

B 信号失真度测量装置

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。

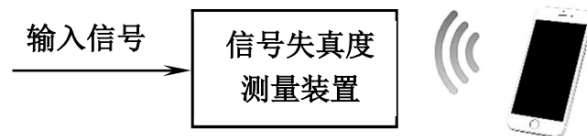


图 1 测量装置系统组成框图

二、要求

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 $\Delta = |THD_x - THD_o| \leq 3\%$ 。
- (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 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，使用 TI 公司 MCU 及其片内 ADC 完成的有 20%附加分。

(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 $u_i = U_{i1} \cos \omega t$ ，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		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