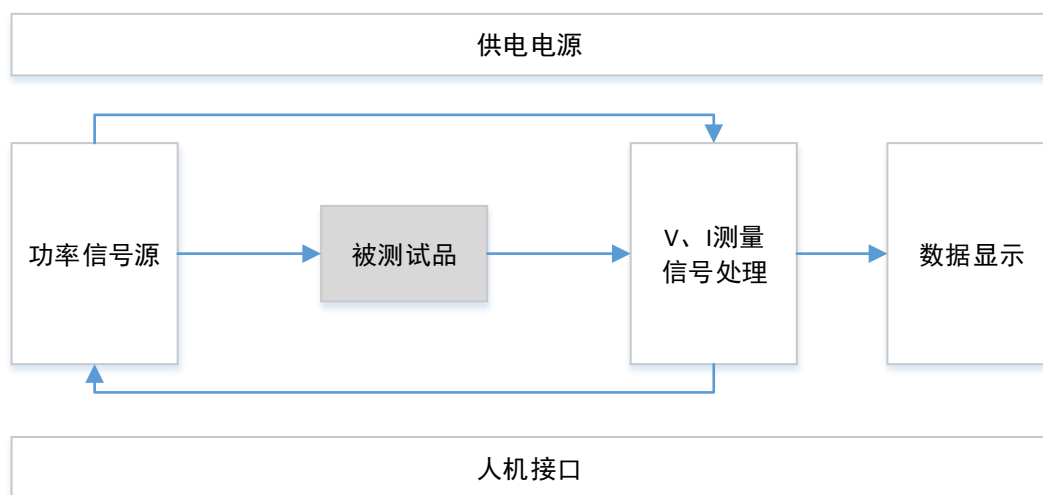


LCR 测试仪

一、任务

设计并制作一个低频 LCR 测试仪系统，其结构框图如下图所示：



二、要求

1. 基本要求

- (1) 测试正弦信号频率：100Hz、1KHz、10KHz、100KHz，误差小于 $\pm 0.1\%$ 。
- (2) 测试正弦信号幅度（输出阻抗 $100\Omega \pm 5\%$ ）：0.1Vrms、1Vrms，误差小于 $\pm 5\%$ 。
输出信号使用示波器观测无明显失真。
- (3) 测试阻抗范围：
 - a) 绝对值大小 $|Z|$ ： $1\Omega \sim 1M\Omega$ ，误差小于 5%，分辨率小于 1%；
 - b) 相位 θ ： $0^\circ \sim 360^\circ$ ，误差小于 5° ，分辨率小于 1° ；
测试稳定时间（达到误差要求）小于 3s。
- (4) 将特征阻抗转换为特定模型并选择适合的单位显示：
 - a) 阻抗形式：Z- θ d、Y- θ d
 - b) 电容模型：Cs-D、Cs-Rs、Cp-Rp
 - c) 电感模型：Ls-Q、Ls-Rs、Lp-Rp
 - d) 电阻模型：R-X
 - e) 特殊模型：Ls-Rdc

2. 发挥部分

- (1) 测试正弦信号频率：10Hz~1MHz，1Hz 步进，误差小于 0.1%。
- (2) 测试正弦信号幅度：10mVrms~2Vrms $\pm 5\%$ ，步进 10mVrms。
- (3) 测试阻抗范围：
 - a) 绝对值大小 $|Z|$ ： $100m\Omega \sim 10M\Omega$ ，分辨率小于 0.2%；
 - b) 相位： $0^\circ \sim 360^\circ$ ，分辨率小于 0.5° ；

测试稳定时间（达到误差要求）小于 3s。

测试误差最大参照下表：

幅度/相位	100mΩ~10Ω	10 Ω ~1kΩ	1kΩ~100kΩ	100kΩ~10MΩ
10~100Hz	5.0%	1.0%	5.0%	5.0%
100~1kHz	1.0%	0.5%	1.0%	5.0%
1k~10kHz	0.5%	0.05%	0.5%	1.0%
10k~100kHz	1.0%	0.5%	1.0%	5.0%
100k~1MHz	5.0%	1.0%	5.0%	20.0%

可在固定测试信号幅度情况大，自行发挥扩大测量阻抗范围，如到 10mΩ 或高于 100MΩ，根据测量精度另可加分。

(4) 其他，如：

- 自动量程（量程稳定时间小于 10s）。
- 测试夹具参数校准。
- 有极性器件的阻抗测量（如有极电容）。
- 含电压源阻抗的测量（如电池）。
- ADC 引入过采样技术以改善测量信噪比。

三、 说明

- 测试接口采用标准的四线测量接口：
 - H_{CUR}： 高端功率输出
 - H_{POT}： 高端信号检测
 - L_{POT}： 低端信号检测
 - L_{CUR}： 低端功率输出
- 自制测量夹具，可针对任意常见直插器件进行测量，测量夹具误差计入系统误差。
- 测量端口应具有过压、过载、ESD 保护功能，短路、过压、ESD（HBM 2000V）输入时系统具有良好的抵抗功能。
- 测量小信号时，系统应对工频信号具有良好的抑制，工频干扰造成的测量误差计入系统误差。
- 测试信号幅度、频率测量采用普源示波器 10x 档测量。
- 最终测试时，测试试品由测试方提供。
- 含源阻抗测量采用 1 节 AA 电池测试。
- 系统输入电源采用 220V±20% 50Hz 交流电源输入。

四、 评分标准

	项目	主要内容	分数
设计报告	系统方案	比较与选择 方案描述	2
	理论分析与计算	测试信号产生 阻抗到特定模型的变换方法	8

		测量量程调整 ADC 的精度有效位和 Noise-Free 有效位	
	电路与程序设计	电路设计 程序设计	4
	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	4
	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	完成（1）		12
	完成（2）		6
	完成（3）		22
	完成（4）		10
	总分		50
发挥部分	完成（1）		3
	完成（2）		2
	完成（3）		40
	完成（4）		5
	总分		50