



2023 年全国大学生电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- (1) 8月2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) 8月5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。

信号调制方式识别与参数估计装置（D 题）

【本科组】

一、任务

设计制作可对信号发生器输出信号 u_M 进行调制方式识别与参数估计的装置（以下简称为装置）。装置既能显示调制方式识别与参数估计的结果，也能输出解调信号 u_o 供示波器观测波形。装置与测量仪器组成的系统框图如图 1 所示。

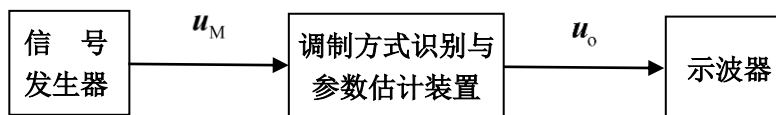


图 1 装置与测量仪器组成的系统框图

二、要求

1. 基本要求

信号发生器输出 u_M 可能为 AM、FM 或连续载波（CW）三种信号，其载波电压峰值为 100mV、载频 f_c 为 2MHz， u_M 有关参数的估值范围与误差要求见本题说明（1）~（3），对解调信号 u_o 的要求见本题说明（4）。

（1）已知 u_M 为 AM 信号（含载频分量的双边带调幅信号），其正弦调制信号频率 $F=1\text{kHz}$ 。估计并显示该 AM 信号的调幅系数 m_a ；输出解调信号 u_o 供示波器观测波形。

（2）已知 u_M 为 FM 信号，其正弦调制信号频率 $F=5\text{kHz}$ ，估计并显示该 FM 波的调频系数 m_f 、最大频偏 Δf_{\max} ；输出解调信号 u_o 供示波器观测波形。

(3) 未知 u_M 调制方式条件下, 装置可自主识别并显示 u_M 的调制方式。

(4) 当 u_M 为 AM 波或 FM 波时, 其正弦调制信号频率 F 均为 1kHz、2 kHz、3 kHz、4 kHz、5kHz 中的某一频率。在基本要求 (3) 的基础上, 装置能够估计并显示 u_M 的有关参数、输出解调信号 u_o 。具体要求为: 若 u_M 识别为 AM 信号, 估计并显示其正弦调制信号频率 F 、调幅系数 m_a , 输出解调信号 u_o 供示波器观测波形; 若 u_M 识别为 FM 信号, 估计并显示其正弦调制信号频率 F 、调频系数 m_f 、最大频偏 Δf_{\max} , 输出解调信号 u_o 供示波器观测波形; 若 u_M 识别为 CW 信号, 则显示字符 “CW”。

2. 发挥部分

u_M 可为二进制幅度键控 (2ASK)、移相键控 (2PSK) 或移频键控 (2FSK) 信号, 三者均传输二进制不归零 (NRZ) 码, 码速率 R_c 可为 6kbps、8kbps、10kbps 中的一种; u_M 载波电压峰峰值为 100mV、载频 f_c 为 2MHz。要求装置能够自主识别并显示 u_M 的键控方式, 并具备以下功能:

(1) 若 u_M 识别显示为 2ASK 信号, 估计并显示 u_M 传输的二进制码速率 R_c , 在示波器上显示解调输出的二进制码序列波形。

(2) 若 u_M 识别显示为 2FSK 信号, 估计并显示 u_M 传输的二进制码速率 R_c 、 u_M 的移频键控系数 h , 在示波器上显示解调输出的二进制码序列波形。

(3) 若 u_M 识别显示为 2PSK 信号, 估计并显示 u_M 传输的二进制码速率 R_c , 在示波器上显示解调输出的二进制码序列波形。

(4) 其他。

三、说明

(1) 本题 u_M 的载波为正弦波, u_M 的信号类型及其参数估值范围包括: AM (调幅系数: $0.3 < m_a < 1$)、FM (调频系数: $1 \leq m_f \leq 5$)、CW、2ASK、2PSK、2FSK (移频键控系数: $2 \leq h \leq 5$) 信号, 移频键控系数 $h = |f_{c1} - f_{c0}| / R_c$, 其中 f_{c1} 和 f_{c0} 分别为 2FSK 信号发送二进制码 1 和 0 的载频值。

(2) 本题所指定的 u_M 参数值 (如载频、调制信号频率等) 是指参赛队自用信号发生器输出信号 u_M 的参数设置值, 信号发生器以内调制方式产生 u_M 。

(3) 装置的参数估计误差要求: m_a 估计值与其信号发生器设置值误差的绝对值 ≤ 0.1 ; m_f 估计值与其信号发生器设置值误差的绝对值 ≤ 0.3 ; F 估计值与其信号发生器设置值误差的绝对值 $\leq 50\text{Hz}$; Δf_{\max} 估计值与其信号发生器设置值误差的绝对值 $\leq 300\text{Hz}$ 。

(4) 解调信号输出必须为单一端口输出。用示波器观测解调信号 u_o 时, u_o

应无明显的波形失真，且电压峰峰值不低于 1V。

(5) 参赛队员必须熟练掌握自用信号发生器（函数发生器）输出信号（含 AM、FM、CW、2ASK、2PSK、2FSK 信号）参数的设置操作技能。要求参赛队携带自用信号发生器参加赛区测试和全国复测，在作品测试过程中，应按测试专家具体要求熟练地自行设置信号 u_M 的有关参数。

(6) 各项测试中，参赛队自行完成对 u_M 参数的设置后，按下装置的“启动键”对 u_M 进行调制方式识别、参数估计和显示，按下“启动键”10 秒后仍无法显示出结果的，该项测试结束且不得分。在每次设置 u_M 参数之前，允许操作键盘一次；从开始设置 u_M 参数到装置显示出结果期间，除按一下“启动键”外，禁止对装置进行任何其他操作，否则视为违规。

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。	4
	理论分析与计算	调制方式识别、参数估计原理，分析计算。	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		
基本要求	完成（1）		10
	完成（2）		15
	完成（3）		25
	完成（4）		
	合计		
发挥部分	完成（1）		10
	完成（2）		16
	完成（3）		19
	完成（4）		5
	合计		
总分			120