

电子技术实验 III 实验报告 1

学号：PB21511897 李霄奕；PB21511894 丁书平 试验台：4 号台 时间：2023/11/3

1. 实验题目

调谐放大器

2. 实验原理

1. 调谐放大器的基本概念

高频窄带、具有放大，选频和滤波作用、集电极负载是并联谐振回路、耦合谐振回路或集中选频滤波器、工作于线性状态

2. 单调谐放大器

- 1) 输入回路：输入变压器，用于隔直、耦合交流、阻抗匹配与变换。
- 2) 放大电路：晶体管 Q，用于电流控制、放大。
- 3) 输出回路：LC 并联谐振回路，用于选频、阻抗变换。

3. 单调谐放大器幅频特性及性能指标

- 1) 谐振电压放大倍数： $Av_O = U_O / U_i$
- 2) 谐振频率： $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
- 3) 通频带： $\Delta f = f_H - f_L = 2\Delta f_{0.7} = \frac{f_0}{Q_L}$
- 4) 矩形系数： $k_{r0.1} = \frac{2f_{0.1}}{2f_{0.7}}$

4. 双调谐放大器

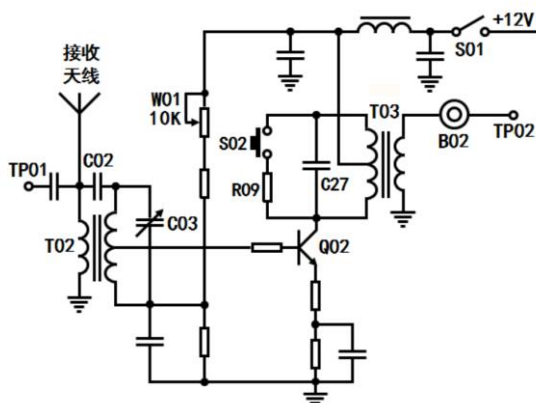
集电极负载采用两个相互耦合的谐振回路，目的是改善矩形系数。

5. 双调谐放大器幅频特性

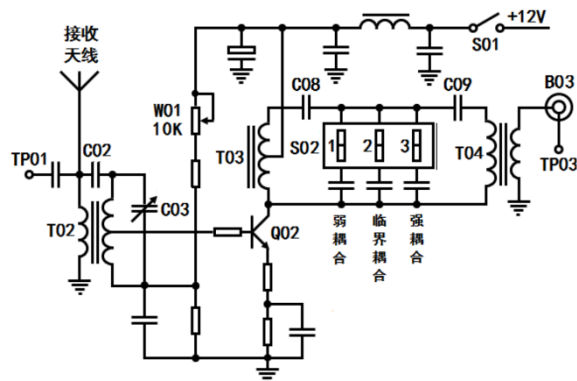
- 1) 弱耦合 $\eta < 1$
- 2) 临界耦合 $\eta = 1$
- 3) 强耦合 $\eta > 1$

3. 实验电路

1. 单调谐放大器:



2. 双调谐放大器:



4. 实验数据

1) 单调谐放大器

a) 频域测量

中心频率: 10.245Hz (图 1)

幅值: 72.72mV (图 1)

3dB 带宽: 850kHz (图 2)

20dB 带宽: 10.5kHz (图 3)

电压增益: 18.58dB (图 4)

矩形系数: $K_{r0.1}=12.35$

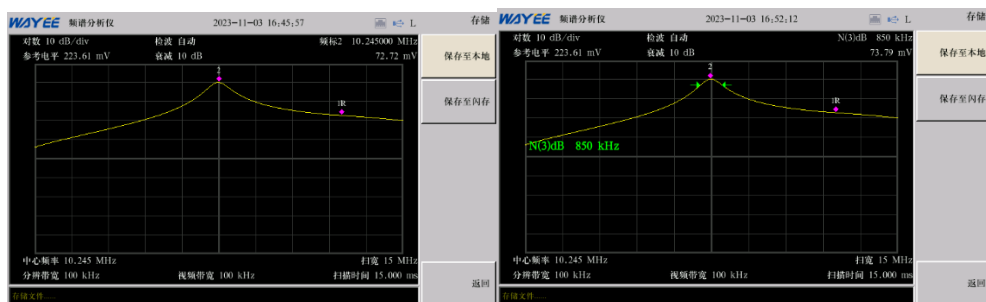


图 1

图 2

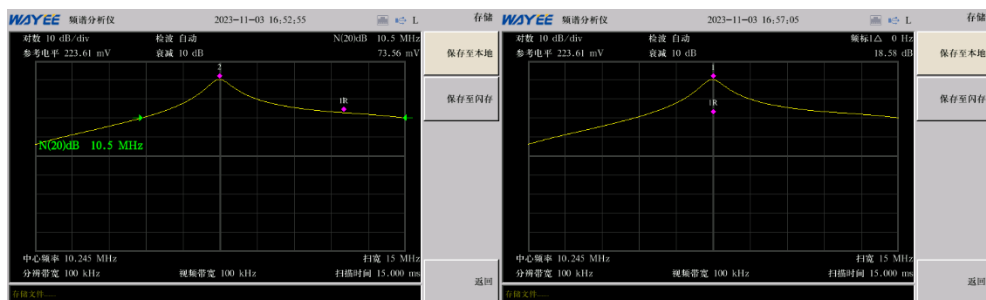


图 3

图 4

b) 时域测量

$U_i=99\text{mV}$ $U_o=830\text{mV}$ (图 5)

$A_{uo}=8.38=18.46\text{dB}$

$f_H=10.49\text{MHz}$ $f_L=10.06\text{MHz}$

$\Delta f=430\text{kHz}$

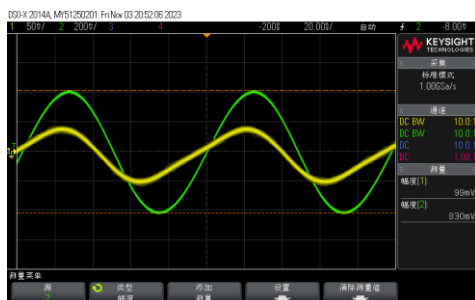


图 5

2) 双调谐放大器

a) 弱耦合

通频带宽: 208.333kHz (图 6)

电压增益: 28.89dB (图 6)

b) 强耦合

通频带宽: 1.167MHz (图 7)

c) 临界耦合

通频带宽: 491.667kHz (图 8)

电压增益: 27.26dB (图 8)

30dB 带宽: 1.758MHz (图 9)

矩形系数: $K_{0.1}=3.58$

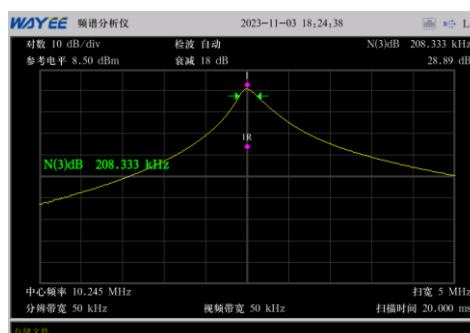


图 6

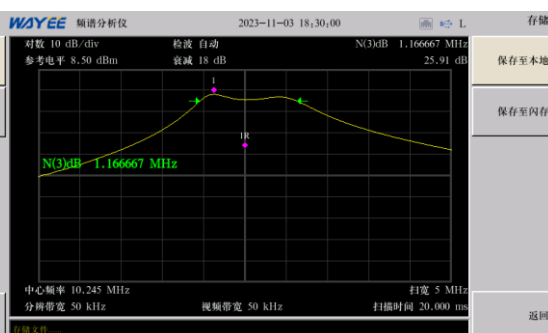


图 7

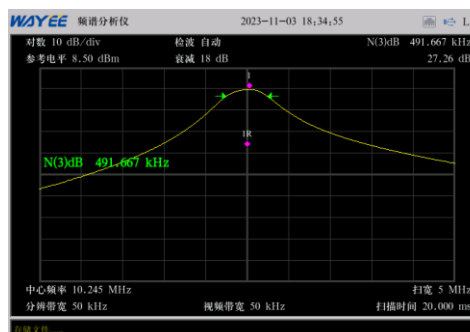


图 8

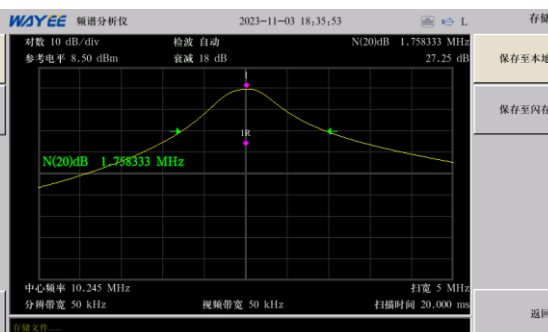


图 9

5. 数据分析

1) 单调谐放大器的频域与时域测量对比

电压增益误差较小（频域：18.58dB，时域：18.46dB），但是通带测量误差较大（频域：850kHz，时域：430kHz），主要原因可能是①实验仪器测量输出电压的精度有限，②时域测量需要手动调节输入信号频率，而增益频域曲线在通带边缘较为陡峭。

2) 双调谐放大器三种耦合方式对比

通频带宽：强耦合>临界耦合>弱耦合

电压增益：弱耦合>临界耦合

矩形系数：临界耦合<单调谐

所以，通频带宽来说，耦合越强越宽，但是强耦合会导致电压增益的减弱，而临界耦合则牺牲少量的电压增益换来更大的通频带宽。同时，临界耦合的矩形系数小于单调谐放大器，说明临界耦合的双调谐放大器选择性更好。

6. 思考题

1) 分析阻尼电阻 R09 对单调谐放大器性能的影响（如通频带、矩形系数和谐振电压增益）。

在 LCR 并联谐振回路中，可以算出，品质因数 $Q = R \sqrt{\frac{C}{L}}$ ，而 R 越大，则 Q 越大，说明对于频率的选择性越好，因此矩形系数更小，通频带更窄，谐振电压增益更大。

2) 比较单调谐放大器和双调谐放大器（临界耦合）选择性的优劣。

双调谐放大器的矩形系数更小，说明 3dB 的通带在 20dB 的增益带中占比更多，因此，双调谐放大器的选择性更好

3) 分析强耦合时谐振曲线凹陷深度的影响因素。

可能的影响因素有：

1. 两个谐振回路的谐振频率差距越大，凹陷程度越深
2. 两个谐振回路分别的品质因数越大，凹陷程度越深
3. 两个谐振回路的矩形系数越大，凹陷程度越浅
4. 两个谐振回路的电压增益越大，凹陷程度越深