

电路由前级偏置电路、三点式振荡基础电路 (LC 谐振回路)、可调直流电源回路、后级负载、放大电路构成, 可通过调整中间的电容元件组合探究 Clapp、Seiler 电路的工作特性

- **偏置电路电位器 (W12):**

可通过调节 W12 设置三极管电路的静态工作点, 根据三极管的工作特性曲线, 需要将 W12 调整到一个适中的位置, 根据理论, 初步调节为  $V_{CC}/2$ , 确保工作的动态范围

- **直流电压调节电位器:**

其主要就是影响  $V_{CC}$ , 调节  $V_{CC}$  可直接影响电路的输出信号幅度

- **负载电位器 (RL) W13:**

其主要影响  $V_{CM}$ 。负载阻抗越大, 亦即在其两端的交流输出电压  $V_{CM}$  越大, 输出的幅度越大, 其对频率几乎没有影响, 输出信号的频率主要受到前级谐振回路中心频率的影响

- **后级偏置电路(W14):**

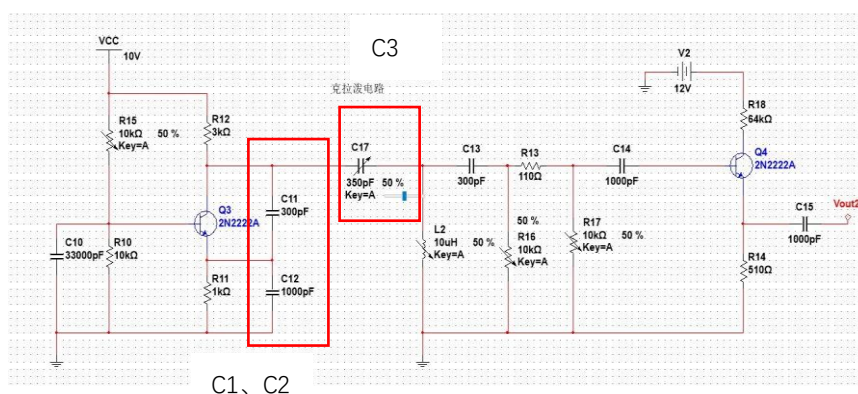
可调节其数值以影响后级三极管电路的静态工作点, 谐振回路输出信号通过其以及基极输入电容耦合到后级的放大电路中。其主要影响信号输出幅度, 如果设置的静态工作点不好可能导致没有输出信号

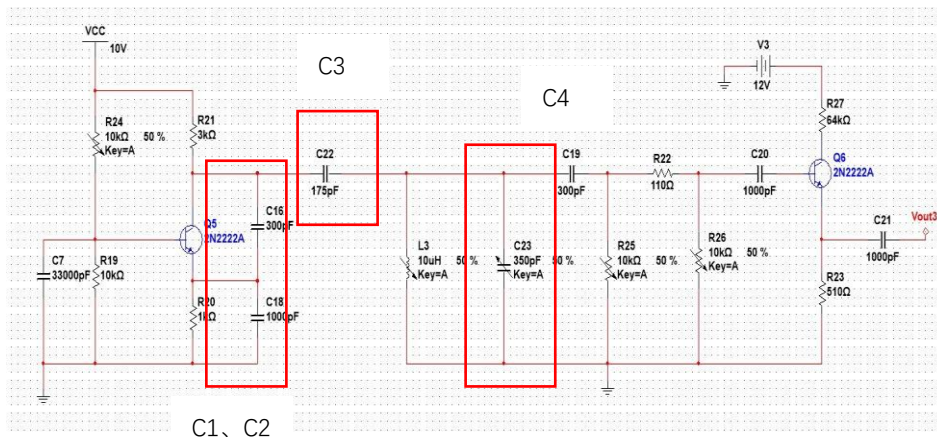
- **CM11、CM12**

其并联等效电容相当于 Clapp、Seiler 电路中的  $C_3$ , 相较于原始的三点式振荡器, 此电容的作用就是可以不改变反馈系数的情况下, 更方便地调节谐振频率。但是其会使得负载接入系数发生变化, 与集电极耦合的负载大小  $R_p' = (\frac{C_3}{C_1})^2 R_p$  不稳定, 使得输出的振幅变化很大

- **CM13、CM14**

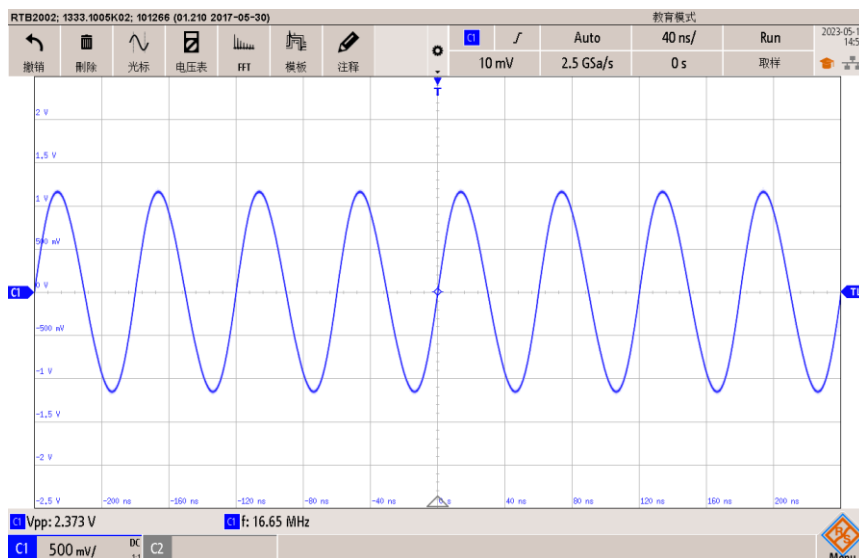
此电容等效后相当于 Seiler 电路中的  $C_4$ , 可通过调节此电容来调节振荡频率, 因为  $C_3$  不变化, 所以此时谐振回路反映到晶体管电路的等效负载阻抗变化不明显, 故此举可以保持振荡幅度的稳定





### 三、实际实验数据与分析

#### (1) 设计电路参数、输出稳定正弦波



- 观察上述的实验测得图像，可知此时已完成直流偏置、振荡电路参数的设计，输出稳定的正弦波

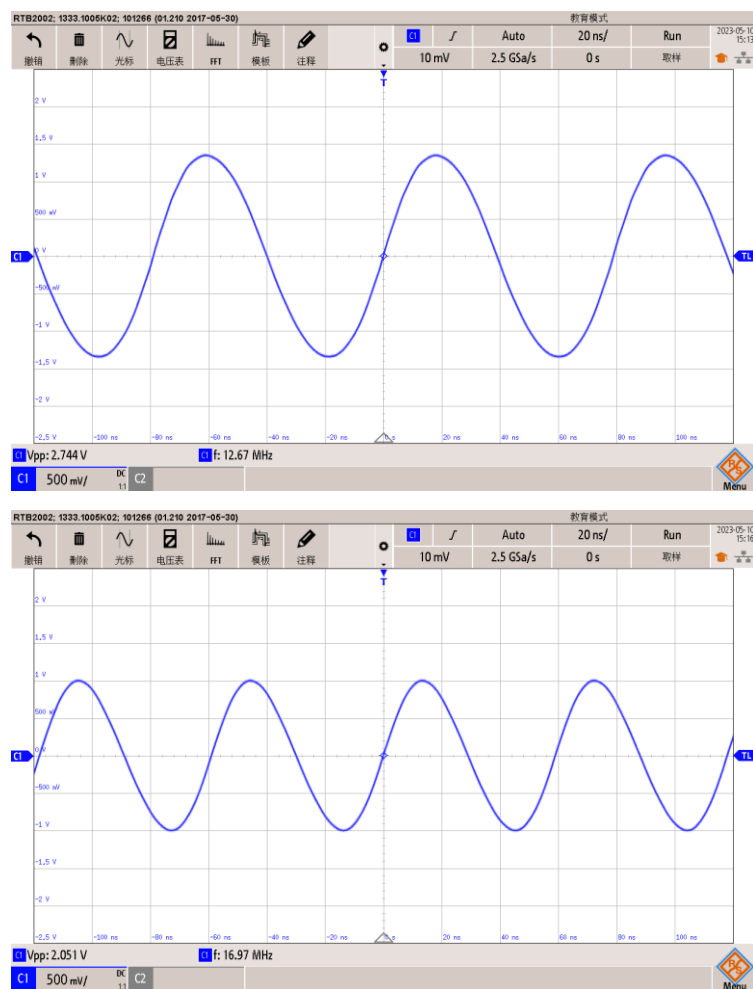
#### 【Clapp 电路】

#### (2) $C3 = 75 \text{ pF} + \text{双联电容}$ 、 $L = 1\mu\text{H}$ (设计一)

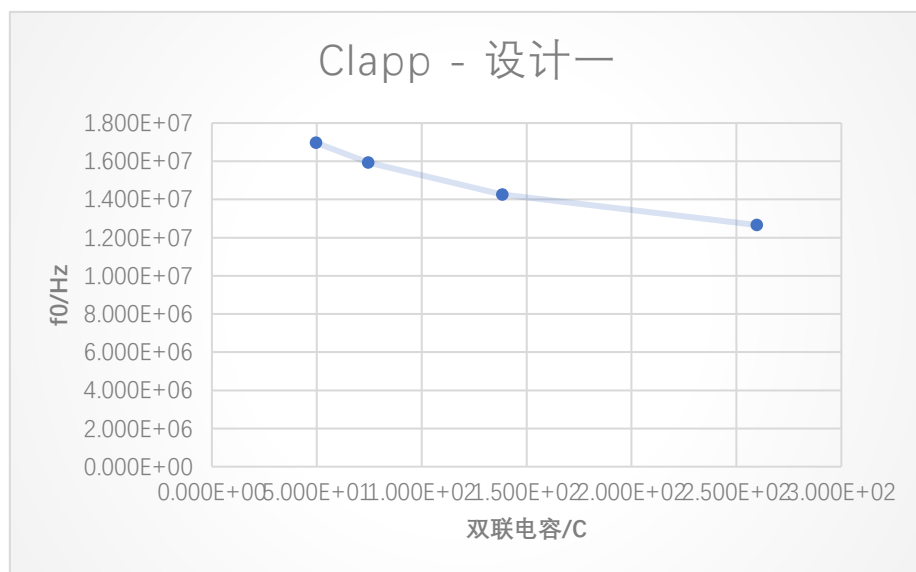
#### 【测量数值记录】

C3 = 75pF+双联电容、L = 1μH (设计一)							
C1/pF	C2/pF	C3(定)/pF	双联电容/pF	等效C/pF	f0/Hz	Vomax/V	频率变化范围
1000	300	75	2.597E+02	1.582E+02	1.266E+07	2.764	4310000.00
1000	300	75	1.384E+02	1.247E+02	1.43E+07	2.744	
1000	300	75	7.454E+01	9.979E+01	1.59E+07	2.378	
1000	300	75	4.962E+01	8.805E+01	1.70E+07	2.061	

## 【实际波形图】



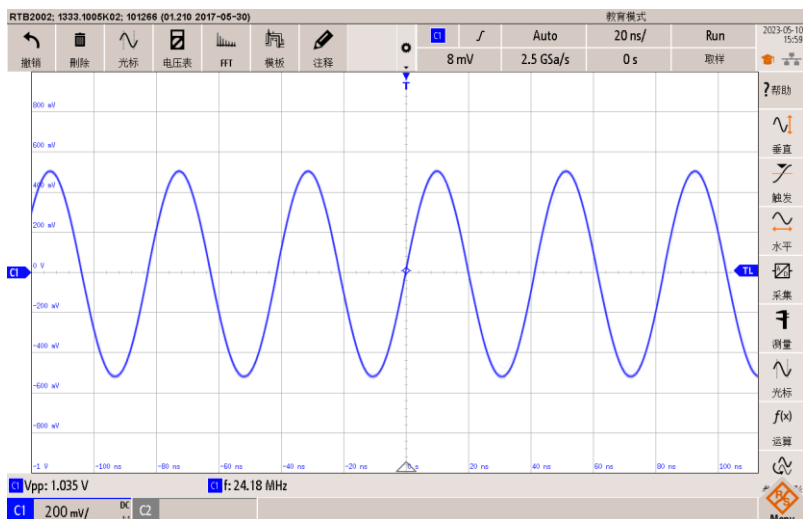
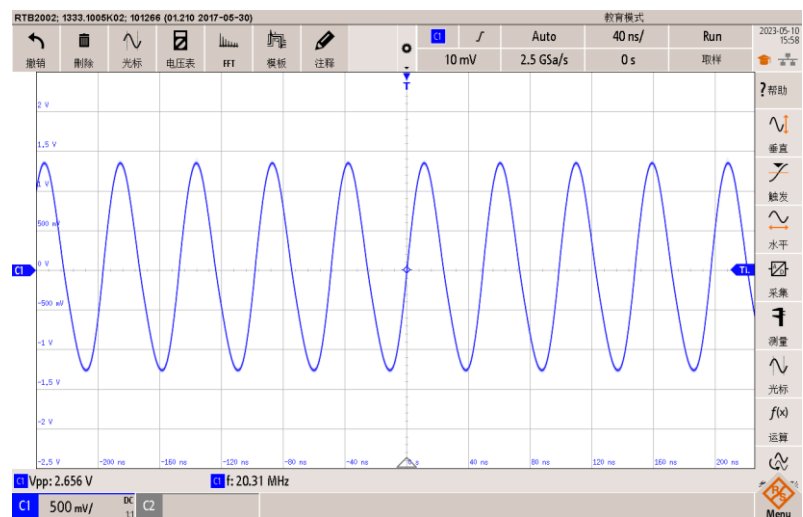
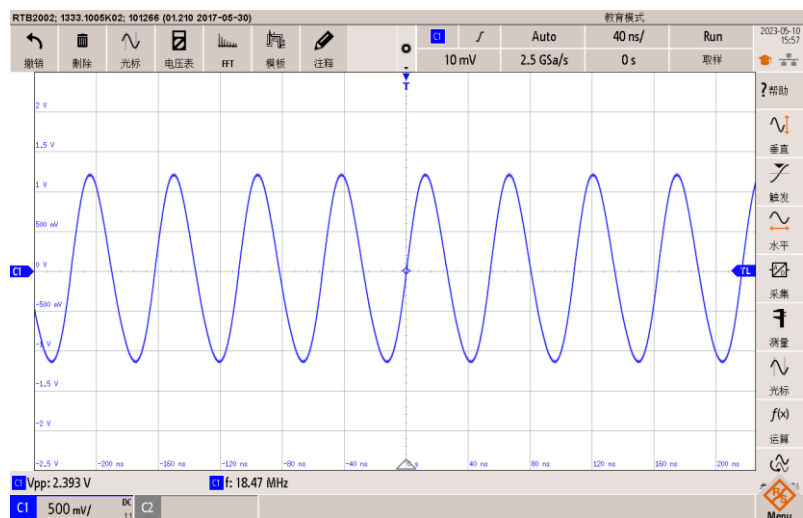
## 【双联电容绘制规律】



C3 = 39pF+双联电容、L = 0.47uH (设计三)							
C1/pF	C2/pF	C3(定)/pF	双联电容/pF	等效C/pF	f0/Hz	Vomax/V	频率变化范围
1000	300	39	2.954E+02	1.581E+02	1.847E+07	2.695	5940000.00
1000	300	39	1.929E+02	1.308E+02	2.031E+07	2.667	
1000	300	39	1.048E+02	9.719E+01	2.36E+07	1.68	
1000	300	39	9.394E+01	9.212E+01	2.42E+07	1.039	
1000	300	39	9.068E+01	9.054E+01	2.44E+07	0.508	

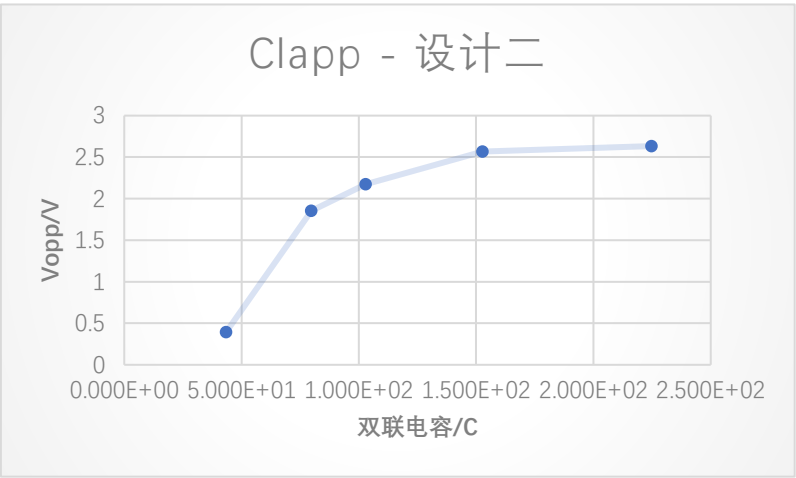
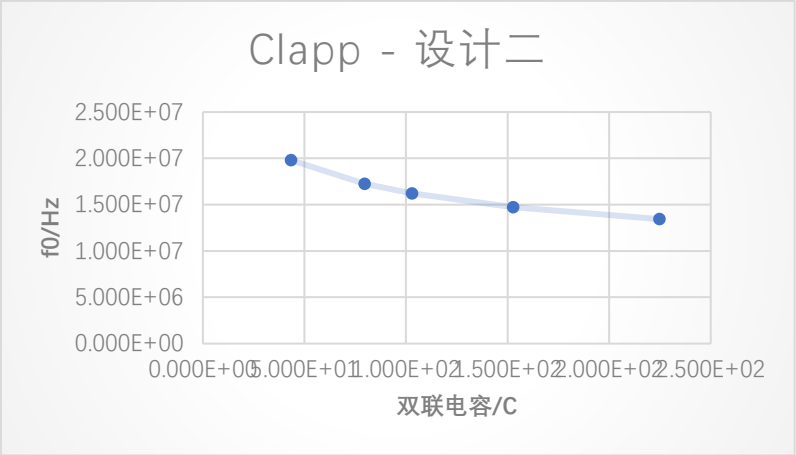
备注: 失效频率 = 24.41MHz, 此时不起振的C (双联电容) 更大

## 【实际波形图】（逐渐减小双联电容容值）



## 【双联电容绘制规律】





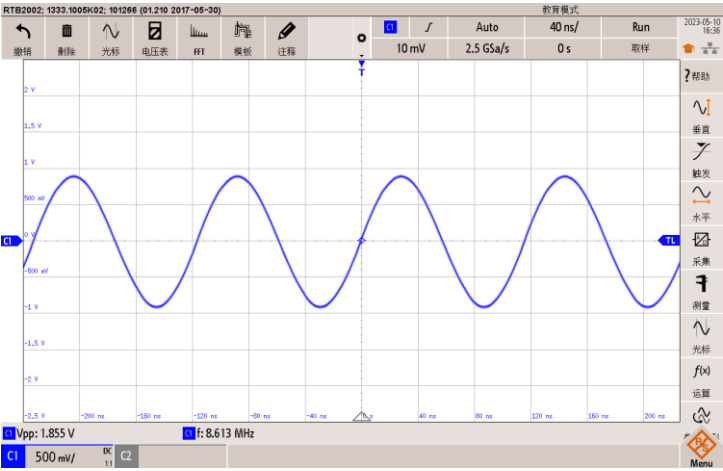
【Seiler 电路】

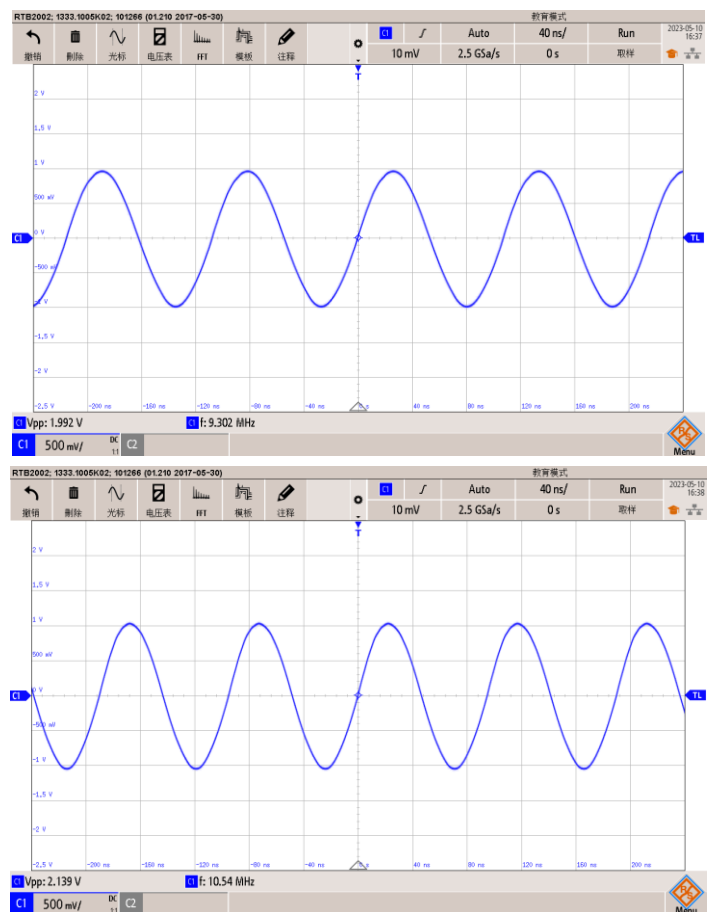
(4) C3 = 175 pF、L = 1uH、在 C4 位置放入双联电容（设计一）

【测量数值记录】

C3 = 175pF、L = 1uH（设计一）							
C1/pF	C2/pF	C3(定)/pF	双联电容 (C4) /pF	等效C/pF	f0/Hz	Vomax/V	频率变化范围
1000	300	175	2.423E+02	3.418E+02	8.613E+06	1.855	4327000.00
1000	300	175	1.940E+02	2.935E+02	9.294E+06	2.002	
1000	300	175	1.292E+02	2.287E+02	1.05E+07	2.119	
1000	300	175	8.762E+01	1.871E+02	1.16E+07	2.246	
1000	300	175	5.190E+01	1.514E+02	1.29E+07	2.354	

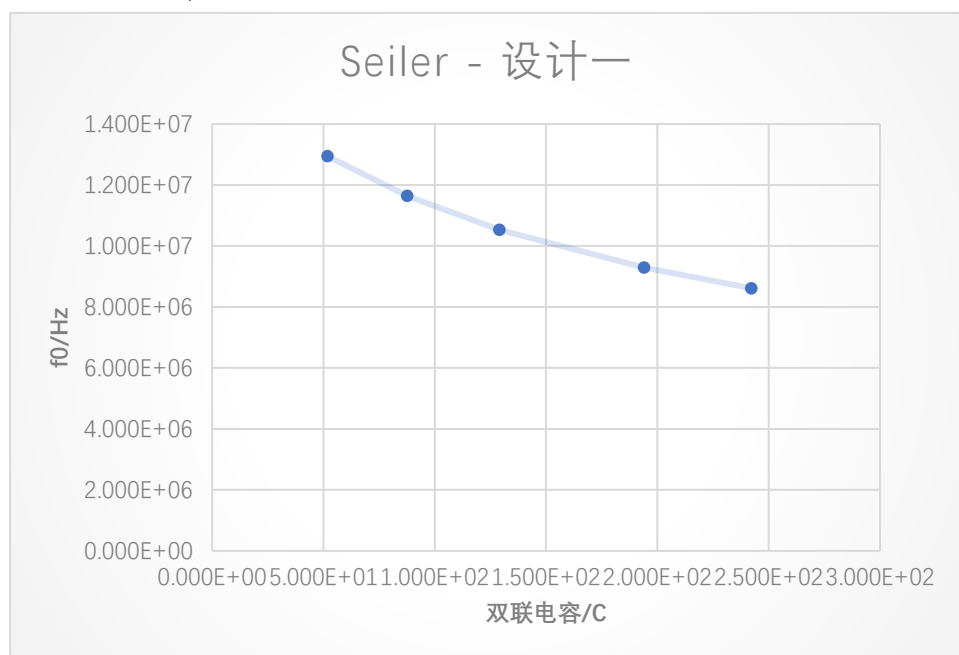
【实际波形图】



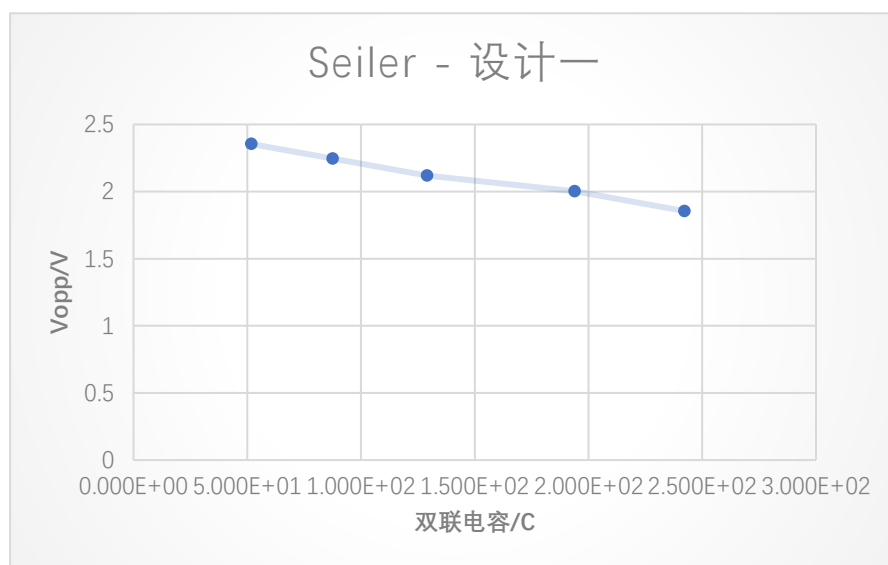


- 观察上述的 Seiler 电路，通过调整 C4（双联电容）来改变振荡频率，此比前面实验的 Clapp 电路确实在幅度稳定性方面表现较优

### 【双联电容绘制规律】





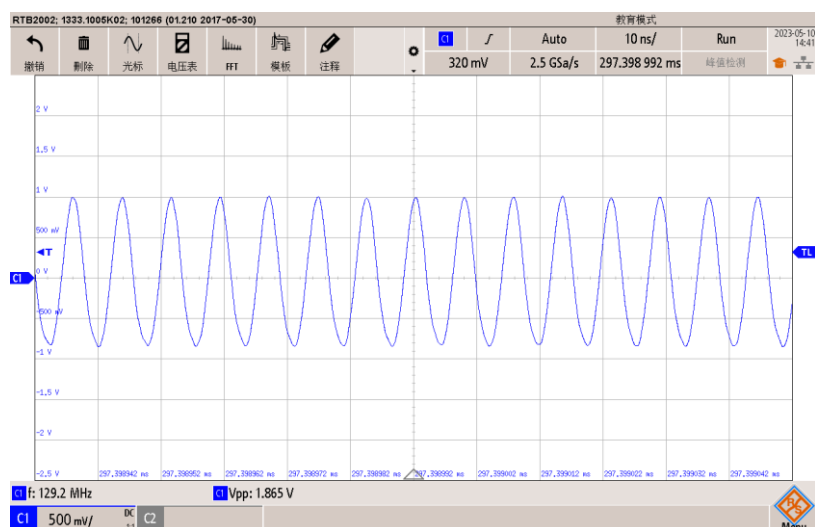


#### 四、问题讨论

##### (1) 对比 Clapp、Seiler 振荡器的特性差异

- Clapp 电路需要通过调整  $C_3$  来调节振荡频率，受负载接入系数系数的影响，其反映到三极管电路的负载阻抗变化很大，此将使得输出的振幅变化很大。Seiler 电路在此基础上进行改进，在电感端口加入电容  $C_4$ ，通过此电容改变振荡频率，既实现频率的宽调节范围、输出信号频率稳定，同时其对放大器的增益影响不大，输出幅度较为稳定，也可以通过上面实验的测量结果看到 Seiler 电路确实具有更高的输出幅度稳定性

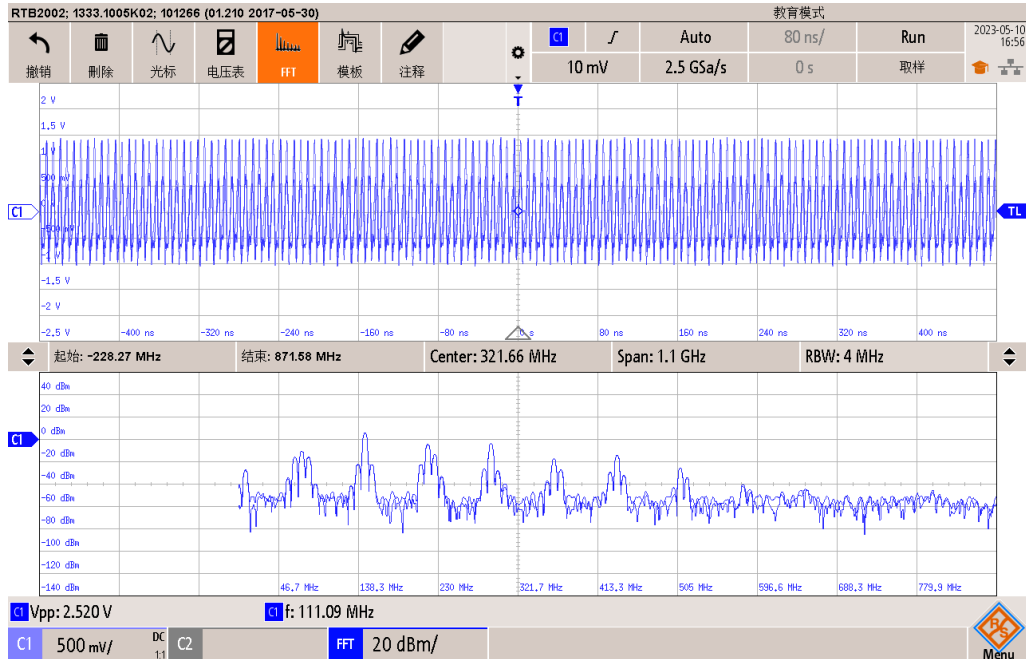
##### (2) 为什么起初电路参数设计得不好，但是会出现一个 100+MHz 的正弦波



- 推测：此信号为后一级三极管放大电路产生的自激振荡的结果，因为此时调整直流电源电位器、后级直流偏置电路电位器，其输出幅度、频率稳定，

没有收到影响，说明此信号是从后级三极管自行产生

### (3) 谐振回路参数不适当，造成不起振，多频率信号叠加现象。



- 起初由于谐振回路参数不适当，输出信号呈现多个频率信号叠加的现象，借助示波器的 FFT 也可以看出输出信号确实有相当多的频谱构成，如果是自激振荡产生的波形应该是较为稳定而且波形较好的正弦波，所以这边的输出信号可能是多个谐振回路输出信号相互叠加的结果。在仿真中，将三极管的模型进行更改，将其输入电容，集电极电容都设置为 0，即忽略两者的影响，输出波形确实变得较好，但是仍有多个频谱。故可能还有原因是在高频振荡器里振荡电路的电容、电感与传输线、示波器连接线中的寄生参数构成谐振回路，最终呈现出上面的叠加的波形