

运用网络分析仪

对滤波器和放大器进行准确测量 Accurate measurement of filter and amplifier using network analyzer

中国赛宝(总部)实验室 许少辉

摘要:本文基于采用网络分析仪进行测试中经常遇到的测试考虑进行探讨。更好的使用网络分析仪以获得准确的测试结果。

关键词:网络分析仪 滤波器 放大器 准确测试

Abstract: The main contents of using network analyzer to make accurate measurement for the filter and amplifier were discussed.

Key words: Network analyzer; Filter; Amplifier; Accurate Measure.

1、前言

随着通信和网络产品的发展,网络分析仪常用于实验室和生产环境中对多种元器件的性能进行测定。对滤波器和放大器的准确测量,高精度仪器能对有源元件和无源元件进行评估。利用附加的时域功能,网络分析仪还能去除在测量期间出现的不希望的响应,而只留下需要的信息。

各种不同的网络分析仪,能提供各式各样用于测量不同频率范围的射频和微波器件。还能为这些器件提供大量信息,并可以采用自动测试以简化测试程序和提高准确性。对于通信系统的性能来说,元件中信号的幅度特性和相位特性往往都至关重要。矢量网络分析仪能为范围广泛的各类器件(从诸如放大器和晶体管这类有源器件到诸如电容器和滤波器这类无源器件)提供信息。在此重点介绍对滤波器的扫频测量和对放大器的功率扫描测量。

2、准确测量滤波器

对滤波器的全面表征通常用扫频测量来实现。通常的测试参数主要是:插入损耗、驻波比、带宽、波动、阻带抑制、群延迟等,在实际测试过程中经常采用以对数幅度方式表示的传输响应。

最常测量的滤波器特性是插入损耗和带宽。另一个常用的测量参数是带外抑制。通过这种方式,可以确定滤波器如何理想地让其带宽内的信号通过,而同时抑制处于带宽之外的信号。在进行插入损耗测试时,需要考虑的时域校准路径,采用不同的连接匹配方式,将会得到不同的测试结果;在进行阻带抑制测试时,测试系统的动态范围和所采用的分辨率带宽通常决定了评估这一特性的能力。

回波损耗是无源反射型滤波器的特性,在禁带内呈现大的反射(接近0 dB),而在通带内则有良好的阻抗匹配。另一类滤波器(称之为吸收型滤波器)在禁带和通带内均呈良好匹配,因而能在很宽的频率范围提供良好匹配。为了准确的获得测试测量结果,连接校准方式是必须充分考虑,采用双端口校准并使各种转接连接匹配,连接良好。

3、对精确通带测量的误差修正

在滤波器的带宽内偏离恒定不变的幅度响应将导致信号失真。误差修正对于滤波器通带的精确测量常常是重要的。当用未校准的网络分析仪来测量滤波器的通带时,根据所用的网络分析仪和电缆,响应可能出现显著变化。

在响应校准(归一化)之后对相同的滤波器进行评估时,测试系统的传输一跟踪频率响应误差从被测响应中除去,得到一个窄得多的幅度一失真窗口。归一化之后,滤波器所显示的频率响应仍表现出由测试系统的源和负载匹配之间相互作用引起的某些幅度波动。这种波动甚至会超过0dB参考线(REF LINE),呈现出放大作用(这是不可能的,因为无源元件不能放大信号)。这种明显的异常现象是由失配测量误差造成。在滤波器测量之前进行二端口校准,便能消除这些误差。

在矢量误差修正(二端口校准)之后,滤波器的通带幅度响应在中心频率附近通常只改变了 $\pm 0.1\text{dB}$ 。采用未校正的测试系统时误差可能会 $\pm 1\text{dB}$,幅度变化不能反映滤波器的实际通带响应。通过用矢量网络分析仪进行误差修正,揭示出滤波器的真正属性是在中心频率附近有最小

幅度变化,从而满足对低失真应用提出的相当严格的幅度性能要求。

在进行阻带抑制测试时,所选用网络分析系统的动态范围和中频带宽(IFBW)将会对测试结果有较大影响,采用较大动态范围的测试仪器和选用较小的IFBW将会更真实的反映器件特性。

在进行群延迟波动测试时,测试系统的扫频宽度(SPAN)将会对测试结果有重大影响,根据器件的传输特性,选择较低的SPAN来提高对器件的准确测试。

校准是极为重要的工作,不同的校准方式将会直接影响到测试结果的准确性,为了能保证测试结果的准确性,尽可能采用双端口校准方式。在实际测试过程中,测试工装和夹具也是一个值得考虑的因素,使得器件与测试系统进行良好的匹配,获得真实客观的测试结果。

4、对放大器的功率扫描测量

除扫频测量能用来对滤波器作出评估之外,网络分析仪还能完成适于表征器件的非线性特性的功率扫描测量。可以对放大器的输出功率与在单一频率上测得的输入功率的关系。因为放大器通常拥有一个线性工作区,在此区域内增益恒定不变而且与输入功率电平无关,这个区域内的增益称为小信号增益,它与功率响应曲线的斜率成正比。

当输入功率继续增大时,使放大器增益开始出现下降的位置决定了增益压缩区开始的位置。在此区域内,放大器的输出不再为正弦形,某些输出表现为谐波而不只是信号的基波频率。当输入功率进一步增大时,放大器则进入饱和,输出功率维持恒定不定。这时放大器的增益下降到0。输入功率的增加将不会给出增大的输出功率。

为了测量在整功率扫描范围内放大器的饱和输出功率,网络分析仪必须有足够的输出功率使放大器进入饱和。在高功率放大器的输入端常常需要一个提升放大器来达到饱和状态,这是因为在较高频率时网络分析仪可提供的测试端口功率电平相对较低。

最常用的放大器压缩测量是1dB增益压缩点。1dB增益压缩点定义为引起放大器增益相对于放大器的小信号增益或线性增益有1dB降低时的输入功率(有时采用相应的输出功率)放大器的1dB增益压缩点可由显示功率扫描的归一化增益加以测量。

在进行功率扫描测量方式中,对于被测放大器,采用固定连续波频率测量时,1dB增益压缩发生的情况可以通过网络分析仪进行直观地测量,可以准确的确定输入功率的饱和点。

由于测定对应于1dB增益压缩点的输出功率常常具有重要的实用价值,故多数网络分析仪的双通道功能可用来同时显示归一化增益和绝对功率。显示图标可以读出发生1dB增益压缩处的输入功率和输出功率。另一方面,1dB增益从缩点的放大器增益可以直接与1dB增益压缩输入功率相加来计算相应的输入功率。

在增益压缩测试中,功率扫描范围必须大到足以使被测放大器从它的线性工作区进入增益压缩区。现代网络分析仪一般能提供的功率扫描范围为15-20dB,这个范围大到足以使大多数放大器进入增益压缩区。对高功率放大器的输出进行足够大的衰减也很重要,这不仅能防止损坏网络分析仪的接收机,而且也能将功率电平维持低到足以不使接收机出现增益压缩。

5、结束语

网络分析仪是一个具有强大功能的测试系统,能够表征绝大多数与频率相关的器件、组件等,诸如滤波器,放大器,隔离器,混频器,衰减器,移相等,在具体实际测量运用中,采用准确的测试方法,达到事半功倍的效果。

参考资料:

- [1] HP8753D《网络分析仪操作手册》
- [2] 微波测量技术 北京理工大学出版社,1990.5

华仪电子股份有限公司

华仪国际有限公司广州代表处特邀请参加
2001东莞(第三届)国际电子元器件及仪器仪表展
备。仪器仪表展览会即第六届珠江三角洲广
配套采购会。

敬请新老客户先临指导!

本司展位: 国际馆 0337
展览时间: 2001年2月15日-17日
展览地点: 中国 东莞市虎门国际展览中心

EXTech

ELECTRONICS

华仪电子股份有限公司

全系列产品获得ISO9002品质认证

全世界第一家获得安规产品TUV-GS安全认证

华仪国际有限公司广州代表处

广州中山大道工业园南天大厦北楼403# 邮政编码: 510665

TEL: 020-85538672 85538931 FAX: 020-85538710

E-mail: info@extechintl.com.cn

http://www.extech.com.tw http://www.extechintl.com.cn

微波射频测试仪器使用操作培训

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,推出多套微波射频以及天线设计培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



微波射频测量仪器操作培训课程合集

搞硬件、做射频,不会仪器操作怎么行!对于射频工程师和硬件工程师来说,日常电路设计调试工作中,经常需要使用各种测试仪器测量各种电信号来发现问题、解决问题。因此,熟悉各种测量仪器原理,正确地使用这些测试仪器,是微波射频工程师和硬件工程师必须具备和掌握的工作技能,该套射频仪器操作培训课程合集就可以帮助您快速熟练掌握矢量网络分析仪、频谱仪、示波器等各种仪器的原理和使用操作...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/67.html>

矢量网络分析仪使用操作培训课程套装

矢量网络分析仪是最常用的测试仪器是射频工程师和天线设计工程师最常用的测试仪器;该套培训课程套装是国内最专业、实用和全面的矢量网络分析仪培训教程套装,包括安捷伦科技和罗德施瓦茨公司矢量网络分析仪的 5 套视频培训课程和一本矢网应用指南教材,能够帮助微波、射频工程师快速地熟练掌握矢量网络分析仪使用操作...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/34.html>



示波器使用操作培训课程套装

示波器是硬件和射频工程师几乎在每天的工作中都会用到仪器,因此掌握示波器的原理并能够正确使用示波器是所有从事电子硬件电路设计和调试的工程师必须具备的最基本的技能。本站推出的示波器视频培训课程套装既有示波器的基本原理以及示波器性能参数对测量结果影响的讲解,也有安捷伦和泰克多种常用示波器的实际操作讲解,能够帮助您更加深入地理解手边常用的示波器从而更加正确地使用示波器...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/osc/49.html>