

华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

《通信电子线路》实验报告

实验名称：调幅接收机系统仿真

院（系）：电子信息与通信学院

专业班级：电信 2005 班

姓名：

孙梦茹

学号：U202014253

时间：2022.11.28

地点：南一楼东 205

实验成绩：

指导教师：黄佳庆

一. 实验目的

1. 进一步熟悉 Multisim 电路仿真软件;
2. 掌握通信电子线路中发射机和接收机的基本原理;
3. 熟悉接收机电路中:高频放大, 混频, 本地振荡器, 检波器和低频放大器部分各级电路的波形;

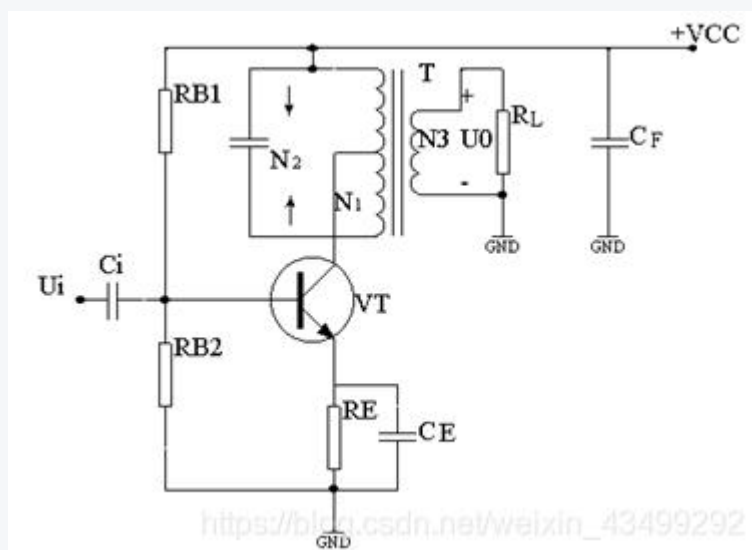
二. 实验内容

1. 设计电路, 使用 Multisim 绘制仿真电路图;
2. Multisim 的仿真结果(仿真结果需给出截屏)和分析, 包括:
 - a) 时域特性: 显示该电路主要关键点时域波形, 包括但不限于: 输入/输出信号的电压波形;
 - b) 频域特性: 显示该电路主要关键点的频谱, 包括但不限于: 输入/输出信号的频谱;

三. 实验原理

1. 高频放大:

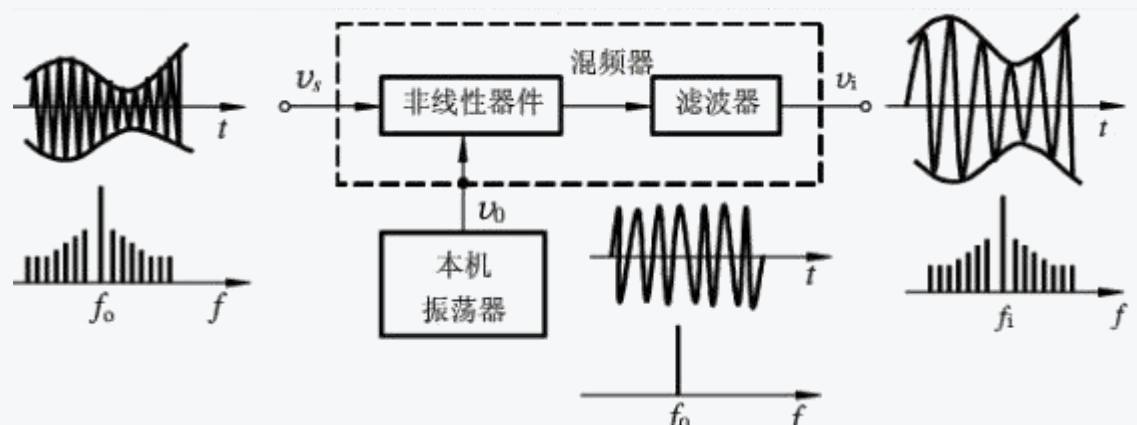
如下图所示电路为共发射极接法的晶体管高频小信号调谐放大器。它不仅要放大高频信号, 而且还要有一定的选频作用, 因此晶体管的集电极负载为 LC 并联谐振回路。在高频情况下, 晶体管本身的极间电容及连接导线的分布参数等会影响放大器输出信号的频率和相位。晶体管的静态工作点由电阻 R_{B1} , R_{B2} 及 R_E 决定, 其计算方法与低频单管放大器相同。



2. 混频:

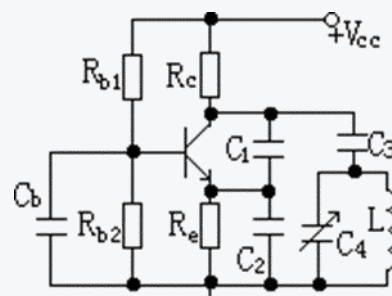
输出信号频率等于两输入信号频率之和、差或为两者其他组合的电路。混频器通常由非线性元件和选频回路构成。

混频电路示意图:



3. 本地振荡:

所用为西勒振荡器，电路组成如图所示:



电路特点是在克拉泼振荡器的基础上，用一电容 \$C_4\$，并联于电感 \$L\$ 两端。功用是保持了晶体管与振荡回路弱耦合，振荡频率的稳定度高，调整范围大。电路的振荡频率为:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_3 + C_4}}$$

4. 包络检波:

由 $s_{AM}(t)$ 的波形可见，当满足条件：

$$A_0 \geq |m(t)|_{\max}$$

时，AM 波的包络与调制信号 $m(t)$ 的形状完全一样，因此，用包络检波的方法分容易恢复出原始调制信号；如果上述条件没有满足，就会出现“过调幅”现象，这时用包络检波将会发生失真。但是，可以采用其他的解调方法，如相干解调。AM 信号波形的包络与输入基带信号成正比，故可以用包络检波的方法恢复原始调制信号。包络检波器一般由半波或全波整流器和低通滤波器组成，如下图所示。

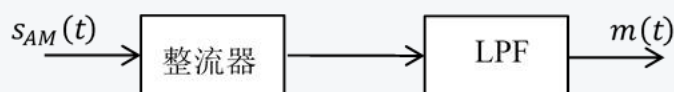


图 7 包络检波原理图

包络检波法属于非相干解调法，其特点是：解调效率高，解调器输出近似为相干解调的 2 倍；解调电路简单，特别是接收端不需要与发送端同频同相位的载波信号，大大降低实现难度。故几乎所有的调幅（AM）式接收机都采用这种电路。

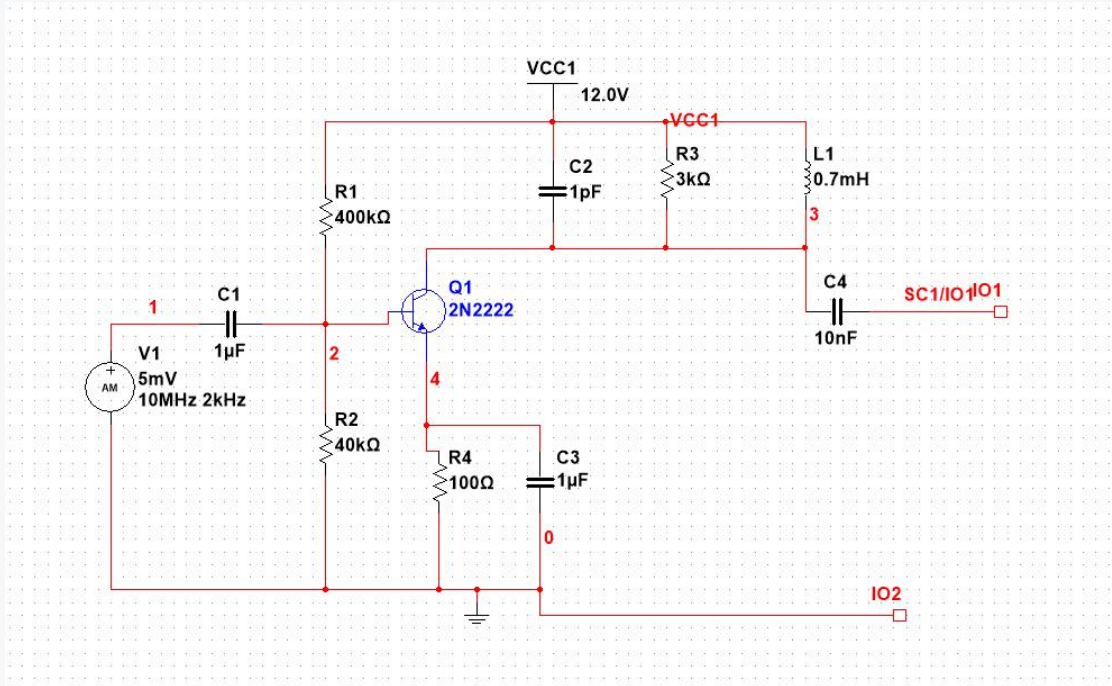
四. 实验步骤

1. 设计接收机各级电路；
2. 观察各级电路的输入和输出信号的波形；
3. 通过仿真，加深对各级电路工作原理的理解。

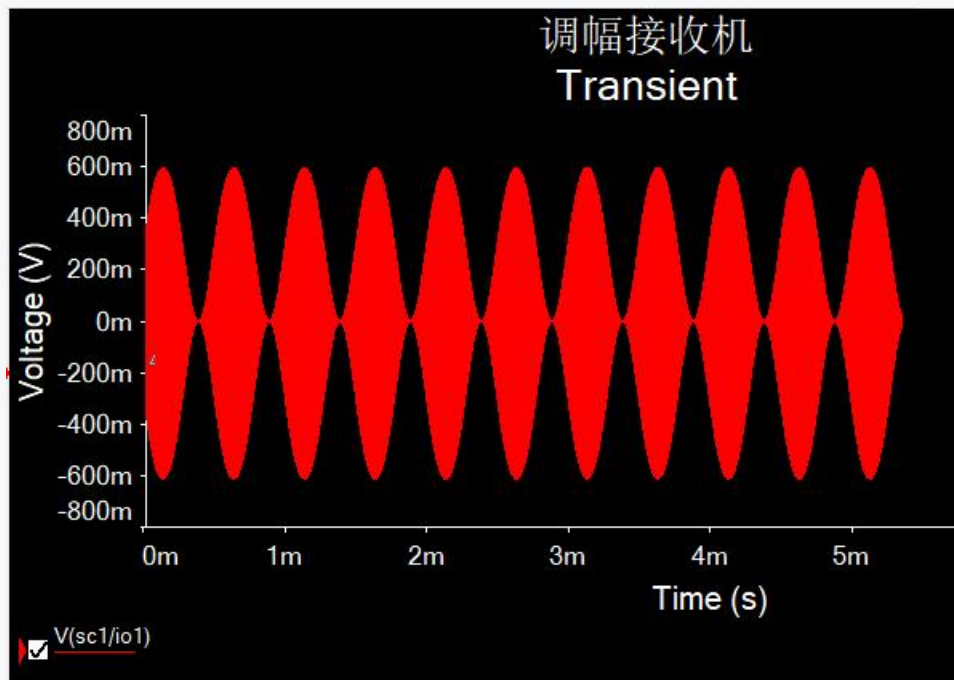
五. 实验结果及分析

1. 高频小信号放大器

电路图为：

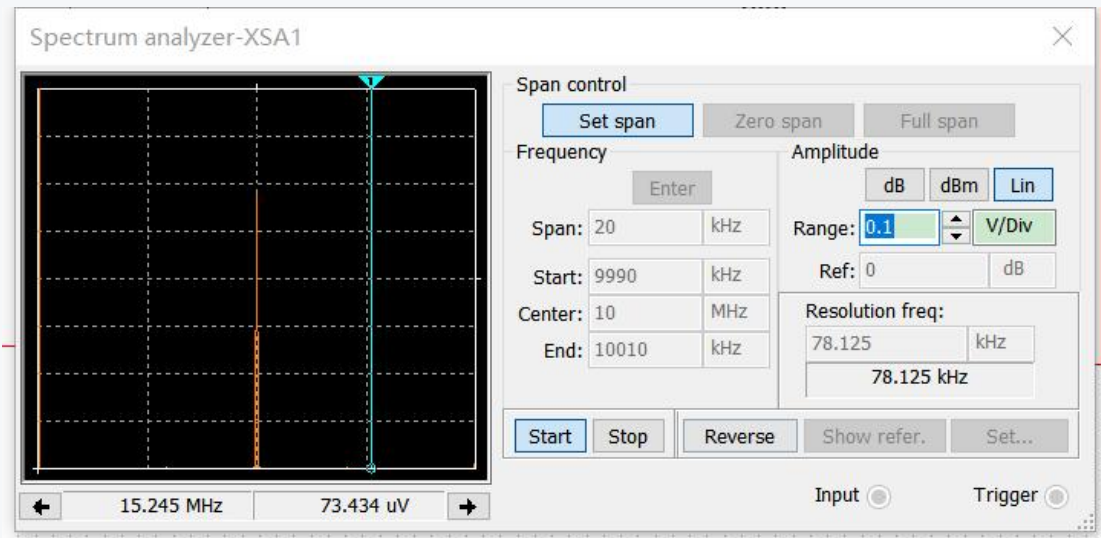


输出电压时域仿真为：



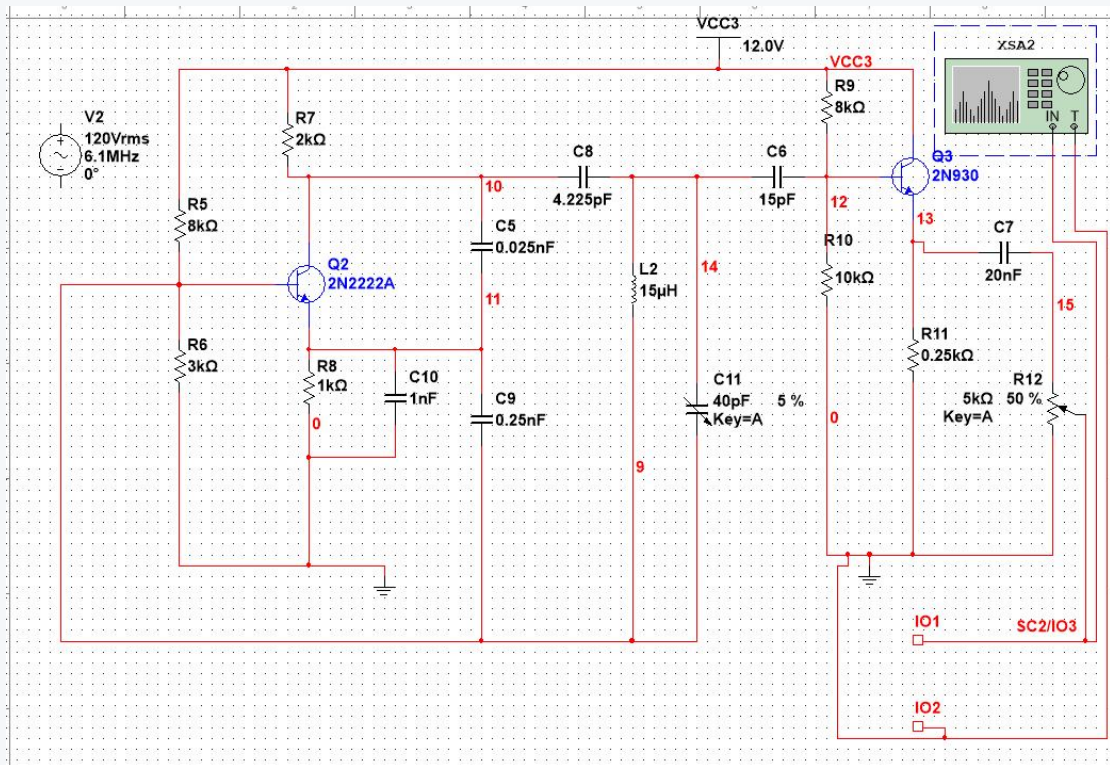
可以看到输入电压被放大了大约 100 倍。

输出频谱仿真为：

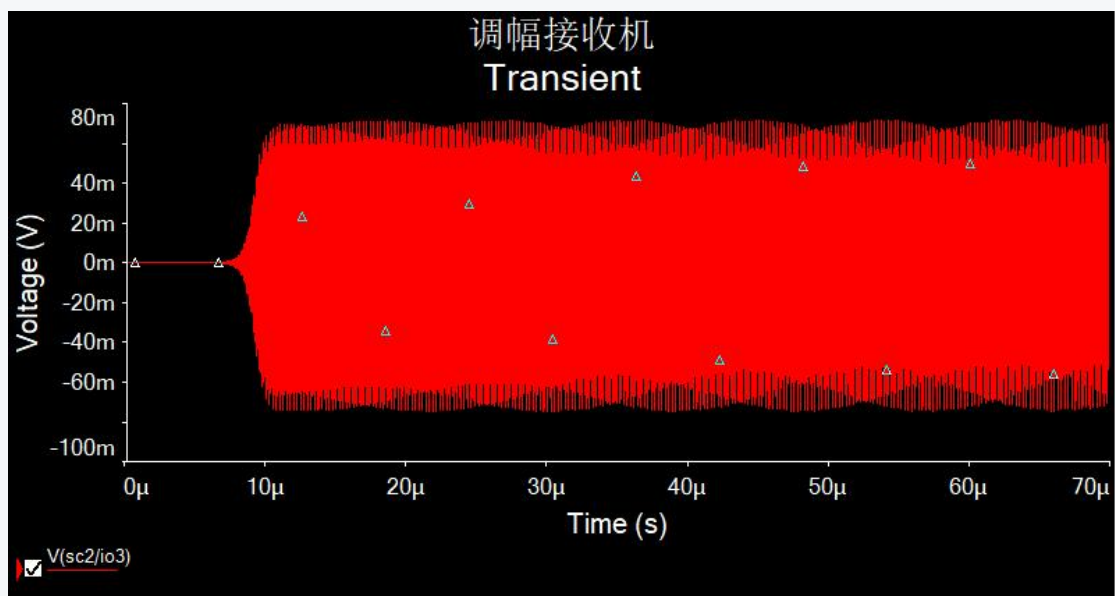


2. 振荡器一（16.465Mhz）

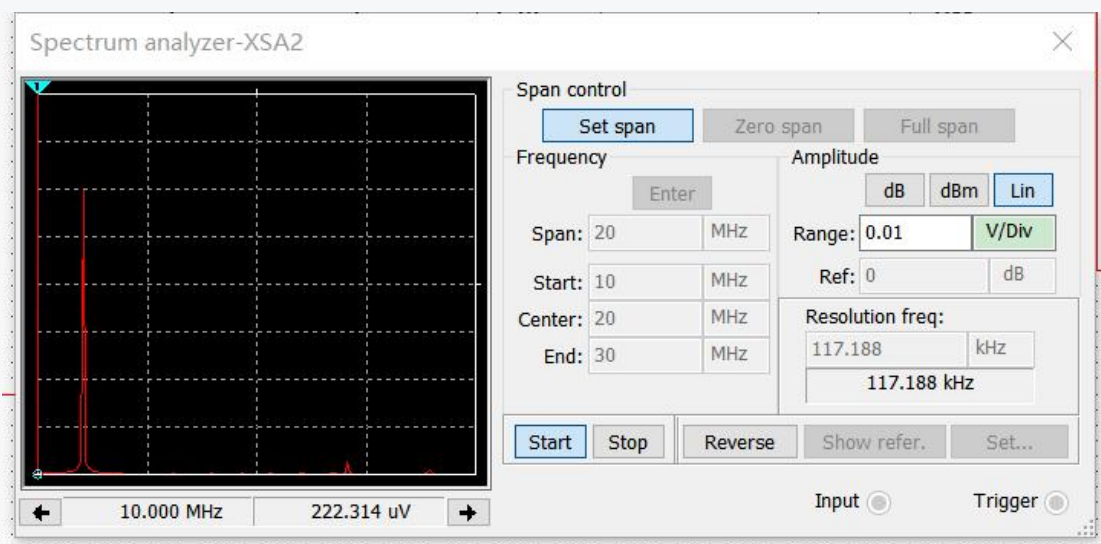
电路为：



输出时域仿真为：

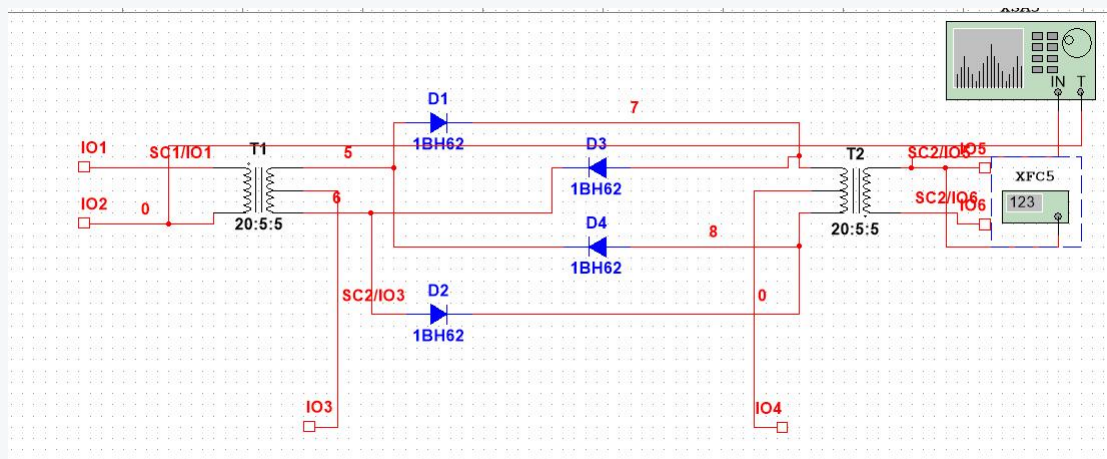


输出频谱分析为:

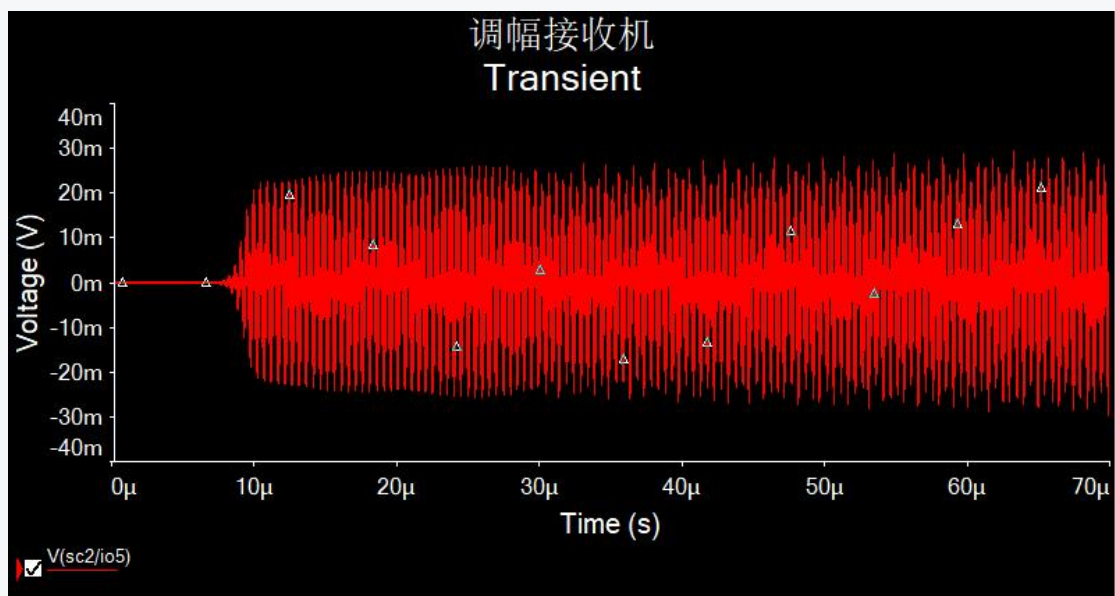


3. 混频器一

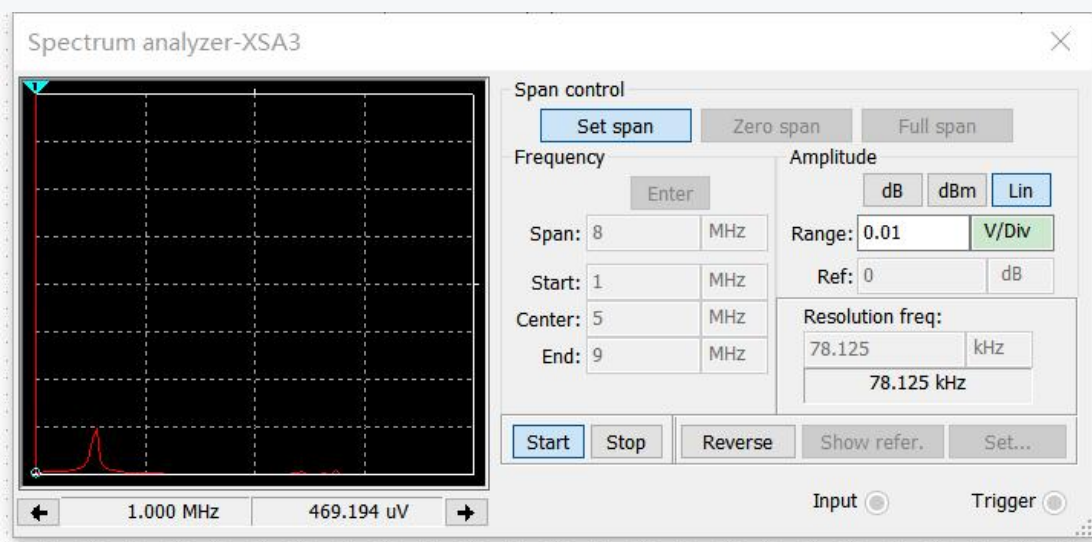
电路为:



输出时域仿真为:

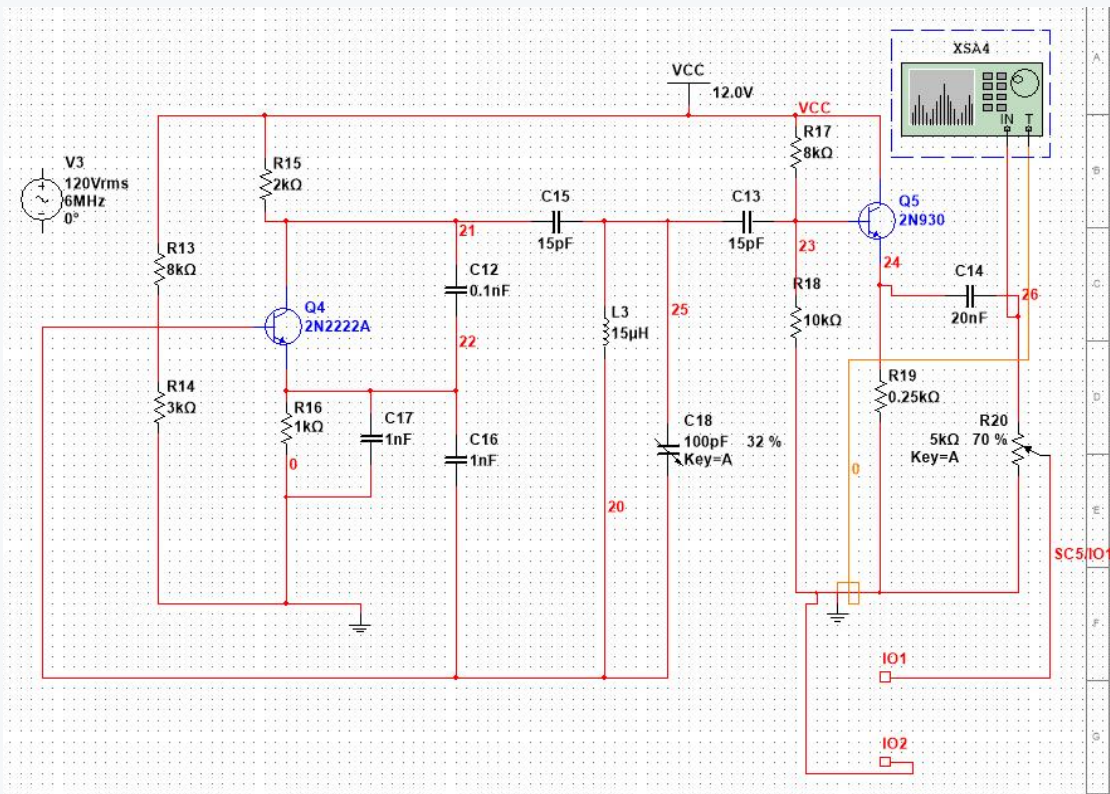


输出频谱仿真为：

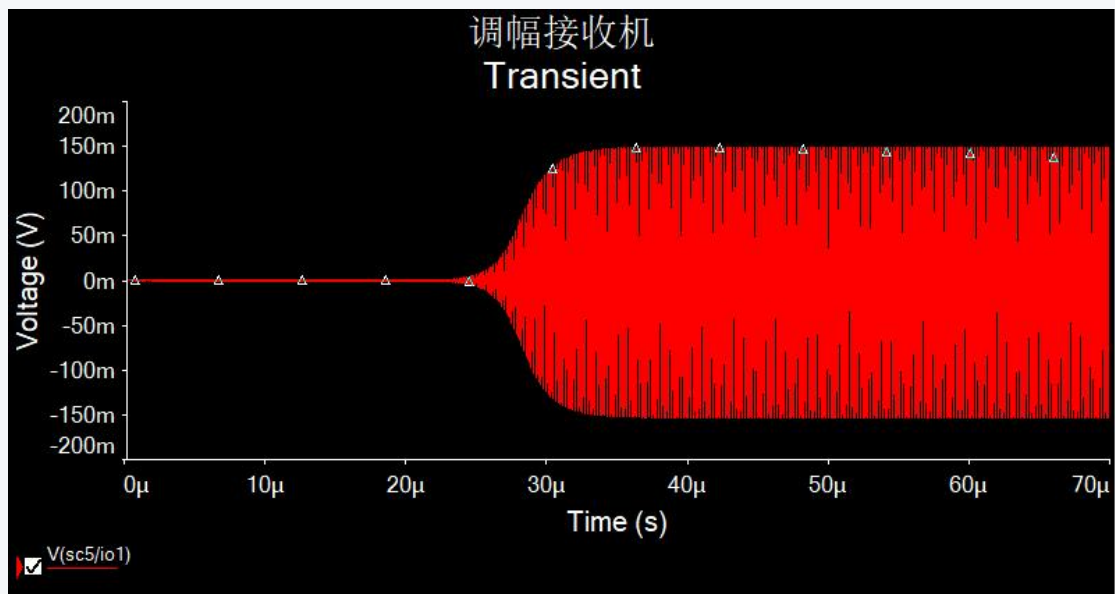


4. 振荡器二（6Mhz）

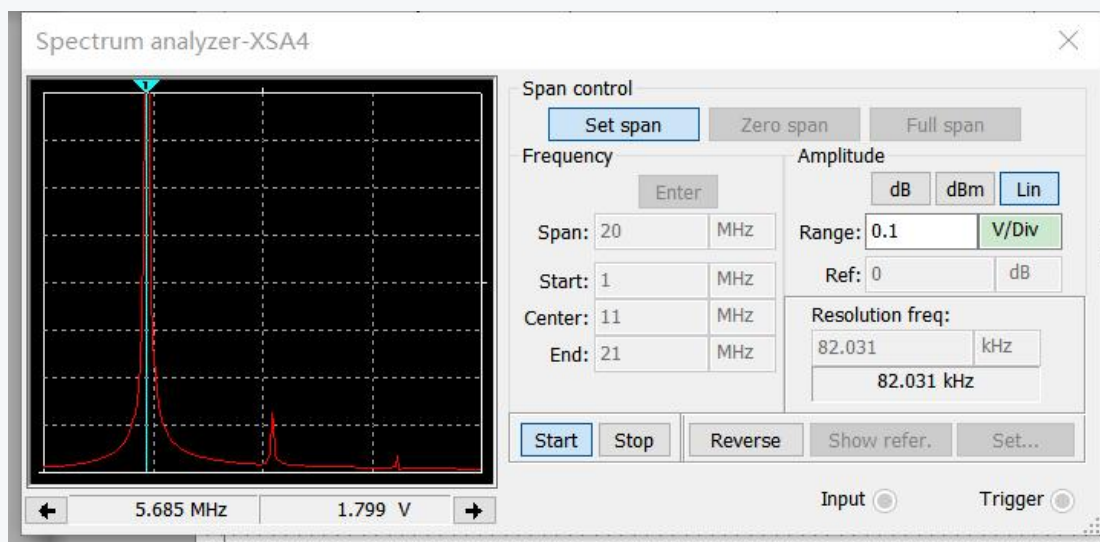
电路为：



输出时域仿真为:

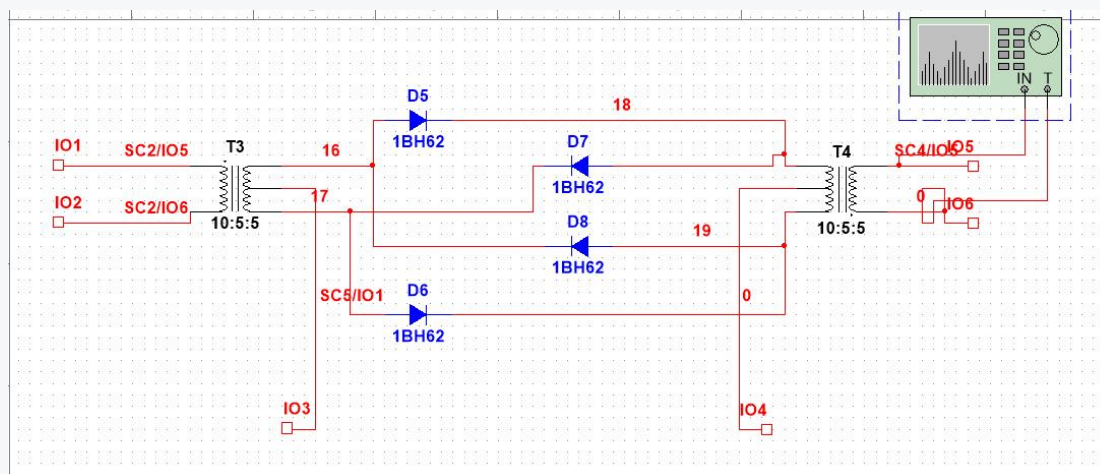


输出频谱仿真为:

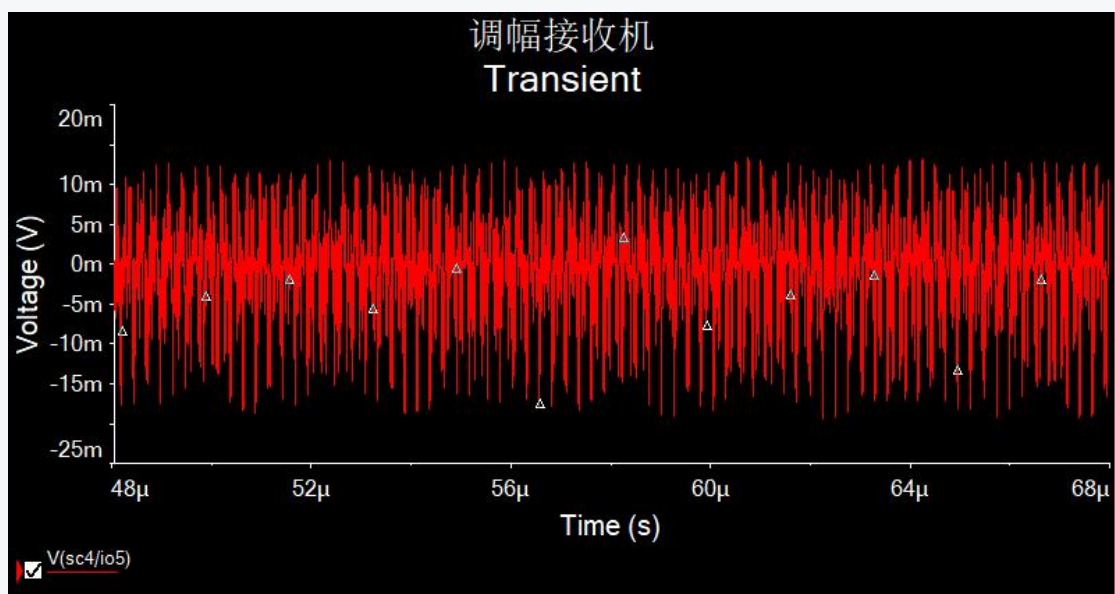


5. 混频器二

电路为:

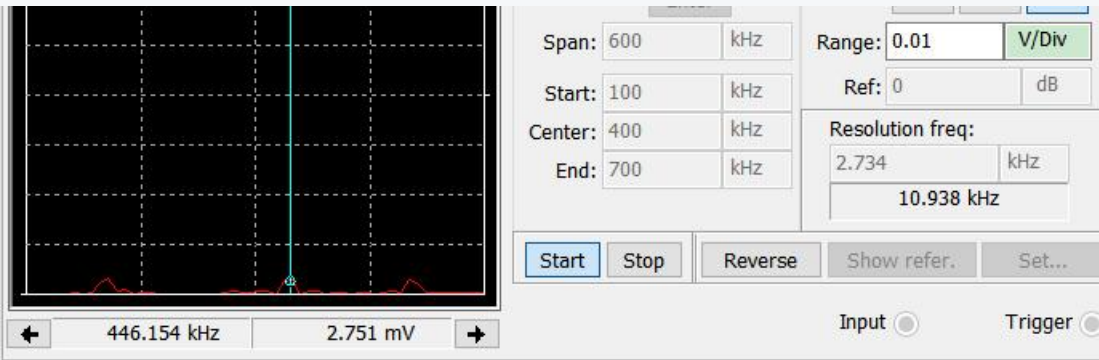


输出时域波形为:



可以看到经过二次混频之后输出波形的中心频率降低。

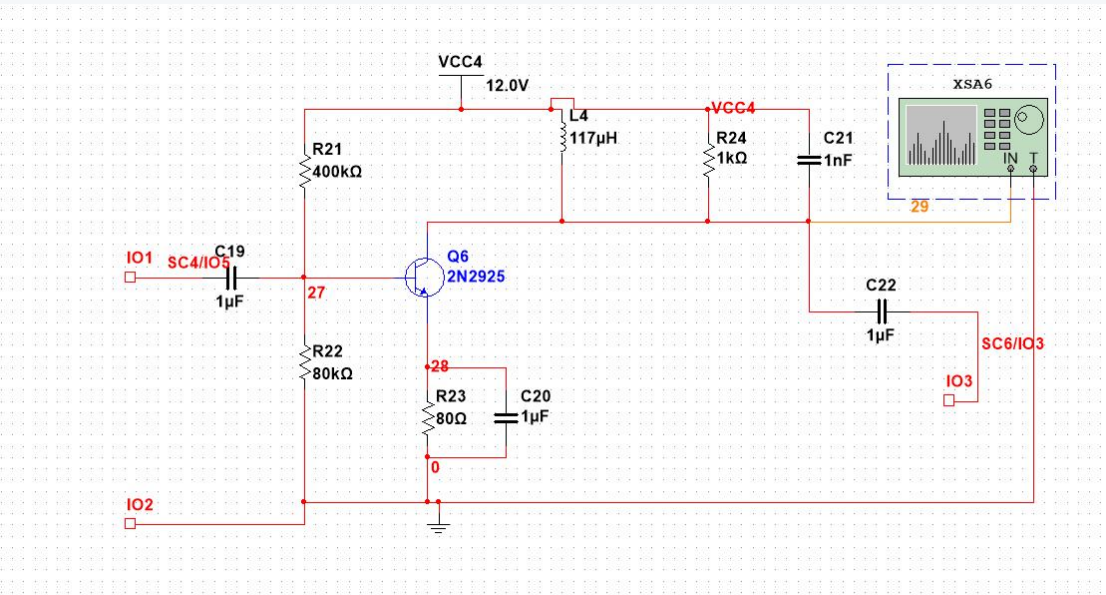
输出频谱波形为：



可以看到频谱关于 446khz 对称存在，符合上课学到的混频知识。

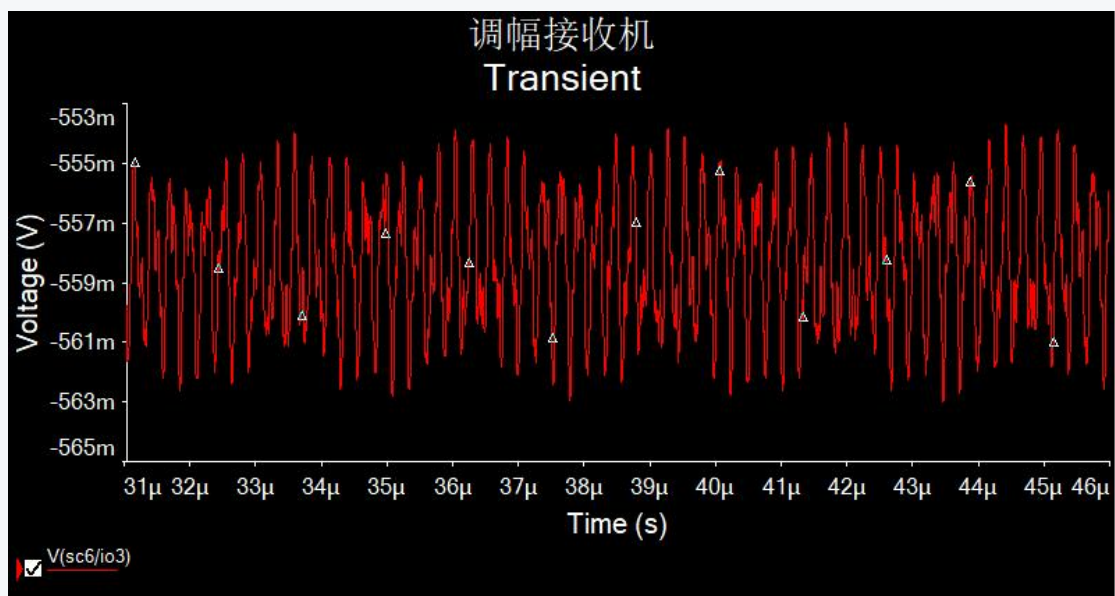
6. 中频放大电路

电路为：

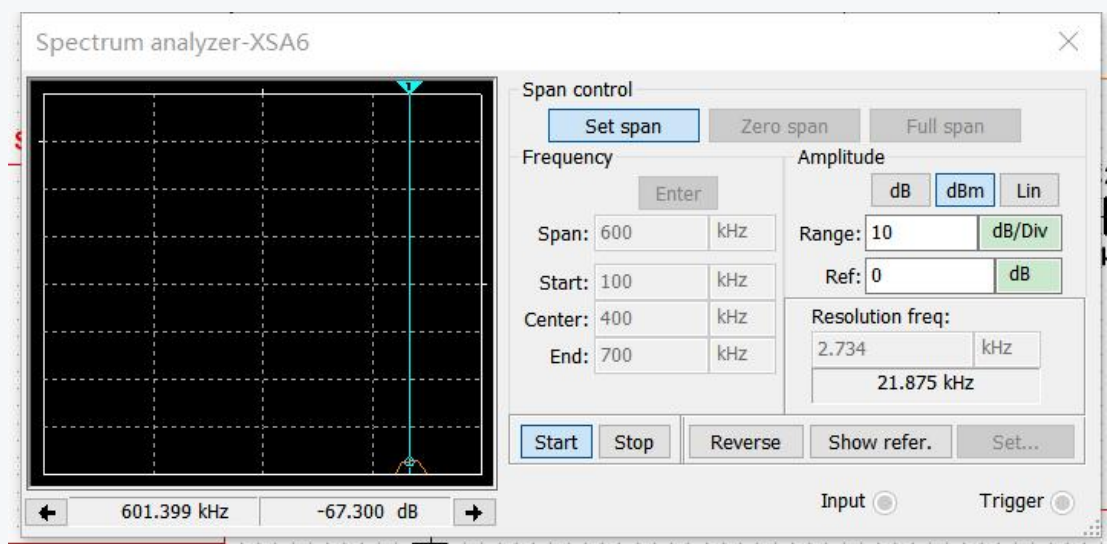


在中频放大回路中增加了 LC 震荡，可以滤除上述混频中出现的其他分量。

输出时域波形为：



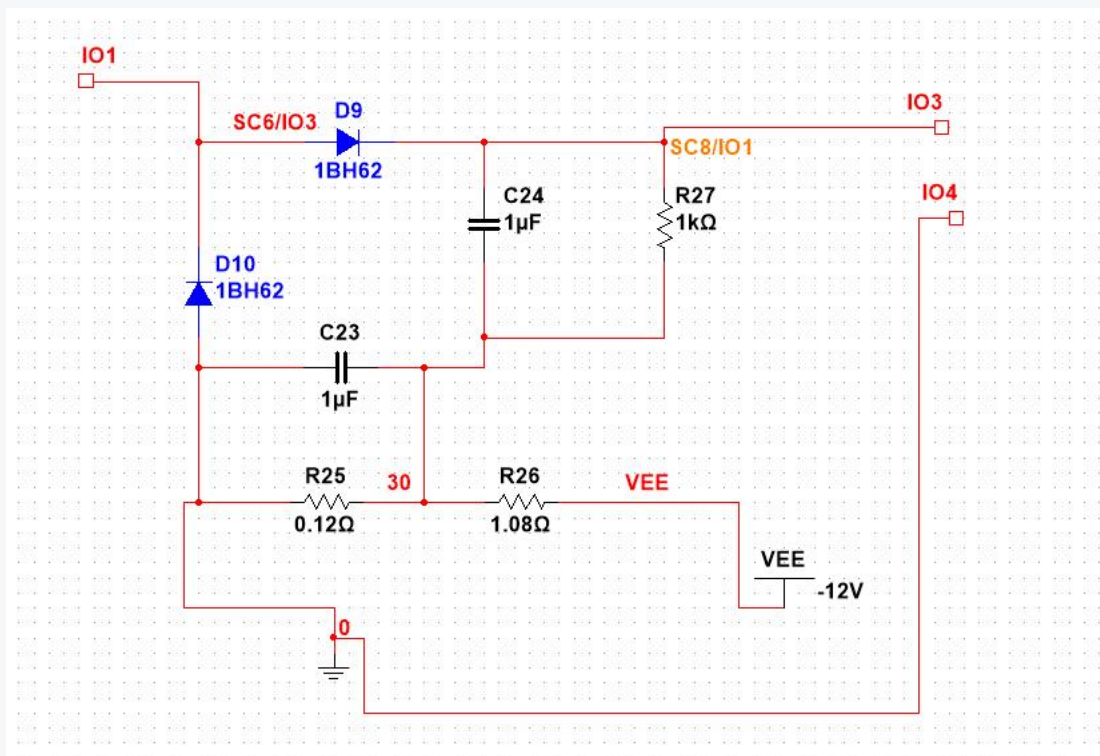
输出频谱波形为：



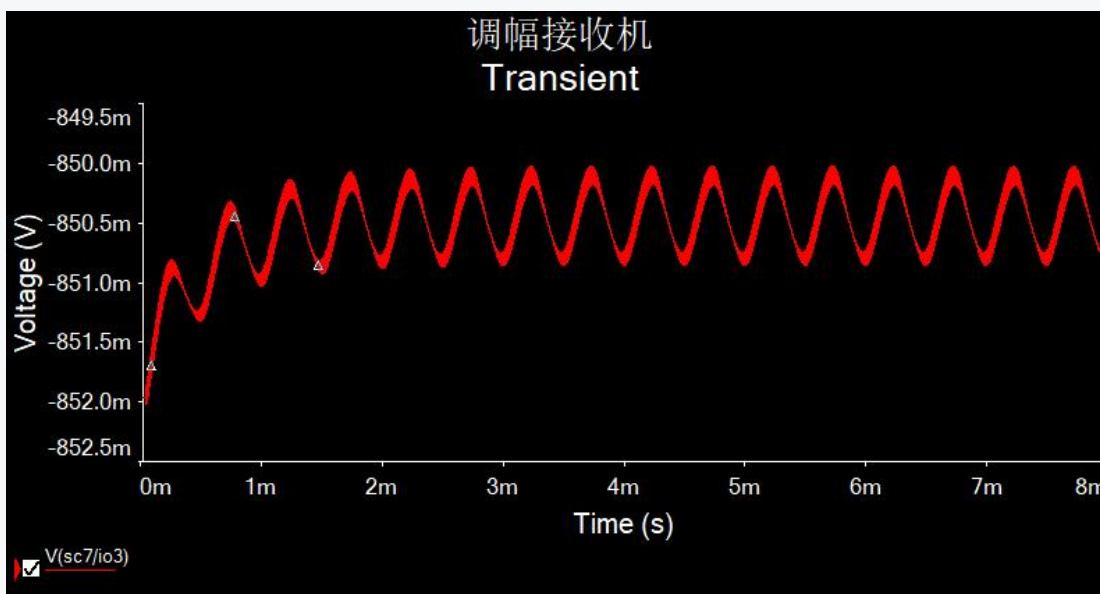
可以看到此时输出的频谱分量中已经没有噪声分量了。

7. 包络检波

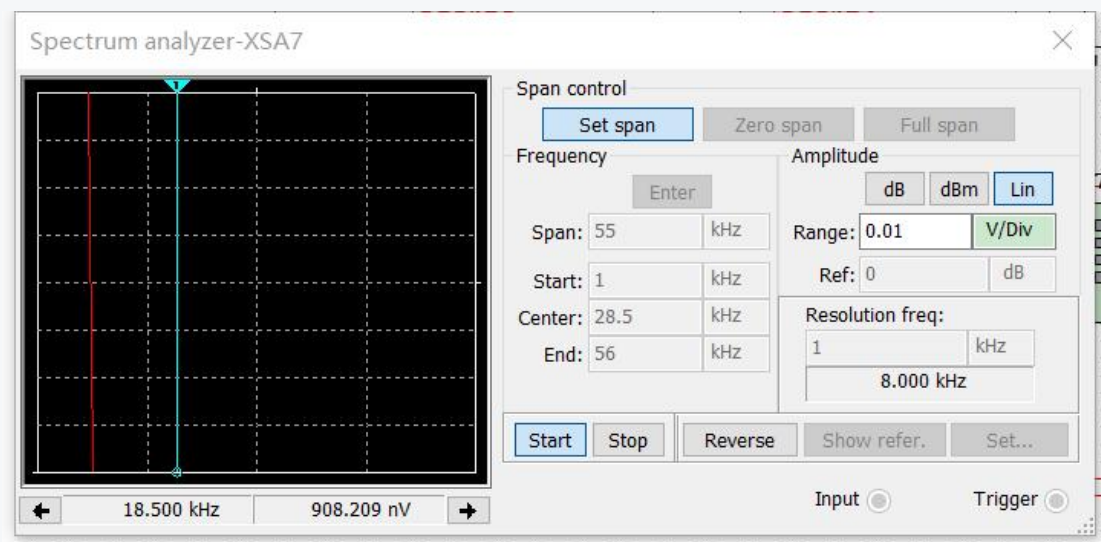
电路为：



输出时域仿真为:



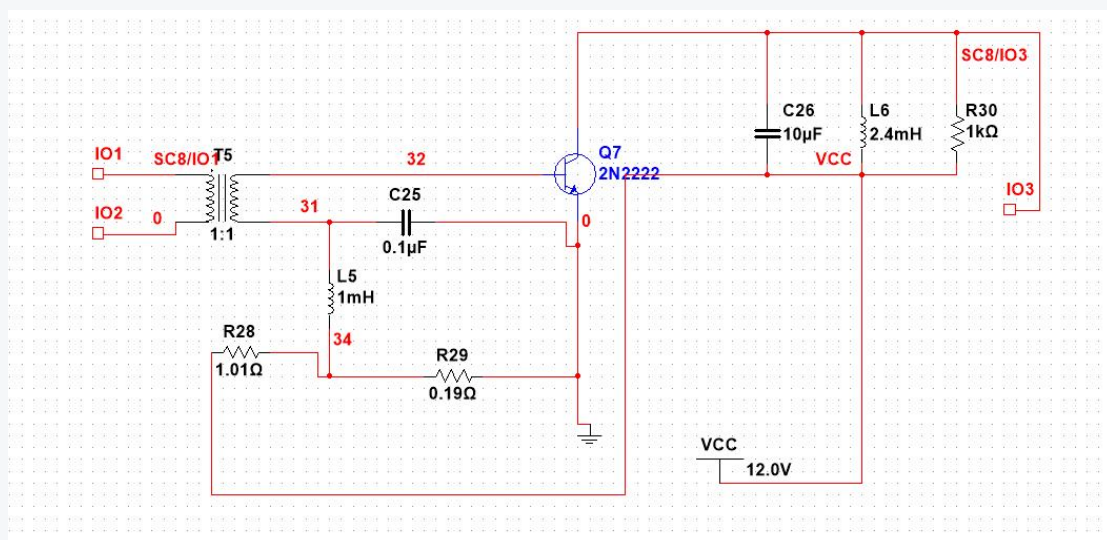
输出频谱仿真为:



可以看到经过包络检波之后的电路输出频谱为单根曲线，为余弦函数。

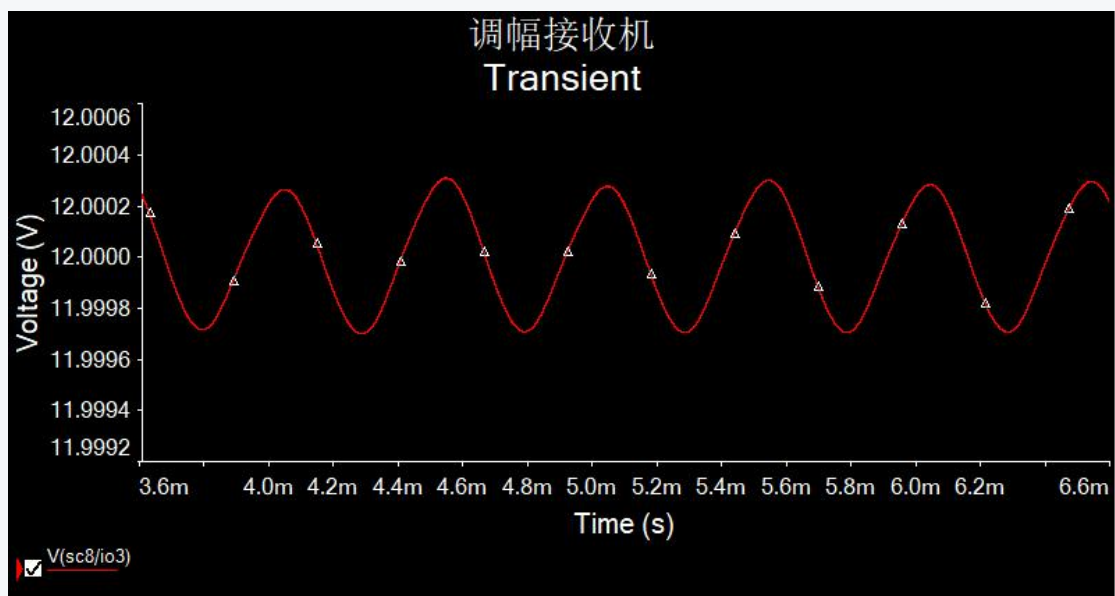
8. 低频放大电路

电路为：

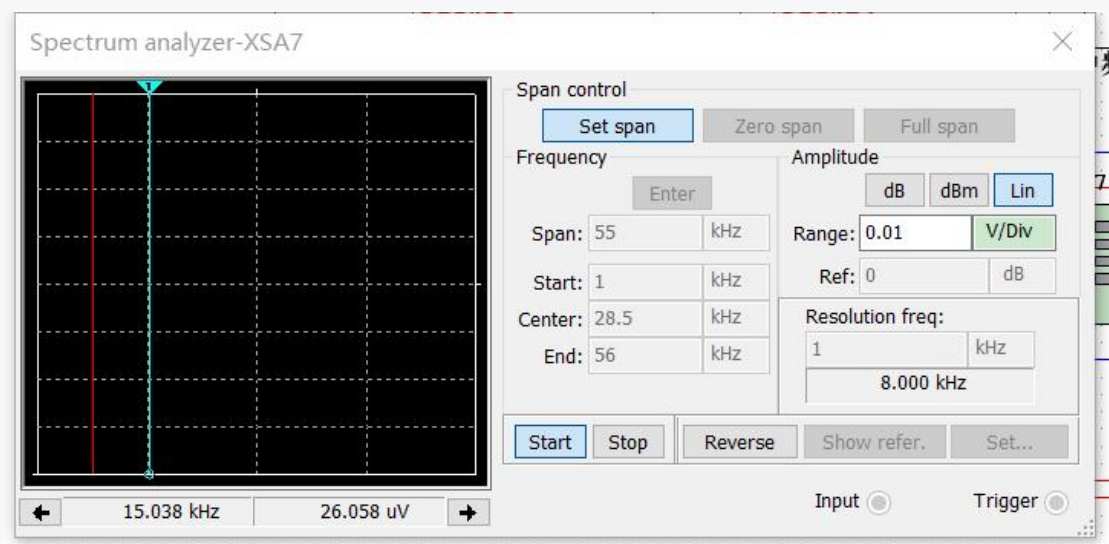


为了使检波的输出效果更好，在包络检波之后级联了一个低频放大电路。输出效果如下所示，可以看到经过放大之后的输出波形是一个完美的余弦函数。

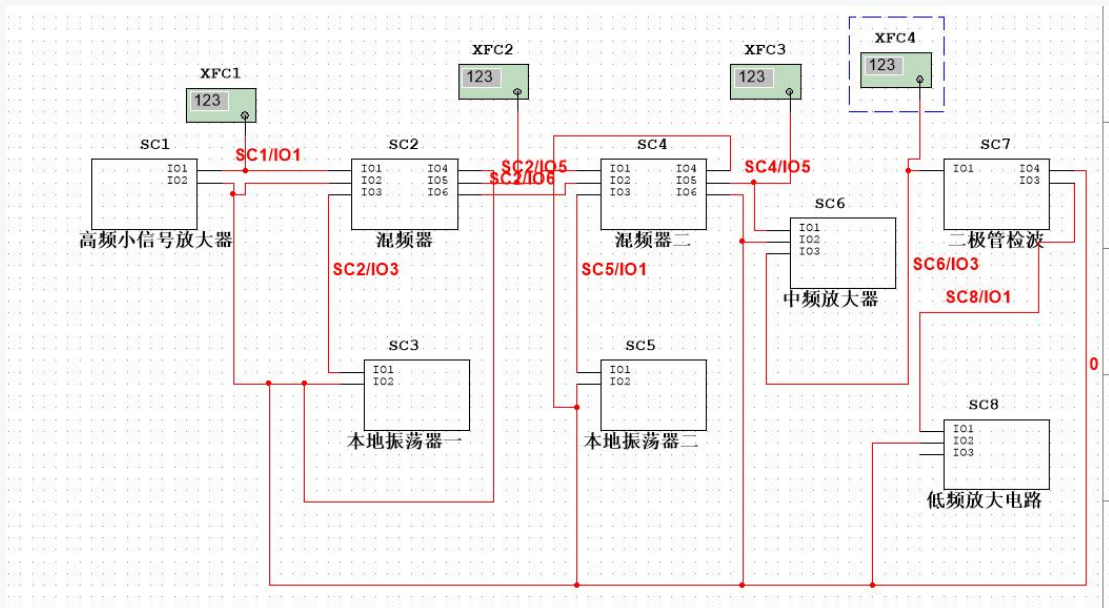
输出时域仿真为：



频谱仿真：



9. 整机电路



（在仿真输出二极管检波的输出的时候可以将 sc7/io3 和 sc8/io1 断开，这样二极管检波输出效果较好。）

六、实验总结

本次实验我学会了一个完整接收电路的搭建，经过自己搭建这个电路对上课学到的知识进行了整体的复习和重现，对检波和混频有了更加深刻的认识。同时在不断改正电路错误和完善电路的过程中，学到了很多東西，可以更加熟练的使用 Multisim 仿真软件进行电路的仿真。