



突破2GHz带宽的超宽带测试系统



SuShuijin



议程

- 现代超宽带复杂信号的市场趋势
- 泰克高速光通信整体解决方案
- 泰克宽带射频系统解决方案
- 泰克高速串行数据解决方案
- 泰克宽带多通道测试系统解决方案
- 小结

超宽带信号市场需求趋势



高速通信

希望更好地利用网络容量



宽带RF技术

满足日益提高的信息需求



串行数据带宽

在多种快速标准推动下，
复杂程度不断提高

议程

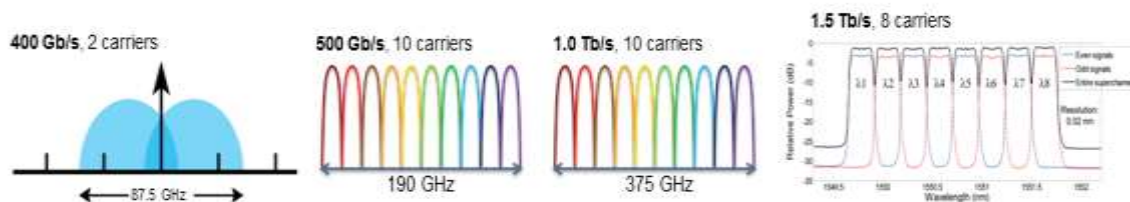
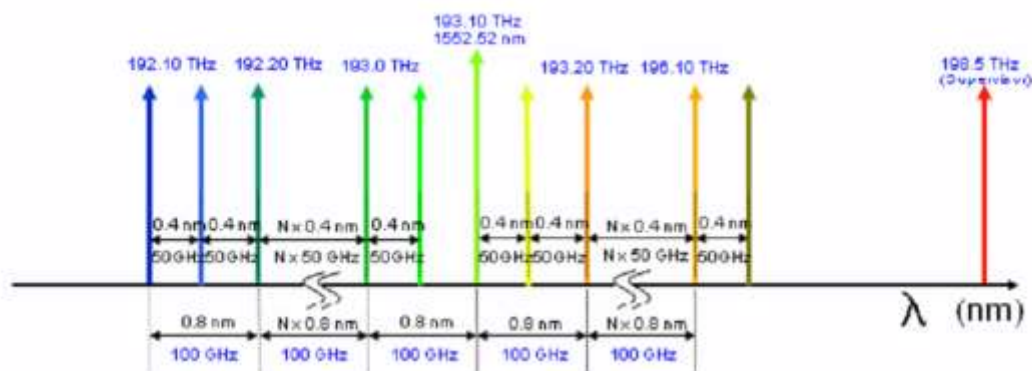
- 现代宽带复杂信号的市场趋势
- 泰克高速光通信整体解决方案
- 泰克宽带射频系统解决方案
- 泰克高速串行数据解决方案
- 泰克宽带多通道测试系统解决方案
- 小结

高速光通信的挑战

- 在光通信领域，更大的传输带宽、更长的传输距离、更高的接收灵敏度，永远都是我们的追求目标。尽管波分复用（WDM）技术和掺铒光纤放大器（EDFA）的应用已经极大的提高了光通信系统的带宽和传输距离，但伴随着高清视频/3G/4G等通信技术的应用和互联网的普及产生的信息爆炸式增长，传输网的核心层及骨干层面临着越来越大的带宽增长压力。当以10G传输技术为基础的长距离传输网带宽耗尽时，网络平滑升级至100G/400G/1T成为必然。
- 但传统10G网络向100G/400G/1T的升级，面临诸多挑战。比如传统的10G光通信系统采用强度调制/直接检测(IM/DD)，即发送端调制光载波强度，接收机对光载波进行包络检测。尽管这种结构具有简单、容易集成等优点，但由于采用强度调制格式，其单路信道带宽利用率非常低。
- 所有这些问题，都迫使需要找到新的途径加以克服。而基于新复杂调制方式相干光通信技术成为了解决诸多问题的办法。

高速光通信的测试挑战

- 光通信接收部分测试——信号源
 - 复杂的调制信号
 - 带宽足够宽——超宽带20GHz
- 光通信发射部分测试——示波器
 - 宽带、超宽带接收——带宽足够70GHz，采样率200GS/s



IF

RF

泰克相干光通信整体解决方案



相干光通信——概念

- 在相干光通信中主要利用了复杂光调制和相干检测技术。
- 复杂光调制，就是利用要传输的信号来改变光载波的频率、相位和振幅(而不象强度检测那样只是改变光的强度)，这就需要光信号有确定的频率和相位(而不象自然光那样没有确定的频率和相位)，即应是相干光。激光就是一种相干光。
- 所谓相干检测，就是利用一束本机振荡产生的激光与输入的信号光在光混频器中进行混频，零差或外差检测得到与信号光的频率、相位和振幅按相同规律变化的基带信号或中频信号。

相干光通信 - 关键技术

- 偏振解复用技术

- 在相干光通信中，可以两个偏振方向各自进行独立调制，以提高系统传输容量。在接收端，两个偏振方向可以通过电域信号处理，将两个偏振方向解复用。

- 高速集成电路技术

- 相干光通信需要极高速率的信号处理，这对数模转换器件(DAC)、模数转换器件(ADC)、数字信号处理电路等都提出了极高的要求，因此期待高速集成电路技术能更快速发展。

相干光通信-广泛应用

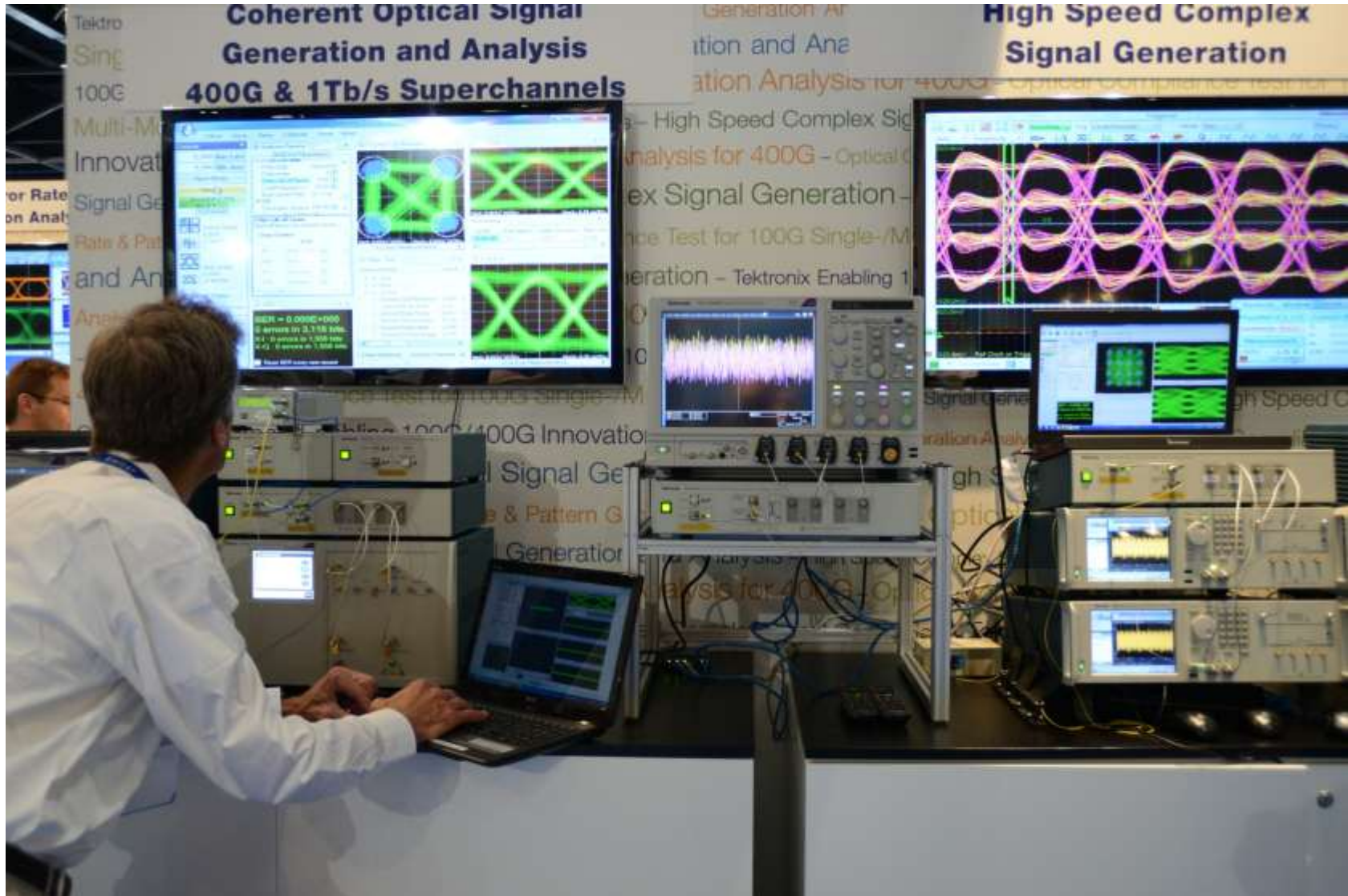
- 相干光通信在长距离、高速率通信方面具有很大的优势，成为未来光通信的主要手段。
- 卫星之间
- 空间光通信
- 光接入系统
- 光传输

泰克相干光测试解决系统方案

Tektronix offers complete end-to-end testing of coherent modulation formats.

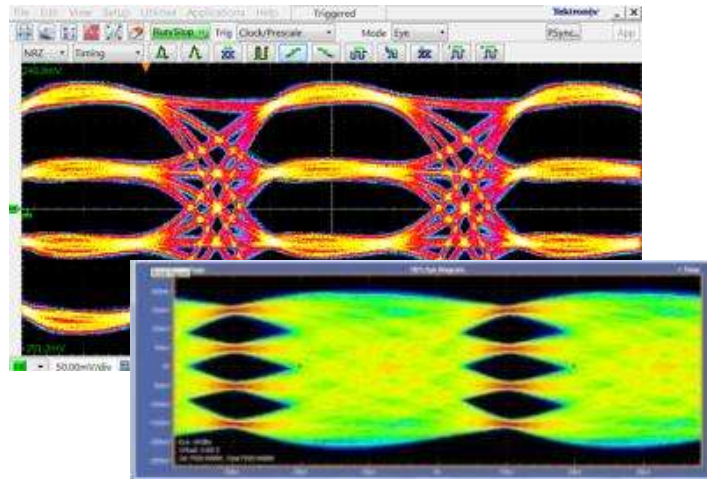


Complete Coherent Optical Solution

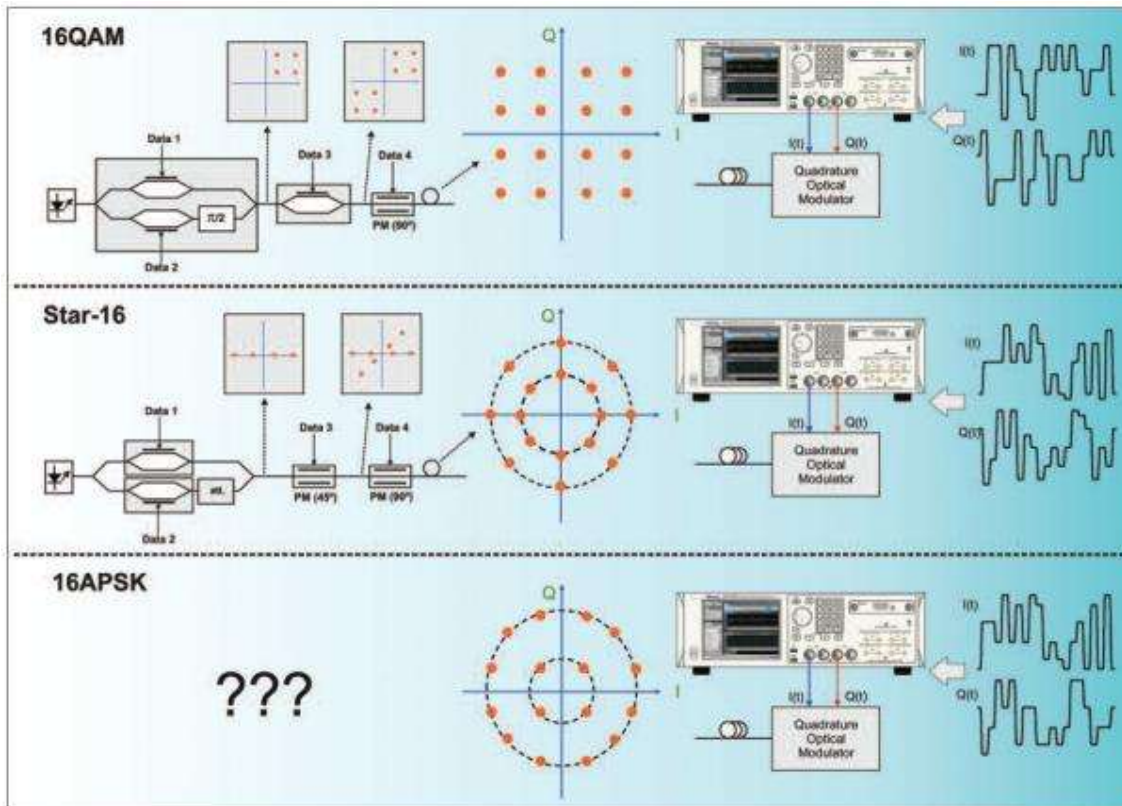


Signal Generation solution for Optical

- QPSK
 - BSA: 1 channel 28.6G, super stress, super low jitter
 - PPG: 4 channel 32G, super performance, super flexible
- QAM/OFDM
 - AWG70001: 50GS/s sample
 - AWG70002: 25GS/s sample rate



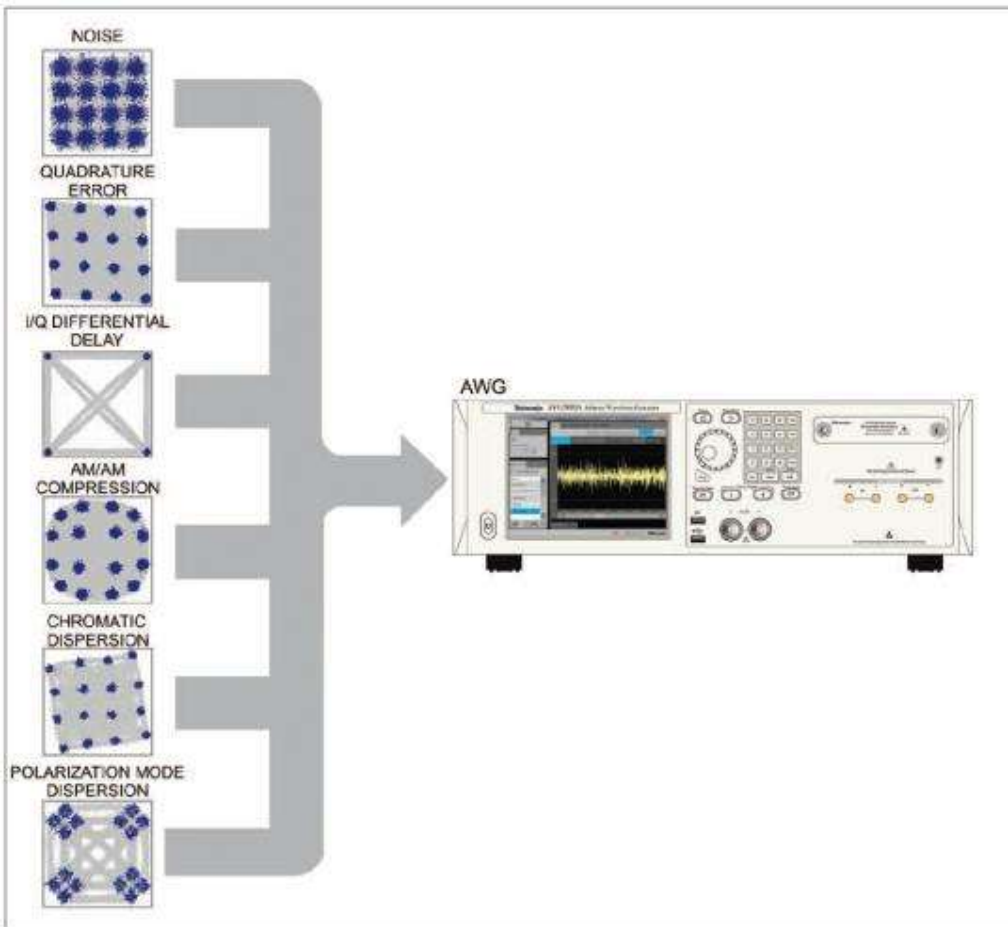
AWGs Provide Multi-Level Signaling



AWGs can generate multi-level signals from one channel, but can also generate distorted signals without any change in the hardware.

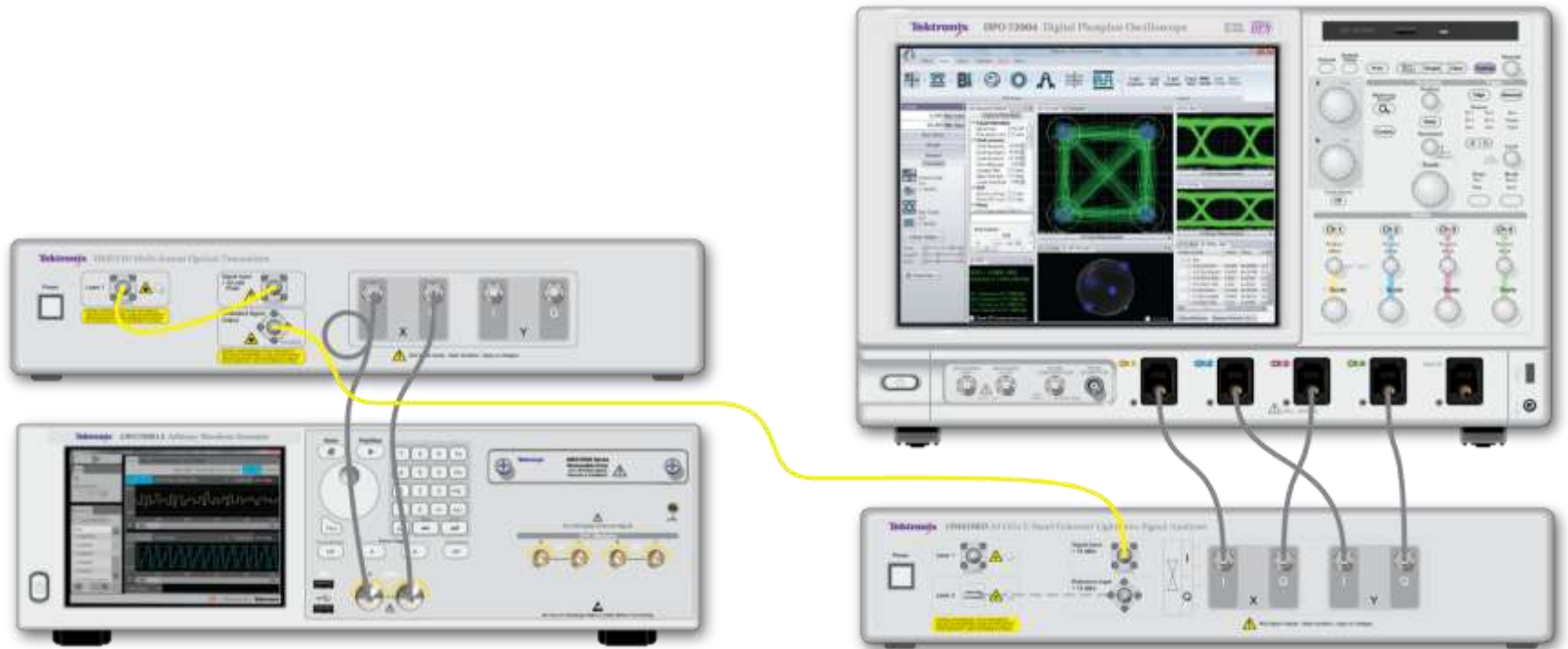
- Simple modulations can be generated by applying two independent signals to optical modulation components
- This method requires multiple channels and extra hardware
- For many modulation schemes, this is difficult or even impossible

AWGs Provide Many Modulation Schemes

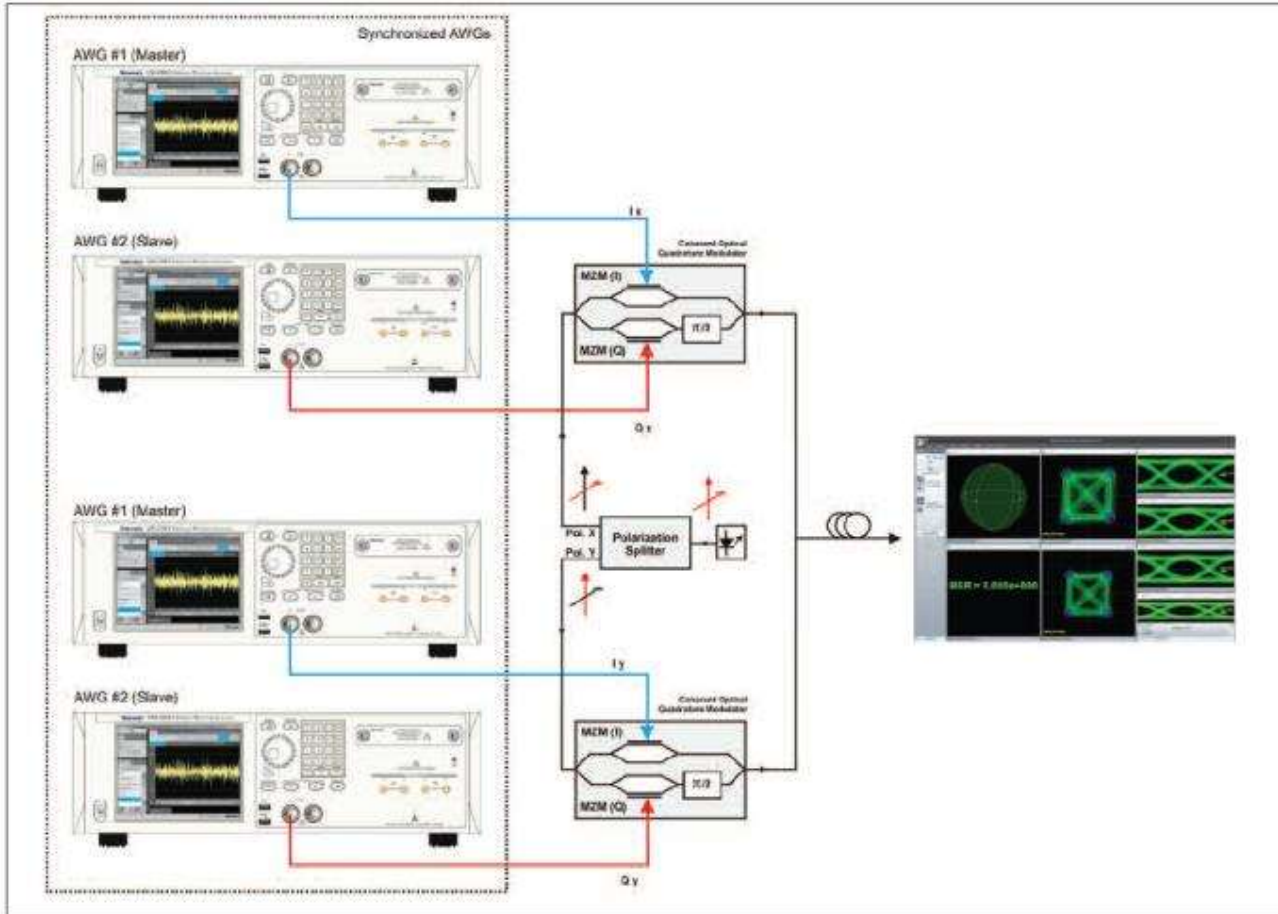


- Produce a variety of distortions linear and non-linear, applied to modulated signals
- Emulate issues in the transmitter, receiver, and even the link or the network
- Can be used to compensate for such distortions and obtain better-quality signals from poor-quality components or links

Tektronix Solution



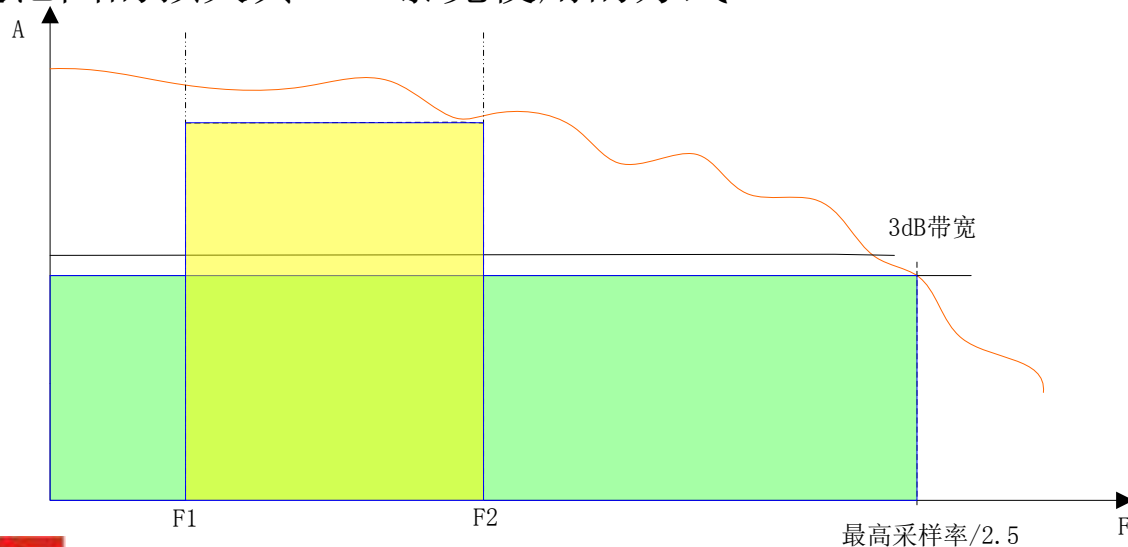
Multiple Channels by Synchronization Provide Complete Solution



- Complete Polarization Division Multiplexed transmitter emulation require 4 synchronized AWG channels to generate the I_x , Q_x , I_y , and Q_y baseband signals. Adequate control of those 4 signals can be used to emulate any static or dynamic SOP (State-Of-Polarization).

有关校准

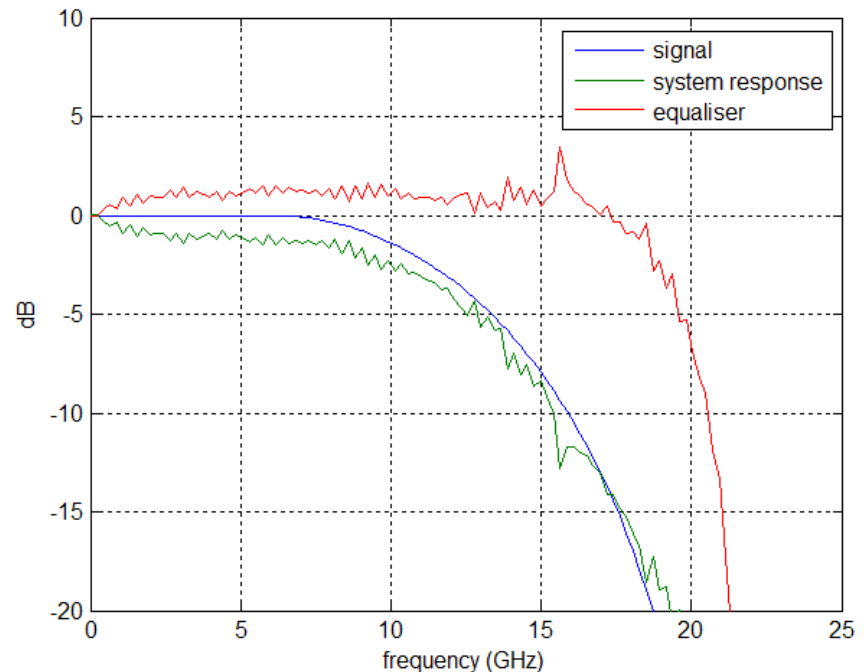
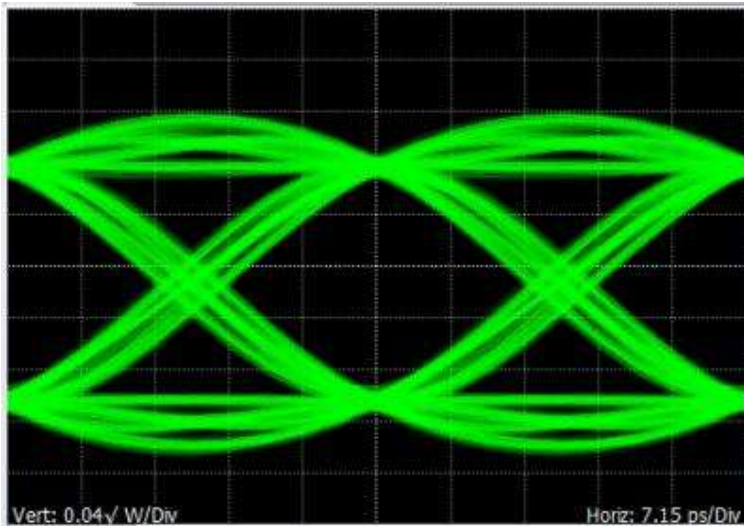
- 宽带低通滤波器——幅频特性可能不太理想
 - 平缓的滚降曲线
 - 需要校准
- 两种校准方式
 - 全带宽内预失真（或预校正predistortion）
 - 幅度
 - 数据处理
 - 可选范围的预失真——泰克使用的方式



Generating equalized signals

- AWG70001A can generate signals well beyond its 3dB bandwidth
- Frequency response of AWG front end (green curve) does not have to be wider than spectrum of desired signal (blue curve)
 - equalization (red curve) brings up AWG's own response
- Important for AWG's roll off to be gradual, without dropouts, and stable with time/temperature

28 Gbaud AWG output
3.7% EVM



Using RFXpress to create compensated waveforms

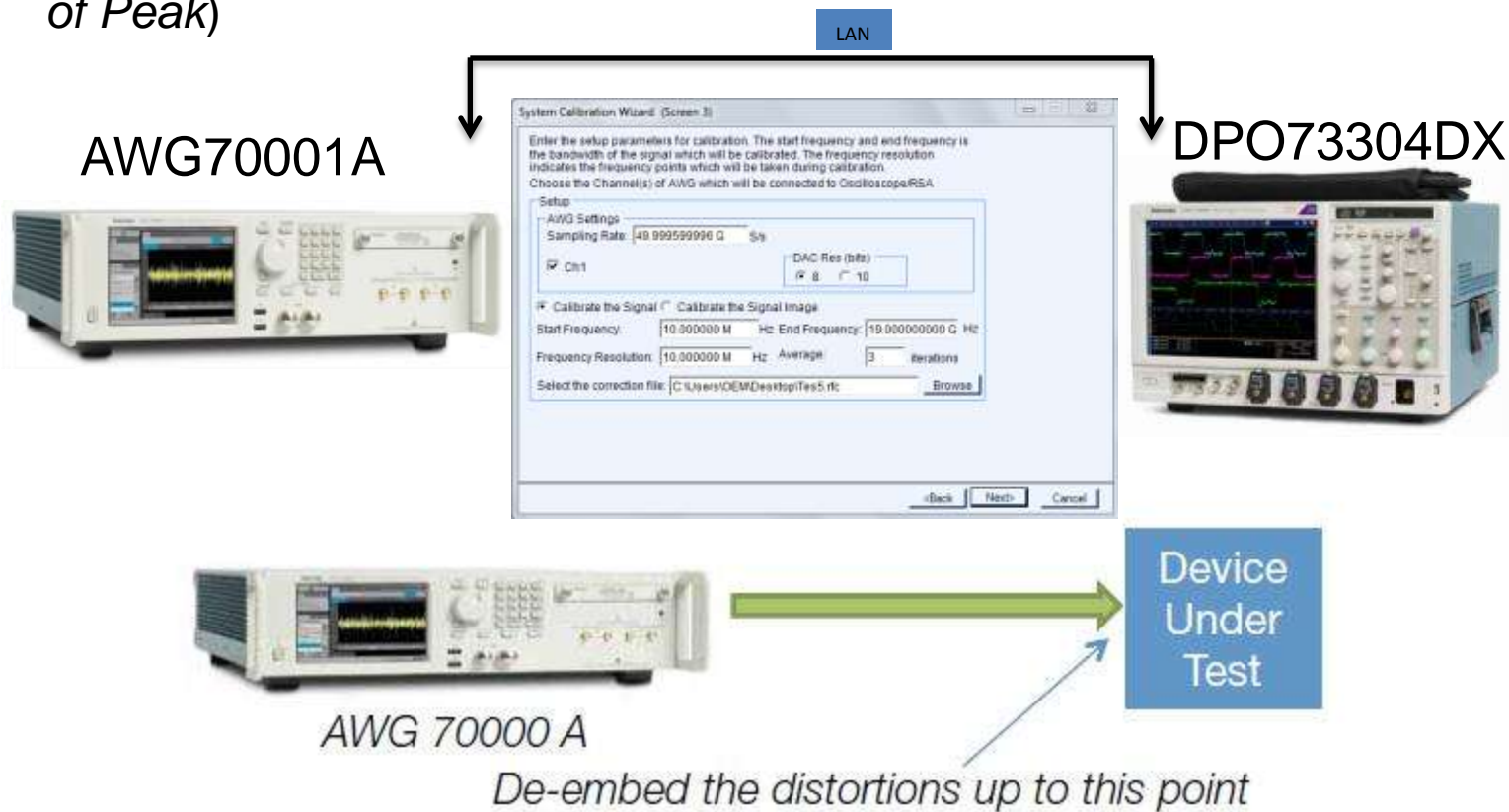
- RFXpress enables user to quickly design waveform for AWG
 - full control of waveform properties: modulation format, signal rate, etc.
 - moves waveform to AWG or saves file for use later
 - applies correction for AWG response and OM5110 optical transmitter response
 - can correct using factory calibration of AWG or user can acquire fresh calibration via built-in wizard
- With RFXpress, user can generate and load a waveform in 2 minutes

Calibration Process and Verification of EVM

1. RFXpress is used to create baseband 32Gbaud QPSK signal
2. RFXpress 'RF' Calibration used to create the correction coefficients. Coefficients are created with multi-tones spaced 10MHz apart and frequency up to 19GHz at AWG sampling rate of 50GS/s.
3. Signal is connected to scope to find roll off point and correction coefficients are sent back to RFXpress.
4. RFXpress is used again to recreate the signal with the correction coefficients/pre-compensation applied.
5. SignalVu is used to analyze the waveform on the Tek scope and measure the EVM

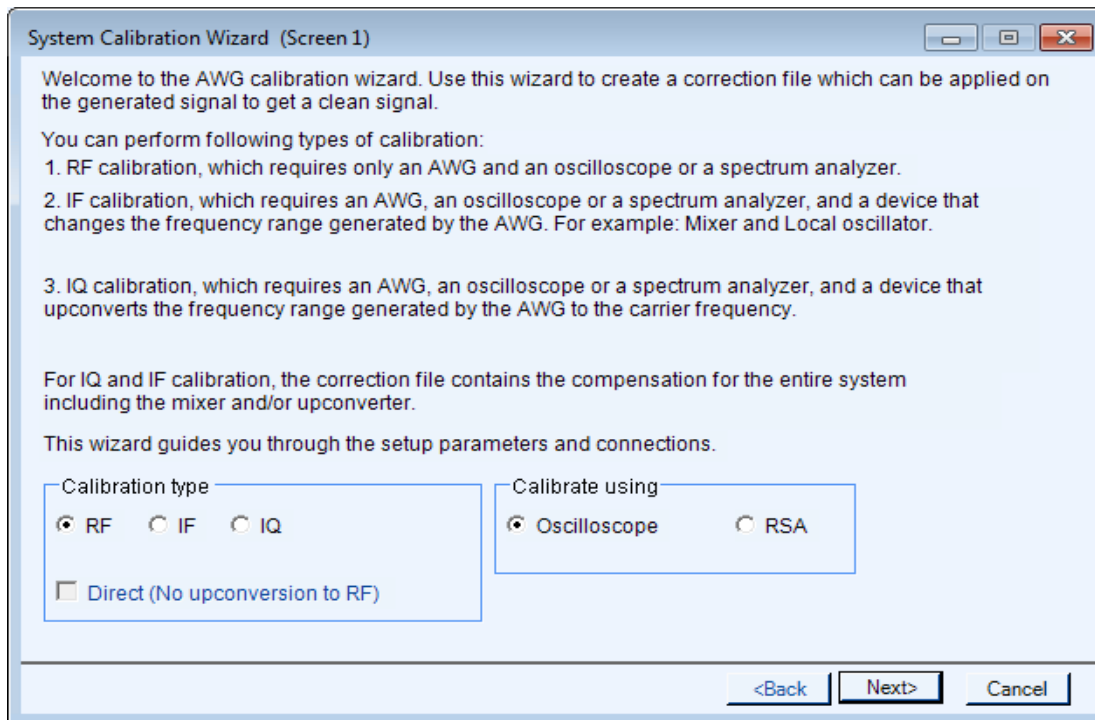
Pre-compensation Calibration in RFXpress for Improved Performance in Test System

- Calibration is performed using RFXpress from Tektronix
- SignalVu Analysis SW running on DPO73304DX is used to measure the electrical EVM (*note – optical EVM will be lower because RMS is used instead of Peak*)

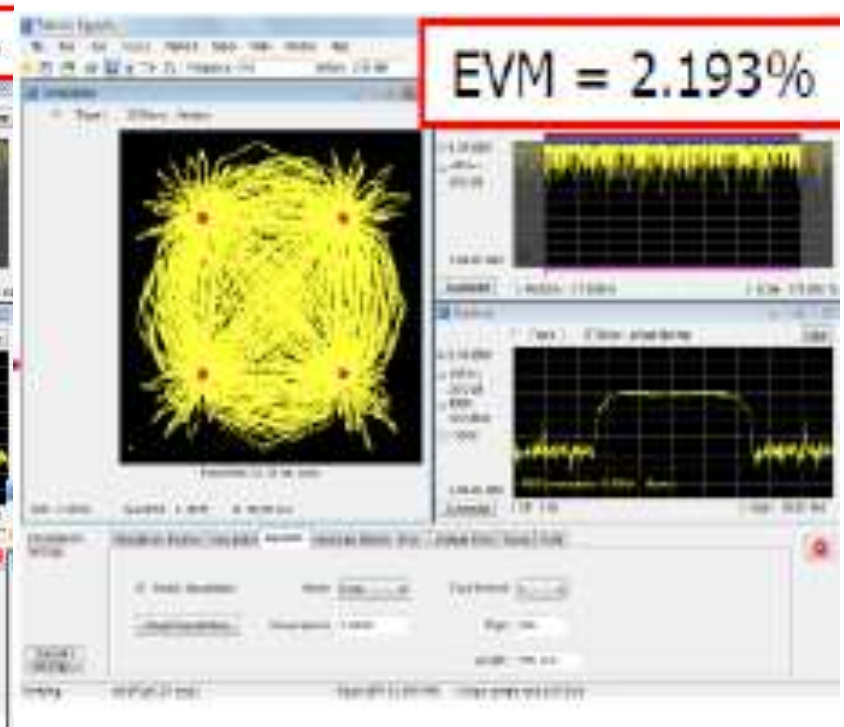
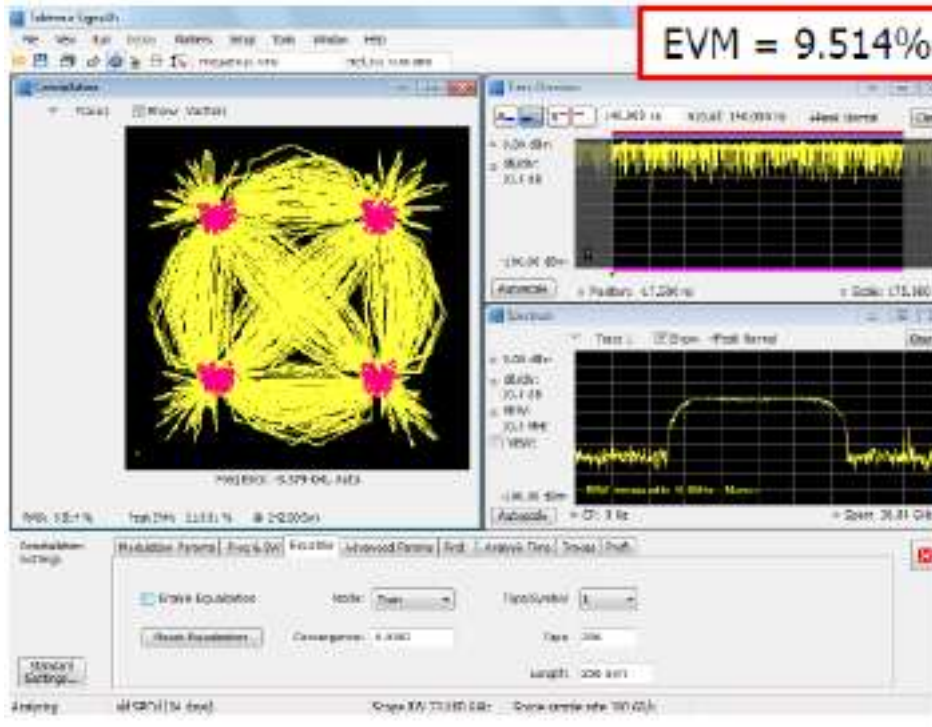


Using RFXpress to create and optimize waveforms

- RFXpress included calibration wizard, to obtain calibration of AWG + following hardware (*Note – this calibration includes both amplitude and phase compensation*)
- Connects directly to AWG & oscilloscope, sends test waveforms, acquires results, and processes them to give calibration file

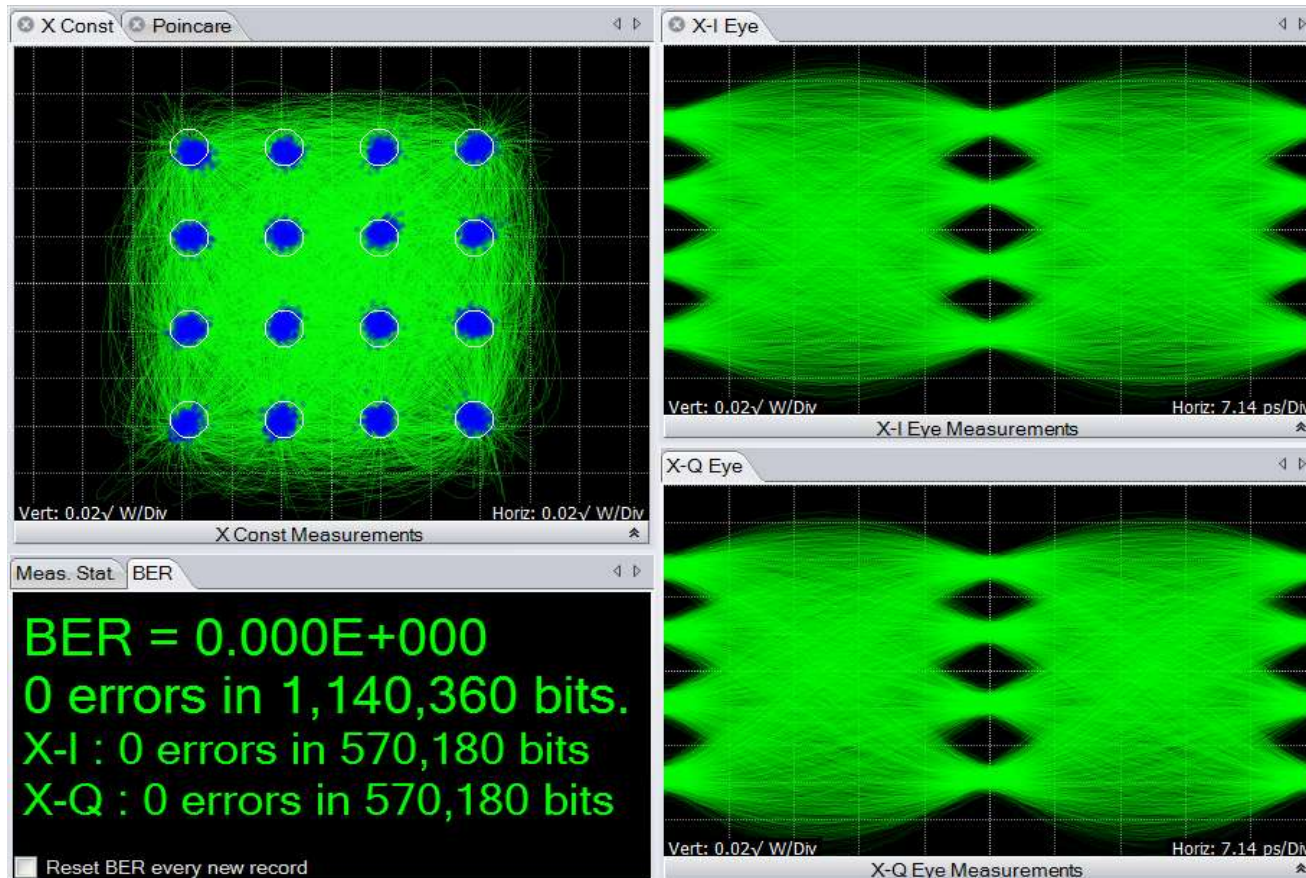


25Gbaud QPSK 校准前后对比



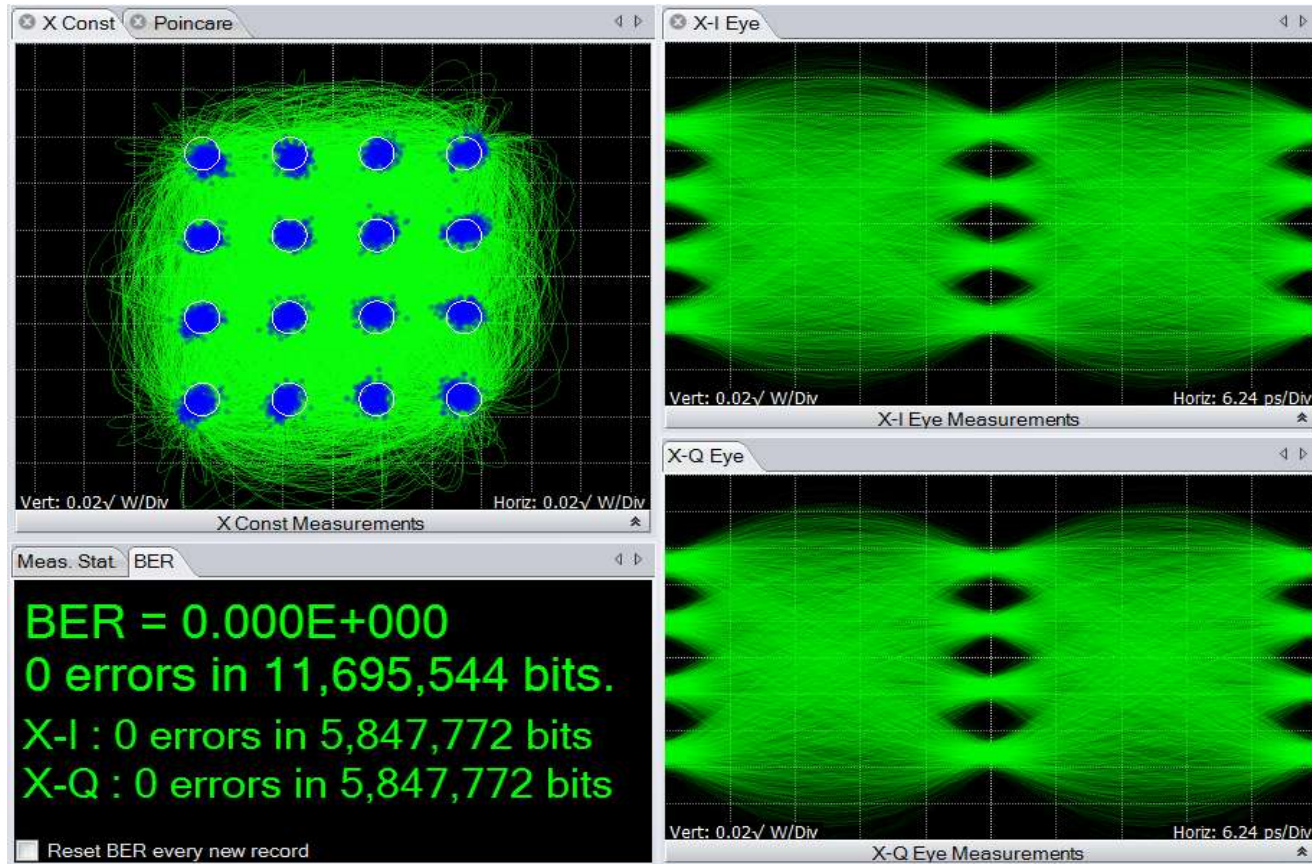
Examples of equalized OM5110 transmitter output

- 28 Gbaud 16-QAM optical signal
- EVM = 5.8%



Examples of equalized OM5110 transmitter output

- 32 Gbaud 16-QAM optical signal
- EVM = 6.5%



PPG3000 Series Pattern Generators

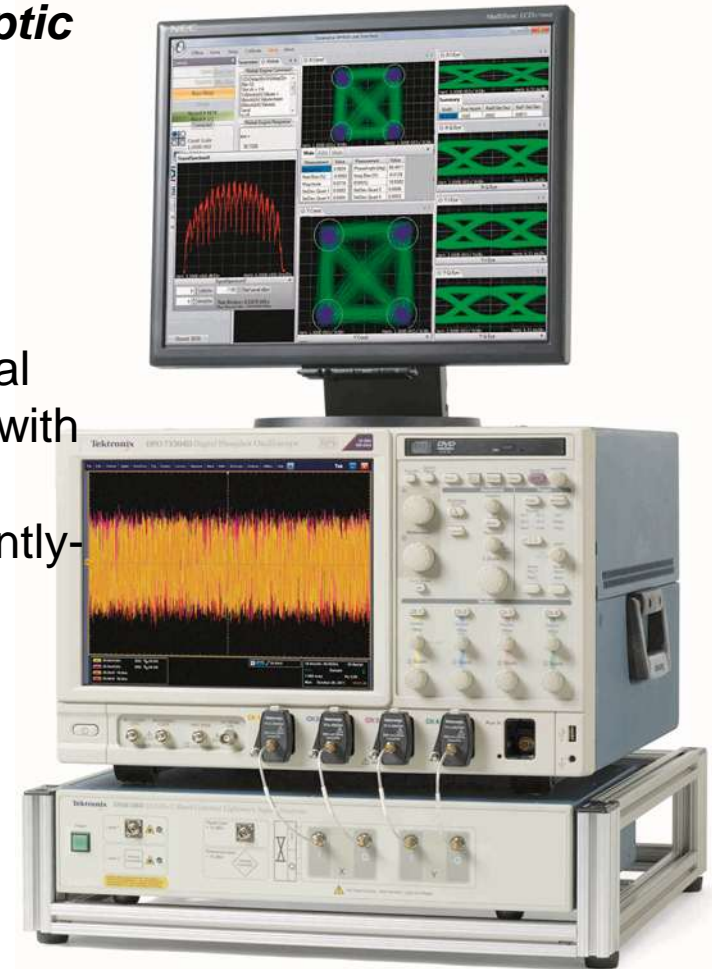
- Models at 30Gb/s and 32Gb/s
 - Min. rate 30 and 32 Mb/s respectively
- Multi-channel versions with aligned data (1, 2, or 4 channels)
- Differential data, clock, and trigger outputs
- Adjustable output amplitude and offset (30Gb/s unit)
- User data and built-in PRBS data
- Built-in jitter insertion options
- Programmable error insertion



OM4106D 33 GHz Coherent Lightwave Signal Analyzer for >100Gb/s Analysis

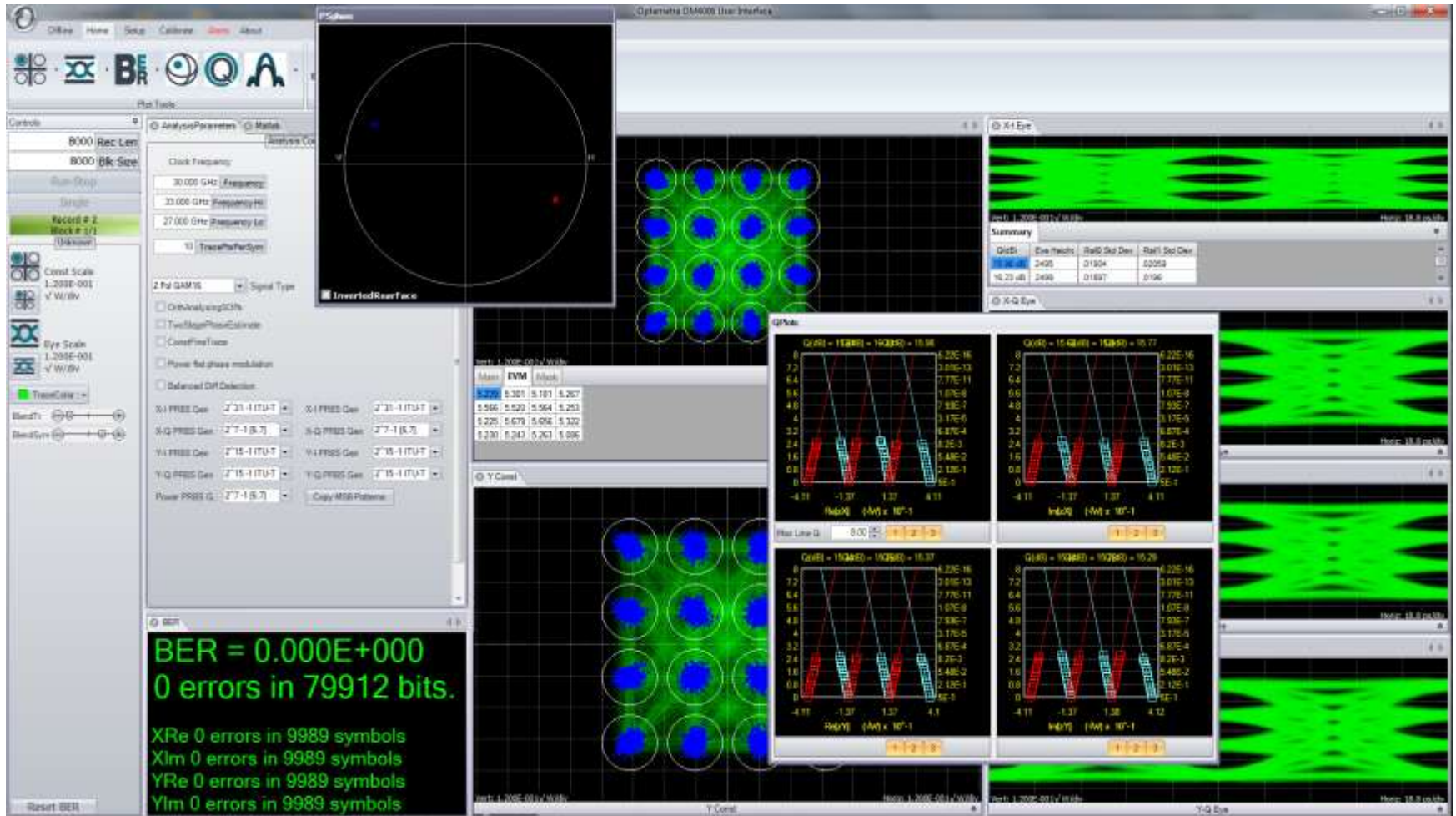
Complete and open solutions to complex measurement challenges in long-haul fiber-optic communications

- Advanced dual-polarization in-phase and quadrature receiver with integrated signal and reference tunable laser sources
- Open-architecture MATLAB-based computational engine offers powerful phase-recovery analyses with polarization, bit-error rates, and record/playback
- Intuitive graphical user interface controls frequently-used instrument functions:
 - Laser control
 - Modulation schemes
 - PRBS or user-generated data
- Accessories available to easily verify optical calibration



Customize Analysis Software for Optical Customer

Measurements Available for QAM Signals



泰克Optical-OFDM整体解决方案

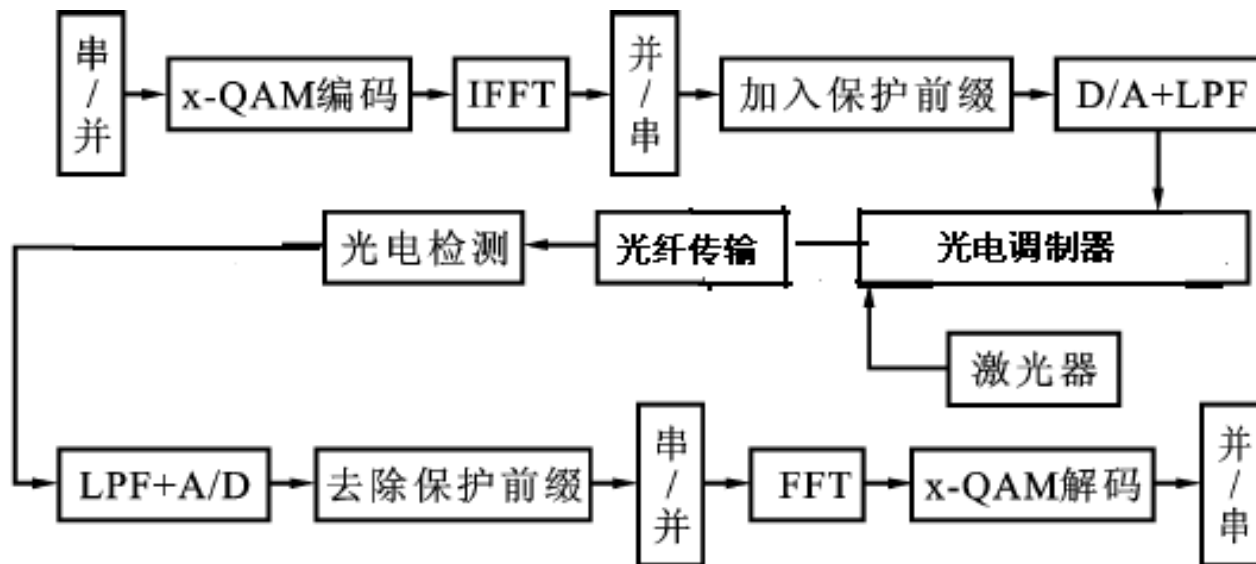


Optical OFDM通信

- 光OFDM(O-OFDM)系统结合OFDM技术与光通信的特点, 将OFDM技术应用于光通信的一种新技术, 构建出高速率、高容量、低成本的光传输网络并且具有较强的信道容量的可扩展性, 可以在现有网络的基础上很好的升级与过渡, 提供高速率、高容量、高质量的通信服务。O-OFDM技术也可以作为全球微波互联接入(WiMAX)、无线局域网(WLAN)的一部分。
- O-OFDM 能够有效地对抗光通信系统中的色度色散和偏振模色散引起的符号间干扰(ISI), 而且循环前缀(CP) 的引入, 更进一步的增强了O-OFDM通信系统的抗色散能力, 降低色散管理的复杂度, 同时对提高数据传输率和系统容量起到重要作用。另外,O-OFDM 系统中的各个子信道的不同频谱相互叠加,更有效的利用频谱资源, 提高了带宽利用率。除此之外, 该系统实现简单, 易于优化等优点, 使OFDM技术在光通信领域, 尤其是40Gbit/ s 以上的高速光通信领域具有很好的应用前景。

Optical OFDM基本原理

- 一个典型的O-OFDM系统可以分成OFDM基带信号发射机、电/光变换、光纤链路、光/电检测和OFDM基带接收机5部分。



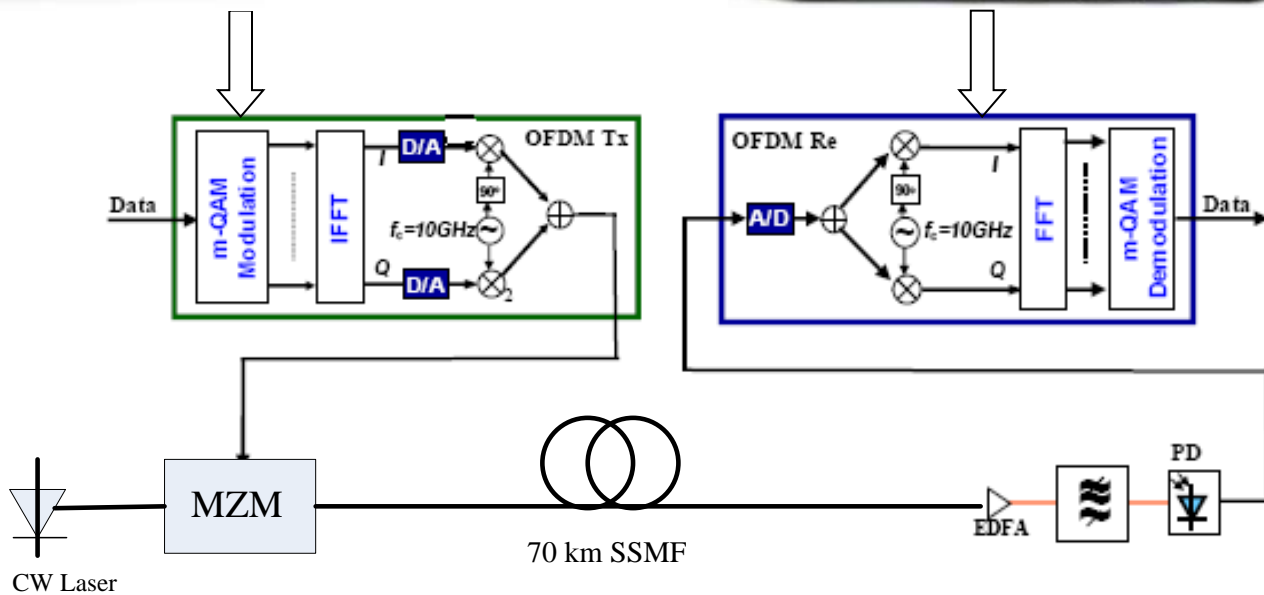
O-OFDM 传输系统原理结构图

泰克光OFDM通信系统测试解决方案

产生宽带OFDM电信号

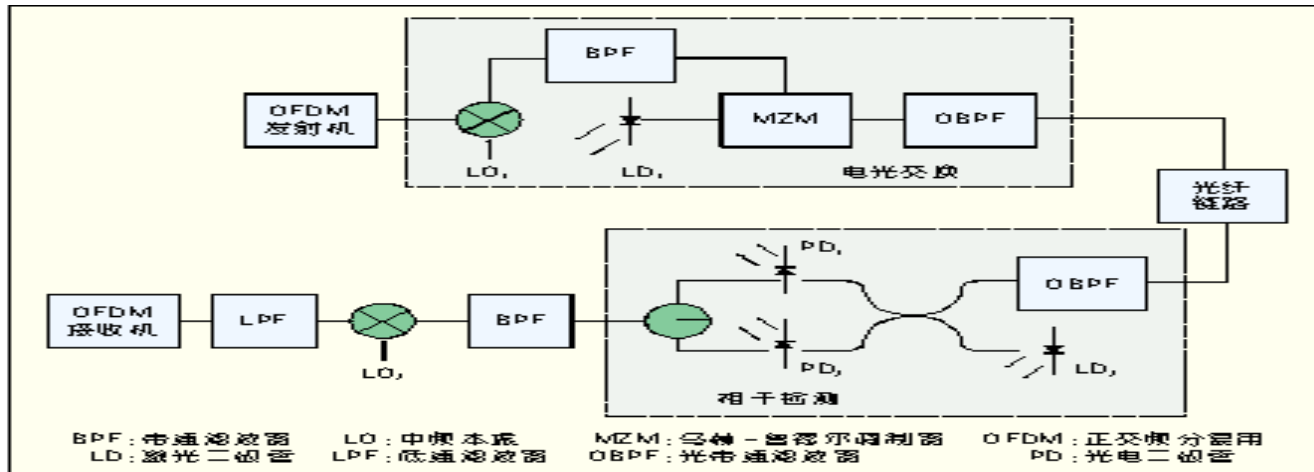


验证和分析宽带OFDM电信号



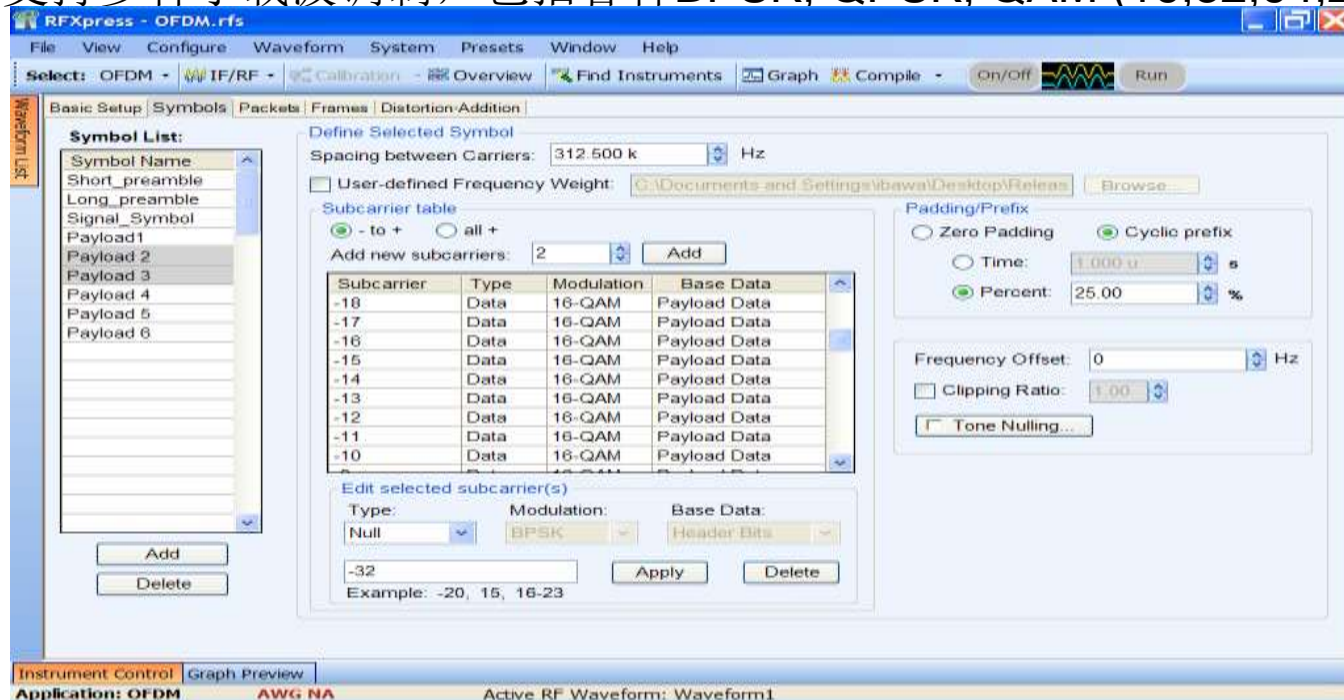
泰克光OFDM通信系统测试方案—系统测试原理

- 将Matlab或RFXpress产生的OFDM信号数据载入AWG7122C，利用宽带示波器观测电域OFDM信号的频谱和波形，确定正确产生OFDM信号；
- 将电OFDM信号通过光电调制器调制到光载波，通过光纤传输；然后利用光电探测器，变成电信号。
- 利用DPO73304D宽带示波器采集电OFDM信号，
- 利用SignalVu软件或matlab把DPO73304D示波器采集的波形数据进行解调，解调出OFDM信号中的原始信息。
- 利用BERTScope测量系统的误码率。

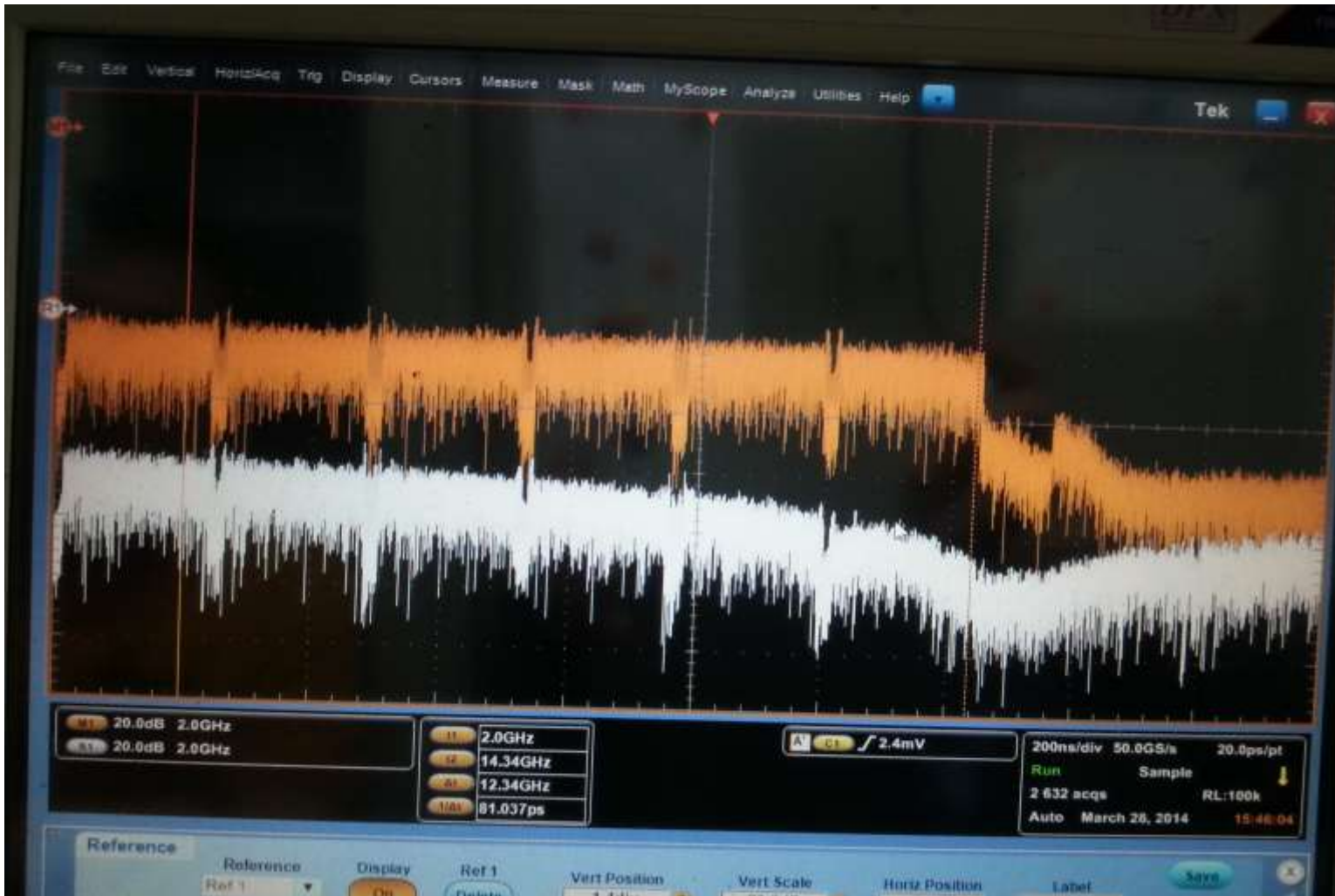


业内唯一的OFDM信号生成信号源AWG70K+软件RFXpress

- RFXpress——基带、中频和射频信号生成软件
 - 可以设置OFDM的所有参数
 - 设置用户自己定义的数据-符号-数据包-数据帧
 - 支持RS(Reed-Solomon)编码、卷积和加扰
 - 可以在信号加入诸如相位噪声、多径或量化损伤
 - 支持多种子载波调制，包括各种BPSK, QPSK, QAM (16,32,64,256) and



AWG70K 产生15GHz带宽 OFDM，校准前后对比图

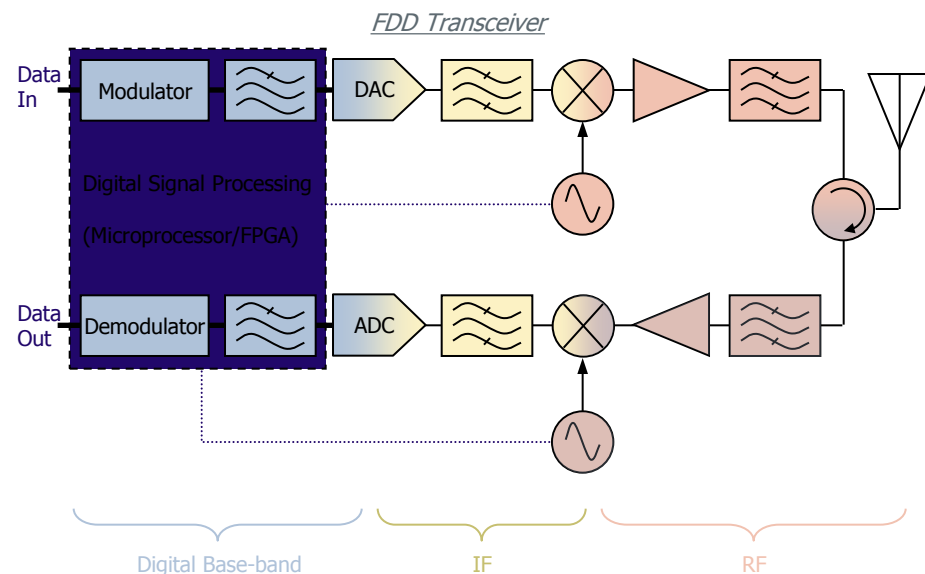
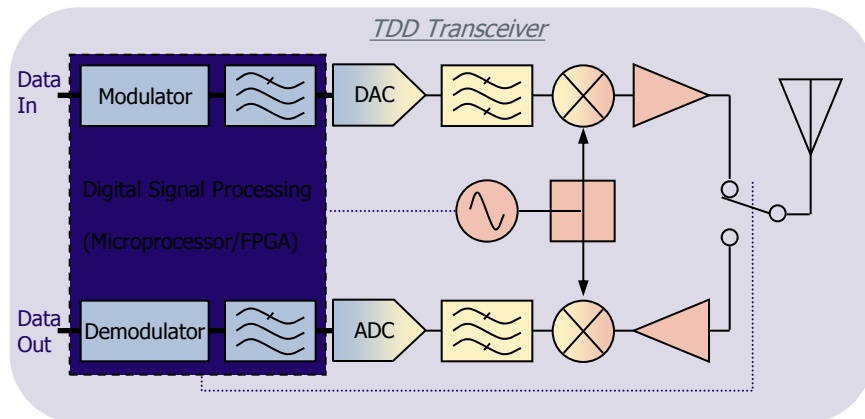


议程

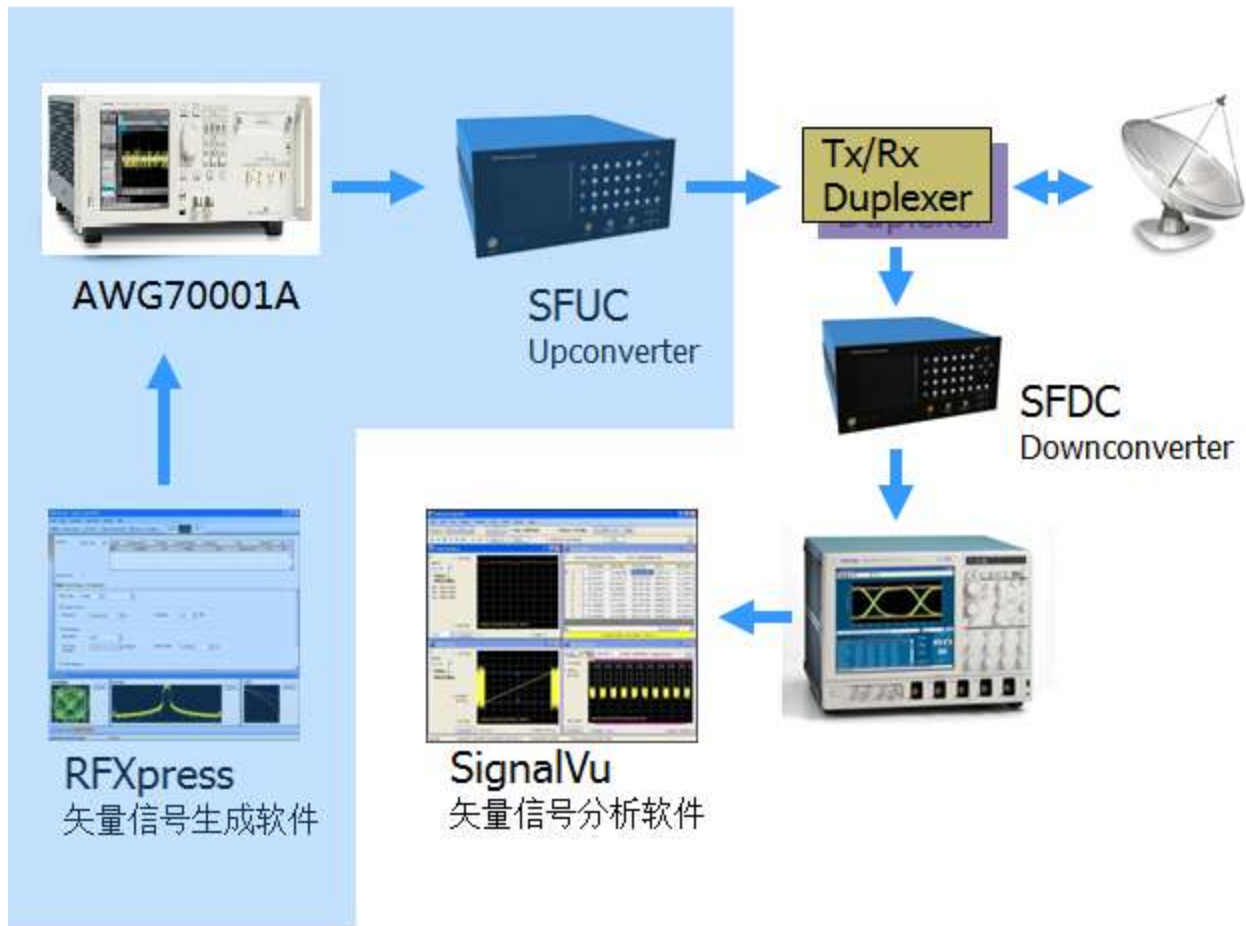
- 现代宽带复杂信号的市场趋势
- 泰克高速光通信整体解决方案
- 泰克宽带射频系统解决方案
- 泰克高速串行数据解决方案
- 泰克宽带多通道测试系统解决方案
- 小结

宽带RF信号的测试挑战

- 接收部分测试——信号源
 - 标准测试——标准信号难以产生，通常需要专用信号源或者信号产生系统
 - 极限测试——令人头痛的“实际信号”模拟
- 发射部分测试——接收机
 - 分析带宽足够宽
 - 合适的动态范围
 - 含有准确时间信息
 - 数据方便采集、存储以及多种分析
 - 频谱监测
 - 通用信号接收
 - 传统频谱仪？没有时间信息
 - 矢量信号分析仪？分析带宽、信号定位.....
 - 专用接收机
 - 宽带、超宽带接收
 - 专用接收机
 - 示波器——带宽足够，可是没有频谱监测功能

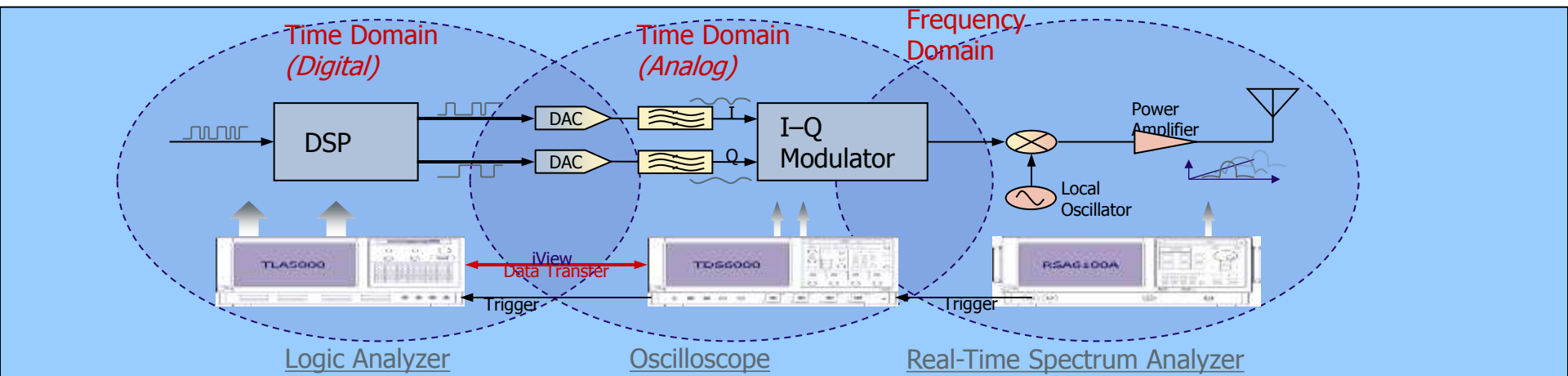


Tektronix 宽带射频系统应用框图



- 完整闭环测试系统
- 支持全环路幅相一致性自动校准
- 支持双通道
- 支持各种现代体制通信及雷达信号产生及分析
- 系统组成简单，使用方便快捷，易于维护

应用一：复杂电磁环境信号测试



传统测量手段难以发现故障和未知的信号特性

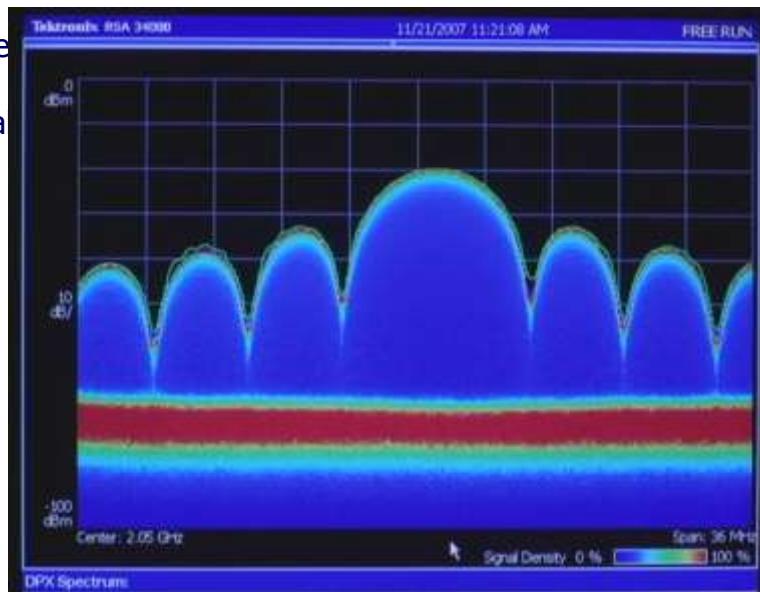
Swept Spectrum Analyzer



Same Test Signal

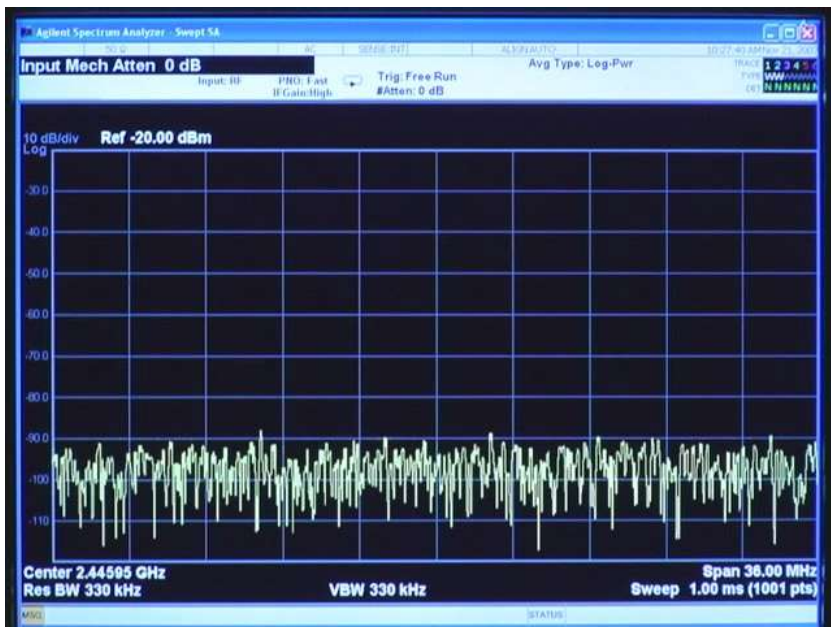
?

RSA6100A with DPX™ Spectral



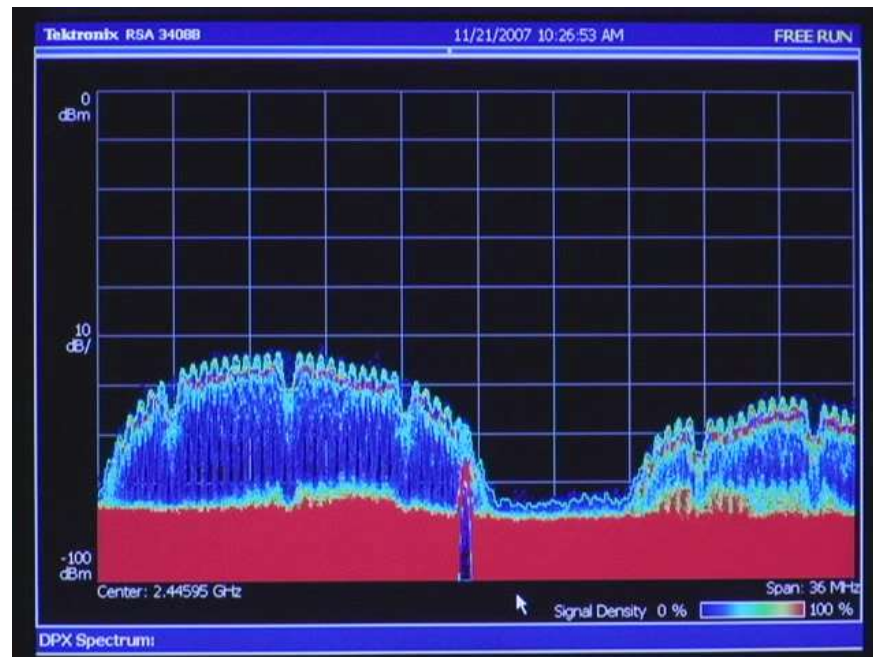
Low Level Signal

通信信号的同频出现



挑战

- ▶ 监测非法信号
- ▶ 发现干扰源
- ▶ 识别, 分类



传统方案

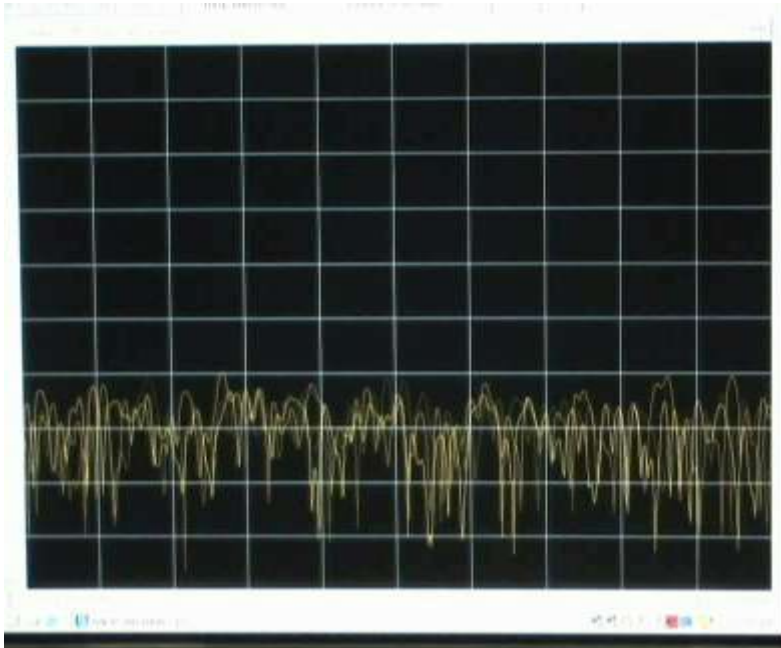
- ▶ 低的监测概览
- ▶ 低的POI 截获概率
- ▶ 分析功能有限

泰克优势

- ▶ DPX: 100%发现信号
- ▶ FMT: 精确定位故障
- ▶ Analyze: 超强分析功能

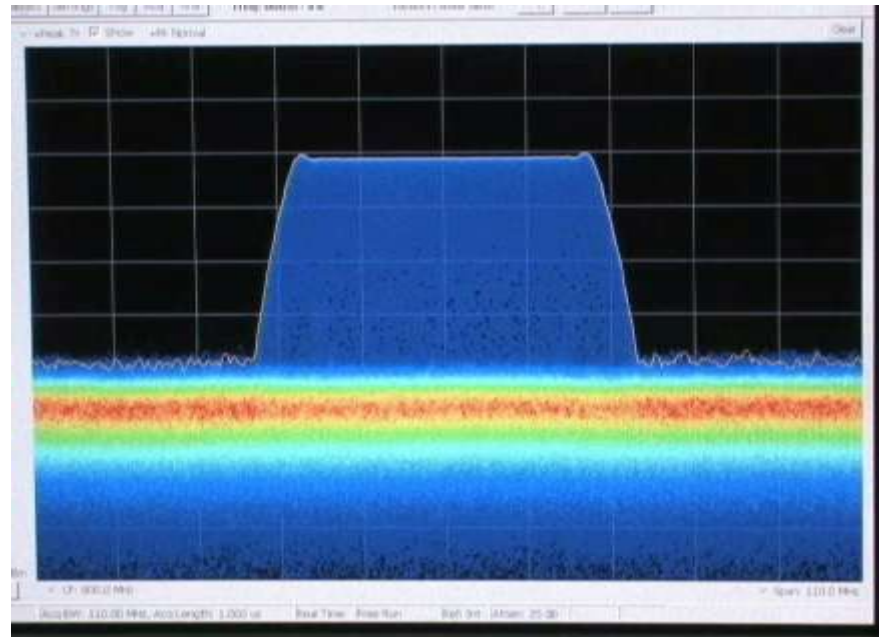
“发现”问题比” 解决 “问题更重要

DPX™ 频谱 – 生动的RF事件观测



传统频谱观测

- 错过随时间变化信号的真是特性
- 对快速的信号具有低的POI
- 信号的统计特性无法被观测到



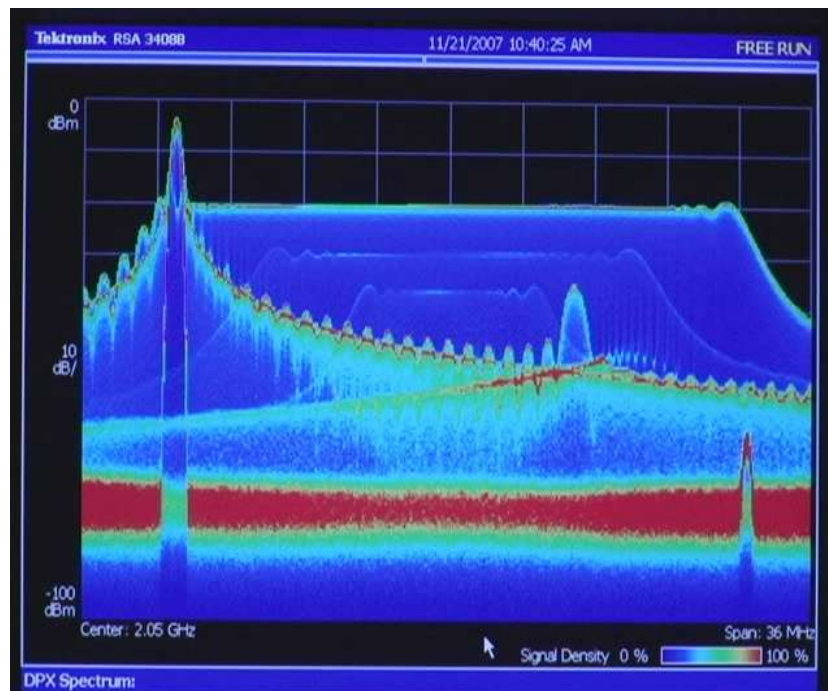
实时频谱观测

- 观测信号随时间变化的真是特性
- 对低于24us的信号具有 100%POI
- 信号的统计特性可以通过色温的可变余晖和无限余晖表现出来

复杂电磁环境实例

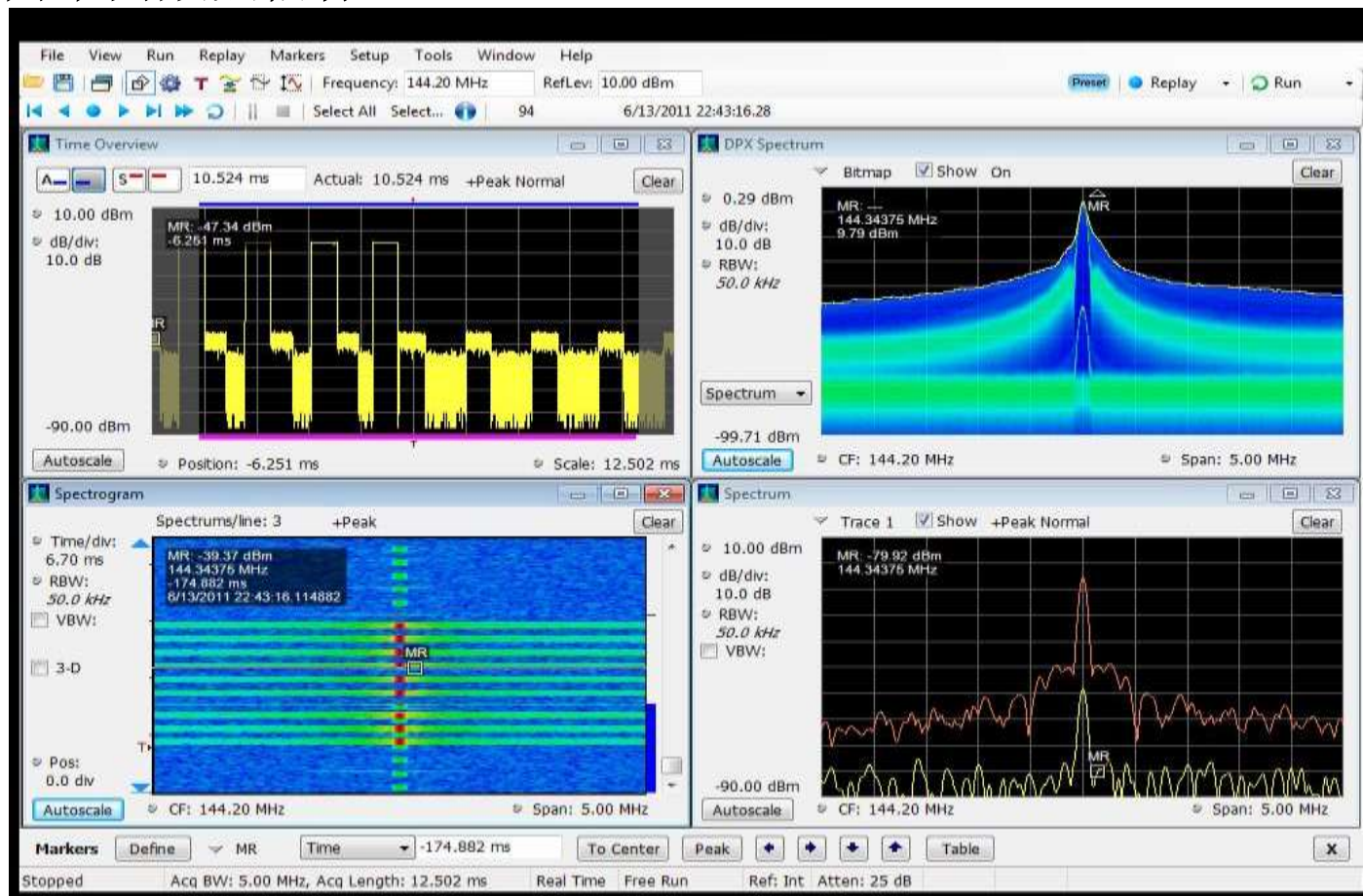
DPX频谱观测

频率上拥挤重叠
信号共用同一频点

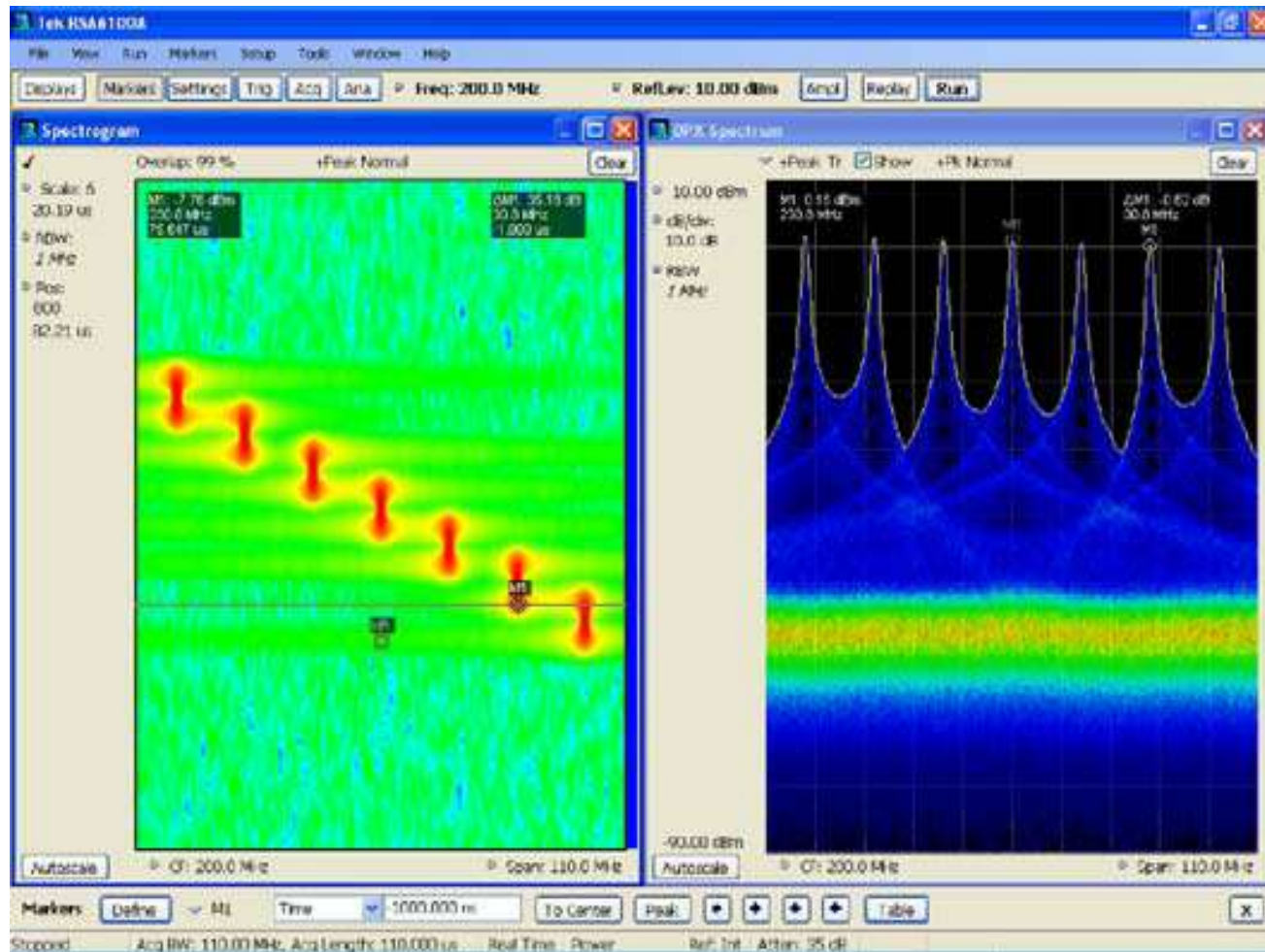


复杂电磁环境实例

- 能量上高低分布
 - 两个同频点信标



跳频信号监测



泰克复杂电磁环境的仿真



RFXpress - Environment.rfs

File View Configure Waveform System Window Help

Select: Environment - IF/RF - Calibration - Overview - Find Instruments - Graph - Compile - On/Off

Waveform List

- Generic Signal
- UWB
- Radar(1)
- OFDM
- WiFi
- WIMAX
- GSM(1)
- CDMA(1)
- W-CDMA
- DVB-T
- User Defined
- Noise

Carrier Magnitude Peak: 0.000 dBm

Radars

- Radars 1**
 Turn On
Carrier Frequency: 1.000000000 G Hz
Power: 0.00 dB
Start Time: 0 p s
Duration: 11.000000 μ s
 Periodically Extend
Configure...
- CDMA 1**
 Turn On
Carrier Frequency: 900.000000 M Hz
Power: 0.00 dB
Start Time: 0 p s
Duration: 26.667040000 m s
 Periodically Extend
Configure...
- GSM 1**
 Turn On
Carrier Frequency: 955.000000 M Hz
Power: 0.00 dB
Start Time: 0 p s
Duration: 4.615360000 m s
 Periodically Extend
Configure...

GSM Configure

- ARFCN: 100
- Frequency band: P-GSM_900
- Transmit device: Base
- Radio format: GSM
- Timeslot burst type: GSM
- Modulation: EDGE, EGPRS2A, EGPRS2B
- Timeslot timing mode: 157 symbols*2 timeslots, 156 symbols*6 timeslots
- Timeslot configuration: All timeslots

Magnitude (dB)

Frequency (Hz)

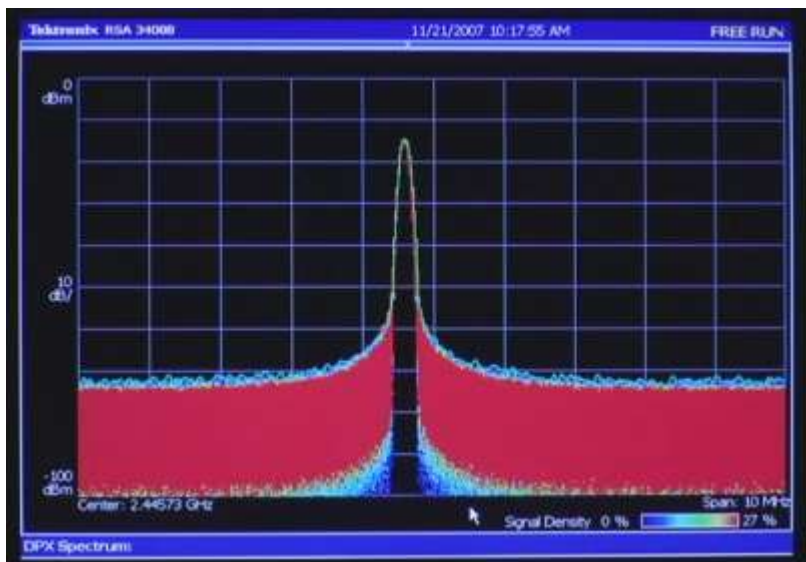
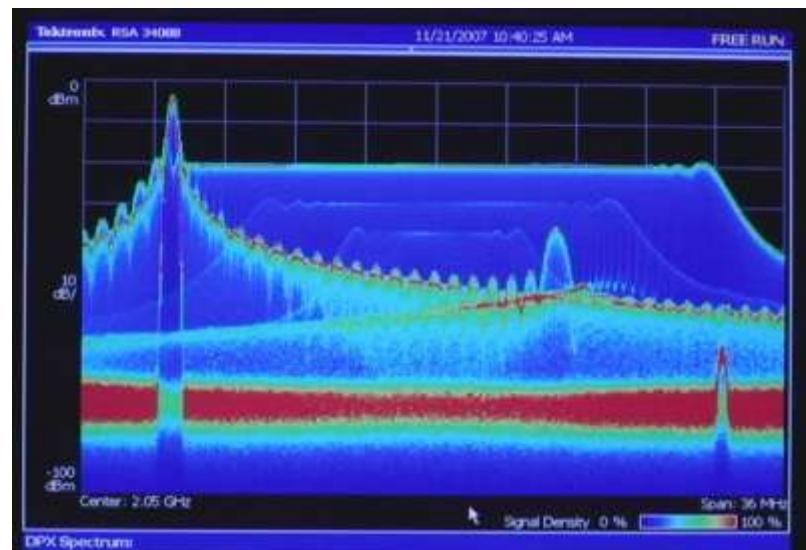
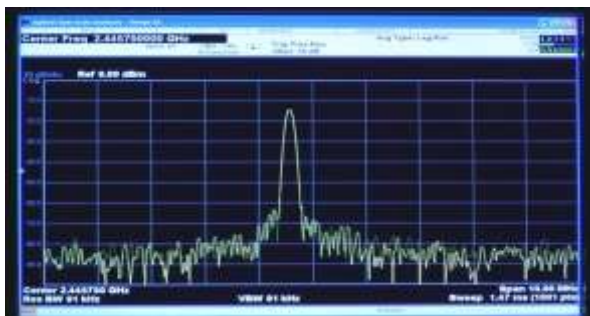
Duration (s)

Instrument Control Graph Preview

Application: Environment AWG NA Active RF Waveform: Waveform1

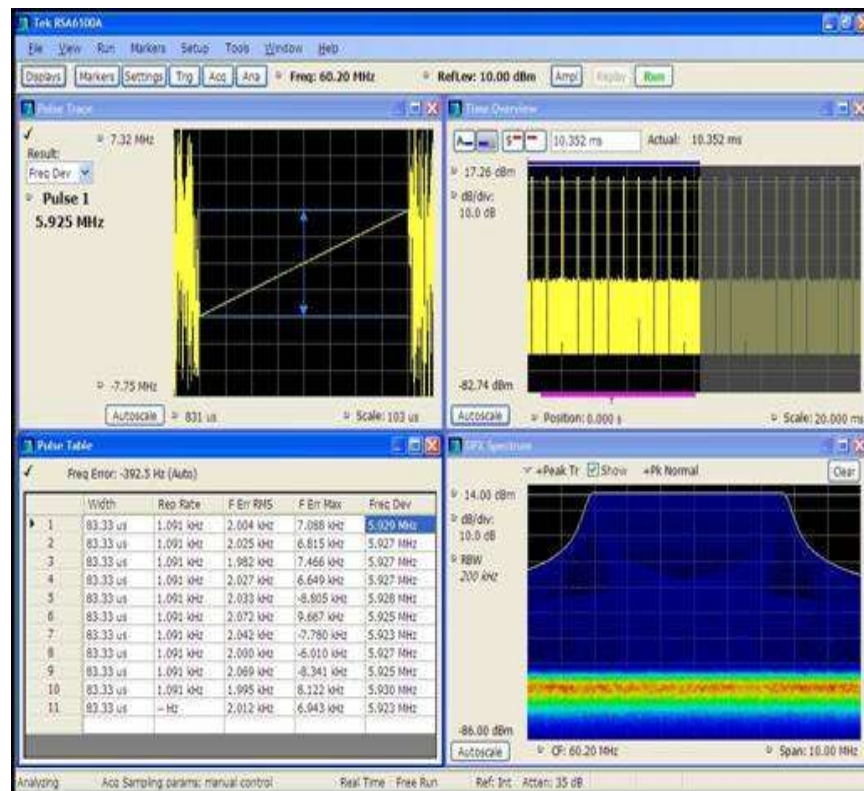
实时频谱显示技术(DPX)用于频谱监测

- 实时信号分析仪
- 100% 发现驻留时间超过 5.8us 信号
- 发现复杂电磁环境下的同频信号



示波器作为宽带、超宽带信号采集和分析工具

- 165M以上的调制信号，如何分析？
 - 频谱仪是窄带接收机
 - VSA、RTSA动态范围高，但是165M以上的调制信号无法分析
 - 专用接收机
- 示波器——最通用的宽带接收机
 - 泰克示波器，可以提供最高达33GHz带宽，可直接采集分析射频信号
 - 配合各种分析软件，对调制参数进行测量

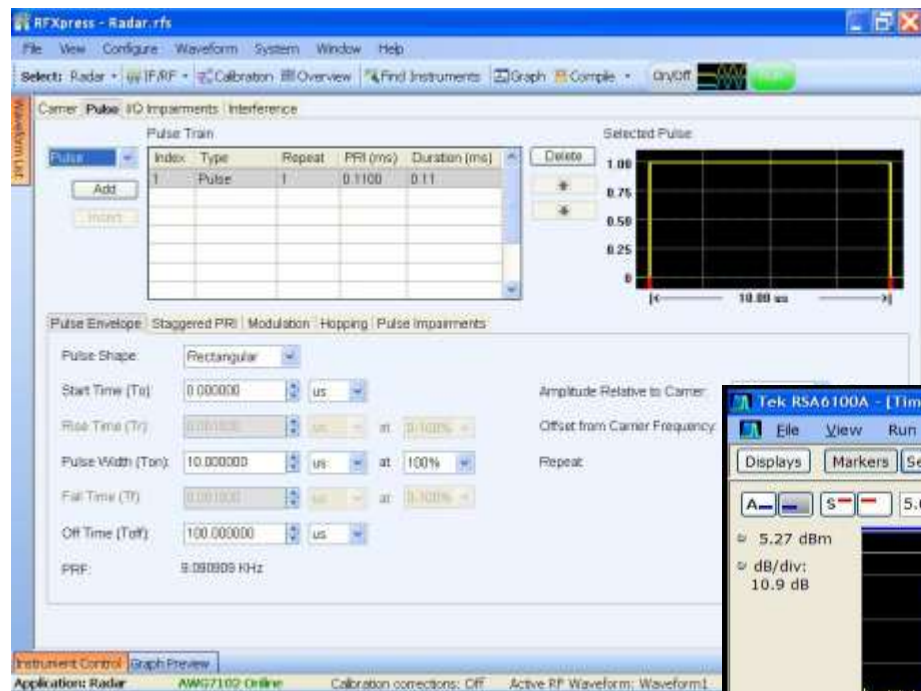


泰克宽带雷达分析平台

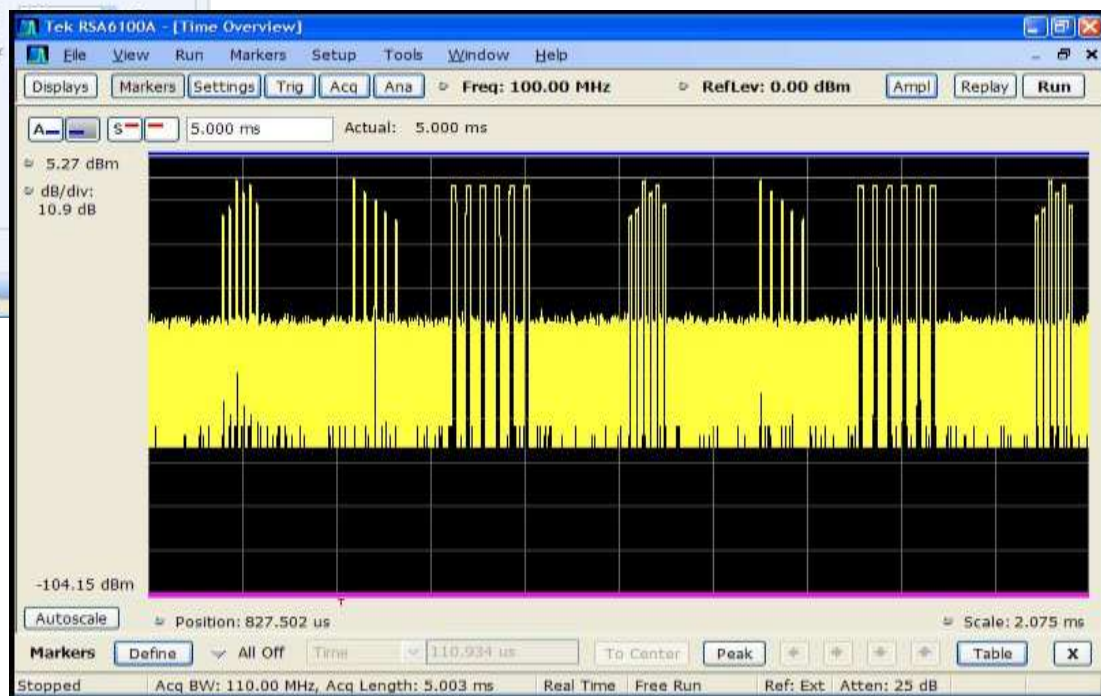
- SignalVu
 - DPO/DSA70k and DPO7k series
 - 33G的示波器带宽
 - 100G的采样率
 - 内存 1G



使用泰克AWG产生特定脉冲序列

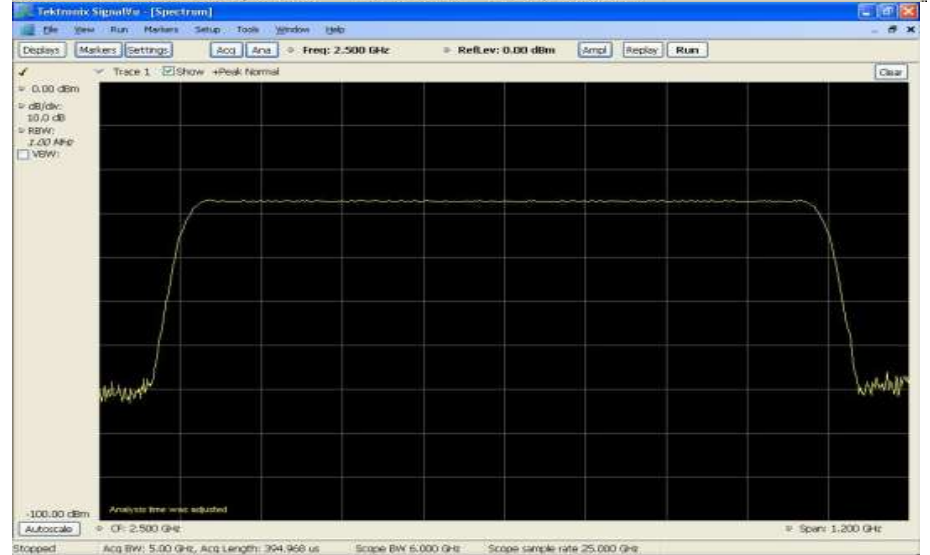
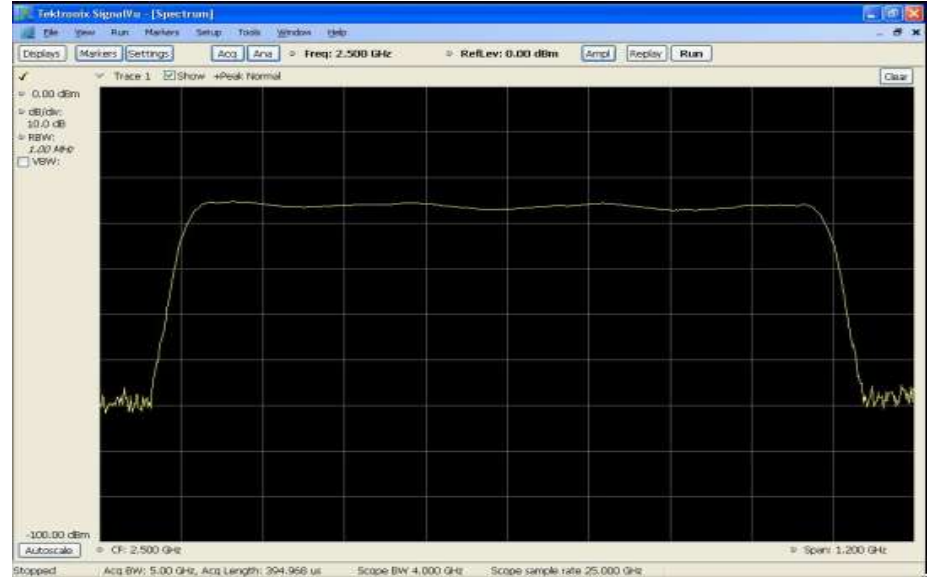
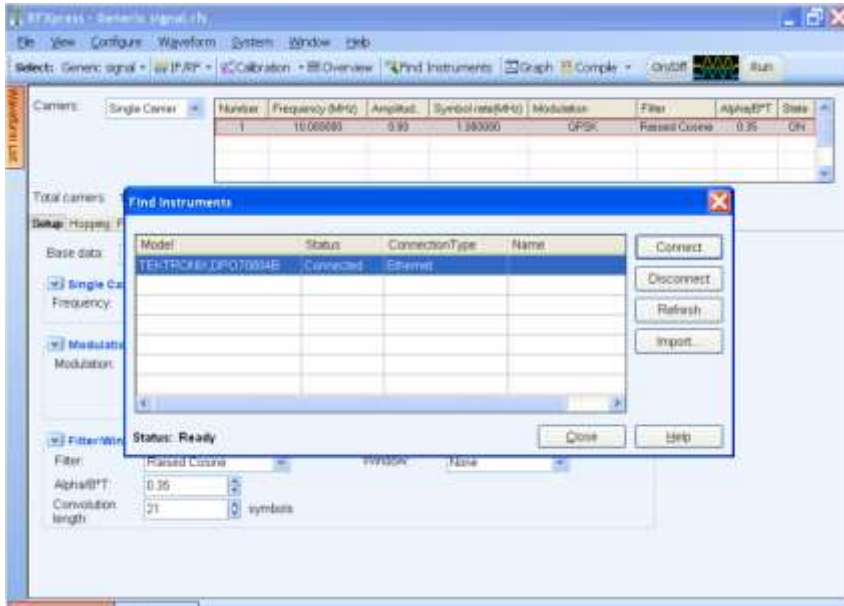


- 定义全部脉冲特性
- 增加脉冲编组，简化脉冲定义
- 定义脉冲相参性

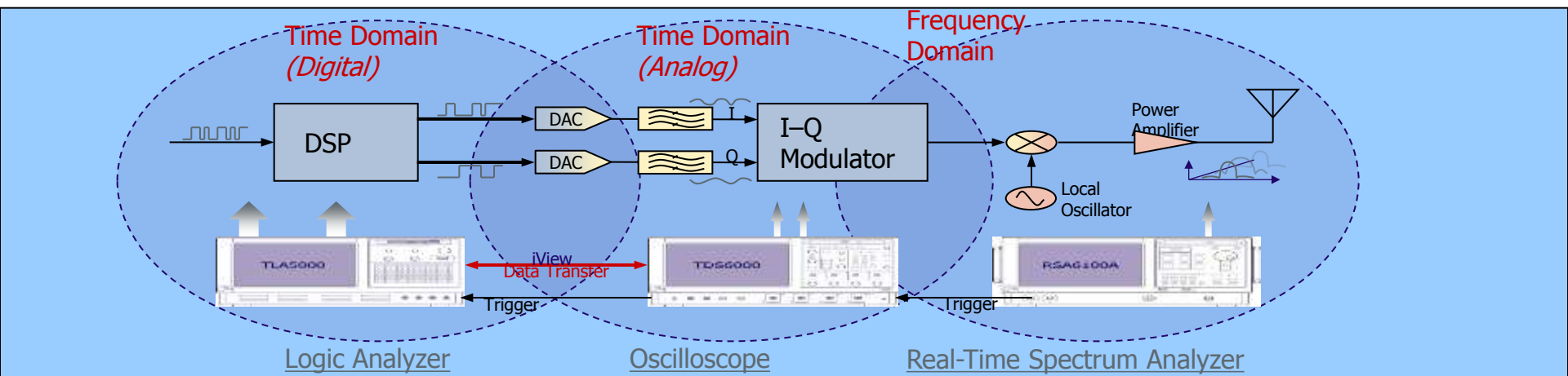


- 可以定义脉冲组之间的相对功率
- 通过频率偏移模拟 Doppler 效应

校准

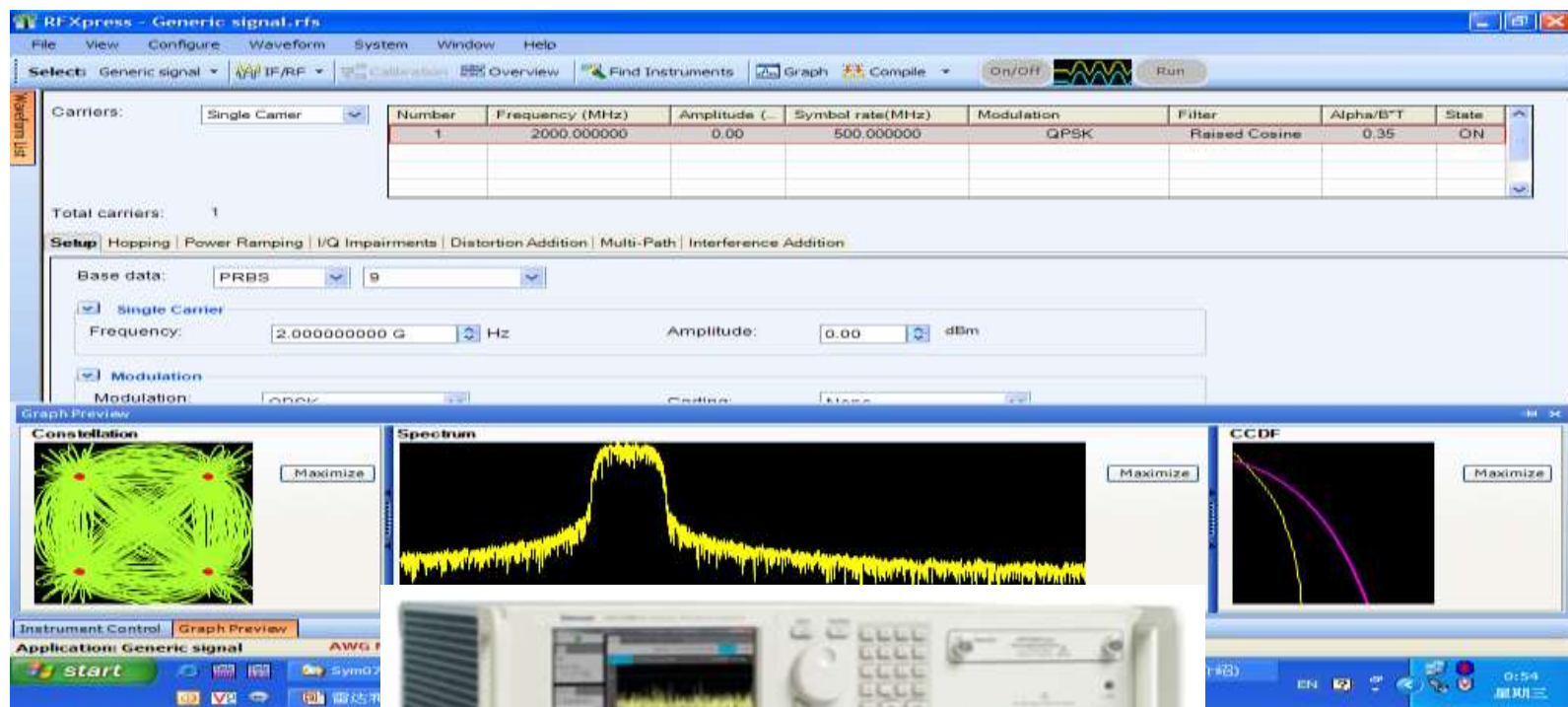


应用三：宽带通信信号测试



AWG70k 利用RFXpress软件宽带数字调制信号

- 泰克AWG是宽带(超宽带)数字调制信号全球最通用的解决方案
- 泰克提供调制信号生成软件为用户方便产生数字调制信号的基带、中频或者射频信号
- 用户也可以使用Matlab等工具产生任意调制信号



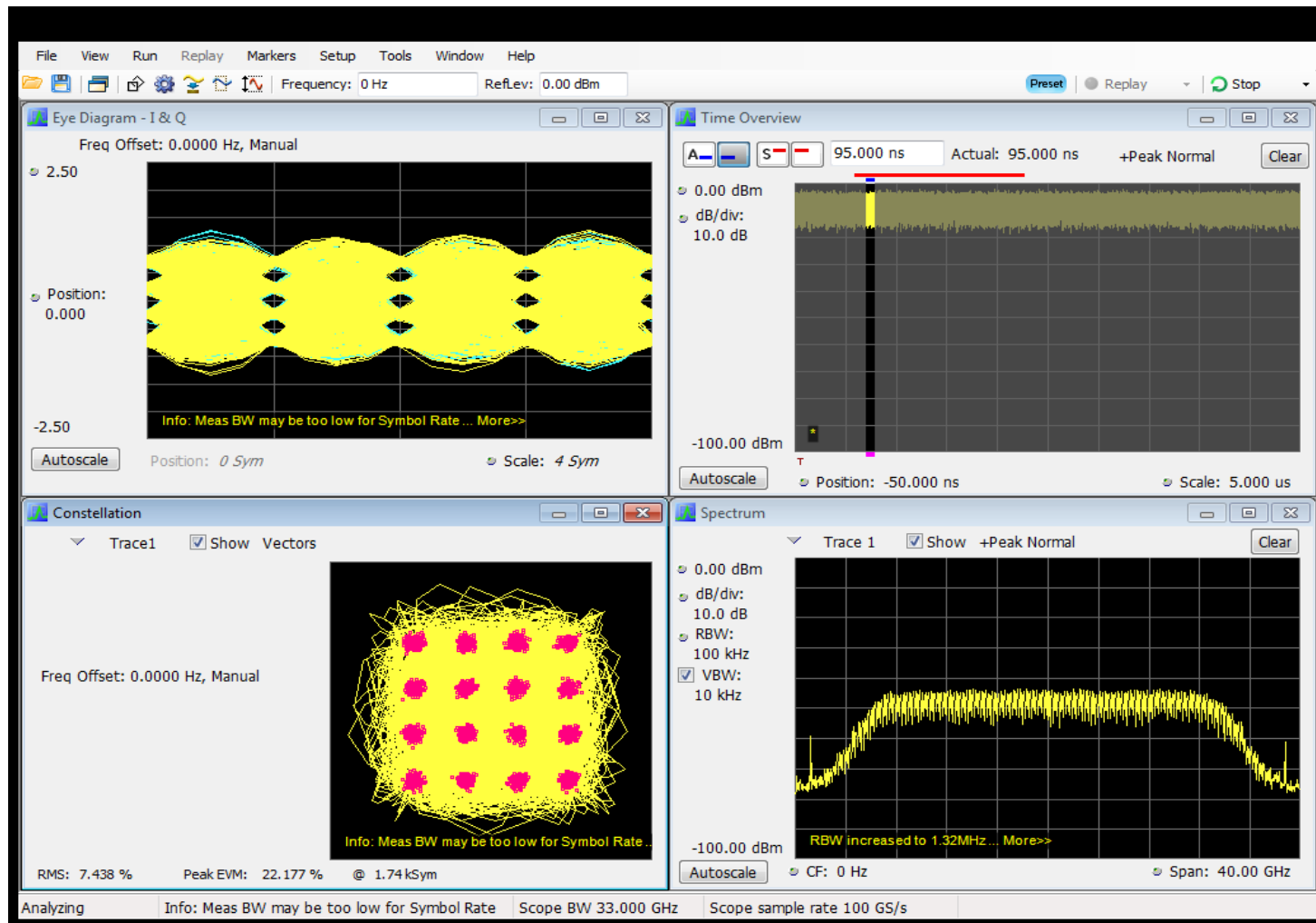
Scope+SignalVu对宽带调制信号的分析功能

■ 同时进行
模拟数字解
调

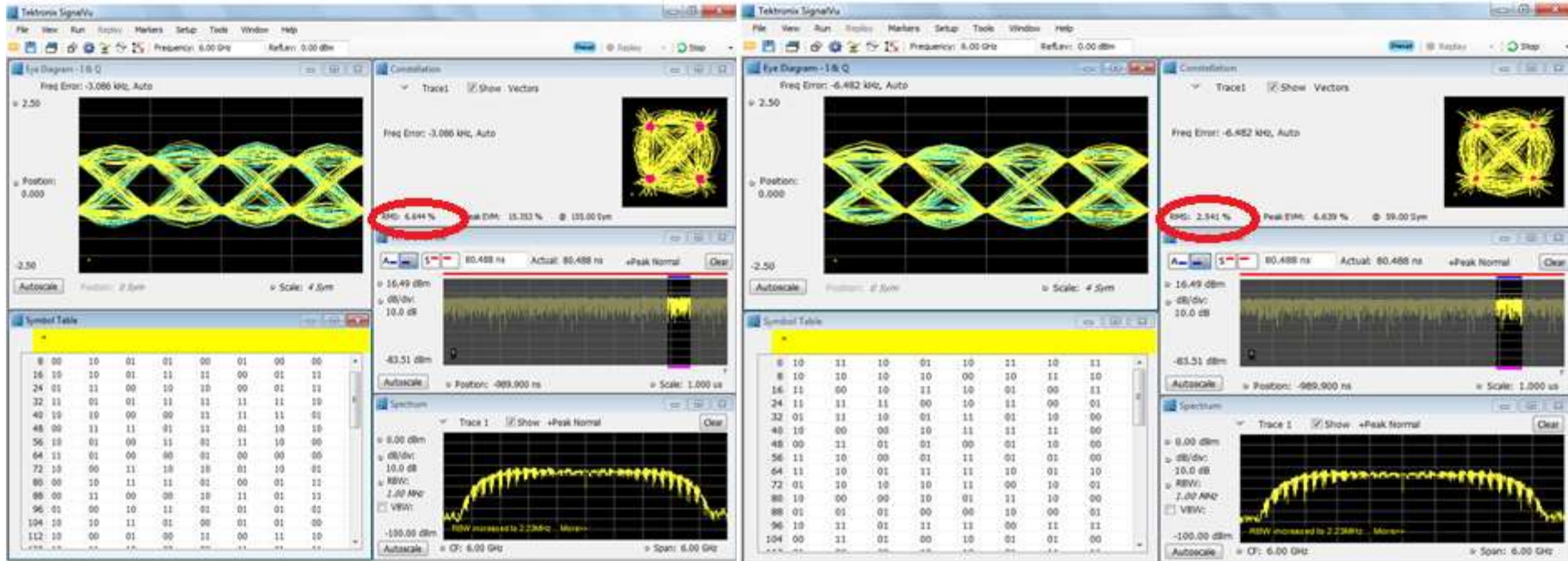
■ “指哪打
哪”

■ 分析窗和
频谱窗个子
独立

■ 可变分析
窗，矢量分
析和频谱分
析各不耽误



QPSK 4GBaud 校准前后对比



议程

- 现代宽带复杂信号的市场趋势
- 泰克高速光通信整体解决方案
- 泰克宽带射频系统解决方案
- 泰克高速串行数据解决方案
- 泰克宽带多通道测试系统解决方案
- 小结

高速串行数据应用

- 接收机容限测试
 - PCI-E
 - SATA
 - HDMI
 - USB3.0
 - DisplayPort



PCI EXPRESS®

SERIAL ATA

HDMI™

DDR3
A JEDEC STANDARD

DisplayPort

SUPER SPEED
CERTIFIED USB
TM & © 2008 USB-IF. All rights reserved.



泰克高数串行数字信号测试方案

- 随着高速数字系统的不断发展，数字信号已经不是传统意义上的高低两个电平、时序上完全同步于时钟的“方波”
 - 预加重/去加重
 - 扩频时钟
- 传统的脉冲/码型发生器一般只能提供高低两个电平，只能提供固定时钟的同步效果。对于幅度变化（如跳变位上的预加重）或者注入抖动（如SSC可以作为一种抖动注入）的信号，传统信号源一般非常难于满足测试要求。现在也有一些新设备，具备了一定的幅度变化和抖动注入能力，但幅度和抖动的调节范围有限，而且常常需要硬件选项的支持以及复杂的校准
- 有幅度变化和频率变化（抖动注入）的高速数字信号，其本质就是较为复杂的模拟信号。使用任意波形发生器配合专业的信号仿真软件产生这些高速数字信号，可以非常简单快捷地获得所需激励
- 本例将介绍如何使用泰克的任意波形发生配合SerialXpress高级抖动生成软件，产生有确定抖动特性的高速串行信号。目标信号的特点是：2.5Gbps；上升时间是70ps；8b/10b编码；幅度1Vpp；偏置为0V；带有频率为133MHz，幅度为50ps的正弦抖动

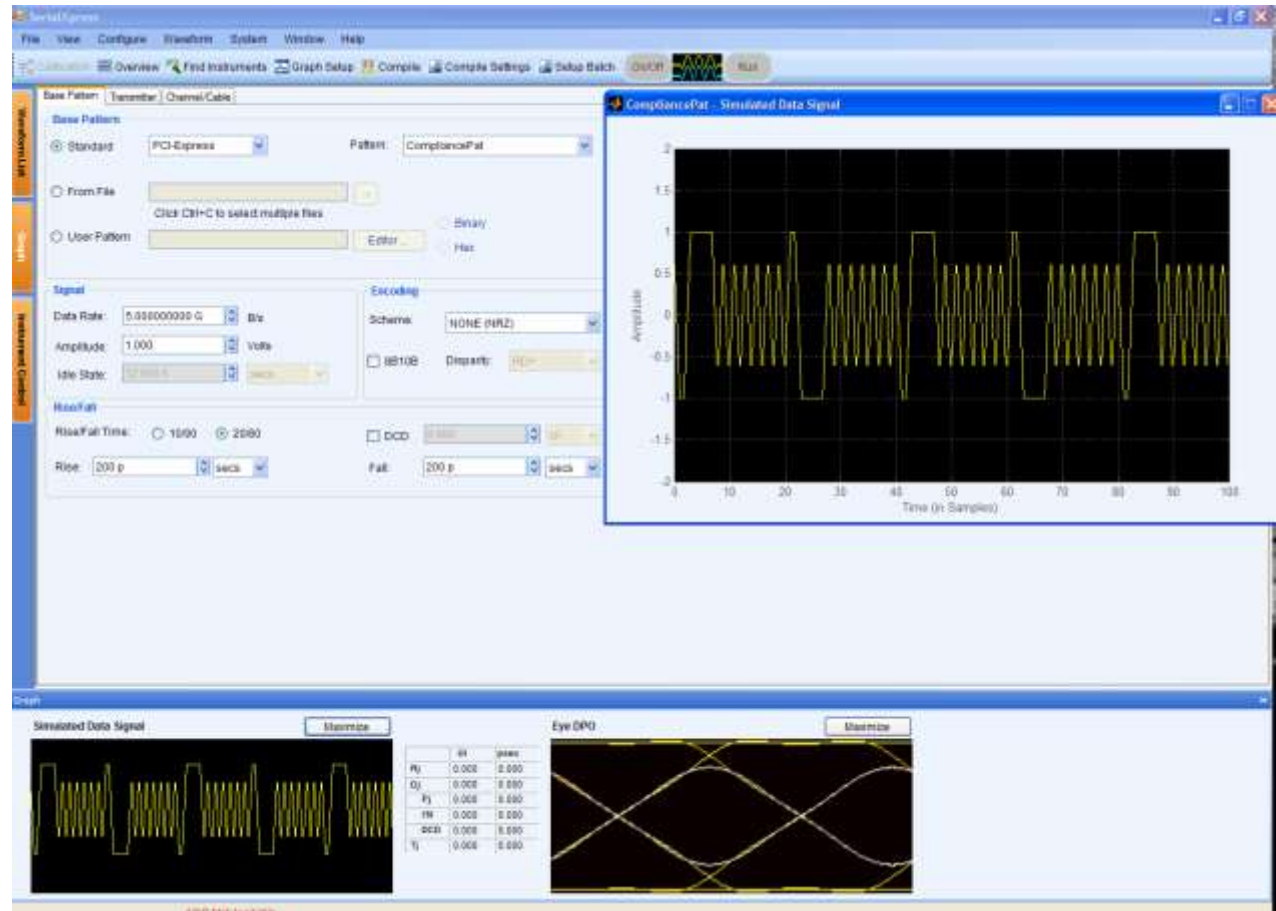
Serial Data Waveform Synthesis using SerialXpress®

Standard Base Patterns Selections

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

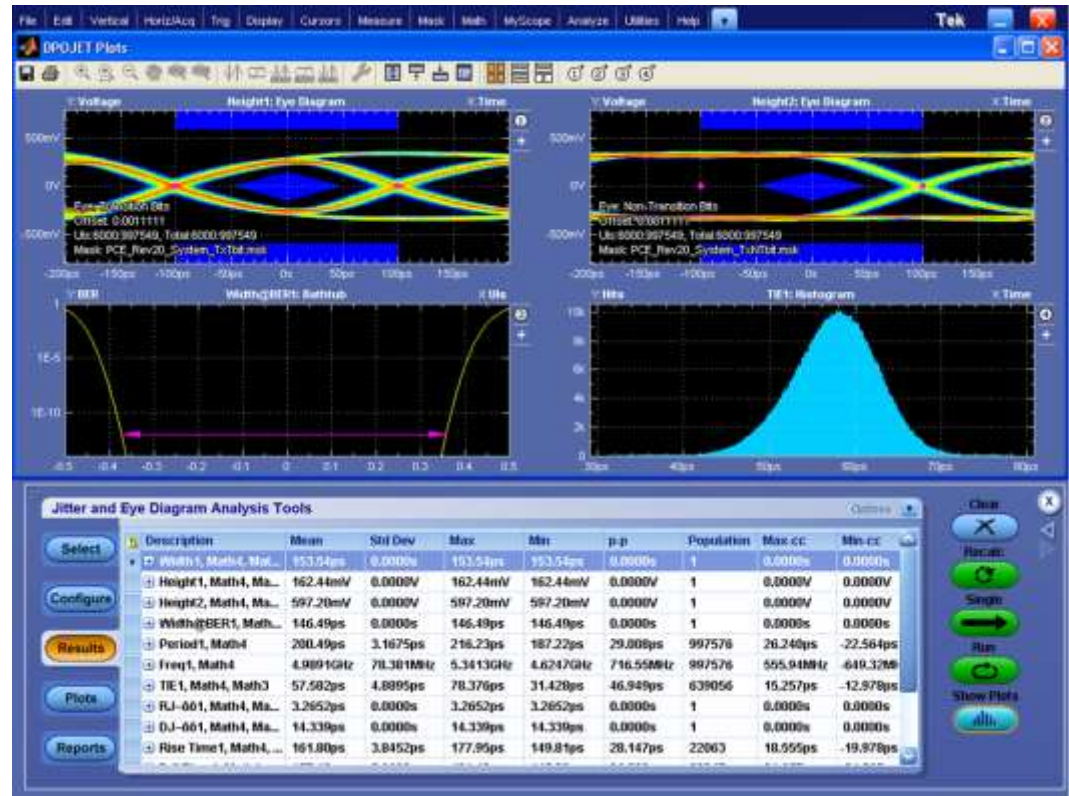
Rise time setting

Graphic simulations of Compiled Data



Scope+ DPOJET支持的串行标准

- 配合DPO/DSA70000系列示波器，DPOJET将硬件能力发挥到极限
- 支持的标准有
 - Infiniband
 - PCI-Express 2.5/5/8G
 - SATA – Serial ATA 3/6G
 - SAS – Serial Attached SCSI 3/6G
 - DDR2/DDR3-1600+
 - HDMI / DisplayPort
 - FBD - Fully Buffered DIMM
 - Customizable tests & limits



议程

- 现代宽带复杂信号的市场趋势
- 泰克高速光通信整体解决方案
- 泰克宽带射频系统解决方案
- 泰克高速串行数据解决方案
- 泰克宽带多通道测试系统解决方案
- 小结

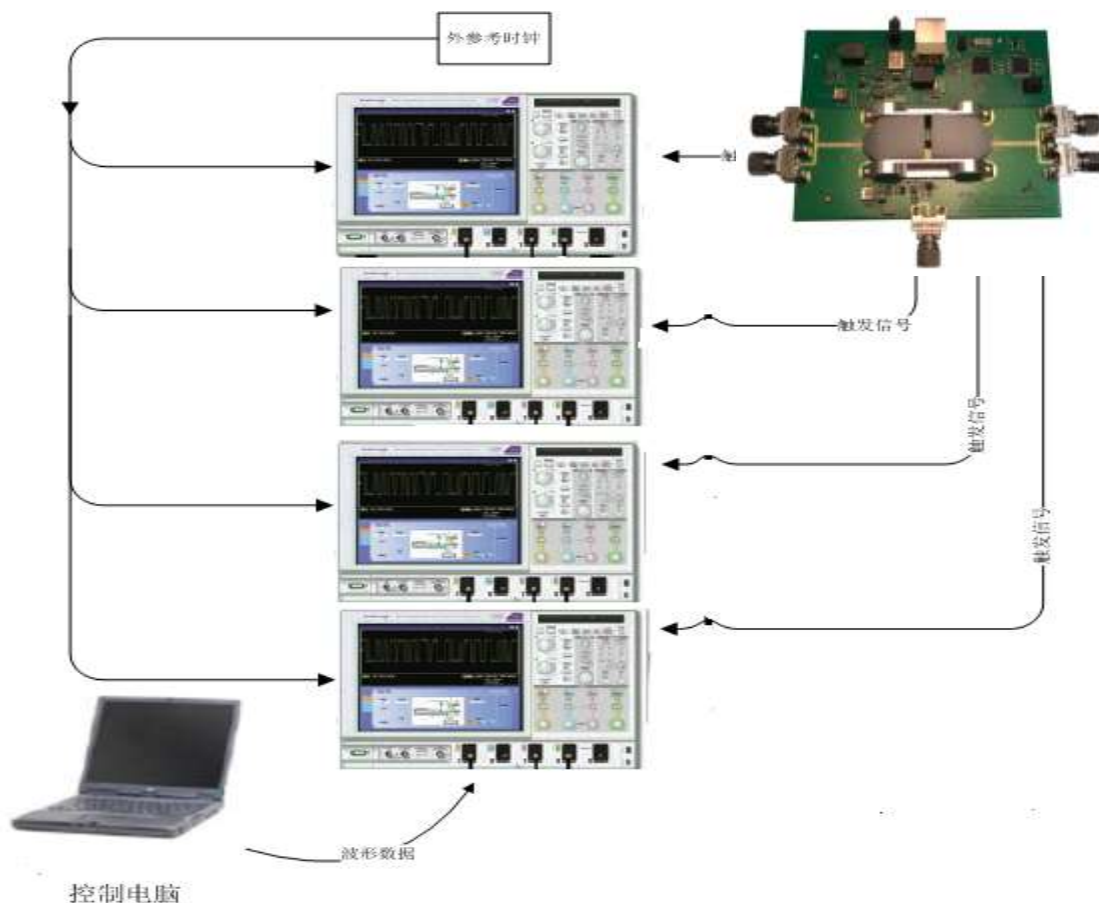
宽带多通道信号产生解决方案

- 泰克的多通道信号产生系统基于泰克的AWG70001A/70002A系列任意波形发生器，利用AFG作为外同步输出和多通道同步时钟，将多个AWG同步信号进行实时输出。



多通道信号接收解决方案

- 泰克的多通道信号接收系统基于泰克的DPO/DSA70000C/D系列数字荧光示波器，利用数字码型发生器作为外同步输出和多通道同步时钟，将多台示波器进行同步采集和分析数据。



Happy Customer with 8 sync'd units



泰克新一代超宽带宽信号测试解决方案-总结

■ 信号源

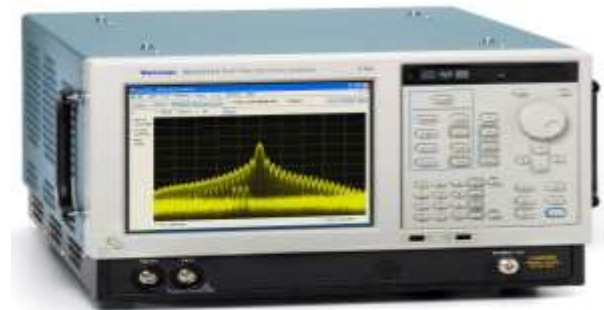
- 特别适于复杂信号、宽带调制、脉冲信号产生的混合信号源——任意波形发生器AWG
- 逻辑信号源:码型发生器和数据时序发生器

■ 高性能示波器

- 超宽带接收机——通用仪器唯一的解决方案——宽带示波器+分析软件

■ 校准-预失真

- 自动校准系统



IF

RF

Thanks !

