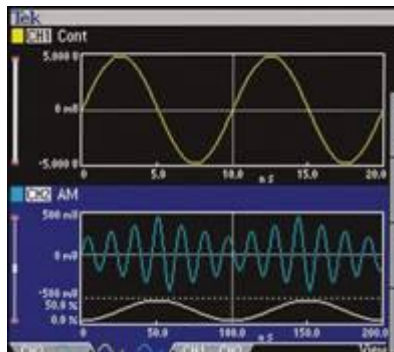


通用宽带信号产生和分析方案

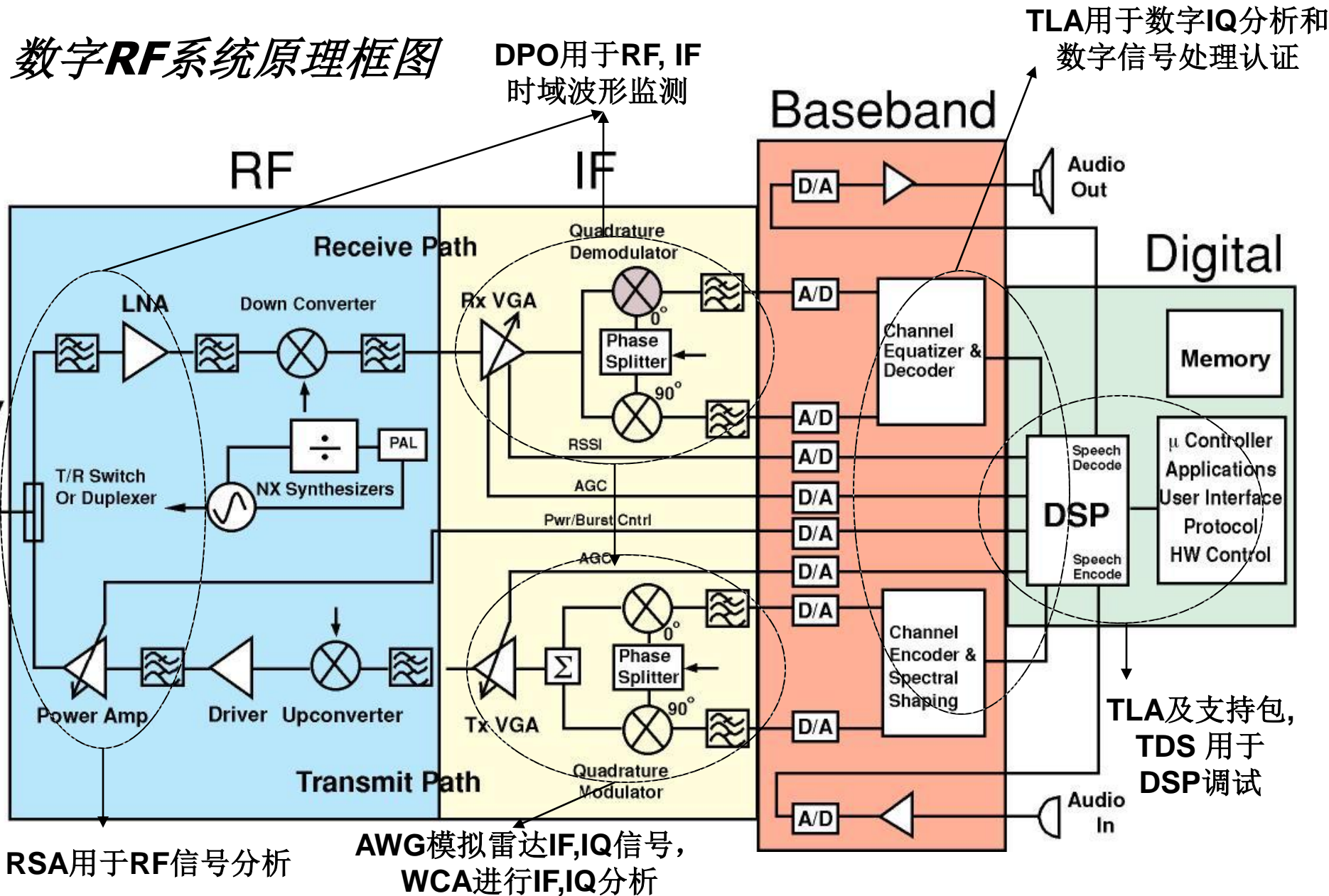


Tektronix Inc.
2012

提纲

- 系统级测试的挑战
- 为宽带系统测试提供所需带宽性能
- 将“实时分析”的方法带入宽带系统测试
- 基带和数字部分——和射频中频部分共享测试解决方案
- 小结

数字RF系统原理框图



RSA用于RF信号分析

AWG模拟雷达IF,IQ信号,
WCA进行IF,IQ分析

TLA用于数字IQ分析和
数字信号处理认证

TLA及支持包,
TDS 用于
DSP调试

宽带无线系统的测试挑战

- 带宽（分析带宽）
- 严格的时序特性
 - 需要把时域分析和频域、调制域分析结合起来
- 系统的瞬间失效故障定位
- 数字部分测试
 - 高速串行信号的大量引入带来信号完整性测试需求

测试系统的主要要求

- 足够的带宽
- 强大的多域同时观测能力
 - 时域、频域、调制域等
- 良好的频谱监测能力
- 数字信号测试能力
- 对于仪器本身来说，最好是一套设备可以尽可能地满足更广泛的测试需求

足够宽带的激励，是测试中的棘手问题

- 当前测试人员面临的宽带信号
 - 超宽带系统，如SAR，可能需要带宽超过3GHz
 - 跳频系统，可能虽然每个跳频点的带宽较窄，但是成百上千个工作频点可以拼接成超宽带系统
 - 高速数字信号，特别是带有压力的高速串行信号
- 传统解决方案的限制
 - 宽带调制器：通常在2GHz以内，并且需要宽带的基带信号源，频响可控能力弱
 - 跳频源：通常使用锁相环或开关等方式实现，稳定时间较长，快速跳频无法实现；如果使用调制器的方法，则只能在基带信号上实现，通道模拟能力较差；
 - 其它专用信号源：功能单一，价格贵，性价比较差
 - 脉冲码型发生器（数字信号）：压力测试能力非常有限

泰克解决方案——宽带、便捷、可靠、all in one解决方案

- 任意函数发生器AFG3000系列：应对基础应用场景
 - 25~240MHz, 12bit
- 通用型任意波形发生器，独立式仪器：应对通用调制场景
 - 240MHz~480MHz, 14bit
- 高性能任意波形发生器，独一无二的宽带性能，从容应对当今最高的带宽要求
 - 9.6GHz瞬时带宽
 - 和超宽带混频器配合，实现40GHz频带内、1GHz带宽以上的任意调制
 - 跳频测试中，换频时间仅在ps量级，轻松实现兆级跳速
 - 简单的校准操作，优化频响
 - 对6Gbps以内的高速数字信号，轻松添加各种压力成份（加重、随机抖动、ISI、SSC等）
- BERTScope BSA260CPG高速脉冲码型发生器
 - 26Gbps脉冲码型发生器，可满足各种最新标准要求
 - 精确的抖动注入能力
- 并行码型发生器
 - 最高达3.5Gbps

介绍新品AWG7000C/5000C系列任意波形发生器

AWG5000C

- ▶ 600MS/s 和 1.2 GS/s型号，每通道32M点存储深度
- ▶ 2 和 4 通道
- ▶ 14 bit 垂直分辨率
- ▶ 4 或 8 个标尺输出
- ▶ 序列，子序列和动态跳转能力
- ▶ 在两通道型号上可选的28 bit数字输出



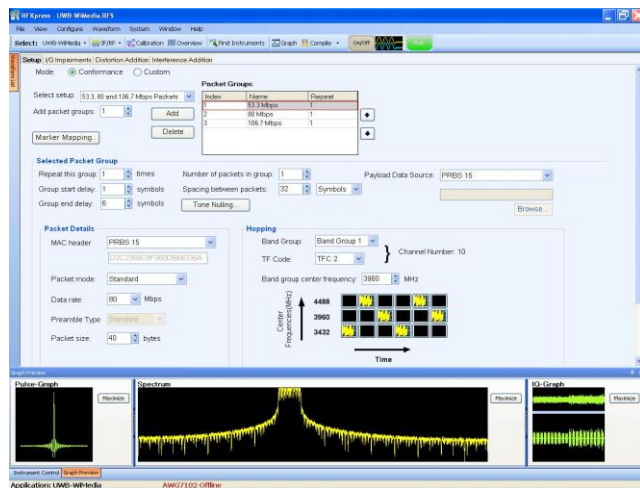
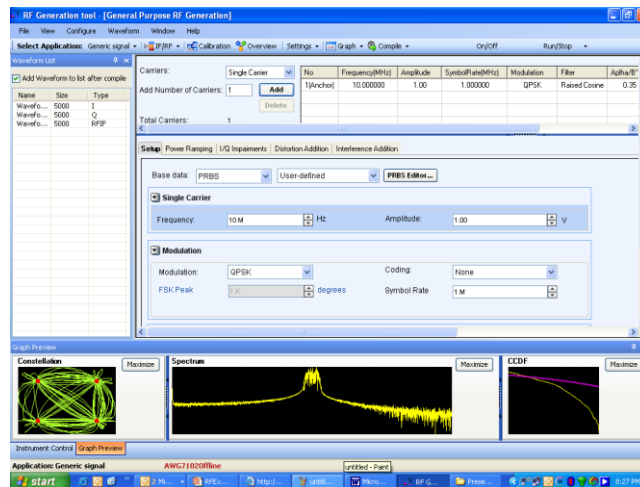
AWG7000C

- ▶ 8 GS/s 和 12 GS/s，每通道64M点深度
- ▶ 1 和 2 通道
- ▶ 在两通道型号上可选的 16 & 24 GS/s 交叉功能
- ▶ 10/8 bit 垂直分辨率
- ▶ 2 或 4 个标尺输出
- ▶ 序列，子序列和动态跳转能力
- ▶ 1GHz带宽下54dBc无杂散动态范围
- ▶ 调制带宽高达3.5GHz (1dB)



为射频应用产生信号

- 基带 (IQ) 和 IF/RF
- 生成多载波信号
- 理想或受损信号
- 重放已采集波形
- 序列模式能产生复杂激励
- AWG + RFXpress
- RFXpress 的雷达和OFDM选项



RFXpress 在宽带射频测试中的应用

The screenshot displays the RFXpress software interface for configuring a waveform. The window title is "RFXpress - Generic signal.rfs". The menu bar includes File, View, Configure, Waveform, System, Window, and Help. The toolbar shows various icons for selection, configuration, and execution.

Waveform List

Number	Frequency (MHz)	Amplitud...	Symbol rate(MHz)	Modulation	Filter	Alpha/B*T	State
1	2000.000000	0.00	800.000000	QPSK	Raised Cosine	0.35	ON

Total carriers: 1

Setup | Hopping | Power Ramping | I/Q Impairments | Distortion Addition | Multi-Path | Interference Addition | Sub-Carrier Modulation | S-Parameters

Base data: PRBS 9

Single Carrier

Frequency: 2.000000000 GHz Amplitude: 0.00 dBm

Modulation

Modulation: QPSK Coding: None Symbol rate: 800.000000 MHz

Filter/Window

Filter: Raised Cosine Window: None

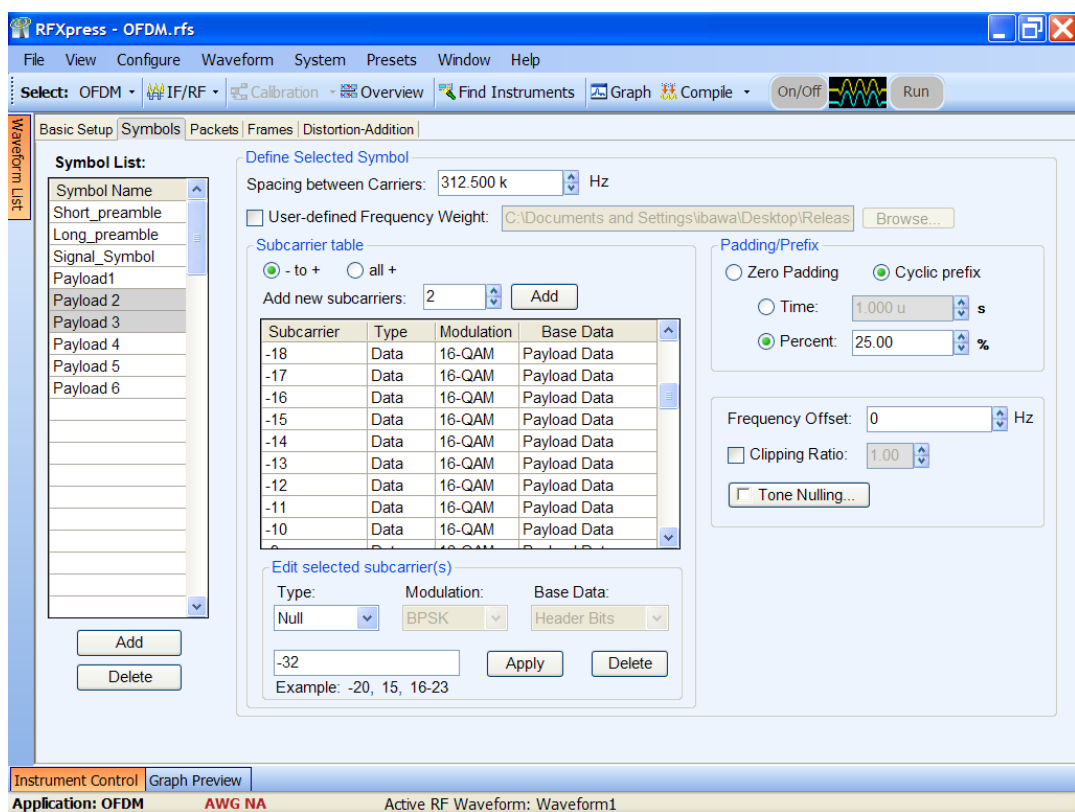
Alpha/B*T: 0.35

Convolution length: 21 symbols

Instrument Control | Graph Preview

Application: Generic signal AWG7122B Online Calibration corrections: Off Active RF Waveform: Waveform1

创建OFDM信号



- ▶ 可设置OFDM包含的所有参数
- ▶ 从基本数据、符号、包到帧，完整创建OFDM信号
- ▶ 加入损伤，比如相噪、多径或量化误差
- ▶ 简便地定义跳频和带限噪声
- ▶ 预设了WiFi和WiMax标准波形

任意波形发生器的使用

2 CHANNEL AWG



CH1: I Signal

CH1: Q Signal

IQ MODULATOR



RF Signal

UPCONVERTER

1 CHANNEL AWG



CH1: IF Signal



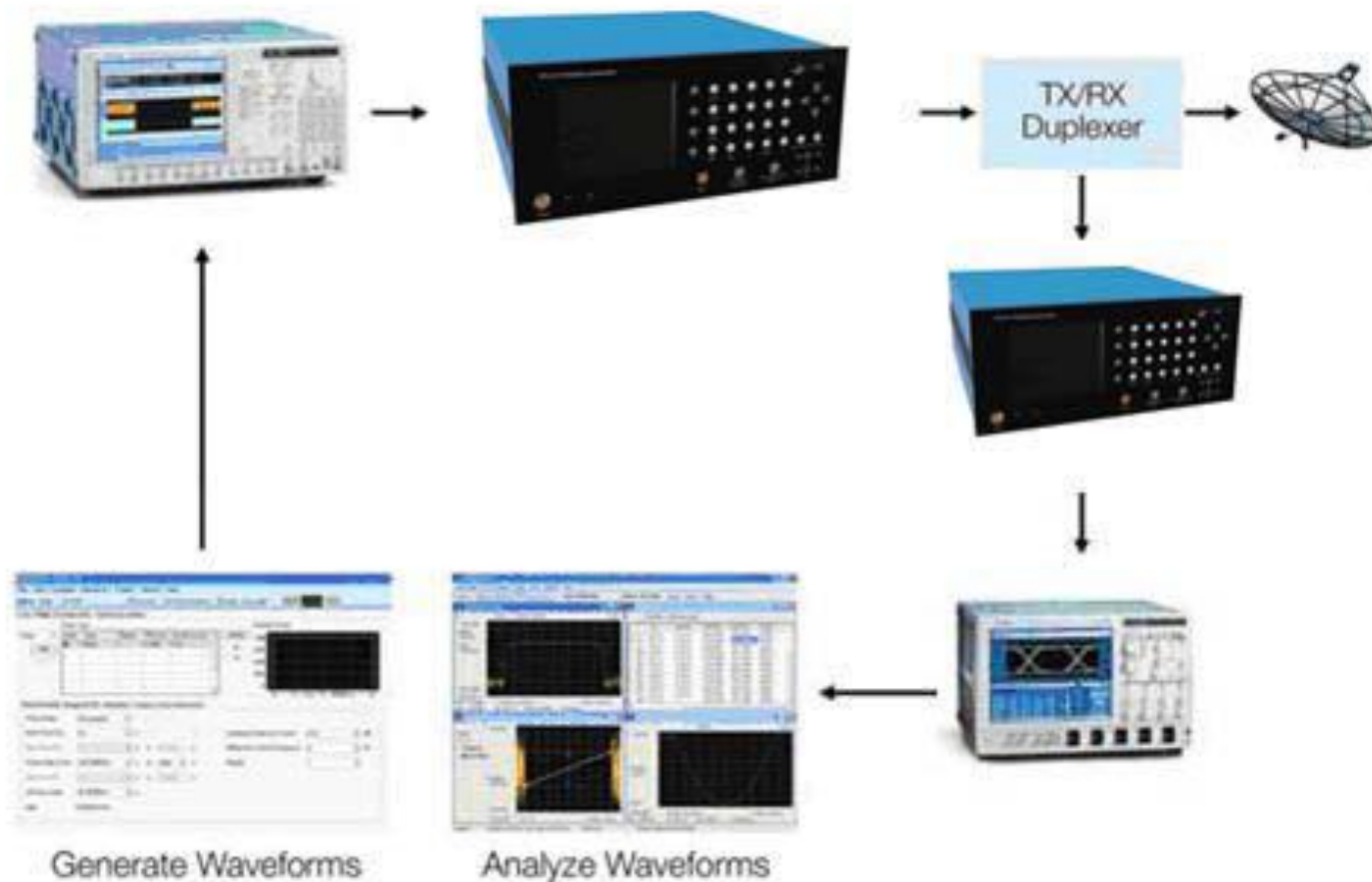
RF Signal

HIGH SPEED 1 CHANNEL AWG



CH1: RF Signal

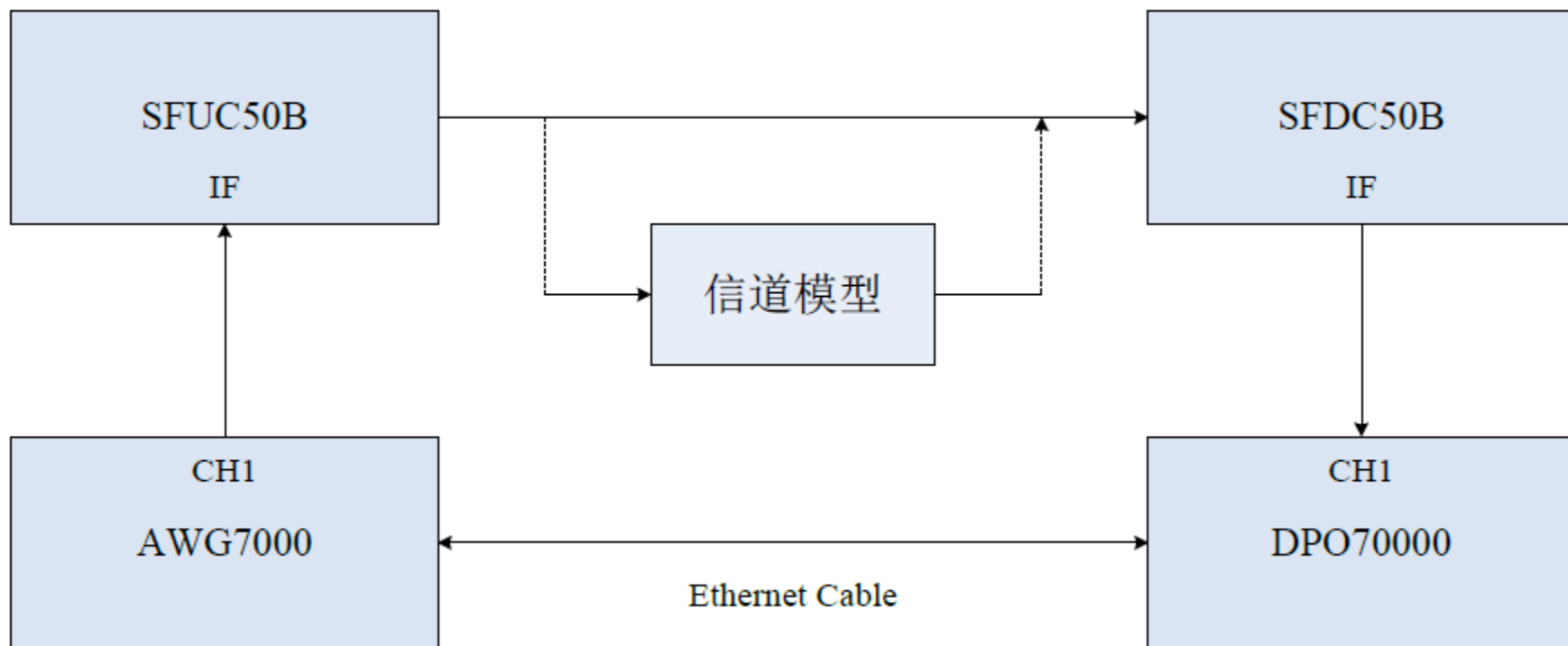
方案组成



完善简洁的预失真技术

- 任何宽带/超宽带信号源，其频响都或多或少有不完美的地方
- 宽带/超宽带任意波形发生器在宽带应用中，可能需要预失真（校准）
- 基于直接数字合成的仪器，通常预失真都是使用一个FIR滤波器
 - FIR滤波器是和采样率相关的算法
- **RFXpress**支持超宽带校准——只需要一台宽带接收机即可，可选择校准信号或校准镜频
 - 支持射频校准——用户指定校准频率范围
 - 支持中频校准——同时校准中频和混频器频响
 - 基带校准——同时校准调制器和基带频响
 - 实测校准结果： $\pm 0.5\text{dB}$ 的平坦度

完善简洁的预失真技术



校准

RFXpress - Generic signal.rfs

File View Configure Waveform System Window Help

Select: Generic signal - IF/R/F - Calibration - Overview Find Instruments Graph Compile - On/Off Run

Waveform List

Carriers: Single Carrier

Number	Frequency (MHz)	Amplitud..	Symbol rate(MHz)	Modulation	Filter	Alpha/B*T	State
1	10.000000	0.00	1.000000	QPSK	Raised Cosine	0.35	ON

Total carriers: Find Instruments

Setup Hopping P

Base data:

Single Ca

Frequency:

Modulation:

Filter/Win

Status: Ready

Filter: Raised Cosine Window: None

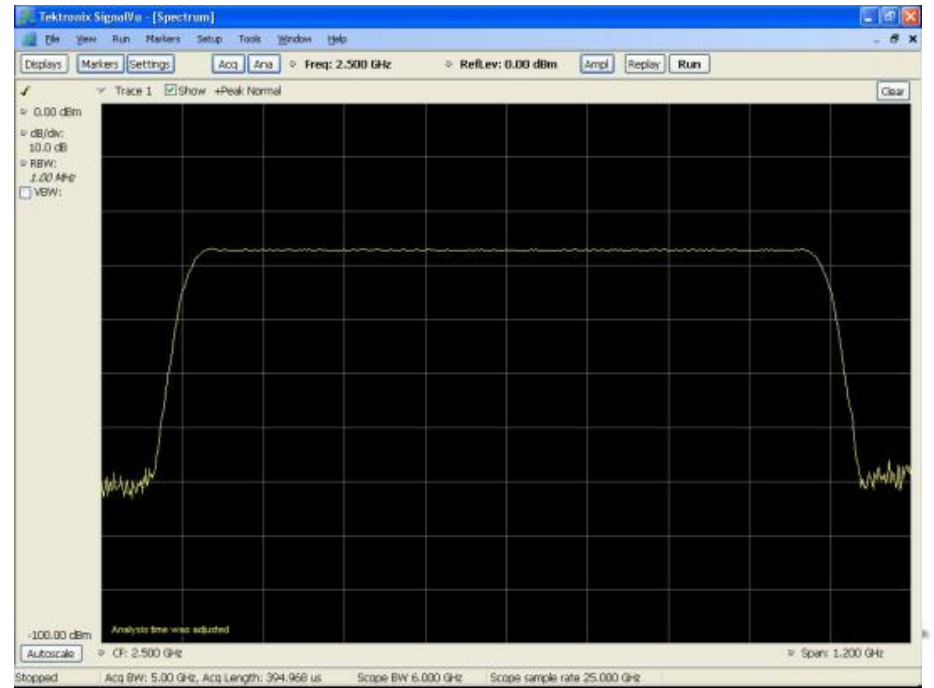
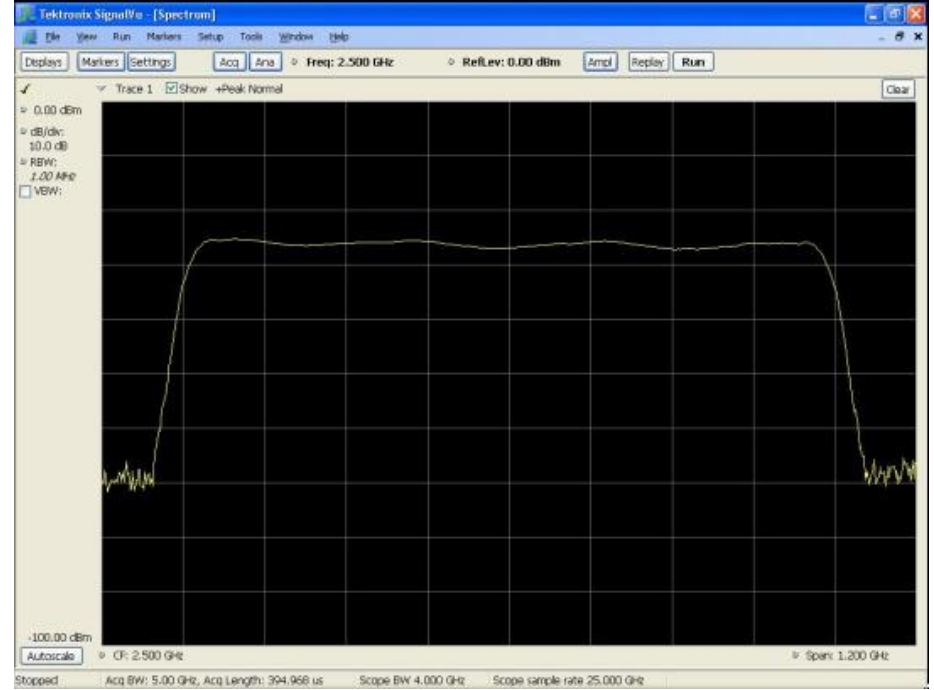
Alpha/B*T: 0.35

Convolution length: 21 symbols

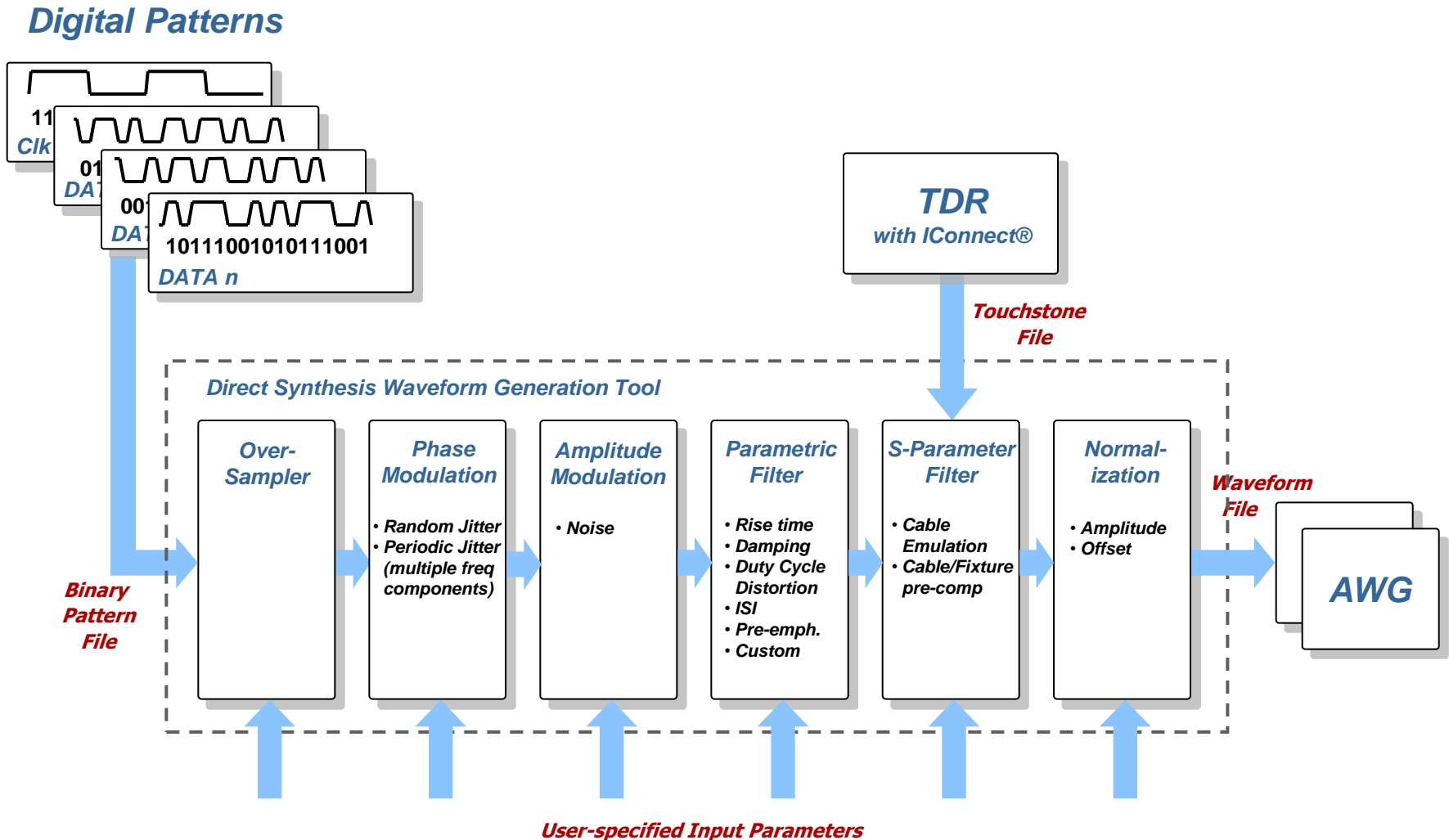
Find Instruments dialog:

Model	Status	ConnectionType	Name
TEKTRONIX,DPO70804B	Connected	Ethernet	

Buttons: Connect, Disconnect, Refresh, Import...



AWG在高速串行数字信号中的应用



使用SerialXpress®直接合成串行数据波形

Standard Base Patterns

- ▶ SATA, SAS
- ▶ HDMI
- ▶ DisplayPort
- ▶ PCIe
- ▶ Fiber Channel

Signal Impairments

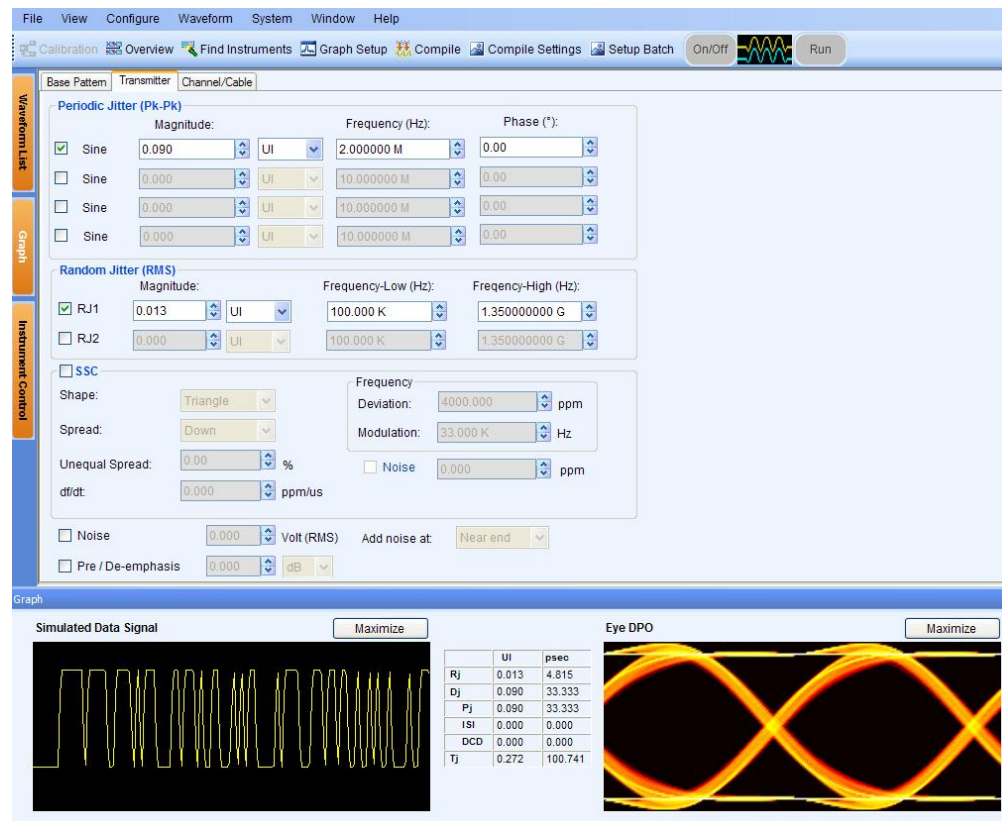
- ▶ Rj, Pj
- ▶ Duty Cycle Dist
- ▶ SSC

Waveform parameters

- ▶ Pre/de-emphasis
- ▶ Rise/fall time
- ▶ Damping

Cable Emulation

- ▶ ISI
- ▶ S-Parameter import
- ▶ Cable/fixture comp.

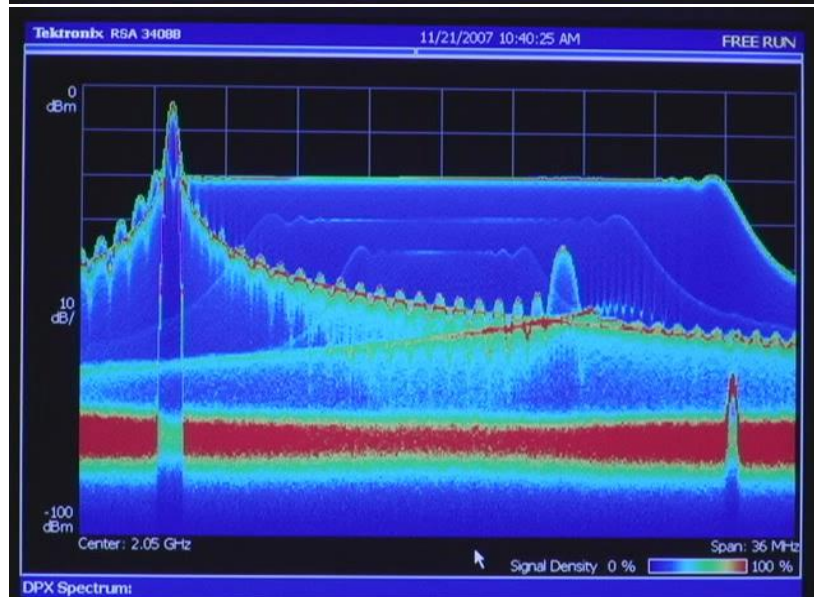
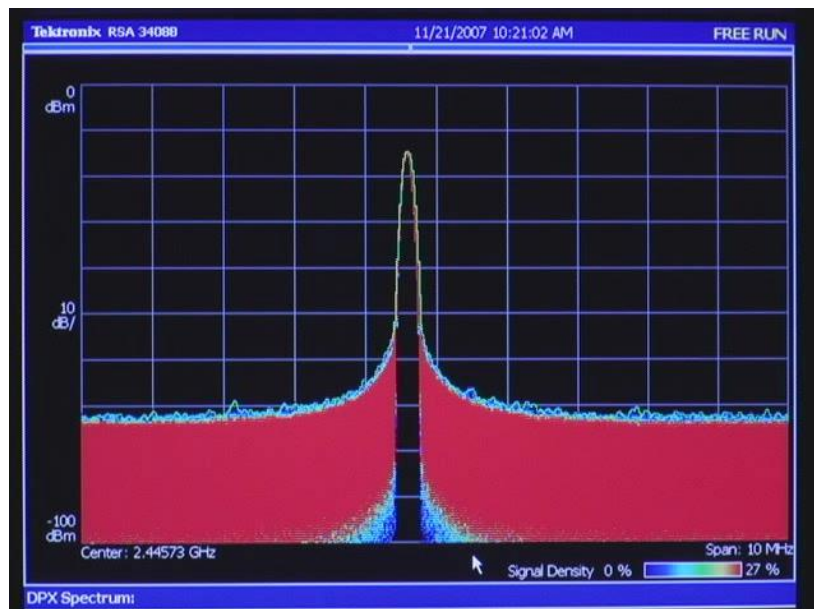


将“实时分析”的理念带入宽带射频系统

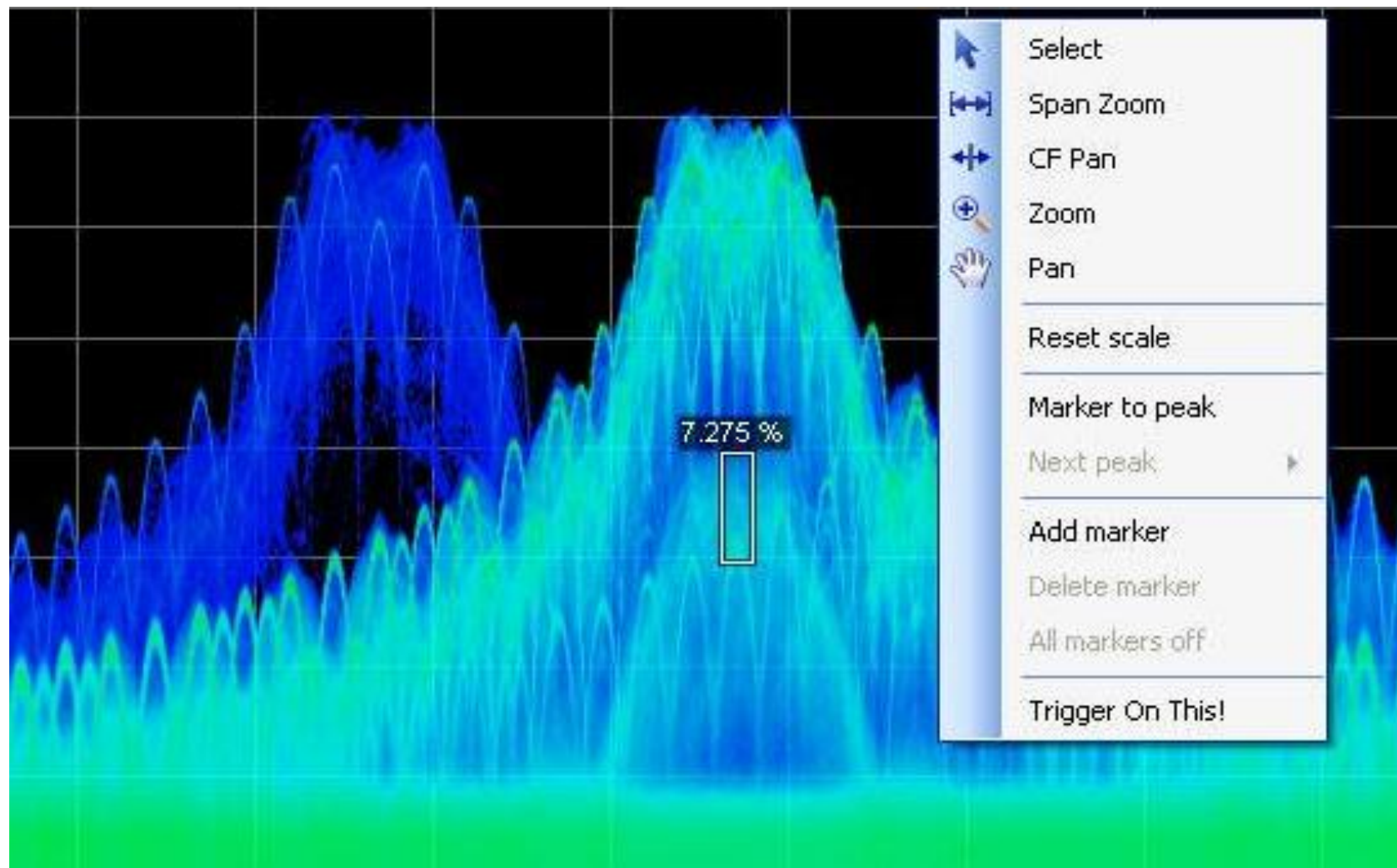
- 新体制宽带射频系统中的信号通常都是时变的，因此时域测试必不可少
 - 幅度、频率、相位的时间特性在测试中至关重要
- “实时”意味着实时观测、实时监控、实时捕获和分析
- “实时”的目的和实现方法
 - 在射频信号上实时采集
 - 能够在信号中发现关心的信号
 - 能够用各种手段隔离出关心的区域
 - 能够灵活指定分析的时间和位置
 - 对于关心的区域能够时间相关地测试各种参数

实时观测

- 对于时变信号的频谱观测，关键在于得到频谱的速度有多快
- 泰克在实时频谱分析上使用专利的DPX技术，可以最高每秒获取292,000个频谱
- 信号只要驻留3.7us或以上，就能100%捕获；小于3.7us也能以较高的概览捕获
- 对于动态信号，如脉冲调制信号、复杂环境下的信号等，可以让用户看到生动的画面



“trigger on this ! ”



DPO/MSO70000 高性能混合信号示波器

业内领先的配有高性能数字通道的实时示波器

高性能

- 80ps 数字定时分辨率
- 10 ps 模拟定时分辨率

- 深存储
- 对于模拟和数字通道全部为250M/ch

iCapture™ 同时进行模拟数字时间相关调试

- 16 数字通道
连同4个模拟通道
组成的采集系统

- Event Qualified Triggering
隔离定位偶发的故障

- 新数字逻辑探头
提供高信号保证度
以及最小的负载

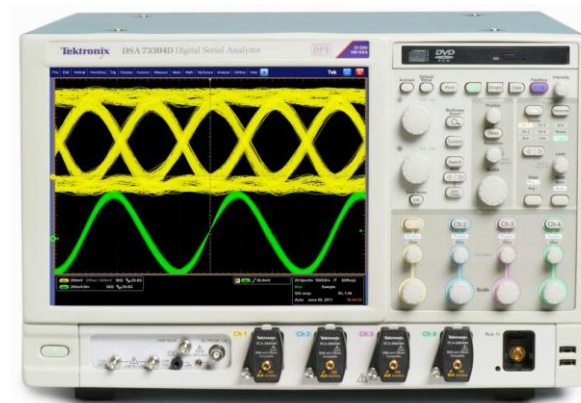
集成了并行总线、
I2C、SPI解码功能



主要指标

模拟带宽	采样率	上升时间
33 GHz	100GS/s	9 ps

- 10 TS/sec 等效采样率
 - 50x 于最接近的竞争对手
- 输入灵敏度: 62.5mV 满刻度
- 低的内部噪声和抖动
 - 750 uVrms (33 GHz, 62.5mV FS)
 - Jitter Noise Floor: <250fs Sample clock jitter: <250 fs
- 适合于长时间趋势/抖动评估的存储深度
 - 250MS on 4 channels
- 最高波形捕获率 >300,000 wfms/sec



Notes: Typical rise time is measured at 20%/80%
Specifications subject to change

DPO/DSA73304D 示波器 支持严苛的信号保证度和连接能力



P7500 Series
三模探头

- 新的 P7600 系列探头
 - 和 DPO/DSA73304D匹配的性能
 - 在公布的时候有进一步的信息
- DPO/DSA73304D 所有型号与泰克的所有高性能探头系统兼容



P7300SMA Series
差分探头



P7240/P7225
单端探头



P7300 Series
差分探头

DPO7000 Series

DPO7000 Series Performance

Models	DPO7354C	DPO7254C	DPO7104C	DPO7054C
Bandwidth	3.5 GHz	2.5 GHz	1 GHz	500 MHz
Sample Rate (3, 4 ch) (2 ch) (1 ch)	10 GS/s 20 GS/s 40 GS/s	10 GS/s 20 GS/s 40 GS/s	5 GS/s 10 GS/s 20 GS/s	2.5 GS/s 5 GS/s 10 GS/s
Record Length (1 ch) (2 ch) (3, 4 ch)	40M 20M 10M	40M 20M 10M	40M 20M 10M	40M 20M 10M
Max opt Record Length (1/2/3,4)	400M / 200M / 100M	400M / 200M / 100M	200M / 100M / 50M	200M / 100M / 50M
Max Waveform Capture Rate	>250,000	>250,000	>250,000	>250,000
Probing Interface	TekVPI	TekVPI	TekVPI	TekVPI

DPO7000系列：通用型示波器的最高标杆

Performance

Productivity

Insight

Value

200ps

Glitch Trigger

$\pm 1\%$

Vertical Accuracy

$<1.5ps_{rms}$

Trigger jitter

1.25Gb/s

Serial pattern triggering

More Performance Than Any Other Mid-Range Oscilloscope

MSO/DPO Series: Choosing the Right Oscilloscope



	MSO/DPO4000B	MSO/DPO5000	DPO7000C
<i>Bandwidth</i>	1 GHz, 500 MHz, 350 MHz	2 GHz, 1 GHz, 500 MHz, 350 MHz	3.5 GHz, 2.5 GHz, 1 GHz, 500 MHz
<i>Record Length</i>	20 M points	12.5 M points; 250 M points (opt.)	12.5 M points; 500 M points (opt.)
<i>MSO Capability</i>	Yes (MSO Series)	Yes (MSO Series)	N/A
<i>Serial Bus Analysis</i> <i>Trigger and Decode</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ I²C, SPI ▪ RS-232/422/485/UART ▪ USB, Ethernet ▪ CAN, LIN, FlexRay ▪ MIL-STD-1553 ▪ I²S, LJ, RJ, TDM 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ I²C, SPI ▪ RS-232/422/485/UART ▪ USB ▪ CAN, LIN (decode only) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ I²C, SPI ▪ RS-232/422/485/UART ▪ USB ▪ MIPI DSI-1/CSI-2 (decode only) ▪ CAN, LIN ▪ Serial pattern trigger
<i>Analysis</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Serial debug ▪ Power measurements ▪ Limit/mask test 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jitter/Eye diagram analysis ▪ Serial debug and compliance testing ▪ Power measurements ▪ RF analysis ▪ Limit/Mask test 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jitter/Eye diagram analysis ▪ Serial debug and compliance testing ▪ Power measurements ▪ RF analysis ▪ Limit/Mask test
<i>Included Voltage Probes</i>	(4) TPP0500 – 500 MHz or (4)TPP1000 – 1GHz , 3.9pF, 10X passive probes	(4) TPP0500 – 500 MHz or (4)TPP1000 – 1GHz , 3.9pF, 10X passive probes	(4) P6139B – 500 MHz, 8pF, 10X passive probes
<i>Other</i>	10.4" XGA display Embedded O/S LXI Class C	10.4" XGA display with touchscreen Windows 7 64-bit O/S LXI Class C	12.1" XGA display with touchscreen Pinpoint Trigger Windows 7 64-bit O/S LXI Class C

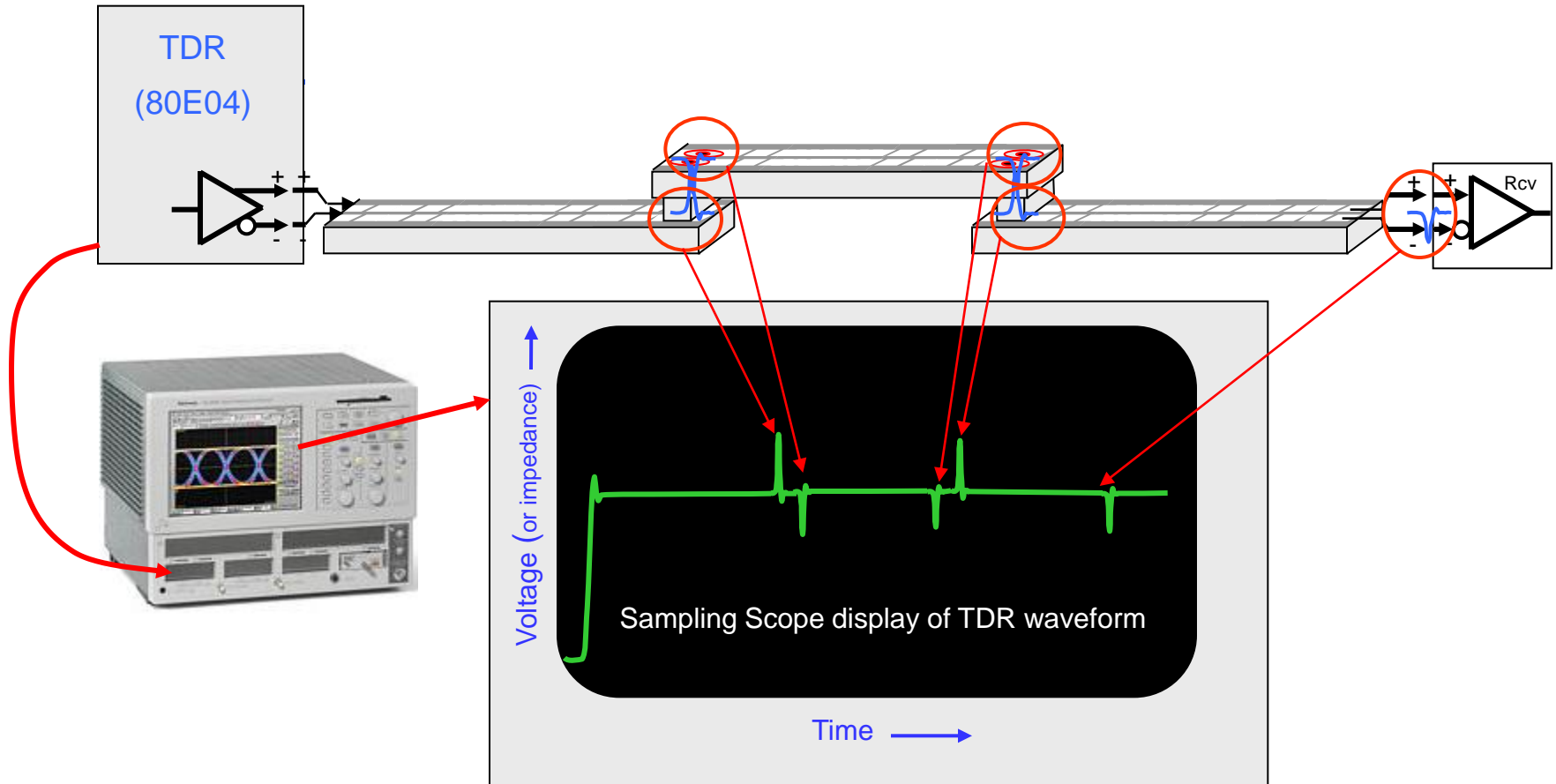
为宽带测试提供足够的带宽

- 实时频谱分析配合足够带宽的仪器，发挥更好的性能
 - 实时频谱分析仪，**73dB@110MHz**
 - 将示波器作为宽带/超宽带接收机，配合实时频谱分析软件，获得宽带分析所需要的带宽和分析能力。
 - 泰克示波器可以提供四通道匹配的性能，将射频测试瞬时带宽提高到**33GHz**
 - 多通道输入，提供宽带基带（差分或单端）分析能力
 - 宽带接收机，不仅可以测试被测系统的发射机，其结果还可以作为被测系统接收机的验证参考
- 另一方面，宽带信号源必不可少
 - 宽带接收机测试需要宽带信号源
 - 专业的激励信号仿真和生成软件
 - 同样，这些宽带激励源不仅用于接收机测试，还可以作为发射机的对比参考

PCB验证

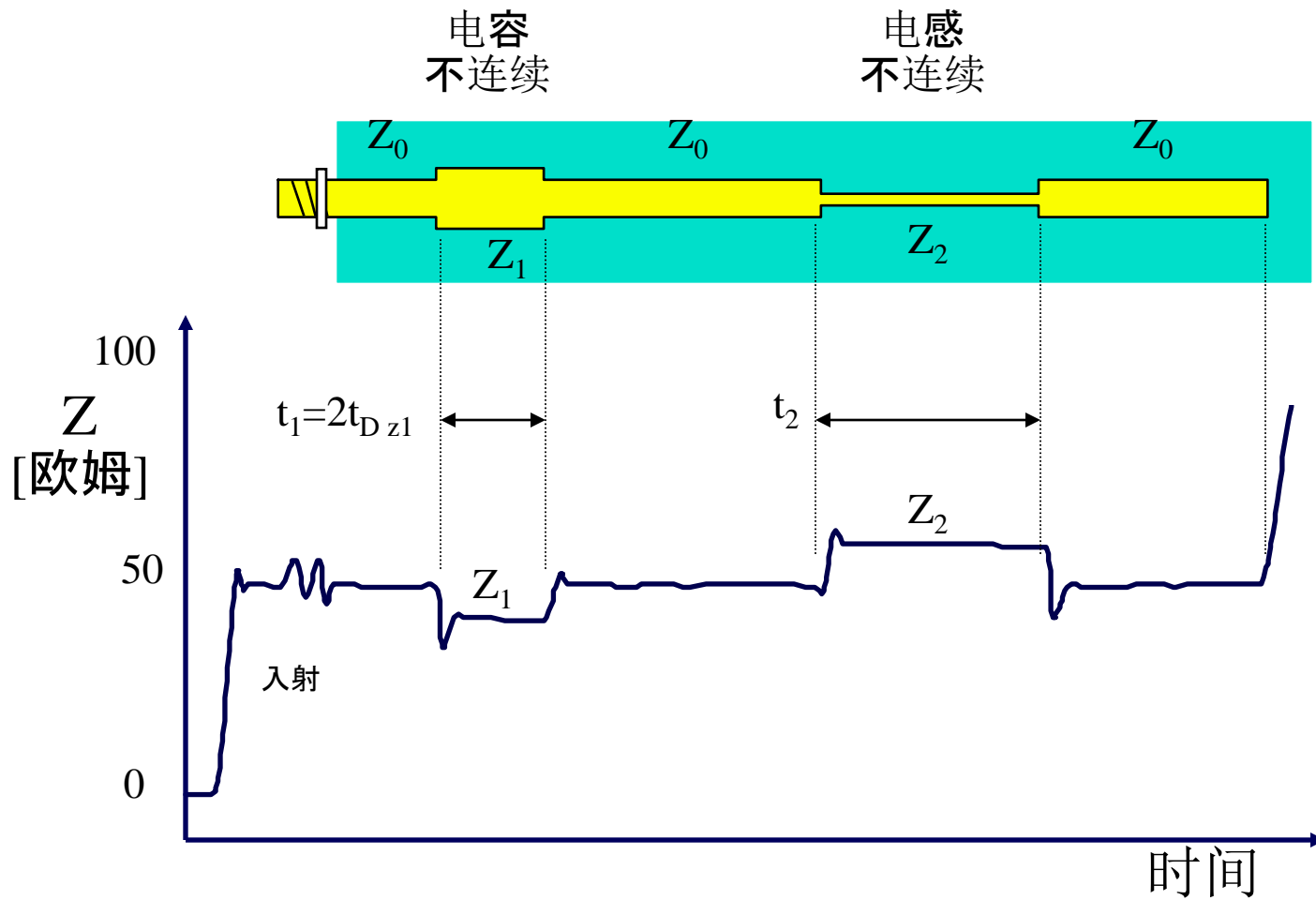
- 仿真布线是关键
- 实测也必不可少
 - 简单的短路测试
 - 阻抗验证
 - 接插件选择
 - 串扰情况
 -
- 测试**PCB、Cable、Connector**等传输线特性阻抗的最常用方法是**TDR**方法。

TDR在信号完整性SI(Signal Integrity)中的应用——Reflection(反射)



► TDR on an Equivalent Time scope is used to measure the quality of the serial data interconnect: A step is generated and returning reflections are sampled (it's like radar for serial data cables and boards)

TDR概述及原理—更加复杂的走线



泰克公司TDR测试方案-P8018/P6150



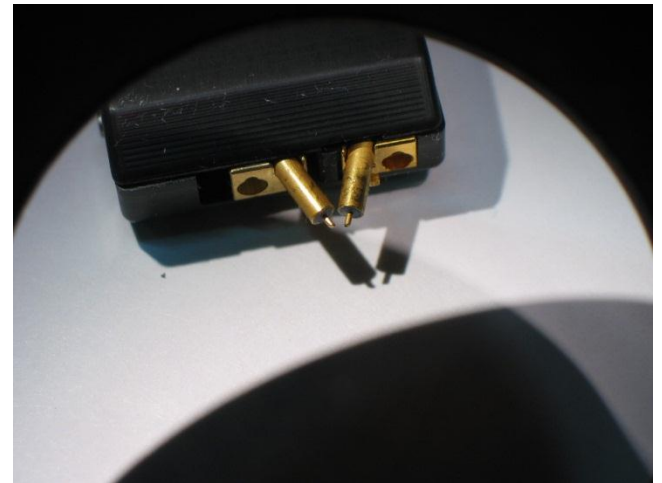
20 GHz Probe Tip Bandwidth
50 Ω Impedance TDR Passive Probe



>9GHz带宽
1X, 10X 衰减探针
可调距离宽度的接地线
<38.8ps上升时间
<0.15pF 输入电容

高带宽差分TDR探头是测试关键

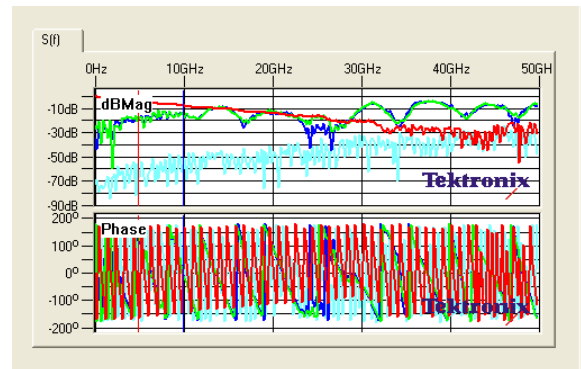
- ▶ P80318 – 18GHz 100 Ω 手持式TDR阻抗测量探头
 - 0.5mm to 4.2mm可调间距探头尖
 - FR4材质PCB最小2.5 mm (0.1 in.) 间距分辨
 - 与80A02模块一起使用时提供EOS/ESD 保护功能
- ▶ 专门优化用于差分TDR/TDT测量
- ▶ P80318X – 18GHz 100 Ω 手持式TDR差分阻抗测量附加探头
 - 用于主要探头需要维护时的替代品,确保生产时间



IConnect软件—信号完整性和S参数自动测量软件

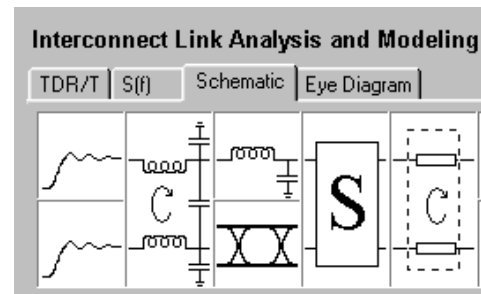
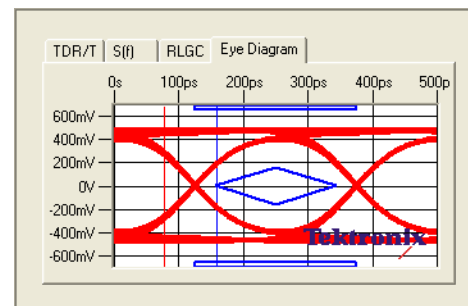
性能

- ▶ 高达70dB的动态范围
- ▶ 改善了阻抗测量精度和分辨率(Z-Line)
- ▶ 1M 记录长度, 可以在更高频率测量长互连



高效, 简单

- ▶ 自动程序, 最大限度地减少错误, 降低测试时间
- ▶ 为制造应用提供了命令行界面
- ▶ 全面的互连链路分析功能
- ▶ 自动提取SPICE模型, 集成式分析功能, 并支持仿真模型
- ▶ 在几分钟内、而不是几个小时内完成分析任务



高速数字系统设计和调试

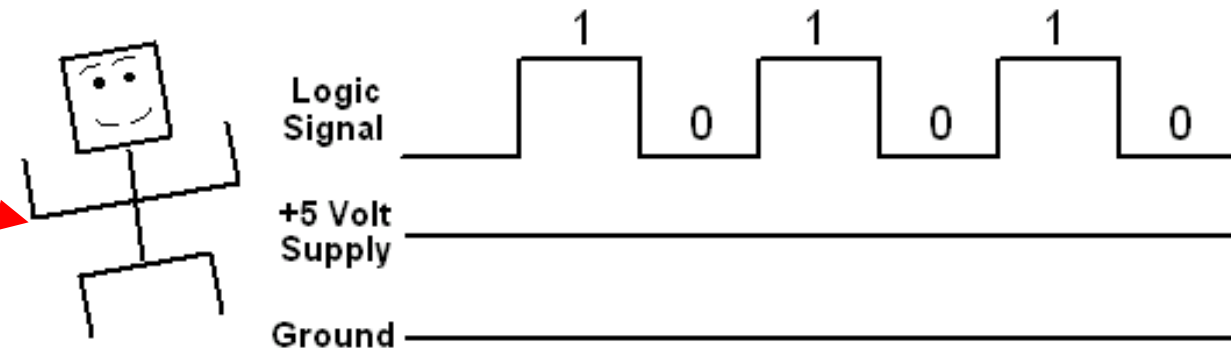


泰克DPO示波器+TLA逻辑分析仪

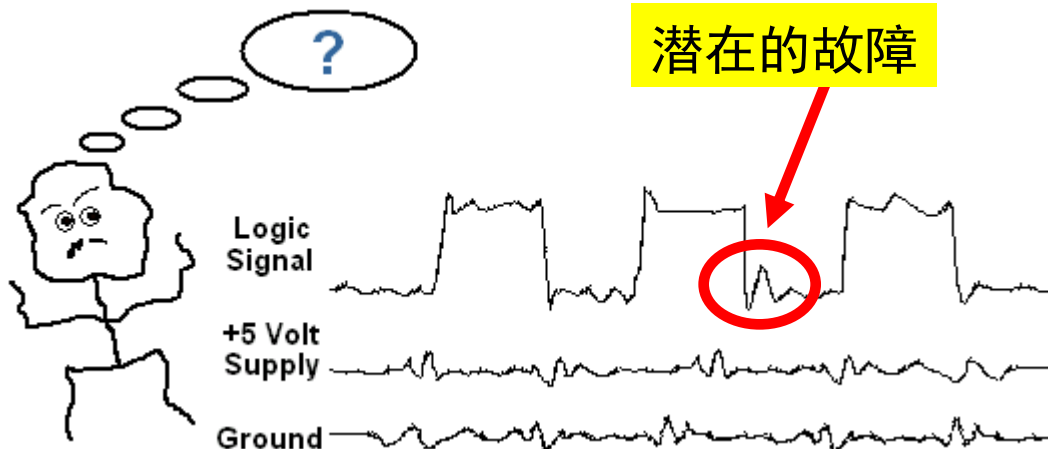
iLink™ 逻辑分析仪工具包

iView™ 技术：快速定位和分析硬件故障

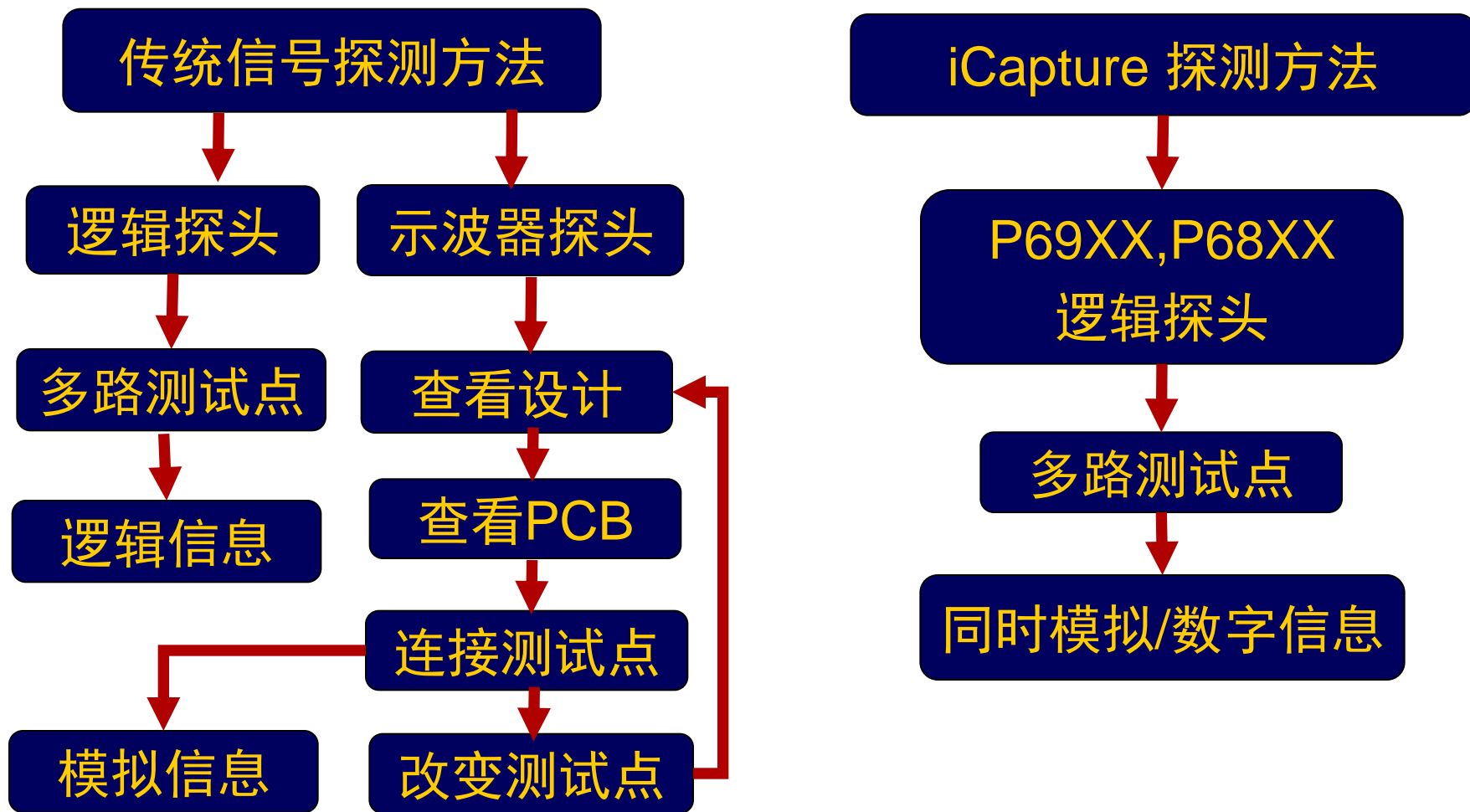
教科书上的
数字信号



示波器测量的
数字信号



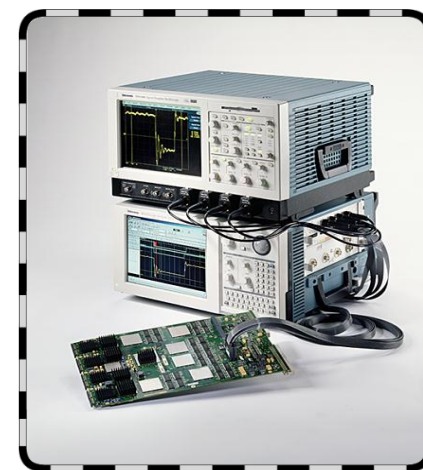
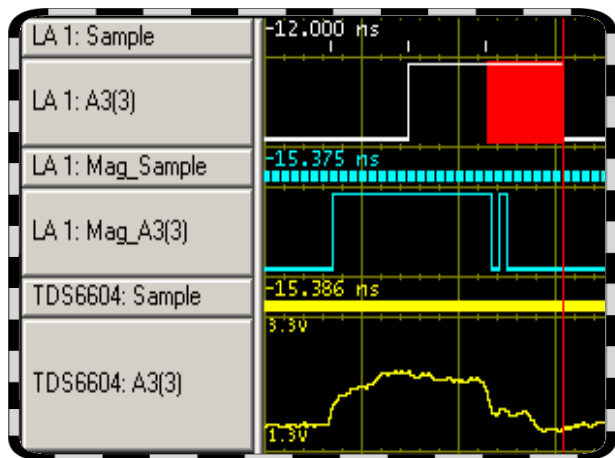
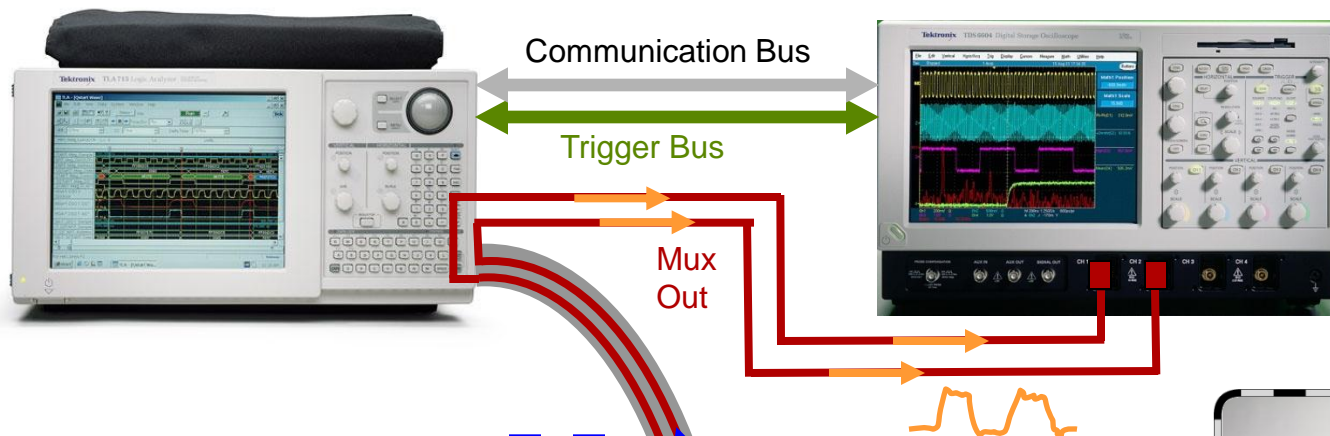
iCapture™ 技术提供最灵活的探测方案



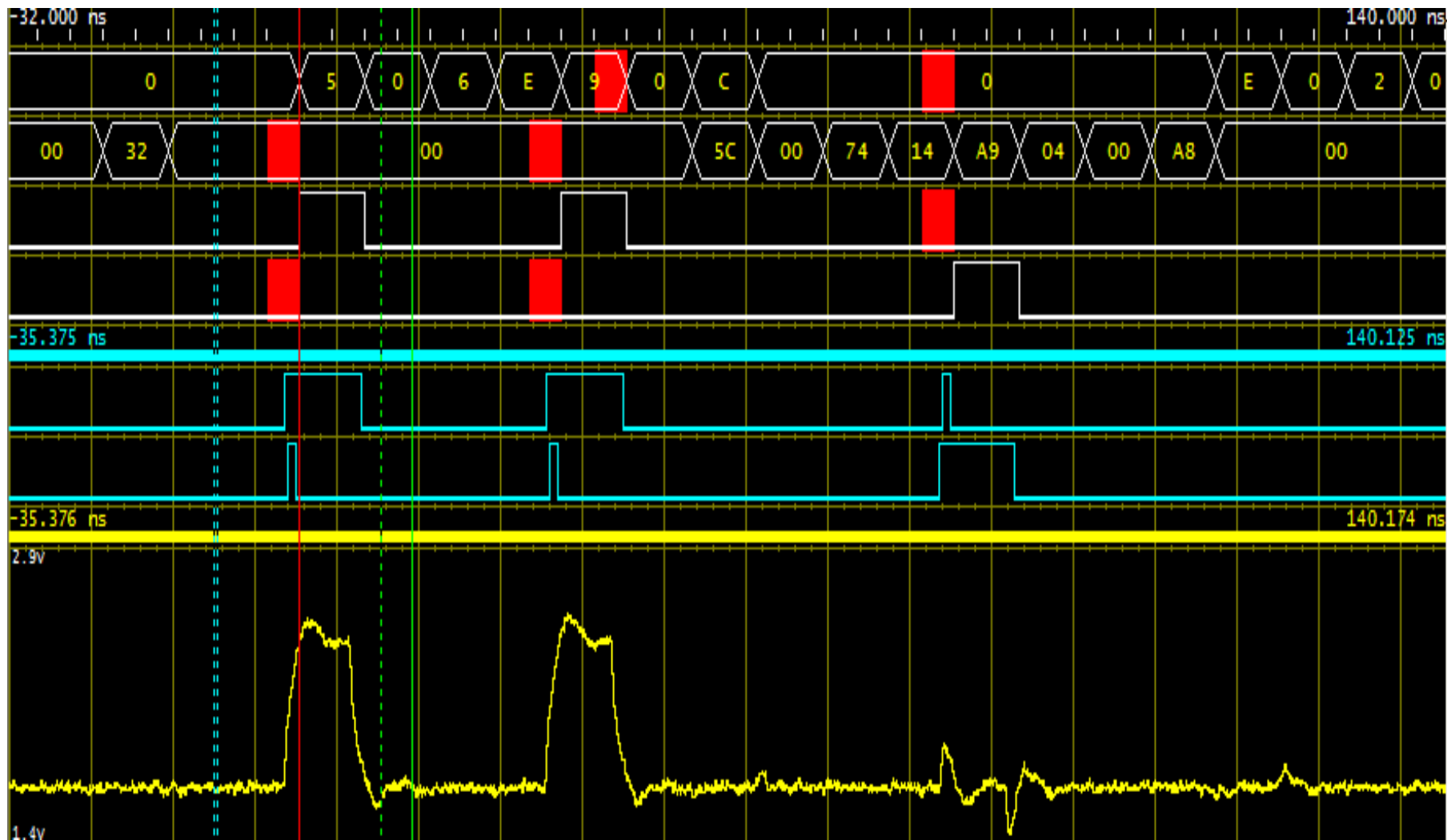
一个逻辑探头完成模拟/数字信号联合观测

TLA

TDS

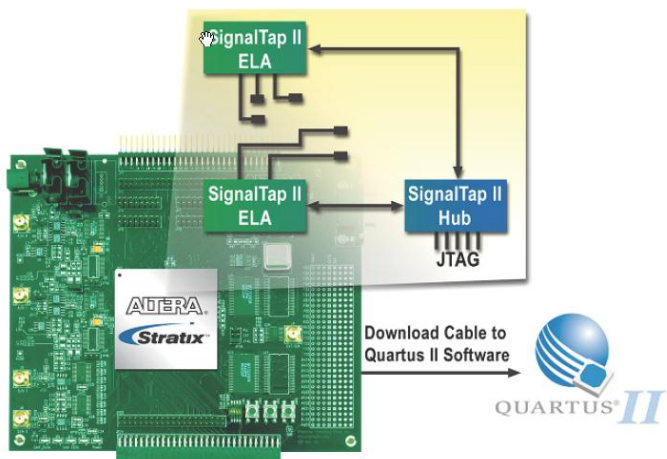


iView™ 技术：模拟参数/逻辑时序联合观测



In-Circuit FPGA 调试方法

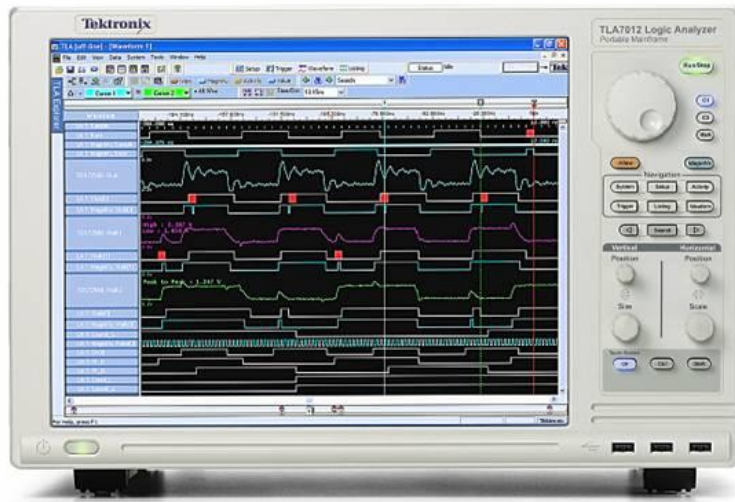
- 方法一：内嵌式逻辑分析仪
 - **FPGA**设计过程中插入逻辑分析功能
 - 能够触发内部总线
 - 存储采集的数据
 - 使用**FPGA**片内内存资源
 - 例如：
 - **SignalTap® II (Altera)**
 - **ChipScope™ ILA (Xilinx)**
 - **CLAM® (Actel)**



- 方法二：外部逻辑分析仪
 - 使用**TLA**逻辑分析仪调试**FPGA**
 - 将希望观测的**FPGA**内部信号引入到**FPGA**的测试引脚上，用逻辑分析仪观测
 - 利用**FPGA**的可编程特性



重新思考外部逻辑分析仪方法



Supports all Tektronix
TLA Logic Analyzers

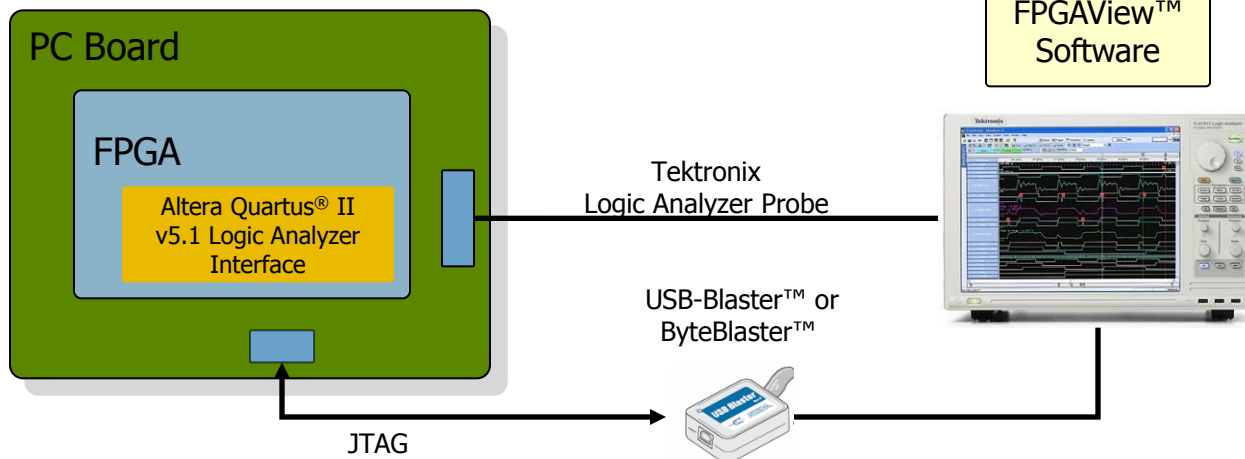


Supports complete
range of Popular FPGAs

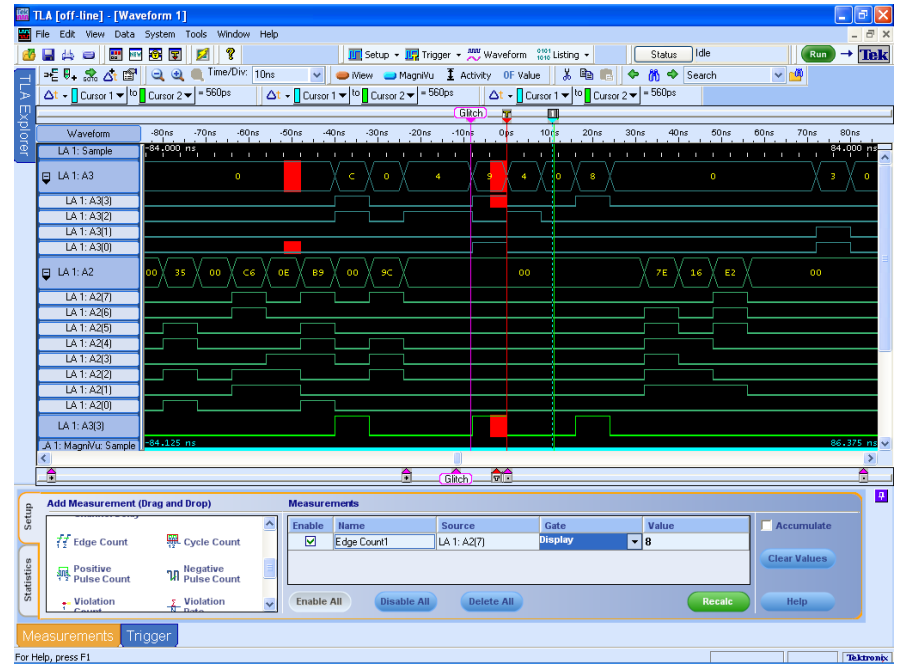
Altera FPGAs的实时逻辑调试

- Supports Altera FPGA devices
- Runs on Windows 2000 and Windows XP machines
- 支持实时调试
- 提高调试效率
- 操作更加方便

Function	Solution
Multiplexer	Altera Quartus® II v5.1
Control Software	FS2 FPGAView™
Logic Analyzer	Tektronix TLA Series Logic Analyzer, running v4.3 or later
JTAG Cable	Altera USB-Blaster™ or ByteBlaster™



支持FPGA调试的Tektronix 逻辑分析仪家族

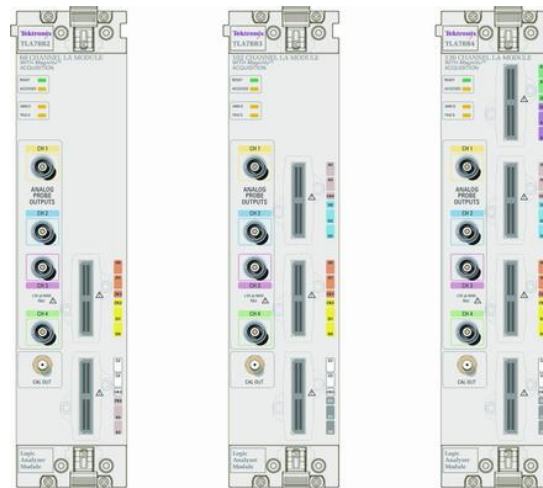


- TLA7000系列 – 高性能，模块化，易于扩展
- TLA6000系列 – 最高的性价比

TLA7BBx

Banner Specification Overview

DIGITAL CHARACTERISTICS	TLA7BB2	TLA7BB3	TLA7BB4
Digital Channels	68	102	136
High Speed Timing (MagniVu)	50GS/s (20ps)		
Deep Memory Timing	800/1600/3200/6400 MS/s		
State Speed	1.4GHz/2.8Gbps		
Memory Depth	Standard 2Mb, Maximum 64Mb		
Probes	P68xx and P69xx		
Analog Mux	3 GHz		



TLA6200

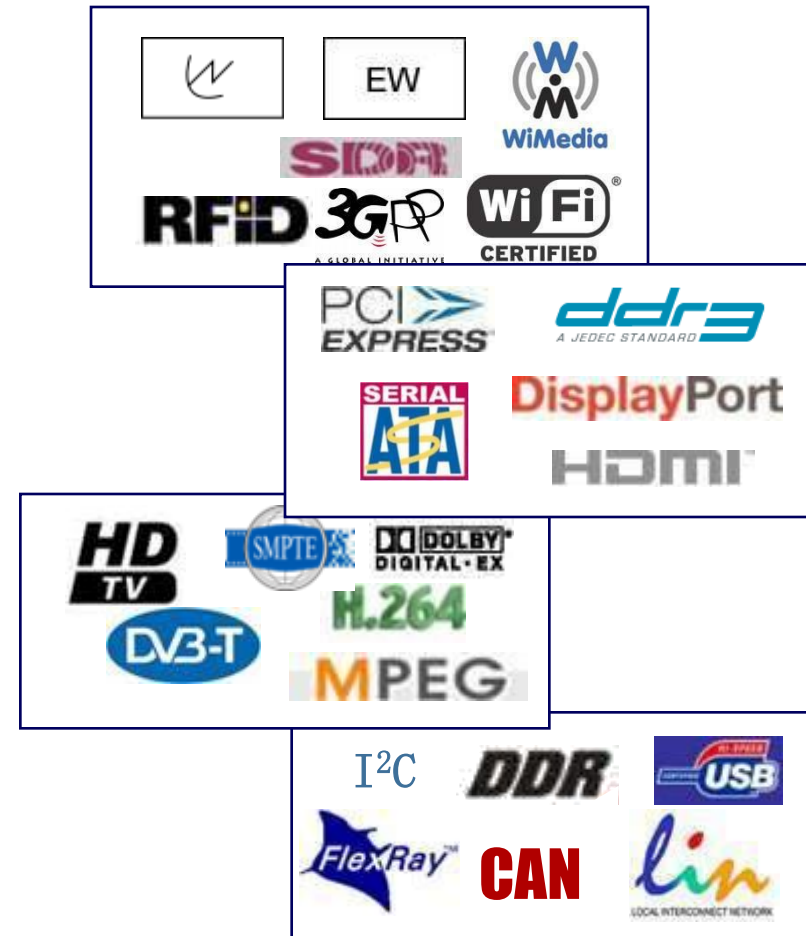
Key specifications and ordering information

Models	Channels (per module)	State Clock Rate	Record Length (Full CH)	Timing (Qtr/Half/Full CH)	Timing (MagniVu™ acquisition)
TLA6202	68	235 MHz (std) 450MHz (opt)	2Mb, 8Mb, 32Mb, 128Mb	500 ps / 1 ns / 2 ns	125 ps
TLA6203	102	235 MHz (std) 450MHz (opt)	2Mb, 8Mb, 32Mb, 128Mb	500 ps / 1 ns / 2 ns	125 ps
TLA6204	136	235 MHz (std) 450MHz (opt)	2Mb, 8Mb, 32Mb, 128Mb	500 ps / 1 ns / 2 ns	125 ps

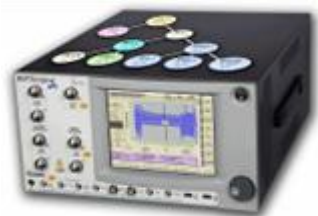


小结: 泰克仪器对数字系统的支持

- **Wireless Everywhere** enabled by Digital RF technologies
 - Delivering confidence to confront the most challenging microwave and RF designs
- **Accelerating Performance** enabled by High-speed Serial technologies
 - Complete High-Speed Serial Test Bench
- **Video Explosion** enabled by Digital Video technologies
 - Complete Offering for Test and Monitoring
- **Pervasive Electronics** enabled by Embedded Systems technologies
 - Complete Embedded Systems Test Bench



BERTScope系列产品概览



BERTScope

- 主要产品BSA系列
- BERT和示波器的结合，基于BER的分析、测试平台
- 主要应用于高速串行和通信的芯片、系统测试
- 可单独作为信号源使用

- 26G
- 17.5G
- 12.5G
- 8.5G



Clock Recovery

- 配合BERT和示波器使用
- 抖动频率测量
- SSC测试

- 28.6G
- 17.5G
- 12.5G



BitAnalyzer

- 基本的误码仪和示波器
- 最低码速率100K，适合于卫通应用

- 1.5G/1.6G



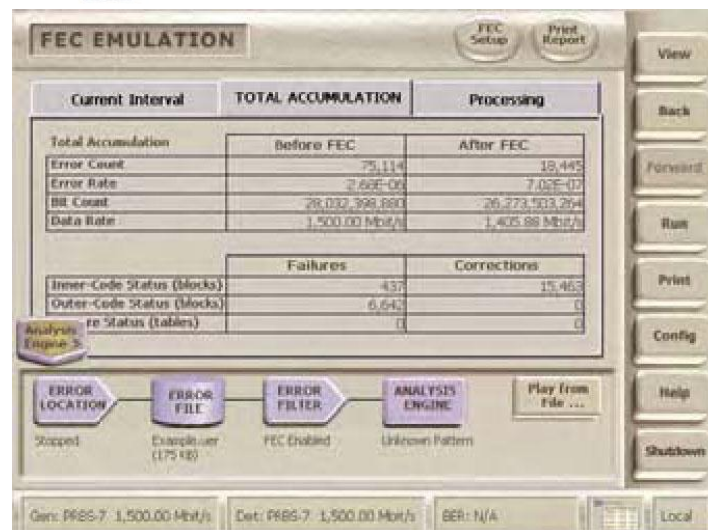
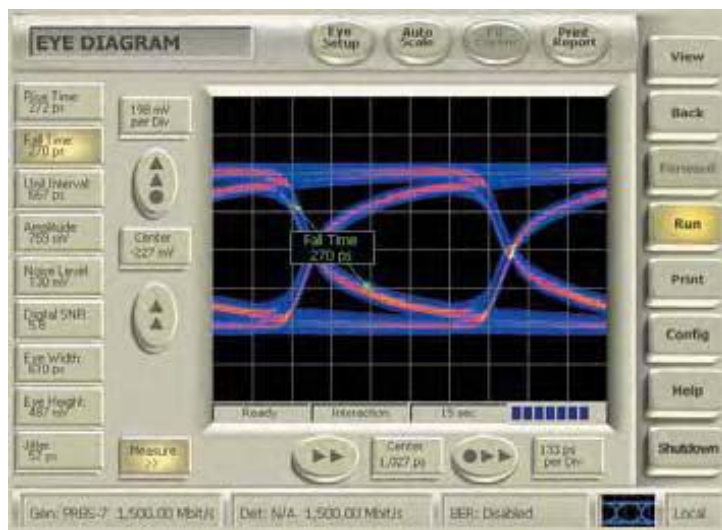
Pre-Emphasis

- 配合BERTScope码型发生器使用
- 提高输出加重以克服通道损耗
- Rx端容限中使用

- 12.5G

宽带通信系统的误码性能测试——BA系列误码率分析仪

- 最高到1.6Gb/s的码型发生器和误码率分析能力
- 误码定位和误码等高线分析
- 抖动测试——TJ、RJ和DJ
- 可自动生成模板的误码等高线
- 眼图测量
- 前向纠错仿真



BERTScope 误码分析仪产品

- BERTScope 系列产品为设计和测试工程师提供结合了示波器的直观观察、误码仪的精度性能于一体的、快速的发现、定位被测系统问题的解决方案。



不仅仅是误码率测试...

- ✓ 深度样本的信号完整性测量
- ✓ 测试验证和调试的快速切换
- ✓ 快速准确的抖动容限测量
- ✓ 极佳的可用性
- ✓ 丰富灵活的配套产品

小结——泰克的宽带解决方案

- 发射机测试——实时频谱分析仪应对110MHz以内的应用；示波器（宽带接收机）和专用分析软件结合，应对宽带/超宽带信号测试
 - 将时域测试贯穿于今天流行的随时间变化的RF信号测试中
- 接收机测试——基于任意波形发生器的宽带/超宽带信号仿真平台
- 数字信号分析——示波器和专业的串行信号分析工具组成数字串行分析仪应对高速信号挑战，任意波形发生器可提供高速激励；逻辑分析仪和示波器联合组成的测试系统以及数字定时发生器应对并行信号测试
- 误码测试

感谢您的关注！

