

项目一：LC 谐振回路的选频特性分析

实验介绍：LC谐振回路是通信电路中最常用的选频网络。利用三个电流源可以单独或多个分别控制L或LC并联谐振电路，通过示波器观察输出波形各回路选频特性，并对交流进行了分析。仿真电路如图1所示。

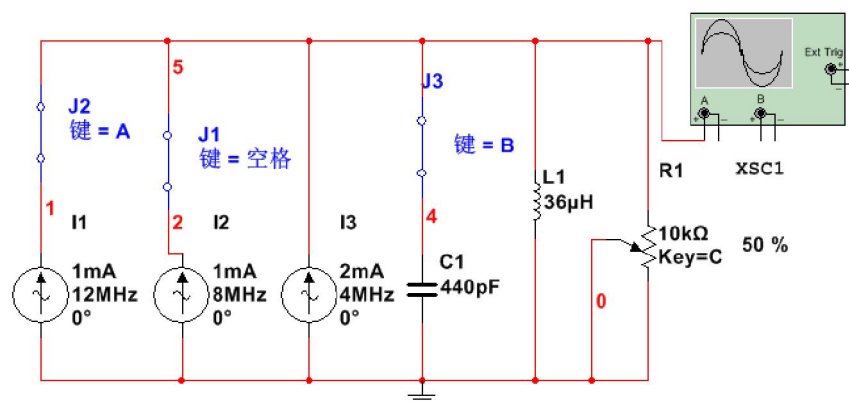


图 1 LC 谐振回路的选频特性分析仿真电路

实验效果：通过 LC 谐振回路的选频特性仿真实例可以看出，Multisim 可以非常便捷地设计各种电路，根据电路的实际情况快速修改元件参数，能在电脑上地对所设计电路性能进行快速仿真分析，采用虚拟的电子仪表可以直观的输出电压、电流和信号波形，通过实时输出的信号波形，可快速调整电路和修改元件参数。与传统的电子电路设计过程相比较，预先通过 Multisim 软件进行电路的设计和仿真，在仿真通过后可直接进行应用，省略了实际电路的搭建和修改，极大地提高了电子电路设计效率和设计质量。

项目二：高频小信号谐振放大器

实验介绍：通过创建小信号单调谐放大电路，信号源幅值为 20mV，频率为 4MHz（根据波特仪 XBP1 所测得），示波器 XSC1 用来观测输入输出信号的波形，对电路的静态工作点及交流进行分析测试单调谐放大器的电压放大倍数。仿真电路如图 2 所示。

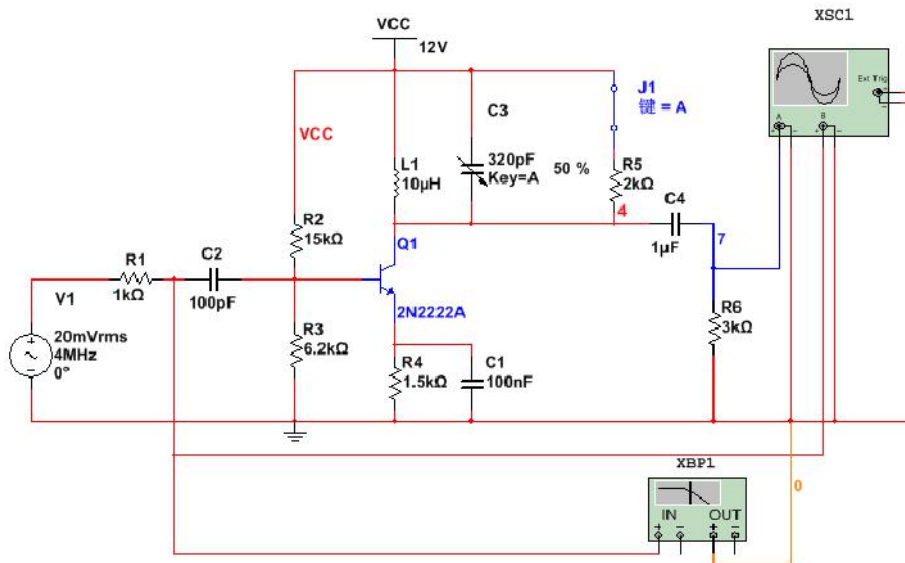


图 2 高频小信号谐振放大器

实验效果：通过对高频电子线路中由LC并联谐振回路构成的单调谐放大器的仿真分析，通过实验观察并测试直流静态工作点、电压放大倍数、回路谐振曲线和单调谐放大器的频率特性曲线，掌握了电路参数的改变对电路性能的影响，进一步理解了电压放大倍数、带宽及品质因数等物理量的意义和测量方法。采用Multisim开发仿真电路实验，可以拓宽学生的思路，从传统的验证性实验过渡到对电路的分析、故障排除和电路的设计，而且不受时间和空间限制，仿真结果准确，图形清晰。

项目三：高频功率放大器

实验介绍：高频功率放大器就是采用RLC并联谐振回路作为负载的放大器。对于靠近谐振频率的信号又较大的增益，由于信号小，可以认为它工作在晶体管的线性范围内，对改变信号源幅值，使功率管工作在临界状态。并对电路的负载特性、振幅特性、倍频特性及傅里叶等进行了分析。高频功率放大器原理仿真电路如图3所示。

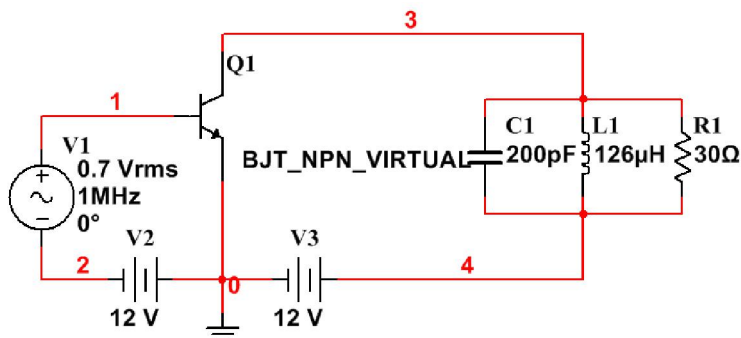


图 3 高频功率放大器仿真图

1、集电极电流 i_c

1) 设输入信号的振幅为 0.7V, 利用瞬态分析对高频功率放大器进行分析设置。要设置起始时间与终止时间和输出变量。

2) 将输入信号的振幅修改为 1V, 用同样的设置, 观察 i_c 的波形。

2、线性输出

1) 要求将输入信号 V1 的振幅调至 1.414V。注意: 此时要改基极的反向偏置电压 $V_2=1V$, 使功率管工作在临界状态。同时为了提高选频能力, 修改 $R_1=30K\Omega$ 。

2) 正确连接示波器后, 单击“仿真”按钮, 观察输入与输出的波形。

3、外部特性

1) 调谐特性, 将负载选频网络中的电容 C1 修改为可变电容 (400pF), 在电路中的输出端加一直流电流表。当回路谐振时, 记下电流表的读数, 修改可变电容百分比, 使回路处于失谐状态, 通过示波器观察输出波形, 并记下此时电流表的读数; 当电位器的百分比为 30%时, 通过瞬态分析方法, 观察 i_c 的波形。

2) 负载特性, 将负载 R1 改为电位器 (60k), 在输出端并联一电压表。根据原理中电路图知道, 当 $R_1=30k$, 单击仿真, 记下读数 U01, 修改电位器的百分比为 70%, 重新仿真, 记下电压表的读数 U02。修改电位器的百分比为 30%, 重新仿真, 记下电压表的读数 U03。说明当前电路各处于放大工作状态。

R1(百分比)	50%	70%	30%
U_0			

3) 振幅特性, 在原理图中的输出端修改 $R_1=30K\Omega$ 并连接一直流电流表。将原理图中的输入信号振幅分别修改为 1.06V 和 0.5V, 并记下两次的电流表的值。

V1(V)	0.7	1.06	0.5
I_{c0}			

4) 倍频特性, 将原理图中的信号源频率改为 500KHz, 谐振网络元件参数不变, 使电路成为 2 倍频器, 通过傅里叶分析, 观察并记录输入与输出波形。

实验效果: 利用 Multisim 软件构建了丙类功率放大器的高频功率放大器, 并对功率放大器的相关性能进行了仿真测试。仿真结果表明: 调谐后丙类功率放大器使其处于谐振状态, 可获得较高的电压增益; 随负载阻抗的增大, 高频功放的工作状态由欠压区过渡到临界状态直至过压区。

项目四: 正弦波振荡器

实验介绍: 振荡器是不需外加信号激励、自身将直流电能转变为交流电能的装置。反馈型 LC 振荡器可构成电感三端式、电容三端式振荡电路, 通过示波器观察比较两种不同电路的输出波形。由于电容三端式振荡电路改变振荡频率时,

反馈系数也将改变，在此基础上构成克拉波和西勒振荡电路，同样通过示波器观察比较两者的输出波形。

1、电感三端式振荡器

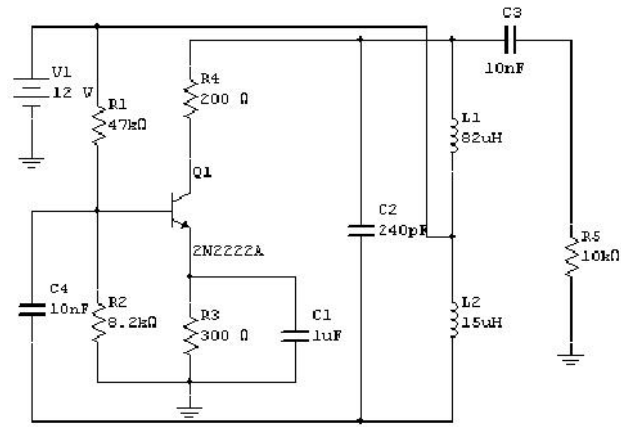
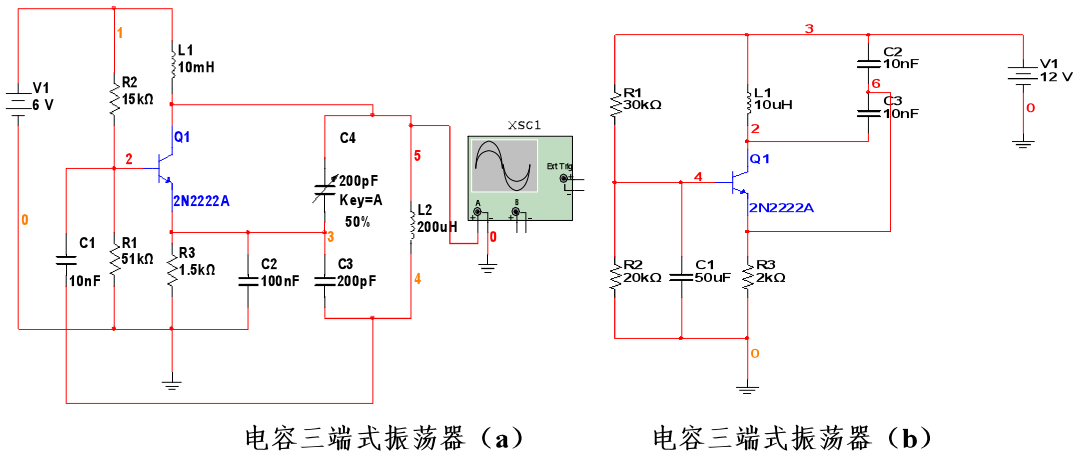


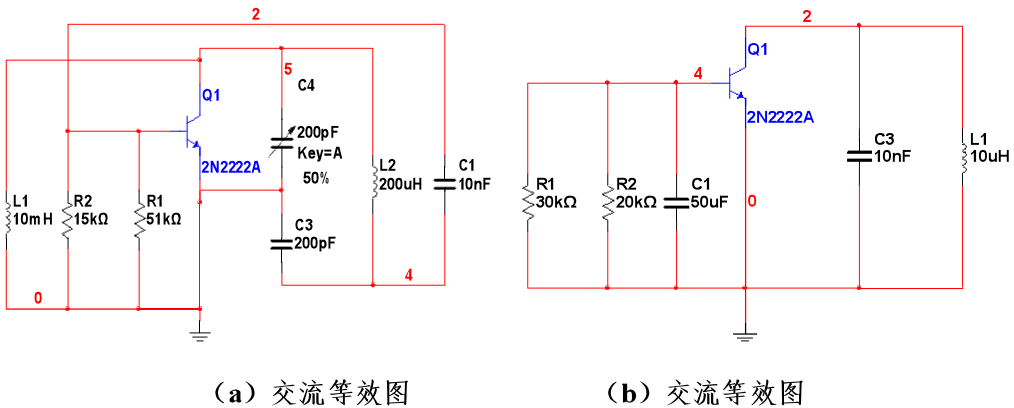
图 4.1 电感三端式振荡器

2、电容三端式振荡器（分别画出 (a) (b) 的交流等效图），通过示波器观察输出波形，与电感三端式振荡器比较。



电容三端式振荡器 (a)

电容三端式振荡器 (b)



(a) 交流等效图

(b) 交流等效图

图 4.2 电容三端式振荡器

3、克拉波振荡器

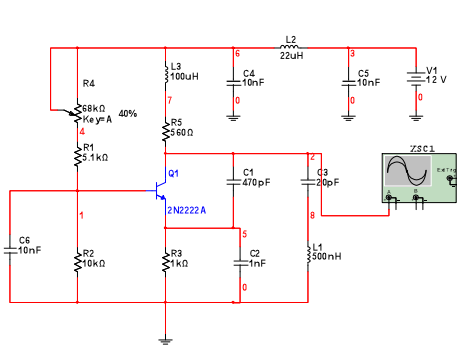


图 4.3 克拉泼振荡器

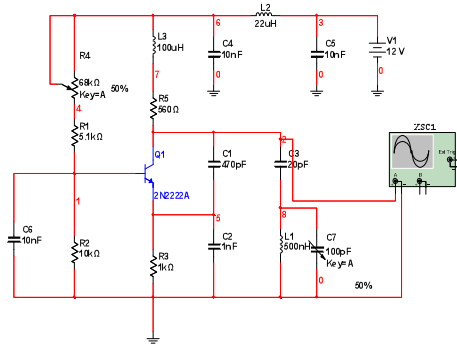


图 4.4 西勒振荡器

4、在该电路的基础上，将其修改为西勒振荡器

实验效果：应用 Multisim 软件对正弦波振荡器进行虚拟实验仿真分析。实验结果表明，虚拟仿真和理论分析及计算结果一致，不但理论联系实际，而且非常贴近工程实践。将 Multisim 软件应用于高频电子线路实验教学，免受实验教学内容和仪器设备的限制，丰富了实验教学内容，拓宽了实验教学的空间，激发了学生学习的积极性，提高了学生的创新意识。

项目五：AM 调制

实验介绍：调幅就是使载波的振幅随调制信号的变化规律而变化。设计不同的 AM 调制电路如低电平调制的二极管平衡调制、模拟乘法器调制、集电极和基极调制电路，通过示波器观察输出波形；抑制载波的双边带调制的二极管平衡和乘法器调制电路，并与普通 AM 波形进行比较。

1、低电平调制

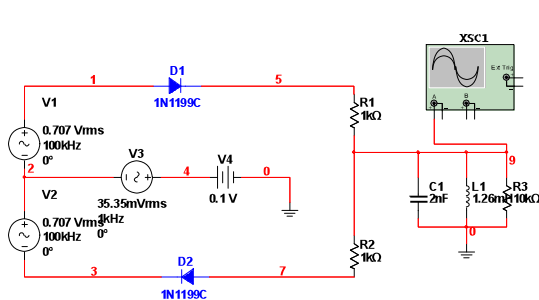


图 5.1 二极管平衡调制 AM 电路

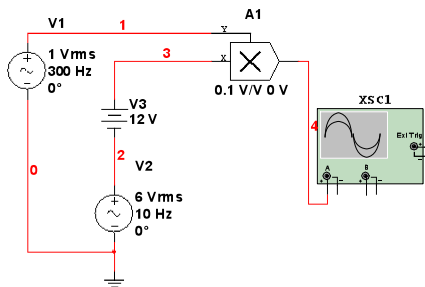


图 5.2 模拟乘法器调制 AM 电路

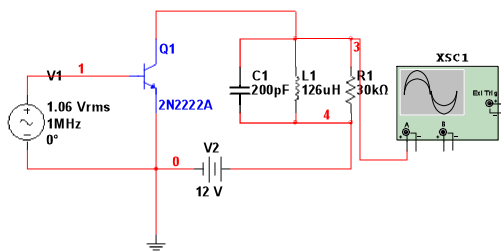


图 5.3 集电极调幅 AM 电路

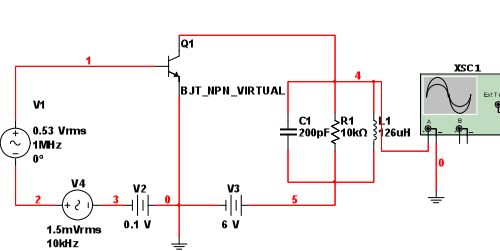


图 5.4 基极调幅 AM 电路

将图 5.3 和 5.4 电路中的 V4 去掉， $R1=30\Omega$ ，再通过示波器观察输出波形，通过瞬态分析，观察集电极电流波形说明此时电路是过压工作状态。（注意：在设置输出变量时，选择 v3 即可）。

2、DSB 调制

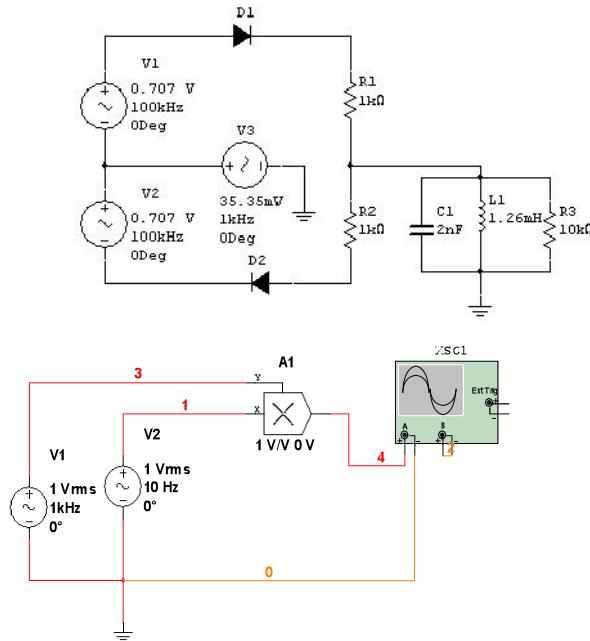


图 5.5 二极管平衡调制 DSB 电路

图 5.6 乘法器调制 DSB 电路

实验效果：应用 Multisim 软件对不同的 AM 调幅电路进行虚拟实验仿真分析。实验结果表明，虚拟仿真和理论分析及计算结果一致，不但理论联系实际，而且非常贴近工程实践。将 Multisim 软件应用于高频电子线路实验教学，免受实验教学内容和仪器设备的限制，丰富了实验教学内容，拓宽了实验教学的空间，激发了学生学习的积极性，提高了学生的创新意识。

项目六：检波

实验介绍：调幅波的检波方法有包络检波、同步检波。设计二极管峰值包络检波器电路通过示波器观察输入、输出波形。设计模拟乘法器和二极管平衡同步检波电路通过示波器观察输入、输出波形。

1、包络检波器

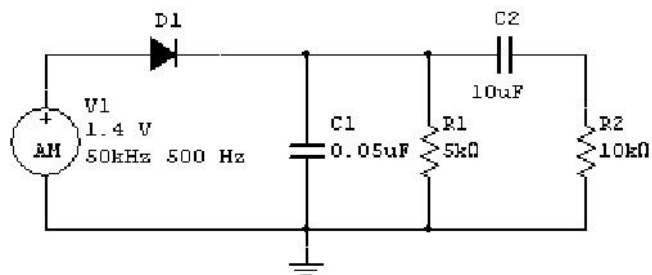


图 6.1 二极管包络检波电路

修改检波电路中的 $C1=0.5\mu\text{F}$, $R1=500\text{K}\Omega$, 再观察输入输出波形的变化。在图 6.1 中修改输入调制信号 V1 的调制系数 $ma=0.8$, 再观察输入输出波形的变化

2、同步检波

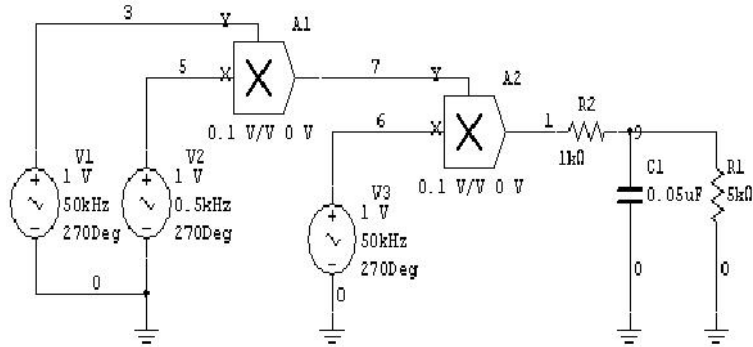


图 6.2 乘法器解调 DSB 电路

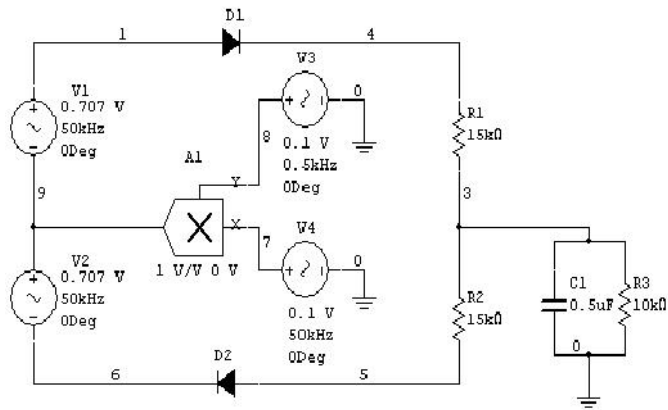


图 6.3 二极管平衡电路解调 DSB

将图 6.3 中的 A1, V3, V4 去掉, 换成 AM 信号源, 振幅为 0.35V, 载频为 50kHz, 调制信号频率为 0.5 kHz, 调制系数为 0.5。再通过示波器观察两个节点的波形。

实验效果: 利用 Multisim 软件构建了二极管峰值包络检波和同步检波的电路, 并对电路的相关性能进行了仿真测试。仿真分析时, 通过示波器观测输出信号波形, 若发现输出信号波形出现明显失真, 可适当改变调制指数。与传统的电子电路设计过程相比较, 预先通过 Multisim 软件进行电路的设计和仿真, 在仿真通过后可直接进行应用, 省略了实际电路的搭建和修改, 极大地提高了电子电路设计效率 and 设计质量。