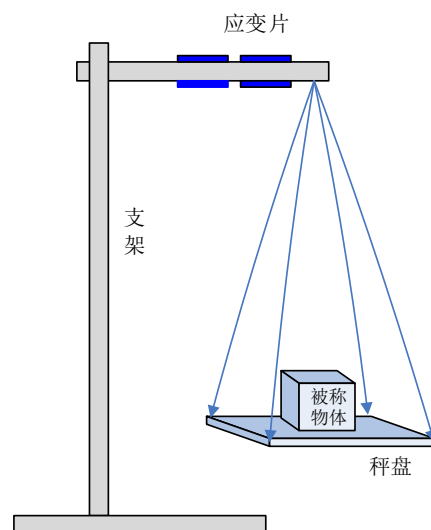


2019年山东理工大学大学生电子设计竞赛试题

A 题：简易电子秤

1. 任务

设计并制作一个以电阻应变片为称重传感器的简易电子秤，电子秤的结构如右图所示。如右图所示，铁质悬臂梁固定在支架上，支架高度不大于 40cm，支架及秤盘的形状与材质不限。悬臂梁上粘贴电阻应变片作为称重传感器。



2. 要求

- (1) 电子秤可以数字显示被称物体的重量，单位克(g)；
(10分)
- (2) 电子秤称重范围 5.00g~500g；重量小于 50g，称重误差小于 0.5g；重量在 50g 及以上，称重误差小于 1g；
(50分)
- (3) 电子秤可以设置单价(元/克)，可计算物品金额并实现金额累加；
(15分)
- (4) 电子秤具有去皮功能，去皮范围不超过 100g；
(15分)
- (5) 其他。
(10分)
- (6) 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 |
| 总分 | | 20 |

3. 说明

- (1) 称重传感装置需自制，不得采用商用电子秤的称重装置。
- (2) 铁质悬臂梁可用磁铁检验，悬臂梁上所用电阻应变片的种类、型号、数量自定。
- (3) 测试时以砝码为重量标准

自动泊车系统（B题）

一、任务

设计并制作一个自动泊车系统，要求电动小车能自动驶入指定的停车位，停车后能自动驶出停车场。停车场平面示意图如图 1 所示，其停车位有两种规格，01~04 称为垂直式停车位，05、06 称为平行式停车位。图中“⊗”为 LED 灯。

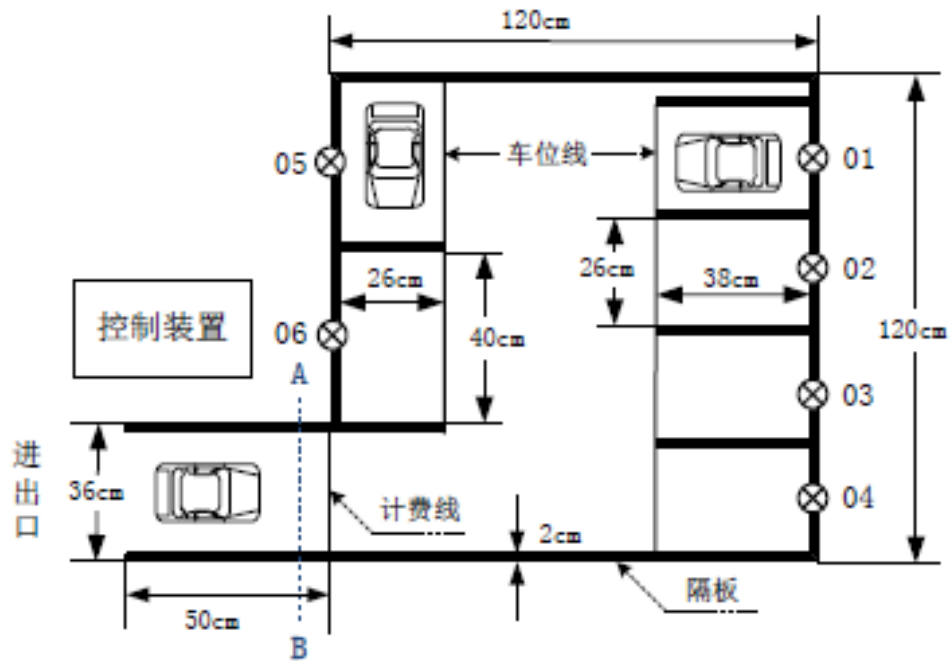


图 1 停车场平面示意图

二、要求

1. 基本要求

(1) 停车场中的控制装置能通过键盘设定一个空车位，同时点亮对应空车位的 LED 灯。

(2) 控制装置设定为某一个垂直式空车位。电动小车能自动驶入指定的停车位；驶入停车位后停车 5s，停车期间发出声光信息；然后再从停车位驶出停车场。要求泊车时间（指一进一出时间及停车时间）越短越好。

(3) 停车场控制装置具有自动计时计费功能，实时显示计费时间和停车费。为了测评方便，计费按每 30 秒 5 元计算（未满 30 秒按 5 元收费）。

2. 发挥部分

(1) 电动小车具有检测并实时显示在泊车过程中碰撞隔板次数的功能，要求电动小车周边任何位置碰撞隔板都能检测到。

(2) 电动小车能自动驶入指定的平行式停车位；驶入停车位后停车 5s，停车期间发出声光信息；然后从停车位驶出停车场。要求泊车时间越短越好。

(3) 要求碰撞隔板的次数越少越好。

(4) 其他。

三、说明

1. 测试时要求使用参赛队自制的停车场地装置。上交作品时，需要把控制装置与电动小车一起封存。

2. 停车场地可采用木工板制作。板上的隔板也可采用木工板，其宽度为 2cm，高度为 20cm；计费线和车位线的宽度为 1cm，可以涂墨或粘黑色胶带。示意图中的虚线、电动小车模型和尺寸标注线不要绘制在板上。为了长途携带方便，建议在图 1 中虚线 AB 处将停车场地分为两块，测试时再拼接在一起。

3. 允许在隔板表面安装相关器件，但不允许在停车场地地面设置引导标志。

4. 电动小车为四轮电动小车，其地面投影为长方形，外围尺寸（含车体上附加装置）的限制为：长度 $\geq 26\text{cm}$ ，宽度 $\geq 16\text{cm}$ ，高度 $\leq 20\text{cm}$ ，行驶过程中不允许人工遥控。要求在电动小车顶部明显标出电动小车的中心点位置，即横向与纵向两条中心线的交点。

5. 当电动小车运行前部第一次通过计费线时开始计时，小车运行前部再次通过计费线时停止计时。

6. 若电动小车泊车时间超过 4 分钟即结束本次测试，已完成的测试内容（含计时和计费的测试内容）仍有效，但发挥部分（3）的测试成绩计 0 分。

四、评分标准

| | 项目 | 主要内容 | 分数 |
|------|------------|--|-----|
| 设计报告 | 系统方案 | 比较与选择 方案描述 | 2 |
| | 理论分析与计算 | 自动泊车原理分析 电动小车的设计 计时、计费功能的实现 碰撞检测功能的实现 | 8 |
| | 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 | 测试方案及测试条件 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 设计报告正文的结构 图表的规范性 | 2 |
| | 合计 | | 20 |
| 基本要求 | 完成第（1）项 | | 10 |
| | 完成第（2）项 | | 30 |
| | 完成第（3）项 | | 10 |
| | 合计 | | 50 |
| 发挥部分 | 完成第（1）项 | | 10 |
| | 完成第（2）项 | | 25 |
| | 完成第（3）项 | | 10 |
| | （4）其他 | | 5 |
| | 合计 | | 50 |
| 总分 | | | 120 |

C--基于大功率白光 LED 的可见光通信

一、任务

设计并制作一个可见光通信装置。

二、要求

1、基本要求

(1) 可见光通信装置利用单只 10W(或 $\geq 9W$)白光 LED 和光电器件作为收发器件，用来传输语音和模拟波形信号，传输距离大于 30cm；自制 24 V、1A 直流电源 2 个（发端、收端分别采用此单电源供电），系统基本框图如图 1。发送端的供电部分需要加测试点（测试点加上鱼嘴夹方便测试），测试点电压 U_1 、电流 I_1 如图 2 所示。（接收端负载最好为 8Ω 喇叭）

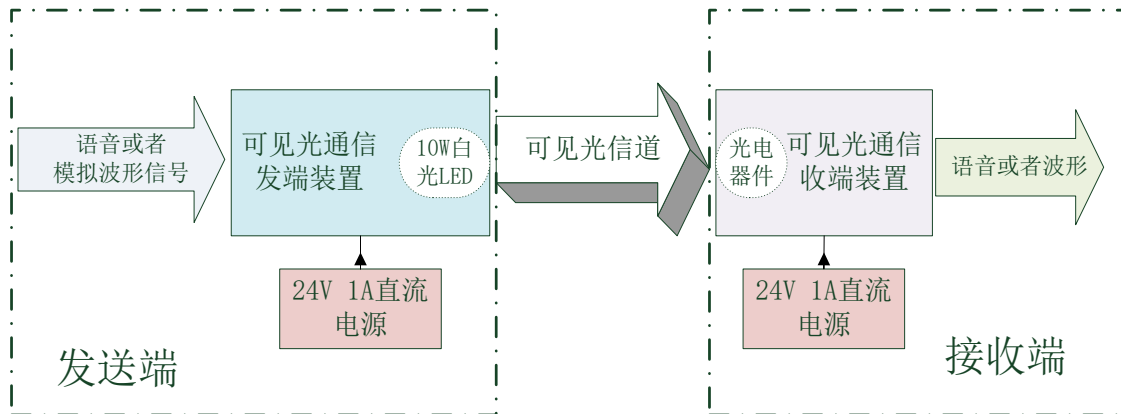


图 1 系统基本框图

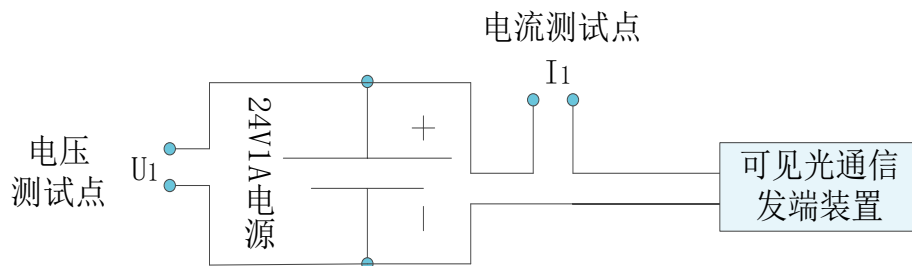


图 2 电压、电流测试点

(2) 在不进行信号传输的情况下 10W 白光 LED 的功率必须达到 10W，要求电流为 $I_2=1\pm 0.05$ A，电压 $U_2=10$ V（误差可以稍大）。需要加测试点（测试点加上鱼嘴夹方便测试），测试点电流 I_2 、电压 U_2 如图 3 所示。

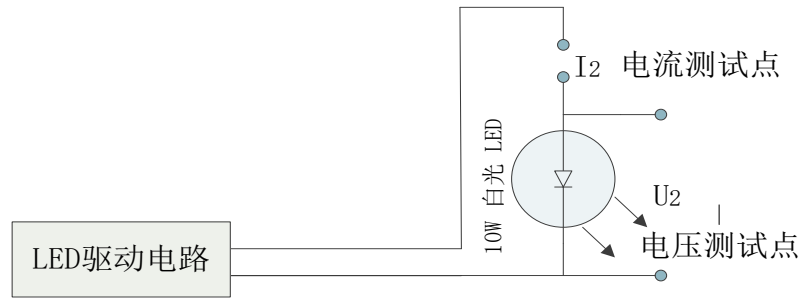


图3 10W白光LED测试点

(3) 传输的语音信号或低频信号源信号频率范围为 300~8000 Hz，语音信号要求来自麦克风或 MP3，模拟波形信号来自信号发生器。要求发端装置的输入端以及收端装置的输出端加测试端子，以方便检测波形。

(4) 在发送端发送 300~8000Hz 音频信号时，接收的声音应无明显失真。当发射端输入信号为 300Hz、1000Hz、8000Hz 单音信号时，在 8Ω 电阻负载（或喇叭）上，接收装置的输出电压有效值不小于 0.4V。不改变电路状态，减小发射端输入信号的幅度至 0V，采用低频毫伏表（低频毫伏表为有效值显示，频率响应范围低端不大于 10Hz、高端不小于 1MHz）测量此时接收装置输出端噪声电压，读数不大于 0.1V。如果接收装置设有静噪功能，必须关闭该功能进行上述测试。

2、发挥部分

(1) 要求能同时传输 A 路和 B 路两路模拟波形信号，每路频率范围为 300~8000Hz。要求 A 路传输 2000Hz、B 路传输 8000Hz 单音信号时，在 8Ω 负载上，A 路、B 路的输出电压有效值均不小于 0.4V。A 路、B 路分别输入 1000Hz 频率以下的方波、锯齿波时，在接收装置的 8Ω 负载上，A 路、B 路的输出电压有效值均不小于 0.4V。

(2) 制作一个 m 序列发生器。时钟频率 1000Hz， $n=4$ ， $c_1=1$ ， $c_2=0$ ， $c_3=0$ ， $c_4=1$ 。将此 m 序列信号加于 A 路的输入端（如果只做了单路的话，m 序列直接加到输入端测试即可。），用示波器观察发端设备的输入波形以及收端设备的输出波形，要求无明显的码间串扰。

(3) 在 10W 白光 LED 只用于照明的情况下，满足 $I_2=1\pm 0.01A$ 的前提下，尽量减少 24V 电源的供电电流 I_1 值。

(4) 其他。

二、说明

(1) 本装置中所使用的 10W 白光 LED 要求为单片 10W，其压降为 $10\pm 1V$ 。

(2) 发端、收端均采用 24V 单电源供电，若需要其他压差的电源只能由 24 伏电源转换获得，不得外加任何其他电源。

(3) 本装置的通信信道必须采用可见光信道，不得使用其他通信装置，否则零分。不得采用内部含有现成通信协议的发射、接收芯片或模块。

(4) 测试时，自备 MP3 或麦克风及音频连接线，接收端负载为 8Ω 喇叭。

(5) 建议尽量采用 TI 公司的器件

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 | 10 |
| | 理论分析与计算 | 通信原理分析 | 10 |
| | 电路与程序设计 | 电路设计 程序设计 | 15 |
| | 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 | 10 |
| | 设计报告结果及规范性 | 摘要 设计报告正文的结构 图表的规范性 | 5 |
| | 总分 | | 50 |
| 基本 要求 | 完成第 (1) 项 | | 20 |
| | 完成第 (2) 项 | | 10 |
| | 完成第 (3) 项 | | 5 |
| | 完成第 (4) 项 | | 15 |
| | 总分 | | 50 |
| 发挥 部分 | 完成第 (1) 项 | | 20 |
| | 完成第 (2) 项 | | 15 |
| | 完成第 (3) 项 | | 10 |
| | 其他 | | 5 |
| | 总分 | | 50 |

数字频率计（D题）

一、任务

设计并制作一台闸门时间为1s的数字频率计。

二、要求

1. 基本要求

(1) 频率和周期测量功能

- a. 被测信号为正弦波，频率范围为 1Hz~10MHz；
- b. 被测信号有效值电压范围为 50mV~1V；
- c. 测量相对误差的绝对值不大于 10^{-4} 。

(2) 时间间隔测量功能

- a. 被测信号为方波，频率范围为 100Hz~1MHz；
- b. 被测信号峰峰值电压范围为 50mV~1V；
- c. 被测时间间隔的范围为 $0.1 \mu s \sim 100ms$ ；
- d. 测量相对误差的绝对值不大于 10^{-2} 。

(3) 测量数据刷新时间不大于 2s，测量结果稳定，并能自动显示单位。

2. 发挥部分

(1) 频率和周期测量的正弦信号频率范围为 1Hz~100MHz，其他要求同基本要求（1）和（3）。

(2) 频率和周期测量时被测正弦信号的最小有效值电压为 10mV，其他要求同基本要求（1）和（3）。

(3) 增加脉冲信号占空比的测量功能，要求：

- a. 被测信号为矩形波，频率范围为 1Hz~5MHz；
- b. 被测信号峰峰值电压范围为 50mV~1V；
- c. 被测脉冲信号占空比的范围为 10%~90%；
- d. 显示的分辨率为 0.1%，测量相对误差的绝对值不大于 10^{-2} 。

(4) 其他（例如，进一步降低被测信号电压的幅度等）。

三、说明

本题时间间隔测量是指 A、B 两路同频周期信号之间的时间间隔 TA-B。测试时可以使用双通道 DDS 函数信号发生器，提供 A、B 两路信号。

四、评分标准

| | 项 目 | 应包括的主要内容 | 分数 |
|----------|------------|--|-----|
| 设计 报告 | 系统方案 | 比较与选择 方案描述 | 3 |
| | 理论分析与计算 | 宽带通道放大器分析 各项被测参数测量方法的分析 提高仪器灵敏度的措施 | 8 |
| | 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 设计报告正文的结构 图表的规范性 | 2 |
| | 小计 | | 20 |
| | 基本 要求 | 完成第（1）项 | |
| 完成第（2）项 | | | 14 |
| 完成第（3）项 | | | 4 |
| 小计 | | | 50 |
| 发挥 部分 | 完成第（1）项 | | 21 |
| | 完成第（2）项 | | 8 |
| | 完成第（3）项 | | 16 |
| | 其他 | | 5 |
| | 小计 | | 50 |
| 总分 | | | 120 |

E 题：降压型直流开关稳压电源

1. 任务

以 TI 公司的降压控制器 LM5117 芯片和 CSD18532KCS MOS 场效应管为核心器件，设计并制作一个降压型直流开关稳压电源。额定输入直流电压为 U_{IN} 时，额定输出直流电压为 U_O ，输出电流最大值为 I_O 。测试电路可参考图 1。

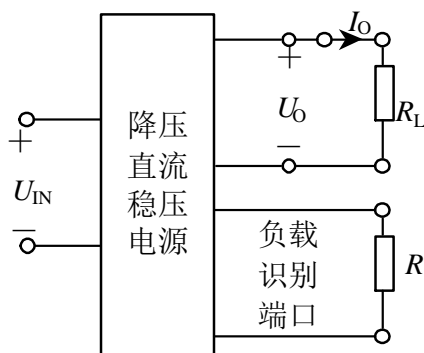


图 1 电源测试连接图

2. 要求

- (1) 额定输入电压下，输出电压偏差：； (10 分)
- (2) 额定输入电压下，最大输出电流：； (10 分)
- (3) 输出噪声纹波电压峰峰值：； (10 分)
- (4) 从满载变到轻载 时，负载调整率： (10 分)
- (5) 变化到 17.6V 和 13.6V，电压调整率： (10 分)
- (6) 效率； (15 分)
- (7) 具有过流保护功能，动作电流； (10 分)
- (8) 电源具有负载识别功能。增加 1 个 2 端子端口，端口可外接电阻 $R(1k\Omega-10k\Omega)$ 作为负载识别端口，参考图 1。电源根据通过测量端口识别电阻 R 的阻值，确定输出电压，； (10 分)
- (9) 尽量减轻电源重量，使电源不含负载的重量。 (15 分)
- (10) 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 | 降低纹波的方法 DC-DC变换方法 稳压控制方法 | 6 |
| 电路与程序设计 | 主回路与器件选择 | 6 |

| | | |
|----------------|----------------------------------|-----------|
| | 其它控制电路与控制程序(若有) | |
| 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 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 |
| 总分 | | 20 |

3. 说明

- (1) 该开关稳压电源不得采用成品模块制作。
- (2) 稳压电源若含其它控制、测量电路都只能由端口供电，不得增加其他辅助电源。
- (3) 要求电源输出电压精确稳定，或，作品不参与测试。

F题 自适应滤波器

一、任务

设计并制作一个自适应滤波器，用来滤除特定的干扰信号。自适应滤波器工作频率为10kHz~100kHz。其电路应用如图1所示。

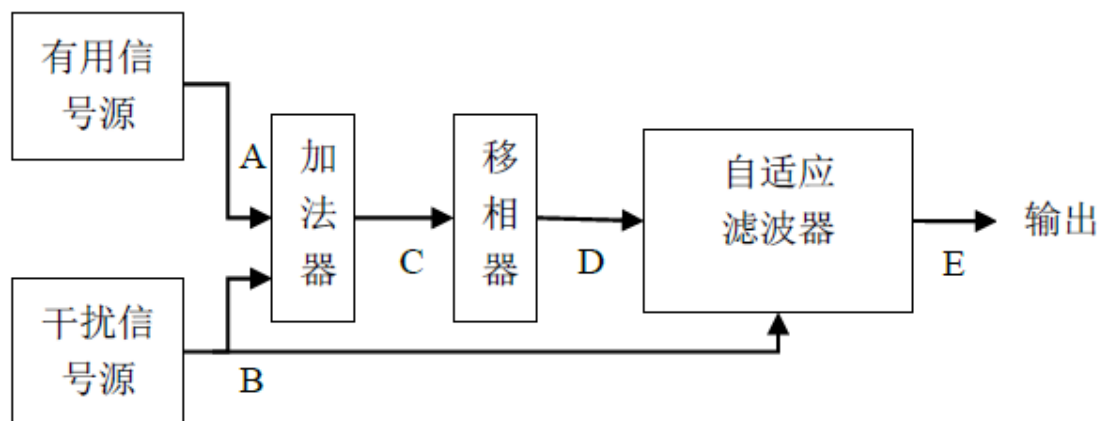


图 1 自适应滤波器电路应用示意图

二、要求

1. 基本要求

(1) 设计一个加法器实现 $C=A+B$ ，其中有用信号A和干扰信号B峰峰值均为1~2V，频率范围为10kHz~100kHz。预留便于测量的输入输出端口。

(2) 设计一个移相器，在频率范围为10kHz~100kHz的各点频上，实现点频 $0^\circ\sim 180^\circ$ 手动连续可变相移。移相器幅度放大倍数控制在 1 ± 0.1 ，移相器的相频特性不做要求。预留便于测量的输入输出端口。

(3) 单独设计制作自适应滤波器，有两个输入端口，用于输入信号B和D。有一个输出端口，用于输出信号E。当信号A、B为正弦信号，且频率差 $\geq 100\text{Hz}$ 时，输出信号E能够恢复信号A的波形，信号E与A的频率和幅度误差均小于10%。滤波器对信号B的幅度衰减小于1%。预留便于测量的输入输出端口。

2. 发挥部分

(1) 当信号A、B为正弦信号，且频率差 $\geq 10\text{Hz}$ 时，自适应滤波器的输出信号E能恢复信号A的波形，信号E与A的频率和幅度误差均小于10%。滤波器对信号B

的幅度衰减小于1%。

(2) 当B信号分别为三角波和方波信号，且与A信号的频率差大于等于10Hz时，自适应滤波器的输出信号E能恢复信号A的波形，信号E与A的频率和幅度误差均小于10%。滤波器对信号B的幅度衰减小于1%。

(3) 尽量减小自适应滤波器电路的响应时间，提高滤除干扰信号的速度，响应时间不大于1秒。

(4) 其他。

三、说明

1. 自适应滤波器电路应相对独立，除规定的3个端口外，不得与移相器等存在其他通信方式。

2. 测试时，移相器信号相移角度可以在 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 手动调节。

3. 信号E中信号B的残余电压测试方法为：信号A、B按要求输入，滤波器正常工作后，关闭有用信号源使 $U_A=0$ ，此时测得的输出为残余电压 U_E 。滤波器对信号B的幅度衰减为 U_E/U_B 。若滤波器不能恢复信号A的波形，该指标不测量。

4. 滤波器电路的响应时间测试方法为：在滤波器能够正常滤除信号B的情况下，关闭两个信号源。重新加入信号B，用示波器观测E信号的电压，同时降低示波器水平扫描速度，使示波器能够观测1~2秒E信号包络幅度的变化。测量其从加入信号B开始，至幅度衰减1%的时间即为响应时间。若滤波器不能恢复信号A的波形，该指标不测量。

四、评分标准

| | 项 目 | 主要内容 | 满分 |
|-------|------------|---------------------------|----|
| 设计报告 | 系统方案 | 自适应滤波器总体方案设计 | 4 |
| | 理论分析与计算 | 滤波器理论分析与计算 | 6 |
| | 电路与程序设计 | 总体电路图 程序设计 | 4 |
| | 测试方案与测试结果 | 测试数据完整性 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 图表的规范性 | 2 |
| | 合计 | | 20 |
| | 基本要求 | 完成（1） | 6 |
| 完成（2） | | 24 | |
| 完成（3） | | 20 | |
| 合计 | | 50 | |
| 发挥部分 | 完成（1） | 10 | |
| | 完成（2） | 20 | |
| | 完成（3） | 15 | |
| | 其他 | 5 | |
| | 合计 | 50 | |
| 总分 | | 120 | |

G 题：电流信号检测装置

1. 任务

如图 1 所示，由任意波信号发生器产生的信号经功率放大电路驱动后，通过导线连接 $10\ \Omega$ 电阻负载，形成一电流环路；设计一采用非接触式传感的电流信号检测装置，检测环路电流信号的幅度及频率，并将信号参数显示出来。

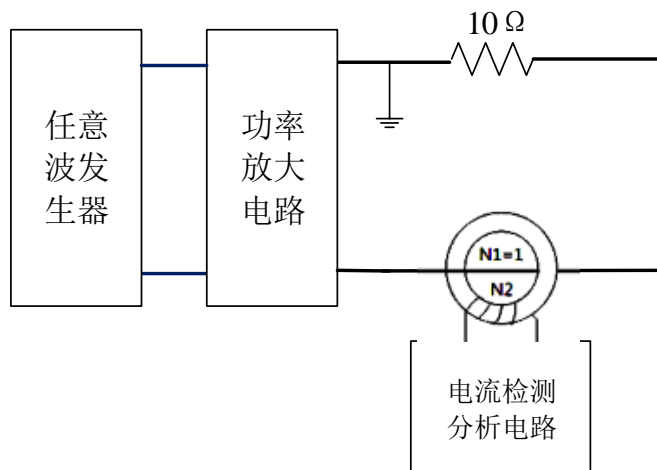


图 1 电流信号检测连接图

2. 要求

(1) 设计一功率放大电路，当输入正弦信号频率范围为 $50\text{Hz}\sim 1\text{kHz}$ 时，要求流过 $10\ \Omega$ 负载电阻的电流峰峰值不小于 1A ，要求电流信号无失真。

(25 分)

(2) 用漆包线绕制线圈制作电流传感器以获取电流信号；设计电流信号检测分析电路，测量并显示电流信号的峰峰值及频率。

(15 分)

(3) 被测正弦电流峰峰值范围为 $10\text{mA}\sim 1\text{A}$ ，电流测量精度优于 5% ，频率测量精度优于 1% 。

(25 分)

(4) 任意波信号发生器输出非正弦信号时，基波频率范围为 $50\text{Hz}\sim 200\text{Hz}$ ，测量电流信号基波频率，频率测量精度优于 1% ；测量基本及各次谐波分量的幅度（振幅值），电流谐波测量频率不超过 1kHz ，测量精度优于 5% 。

(25 分)

(5) 其他。 (10 分)

(6) 设计报告 (20 分)

| 项 目 | 主要内容 | 满分 |
|------------|---------------------------|-----------|
| 系统方案 | 方案描述、比较与选择 | 4 |
| 理论分析与计算 | 电流测量方法 谐波分量测量方法 | 5 |
| 电路设计 | 电路设计 | 5 |
| 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、报告正文结构、公式、图表的完整性和规范性 | 2 |
| 总分 | | 20 |

3. 说明

- (1) 为提高电流传感器的灵敏度，可用漆包线在锰芯磁环上绕制线圈，制作电流传感器。
- (2) 在锰芯磁环上绕 N_2 匝导线，将流过被测电流的导线从磁环中穿过 ($N_1=1$)，构成电流传感器。

H--四旋翼自主飞行器

一、任务

设计并制作一架四旋翼自主飞行器。飞行区域俯视图和立体图分别如图 1 和图 2 所示。

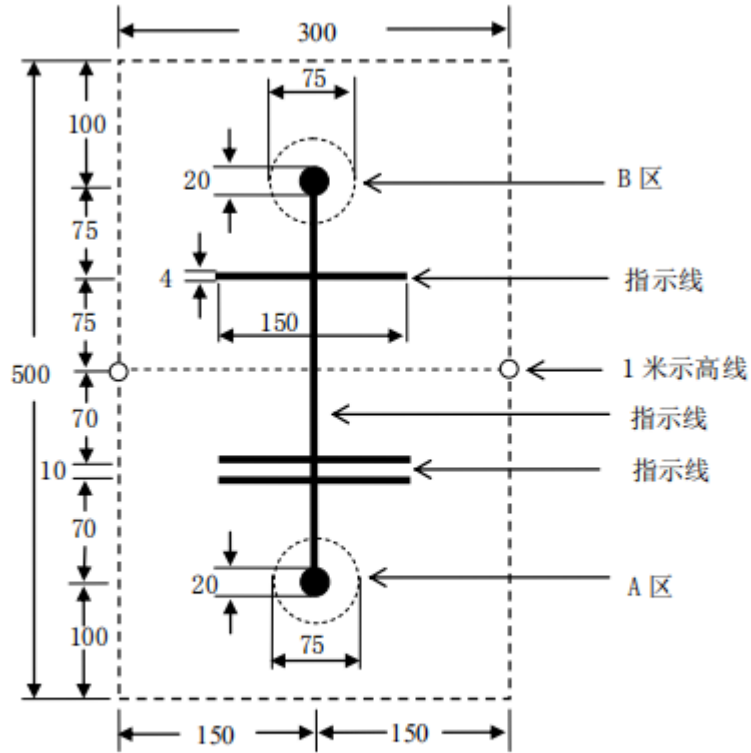


图 1 飞行区域俯视图（图中单位：cm）

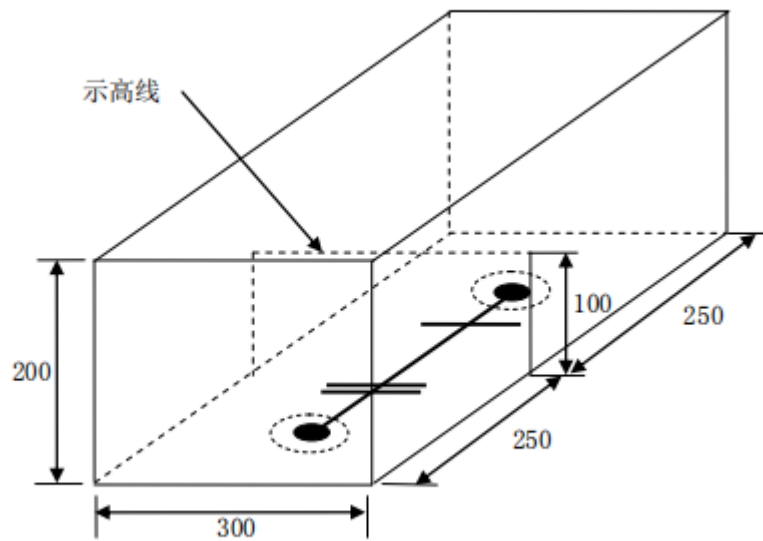


图2 飞行区域立体图（图中单位：cm）

二、要求

1. 基本要求

（1）四旋翼自主飞行器（下简称飞行器）摆放在图 1 所示的 A 区，一键式启动飞行器起飞；飞向 B 区，在 B 区降落并停机；飞行时间不大于 45s。

（2）飞行器摆放在 B 区，一键式启动飞行器起飞；飞向 A 区，在 A 区降落并停机；飞行时间不大于 45s。

2. 发挥部分

（1）飞行器摆放在 A 区，飞行器下面摆放一薄铁片，一键式启动，飞行器拾取薄铁片并起飞。

（2）飞行器携带薄铁片从示高线上方飞向 B 区，并在空中将薄铁片投放到 B 区；飞行器从示高线上方返回 A 区，在 A 区降落并停机。

（3）以上往返飞行时间不大于 30s。

（4）其他。

三、评分标准

| | 项目 | 主要内容 | 满分 |
|------|------------|-----------------------------|----|
| 设计报告 | 系统方案 | 方案比较, 方案描述 | 3 |
| | 设计与论证 | 控制方法描述与参数计算 | 5 |
| | 电路与程序设计 | 系统组成, 原理框图与各部分电路图, 系统软件与流程图 | 6 |
| | 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 正文结构完整性 图标的规范性 | 3 |
| | 小计 | | |
| 基本要求 | 完成 (1) | | 25 |
| | 完成 (2) | | 25 |
| | 小计 | | 50 |
| 发挥部分 | 完成 (1) | | 3 |
| | 完成 (2) | | 32 |
| | 完成 (3) | | 10 |
| | 其他 | | 5 |
| | 小计 | | 50 |

四、说明：

1. 飞行器桨叶旋转速度快，有危险！请务必注意自己及他人的人身安全。
2. 飞行器控制板的 MCU 必须使用组委会统一下发的 R5F100LEA，必须安装在明显位置，以便检查。
3. 飞行器可自制或外购，带防撞圈，外形尺寸（含防撞圈）限定为：长度 $\leq 50\text{cm}$ ，宽度 $\leq 50\text{cm}$ 。飞行器机身必须标注参赛队号。
4. 薄铁片为边长 4cm 的正方形，厚度 $\leq 0.05\text{cm}$ 。
5. 飞行区域地面为白色；A 区、B 区形状大小相同，由直径 20cm 黑色实心圆和直径 75cm 的同心圆组成，同心圆虚线线宽小于 0.1cm；引导线宽度 4cm，可用黑色胶带；示高线为直径 0.5~0.8cm 的黑色电缆线，横向悬挂于飞行区中间，距地高 100cm。飞行区域不得额外设置任何标识、引导线或其他装置。
6. 允许测试 2 次，每次测试全程不得更换电池。两次测试之间允许更换电池，更换电池时间小于 2 分钟。
7. 飞行器不得遥控，飞行过程中不得人为干预。
8. 飞行器飞行期间，触及地面后自行恢复飞行的，酌情扣分；触地后 5s 内不能自行恢复飞行视为失败，失败前完成动作仍计分。
9. 飞行器起飞，距地面高度 10cm 以上视为飞离地面。
10. 一键式启动是指飞行器摆放在 A 区或 B 区后，只允许按一个键启动。如有飞行模式设置应在飞行器摆放在 A 区或 B 区前完成。
11. 为保证安全，可沿飞行区域四周架设安全网（长 500cm，宽 300cm 高 200cm），顶部无需架设。若安全网采用排球网、羽毛球网时可由顶向下悬挂不必触地，不得影响视线。安装示意图如图 3 所示。

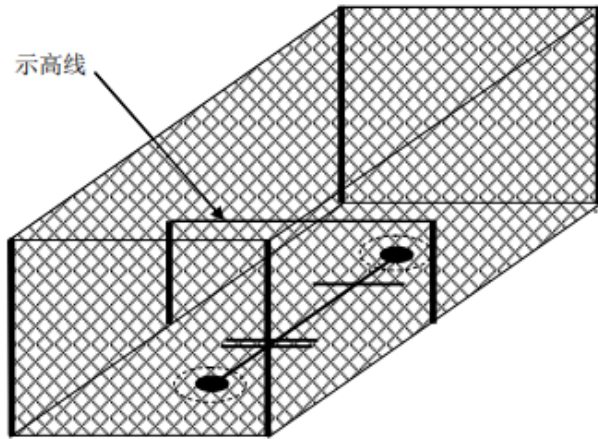


图3 飞行区域安全网示意图