

# Design and Simulation of Automatic Gain Control Circuit

In this project I design a AGC circuit with the aid of Multisim (software), the variable of which could be adjusted according to the specifications(specifications are assigned by course requirement). I have a general idea of feedback control and deeper understanding of physical circuit structure.

## 模拟电路基础课程设计——自动增益控制（AGC）

【设计名称】自动增益控制（AGC）电路的设计与仿真

【设计目的】

- 1 了解自动增益控制电路的原理，并能根据要求的参数进行改进
- 2 学习确定电路参数、修改参数的基本方法
- 3 学会仿真软件 multisim 的使用，用它来辅助电路的学习

【设计原理】

自动增益控制（AGC）电路的作用是能根据输入信号的电压的大小，自动调整放大器的增益，使得放大器的输出电压在一定范围内变化。

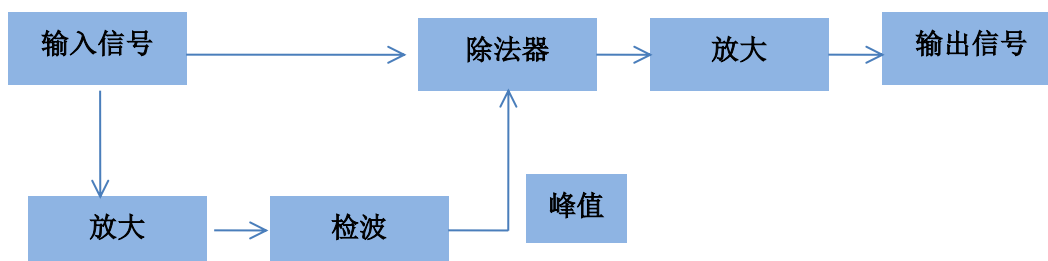
【设计内容】

（一）研究过程：

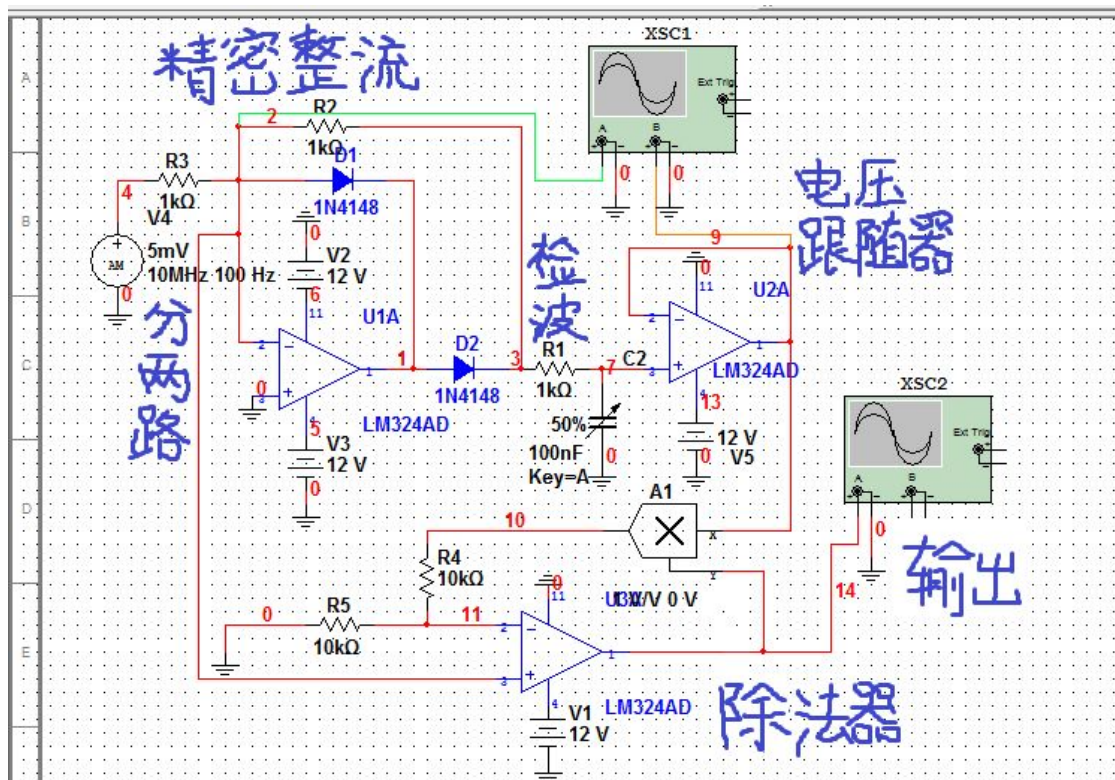
1、最初的思路——原始信号除以包络

输入信号是一个有低频包络的高频振荡信号  $u_i$ ，用检波电路将其包络检出  $u_{ii}$ ，除法器计算  $u_i/u_{ii}$ (振幅大的地方包络值也大，振幅小的地方包络值也小，两者相除的商值可基本稳定)得到振荡幅度较小的信号  $u_{oo}$ ，再经放大输出  $u_o$

原理框图如下：



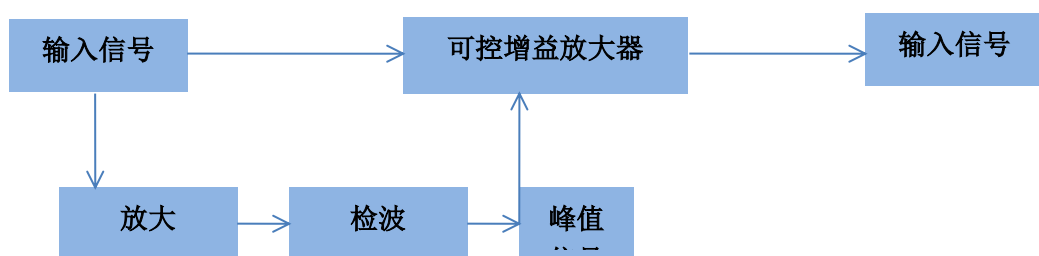
具体实现电路图：



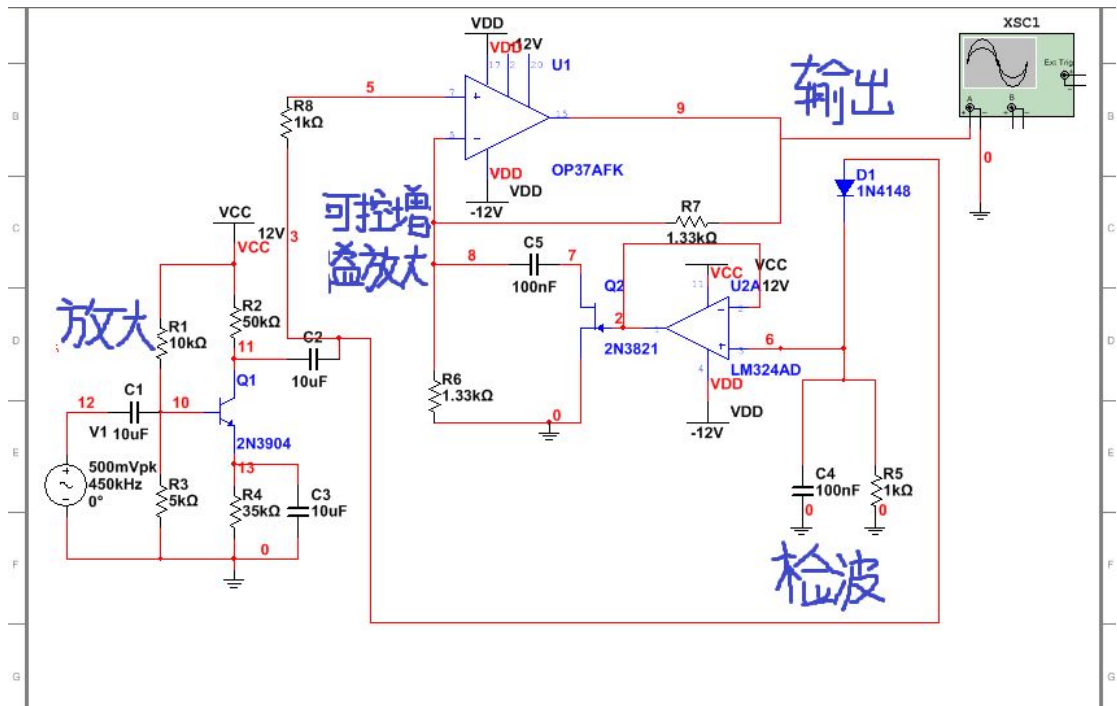
## 2、将除法器改为可控增益放大器

最初的思路是幅值大的包络值大，两者相除稳定。其实也可以将包络值反向对应到增益  $k$  上，包络值大的增益小（即  $u_i$  大的增益  $k$  小），输入信号  $u_i$ ，输出  $k \cdot u_i$  可以稳定。

原理框图如下：

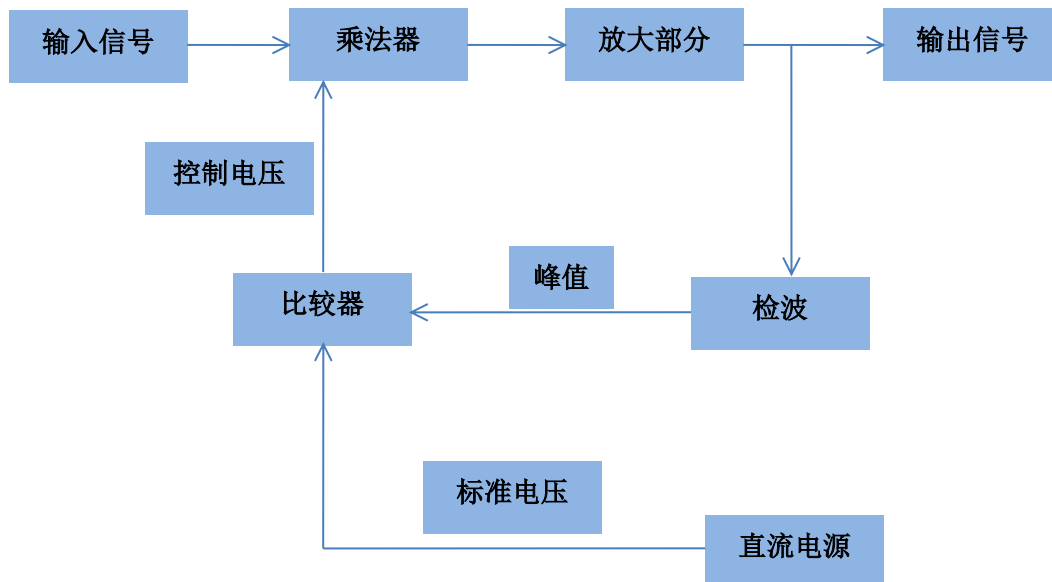


具体实现电路图：



### 3、通过反馈调节增益量实现输出稳定

原理框图如下：

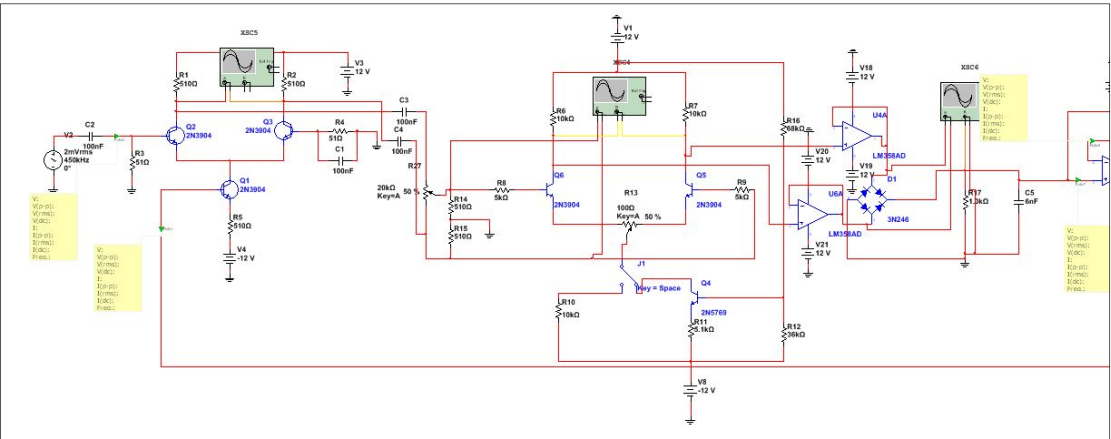
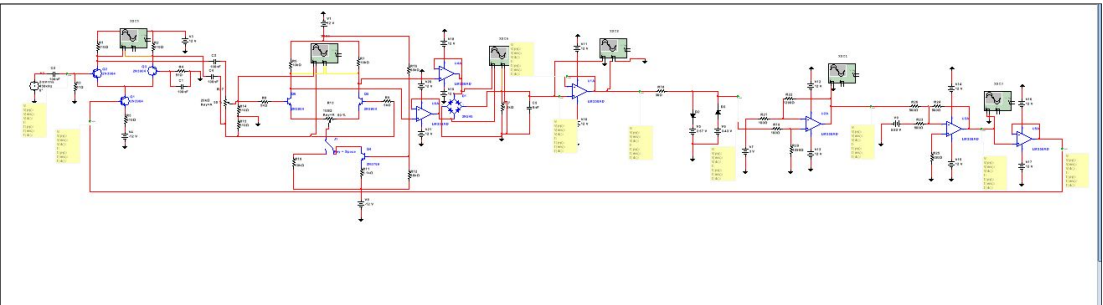
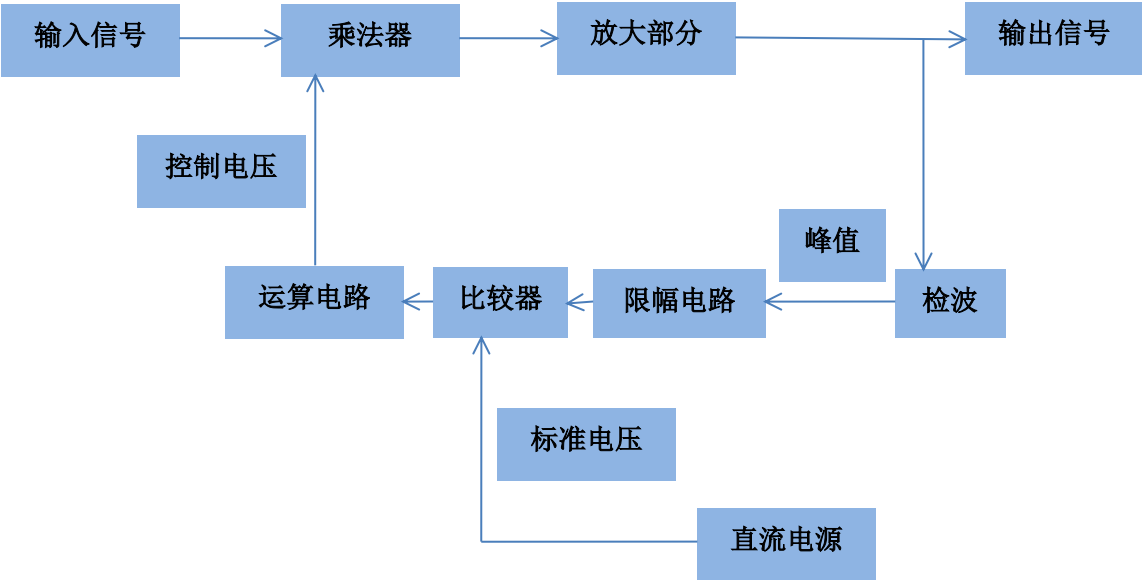


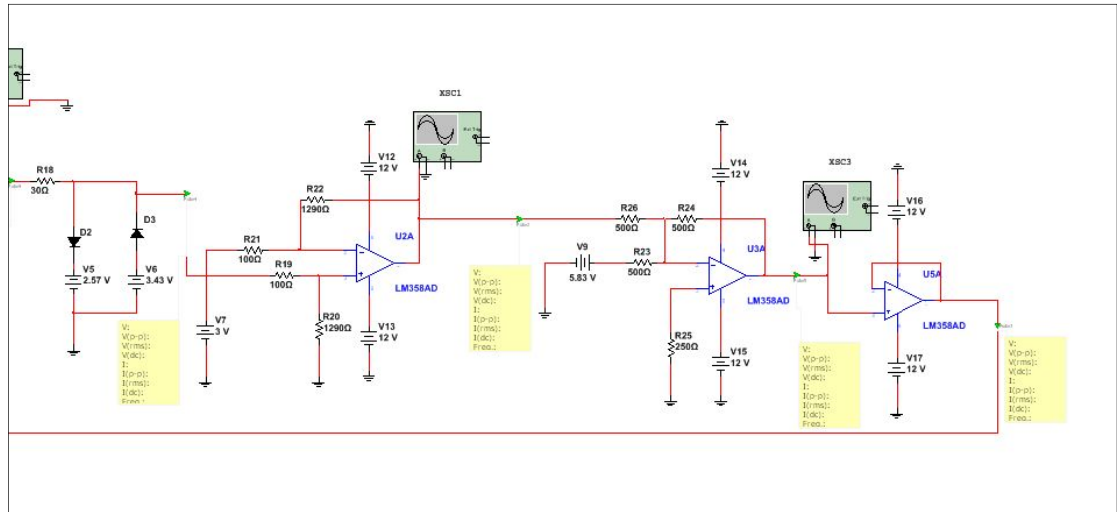
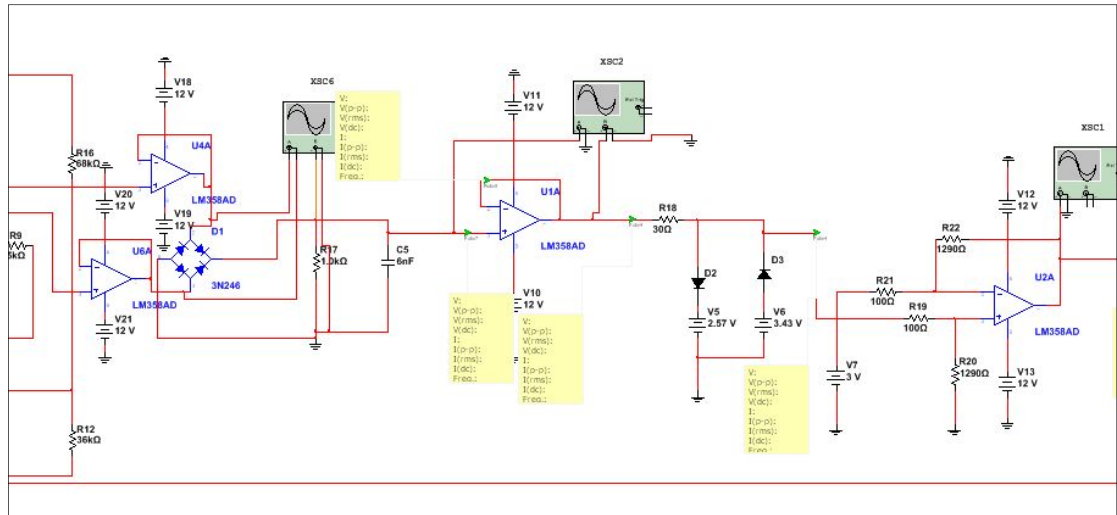
之后经改进，增加了限幅电路和运算电路。

限幅电路可以将超出范围的过小或过大的信号强制改变其输出特性，以保证信号的变化范围与场效应管匹配。

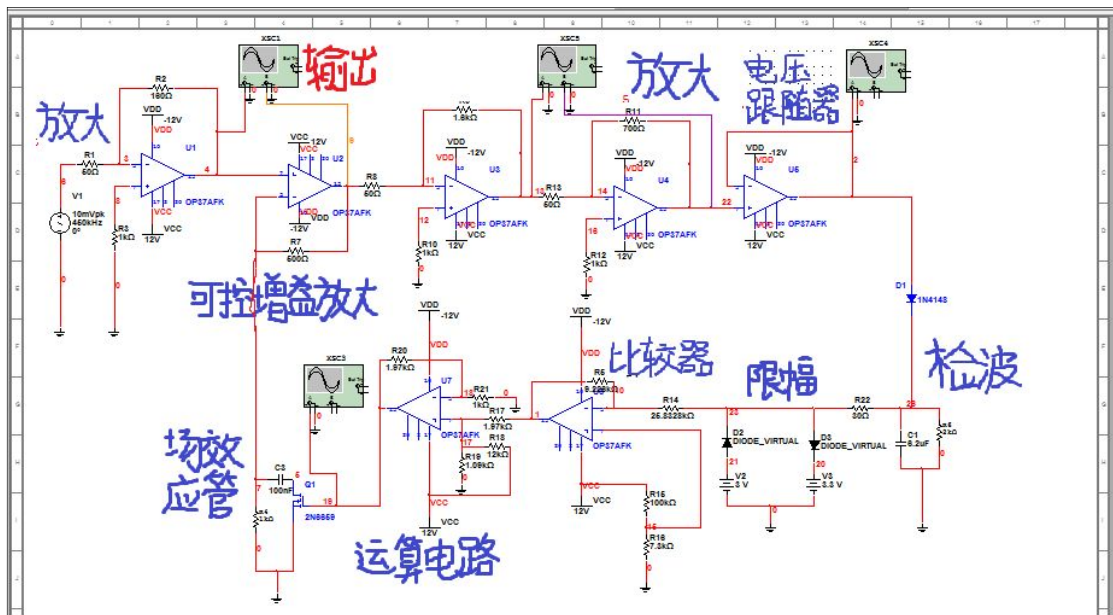
运算电路也是将信号乘一个倍数，使其变化范围与场效应管匹配。

原理框图如下：



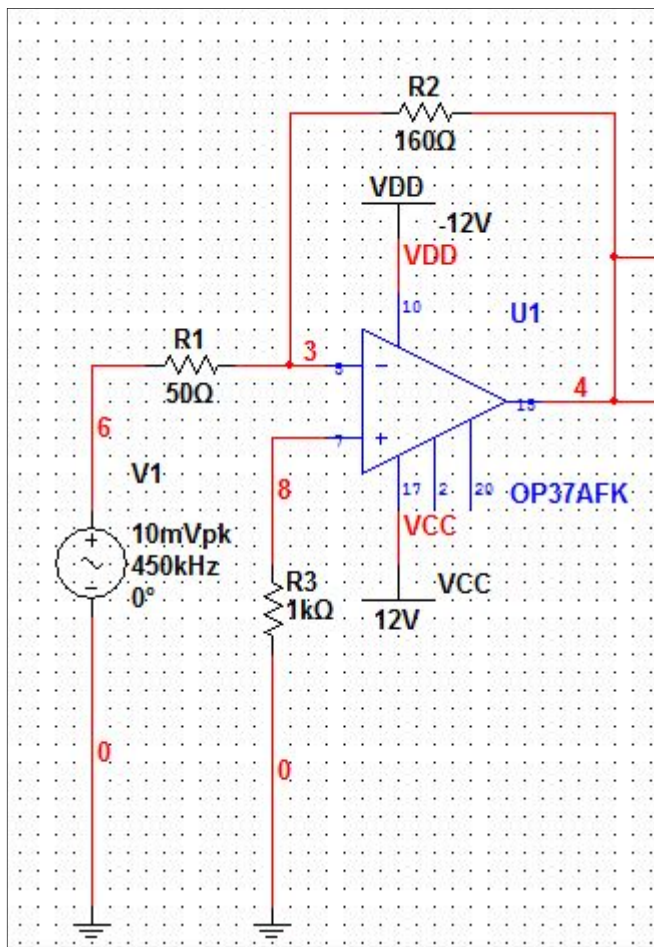


具体实现电路图：



## (二)单元电路的功能与基本工作原理

### 1.放大



由于指标要求中心频率 10.7MHz，所以我们采用了带宽增益积较大的运放 OP37AFK

## 2.可控增益放大器

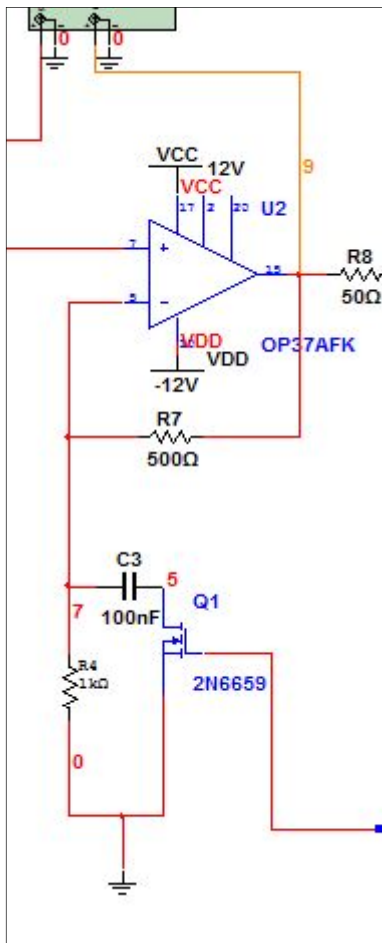
可控增益放大器的功能是在控制电压作用下能够改变放大器的增益。

实际就是对放大器 A 的放大倍数进行自动控制（调节），利用负反馈的原理，对输出信号的幅值进行采样，得到一个控制电压，去反向调节 A 的放大倍数。

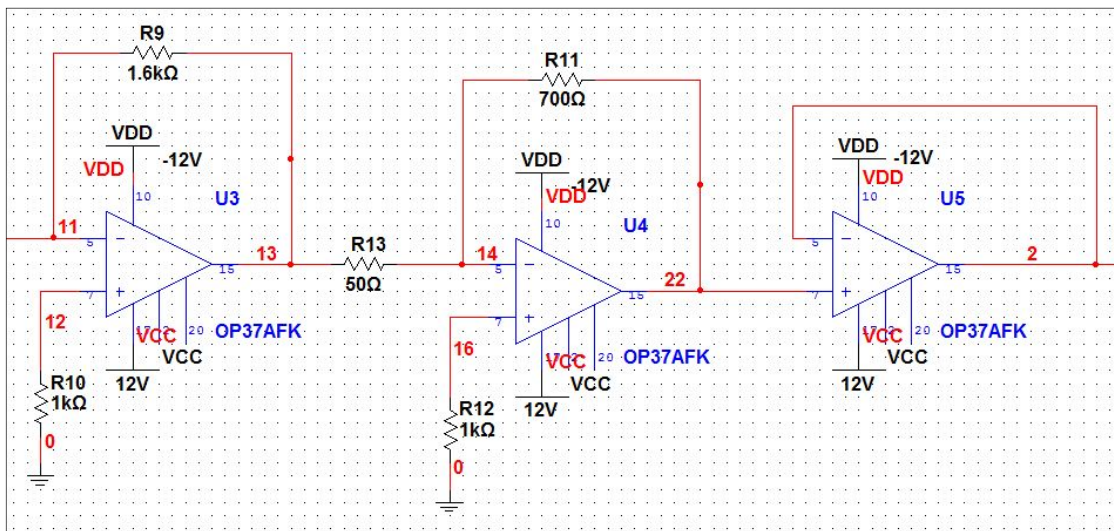
改变放大增益的几种方法

1. 调节晶体管和场效应管的静态工作点
2. 场效应管当做压控电阻
3. 双栅极场效应管





### 3.两级放大器和电压跟随器



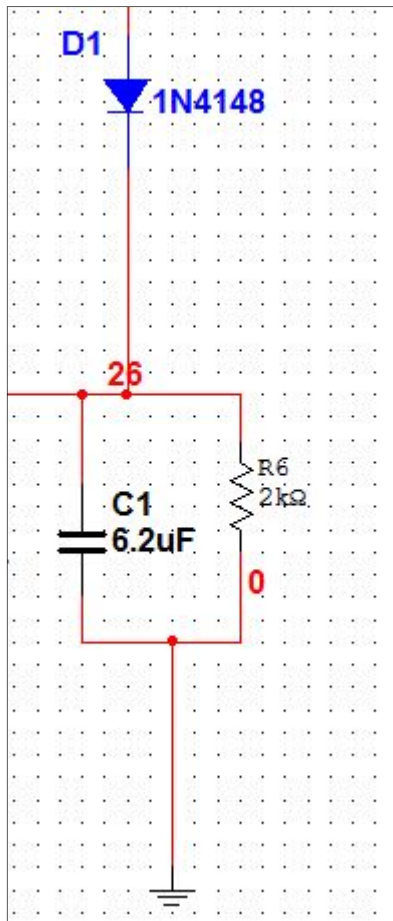
两级反向比例放大器，后面加一个电压跟随器，隔断后级电阻对运放的影响。

$$U_i \cdot A_1 \cdot A_2 = U_o$$

$A_1$  理论值为  $1.6\text{k}\Omega / 50\Omega$ ,  $A_2$  理论值为  $700\Omega / 50\Omega$ , 实际放大值比理论值小一些。



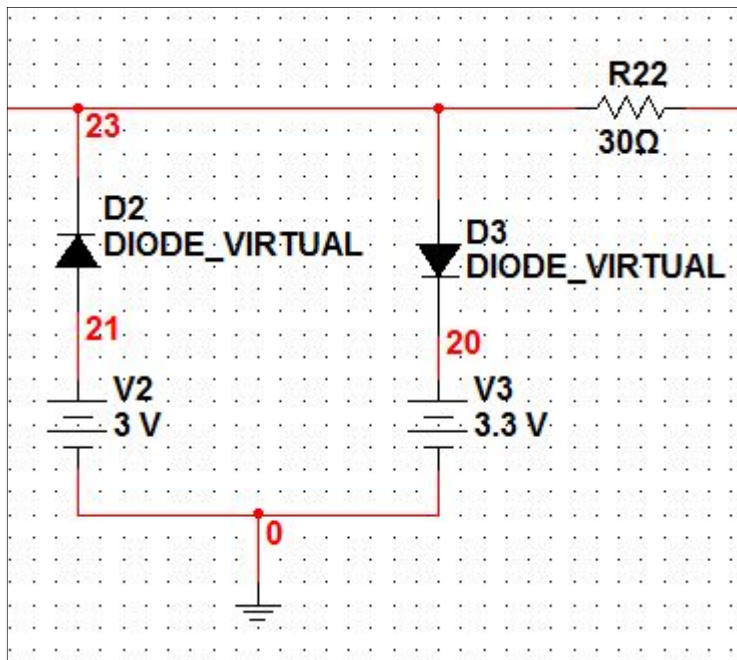
#### 4.检波电路



时间常数  $RC = 2k\Omega * 6.2\mu F = 12.4ms$

$f = 1/RC = 80.65Hz \ll 450kHz$

#### 5.限幅电路

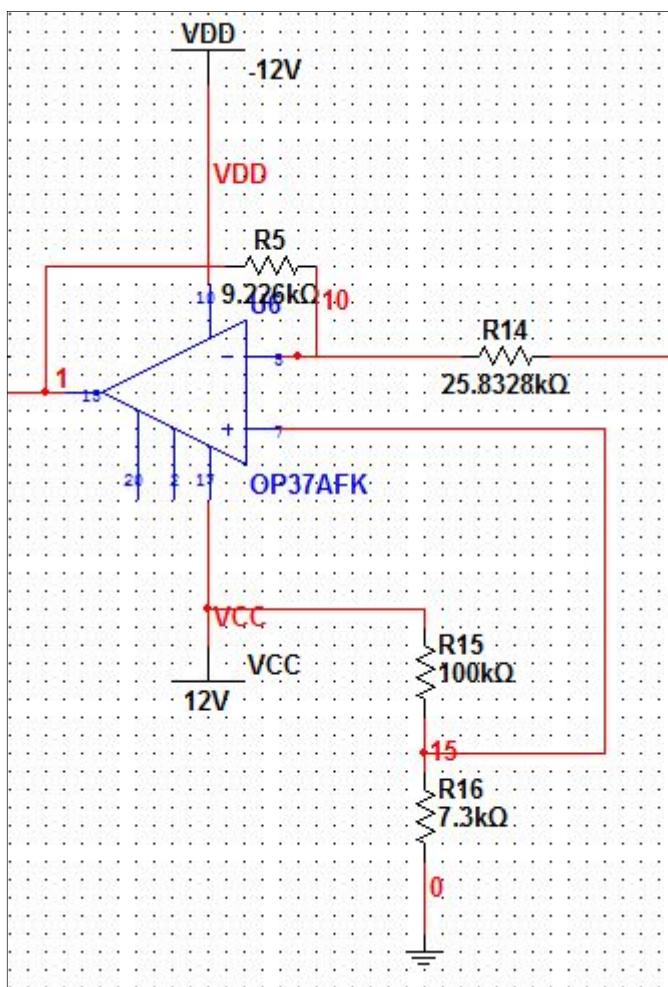


正向二极管导通临界点 节点 23 电压:  $0.7 + 3.3 = 4.0\text{V}$

负向二极管导通临界点 节点 23 电压:  $3\text{V} - 0.7\text{V} = 2.3\text{V}$

两二极管均不导通时, 即  $2.3\text{V} < U < 4.0\text{V}$  时, 电压保持原波形不变。实现限幅。

## 6. 电压比较器



经检波后的直流电压  $U_i$  与给定的基准电压  $U_t$  进行比较，输出误差信号电压  $u_o$ ，当电压比较器增益为  $A$  时，有下列关系式：

$$U_o = A(U_t - U_i)$$

## 7.场效应管

控制电压产生器的功能是将误差电压  $u_e$  变换为适合可变增益放大器需要的控制电压  $u_c$ ，这种变换可以是幅度的放大或电压极性的变换。

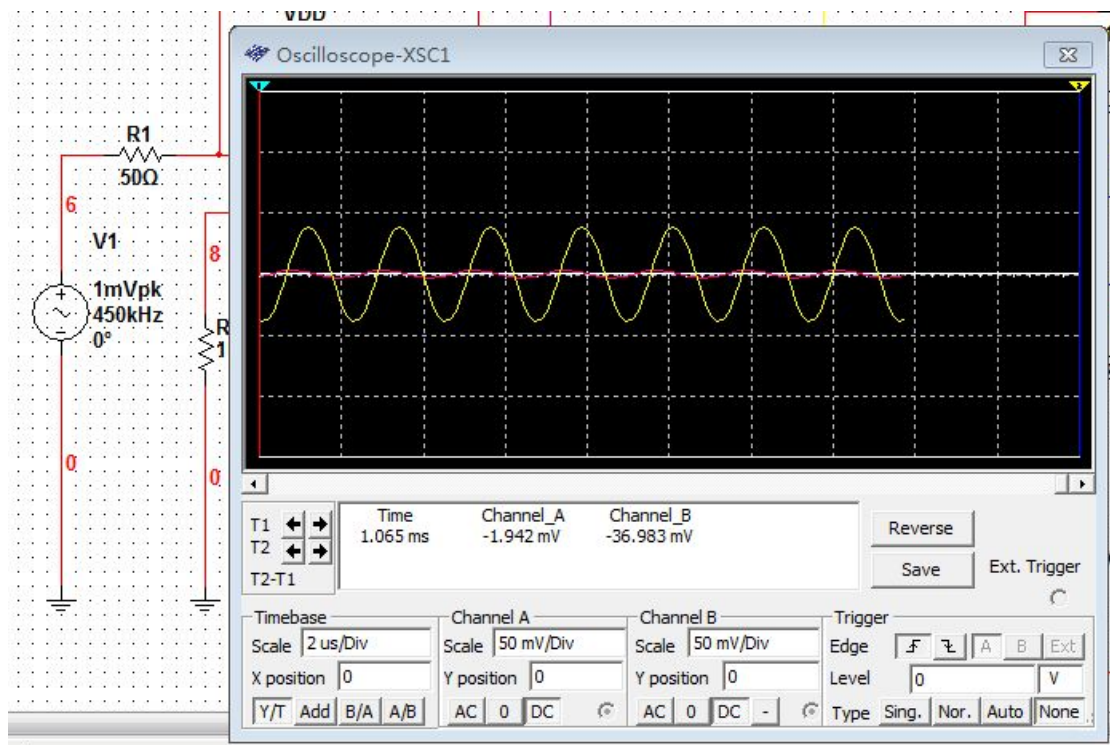
$$u_c = k u_e$$

$k$  为控制电压产生器的变换系数。

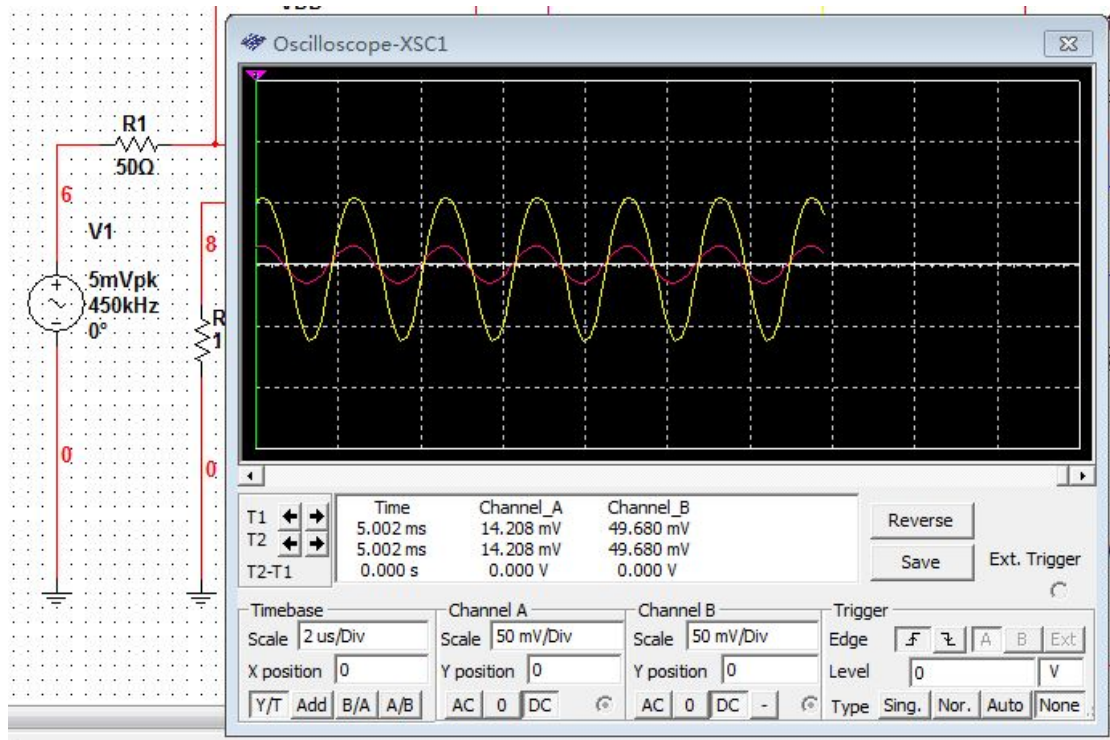
## （三）测试情况及结果分析：

### 1.在 multisim 中测试：

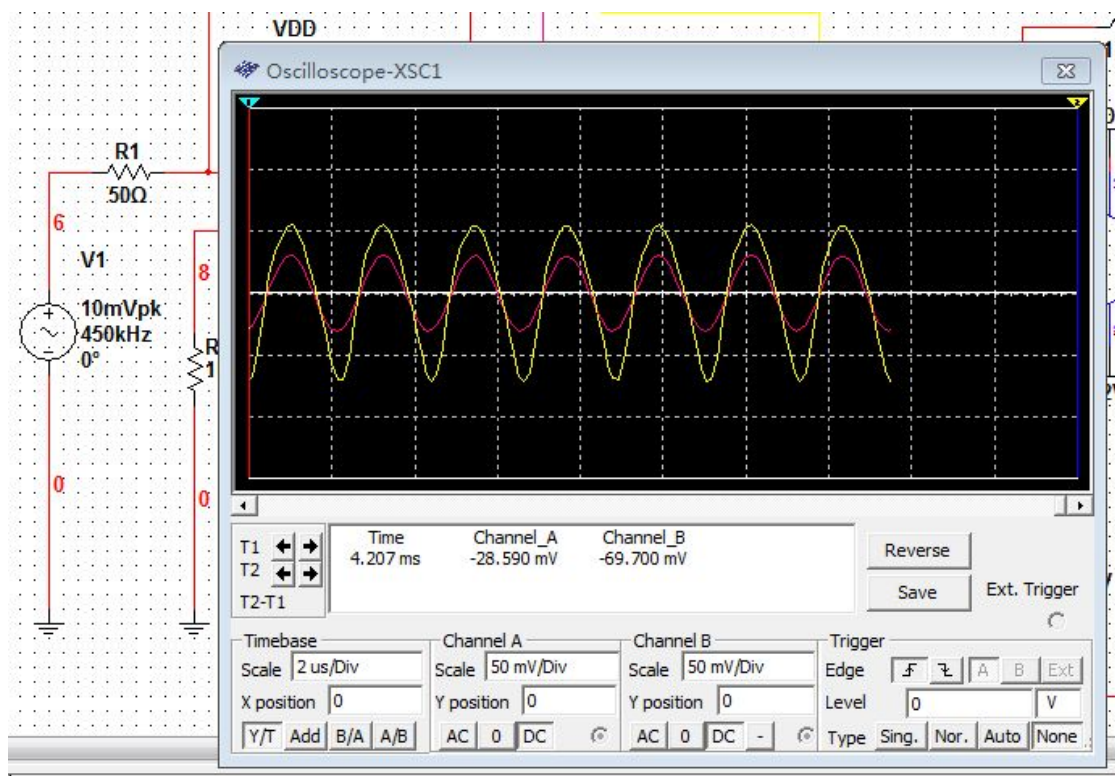
输入 1mv 时：（黄色为输出波形，粉色为输入）



输入 5mv 时：



输入 10mv 时：

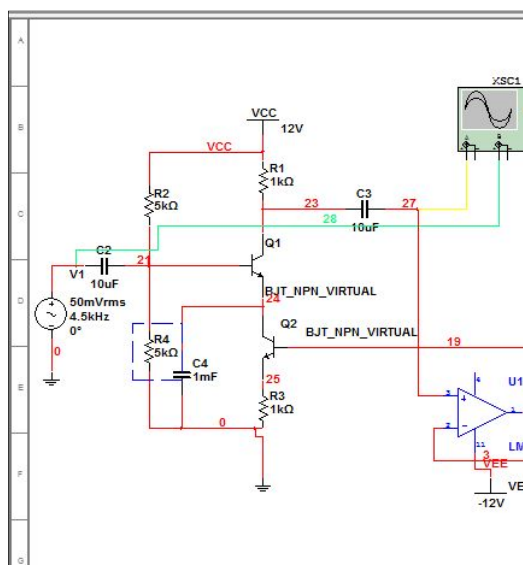


结果分析:

- 1.输入变化时，输出基本稳定，初步具备 AGC 功能。
- 2.但 1mv 和 10mv 时输出基本一致，但 5mv 时略有增大。原因可能是计算时只顾及了“变化范围 10 倍”的两端点处电压值对应，中间场效应管的增益变化幅度可能和输入电压变化幅度不一致。

#### （四）遇到的问题和获得的收获：

1. 我们平常学习实践太少，通过实际设计电路，发现理论与实际差距很大，很多参数实际并实现不了。
2. 掌握了设计电路的基本方法，积累了元器件特性的经验，比如那些管子带宽较宽，哪些输入电阻较大等等。
3. 在仿真过程中，软件（multisim）对某些器件的仿真可能存在某些问题，有时会出现不可能的电压值。说明这个 multisim 软件还有改进的空间，有待研究。
4. 在用“改变晶体管的直流工作状态，以改变晶体管的电流放大系数 $\beta$ ，从而控制增益”这一思路时，电路中可变的电阻很多，ce 间的等效电阻也随输入电流变化，最终依然没有达到需要的变化范围。此处还有待改进。



5. 测试时，有时波形会向上漂移，过一段时间才能落回来。这可能与电路中的电容有关。