

波束赋形集成电路测试 解决方案

加速 5G 毫米波元器件表征

波束赋形是 5G 毫米波通信系统中使用的一项关键技术，它使用相控阵天线发送聚焦信号，能够在 FR2（毫米波）频段实现可靠、高效的通信。

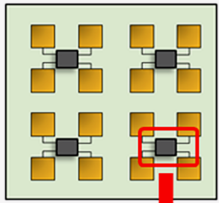
波束赋形集成电路在这个通信系统中发挥着核心作用。波束赋形集成电路是一个多端口的模块器件，可将多向发射机/接收机模块整合到连有许多天线的射频前端中。这些模块包括移相器、步进衰减器、功率放大器（PA）和低噪声放大器（LNA）。在某些情况下，未来的集成电路还将包括变频器。

为了确保高效和可靠的 5G 毫米波通信，设计人员需要在从设计到验证再到制造的整个工作流程，在线性和非线性条件下对波束赋形集成电路的关键元器件进行严格的性能测试。因此，他们必须使用能够在毫米波频段提供高精度测量的测试解决方案，以及能够快速执行元器件级和系统级仿真的仿真工具来进行设计和验证。

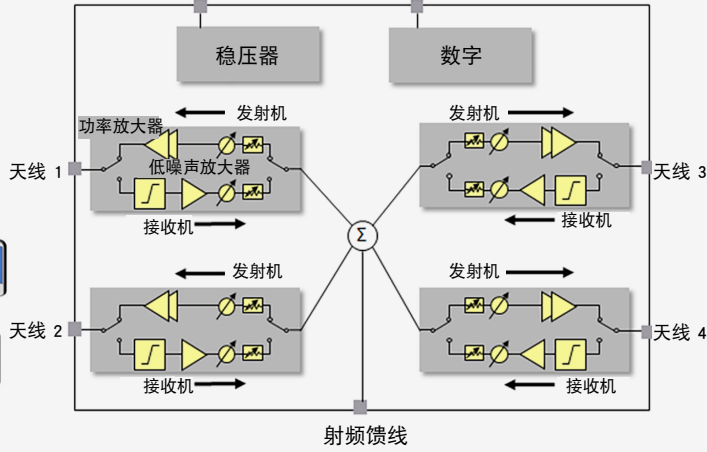
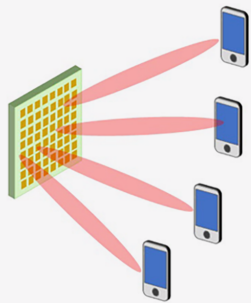


波束赋形利用多个天线（相控阵）传输完全相同的信号，极大增强了沿指定方向传输信号的强度。

用于 5G 毫米波通信的贴片天线



波束赋形集成电路



四通道波束赋形集成电路示例

解决波束赋形集成电路测量的关键挑战

波束赋形集成电路是一个非常复杂的器件，因此在从早期设计到验证再到制造的整个工作流程中都需要进行测试。

	早期设计阶段	设计验证阶段	制造阶段
要求	<ul style="list-style-type: none"> 功率放大器信元评测 非线性评测 建模 	<ul style="list-style-type: none"> S 参数 压缩 (P1dB) 互调失真 谐波失真 杂散 噪声系数 EVM ACPR 	<ul style="list-style-type: none"> 测试要求包含在设计 and 验证阶段执行的测试中。

5G 波束赋形集成电路在整个工作流程中进行测量的示例

成功执行这些测量需要解决许多挑战，包括：

多端口和多方向测量

覆盖毫米波频率的多端口矢量网络分析仪使用户能够测量波束赋形集成电路的 S 参数。但是，如需执行非 S 参数测量（例如失真和噪声系数测量），则必须使用支持多方向测量的专用定制开关测试仪。定制开关测试仪使用户能够突破测量路径中的硬件配置限制，这些限制通常只允许对参数执行单向测量。

宽带调制信号的非线性度评测

在 FR2 中，5G NR 信道带宽最宽可以达到 400 MHz，聚合的信道带宽可以高达 1.2 GHz。使用传统的信号源和分析仪无法在如此宽的带宽上生成调制信号以及进行 EVM 和 ACPR 分析。

精确、可重复的测量

为了满足 5G NR 严格的性能要求，测量仪器需要在毫米波频率提供高精度的测量。尤其是仪器的剩余 EVM 必须非常低，这样才能满足 5G 元器件测试的关键要求。此外，电缆和连接器的损耗和失配也会极大影响宽带毫米波测量的精度和可重复性。要完全消除这些误差因素，仪器必须具备矢量校准功能，而且仪器的参考面需要准确地移到被测器件平面。

快速测量和仿真

提高测量和仿真速度是缩短设计周期的关键。尤其是使用传统的信号分析仪和应用软件进行 EVM 验证非常耗时，这意味着必须使用更快的解决方案。

是德科技的全套波束赋形集成电路测试解决方案使 5G 元器件制造商能够应对波束赋形技术带来的挑战。通过结合使用各种硬件和软件以及是德科技最新的调制失真表征应用软件，波束赋形集成电路和 FEM 制造商可以准确、快速且经济高效地测量宽带调制信号。

要求	是德科技解决方案
S 参数（相位、增益、匹配）	N524xB PNA-X 矢量网络分析仪 M980xA PXI 矢量网络分析仪
压缩、互调失真、谐波、杂散、噪声系数	N524xB PNA-X 矢量网络分析仪
EVM、ACPR	配有 S93070xB 调制失真表征应用软件的 PNA-X M9383/84B VXG 矢量信号发生器 适用于 5G NR 的 N7631C Signal Studio Pro N9040B UXA 信号分析仪 N9085EM0E 5G NR X 系列测量应用软件 89600 VSA 软件 S9100A 多频段矢量收发信机
多端口和多方向测量	U3040ATRX 天线 IC/TRM 测试仪 L8990M 模块化开关矩阵
电路和系统级设计仿真	先进设计系统（ADS） SystemVue

是德科技波束赋形集成电路测试解决方案



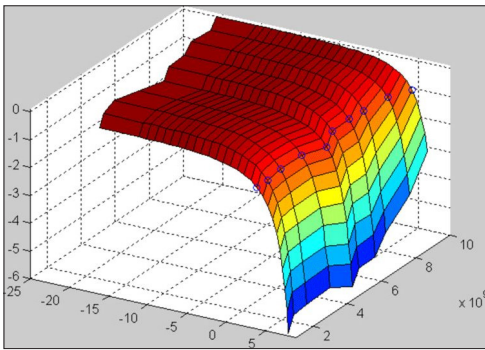
PNA-X — 在一台仪器上进行多项测量

N5244/5/7B PNA-X 微波矢量网络分析仪为测试 5G 波束赋形集成电路提供了一系列重要测量功能。该分析仪不仅性能业界领先，还提供先进的纠错功能，能够执行高精度的 S 参数测量。此外，PNA-X 还配有测量应用软件，用于测试放大器的非线性特性和噪声系数。您只需进行一次连接，便可快速执行所有这些测量。

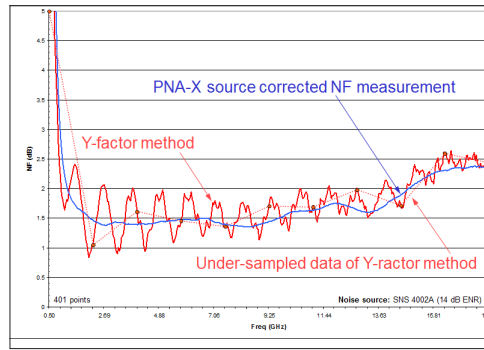


PNA-X 矢量网络分析仪

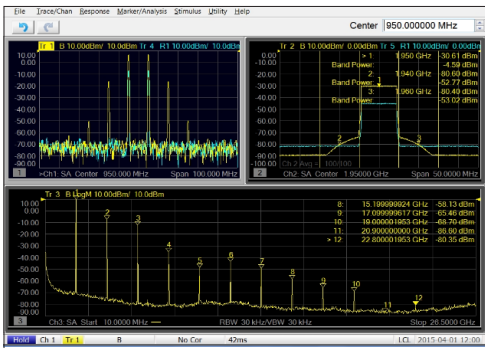
- 900 Hz/10 MHz 至 43.5/50/67 GHz
- 快速准确的 S 参数测量
- 增益压缩测量 (S93086B)
- 互调失真测量 (S93087B)
- 通过矢量校正进行噪声系数测量 (S93029B)
- 频谱分析 (S93090xB)
- 有源热态 S 参数测量 (S93110/11B)



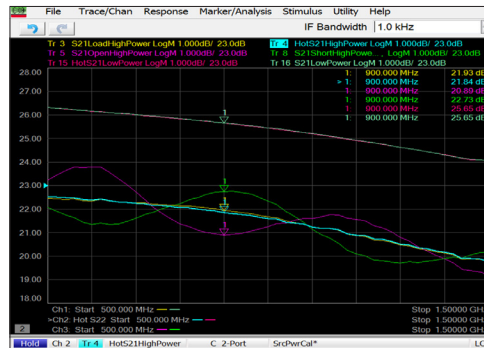
增益压缩测量应用软件



通过矢量校正进行精确的噪声系数测量



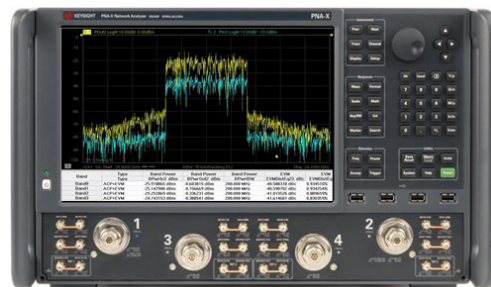
通过频谱分析进行失真测量



热态 S22 测量

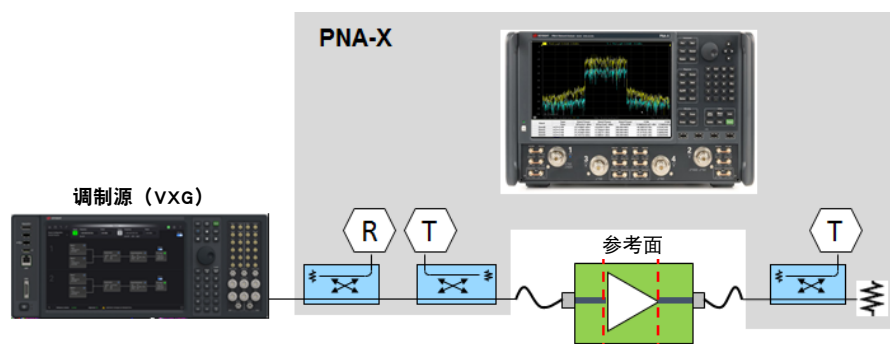
调制失真 — 快速、准确的 EVM 测量

通过结合使用 S93070xB 调制失真表征应用软件和 PNA-X 矢量网络分析仪，用户能够在宽带调制激励条件下测量功率放大器的非线性特性。新的频域测量方法可实现更低的剩余 EVM 和更快的 EVM 测量。基于 VNA 的矢量校准可将信号发生器和分析仪的参考面准确扩展到被测器件平面。因此，用户可以在毫米波频率上实现出色的信号保真度和精确的调制测量。与传统信号分析仪相比，这个调制失真表征应用软件可提供更快、更准确、可重复的 EVM 和 ACPR 测量。

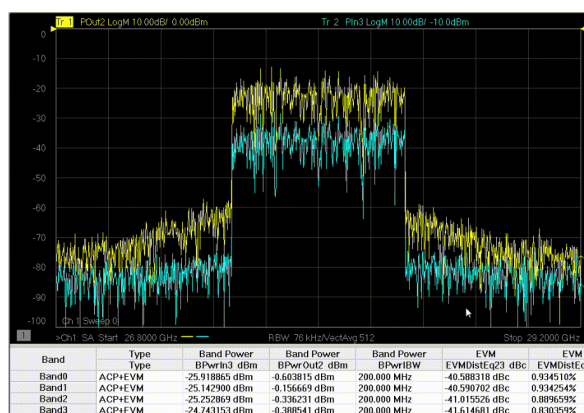


PNA-X 调制失真表征应用软件

- 快速精确的测量
- 简单直观的设置
- 经济高效的解决方案



采用 VXG 和 PNA-X 的配置示例



200 MHz 4CC 5G NR 测量示例

通过单次连接即可执行多端口和多方向测量

为了通过单次连接对多端口/多方向波束赋形集成电路执行多项测量，是德科技提供了可以与 PNA-X 相连的外部开关测试仪。

U3040ATRX 天线 IC/TRM 测试仪作为专门执行波束赋形集成电路测量的定制多端口测试仪，包含耦合器、开关、放大器、隔离器以及用于全面测试波束赋形集成电路的其他元器件。U3040ATRX 大大简化了整体测量设置，让您无需为每项测量手动重新配置测试设置。

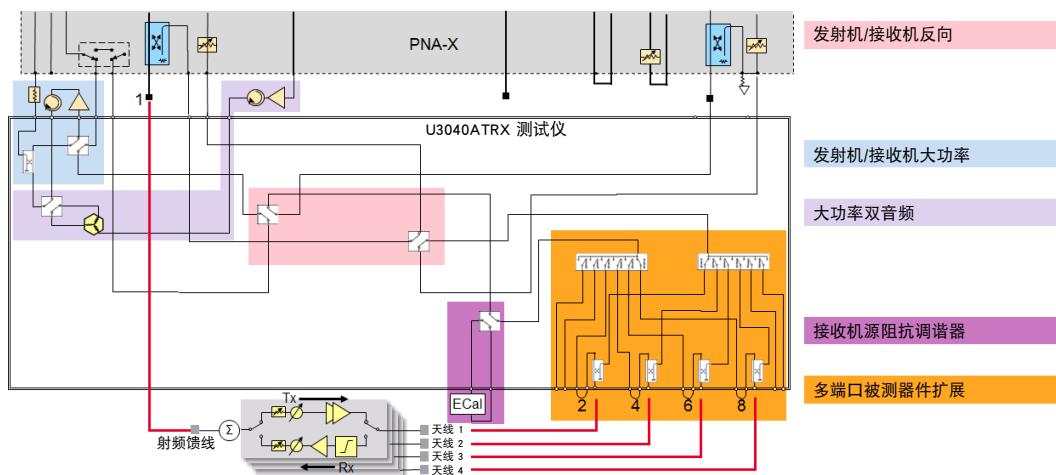
L8990M 模块化开关矩阵使用简单灵活的平台来实施基本的射频开关切换，是一个非常经济高效的解决方案。每个 L8990M 模块化开关矩阵在发货时都根据用户指定配置进行过全面整合。因此用户可以灵活地配置开关模块和插槽位置，只需连接一次即可高效地测试波束赋形集成电路。



U3040ATRX 天线 IC/TRM 测试仪



L8990M 模块化开关矩阵



U3040ATRX 天线 IC/TRM 测试仪方框图

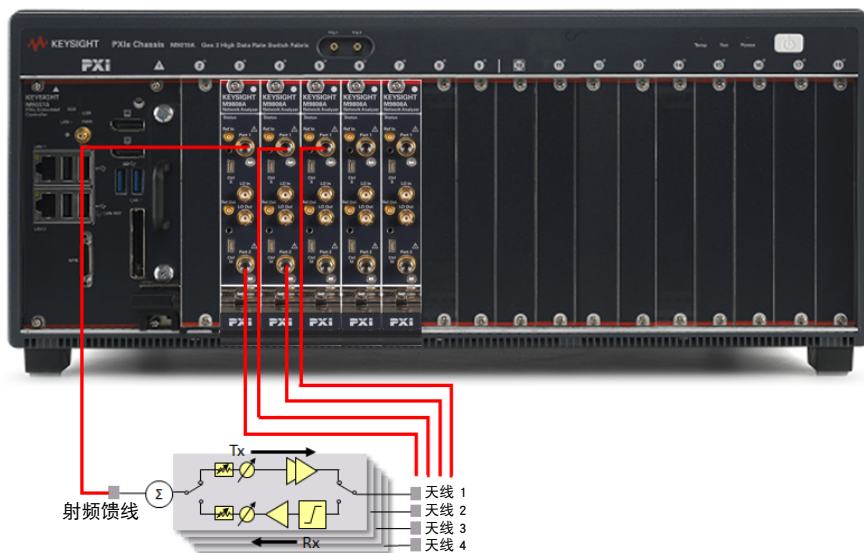
PXI VNA — 速度极快的多端口 S 参数测量

M980xA PXI 矢量网络分析仪是在生产阶段测试波束赋形集成电路多端口 S 参数的理想解决方案。PXI VNA 模块可以轻松配置，成为针对被测器件端口量身定制的真正多端口 VNA。用户无需使用外部测试仪或开关，便可在毫米波频率下进行更快、更准确的测量。M980xA 具有出色的动态范围、卓越的测量稳定性和极快的扫描速度，这些优势可进一步提高测试的可靠性并降低测试成本。M980xA 与 PNA 系列网络分析仪使用相同的软件平台，因此可以方便地从设计验证阶段过渡到生产阶段。

- 100 kHz 至 26.5/32/44/53 GHz
- 包含 N 端口校准的真正多端口测量
- 宽动态范围（在 26 至 35 GHz 时为 137 dB，在 35 至 40 GHz 时为 134 dB，典型值）
- 出色的稳定性（在 20 至 30 GHz 时为 0.01 dB/°C 和 0.2 度/°C，典型值）
- 测量速度快



M980xA PXI VNA

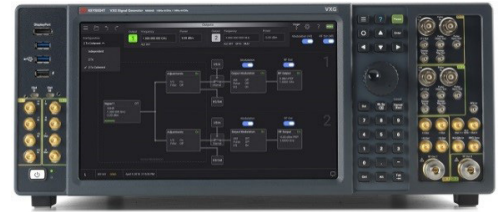


M980xA PXI VNA 和波束赋形集成电路

VXG — 毫米波宽带信号生成

M9383B/M9384B VXG 微波矢量信号发生器与 PNA-X 调制失真表征应用或信号分析仪结合使用，可以生成高性能、宽带宽的毫米波信号，用来执行功率放大器测量。VXG 的 2 GHz 调制带宽和大输出功率可以补偿毫米波频段的系统损耗，同时其 EVM 只有 1%，可满足 5G NR 元器件测试的关键要求。

- 1 MHz 至 44 GHz 频率范围
- 2 GHz 调制带宽
- 1% EVM (5G NR, 100 MHz, +10 dBm, 28 和 39 GHz)
- -50 dBc ACP (5G NR, 100 MHz, 0 dBm, 28 GHz)
- +24 dBm 最大输出功率
- 双相干通道



M9384B VXG 信号发生器

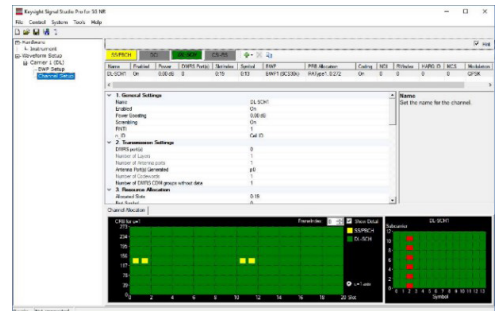


M9383B VXG-m 信号发生器

Signal Studio — 简化信号生成

用于 5G NR 的 N7631C Signal Studio Pro 软件使用户能够创建 5G NR 信号，用于表征功率放大器的调制性能。这个工具可以简化各种信号参数的处理，让信号生成过程变得更顺利。

- 快速为 FDD 和 TDD 配置并生成 5G NR 测试模型。
- 创建频谱校正信号，用于信道功率、频谱模板和杂散测试。
- 查看 CCDF、频谱、时域和功率包络图，分析功率斜波、调制格式、功率变化、限幅等因素对器件性能的影响。
- 利用波峰因数缩减技术调整峰均比 (PAPR)。
- 用于频谱控制的基带滤波器和窗口功能可改善带外性能。



适用于 5G NR 标准的 Signal Studio Pro 软件

UXA — 利用完整的 1 GHz 带宽进行 矢量信号分析

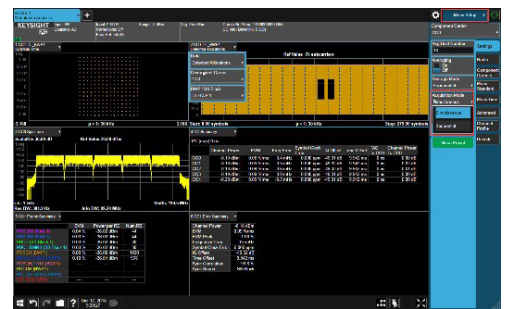
矢量信号分析可帮助用户在时域、频域和调制域中更深入地了解元器件非线性特性。N9040B UXA 信号分析仪作为是德科技 X 系列信号分析仪的旗舰产品，能够表征 5G 毫米波频率下的功率放大器。它具有非常卓越的性能和高达 1 GHz 的解调带宽，可以结合 X 系列测量应用软件或 89600 VSA 软件对功率放大器进行深入表征。



N9040B UXA 信号分析仪

X 系列测量应用软件 — 为信号分析提供 即时可用的测量能力

N9085EM0E 5G NR X 系列测量应用软件可以将 X 系列信号分析仪转变成基于标准的射频发射机测试仪。X 系列测量应用软件通过基于标准的设置极大简化了 EVM 等复杂测量，并可实现一键式射频一致性测量。



X 系列测量应用软件

VSA 软件 — 全面的解调和矢量信号分析

89600 VSA 软件提供全套解调和矢量信号分析工具。这套工具可以查看信号的几乎所有方面并优化您最先进的的设计。借助 89600 VSA 软件，用户能够测量超过 75 种蜂窝通信信号标准和调制类型。



89600 VSA 软件

矢量收发信机 — 用于 5G NR 元器件制造 测试的紧凑型可扩展解决方案

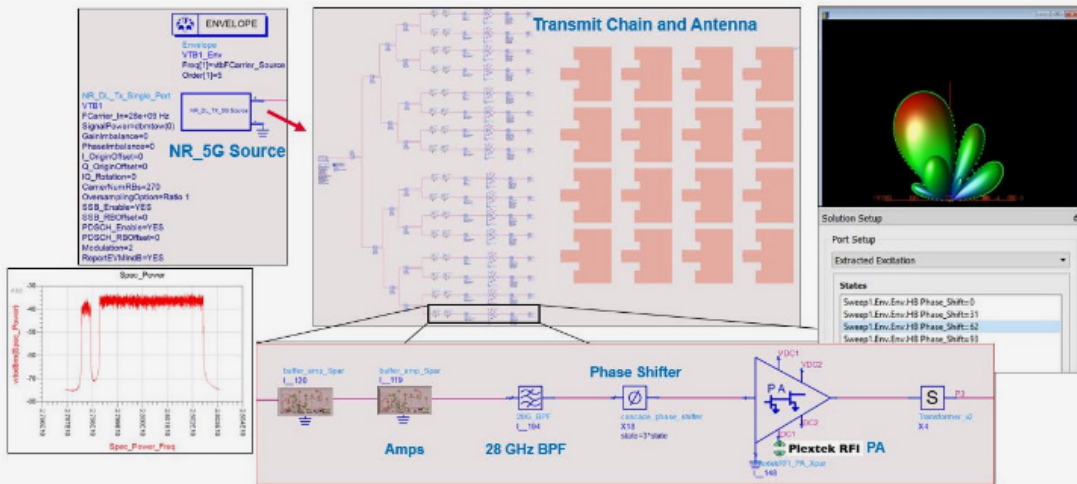
S9100A 5G NR 多频段矢量收发信机是一个经过优化的非信令测量系统，它可以自动执行 FR1（6 GHz 以下）和 FR2（24-44 GHz）频段中的测试。这个紧凑型系统使用户能够在大批量制造测试环境中验证 5G NR 射频无线性能。



S9100A 5G 多频段矢量收发信机

ADS — 业界领先的设计平台

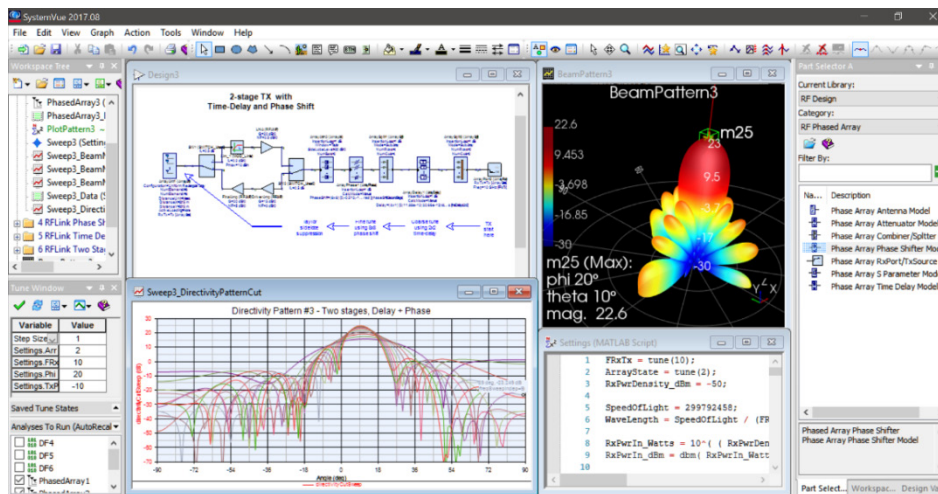
先进设计系统（ADS）是一款业界领先的电子设计自动化（EDA）软件，适用于射频、微波和高速数字等应用。ADS 配有功能强大且易于使用的用户界面，能够提供最具创新性并获得商业成功的技术，例如 X 参数和 3D EM 仿真器。电磁-电路协同仿真功能使用户能够分析各种物理设计对 5G 收发信机整体性能的影响。



通过 ADS 进行电磁-电路协同仿真

SystemVue — 系统级设计工具

SystemVue 是一款电子系统级 (ESL) 设计工具, 可帮助系统架构师和算法开发人员为新一代无线和航空航天/国防通信系统设计开发创新的物理层 (PHY) 电路。SystemVue 为射频架构师提供在其固有频域中使用的准确模型和创新分析工具, 并通过矢量调制分析和链路级编码性能实现增强功能。SystemVue 还可与 ADS 和基带设计工具等电路级设计流程相配合, 构成系统级测试解决方案在后续验证过程中使用。



使用 SystemVue 进行波束赋形设计

如欲了解更多信息, 请访问: www.keysight.com

如需了解关于是德科技产品、应用和服务的更多信息, 请与是德科技联系。

如需完整的联系方式, 请访问: www.keysight.com/find/contactus

