

简易频率特性测试仪

【信号类】

一、任务

根据零中频正交解调原理，设计并制作一个双端口网络频率特性测试仪，包括幅频特性和相频特性，其示意图如图 1 所示。

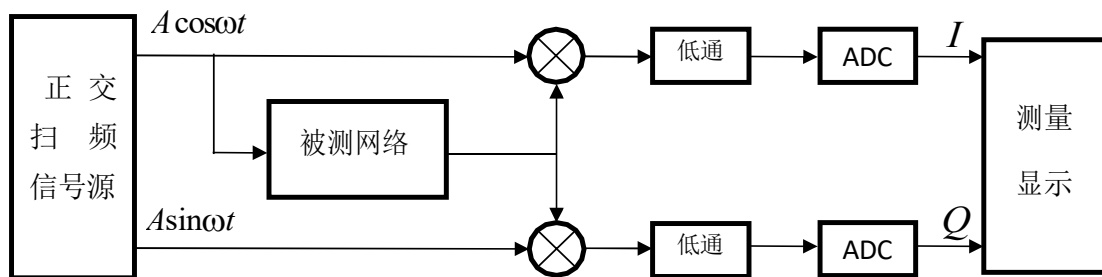


图 1 频率特性测试仪示意图

二、要求

1. 基本要求

制作一个正交扫频信号源。

- (1) 频率范围为 100kHz~1MHz，频率稳定度 $\leq 10^{-4}$ ；频率可设置，最小设置单位 10kHz。
- (2) 正交信号相位差误差的绝对值 $\leq 5^\circ$ ，幅度平衡误差的绝对值 $\leq 5\%$ 。
- (3) 正弦信号无明显失真，信号电压的峰峰值 $\geq 1V$ ，幅度平坦度 $\leq 5\%$ 。
- (4) 可扫频输出，扫频范围及频率步进值可设置，最小步进 10kHz；要求连续扫频输出，一次扫频时间 $\leq 2s$ 。

2. 发挥部分

- (1) 使用基本要求中完成的正交扫频信号源，制作频率特性测试仪。
 - a. 输入阻抗为 50Ω ，输出阻抗为 50Ω ；
 - b. 频率范围扩展为 $100\text{kHz}\sim 10\text{MHz}$ 。
 - c. 可进行点频测量；幅频测量误差的绝对值 $\leq 0.5\text{dB}$ ，相频测量误差的绝对值 $\leq 5^\circ$ ；数据显示的分辨率：电压增益 0.1dB ，相移 0.1° 。
- (2) 制作一个 RLC 串联谐振电路作为被测网络，如图 2 所示，其中 R_i 和 R_o 分别为频率特性测试仪的输入阻抗和输出阻抗；制作的频率特性测试仪可对其进行线性扫频测量。
 - a. 要求被测网络通带中心频率为 1MHz ，误差的绝对值 $\leq 5\%$ ；有载品质因数为 4，误差的绝对值 $\leq 5\%$ ；有载最大电压增益 $\geq -1\text{dB}$ ；
 - b. 扫频测量制作的被测网络，显示其中心频率和 -3dB 带宽，频率数据显示的分辨率为 10kHz ；
 - c. 扫频测量并显示幅频特性曲线和相频特性曲线，要求具有电压增益、相移和频率坐标刻度。

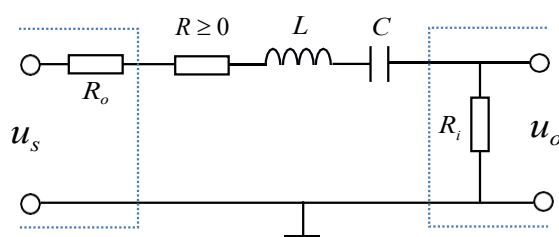


图 2 RLC 串联谐振电路

- (3) 其他，扩展频率等。

三、说明

1. 正交扫频信号源必须自制，不能使用商业化带处理器的 DDS 开发板成品。
2. 要求制作的仪器留有正交信号输出测试端口，以及被测网络的输入、输出接入端口。
3. 本题中，幅度平衡误差指正交两路信号幅度在同频点上的相对误差，定义

$$\text{定义为: } \frac{U_2 - U_1}{U_1} \times 100\%, \text{ 其中 } U_2 \geq U_1.$$

4. 本题中，幅度平坦度指信号幅度在工作频段内的相对变化量，定义为：

$$\frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\min}} \times 100\%.$$

5. 参考图 2，本题被测网络电压增益取： $A_v = 20\lg \left| \frac{u_o}{\frac{1}{2}u_s} \right|$
6. 幅频特性曲线的纵坐标为电压增益（dB）；相频特性曲线的纵坐标为相移（°）；特性曲线的横坐标均为线性频率（Hz）。
7. 发挥部分中，一次线性扫频测量完成时间≤30s。

四、评分标准

	项目	主要内容	满分
设计报告	方案论证	比较与选择 方案描述	2
	理论分析与计算	系统原理 滤波器设计 ADC 设计 被测网络设计 特性曲线显示	7
	电路与程序设计	电路设计 程序设计	6
	测试方案与测试结果	测试方案及测试条件 测试结果完整性 测试结果分析	3
	设计报告结构及规范性	摘要 设计报告正文的结构 图表的规范性	2
	总分		20
	基本要求	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成（1）		16
	完成（2）		30
	其他		4
	总分		50