



# 2021 年全国大学生电子设计竞赛试题

## 参赛注意事项

- (1) 11 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) 11 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。

## 信号失真度测量装置（A 题）

### 【本科组】

#### 一 任务

设计制作信号失真度测量装置，对来自函数/任意波形发生器的周期信号（以下简称输入信号）进行采集分析，测得输入信号的总谐波失真  $THD$ （以下简称失真度），并可在手机上显示测量信息。测量装置系统组成示意图如图 1 所示。

#### 二 要求

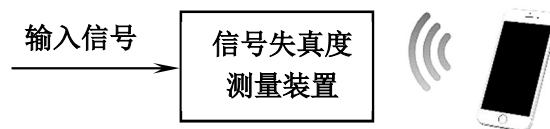


图 1 测量装置系统组成示意图

##### 1. 基本要求

- (1) 输入信号的峰峰值电压范围：300mV~600mV。
- (2) 输入信号基频：1kHz。
- (3) 输入信号失真度范围：5%~50%。
- (4) 要求对输入信号失真度测量误差绝对值  $\Delta = |THD_x - THD_o| \leq 5\%$ ， $THD_x$  和  $THD_o$  分别为失真度的测量值与标称值。
- (5) 显示失真度测量值  $THD_x$ 。
- (6) 失真度测量与显示用时不超过 10 秒。

##### 2. 发挥部分

- (1) 输入信号的峰峰值电压范围：30mV~600mV。

(2) 输入信号基频范围：1kHz ~100kHz。

(3) 测量并显示输入信号失真度  $THD_x$  值，要求  $\Delta = |THD_x - THD_0| \leq 3\%$ 。

(4) 测量并显示输入信号的一个周期波形。

(5) 显示输入信号基波与谐波的归一化幅值，只显示到 5 次谐波。

(6) 在手机上显示测量装置测得并显示的输入信号  $THD_x$  值、一个周期波形、基波与谐波的归一化幅值。

(7) 其他。

### 三 说明

(1) 本题用于信号失真度测量的主控制器和数据采集器必须使用 TI 公司的 MCU 及其片内 ADC，不得使用其他片外 ADC 和数据采集模块（卡）成品。

(2) 关于  $THD$  的说明：当放大器输入为正弦信号时，放大器的非线性失真表现为输出信号中出现谐波分量，即出现谐波失真，通常用“总谐波失真  $THD$  (total harmonic distortion)”定量分析放大器的非线性失真程度。

若放大器的输入交流电压为  $u_i = U_i \cos \omega t$ ，出现谐波失真的放大器输出交流电压为  $u_o = U_{o1} \cos(\omega t + \varphi_1) + U_{o2} \cos(2\omega t + \varphi_2) + U_{o3} \cos(3\omega t + \varphi_3) + \dots$ ，则  $u_o$  的总谐波失真（失真度）定义为

$$THD = \frac{\sqrt{U_{o2}^2 + U_{o3}^2 + U_{o4}^2 + \dots}}{U_{o1}} \times 100\% \quad (1)$$

本题信号失真度测量采用近似方式，测量和分析输入信号谐波成分时，限定只处理到5次谐波。定义

$$THD_0 = \frac{\sqrt{U_{o2}^2 + U_{o3}^2 + U_{o4}^2 + U_{o5}^2}}{U_{o1}} \times 100\% \quad (2)$$

为本题失真度的标称值。

若失真度测量值为  $THD_x$ ，则失真度测量误差的绝对值为

$$\Delta = |THD_x - THD_0| \quad (3)$$

(3) 基波与谐波的归一化幅值：当输入信号的基波幅值为  $U_{m1}$ ，各次谐波幅值分别为  $U_{m2}$ 、 $U_{m3}$  …，基波与谐波的归一化幅值为：1、 $(U_{m2}/U_{m1})$ 、 $(U_{m3}/U_{m1})$  …。

(4) 用函数/任意波形发生器（以下简称为发生器）输出的周期信号作为测量装置的输入信号。参赛队员必须熟练掌握发生器“谐波发生”功能的操作技能（包括但不限于设置信号谐波参数、存储与调用信号）。

(5) 参赛队必须自带本队自用的发生器参加赛区作品测试，根据测试专家提出的有关要求自行设定、存储自带发生器的输出信号，作为测量装置输入信号。

(6) 除输入信号外,不得再有任何其他信号引入测量装置。一键启动测量后,装置应在 10 秒钟内自动完成失真度测量与显示(期间不得有人工操作),超时扣分。一旦测量显示总用时超过 30 秒,停止作品测试。

#### 四 评分标准

	项目	主要内容	满分
设计报告	系统方案	比较与选择, 方案描述。	4
	理论分析与计算	测量原理分析计算, 误差分析。	6
	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, 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, 正文结构, 图表规范性。	2
	合计		<b>20</b>
基本要求	完成第 (1)、(2)、(3) 项		10
	完成第 (4) 项		20
	完成第 (5) 项		15
	完成第 (6) 项		5
	合计		<b>50</b>
发挥部分	完成第 (1)、(2)、(3)、(4)、(5) 项		35
	完成第 (6) 项		10
	完成第 (7) 项		5
	合计		<b>50</b>
总分			<b>120</b>