

通信原理实验报告

(实验三：模拟 FM 调制解调系统)

班级：通信 2 班

姓名： 颜梓杰

学号： 210210221

上课地点： K407

指导教师： 高爽

日期： 2023.11.19

实验三 模拟 FM 调制解调系统

一、实验目的

理解并掌握 FM 调制解调的原理，熟悉 LabVIEW 编程环境。

二、实验预习

简述 FM 调制、解调原理

FM 调制就是利用调制信号的变化去改变载波的频率，幅度保持不变，即载波信号的频率随我们调制信号的幅度变化而变化。FM 调制的数学表达式为：

$$S_{FM}(t) = A \cos[\omega_c t + K_f \int m(\tau) d\tau]$$

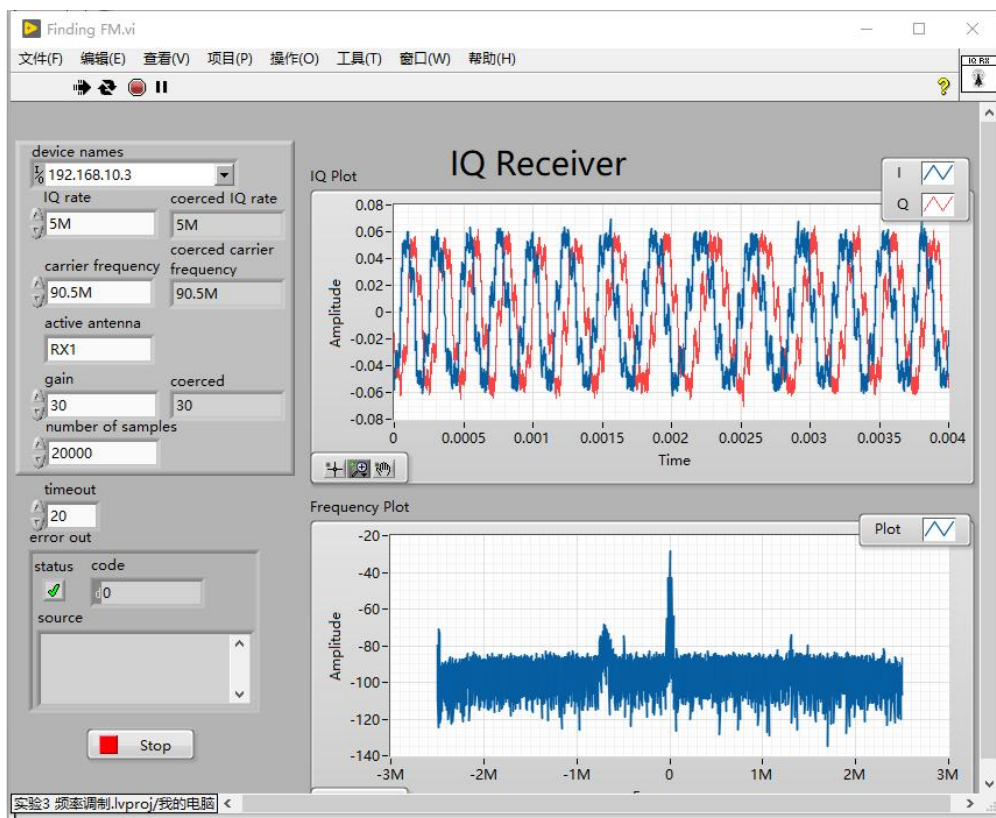
其中，A 是载波的幅度， ω_c 是载波的角频率， K_f 是调频灵敏度， $m(t)$ 是调制信号。调频灵敏度表示单位调制信号幅度变化引起的频率偏移量。调频信号的瞬时角频率为： $\omega_{FM}(t) = \omega_c + K_f m(t)$ 调频信号的瞬时相角为： $\theta_{FM}(t) = \omega_c t + K_f \int m(\tau) d\tau$

FM 解调的方法有多种，常见的有斜率检测法、鉴频器法、相干解调法等。下面以相干解调法为例，介绍其基本原理。

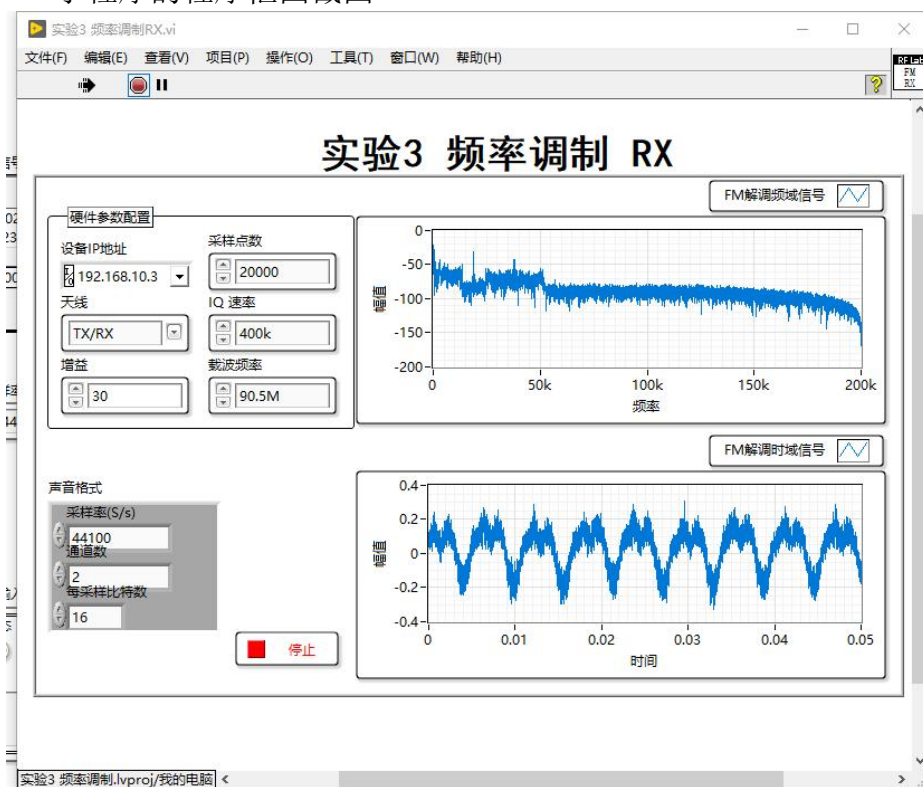
相干解调法是利用一个与载波同频的本地振荡器，将接收到的 FM 信号乘以正弦和余弦分量，得到两个正交分量。然后通过低通滤波器，滤除二倍载波频率分量，保留下来的就是基带信号的正余弦形式。最后，对 I 路和 Q 路信号的比值求反正切，即可得到基带信号。相干解调法的优点是解调效果好，缺点是需要准确的本地振荡器和相位同步。

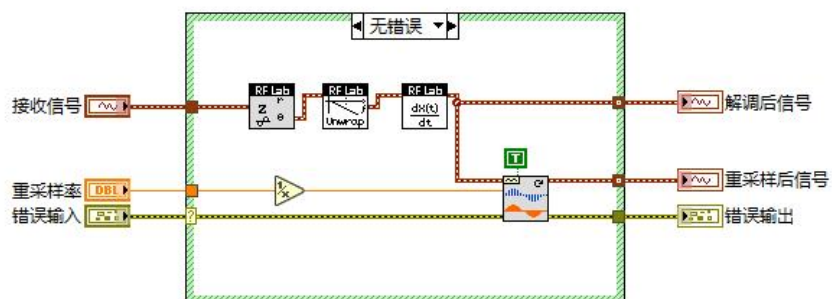
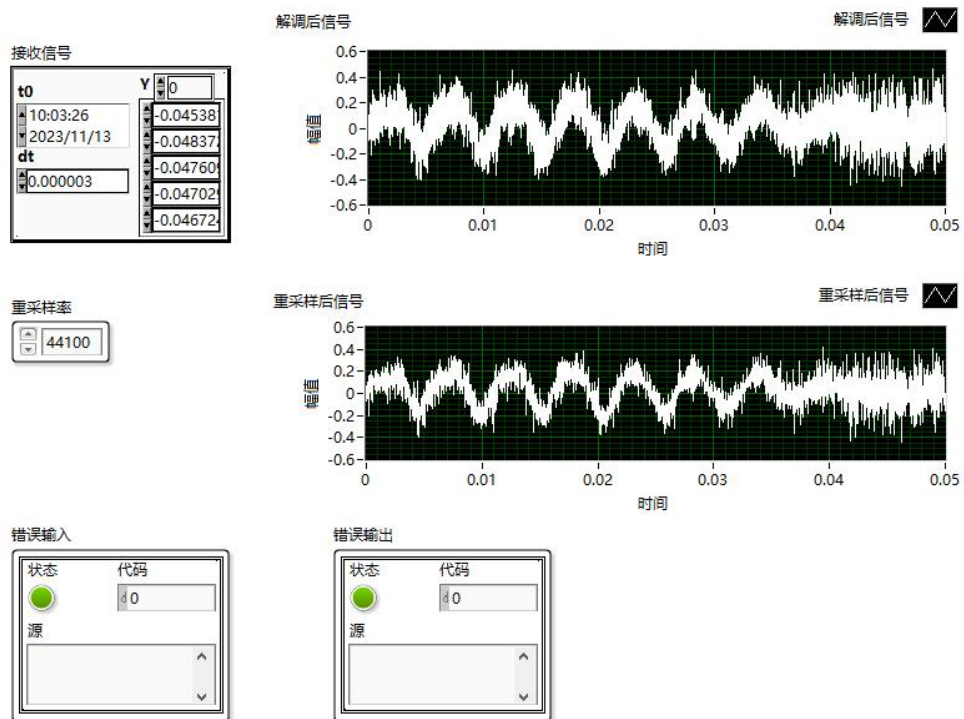
三、实验记录

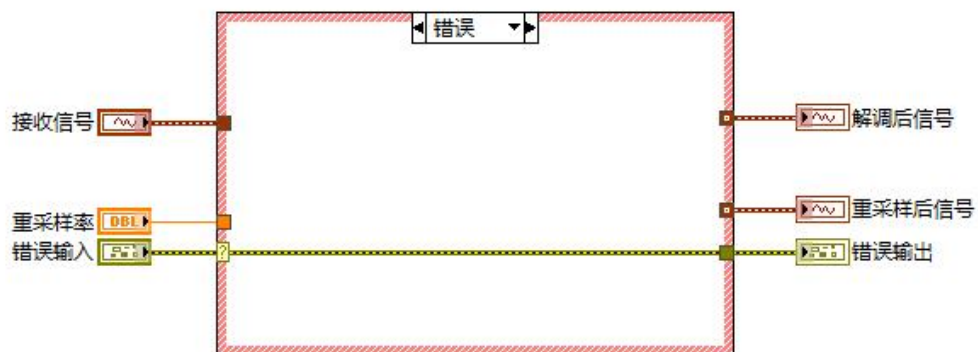
1. 经过遍历搜寻后，你寻找到的 FM 广播电台频点是__90.5M__(至少 1 个)
2. 寻找到电台后，该电台频谱对应的主程序前面板截图



3. 正在接收信号的接收端前面板和调试好的 Exercises FM Demodulation.vi 子程序的程序框图截图

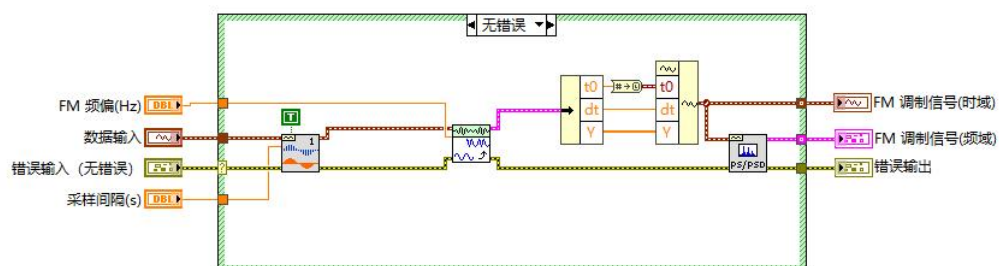
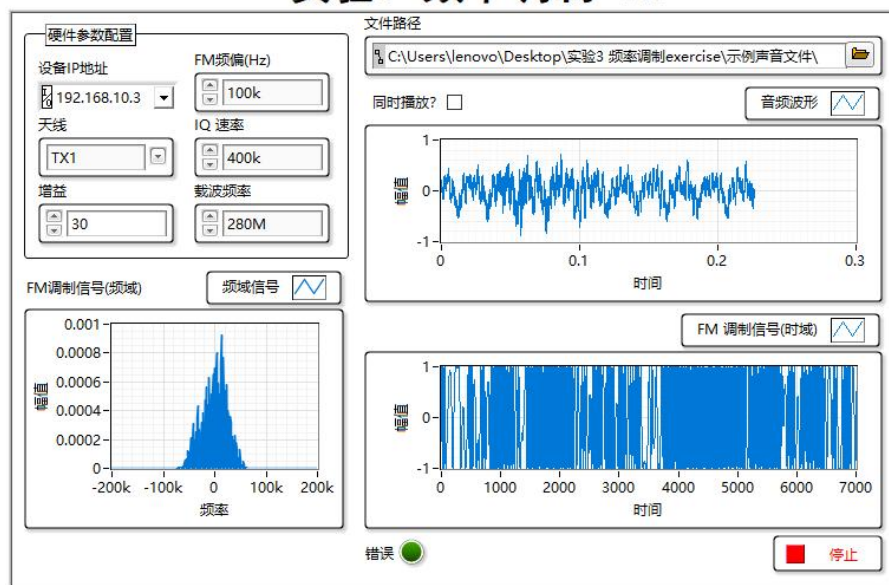






4. 正在发射信号的发送端前面板和调试好的 Exercises FM Modulation.vi 子程序的程序框图截图

实验3 频率调制 TX



四、扩展问题

1.为什么调频系统可进行带宽与信噪比的互换？是如何实现的？

调频系统可进行带宽与信噪比的互换，是因为调频信号的输出信噪比与其带宽成正比，而调幅信号的输出信噪比与其带宽无关。调频系统是通过改变载波的频率来传输信息的，其带宽与调制指数有关，即调制指数越大，带宽越宽。调频系统的输出信噪比与调制指数的平方成正比，即调制指数越大，输出信噪比越高。 $2B_f = (2mf + 1) f_s$ 同时 $SNR = 3 * E_b * m_f^2 / 2 / N_0$ ，因此带宽与信噪比之间存在转换关系。

2.FM 和 AM 相比有哪些优缺点？

频率和带宽：FM 使用的频率范围在 87~108MHz，比 AM 的 535~1605kHz 高得多。这意味着 FM 可以提供更大的带宽，从而传输更高质量的音频信号。AM 的带宽受限于其低频率，因此音质较差，但也更节省频谱资源。

传输距离和覆盖范围：AM 由于使用低频率的电磁波，可以被大气层反射，从而实现远距离传输。AM 的传输距离可以达到几百或几千公里，甚至跨越地球。FM 则使用高频率的电磁波，不能被大气层反射，只能进行视距传播。FM 的传输距离一般只有几十公里，受地形和建筑物的影响较大。因此，AM 适合作为远程广播，而 FM 适合作为城市广播。

抗干扰性和稳定性：FM 由于不依赖电磁波的幅度来传输信号，而是依赖电磁波的频率，所以对幅度变化的干扰源有很强的抗干扰能力。FM 的信噪比比 AM 高得多，音质更清晰。AM 则容易受到幅度变化的干扰源的影响，导致信号质量下降。但是，FM 也有一定的缺点，比如对频率变化的干扰源敏感，以及存在门限效应，即当信号强度低于一定值时，信噪比急剧下降。AM 则没有这些问题，信号质量相对稳定。

3.模拟信号的多路传输中所使用的频分复用技术作用是什么？其优缺点有哪些？

频分复用技术通过将信道的总带宽划分为若干个子频带，每个子频带分配给一路信号，从而实现多路信号的复用。

频分复用的优点有：发射机和接收机不需要同步，技术成熟，解调简单，适用于模拟信号，可以同时传输大量通道，具有高可靠性。

频分复用的缺点有：存在串扰问题，仅在首选少数速度较低的通道时适用，电路复杂，滤波器难以制作，需要更多的带宽，系统需要载波信号，信道可能受到宽带衰落的影响，无法利用信道的全部带宽。

四、总结和实验心得

通过 Labview 实现了 FM 的调制和解调流程，理解并掌握 FM 调制解调的原理，熟悉 Labview 编程环境。