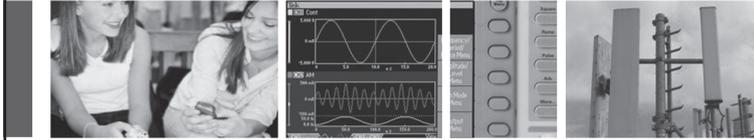


泰克新一代高速信号源为各种复杂信号仿真提供完善的解决方案



Tektronix

议程

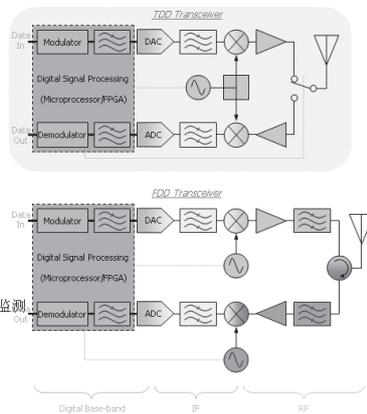
- 现代复杂信号的测试挑战
- 泰克最新一代任意波形发生器概览
- AWG应用实例
 - 使用AWG产生自定义脉冲信号
 - 使用AWG复现射频信号(RTSA)
 - 使用AWG复现时域信号(Scope)
 - 使用AWG产生OFDM调制信号
 - 使用AWG产生相干光中的复杂调制信号
 - 使用AWG产生高速串行数字信号
 - 多台AWG同步产生多路信号
- 小结

2

Tektronix

现代复杂信号的测试挑战

- 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
 - 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
 - 专用接收机
 - 示波器——带宽足够，可是没有频谱监测功能



3

新一代数字RF仿真和分析平台

Tektronix

信号源类型

- 频域和时域信号源
 - RF信号发生器
 - 扫频源
 - 频率综合源
 - 噪声发生器
 - 脉冲发生器
 - 数据、码型发生器
 - 函数发生器
 - 任意函数发生器
 - 任意波形发生器
- 基于DDS的任意波形发生器：高性能、易用的全能信号源

4

新一代数字RF仿真和分析平台

Tektronix

市场趋势



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

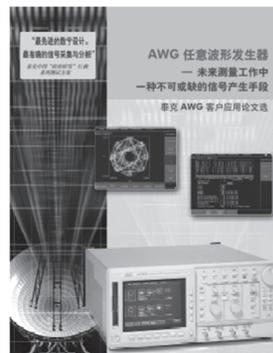
在多种快速标准推动下，复杂程度不断提高

5

Tektronix

高速任意波形发生器——一种在未来不可或缺的信号源

- 任意信号发生器的几个用途
 - 产生基带IQ信号
 - 产生中频/射频信号
 - 混合模拟/数字测试
 - 产生多路信号
 - 替代一些传统信号源（如函数信号发生器）
 - 替代一些定制信号源（如特殊脉冲发生器，低频相位标准等）
 - 宽带调制信号
 - 高速带压力的串行信号
 - 高速脉冲信号
- 任意信号发生器能输出“现实世界”各种信号
 - 信号加扰的产生、插入噪声、毛刺、交调等
 - 模拟复杂的信道

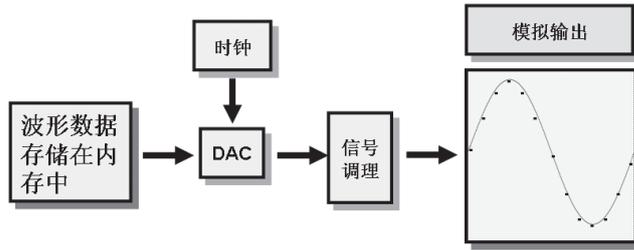


6

Tektronix

AWG如何生成波形?

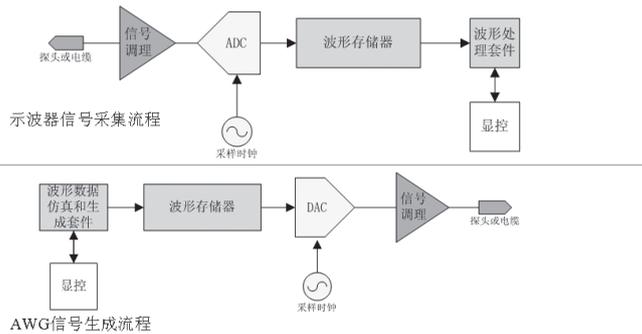
- AWG生成波形类似于CD播放器
 - 存储在光盘上数字信息被读出, 转换成模拟波形最后通过扬声器输出。
- 简单的结构, 却发挥了最大的灵活性



7

AWG工作原理

- AWG可以被看作是示波器(信号分析仪)的逆过程



示波器可以捕获任何其指标范围内的信号

AWG可以产生任何其指标范围内的信号

8

最新一代高性能任意波形发生器
长久领先, 创新纪录



2013年3月

AWG70000A系列任意波形发生器

- 支持先进的、以前不可能生成的波形，加快设计和研究速度
- 高级信号生成中性能最高的AWG，提供了：
 - 最高的采样率
 - 最长的波形存储器
 - 无与伦比的动态范围
 - 方便上手，易用使用



10

Tektronix

三个问题评定任意波形发生器的性能等级

信号播放速度有多快？

- 采样率决定着可以生成的复杂信号类型

信号有多干净？

- 动态范围决定着信号的“理想”程度
- 更好的性能意味着AWG支持更多干扰测试

信号有多长？

- 波形存储器决定着每个独特信号有多长
- 长度越长，信号越“接近现实”

11

Tektronix

AWG70000A任意波形发生器

- 新! 50 GS/s采样率
- 新! 高达-80dBc的动态范围
- 新! 16 G样点的波形存储器



没有任何其它AWG系列能与AWG70000A系列的性能全面竞争

AWG70000A主要指标:

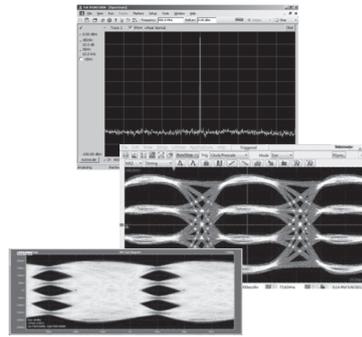
- 采样率: 高达50 GS/s
- 波形存储器: 高达16 G样点
- 动态范围: >80 dBc

12

Tektronix

满足行业需求的采样率

- 宽带RF信号, 高达20 GHz的载波
- 高达25 Gb/s的串行数据信号
- 宽带基带信号, 适用于相干光学系统
- 快速上升沿, 准确生成高速脉冲信号



“50 GS/s的采样率, 并能够同步两台AWG, 使我们能够每个光学载波生成30-Gbaud信号, 支持233 Gb/s的数据速率, 是以前记录的两倍多。AWG70000的性能和信号纯度, 远远超出了这一苛刻试验的要求。” — S. Chandrasekhar, 贝尔实验室

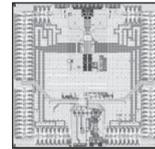
13



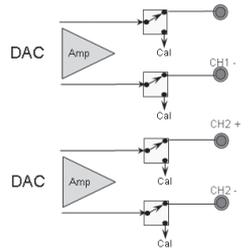
技术源动力
25 GS/s数模转换器(DAC)

由泰克元器件产品事业部自主研发

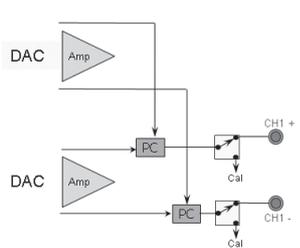
- 全球速度最快、最准确的10bit DAC
- ASIC设计采用IBM的8HP SiGe工艺
- 支持更高的集成度, 在满足先进功能要求的同时降低系统成本、尺寸及功耗要求



2通道AWG



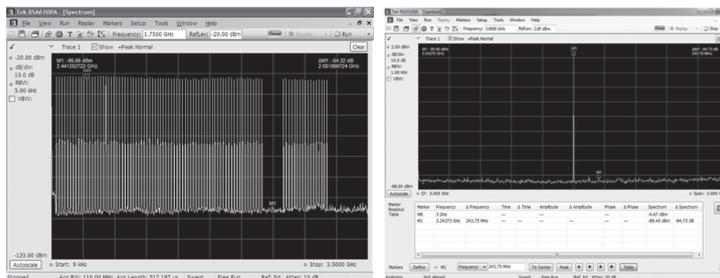
1通道AWG



14



适用于任何应用的动态范围性能



- 宽带RF应用中超过-80dBc SFDR
- 性能与速度较低的AWG相同, 拥有更高的位数

15



长波形存储器

- 比当前“一流系统”高8倍
- 仿真有意义的长波形，而不会间断

AWG7000C 最大波形长度: 128 M样点

竞争对手 最大波形长度: 2 G样点

AWG70000A 最大波形长度: 16 G样点

16 Tektronix

完整的解决方案，简化用户体验

- 文件格式**
Matlab
RFXpress
SerialXpress
传统AWG
示波器
实时频谱分析仪
文本文件
- 输入**
触发事件
参考时钟
- 安全功能**
USB锁
可拆卸SSD
降低密级程序
- 仪器控制**
前面板
USB
以太网
GPIB
- 波形创建工具**
RFXpress
SerialXpress
函数发生器
第三方软件
- 输出**
模拟通道
标记信号
参考时钟
同步输出

17 Tektronix

产品技术数据

AWG70001A		AWG70002A	
通道数量	1	通道数量	2
采样率	1.5 KS/s - 50 GS/s	采样率	1.5 KS/s - 25 GS/s
最大输出频率	20.0 GHz	最大输出频率	10.0 GHz
动态范围 (SFDR)	> 80 dBc	动态范围 (SFDR)	>80 dBc
DAC分辨率	10位	DAC分辨率	10位
波形存储器 (每条通道)	2 G样点 (标配) 16 G样点 (选配)	波形存储器 (每条通道)	2 G样点(标配) 8 G样点(选配)

18 Tektronix

AWG5000C: 基带和通用应用

			
	AWG5014C	AWG5012C	AWG5002C
Maximum Sample rate	1.2GS	1.2GS	600MS
Maximum Waveform Length	16M points/ch, 32 M points / ch (option)		
Analog Channels	4	2	2
Vertical resolution	14 bit		
Digital (Marker) channels	8 (2/ch)	4 (2/ch)	4 (2/ch)
Digital Data output (Ch1 & Ch2)	NA	28 (option)	28 (option)

19 **Tektronix**

使用AWG产生信号的方法

- 只要能用数学模型表示的信号，只要在AWG的指标范围内，都可以使用AWG来直接生成
- 任何数据生成软件，如Matlab程序、用户自编脚本、泰克提供的专用信号生成工具，甚至写字板等，都可以作为AWG信号数据的来源
- 其它设备采集的数据，如示波器的时域信息、逻辑分析仪的码型或者实时频谱分析仪采集的频域数据均可在AWG上回放
- 内置的高级RF信号生成软件可以直接设置参数生成各种RF信号，方便、快捷

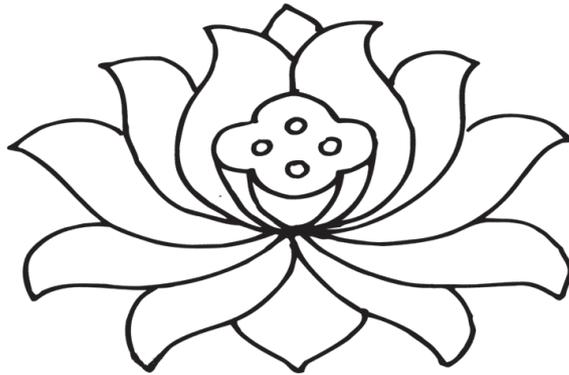
20 **Tektronix**

利用AWG产生 Tektronix Logo



21 **Tektronix**

利用AWG产生 莲花 信号



22

Tektronix

利用AWG发出美女 信号



23

Tektronix

议程

- 现代复杂信号的测试挑战
- 泰克最新一代任意波形发生器概览
- AWG应用实例
 - 使用AWG产生自定义脉冲信号
 - 使用AWG复现射频信号(RTSA)
 - 使用AWG复现时域信号(Scope)
 - 使用AWG产生OFDM调制信号
 - 使用AWG产生相干光中的复杂调制信号
 - 使用AWG产生高速串行数字信号
 - 多台AWG同步产生多路信号
- 小结

24

Tektronix

AWG应用实例之一——产生脉冲信号

- 主要应用
 - 窄脉冲信号的模拟
 - 脉冲无线电(计量单位计量示波器指标)
 - 高能物理
 - 高速脉冲(上升时间22ps)
 - 光电脉冲(脉宽40ps)

25

Tektronix

AWG产生脉冲信号的优势

- 挑战
 - 脉冲信号模拟的主要难点在于，对于不同的应用或同种应用中的不同需求，常常需要不同形状的脉冲信号，而用户自己使用电子元件搭建设备来产生相应信号的工作量大、周期长、重复性差、信号质量难以得到保证。
- 优势
 - 可以直接按点描绘出各种脉冲信号，无需自己搭建设备。
 - 只要在其指标范围内，可以模拟任意脉冲信号

26

Tektronix

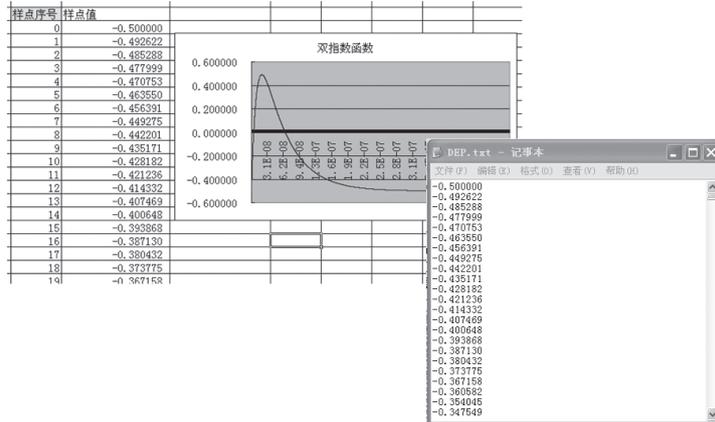
产生脉冲信号方法例子

- 一种在放电、电磁脉冲测试等物理实验中常见的信号——双指数函数
- 信号模拟工具：MS Excel
- 使用txt文件为媒介，将数据导入AWG
- 调整归一化参数
- 设置合适的采样率和输出幅度
- 点击运行并输出

27

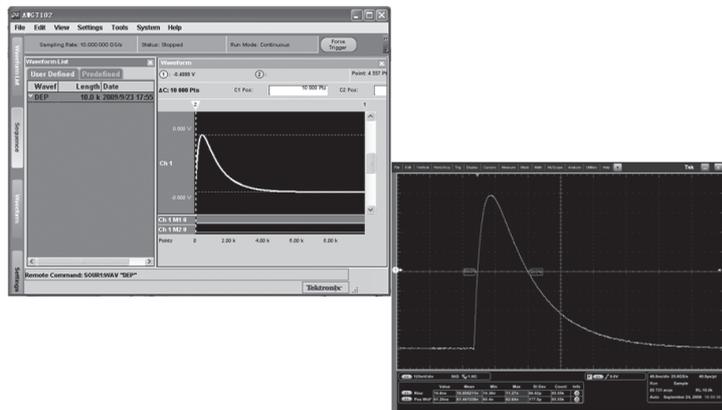
Tektronix

产生数据



28

确认数据正确并设置输出参数，得到信号



29

产生脉冲信号——总结

- 用户可以使用各种工具来产生AWG工作所需要的数据，包括Matlab、VC、VB插件和Origin等，甚至Excel也可以；
- 算法得到的数据通常需要以文本文件的形式导入AWG，文件中数据与数据之间可使用回车符、换行符或TAB符等隔开，注意最后一个数据后面也需要加上这样一个符号。如果使用远程仪器控制，则可以直接将波形数据从远程计算机写入AWG，而无需文本文件作为介质；
- 在算法产生数据之前，用户需要先确定最后将使用的采样率（样点间隔）和波形时长，以计算出需要的点数（内存长度）。并将这些参数输入算法；

30

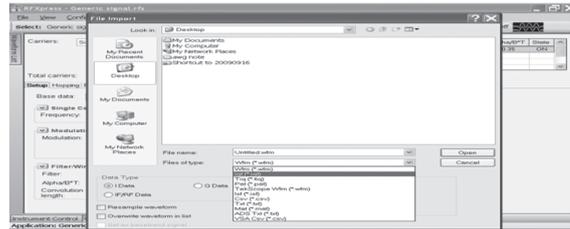
实例：使用AWG复现调制射频信号(RTSA)

■ 挑战

- 在很多应用中，用户可以很容易获得的是调制信号的基带数据，而不是调制以后的信号数据，所以此时使用任意波形发生器会遇到困难：任意波形发生器不是传统意义上的调制器，无法直接将基带数据转换为射频信号输出，此时用户需要借助仪器的“软调制”功能来获得射频信号数据。

■ AWG优势

- 使用RFXpress将基带信号的数据转换为射频信号输出。
- 使用泰克实时频谱分析仪捕获的数字调制信号基带数据文件，使用RFXpress的“软调制”功能



31

小结

- 传统上，矢量调制信号是基带源和矢量调制器配合产生的，在通用仪器的解决方案中，这种方式可以实现的最高调制带宽在2GHz以内，而且仍然需要一台高性能（采样率2.5GS/s以上）任意波形发生器作为基带源
- 在很多应用中，用户可以很容易获得的是调制信号的基带数据，而不是调制以后的信号数据，所以此时使用任意波形发生器会遇到困难：任意波形发生器不是传统意义上的调制器，无法直接将基带数据转换为射频信号输出，此时用户需要借助仪器的“软调制”功能来获得射频信号数据
- 本例中，我们使用泰克实时频谱分析仪捕获的数字调制信号基带数据文件，说明使用RFXpress的“软调制”功能

32

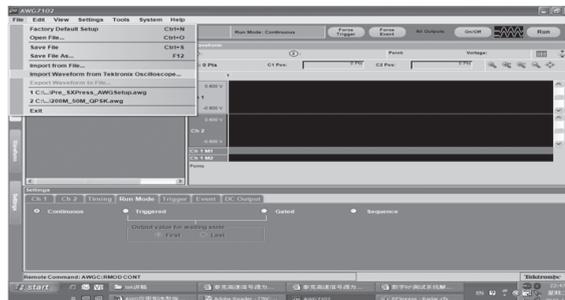
实例：使用AWG复现时域信号(Scope)

挑战

- 在很多应用中，客户想获取“现实”中的信号，经常利用示波器采集信号，然后利用仪器还原真实信号。

■ AWG优势

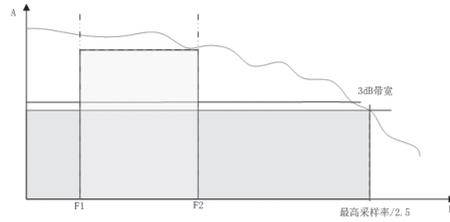
- 可以输出“现实世界”各种信号
- 信号加扰的产生:插入噪声、毛刺、交调等



33

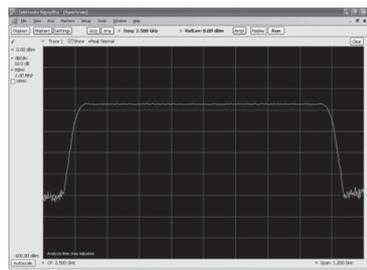
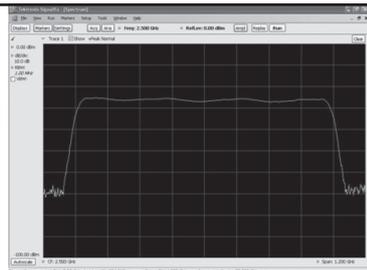
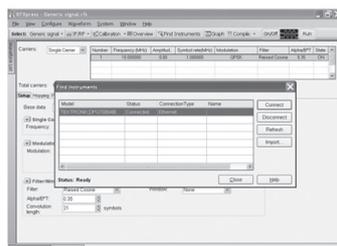
有关宽带信号校准

- 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



34

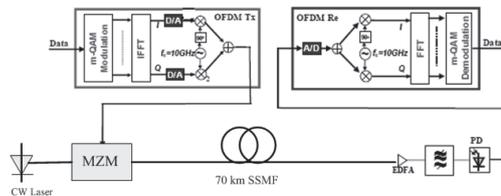
校准



35

实例：使用AWG产生OFDM信号

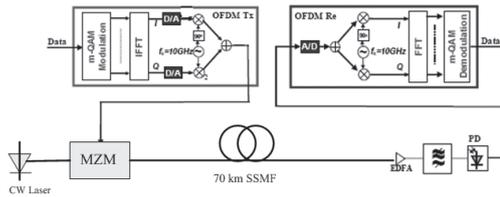
- 主要应用
 - 光线通信
- 系统原理图



36

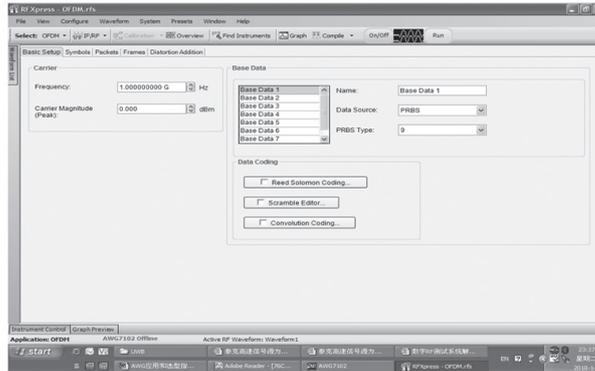
实例：使用AWG产生OFDM信号(续)

- 将Matlab或RFXpress产生的OFDM信号数据载入AWG，利用示波器或RSA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信号调制上光载波，调节MZM的偏置和OFDM信号的功率，使MZM工作于线性区，观察光域频谱和眼图；
- 接收、下变频OFDM信号，观察传输后及下变频后的频谱和眼图；
- 解调OFDM信号中的原始信息，测误码率。



37

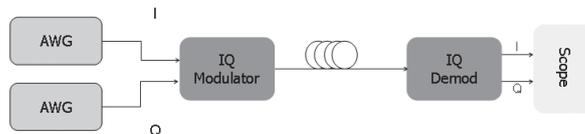
实例：利用FRXpress产生OFDM信号



38

实例：使用AWG产生相干光中的复杂调制基带信号

- 主要应用
 - 相关光通信



39

Common Complex Modulation Scheme

- Increasing data rates, while reducing Spectral bandwidth, requires
 - Higher level of modulation
 - Better S/N performance

Modulation Scheme	Bandwidth (W)	S/N Ratio
BPSK	$W = B$	10.5
QPSK	$W = B/2$	13.5
16 QAM	$W = B/4$	20.5
64 QAM	$W = B/6$	26.5
256 QAM	$W = B/8$	32.6

40 Tektronix

实例 高数串行数字信号

- 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可以看作作为一种抖动注入）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器配合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

41 Tektronix

高速串行数据应用

- 接收机容限测试
 - PCI-E
 - SATA
 - HDMI
 - USB
 - DisplayPort

42 Tektronix

为什么要进行接收机容限测试

生成预加重信号

Tektronix

客户挑战 接收机测试

- 对接收机设计执行极限测试、加压测试和一致性测试
- 在没有发射机和传输线的情况下，测试接收机的极限
- 使用各种极限条件和一致性测试信号，测试接收机的极限

■ 信号生成

- 高速串行数据的数据速率不断提高
- 带宽不断提高

■ 复现“实际环境”信号

- 复现传输效应
- 生成信号，包括所有噪声、抖动和其它不理想特点，且这些信号都是“已知良好的”的信号和“已知不好的”信号

高速串行数据

Tektronix

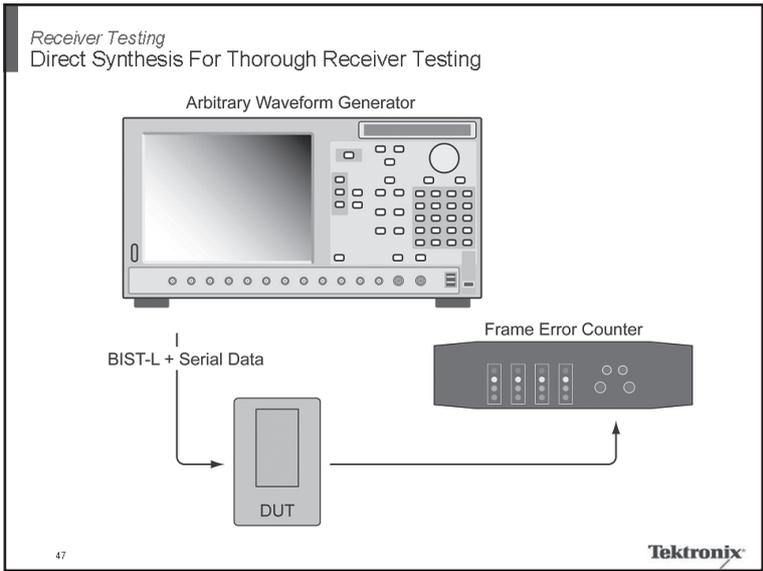
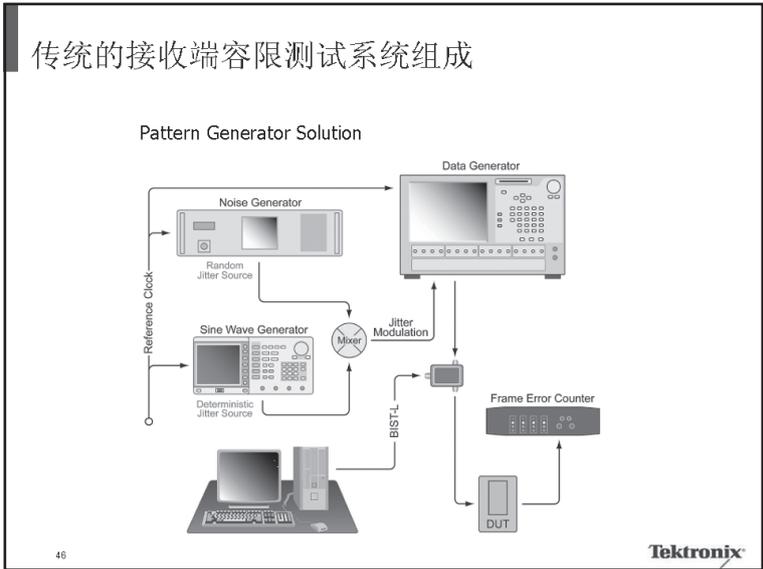
接收机测试 实例 - PCI-Express预加重

PCI-Express
(外设组件互连)
本地互连使用的接口技术

- 电缆损耗引入的失真
 - 低通滤波器
 - 边沿衰减
- 预加重技术
 - 降低衰减影响
 - 在PCI-Express标准中定义
 - 表现为多电平信号
- 直接生成实际环境信号
 - 满足 PCI-Express I和II的速度
 - 生成多电平信号
 - 增加抖动、噪声和其它异常事件

生成预加重信号

Tektronix



Serial Data Waveform Synthesis using SerialXpress®

Standard Base Patterns Selections

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

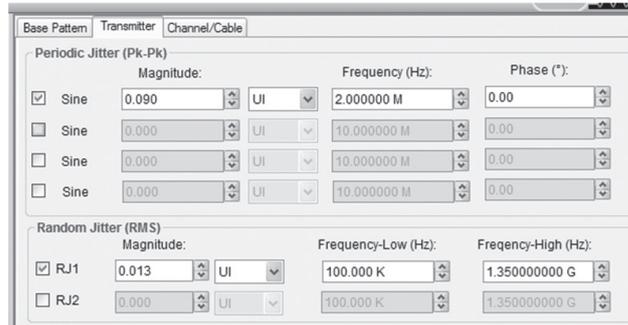
Rise time setting

Graphic simulations of Compiled Data

48 Tektronix

Serial Data Jitter Generation using SerialXpress®

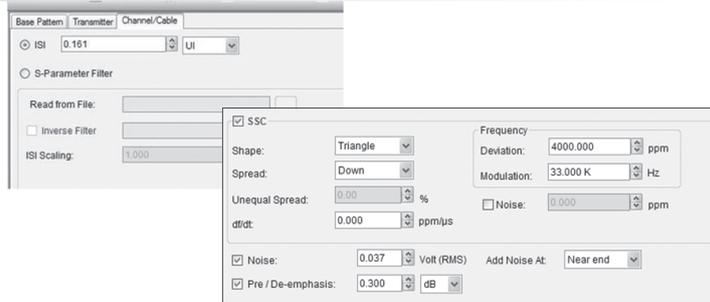
- Up to four SJ components with freq and phase settings
- Two Random jitter components with specific bandpass settings



49

SerialXpress® makes it easy

- Dial in specific amounts of ISI or import S-Parameter TouchStone files with patented ISI scaling capability
- SSC, Pre-emphasis and Noise can also be synthesized



50

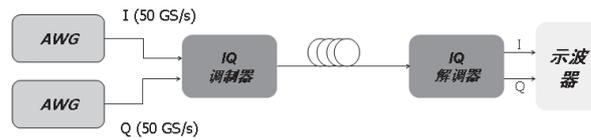
注意事项

- SerialXpress是专为高速串行数字信号设计的波形仿真和生成软件。本例中的例子比较简单，在实际工作中，SerialXpress不仅可以让用户以填表的方式方便地输入诸如幅度、速率、上升/下降时间、编码方式等常用参数。用户还可以根据需要在正常信号中添加正弦抖动（Sj）、随机抖动（Rj）、占空比失真（DCD）、码间干扰（ISI）等抖动特性，以及噪声、预加重/去加重等幅度特性
- 对于SATA、SAS、PCIE、HDMI、FibreChannel、USB、DisplayPort等常用标准，SerialXpress配备了标准的测试用码型，用户只需调用即可，无需手动输入
- SerialXpress有抖动校准功能，以优化信号质量

51

实例 多台AWG同步

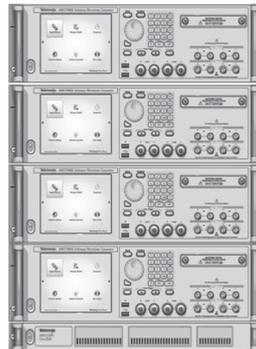
- 通过多机同步，提高通道数量
- 多种不同的使用环境
 - 为光学传输生成高速IQ信号
 - HDMI2.0测试



52

多台AWG同步

- Up to four instruments(8 channels)
 - Instruments - master (1),slave(3)
 - Same configuration instruments
 - AWG70002A - 2 channel (shown)
 - AWG70001A - 1 channel
- Channel to channel synchronization
 - Coherent outputs
- What are your requirements?
 - Trigger Uncertainty
 - Channel to Channel Skew
 - Typically channels can be aligned to <1ps



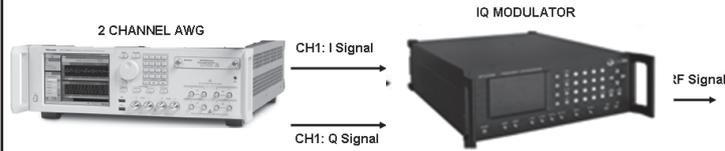
53

小结

- 通过的例子，我们看到，任意波形发生器在适当的信号仿真软件支持下，可以直接产生定制的脉冲信号、相干光调制信号、高速数字信号等
- 实际上，只要是在AWG的指标范围以内，它可以产生任意信号
- 任意波形发生器操作简单，功能完善，指标高；能在极短的时间内把算法模型转化为实际激励，能为用户的信号处理、接收机测试提供高效的解决方案；同时，任意波形发生器还可以作为用户发射机/发送器的参考
- 一台任意波形发生器可以替代多台传统信号源，一专多能，是一种“all in one”的解决方案，是一种在未来宽带信号模拟中不可或缺的信号激励系统
- 泰克任意波形发生器配合RFXpress调制生成软件、SerialXpress抖动生成软件，为宽带/超宽带调制信号和高速串行数字信号的调试和验证提供了理想的激励源
- 泰克的宽带接收机（RSA、示波器等）配合专业的分析软件，可以与AWG组成闭环测试系统，实现一套设备多个功能，是性价比极高的一体化解决方案

54

AWG 产生基带信号



AWG5000C/AWG70002A系列做基带信号源:

- IQ两路各480MHz(5000C系列)或10GHz(70002A系列)带宽, 满足通用宽带、超宽带信号能力
- 灵活的采样时钟, 无需外加时钟源
- 杰出的幅频特性和脉冲响应特性, 理想的基带源
- 较高的输出幅度, 还可供通用调试应用
- 独立式仪器, 便于使用和维护。每通道输出信号均可相参
- 回放各种数据采集设备的捕获的“真实”信号

55

Tektronix

AWG ——中频和上变频



- 载波频率仅仅受限于 up-converter
- AWG需要高的采样率
- 和第三方变频器合作可以产生更高的载波。

56

Tektronix

AWG ——射频信号直接生成



- AWG70001A系列做为IF/RF信号源
 - 独一无二的输出带宽20GHz, 为宽带信号生成提供了性能保证
 - 单路或者两路相参信号
 - 可简便进行幅度和相位响应校准
 - 可重放各种信号捕获工具(如频谱仪、示波器、逻辑分析仪等)捕获到的实际信号, 在实验室即可达到实战环境的测试能力

57

Tektronix

AWG性能小结

- 低通模型，宽带、高速
- “按点描述”：结构简单，应用灵活
- 可广泛使用于计算机、通信、政府研发、医疗设备、物理实验等领域
- 不仅可以产生理想信号，还可以复现数据采集设备采集的信号，还可以以增强方式产生的极限信号——无论什么样的信号特性，只要在AWG的指标范围以内，都可以直接产生
- “All In One”的解决方案，为信号激励提供最简便、重复性最好的设备

58



感谢您的关注！

