



2024 年全国大学生电子设计竞赛江苏赛区赛(TI 杯) 暨模拟电子系统设计专题赛初赛 试题

参赛注意事项

- (1) 7 月 29 日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队可在【本科组】或【本科组/高职高专组】题目中任选一题；高职高专组参赛队原则上应在【本科组/高职高专组】题目中任选一题，但也可以选择【本科组】题目。建议赛区对本科组参赛队和高职高专组参赛队分开评审及评奖。高职高专组参赛队选择【本科组】题目的，与本科组参赛队一起进行评审及评奖。只要参赛队中有本科生（含已专升本的学生），该队只能在本科组评审及评奖。每支参赛队必须在竞赛第一天将竞赛组别上报赛区组委会，且不能更改。凡不符合上述选题规定的作品均视为无效，赛区不予以评审。
- (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 1 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。

无线传输信号模拟系统（C 题）

【本科组】

一、任务

设计制作用于模拟产生无线传输信号的系統，包括模拟产生直达传输信号和多径传输信号，并合路得到模拟的无线传输信号。其中，直达信号的初相、幅值可设置，多径信号相对直达信号的时延、初相和幅值衰减可设置。系统的组成框图如图 1 所示。模拟产生的直达信号 S_D 、多径信号 S_M ，以及合路的输出信号 S_{Out} 都需要留出测试端口，以便进行测试。

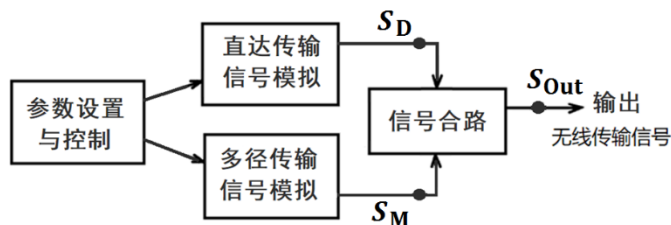


图 1 无线传输信号模拟系统框图

二、要求

(1) 模拟产生一个固定载波频率的无线传输信号，载波频率 f_c 介于 30MHz ~ 40MHz 之间，其中直达传输信号 S_D 和多径传输信号 S_M 满足以下要求：

- 1) 可设置无线传输信号为连续波 (CW) 信号或调幅 (AM) 信号。对于 AM 信号，其调制信号为 2MHz 频率的正弦信号。(10 分)
- 2) 模拟产生直达传输信号 S_D ，载波幅度有效值可设置，有效值范围为 100mV ~ 1V，以 100mV 的步进可调，要求幅度有效值误差不大于 10mV；对于 AM 信号，其 AM 调制度可设置，调制度范围为 30%~90%，以 10% 的步进可调，误差不大于 5%。(20 分)
- 3) 模拟产生的多径传输信号 S_M ，其幅度衰减和时延可设置。相对直达信号，多径信号的时延范围为 $\tau = 50 \sim 200 \text{ ns}$ ，以 30ns 的步距步进可调，要求时延误差不大于 10ns；幅度的衰减范围为 $\gamma = 0 \sim 20 \text{ dB}$ ，以 2 dB 的步进可调，要求衰减误差不大于 1dB。(20 分)

(2) 模拟产生载波频率覆盖 30 ~ 40MHz 波段的无线传输信号，载波频率 f_c 以 1MHz 为步进可设置，其中直达传输信号 S_D 和多径传输信号 S_M 满足以下要求：

- 1) 模拟产生直达传输信号 S_D ，在 30MHz ~ 40MHz 范围内设置载波频率，要求频率误差不大于 2%；其他可设置参数满足 (1) 中 a) 和 b) 的指标要求。(16 分)
- 2) 模拟产生多径传输信号 S_M ，相对直达信号 S_D 的初始相位可设置，设置范围为 $0^\circ \sim 180^\circ$ ，以 30° 的步进可调，要求初始相位误差不大于 10° ；其他可设置参数满足 (1) 中 c) 的指标要求。(20 分)

(3) 在频段 30MHz ~ 40MHz 内合路输出无线传输信号 S_{Out} ，要求合路输出信号正确，波形稳定。(8 分)

(4) 其他。(6 分)

(5) 设计报告。(20 分)

三、说明

(1) 在无线通信中发射天线发射的无线通信信号，经过空间传输达到接收机天线处，是直达信号、多径信号合路形成的无线传输信号。因为在无线传输过程中，传输信道存在多径信道，也就是说无线电信号从发射天线发射，可能经过多个路径抵达接收天线，比如从建筑物或其他物体反射的信号与直接传输的直达信号一起被接收机接收，如下图 2 所示。

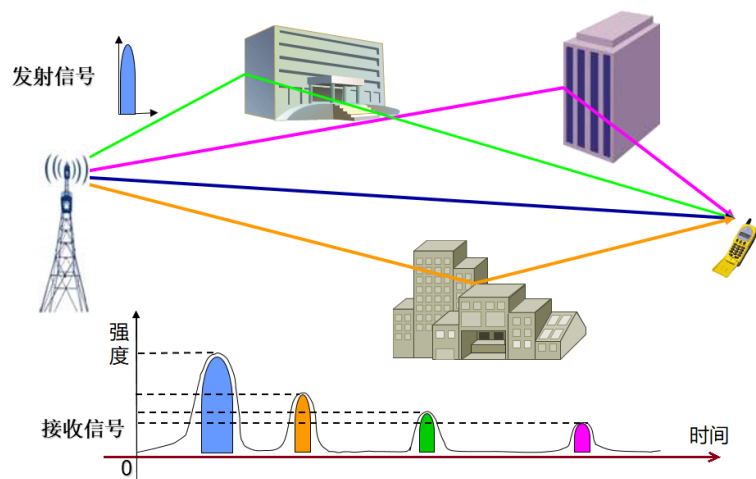


图 2：多径传输示例

(2) 假设发射信号直达接收机的接收信号定义为 $x(t)$ ，对于多径信号可以表示为： $m(t) = \alpha \bullet x(t + \tau) \bullet e^{j\varphi}$ 。

其中， α, τ, φ 三个参数反应多径信道特性，分别代表多径信号的幅度衰减、时延、以及多径引入的初相变化。初相变化通常假定为 $0 \sim 180^\circ$ 。

(3) 典型的直达和多径 AM 信号波形如下图 3 所示。其中红色为直达信号，橙色为多径信号，它相对直达信号有时延、初相和幅度的变化。

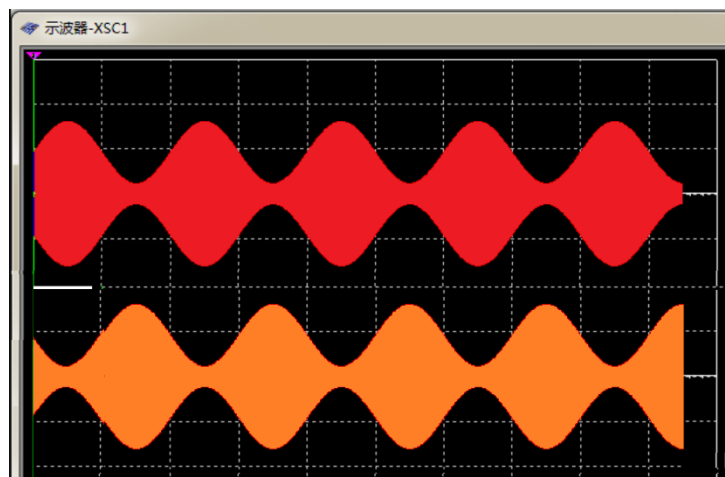


图 3：直达 AM 信号（红色）和多径 AM 信号（橙色）波形

四、评分标准

	项 目	主要内容	满分
设计报告	方案论证	总体方案设计	3
	理论分析与计算	直达与多径信号产生的方法 直达与多径信号的参数控制与信号合成	8
	电路与程序设计	电路图和流程图	4
	测试方案与测试结果	测试方法与仪器 测试数据完成性 测试结果分析	3
	设计报告结构及规范性	摘要 设计报告正文的结构 图标的规范性	2
	合计		20
	要求	完成第（1）项	
完成第（2）项		36	
完成第（3）项		8	
完成第（4）项		6	
合计		100	
总 分			120