



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（以下简称为输入信号）进行采集分析，测得输入信号的总谐波失真 THD（以下简称为失真度），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 $\Delta = |THD_x - THD_o| \leqslant 5\%$ ， 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 $\Delta = |THD_x - THD_o| \leq 3\%$ 。
- (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

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

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

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

(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 $U_{m2}、U_{m3} \dots$, 基波与谐波的归一化幅值为: 1、 (U_{m2}/U_{m1}) 、 $(U_{m3}/U_{m1}) \dots$ 。

(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		20
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		50
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		50
总分			120