

jamesshao8



10

23

80

主题

帖子

积分

注册会员



积分

80

发消息



10

23

80

主题

帖子

积分

注册会员



积分

80

发消息

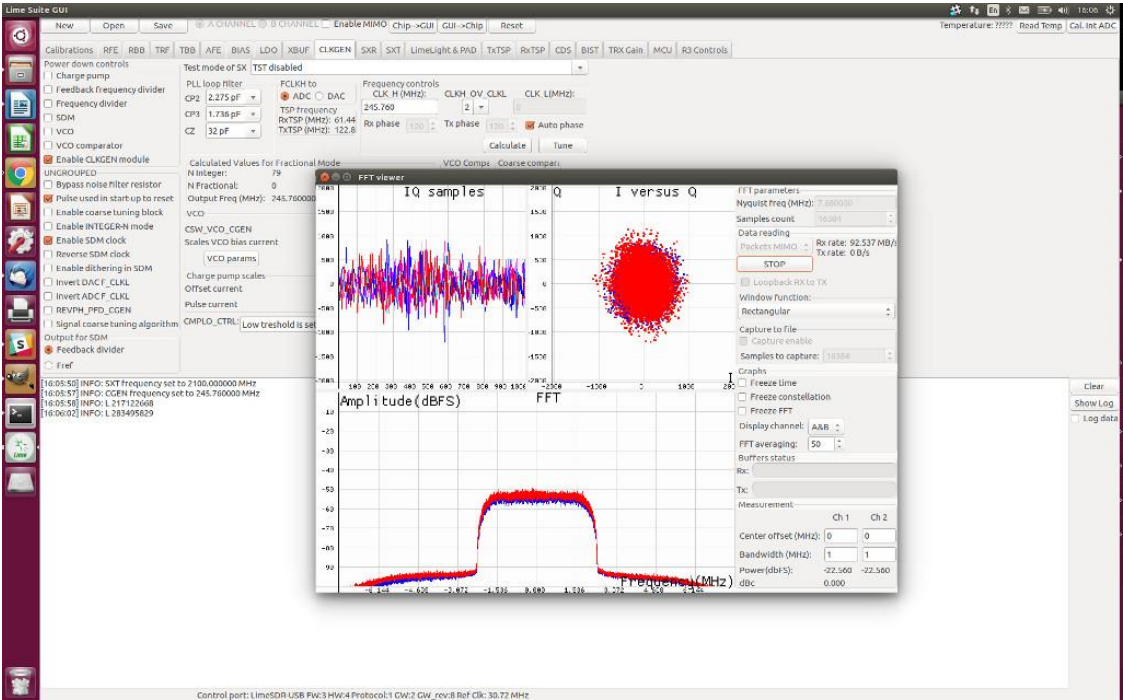
360

无线电安全研究院

件无线电 [LimeSDR] Made Simple 3 一个实际的例子

[LimeSDR] Made Simple 3 一个实际的例子 [复制链接]

发表于 2018-12-22 11:00:08 | 只看该作者



这是这个系列教程的第三篇。我们会以之前的教程为基础，如果你没看可以[点这里](#)。

上一次我们详细看了RX部分，这样就能更好理解LimeSuite程序里的设置选项。上一篇文章理论比较多，这一篇文章理论会少一些，我们会做更多实际操作。

开始

我们会使用"self test"例子作为本文的基础。原因是只要你有LimeSDR，你不需要额外的硬件（比如RF口上不需要接东西）就能使用。如果你想看下一步骤，可以点击[这个链接](#)并观察例子3.7。（self test中的例子）

这个例子中使用的频率是210MHz，在英国是3G蜂窝网络的频段，你大多数情况下都没有在这个频段发射的许可。我们使用了内部环路，这样就不会真正发射出信号，但是任然会有一小部分射频能量从我们接着天线的口上漏出来。因此做这个测试时最好移除天线（或者你也可以换到你有权使用的频段上去），这样你就不会不小心地在这个频段发射出信号了。我们的内部环路加在高频率的通道上，因此你选择的频段也必须在这个范围内。

jamesshao8



10

主题

23

帖子

80

积分

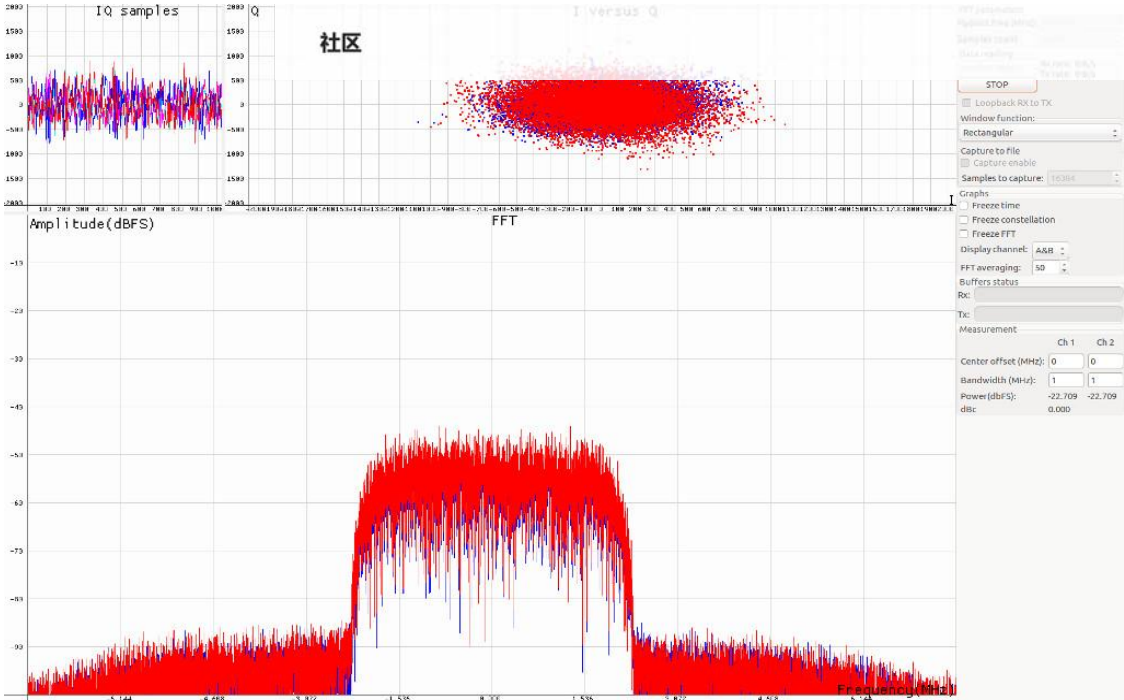
注册会员



积分

80

发消息



当你根据步骤到达3.7并得到上面的FFT图像后，我们可以具体理解一下这个例子到底做了些什么。

加载”self_test.ini”
在LMS7002M芯片内部有上千个寄存器，因此要手动设置会非常麻烦。我们使用ini文件来解决这个问题，它里面包含了LMS7002M的寄存器设置，可以自动设置它们，我们不需要关心。如果你对这个感兴趣，可以看看这个文档。

下面是self_test.ini中的一部分，我们提取出来作为例子。

```
[file_info]
type=lms7002m_minimal_config
version=1
[lms7002_registers_a]
0x0020=0xFFFF < Reset and PWR settings
0x0021=0x0E9F < SPI/I2C control
0x0022=0x07DF < Pad Drive control settings
```

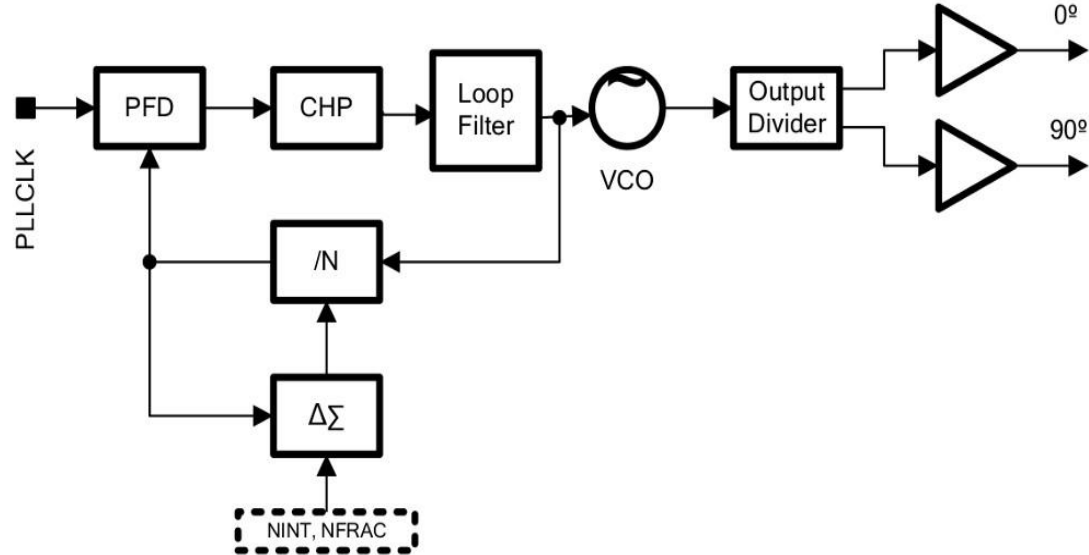


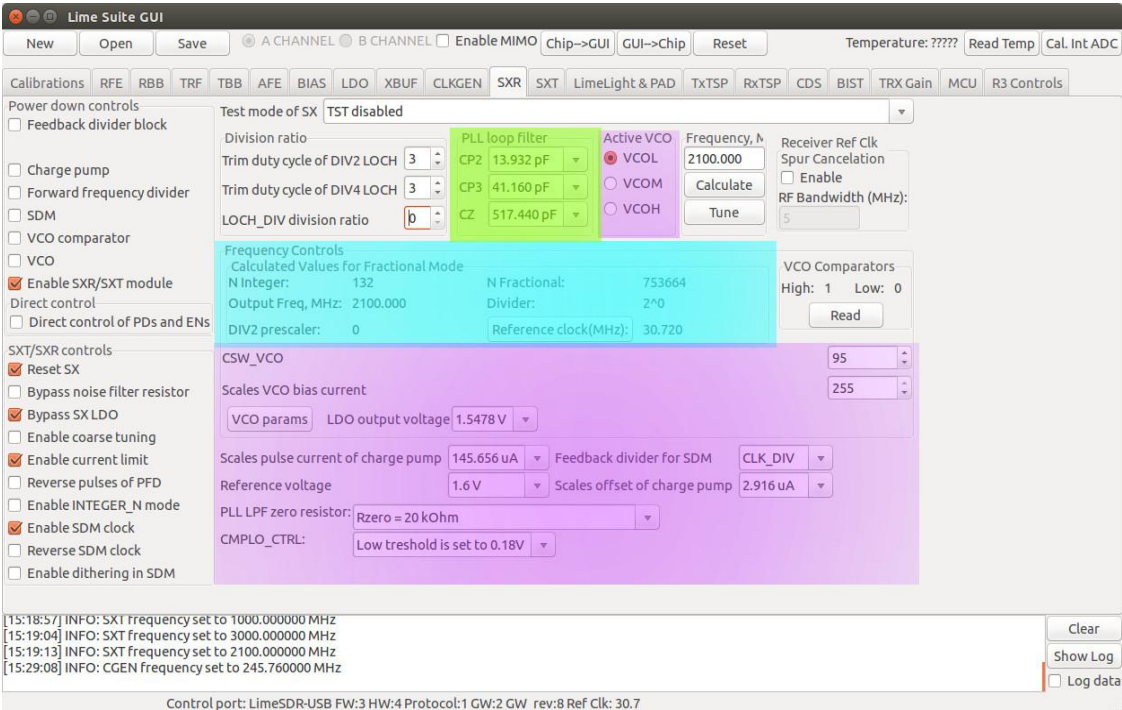
Figure 4: PLL architecture

SXT/SXR
SXT是用来控制TX PLL(发射部分的锁相环)和时钟发生器的，它和SXR非常类似，所以我们可以同时观察。我们暂时不需要调整参数，只需要点击calculate和tune按钮，但是最好还是理解一下到底是怎么回事。

接下来要说的东西需要更多的知识：
之前的文章我们讲过RX PLL（锁相环），以及如何合成一个时钟。实际上PLL只是把时钟的相位与另一个时钟源做了同步。我们说的另一个时钟源是由参考时钟和乘法器、除法器一起生成的。PLL保证了所有这些合成的时钟都是同步的，这样我们可以减少相位差和相位噪声。

我们可以看一下下面的PLL结构图，可以社区由3部分组成：

- Inputs (Nint,Nfract & PLLCLK(ref)) 输入参数
- A feedback loop 负反馈环路
- A VCO 压控振荡器



回到self test例子中，我们可以看到当按下calculate按钮后，这个选项卡中的许多参数都自动调整了。你可以试试改变频率，然后看看那几个参数会对应变化（记得看完了要改回来，然后按一下calculate）。

CLKGEN

这个时钟发生器部分和前面说的有点相似，它用来控制LMS7002M的数字部分，因此有些参数需要优化一下。我们的主要目标是在发射部分的DAC（数模转换）中做过采样，以此提升SNR（信噪比），更高的时钟一般来说效果都会更好。

内部环路

这个顾名思义就能知道是什么，它控制了SKY13323射频芯片，把它选为了环路模式。

加载WCDMA波形

FPGA的一部分功能是波形回放功能，它能够按照正确的格式给LMS7002M提供已知的波形数据。



本主题由 mobier 于 2018-12-25 13:52 设置高亮



收藏

回复

举报

jamesshao8




10
主题

23
帖子

80
积分

注册会员



积分80

发消息

楼主 | 发表于 2018-12-22 11:03:24 | 只看该作者

社区

沙发

当我们加载波形后，还需要勾选MI_{MO}。这样波形就会在两条发射通道上同时播放。如果你没有把相应的波形文件放到LimeSuite要求的文件夹下时，WCDMA按钮是无效的。如果你碰到这个问题，可以点击Custom按钮来加载你那里的WCDMA波形。

改变参数

我们终于可以来调节信号了。我们可以只对A通道做更改，而不更改B通道，这样就能看出效果。你首先要保证你能做到self_test中的两个波形看上去差不多的样子。波形的IQ图像应该和我们的截图一致。现在两个通道的图形应该是一样的，但是我们马上会做一些更改。

在开始之前，我们需要知道选项卡中的某些选项是对两个通道同时有效的，比如SXT中的asan。我们之前看过LMS7002M的结构了，从中我们可以看到这些细枝末节。在我们前面看到的资料里，可以发现PLL模块是被两个通道共享的，因此改变这个参数对两个通道同时起作用。这就是为什么我让你们先了解了背景知识，这样你在这里才会理解。

我们暂时不更改发射参数，先更改接收部分的参数，改一下上一篇文章提到过的参数。我们现在看到的I/Q图像，可以注意到这个形状是一大块点（理论上应该填满这一块）。如果我们用的是别的信号，比如QAM64，那么这种形状就是不对的，因为那种调制对应的应该是离散的点。看懂星座图很有用，它能帮助你更改参数，你可以先随意调整一下，最终再做优化。

更改增益

我们知道LMS7002M的最前面一级是LNA，那么我们先来调整它，它现在的设置应该是GMAX，也就是达标了最大值。我们把它降低为GMAX-12，可以发现星座图看起来更紧密了，这意味着我们开始丢失信息了。所以我们减少接收端的输入会造成这个现象。那么我们如果减少发射端的输出会得到相同结果吗？我们试试。先把RX的LNA改回GMAX，然后到TX PAD gain control处改为16，它是TX LNA的一部分（在TRF选项卡里）。

你可以看到，结果和之前的类似。另外，TBB选项卡里还有一个frontend gain，它调整的是基带增益。我们现在调整一组参数，先把TXPAD调整为12（TRF选项卡），然后再把frontend gain调整为60（TBB选项卡），这样还原到原来的增益。

我们看到增益确实增加了，但是信号出现了失真。不止是星座图变成了很大的一个点，而且对临近频段也造成了干扰。这是为什么？

这是因为我们对滤波器过载了，你可以看到IQ星座图里的严重失真（变成方的了）。在相邻频段还出现了毛刺。显然这个设置是不对的，这可以作为错误的设置的例子。一般来说，在调整完大多数设置后，我们只要调整TXPAD。大多数设置已经在self_test.ini里设置好了，所以我们可以直接按照那个文件里的参数为基础。对于RX增益也是如此，我们还没改过TIA和PGA增益，但是大多数应用中最好别改。

滤波器

回到self_test.ini(重新加载文件，并在TX和CLK中点击Calculate和Tune按钮)。我们知道TX和RX中的第二级都是滤波器，改变它们会有什么影响？

TBB(发射部分滤波器设置)

我们现在把TX滤波器设置为52MHz，我们可以更改这个滤波器参数，这么修改会造成更差的结果。幸运的是，下面还有一个Tune按钮会自动计算滤波器系数。输入100MHz，然后点击Tune按钮，你会得到一个稍微小一点的IQ图，因为我们发出了更多的噪声（这里不理解？噪声多了不是应该更大么）。注意我们在这里使用的是TXLPFL滤波器。

我们还可以去掉LPFLAD_TBB和LPFS5_TBB的勾选，绕过这些滤波器。这样我们会看到最大的星座图。我们对临近频率造成了很大的干扰，因为我们没有滤波器了，无法过滤高阶谐波。你最好不要发射这种信号，因为它会干扰其它频段，无委会会来找你。最后记得重新把滤波器加入，并且把滤波器调整为52MHz。

RBB(接收部分滤波器设置)

这个部分对许多要接收信号的人来说很有用，因为要提高接收质量就要做滤波。问题在于我们的WCDMA波形是很干净的。比如，我们选择LPF_Bypass，即去掉10MHz的输入滤波器后可能看不到什么区别。

手动调整输入滤波器参数可能会比较容易理解，这些滤波器是RC滤波器。再次选上LPFL，并把电容值增加到1200，我们可以看到，波形严重失真了，因为我们把高频率的信息过滤掉了。虽然我们可以手动调整滤波器，但是我还是推荐你自动选择这些值，这就和TX里面一样。点击Tune按钮会还原原本的设置。

最后

现在我们已经对上一篇文章里说到的大多数模块都做过设置了。尽管还有许多地方我们没有说到，比如Bias设置，ADC/DAC模块，以及LMS7002M的数字部分。但是这些设置对于新用户来说不太重要，我们以后再说。

大多数情况下，我们的修改都把信号越改越差，但是知道原理后可以帮助我们以后改得更好。

下一篇文章我们会看一些应用例子，做一些优化，这样你以后在使用LimeSDR时会更有信心。

回复

举报

发新帖

返回列表

www.radiohack.net/forum.php?mod=viewthread&tid=24&extra=page%3D2

4/4