# 实验4.2.1 高频小信号谐振放大器

## 姓名：史俊洋 学号：202200120219

#### 一、实验目的

1、进一步理解高频小信号放大器与低频小信号放大器的不同。

2、熟悉电子元器件和高频电子线路实验系统。

3、掌握单调谐回路、双调谐回路高频小信号谐振放大器的电路组成、工作原理。

4、熟悉放大器的静态工作点的测量方法。

5、掌握用示波器测试小信号谐振放大器的基本性能的方法及谐振放大器的调试方法。

6、学会用扫频仪测试小信号谐振放大器幅频特性的方法。

7、熟悉放大器静态工作点和集电极负载对单调谐放大器幅频特性（包括电压增益、通频带、Q\_0值）的影响。

8、掌握用Multism分析、测试高频小信号放大器的基本性能的方法。

#### 二、实验仪器与设备

数字双踪示波器、高频毫伏表、频率特性测试仪、万用表、高频信号发生器和实验模块2——高频小信号放大器。

设备编号：25

#### 三、实验原理

晶体管谐振放大器的晶体管基极为正偏，工作在甲类状态，负载回路调谐在输入信号f\_0上。该放大电路能够对输入的高频小信号进行反相放大。LC调谐回路的作用主要有两个：一是选频滤波，选择放大f=f\_0的工作信号频率，抑制其他频率的信号；二是提供晶体管集电极所需的负载电阻，同时进行阻抗匹配变换。

高频小信号频带放大器的主要性能指标有：

（1）中心频率：指放大器的工作频率。它是设计放大电路时选择有源器件、计算谐振贿赂元件参数的依据。

（2）增益：指放大器对有用信号的放大能力。通常表示为在中心频率上的电压增益和功率增益。

电压增益：

功率增益：

增益通常用分贝表示为：

（3）通频带：3dB带宽，用BW0.7表示。它相当于输入不变时，输出电压由最大值下降到0.707倍或功率下降到一半时对应的频带宽度。

（4）选择性：指放大器对通频带之外干扰信号的衰减能力。通常有两种表征方法：

①矩形系数：

理想矩形系数应为1，实际举行系数均大于1。

②抑制比：

四、Multism仿真

1、单调谐回路放大器的性能分析

在Multisim电路窗口中，创建如图1.(a)所示的高频小信号放大电路，其中晶体管Q：选用2N2222A晶体管。单击“仿真”按钮，就可以从示波器中观察到输入、输出信号的波形，如图1.(b)所示

（1）利用Simulate菜单Analyses列表中的“DC Operating Point…”选项进行直流工作点分析，部分测量结果如下图2所示：

（2）放大倍数的计算：利用虚拟示波器的测量波形，计算出该放大器的放大倍数。测量结果如图3所示。

（3）观察负载电阻对电路性能的影响（将的值分别取为10kΩ、100kΩ、∞），而电路性能主要包括中心频率和电压增益，由于改变负载对于谐振频率几乎无影响，因此仅观测电压增益。（部分测量结果如图4所示）

（4）利用虚拟仪器频率特性测试仪测量电路的频率特性，并求出通频带和矩形系数。注意：频率特性测试仪的频率终了值为10MHz，频率初始值为1MHz。

最大电压增益倍数及其对应频率如图5所示，测量通频带如图6所示，求矩形系数如图7所示。

（5）高频小信号谐振放大器的选频作用分析：高频小信号谐振放大器的输入信号频率分别为4MHz及其2、3、8次谐波的频率8MHz、12MHz、32MHz。用虚拟示波器观察输出信号的波形，并分析电路的选频滤波作用。测量结果如图8-1、图8-2、图8-3所示。

2、双调谐回路放大器的性能分析

单调谐回路放大器的矩形系数约为9.95，远大于1，滤波特性不理想。利用双调谐回路作为晶体管的负载，可以改善放大器的滤波特性，使矩形系数减小到3.2。在Multisim电路窗口中，创建如图9.a所示的双调谐高频小信号放大电路。单击“仿真”按钮，就可以从示波器中观察到输入、输出信号的波形，如图9.b所示。

图 9.a 双调谐高频小信号放大电路

图 9.b 得到的输入输出波形

（1）放大倍数的计算：

可知，双调谐回路电压增益比单调谐回路大。

（2）利用虚拟仪器频率特性测试仪测量电路的频率特性，并求出通频带和矩形系数。测量最大增益及其对应频率如图10-1所示，而通频带和矩形系数的测量如图10-2，10-3所示。

（3）高频小信号谐振放大器的选频作用分析：高频小信号谐振放大器的输入信号频率分别为4MHz及其2、3、8次谐波的频率8MHz、12MHz、32MHz。用虚拟示波器观察输出信号的波形，并分析电路的选频滤波作用。

下图11-1、11-2、11-3分别为4MHz、8MHz、12MHz、32MHz时的输入输出图像：

#### 五、实验任务

弄清图4.2.7所示的实验电路的工作原理。熟悉模块2的电路布局，识别电路中的带宽，元器件及其作用、参数值，完成如下操作：

(1)测量并调整单调谐回路谐振放大器(工作频率为4MHz)的静态工作点，将结果记录在自拟表格中(参见表4.2.1)。由于实验过程是依靠电位器进行调节的，因此无法得到确切的，因此仅测量几个值，并在最后调节出一个适宜的静态工作点即可。部分测量图如图12-1所示，调节的静态工作点如图12-2所示，所测量的结果如表2所示。

测试条件：

(2)观察单调谐回路谐振放大器(工作频率为4MHz)的输入、输出信号波形，注意幅度变化和相位关系。此时应调节回路元件至谐振状态，计算谐振电压放大倍数。（所得的波形图如图13所示）

图 13 谐振时（放大倍数最大时）的输入输出波形图

(3)用频率特性测试仪直接观察幅频特性曲线和相频特性曲线，测量3dB带宽。应注意以下两点：扫频仪的连接，扫频仪的中心频率应在信号频率上。

测量方法及条件如下：

①将扫频仪的输出加到放大器输入端，把放大器的输出接到扫频仪输入端，此时扫频仪屏幕上将有膨起的曲线。

②显示的曲线为谐振放大器幅频特性曲线，由曲线可以得到放大器的中心频率及通频带。（中心频率及其增益如图15-1所示，而3dB频率如图15-2所示）

(4)测量缝-峰值下降至0.1倍处的频率，计算调谐回路的矩形系数。（无法得到增益衰减20dB的图像，但可得到中心频率4MHz附近最低点的频率，如图16-1，16-2所示）

(5)讨论负载对放大器频率特性的影响：当输入信号电压V；=5mV，回路两端所接的阻尼电阻分别为∞(开路)、100kΩ、51kΩ、10kΩ(分别由2R05、2R06、2R07控制)时，讨论放大器的频率特性(带宽、谐振增益)受阻尼电阻的影响。（不同负载情况下的最大增益如图17-1，17-2，17-3所示）

(6)用示波器观察耦合电容对双调谐回路放大器幅频特性的影响：调节电容2C04，观察波形的变化过程，说明此电容的作用。（如图18-1，图18-2所示）

(7)采用频率特性测试仪测量双调谐回路放大器的幅频特性和相频特性，测量3dB带宽，并与(4)中的结果进行比较。（部分测量结果如图19-1、图19-2所示）。

(8)测量峰-峰值下降至0.1倍处的频率，计算调谐回路的矩形系数。此电路无法调节至增益下降20dB处，但可得到中心频率处电压增益最低点对应的频率。（部分测量结果如图20所示）

#### 六、思考题及其回答

1、图4.2.5所示电路中电容C9的作用是什么？

2、用示波器观察输出信号的波形时，以何种特征作为回路谐振状态的标志？

3、单调谐回路谐振放大器的电压增益与哪些因素有关？改变阻尼电阻的阻值时，放大器的增益、通频带如何变化？

4、若要实现阻抗匹配，实验电路应如何连接？

#### 七、实验总结与收获