



概述

OE2052 双通道锁相放大器是当前最新推出的核心技术产品，具备卓越的高性能与宽带测量能力。该仪器基于数字调制技术，配备 1GSPS 16 位数模转换器（DAC）和 14 位模数转换器（ADC），并采用 DSP 平台架构，能够精准、快速地检测隐藏在强噪声中的有效信号成分。

OE2052 拥有 2 个独立且同步的输入通道，不仅能够同时测量两路输入信号的幅度和相位信息，其在测量精度、工作频率范围、信噪比及动态储备等关键性能指标上，均达到了国际领先水平。此外，新增的多谐波测量、示波器与频谱分析仪功能、PID 控制功能，使得 OE2052 能够广泛适用于科研和工业领域的多种需求。

输入信号通道

OE2052 配备了低噪声模拟前端放大器，能够高效处理差分信号或单端信号，等效输入噪声低至 $3\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。该通道的输入阻抗可选择 50Ω 或 $10\text{M}\Omega$ ，满量程灵敏度范围为 1nV 至 1V ，动态范围可以达到 120dB 以上。此外，信号输入通道采用双 ADC 设计，兼顾高速与高精度测量需求，用户可根据实际应用场景选择高速 14 位 ADC（支持 DC 至 400MHz 频段）或高精度 24 位 ADC（支持 DC 至 100kHz 频段）。

参考信号通道

锁相放大器的参考信号可根据用户实际需求选择正弦波或方波信号，也可采用仪器内部数字合成的参考信号。当 OE2052 设置为内部参考信号模式时，仪器内部的高精度振荡器和数字合成算法将生成用于与输入信号相乘的正弦波信号，且该内部参考信号几乎不受相位噪声的影响。

特征参数

- 2 路独立同步的输入通道
- 输入噪声低至 $3\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
- 输入量程 1nV 至 1V_{rms}
- 测量信号的频率范围为 $1\mu\text{Hz}$ 至 400MHz
- 动态储备大于 120dB
- 3 通道解调器同步测量
- 4 通道示波器、附带 FFT 分析功能
- 2 通道 PID 控制器

通过数字移相技术，内部参考信号的相位分辨率可达到 $1\mu\text{deg}$ 。

当 OE2052 工作在外部参考信号模式，可接受正弦波信号或 TTL 逻辑电平作为外部参考信号，这一信号会被内部数字锁相环锁定。基于参考信号的频率，OE2052 可以对信号同频及其谐波进行检测，最多可检测到基频的 65535 次谐波，但最大谐波频率不能超过仪器的测量带宽上限。

输出信号通道

OE2052 基于 1GSPS 16 位数模转换器（DAC），能够在 1Hz 至 400MHz 的频率范围内生成正弦波信号，并可调节直流偏置。在 50Ω 负载下，信号幅值范围为 1V_{pp} 至 1.5V_{pp} ，直流偏置范围为 $\pm 1.5\text{V}_{\text{dc}}$ 。对于需要偏置电压的外部设备，如光电调制器，OE2052 凭借其卓越的驱动能力，可以直接驱动设备而无需额外的电平转换放大器。输出信号的相位与仪器内部振荡器保持同步，并且可以独立设置相位偏移。

数字解调器

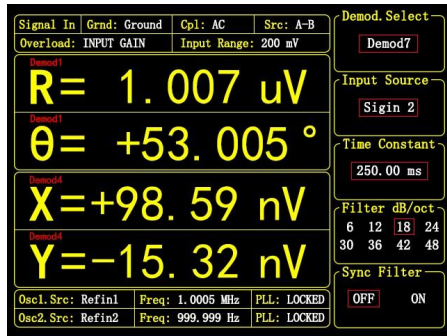
OE2052 的时间常数可在 25ns 至 4ks 范围内灵活设置，用户可根据需求自定义时间常数。滤波器的陡降速率可以选择 $6 - 48\text{dB/oct}$ 共 8 阶。采用数字调制技术与先进滤波器结构，OE2052 相比传统模拟锁相放大器，具有更高的动态储备（ $>120\text{dB}$ ）、更精确的相位（绝对相位误差 $<1^\circ$ ）、零直流漂移以及优异的正交性能。此外 OE2052 提供可选的同步滤波器，能有效消除参考信号谐波的影响，确保仪器在快速响应的同时，准确检测低频信号。

Digital Lock-In Amplifiers

OE2052 双通道锁相放大器

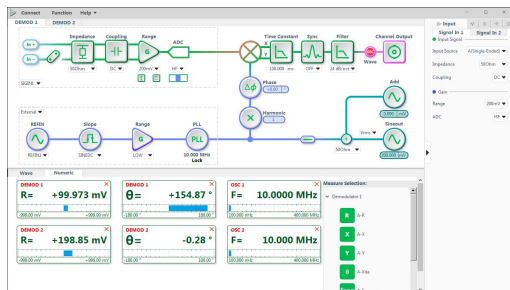
彩色显示屏

OE2052 配备了一块 5.6 英寸、640×480 分辨率的 TFT 彩色显示屏，作为仪器的主要显示界面，并可通过键盘实现对该仪器的全方位独立控制。在显示屏上，用户可以灵活查看解调器的 X、Y、R、 θ 等参数，同时还可以进行滤波器常数等多种基础设置的配置，操作直观便捷。



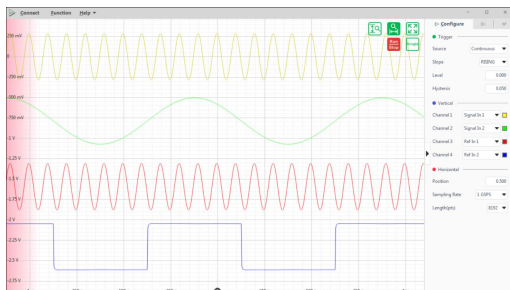
上位机软件

OE2052 为用户还提供了专业的上位机软件，锁相放大器的每个解调器、输入通道、输出通道可通过示意图图或控制面板进行配置，兼具专业实用与简洁直观。软件具有清晰的数值显示和波形实时显示功能，测量结果可采用 csv 文件输出保存，以供后续的专业软件进行分析，让测试得心应手。此外，我们还全面支持 Python、MATLAB 和 LabVIEW 多编程语言的应用程序接口(API)。



示波器功能

示波器功能具有 4 个信号通道，可选信号输入、参考输入、信号输出、辅助输入输出等信号，具备多种触发方式，为用户实时显示时域信号。最长 65536 采样深度，可调采样时长 65us - 1s。

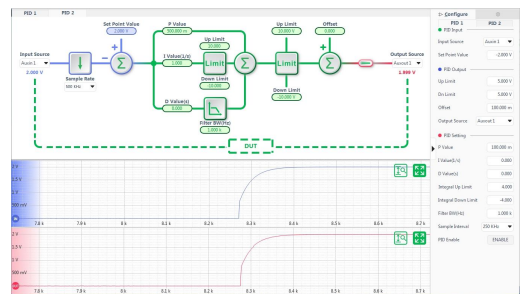


通信接口

OE2052 拥有 USB2.0 (主机、从机接口)、1000Mbps RJ45 网口和 RS232 串口。通过各个通讯接口，用户能够在控制计算机上有效地使用 OE2052 的所有测试功能，设定仪器的合理控制参数和读取仪器所测的数据。

PID 控制器

OE2052 内置独立 2 通道数字式 PID 控制器，采样率最高达 4 MSPS。PID 控制器与锁相放大器紧密衔接，可根据解调器的测量值控制输出信号的幅度、相位、频率等信号，实现多种受控量的精确调控。



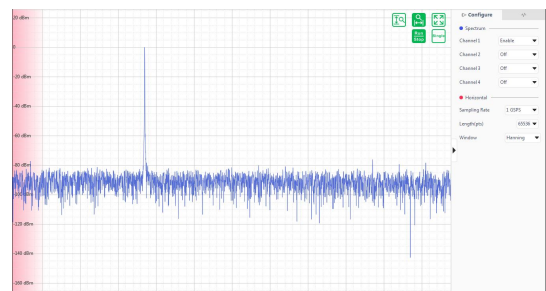
参数扫描仪

参数扫描仪为用户提供方便的快速扫描，实现频率响应、幅度响应等曲线的即时绘制，并提供了单次或循环扫描的模式。



FFT 频谱分析仪

FFT 频谱分析仪基于示波器捕捉的波形，分析信号的频域信息。根据采样速率，频谱分析仪的频率分辨率约为 1Hz - 15kHz。



Digital Lock-In Amplifiers

0E2052 双通道锁相放大器

输入信号通道

电压输入模式	单端输入或差分输入
满量程灵敏度	1nV 至 1 Vrms
量程档位	100 μ V, 500 μ V, 2mV, 10mV, 50mV, 200mV, 1.3V 共计 7 档
输入幅值范围	< 1.3 Vrms
输入耦合模式	直流耦合或交流耦合
输入阻抗	50 Ω 或 10 M Ω 15 pF
动态储备	120 dB
幅值精度	典型值 $\pm$ 0.5%，最大值 $\pm$ 1%
幅值温漂	典型值 0.1% / $^{\circ}$ C
等效输入电压噪声	4 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ ($f > 100$ kHz) 3 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ ($f > 1$ MHz)
模数转换器	14 bit, 1 GSPS 24 bit, 244 kSPS

参考信号通道

输入信号	
频率范围	1 uHz - 400 MHz
输入阻抗	50 Ω 或 1 M Ω
输入信号类型	正弦波或方波
正弦参考信号	
低电压档位	250 mVpp < Vpp < 2.5 Vpp
高电压档位	2.5 Vpp < Vpp < 10 Vpp
方波参考信号	
低电压档位	-0.1 V < V _{IL} < 0.1 V, 0.25 V < V _{IH} < 2.5 V
高电压档位	-0.5 V < V _{IL} < 0.5 V, 2.5 V < V _{IH} < 5.0 V
相位	
分辨率	1.0 μ deg
相位误差	典型 $\pm$ 0.5 deg, 最大 $\pm$ 3 deg
谐波检测	1-65535F (nF < 400MHz)
采集时间	
内部参考	即时获取
外部参考	100 个信号周期或 1.5 ms
模数转换器	14 bit, 1 GSPS

振荡器

数字振荡器数量	2
锁相环信号选择	可选参考通道和输入通道
系统晶振	
精度	$\pm$ 0.1 ppm
温度稳定性	$\pm$ 0.01 ppm / $^{\circ}$ C
老化率	$\pm$ 0.05 ppm / year
相位噪声	-150 dBc/Hz @10 kHz

输出信号通道

频率范围	DC - 400MHz
正弦输出	
幅度(高阻负载)	2 μ Vpp - 3.0 Vpp (< 250 MHz) 2 μ Vpp - 2.2 Vpp (< 320 MHz) 2 μ Vpp - 1.2 Vpp (< 400 MHz)
幅度(50 Ω 负载)	1 μ Vpp - 1.5 Vpp (< 250 MHz) 1 μ Vpp - 1.1 Vpp (< 320 MHz) 1 μ Vpp - 0.6 Vpp (< 400 MHz)
分辨率	1 μ Vpp
幅度精度	典型值 $\pm$ 0.5%，最大值 $\pm$ 1%
可调直流偏置(50 Ω 负载)	-1.5V 至 1.5V
输出阻抗	50 Ω
最大输出电流	$\pm$ 100 mA
数模转换器	16 bit, 1 GSPS

解调器

解调器数量	3
输入信号选择	2 个输入通道任意可选
时间常数	25ns - 4ks
测量带宽	40 μ Hz - 6 MHz
滤波器陡降	6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48 dB/oct

辅助输入输出

AUX Inputs	
功能	4 通道输入
幅度	$\pm$ 10V, 1 mV 分辨率
输入阻抗	1M Ω
模数转换器	16 bit, 244.14 kSPS
AUX Outputs	
功能	4 通道输出
幅度	$\pm$ 10V, 1 mV 分辨率
驱动电流	最大 $\pm$ 30 mA
模数转换器	16 bit, 976.56 kSPS

通信接口

RS-232	标准 9 针 RS-232 母插座
USB2.0	480 Mbps 高速 Type-B 接口 3 个 Type-A 接口
网口	1000 Mbps 千兆网络接口

其 他

电源要求	
电压	220/240 V AC 100/120 V AC(可选)
功率	典型 100 W, 最大 120 W
外形尺寸	448mm $\times$ 532mm $\times$ 148mm
重量	12 kg