



# 2013 年全国大学生电子设计竞赛试题

## 参赛注意事项

- (1) 9 月 4 日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能在【本科组】题目中任选一题；高职高专组参赛队在【高职高专组】题目中任选一题，也可以选择【本科组】题目。
- (2) 参赛队认真填写《登记表》内容，填写好的《登记表》交赛场巡视员暂时保存。
- (3) 参赛者必须是有正式学籍的全日制在校本、专科学生，应出示能够证明参赛者学生身份的有效证件（如学生证）随时备查。
- (4) 每队严格限制 3 人，开赛后不得中途更换队员。
- (5) 竞赛期间，可使用各种图书资料和网络资源，但不得在学校指定竞赛场地外进行设计制作，不得以任何方式与他人交流，包括教师在内的非参赛队员必须回避，对违纪参赛队取消评审资格。
- (6) 9 月 7 日 20:00 竞赛结束，上交设计报告、制作实物及《登记表》，由专人封存。

## 简易频率特性测试仪 (E 题)

### 【本科组】

### 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。

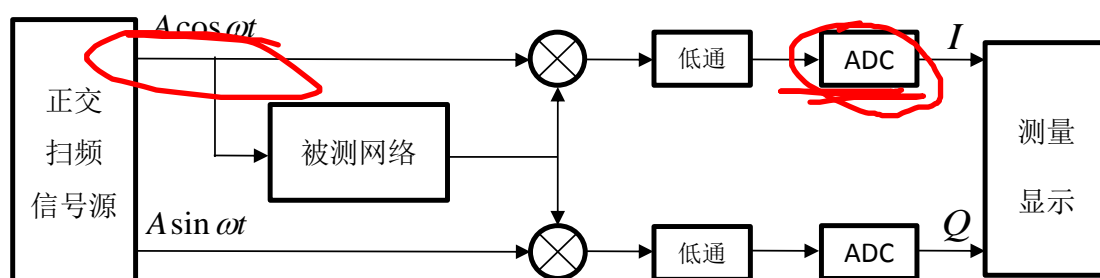


图 1 频率特性测试仪示意图

### 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 1MHz~40MHz，频率稳定度 $\leq 10^{-4}$ ；频率可设置，最小设置单位 100kHz。
- (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) 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 100kHz；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  $50\Omega$ ，输出阻抗为  $50\Omega$ ；
  - b. 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  $0.1\text{dB}$ ，相移  $0.1^\circ$ 。
- (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  $20\text{MHz}$ ，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  $-3\text{dB}$  带宽，频率数据显示的分辨率为  $100\text{kHz}$ ；
  - 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。

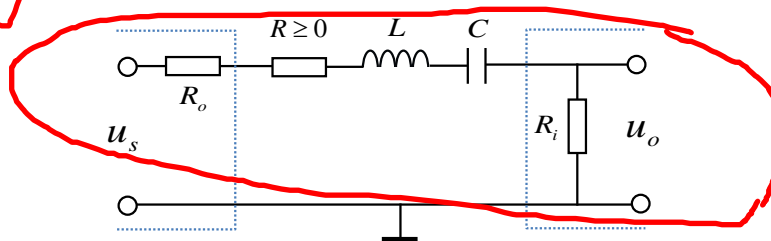


图 2 RLC 串联谐振电路

- (3) 其他。

## 三、说明

1. 正交扫频信号源必须自制，不能使用商业化 DDS 开发板或模块等成品，自制电路板上需有明显的覆铜“2013”字样。
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，定义为：
$$\frac{U_2 - U_1}{U_1} \times 100\%$$
，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 $\leq 30s$ 。

#### 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