

## 2022 年 TI 杯大学生电子设计竞赛参考赛题

---

### 摘要

全国大学生电子设计竞赛是教育部和工业和信息化部共同发起的参赛规模最大，竞赛水平最高，且影响力最广的大学生学科竞赛之一。TI 作为 2018-2027 年全国大学生电子设计竞赛的 10 年唯一冠名赞助商，持续为竞赛提供资金、开发板与样片和技术培训等支持，累计捐赠各种硬件开发工具达 30 余万套，免费样片 240 余万片，每年为来自 1000 余所高校的 5 万多名参赛学生提供产品及技术支持。

省级大学生电子设计竞赛作为全国大学生电子设计竞赛的重要组成部分，是全国所有电子信息类学生展现创新意识和实践能力的重要平台，持续推动了高等学校信息与电子类学科课程体系和课程内容的改革。今年是 TI 支持省级电赛举办的第十四年，TI 沿用与电子设计竞赛各分赛区合作的模式，邀请全国大学生电子设计竞赛资深专家按照全国大学生电子设计竞赛的标准进行竞赛命题，为赛区提供竞赛参考命题和评测标准。2022 年 TI 杯大学生电子设计竞赛参考赛题，共 11 道题，分为两期发布。2022 年 7 月份发布 6 道题，2022 年 10 月份发布 5 道题。

## 目录

1	单相交流电子负载（7月份 A 题） .....	3
2	送货无人机（7月份 B 题） .....	5
3	小车跟随行驶系统（7月份 C 题） .....	8
4	混沌信号产生实验装置（7月份 D 题） .....	11
5	声源定位跟踪系统（7月份 E 题） .....	14
6	信号调制度测量装置（7月份 F 题） .....	16
7	无线充电可循迹电动小车（10月份 A 题） .....	18
8	具有自动泊车功能的电动车（10月份 B 题） .....	20
9	有源二分频音频放大电路（10月份 C 题） .....	23
10	盲盒识别装置（10月份 D 题） .....	25
11	基于 CC3200 的无线监视系统（10月份 E 题） .....	27

# 1 单相交流电子负载（7月份A题）

## 1.1 任务

设计并制作如图1所示的单相交流电子负载，其中负载特性模拟单元可模拟电阻性、电感性、电容性负载，能量回馈单元能将尽可能多的能量以50Hz交流电回馈。

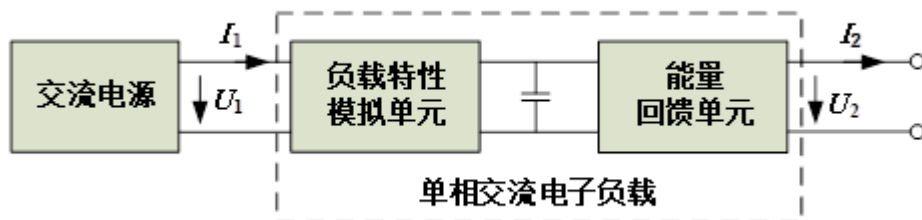


图1 单相交流电子负载原理图

## 1.2 要求

- (1) 模拟电阻性负载，电子负载输入为  $U_1=30V$ ， $I_1=2A$ 。（15分）
- (2) 模拟电感性负载，电子负载输入为  $U_1=30V$ ， $I_1=2A$ ，输入侧功率因数  $\cos \phi_1$  能根据数字设定在  $0.50\sim 1.00$  范围内自动调整。（25分）
- (3) 模拟电容性负载，电子负载输入为  $U_1=30V$ ， $I_1=2A$ ，输入侧功率因数  $\cos \phi_1$  能根据数字设定在  $0.50\sim 1.00$  范围内自动调整。（25分）
- (4) 模拟电阻性负载，电子负载输入为  $U_1=30V$ ， $I_1=2A$ ，测电子负载的输入功率  $P_1$  和回馈功率  $P_2$ ， $\Delta P = P_1 - P_2$ ，要求  $\Delta P$  越小越好。（25分）
- (5) 其他。（10分）
- (6) 设计报告。（20分）

	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	3
	理论分析与计算	不同类型负载的模拟，能量回馈的方法	6
	电路与程序设计	主回路与器件选择，控制电路与控制程序	6
	测试方案与测试结果	测试方案及测试条件，测试结果及其完整性，结果分析	3
	报告结构及规范性	摘要、设计报告正文结构、公式、图表的规范性	2
	报告总分		20

## 1.3 说明

- (1) 为简化题目、方便测试，电子负载回馈的能量由电阻性负载消耗。
- (2) 图1中的交流电源为50Hz正弦波交流电，其形式不限，但应做好隔离等措施，确保电气安全。
- (3) 为方便测试要求(4)，交流电子负载仅由图1中的交流电源供电。

- (4) 题中所有交流参数均为有效值。
- (5) 电子负载的输入功率  $P_1 = U_1 I_1 \cos \phi_1$ 、输出功率  $P_2 = U_2 I_2 \cos \phi_2$ ，其中  $\cos \phi_1$  为电子负载输入侧的功率因数， $\cos \phi_2$  为电子负载回馈侧的功率因数。
- (6) 电路制作时应考虑测试方便，合理设置测试点。



2. 无人机在作业区外学习识别某一种指定目标特征（颜色、形状），然后寻找具有此特征的两个目标地点，完成送货作业。

(1) 无人机从起降点起飞到 150cm 巡航高度，先后寻找 2 个上述已识别的目标，飞行抵达目标地点上方，降低飞行高度到  $80 \pm 10$ cm 左右；（20 分）

(2) 放出下降吊舱至距地面  $20 \pm 5$ cm 左右高度，稳定保持悬停 5 秒完成送货作业，期间播放提醒目标点收货的语音；送货期间，标识无人机位置的激光笔光斑落在以目标中心为圆心、半径 15cm 的圆内；送货完成即恢复巡航高度；（10 分）

(3) 送货作业完成后无人机降落到起降点；送货过程用时越少越好，需在 270 秒内完成；（5 分）

3. 无人机找到放置在 A 附近区域的红色圆框，并从圆框中穿越而过。（10 分）

4. 其他自主发挥。（5 分）

5. 设计报告

项 目	主要内容	满分
系统方案	技术路线、系统结构，方案描述、比较与选择	3
设计与计算	控制方法描述及参数计算	5
电路与程序设计	系统组成，原理框图与各部分电路图 系统软件设计与流程图	7
测试方案与测试结果	测试方案及测试条件；测试结果完整性；测试结果分析	3
设计报告结构及规范性	摘要、报告正文结构、公式、图表的完整性和规范性	2
小计		20

## 2.3 说明

### 1. 送货作业现场说明

(1) 参赛队在赛区提供的场地测试，不得擅自改变测试环境条件。

(2) 送货作业区域铺设亚光喷绘布为淡灰色（R-240、G-240、B-240），目标地点的形状有三种（圆、正方形、三角形，最大边长或直径为 25cm），颜色有红、蓝两种（红 R-255、G-0、B-0，蓝 R-0、G-0、B-255）；作业区上、右两侧有 1.8cm 宽黑色标志线；应考虑到材料及颜料导致颜色存在差异的可能性。

(3) 测评将现场准备图 1 所示 6 种送货目标的特征样板，如“红色三角形”、“蓝色正方形”等，以备给无人机识别。

(4) 送货目标中的数字并非给无人机识别用，仅为了描述、记录方便，颜色与目标底色相近。

(5) 作业区域中标志“A”所在附近区域可放置供无人机穿越的圆框，见图 3，圆框可采用外径约 110cm 的红色呼啦圈，呼啦圈固定在地面支架上，圆心高度约 150cm，支架为黑色。

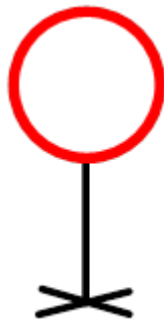


图3 圆框示意图

- (6) 400cm×500cm 作业区四周及顶部设置安全网，安全网支架在安全网外。
- (7) 测试现场避免阳光直射，但不排除顶部照明灯及窗外环境光照射，参赛队应考虑到测试现场会受到外界光照或室内照明不均等影响因素；测试时不得提出光照条件要求。

## 2. 飞行器要求

- (1) 参赛队使用无人机时应遵守中国民用航空局的相关管理规定。
- (2) 无人机最大轴间距不大于 45cm。
- (3) 无人机桨叶必须全防护，否则不得测试。
- (4) 无人机上的激光笔垂直向下安装，不得移动、转动。
- (5) 起飞前，无人机可手动放置到起降点；可手动一键启动后起飞，起飞后整个飞行过程中不得人为干预；若采用无人机以外的启动或急停操作装置，一键启动起飞操作后必须立刻将装置交给工作人员。
- (6) 调试及测试时必须佩戴防护眼镜，穿戴防护手套。

## 3. 测试要求与说明

- (1) 吊舱可用软线悬吊 50g 砝码来模仿。
- (2) 提醒目标点收货的语音可自行设定，时长 1~3 秒。
- (3) 要求 1 送货前，可连续输入两个目标地点的位置信息；如，若以起降点为原点，编号 11 号目标的位置可为 (200, 275)；目标的位置信息格式可自己定义。
- (4) 在要求 2 送货前，将现场指定形状及颜色的样板（如“红色三角形”），在场外手持给无人机学习识别将要送货的目标特征。
- (5) 要求 1 的送货过程必须在 180 秒内完成，超时不得分。
- (6) 要求 2 的送货过程必须在 270 秒内完成，超时不得分。
- (7) 要求 1 的 (1)~(4) 必须连续完成，期间不得人为干预；要求 2 的 (1)~(3) 必须连续完成，期间不得人为干预。
- (8) 每次测试全过程中不得更换电池；两次测试之间允许更换电池，更换电池时间不大于 2 分钟。
- (9) 飞行期间，无人机触及地面后自行恢复飞行的，扣 5 分；触地后 5 秒内不能自行恢复飞行视为失败，失败前完成动作仍计分。
- (10) 平稳降落是指在降落过程中无明显的跌落、弹跳及着地后滑行等情况出现。

### 3 小车跟随行驶系统（7月份C题）

#### 3.1 任务

设计一套小车跟随行驶系统，采用 TI 的 MCU，由一辆领头小车和一辆跟随小车组成，要求小车具有循迹功能，且速度在  $0.3 \sim 1\text{m/s}$  可调，能在指定路径上完成行驶操作，行驶场地的路径如图 1 所示。其中，路径上的 A 点为领头小车每次行驶的起始点和终点。当小车完成一次行驶到达终点，领头小车和跟随小车要发出声音提示。领头小车和跟随小车既可以沿着 ABFDE 圆角矩形（简称为**内圈**）路径行驶，也可以沿着 ABCDE 的圆角矩形（简称为**外圈**）路径行驶。当行驶在内圈 BFD 段时，小车要发出灯光指示。此外，在测试过程中，可以在路径上 E 点所在边的直线区域，由测试专家指定位置放上“等停指示”标识（见图 1 左侧），指示领头小车在此处须停车，等待 5 秒后再继续行驶。

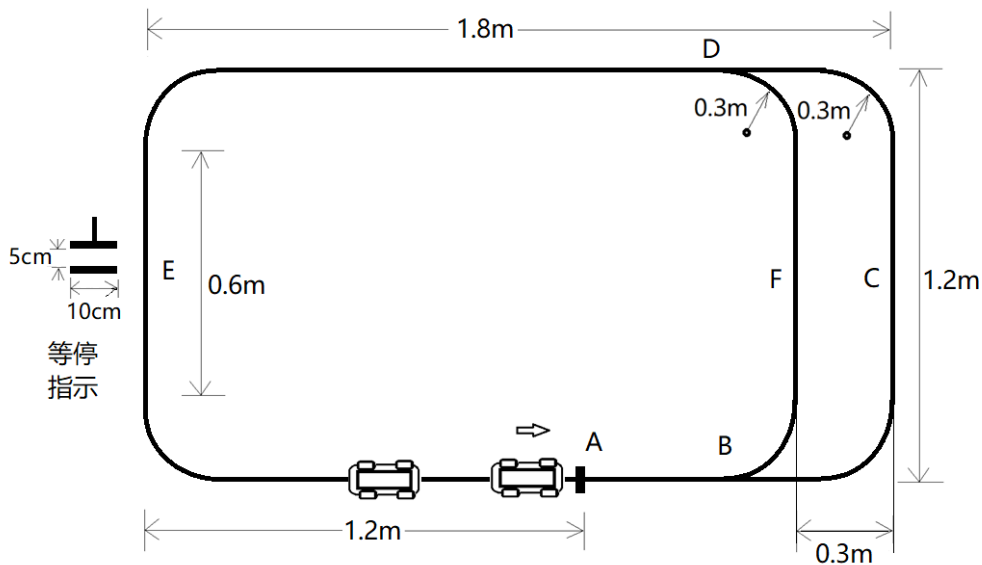


图1 小车跟随行驶场地示意图

#### 3.2 要求

1. 将领头小车放在路径的起始位置 A 点，跟随小车放在其后 20cm 处，设定领头小车速度为  $0.3\text{m/s}$ ，沿着外圈路径行驶一圈停止，要求：（20 分）

- (1) 领头小车的平均速度误差不大于 10%；
- (2) 跟随小车能跟随领头小车行驶，全程不能发生小车碰撞；
- (3) 完成一圈行驶后领头小车到达 A 点处停车，跟随小车应及时停止，停止时间差不超过 1s，且与领头小车的间距为 20cm，误差不大于 6cm。

2. 将领头小车放在路径轨迹的起始位置 A 点，跟随小车放在路径上 E 点所在边的直线区域，由测试专家指定的位置，设定领头小车速度为  $0.5\text{m/s}$ ，沿着外圈路径行驶两圈停止，要求：（20 分）

- (1) 领头小车的平均速度误差不大于 10%；



(2) 跟随小车能快速追上领头小车，然后按 20cm 间距跟随领头小车行驶，全程不能发生小车碰撞；

(3) 完成两圈行驶后领头小车达到 A 点停止，跟随小车应及时停止，两车停止的时间差不超过 1s，且与领头小车的间距为 20cm，误差不大于 6cm。

3. 将领头小车放在路径的起始位置 A 点，跟随小车放在其后 20cm 处，领头小车和跟随小车连续完成三圈路径的行驶。第一圈领头小车和跟随小车都沿着外圈路径行驶。第二圈领头小车沿着外圈路径行驶，跟随小车沿着内圈路径行驶，实现超车领跑。第三圈跟随小车沿着外圈路径行驶，领头小车沿着内圈路径行驶，实现反超和再次领跑。  
要求：（30 分）

(1) 全程两个小车行驶平稳，顺利完成两次超车，且不能发生小车碰撞；

(2) 完成三圈行驶后领头小车到达 A 点停止，跟随小车应及时停止，两车停止的时间差不超过 1s，且与领头小车的间距为 20cm，误差不大于 6cm；

(3) 小车行驶速度可自主设定，但不得低于 0.3m/s，且完成所规定的三圈轨迹行驶所需时间越短越好。

4. 由测试专家在路径的 E 点所在边的直线区域指定位置，放上“等停指示”标识。然后，将领头小车放在路径的起始位置 A 点，跟随小车放在其后 20cm 处，设定领头小车速度为 1m/s，沿着外圈路径行驶一圈，行驶中两小车不得发生碰撞。要求：（20 分）

(1) 领头小车的平均速度误差不大于 10%；

(2) 领头小车达到“等停指示”点停车，停车位置准确，误差不大于 5cm；

(3) 在“等停指示”处停车时间为 5s，误差不超过 1s。

5. 其他。（10 分）

6. 设计报告。（20 分）

	项目	主要内容	满分
设计报告	系统方案	小车跟随行驶的设计方案	3
	理论分析	小车间通信模式分析 小车运控设计 小车间距离控制	5
	电路与程序设计	小车循迹电路 小车间通信电路 小车防撞设计电路	5
	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	4

	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	3
	总分		20

### 3.3 说明

1. 作品中的小车中尺寸不大于 15cm（宽）× 25cm（长）。小车尺寸包括小车本体、以及小车所安装的传感器等总体的尺寸大小。

2. 行驶场地上铺设白纸，行驶路径用 1cm 宽的黑色引导线来标志，可以印刷或打印在白纸上，也可以用黑色胶带纸直接粘贴在白纸上。轨迹上的起始点 A，用垂直贴在路径引导线的黑色标志线来标记，标志线为 2cm 宽、5cm 长。“等停指示”用间隔 5cm 的两条 2cm 宽、10cm 长的黑色平行标志线来标记，可以事先在一张小的纸片上打印好，测试时对接粘贴在行驶路径的引导线上即可。除题目要求的标记之外，行驶场地上不得有其他任何指示标记。

3. 跟随小车的行驶完全由领头小车指挥控制，领头小车上有机启动按键和设置按键，而跟随小车只有一个上电开关，不得有其他启动和操作按键。每一次行驶发车时，领头小车和跟随小车按照题目要求摆放在行驶路径的指定位置，跟随小车上电，处于等待接收领头小车指令的状态。领头小车一键启动行驶，直到整个行驶过程结束。

4. 在两个小车跟随行驶过程中，除了两个小车间的相互通信外，不得有车外遥控和其他通信指令辅助。

5. 在本题目要求 4 中，领头小车遇到“等停指示”需立即停车，停车后车身应在“等停指示”第二条横线以内，车头超出第二条横线的距离为停车位置误差。

6. 为了便于测试，允许在制作行驶场地时，在路径的 E 点和 A 点的旁边画上刻度尺，如图 2 所示。

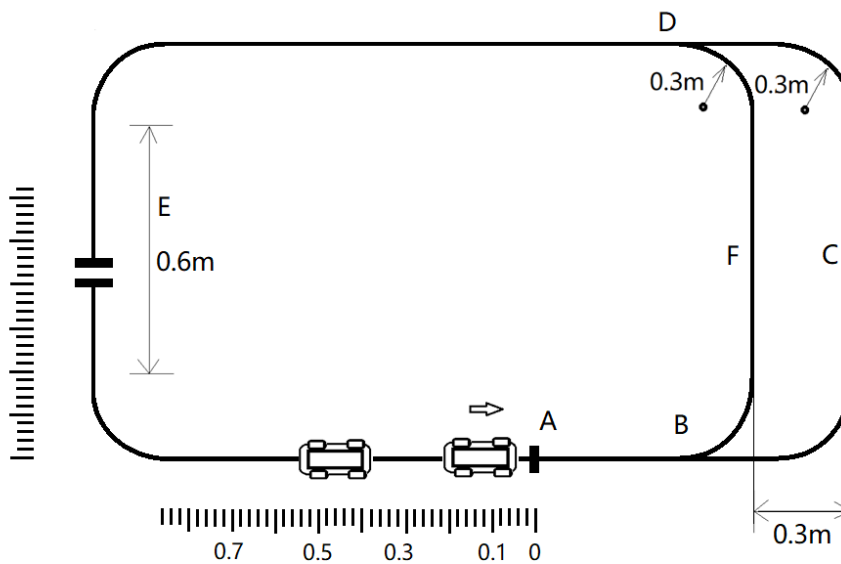


图2 行驶场地可以画出刻度

## 4 混沌信号产生实验装置（7月份D题）

### 4.1 任务

使用电阻、电容、电感和运算放大器设计一个能生成稳定周期信号和混沌信号的信号产生实验装置，装置采用单电源供电。可以通过编程设置或开关选择，产生多种稳定周期信号、单涡旋混沌信号和双涡旋混沌信号。实验装置使用双踪示波器对所产生信号进行相图显示，接入示波器进行相图显示时，不得影响信号产生电路的工作状态。

### 4.2 要求

1. 通过编程设置或开关选择，控制实验装置产生稳定周期信号和混沌信号，依次生成下列相图信号，并在示波器上稳定显示。（34分）

- (1) 单倍周期的稳定周期相图；
- (2) 双倍周期的稳定周期相图；
- (3) 三倍周期的稳定周期相图；
- (4) 单涡旋混沌信号相图，要求幅度不小于电源电压  $V_{CC}$  的 80%；
- (5) 双涡旋混沌信号相图，要求幅度不小于电源电压  $V_{CC}$  的 80%；

2. 提高实验装置所产生的双涡旋混沌信号的信号带宽，要求所产生的双涡旋混沌信号的带宽不少于 40MHz。（30分）

3. 改进实验装置的电路设计，要求在不使用电感的情况下，即仅使用电阻、电容和运算放大器，实现要求 1 和 2 的功能。（20分）

4. 进一步优化要求 3 所设计的实验装置电路，尽量减少运算放大器的个数。要求所使用的运算放大器的总数不超过 6 个。（10分）

5. 其他。（6分）

6. 设计报告。（20分）

	项目	主要内容	满分
设计报告	系统方案	混沌电路的方案设计	3
	理论分析	混沌电路原理分析 宽带混沌电路设计 不使用电感的处理	5
	电路与程序设计	各类混沌电路设计 状态控制电路设计	5

	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	3
	总分		20

### 4.3 说明

1. 混沌现象是指发生在确定性系统中的貌似随机的不规则运动。一个确定性理论描述的系统，其行为却表现为不确定性——不可重复、不可预测，称为混沌现象。系统的混沌现象可以用非线性系统的动态方程来描述，并使用电阻、电容、电感和运算放大器等器件构成相应的电路来进行具体实现，这种电路称为混沌信号产生电路。典型的混沌信号产生电路包括蔡氏电路 Chua's circuit、范德坡电路 Vanderbilt circuit、考比兹电路 Colpitts circuit 等。本装置不得接入外部激励信号。

2. 本实验装置设计的要求 3 中只允许使用电阻、电容和运算放大器来进行设计，不使用电感。如果选择的设计方案需要使用电感，可以通过运算放大器实现的有源电感来代替，或者用回转器实现。

3. 不同于对一般信号的观测方法，在使用示波器观测混沌电路所产生的信号时，一般采用 X-Y 方式。即通过观察电路中两个信号之间的变化关系，也就是消去两个信号的时间变量所得到的信号间空间曲线，称为相图。

4. 混沌信号产生电路对电路参数极为敏感，在设计制作实验装置电路时，要对电路参数进行仔细调试，以确保电路工作状态准确和稳定。在对实验装置进行性能测试时，可以通过编程设置或开关选择来切换输出不同种类信号，但是在测试过程中，不能对电路中元器件参数进行调节。

5. 实验装置产生的各个信号的典型参考相图见图 1:



图 1 混沌参考相图

## 5 声源定位跟踪系统（7月份E题）

### 5.1 任务

设计制作一个声源定位跟踪系统，能够实时显示及指示声源的位置，当声源移动时能够用激光笔动态跟踪声源。声源检测系统测量区域分布俯视图如图1所示。

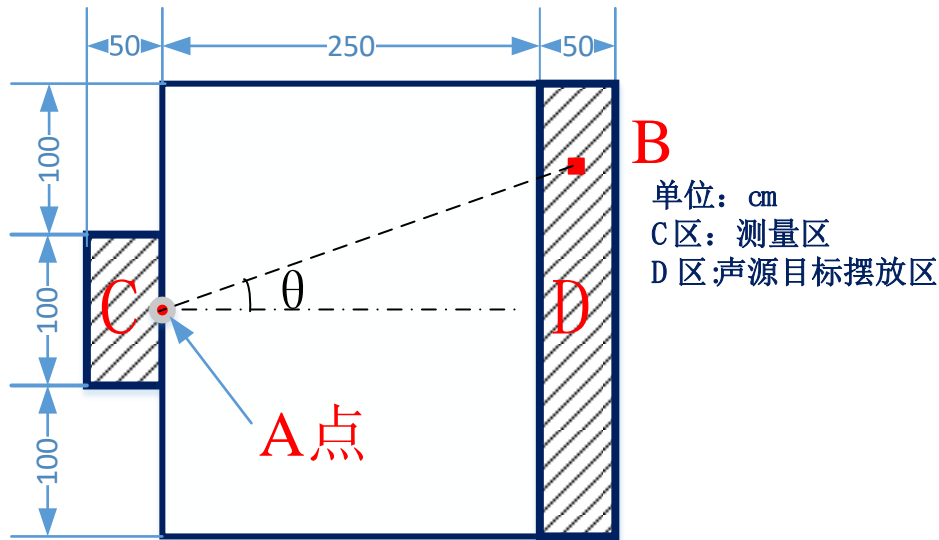


图1 系统测量区域俯视图

### 5.2 要求

- 设计并制作声音发生装置——“声源”，装置能独立工作，声音音量手动可调，装置最大边长或直径不超过10cm，装置可用支架安装，并可在地面移动；声源中心点B用红色或其他醒目颜色标识，并在B点所在的平面以B点为圆心，直径为5cm画圆圈，用醒目线条标识，该平面面向检测指示装置（图中A点）。（4分）
- 设计并制作一个声源定位检测装置，传感器安装在图1的C区范围内，高度不超过1m，系统采用的拾音器或麦克风传感器数量不超过10个；在装置上标记测试参考点A，作为位置坐标的原点；装置上有显示电路，实时显示D区域内声源的位置，显示A、B两点直线距离 $\gamma$ 和以A点为原点，AB在地面的投影与图1中心线的夹角 $\theta$ ，测量时间不超过5s，距离 $\gamma$ 和角度 $\theta$ 的测值误差越小越好。（36分）
- 设计并制作一个声源指示控制装置，此装置和上述声源定位检测装置可以合为一体。也放置在图1的C区，安装有激光笔和二维电动云台，能控制激光笔指向声源，定位计算过程中时，激光笔关闭，定位运算完成时激光笔开启。定位指示声源时，动作反应时间不超过10s，光点与B点偏差越小越好。（30分）
- 声源移动动态追踪：当声源摆放在地面，用细绳牵引，以0.2m/s左右的速度在D区移动时，激光笔光点指向B点，光点与B点偏差越小好，跟踪反应时间越短越好。（20分）
- 其他（10分）
- 设计报告（20分）

项目	主要内容	满分
方案论证	比较与选择，方案描述。	3

理论分析与计算	系统相关参数设计	5
电路与程序设计	系统组成, 原理框图与各部分电路图, 系统软件与流程图。	5
测试方案与测试结果	测试结果完整性, 测试结果分析。	5
设计报告结构及规范性	摘要, 正文结构规范, 图表的完整与准确性。	2
<b>总分</b>		20

### 5.3 说明

1. 声源可以发出自定的规则声音, 如滴、滴、滴的蜂鸣器声音等, 音量以不造成严重噪声污染为宜, 并注意避免周围噪声的影响。

2. 声源可使用符合尺寸要求的微型有源音箱, 播放事先录制的声音。

3. 声源定位跟踪系统最大尺寸水平高度控制在离地面 100cm 以下, 声源放置在 D 区不高于 50cm。

4. 测试要求: 要求 2、3 测试时, 先按启动按钮, 再放置音源; 或先放置音源, 但声源和指示装置明显不在一个方向上, 一键启动; 一个点测完后, 移动声源, 测量下一个点, 期间无人工干预装置; 要求 4 测试时, 一键启动后移动声源, 期间亦无人工干预接触装置, 直至该项测试结束。

5. 距离和角度显示稳定, 如出现不稳定, 以跳动中出现的偏离最大的数字作为结果。

## 6 信号调制度测量装置（7 月份 F 题）

### 6.1 任务

设计制作信号调制度测量装置，该装置测量并显示信号源输出的被测信号调制度等参数，识别并显示被测信号的调制方式，输出解调信号。测量系统如图 1 所示。

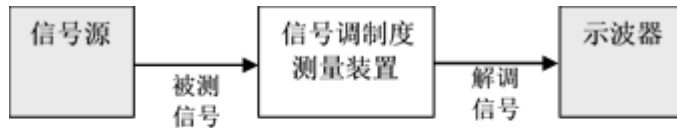


图 1 信号调制度测量系统组成框图

### 6.2 要求

(1) 被测信号为电压峰峰值 100mV 的普通单音调幅 (AM) 电压  $u_{AM}$ ，其载频为 10MHz、调制信号为频率 1~3kHz 的正弦信号。测量并显示  $u_{AM}$  的调幅度  $m_a$ ，要求测量误差绝对值  $|\Delta| \leq 0.1$ ；输出解调信号，要求解调信号波形无明显失真。（20 分）

(2) 被测信号为电压峰峰值 100mV 的单音调频 (FM) 电压  $u_{FM}$ ，其载频为 10MHz、调制信号为频率 3~5kHz 的正弦信号。测量并显示  $u_{FM}$  的调频度  $m_f$ ，测量误差绝对值  $|\Delta| \leq 0.3$ ；测量并显示  $u_{FM}$  的最大频偏  $\Delta f_m$  (kHz)；输出解调信号，要求解调信号波形无明显失真。（25 分）

(3) 被测信号为载波电压峰峰值 100mV 的高频电压  $u_m$ ，其载频范围为 10MHz~30MHz（频率步进间隔 0.5MHz）。若  $u_m$  为已调波 (AM 或 FM 波) 时，其调制信号为频率范围 5kHz~10kHz（频率步进间隔 1kHz）内某一频率的正弦信号。测量装置应能自主识别  $u_m$  的调制方式，即能判断出  $u_m$  为调幅、调频或未调载波。测量并显示  $u_m$  的调制度 ( $m_a$  或  $m_f$ )，测量误差要求分别同前面第 (1)、(2) 项的要求；当被测信号为调频波时，要求测量并显示其最大频偏  $\Delta f_m$  (kHz)；输出解调信号，要求解调信号波形无明显失真。（45 分）

(4) 其他（10 分）

(5) 设计报告（20 分）

项 目	主要内容	满分
方案论证	比较与选择，方案描述。	3
理论分析与计算	系统相关参数设计	5
电路与程序设计	系统组成，原理框图与各部分电路图，系统软件与流程图。	5
测试方案与测试结果	测试结果完整性，测试结果分析。	5
设计报告结构及规范性	摘要，正文结构规范，图表的完整与准确性。	2



总分

20

### 6.3 说明

(1) 题中“普通单音调幅波”是指：载波为正弦波，调制信号为单频正弦信号，其频谱包括完整的载频与上、下边频分量。题中“单音调频波”是指：载波为正弦波，调制信号为单频正弦信号。

(2) 本题被测信号为 AM 信号时，其调幅度范围是： $0.2 < m_a \leq 1$ ；被测信号为 FM 信号时，其调频度范围是： $1 < m_f \leq 6$ ；被测信号为未调载波，是指被测信号为正弦载波或连续波（CW）。本题第（3）项要求测量装置能自主识别出被测信号的三种可能调制方式。

(3) 如测量装置需对被测信号进行 A/D 变换，应借鉴适用于对高频窄带信号抽样的“带通抽样定律”。“奈奎斯特抽样定律”亦称为“低通抽样定律”，它适于对基带信号的抽样。

(4) 测试时可自带具有 AM/FM 调制信号输出功能的信号源，并以自带信号源输出信号参数设置值作为测量基准值。

(5) 要求第（3）项的操作必须是一键启动，装置应连续完成调制方式识别与调制度等参数的测量和显示，测量过程中不得有人工介入。

## 7 无线充电可循迹电动小车（10 月份 A 题）

### 7.1 任务

设计并制作一个无线充电电动小车，包括无线充电装置一套。电动小车机械部分可采用成品四轮玩具车改制。小车采用 TI 的 MCU 平台控制。小车地面投影不大于 A4 纸大小，高度、重量不限。沿地面的黑色轨迹行驶。

### 7.2 要求

(1) 自制一套无线充电装置。其发射器线圈放置在地面，发射器采用具有恒流、恒压模式自动切换的直流稳压电源供电，供电电压为 15V，供电电流不大于 0.5A；无线充电接收器安装在小车底盘上，电动小车使用适当容量超级电容储能，经 DC-DC 变换给电动小车供电。使用一个发光管指示小车供电状态，当小车有电时，发光管点亮。车上不得采用电池等其他储能供电器件。（10 分）

(2) 打开直流稳压电源给充电装置发射器供电 1 分钟后关闭。当电动小车检测到发射器停止充电发射时，立即自行启动，向前沿直线水平行驶，直至能量耗尽，行驶距离不小于 0.5m。（30 分）

(3) 小车起始位置为圆角中心 A 点。充电 1 分钟后，电动小车沿地面的黑色轨迹行驶，电动小车行驶的圈数越多越好。黑色轨迹为圆角矩形形状，采用 1.8cm 宽的黑色胶带贴制，如图 1 所示。（50 分）

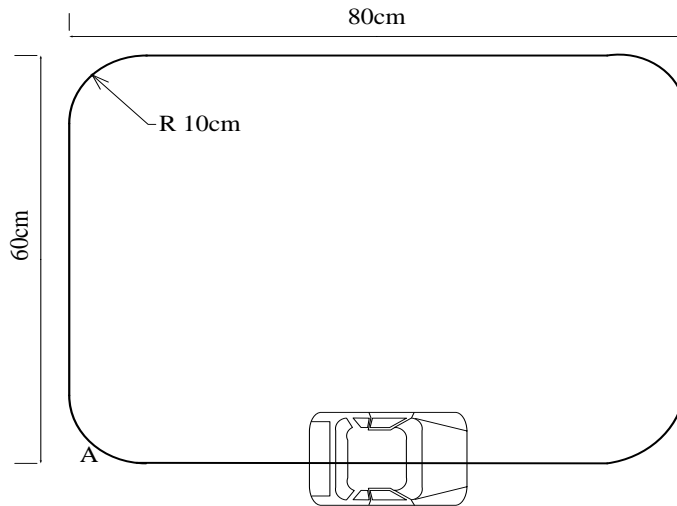


图 1. 电动小车行驶轨迹示意图

(4) 其他（10 分）

(5) 设计报告（20 分）

项目	主要内容	满分
方案论证	比较与选择，方案描述	3
理论分析与计算	系统相关参数设计	5
电路与程序设计	系统组成，原理框图与各部分的电路图，系统软件与流程图	5
测试方案与测试结果	测试结果完整性，测试结果分析	5
设计报告结构及规范性	摘要，正文结构规范，图表的完整与准确性。	2
<b>总分</b>		20

### 7.3 说明

(1) 电动小车控制平台必须采用 TI 的 MCU 平台。超级电容的容量可根据充电器充入的电荷量及小车行驶所需电流、时间和车重等因素综合考虑。无线充电电动小车是一个比较复杂的工程问题，通过提高充、放电效率，减轻车重，优化电机驱动，降低控制功耗及适当选取超级电容容量等，可以增加电动小车的行驶距离。

(2) 电动小车位置定位参考点为小车后沿。

(3) 确保发射器供电为 15V，电流不大于 0.5A。不符合要求不予测试。

(4) 测试时，要求小车先充电、放电运行数次。保证测试时小车无预先额外储能，以保证测试公平性。正式测试允许运行两次，取最好成绩记录。小车从充电开始起至小车停车期间为自动行驶状态，严禁人为触碰或遥控小车。违规不予测试。

(5) 要求(2)测试中，可以沿图 1 的长边轨迹行驶，也可以不循迹行驶。

(6) 要求(3)测试中，小车自动行驶后，允许及时移除充电发射器线圈。小车行驶圈数精确到 1/4 圈。电动小车自动行驶中，如果全车地面投影离开行车轨迹线，测试结束。轨迹仅采用黑色胶带标记，不得额外使用其他任何物品。地面材质不限、背景颜色自定。测试时必须自带符合题目要求的地面轨迹装置。

## 8 具有自动泊车功能的电动车（10月份B题）

### 8.1 任务

设计制作具有自动泊车功能的电动车，可在图 1 所示的作品测试泊车场地上，分别独立完成“倒车入库/出库”或“侧方入库/出库”的单项操作，也可连续完成这两项入库/出库的操作。

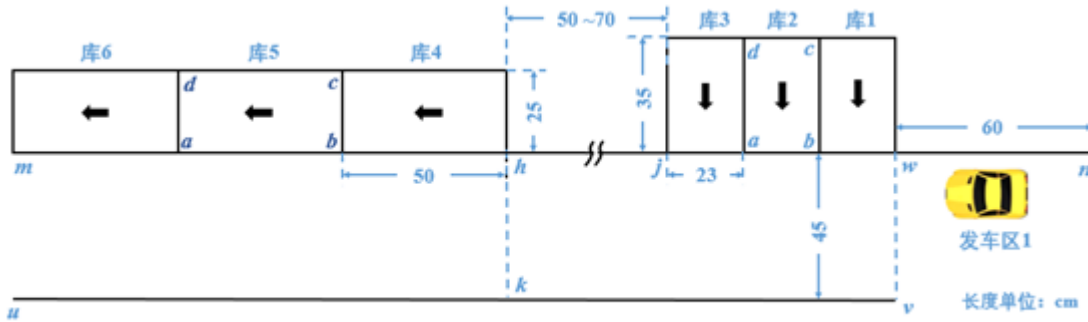


图 1 作品测试泊车场地示意图

### 8.2 要求

(1) 单项倒车入库/出库①：如图 2 所示，一键启动摆放在“发车区 1”内的电动车，电动车以“右侧垂直泊车方式”自动倒车进入库 2 内居中位置停车（详见图 2 中库区  $abcd$ ，此时库 1、库 3 内均停有车辆），倒车入库时间  $T_1$  越短越好（ $T_1$  定义见本题说明， $T_1 > 30s$  的  $T_1$  测试项成绩记 0 分）。电动车在库内停车到位 5s 后，沿车头方向右转出库，车身整体出库时间不超过 15s。（20 分）

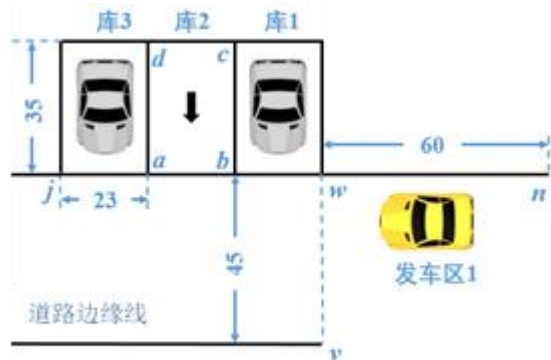


图 2 倒车入库/出库区域示意图

(2) 单项侧方入库/出库①：如图 3 所示，一键启动摆放在“发车区 2”内的电动车，电动车以“右侧平行泊车方式”自动泊入库 5 内居中位置停车（详见图 3 中库区  $abcd$ ，此时库 4、库 6 内均停有车辆），侧方入库时间  $T_2$  越短越好（ $T_2$  定义见本题说明， $T_2 > 30s$  的  $T_2$  测试项成绩记 0 分）。电动车在库内停车到位 5s 后，沿车头方向出库，车身整体出库时间不超过 15s。（20 分）

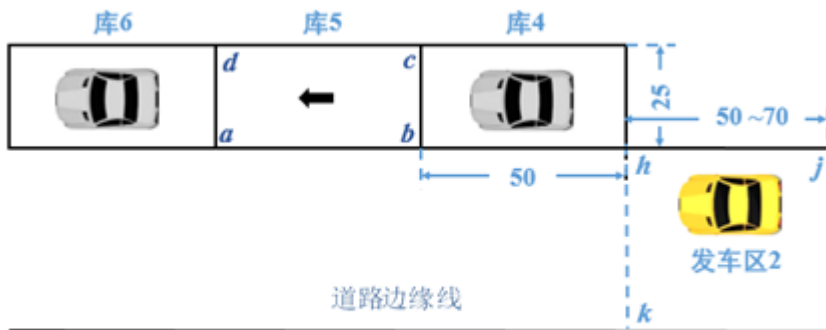


图3 侧方入库/出库区域示意图

(3) 单项倒车入库/出库②：移除图2中库1、库3内停放的车辆，逐条按照第(1)项要求，电动车完成“邻库无车”时的倒车入库/出库。(20分)

(4) 单项侧方入库/出库②：移除图3中库4、库6内停放的车辆，逐条按照第(2)项要求，电动车完成“邻库无车”时的侧方入库/出库。(20分)

(5) 连续倒车与侧方入库/出库①：如果参赛者确认其作品能连续完成第(1)、(2)项功能要求，可直接测试本项，成功完成的将在第(1)、(2)项得分基础上加5分。此刻泊车场地(图1)中的库1、3、4、6内均居中停有车辆。电动车自图1中“发车区1”内一键启动泊车，按第(1)、(2)项要求，连续完成自动倒车及侧方入库/出库。(5分)

(6) 连续倒车与侧方入库/出库②：如果参赛者确认能够连续完成第(3)、(4)项功能要求，则直接测试第(6)项，成功完成的可在第(3)、(4)项得分基础上加5分。此刻同时移除泊车场地(图1)中的库1、3、4、6内所有停放车辆，电动车自图1中“发车区1”内一键启动泊车，按照第(3)、(4)项要求，连续完成自动倒车与侧方入库/出库。(5分)

(7) 其他 (10分)

(8) 设计报告(20分)

项目	主要内容	满分
方案论证	比较与选择，方案描述。	3
理论分析与计算	系统相关参数设计	5
电路与程序设计	系统组成，原理框图与各部分电路图，系统软件与流程图。	5
测试方案与测试结果	测试结果完整性，测试结果分析。	5
设计报告结构及规范性	摘要，正文结构规范，图表的完整与准确性。	2
总分		20

### 8.3 说明

1) **电动车规定:** 参赛电动车必须为前轮转向式四轮车, 车长投影 $\geq 25\text{cm}$ , 车宽投影 $\geq 15\text{cm}$ , 车高(含检测装置高度) $\leq 30\text{cm}$ , 禁用履带车或麦克纳姆轮。违规使用的电动车不予测试。

2) **测试场地:** 赛区测试电动车自动泊车的场地如图 1 所示, 单项泊车场地(图 2、图 3)各为赛区测试场地(图 1)的一部分, 赛区测试场地不标注蓝色字符和线段, 直线段  $hj$  长度范围  $50\sim 70\text{cm}$ (具体长度由赛区决定)。倒库泊车的三个车库(库 1~3)长度均为  $35\text{cm}$ 、宽度均为  $23\text{cm}$ ; 侧方泊车的三个车库(库 4~6)长度均为  $50\text{cm}$ 、宽度均为  $25\text{cm}$ 。图中长方形  $abcd$  为泊车库, 线段  $ab$  为“库口线”, 线段  $bc$ 、 $cd$ 、 $da$  为“库边线”; 线段  $uv$  与  $mn$  为道路边缘线,  $mn$  与所有“库口线”重合。泊车场地应铺白纸, 纸上的黑色实线用  $1.8\text{cm}$  左右宽度的黑色胶带粘贴而成。

3) **发车区 1:** 测试第(1)、(3)项及第(5)、(6)项要求的功能时, 电动车应摆放于图 1 中“发车区 1”内, 即车身右侧投影线距离直线段  $mn$  约  $5\text{cm}$ , 车头投影线距离前方虚线段  $wv$  约  $5\sim 30\text{cm}$ , 测试时将随机调整该距离。

4) **发车区 2:** 测试第(2)、(4)项要求的功能时, 电动车应摆放于图 3 中“发车区 2”内, 即车身右侧投影线距离直线段  $mn$  约  $5\text{cm}$ , 车头投影线距离前方虚线段  $hk$  约  $5\sim 30\text{cm}$ , 测试时将随机调整该距离。

5) **入库时间:** 电动车无论倒车入库还是侧方入库, 都必须以倒车方式进入库 2 或库 5。电动车在库口附近启动最后入库动作(此动作前电动车须停顿  $1\text{s}$ )时, 发出第一声蜂鸣; 电动车入库停车到位时, 再发出第二声蜂鸣。两次蜂鸣之间的时差分别定义为“倒车入库时间  $T_1$ ”或“侧方入库时间  $T_2$ ”。

6) **库内停车:** 电动车入库后, 应尽量停泊在库 2 或库 5 的库区中部, 车头方向应与库内箭头方向相同。当泊车库的邻库内停有车辆, 入库电动车应尽量与邻库内停车的车头车尾对齐停车。

7) **邻库车辆:** 库 1、库 3、库 4、库 6 内需停放的“邻库车辆”应为电动车的同型车, 或自制模拟停放车辆的物体(该物体与电动车身长宽尺寸相同、高度 $< 20\text{cm}$ ), 物体材质不限, 但其内不得有任何电子元器件, 测试时自带。

8) **失误扣分:** 电动车泊车过程中, 出现以下三项操作失误的将按规则扣分:

失误①: 电动车身地面投影覆盖库 2、库 5 的库边线

失误②: 电动车身地面投影覆盖道路边缘线  $uv$

失误③: 电动车身地面投影覆盖库 1、库 3、库 4、库 6 中任一库区

9) **测试要求:** 如电动车能够完成“连续倒车与侧方入库/出库”, 应直接测试第(5)或第(6)项; 如电动车不能完成“连续倒车与侧方入库/出库”, 可选择单独测试第(1)、(2)项或第(3)、(4)项, 此后将不再测试第(5)或(6)项。每项最多允许测试两次, 各项测试成绩以最好的一次成绩为准, 满分时, 该项不测第二次。

10) **其他说明:** 电动车检测泊车库区的的技术方法不限, 但不得借助车载自检测装置(不得超出车身外沿)以外的任何检测电路、遥控装置与网络资源, 电动车泊车全程禁止人工介入。

11) **补充建议:** 建议借鉴驾照考核科目 2 “倒车入库/出库”、“侧方入库/出库”操作规则; 也可查看网上科目 2 视频, 参考其动作要领。

## 9 有源二分频音频放大电路（10月份C题）

### 9.1 任务

设计并制作一个采用有源分频网络的音频放大电路，用以实现音频信号的二分频和功率放大。

图1为放大电路结构框图，信号源输出信号 $V_S$ 为音频信号，其频率范围：100Hz~20kHz；幅度范围：10~100mV（有效值）。图中A、B、C为3个测试端点，S为信号源接口。整个自制装置由稳压电源提供正/负电源，负载电阻H为8Ω/4W功率电阻，负载电阻L为4Ω/8W功率电阻。

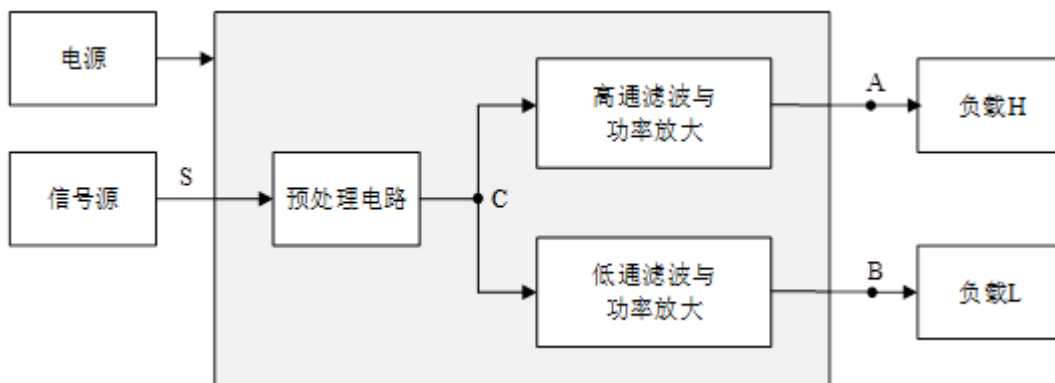


图1 音频信号分频及功率放大电路结构框图

### 9.2 要求

(1) 预处理电路的输入阻抗大于10kΩ，最大增益不小于46dB。要求预处理电路具有自动增益控制功能，当输入正弦信号 $V_S$ 幅度在10~100mV（有效值）范围变化时，输出信号 $V_C$ 在100 Hz~20kHz频带内的幅度变化≤1dB，且信号波形无失真。（20分）

(2) 设计并制作图1中高通滤波器和功率放大电路，将信号 $V_C$ 经高通滤波和功率放大输出信号 $V_A$ 。高通滤波器的-3dB截止频率为2kHz，阻带衰减率24dB/倍频程，10kHz~20kHz带内波动≤3dB。功率放大电路为负载电阻H提供不小于2W的不失真信号。（30分）

(3) 设计并制作图1中低通滤波器和功率放大电路，将信号 $V_C$ 经低通滤波和功率放大输出信号 $V_B$ 。低通滤波器的-3dB截止频率为2KHz，阻带衰减率24dB/倍频程，100Hz~1kHz带内波动≤3dB。功率放大电路为负载电阻L提供不小于4W的不失真信号。（30分）

低通、高通滤波器幅频特性示意图2。

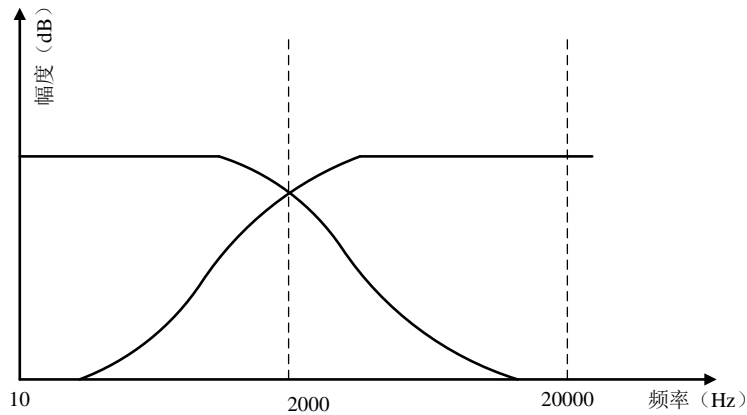


图2 低通、高通滤波器幅频特性示意图

- (4) 信号  $V_A$ 和信号  $V_B$ 在 2kHz 频点的相位之差 $\leq \pm 10^\circ$ 。(10分)
- (5) 其他。(10分)
- (6) 设计报告：(10分)

项目	主要内容	满分
方案论证	比较与选择，方案描述	3
理论分析与计算	系统相关参数设计	5
电路与程序设计	系统组成，原理框图与各部分的电路图，系统软件与流程图	5
测试方案与测试结果	测试结果完整性，测试结果分析	5
设计报告结构及规范性	摘要，正文结构规范，图表的完整与准确性。	2
<b>总分</b>		20

### 9.3 说明

- (1) A、B、C、S等端口需预留测试接口，其信号参数可利用示波器测量。
- (2) 高通滤波器和低通滤波器的-3dB截止频率均为2kHz，容许有 $\pm 50\text{Hz}$ 的误差。
- (3) 要求4的目的是检测二分频音频放大电路A、B两输出信号在2kHz频点的相移特性。



## 10 盲盒识别装置（10 月份 D 题）

### 10.1 任务

设计并制作一套利用电磁检测原理实现的识别装置，用于识别装在封闭盒子（盲盒）里的硬币及硬币组合。该装置的原理框图如图 1 所示。装有不同种类和数量的硬币组合构成“A、B、C”三类盲盒，装置能自动识别并指出各类盲盒中所包含的不同品种硬币，并在过程中显示“有无盲盒”、“识别中”、“识别完成”等工作状态。

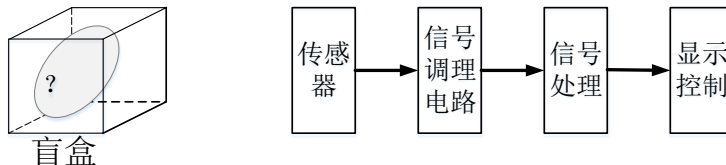


图 1 盲盒和系统框图

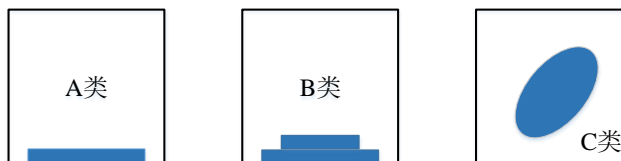
### 10.2 要求

1. “A 类盲盒”识别。能识别随机选取的任意一种 A 类盲盒，识别后显示盲盒内的硬币类型，识别时间不超过 5s，识别过程中不允许人工干预。（39 分）
2. “B 类盲盒”识别。识别后显示盲盒内的硬币组合，识别时间不超过 5s，识别过程中不允许人工干预。（30 分）
3. “C 类盲盒”识别。识别过程中，允许自动调或人工调整盲盒角度，但不得触碰装置其他部件，每种盲盒识别计时不超过 25s。（24 分）
4. 其他。（7 分）
5. 设计报告。（20 分）

项 目	主要内容	满分
方案论证	比较与选择，方案描述。	3
理论分析与计算	系统相关参数设计	5
电路与程序设计	系统组成，原理框图与各部分电路图，系统软件与流程图。	5
测试方案与测试结果	测试结果完整性，测试结果分析。	5
设计报告结构及规范性	摘要，正文结构规范，图表的完整与准确性。	2
总分		20

### 10.3 说明

1. 盲盒由尺寸长宽高约为 3cm×3cm×3cm 的立方体塑料或硬纸板等不透明材质构成，也可以采用 3D 打印方式设计制作，并可打开或闭合；识别系统的传感器检测区域能兼容上述尺寸；盲盒可以由多种盒子存放不同物件的方式实现，也可以采用一个盒子，通过更换内部物件的方式实现。测试时盲盒自带，并可以方便打开检查。



(a) (b) (c)

图 2 三类盲盒内部硬币放置正视图

2. 盲盒内的硬币可选择目前市场流通人民币硬币中的 3 种不同硬币，每种硬币至少准备 3 个，同面值不同版本，可视为两种硬币；“A 类盲盒”为内部放置一枚硬币的盲盒，放置方式如图 2 (a) 所示，放置时允许紧贴立方体的某一平面，该面可以做标记，有利于放置时由选手决定放置方向，此类盲盒共有 3 种；“B 类盲盒”为内部放置了两枚硬币的盲盒，放置位置与 A 类相同，可紧靠某一面，如图 2 (b) 图所示，任选 2 种硬币的 2 种组合，由于叠放次序不同形成 2 个品种（如取 1 元、5 角硬币各 2 枚，1 元下和 5 角上算一个盲盒，5 角下和 1 元上为另一个盲盒），取同种 2 枚硬币构成第 3 种盲盒（如取 2 个 1 元硬币构成一个盲盒），由选手决定放置方向；“C 类盲盒”为内部任意位置放置了一枚硬币的盲盒，其位置和角度不再紧贴表面，如图 2 (c) 所示，取 2 个同种硬币，2 个不同位置放置构成 2 种盲盒（如取 2 个 1 元硬币，不同位置构成 2 个盲盒），再取另一种硬币，作为第 3 个盲盒，内部可以采用填充纸屑或海绵的方式固定硬币的位置，识别期间允许人工或自动方式调整盲盒的角度或位置。

3. 识别装置传感方式只能采用电磁检测技术，不允许采用如颜色、图像识别等表面检测方式或称重压力传感检测方式来识别；只允许安装一个光电开关传感器用于判别检测区域有无盲盒，传感器需明确标识；允许安装多个电磁类传感器。

4. 装置要有传感区域“有”、“无”盲盒指示，“识别过程中”和“识别完成”等工作状态指示；识别完成后结果显示稳定，如果存在跳动，认为识别失败。

5. 识别装置操作时，应按如下流程：

(1) 一键启动（选择类），此时系统指示盲盒为“无”盲盒；

(2) 摆放盲盒，指示“有”盲盒；

(3) 识别盲盒；

(4) 指示识别完成，显示结果；

6. 在同类识别中，启动后不允许再按键操作；C 类识别时允许人工调整改变盲盒的角度，但不允许触碰其他部件；不允许使用遥控电路。

7. 需显示硬币面值为结果，若相同面值的不同版本硬币视为不同硬币，后缀加不同版作区别，B 类结果显示时两类硬币间加“+”，要明确指示硬币在盲盒中的前后或上下位置。

## 11 基于 CC3200 的无线监视系统（10 月份 E 题）

### 11.1 任务

设计一套基于 CC3200 的无线监视系统，系统包括两个无线监视终端 A 和 B，以及一部手机。无线监视终端 A 与 B 能完成模拟音频信号或二进制数字信号的实时采集，并通过 WiFi 进行信息发送。手机能接收无线监视终端发送来的信息，并区分出音频信号和数字信号，如果是音频信号就实时显示信号波形，如果是数字信号就显示数字值。无线监视终端 A 与 B 之间能通过 WiFi 交换彼此采集的数字信号，并用 LED 顺序显示数字值。无线监视终端 A 与 B 都采用单电源电池供电。系统的结构示意图如图 1 所示。

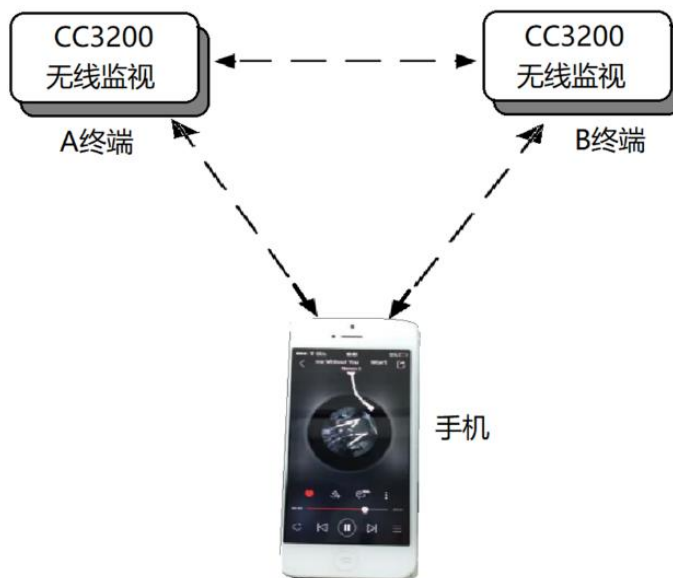


图 1 基于 CC3200 的无线监视系统示意图

### 11.2 要求

1. 任选一台无线监视终端，实时采集数字信号并通过 WiFi 发送。另一台无线监视终端实时接收并显示数字值。要求数字信号传输正确，无线传输距离不小于 2 米，传输时延不大于 2 秒。（20 分）
2. 任选一台无线监视终端，实现实时采集模拟音频信号，通过 WiFi 发送给手机，手机接收音频信号后实时显示信号波形。要求接收的音频信号波形无失真，无线传输距离不小于 2 米，传输时延不大于 2 秒。（30 分）
3. 任选一台无线监视终端，实现同时采集模拟音频信号和数字信号，并通过 WiFi 实时发送给手机接收，并在手机上实时显示音频信号波形和数字值。要求显示的音频信号波形无失真，显示的数字值正确，且传输时延不大于 2 秒。（30 分）
4. 无线监视终端采用单电源电池供电，并进行低功耗设计。要求在同时采集模拟音频信号和数字信号，并通过 WiFi 进行实时发送的状态下，无线监视终端的整体功耗越低越好。（15 分）
5. 其他。（5 分）
6. 设计报告。（20 分）

	项目	主要内容	满分
设计报告	系统方案	无线监视终端的设计方案	3
	理论分析	WiFi 的工作模式分析 低功耗设计方案 手机 APP 开发思路	5
	电路与程序设计	模拟音频信号采集电路 数字信号采集电路 CC3200 的控制电路 手机 APP 编程	5
	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	3
	总分		20

### 11.3 说明

1. 本题目指定使用 TI 公司的 CC3200 芯片。CC3200 是内置 WiFi 模块的微控制器，是 TI 公司专为物联网开发与应用设计的集成芯片，芯片集成了高性能的 ARM Cortex-M4 处理器内核和 WiFi 网络处理器。

2. 题目中所谓“任选一台无线监视终端”，是指在进行作品测试时由专家任意指定一台无线监视终端来进行测试操作。

3. 题目中要求的手机，也可用有 WiFi 的平板等智能信息终端代替，完成作品制作后，手机（或者其他智能信息终端）必须同作品一并封装。

4. 要采集的模拟音频信号可以使用信号源直接输入。数字信号通过一组由 8 个开关电路所构成的 8 位二进制数值来表示，要求可以手动拨动开关来随时改变数字信号对应的数字值。

5. 为了便于无线监视终端的功耗测试，采用电池供电的无线监视终端应该留有电流、电压的测试端口。

6. 考虑到在作品制作、调试和测试的现场，可能存在其他同类作品，或者存在其他正在使用的 WiFi，因此在作品设计中要注意合理设置 CC3200 内置 WiFi 模块，尽量减少或避免与其他 WiFi 突出所带来的影响。

## 重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2023，德州仪器 (TI) 公司