

通信电子线路实验报告——课程设计

姓名：杨承翰 学号：210210226 班级：通信 2 班

一、课程设计相关要求

设计一个高频小信号放大电路，其要求如下：

1. 基础要求：

- (1) 中心频率 10MHz;
- (2) 工作带宽内，最大增益大于 35dB;
- (3) 3dB 工作带宽大于 3MHz;
- (4) 矩形系数 <5 。

2. 进阶要求：

在基础要求的设计上，对电路进行改进，进一步提高其标准。

- (1) 工作带宽内，最大增益大于 45dB;
- (2) 拓展 3dB 工作带宽至 5MHz;
- (3) 进一步调整矩形系数，使其 <4 。

3. 要求：

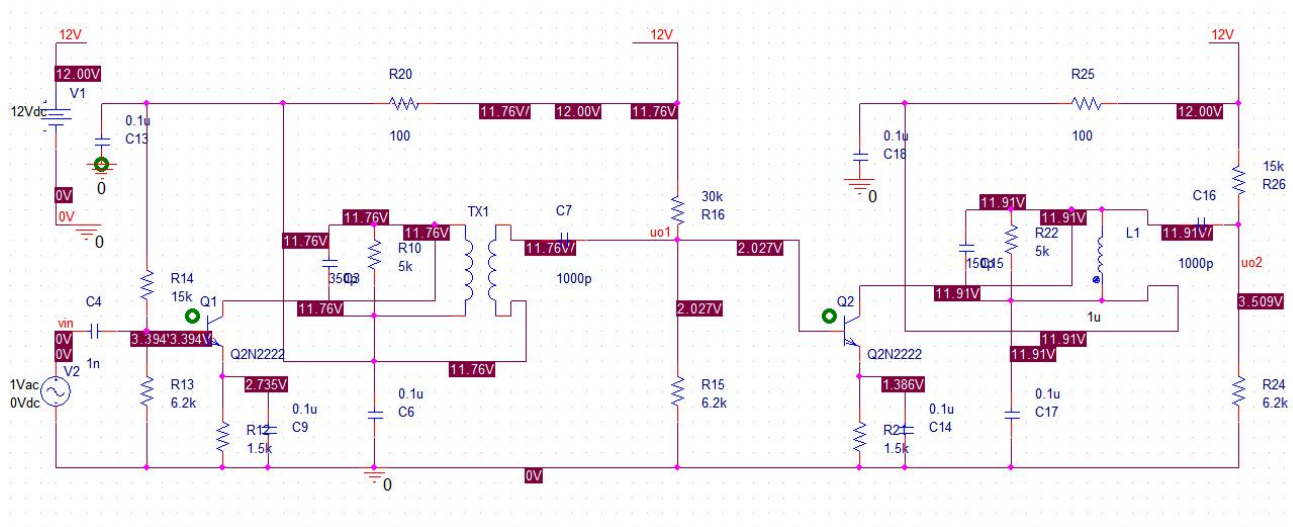
- (1) 三极管型号不限，数量不得超过两个;
- (2) 推荐使用 2N2222A 三极管;
- (3) 报告中要求给出：
 - 仿真电路图;
 - 电路原理分析;
 - 电路幅频特性曲线;
 - 幅频特性曲线 3dB 带宽点以及对应的频率大小;
 - 幅频特性曲线 20dB 带宽点以及对应的频率大小;
 - 根据测量的频率数据计算矩形系数。

4. 提示：

- (1) 仿真软件建议选取 Multisim 或者 Cadence，不建议使用 TINA;
- (2) 找电感元件自行去元件库搜索，搜索英文即可，如电感：INDUCTOR，耦合电感可以使用变压器（TRANSFORMER）替代。
- (3) 如果不会使用耦合电感元件，可以考虑使用电容耦合。
- (4) 对于三极管放大电路，影响最明显的是 LC 谐振回路，不必太过纠结于三极管自身的参数。

二、基本要求

● 仿真电路图：



● 电路原理分析：

本次对于高频小信号放大电路的仿真设计基于多级单调谐小信号放大器的级联，因为单调谐小信号放大器能够放大小信号，而多级级联可以拓宽其通频带且放大增益。

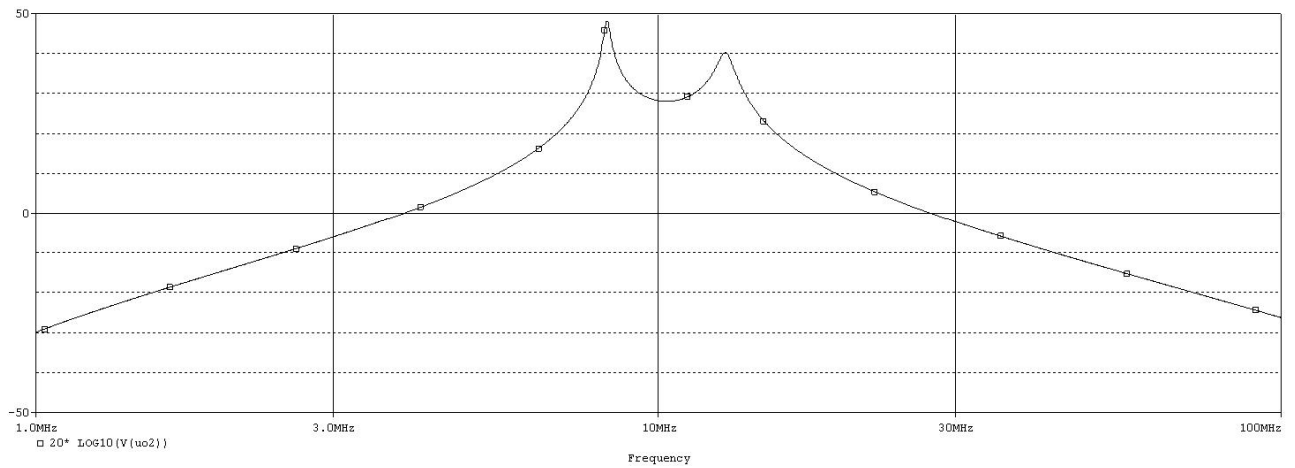
此外，通过构造双峰降低矩形系数，所以两级谐振频率不相同，但是中心频率 10MHz。

本实验中第一级电感约 1uH(接入系数约为 0.3)，第二级电感约 1uH，第一级电容 350pF，

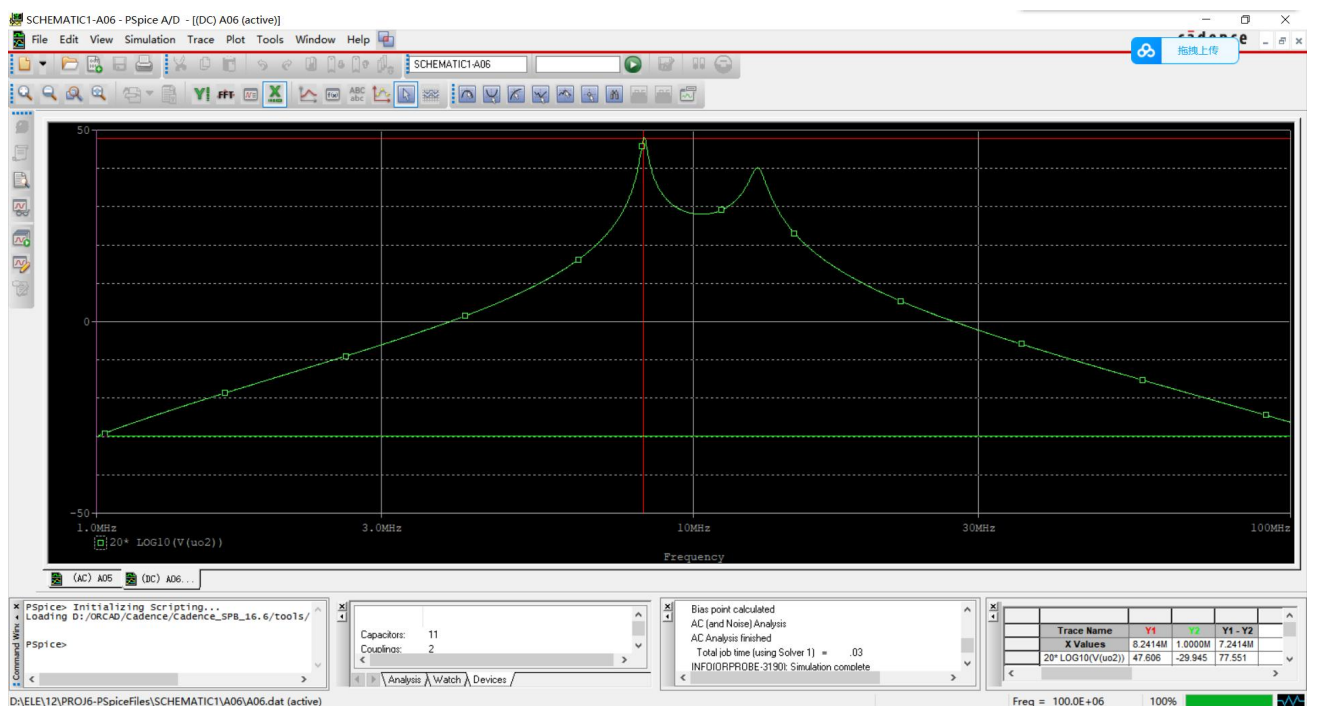
第二级电容 150pF，中心频率 10MHz， $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

本实验通过级联可以实现 47.61dB 最大增益，5.56MHz 通频带，矩形系数 $K = \frac{2\Delta f_{0.1}}{2\Delta f_{0.7}} = 3.60$

Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
X Values	8.2414M	1.0000M	7.2414M
20* LOG10(V(uo2))	47.606	-29.945	77.551

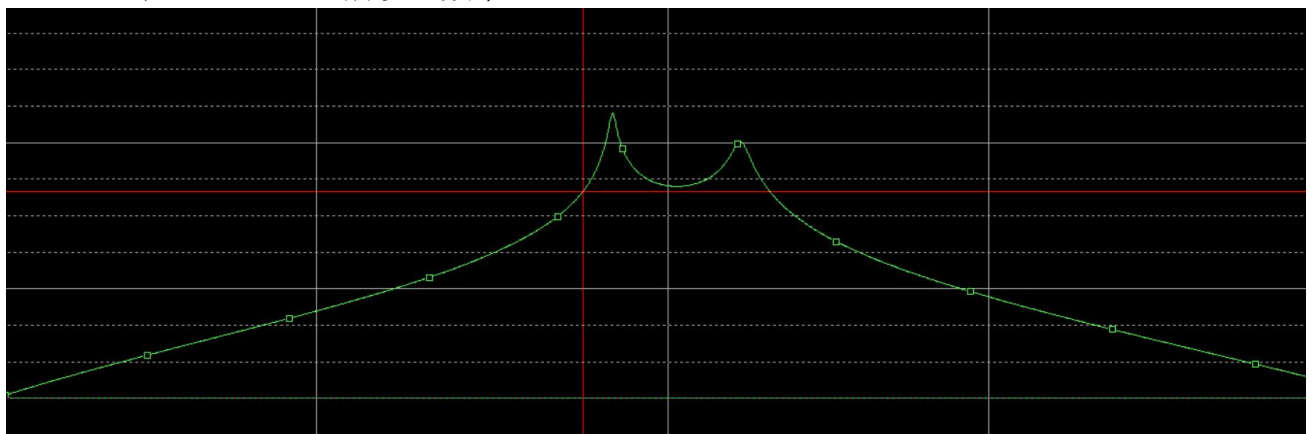


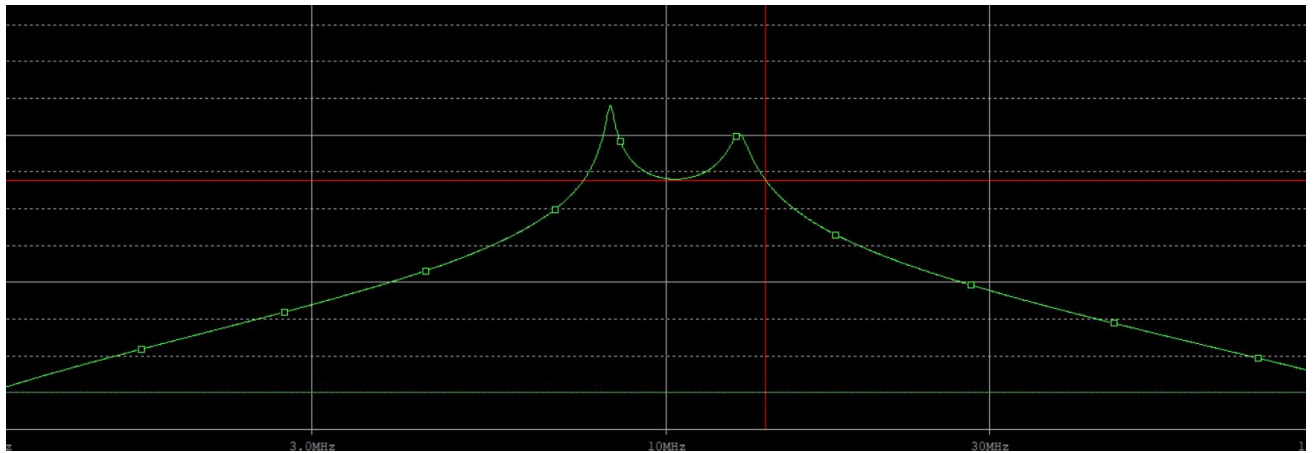
● 电路幅频特性曲线：



● 幅频特性曲线 3dB 带宽点以及对应的频率大小；

因为 47.61dB 最大增益，所以 3dB 带宽点对应的增益大小 33.65dB，对应频率大小为 6.68MHz 和 11.03MHz，所以通频带 $B=13.41\text{MHz}-7.85\text{MHz}=5.56\text{MHz}$





Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
X Values	7.8524M	1.0000M	6.8524M
20* LOG10(V(uo2))	33.269	-29.945	63.214

Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
X Values	13.412M	1.0000M	12.412M
20* LOG10(V(uo2))	33.641	-29.945	63.586

- 幅频特性曲线 20dB 带宽点以及对应的频率大小；
因为 47.61dB 最大增益，所以 20dB 带宽点对应的增益大小 4.76dB，对应频率大小为 4.699MHz 和 22.699MHz，所以 $2 \Delta f_{0.1} = 22.699\text{MHz} - 4.699\text{MHz} = 20.00\text{MHz}$

Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
X Values	4.6989M	1.0000M	3.6989M
20* LOG10(V(uo2))	4.7905	-29.945	34.736

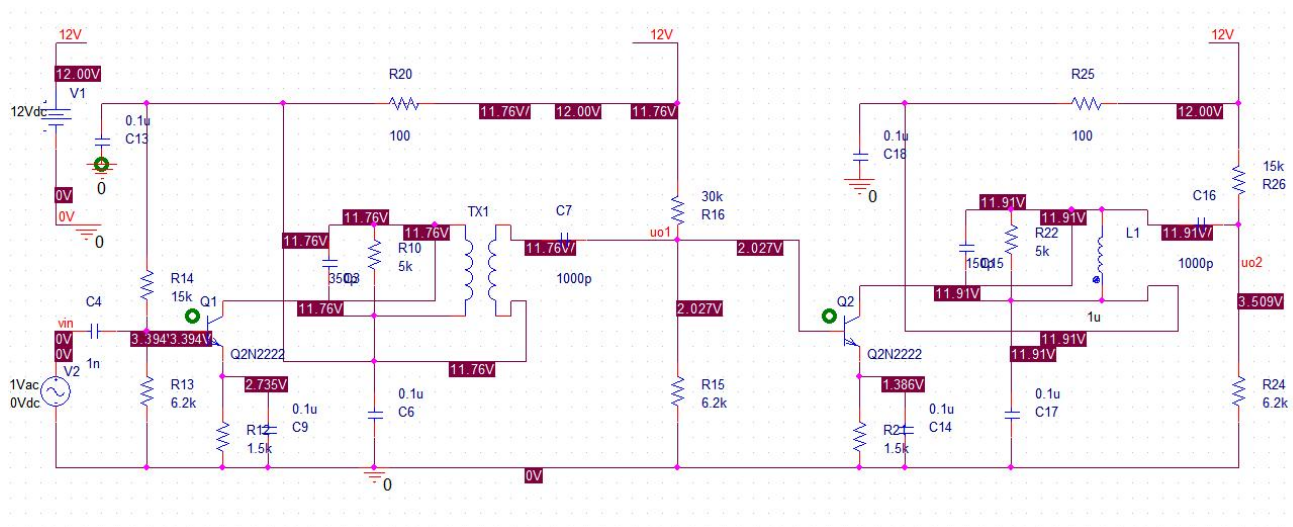
Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
X Values	22.699M	1.0000M	21.699M
20* LOG10(V(uo2))	4.7980	-29.945	34.743

- 根据测量的频率数据计算矩形系数。

$$\text{矩形系数 } K = \frac{2 \Delta f_{0.1}}{2 \Delta f_{0.7}} = 3.60$$

三、进阶要求

- 仿真电路图：



- 电路原理分析：

本次对于高频小信号放大电路的仿真设计基于多级单调谐小信号放大器的级联，因为单调谐小信号放大器能够放大小信号，而多级级联可以拓宽其通频带且放大增益。

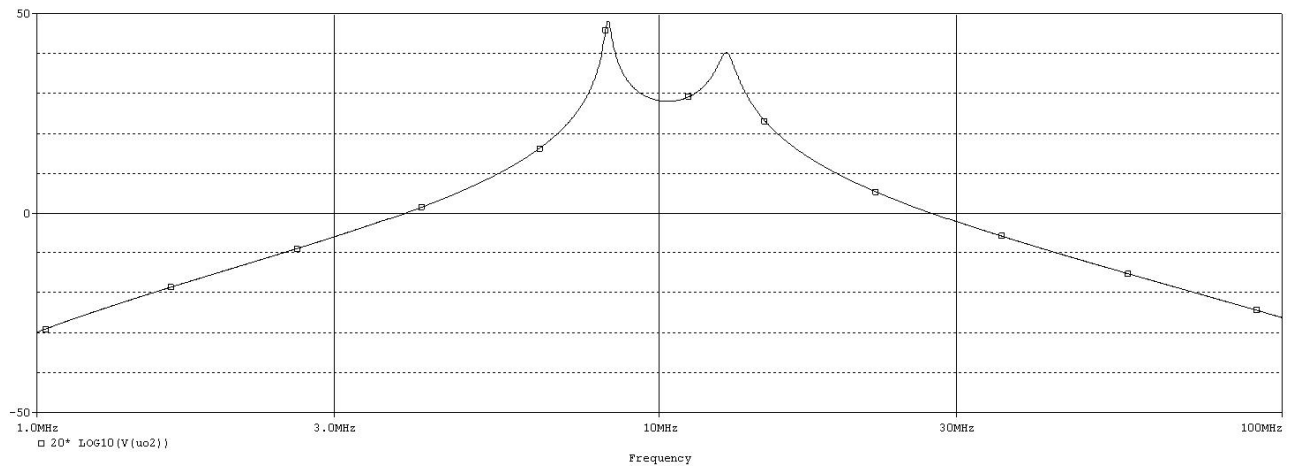
此外，通过构造双峰降低矩形系数，所以两级谐振频率不相同，但是中心频率 10MHz。

本实验中第一级电感约 1uH(接入系数约为 0.3)，第二级电感约 1uH，第一级电容 350pF，

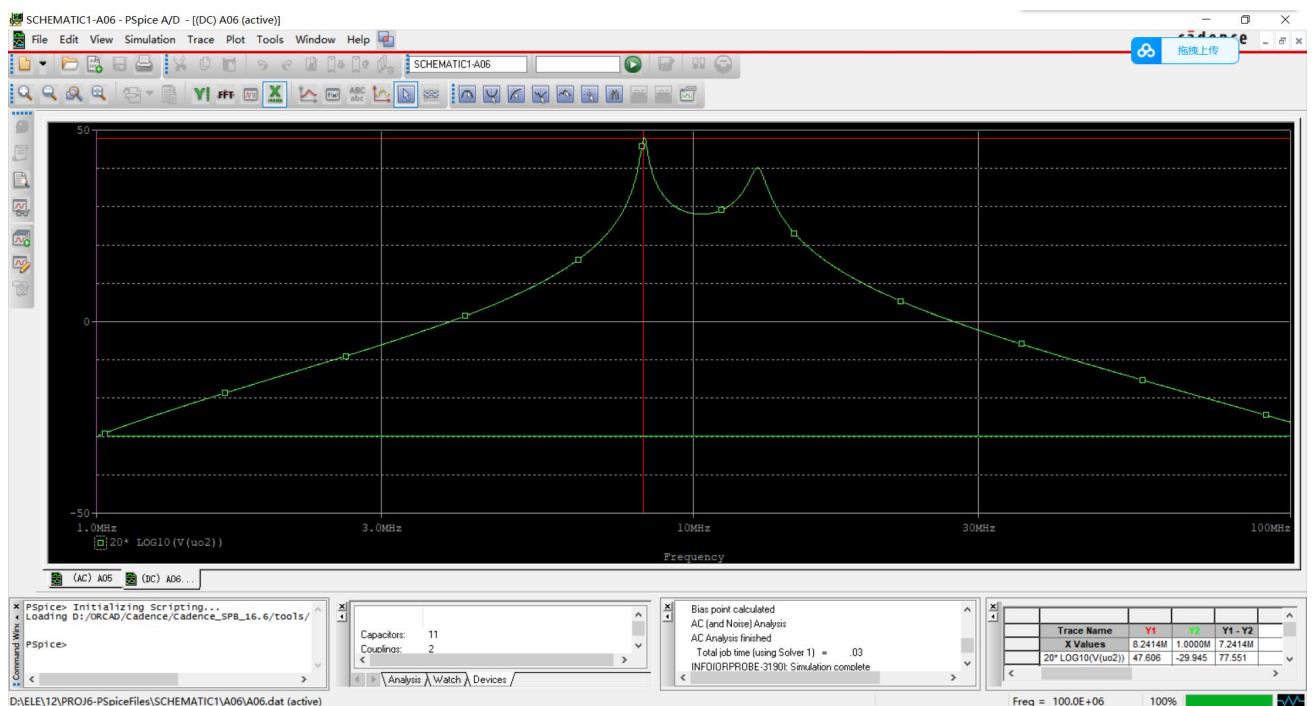
第二级电容 150pF，中心频率 10MHz， $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

本实验通过级联可以实现 47.61dB 最大增益，5.56MHz 通频带，矩形系数 $K = \frac{2\Delta f_{0.1}}{2\Delta f_{0.7}} = 3.60$

Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
X Values	8.2414M	1.0000M	7.2414M
20* LOG10(V(uo2))	47.606	-29.945	77.551

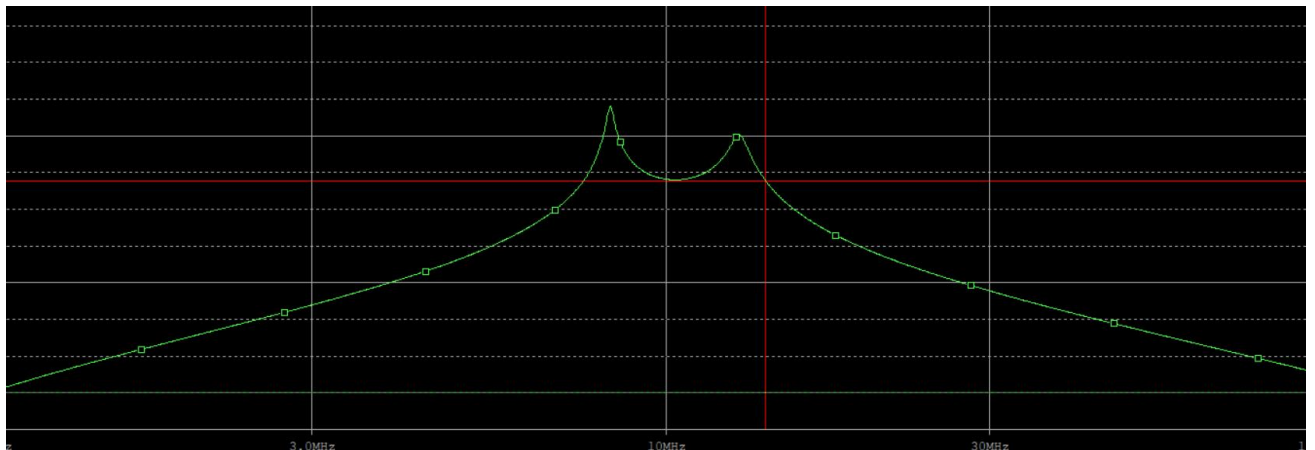
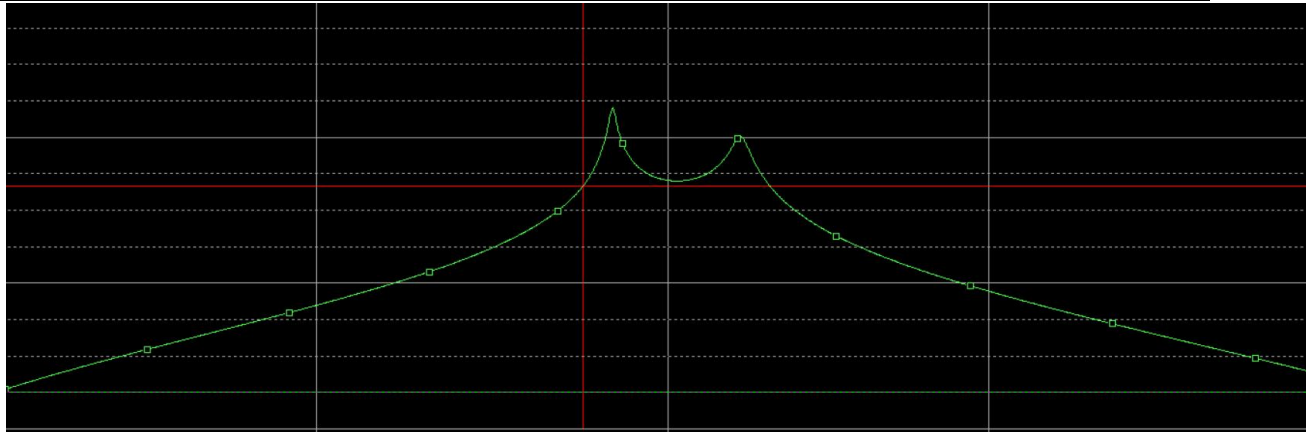


● 电路幅频特性曲线；



● 幅频特性曲线 3dB 带宽点以及对应的频率大小；

因为 47.61dB 最大增益，所以 3dB 带宽点对应的增益大小 33.65dB，对应频率大小为 6.68MHz 和 11.03MHz，所以通频带 $B=13.41\text{MHz}-7.85\text{MHz}=5.56\text{MHz}$



Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
X Values	7.8524M	1.0000M	6.8524M
20* LOG10(V(uo2))	33.269	-29.945	63.214

Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
X Values	13.412M	1.0000M	12.412M
20* LOG10(V(uo2))	33.641	-29.945	63.586

- 幅频特性曲线 20dB 带宽点以及对应的频率大小；
因为 47.61dB 最大增益，所以 20dB 带宽点对应的增益大小 4.76dB，对应频率大小为 4.699MHz 和 22.699MHz，所以 $2 \Delta f_{0.1} = 22.699\text{MHz} - 4.699\text{MHz} = 20.00\text{MHz}$

	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
X Values		4.6989M	1.0000M	3.6989M
20* LOG10(V(uo2))		4.7905	-29.945	34.736

	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
X Values		22.699M	1.0000M	21.699M
20* LOG10(V(uo2))		4.7980	-29.945	34.743

- 根据测量的频率数据计算矩形系数。

$$\text{矩形系数 } K = \frac{2 \Delta f_{0.1}}{2 \Delta f_{0.7}} = 3.60$$