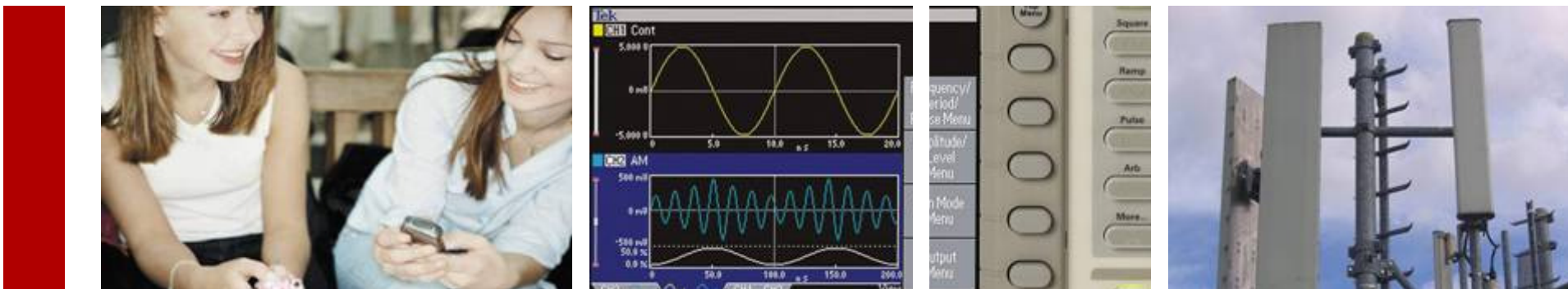


宽带测试系统解决方案

—针对复杂数字RF信号的分析 and 仿真



苏水金

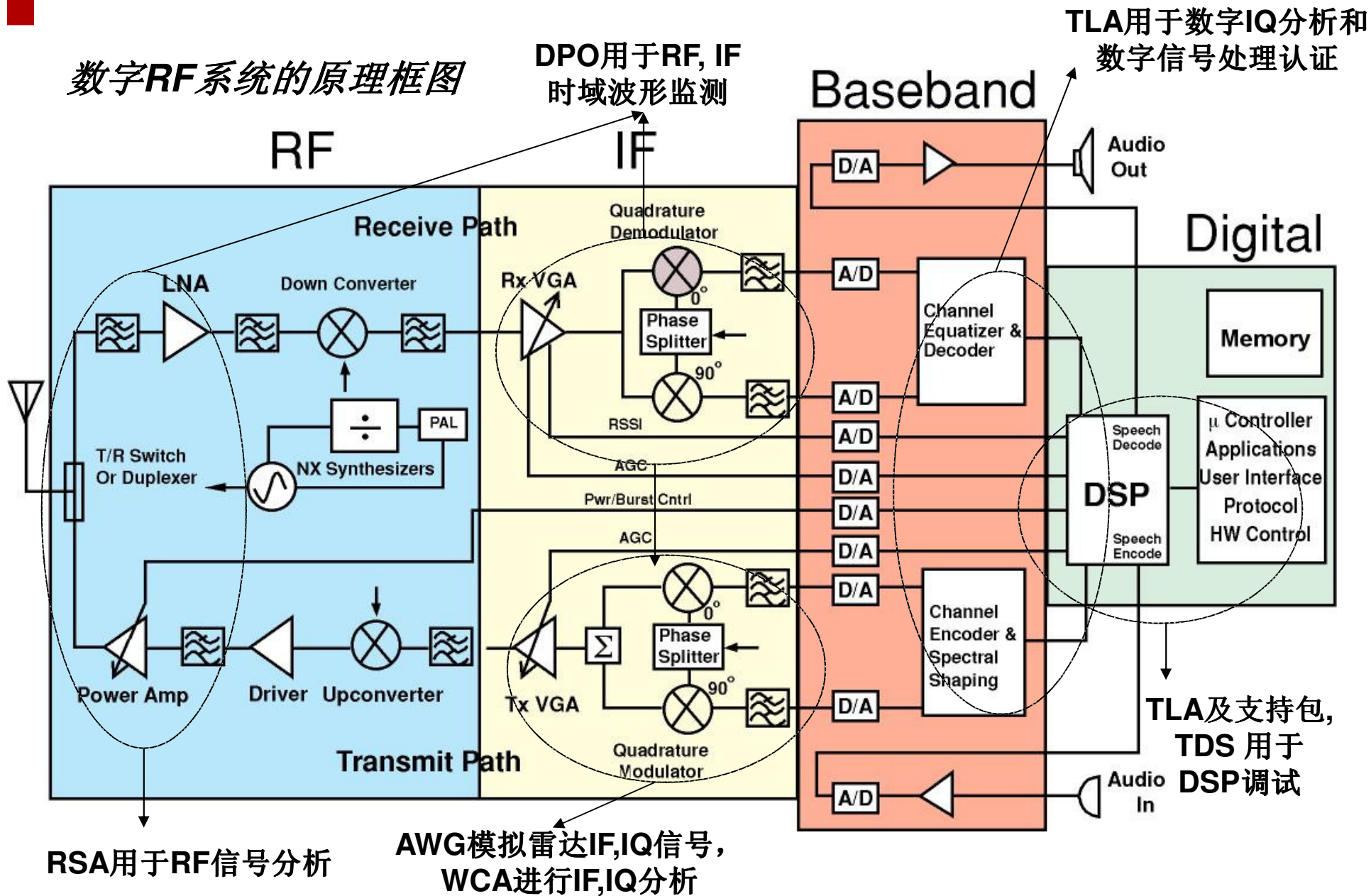
泰克科技（中国）有限公司



议程

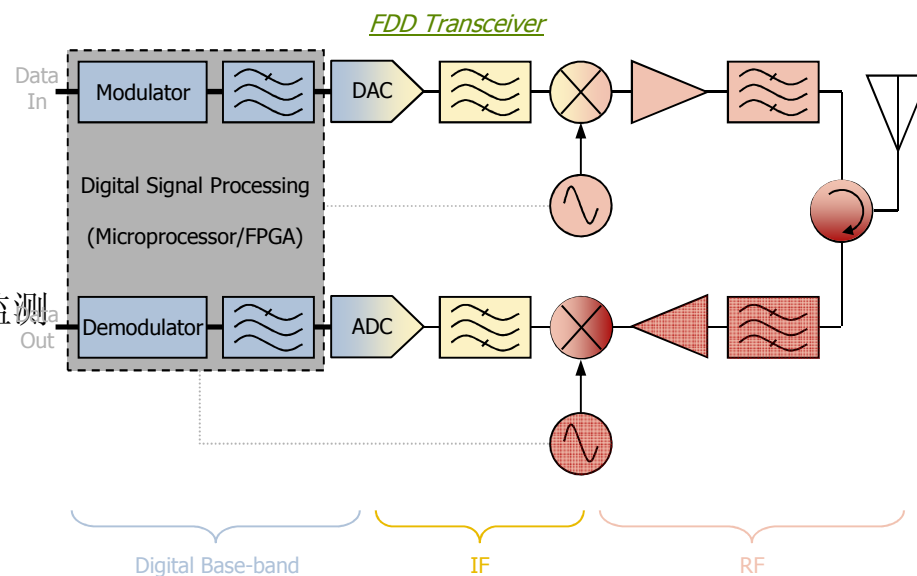
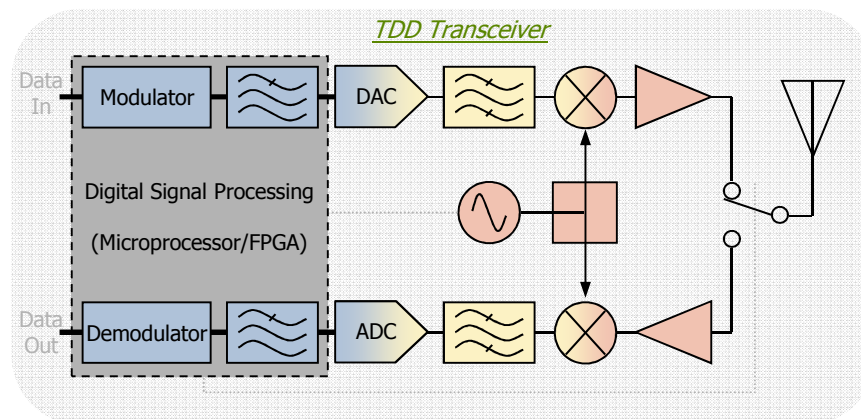
- 复杂数字RF信号的测试挑战
- 复杂数字RF信号的仿真平台
- 复杂数字RF信号的分析平台
- 泰克各种仪器互联组建完整解决方案

数字RF系统的原理框图



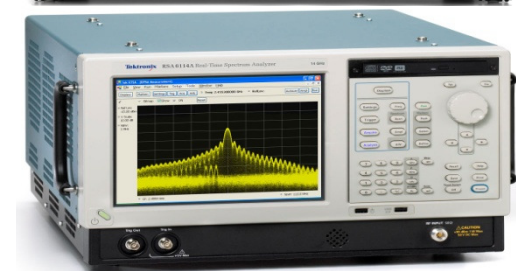
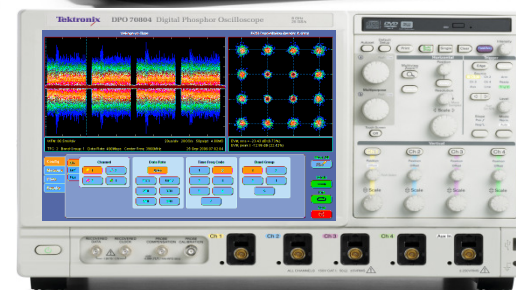
复杂数字RF信号的测试挑战

- 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
 - 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



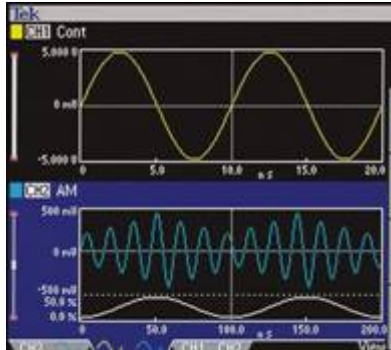
泰克复杂数字RF信号仿真和分析方案

- 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
- 接收设备
 - 集频谱分析、矢量信号分析、脉冲分析和频谱监测功能于一身的实时频谱分析仪
 - 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
- 数据处理部分调试设备
 - 逻辑分析仪+示波器的综合测试系统
 - FPGA调试设备



Tektronix™

复杂数字RF信号的仿真平台



信号源类型

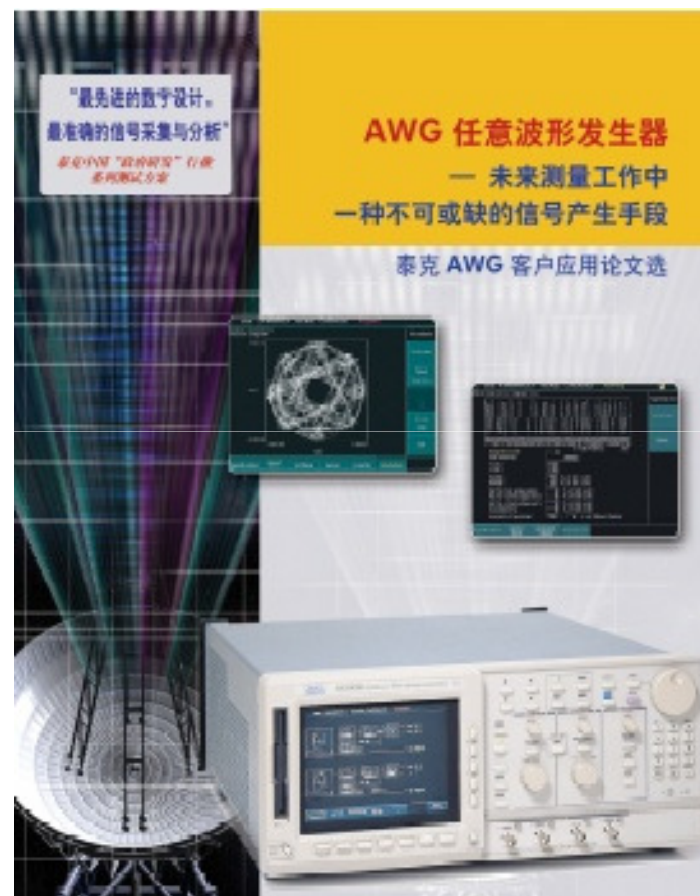
- 频域和时域信号源
 - RF信号发生器
 - 扫频源
 - 频率综合源
 - 噪声发生器
 - 脉冲发生器
 - 数据、码型发生器
 - 函数发生器
 - 任意函数发生器
 - 任意波形发生器
- 基于DDS的任意波形发生器：高性能、易用的全能信号源

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

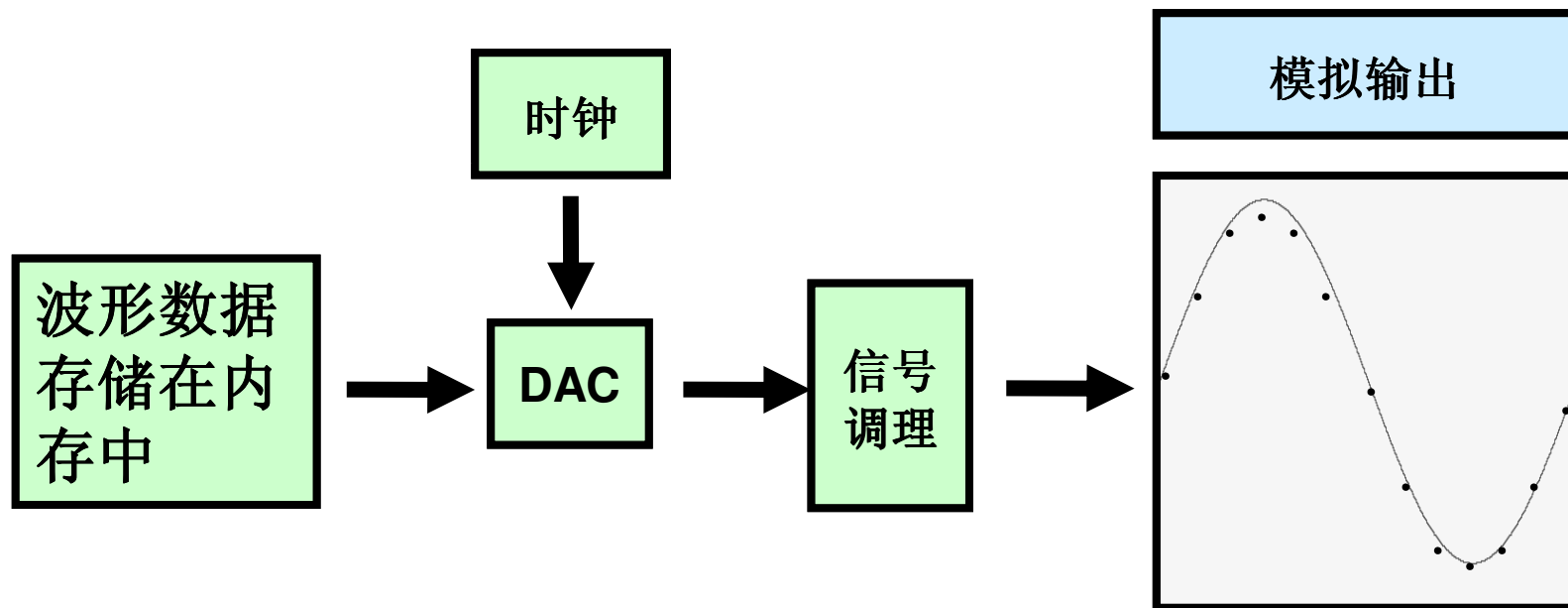
任意波形发生器——一种在未来不可或缺的信号源

- 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（如函数信号产生器）
 - 替代一些定制信号源（如特殊脉冲发生器、雷达模拟信号，低频相位标准等）
- 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



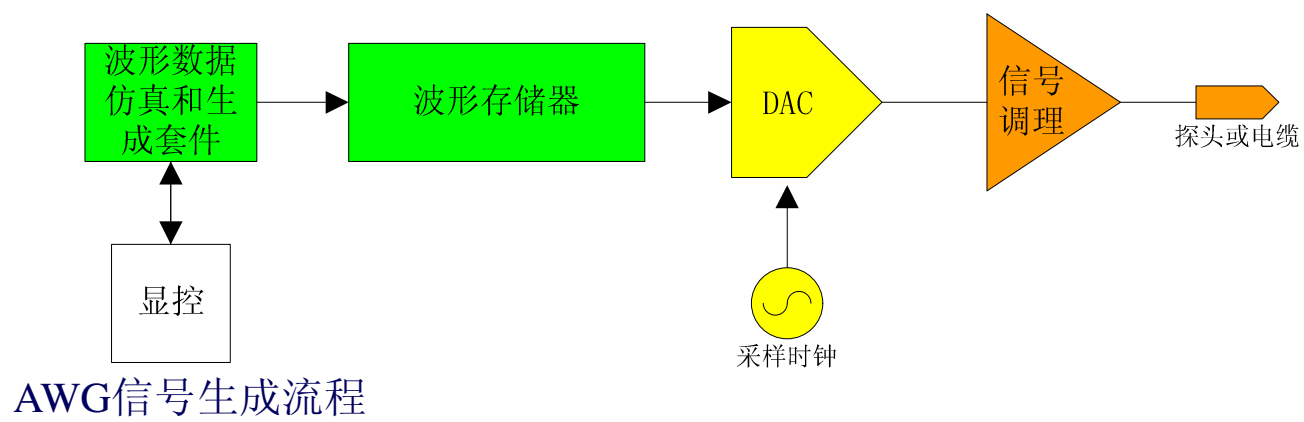
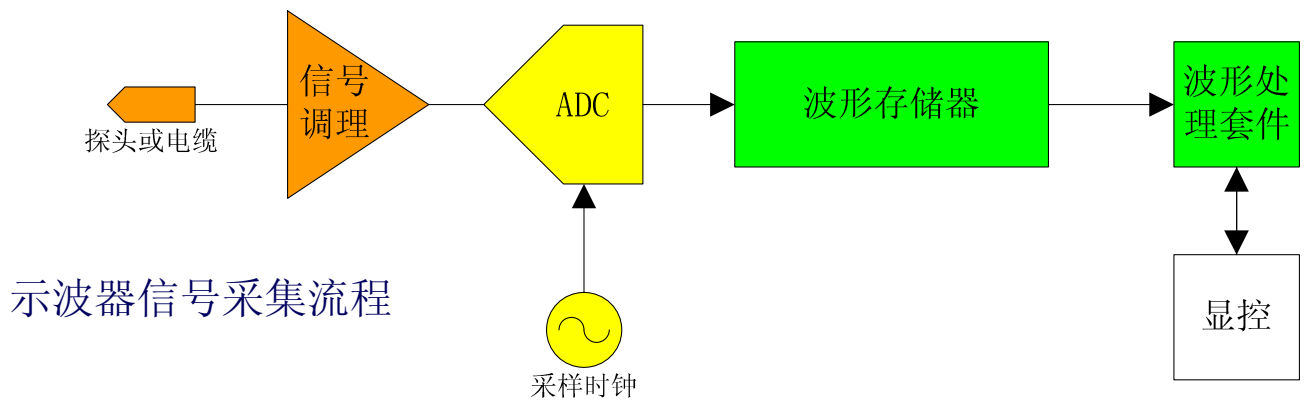
AWG如何生成波形？

- 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。



AWG工作原理

- AWG可以被认为是示波器(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

新一代数字RF仿真和分析平台

AWG7000C: 全球首屈一指的任意波形发生器

AWG7000C	AWG7122C		AWG7082C	
采样率	12 GS (24GS by Interleave)		8 GS	
输出上升时间/带宽 (3dB)	35 ps, 7.5GHz (option 02 /06)		NA	
最高序列长度	16,000			
垂直分辨率	8bit或10bit可选			
波形长度要求	X4 (x8 : 复用模式)	X4		
最高有效射频输出带宽	9.6GHz@24GS/s	4.8GHz@12GS/s	2.4GHz	2.4GHz
最大波形长度	64M点 (AWG7122C复用模式下128M点)			
时延校准范围和精度	±100 ps , 1ps步进			
仪器类型	独立式			

AWG5000C: 基带和通用应用

Picture			
Model	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)

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
- 内置的高级serial信号生成软件可以直接设置参数生成各种串行数据信号，方便、快捷



AWG典型应用

- 产生任意脉冲信号
- 宽带数字调制信号
- 宽带雷达信号
- 宽带跳频信号
- 复杂电磁环境信号
- OFDM信号
- 高速串行数据

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50ps)
 - 光电脉冲

AWG产生脉冲信号的优势

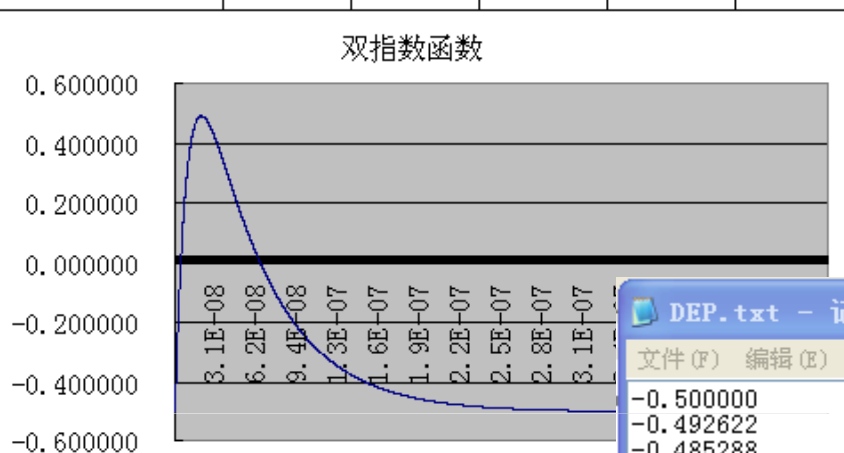
- 挑战
 - 脉冲信号模拟的主要难点在于，对于不同的应用或同种应用中的不同需求，常常需要不同形状的脉冲信号，而用户自己使用电子元件搭建设备来产生相应信号的工作量大、周期长、重复性差、信号质量难以得到保证。
- 优势
 - 可以直接按点描绘出各种脉冲信号，无需自己搭建设备。
 - 只要在其指标范围内，可以模拟任意脉冲信号

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

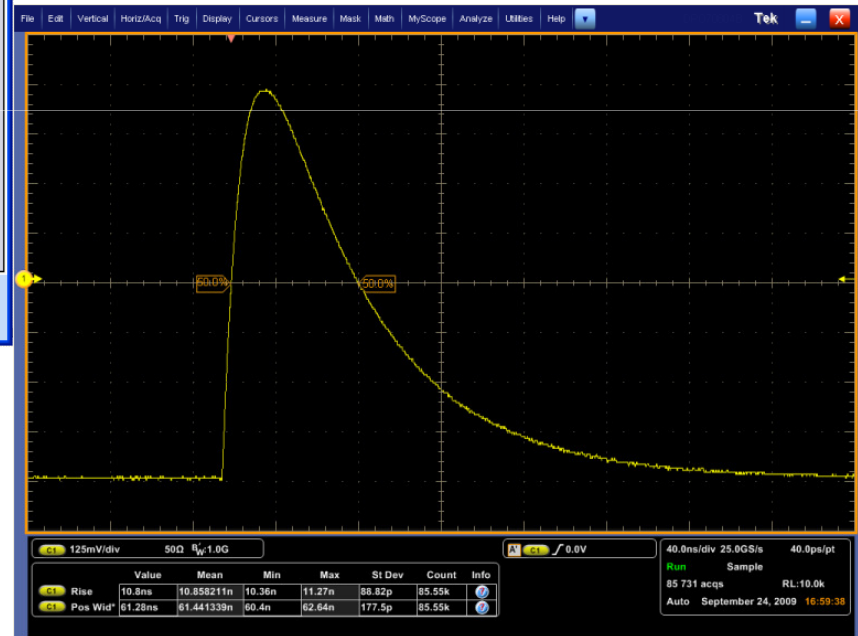
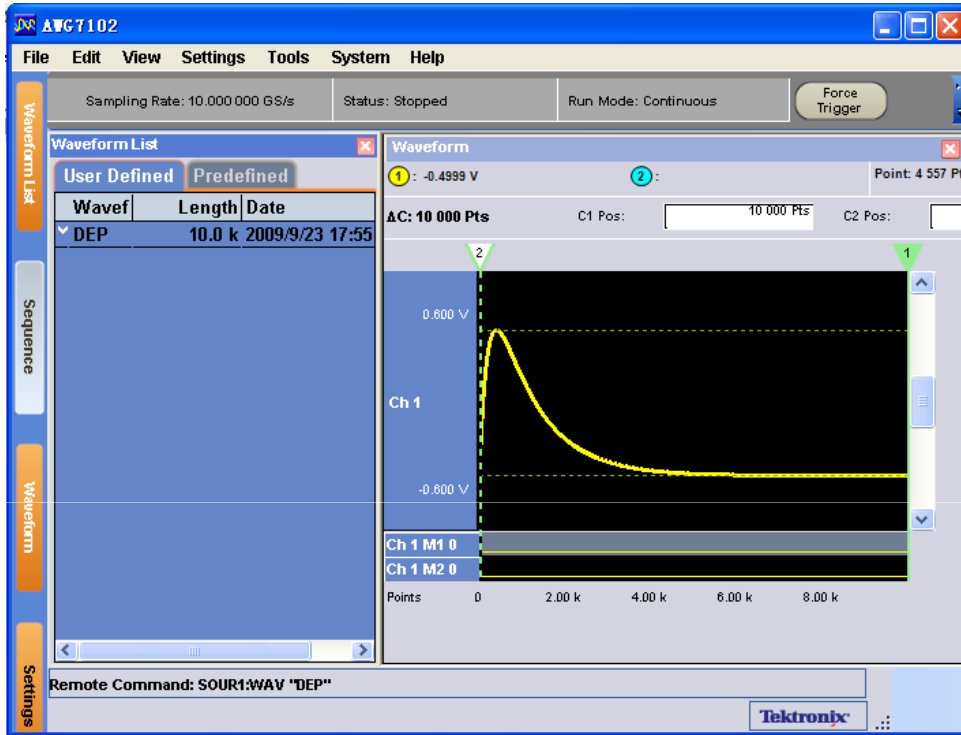
产生数据

样点序号	样点值						
0	-0.500000						
1	-0.492622						
2	-0.485288						
3	-0.477999						
4	-0.470753						
5	-0.463550						
6	-0.456391						
7	-0.449275						
8	-0.442201						
9	-0.435171						
10	-0.428182						
11	-0.421236						
12	-0.414332						
13	-0.407469						
14	-0.400648						
15	-0.393868						
16	-0.387130						
17	-0.380432						
18	-0.373775						
19	-0.367158						



```
DEP.txt - 记事本
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)
-0.500000
-0.492622
-0.485288
-0.477999
-0.470753
-0.463550
-0.456391
-0.449275
-0.442201
-0.435171
-0.428182
-0.421236
-0.414332
-0.407469
-0.400648
-0.393868
-0.387130
-0.380432
-0.373775
-0.367158
-0.360582
-0.354045
-0.347549
```

确认数据正确并设置输出参数，得到信号



实例二：使用AWG产生宽带调制信号——宽带数字调制信号

- 挑战

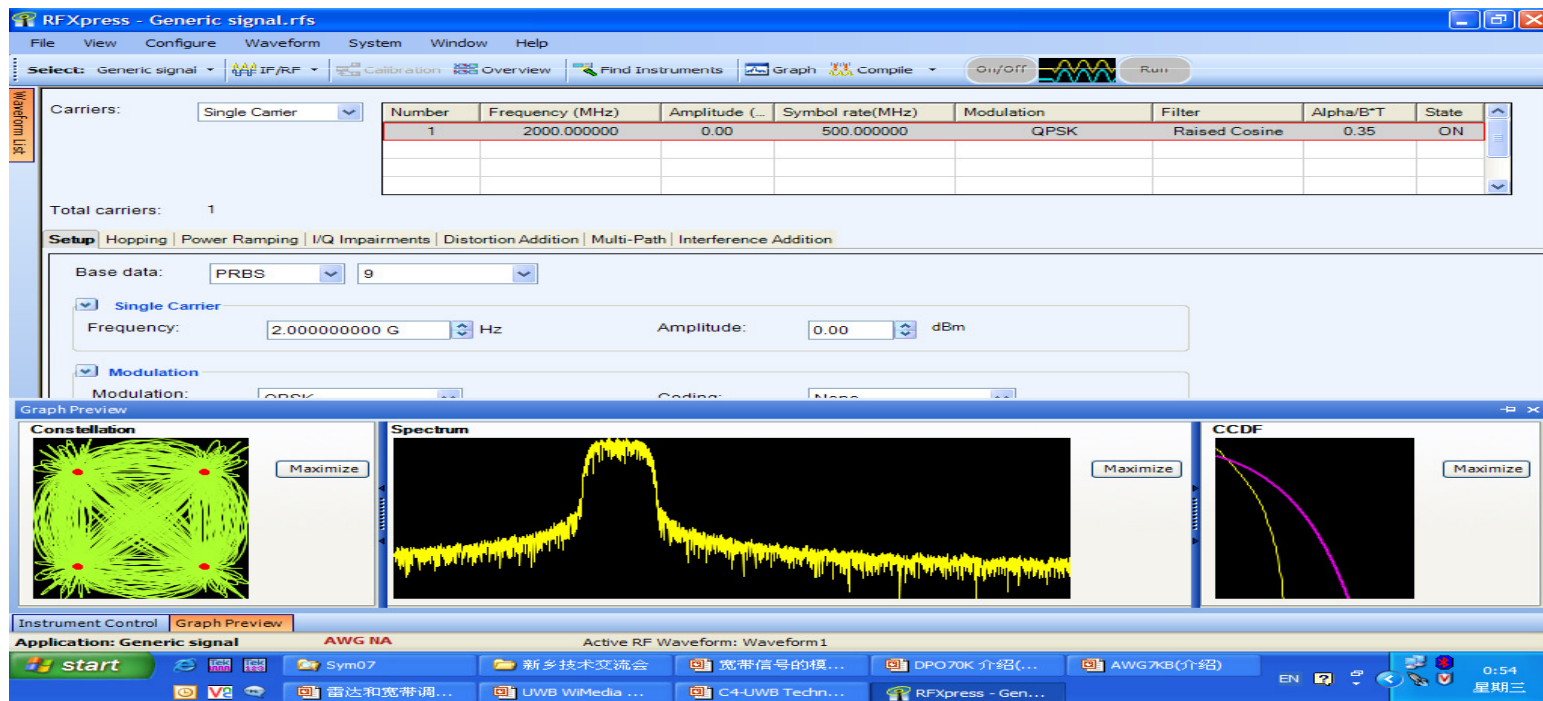
- 传统信号源应用于这一领域时，无论是调制还是脉冲无线电，用户常常难以得到所需的带宽。用户一般需要庞大昂贵的信号源系统或定制的专用激励源才能得到部分宽带性能
- 传统上，矢量调制信号是基带源和矢量调制器配合产生的，在通用仪器的解决方案中，这种方式可以实现的最高调制带宽在2GHz以内，而且仍然需要一台高性能（采样率2.5GS/s以上）任意波形发生器作为基带源。泰克的任意波形型发生器可以直接输出最高瞬时带宽超过6GHz的调制信号而不需要基带源和调制器，是通用仪器中最高的性能。

- AWG优势

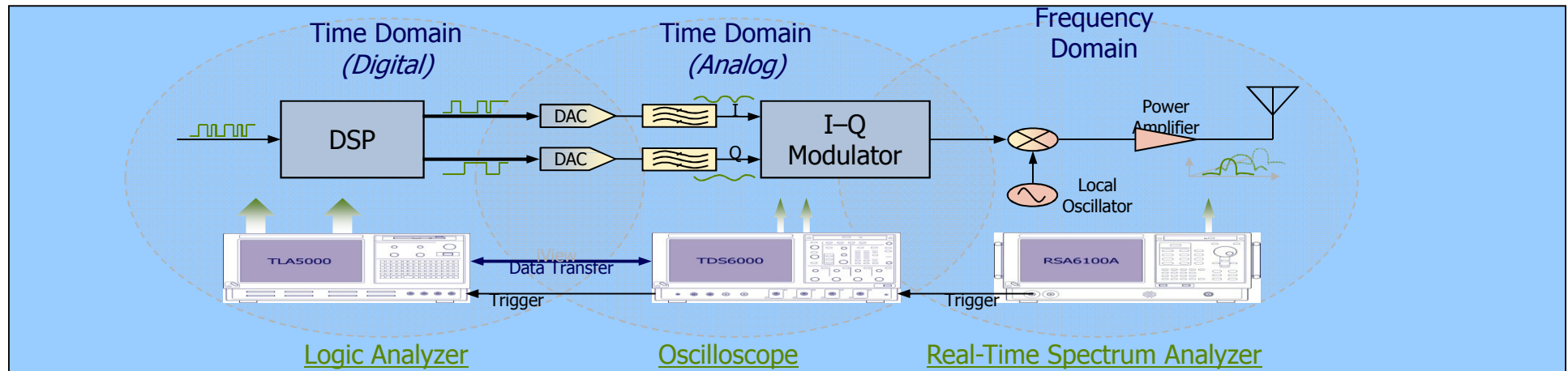
- 极高的瞬时带宽(最高达9.6GHz)
- 灵活的波形生成能力，根据用户需求，可以方便地输出各类信号
- 简便的仪器配置，无需模拟信号源、基带源和调制器，直接生成所需信号。调制信号的基带、中频甚至是射频直接输出，任意波形发生器都能提供all in one的完备激励性能。

使用AWG产生宽带数字调制信号

- 使用泰克调制信号生成软件RFXpress产生此信号
 - 本例中的QPSK信号，载波功率为0dBm，中心频率2GHz，符号速率为800MHz，调制数据为PRBS9，升余弦滤波器、系数为0.35)
 - 每511个符号载波往返跳频100MHz
- 使用泰克调制信号生成免费软件MCIQ产生此信号
- 使用Matlab产生此信号



应用三：宽带雷达信号仿真



实例三：使用AWG产生超宽带雷达信号

- 主要应用
 - 雷达
- 挑战
 - 随着先进雷达体制不断涌现，在雷达测试信号仿真方面，提出了更高的要求。新体制雷达对信号源的主要要求有：足够的带宽，特别是在合成孔径雷达等超宽带系统中，对输出带宽要求可达3GHz以上；严格的时序关系，以模拟确定的PRI、相位和频率随时间变化的特性；灵活的操作，可根据实际的信号要求方便地配置输出信号参数，包括理想信号、环境信号、信道情况的模拟；等等
- AWG优势
 - 极高的带宽性能(最高达9.6GHz)
 - 可在时域、频域和调制域等个视角编辑波形，同时保证信号的时序、频率和相位等的特性
 - 配合适当的波形仿真软件，可以输出各种不同体制的雷达信号

泰克AWG高级雷达信号仿真平台特点

- 超高带宽（9.6G），超高采样率（24G）的AWG，可以直接生成超宽带雷达信号（基于DA的信号生成方式）。
- 可以直接产生射频，中频，基带信号
- 基于AWG的高级雷达信号仿真软件
- 方便产生各种复杂的雷达信号
- 与泰克的实时频谱仪，示波器逻辑仪搭成无缝环路
- 对实际回波信号进行二次“改造”：如加“噪声”加“干扰”
- 与各种软件兼容如:Matlab等

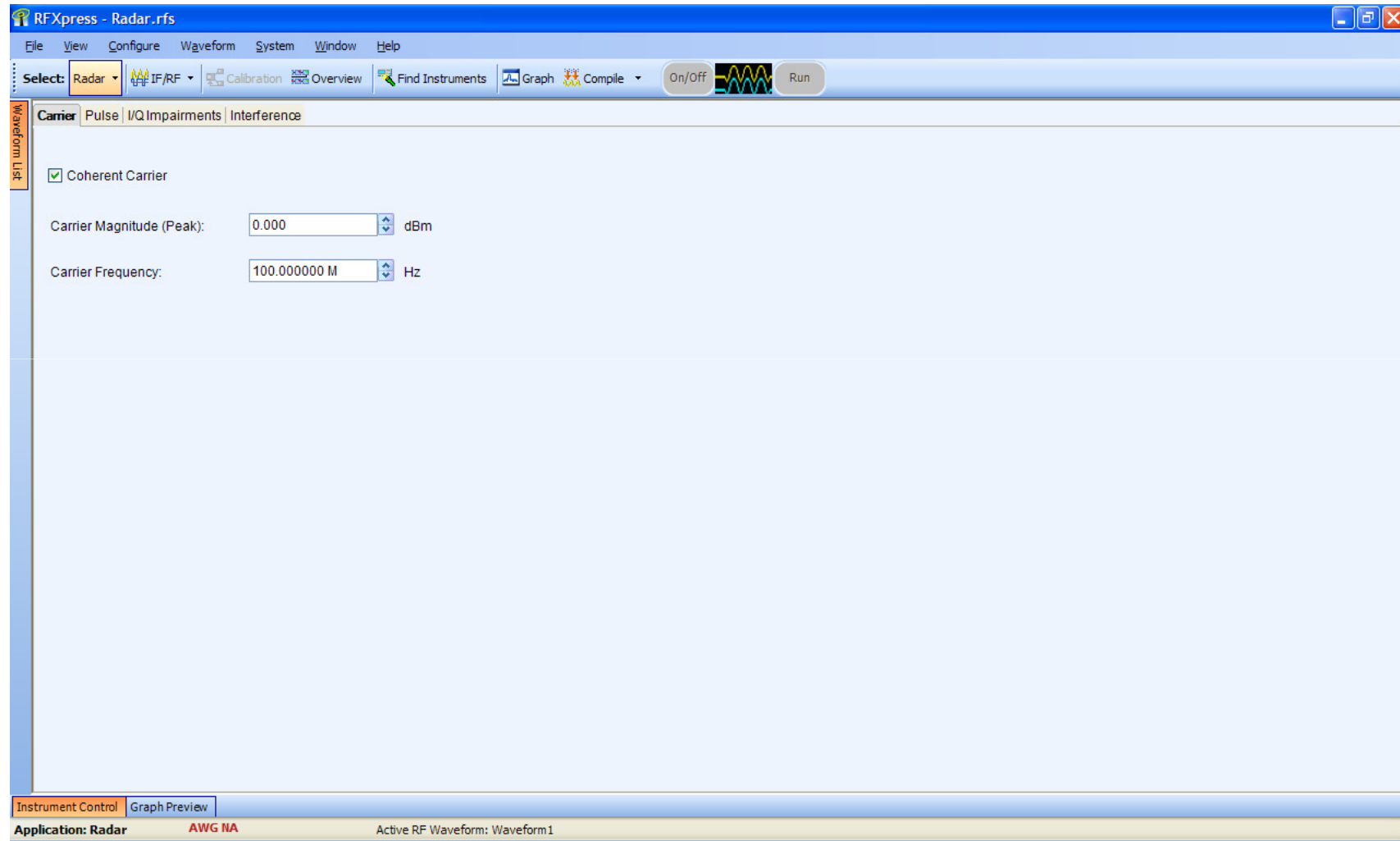
业内唯一的高级雷达信号生成信号源+软件RF Express

- 针对新型雷达体制的特点和要求，雷达插件为RFXpress加入了以下功能
 - 建立单个或者多个雷达脉冲组，并由此产生相参或者非相参的脉冲序列
 - 每个脉冲组的所有参数均可独立设置。
 - 可在每个脉冲内和脉冲间独立定义幅度变化和频率变化（hopping）
 - 定义雷达脉冲图案，并且以时频图方式显示，便于观察
 - 简便定义所有脉冲参数，包括起始时间、关断时间、上升时间、下降时间、脉冲宽度、跌落和纹波
 - 定义变化PRI的信号，PRI变化可为步进或者用户自定义规律。
 - 建立用户定义的脉冲顺序，并使用AWG的序列模式，在产生大量脉冲信号的同时优化内存使用
 - 支持多种内调制方式，包括捷变频调频、步进跳频、巴克码、多相位编码。用户可自定义步进跳频，各种编码方式和自定义调制。

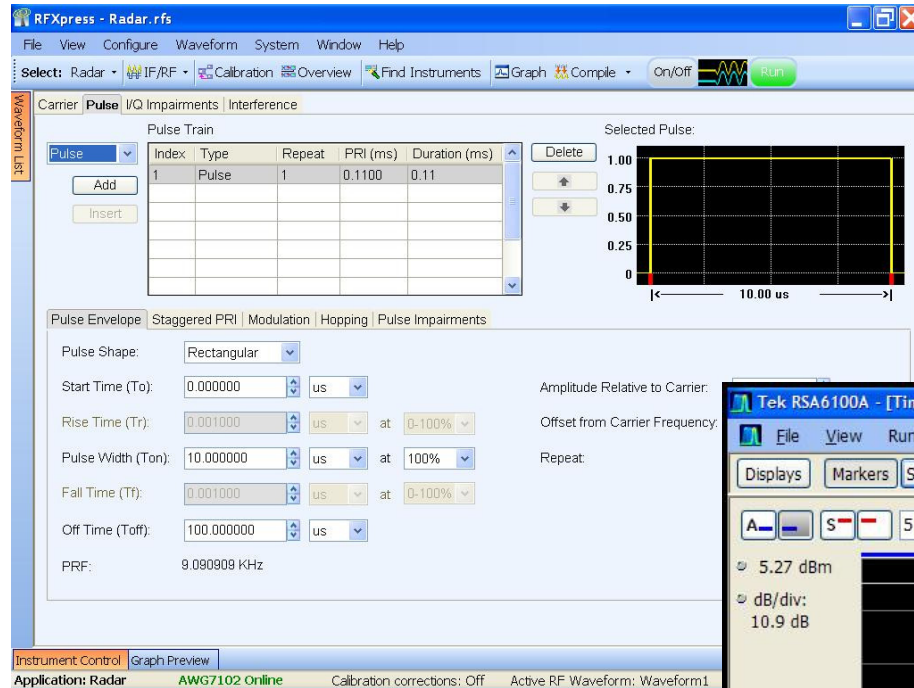
RFXpress射频信号仿真和生成平台

- RFXress射频信号仿真和生成软件基本功能
 - 通用射频信号生成能力——各种模拟、数字调制，用户自定义调制信号
 - 背景信号模拟、信道模拟
 - 多个信号在一个信道
 - 跳频
 - Power ramping
 - 非匹配的IQ
 - 失真模拟
 - 多径
 - 其它干扰

载波的选择——相参/非相参

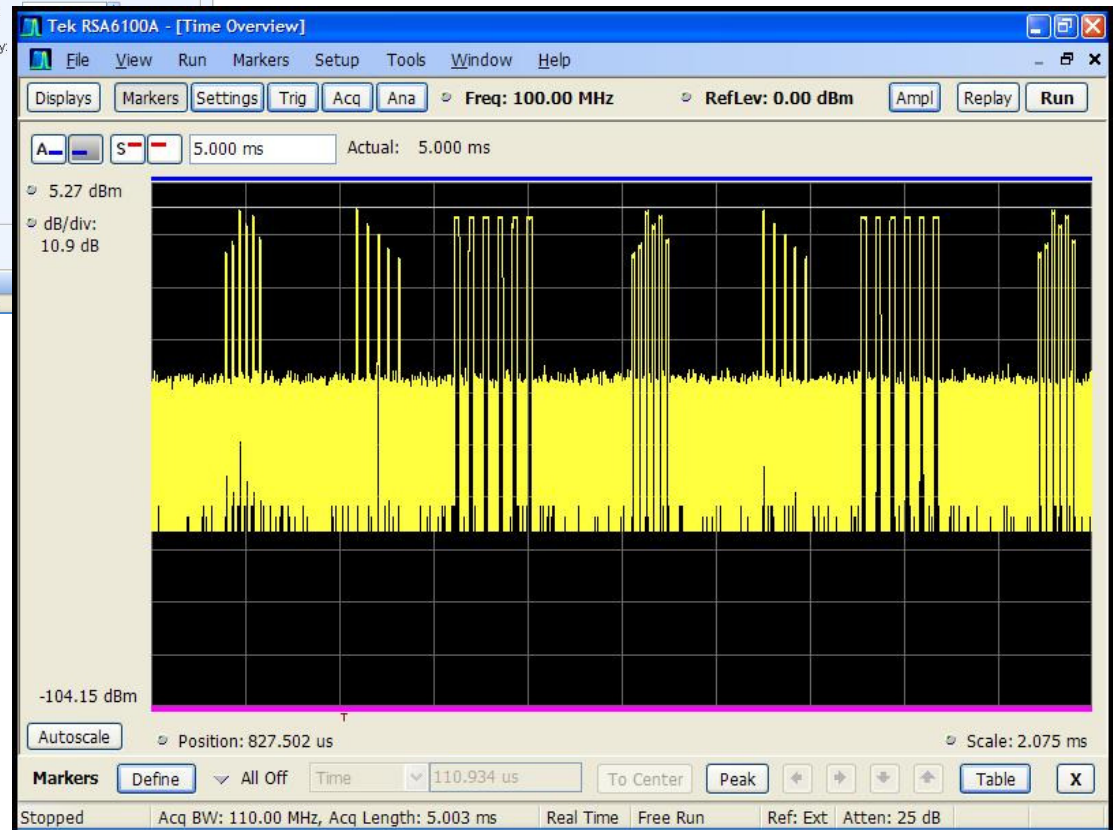


使用泰克AWG产生特定脉冲序列

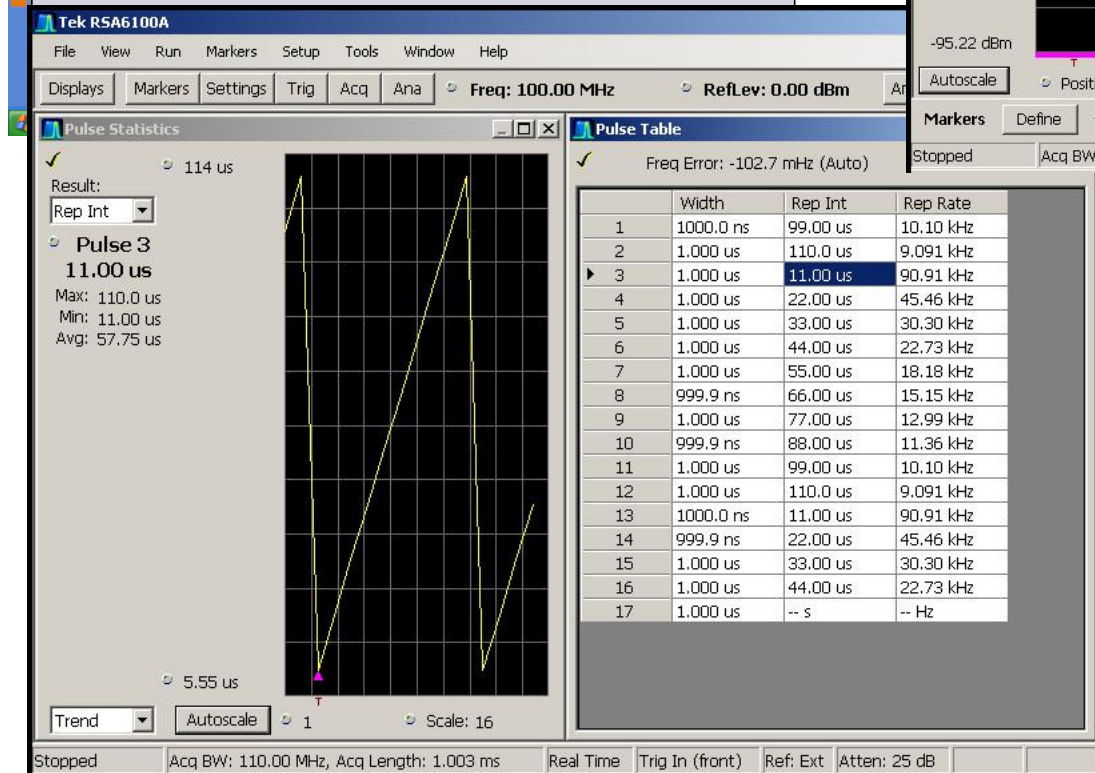
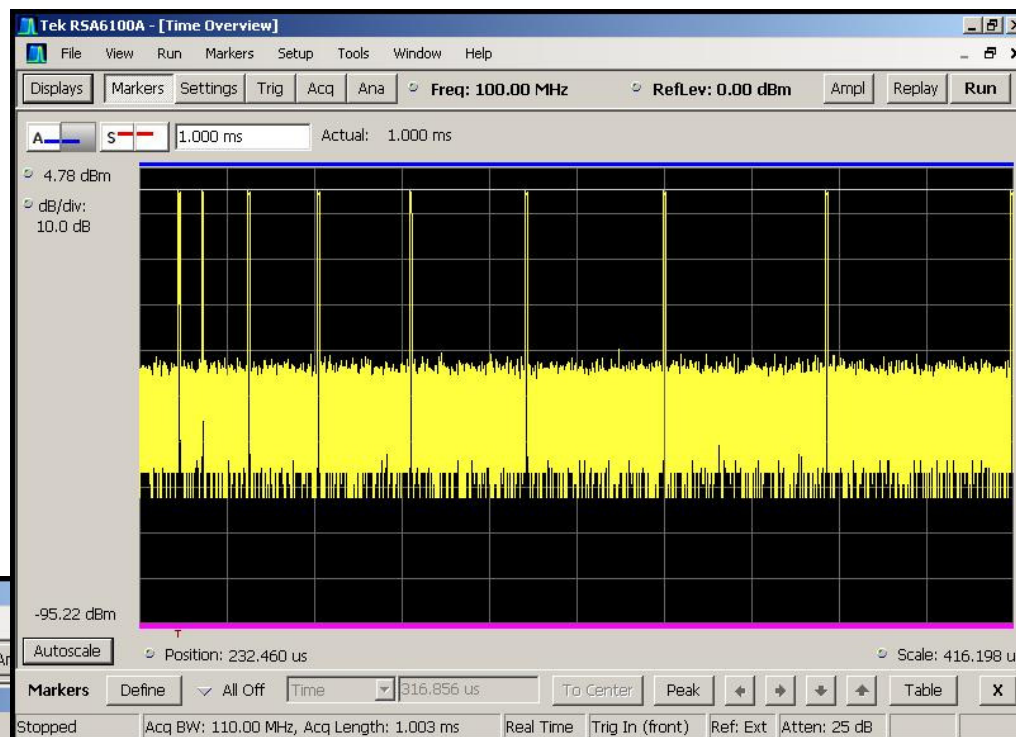
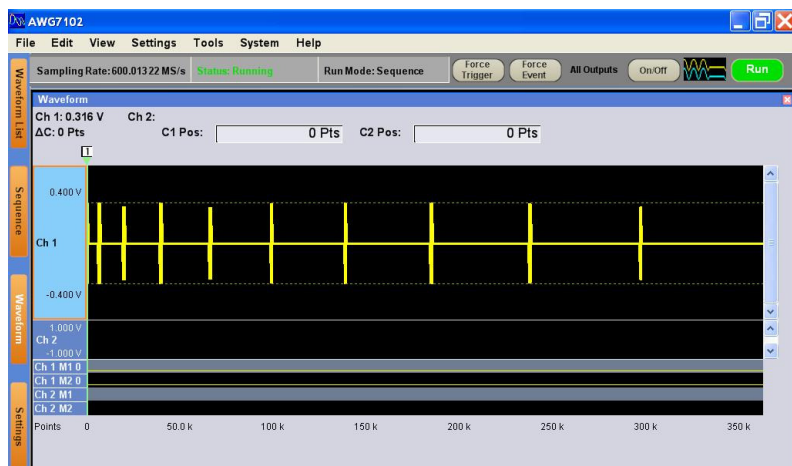


- 定义全部脉冲特性
- 增加脉冲编组，简化脉冲定义
- 定义脉冲相参性

- 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



变化的PRI

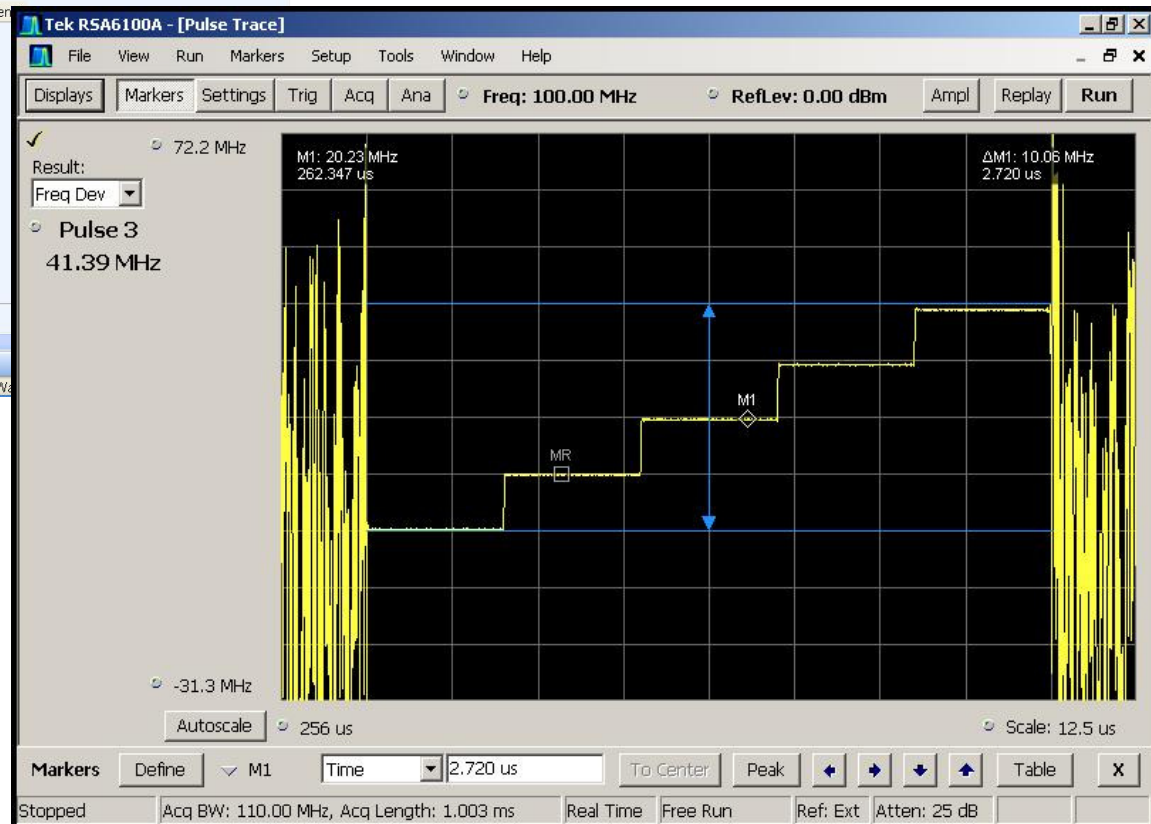
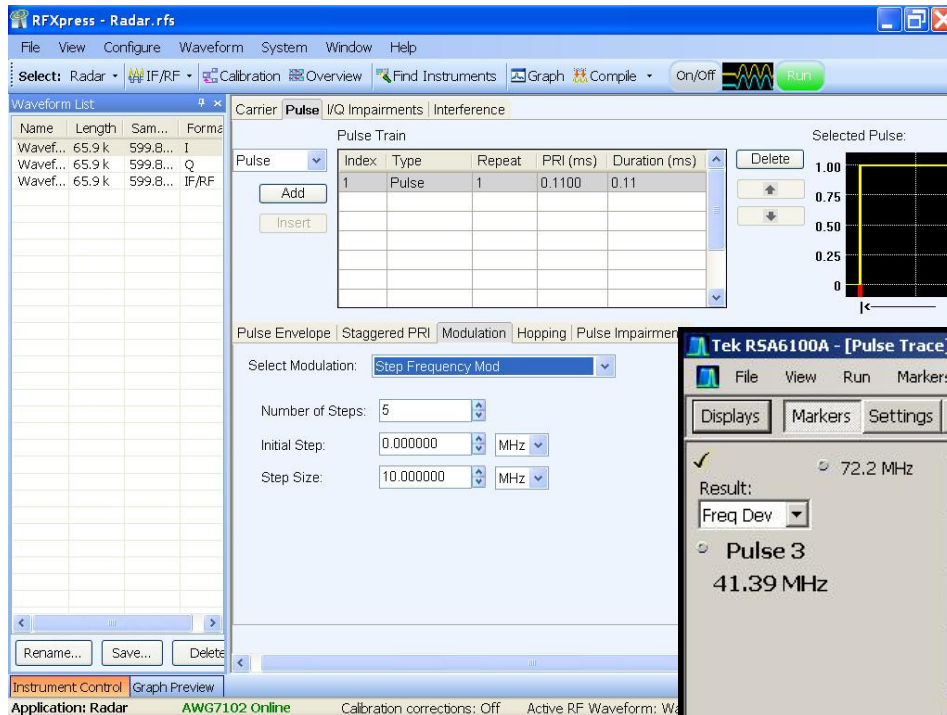


- Resolving Range Ambiguity
- To avoid blind speed limitations

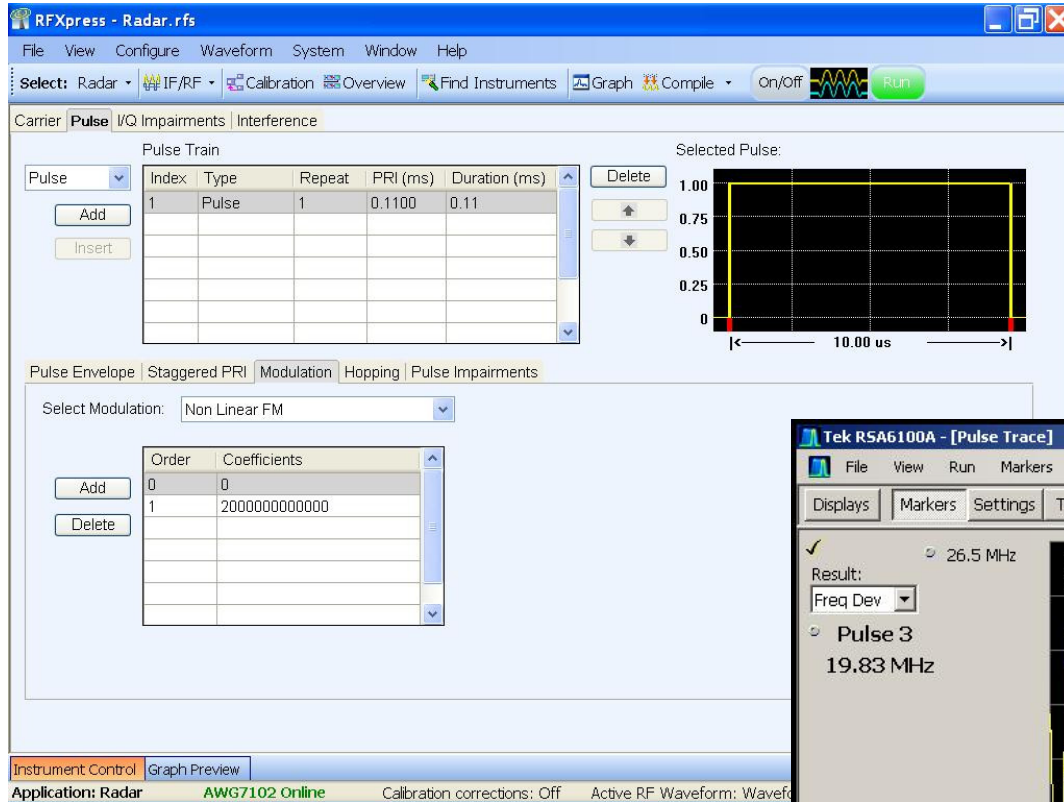
脉内的调制

- 支持各种各样的调制

- LFM
- Barker and Poly phase Codes
- Step FM
- Non-Linear FM
- User Defined FM and Custom FM

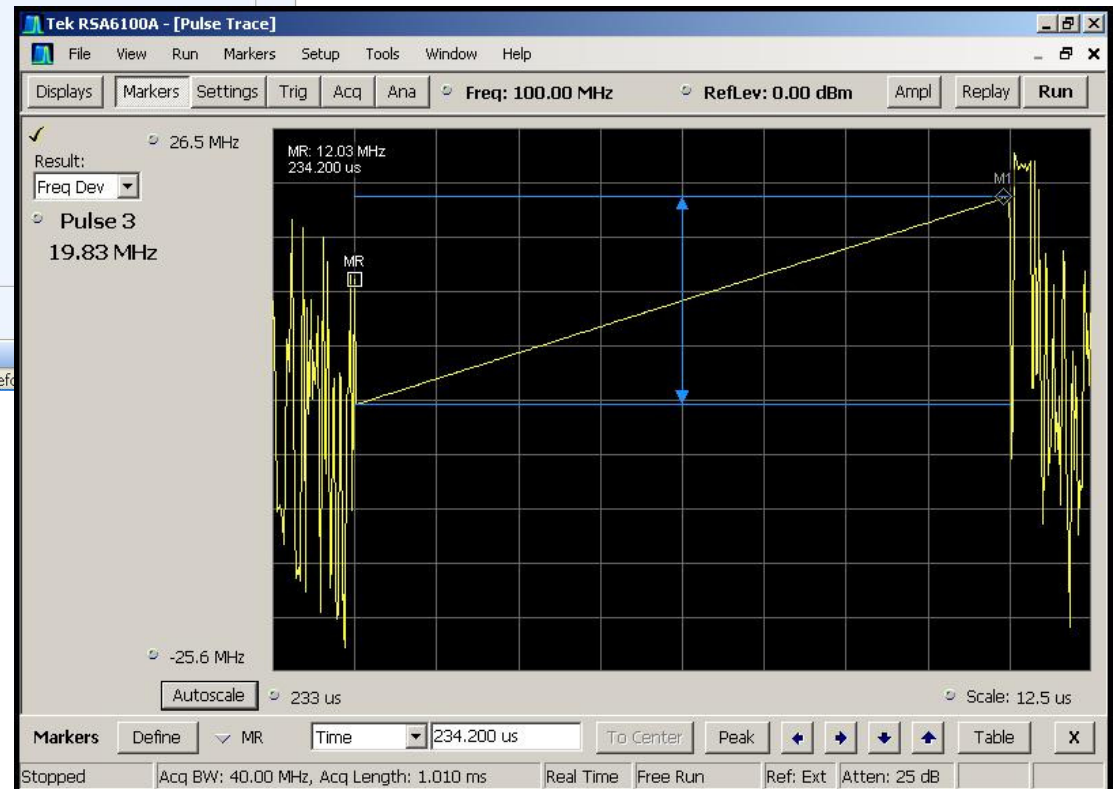


脉内调制举例：线性调频、非线性调频

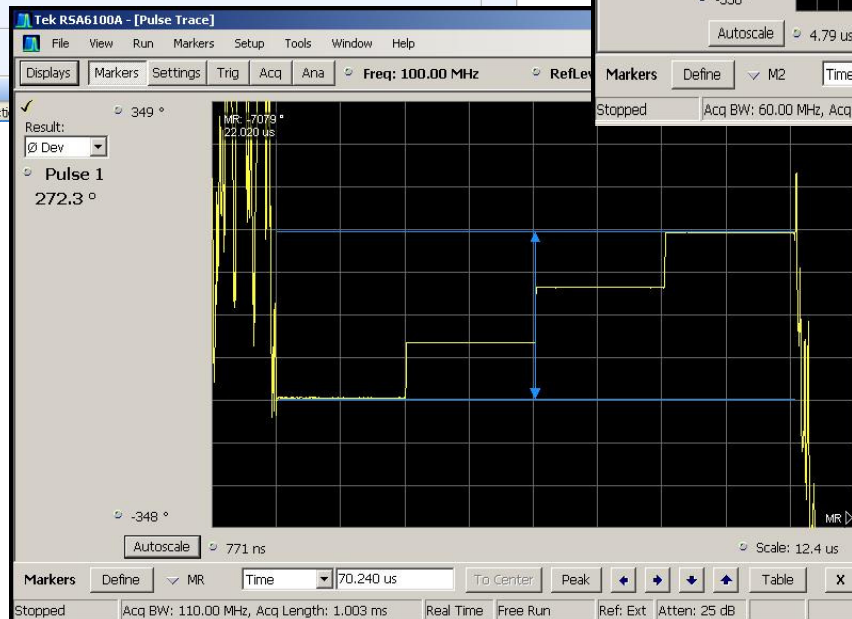
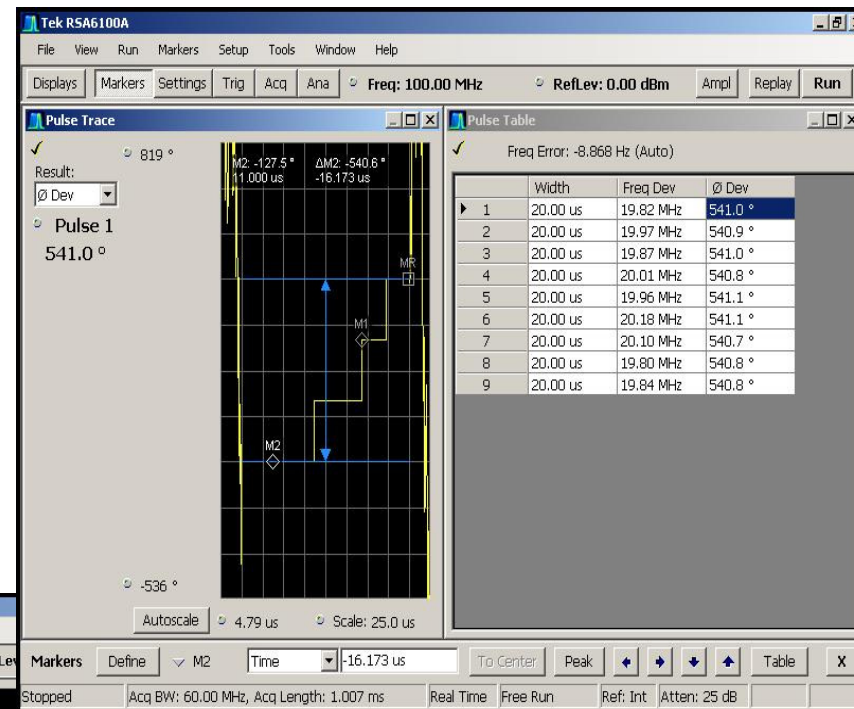
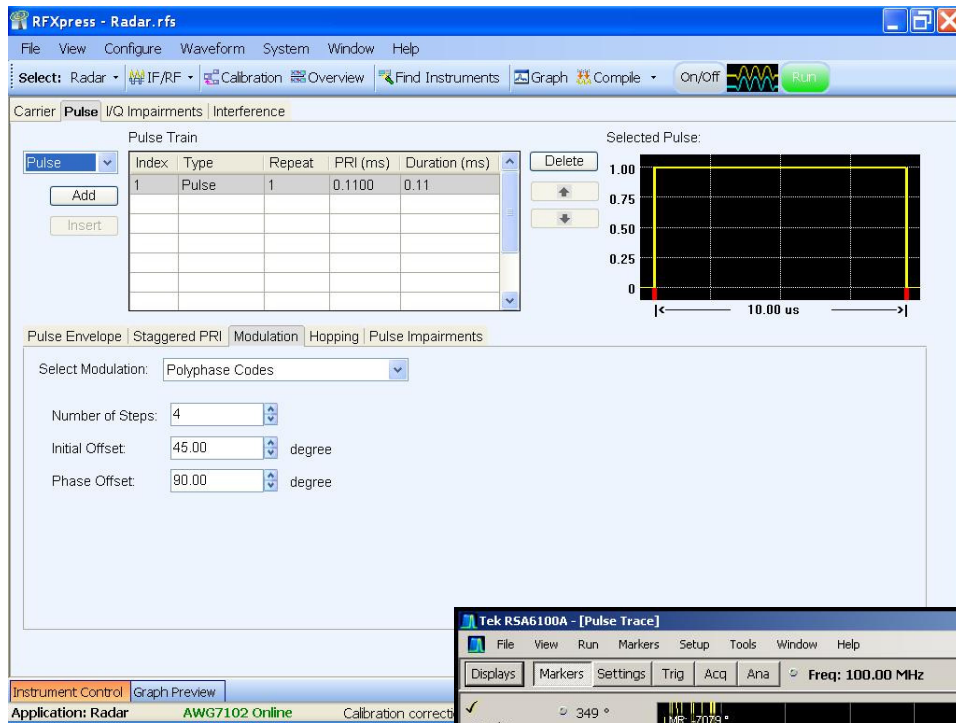


Non-Linear FM (NLFM) chirp modulation can advantageously shape the PSD such that the autocorrelation function exhibits substantially reduced Sidelobes.

Consequently, no additional filtering is required and maximum SNR performance is preserved.

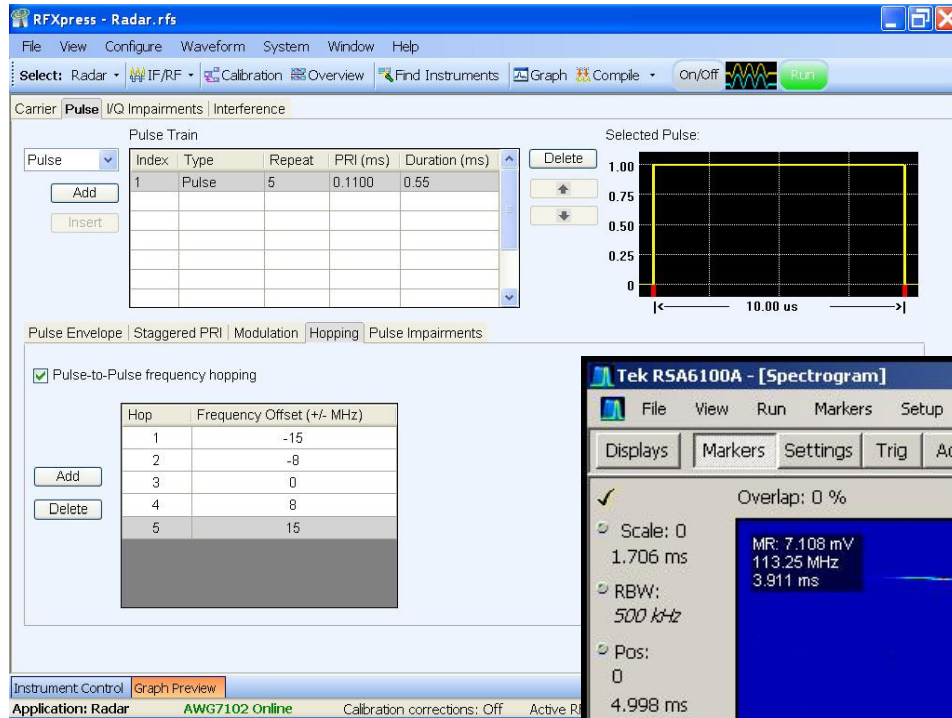


脉内调制举例：巴克码和格雷码

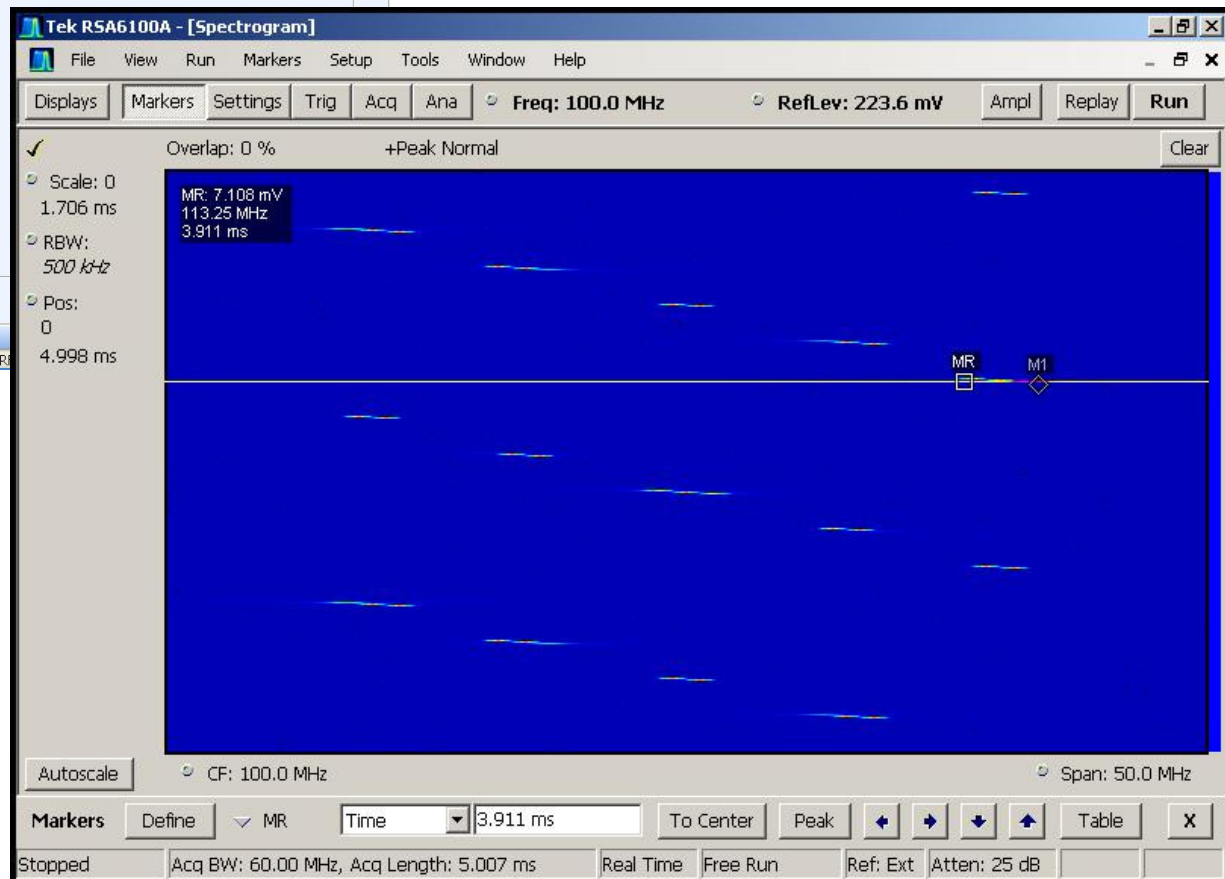


•Barker 2,
3,4,5,7,11,13 can be
created

捷变频雷达信号的生成



- This feature can be used to create Synthetic High Range resolution targets



脉冲间跳频

Hopping Turn On

Index No: 0

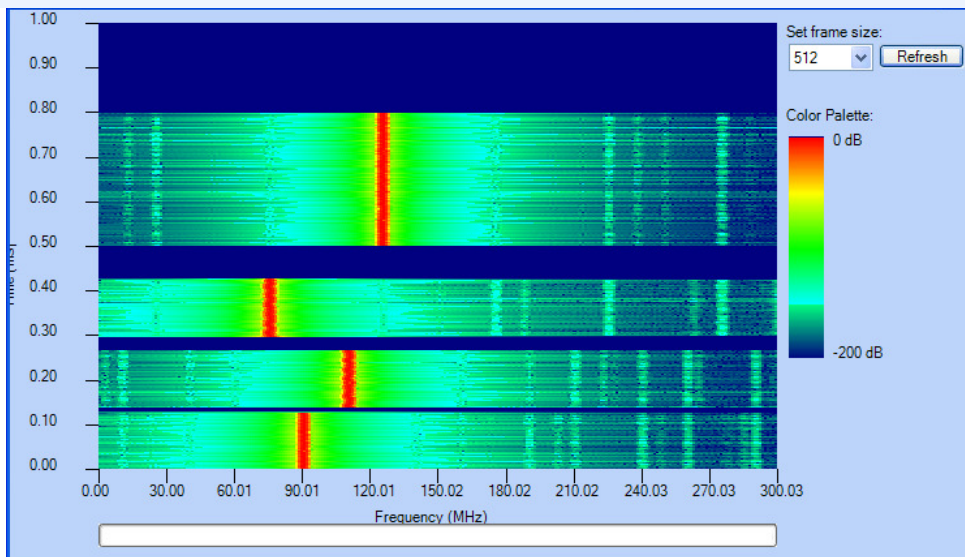
Start Symbol: 0

End Symbol: 0

Relative Amplitude: 0.00 dB

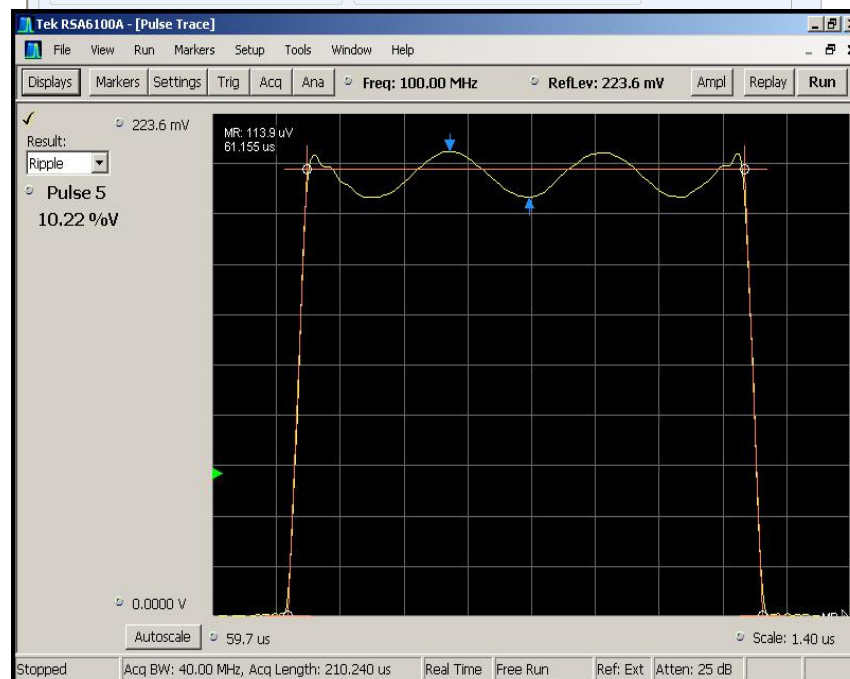
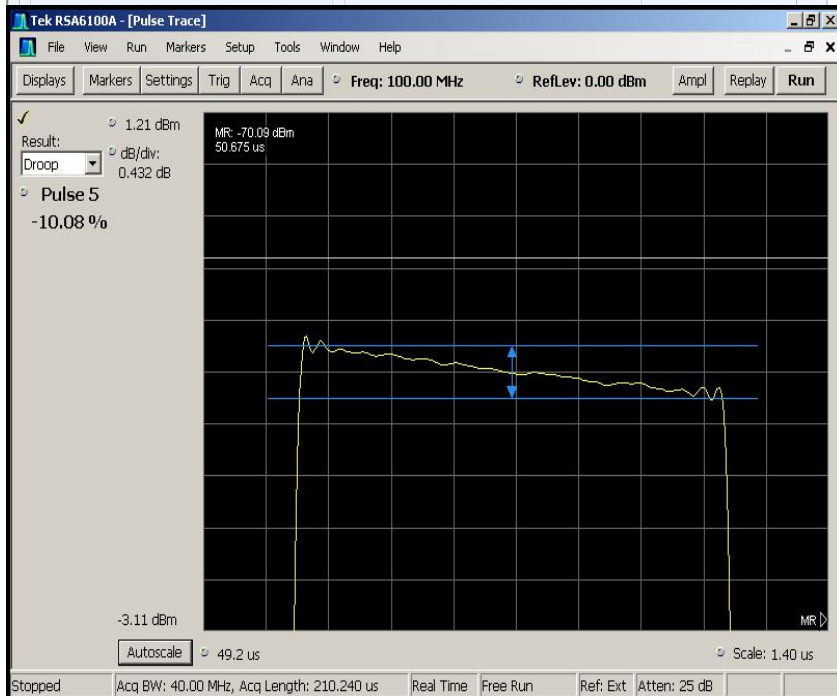
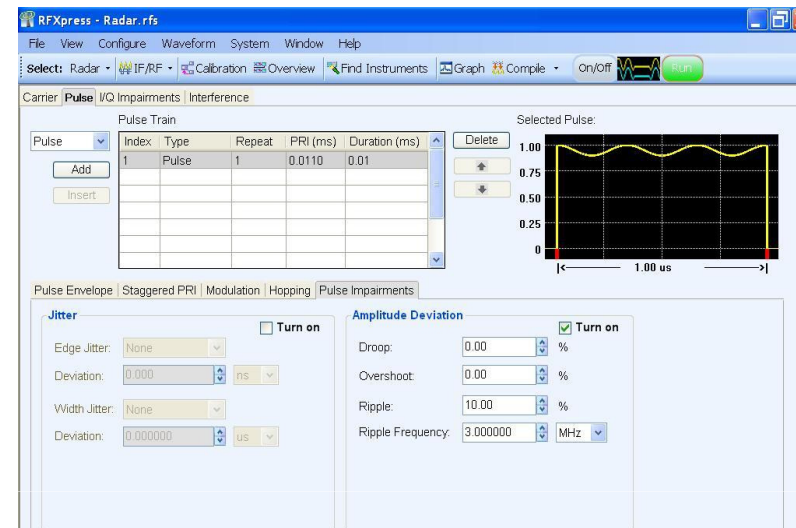
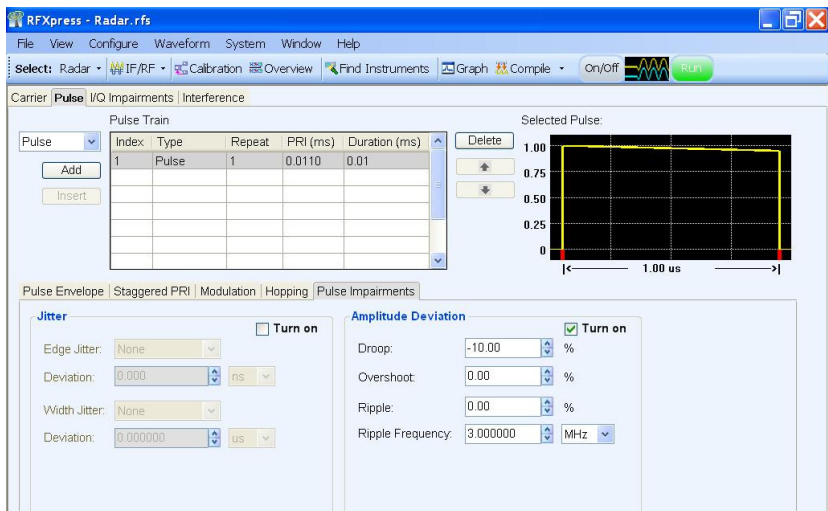
Frequency Offset: 0

No.	Start Symbol	End Symbol	Relative Amplitude	Frequency Offset
1	0	128	0	-10
2	140	268	0	10
3	300	428	0	-25
4	500	800	0	25



RF仿真平台

加入损伤： – Ripple, Droop & Overshoot



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
- 全带宽内预失真（predistortion）
 - 幅度
 - 数据处理
- 可选范围的预失真

校准

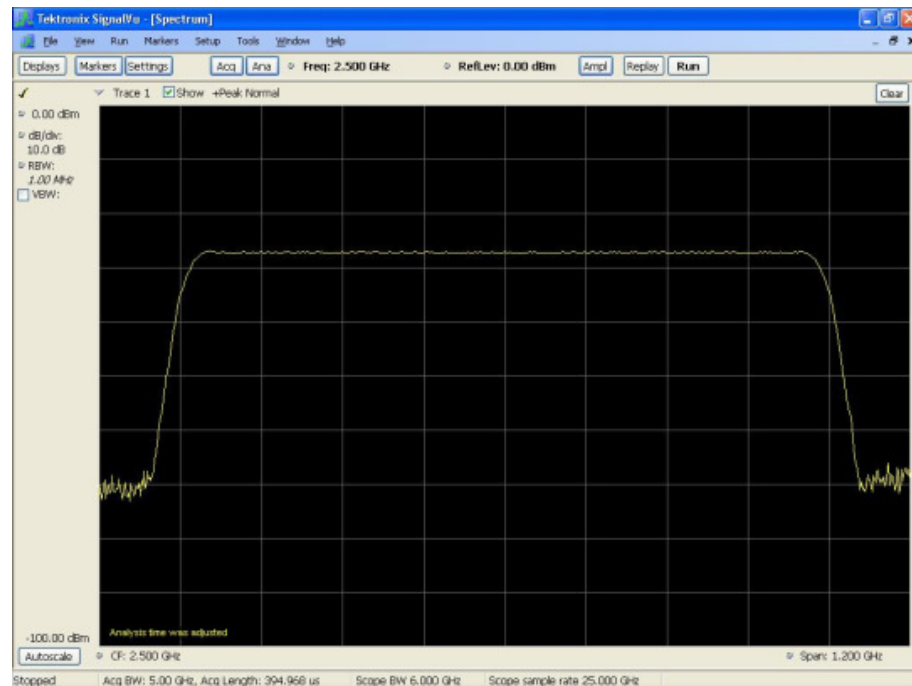
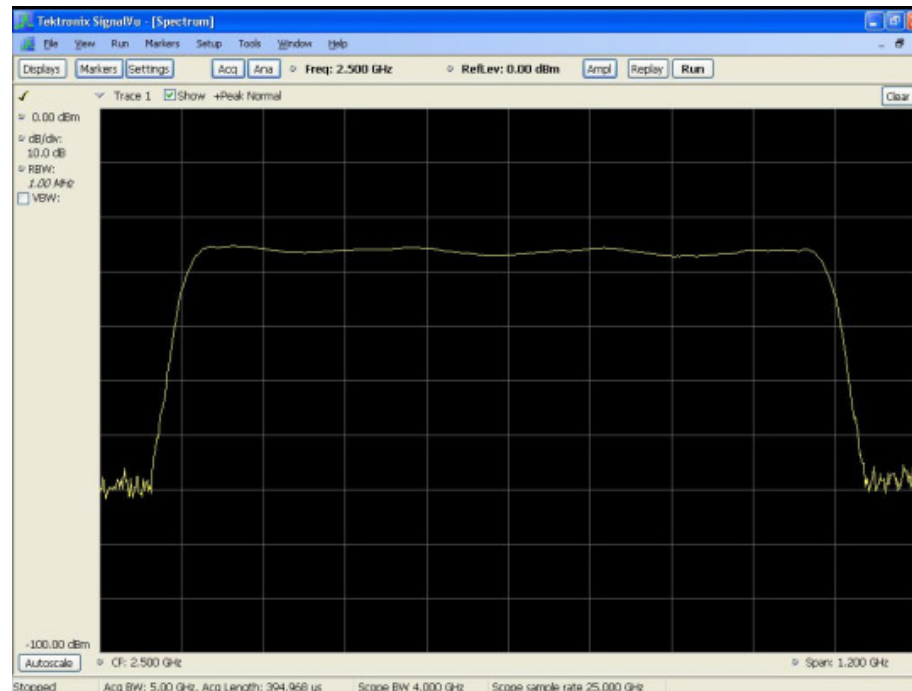
The screenshot shows the RFXpress software interface. The main window displays a table of carriers with the following data:

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

A "Find Instruments" dialog box is open, showing a table of available instruments:

Model	Status	ConnectionType	Name
TEKTRONIX,DPO70804B	Connected	Ethernet	

The dialog box also includes buttons for "Connect", "Disconnect", "Refresh", and "Import...". The status is "Ready".



实例四：使用AWG产生跳频信号

- 主要应用
 - 跳频电台一带宽达到几百MHz
 - 其他跳频通信系统
 - 雷达脉间跳频
- 挑战
 - 传统上，宽带跳频
 - 跳频速度快
- AWG优势
 - 由于AWG信号输出无锁相环路，采用DAC直接将数字信号转换成模拟信号，不存在锁相环路需要稳定的问题，因此AWG频率转换非常快，它与DAC的上升、下降时间（输出带宽）和时钟速度有关，各种型号的AWG的最快频率转换时间见下表。。

RFXpress软件产生跳频信号

Hopping Turn On

Index No: 0

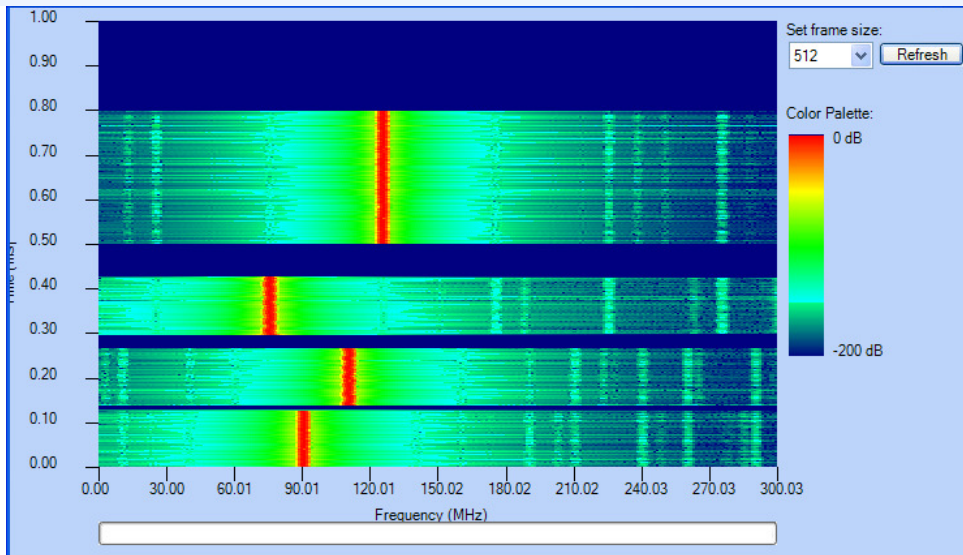
Start Symbol: 0

End Symbol: 0

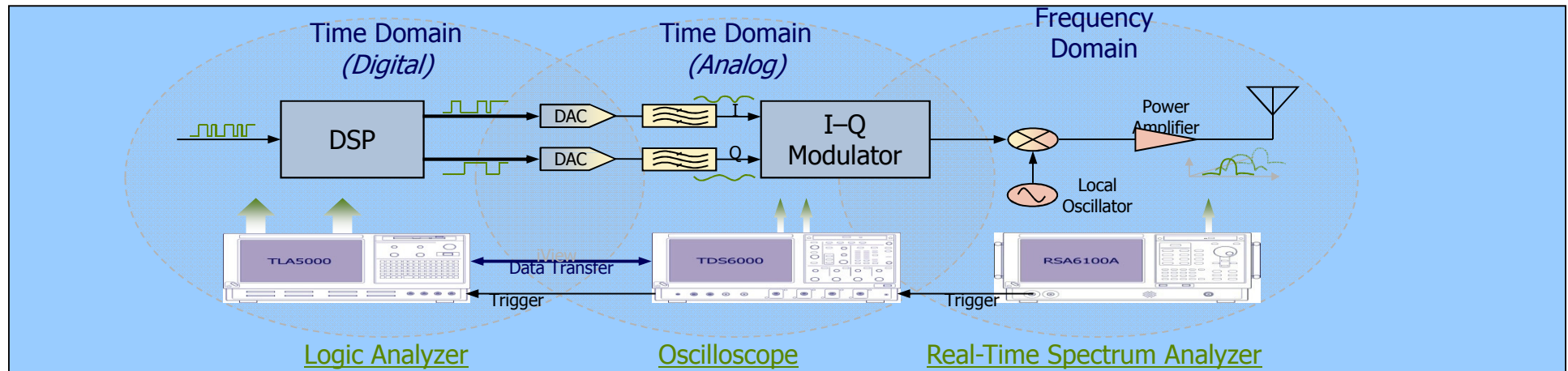
Relative Amplitude: 0.00 dB

Frequency Offset: 0

No.	Start Symbol	End Symbol	Relative Amplitude	Frequency Offset
1	0	128	0	-10
2	140	268	0	10
3	300	428	0	-25
4	500	800	0	25



应用五：复杂电磁环境信号仿真



Environment Signal Creation

The screenshot displays the RFXpress software interface for creating an environment signal. The main window is titled "RFXpress - Environment.rfs" and includes a menu bar (File, View, Configure, Waveform, System, Window, Help) and a toolbar with buttons for "On/Off" and "Run".

On the left, a "Waveform List" sidebar contains buttons for "Generic Signal", "UWB", "Radar(1)", "OFDM", "WiFi", "WIMAX", "GSM(1)", "CDMA(1)", "W-CDMA", "DVB-T", "User Defined", and "Noise".

The main workspace shows three signal configuration panels, each with a "Turn On" checkbox and a "Configure..." button:

- Radar 1:** Carrier Frequency: 1.000000000 G Hz, Power: 0.00 dB, Start Time: 0 p s, Duration: 11.000000 μ s.
- CDMA 1:** Carrier Frequency: 900.000000 M Hz, Power: 0.00 dB, Start Time: 0 p s, Duration: 26.667040000 m s.
- GSM 1:** Carrier Frequency: 955.000000 M Hz, Power: 0.00 dB, Start Time: 0 p s, Duration: 4.615360000 m s.

A "GSM Configure" dialog box is open, showing the following settings:

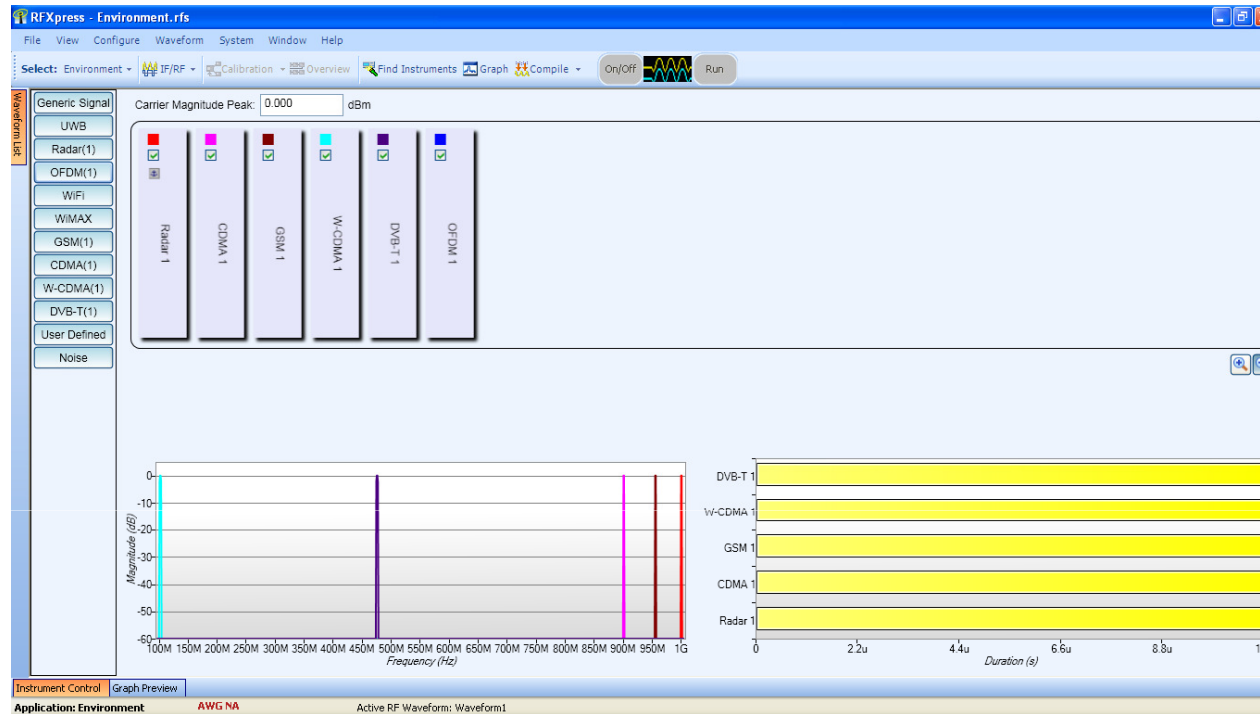
- ARFCN: 100
- Frequency band: P-GSM_900
- Transmit device: Base
- Radio format: GSM
- Timeslot burst type: GSM (selected), EDGE, EGPRS2A, EGPRS2B
- Modulation: (dropdown)
- Timeslot timing mode: 157 symbols*2 timeslots, 156 symbols*6 timeslots
- Timeslot configuration: All timeslots

At the bottom, there are two graphs:

- Graph Preview:** A plot of Magnitude (dB) vs. Frequency (Hz) showing three narrow peaks at 900M, 955M, and 1G.
- Duration (s):** A plot showing the duration of the signals over time, with yellow bars for GSM 1, CDMA 1, and Radar 1.

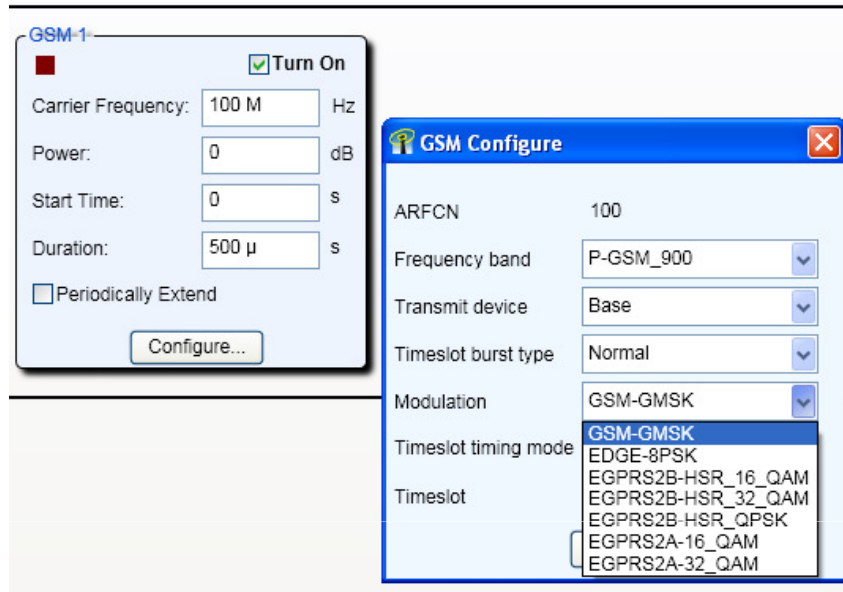
The status bar at the bottom indicates "Application: Environment", "AWG NA", and "Active RF Waveform: Waveform1".

Define your environment



- Define up to 25 signals that adds up to your environment
- Support for WiMAX,WiFi,GSM, GSM-EDGE, EGPRS 2A, EGPRS2B, CDMA,W-CDMA,DVB-T, Noise & CW Radar
- Seamlessly integrate other signals from RFXpress plug-ins in to the environment
- Add Noise to the environment

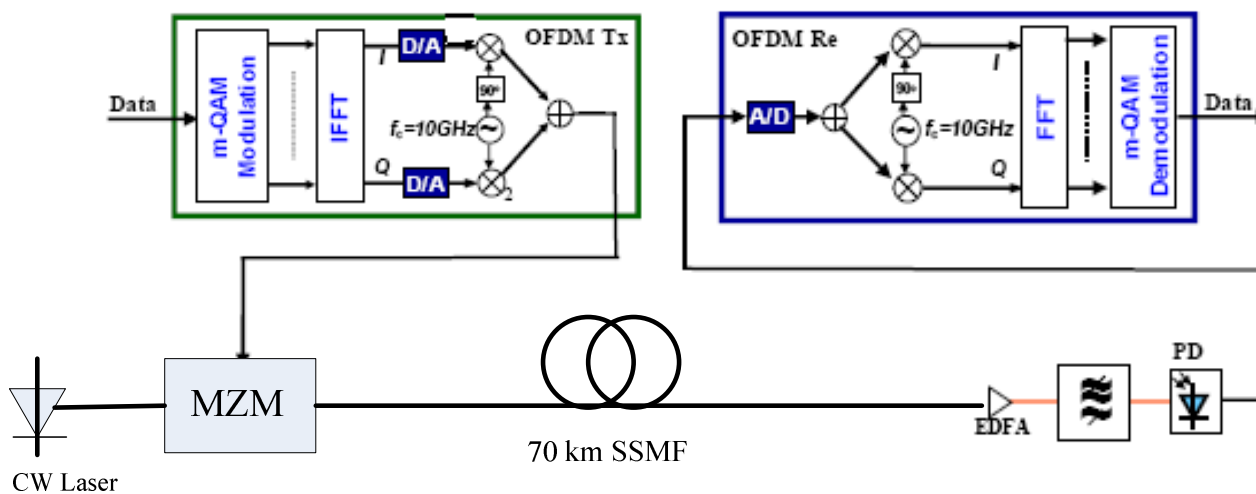
Configure your signals parameters



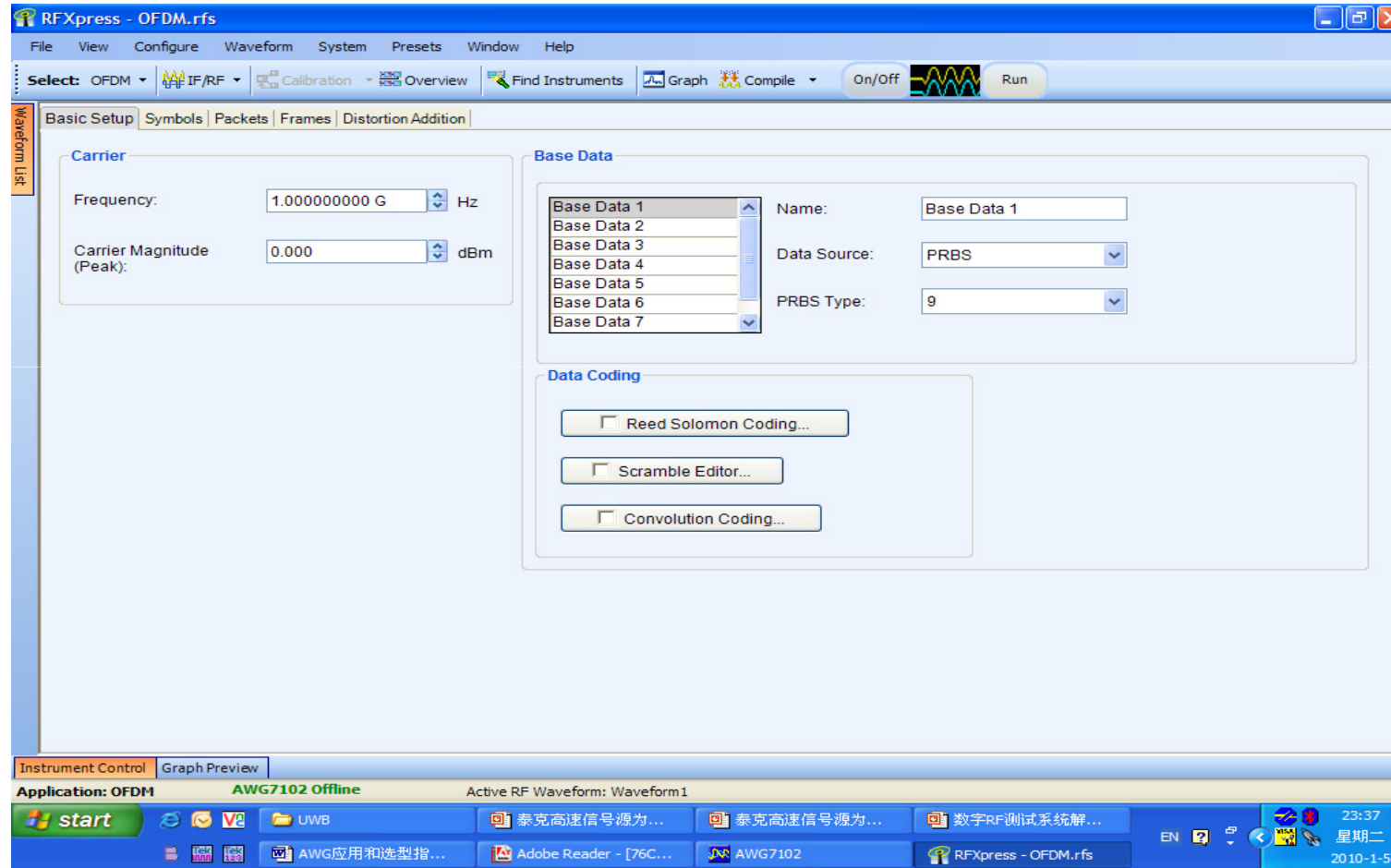
- Configure PHY parameters of your signals
- Control Carrier frequency, Power, Start time and Duration for all the signals in the environment
- Capture / Import signals from RTSA, Scope or Matlab

实例六：使用AWG产生OFDM信号

- 主要应用
 - 光线通信
- 系统原理图

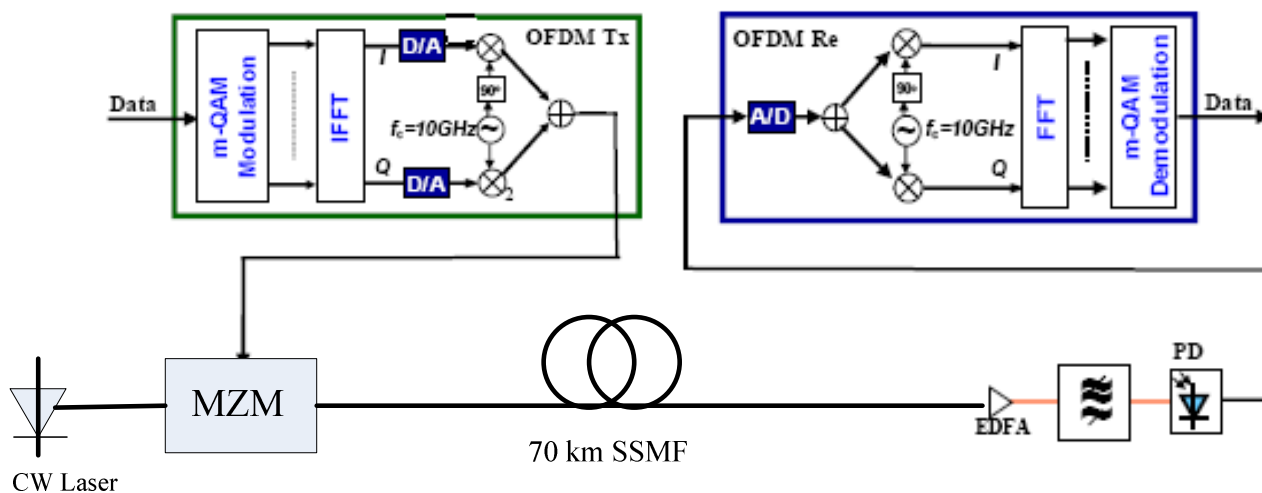


业内唯一的OFDM信号生成软件RFXpress

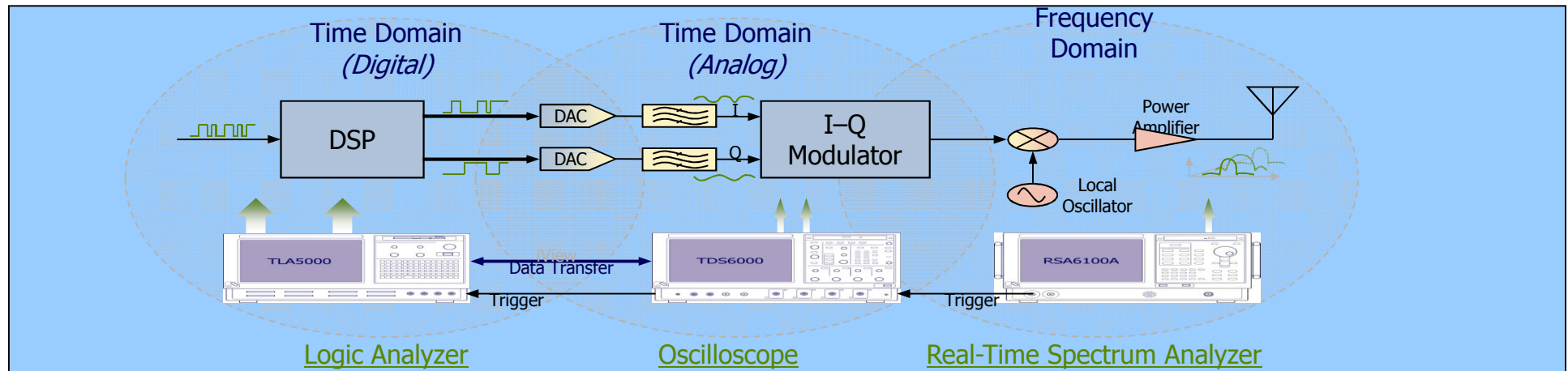


使用AWG产生OFDM信号(续)

- 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。



应用七：高速串行数据仿真



高速串行数据应用

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



PCI EXPRESS®

SERIAL ATA

HDMI™

ddr3
A JEDEC STANDARD

DisplayPort

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



tektronix

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

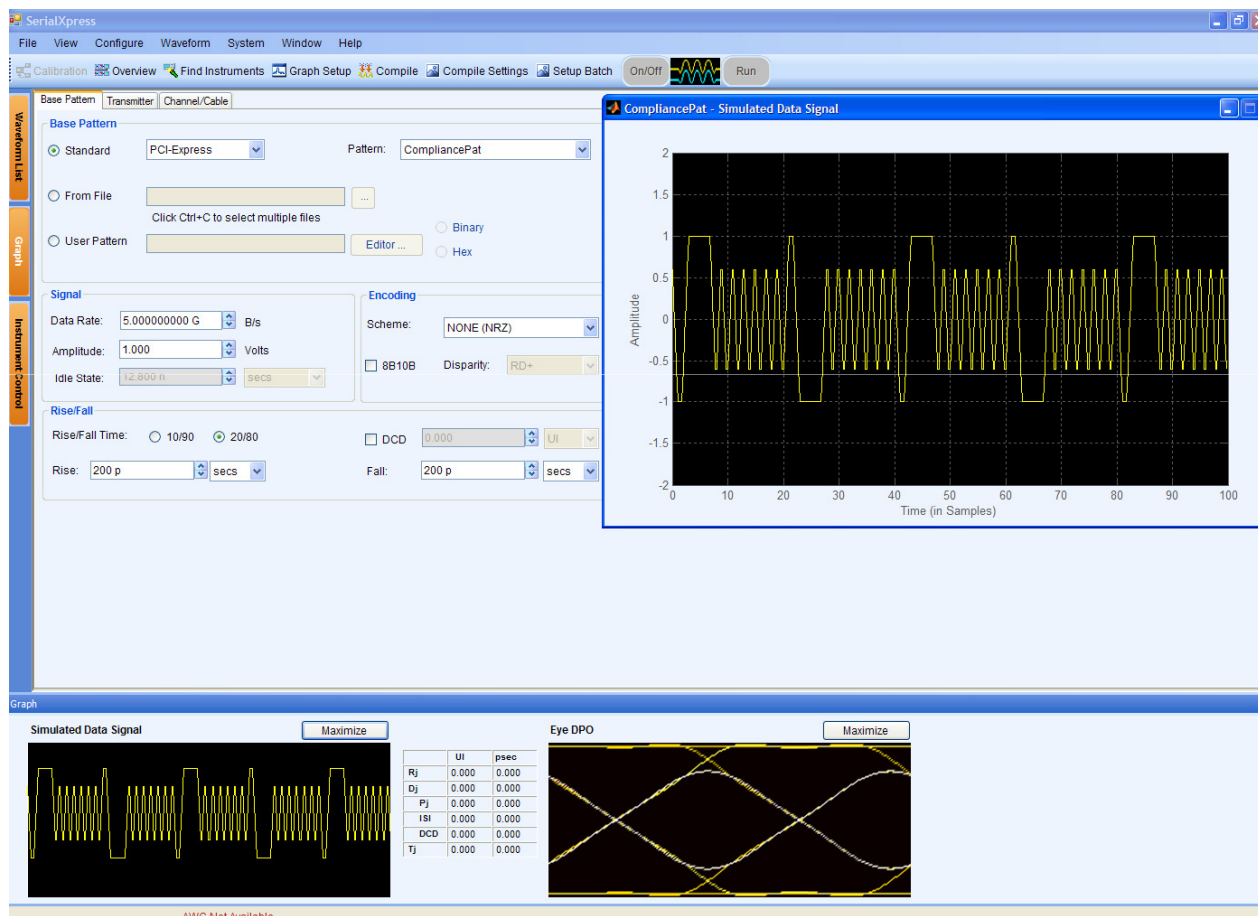
Serial Data Waveform Synthesis using SerialXpress®

Standard Base Patterns Selections

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

Rise time setting

Graphic simulations of Compiled Data



Serial Data Jitter Generation using SerialXpress®

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

The screenshot displays the SerialXpress software interface, which is divided into three tabs: 'Base Pattern', 'Transmitter', and 'Channel/Cable'. The 'Transmitter' tab is currently selected. The interface is organized into two main sections: 'Periodic Jitter (Pk-Pk)' and 'Random Jitter (RMS)'. Each section contains a table of settings for different jitter components.

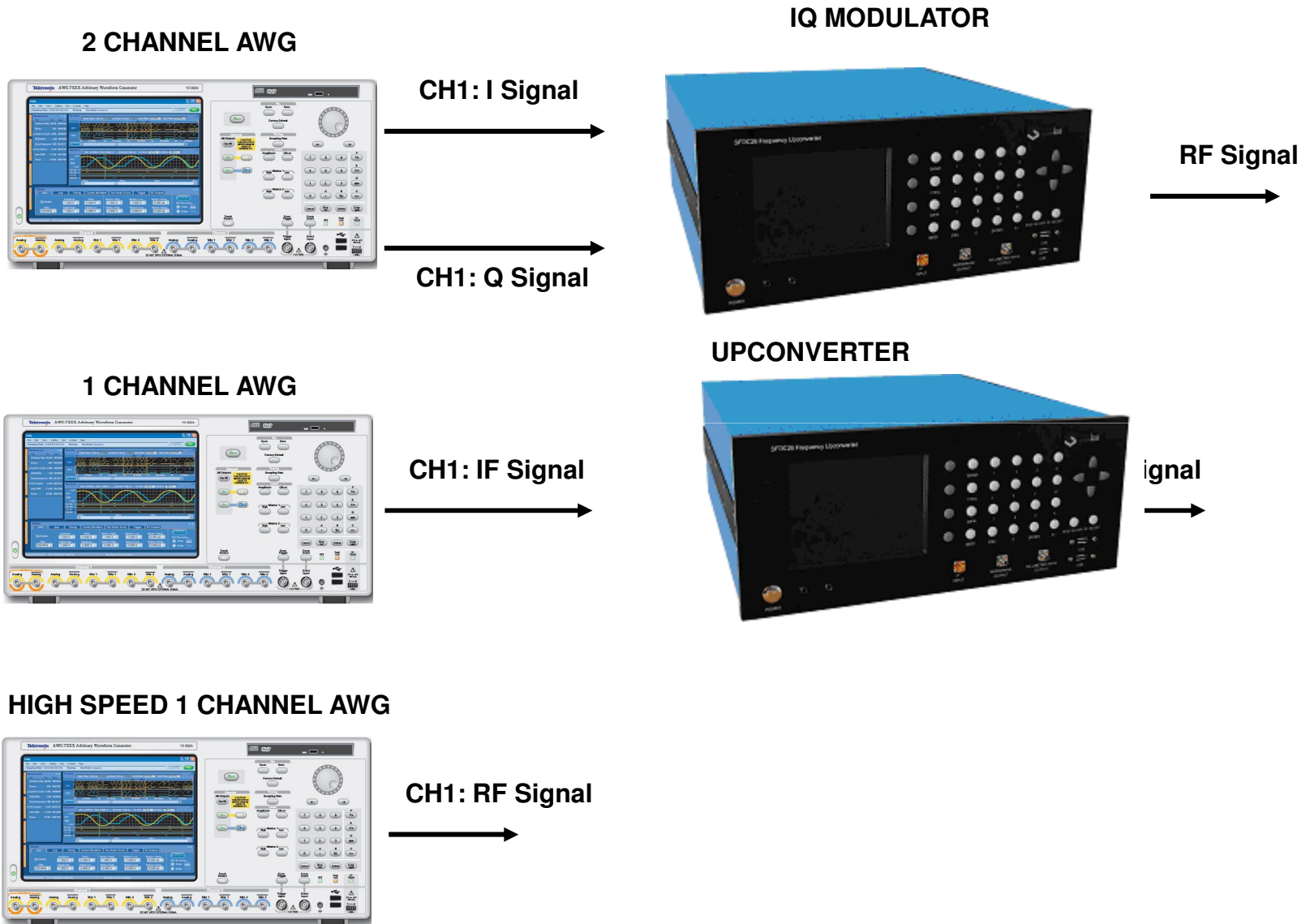
Periodic Jitter (Pk-Pk)				
		Magnitude:	Frequency (Hz):	Phase (°):
<input checked="" type="checkbox"/>	Sine	0.090	2.000000 M	0.00
<input type="checkbox"/>	Sine	0.000	10.000000 M	0.00
<input type="checkbox"/>	Sine	0.000	10.000000 M	0.00
<input type="checkbox"/>	Sine	0.000	10.000000 M	0.00

Random Jitter (RMS)				
		Magnitude:	Frequency-Low (Hz):	Frequency-High (Hz):
<input checked="" type="checkbox"/>	RJ1	0.013	100.000 K	1.350000000 G
<input type="checkbox"/>	RJ2	0.000	100.000 K	1.350000000 G

AWG在高速串行接收端测试中的主要优点和特点

- **简便**
 - 单台仪器解决方案，可生成信号和损伤，产生ISI、Sj和Rj时无需其它附件
 - 以模拟特征描述信号，序列模式支持从环回成功后无缝切入测试波形——这样被测件不会跳出测试模式
- **完美的可重复性**
 - 基于波形文件
 - 用户可以不同的测试地点输出完全一样的信号
 - 用户可以简便地重复同样的测试
- **灵活性**
 - 可以生成非常复杂的串行数据信号
 - Out-of-band, Idle-to-active能力
 - 模拟或消除通道和夹具的影响 (s-parameter/touchstone file)
 - SSC 压力能力 (modulation depth, custom profiles, df/dt)
 - Tx 均衡 (pre/de-emphasis)
 - 多个Sj元素
 - 高频、大幅度Sj元素
 - 可以遍历 ISI
 - 损伤设置的分辨率很高
 - 合成抖动几乎没有限制

任意波形发生器的使用

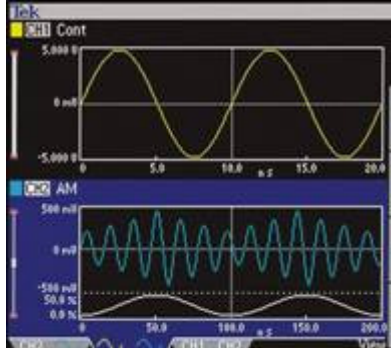


小结

- 通过七个例子，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、调制信号、超宽带雷达信号、宽带跳频、复杂电磁环境信号、OFDM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，是信价比极高的一体化解决方案。

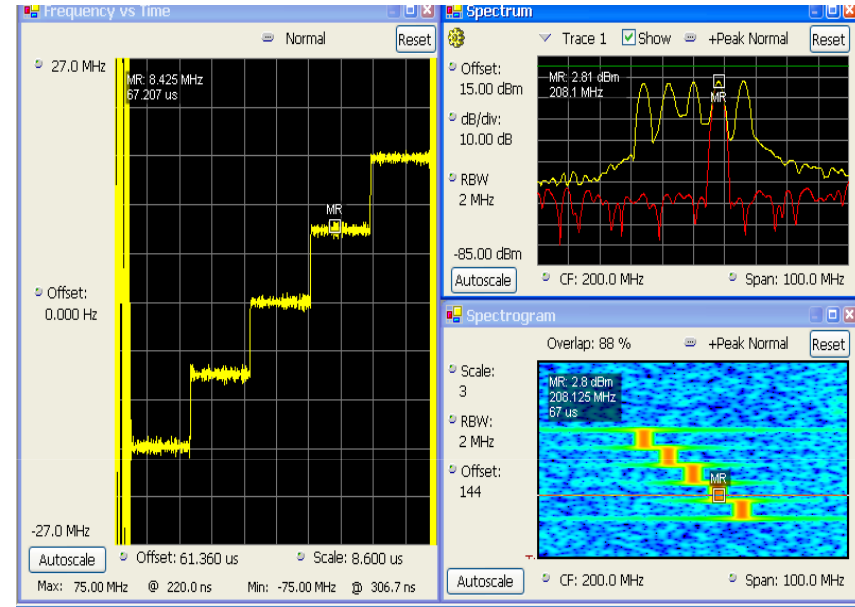
Tektronix™

复杂数字RF信号的分析平台



新一代数字RF分析挑战

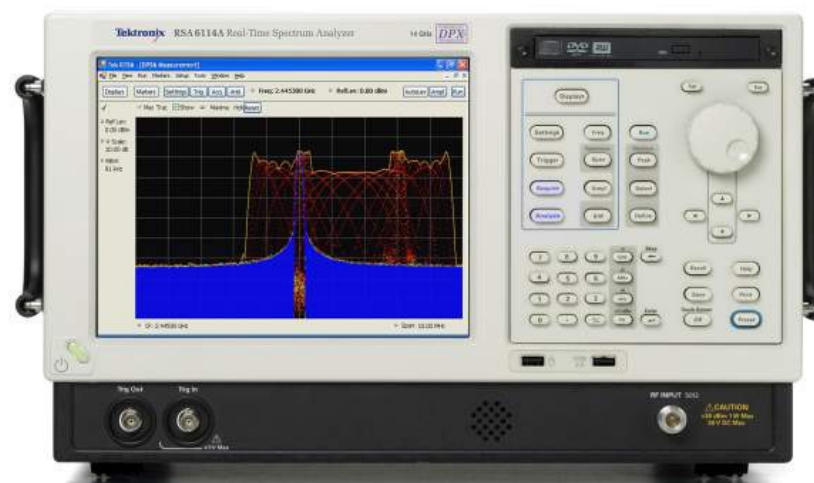
- 接收机
 - 分析带宽足够宽
 - 合适的动态范围
 - 含有准确时间信息
 - 数据方便采集、存储以及多种分析
 - 频谱监测



新一代数字RF信号分析平台 功能强大的接收机——实时频谱分析仪

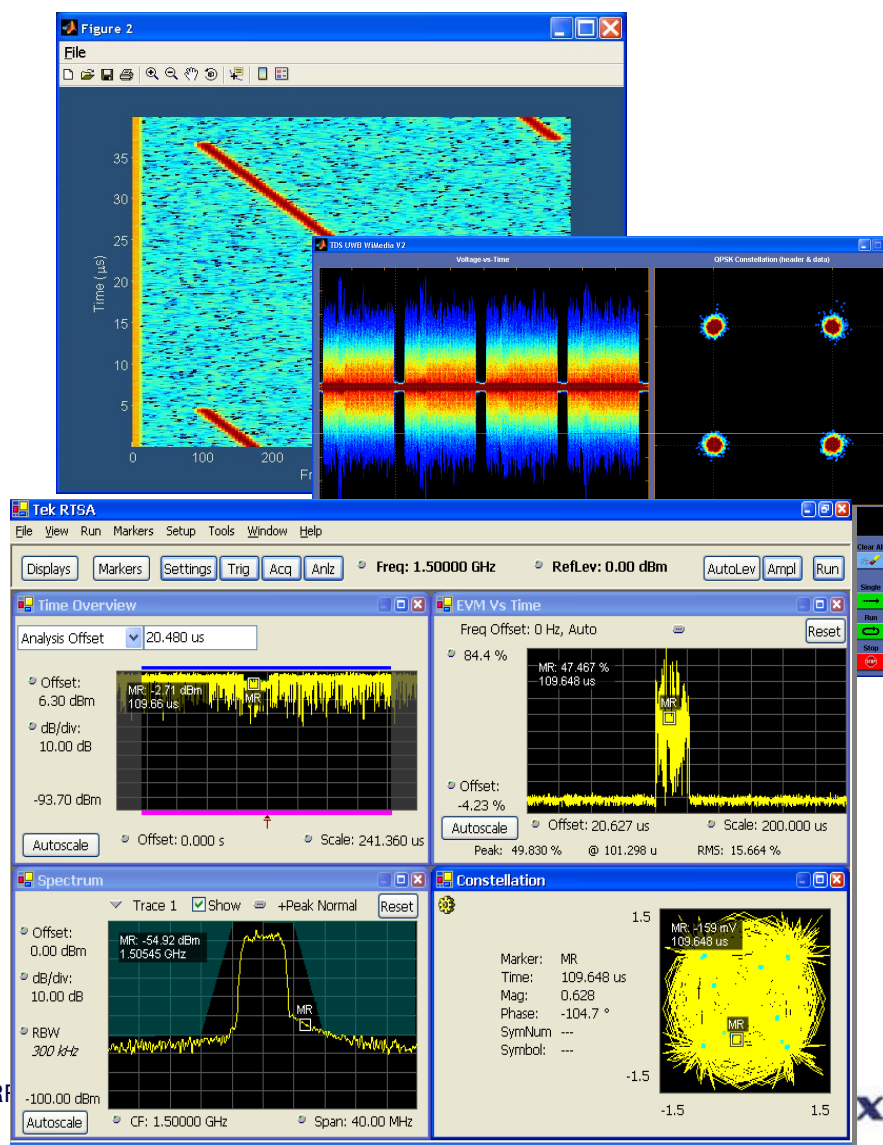
- 发现
 - DPX技术，无以伦比的发现问题的工具
- 触发
 - 专利技术的频率模板触发，从频域重新定义定位特定信号的工具
- 捕获
 - 长达秒级的捕获能力，为分析提供存储保障
- 分析
 - 多域分析，全面覆盖流行的测试项目

业内领先的宽带频谱分析仪
迎接最棘手的**数字RF**测试挑战



示波器作为宽带、超宽带信号采集和分析工具

- 110M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110M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Ku波段以内的射频信号
 - 配合各种分析软件，对调制参数进行测量



宽带信号分析的需求（矢量分析软件+示波器） (分析带宽 > 110 MHz)

- 超宽带雷达信号
 - SAR 雷达-带宽超过2G
 - 窄脉冲雷达—（如1ns 脉冲宽度）
 - 捷变频雷达—带宽达到500M
- 宽带通信
 - 卫星通信-带宽达到800M
 - UWB 通信—带宽达到1G
 - 扩频通信
- 频率跳变信号
 - 跳频电台—带宽达到100M
 - 其他跳频通信系统



SignalVu 的功能

- 时间相关多域观测
- 雷达分析功能
 - 脉内解调
 - 多脉冲分析
 - 捷变频分析
 - 脉冲分析软件
- 数字通信分析功能
 - 分析区域的选择
 - 多域分析
 - 跳频信号分析
 - 宽带信号解调

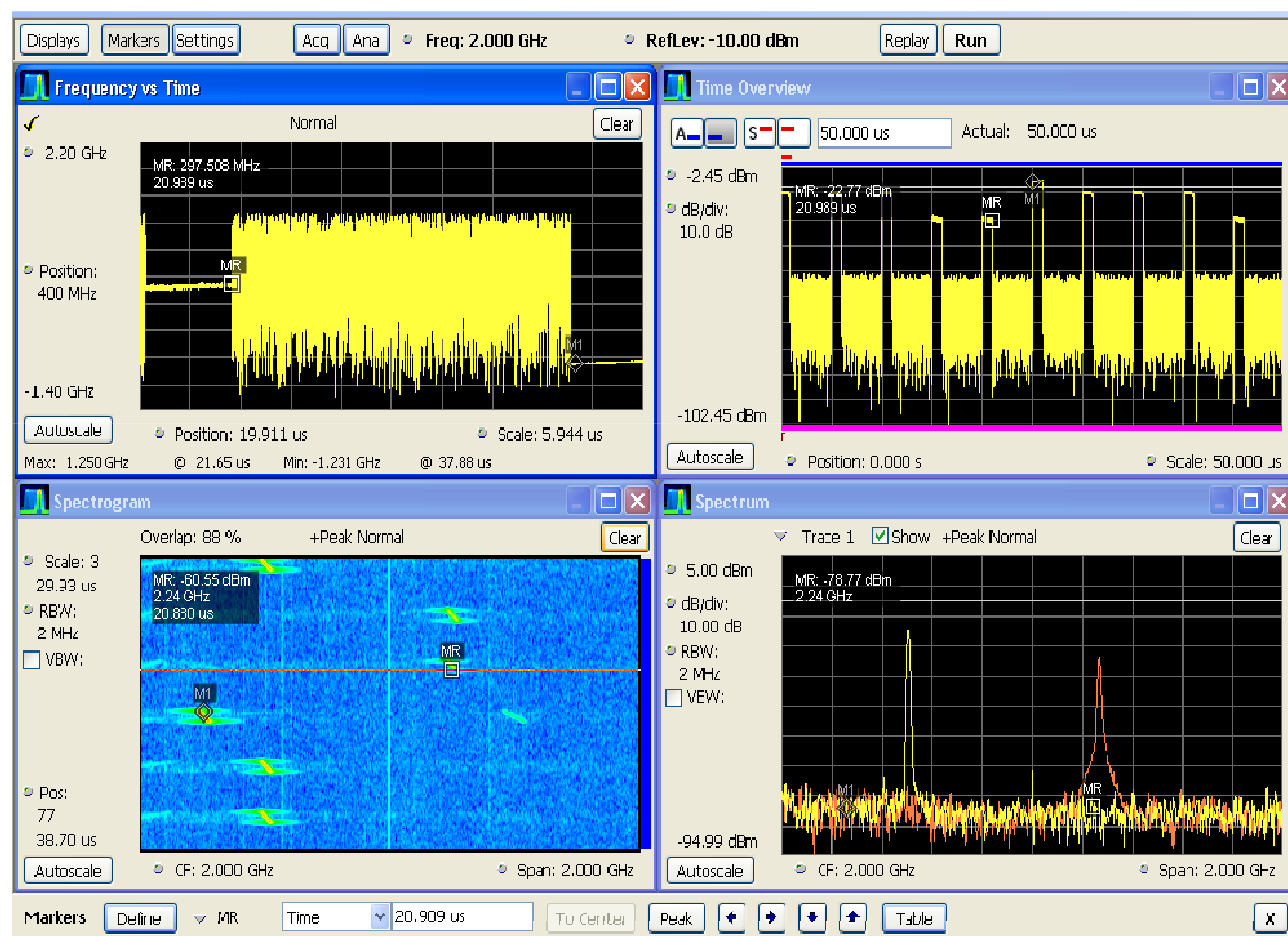
SignalVu真正的时间相关多域观测

■ Time overview
作为多域相关的
核心

■ 三维频谱图也
可以和其他域相
关测量

■ 可以计算两个
频谱，一个用
Chrip-Z方式计算
，另外一个用FFT
方式计算，一个用
来观测频谱，一个
用来分析频谱随
时间的变化

■ 分析窗和频谱
窗各自独立



雷达自动分析软件—脉冲时间

- ▶ 从采集的开始，每个脉冲的精确时间

The screenshot displays a software interface for radar pulse analysis. At the top, there is a menu bar (File, View, Run, Markers, Setup, Tools, Window, Help) and a toolbar with buttons for Displays, Markers, Settings, Trig, Acq, Ana, and a status bar showing 'Freq: 1.0000 GHz' and 'RefLev: 0.00 dBm'. Below this is a table of pulse parameters. The table has columns for Width, Rep Int, Ø Diff, F Diff, F Err RMS, F Err Max, Ø Err RMS, Ø Err Max, Freq Dev, Ø Dev, and Time. A blue oval highlights the 'Time' column. Below the table is an 'Acquire' panel with 'Sampling Parameters' and 'Advanced' tabs. The 'Advanced' tab shows settings for 'Run' (Continuous), 'Adjust' (All Auto), 'Acq BW' (110.00 MHz), 'Acq Samples' (3512), and 'Acq Length' (23.413 us). It also shows 'FastFrame' checked, 'Max frames' (10), and 'Actual' (10). At the bottom, there is a status bar with 'Analyzing 5' and various parameters like 'Acq BW: 110.00 MHz', 'Acq Length: 23.413 us', 'Real Time', 'Power', 'Ref: Int', and 'Atten: 25 dB'.

	Width	Rep Int	Ø Diff	F Diff	F Err RMS	F Err Max	Ø Err RMS	Ø Err Max	Freq Dev	Ø Dev	Time
0	1.341 us	11.08 us	-- °	-- Hz	241.4 kHz	2.636 MHz	1.822 °	15.38 °	38.99 MHz	2336 °	5.856 us
1	1.341 us	22.16 us	-0.9550 °	17.49 kHz	219.1 kHz	2.252 MHz	1.734 °	13.96 °	38.42 MHz	2337 °	16.936 us
▶ 2*	1.341 us	11.08 us	0.3749 °	227.3 kHz	210.9 kHz	2.154 MHz	1.063 °	10.16 °	38.93 MHz	2340 °	39.096 us
3	1.341 us	22.16 us	-0.9218 °	192.4 kHz	231.6 kHz	2.593 MHz	2.646 °	17.58 °	39.31 MHz	2341 °	50.176 us
4*	1.341 us	11.08 us	-0.1622 °	236.7 kHz	199.6 kHz	2.025 MHz	1.420 °	12.77 °	38.37 MHz	2343 °	72.335 us
5	1.342 us	22.16 us	0.1656 °	219.7 kHz	192.8 kHz	2.040 MHz	1.117 °	10.15 °	38.61 MHz	2342 °	83.415 us
6*	1.341 us	11.08 us	0.9457 °	44.51 kHz	206.4 kHz	2.116 MHz	1.070 °	7.881 °	38.70 MHz	2347 °	105.575 us
7	1.341 us	22.16 us	0.6719 °	226.1 kHz	220.3 kHz	2.306 MHz	1.375 °	12.38 °	38.83 MHz	2347 °	116.655 us
8*	1.342 us	11.08 us	-0.8796 °	85.20 kHz	200.0 kHz	2.202 MHz	2.328 °	15.72 °	38.97 MHz	2349 °	138.814 us
9	1.341 us	22.16 us	0.2400 °	1.224 kHz	197.3 kHz	2.196 MHz	2.071 °	14.79 °	39.07 MHz	2351 °	149.895 us
10*	1.341 us	11.08 us	0.00833 °	337.3 kHz	207.9 kHz	2.166 MHz	2.050 °	15.26 °	39.04 MHz	2351 °	172.060 us
11	1.341 us	22.16 us	0.0260 °	166.2 kHz	238.1 kHz	2.723 MHz	1.220 °	12.25 °	39.53 MHz	2354 °	183.140 us
12*	1.341 us	11.08 us	-1.210 °	25.89 kHz	291.5 kHz	3.383 MHz	2.656 °	17.69 °	39.89 MHz	2355 °	205.299 us
13	1.341 us	22.16 us	-0.1909 °	-13.26 kHz	261.0 kHz	2.928 MHz	1.708 °	13.78 °	39.05 MHz	2358 °	216.380 us
14*	1.341 us	11.08 us	-0.5941 °	-204.6 kHz	288.6 kHz	3.290 MHz	1.104 °	10.01 °	40.16 MHz	235 °	238.540 us
15	1.341 us	22.16 us	0.4658 °	263.2 kHz	295.2 kHz	3.336 MHz	1.147 °	8.685 °	39.87 MHz	236 °	249.620 us
16*	1.341 us	11.08 us	0.1208 °	73.85 kHz	198.9 kHz	2.245 MHz	2.317 °	15.14 °	38.13 MHz	2315 °	271.779 us
17	1.341 us	22.16 us	0.0216 °	24.80 kHz	265.6 kHz	3.179 MHz	1.440 °	12.34 °	39.66 MHz	2363 °	282.859 us
18*	1.341 us	11.08 us	0.2378 °	9.685 kHz	242.1 kHz	3.053 MHz	1.310 °	12.91 °	38.38 MHz	2318 °	305.019 us
19	1.341 us	-- s	-0.8309 °	-1.171 kHz	223.5 kHz	2.783 MHz	1.625 °	14.40 °	38.48 MHz	2318 °	316.098 us

Acquire

Sampling Parameters | Advanced

Run: Continuous

Adjust: All Auto (recommended)

150.00 MSamples/s
6.7 nsec/Sample

Acq BW: 110.00 MHz

Acq Samples: 3512

Acq Length: 23.413 us

Capacity: 1.8 s
268 MSamples

Using: 234.13 us 35 kSamples 0.0 % of capacity

FastFrame

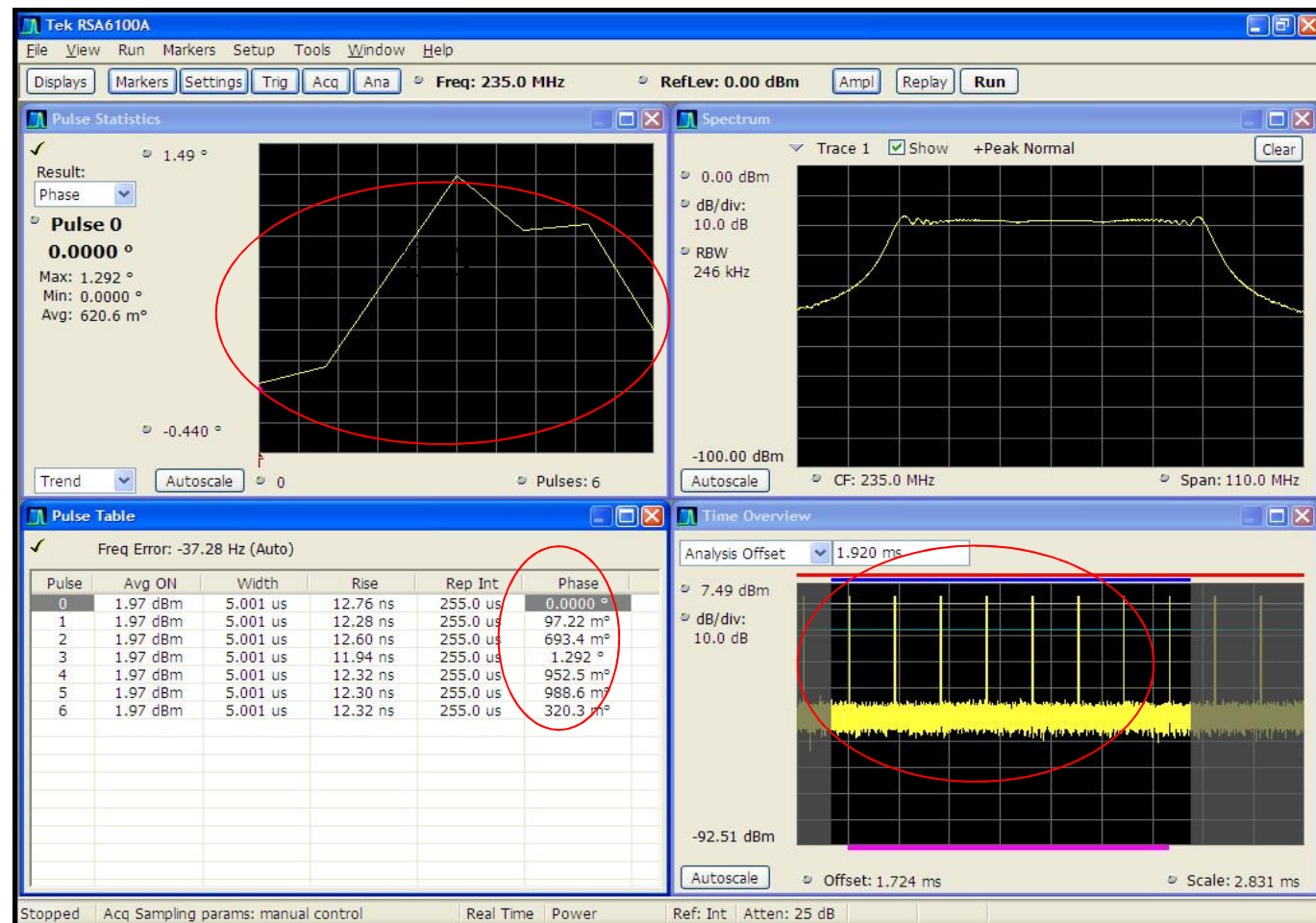
Max frames: 10

Actual: 10

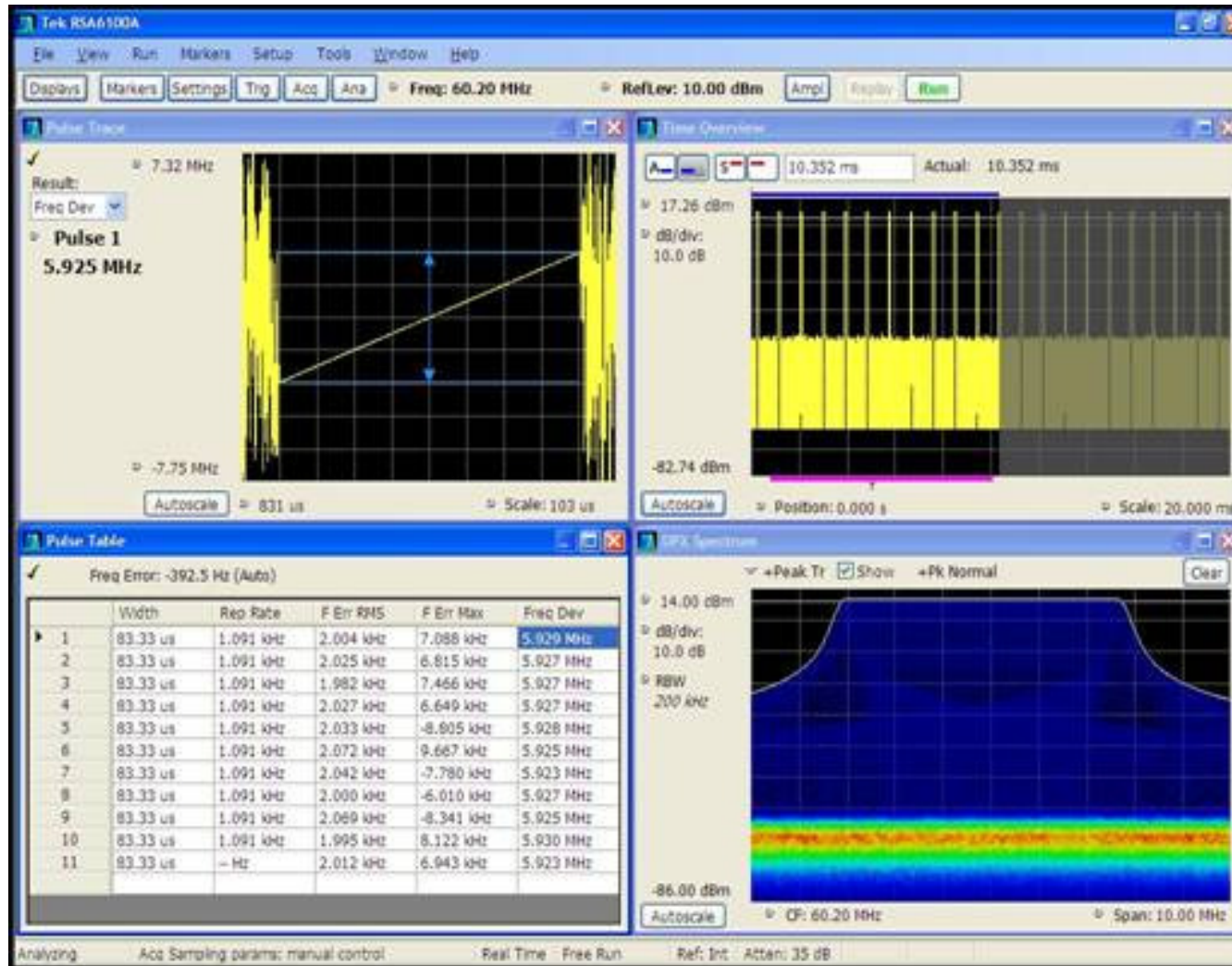
Analyzing 5 | Acq BW: 110.00 MHz, Acq Length: 23.413 us | Real Time | Power | Ref: Int | Atten: 25 dB

创新的雷达性能测试—相参测量

- 脉冲分析套件作为相参分析的载体
- 提供多脉冲的趋势分析



创新的雷达性能测量—线性调频雷达线性度测量



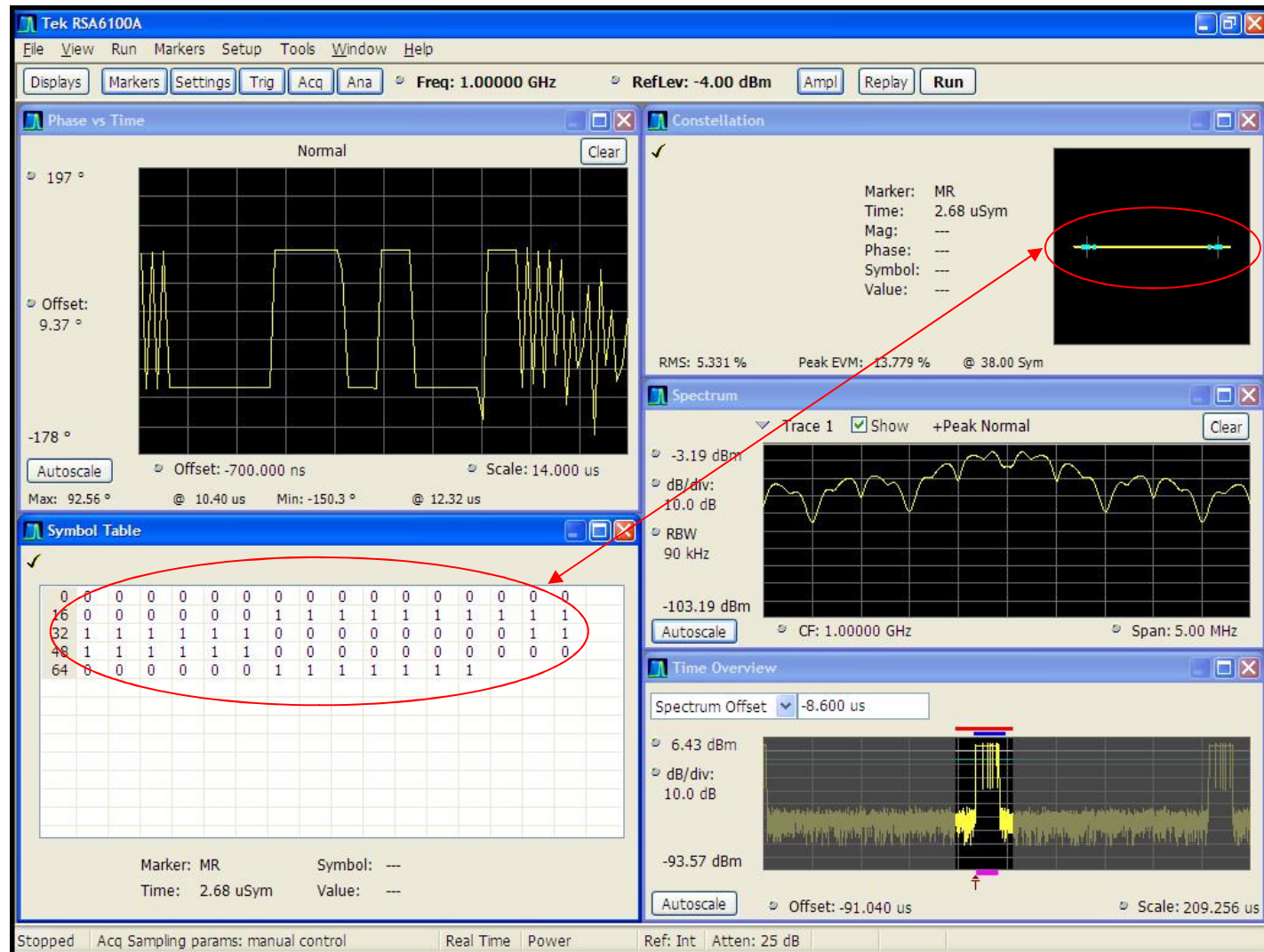
SignalVu对宽带调制信号的分析功能

■ 同时进行
模拟数字解
调

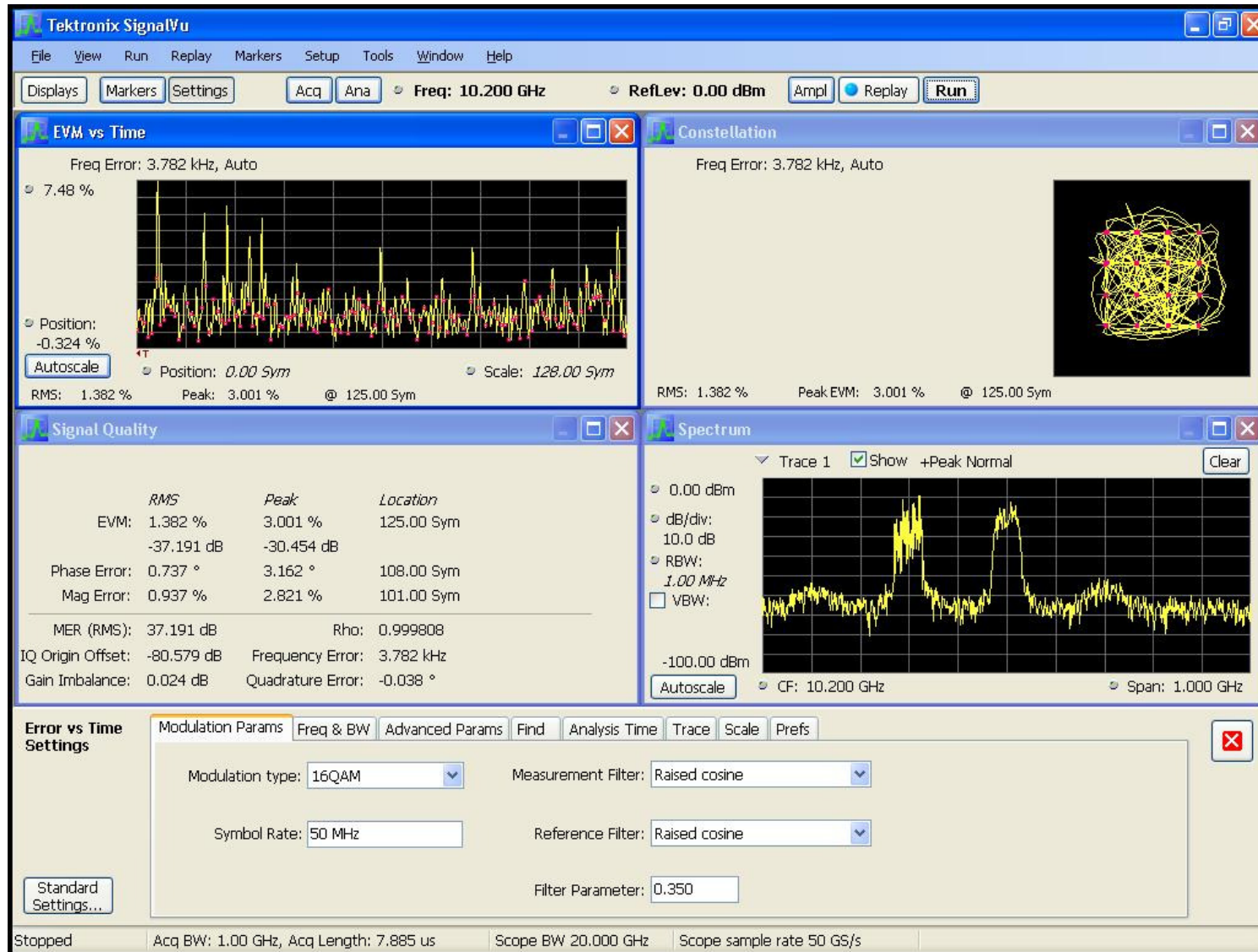
■ “指哪打
哪”

■ 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

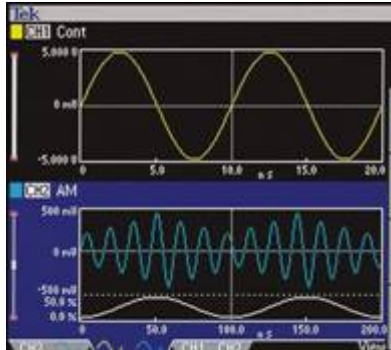


宽带矢量信号应用实例-多载波数字调制信号

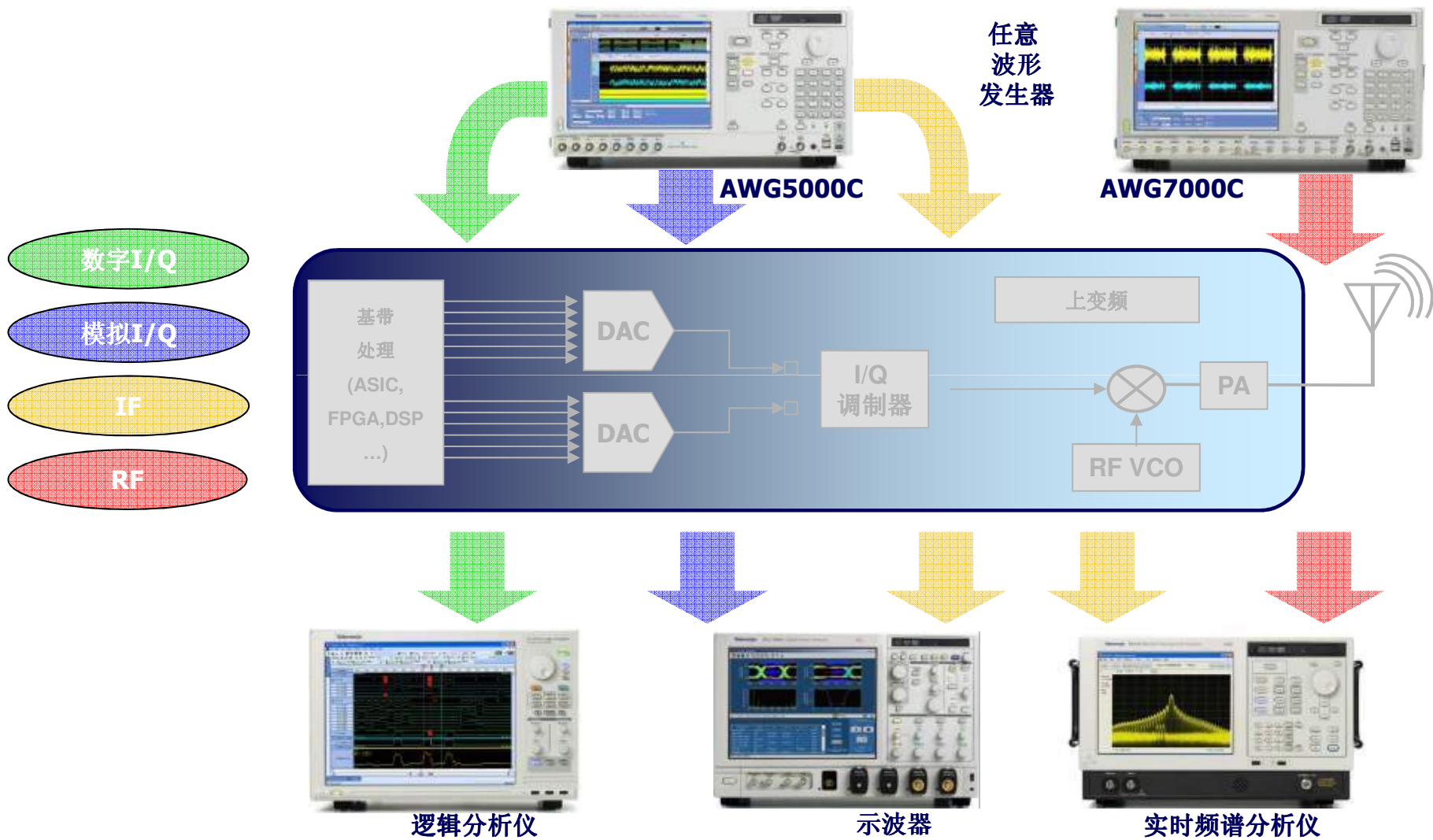


Tektronix™

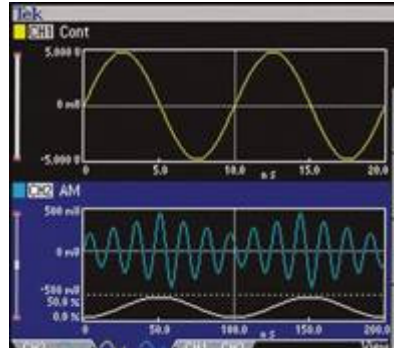
泰克各种仪器互联组建完整解决方案



无线技术无处不在, 数字RF测试
泰克复杂数字RF信号测试解决方案



Tektronix®



Thank You For Attending!