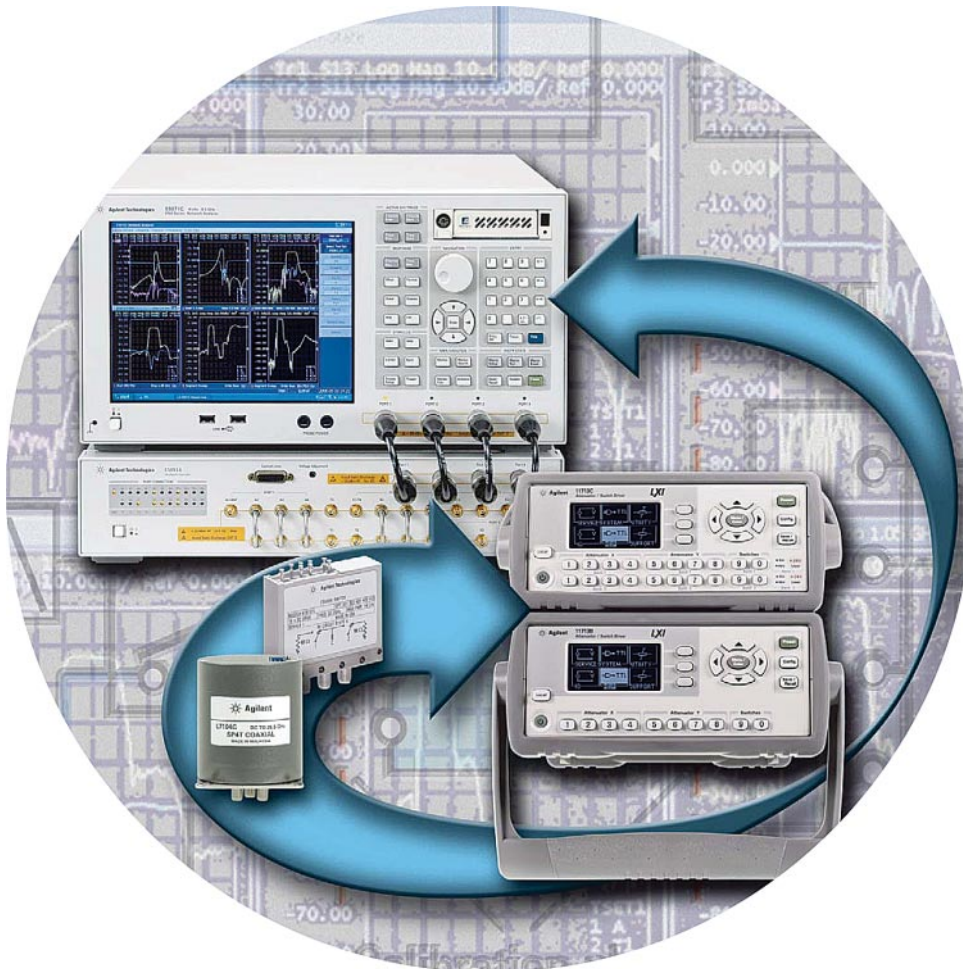


E5071C ENA 射频网络分析仪 利用外部开关提供多端口解决方案

应用指南



简介

目前，市场对元器件和模块的要求正变得越来越高，迫使厂商不断改进这些产品。在无线通信行业中，蜂窝手机的设计者和制造商都期望能有一些体积更小、价格更便宜且支持多频段的元器件，以满足最终用户不断增长的需求。在一个器件中集成的功能越来越多，诞生了具有组合功能的多端口器件，因此也使得全面的多端口表征变得越来越重要。尽管多端口设备的测量参数不断增多，但许多制造商都在想方设法缩短总体测试时间。在网络分析方面，提高生产吞吐量的一种方法就是缩短连接被测件（DUT）所用的时间，而专门设计与网络分析仪配合工作的多端口测试仪可以有效地实现这一点。

当测试那些与蜂窝手机内部功率放大器相连的器件时，不仅需要进行非线性表征（例如测量向被测件输入高功率信号时的谐波失真），还需要进行S参数测量（通常是在小信号条件下执行）。出于功率处理能力方面的考虑，我们建议将多端口测试仪和外部机电（EM）开关结合使用，从而更经济高效和更快地进行测试。

本应用指南将简要介绍如何扩展E5071C网络分析仪进行多端口测量的能力，而后详细说明如何通过单一连接来进行高功率和低功率信号测量。

多端口网络分析解决方案

图1显示了一个多端口网络分析解决方案的示例，另外还显示了Agilent E5091A测试仪的内部结构图。Agilent E5091A开关多端口测试仪专为与ENA网络分析仪协同工作而设计。4端口ENA发送的信号通过测试仪的内部开关变换路径，用于表征多端口设备。ENA上的固化软件可控制Agilent E5091A测试仪，并通过两者之间的USB连接进行通信，实现高速测量。E5091A有两种不同的选件：选件009（左侧的9端口配置）和选件016（右侧的13或16端口配置）。

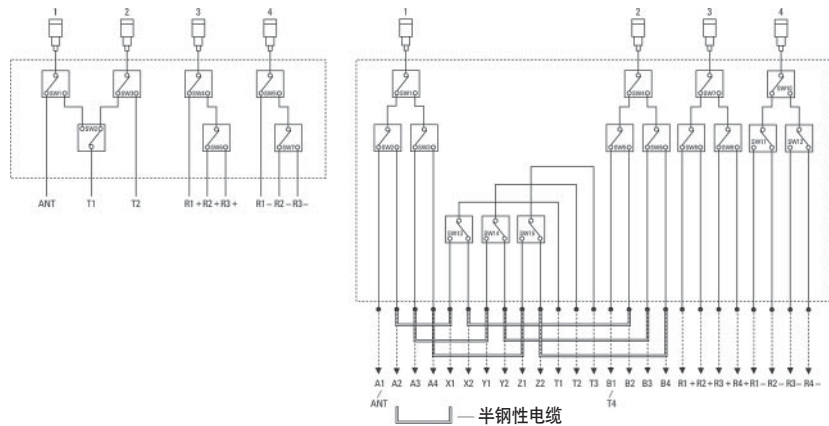


图 1. E5091A 多端口测试仪的结构图（左侧为选件 009，右侧为选件 016）

E5091A的体系结构由多个SPDT（单刀双掷；一个输入，两个输出）开关构成。使用ENA的功能键可以接通和断开这些内部SPDT开关，将ENA发送的射频信号传送到多端口被测件（DUT）的每个端口上。

由于固态开关内置在测试仪中，因此与采用其他技术的开关相比，SPDT开关的切换时间可降至最短，从而实现快速测量。考虑到ENA执行频率扫描的等待时间，这还可以高度优化测试仪中的开关切换时间，从而显著缩短总体测量序列中的额外时间。这对使用自动测试系统

(ATE) 进行批量生产的制造商显然非常重要, 因为测量速度是一个最重要的参数, 而测量的高吞吐量对总体测试成本有极大的影响。

尽管采用E5091A可以显著提高测量速度, 但是测试仪的某些应用还是会受到影响。例如, 由于固化开关解决方案在损坏电平技术指标上有限制, 它不能进行高功率测量。内部固态开关将测试仪的最大损坏电平限制为大约 +20 dBm, 但如果是表征 GSM 手机中的元器件, 这个值是不够用的。为了提高效率, 该应用中所使用的放大器通常是在非线性区域内工作; 在某些情况下, 该应用还需要进行 +30 dBm (= 1 W) 以上的高功率测量。

为了避免外部条件产生电应力以及测试仪内部元器件出现硬件故障, 工程师现在可以使用外部 EM 开关扩展 E5091A 的功能。以下部分将会详细讨论其应用示例, 并重点说明这种灵活配置的主要优势, 并详细介绍如何选择测试标准。EM 开关可扩展 E5091A 的功能, 因为它们失真特性比固态开关更高。安捷伦为各种必要的应用提供高性能同轴开关, 这些开关使用寿命更长, 且具有保证 0.03 dB 插入损耗的可重复性和可靠性, 能够让大多数开关应用实现更高性能。

通过使用各种专用开关, 可以优化测量系统的性能。在下面的测量应用示例中, 我们推荐了一种 SPDT 和单刀四掷 (SP4T) 多端口 EM 开关的组合。安捷伦提供了大量可供选择的开关, 您可以灵活地进行配置, 以便用于不同应用和满足各种需求。我们推荐使用 Agilent N1810TL 作为 SPDT 开关, 它可以把来自一个输入路径的信号传送给两个输出路径, 此外还可以提供出色的插入损耗 (0.03 dB) 和隔离度 (>60 dB)。至于具有一个输入路径和四个输出路径的 SP4T, 用户可以选择 Agilent 87104A 或 L7104A。由于 87104A 能够保证 0.03 dB 的可重复性, 确保在 500 万次切换的整个使用寿命中 (典型值为 1000 万次) 都保持高精度并减少校准次数, 所以更适合大规模制造领域。出于经济上的考虑, 安捷伦还提供了 L7104A。它是一款价格较为经济的高性能 SP4T, 能够保证 0.03 dB 的可重复性, 因而可在 200 万次切换的整个使用寿命中 (典型值为 500 万次) 保持高精度并减少校准次数。

下节将讨论测量的设置步骤, 然后对设置中的每个元器件进行详细说明, 以使您更好地了解如何发挥 Agilent E5071C ENA 射频网络分析仪的潜力。

驱动机电开关

Agilent 11713 系列衰减器 / 开关驱动器

要驱动机电开关, 必须有一个开关驱动器提供必需的直流电压。在网络分析仪进行测量扫描之前, 必须对开关进行设置, 以获得精确和稳定的测量结果。

Agilent 11713C 衰减器 / 开关驱动器能够驱动多达 20 个 SPDT 开关, 支持的开关类型从 SPDT 一直到单刀六掷 (SP6T) 多端口开关。它有 5 V、15 V 和 24 V 三种电压可供选择, 而且还支持用户定义的电压。

图 2 显示了 ENA 和 11713B/C 的配置。两台仪器之间通过 USB/GPIB 接口 (即 Agilent 82357B) 相连, 以便从 ENA 进行远程控制操作。连接时, ENA 一端使用 USB 连接器, 另一端的 11713B/C 使用 GPIB 连接器。在这个设置中, 可以将 ENA 用作系统控制器, 通过 11713B/C 控制外部

开关。11713B/C 提供了9种能够轻松连接仪器和开关的电缆选件，因此可以非常容易地建立从驱动器到开关的点对点连接。对于本解决方案中推荐的 Agilent N1810TL SPDT，可以使用电缆选件 201（Viking 连接器，12 针裸线导体电缆）和选件 501（Viking 连接器，4 个 9 针 DSUB 连接器）。另一方面，可以使用电缆选件 201 和选件 601（Viking 连接器，16 针 DIP 连接器）将 87104A 或 L7104A 与驱动器连接。更多信息请参见 11713B/C 配置指南，5989-7277EN。

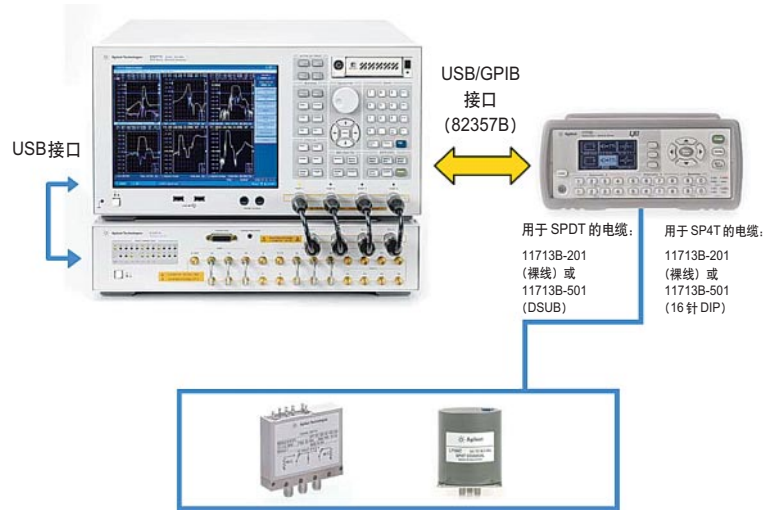


图 2. ENA 和 11713B/C 的连接

注意，E5091A 多端口测试仪自带内部驱动电路，可以通过前面板上的 D-sub 15 针连接器提供直流电压（见图 3）。这个电路原本用于控制被测件，例如蜂窝手机中的天线开关模块，但它也能驱动符合测试仪硬件技术规范的其他器件。正信号时的输出直流电压范围为 0 至 +5 V；反信号时为 -5 V 至 0 V。最大电源电流限制在 50 mA 以下。



图 3. 用于控制 E5091A 上的电压的 D-sub 15 针连接器

软件连通性

进行多端口测量时，需要将许多测量参数输入到测试仪器中。这可能要耗费大量时间，有时测试的准备过程和校准过程比实际测量所用的时间还要长。因此，设置软件对于缩短多端口测量的时间至关重要。

ENA 带有一个测量向导助手（MWA）软件选件（E5071C-790），能够为所有进行多端口测量的操作人员提供重要帮助。图 4 显示了 MWA 的总体概念。软件由两个主要应用程序组成——前端程序和后端程序。前端应用程序在 Microsoft Excel 上运行，能够生成一个设置文件，其中包括网络分析的所有参数（例如功率电平、频率范围、IFBW 或点数）。

一旦通过Excel形式的用户界面输入了前端应用程序所必需的参数，就不用再通过ENA上的功能键进行输入。这样将会最大限度地减少累人的操作，极大地提高测试效率。

ENA 上的 Microsoft VBA 软件的后端应用程序会调用已生成的设置文件 (.mwa)，并在 ENA 中自动设置所包含的全部参数。该后端应用程序也有校准向导功能，可在使用多端口测试仪时提供校准程序。这个向导功能还可将校准过程中需要的连接数减至最少，消除校准过程中可能出现的连接错误。

前端应用



工作环境

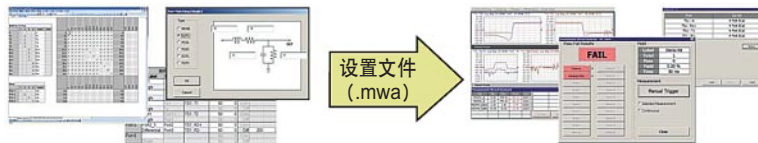
- 软件基于 Microsoft Excel
- 可在任何装有 Microsoft Office 2000 的电脑上运行

后端应用



工作环境

- 软件基于 ENA 中运行的 Microsoft VBA Macro
- 需要用于 ENA 的选件 E5071C-790，才能执行全部功能



特性和优势

- 轻松、快速地设置 ENA 的多端口测量
- 生成一个设置文件 (.mwa)，其中包括所有测量参数
- “分步式”设置向导使用基于 Excel 的用户界面

特性和优势

- 调用 .mwa 设置文件来自动设置 ENA 上的所有参数
- 校准向导可将操作时间减至最短
- 包括通过/不通过极限测试的自动测试程序

图 4. MWA 概念

图 5 显示了前端应用程序中的一个“ GPIB ”工作表示例，用户进行多端口测量时可使用这个工作表在 ENA 和外部仪器之间进行远程控制。

Mode	GPIB Command			
	Address	Command	Wait [ms]	Type
INIT	0		0	
Measurement 1	2	ROUTE:OPEN (@101)	20	Pre
	2	ROUTE:CLOSE (@101)	20	Post

图 5. MWA 的“ GPIB ”工作表，用于通过驱动器控制开关

如前所述，当ENA通过USB/GPIB接口与外围设备连接时，它可以作为测试系统中的系统控制器，使用选定的GPIB地址向外围设备发送GPIB命令。在测试程序中，通过发送命令来打开和关闭开关，可以让11713C开关驱动器选中MWA前端应用程序所定义的开关端口。

测量示例

本节将介绍一个多端口测量的示例。本例以蜂窝手机中常用的射频多端口开关作为被测件，要求对所有路径执行S参数测量，并对被测件发射路径执行谐波失真测量。为了通过单一连接执行这些测量，最好使用外部EM开关。

图6和7显示了测量的基本配置示例。因为两种配置的重点都是对设备上的多个端口进行双端口测量，所以可能需要额外的EM开关以构成完整的测量设置。图6显示了对被测件施加低功率信号时的S参数测量，而图7显示了对被测件施加高功率信号时的谐波失真测量。通过改变EM开关端口，可以在这两种测量中进行选择。

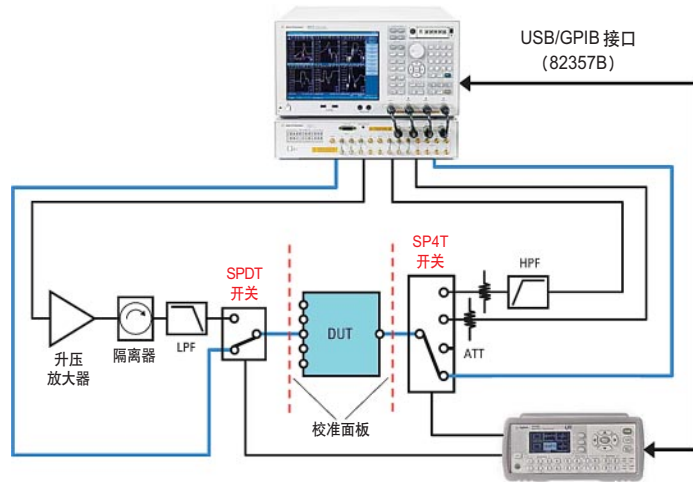


图6. 低功率测量（S参数测量）配置示例

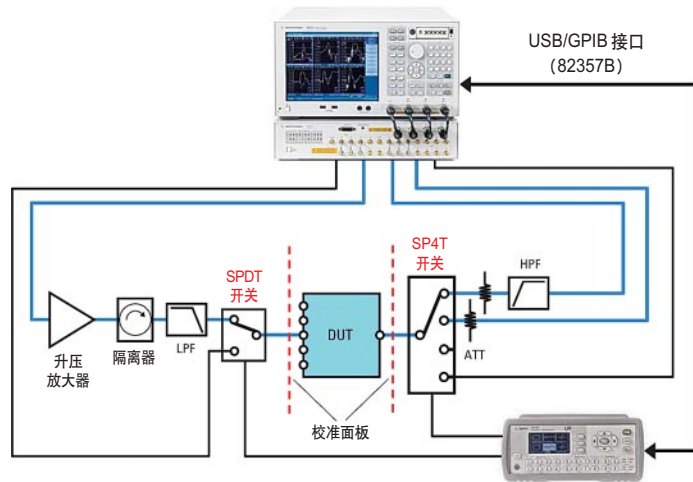


图7. 高功率测量（谐波测量）配置示例

由于被测件通常与功率放大器连接来执行蜂窝手机中的发射操作，所以该器件的失真测量通常是在高输入功率电平条件下进行的，因此需要使用一个外部升压放大器来获得高功率电平（超过网络分析仪的最大输出功率电平）。在升压放大器的后面插入一个隔离器，以改善由于放大器的 S22 特征不佳导致的失配。对于谐波性能测量，需要置入一个低通滤波器（LPF）来清除放大器或网络分析仪的信号源所生成的多余谐波。这时需要用一个高通滤波器（HPF）来抑制接收机路径上的基本频率，以便最大限度地提高使用网络分析仪的接收机进行绝对测量时的信噪比（S/N）。Agilent EM 开关由于具有保证的 0.03 dB 的插入损耗可重复性，可以确保精度并减少校准次数，所以非常适合此类应用。优异的隔离性能（> 60 dB）也是最大限度提高测量精度和改善系统动态范围的重要因素。

谐波测量过程

本节将详细说明使用 ENA 进行谐波失真测量的过程。信号从 ENA 的端口 1 传送到 2 端口被测件，接着从被测件的输出端传送到 ENA 的端口 2，就可以在基本频率上进行绝对测量；如果是传送到 ENA 的端口 3，就可以在谐波频率上进行测量。当被测件上的端口增加时，E5091A 多端口测试仪可以发挥重要作用。

必要的步骤包括：

1 参数设置

2 接收机校准

3 信号源功率校准

4 测量

1 参数设置

(1-1) 测量参数设置

应正确选择所有必要的测量参数，例如频率、点数和 IFBW。在这个测量示例中，ENA 信号源端口发送的基本信号的测量频率范围为 800 MHz 至 1 GHz。基本频率的绝对测量在 ENA 的通道 1 上执行，而二次谐波激励的测量在通道 2 上进行。

设置起始频率和终止频率

[Start] > [Start] (800 MHz)

[Stop] > [Stop] (1 GHz)

指定显示屏上用于绝对测量的两个通道

[Display] > [Allocate Channels] > [x2]

[Meas] > [Absolute] > [B (1)] (针对通道 1)

[Meas] > [Absolute] > [C (1)] (针对通道 2)

(1-2) 激活频偏模式 (FOM)

通过激活 FOM，您可以在不同频率下调谐 ENA 的信号源和接收机；还可以在 ENA 的接收机上获得被测件中生成的谐波激励。要激活这个功能，需要有用 ENA 的选件 E5071C-008 或升级产品 E5003A。

针对通道 1 和 2 激活 FOM

[Sweep Setup] > [Frequency Offset] > [Frequency Offset] (激活)

针对通道 2 调谐信号源（端口 1）和接收机（端口 3）上的谐波频率
[Sweep Setup] > [Frequency Offset] > [Port 1] > [Multiplier] (2)
> [Port 3] > [Multiplier] (2)

针对信号源（端口 1）和接收机端口（端口 2），将通道 1 的频率范围设置为 800 MHz 至 1 GHz；针对这两个端口（端口 1 和端口 3），将通道 2 的频率范围设置为 1.6 GHz 至 2 GHz。根据所需的谐波激励，选择乘法器的一个整数。

2 接收机校准

可以使用接收机校准对 ENA 上的接收机端口的绝对功率电平进行校准。通过校准，除去接收机路径上的插入损耗效应，ENA 屏幕在校准面板上显示绝对功率电平值。

接收机校准是在选定信号源端口的频率范围内执行。因此对于谐波测量，信号源端口的频率范围应与接收机端口的相同。

建议在进行接收机校准之前先执行功率校准，以便获得更精确的输入信号功率电平。

(2-1) 功率校准

在通道 1 和 2 上设置 ENA 的功率电平。

[Sweep Setup] > [Power] > [Power] (dBm)

注：接收机校准的输入功率电平不得超过 ENA 的最大输出功率电平。

对通道 1 和 2 进行功率校准。ENA 和功率计通过 USB/GPIB 接口（例如，Agilent 82357B）相连。（图 8）

[Cal] > [Power Calibration] > [Take Cal Sweep]

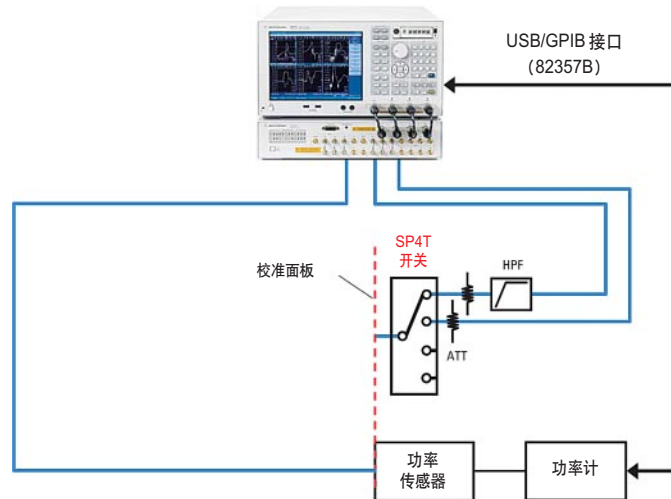


图 8. 功率校准（用于接收机校准）

(2-2) 接收机校准

连接信号源与接收机路径，然后执行接收机校准。(图 9)

通道 1:

[Cal] > [Receiver Calibration] > [Select Port] (2)
> [Source Port] (1)
> [Take Cal Sweep]

通道 2:

[Cal] > [Receiver Calibration] > [Select Port] (3)
> [Source Port] (1)
> [Take Cal Sweep]

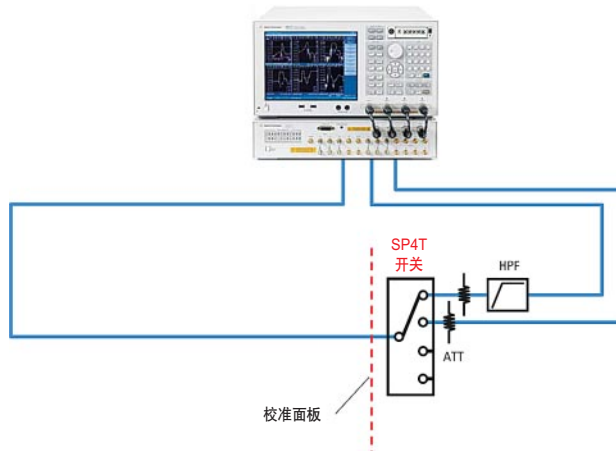


图 9. 接收机校准

3 信号源功率校准

(3-1) 降低 ENA 的功率电平

对于使用升压放大器的高功率测量，必须将 ENA 信号源端口的输出功率电平设置在一个适当的值，以使接收机端口的输入信号不会导致 ENA 出现硬件故障。注：ENA 测试端口的最大损坏电平通常为 +26 dBm，E5091A 测试端口的最大损坏电平通常为 +20 dBm。

通道 1 和 2:

[Sweep Setup] > [Power] > [Power] (dBm)

(3-2) 设置信号源端口的频率

在基本频率范围内设置通道 2 的信号源端口（端口 1）的频率。

通道 2:

[Sweep Setup] > [Frequency Offset] > [Port 1] > [Multiplier] (1)

现在，对于基本信号，两个通道中的信号源端口（端口 1）的频率范围为 800 MHz 至 1 GHz。调谐端口 2 的频率以进行基本测量（800 MHz 至 1 GHz），同时调谐端口 3 的频率以进行谐波测量（1.6 GHz 至 2 GHz）。

(3-3) 在高功率电平上的功率校准

图 10 显示了使用外部放大器进行高功率校准的配置。通过连接到 ENA 上的功率计和传感器，将被测件的输入功率电平调整到预定值。

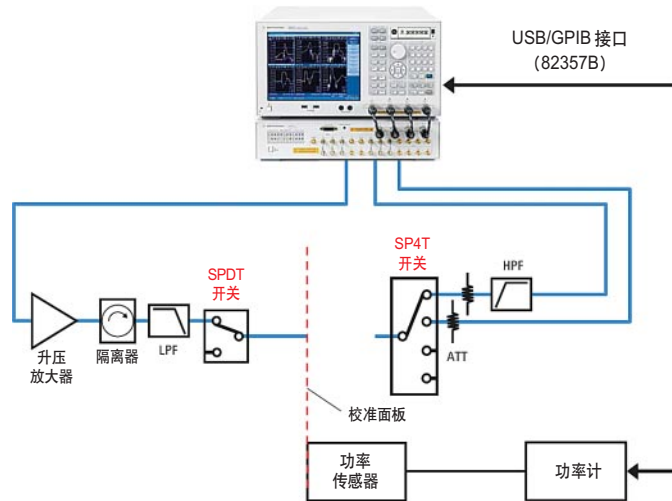


图 10. 使用高功率信号进行功率校准

通过在损耗补偿表中输入适当的值，可以补偿信号源路径上的插入损耗或增益（图 11）。例如在高功率测量中，当把 ENA 的输出功率电平设置为 0 dBm 并在补偿表中加入一个负值（例如 -32 dB）时，功率传感器的校准面板上的功率电平在整个频率范围内会调整为 +32 dBm。

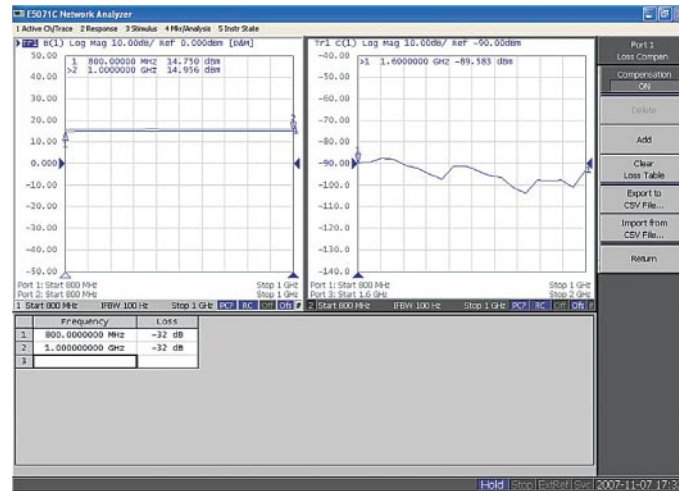


图 11. 用于功率校准的损耗补偿表

通道 1 和 2:

[Cal] > [Power Calibration] > [Compen] > [Compensation] (激活)

> [Take Cal Sweep]

(“Take Cal Sweep” 键位于 “Power Calibration” 键下方)

4 测量

图 12 显示了测量结果。通道 1 上显示被测件输出的基本信号的频率相关性，通道 2 上显示被测件的二次谐波激励。

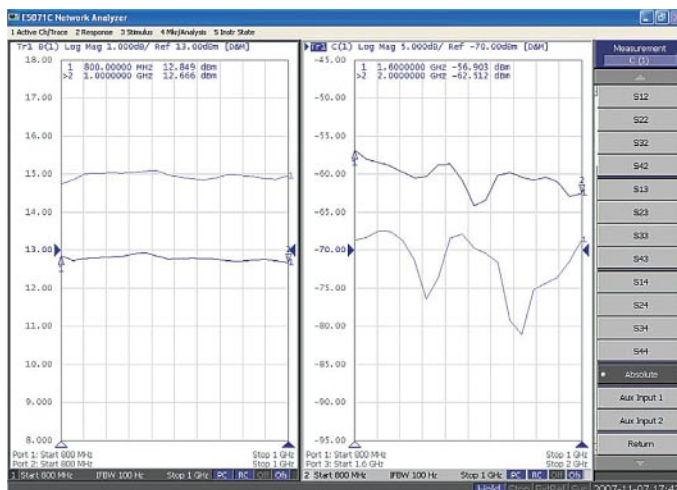


图 12. 谐波失真测量结果

总结

本应用指南说明了如何使用包括外部机电开关的 E5071C ENA 网络分析仪来扩展多端口网络分析解决方案的潜力，执行高功率和低功率信号测量。安捷伦使用自己的开关和 11713B/C 开关驱动器构成了各种开关解决方案，用户应根据系统的特殊性能需求选择适合的开关。

在现今的制造环境中，降低测试成本和优化成品率都是极其重要的。安捷伦拥有广泛的测试仪器、优质的射频和微波测试附件组合，可满足当前测试和测量领域中的迫切需求。

推荐的仪器和附件

E5071C ENA 射频网络分析仪，9 kHz 至 8.5 GHz
 E5091A 多端口测试仪
 87104A/B 多端口同轴开关，直流至 4/20 GHz，SP4T
 L7104A/B 多端口同轴开关，直流至 4/20 GHz，SP4T
 N1810TL 同轴开关，直流至 2/4/20/26.5 GHz，SPDT

参考文献

ENA 系列网页：www.agilent.com/fi nd/ena
 多端口测试仪：www.agilent.com/fi nd/multiport
 开关驱动器：www.agilent.com/fi nd/switchdrivers
 射频和微波开关：www.agilent.com/fi nd/switches

相关文章

E5071C ENA RF Network Analyzers, 技术资料
 (5989-5479EN)
Agilent RF & Microwave Switches, Performance you can count on, 手册
 (5989-6947EN)
Agilent 11713B/C Attenuator/Switch Drivers, 配置指南
 (5989-7277EN)
Agilent L Series Multiport Electromechanical Coaxial Switches, 技术概览
 (5989-6030EN)
87104/87106A,B,C Multiport Coaxial Switches, 产品概览
 (5091-3366E)
N1810/1/2 Coaxial Switch, 产品概览
 (5968-9653E)

欢迎订阅免费的



安捷伦电子期刊

www.agilent.com/find/emailupdates
得到您所选择的产品和应用的最新信息。



Agilent Direct

www.agilent.com/find/agilentdirect
快速选择和使用您的测试设备及解决方案。



Agilent Open

www.agilent.com/find/open

Agilent 简化连接和编程测试系统的过程,以帮助工程师设计、验证和制造电子产品。Agilent 的众多系统就绪仪器,开放工业软件,PC 标准 I/O 和全球支持,将加速测试系统的开发。要了解详细的信息,请访问:www.agilent.com/find/openconnect。



LXI 是 LXI 联盟在美国的注册商标。

有关安捷伦开放实验室暨测量方案中心和安捷伦测试与测量技术认证,请访问:
www.agilent.com.cn/find/openlab

排除所有疑虑

我们承诺经我们维修和校准的设备在返回您时就像新设备一样。安捷伦设备在整个生命周期中都保持其全部价值。您的设备将由经过安捷伦培训的技术人员,使用最新工厂校准步骤、自动维修诊断和正品备件进行维修和校准。您将能对测量保有最高的信心。

安捷伦还为您的设备提供各种其它专家测试和测量服务,包括最初的启用帮助,现场培训以及设计、系统集成和项目管理。

要了解有关维修和校准服务的详细情况,请访问:www.agilent.com/find/removealldoubt

要了解有关安捷伦的产品、应用或服务的更详细情况,请与安捷伦科技有限公司联系。联系方式见:www.agilent.com/find/contactus

热线电话: 800-810-0189
热线传真: 800-820-2816

www.agilent.com

安捷伦科技有限公司总部

地址: 北京市朝阳区望京北路 3 号
邮编: 100102
电话: 64397888, 800-8100189
传真: 64390278

上海分公司

地址: 上海市西藏中路 268 号
来福士广场办公楼 7 层
邮编: 200001
电话: 021-23017688
传真: 021-63403000

成都分公司

地址: 成都市下南大街 2 号
天府绿洲大厦 0908-0912 室
邮编: 610012
电话: 028-86165500
传真: 028-86165501

广州分公司

地址: 广州市天河北路 233 号
中信广场 66 层 07-08 室
邮编: 510613
电话: 020-86685500
传真: 020-86695074

深圳分公司

地址: 深圳市南山区高新区南区
科技南一路黎明网络大厦 3 楼东区
邮编: 518008
电话: 0755-82465500
传真: 0755-82460880

西安办事处

地址: 西安市高新区科技路 33 号高新国际
商务中心数码大厦 23 层 01-02 号
邮编: 710075
电话: 029-88337030
传真: 029-88337039

香港有限公司

地址: 香港太古城英皇道 1111 号
太古城中心 1 座 24 楼
电话: 852-31977777
传真: 852-25069256

本文中的产品指标可不经通知而更改
©Agilent Technologies, Inc. 2007
出版号: 5989-7916CHCN
2008 年 4 月印于北京



Agilent Technologies