

苏黎世 HDAWG 750 MHz 任意波形发生器



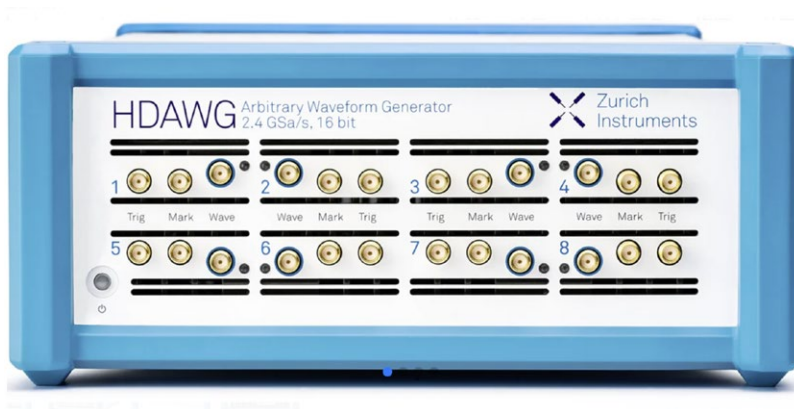
产品描述:

Zurich Instruments 苏黎世 HDAWG 750 MHz 任意波形发生器 拥有同类产品中最高的通道密度, 其设计旨在实现高级的信号发生功能, 带宽高达750MHz。HDAWG拥有4或8个直流耦合单端模拟输出通道, 输出垂直分辨率为16位。每个模拟输出有两个可切换模式, 直接模式(最高带宽和超低噪声)和放大模式(最高输出幅值为 5 Vpp)。至多 18 台 HDAWG 可以通过我们的可编程量子系统控制器 PQSC 实现时间同步。

LabOne 提供了先进的编程理念, 它结合了 AWG 的高性能、灵活性和函数发生器的易用性。使用 LabOne 用户界面 (UI) 以及适用于 LabVIEW™、NET、MATLAB®、C 和 Python 的 API, 用户可以轻松实现自动化测量以及快速整合 HDAWG 至现有控制环境。

产品特点:

- 量子计算
- 雷达/激光雷达
- 核磁共振谱 (NMR) 和电子顺磁共振谱 (EPR)
- 半导体器件测试
- 磁共振成像 (MRI) 和电信应用中的多输入多输出(MIMO) 技术





任意波形发生器:

通道数1	4 (HDAWG4) 或 8 (HDAWG8)
垂直分辨率	16 位
每个通道的波形存储器	64 MSa; 500 MSa (使用 HDAWG-ME 选项)
定序器最大长度	8192 条指令
波形粒度	16 个样本
最小波形长度	32 个样本
定序器时钟频率	采样率除以 8
定序器指令 (播放)	播放波形 (单通道或多通道), 播放波形片段 (起始样本索引和分段长度), 播放来自库的波形 (DIO 输入状态), 中断波形回放
定序器指令 (其他)	等待常量、等待触发、设置/获取触发状态、设置/获取 DIO 状态、整型变量运算 (加、减、逻辑运算)、 更改振荡器频率/相位 (实时)、更改其他仪器设置 (非实时)
定序器控制结构	重复 (1 到 223-1 或无穷大), 条件分支 (多分支)



波形信号输出:

接口类型	SMA
输出阻抗	50 Ω
输出耦合	DC
输出模式	放大输出, 直接输出
输出幅度范围 (50 Ω)	0.2 Vpp 到 5.0 Vpp (放大); 0.8 Vpp (直接)
输出幅度精度	$\pm$ (1% 幅度设置范围 + 5 mVpp) (放大, 50 Ω)
输出幅度分辨率	< 0.1 mV
偏置电压	0.5 $\times$ 峰峰值电压, 最大 $\pm$ 1.25 V (放大, 50 Ω); 0 V (直接)
偏置电压精度	$\pm$ (1% 幅度设置范围 + 5 mV)
相位噪声	< -135 dBc/Hz (放大, 1 Vpp, 100 MHz, 偏移 10 kHz)
	< -148 dBc/Hz (放大, 1 Vpp, 100 MHz, 偏移 1 MHz)
	< -135 dBc/Hz (直接, 0.5 Vpp, 100 MHz, 偏移 10 kHz)
	< -148 dBc/Hz (直接, 0.5 Vpp, 100 MHz, 偏移 1 MHz)
	0.5 Vpp, 100 MHz, 偏移 10 kHz)
	< -148 dBc/Hz (直接, 0.5 Vpp, 100 MHz, 偏移 1 MHz)
波形输出周期抖动	3 ps RMS (方波, 150 MHz)
电压噪声 (> 200 kHz)	35 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (放大, $\pm$ 2.5 V 范围, 高阻); 12 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (直接, 高阻)
均方根 (RMS) 电压噪声 (积分范围: 100 Hz 到 600 MHz)	320 μVrms (放大, $\pm$ 2.5 V range, 50 Ω)
	100 μVrms (直接, 50 Ω)

时域和频域特性:

输出带宽 (-3dB, 校准 $\sin(x)/x$ 滚降后)	0 - 300 MHz (放大, $\pm$ 2.5 V 范围); 0 - 750 MHz (直接)
采样率	100 MSa/s 至 2.4 GSa/s
采样率除法器	20 to 213
内部采样时钟分辨率	7 位
上升时间 (20% 至 80%)	450 ps (0.2 V, 放大, $\pm$ 0.4 V 范围)
	800 ps (1 V, 放大, $\pm$ 2.5 V 范围)
	1100 ps (5 V, 放大, $\pm$ 2.5 V 范围)
	300 ps (0.8 V, 直接)
	550 ps (1 V, 放大, $\pm$ 1.5V 范围)
过冲	< 1%
触发输出延迟	< 50 ns (限于成对输出信号 1&2, 2&4, 5&6, 7&8 并使用时序指令 playWaveDigTrigger)
	< 180 ns (使用时序指令 waitDigTrigger)
通道间偏移	< 200 ps
偏移调节范围	10 ns
时偏移节精度	< 10 ps (使用 HDAWG-SKW 选件); < 0.42 ns or 1 个采样时钟周期 (无 HDAWG-SKW 选件)





标记和其他输出:

标记输出	1 个/通道, SMA (前面板), 2 标记比特/波形
标记输出阻抗	50 Ω
标记输出上升/下降时间	300 ps (20/80%)
标记输出周期抖动	60 ps 峰峰值 (方波, 100 MHz)
标记输出偏移调节	范围: -23 至 30 ns (最高采样率); 分辨率: ~10 ps (最高采样率, 取决于设置)
采样时钟输出	后面板 SMA
采样时钟输出幅度	0.8 Vpp (2.4 GHz, 50 Ω); 2.0 Vpp (1.0 GHz, 50 Ω)
参考时钟输出	后面板 SMA
参考时钟输出阻抗	50 Ω , AC 耦合
参考时钟输出幅度	1 Vpp (100 MHz, 50 Ω)
参考时钟输出频率	100 MHz (内部参考模式); 10 / 100 MHz (外部参考模式)
参考时钟输出抖动	260 fs RMS, 由相位噪声积分导出 (12 kHz 至 200 MHz 频率偏移范围)

输入:

触发输入	每个通道 1 路输入, 前面板配有 SMA 接口
触发输入阻抗	50 / 1 k Ω
触发输入幅值范围	± 5 V (50 Ω); ± 10 V (1 k Ω)
触发输入阈值范围	± 5 V (50 Ω); ± 10 V (1 k Ω)
触发输入阈值分辨率	< 0.4 mV
触发输入阈值迟滞	> 60 mV
触发输入最小脉冲宽度	5 ns
触发输入最高运行频率	300 MHz
采样时钟输入	后面板 SMA
参考时钟输入	后面板 SMA
参考时钟输入阻抗	50 Ω , AC 耦合
参考时钟输入频率	10 / 100 MHz
参考时钟输入幅度	-4 dBm 至 +13 dBm

振荡器和时钟:

内部时钟类型	TXCO
内部时钟老化	± 0.8 ppm/年
内部时钟短期稳定度	0.0001 ppm (1 s)
内部时钟初始精度	± 1 ppm
内部时钟温度稳定度	$\pm 0...3$ ppm (-20 $^{\circ}$ C 至 +70 $^{\circ}$ C)
内部时钟相位噪声	-105 dBc/Hz (偏移 100 Hz); -125 dBc/Hz (偏移 1 kHz)





最大额定值:

波形损伤阈值	-1.2 V / +1.2 V (直接); -6 V / +6 V (放大)
标记损伤阈值	-0.7 / +4 V
触发损伤阈值	-11 V / +11 V (1 k Ω 输入阻抗); -6 V / +6 V (50 Ω 输入阻抗)
参考时钟输入损伤阈值	-4 V / +4 V (DC); +13.5 dBm (AC, DC 偏置 0 V)
参考时钟输出损伤阈值	-4 V / +4 V (DC)
采样时钟输入损伤阈值	-4 V / +4 V (DC); +13.5 dBm (AC, DC 偏置 0 V)
采样时钟输出损伤阈值	-4 V / +4 V (DC)
MDS 输入/输出损伤阈值	-0.7 / +4 V
DIO 输入/输出损伤阈值	-0.7 / +4 V (默认设置 3.3 V CMOS/TTL)

连接接口和其他:

数字输入输出 (DIO)	VHDCI 68 针母头,
主机连接接口	32 位, 配置为输入或输出, 3.3 V TTL
主机内存要求	LAN/Ethernet, 1 Gbit/s; USB 3.0, 5 Gbit/s; 4 GB+
主机处理器	兼容 SSE2 指令。如: AMD K8 (Athlon 64, Sempron 64, Turion 64, etc.), AMD Phenom, Intel Pentium 4, Xeon, Celeron, Celeron D, Pentium M, Celeron M, Core, Core 2, Core i5, Core i7, Core i3, Atom
操作系统	详见 LabOne 兼容性

物理特性:

尺寸	43.0 $\times$ 23.2 $\times$ 10.2 cm; 16.9 $\times$ 9.2 $\times$ 4.0 英寸, 适用于 19 英寸机架
重量	4.6 kg; 10.2 磅
交流电源线	100-240 V ($\pm$ 10%), 50/60 Hz
工作温度	+5 $^{\circ}$ C 到 +40 $^{\circ}$ C
工作环境	IEC61010, 室内工作, 安装类别 II, 污染等级 2
工作海拔	最高 2000 米

These specifications have been translated from English. Please note that the official reference for product specifications is always the user manual.

高级 AWG 编程:

LabOne UI 以一种直观、轻松可读的形式提供硬件控制, 方便用户快速掌握。在 LabOne AWG 序列编程器中定义波形和序列后, LabOne AWG 编译器会在最短的时间内将指令转换为机器语言并将结果传送到硬件。LabOne 定序功能支持具有动态变化延迟和条件分支点的回路。

除 Gaussian、Blackman、正弦等标准波形之外, LabOne 还包括复杂波形设计需要使用的所有重要数学和阵列编辑工具。用户可轻松对波形进行相加、相乘、剪切和连接, 还可以对波形进行分段整理。测量信号或在 MATLAB 等工具中计算的波形只需通过拖放操作便可导入。



```
Sequence 'pattern_1.seq' [Examples...]
1 const fs = 2.4e9; // sampling frequency
2 const n = 8000; // waveform length
3
4 wave w_chirp = chirp(n, 10e6/fs, 30e6/fs);
5 wave w_gauss = gauss;
6
7 const A = 0x0f; // snippet
8 const B = 0x1e; // local
9
10 repeat (1000) {
11     playWave(w_gauss, w_gauss, w_gauss, w_gauss);
12     if (getAnaTrigger(1)==0) {
13         playWave(w_chirp);
14         setDIO(config_A);
15     } else {
16         setDIO(config_B);
17     }
18     wait(400);
19 }
```

wave gauss(const samples, const amplitude=1.0, const position, const width)
Gaussian pulse with arbitrary amplitude (a), position (p), width (w) and number of samples (N).

New Revert Save Save As... Auto Upload To Device Multi-Device

多设备同步 (MDS):

使用MDS, 多个HDAWG可以作为单个多通道AWG运行:

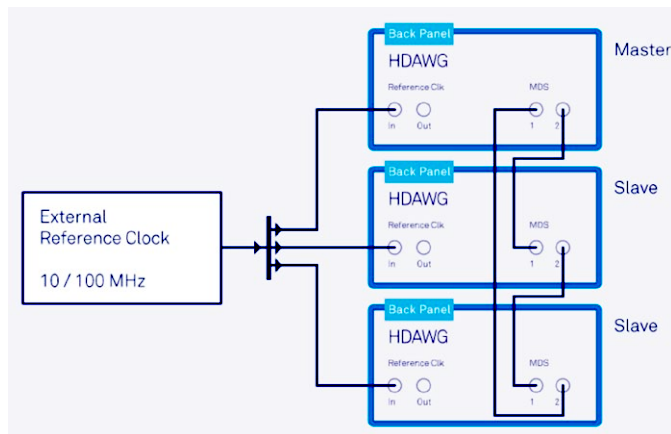
从单个用户界面或API操作所有仪器

所有输出通道的绝对同步

所有仪器时钟的锁相

UHF仪器系列的时间戳和采样率同步

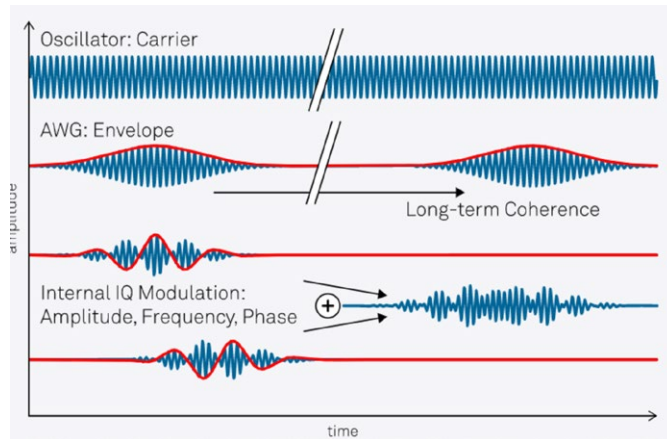
当使用多个仪器时, LabOne AWG编译器负责将主序列程序分布到所有仪器上。自动触发器交换协议确保同步播放时间。使用MDS, 还可以建立一个完整的信号生成和采集系统, 包括锁定放大器、boxcar、数字化仪和高达600 MHz的AWG功能。



振荡器、调制和相位控制:

HDAWG 配备的数字振荡器可直接生成正弦载波, 独立于 AWG 编程产生的包络信号。因此, 可以快速上传生成大量长波形, 同时确保多脉冲的精确相位相干。此外, 用户可任意调节和扫描载波的频率和相位, 而无需编写静态波形。

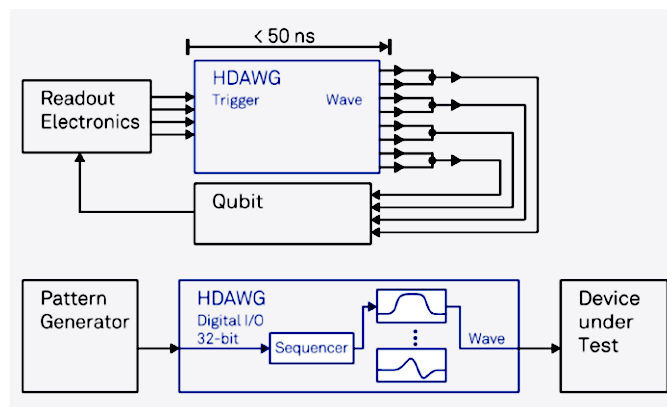
HDAWG-MF 多频调制选件增加了振荡器的数量, 并实现了全数字 I/Q 频率调制和相位调制、频率复用和相位循环。



低延迟触发和时序分支:

HDAWG 采用低延迟设计, 因此在前面板上的其中一个触发输入上检测到外部触发信号后, 能够在不到 50 ns 的时间内在信号输出端生成首个样本。这一点对于器件属性短暂的量子计算反馈实验非常重要, 每节省一纳秒即可明显改善实验结果。仪器的 4 或 8 条输出通道可按 2 条或 4 条为单位进行分组。每组均可单独触发, 以便更加灵活地将信号分配给设备或装置的各个单独部分。

为了生成具有高复杂度并可实时控制的信号, HDAWG 能够根据其 32 位数字输入的位模式从预先存储在可编程存储器中的多达 1024 个波形中进行选择。这些波形可表示数字调制模式、器件特有的测试波形或多量子位状态读出结果。



功能图解:

