



社区

社区 无线安全 软件无线电 [LimeSDR] Made Simple 9 矢量分析仪

发新帖

返回列表

查看: 814 | 回复: 2

jameSSHao8



10 23 80
主题 帖子 积分

注册会员



积分 80

发消息

[LimeSDR] Made Simple 9 矢量分析仪 [复制链接]



发表于 2018-12-22 11:50:33 | 只看该作者

楼主 电梯直达

这是第九篇教程。从第一篇教程开始，我们一步步教会你各种SDR相关工具，现在你应该会用LimeSDR做各种操作了。

上一篇文章，我们看了C代码，以及如何实现一个简单的扫频仪。这次我们要看一下pyLMS7002M，它是LimeSDR的python库。我们这次不是要创建一个程序，而是解释一下一个现成的例子，矢量网络分析仪VNA。

注意，这个VNA精度不会很高，不是罗德施瓦茨产的够买辆豪华轿车的仪器，但是它也能工作，让你大概知道某个电路在特定频率下会如何表现。

我们需要一些组件：
定向耦合器
SMA连接线
SMA衰减器(10dB)
SMA接口的“校准过的”短路负载

开始
VNA例子需要一些依赖包，但是安装不会太麻烦，首先你需要有一个LimeSDR环境(windows或者linux都行)。你还需要python 2.7或者3.x。

接下来，到 <https://github.com/myriadrf/pyLMS7002M/> 下载python 2.7.x版本。还有个python 3.x分支，但是还没完全测试好，所以推荐使用主分支。

你可以在这里找到pySmithPlot: <https://github.com/vMeijin/pySmithPlot/> 我们用的就是这个版本，下载下来然后放到合适的目录。

首先我们要安装pyLMS7002M。用终端到这个文件夹下。

你应该能找到setup.py，你可以输入python2 setup.py install来安装，注意一定要强制使用python2。

接下来pySmithPlot也是用类似步骤安装，只不过这次运行python3 setup.py install。在windows里，我们需要手动用pip来安装依赖。

安装完成
到这里VNA就应该能工作了，会生成s.2p文件(S参数)，但是不会显示史密斯圆图，这个图对VNA很重要。
在pyLMS7002M的examples文件夹中，分为两个子文件夹，basic和VNA，我们先试试basic文件夹下的findLimeSDR.py，它的功能就是它的名字，只需要输入命令python2 findLimeSDR.py，就会得到下面的输出：

```
karl@bronte:~/Documents/LimeSDR/VNA/pyLMS7002M/examples/basic$ python2 findLimeSDR.py
Searching for LimeSDR...

LimeSDR info:
FW_VER      : 3
DEV_TYPE    : 14
LMS_PROTOCOL_VER : 1
HW_VER      : 4
EXP_BOARD   : 1

LMS7002M info:
VER         : 7
REV         : 1
MASK        : 1
```

这样就代表pyLMS7002M库工作正常了。接下来我们看看VNA文件夹下的例子。

VNA分为两部分：测量和计算。首先要做的就是测量。但是开始之前，我们要设置硬件。可以看看下面的图片：

10
主题

23
帖子

80
积分

注册会员

积分 80

发消息

★ 收藏

回复

举报

沙发

楼主 | 发表于 2018-12-22 11:52:07 | 只看该作者

从左往右，我们需要把接上TX2_1这个发射口。并使用RX1_H这个接收口。还需要一个10dB的衰减器，理论上这个值可以是别的，因为会被校准掉。它的功能只是为了提供一个固定的功率衰减，并控制输出功率，这样负载变化的时候影响就会减小，同时也可以提高测量精度。

定向耦合器

这可能是最难理解的部分了。我们不深入研究传输线理论，定向耦合器基本做两件事：
耦合
定向

一条通道从输入到达输出，它被称作主通道。这条通道与第三个端口形成耦合（通过微带线和波导等方式）。你可以看看这里的介绍。这样信号中的一小部分就会出现在耦合端口。方向性是通过耦合通道的其中一个端口接入了一个匹配的阻抗达到的。这样会把那个方向大多数能量吸收掉。意味着只有一个方向的信号会从匹配的端口发射出去。

你可能会想，我们可以自制一个定向耦合器吗？当然是肯定的，但是它没有经过校准，那么耦合和方向性可能无法保证。微带线版本的定向耦合器可能非常简单，只是2条并行的路径，其中有一头的阻抗是50欧（这是对于LimeSDR来说的，也有系统的要用阻抗75欧的）。一个输出口接入50欧后连到地上，另一个口就是耦合口。

你应该会想到，定向耦合器有几个方面是重要的：耦合信号的大小、方向性和损耗。推荐的耦合器是Mini Circuits ZHDC-16-63-S+。它的方向性是30dB，这个数字是信号处于导通和隔离状态下的比例。也就是说定向耦合器在两个方向所看到的信号的比例。主线损耗是2dB，也就是信号从输入到输出的损耗。耦合大小是17dB。

我们手头没有Mini Circuits的耦合器，我们使用的是AtlanTecRF A2023-20。这样就有一些问题：
首先，这耦合器的频率范围是500MHz到2GHz，第二它的方向性只有25dB。

这样就产生了另一个问题，因为这个例子的默认设置是使用2.4GHz，所以我们需要把它改到适合我们的耦合器的范围，我们选择1.5GHz。还有一点要注意的是，这已经接近LNAH的频段边缘了，就会有一些问题，最好完全保持在支持的频段内，或者更改匹配网络，使得它能够更好地对要测量的频率做匹配。这有点像先有蛋还是先有鸡的问题，因为VNA就是用来解决这个问题的。

比如，我们的LNAH输入口相位噪声问题，那么要做866MHz的精确测量就是不可能的。如果你看了这一段但是没理解，你可以看看教程第二篇，我们说到过匹配问题。

初次测量

在开始调整频率前。注意我们选择LNAH路径作为默认的LNA，那么我们必须选择1500MHz以上，否则会降低灵敏度。

打开"measureVNA.py"，我们需要更改下面几行（你可以根据你的需求来改）：
startFreq = 2.3e9
endFreq = 2.4e9
nPoints = 101
改为
startFreq = 1500e6
endFreq = 1510e6
nPoints = 101
保存文件，并输入"python2 measureVNA.py test1"
这样就会在命令行输出很多内容，然后会要求你连上短路负载用于校准。

这一步会校准VNA。最好用校准过的短路负载来做。有个难以理解的地方是，射频电路的短路负载可能跟常识里的短路负载不同。导线和PCB中的寄生电感和寄生电容可能就能实现这个电路，你不信的话可以用万用表测量WiFi天线的直流电阻（这句话不确定）
做完校准后，脚本会要求你接入DUT（待测设备）。

回复

举报

板凳

楼主 | 发表于 2018-12-22 11:54:37 | 只看该作者

接下来就会像校准一下运行相同的操作。简单来说VNA的原理就是比较这两组数据的相位和振幅，用来计算电抗（虚部）的损失和电阻（实部）的损失。

然后会使用一种特殊的图形来清楚的展示这个信息，这个图形叫作史密斯圆图。

搞定后，我们会生成两个文件：



10	23	80
主题	帖子	积分

注册会员



积分	80
----	----

发消息

vna_test1_short_1500000000.0_1510000000.0_101
vna_test1_DUT_1500000000.0_1510000000.0_101

绘制结果

接下来我们要处理这些文件，得到S-参数和图形。我们要改一下代码。在“calculateVNA.py”中，我们需要把下面的几行改掉，这样就能支持0.2.0版本的smithplot.py support.

这里:

```
from smithplot.smithaxes import update_scParams
```

改为:

```
from smithplot.smithaxes import SmithAxes
```

文件最下面:

```
subplot(1, 1, 1, projection='smith',grid_major_fancy=True,  
grid_minor_fancy=True, plot_hacklines=True)
```

改为

```
subplot(1, 1, 1, projection='smith',grid_major_fancy=True,  
grid_minor_fancy=True)
```

这样就算是改好了。

接下来运行“python3 calculateVNA.py test1 plot”

第一个图形是校准过的短路负载的相位，相位随频率变化很小，如果DUT就是短路负载，那么结果应该与之类似。

类似短路负载的相位图，这个图是DUT的相频曲线。当负载带有电抗成分后会产生相位变化。简单来说，短路负载和DUT的相位差会比较，这样就能生成史密斯圆图的复数阻抗了。

这是电压驻波比，用来测量待测器件的反射功率比。

这是S11图，表示负载反射回来的能量。

最后还有史密斯圆图，展示的是用电抗分量和电阻分量来表示的负载的图形，这里有史密斯圆图的基础。

最后

希望LimeSDR教程对你有帮助。现在，我们已经把最有用的射频开发的工具给你了，这就是VNA。根据我们的经验，这个例子还可以再改进一下，用更大的射频功率和更好的外部LNA。我们还注意到用更大的衰减器，我们会看到一些奇怪的结果，比如相位变化，可能是因为接收到的信号处于底噪上。

你可以开始自己写一些SDR程序了，就像这个VNA例子一样。

回复

举报

发新帖

返回列表