

实验一 小信号调谐放大器实验

一、实验目的

1. 进一步掌握高频小信号调谐放大器的工作原理。
2. 掌握高频小信号调谐放大器的调试方法。
3. 掌握高频小信号调谐放大器各项技术参数测试(电压放大倍数,通频带,矩形系数)

二、实验使用仪器

1. 小信号调谐放大器实验板
2. 200MHz 双踪示波器
3. 信号发生器

三、实验基本原理与电路

1. 小信号调谐放大器的基本原理

小信号调谐放大器是构成无线电通信设备的主要电路,其作用是有选择地对某一频率范围的高频小信号进行放大。所谓“小信号”,通常指输入信号电压一般在微伏~毫伏数量级附近,放大这种信号的放大器工作在线性范围内。所谓“调谐”,主要是指放大器的集电极负载为调谐回路(如 LC 调谐回路)。这种放大器对谐振频率 f_0 及附近频率的信号具有最强的放大作用,而对其它远离 f_0 的频率信号,放大作用很差,如图 1 所示。

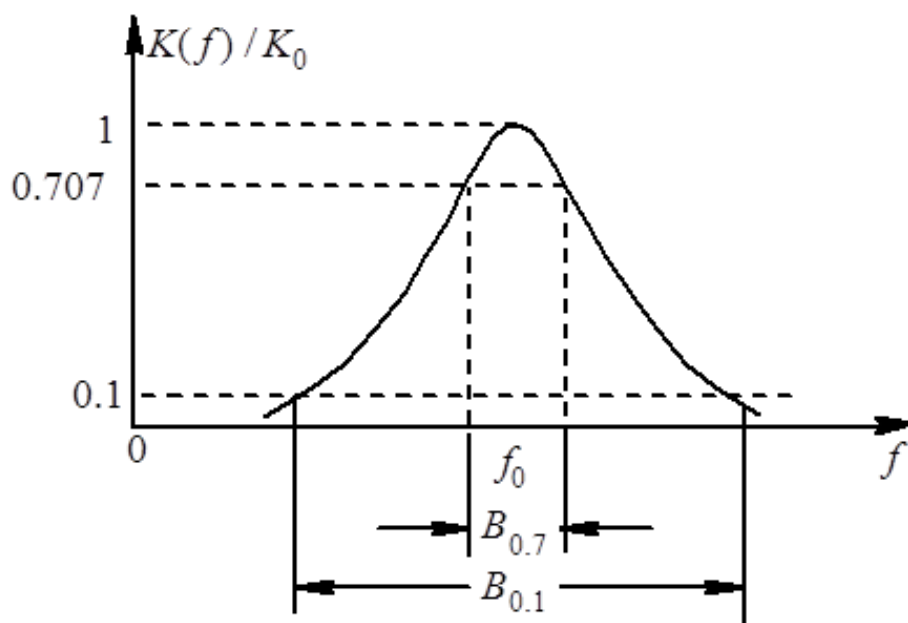


图 1 高频小信号调谐放大器的频率选择特性曲线

2. 小信号调谐放大器技术参数

增益:表示高频小信号调谐放大器放大微弱信号的能力

$$K_{0.1} = \frac{B_{0.1}}{B_{0.7}}$$

通频带和选择性: 通常规定放大器的电压增益下降到最大值的 0.707 倍时, 所对应的频率范围为高频放大器的通频带, 用 $B_{0.7}$ 表示。衡量放大器的频率选择性, 通常引入参数——矩形系数 $K_{0.1}$, 它定义为

式中, $B_{0.1}$ 为相对放大倍数下降到 0.1 处的带宽, 如图 1 所示。显然, 矩形系数越小, 选择性越好, 其抑制邻近无用信号的能力就越强。

稳定性: 电路稳定是放大器正常工作的首要条件。不稳定的高频放大器, 当电路参数随温度等因素发生变化时, 会出现明显的增益变化、中心频率偏移和频率特性曲线畸变, 甚至发生自激振荡。由于高频工作时, 晶体管内部反馈和寄生反馈较强, 因此高频放大器很容易自激。因此, 必须采取多种措施来保证电路的稳定, 如合理地设计电路、限制每级的增益和采取必要的工艺措施等。

噪声系数: 高频放大器由多级组成, 降低噪声系数的关键在于减小前级电路的内部噪声。因此, 在设计前级放大器时, 要求采用低噪声器件, 合理地设置工作电流等, 使放大器在尽可能高的功率增益下噪声系数最小。

A9 参差调谐两级小信号放大器

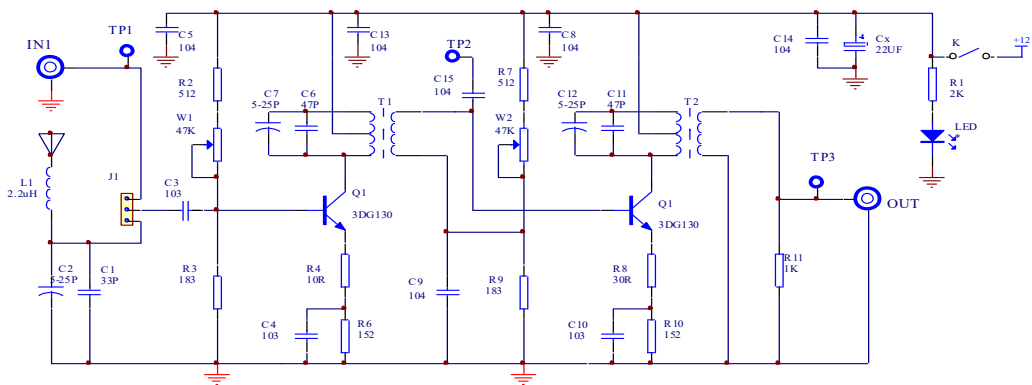


图 2 小信号调谐放大器实验电路

四、实验内容

本次实验的内容为放大器的幅频特性及通频带的测量。

实验前请注意如下提示:

1. 高频小信号放大器输入中心频率 f_0 为 10MHz 左右, 所需幅度只需 10~30mV, 两

级放大增益较高，输入信号幅度过大将使输出波形产生严重失真，务请注意。

2. 调谐放大器第一级谐振点略低于中心频率 f_0 ，第二级谐振点略高于中心频率 f_0 ，形成以 f_0 为中心频率，调整输出波形中部微凸两边对称的通频带特征。勿将两级谐振点调于同一频率，否则电路有可能产生自激。

五、实验步骤

1. 利用示波器调整电路稳定工作点

打开信号发生器电源，将输出电压调节为 10mV-30mV,输出频率调整为 11MHz,改变两级放大器的滑动变阻器 W1 和 W2、可变电容 C7 及 C12 使得输出点（TP3）的波形稳定，输出频率在 11MHz 附近，并且振幅最大。

2. 放大器的放大倍数及通频带的测试

固定信号发生器的输出电压，改变信号发生器的输出频率（8MHz-12MHz），记录下所在频率下的输入电压和输出电压峰峰值，并计算出此时的放大倍数。

(1)在中心频率附近的信号幅度最大，且信号幅度随信号频率改变最为明显，因此需要减小测量间隔，总共需要测量 10-15 个点来计算矩形系数。

f(MHz)						
V _{in} (mV)						
V _{out} (V)						

注：表格中的 V_{in} 与 V_{out} 分别为输入电压和输出电压的峰峰值，f 为输入频率。

(2)用示波器测出 OUT 端峰峰值电压 U_o，读出信号发生器的峰峰值电压 U_i，计算放大倍数：

$$A = \frac{U_o}{U_i}$$

根据不同频率下的测量结果，计算矩形系数 K_{0.1}：

$$K_{0.1} = \frac{B_{0.1}}{B_{0.7}}$$

六、实验报告要求

- 1. 整理按实验步骤所得的数据，完成放大器幅频特性曲线的绘制工作。
- 2. 记录当调谐放大器增益达到 A_{max} 以及 0.7*A_{max} 时，测得的 OUT 端电压信号波形。
- 3. 计算 B_{0.7}、B_{0.1} 及矩形系数 K_{0.1}。
- 4. 总结由本实验所获得的体会。

七、预习报告思考题

高频小信号调谐放大器产生自激振荡的原因是什么？如何避免产生自激振荡？