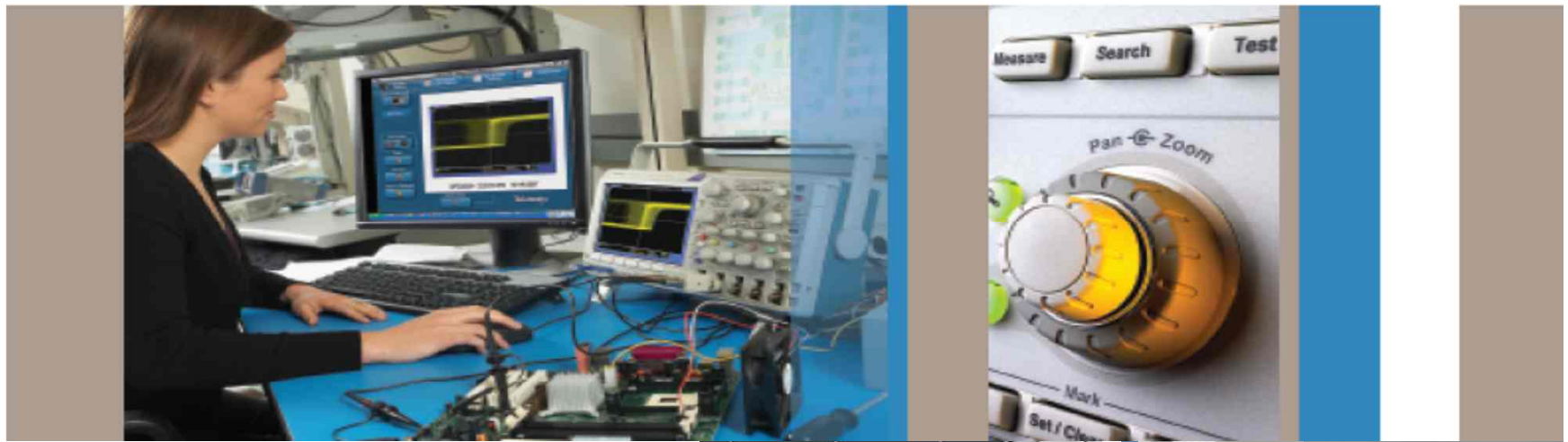


先进的医疗电子产品测试方案



泰克 - 行业渠道开发经理
王跃伟
Yuewei.wang@tek.com

Tektronix

大纲



- ▶ **医疗电子的内容**
- ▶ **医疗电子产品测试**
 - ▶ 无线信号的测试及混合域相关分析
 - ▶ 医用小信号的仿真和测量
 - ▶ 混合信号及协议的测试和分析
 - ▶ 高速信号的测试和分析
 - ▶ 电源管理的测试
 - ▶ 特殊器件特性分析
- ▶ **泰克的测量产品和方案**
 - ▶ 示波器产品系列
 - ▶ 射频产品
 - ▶ 其它产品系列

医疗电子产品 (Medical Electrical Equipment) 的定义

- 医疗电子
 - 医疗器材系指可用于诊断、治疗、减轻、或直接预防人类疾病及促进健康，或足以影响人体身体结构及机能有关之仪器、器械、用具及其附件、配件(含软件)、零件
 - 医疗电子主要是指应用电子技术的医疗产品，但随着应用的技术越趋复杂与广泛，医疗电子所涵盖的范畴也愈加扩大。
- 医疗电子产品采用的技术（跨领域技术）
 - 电机
 - 光电
 - 电子
 - 通讯
 - 半导体
 - 网络
- 医电产品除了特别重视安全性、有效性与可靠性之外，对于具读值或需传输数据的产品，也特别重视量测的准确性与数据传输的一致性。医电产品由于牵涉到的相关技术精细且复杂，因此也相当重视产品之售后服务。

医疗电子主要产品

诊断设备	中档黑白或彩色 超声诊断仪 、低场强开放式永磁MRI和高场强超导MRI、睡眠护系统、数字式X射线系统、螺旋扫描CT
治疗设备	准分子激光人眼像差矫正系统、立体定位超声聚焦治疗系统、体部旋转伽玛刀、中能直线加速器、模拟定位机
影像设备	X射线成像、 超声成像 、 磁共振成像 、红外成像、放射成像、光学成像
消费类设备	电子体温计、电动牙刷、低频治疗器、血压计、咽喉保健器、脂肪测量器、按摩器、足部按摩器
临床检验设备	生化分析类、免疫类、血细胞类、分子生物类、血凝类
监护设备	麻醉手术监护仪、呼吸监护系统、中央监护仪、 多参数监护仪

医疗电子产品发展的三大趋势

朝微小化发展

微小化为医疗电子发展重要的趋势之一，微小化的产品不仅能以更低侵入式、更精准而有效的方式，达到诊断与治疗的目的；惟对于植入体内的微型医疗电子产品，封装及材料则是一个有待克服的重要课题，未来运用在半导体芯片级封装技术将扮演相当重要的角色。

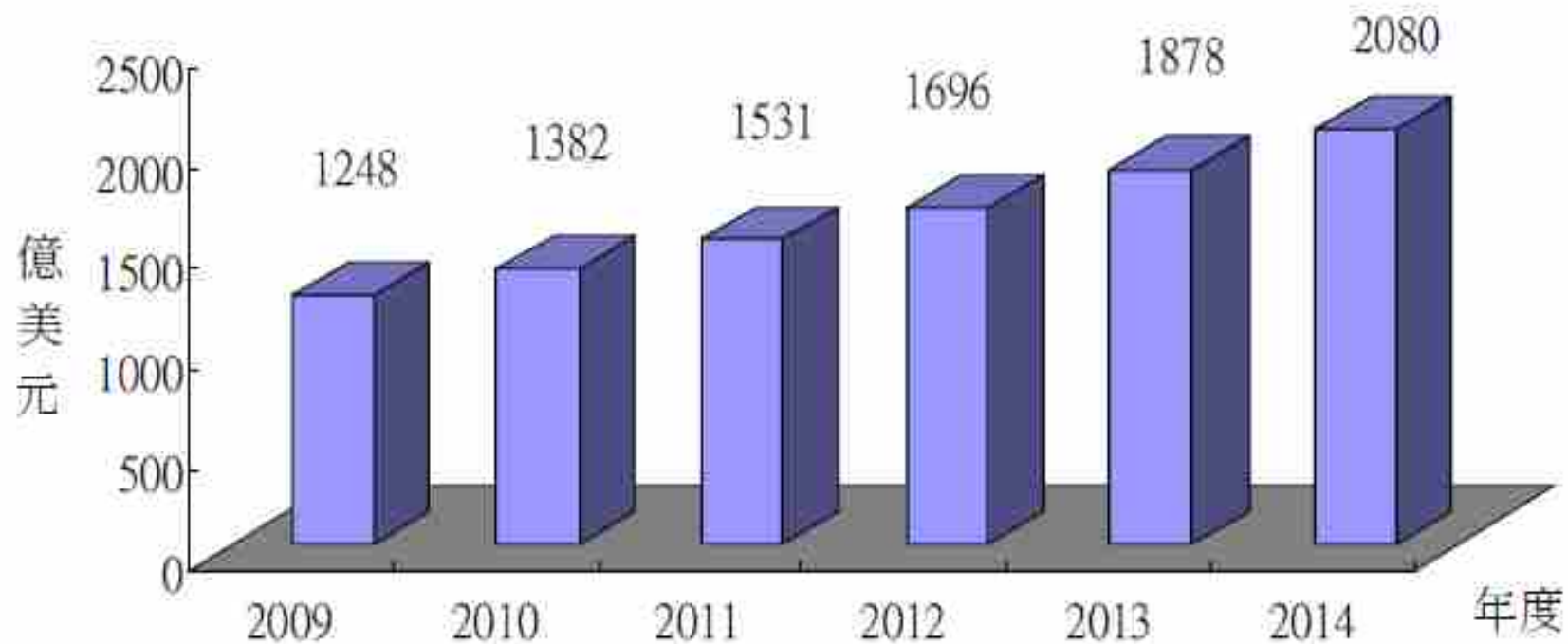
朝消费化及居家化发展

以往大部份医疗器材仅提供给医疗院所及专业人士所使用的情况，随着全球高龄人口市场日增，市场需求已逐渐改变，为减少医疗支出，除了养生保健观念日益盛行，医护器材也逐渐转型走向提供居家使用，针对一般民众使用方便的设计及人性化的操作接口，让消费者在平时就可随时监测自己的健康状况，也使得病后需要照护的人能够在居家进行，而显得更为便利舒适。

朝数字医疗发展

在居家照护之发展潮流下，未来之医疗电子产品都将朝向数字医疗发展，以提供远距医疗的解决方案。结合生理监测产品、无线蓝芽通讯、个人计算机、网络平台等数字式家庭技术的总合，建构出高龄居家照护技术，使医生、护士与病患更紧密的连结，使掌握疾病追踪管理的流程达到优化程度。

全球医疗电子市场



医疗电子的典型系统



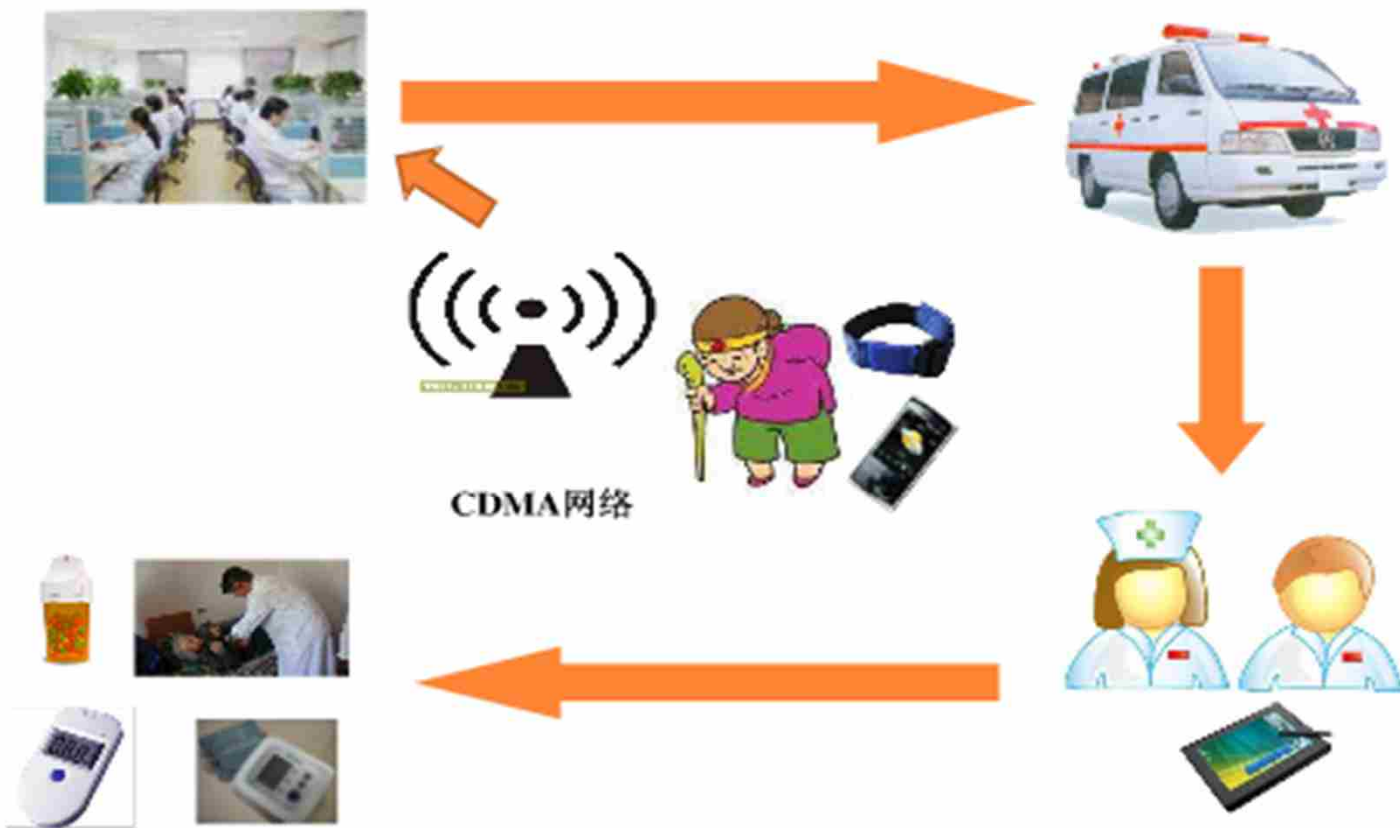
远程心电监护



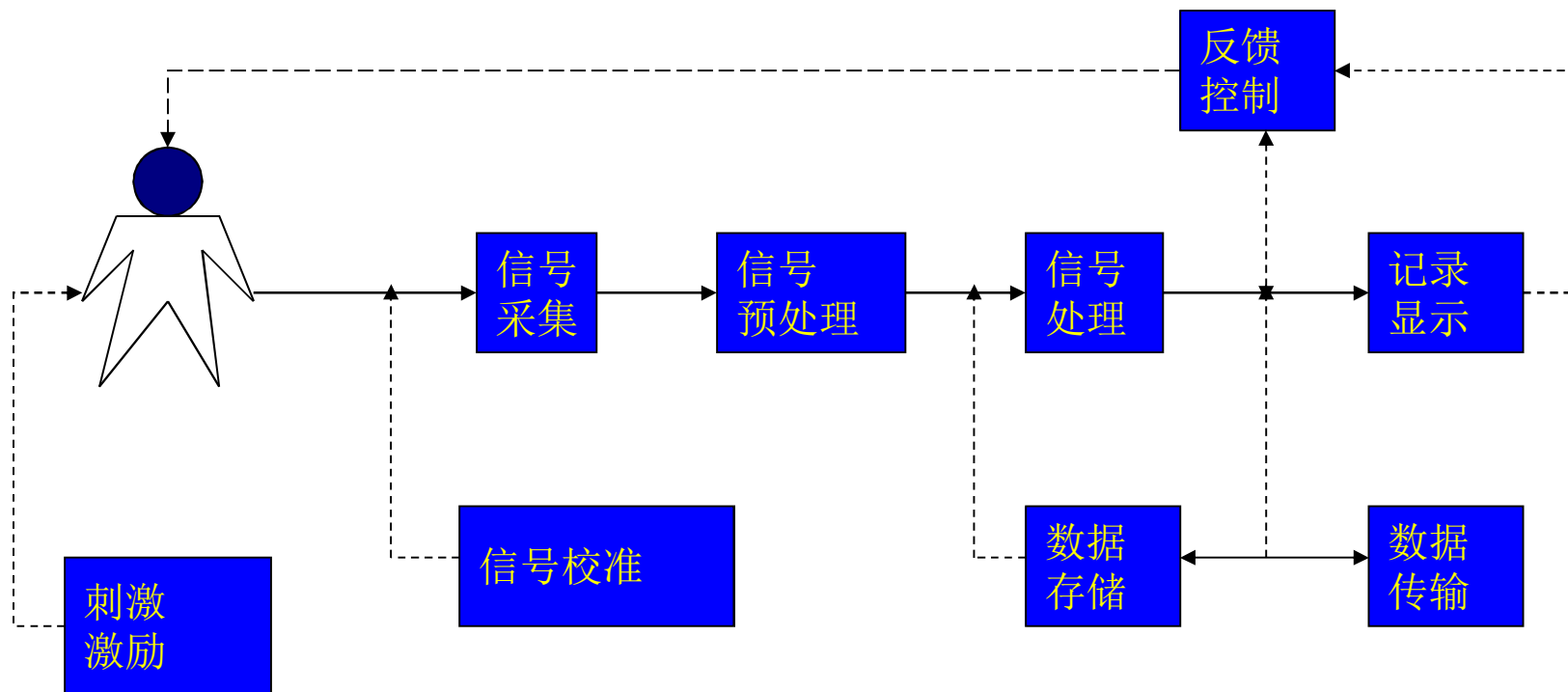
医疗电子的典型系统



智能医疗的应用场景

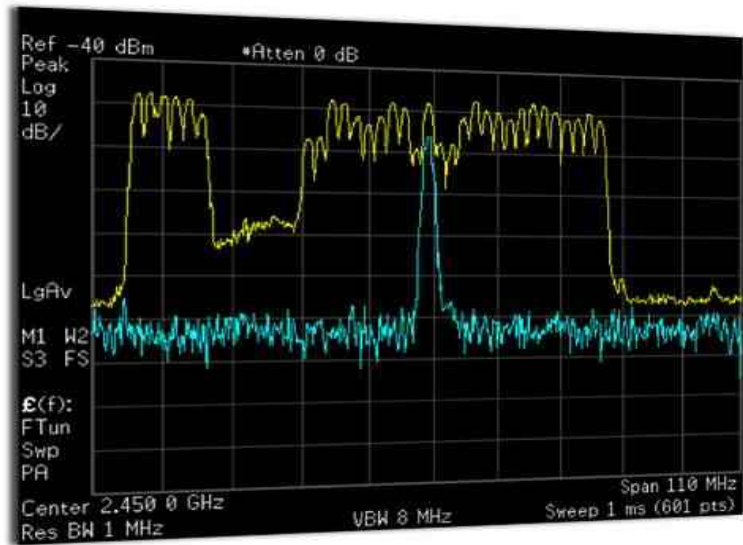


医学仪器的基本构成



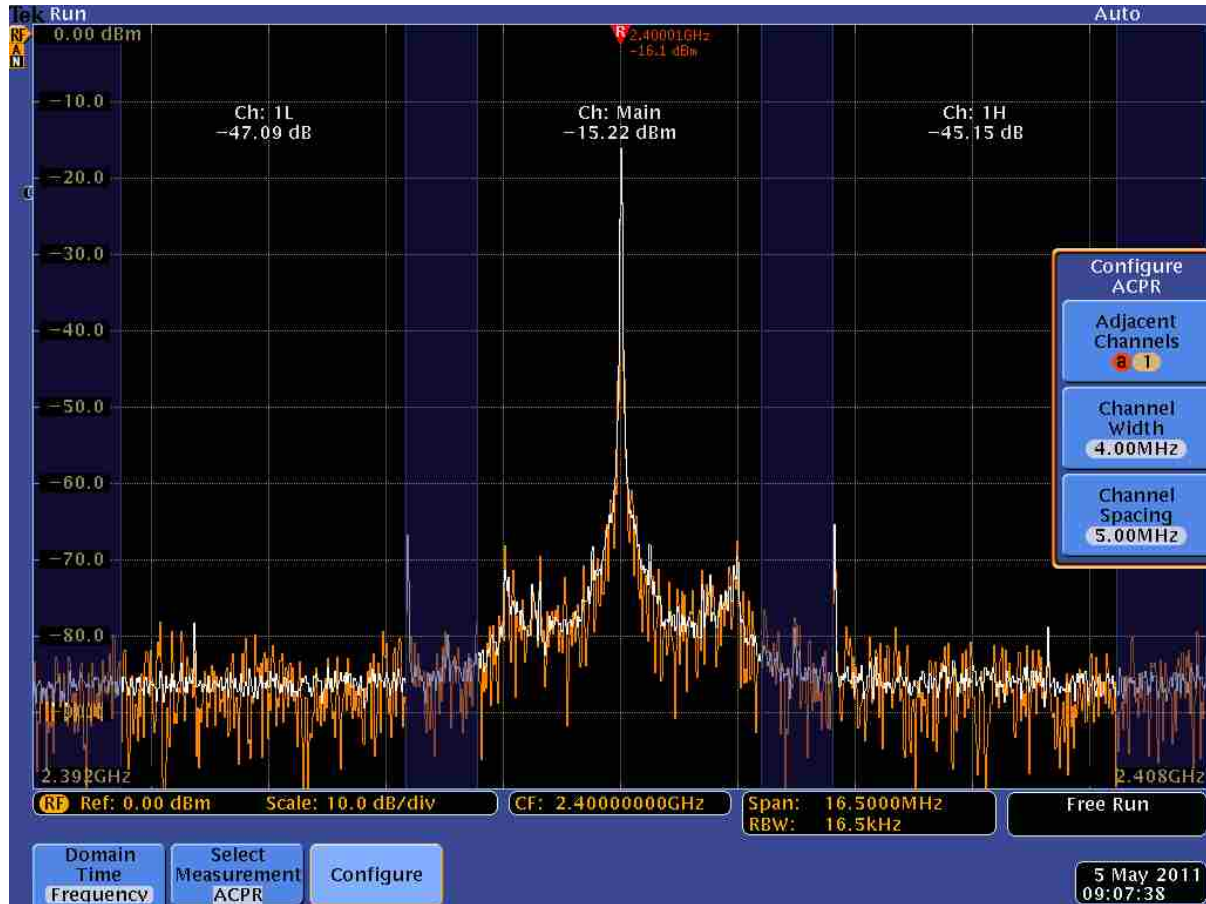
医学电子仪器结构框图

无线信号的测试



RF 测量

- RF测量功能
 - 信道功率
 - 邻道功率比
 - 占用带宽
- 支持常用的 GSM/CDMA/WIFI
- 设置简单

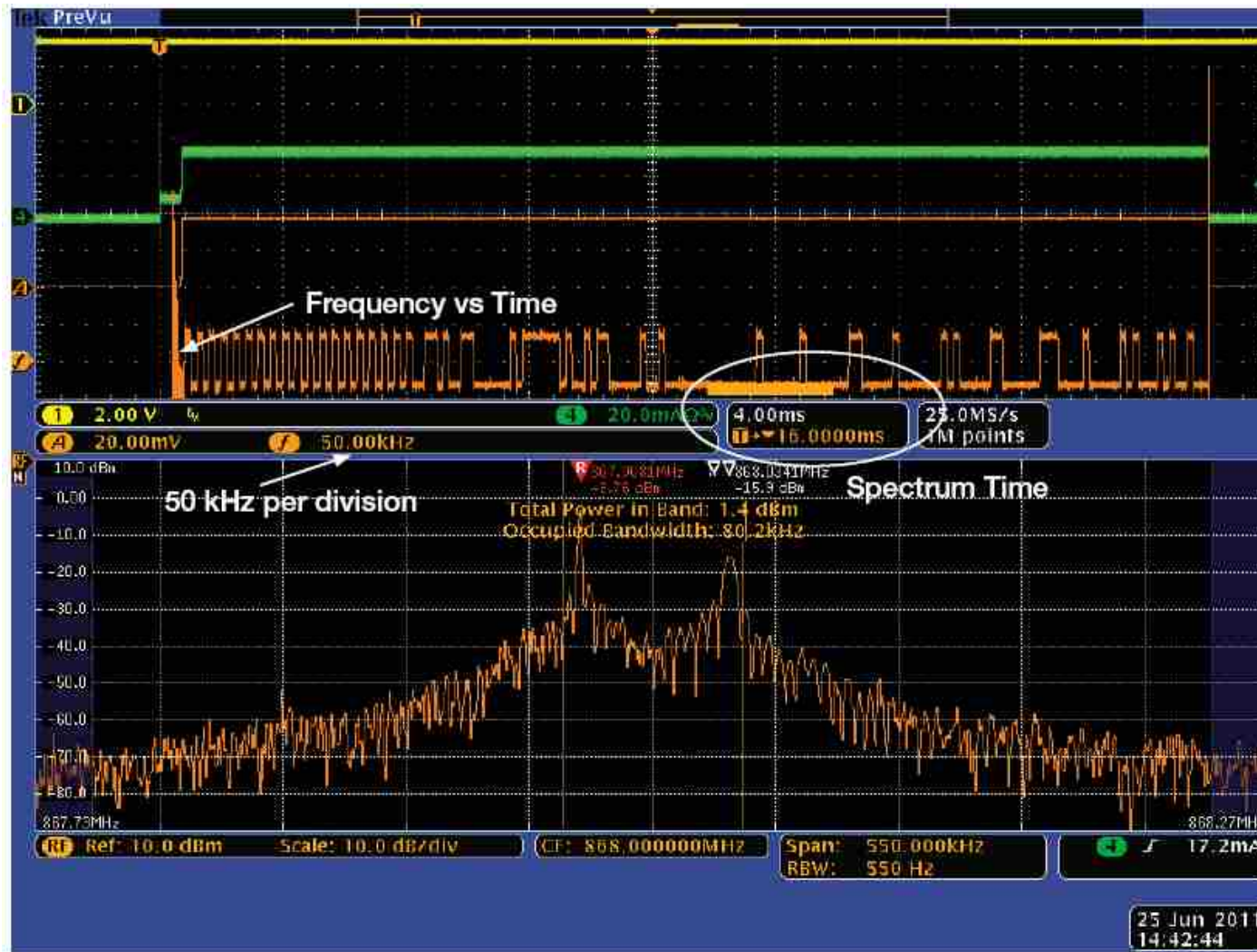


MDO在RF的应用

- 通过FvsT曲线，测量跳变时间

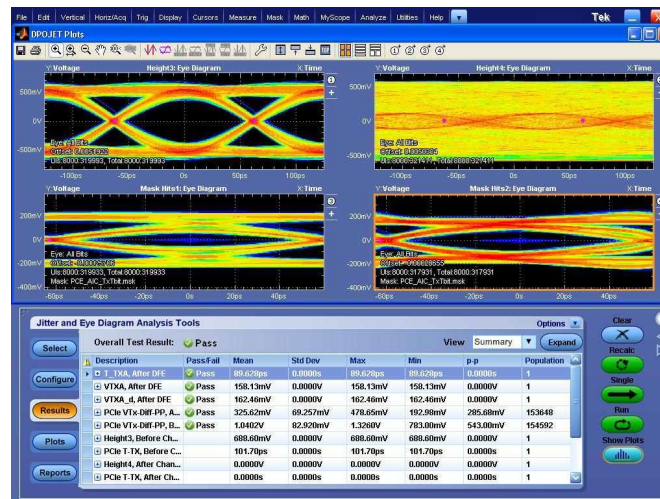


频谱分析和时间关联分析以及对射频的解调分析



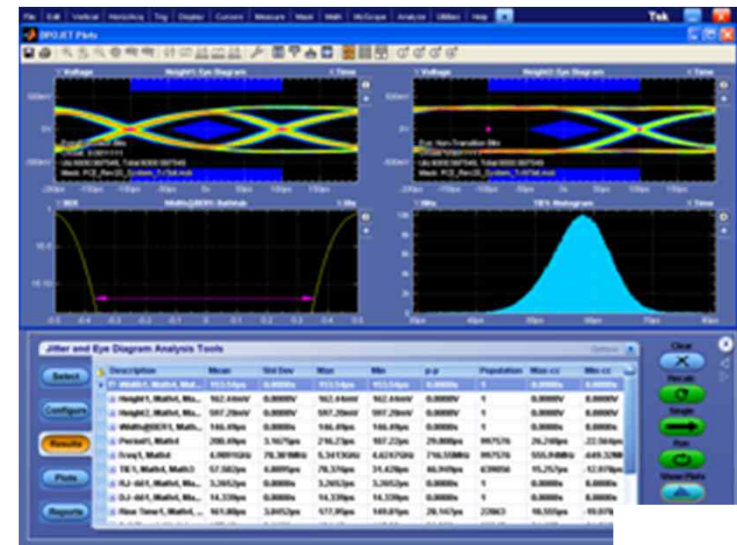
高速信号数据传输协议及一致性的测试

PCI EXPRESS



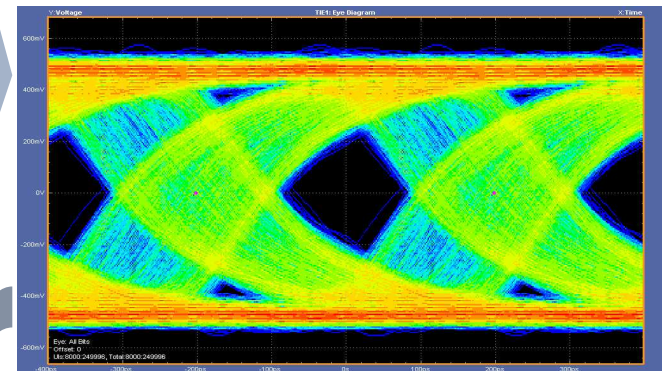
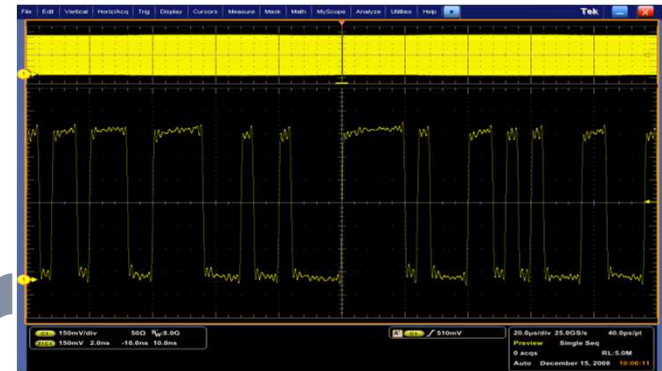
Debugging Jitter

- Issues manifested in different layers of the protocol stack
 - Crosstalk, jitter, reflections, skew
 - Disparity, encoding or CRC errors
- Where do I start debugging?
- Jitter and Eye Diagram Tools
 - Oscilloscope-based for quick results
 - Fast jitter measurements with
 - ‘One Button’ Jitter Wizard
 - Compare timing, jitter, eye, amplitude measurements
 - User-definable clock recovery, filters, pass/fail limits, and reference levels
 - BERTScope-based for deeper analysis
 - Use stressed pattern modification to determine jitter sensitivity
 - Evaluation with BER results and/or Eye Diagram



Jitter Decomposition

- Deep memory capture
 - Long records needed for low frequency events (SSC, periodic jitter, low speed clocks)
 - Frequency window related to time capture
 - 1 SSC cycle (33kHz) => Need 30us time record
- Eye Diagram Analysis
 - Quick visual indicator of voltage and timing performance
 - Related to Bit Error Rate (BER)
- Debugging Jitter
 - Knowledge of jitter types and sources aids in debug
 - Common jitter sources
 - Power supply coupling
 - PLL (tracking or overshoot)
 - Limited channel bandwidth and reflections (ISI)
 - Driver imbalance (Rise/fall time asymmetry)



DDR, DDR2 & DDR3 SDRAM Solutions

Fast & Accurate instrument solutions to get answers about your memory bugs



Digital Validation & Debug

TLA Logic Analyzers with Nexus Technology and FuturePlus memory support

Only solution available today to capture and analyze all DDR3 speeds: including multiple DDR3-1600 solutions, with state DDR capture capability to 2800MT/s

Up to 20 ps timing resolution on all channels, all the time

Selective clocking only stores useful data

Complete system visibility with digital/analog correlation



Analog & Electrical Debug

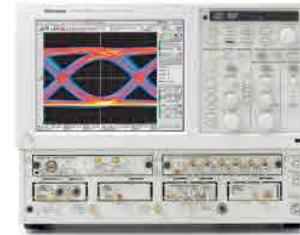
DPO/DSA real time scopes & software

Pinpoint triggering on DDR reads & writes

Automatic detection of voltage levels & data rates

Automated clock jitter measurements based on JEDEC specification

SDRAM eye diagram measurements for read or write cycles



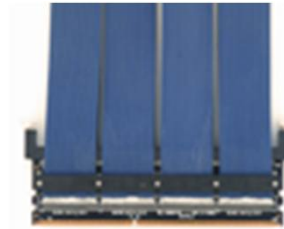
Signal Path Characterization and Circuit Board Verification

DSA Sampling Oscilloscopes

Over 70GHz of sampling bandwidth & the lowest Jitter floor

Emulate the channel effect on jitter & noise using channels' TDR/TDT or Touchstone® (S-parameter) description

TDR impedance measurements & S-parameter characterization of the PCB traces



SDRAM Probing Solutions

Direct probing to DDR3-1600

Passive DIMM Slot Interposers

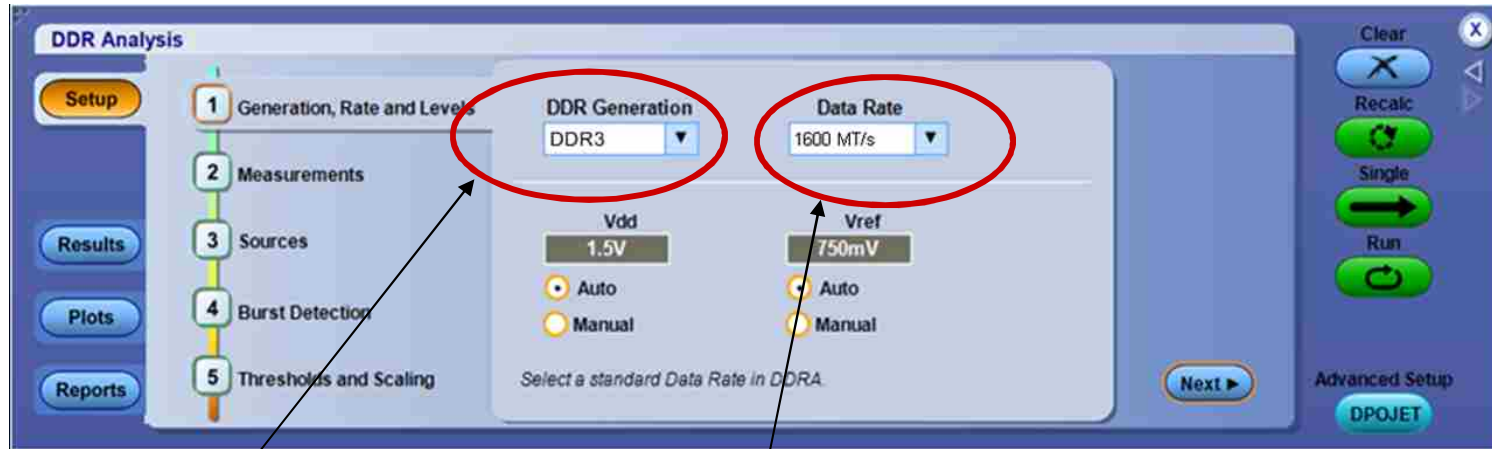
Instrumented DIMMs

Midbus probes

Oscilloscopes can either use direct probing or probing via the logic analyzer with logic analyzer probes

DDR Automated Test Setup

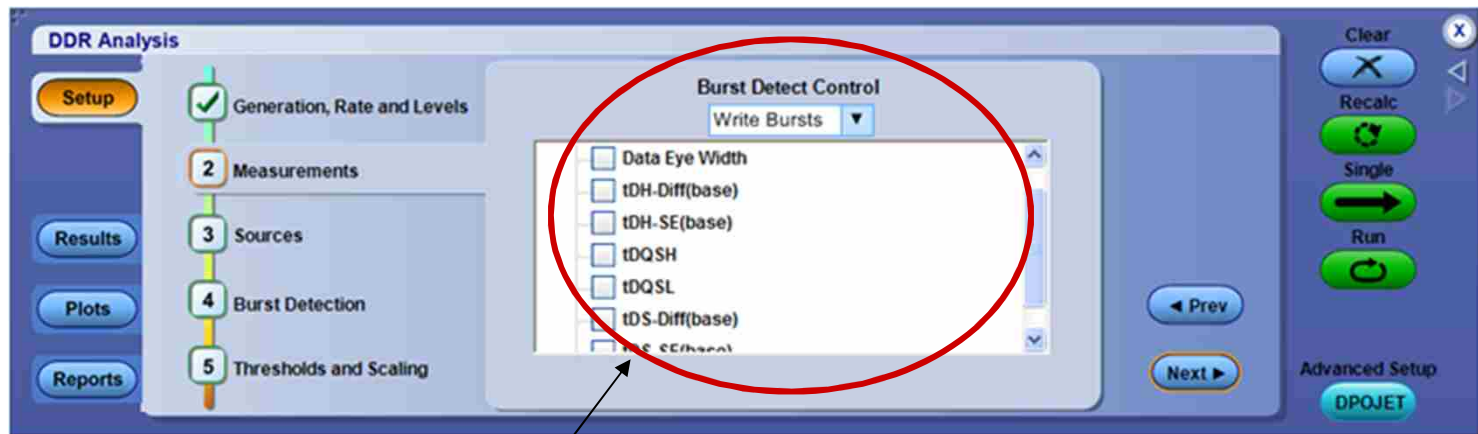
Step #1



Select DDR Generation

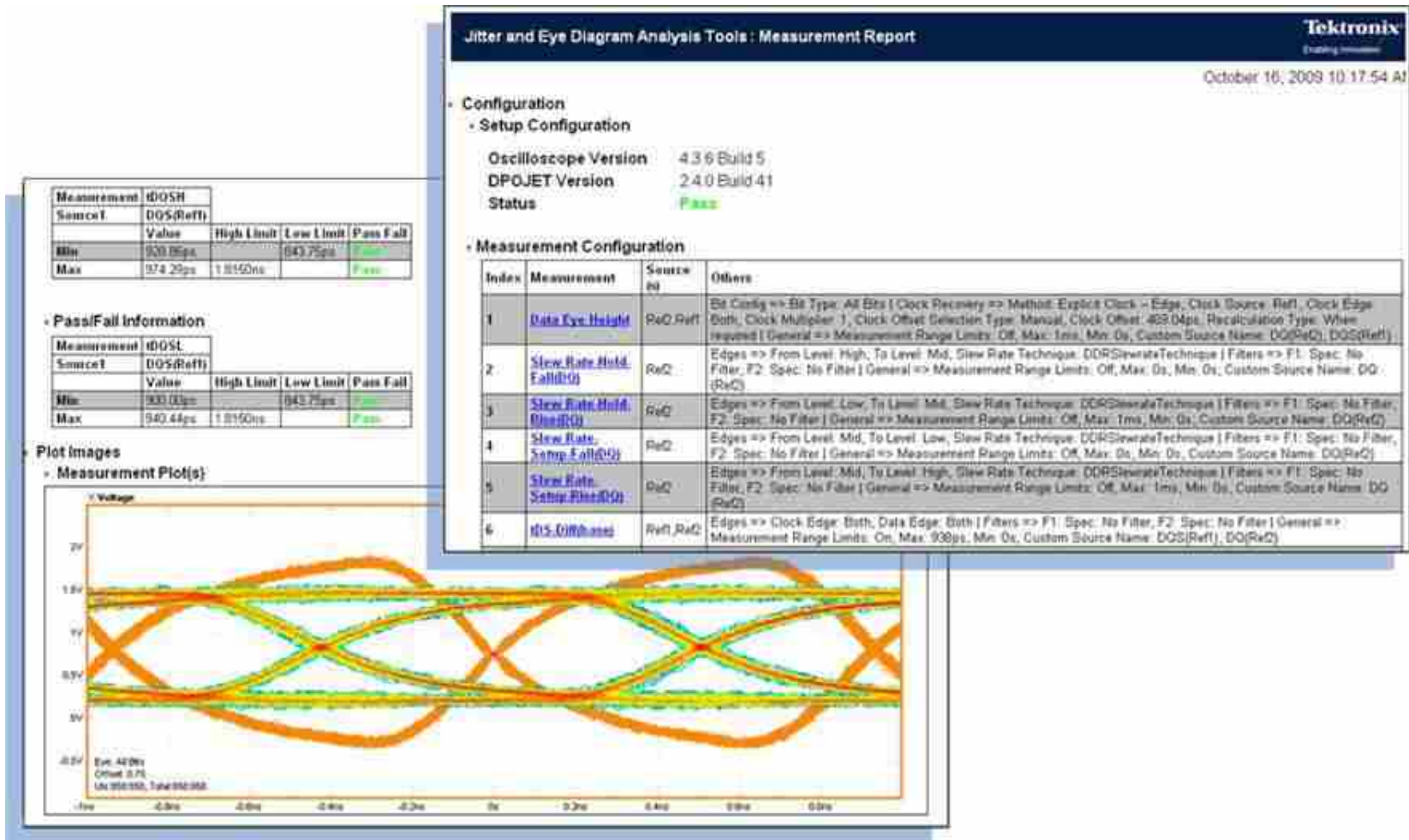
Select DDR Rate

Step #2



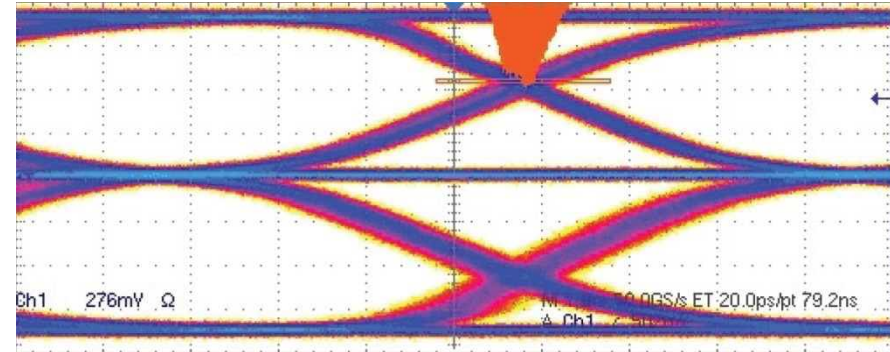
Choose measurements (Read / Write / CLK / Addr & Command)

Effective Reporting / Archiving



Ethernet Physical Layer Compliance Testing

- TDSET3 Ethernet Compliance Test Software
- Wide range of tests for debugging & validating Ethernet 10BASE-T, 100BASE-TX, & 1000BASE-T physical layer
- One-button automatic testing
- Accurate normalization & disturber removal that ensures reliable results
- Automatic jitter measurements eliminate user intervention for fast & reliable measurements
- Mask auto-fit and locate hits minimize testing time
- Automatic pass/fail notification & report generator



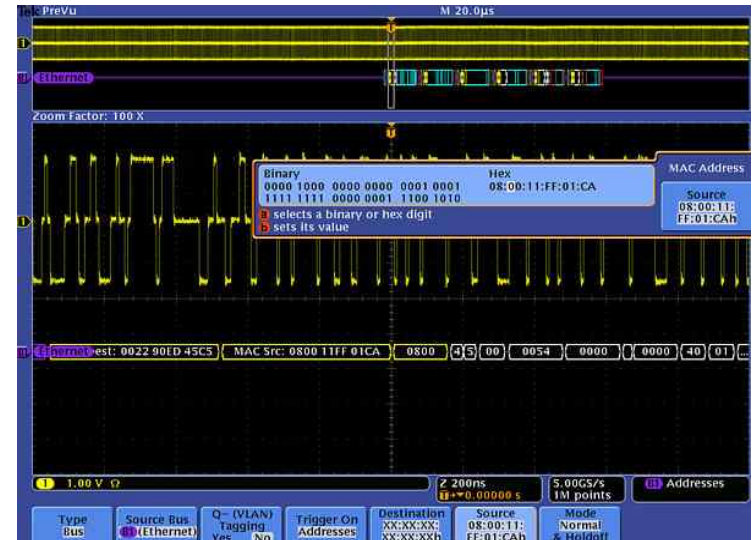
DPO7000 Series & DPO/DSA/MSO70000 Series
MSO/DPO5000 Series supports 10BASE-T & 100BASE-TX

泰克高速数据分析方案—协议分析

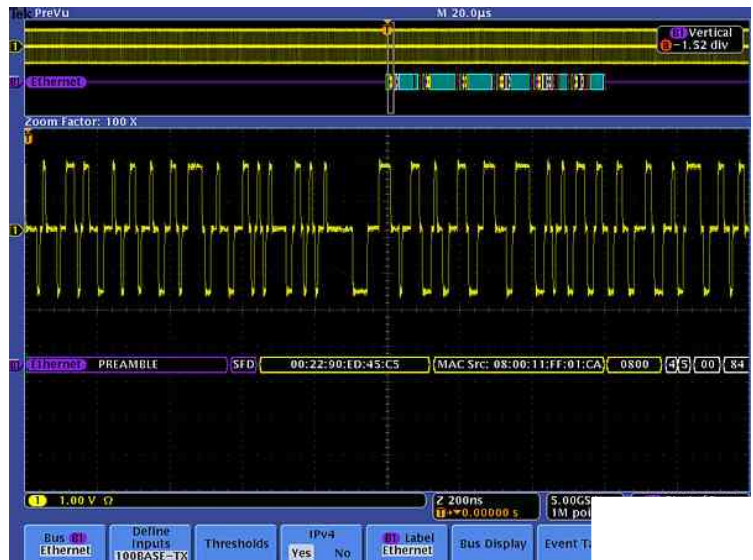
DPO4ENET以太网触发和解码分析

- 10Base-T, 100Base-TX标准
- 支持互联网层IPv4和传送层TCP协议
- 触发数据包特定信息
 - MAC帧地址和数据
 - IP地址
 - TCP地址
- 作为总线波形或事件表查看解码的数据
- 应用
 - 调试以太网串行总线

触发



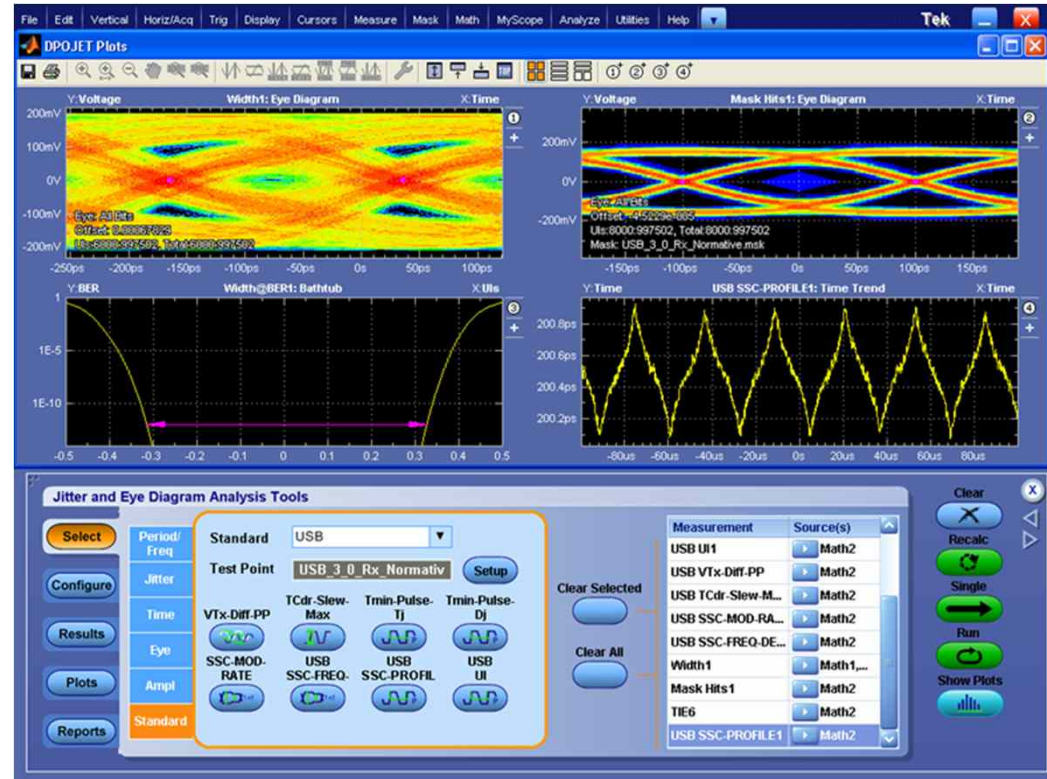
解码



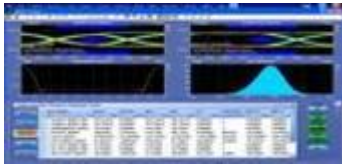
Search For	Trigger On
Start of Frame	Start of Frame
MAC Addresses	MAC Addresses
MAC Length/Type	MAC Length/Type
IP Header	IP Header
TCP Header	TCP Header
TCP/IPv4/MAC Client Data	TCP/IPv4/MAC Client Data
End of Packet	End of Packet
Idle	Idle
FCS (CRC) Error	FCS (CRC) Error

USB 3.0 Transmitter Measurement Overview

- Voltage and Timing
 - Eye Height
 - Pk to Pk Differential Voltage
 - RJ
 - DJ
 - TJ
 - Slew Rate
- Low Frequency Periodic Signaling (LFPS)
 - Pk to Pk Differential Voltage
 - Rise / Fall Time
 - AC Common Mode
 - tBurst
 - tRepeat
 - tPeriod
- SSC
 - Modulation Rate
 - Deviation



泰克科技的高速分析工具



DPOJET Jitter And Eye Diagram Analysis (opt. DJA)

Eye diagram, jitter, and timing analysis for real-time oscilloscopes



DDR Memory Bus Analysis (opt. DDRA)

DDR1, LP-DDR1, DDR2, DDR3 and GDDR3 read/write qualification, debug and compliance of JEDEC measurements



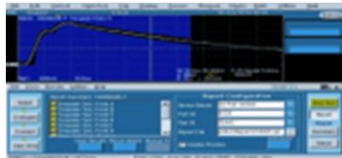
DisplayPort Compliance Test Solution (opt. DSPT)

Four lane simultaneous testing , detailed test report, and margin analysis



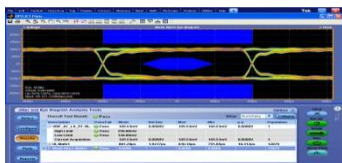
DVI Compliance Test Solution (opt. DVI)

Automated DVI testing based on objective pass/fail detection



Ethernet Compliance Test Solution (opt. ET3)

Full PHY layer support for Ethernet variants 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T



MIPI® D-PHY and M-PHY Debug, Analysis, and Conformance Test Solution

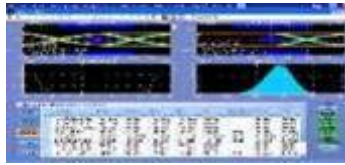
Verify to the M-PHY specification by rapidly characterizing sources of jitter and signal integrity concerns



HDMI Compliance Test Solution (opt. HT3)

CTS1.2 and 1.3c Source, Cable or Sink solution

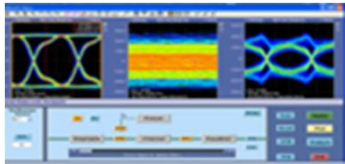
泰克科技的高速分析工具



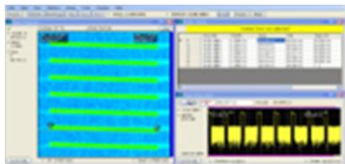
PCI Express Compliance Test Solution (opt. PCE)
Rev 1.0/1.1/2.0/3.0 CEM and System test points including Dual Port method



SATA and SAS Analysis Solution (opt. SST)
Analysis and debug of SATA/SAS transmitters and receivers



Serial Data Link Analysis Solution (Opt. SLA)
Analysis of transmitter emphasis, channel de-embedding, FFE/DFE equalization



SignalVu Vector Signal Analysis Software (Opt. SVE)
Real-Time Vector Signal Analysis of wideband signals



TekExpress® SATA Automated Compliance Test Software
Automated testing for SATA Gen1 and SATA Gen2 defined test suites



USB2.0 Compliance Test Solution (opt. USB)
USB compliance testing including automated probe deskew



Ultra Wideband Spectral Analysis Software (opt. UWB)
WiMedia PHY Test Spec 1.2 analysis

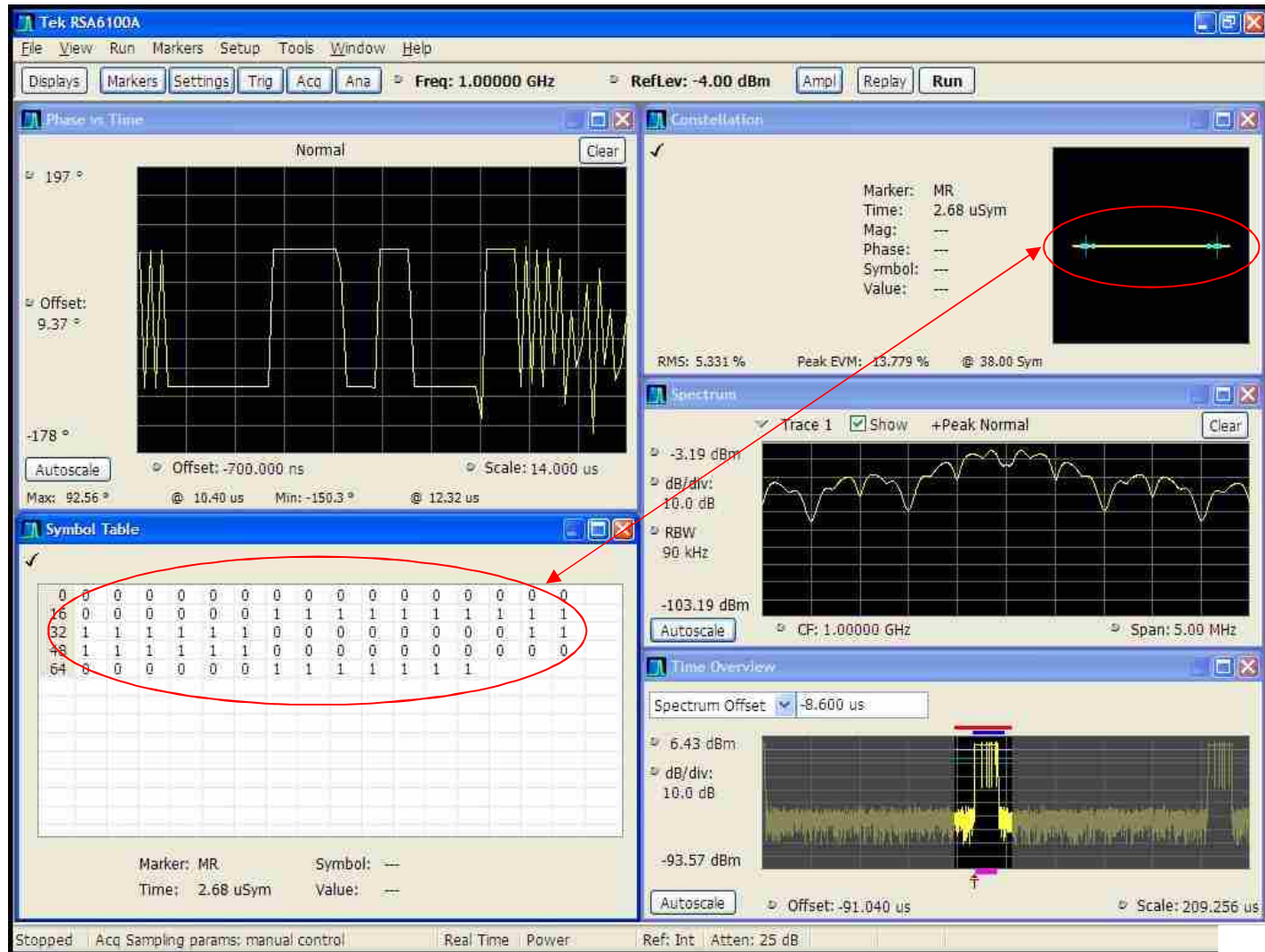
SignalVu™ – 产品特性

- 示波器上的矢量信号分析软件
 - DPO/DSA70k 和 DPO7k 系列示波器
 - RF 测试
 - 脉冲参数测试
 - 调制分析
 - 应用程序界面
- 主要优点
 - 熟悉的操作界面：像传统频谱仪一样的操作
 - 常规测量快速进行
 - 多域分析
 - 自动的脉冲分析功能
 - 时间相关多域观测功能
 - 时间概览
 - 提高仪器的应用范围
 - 在示波器上进行频谱分析



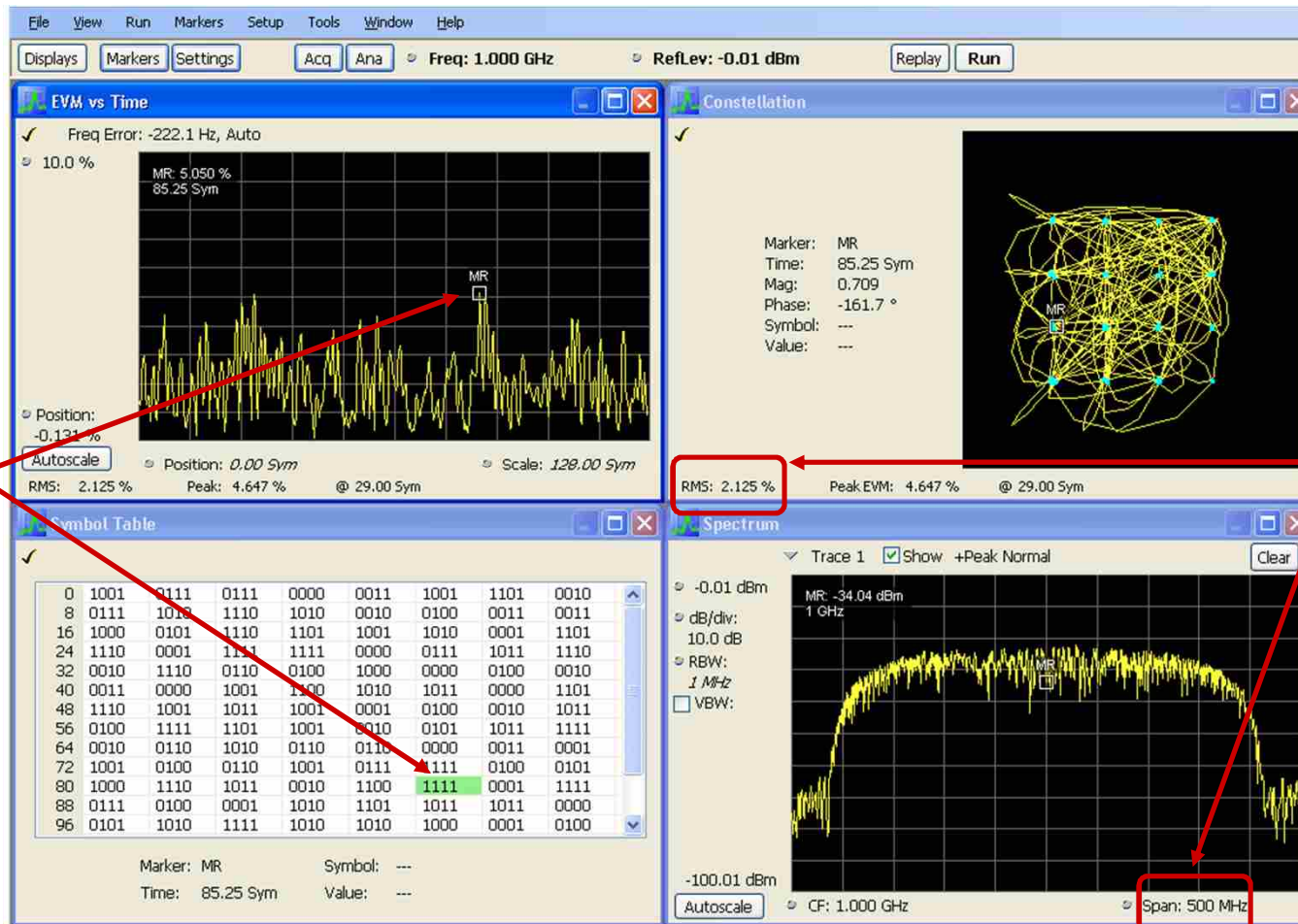
SignalVu对数字通信信号的分析功能

- 同时进行模拟数字解调
- “指哪打哪”
- 分析窗和频谱窗各自独立
- 可变分析窗，矢量分析和频谱分析各不耽误



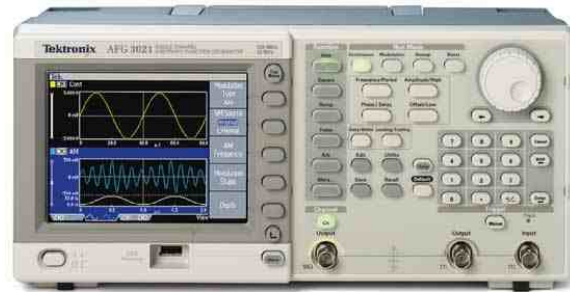
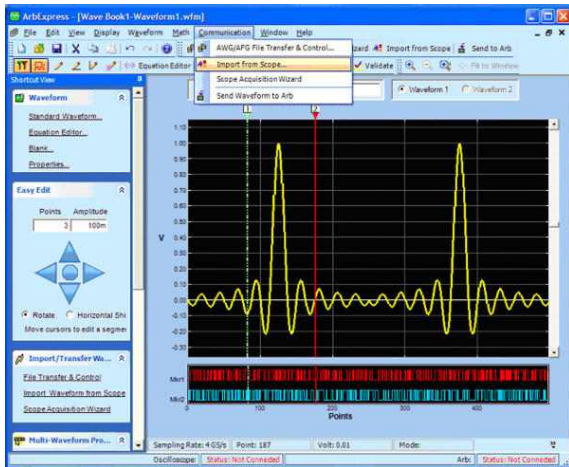
SignalVu™ 在宽带数字通信中的应用 (选项 SVM)

- QPSK, BPSK, C4FM
- 16, 64, 256QAM
- MSK, 2FSK-16FSK, CPM etc.
- 8PSK, D8PSK, Pi/4DQPSK etc.



16QAM – 312.5MS/s

医疗电子仪器小信号的仿真和测试



医疗电子系统中的信号探测

- 人体的各种物理量（生物电位，心音，体温，血压等）需用传感器将其变成电信号，经由诸如放大，滤波，干扰抑制，多路转换等信号检测及预处理电路，将模拟量的电压或电流送 A/D 转换，变成数字量，供计算机处理。
- 生物信号一般为微弱、低频信号，常见的交流感应噪声和电磁感应噪声危害较大。一般来说，限制噪声比放大信号更有意义。
- 生物信息的特性
 - 不稳定性：如心电、血压等由于精神紧张，心电畸变，血压升高。
 - 非线性：
 - 概率性
- 直接摄取人体电信号时需要采用电板，也称作导引电极；摄取人体的非电量信号时，则采用换能器（传感器）。
- 常用电极有体表电极（包括金属板电极、吸附电极、悬浮电极等）体内电极（包括针电极、同轴电极、胎儿电极、埋藏电极等）组织深部电极（包括金属微电极、玻璃微电极等）检用电极（包括参比电极、离子选择电极等）等。
- 常用换能器有利用压电效应、热电效应、光电效应等各种物理效应的换能器（包括光电换能器、热电偶、压电换能器、电磁感应拾音器等）和利用形变效应的机械换能器（包括力敏电阻、电容式压力换能器、差动变压器式换能器等）等。

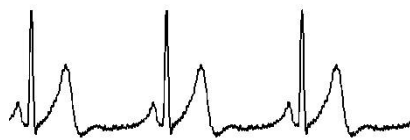
部分生物电和生物磁信号的幅度、频率范围

被测信号	幅度范围
心电 (皮肤电极)	50 V-5mV
脑电 (头皮电极)	10 V-300 V
肌电	20 V-10mV
细胞电位	100 V-+200 V
视网膜电位	0-1mV
眼电	0.05mV-5mV
肾电位	10 V-80mV
心磁	10^{-10} T量级
脑磁	10^{-12} T量级
眼磁	10^{-11} T量级
肺磁	10^{-8} T量级

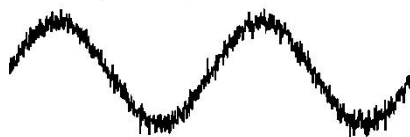
生理信号	频率范围 (Hz)
心电	0.01-250
脑电	0-150
肌电	0-10000
眼电 / 视网膜电	0-50
胃电	0.05-20
血流量	0-30
动脉血压	0-100
静脉血压	0-50
脉搏波	0.1-50
心音	2-2 000
呼吸率	0.1-10

各种电量、传感器信号的仿真

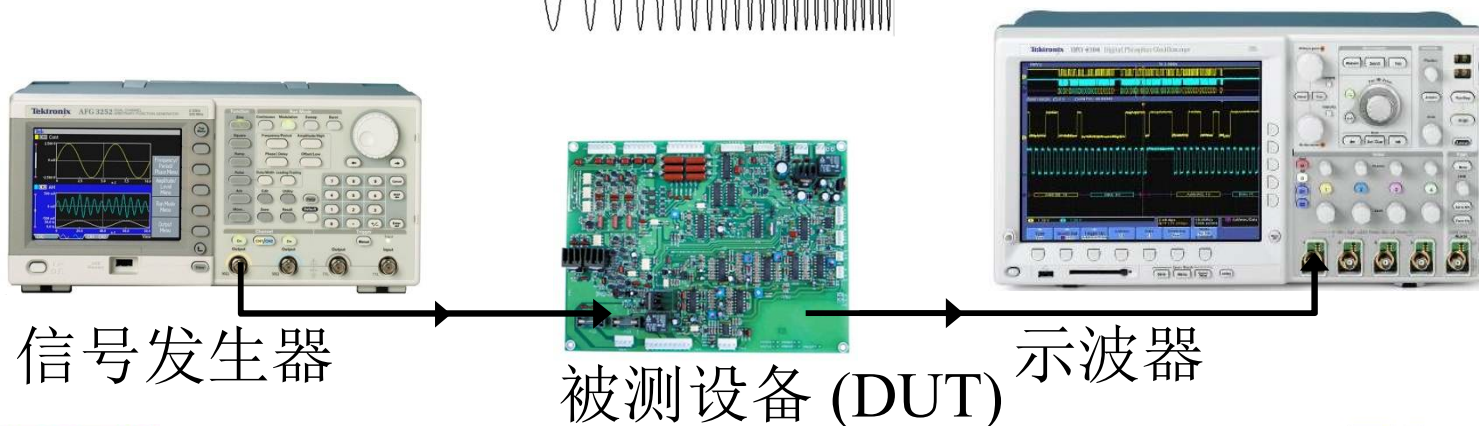
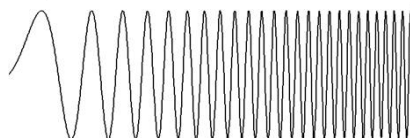
- 电子设计测试通常要求信号激励源：
 - 复现没有的传感器信号，进行验证



- 创建实际环境信号，进行测试



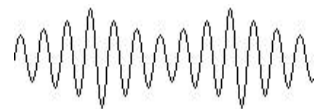
- 生成参考信号，进行检定



信号发生器的信号仿真

- 提供了双通道型号
 - 紧密同步或完全独立的定时
 - 仿真时钟和数据，多个传感器输入，I/Q信号
 - 在多通道应用中节约成本和工作台空间

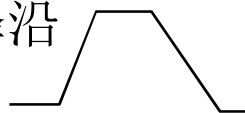
- 调制AM, FM, PM, FSK, PWM



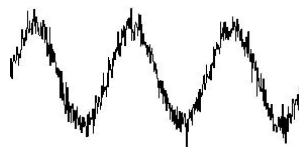
- 扫描模式和突发模式



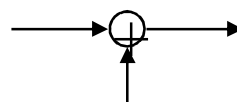
- 可以独立调节脉冲上升沿和下降沿



- 在信号内部增加噪声，进行压力测试

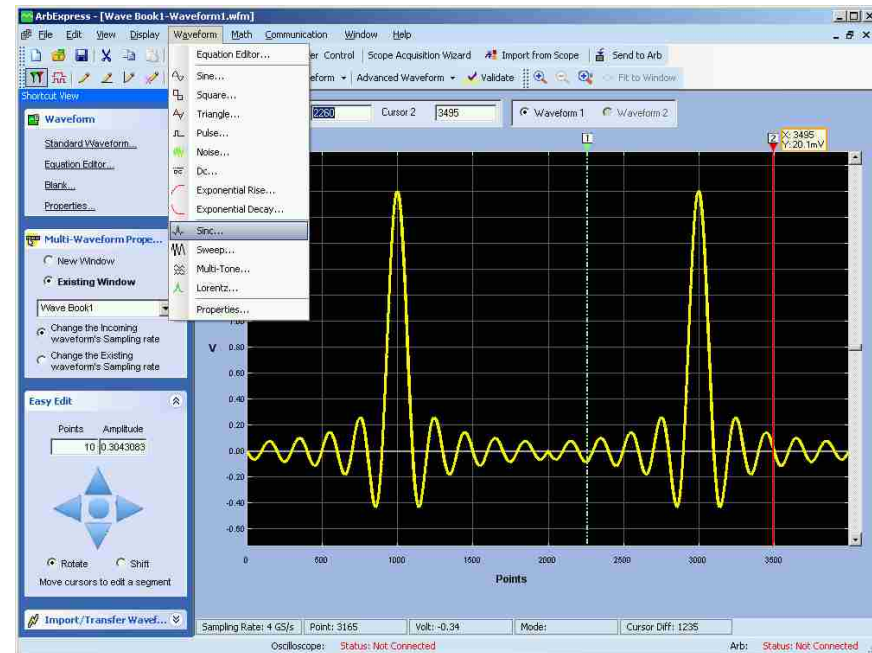


- 增加输入，叠加在输出信号上



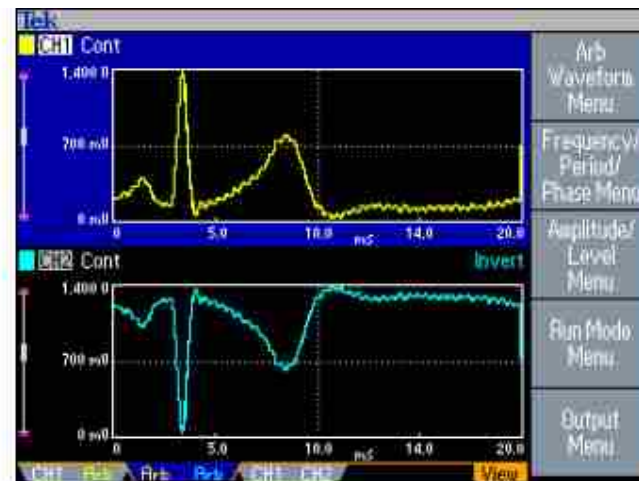
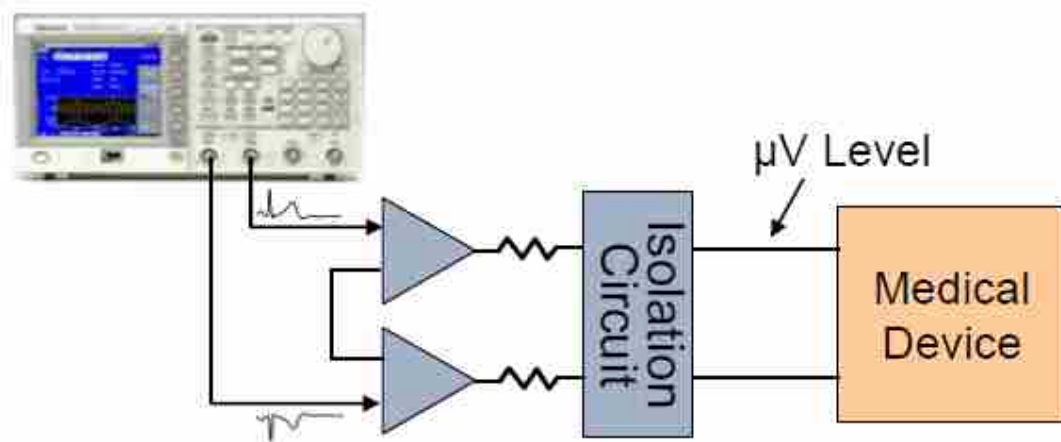
信号发生器的信号仿真--ArbExpress®简便地生成波形

- 通过鼠标和PC，轻松创建和编辑波形
- 示波器采集向导
 - 直接从泰克示波器导入波形
- 创建波形
 - 标准波形库
 - 手绘工具
 - 点绘工具
 - 波形数学运算
 - 垂直或水平移动波形段
- 公式编辑器
 - 通过数学公式定义波形
- 导入ASCII, CSV格式
- 从MatLab直接连接
- 比安捷伦Intuilink更灵活、更方便



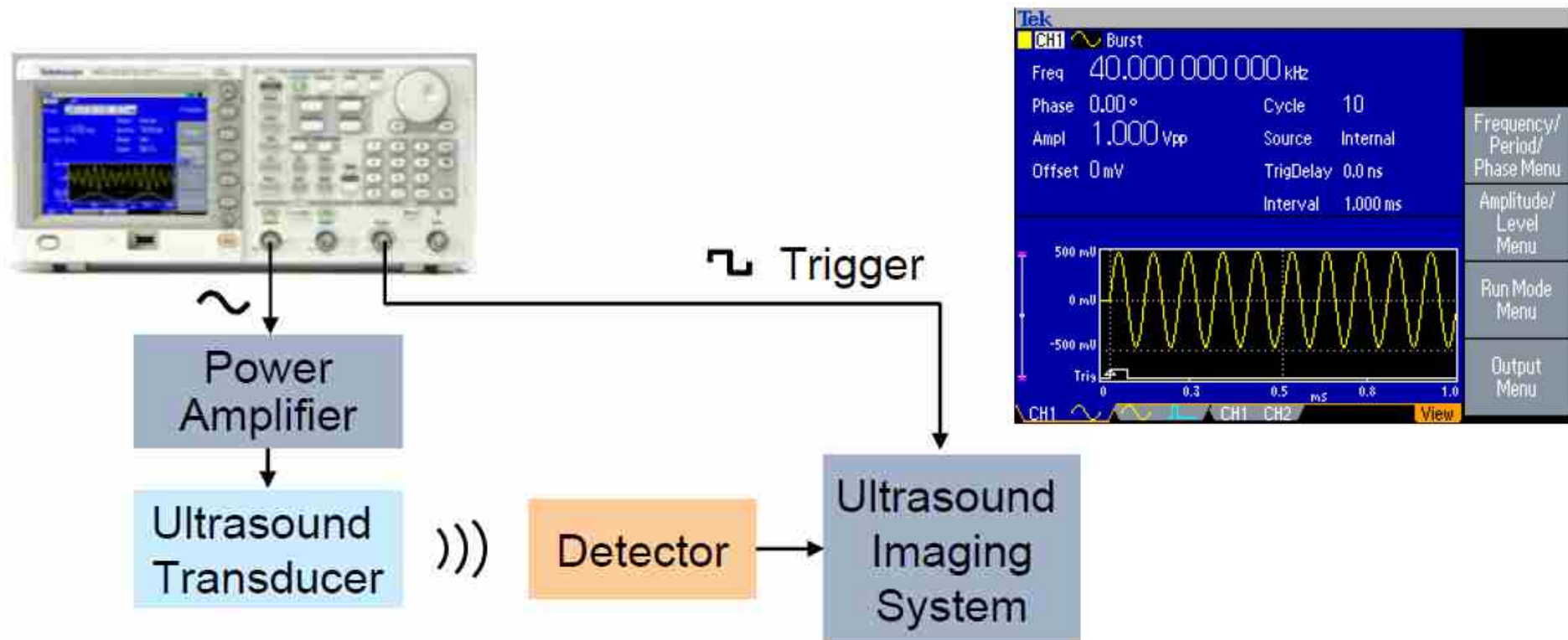
测试起捕器、心律转复除颤器及其它置入型医疗器械

- AFG3022C仿真正常生物医学信号和不规则的生物医学信号(如心脏纤颤)，对医疗器械进行功能测试



测试超声波医疗器械

- 使用正弦波脉冲串驱动超声波传感器，测试医疗影像系统

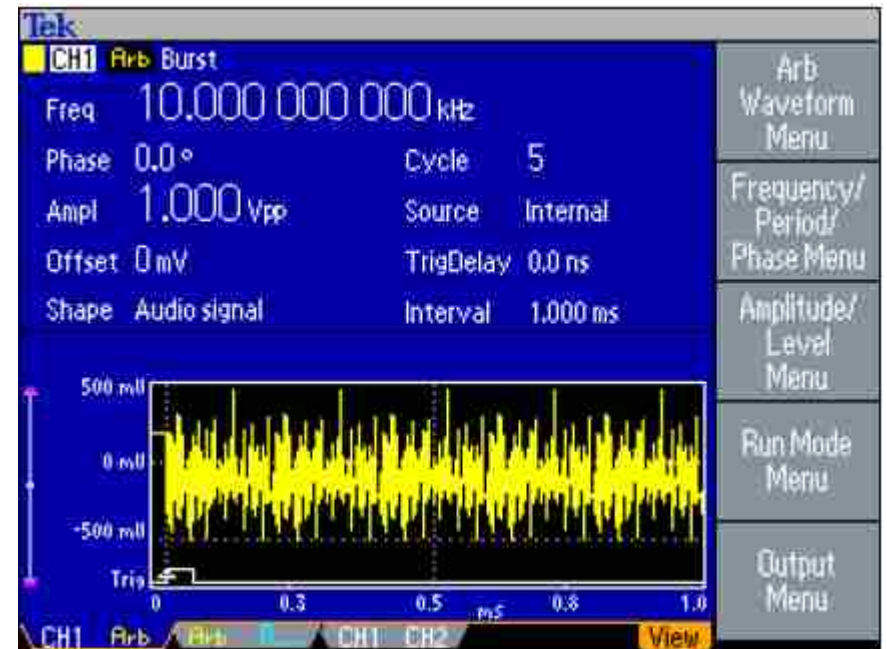


测试超声波医疗器械的检测器电路

- 仿真超声波检测器信号，表征超声波医疗器械的输入电路仿真超声波检测器信号，表征超声波医疗器械的输入电路
- 通过激活Noise Add功能，在内部增加噪声



Arbitrary waveform



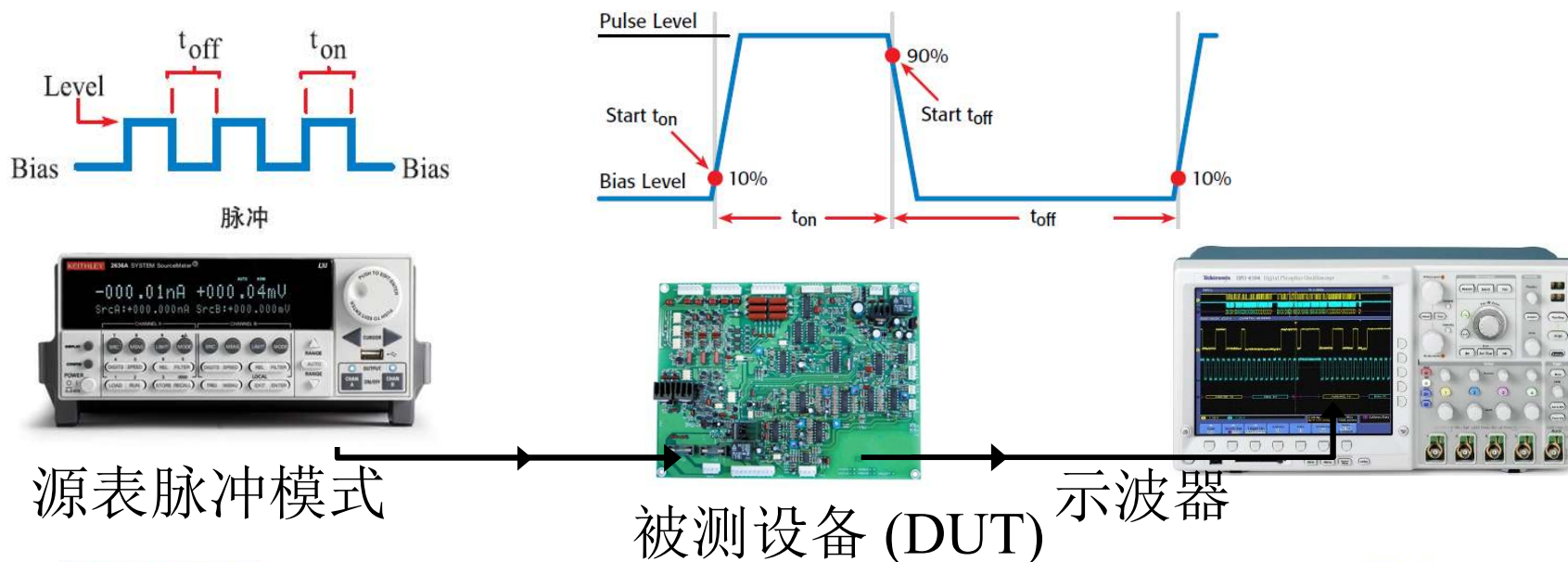
AFG3000C主要技术数据

	AFG2021	AFG3011C	AFG302xC	NEW! AFG305xC	AFG310xC	AFG325xC
Channels	1	1	1 or 2			
Sine BW	20MHz	10MHz	25MHz	50 MHz	100MHz	240MHz
Square/Pulse BW	10MHz	5 MHz	25 MHz (old model 12.5 MHz)	40 MHz	50 MHz	120 MHz
Others BW	200KHz	100 kHz	500 kHz (old model 250 kHz)	800 kHz	1 MHz	2.4 MHz
Pulse/Square Edge Times	18ns	50 ns	9 ns (old model 18 ns)	7 ns	5 ns	2.5 ns
Arb Edge time	20ns	80 ns	14 ns (old model 20 ns)	10 ns	8 ns	3 ns
Sampling Rate	250MS/s	250 MS/s		Up to 1 GS/s		Up to 2 GS/s
Amplitude (50 Ω load)	10 mV _{p-p} - 10 V _{p-p}	20 mV _{p-p} to 20 V _{p-p}	10 mV _{p-p} to 10 V _{p-p}		20 mV _{p-p} to 10 V _{p-p}	50 mV _{p-p} to 5 V _{p-p}
Arb Waveform Memory	4X128KS	4X128KS				
Display	3.5"	5.6" TFT color LCD				
Remote Interface	GPIB, LAN, USB					

心电、脑电、饥电等小信号信号的仿真

- 心电、脑电、饥电的信号幅度小，频率低：
 - 一般在20uV-100mV，0-10000 Hz范围
 - 传统仪器无法仿真
- 2600B系列可以产生的小信号范围
 - 电压： $\pm 100\text{nV}$ -- $\pm 40\text{V}$
 - 最小脉宽：100uS

Source Value	Load	Source Settling (% of range)	Min. Pulse Width
6 V	2 Ω	0.2%	150 μs
20 V	2 Ω	1%	200 μs
35 V	7 Ω	0.5%	500 μs
40 V	27 Ω	0.1%	400 μs
1.5 A	27 Ω	0.1%	1.5 ms
3 A	2 Ω	0.2%	150 μs
5 A	7 Ω	0.5%	500 μs
10 A	2 Ω	0.5%	200 μs



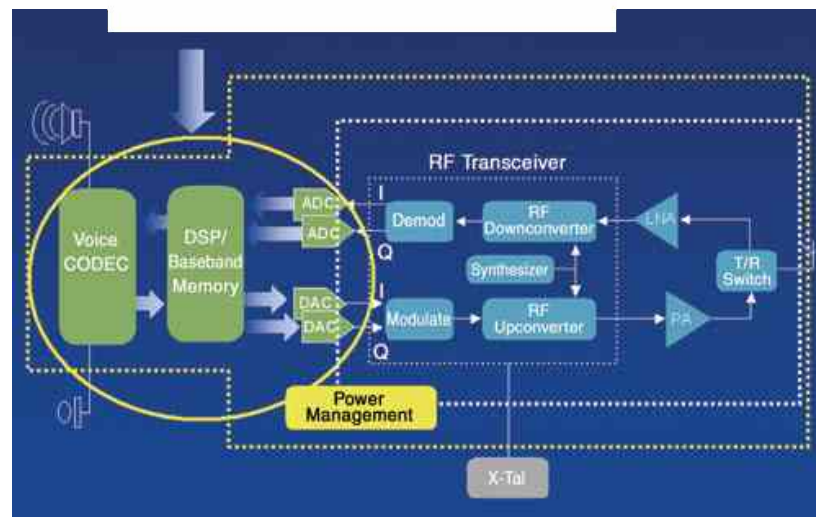
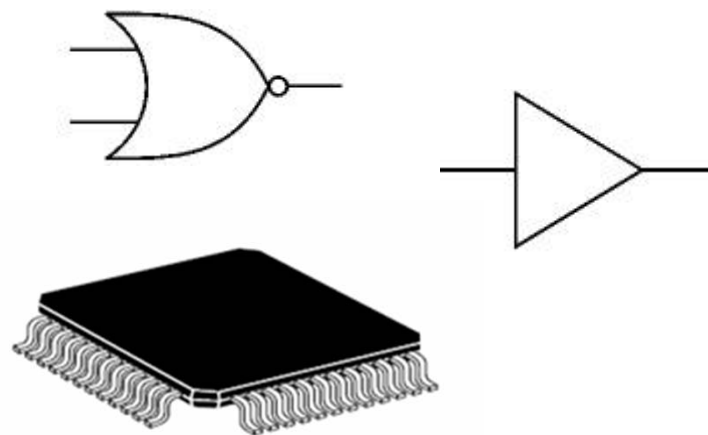
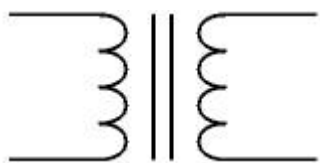
医疗电子系统的混合信号设计验证和测试



基本上今天的每一个电子产品都是一个嵌入系统！

医疗电子系统设计的技术构成

- A/D, D/A, DSP, FPGA
- 闪存
 - NAND, NOR
- 嵌入式CPU系统
- 电源
- 并行总线
- 串行总线
 - I²C, SPI, RS-232, CAN等



注意：以上技术包括了模拟，串行和数字技术
混合信号

医疗电子系统设计调试的挑战

- 混合信号设计
 - 绝大部分嵌入式系统设计采用混合技术
 - 工程师不能预测将出现哪种漏洞（模拟和数字）
- 多条总线相关
 - 硬件和软件工程师通常会追踪硬件中的代码执行工作
 - 需要监测微处理器的地址总线和多条串行总线
 - 如果没有通用16个数字通道，解决问题所需的时间很长
- 性能需求
 - 市面上常用技术的性能不断提高
 - 60MHz和100MHz已无法满足当前需求
- 长捕获时间
 - 从并行技术转向为串行技术时需要捕获更多的时间来调试设计
 - 典型的并行总线读写操作一般只发生在几个时钟周期内
 - 串行总线上的同一业务则要求长得多的捕获时间窗口
 - 需要充足的定时分辨率才能解码分析

医疗电子系统设计调试的挑战

- 定时分析
 - 定时测量是数字设计工程师进行的最常见的测量
 - 余量测试是检验时间关系最常见的原因
 - 建立/保持时间测量
 - 建立/保持时间违规的原因很多，如系统极限、端接不当或串扰等
 - 很难确定在哪个位上发生违规，工程师需要能够监测整个总线
 - 工程师希望足够的分辨率测量和分析违规
- 毛刺
 - 毛刺是工程师棘手的一个常见问题
 - 毛刺很难触发采集
 - 工程师希望使用工具简便的找到毛刺
- 连接被测设备DUT
 - 更高的集成度和小型部件正迫使工程师处理探测问题
 - 通常工程师会在电路板上为关键信号建立接入点
 - 在没有提供接入时，蓝线会焊接起来，使用抓斗夹进行连接

混合信号示波器

嵌入式系统验证调试的理想工具

- 一台仪器具有4个模拟+16个数字通道
- 串并行总线的自动触发和解码
- Wave Inspector®波形导航提供的搜索和标记功能
- 自动功率电子和音视频分析功能



MSO2000 Series

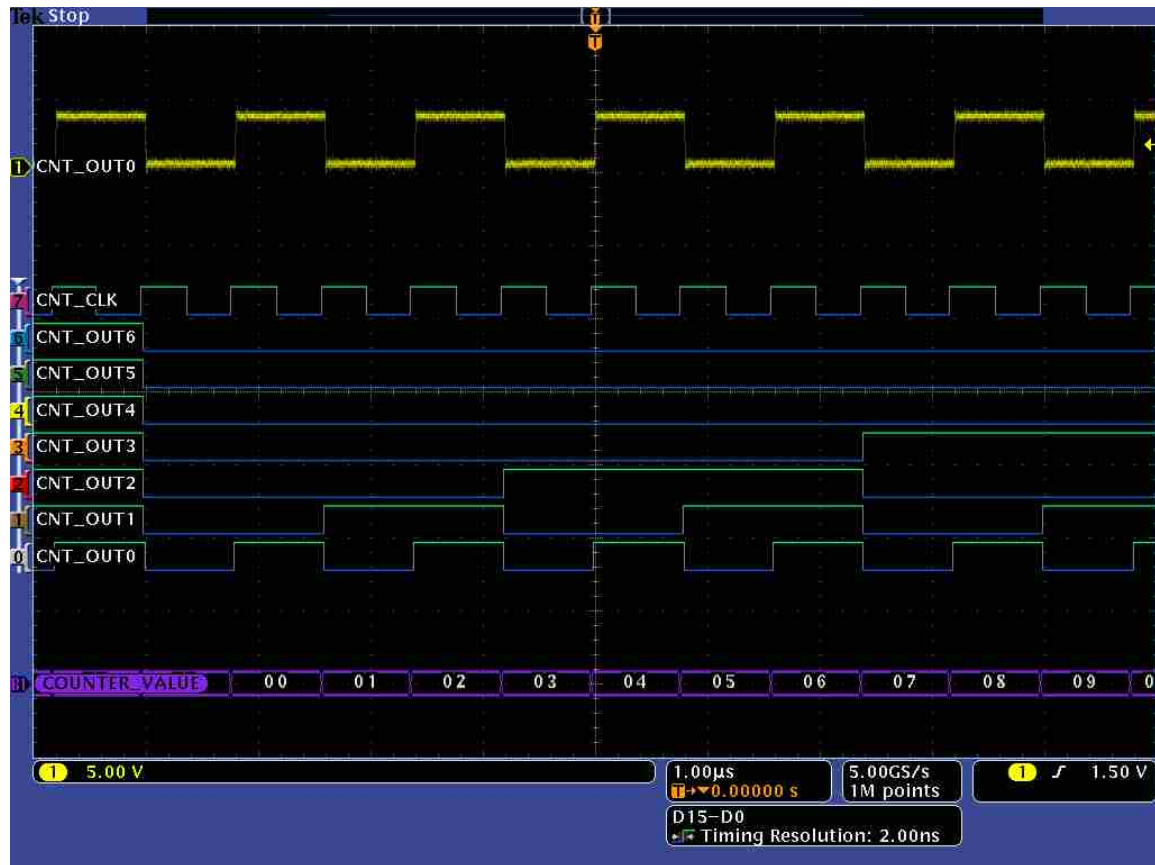


MSO4000 Series

MSO的并行总线触发和解码功能

强大的并行总线数据触发

- 特定并行数据触发
- 按照十六进制或二进制显示解码数据
 - 带时钟的数据或没有时钟的数据

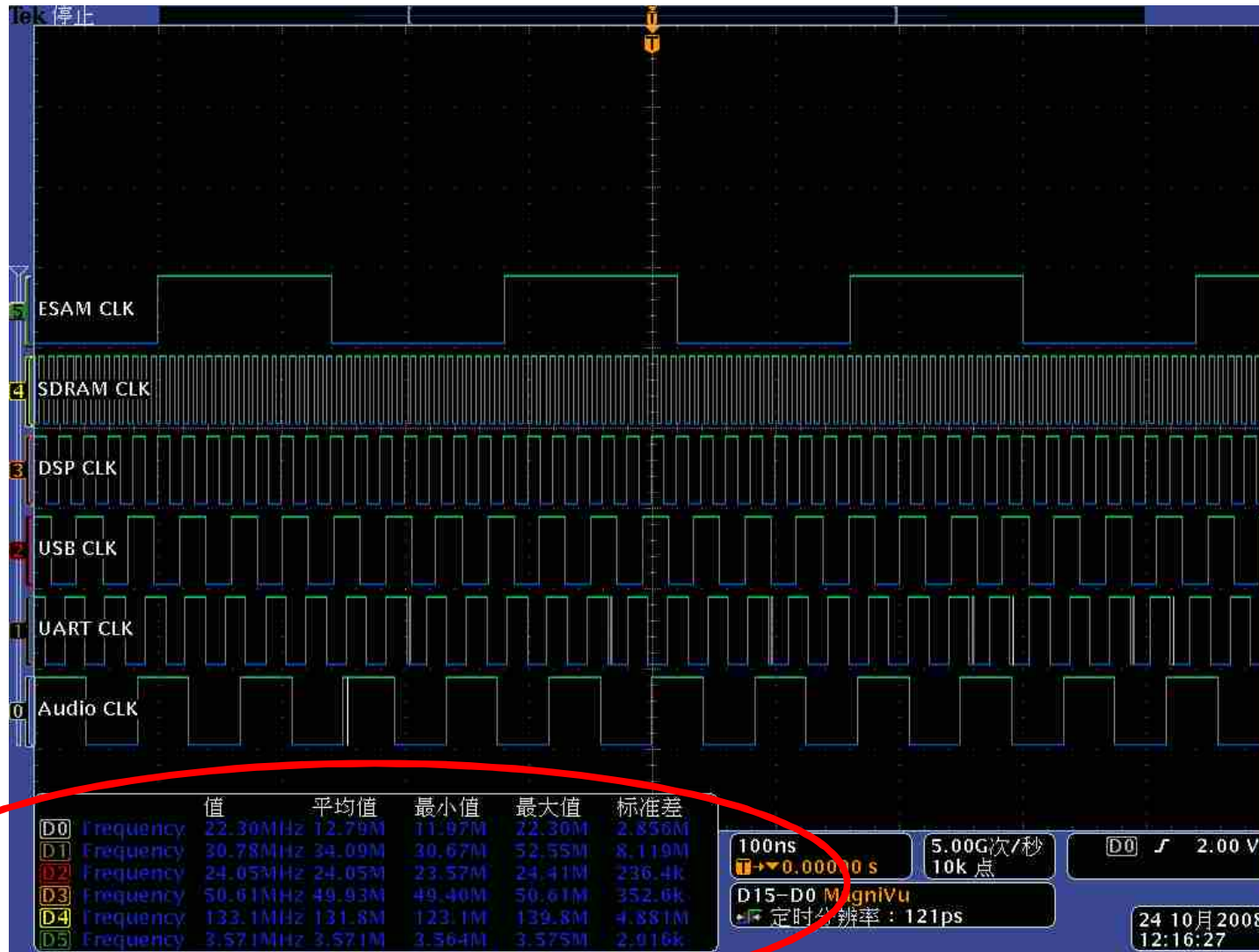


调试数字定时问题

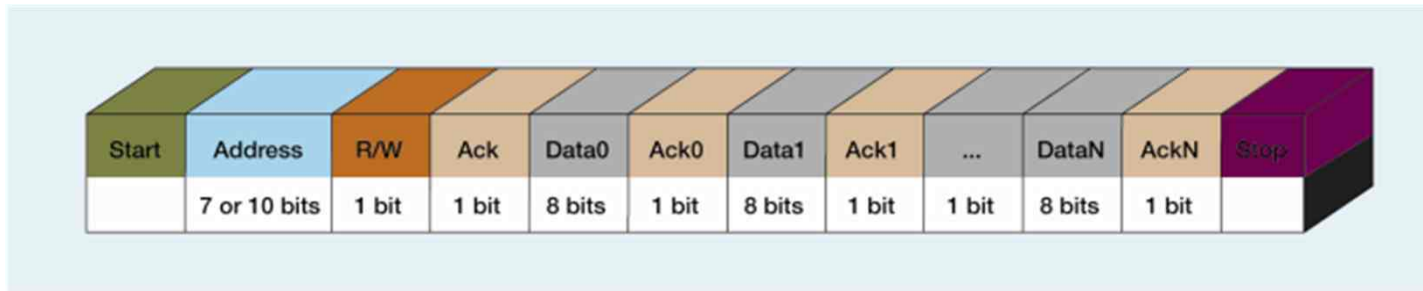
- 数字设计人员必需迅速找到和分析各种电路定时问题。例如，数字电路中的建立时间和保持时间违规可能会导致不可预测的电路操作。MSO/DPO系列提供了捕获违规的建立时间和保持时间触发功能，同时它提供了搜索功能，自动确定采集内部的所有违规。此外，通过MSO示波器，您可以监测整个并行总线中的建立时间和保持时间。
- 为找到建立时间和保持时间违规：
 - 1. 按Trigger Menu前面板按钮。
 - 2. 在侧面菜单中，按Type，直到选择Setup & Hold。
 - 3. 使用多功能旋钮，设置所需的最小建立时间和保持时间。
 - 4. 按Search前面板按钮。
 - 5. 选择Search on Setup & Hold，输入搜索参数或选择Copy Trigger Settings to Search。
 - 6. 注意其立即标出建立时间和保持时间违规数量，它们用白色三角形标出



利用MSO的多条数字通道测量时钟同步及实现



低速串行总线触发与解码



I2C、SPI、CAN、LIN、RS232/422/485/UART

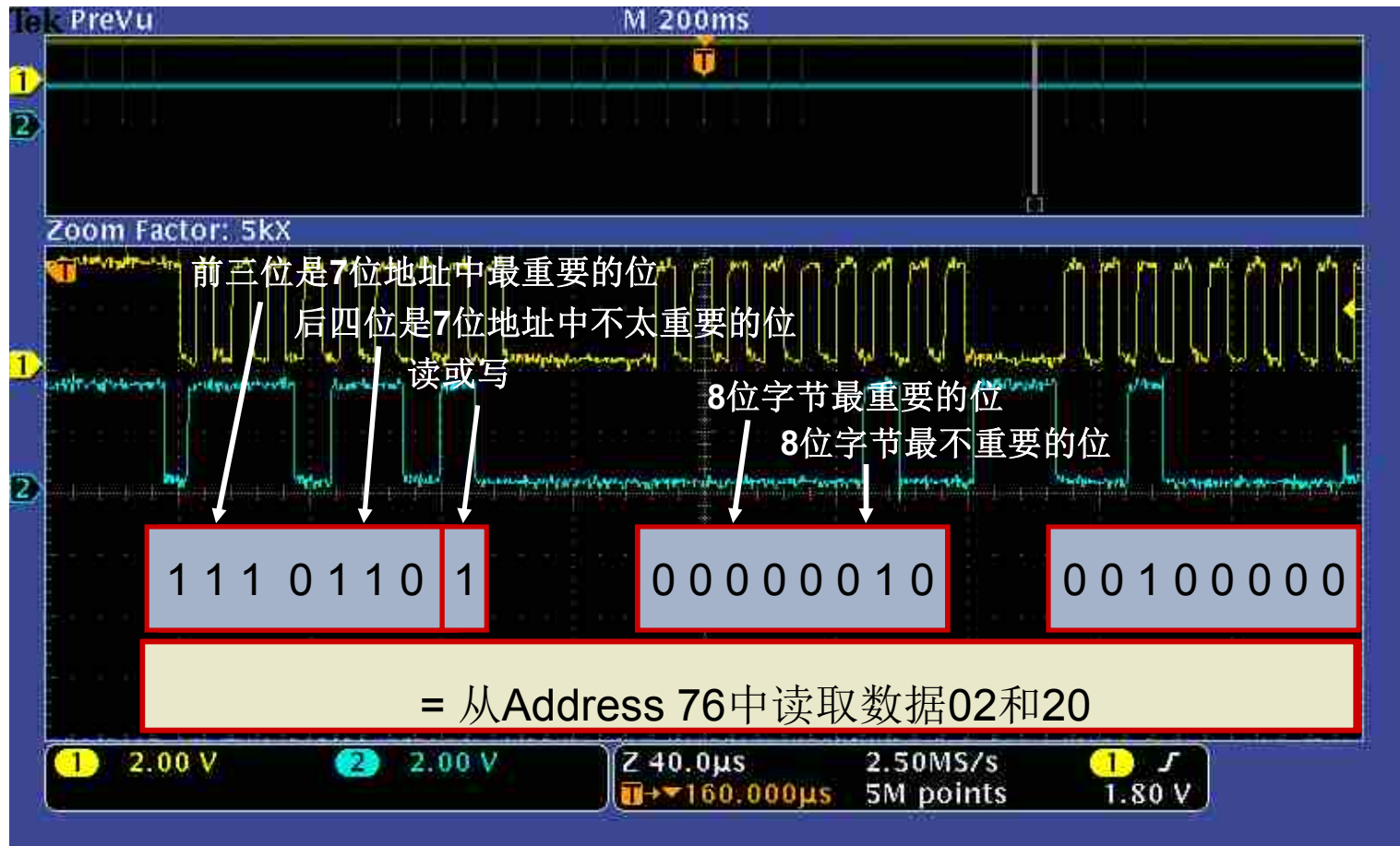
捕获和解码嵌入式串行总线

- 串行总线在嵌入式设计中的使用量的提高，推动着对更长的高分辨率捕获窗口的需求。但是，串行总线波形解释起来非常困难。硬件工作正常吗？是否有软件漏洞？系统噪声是否影响总线传送？
- MSO/DPO系列选配的串行触发和分析功能可以迅速捕获和解码I2C和SPI等串行总线业务，帮助检验和调试设计。
- 触发I2C串行信号：
 - 1. 连接串行数据和时钟信号。
 - 2. 按B1前面板按钮，把输入定义为I2C串行总线。
 - 3. 按Trigger Menu前面板按钮。
 - 4. 选择Bus触发Type。
 - 5. 选择要触发的信号事件，如某个Address上的任何活动。
 - 6. 注意屏幕底部解码后的总线波形，它提供了简便的时间对准的串行信号解码。

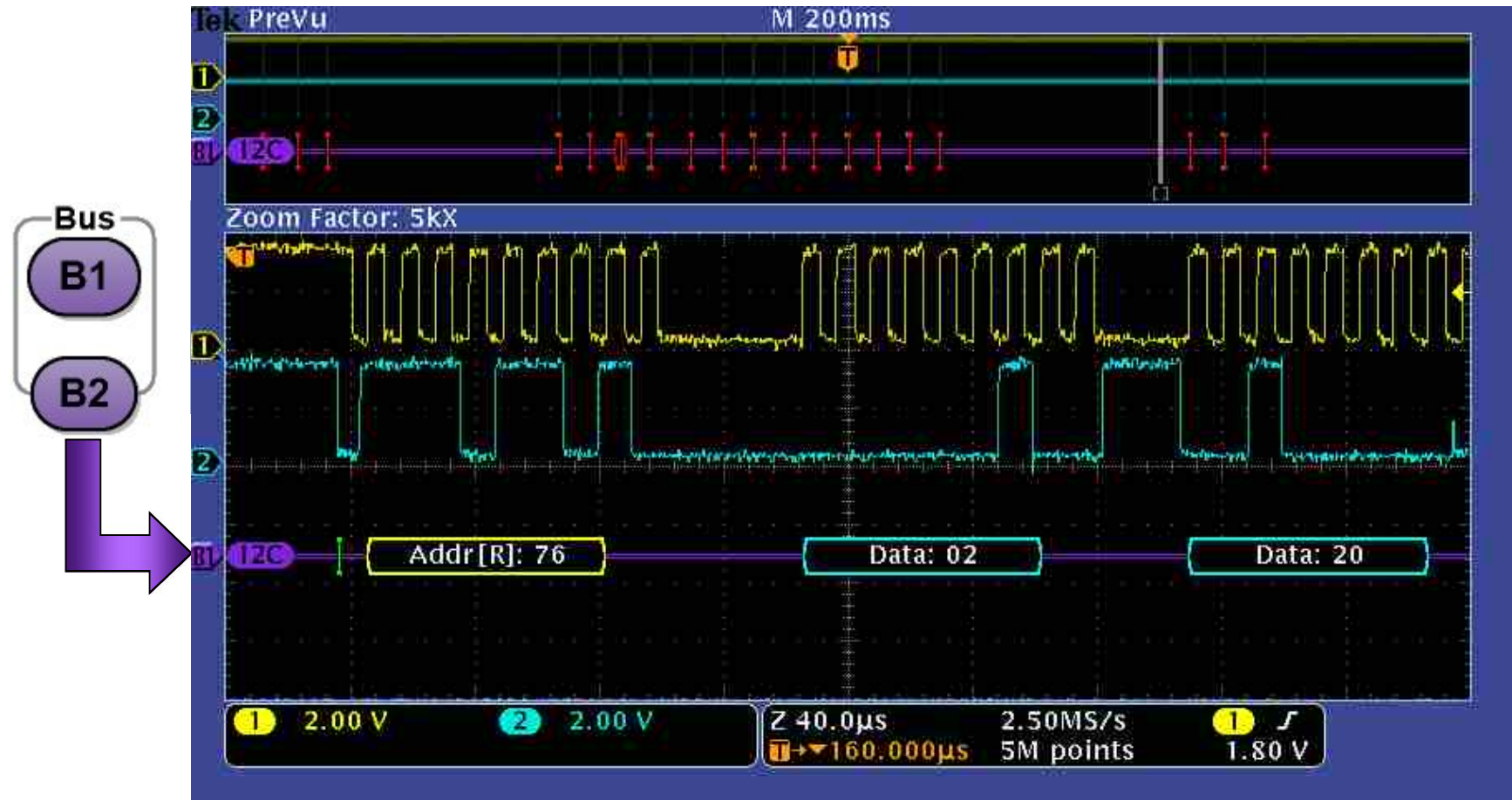


手动解码串行位

然后工程师必须把数据转换成可以理解的格式

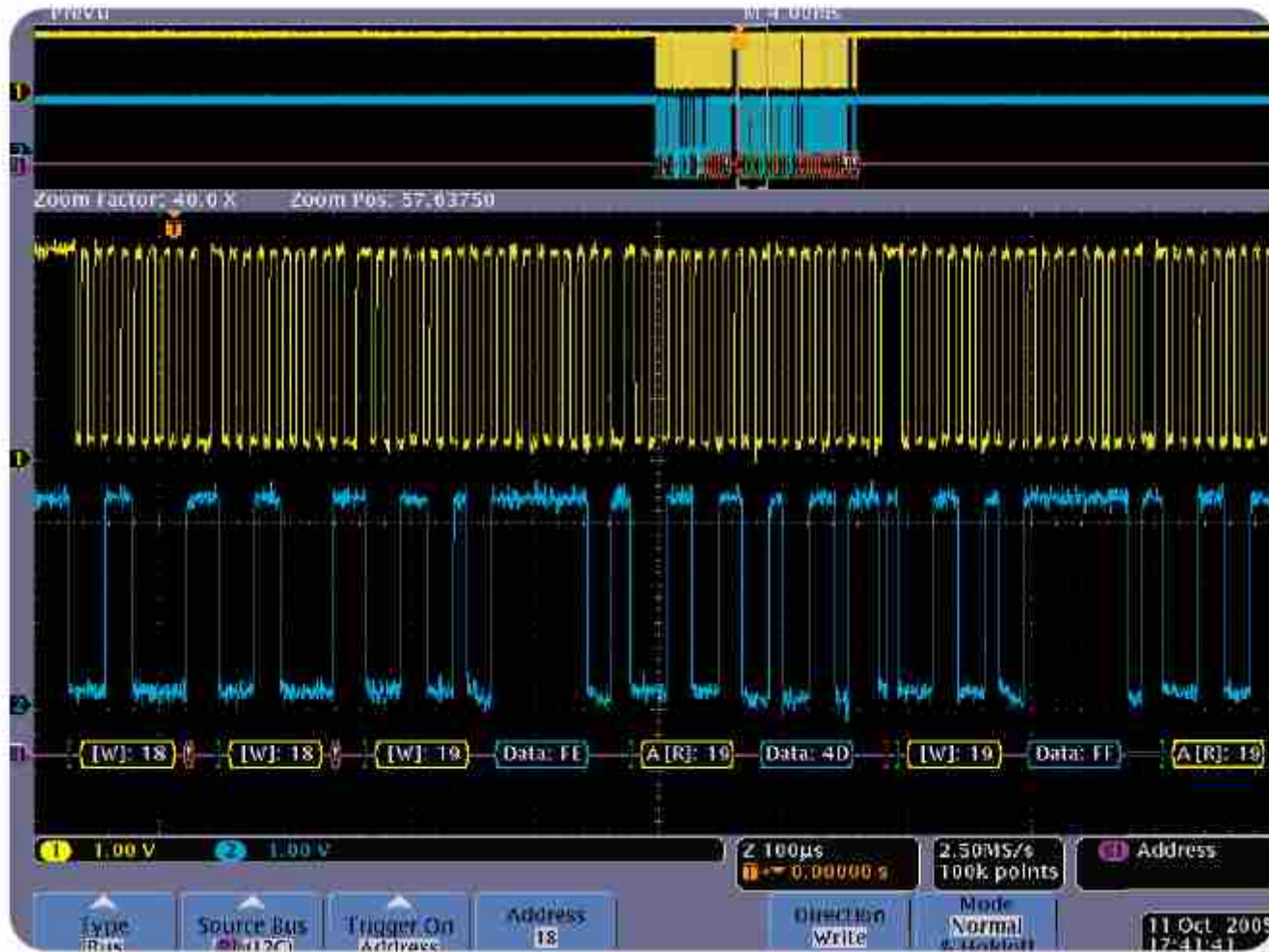


低速串行总线解码



嵌入系统串行总线调试面临的挑战

测量结果- 1分钟搞定问题



- 我们看到系统连续向地址为18的设备写入2次，都没有收到确认
- 18号为温度传感器1的地址
- 我们发现温度传感器电路有焊接问题

串行触发和分析

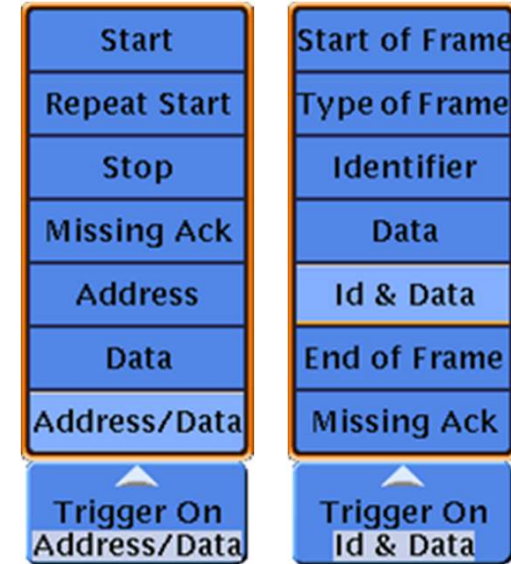
- 仅仅解码是不够的…还要
 - 触发分组级内容
 - 搜索和标记分组级内容
 - 事件表

更多串行总线支持:

RS232, RS422, RS485, UART, LIN, FlexRay

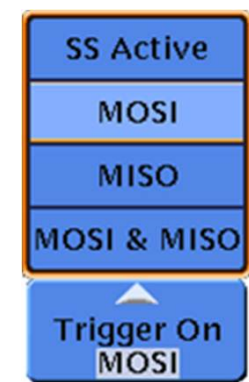
Time	Identifier	DLC	Data	CRC	Missing Ack
-2.03ms	549	1	A1	110B	
-1.78ms	55F	7	Remote Frame	3BBB	
-1.57ms	11DEBBBB	3	57 B0 3E	3BBB	
-1.27ms	3B1	1	FF	110B	
-1.01ms	55F	7	A2 56 EF 00 17 D2 88	3BBB	
-806µs	1DE	2	C4 66	3BBB	
-498µs	76B	4	9E 1D 0F AA	110B	
-246µs			Error Frame		
-38.0µs	11DEBBBB	1	75	3BBB	
270µs	3B1	2	A1 EF	110B	
522µs	76B	4	Remote Frame	3BBB	
730µs	11DEBBBB	1	57	3BBB	
1.04ms	549	1	C8	110B	
1.29ms	55F	2	EF 70	3BBB	
1.50ms	76B	4	02 EE F0 82	3BBB	
1.81ms	549	2	B4 CD	110B	
2.06ms	3B1	1	E0	3BBB	
2.27ms	55F	6	EF 00 1D 0F 56 A1	3BBB	
2.57ms	1DE	3	67 2F 36	110B	
2.83ms	76B	3	EE F0 82	3BBB	
3.03ms	549	1	4C	3BBB	

a selects an event



I²C

CAN



SPI

低速串行总线解码

- DPO不仅仅是解码
 - 触发数据包内容
 - 搜索和标记数据包内容
 - 查看Event Table格式的数据表，事件表的事件与模拟波形关联。
 - 可以同时查看两条总线

Time	Identifier	DLC	Data	CRC	Missing Ack
-128.2ms	1597EEB2	8	B8FD BF1A 1D0C 28B53C7E		
-68.82ms	1597EED1	8	B8FD BF2A 1D0C 28B54863		
-36.38ms	734	0	Remote Frame	1C27	
-24.005s	734	3	0000 FF	2D87	
34.95ms	76D	2	000A	ACB	
92.43ms	1597EEA3	6	00FD 000A 1D0C	5F84	
98.51ms	Overload Frame				
153.1ms	1597EEB2	8	0272 DFAE 4FFF F1022180		
213.4ms	1597EED1	8	0D0A 0BDF 37D3 0F0E2F6E		
273.4ms	1597EEA3	8	0000 00DE 55CB FASL1DBD		
321.8ms	1597EEB2	3	00DF EF	930	
361.0ms	1597EEA3	0	Remote Frame	AAB	
459.7ms	734	8	FF81 55DF EFCF 45A183C		
511.9ms	76D	8	FF00 00FF FF00 00EE706A		
565.0ms	76D	8	2DF6 DAFF FF00 00EE706A		
625.0ms	1597EEB2	8	37D3 55FF FF00 00EE216E		

Trigger On **a**

- SS Active
- MOSI
- MISO
- MOSI & MISO

SPI

Trigger On **a**

- Start
- Repeat Start
- Stop
- Missing Ack
- Address
- Data
- Address/Data

I²C

Trigger On **a**

- Tx Start Bit
- Rx Start Bit
- Tx End of Packet
- Rx End of Packet
- Tx Data
- Rx Data
- Tx Parity Error
- Rx Parity Error

RS232

Trigger On **a**

- Start of Frame
- Type of Frame
- Identifier
- Data
- Id & Data
- End of Frame
- Missing Ack
- Bit Stuffing Error

CAN

Trigger On **a**

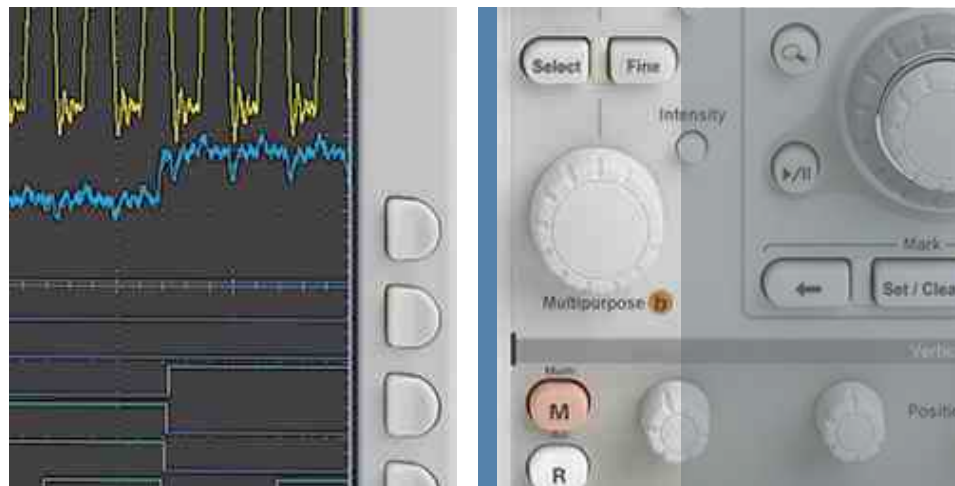
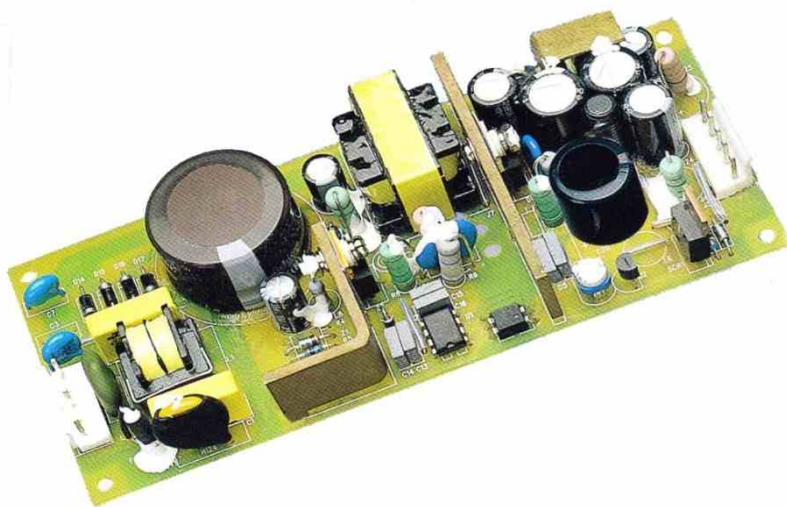
- Sync
- Identifier
- Data
- Id & Data
- Wakeup Frame
- Sleep Frame
- Error

LIN

串行总线分析方案

	标准	MSO/DPO4000B Series	MSO/DPO5000 Series	DPO7000C Series
串行触发 ■ Includes packet level triggering	<i>I²C, SPI</i>	DPO4EMBD	SR-EMBD	SR-EMBD
	<i>RS-232/422/485/UART</i>	DPO4COMP	SR-COMP	SR-COMP
	<i>USB 2.0 (LS, FS, HS)</i>	DPO4USB	SR-USB	SR-USB (LS, FS)
	<i>Ethernet (10/100BASE-T)</i>	DPO4ENET	-	-
	<i>CAN/LIN/FlexRay</i>	DPO4AUTOMAX	SR-AUTO	SR-AUTO
	<i>MIL-STD-1553</i>	DPO4AERO	SR-AERO	SR-AERO
	<i>Audio (I²S, LJ, RJ, TDM)</i>	DPO4AUDIO	-	-
串行解码和分析 ■ Decoded bus/wfm view ■ Automated Search ■ Tabular data view with time stamps ■ Sync data view with zoom window	<i>I²C, SPI</i>	DPO4EMBD	SR-EMBD	SR-EMBD
	<i>RS232/422/485/UART</i>	DPO4COMP	SR-COMP	SR-COMP
	<i>USB 2.0</i>	DPO4USB	SR-USB	SR-USB
	<i>Ethernet (10/100BASE-T)</i>	DPO4ENET	-	-
	<i>CAN/LIN/FlexRay</i>	DPO4AUTOMAX	SR-AUTO	SR-AUTO
	<i>MIL-STD-1553</i>	DPO4AERO	SR-AERO	SR-AERO
	<i>Audio (I²S, LJ, RJ, TDM)</i>	DPO4AUDIO	-	-
	<i>MIPI D-PHY</i>	-	SR-DPHY	SR-DPHY
	<i>8b/10b</i>	-	SR-810B	SR-810B
	<i>PCI Express</i>	-	SR-PCIE	SR-PCIE
	串行总线一致性测试	<i>USB 2.0</i>	-	USB
<i>Ethernet (10/100/1000BASE-T)</i>		-	ET3	ET3
<i>MIPI</i>		-	-	D-PHY
<i>DDR Memory</i>		-	DDRA	DDRA
<i>MOST (MOST50 and MOST150)</i>		-	MOST	MOST
<i>Jitter & Eye Diagram Analysis</i>		-	DJA (DJE incl. std)	DJA (DJE in

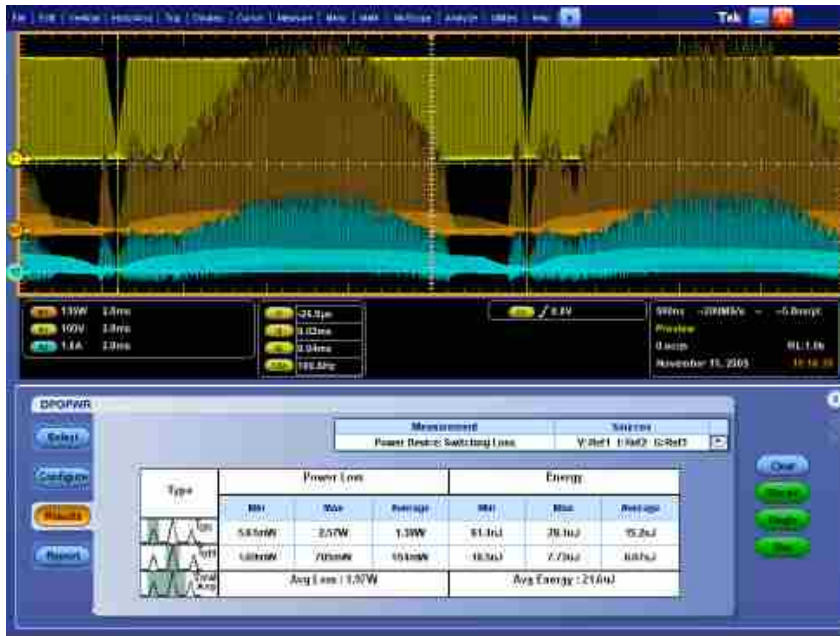
泰克科技 帮助你提升电源管理的可靠性



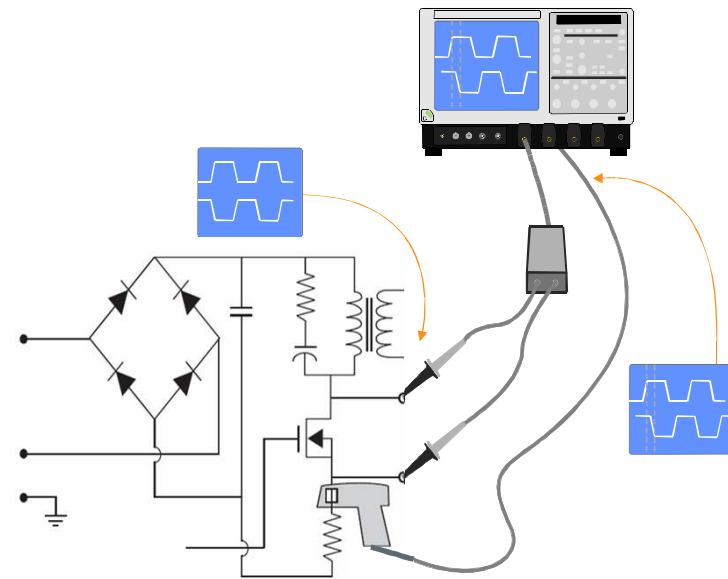
Tektronix

功率测量及分析解决方案

将示波器转变为一个高性能的专业分析工具



DPOPOWER

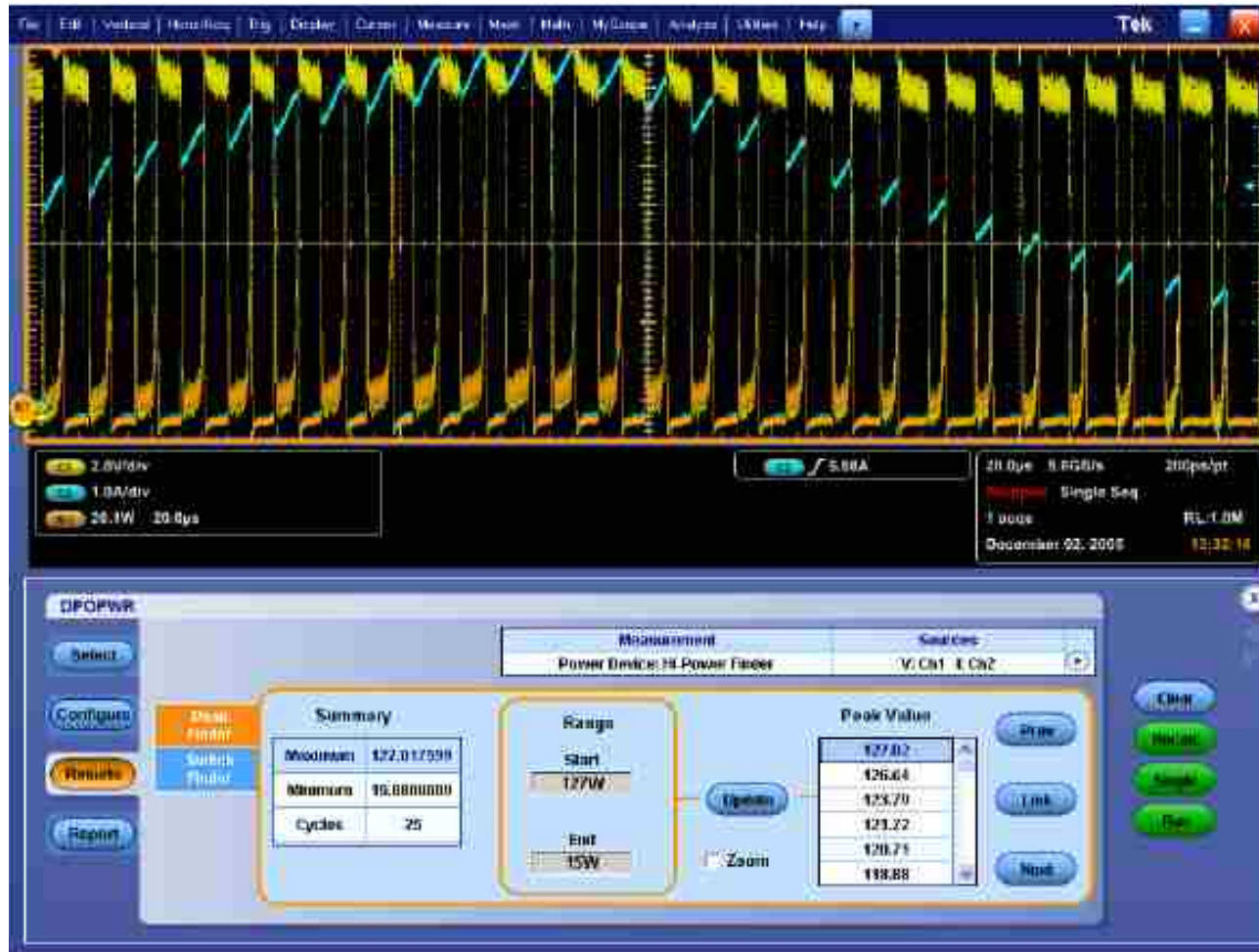


SMPS 的可靠性问题

- 可靠性取决于
 - 最大限度地降低波形减幅振荡和负荷瞬变，其可能会导致雪崩、功率损耗过高或不稳定条件
 - 在安全工作区(SOA)内运行开关器件
 - 在磁滞效应曲线的线性区域中运行磁性器件
 - 控制环路的稳定工作
- ▶ 定位可靠性问题
 - ▶ 测量
 - 安全操作区域(SOA)
 - 使用 HiPower Finder 功能
 - 峰值磁通量密度
 - 磁导率
 - 控制环路调制分析
 - ▶ 占空比变化
 - ▶ 脉宽变化
 - ▶ 频率变化
 - ▶ 周期变化

定位功率损耗过高和雪崩

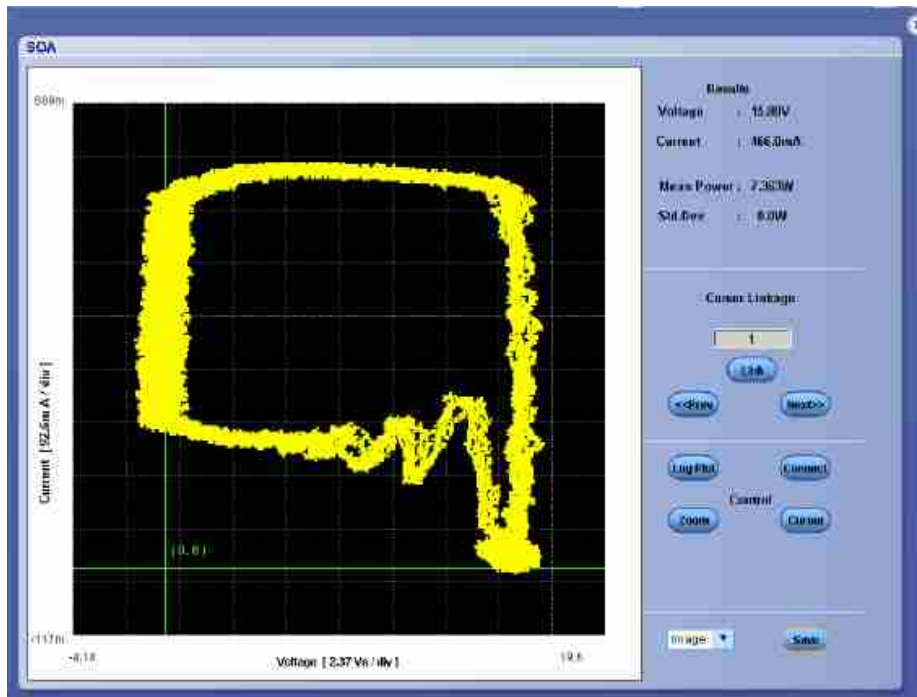
- HiPower Finder



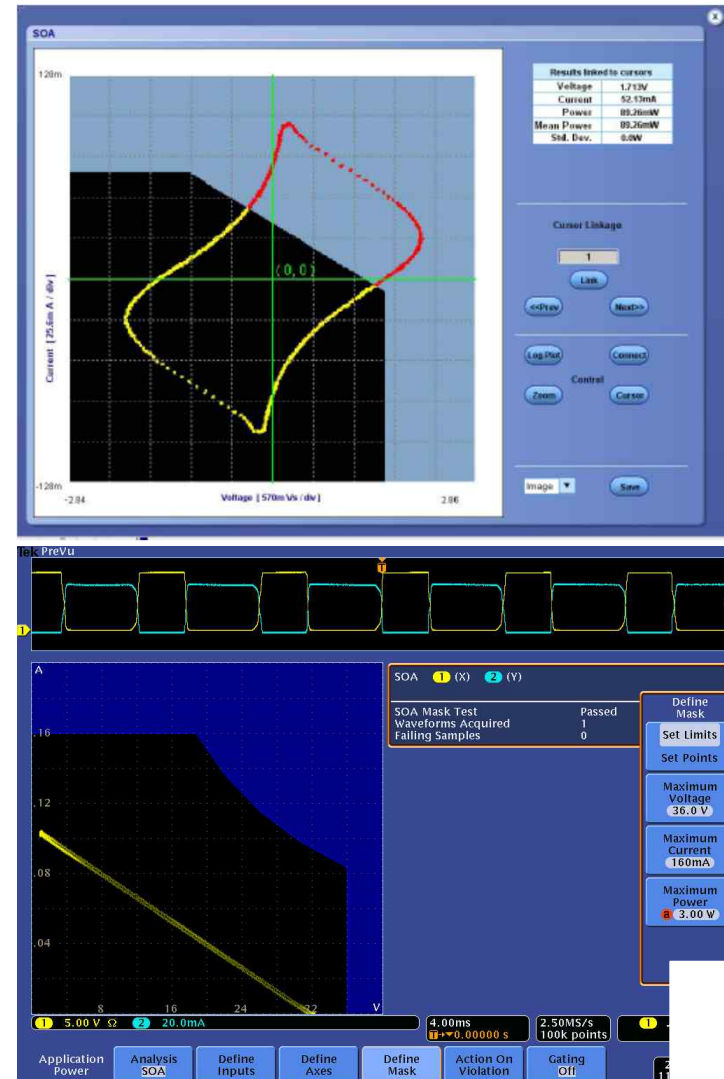
Hi-Power Finder: Peak Power Cycles

安全工作区

- 选通区域中的SOA

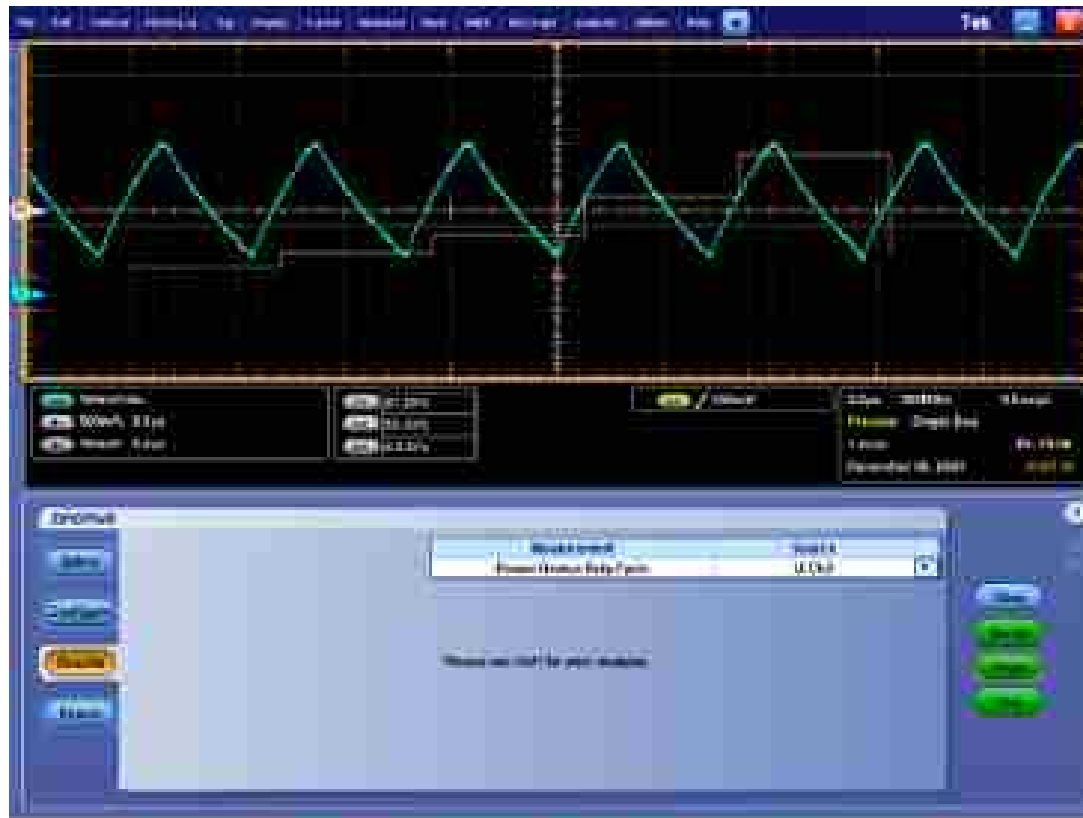


- SOA, 支持模板测试



控制环路响应

- SMPS开机过程中的控制环路响应
- 有源 PFC SMPS的控制环路响应

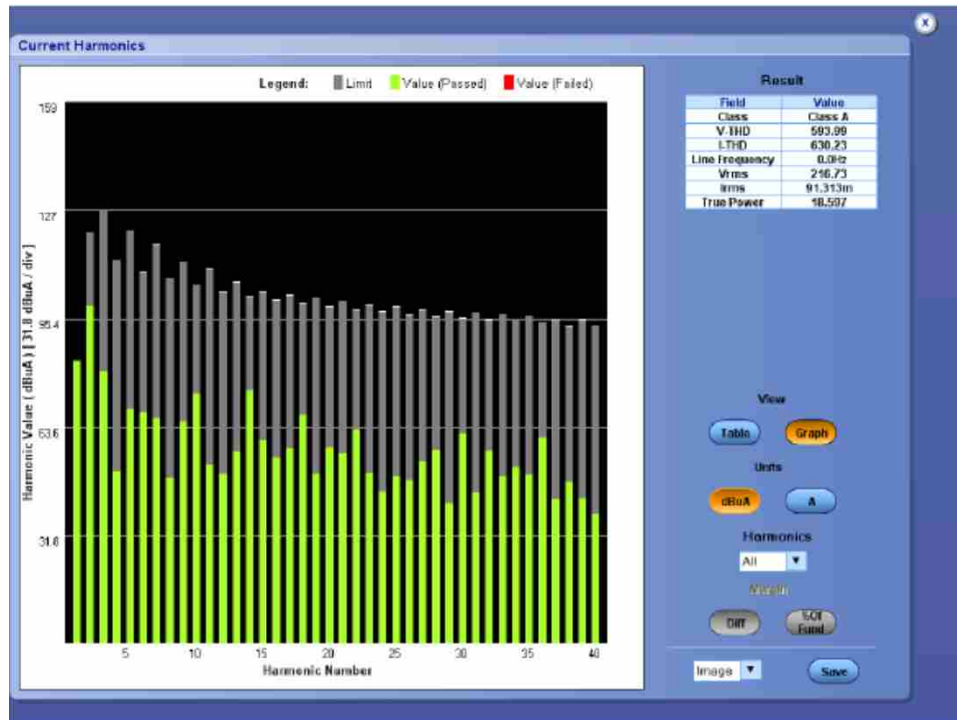


Duty Cycle variation in Gate Drive signal

根据EN61000-3-2标准进行预先一致性测试

- ▶ DPOPWR 支持
 - EN61000-3-2标准
 - EN61000-3-2标准及 AM14
- ▶ 在 EN61000-3-2 AM14 中
 - 为应用提供电路参数的功率、功率因数和基础电流等信息
 - 确定基于测得值和电路参数的极限表
 - 选择 1.5秒滤波器

EN61000-3-2标准预先一致性测试结果



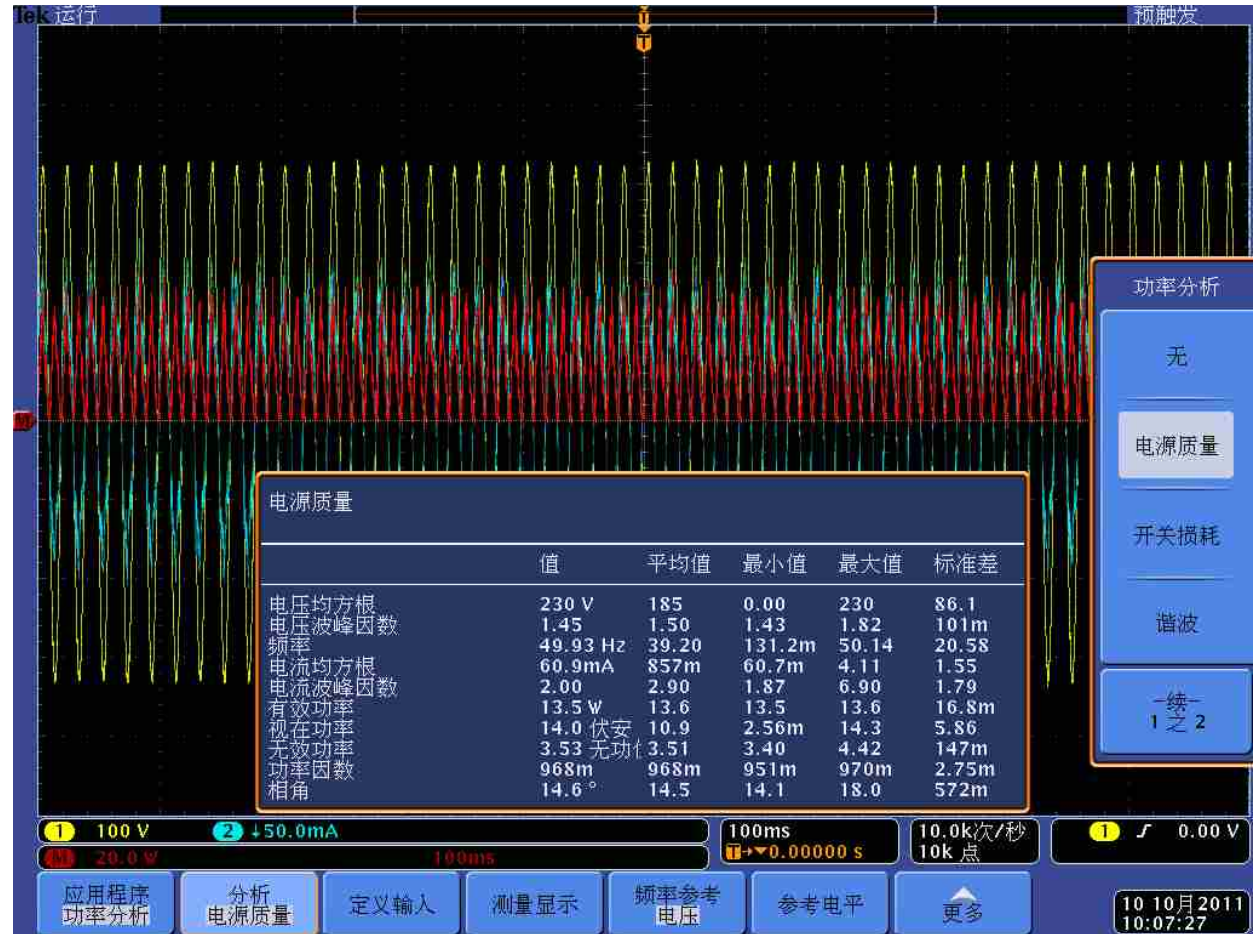
Total Power Quality

Harmonics				
THD-F	61.5 %			
THD-R	52.4 %			
RMS	450mA			
	Freq	Mag	Mag RMS	Phase
	(Hz)	(%)	(A)	(°)
1	60.0	100	383m	0.00
2	120	308m	1.18m	263
3	180	58.6	225m	195
4	240	88.6m	340μ	84.7
5	300	10.7	41.1m	39.9
6	360	24.3m	93.1μ	127
7	420	11.8	45.3m	35.2
8	480	24.1m	92.3μ	172
9	540	7.13	27.3m	238
10	600	56.8m	218μ	-26.0

Use the 'Display' menu to select a harmonic

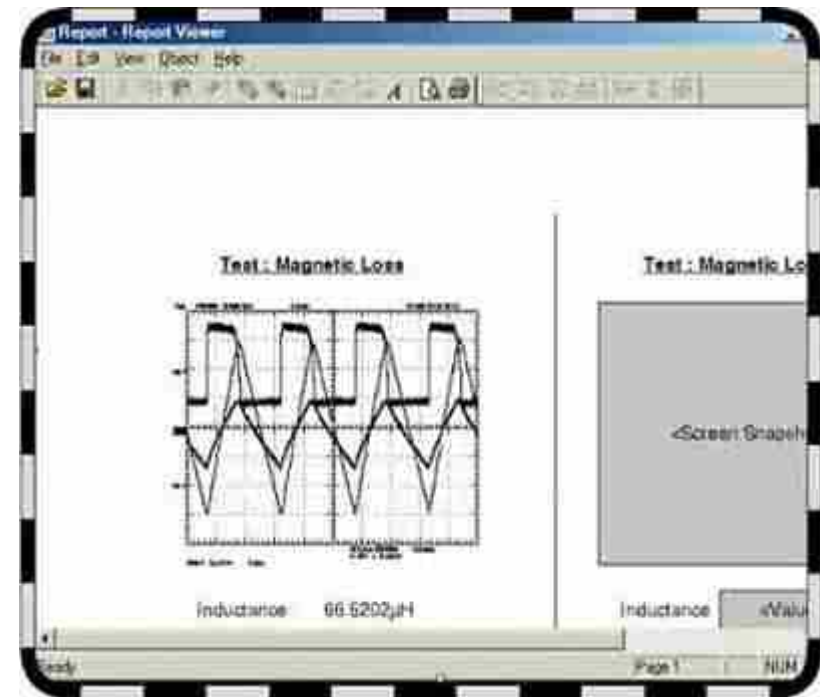
电能质量测量

- 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
 - THD



测试报告产生

- ▶ **DPOPWR** 可以自动产生用户定义的测试报告
- ▶ 单个按钮就可以自动产生测试报告
- ▶ 创建报告模板，带示波器测量值，设置
- ▶ 纸张尺寸选择
- ▶ 可再编辑
- ▶ 容易转换的文件格式



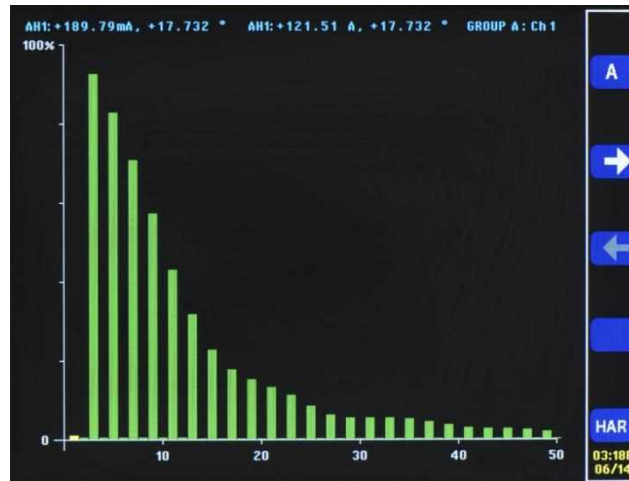
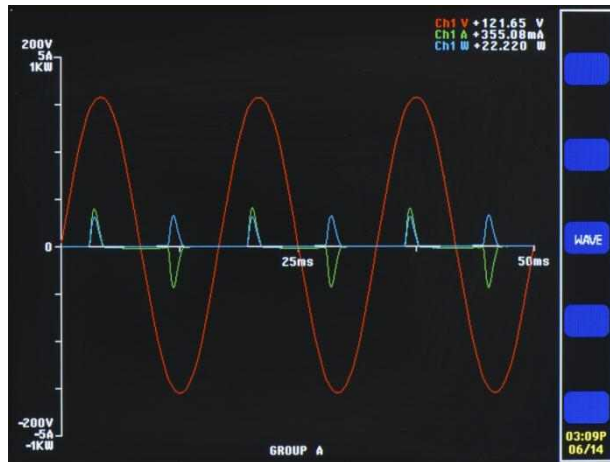
泰克功率测量解决方案

- ▶ DPO3000、4000B、5000、7000示波器
 - 100MHz及以上带宽
 - 2.5GSa/s以上的采样速率
 - 在一条通道上提供了大于5MB的记录长度
- ▶ 差分探头
 - P5205A, P5210A, P5200A 差分探头
 - THDP0100、THDP0200
- ▶ 电流测量
 - TCP0030, TCP0150
 - TCPA300系统或 TCP202 电流探头
- ▶ 独特的功率应用
 - DPOPWR功率测量和分析应用软件
- ▶ 时间偏移校正夹具
 - 消除电压探头和电流探头之间的传播延迟
- ▶ 多通道数据（温度）记录
 - 2700系列



功率参数的测量——PA4000系列功率分析仪

- V_{RMS} , A_{RMS} , W , VA , VAr , CF , 频率, 相位角
- 谐波最高 100th (标配)
- 转换效率
- 浪涌电流
- 波形, 数据列表和能量积分模式



GROUP A Ch1		
Vrms	121.65	V
Arms	355.09	mA
Watt	22.220	W
Freq	60.015	Hz
PF	0.5144	
Acf	3.6499	

PA4000 功率分析仪

精确的测试测量 —— 我们的独特优势



强大的测量精度

GROUP A Ch1	GROUP B Ch2	GROUP C Ch3	GROUP D Ch4
Vrms 119.12 V	Vrms 0.0000 V	Vrms 0.0000 V	Vrms 0.0000 V
Arms 335.42 mA	Arms 0.0000 mA	Arms 0.0000 mA	Arms 0.0000 mA
Watt 21.801 W	Watt 0.0000 W	Watt 0.0000 W	Watt 0.0000 W
Freq 60.033 Hz	Freq 0.0000 Hz	Freq 0.0000 Hz	Freq 0.0000 Hz
PF 0.5457	PF 0.0000	PF 0.0000	PF 0.0000
Acf 5.3700			
Vof 1.3910			
VA 39.954 VA			
VAf 33.481 VA			

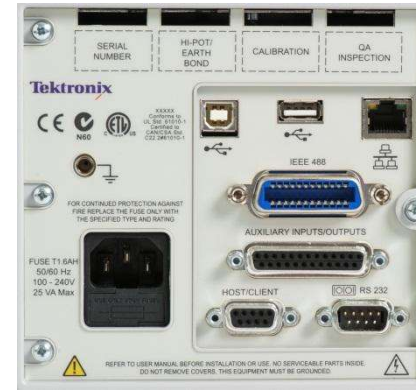
- 精准的测量精度: 0.04% 电压电流的基本精度
- 专利的螺旋式电流分流器
- 峰值因数高达10 的高精度测量结果

强大的功能



- 电流30A /1A 双shunt 标配
- PWM驱动, 镇流器, 待机功耗等多种测量模式
- 谐波测试功能标配, 有间谐波测量

丰富的接口



- USB, LAN, 和RS-232 标配 (GPIB) 选配
- 远程控制软件标配
- 功率及谐波同时测量, 无需切换

PA4000 功率分析仪

其他一般性指标说明



	PA4000_1CH	PA4000_2CH	PA4000_3CH	PA4000_4CH
输入模块	1	2	3	4
电压的输入范围	最大1000 Vrms, 2000 Vpeak			
基本电压精度	0.04%			
电流输入范围	0.025 A to 30 Arms with 2 个内置分流器			
基本电流精度	0.04%			
可测量项目	Vrms, Irms, VA, VAR, W, PF, Freq, Whr, Vahr, THD, TIF, etc.			
仪表带宽	DC - 1 MHz			
自动测量模式	PWM 模式, 镇流器, 待机功耗, 能量积分			
外部接口	USB, LAN, RS-232 (GPIB Optional)			
软件	实现远程控制和数据记录 (标配)			
主机保修	三年			
校准及维修服务	北京			

强大的高精度功率分析仪—PA4000



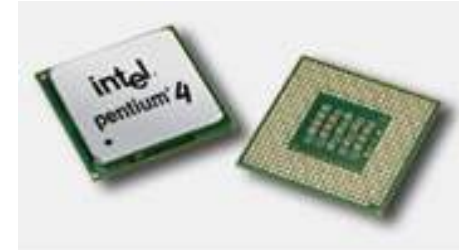
器件分析



医疗设备中的电子元件

■ 微处理器

- 单块集成电路(IC)上的CPU
- 通常要求使用逻辑分析仪进行调试
 - 多条通道, 复杂的触发, 条件存储, 反汇编, 源代码级软件调试
 - MSO也可以用于某些调试任务
 - 例如: PC BIOS硬件检验和调试



■ 微控制器

- 芯片上计算机
- MSO通常对调试就足够了
 - 混合信号采集, 信号数量有限
 - 有效地补充后台调试器



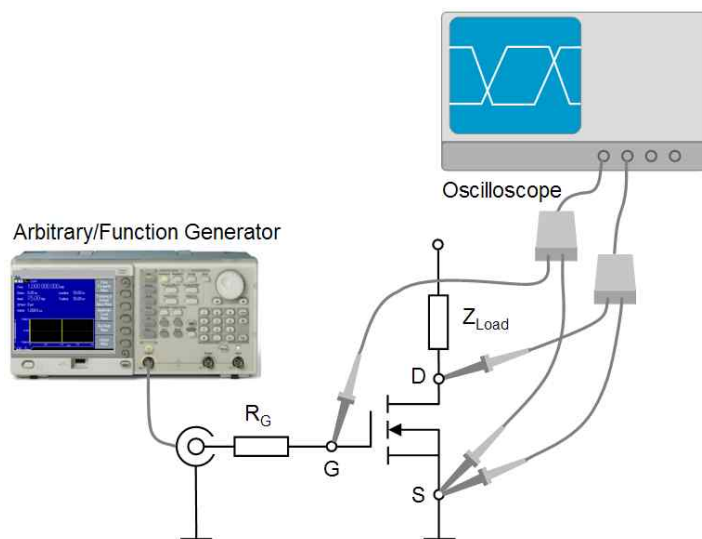
■ FPGAs

- 现场可编程门阵列
- 高密度“胶连逻辑”, 完整的嵌入式系统
- 要求经济高效的调试工具



■ 分离、功率器件

检定和优化电源MOSFET电路



- 用途
 - 使用脉冲信号仿真电源MOSFET电路，测试开机和关机延迟及上升时间和下降时间。
- 使用AFG3011C的好处
 - 20 V_{pp} 输出电平，不需要外部放大器。
 - 简便易用，缩短设置时间。
 - 体积小，节约工作台空间。
- 目标
 - 为汽车设计运动控制, 功率管理, 气候控制, 电子稳定性系统或集成启动装置/交流发电机的公司。

简化半导体器件I/V特性分析

晶体管测试

半导体器件(如晶体管)是电子产品的基础。大部分器件必须经历研究实验室、晶圆厂、大学以及器件厂商等研发过程的各种设置条件下的电气特性分析。吉时利是晶体管I/V特性分析的业界领先供应商。吉时利数字源表源测量单元(SMU)是半导体特性分析的理想选择,因为它们具有源和测量能力,特别是低电流源和测量能力。具有3个以上端口的测试器件通常需要1个以上的源测量单元(SMU)。不过,2通道源测量单元(SMU)可以对单一场效应晶体管(FET)进行大部分特性分析。下面的图1给出在MOSFET I/V特性分析中使用的两个源测量单元(SMU)。

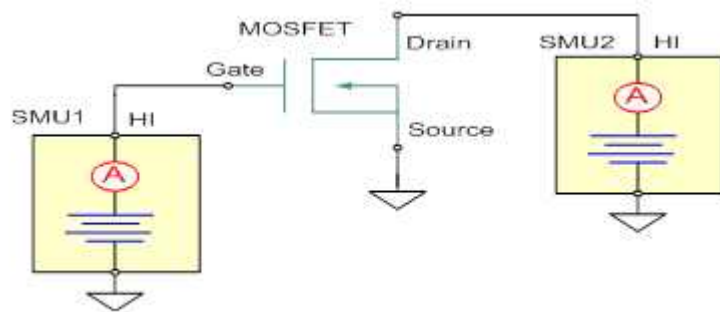


图1: 在MOSFET I/V特性分析中使用的2个源测量单元(SMU)

晶体管I/V特性分析中常见的测试

·漏极电压(VD)-在场效应晶体管漏极端口出现的电压,称作漏极电压。

·漏极电流(ID)-在电压源作用下,从漏极流出的电流称作漏极电流。通过漏极电流可以分析器件运行和效率。

其他常见的测量包括:

·栅极电压(VG) ·栅极电流(IG) ·临界电压(VTH)

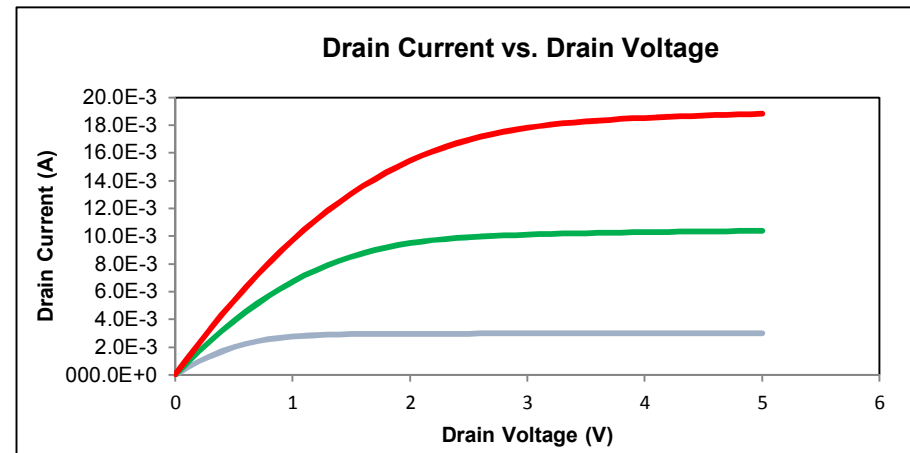


图2: MOSFET的I/V曲线

半导体器件参数分析仪-370/371的最佳替代者

参数分析系统配置是功率器件特性分析的完整分析方案，包括高质量仪器、电缆、测试夹具和软件。提供7种配置，每种配置都具有快速检查器件基本参数（例如击穿电压）的实时跟踪模式和提取精密器件参数的完全参数模式。参数曲线跟踪仪配置的构建块法具有易于升级和客户可重配置的优点以满足不同测试需求。



- 可设定的功率大小:
 - 从200V 到3kV
 - 从1A 到100A
- 宽度动态范围:
 - 从uV 到3kV
 - 从fA 到100A
- 电容-电压测量方式:
 - ±400V多频C-V
 - 200V斜坡速率C-V
 - 20V极低频（VLF）C-V
- 直流或脉冲I-V至50μs
- 高电压和高电流通道具有24bit精密模数转换器和18bit高速（1μs）数字转换器
- 测试管理软件包括用于实时控制的跟踪模式和用于参数提取的参数模式

Configuration Selector Guide					
Model ¹	Collector/ Drain Supply ²		Step Generator Base/Gate Supply	Auxiliary Supply	
	High Voltage Mode	High Current Mode			
Low Power	2600-PCT-1	200 V/10 A	200 V/10 A	200 V/10 A	N/A
	2600-PCT-2	200 V/10 A	40 V/50 A	200 V/10 A	200 V/10 A
High Current	4200-PCT-2 plus C-V	200 V/1 A	40 V/50 A	200 V/1 A	200 V/1 A
	2600-PCT-3	3 kV/120 mA	200 V/10 A	200 V/10 A	200 V/10 A
High Voltage	4200-PCT-3 plus C-V	3 kV/120 mA	200 V/1 A	200 V/1 A	200 V/1 A
	2600-PCT-4	3 kV/120 mA	40 V/50 A	200 V/10 A	200 V/10 A
High Current and High Voltage	4200-PCT-4 plus C-V	3 kV/120 mA	40 V/50 A	200 V/1 A	

1. Contact your Keithley field applications engineer for custom configurations.
 2. Add a 2651A to increase High Current Mode to either 50A or 100A.

FPGA调试挑战

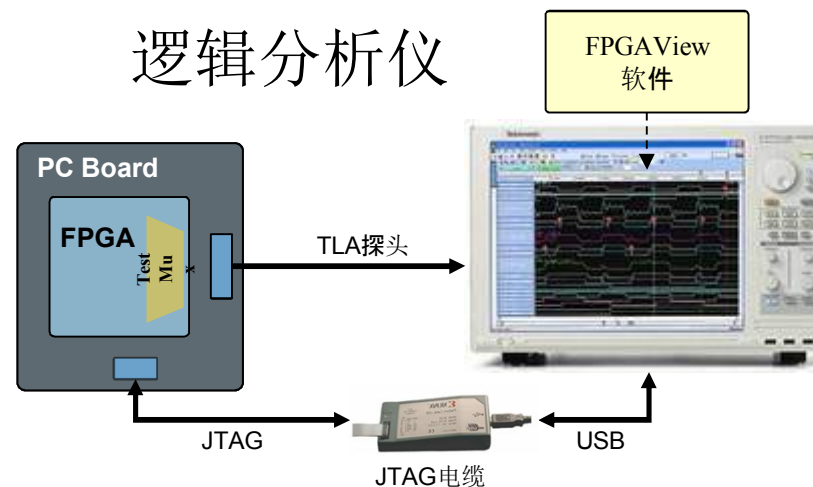
- 工程师需要经济高效的调试工具
- 设计检验成为关键瓶颈
 - 设计规格和复杂程度提高
 - 接入内部信号受限
- 产品开发周期限制缩短了调试时间
 - 调试时间可能会占到设计周期时间的50%以上
- 简单地查看外部引脚是不够的
- 在FPGA中增加调试电路会影响设计
 - 占用宝贵的芯片空间
 - 提高工程师的时间
 - 可能会影响设计的定时性能
 - 接入通常会用光稀缺的芯片引脚
 - 可能很难探测电路板上的多个信号

FPGA实时逻辑调试解决方案

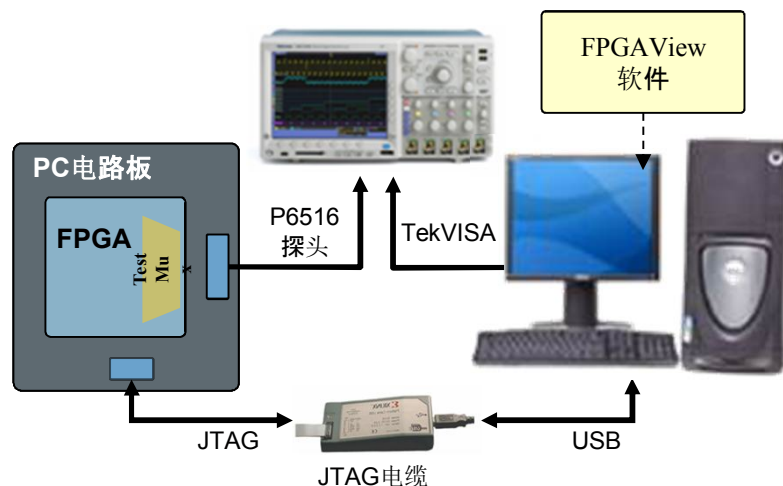
FPGAView™

- 支持Xilinx和Altera FPGA设备
- First Silicon Solutions开发的软件包 (www.fs2.com)
- 在Windows 2000和Windows XP机器上运行

逻辑分析仪

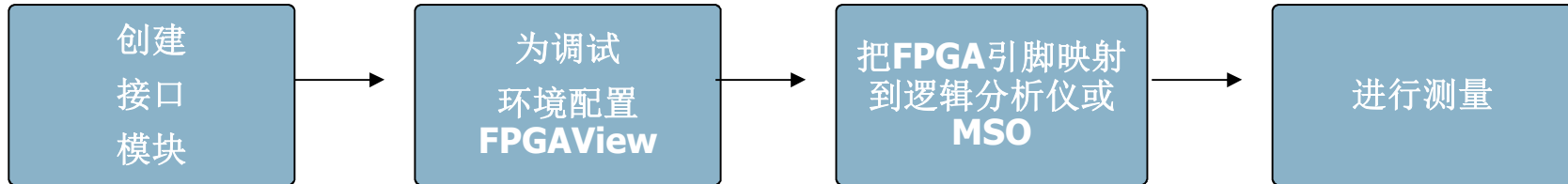


混合信号示波器

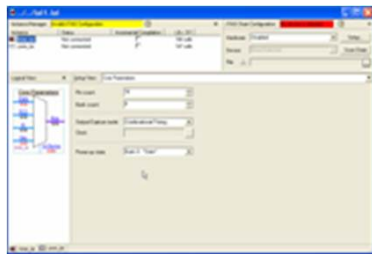


功能	解决方案
复用器	Xilinx: FS2 TestCore Altera: Quartus® II v5.1
控制软件	FS2 FPGAView™
测试设备	MSO4000混合信号示波器或TLA系列逻辑分析仪 (>v4.3)
JTAG 电缆	Xilinx: Platform Cable USB及其它 Altera: USB-Blaster™或ByteBlaster™

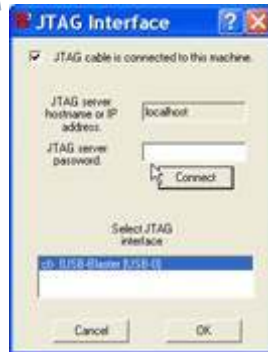
使用FPGAView: 4步轻松完成



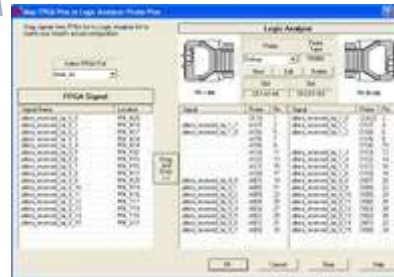
第1步:



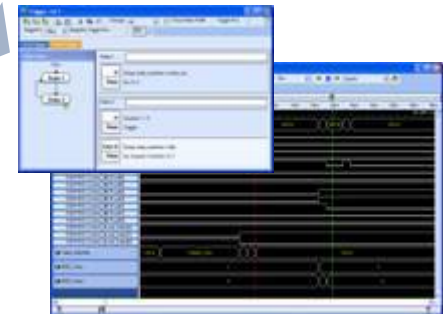
第2步:



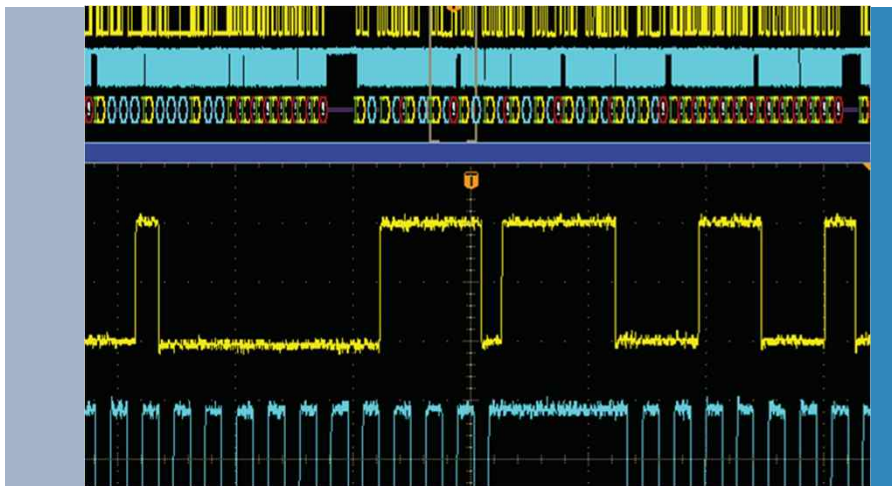
第3步:



第4步:



泰克科技的方案



医疗电子对示波器的基本要求

- 性能
 - 高达100MHz-1GHz的带宽
 - 所有通道上采样率 $\geq 5x$ 的过采样
 - 所有通道上5~20M的标配记录长度
 - DPO采集，迅速找到问题
- 串行触发和解码
 - I²C, SPI, RS-232, CAN, LIN
- 简便易用
 - Wave Inspector
 - 异常简便高效的波形分析技术



为安防系统设计人员提供的最完整的
解决方案

泰克科技示波器选择平台



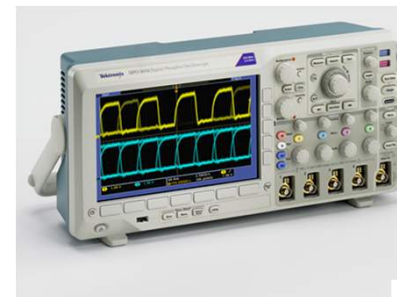
**INTRODUCING THE NEW
MDO4000 SERIES**
*The World's First ... AND ONLY
... oscilloscope with a built-in
spectrum analyser!*



Features	DPO7000C Series	MSO/DPO5000 Series	NEW MDO4000 Series	MSO/DPO4000B Series	MSO/DPO3000 Series	MSO/DPO2000B Series
Bandwidth	500 MHz to 3.5 GHz	350 MHz to 2 GHz	100 MHz to 1 GHz	100 MHz to 1 GHz	100 MHz to 500 MHz	70 MHz to 200 MHz
Sample Rate	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 to 5 GS/s	2.5 GS/s	1 GS/s
Channels	4 analog	4 analog 16 digital (MSO)	4 analog, 16 digital, 1 RF	2, 4 analog, 16 digital (MSO)	2, 4 analog, 16 digital (MSO)	2, 4 analog, 16 digital (MSO)
Record Length (Max)	50 M – 500 M	12.5M – 250 M	20 M	20 M(5M)	5 M	1 M
Display Size	12.1 inch, XGA color	10.4 inch, XGA color	10.4 inch, XGA color	10.4 inch, XGA color	9.0 inch, WVGA color	7.0 inch, WQVGA color
Parallel Bus Analysis	No	Yes (MSO Series)	Yes	Yes (MSO Series)	Yes (MSO Series)	Yes (MSO Series)
Optional Serial Bus Analysis	I ² C, SPI, CAN, LIN, RS-232/422/485/UART, USB 2.0	I ² C, SPI, CAN, LIN, RS-232/422/485/UART, and USB 2.0,	I ² C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/ UART, MIL-STD-1553,I2S/LJ/RJ/TDM	I ² C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/ UART, MIL-STD-1553,I2S/LJ/RJ/TDM	I ² C, SPI, CAN, LIN RS-232/422/485/UART, I ² S/LJ/RJ/TDM FlexRay 1553	I ² C, SPI, CAN, LIN RS-232/422/485/UART
Optional Analysis Packages	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, HDTV and Custom Video BW Updates	Power Analysis, HDTV and Custom Video	FilterVu™ Variable Low-pass Filter

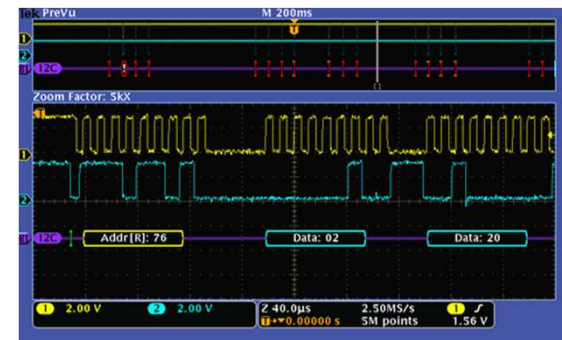
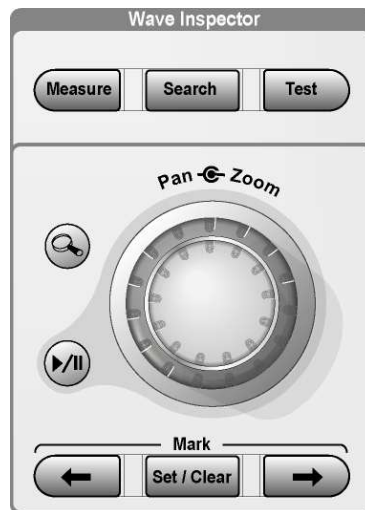
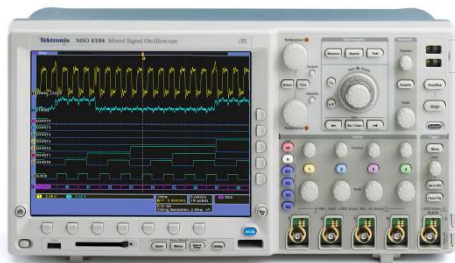
DPO3000技术数据

	DPO3012	DPO3014	DPO3032	DPO3034	DPO3052	DPO3054
带宽	100 MHz		300 MHz		500 MHz	
通道数量	2	4	2	4	2	4
采样率	在所有通道上同时提供了2.5 GS/s的采样率					
记录长度	在所有通道上同时提供了5 M点的记录长度					
波形捕获速率	50,000 wfm/s					
串行触发和解码	选配: I ² C, SPI, CAN, LIN, RS232/422/485/UART					
视频支持	适用于视频应用的内置75 输入端子					
重量	9磅(4.08公斤)					
显示器	9英寸(229 mm) WVGA宽屏					



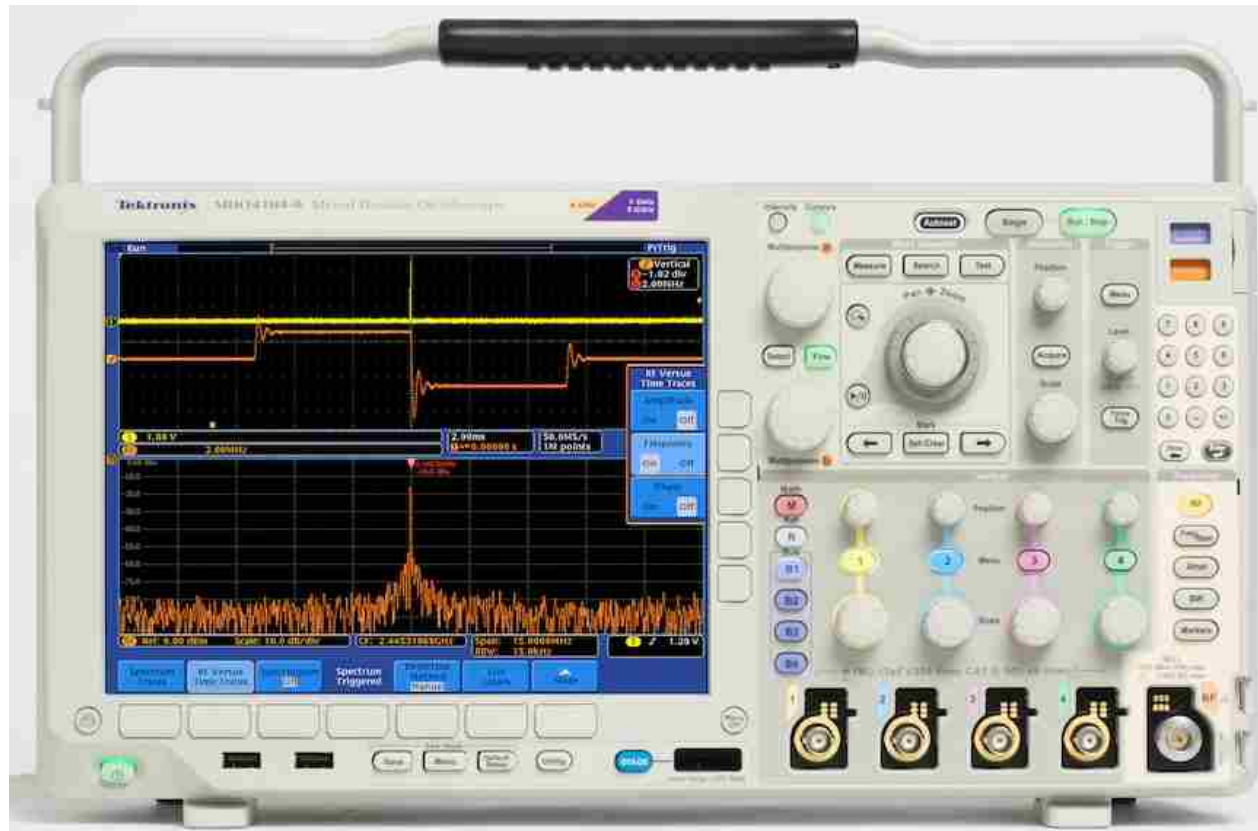
DPO4000B&MSO4000B技术数据

	MSO/DPO4014B	DPO4034B	DPO4054B	DPO4104B	MSO4032B	MSO4034B	MSO4054B	MSO4104B
带宽	100 MHz	300 MHz	500 MHz	1GHz	300 MHz	300 MHz	500 MHz	1GHz
通道数量	4	4	4	4	2+16	4+16	4+16	4+16
采样率	2.5GS/s	在所有通道上同时提供了5 GS/s的采样率						
记录长度	在所有通道上同时提供了20M点的记录长度							
波形捕获速率	100,000 wfm/s							
串行触发和解码	选配: I ² C, SPI, CAN, LIN, RS232/422/485/UART							
视频支持	标清、高清、自定义制式							



MDO4000 – 世界上首台混合域分析仪

- 第一个也是唯一一个能够在一台设备中，同时观测时间相关的模拟、数字和射频信号的分析仪（时域、数字域和频域分析仪）



泰克MDO4000系列



- 多达**21**条通道，全面查看系统特点
- 内置频谱分析
- 在一台仪器中查看时间相关的模拟信号、数字信号和**RF**信号
- 多达**4**条总线的分析

型号	模拟通道	模拟带宽	数字通道	RF通道	RF频率范围
MDO4014-3	4	100 MHz	16	1	50 kHz – 3 GHz
MDO4034-3	4	350 MHz	16	1	50 kHz – 3 GHz
MDO4054-3	4	500 MHz	16	1	50 kHz – 3 GHz
MDO4054-6	4	500 MHz	16	1	50 kHz – 6 GHz
MDO4104-3	4	1 GHz	16	1	50 kHz – 3 GHz
MDO4104-6	4	1 GHz	16	1	50 kHz – 6 GHz

泰克的计时器/频率计/分析仪——时基准确的保证



FCA3000 系列
400 MHz、3 GHz 和 20 GHz 型号



FCA3100 系列
400 MHz、3 GHz 和 20 GHz 型号



MCA3000 系列
27 GHz 和 40 GHz 型号

- 更精——业界领先的定时与频率分辨率
- 更快——极快的数据传送速度与吞吐量
- 超越同侪——第4代 计时器/计数器/分析仪
 - 独有的图形化分析模式
 - 更直观的操作方法



PSM3000/PSM4000/PSM5000 功率计



	PSM3000 Series	PSM4000 Series	PSM5000 Series
Models	5	4	4
Frequency range	10MHz - 26.5GHz	10MHz - 20GHz	50MHz - 20GHz
Dynamic range	-55dBm to +20dBm	-60dBm to +20dBm	-60dBm to +20dBm
Measurement speed	2000 readings/sec		
No zero or cal required	✓		
Average power measurements	✓	✓	✓
Pulse measurements		✓	✓
Pulse profiling			✓
Warranty	3 years		

万用表系列



	DMM4020	2110	DMM4050/4040	2000/2100	2001/2010	2002
分辨率	5.5位	5.5位	6.5位	6.5位	7.5位	8.5位
基本量程直流电压的精度	0.015%	0.012%	4050: 0.0024% 4040: 0.0035%	2100: 0.0038% 2000: 0.0020%	0.0018%	0.0006%
测量功能	交流电压、电流，直流电压、电流，电阻，通断，二极管，频率	交流电压、电流，直流电压、电流，电阻，通断，二极管，频率、电容、TC/RTD	交流电压、电流，直流电压、电流，电阻，通断，二极管，频率，周期 4050:RTD，电容	交流电压、电流，直流电压、电流，电阻，通断，二极管，频率，周期 2000:dB/dBm\TC 2100:RTD	交流电压、电流，直流电压、电流，电阻，频率，周期，TC/RTD 2010:接触电阻、比率,通断,二极管 2001: 尖峰电压	交流电压、电流，直流电压、电流，电阻，频率，周期，TC/RTD ,尖峰电压
分析模式	极限比较	极限比较	趋势，统计，直方图	无	无	无
扫描卡扩展	无	无	无	2000: 10ch	10CH	10CH
接口	RS232	USB、GPIB	RS232/USB/GPIB	2100: USB 2000: GPIB	RS232/GPIB	GPIB

数采和开关系列

产品	产品描述	插槽数	插入卡	测量分辨率	低频通道数 (最多)	通道/秒	最高频率	连通性
2700	便携式/台式数据采集系统 内置 6 ½ 位数字万用表	2	多路复用器 开关矩阵 通用 RF 数字 IO 数模转换器	22 位	80 个 2 线多路复用器 96 个 2 线开关矩阵交叉点	250 通道/秒	3.5 GHz	GPIB RS-232 ExceLINX
2701	12 种插卡可供选择 板上温度参考			22 位	80 个 2 线多路复用器 96 个 2 线开关矩阵交叉点	500 通道/秒	3.5 GHz	LAN RS-232 ExceLINX
2750	台式数据采集系统 内置 6 ½ 位数字万用表 12 种插卡可供选择 板上温度参考	5		22 位	200 个 2 线多路复用器 240 个 2 线开关矩阵交叉点	2500 通道/秒	3.5 GHz	GPIB RS-232 ExceLINX

型号	描述	通道数	连接器	最大电压	最大电流	备注
7700	差分多路复用器 带CJC	20	接线柱	300VDC	1A	2- or 4-wire, 2 Current Channels, 3A Max
7701	低压差分多路复用器	32	50-pin D-sub 25-pin D-sub	150VDC	1A	Common Side Ohms configuration 2- or 4-wire
7702	差分多路复用器	40	接线柱	300VDC	1A	2- or 4-wire, 2 Current Channels, 3A Max
7703	高速差分多路复用器	32	Dual 50-pin D-sub	300VDC	0.5A	Reed Relays, 2- or 4-wire
7705	控制模块	40	Dual 50-pin D-sub	300VDC	2A	SPST Switches
7706	I/O 模块	20 Analog In 16 Digital Out 2 Analog Out 1 Counter/Totalizer	接线柱	300VDC	1A	Automatic CJC +/- 12V Anal. Out Max Count = 4billion+
7707	多路复用器 – 数字 I/O 模块	10 Analog In 32 Digital I/O	50-pin D-sub 25-pin D-sub	300VDC (analog) 33VDC (digital)	1A (analog) 0.1A (digital)	Configurable DIO
7708	差分多路复用器带CJC	40	接线柱	300VDC	1A	Automatic CJC, 2- or 4-wire
7709	6x8 矩阵	48 Crosspoints	50-pin D-sub 25-pin D-sub	300VDC	0.5A	25-pin D-sub for easy expansion
7710	长寿命差分多路复用器	20	接线柱	60VDC	0.1A	Automatic CJC, High Speed 10 billion+ operations
7711	2Ghz, 50 Ohm RF 模块	Dual 1x4	SMA	60VDC	0.5A	Max power = 10W/channel <300ps Rise Time
7712	3.5Ghz, 50 Ohm RF 模块	Dual 1x4	SMA	42VDC	0.5A	Max power = 10W per channel <200ps Rise Time

DC程控型电源



特点	Series PWS4000 and Series 2200					Model 2220-30-1 Dual-Channel	Model 2230-30-1 Triple-Channel	2260A
	PWS4721 2200-72-1	PWS602 2200-60-2	PWS4323 2200-32-3	PWS4305 2200-30-5	PWS4205 2200-20-5	2220-30-1	2230-30-1	2260A-30-36 2260A-30-72 2260A-80-13.5 2260A-80-27
通道	1					2	3	1
电压	72V	60V	32V	30V	20V	Ch 1 : 30V, Ch 2:30V	Ch1: 30V, Ch 2: 30V, Ch 3: 6V	30/80
电流	1.2A	2.5A	3A	5A	5A	Ch1: 1.5A, Ch 2: 1.5A	Ch1: 1.5A, Ch 2: 1.5A, Ch 3: 5A	26/72/13.5/27
功率	86W	150W	96W	150W	100W	45W/channel; 90W total	Ch 1 and CH 2: 45W Ch 3: 30W, 120W total	360W/720W
纹波、噪声	<1mV _{RMS} <3mV _{P-P}	<1mV _{RMS} <5mV _{P-P}	<1mV _{RMS} <4mV _{P-P}	<1mV _{RMS} <4mV _{P-P}	<1mV _{RMS} <3mV _{P-P}	<1mV _{RMS} , <3mV _{P-P}		<1mV _{RMS} , <3mV _{P-P}
分辨率	1mV, 0.1mA					1mV, 1mA		1mV, 1mA
电压精度	0.03%					0.03%		0.03%
电流精度	0.05%					0.1		0.1
接口	USB (Series PWS4000) USB, GPIB (Series 2200)					USB		US

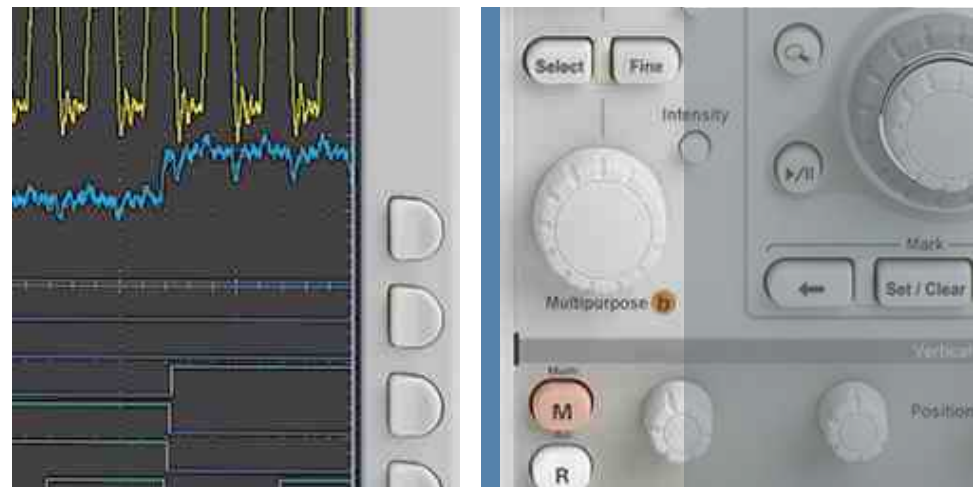
2600B系列数字源表源测量单元(SMU)仪器的主要性能指标

特点	2601B / 2611B Single Channel	2602B / 2612B Dual Channel	2604B / 2614B Dual Channel Bench- Top	2634B / 2635B / 2636B Low Current Single Channel (2635B) Dual Channel (2634B, 2636B)
通道	1 (optional expansion to 32 via TSP-Link)	2 (optional expansion to 64 via TSP-Link)	2	1 – 2 (optional expansion to 32 or 64 via TSP-Link. Not available for 2634B)
电流 Max / Min	10A pulse / 100fA	10A pulse / 100fA	10A pulse / 100 fA	10A pulse / 0.1fA for 2635B, 2636B 10A pulse/ 1fA for 2634B
电压 Max / Min	40V / 100nV for 2601B 200V / 100nV for 2611B	40V / 100nV for 2602B 200V / 100nV for 2612B	40V / 100nV for 2604B 200V / 100nV for 2614B	200V / 100nV
功率	30 – 40W	30 – 40W per channel	30 – 40W per channel	30W per channel
最大读数 / sec	20,000	20,000	20,000	20,000
接口	GPIB, LAN (LXI), USB 2.0, RS-232	GPIB, LAN (LXI), USB 2.0, RS-232	GPIB, LAN (LXI), USB 2.0, RS-232	GPIB, LAN (LXI), USB 2.0, RS-232
连接器/ 电缆	Screw terminal; adaptors available for banana or triax	Screw terminal; adaptors available for banana or triax	Screw terminal; adaptors available for banana or triax	Triax
系统级联	Digital I/O, TSP-Link, Contact Check	Digital I/O, TSP-Link, Contact Check	Not available	Digital I/O, TSP-Link, Contact Check (not available on 2634)

泰克的使命——扩大与改进工程师的测试平台与工具

仪器类别	型号	备注
示波器和MSO	MDO4000 MSO/DPO5000/4000B MSO/DPO3000/2000B TDS3000C、TDS2000C TDS1000C-SC TPS2000B、THS3000	
信号源	AFG3000C AFG2000	
数字万用表	DMM4050 DMM4040 DMM4020	
频率计数器/分析仪	FCA3100、FCA3000 MCA3000	
直流电源	PWS4000 PWS2000	
RF功率计	PSM3000/4000/5000	
探头	电流、差分、有源。。。	
其他	高速示波器、逻辑分析仪、协议分析仪、 误码分析仪、频谱分析仪、任意波信号 源、视频测试。。。	
Keithley产品线	源表、数据采集系统、开关系统、万用 表、音频分析仪、半导体测试仪。。。	

谢谢!



更多信息请查询: www.tektronix.com

Tektronix