

2025 年 TI 杯模拟电子线路设计赛暨电赛校赛

A 题 简易信号产生及测量仪

一、任务

基于通用集成运算放大器，产生频率和幅度可变的方波、三角波和正弦波，并设计预处理电路，将该信号调理到适合 MCU 的 AD 采集范围，利用单片机小系统采集显示输出的波形，测量波形的频率和峰峰值。系统框图如图 1 所示。

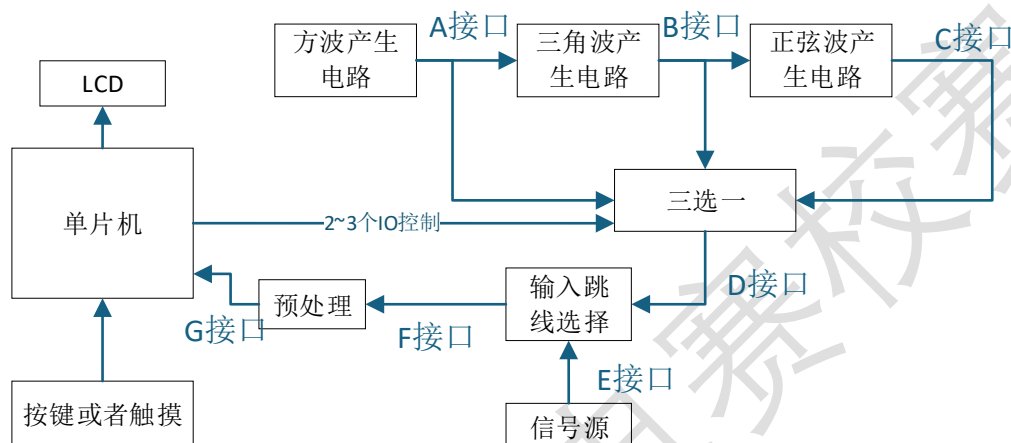


图 1 简易信号产生测量仪

二、要求

1. 基本要求

- (1) 基于运放，完成方波产生电路，可通过电位器调整方波的频率和幅度，其中频率范围 $0.5\text{kHz} \sim 1\text{kHz}$ ，幅度范围 $0.1\text{V} \sim 3.5\text{V}$ ，直流偏置为 0V ，输出阻抗 $600\ \Omega$ ，预留测试口 A；
- (2) 基于运放和已经产生的方波，设计积分电路完成方波至三角波的变换产生三角波，可通过电位器，调整三角波的幅度在 $0.1\text{V} \sim 3.5\text{V}$ 之间变化，直流偏置为 0V ，输出阻抗 $600\ \Omega$ ，波形没有明显失真，预留测试口 B；
- (3) 基于运放和产生的三角波，设计滤波电路完成三角波至正弦的变换产生正弦波，可通过电位器，调整三角波的幅度在 $0.1\text{V} \sim 3.5\text{V}$ 之间变化，直流偏置为 0V ，输出阻抗 $600\ \Omega$ ，波形没有明显失真，预留测试口 C；
- (4) 设计三选一电路和预处理电路，将输入的直流电平 0V 、幅度范围 $0.1\text{V} \sim 3.5\text{V}$ 的信号，调理为直流电平 1.65V 、幅度在 $0.1\text{V} \sim 1.6\text{V}$ 之间的信号。要求三选一电路由多个 $0\text{V}/3.3\text{V}$ 的电平控制，预处理电路由运算放大器构成。

2. 发挥部分

- (1) 在预处理电路内，设计基于运放和模拟选择器的程控增益放大器，将输入的直流电平 0V 、幅度 $10\text{mV} \sim 3.5\text{V}$ 的信号，调理为直流电平 1.65V 、幅度

- 0.05V~0.5V 之间的信号，且程控端口由多个 0V/3.3V 电平控制；
- (2)在 E 接口连接外部信号源，并设置信号源输出直流偏置为 0V、幅度 0.1V~3.5V 范围、频率 100Hz~10MHz 范围内的正弦波；输入跳线选择 E 接口信号，针对 G 接口输出信号，设计一个高速比较器，将比较结果送给单片机的管脚。要求能够用单片机最小系统，测量该信号的频率，频率测量精度优于 0.01%；
- (3) 能够测量并显示 F 口输出信号的峰峰值和波形，信号的幅度满足基本要求 (1)~(3)，对比示波器测量结果，测量精度优于 5%，且波形显示刷新率不低于 1Hz；
- (4) 其他。

三、 说明

- (1) 预留 A, B, C, D, E, F 和 G 等相关接口(测试点)；
- (2) 基本要求 (1)~(4) 以及发挥部分 (1) 采用示波器进行测量；
- (3) 基本要求 (4) 采用继电器或者模拟选择器实现，可通过跳线帽或者 MCU 的 IO 控制；
- (4) 发挥要求 (3) 可以和基本要求 (1)~(3) 同时进行测量，示波器测量结果以参赛队手头的示波器测量结果为准，波形需能够稳定显示 2~6 个周期；
- (5) 发挥部分其它，可以为增加信号种类识别、信号频谱显示等。

四、评分标准

	项目	内容	满分
基本要求(60 分)	完成第 (1) 项		15
	完成第 (2) 项		15
	完成第 (3) 项		15
	完成第 (4) 项		15
发挥部分(40分)	完成第 (1) 项		15
	完成第 (2) 项		10
	完成第 (3) 项		10
	完成第 (4) 项		5
设计报告 (20分)	系统方案	方案比较与选择 (5分)	20
	电路设计与理论计算	原理和误差分析 (5分)	
	程序设计	流程图和功能描述 (5分)	
	测试方案和结果	测试方案结果和分析 (5分)	