

实验八 SSB 信号接收

实验目的：

学习 GNU Radio 流程图编程。了解 SSB 信号的接收处理流程，找到自己需要的模块，修改模块的参数，并能根据实验结果分析理论原因。

实验原理：

GRC 是基于模块的仿真实验工具。类似于 MATLAB 中的 SIMULINK 工具。基本使用方法就是先将需要用的模块放到窗口。再设置各个模块的参数，然后连接各个模块，绘制信号流程图，之后生成流程图，仿真运行。

实验步骤：

1.将数据文件 multi_tx.wav 保存到当前工程目录下。本例所用 wav 音频信号其采样率为 48KHz，上下边带宽度约 2.6KHz。

2.根据图 1 创建流程图，文件源设定为保存的数据文件，并将采样率的模块设定为接收信号的采样率 48K。Float To Complex 将输入数据变为复数，Throttle 控制 CPU 占用率，通过 Rational Resample 模块将采样率变为 50K，并将信号幅值扩大 10000 倍，并观察频谱。

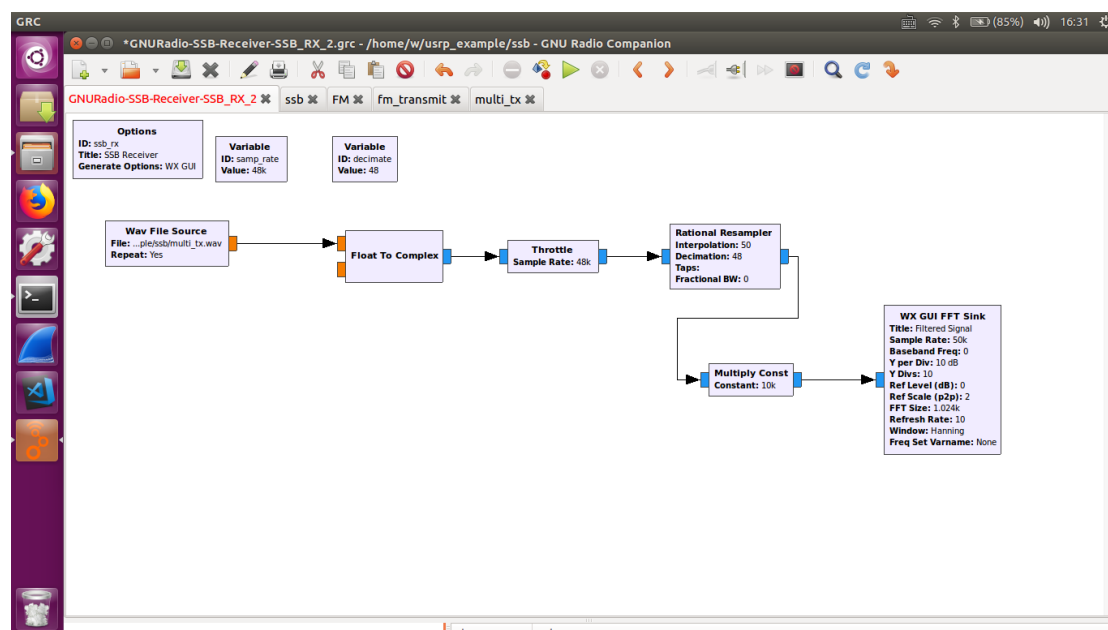


图 1

3.执行流程图，当 FFT 显示窗口打开，调节参考平面，使得振幅从 10dB 开始，每格 10dB。可以观察到一段 50KHz（取决于采样率）宽度的频谱。同时注意到，在-5KHz~5KHz 内可以看到有信号。

4.数据文件保存的信号载频在基带附近。当 FFT 模块显示后，把坐标移到信号附近，并把信号的左边沿标记，这个值大约为-2.6KHz。由于仅考虑一个下边带（LSB）信号，相当于是基带频率。因此需要频谱搬移，使 LSB 信号中心频率位于 0 频处。

5.搭建一个接收机的第一步是用一个信道滤波器，作用是保留我们想要的信号，滤去不想要的信号频带。这里，我们需要做的是把想要的信号降频到 0Hz，如图 2 所示。

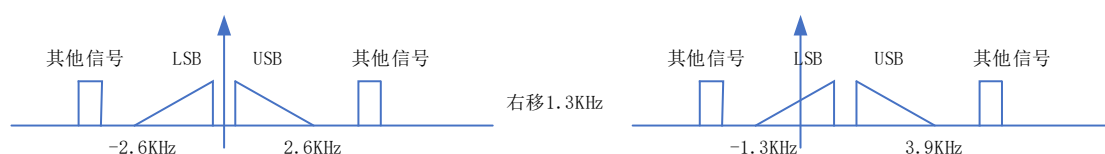


图 2

6.第二步是用一个低通滤波器把其他信号滤除掉

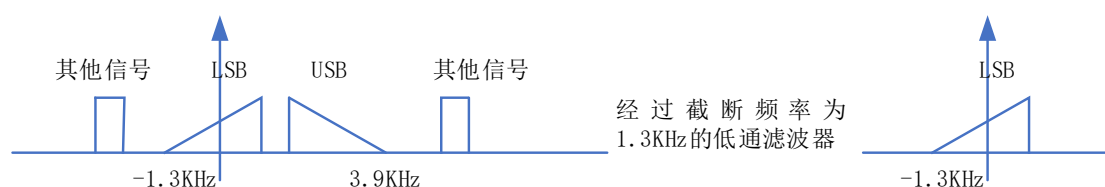


图 3

7.在 GRC 中，变频 FIR 滤波器能够完成上述操作。把这个模块插到 Multiplex Const 与 AGC2 之间，然后把属性修改为图 4 所示，**理解为什么中心频率设置为 1.3KHz，可将有用信号搬移到 0 频**。低通滤波器可由 FIR 中的 Taps 实现，具体输入为：`firdes.low_pass(1,50e3,filter_width/2,300)`。其含义为生成一个增益为 1、采样频率 50KHz、截止频率 1.3KHz、变宽 300 的低通滤波器。tuner 表示下边带频谱，filter_width 表示单边带带宽。

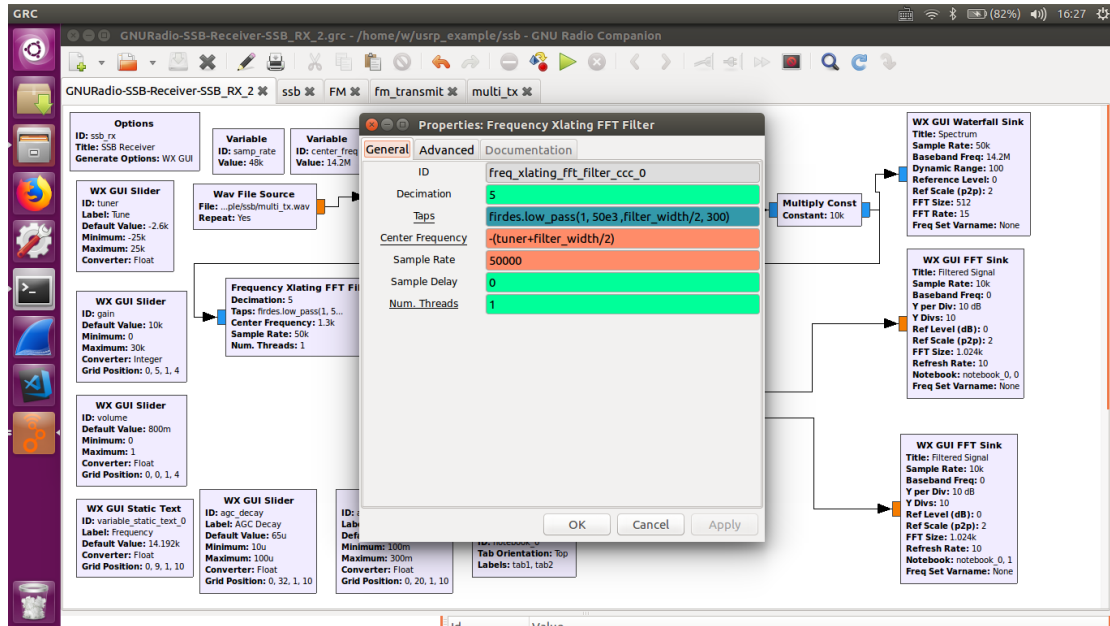


图 4

8.执行流程图，你会看到信号被搬移到原点的位置，而且滤除了其它信号。现在我们只定位感兴趣的信号，不关心信号旁边的频谱。可以通过减小采样率来减小信号的频谱范围。再次打开 FIR 滤波器模块，把抽取参数 Decimation 改为 5。这时信号的采样率变为 $50\text{KHz}/5=10\text{KHz}$ 。现在看看 FFT 显示的频谱范围有什么变化？

9.再次执行流程图，检查你的设置是否正确。信号频谱已被扩展，使用 FFT Plot 中的 Autoscale，信号峰值就可以看到了。观察一段时间可能会看到信号水平会下降几秒，这是因为基站停止发射信号。

10.该信号是个复（解析）信号。为了解调 SSB 信号，我们需要分别处理其实部和虚部。数据转换模块输入复信号，然后分别输出其实部（上面）和虚部（下面）。把流程图改为图 5 所示，数据类型转换模块的输出都是实数，所以 FFT 的数据类型也需要改为 float 类型。

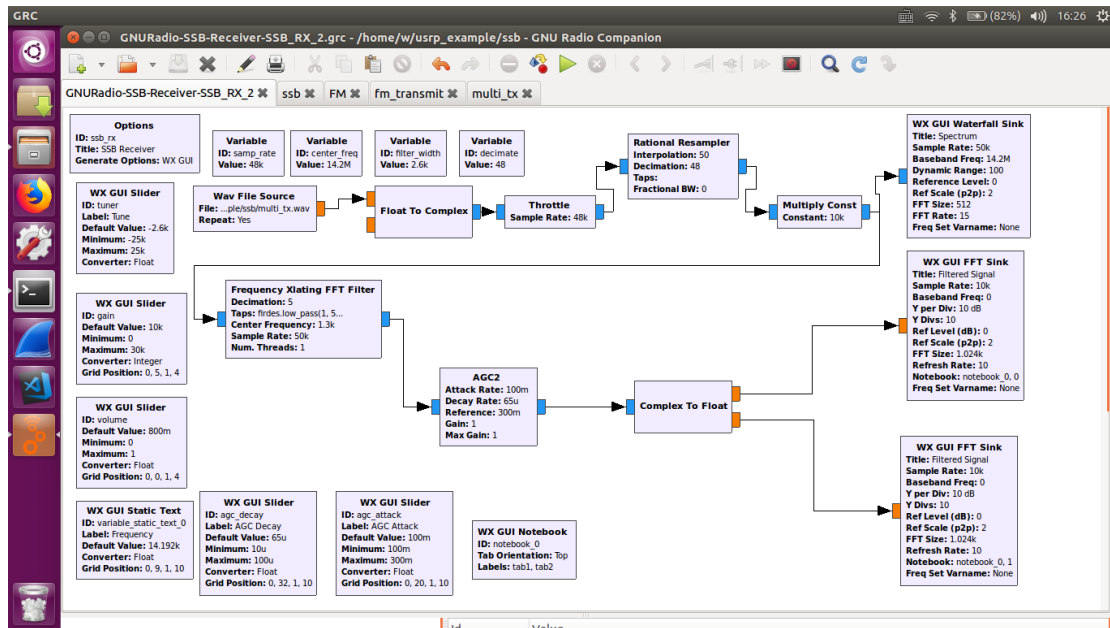


图 5

11.执行流程图，你可以观察到信号的实部与虚部的频谱。信号被展宽到 1.3KHz，也就是低通滤波器的截断频率。

12.我们用 Weaver 法来解调 SSB 信号。分别对实部与虚部信号按图 6 进行处理。使用 GRC 的信号源模块分别产生余弦和正弦信号，相乘器和相加器也可以在运算符菜单中找到。

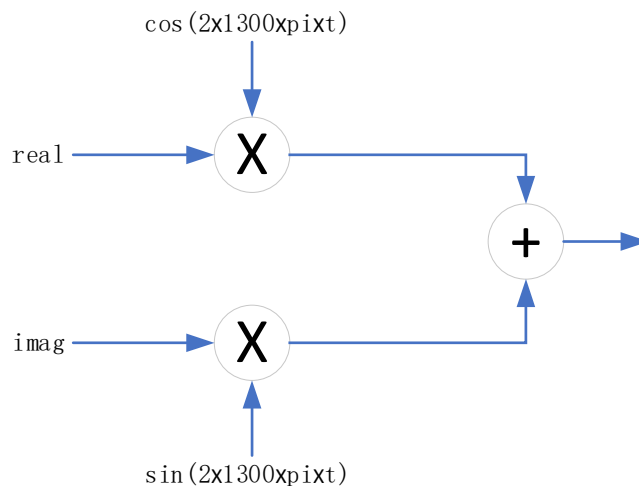


图 6

13.在 FFT 窗口观察加法器的输出，这就是从 SSB 信号中解调抽取得到的基带信号。

14.最后一步是收听解调信号。和 AM 电台接收实验类似，增加一个音频模块 Audio Sink，并设置合理的采样率以适应声卡 48KHz 采样率的要求。同时，还需要一个音量控制器 Multiply Const，在信号进入音频模块前降低信号的振幅。当正确配置流程图后，就能听到传输的语音信号。个人独立完成 SSB 信号的解调和收音工作。