 应对的电流测试方案：
 - TCP0030
 - TCPA300+TCP312，所有示波器适用。



目前最好电流纹波测量方案

- 全新TCP0030 AC/DC 电流探头提供精确简单的测量
 - 大动态范围1mA—30A
 - 带宽 DC—120MHz
 - 轻松捕获高频电流谐波
 - 全新泰克TekVPI探头连接体系
 - 直接与DP04000/7000连接
 - 可以在示波器和探头之间实现智能通信，改善整体用户感受
 - 智能设置，可进行USB、GPIB编程控制



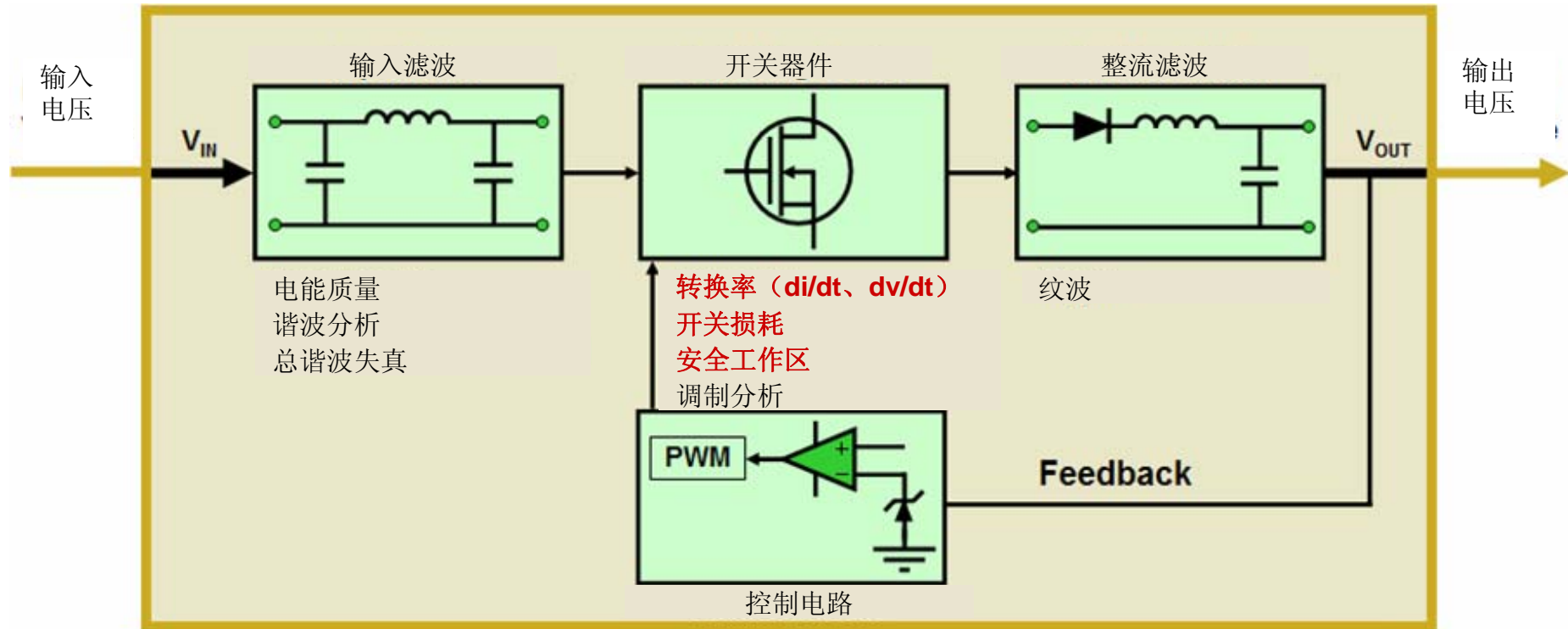
1mA的分辨率，精确有效的测试电流纹波

消磁与平衡调节步骤

- 将示波器输入通道设为零参考点，每次打开示波器进行20分钟预热。
- 将探头的输出连接示波器，如果是TCPA系列或者TCP202电流探头，同时使用泰克的示波器，示波器将该通道显示刻度设为安培/格。
- 探头不钳任何导线的情况下，将滑块推到底，直到显示CLOSED。
- 按DEGAUSS（消磁）按键。
- 将示波器打到最小刻度，比如1mA/格或10mA/格。调节平衡旋钮，直到波形轨迹线与零点重合。

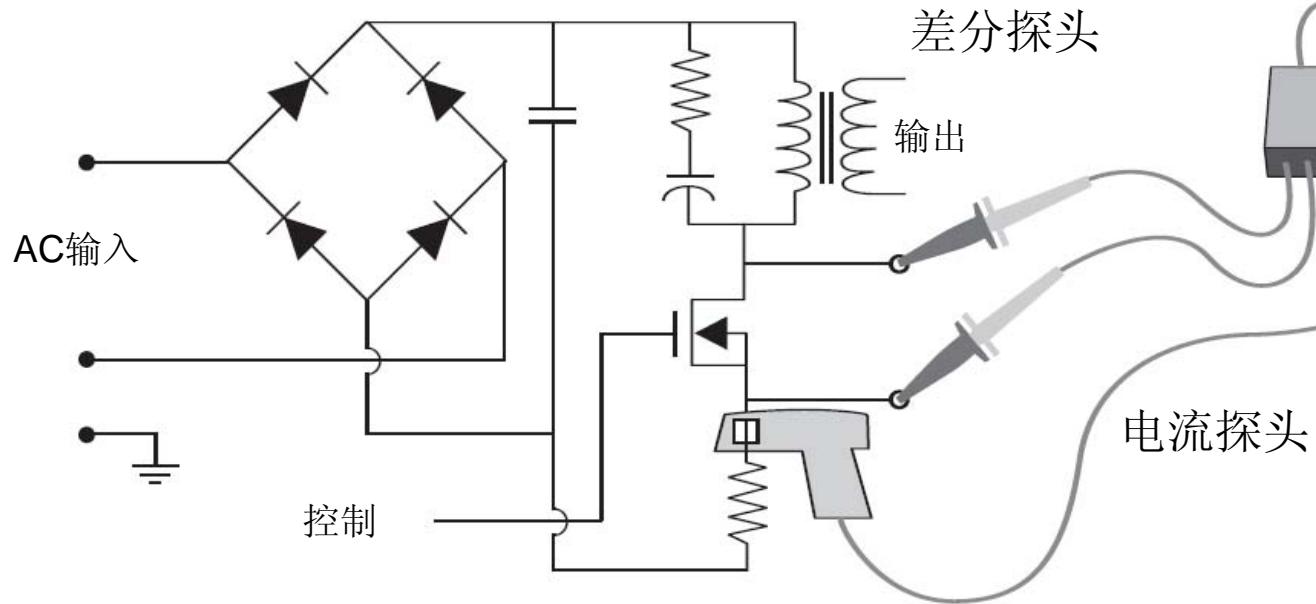
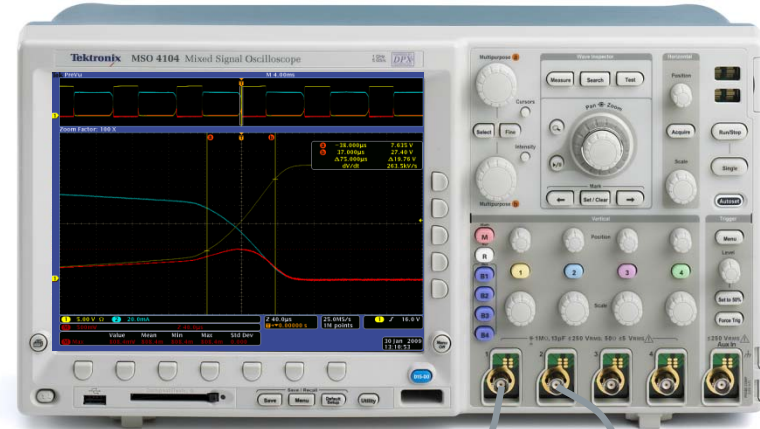
自动开关设备测量

开关式电源开关单元的分析



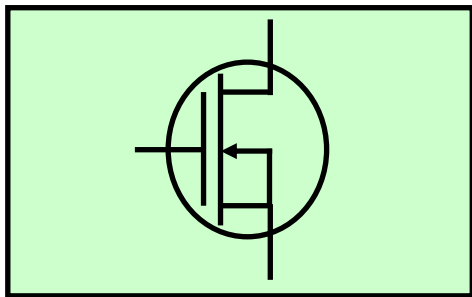
开关设备探测

转换速率、安全工作区和开关损耗测量



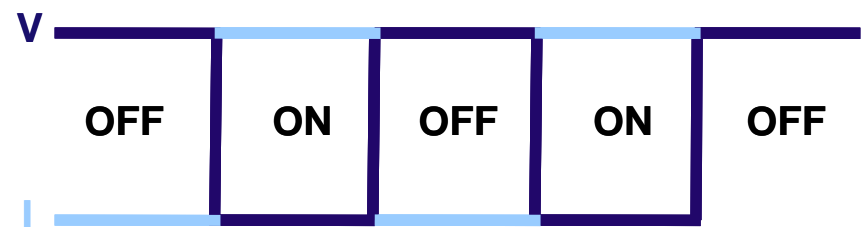
有源元件测量： 开关设备

- 晶体管开关电路在转换过程中消耗的能量最大
- 常用测量：
 - 闭点损耗
 - 开点损耗
 - 功率损耗
 - 动态开点电阻
 - 安全工作区

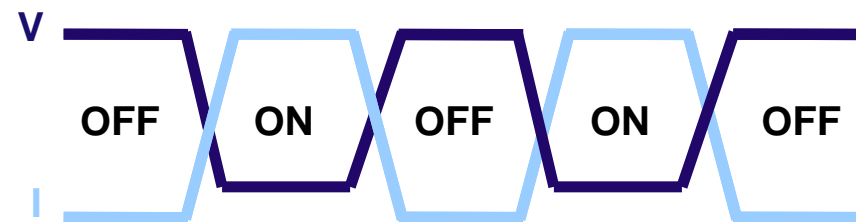


开关

理想的开关



“实际的”开关



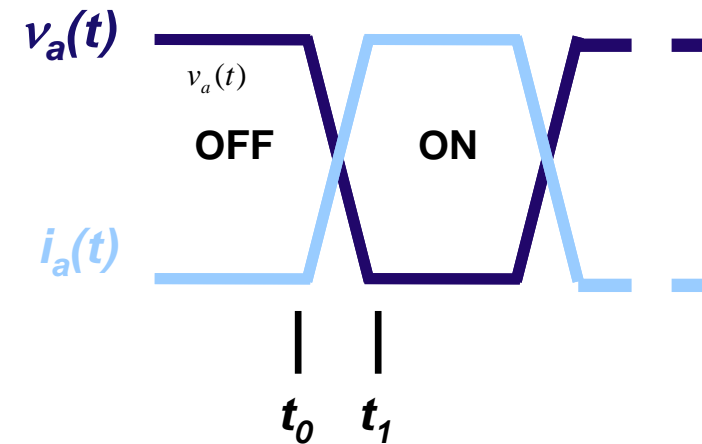
开关损耗基础知识

- 可以使用下面的公式估算转换过程中的能量损耗：

$$E_{on} = \int_{t_0}^{t_1} v_a(t) \cdot i_a(t) \cdot dt$$

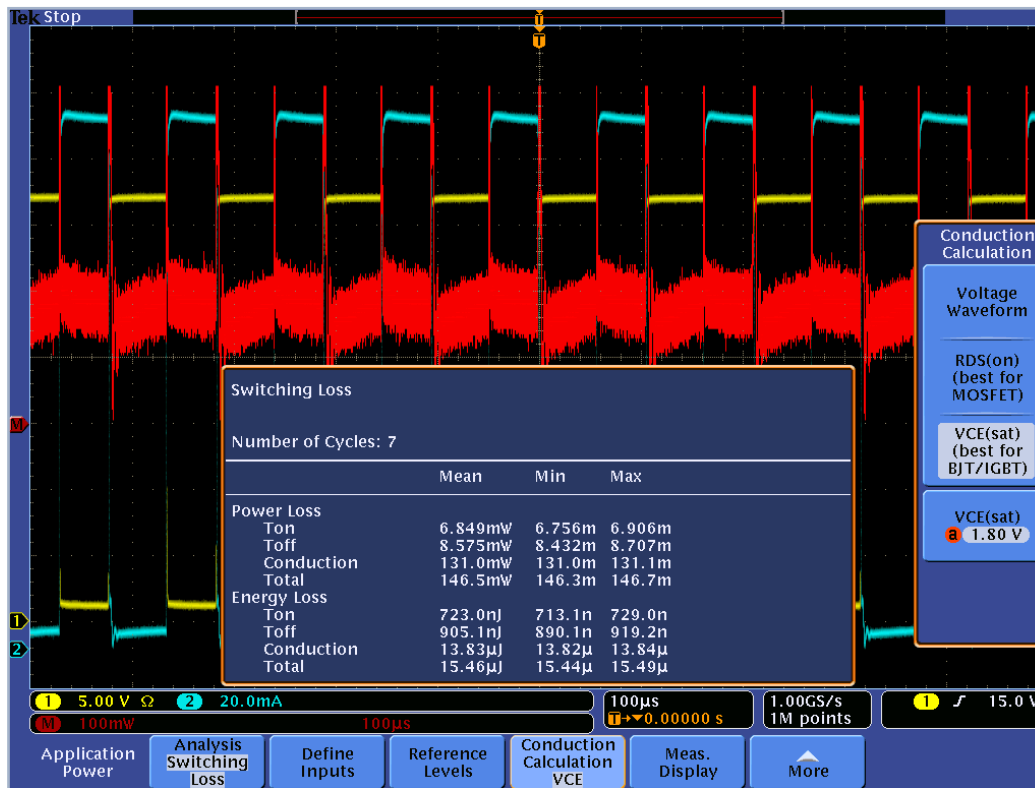
- 其中：
 - E_{on} 是开关在转换过程中损耗的能量。
 - $v_a(t)$ 是流经开关的瞬时电压。
 - $i_a(t)$ 是流经开关的瞬时电流。
 - t_1 是转换结束时间。
 - t_0 是转换开始时间。

- E_{off} 的公式类似

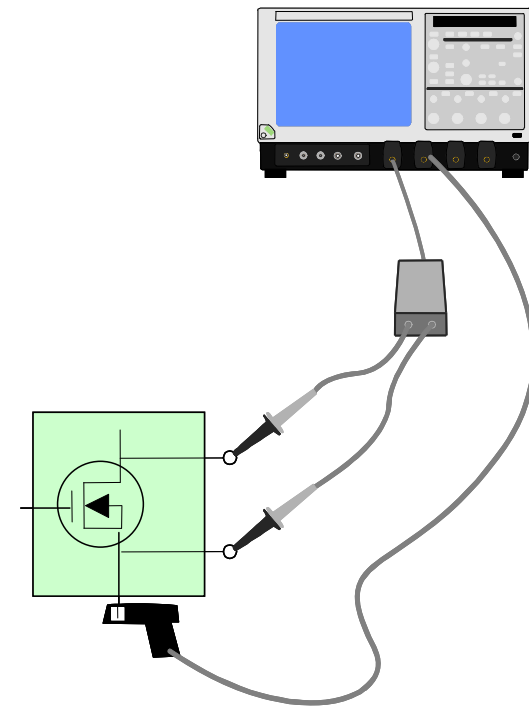


开关损耗测量

- 简单的开关损耗测量是测量流经开关设备的电压及流经开关设备的电流。
- 电源分析软件将计算开点损耗、闭点损耗和传导损耗。
- 警告：电压波形和电流波形之间的定时必须准确。



带有DPO4PWR模块的泰克MSO/DPO4000示波器



全工作区测量

检定设备的工作区域

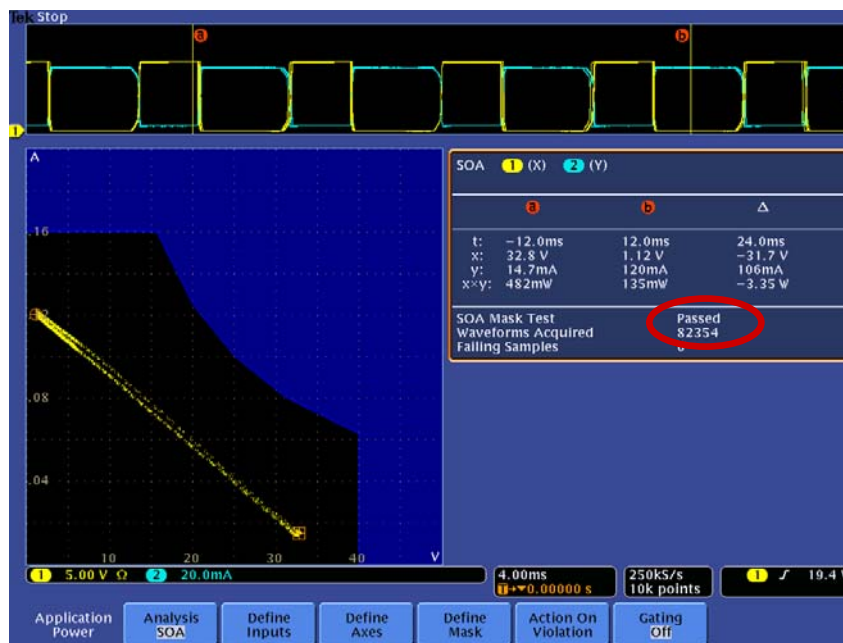
使用下面的公式计算瞬时功率：

$$P_n = V_n I_n$$

其中：

- P_n 是瞬时功率。
- V_n 是电压。
- I_n 是电流。
- n 是样点。

测量变量可以包括不同的负载、工作温度、高和低线路输入电压、等等

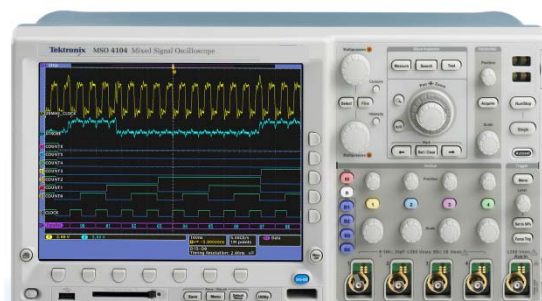


带有DPO4PWR的泰克MSO/DPO4000示波器

源元件测量： 择适当的测量解决方案

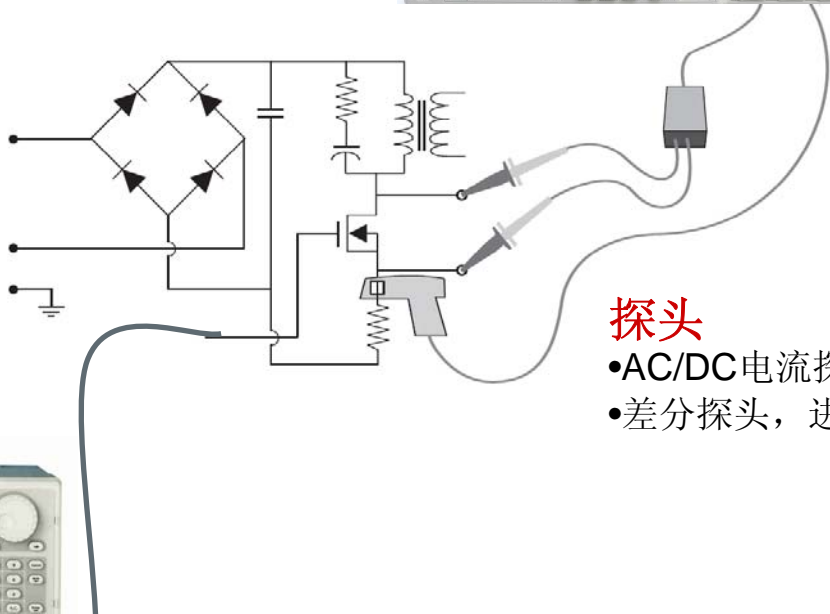
示波器

- 为处理开关信号频率成分提供足够的带宽和上升时间
- 快速采样率，捕获跳变
- 深记录长度，长时间采集



信号源

模拟门驱动信号
可以调节占空比、边沿跳变时间和频率
许多信号源需要12V - 15V输出



探头

- AC/DC电流探头
- 差分探头，进行浮动测量



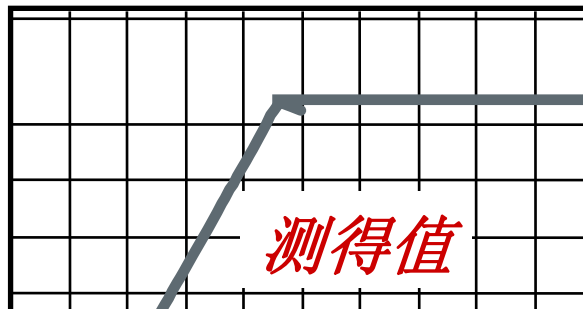
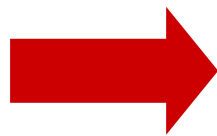
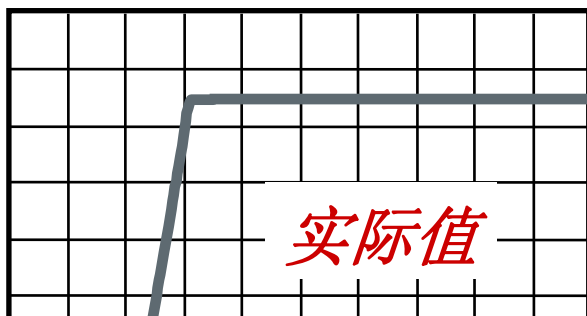
波器性能考虑因素

上升时间（带宽）

- 开关信号上升时间可能会相当快
- 为准确地进行测量，测量系统(示波器 + 探头)的上升时间应该 **快五倍**

$$\text{测量系统上升时间} = \frac{\text{信号上升时间}}{5}$$

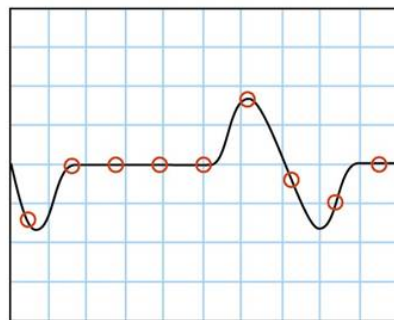
$$\text{测得的上升时间} = \sqrt{\left[\text{测量系统上升时间} \right]^2 + \left[\text{信号上升时间} \right]^2}$$



波器性能考虑因素

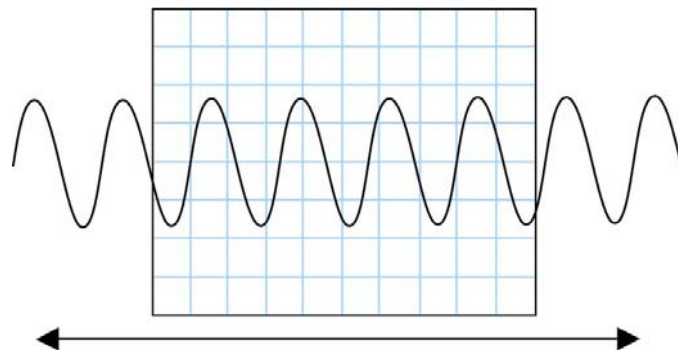
采样率

- 采样率越快，分辨率越高，波形越详细
- 只有测试时用到的才是最有意义的



记录长度

- 确定在采样率一定时捕获多长“时间”
- 实例：
 - 60 Hz的一半周期是 8 ms多
 - 采样率为1 GS/s时，需要8 M点的记录长度

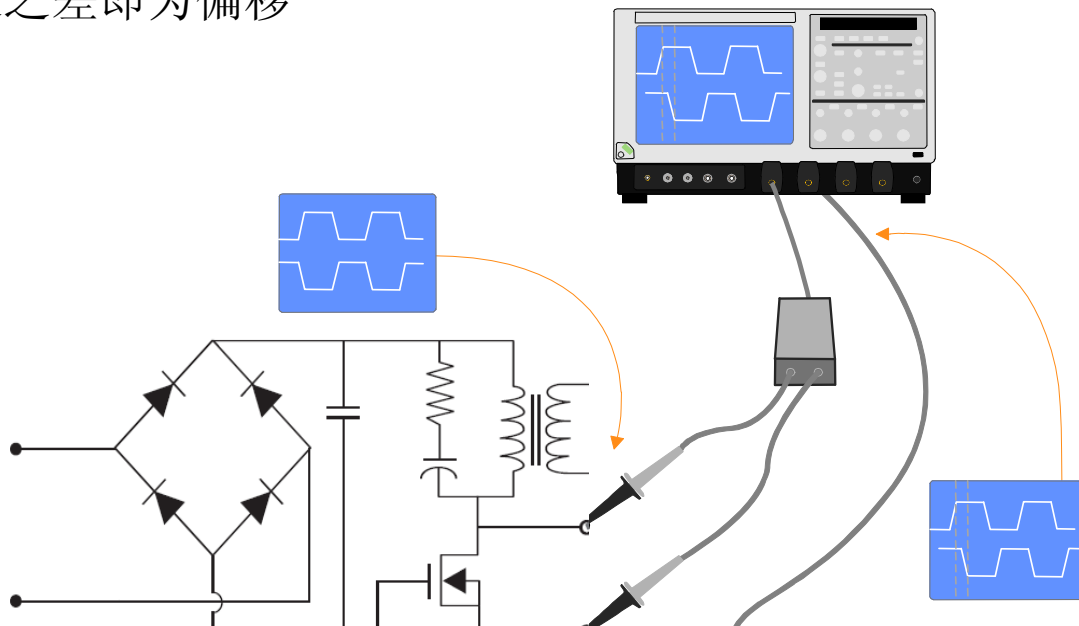


$$\text{记录时间 (秒)} = \frac{\text{记录长度 (存储样点数)}}{\text{采样速率 (样点数/秒)}}$$

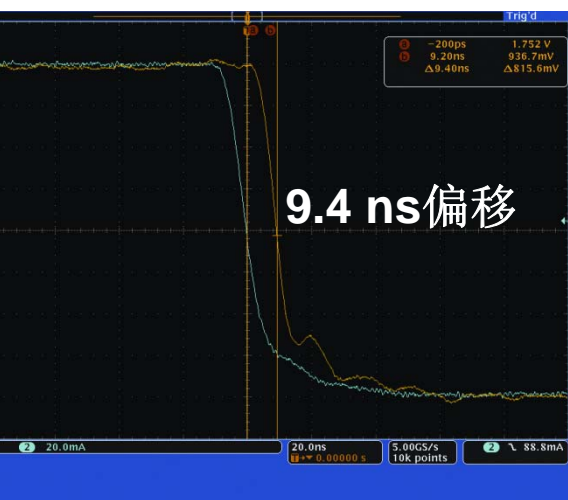
量挑战：探头之间的偏移

为进行电源测量，必须测量流经开关设备的电压和流经开关设备的电流

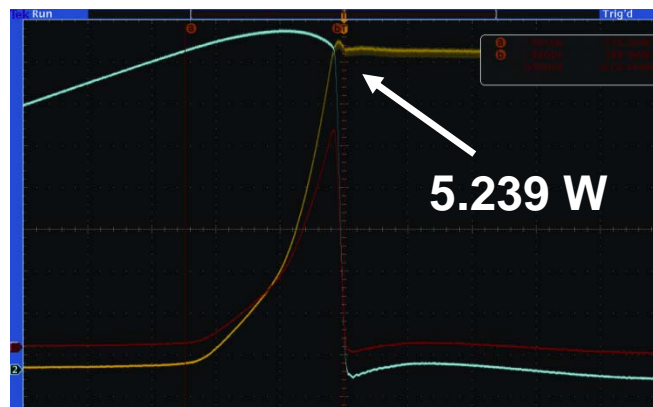
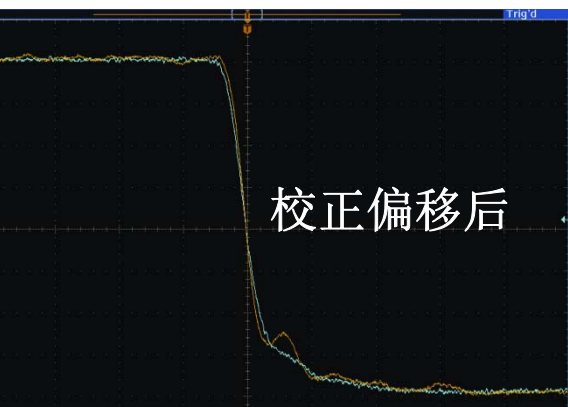
- 要求两个分立的探头：电压探头和电流探头
- 每个探头都有自己的特性传播延迟
- 两个偏迟之差即为偏移



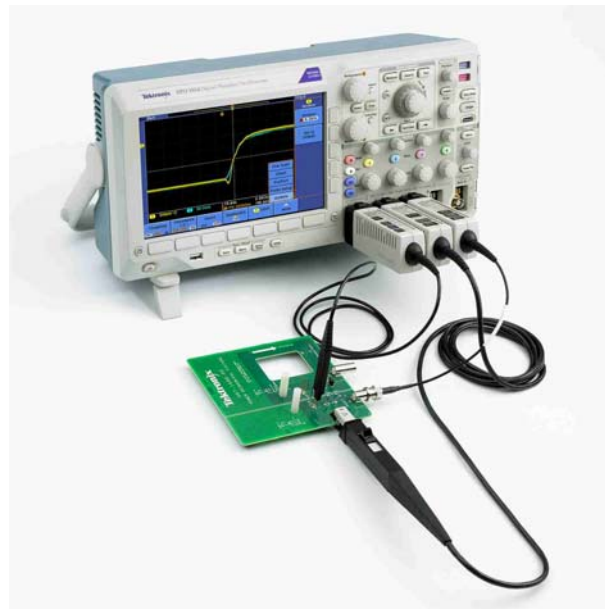
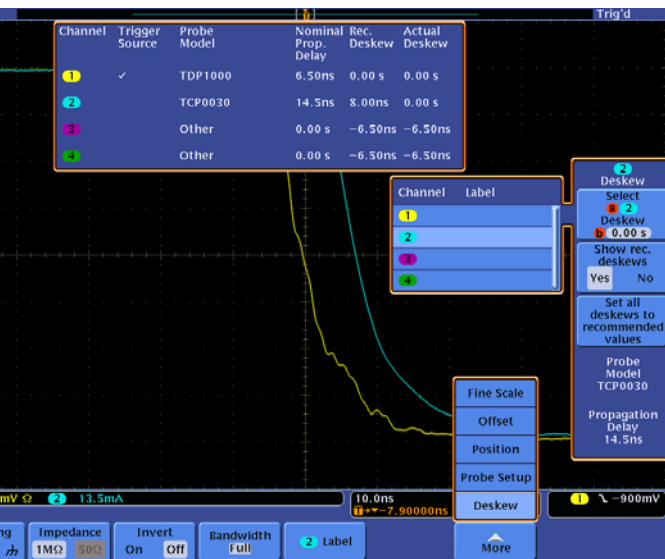
移实例



5.6% 误差



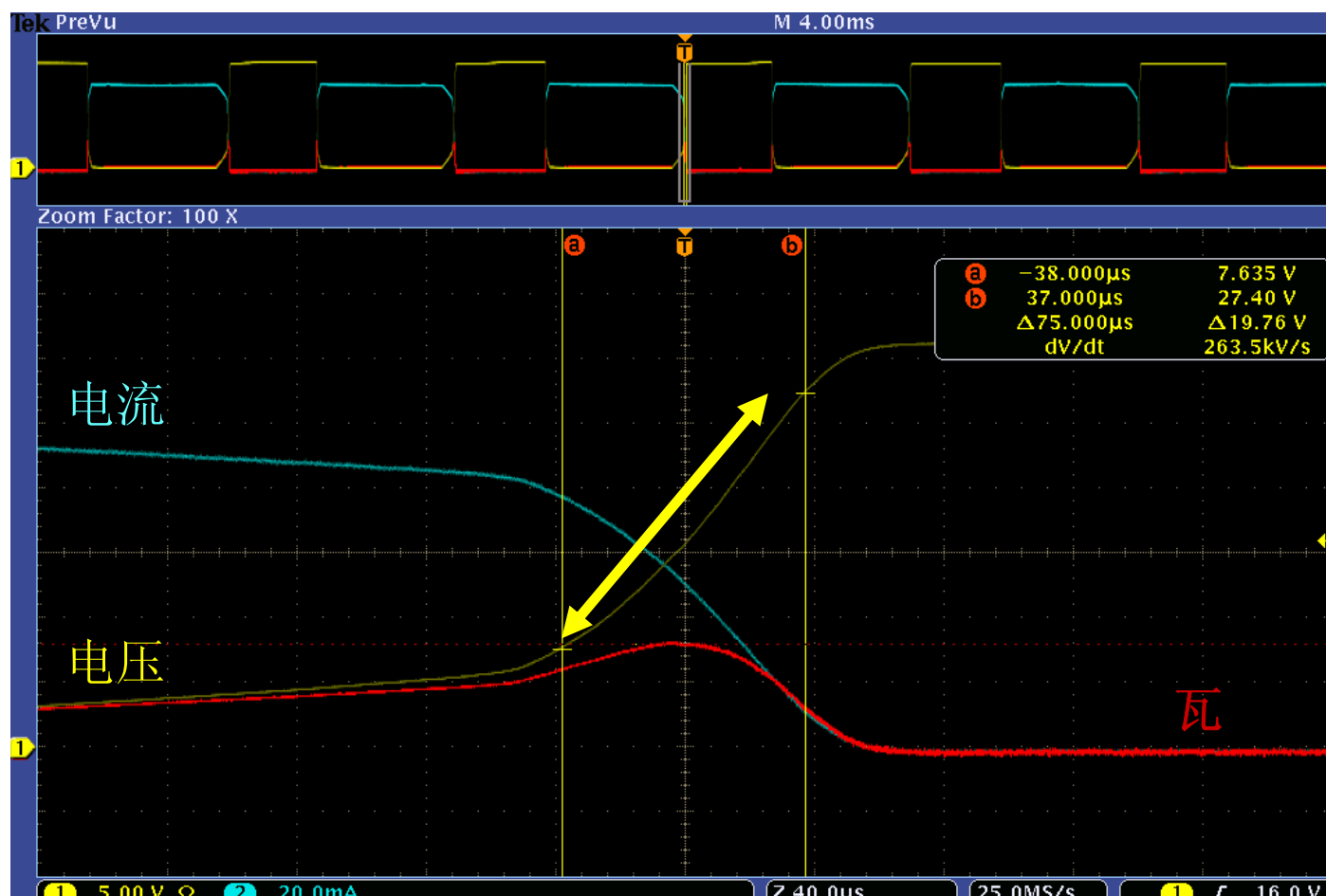
决方案： 除电压探头与电流探头之间的偏移



泰克DPO3000示波器, 带有TekVPI®探
头和偏移校正套件

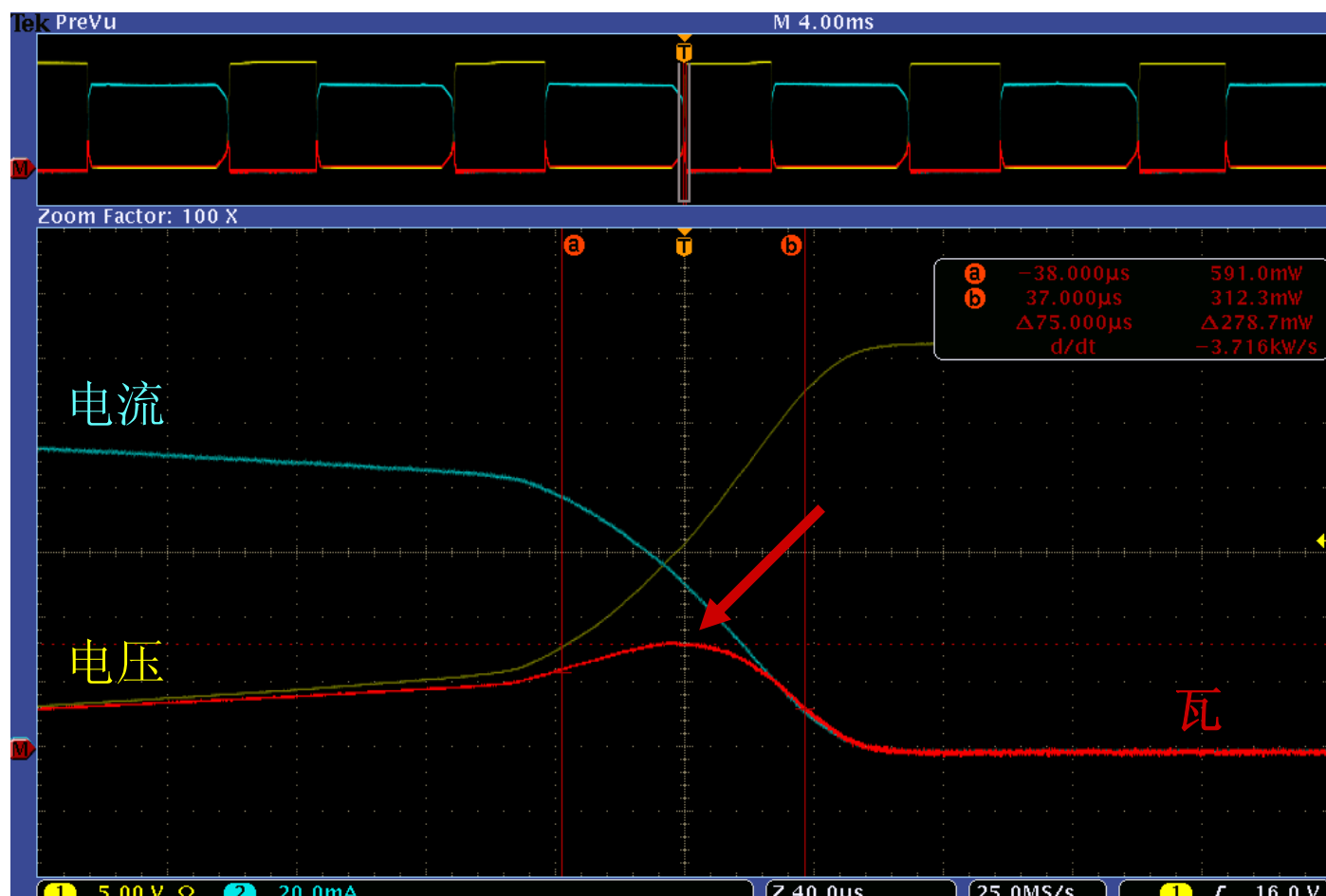
关设备电压转换速率测量

$$\text{闭 } \Delta V / \Delta t = 263.5 \text{ kV/s}$$



用数学运算波形的开关功率

08. 4 mW处的闭点最大功率峰值



关损耗测量

开点损耗

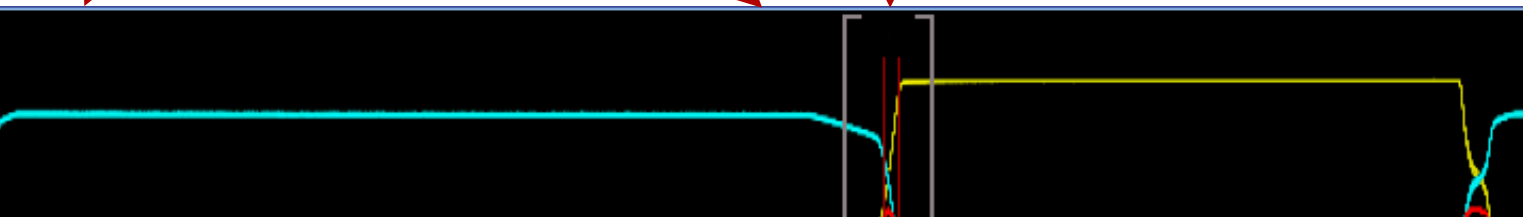
- 在开关设备从非传导状态变成传导状态时的能量损耗

■ 传导损耗

- 开关设备在饱和时的损耗

■ 闭点损耗

- 在开关设备从传导状态变成非传导状态时的能量损耗



关电源和能量损耗测量

和 = 开点损耗 + 闭点损耗 + 传导损耗



特的Wave Inspector

Wave Inspector对示波器就象是

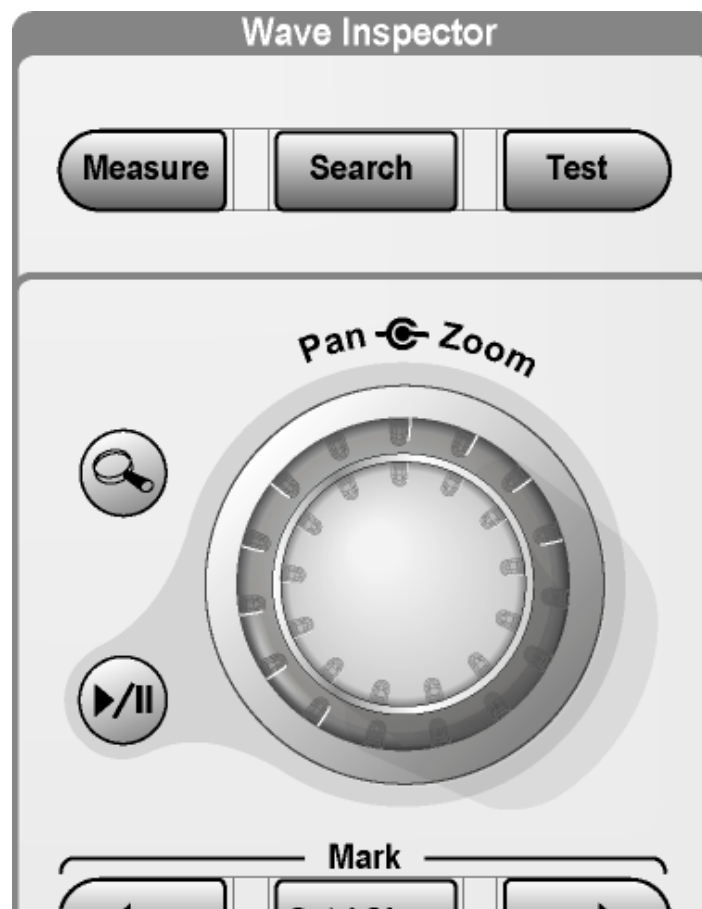
Google 对互联网一样重要

专用前面板控制功能:

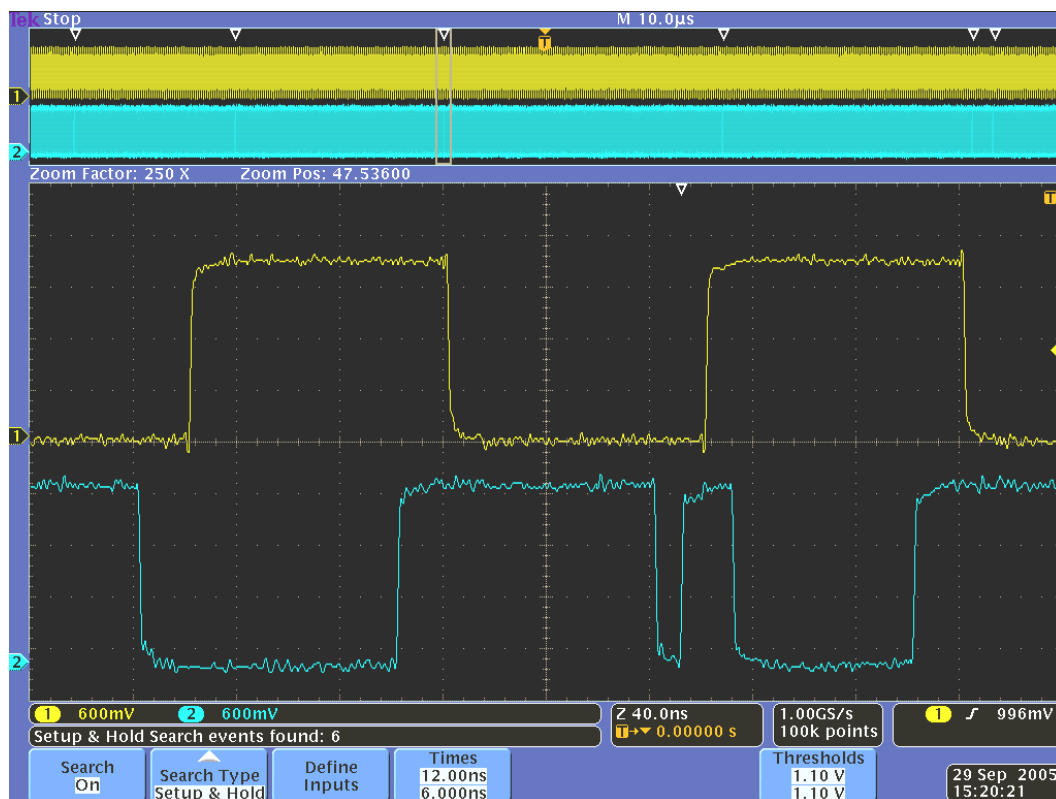
- 缩放
- 平铺
- 播放 / 暂停
- 设置 / 清除标记
- 在标记之间导航
- 搜索和标记

强制外圈反馈

- 旋转得越远，速度越快
- 反向旋转旋钮，改变方向或减慢速度
- 异常直观



Wave Inspector - 标记

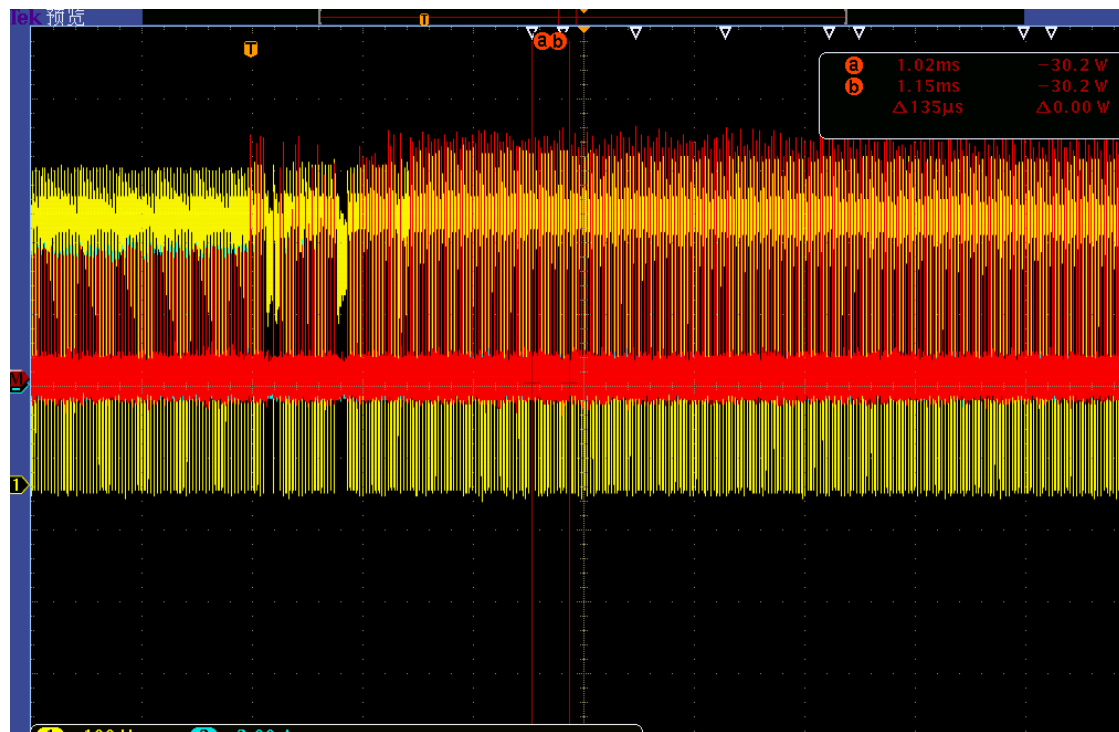


看到你感兴趣的波形了，加个标记吧！（白色小三角）

态负载时峰值功率定位

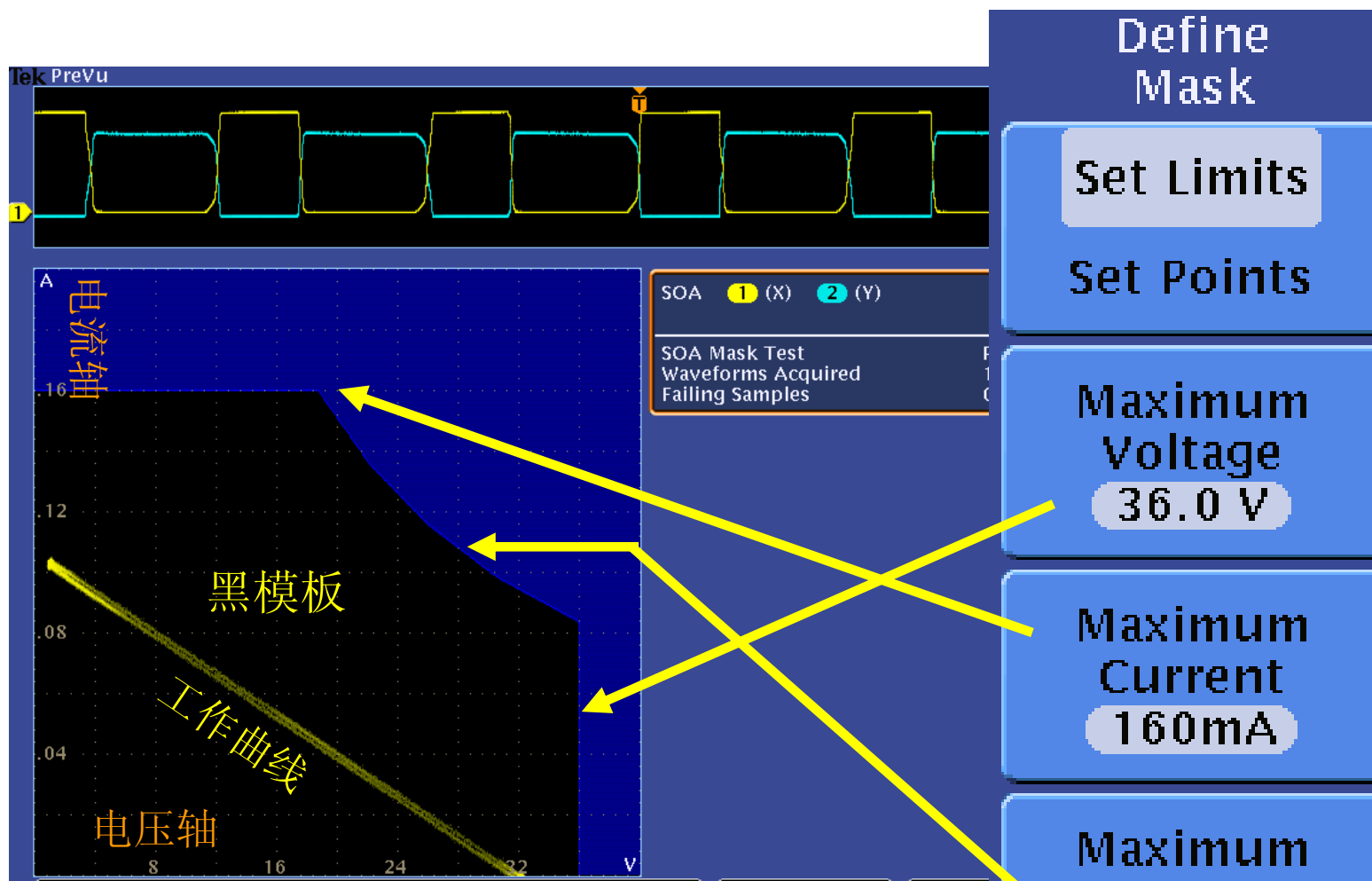
利用Wave Inspector技术捕捉负载变化事件

- 追踪瞬态功率值
- 将瞬态功率点与相应的时域波形对应分析
- 放大波形细节

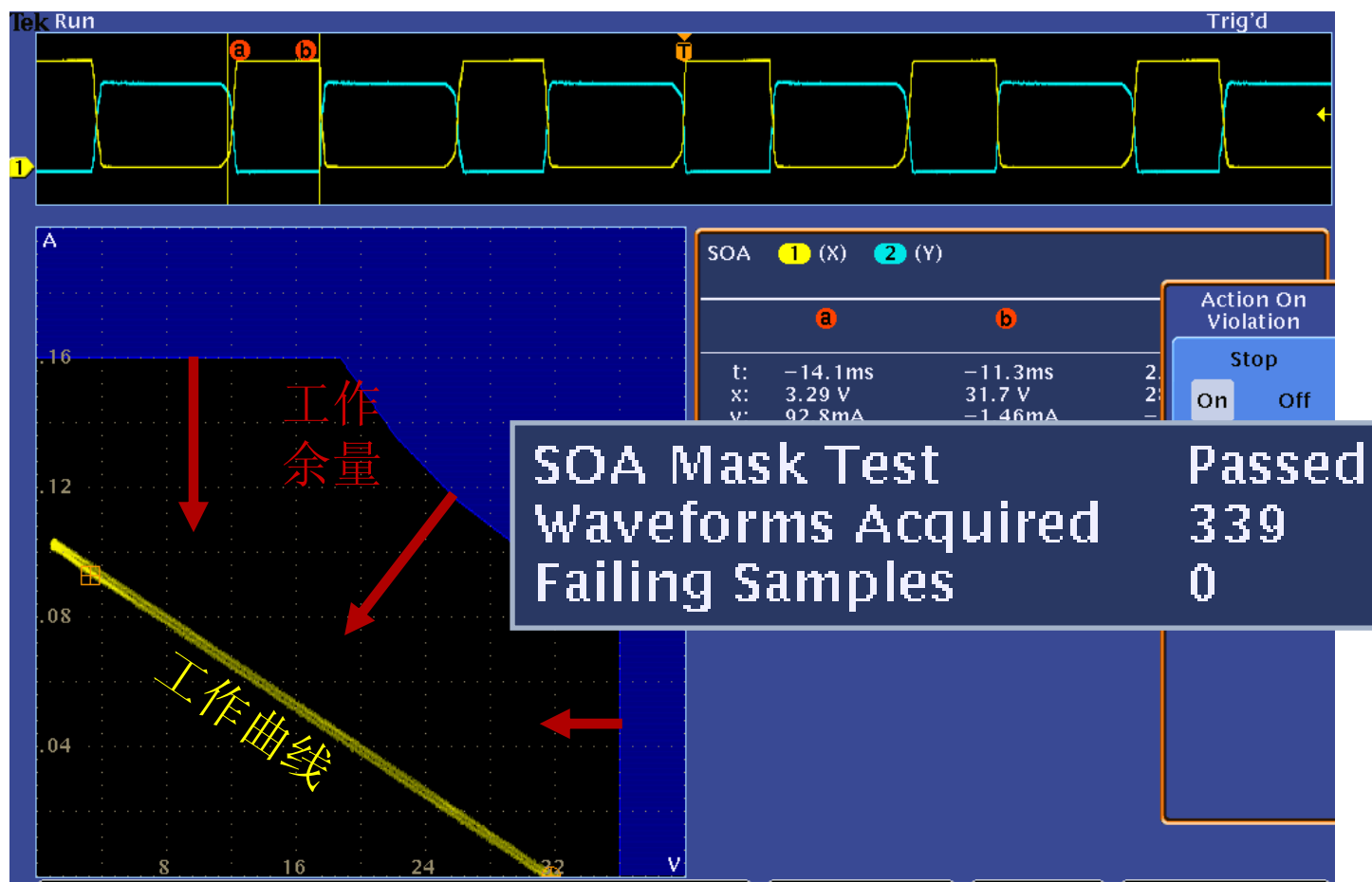


全工作区模板测试

户自定义模板



全工作区模板测试 过/失败结果



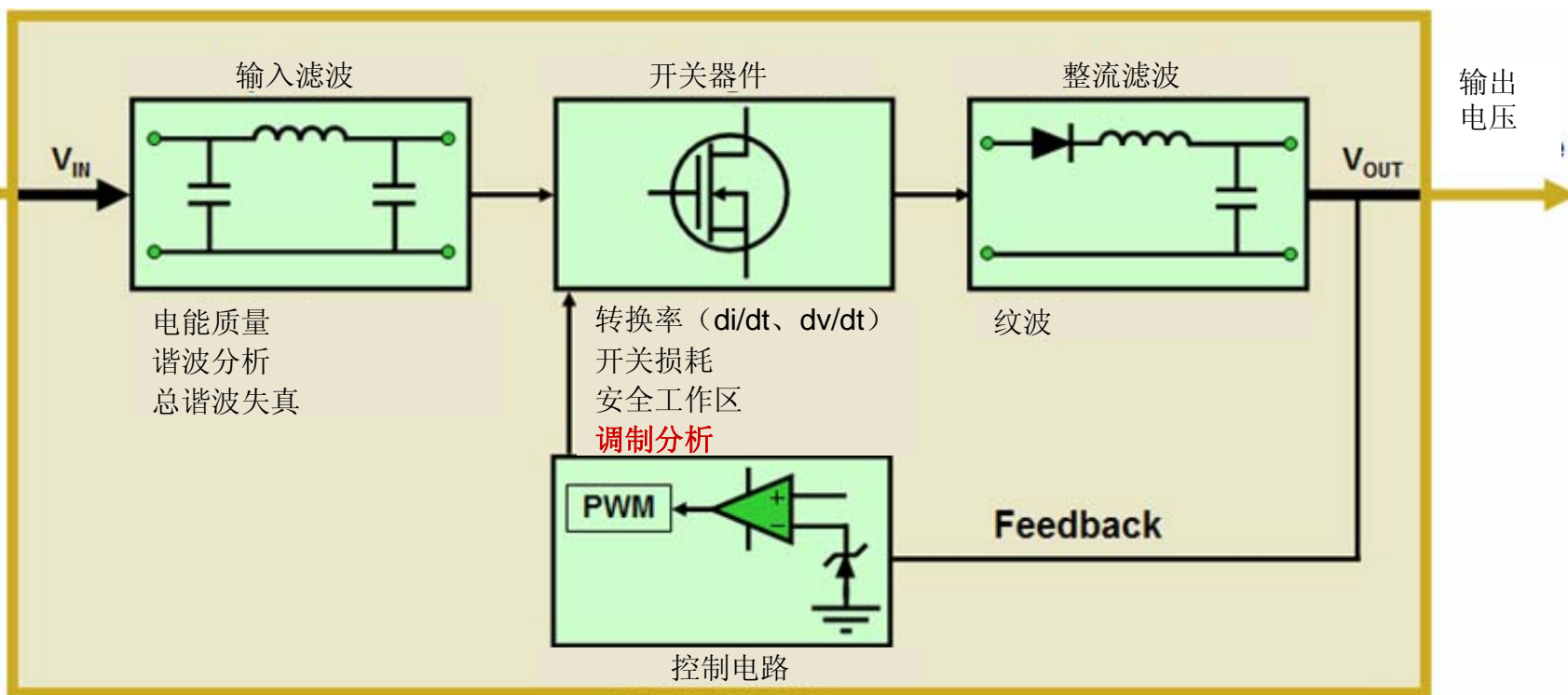
D的调光与PWM调制

对LED进行调光，实现这个目标有两种方法

- 降低LED的电流
 - 效率最低的方法是降低电流
 - 光输出并不完全与电流呈线性，并且LED的色谱往往是在电流小于额定值时才会发生变化
 - 人们对亮度的感知是指数式的，因此调光可能需要电流进行很大变化，这对电路设计会造成很大影响
 - 考虑到电路的容差，满负载电流值工作时，3%的调节误差可以造成10%负载时的30%或更高的误差
- 快速地开关LED
 - 通过电流波形的脉宽调制(PWM)进行调光更为准确
 - 在照明和显示器应用上，PWM需要高于100Hz的频率，以使肉眼感觉不到闪烁
 - 10%的脉冲宽度在ms范围内，并要求电源的带宽大于10kHz
 - 控制环路总是处于激活状态，并实现了极快的瞬态响应

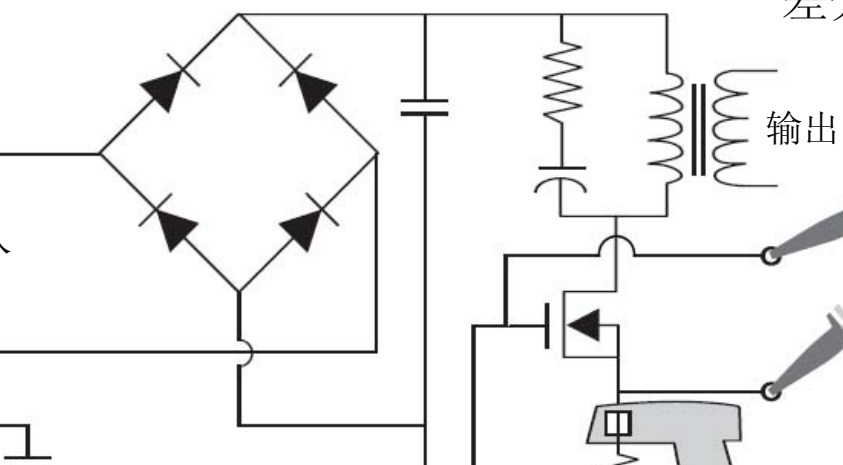
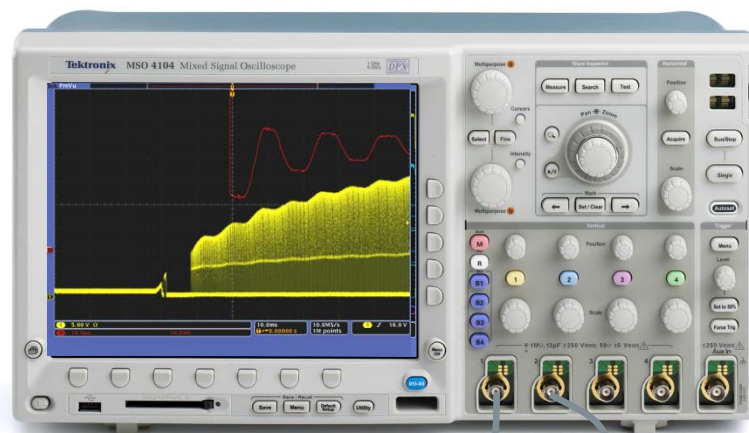
关设备自动测量

关式电源调制分析



制分析探测

测开关设备的控制信号电压



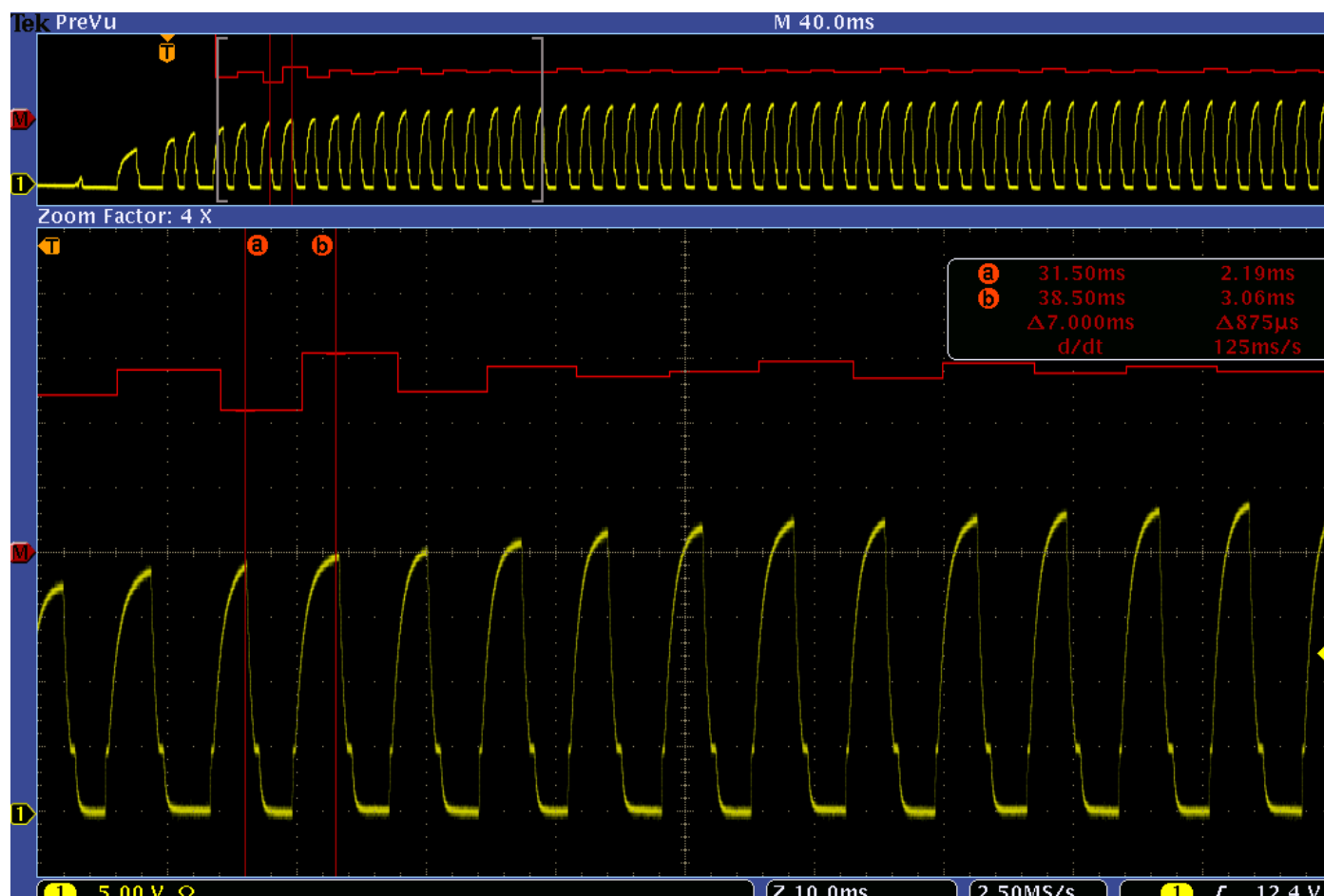
差分探头

输出

电流探头

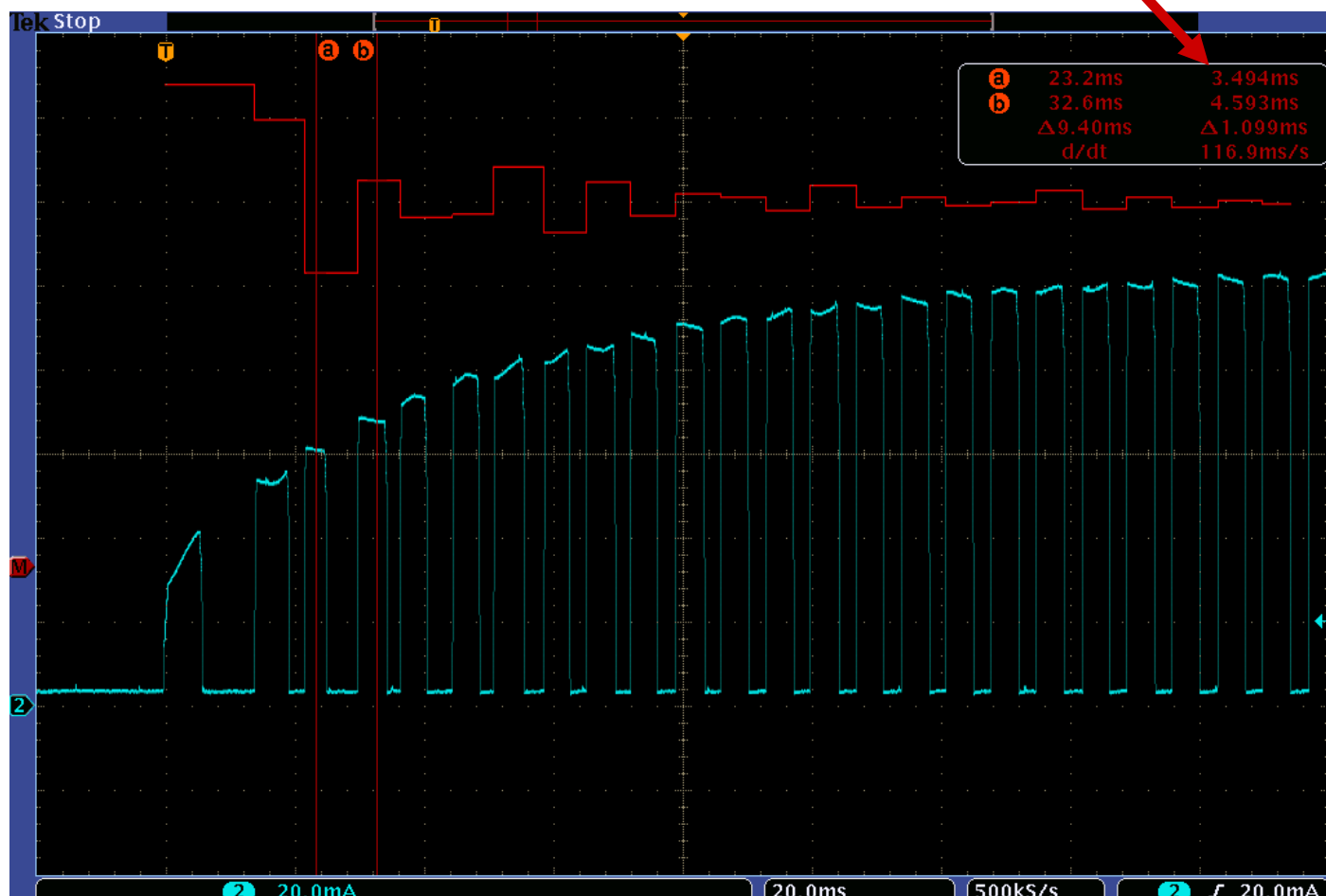
电调制分析

关单元的控制信号电压



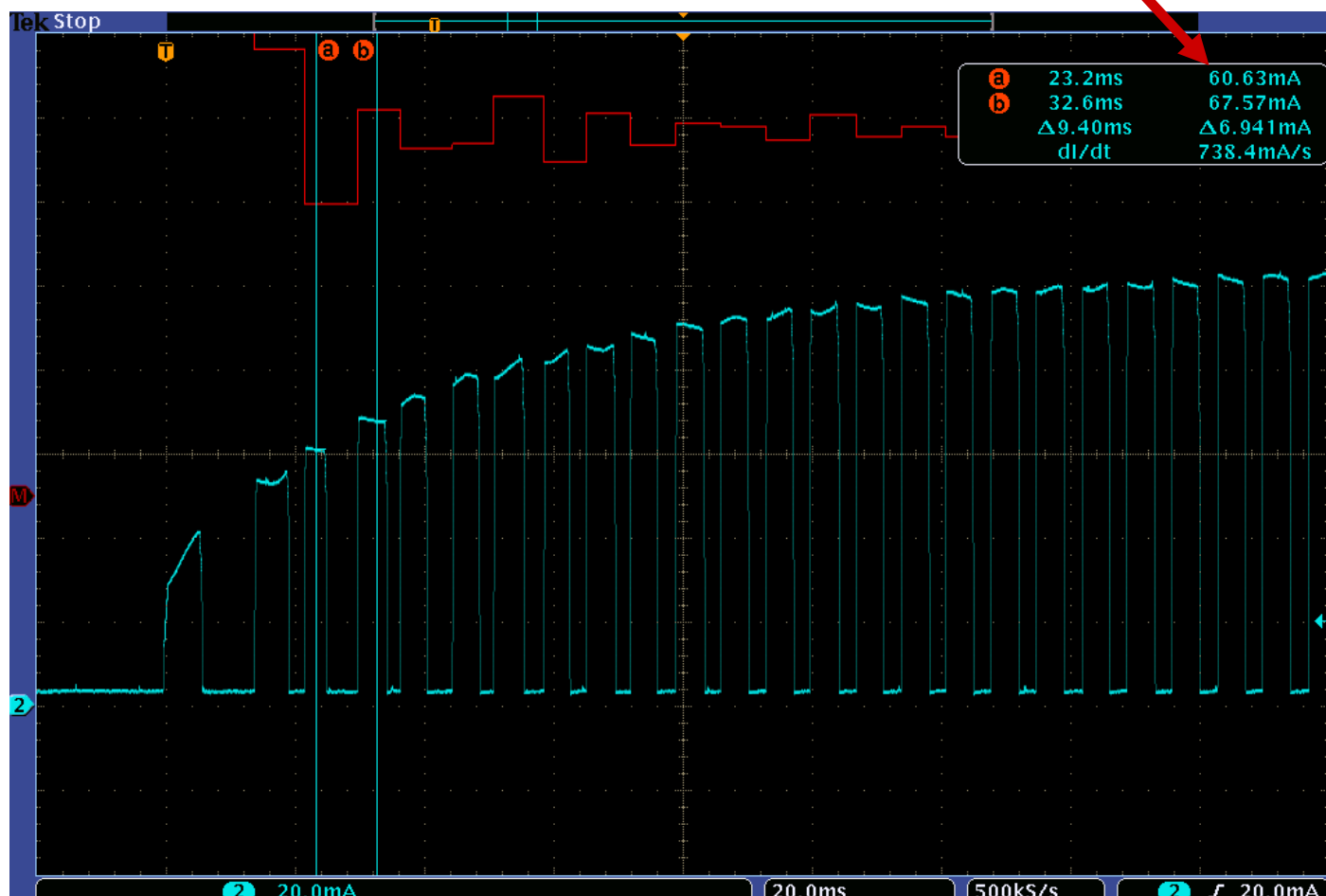
电调制分析

关单元电流，光标读取正脉宽

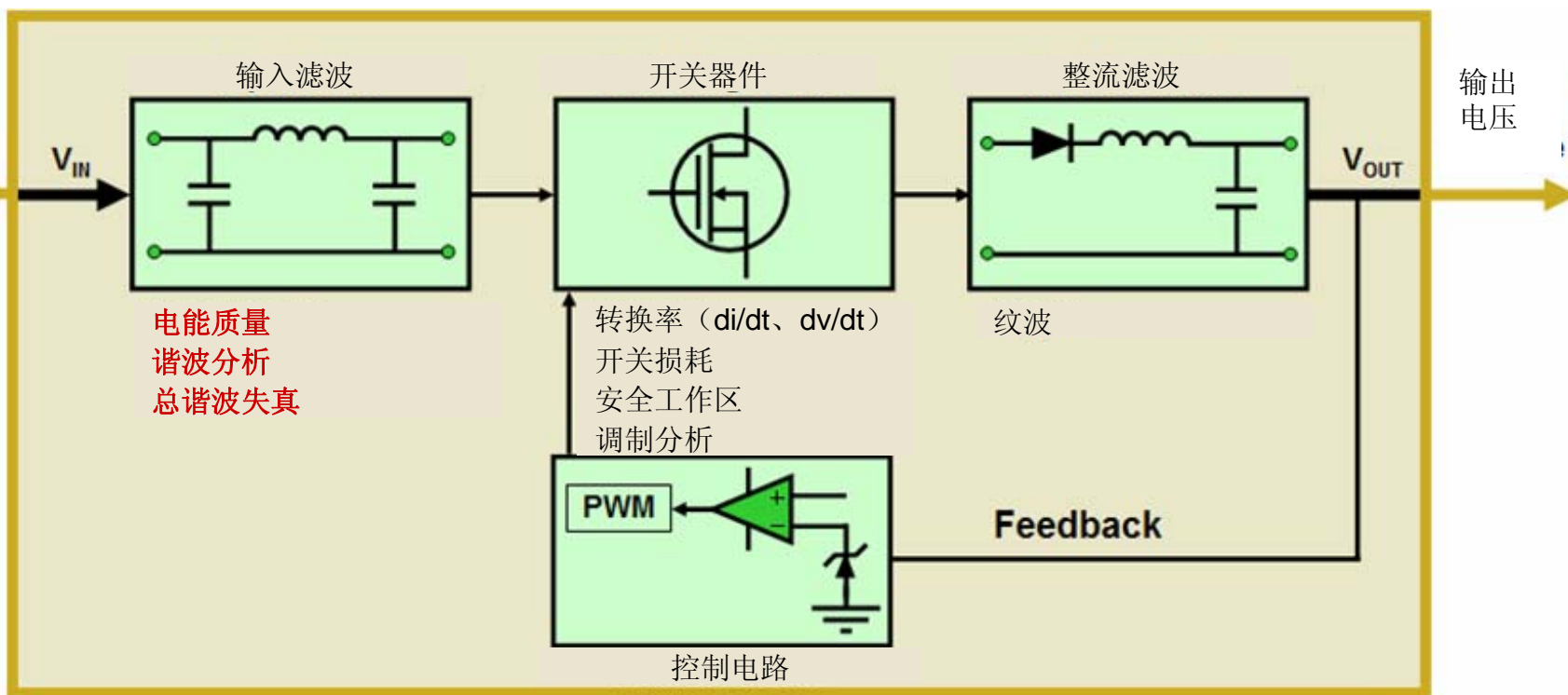


电调制分析

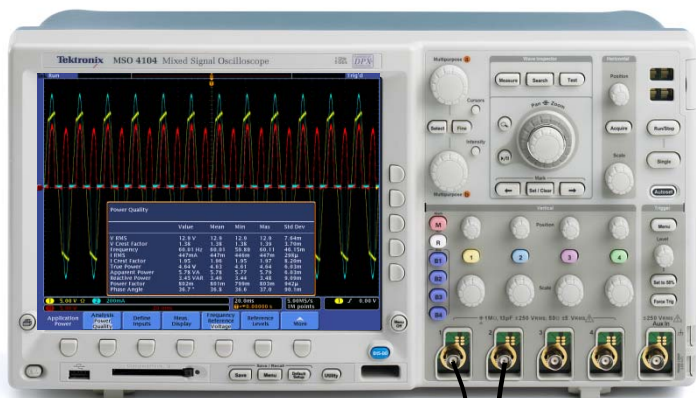
关单元电流, 光标读取电流幅度



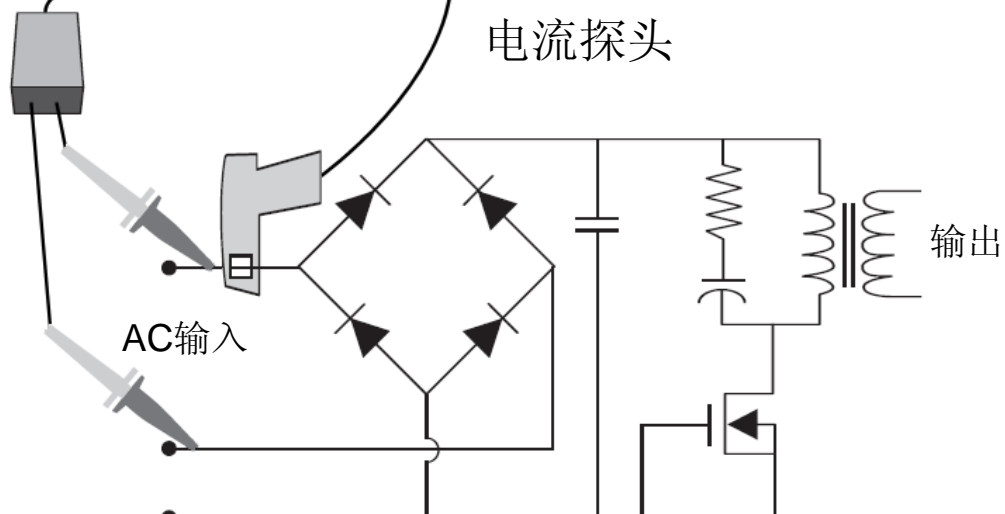
路自动测量 关式电源



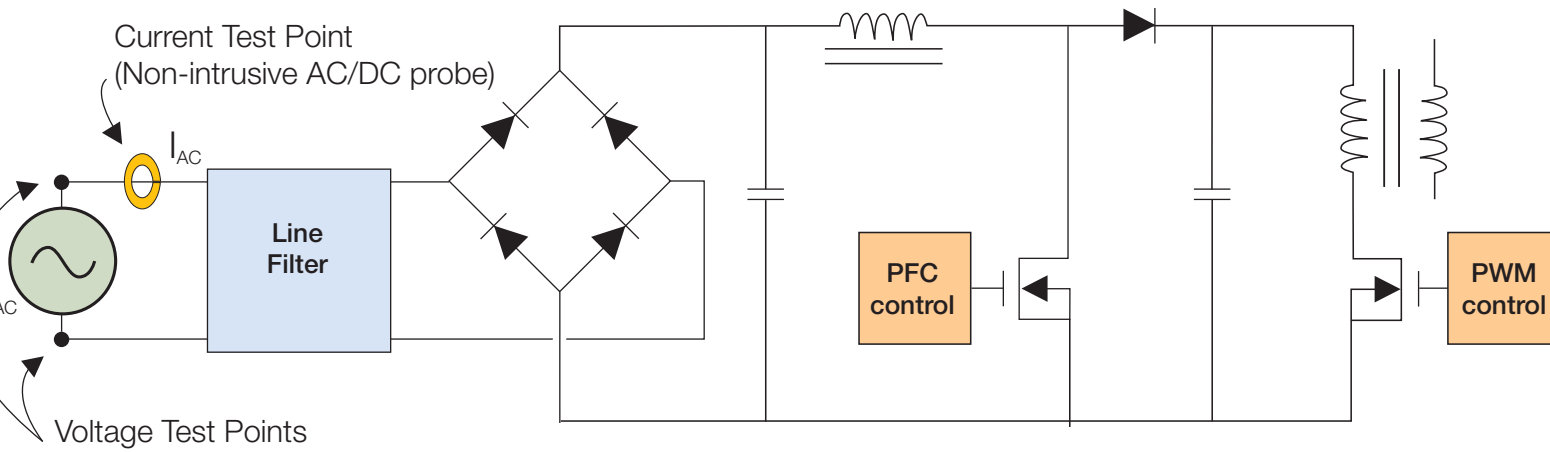
输入分析探测 源质量和谐波测量



差分探头



源质量测量



检定电源与其服务环境的相互作用

必须直接在输入电源线上测量电压和电流

要求高压探头，通常是差分探头

源质量测量基础知识

事实上，输入电压和电流波形并不是完全一样的

- 实际环境中的电源线永远不会提供理想的正弦波
- SMPS是相对于电源的非线性负载

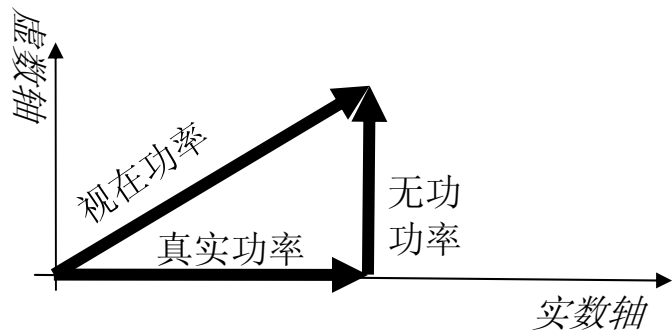
SMPS在输入电流波形上生成谐波，不得违反EN61000-3-2之
类标准

电源质量测量包括：

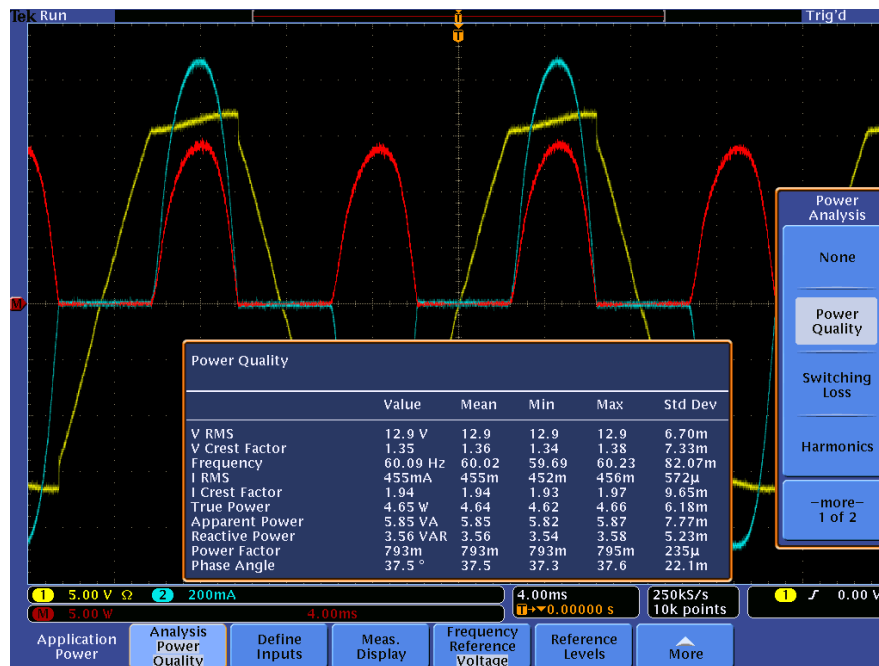
- 真实功率
- 无功功率
- 视在功率
- 功率因数
- 波峰因数
- 电流谐波测量

源质量测量

$$\text{视在功率} = I_{\text{rms}} * V_{\text{rms}}$$



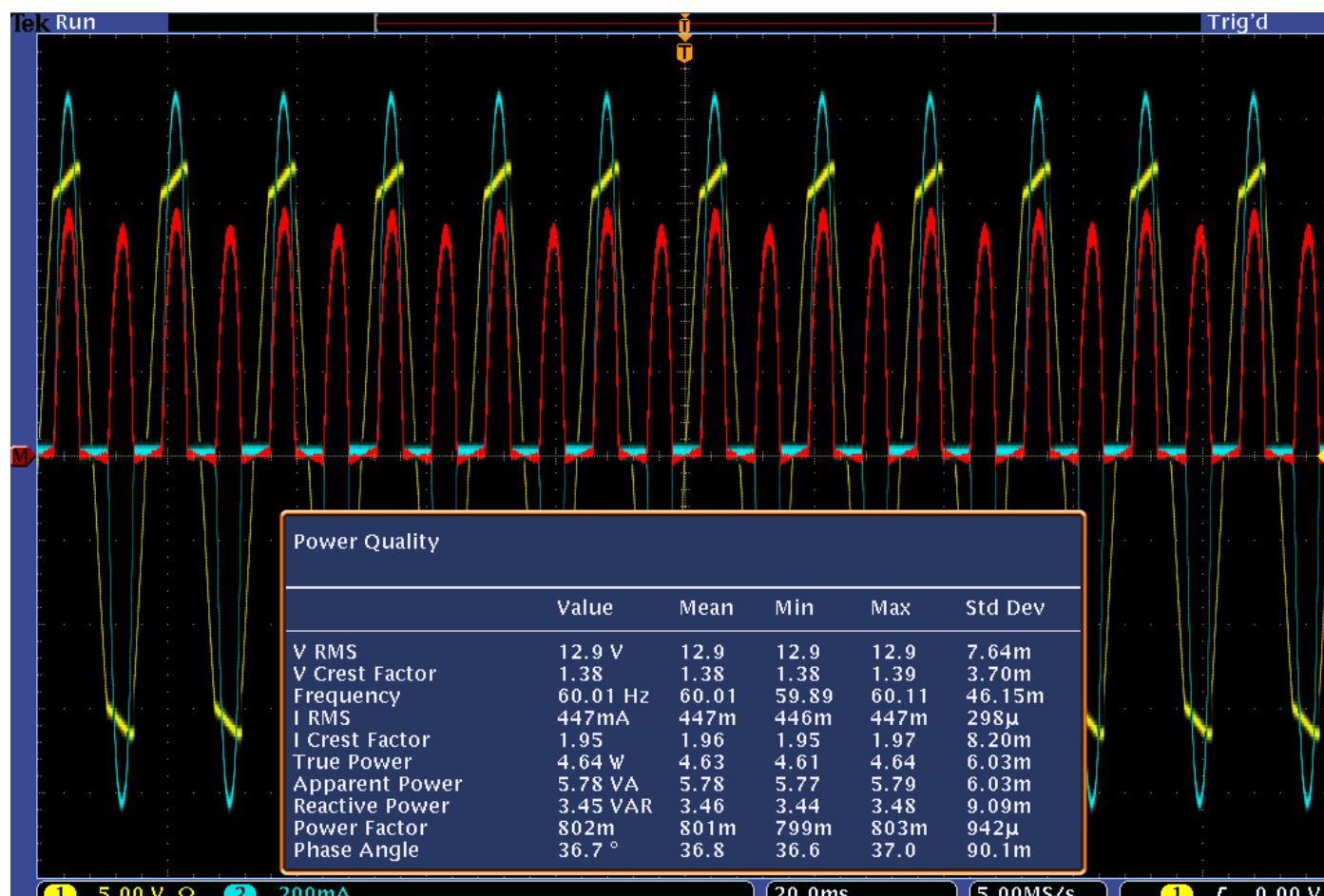
$$\text{功率因数} = \text{真实功率} \div \text{视在功率}$$



带有DPO4PWR的泰克MSO/DPO4000示波器

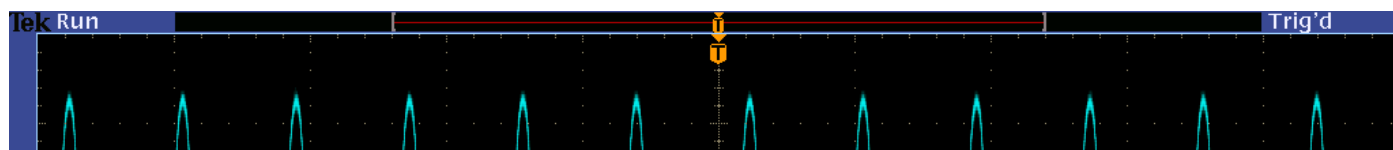
源质量测量

输入电压和电流



源质量测量

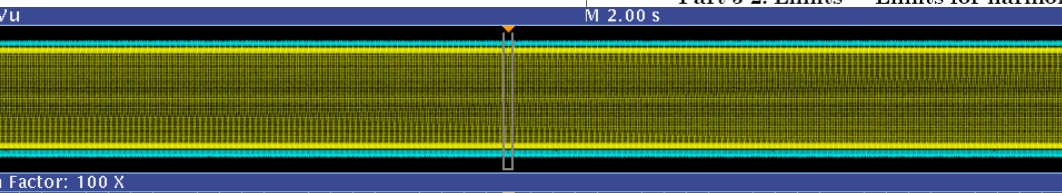
输入电压和电流



Power Quality

	Value	Mean	Min	Max	Std Dev
RMS	12.9 V	12.9	12.9	12.9	7.64m
Crest Factor	1.38	1.38	1.38	1.39	3.70m
Frequency	60.01 Hz	60.01	59.89	60.11	46.15m
RMS	447mA	447m	446m	447m	298μ
Crest Factor	1.95	1.96	1.95	1.97	8.20m
True Power	4.64 W	4.63	4.61	4.64	6.03m
Apparent Power	5.78 VA	5.78	5.77	5.79	6.03m
Reactive Power	3.45 VAR	3.46	3.44	3.48	9.09m
Power Factor	802m	801m	799m	803m	942μ
Phase Angle	36.7 °	36.8	36.6	37.0	90.1m

谐波预一致性测试标准 IEC 61000-3-2和MIL-STD-1399



IEC 61000-3-2 Harmonics, Class A

通过/失败

THD-F	56.8 %
RMS	401mA
Overall	Pass
POHC	245mA
POHL	251mA

Order	Freq (Hz)	Mag (%)	Mag RMS (A)	Limit (A)	Pass Fail	Max all Windows (A)	200 % Limit	POHC Limit
1	60.00	86.1	288m	-----	n/a	334m	n/a	n/a
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

BRITISH STANDARD

BS EN 61000-3-2:2006

Electromagnetic compatibility (EMC) —

Part 3-2: Limits — Limits for harmonic

MIL-STD-1399 (NAVY)
SECTION 300A
13 October 1987
SUPERSEDING
DOD-STD-1399 (NAVY)
SECTION 300
1 August 1978
(See 6.3)

PRIMARY STANDARD

DEFENSE STANDARD FOR
COMBAT SYSTEMS
SECTION 300A
ALTERNATING CURRENT
(METRIC)

FSC 1990
public release; distribution unlimited

Test to Standard

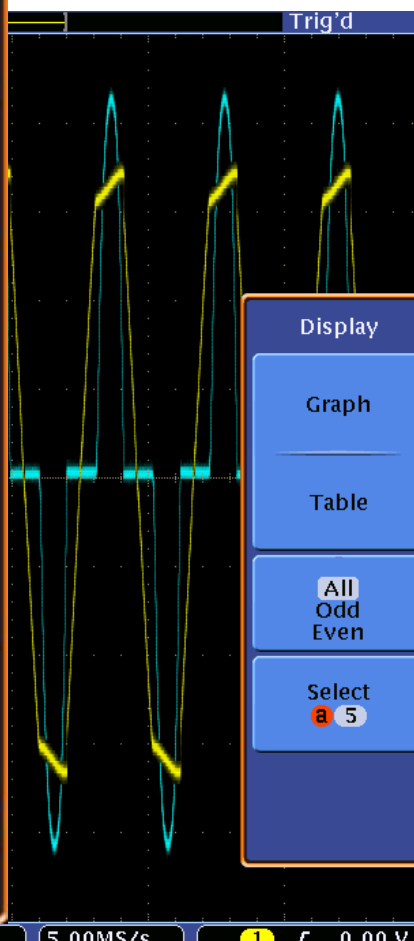
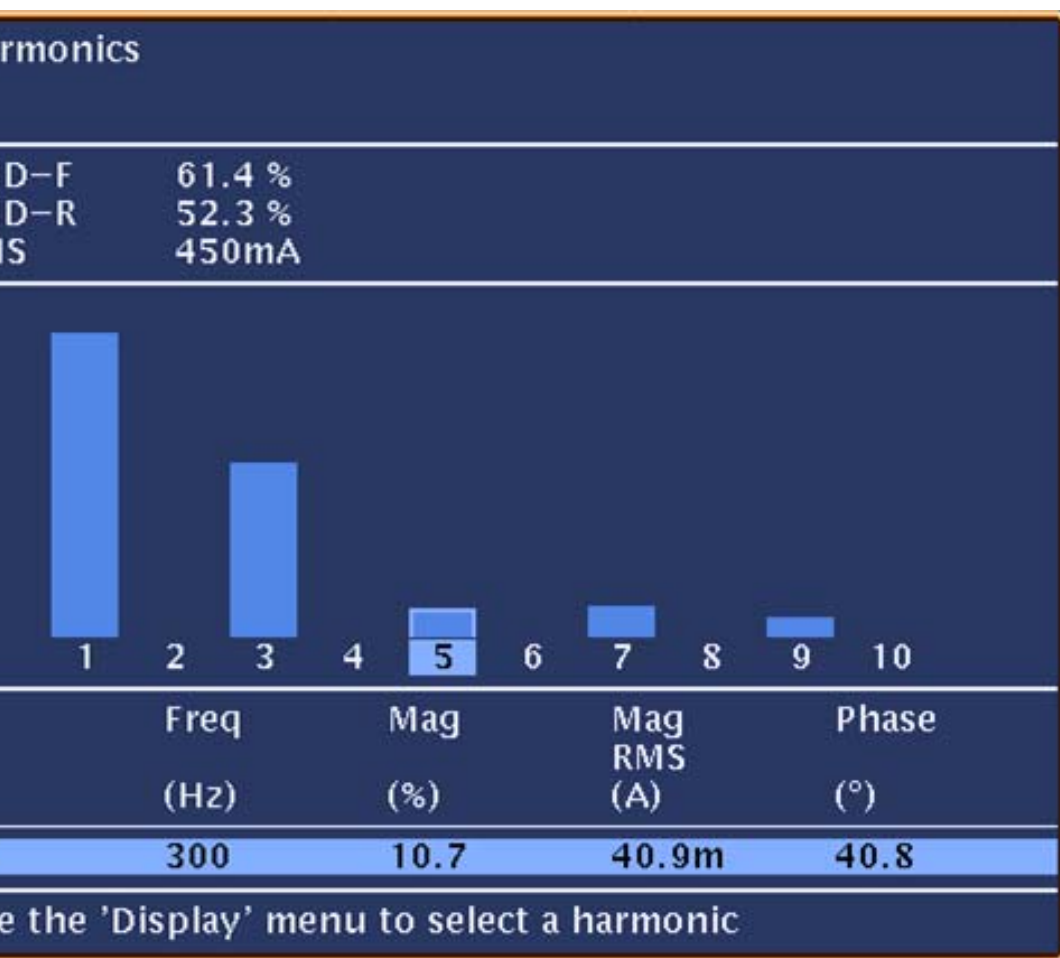
None

IEC 61000-3-2

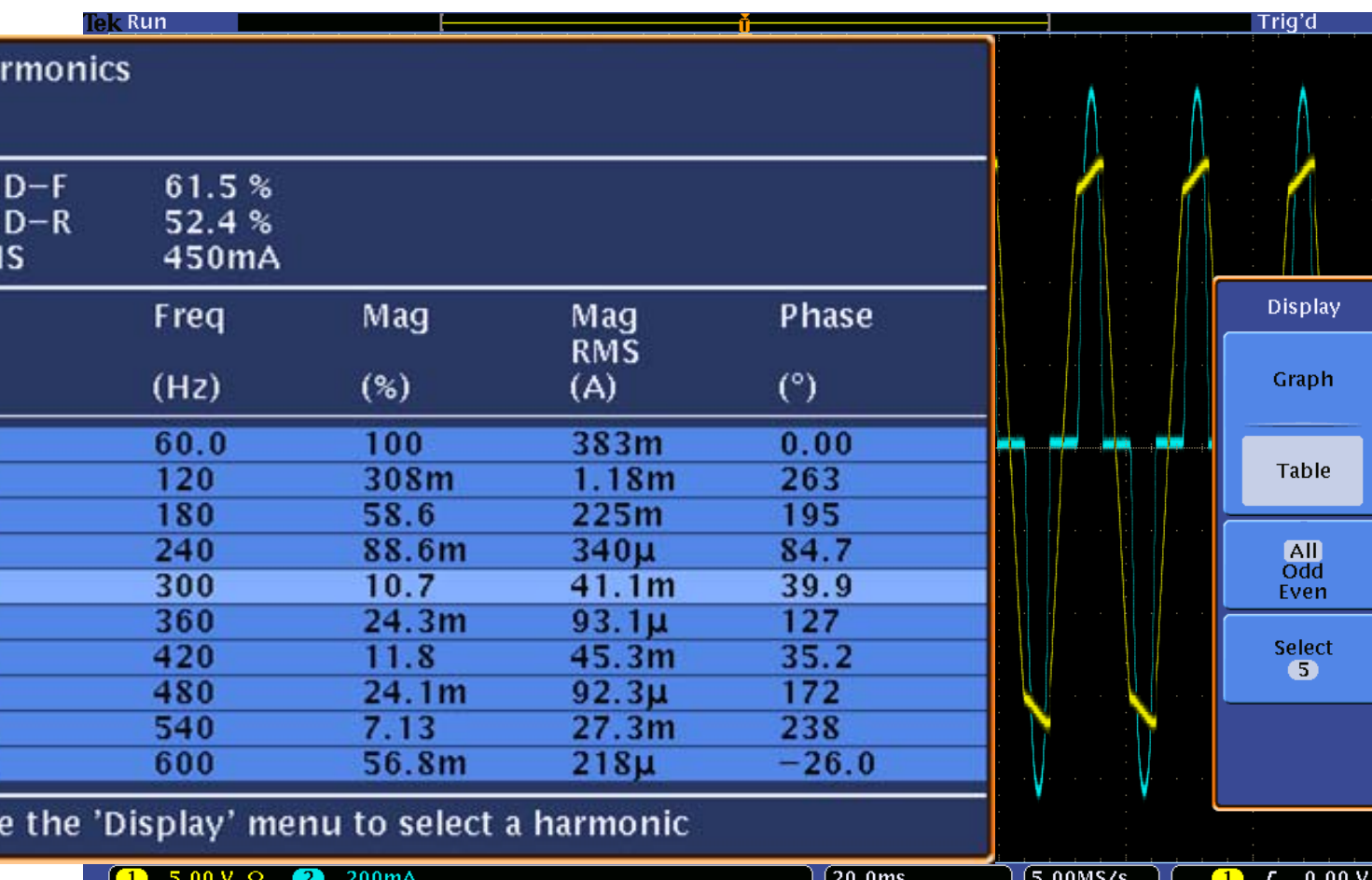
MIL-STD-1399

BSI
British Standards

谐波测量图 输入



谐波测量表 输入



舞台LED应用与DMX512灯光协议

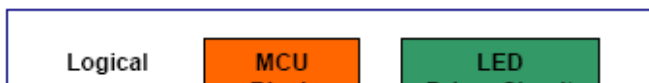
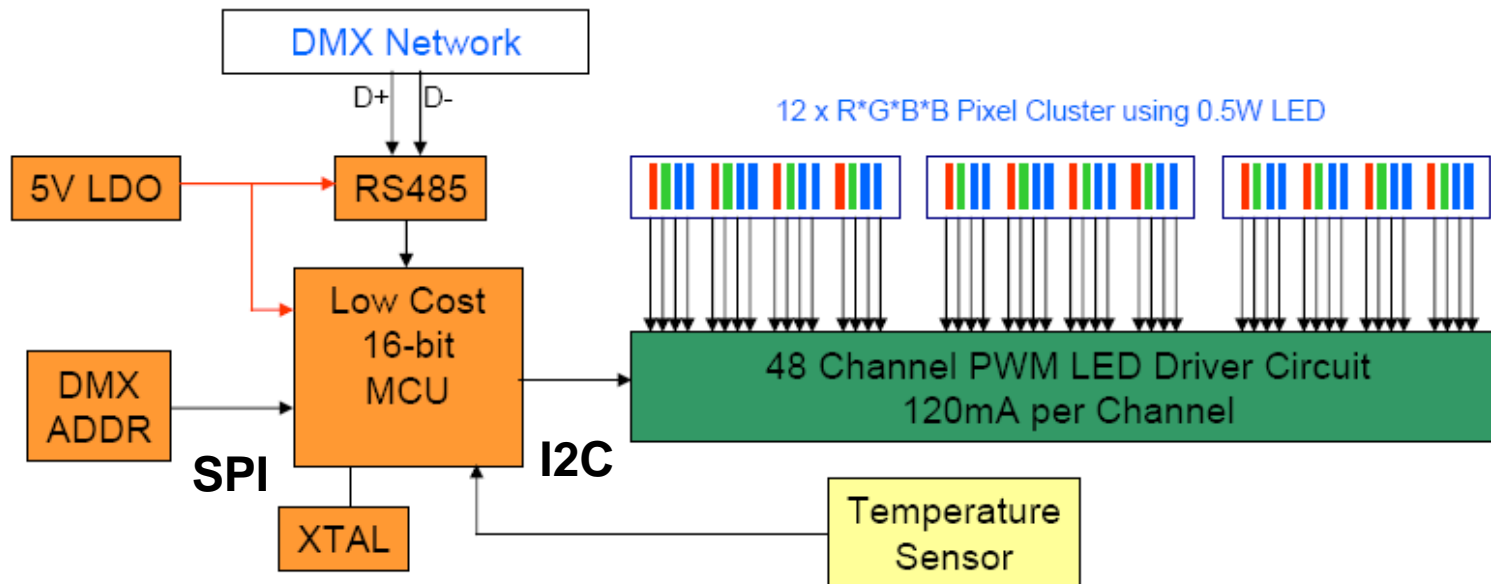
DMX512协议是美国舞台灯光协会（USITT）于1990年发布的一种灯光控制器与灯具设备进行数据传输的标准。这包括电气特性、数据协议、数据格式等各方面的内容。

DMX512电气特性与RS-485完全兼容，包括驱动器/接收器的选择、线路负载和多站配置等方面的要求都是一致的。

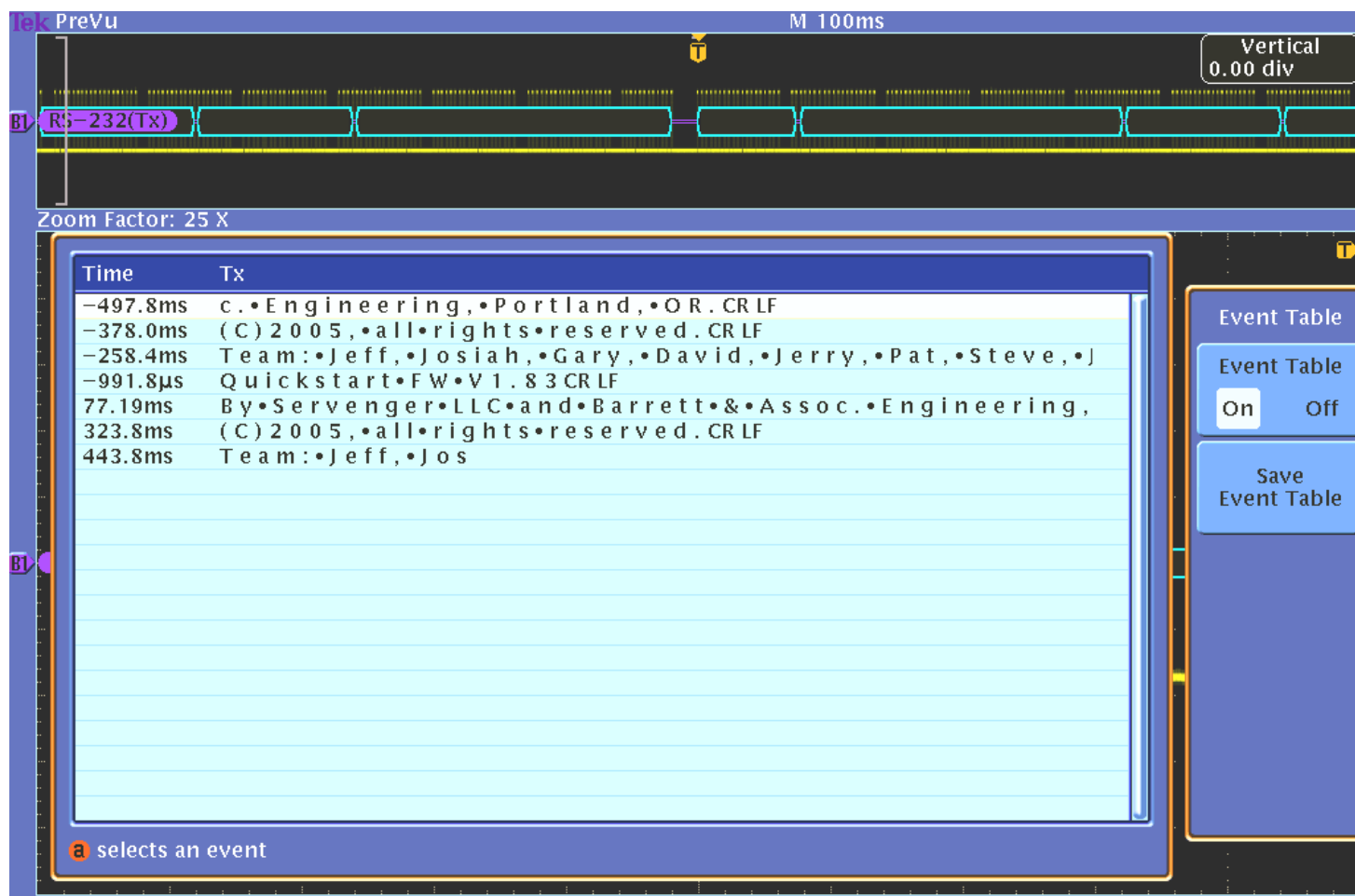
DMX512数据协议规定使用250Kbps的波特率。

舞台LED应用与DMX512灯光协议硬件结构框图

Block Diagram of DMX512 LED Module



于泰克DPO/MSO平台解码RS485



波器产品在LED舞台灯光领域的方案

低速串行总线的测试：

- I2C、SPI、RS485
- DPO/MSO系列家族+EMBD+COM

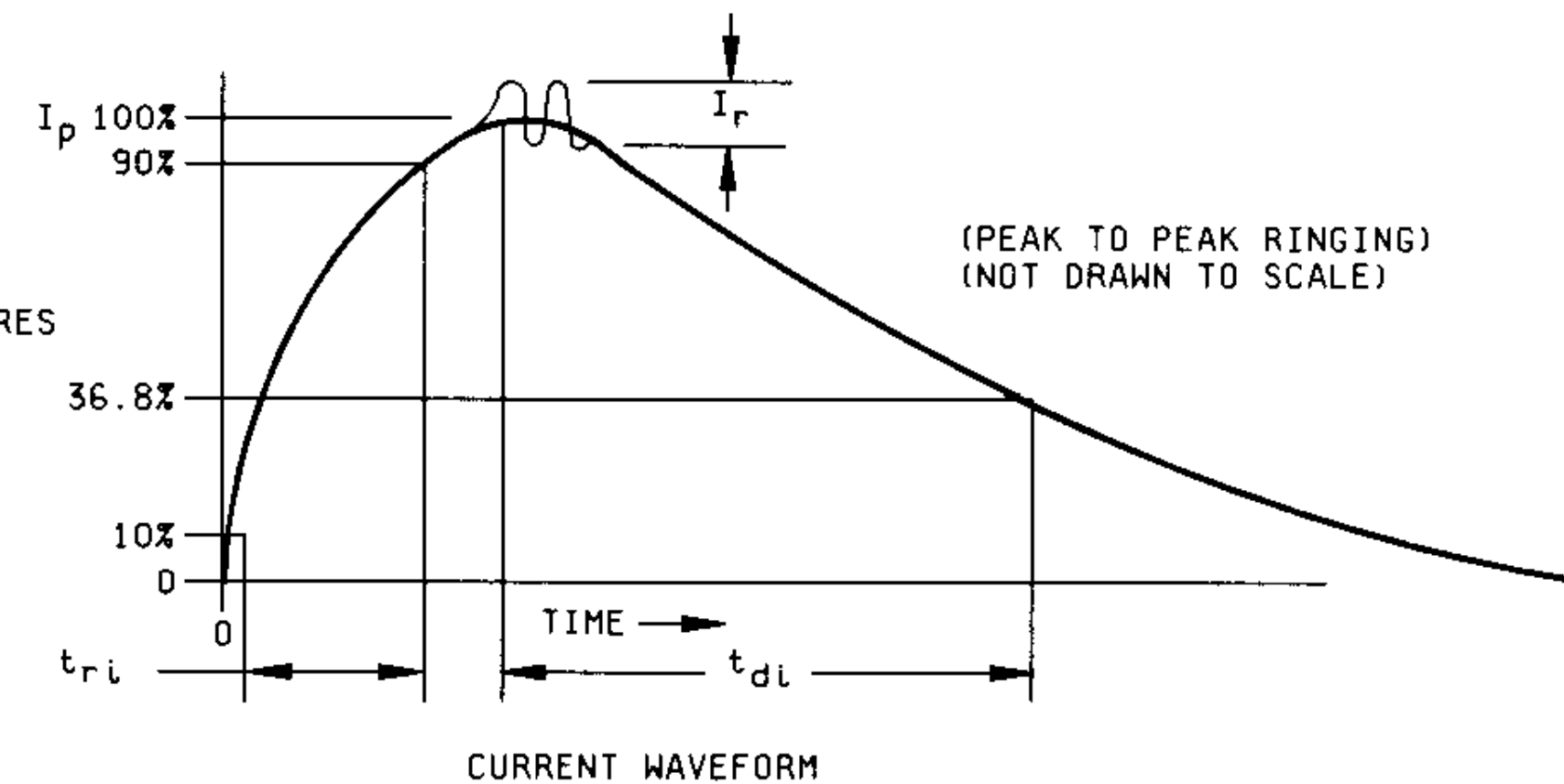
电流测试：

- TCP0030
- TCPA300+TCP312

带宽要求不高，有长存储的要求：

- 选择长存储的示波器；
- 选择具备长存储管理器的设备，如WaveInspector（波形导航）。

L-STD-883G标准—电流脉冲波形示意图



MIL-STD-883G标准—各项指标

MIL-STD-883G标准—各项指标

- T_{ri} (上升时间) : 低于10ns;
- T_{di} (下降时间) : 150 ± 20 ns;
- I_p (峰值电流) :

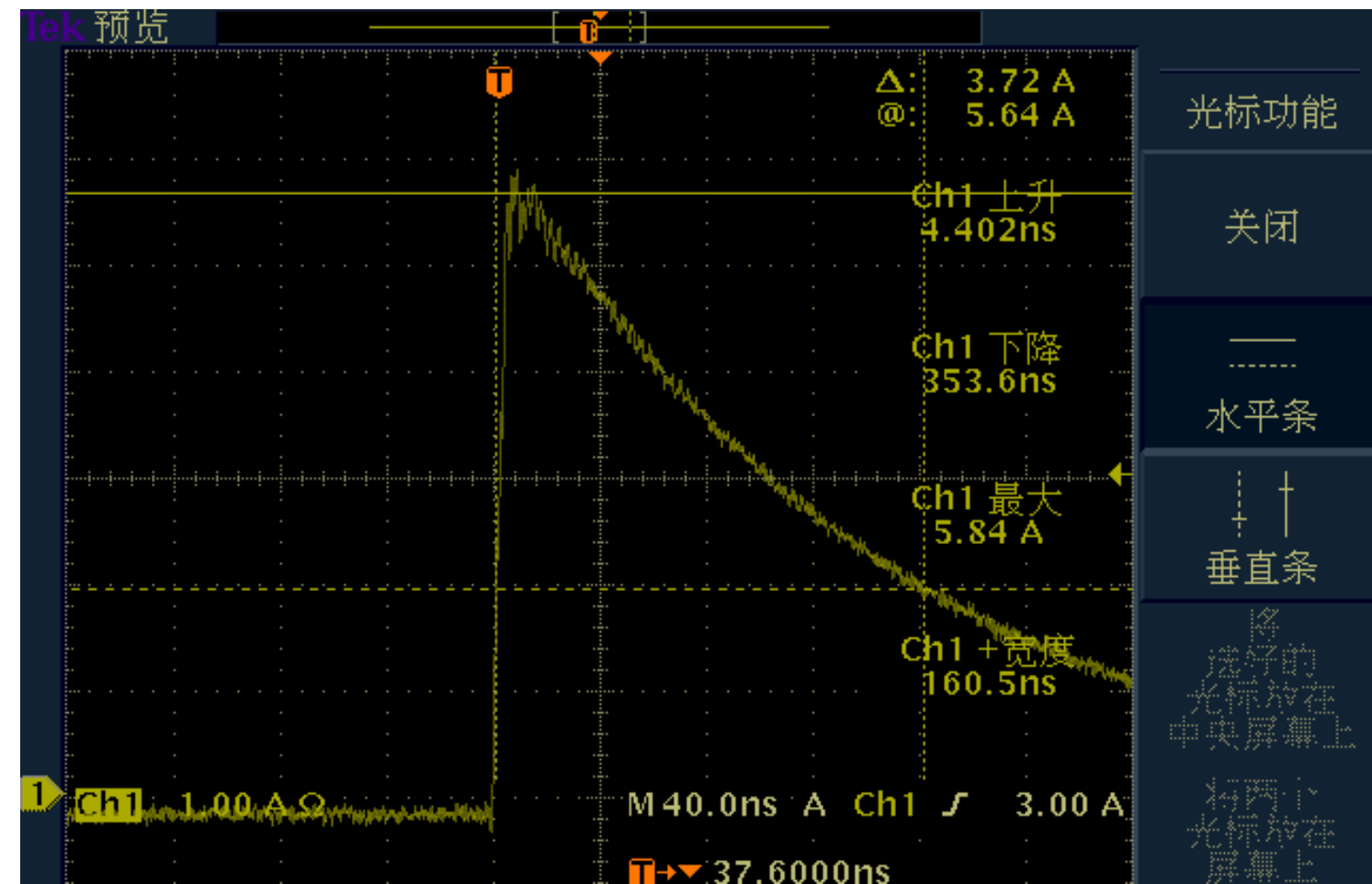
rise time) -----Less than 10 nanoseconds.

delay time)----- 150 ± 20 nanoseconds.

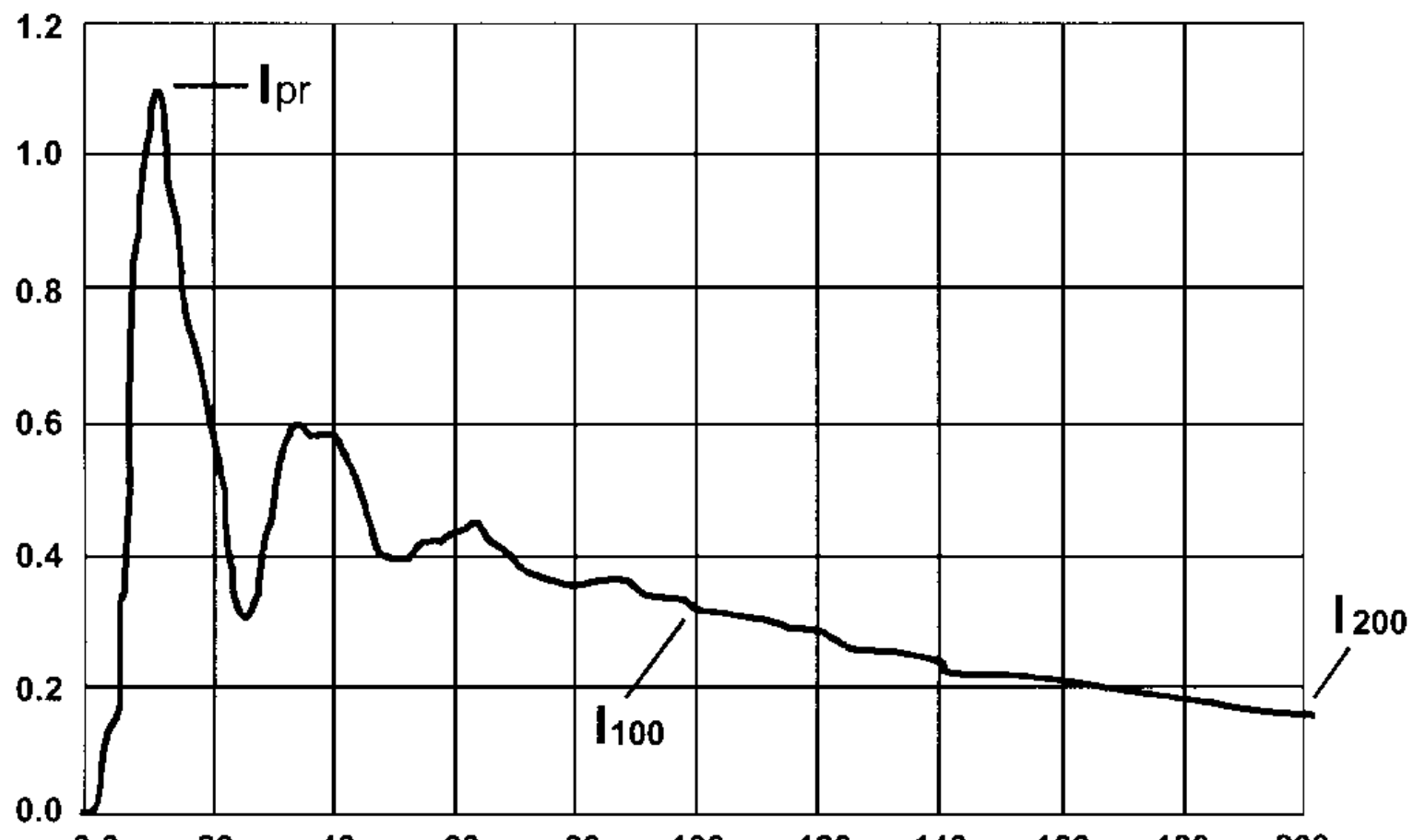
peak current)-----Within ± 10 percent of the I_p value shown in table II for the voltage step selected.

ringing) -----The decay shall be smooth, with ringing, break points, double time constants or discontinuities less than 15 percent I_p maximum, but not observable 100 nanoseconds after start of the pulse.

实际测试状况



D-STM5. 2-1999—电流脉冲示意图（500欧、400V）

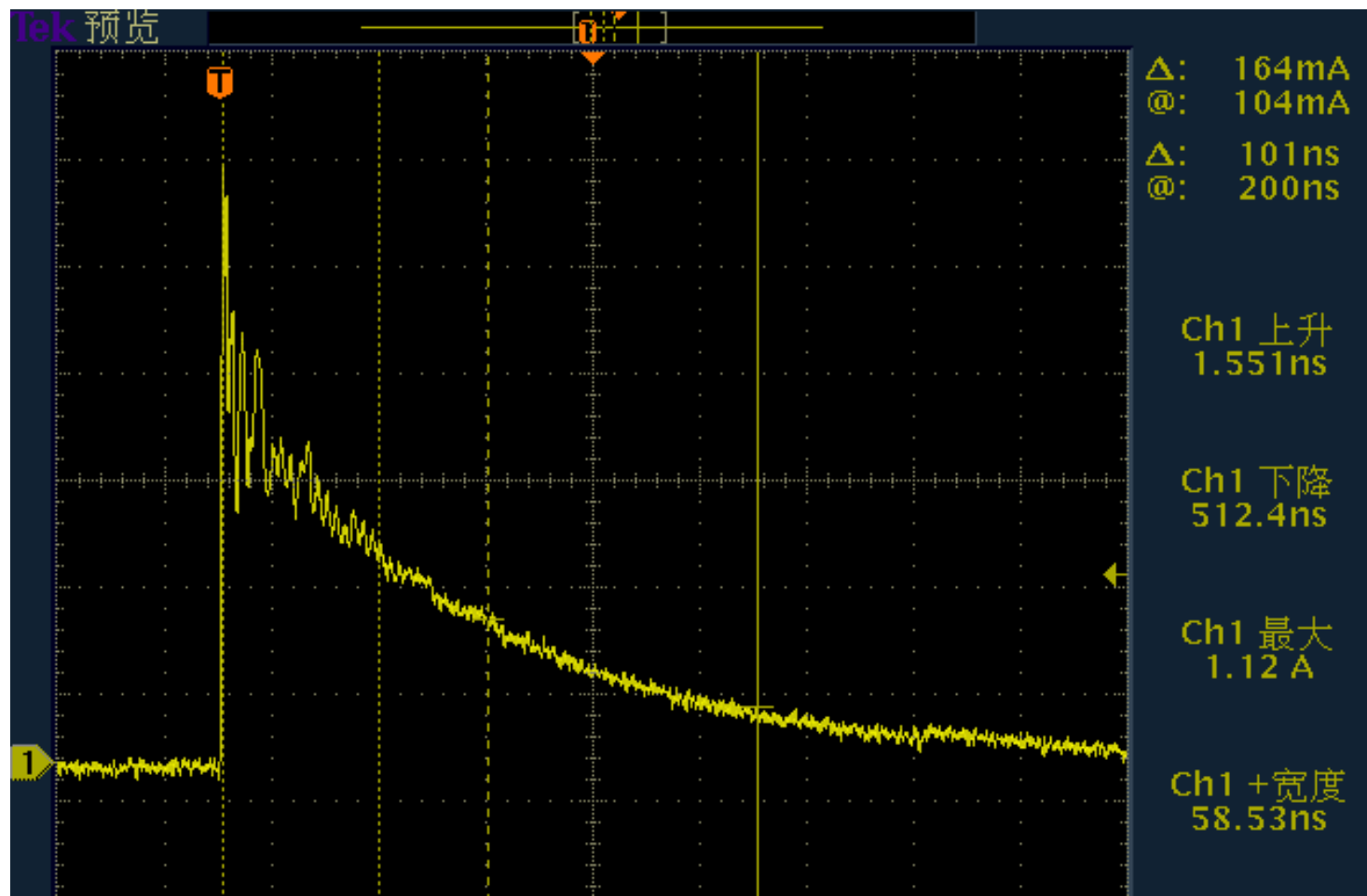


D-STM5. 2-1999—电流脉冲指标要求（500欧/400V）

电流脉冲指标要求（500欧、400V）

Parameter	Parameter Value
I _{PR} (ampere)	0.85 - 1.2
I ₁₀₀ (ampere)	0.26 - 0.32
I ₂₀₀ as % of measured I ₁₀₀	35% to 45%

实际测试状况



波器产品在电流浪涌测试的方案

10ns的上升沿:

- 350MHz以上带宽示波器;

电流测试:

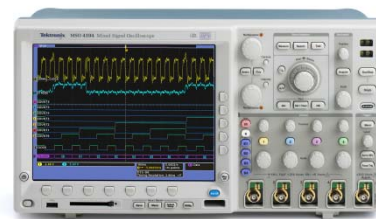
- DPO系列产品上使用TCP0030;
- TCPA300+TCP312;



动电源分析解决方案

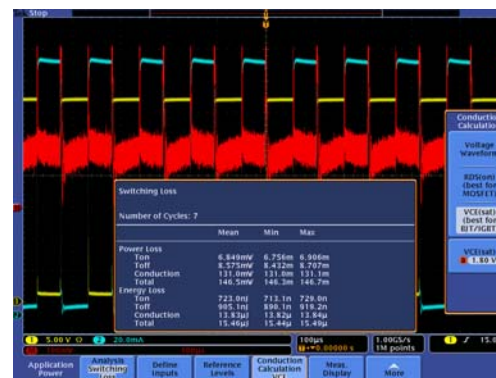
MSO/DPO系列示波器家族

- 100 MHz - 1 GHz多种型号
- 高达5 GS/s的采样率
- 高达10 M点的记录长度
- 串行数据触发和分析选项
- MSO型号提供了16条数字通道



DPO4PWR和DPO3PWR电源分析应用模块

- 纹波
- 转换速率
- 开关损耗测量
- 安全工作区 (SOA)
- 调制
- 电源质量



克电源测量解决方案 — www.tektronix.com/power

- Automatic
- Manual



	Features	TPS2000 Series with TPS2PWR1 Module	TDS3000C Series with TDS3AAM Module	MSO/DPO4000 and DPO3000 Series with DPO4PWR or DPO3PWR Module	TDS5000B Series with TDS5PWR3 Option	DPO7000 Series with DPO7PWR Option
		Features	100 MHz to 200 MHz	100 MHz to 500 MHz	100 MHz to 1 GHz	350 MHz to 1 GHz
	Record Length	2.5 k	10 k	Up to 10 M	Up to 16 M	Up to 200 M
	Sample Rate	Up to 2 GS/s	Up to 5 GS/s	Up to 5 GS/s	Up to 5 GS/s [†]	Up to 40 GS/s [†]
Line Power Quality Measurements	V _{RMS}	■	■	■	■	■
	I _{RMS}	■	■	■	■	■
	True (Real) Power	■	■	■	■	■
	Reactive Power	■	■	■	■	■
	Apparent Power	■	■	■	■	■
	Power Factor	■	■	■	■	■
	Crest Factor	■	■	■	■	■
	Phase Angle	■	■	■	■	■
	Harmonics	■	■	■	■	■
	Total Harmonic Distortion	■	■	■	■	■
Emission Compliance Tests	Pre-Compliance Testing to EN61000-3-2	■		■	■	■
	MIL Standard 1399	■		■	■	■
Active Component Measurements	Switching Loss Measurements	■	■	■	■	■
	Safe Operating Area	■	■	■	■	■
	Dynamic Resistance (dv/dt, di/dt)	■	■	■	■	■
	Modulation Analysis			■	■	■
	Inductance				■	■

结

开关电源检验和调试

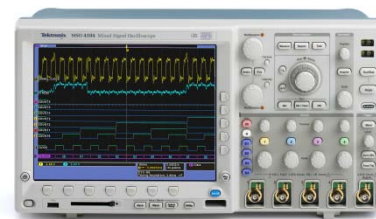
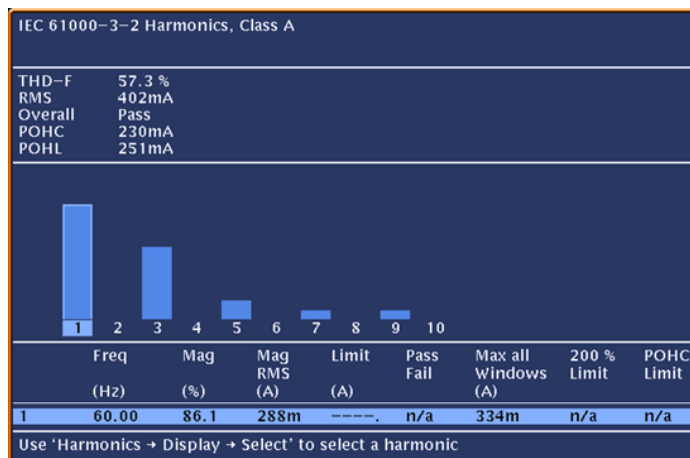
- 产品可靠地工作
- 满足法规标准

加快产品开发周期

- 自动电源测量
- 迅速的、可重复的测量分析

完善的一系列电源测量工具

- MSO/DPO4000和DPO3000系列示波器
- 电源分析捆绑解决方案
 - 电源测量模块



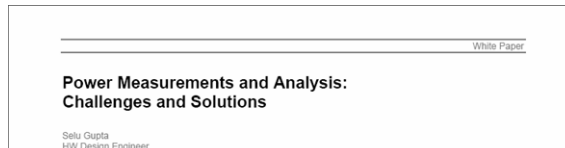
电源测量信息

www.tektronix.com/power

入门手册和应用指南

电源测量海报

三册



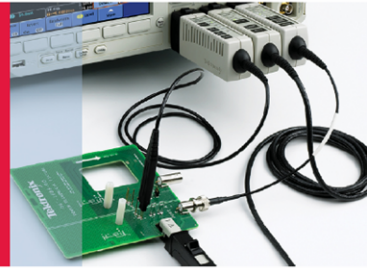
Selu Gupta
HW Design Engineer
Tektronix, Inc.
Beaverton, Oregon USA

ABSTRACT: The job of a switch-mode power supply (SMPS) is a challenging one. Stringent efficiency requirements contribute to a variety of measurement challenges. The use of modern semiconductors adds to the challenges. These challenges require tedious calculations for a sophisticated engineer.

This paper looks at issues around Area and Dynamic ON resistance. It also discusses how they play an important role in the performance of the power supply. Power Analysis measurements and evaluating noise are also discussed.

After a review of these measurements, Tektronix Power Measurements and Analysis (PMA) software and DPO4PWR Power Analysis Software are discussed.

Application Note



Power Supply Measurement and Analysis with the MSO/DPO Series Oscilloscope

Introduction

Power supplies can be found in many different electronic devices, from children's toys to industrial machinery. They are used to convert AC power to DC voltages or currents. Common examples of DC voltages or currents are:

DPO3PWR and DPO4PWR
Power Analysis Application
User Manual



Power Measurements
So many tests, so little time.

It's your job to come up with a power supply that's reliable, efficient, and... ready to take for your system philosophy. You've got a long list of power supply measurements to run. And you've got a limited amount of time to get them done.

Building System Measurements
Building time and system measurements are the first step in designing a power supply. Use the built-in time delay feature to capture waveforms at the same time as the event occurs. This allows you to see the relationship between the input and output of the power supply.

Efficient Power
Efficiency is a key factor in the design of a power supply. Use the efficiency measurement feature to measure the efficiency of the power supply under different load conditions.

Transient Response
The transient response of a power supply is a key factor in the design of a power supply. Use the transient response measurement feature to measure the transient response of the power supply under different load conditions.

Load Regulation
Load regulation is a key factor in the design of a power supply. Use the load regulation measurement feature to measure the load regulation of the power supply under different load conditions.

Temperature Rise
Temperature rise is a key factor in the design of a power supply. Use the temperature rise measurement feature to measure the temperature rise of the power supply under different load conditions.

Power Factor
Power factor is a key factor in the design of a power supply. Use the power factor measurement feature to measure the power factor of the power supply under different load conditions.

Harmonics
Harmonics are a key factor in the design of a power supply. Use the harmonics measurement feature to measure the harmonics of the power supply under different load conditions.

Switching Noise
Switching noise is a key factor in the design of a power supply. Use the switching noise measurement feature to measure the switching noise of the power supply under different load conditions.

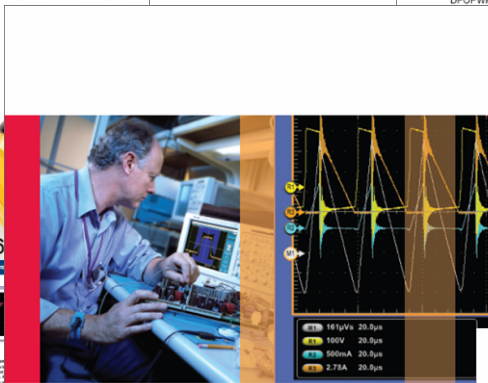
Output Regulation
Output regulation is a key factor in the design of a power supply. Use the output regulation measurement feature to measure the output regulation of the power supply under different load conditions.

Dynamic ON Resistance
Dynamic ON resistance is a key factor in the design of a power supply. Use the dynamic ON resistance measurement feature to measure the dynamic ON resistance of the power supply under different load conditions.

Area and Dynamic ON Resistance
Area and dynamic ON resistance are key factors in the design of a power supply. Use the area and dynamic ON resistance measurement feature to measure the area and dynamic ON resistance of the power supply under different load conditions.

Power Analysis
Power analysis is a key factor in the design of a power supply. Use the power analysis measurement feature to measure the power analysis of the power supply under different load conditions.

Time-Saving Toolkit For Power Measurements
The time-saving toolkit for power measurements is a key factor in the design of a power supply. Use the time-saving toolkit for power measurements to measure the power supply under different load conditions.



Power Supply Measurement and Analysis

Primer



感谢您的参与

如需进一步信息，请与泰克销售人员联系

