



# 2007 年全国大学生电子设计竞赛试题

## 参赛注意事项

- (1) 2007 年 9 月 3 日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能 A、B、C、D、E、F 题目中任选一题；高职高专组参赛队原则上在 G、H、I、J 题中任选一题，也可以选择其他题目。
- (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) 2007 年 9 月 6 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。

## 音频信号分析仪 (A 题)

### 【本科组】

#### 一、任务

设计、制作一个可分析音频信号频率成分，并可测量正弦信号失真度的仪器。

#### 二、要求

##### 1. 基本要求

- (1) 输入阻抗： $50\Omega$
- (2) 输入信号电压范围（峰-峰值）： $100\text{mV}\sim 5\text{V}$
- (3) 输入信号包含的频率成分范围： $200\text{Hz}\sim 10\text{kHz}$
- (4) 频率分辨力： $100\text{Hz}$ （可正确测量被测信号中，频差不小于  $100\text{Hz}$  的频率分量的功率值。）
- (5) 检测输入信号的总功率和各频率分量的频率和功率，检测出的各频率分量的功率之和不小于总功率值的 95%；各频率分量功率测量的相对误差的绝对值小于 10%，总功率测量的相对误差的绝对值小于 5%。
- (6) 分析时间：5 秒。应以 5 秒周期刷新分析数据，信号各频率分量应按功率大小依次存储并可回放显示，同时实时显示信号总功率和至少前两个频率分量的频率值和功率值，并设暂停键保持显示的数据。

##### 2. 发挥部分

- (1) 扩大输入信号动态范围，提高灵敏度。
- (2) 输入信号包含的频率成分范围： $20\text{Hz}\sim 10\text{kHz}$ 。
- (3) 增加频率分辨力  $20\text{Hz}$  档。
- (4) 判断输入信号的周期性，并测量其周期。

(5) 测量被测正弦信号的失真度。

(6) 其他。

### 三、说明

1. 电源可用成品，必须自备，亦可自制。
2. 设计报告正文中应包括系统总体框图、核心电路原理图、主要流程图、主要的测试结果。完整的电路原理图、重要的源程序、和完整的测试结果用附件给出。

### 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	5
	理论分析与计算	放大器设计 功率谱测量方法 周期性判断方法	15
	电路与程序设计	电路设计 程序设计	10
	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	12
	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	8
	总分		<b>50</b>
	基本 要求	实际制作完成情况	<b>50</b>
发挥 部分	完成第（1）项		10
	完成第（2）项		10
	完成第（3）项		10
	完成第（4）项		10
	完成第（5）项		5
	其他		5
	总分		<b>50</b>

# 无线识别装置 (B 题)

## 【本科组】

### 一、任务

设计制作一套无线识别装置。该装置由阅读器、应答器和耦合线圈组成，其方框图参见图 1。阅读器能识别应答器的有无、编码和存储信息。

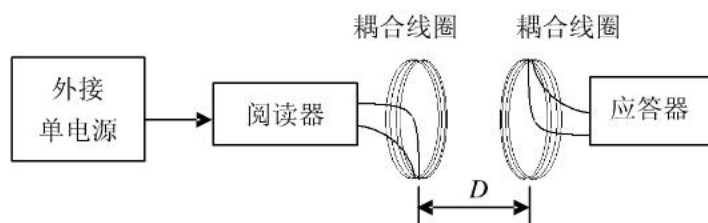


图 1 无线识别装置方框图

装置中阅读器、应答器均具有无线传输功能，频率和调制方式自由选定。不得使用现有射频识别卡或用于识别的专用芯片。装置中的耦合线圈为圆形空芯线圈，用直径不大于 1mm 的漆包线或有绝缘外皮的导线密绕 10 圈制成。线圈直径为  $6.6 \pm 0.5$  cm（可用直径 6.6 cm 左右的易拉罐作为骨架，绕好取下，用绝缘胶带固定即可）。线圈间的介质为空气。两个耦合线圈最接近部分的间距定义为  $D$ 。

阅读器、应答器不得使用其他耦合方式。

### 二、要求

#### 1. 基本要求

- (1) 应答器采用两节 1.5V 干电池供电，阅读器用外接单电源供电。阅读器采用发光二极管显示识别结果，能在  $D$  尽可能大的情况下，识别应答器的有无。识别正确率  $\geq 80\%$ ，识别时间  $\leq 5$  秒，耦合线圈间距  $D \geq 5$ cm。
- (2) 应答器增加编码预置功能，可以用开关预置四位二进制编码。阅读器能正确识别并显示应答器的预置编码。显示正确率  $\geq 80\%$ ，响应时间  $\leq 5$  秒，耦合线圈间距  $D \geq 5$ cm。

#### 2. 发挥部分

- (1) 应答器所需电源能量全部从耦合线圈获得（通过对耦合到的信号进行整流滤波得到能量），不允许使用电池及内部含有电池的集成电路。阅读器能正确读出并显示应答器上预置的四位二进制编码。显示正确率  $\geq 80\%$ ，响应时间  $\leq 5$  秒，耦合线圈间距  $D \geq 5$ cm。

- (2) 阅读器采用单电源供电，在识别状态时，电源供给功率 $\leq 2W$ 。在显示编码正确率 $\geq 80\%$ 、响应时间 $\leq 5$  秒的条件下，尽可能增加耦合线圈间距  $D$ 。
- (3) 应答器增加信息存储功能，其存储容量大于等于两个四位二进制数。装置断电后，应答器存储的信息不丢失。无线识别装置具有在阅读器端写入、读出应答器存储信息的功能。
- (4) 其他。

### 三、说明

设计报告正文中应包括系统总体框图、核心电路原理图、主要流程图、主要的测试结果。完整的电路原理图、重要的源程序用附件给出。

### 四、评分标准

	项 目	主要内容	满分
设计 报告	系统方案	无线识别装置总体方案设计	6
	理论分析与计算	耦合线圈的匹配理论 阅读器发射电路分析 阅读器接收电路分析	9
	电路与程序设计	阅读器电路设计计算 应答器电路设计计算 总体电路图 识别装置工作流程图	19
	测试方案与测试结果	调试方法与仪器 测试数据完整性 测试结果分析	8
	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	8
	<b>总分</b>		<b>50</b>
	基本 要求	实际制作完成情况	<b>50</b>
发挥 部分	完成第（1）项		21
	完成第（2）项		20
	完成第（3）项		5
	其他		4

总分	50
----	----

## 数字示波器（C 题）

### 【本科组】

#### 一、任务

设计并制作一台具有实时采样方式和等效采样方式的数字示波器，示意图如图 1 所示。

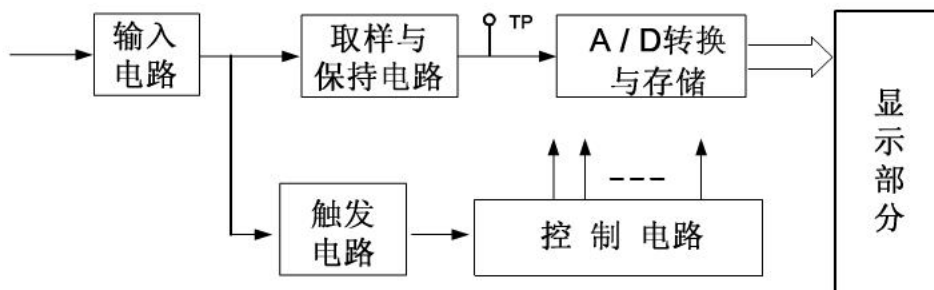


图 1 数字示波器示意图

#### 二、要求

##### 1. 基本要求

- (1) 被测周期信号的频率范围为 10Hz~10MHz，仪器输入阻抗为  $1M\Omega$ ，显示屏的刻度为  $8\text{ div} \times 10\text{ div}$ ，垂直分辨率为 8bits，水平显示分辨率  $\geq 20$  点/div。
- (2) 垂直灵敏度要求含  $1\text{V/div}$ 、 $0.1\text{V/div}$  两档。电压测量误差  $\leq 5\%$ 。
- (3) 实时采样速率  $\leq 1\text{MSa/s}$ ，等效采样速率  $\geq 200\text{MSa/s}$ ；扫描速度要求含  $20\text{ms/div}$ 、 $2\mu\text{s/div}$ 、 $100\text{ ns/div}$  三档，波形周期测量误差  $\leq 5\%$ 。
- (4) 仪器的触发电路采用内触发方式，要求上升沿触发，触发电平可调。
- (5) 被测信号的显示波形应无明显失真。

##### 2. 发挥部分

- (1) 提高仪器垂直灵敏度，要求增加  $2\text{mV/div}$  档，其电压测量误差  $\leq 5\%$ ，输入短路时的输出噪声峰-峰值小于  $2\text{mV}$ 。
- (2) 增加存储/调出功能，即按动一次“存储”键，仪器即可存储当前波形，并能在需要时调出存储的波形予以显示。
- (3) 增加单次触发功能，即按动一次“单次触发”键，仪器能对满足触发

条件的信号进行一次采集与存储（被测信号的频率范围限定为 10Hz~50kHz）。

(4) 能提供频率为 100kHz 的方波校准信号，要求幅度值为  $0.3V \pm 5\%$ （负载电阻  $\geq 1 M\Omega$  时），频率误差  $\leq 5\%$ 。

(5) 其他。

### 三、说明

1. A/D 转换器最高采样速率限定为 1MSa/s，并要求设计独立的取样保持电路。为了方便检测，要求在 A/D 转换器和取样保持电路之间设置测试端子 TP。
2. 显示部分可采用通用示波器，也可采用液晶显示器。
3. 等效采样的概念可参考蒋焕文等编著的《电子测量》一书中取样示波器的内容，或陈尚松等编著的《电子测量与仪器》等相关资料。
4. 设计报告正文中应包括系统总体框图、核心电路原理图、主要流程图、主要的测试结果。完整的电路原理图、重要的源程序和完整的测试结果可用附件给出。

### 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	6
	理论分析与计算	等效采样分析 垂直灵敏度 扫描速度	12
	电路与程序设计	电路设计 程序设计	12
	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	12
	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	8
	总分		<b>50</b>
基本 要求	实际制作完成情况		<b>50</b>

发挥 部分	完成第（1）项	22
	完成第（2）项	7
	完成第（3）项	7
	完成第（4）项	6
	其他	8
	总分	<b>50</b>

## 程控滤波器（D 题）

### 【本科组】

#### 一、任务

设计并制作程控滤波器，其组成如图 1 所示。放大器增益可设置；低通或高通滤波器通带、截止频率等参数可设置。

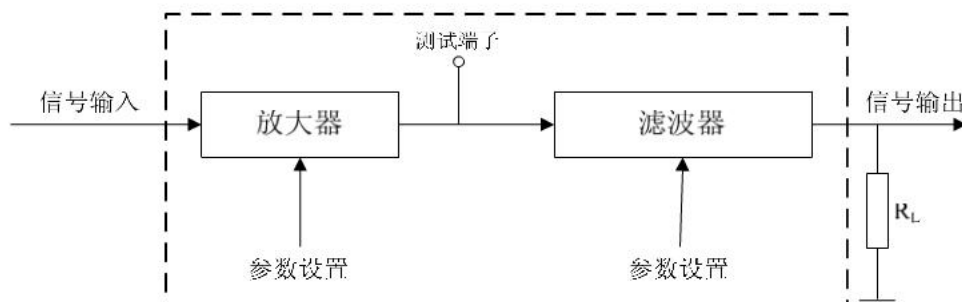


图 1 程控滤波器组成框图

#### 二、要求

##### 1. 基本要求

- (1) 放大器输入正弦信号电压振幅为 10mV，电压增益为 40dB，增益 10dB 步进可调，通频带为 100Hz~40kHz，放大器输出电压无明显失真。
- (2) 滤波器可设置为低通滤波器，其-3dB 截止频率  $f_c$  在 1kHz~20kHz 范围内可调，调节的频率步进为 1kHz， $2f_c$  处放大器与滤波器的总电压增益不大于 30dB， $R_L=1k\Omega$ 。
- (3) 滤波器可设置为高通滤波器，其-3dB 截止频率  $f_c$  在 1kHz~20kHz 范围内可调，调节的频率步进为 1kHz， $0.5f_c$  处放大器与滤波器的总电压增益不大于 30dB， $R_L=1k\Omega$ 。
- (4) 电压增益与截止频率的误差均不大于 10%。
- (5) 有设置参数显示功能。

##### 2. 发挥部分

- (1) 放大器电压增益为 60dB，输入信号电压振幅为 10mV；增益 10dB 步进可调，电压增益误差不大于 5%。
- (2) 制作一个四阶椭圆型低通滤波器，带内起伏 $\leq 1\text{dB}$ ，-3dB 通带为 50kHz，要求放大器与低通滤波器在 200kHz 处的总电压增益小于 5dB，-3dB 通带误差不大于 5%。
- (3) 制作一个简易幅频特性测试仪，其扫频输出信号的频率变化范围是 100Hz~200kHz，频率步进 10kHz。
- (4) 其他。

### 三、说明

设计报告正文应包括系统总体框图、核心电路原理图、主要流程图和主要的测试结果。完整的电路原理图、重要的源程序和完整的测试结果可用附件给出。

### 四、评分标准

	项 目	满分
设计 报告	系统方案	15
	理论分析与计算	15
	电路与程序设计	5
	测试方案与测试结果	10
	设计报告结构及规范性	5
	总分	<b>50</b>
基本 要求	实际制作完成情况	<b>50</b>
发挥 部分	完成第（1）项	14
	完成第（2）项	16
	完成第（3）项	15
	其他	5
	总分	<b>50</b>

## 开关稳压电源（E 题）

### 【本科组】

#### 一、任务

设计并制作如图 1 所示的开关稳压电源。



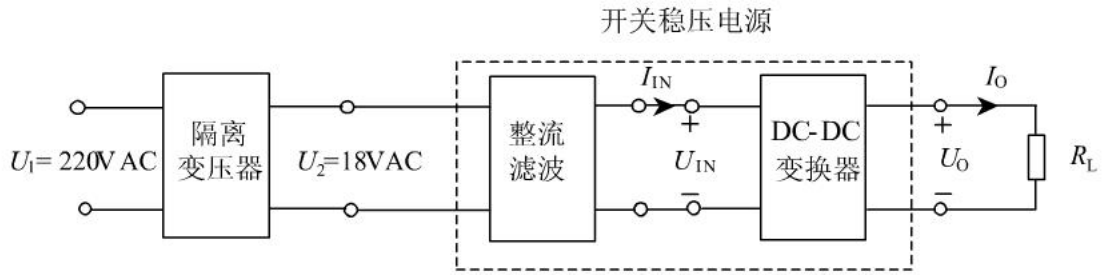


图 1 电源框图

## 二、要求

在电阻负载条件下，使电源满足下述要求：

### 1. 基本要求

- (1) 输出电压  $U_O$  可调范围：30V~36V；
- (2) 最大输出电流  $I_{Omax}$ ：2A；
- (3)  $U_2$  从 15V 变到 21V 时，电压调整率  $S_U \leq 2\%$  ( $I_O=2A$ )；
- (4)  $I_O$  从 0 变到 2A 时，负载调整率  $S_I \leq 5\%$  ( $U_2=18V$ )；
- (5) 输出噪声纹波电压峰-峰值  $U_{OPP} \leq 1V$  ( $U_2=18V, U_O=36V, I_O=2A$ )；
- (6) DC-DC 变换器的效率  $\eta \geq 70\%$  ( $U_2=18V, U_O=36V, I_O=2A$ )；
- (7) 具有过流保护功能，动作电流  $I_{O(th)} = 2.5 \pm 0.2A$ ；

### 2. 发挥部分

- (1) 进一步提高电压调整率，使  $S_U \leq 0.2\%$  ( $I_O=2A$ )；
- (2) 进一步提高负载调整率，使  $S_I \leq 0.5\%$  ( $U_2=18V$ )；
- (3) 进一步提高效率，使  $\eta \geq 85\%$  ( $U_2=18V, U_O=36V, I_O=2A$ )；
- (4) 排除过流故障后，电源能自动恢复为正常状态；
- (5) 能对输出电压进行键盘设定和步进调整，步进值 1V，同时具有输出电压、电流的测量和数字显示功能。
- (6) 其他。

## 三、说明

- (1) DC-DC 变换器不允许使用成品模块，但可使用开关电源控制芯片。
- (2)  $U_2$  可通过交流调压器改变  $U_1$  来调整。DC-DC 变换器（含控制电路）只能由  $U_{IN}$  端口供电，不得另加辅助电源。
- (3) 本题中的输出噪声纹波电压是指输出电压中的所有非直流成分，要求用带宽不小于 20MHz 模拟示波器（AC 耦合、扫描速度 20ms/div）测量  $U_{OPP}$ 。

- (4) 本题中电压调整率  $S_U$  指  $U_2$  在指定范围内变化时, 输出电压  $U_O$  的变化率; 负载调整率  $S_I$  指  $I_O$  在指定范围内变化时, 输出电压  $U_O$  的变化率; DC-DC 变换器效率  $\eta = P_O / P_{IN}$ , 其中  $P_O = U_O I_O$ ,  $P_{IN} = U_{IN} I_{IN}$ 。
- (5) 电源在最大输出功率下应能连续安全工作足够长的时间(测试期间, 不能出现过热等故障)。
- (6) 制作时应考虑方便测试, 合理设置测试点(参考图 1)。
- (7) 设计报告正文中应包括系统总体框图、核心电路原理图、主要流程图、主要的测试结果。完整的电路原理图、重要的源程序和完整的测试结果用附件给出。

#### 四、评分标准

	项目	应包括的主要内容或考核要点	满分
设计 报告	方案论证	DC-DC 主回路拓扑; 控制方法及实现方案; 提高效率的方法及实现方案	8
	电路设计与参数计算	主回路器件的选择及参数计算; 控制电路设计与参数计算; 效率的分析及计算; 保护电路设计与参数计算; 数字设定及显示电路的设计	20
	测试方法与数据	测试方法; 测试仪器; 测试数据 (着重考查方法和仪器选择的正确性以及数据是否全面、准确)	10
	测试结果分析	与设计指标进行比较, 分析产生偏差的原因, 并提出改进方法	5
	电路图及设计文件	重点考查完整性、规范性	7
	总分		<b>50</b>
基本要求	实际制作完成情况		<b>50</b>
发挥 部分	完成第(1)项		10
	完成第(2)项		10
	完成第(3)项		15
	完成第(4)项		4
	完成第(5)项		6
	其他		5
	总分		<b>50</b>

### 电动车跷跷板 (F 题)

【本科组】

## 一、任务

设计并制作一个电动车跷跷板，在跷跷板起始端 A 一侧装有可移动的配重。配重的位置可以在从始端开始的 200mm~600mm 范围内调整，调整步长不大于 50mm；配重可拆卸。电动车从起始端 A 出发，可以自动在跷跷板上行驶。电动车跷跷板起始状态和平衡状态示意图分别如图 1 和图 2 所示。

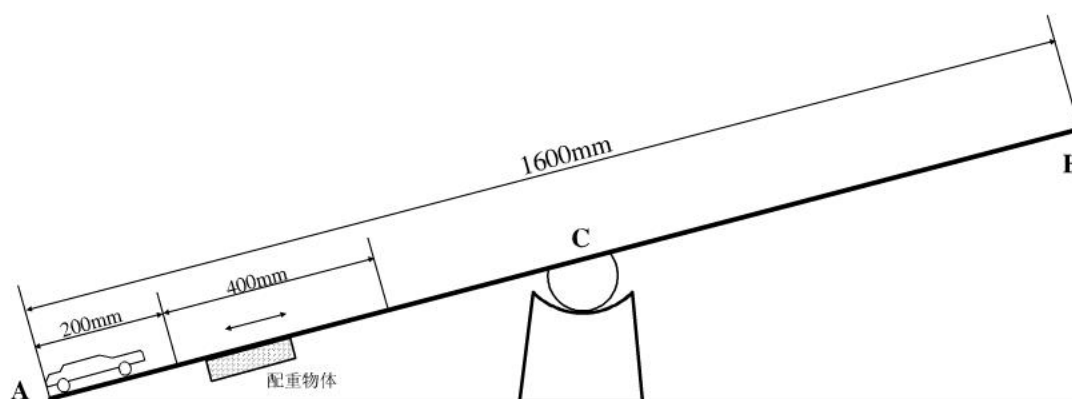


图1 起始状态示意图

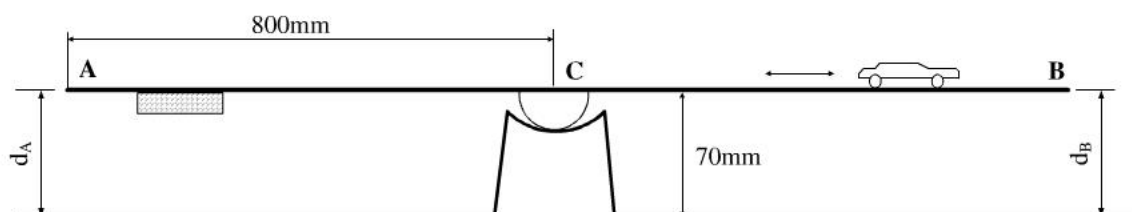


图2 平衡状态示意图

## 二、要求

### 1. 基本要求

在不加配重的情况下，电动车完成以下运动：

- (1) 电动车从起始端 A 出发，在 30 秒钟内行驶到中心点 C 附近；
- (2) 60 秒钟之内，电动车在中心点 C 附近使跷跷板处于平衡状态，保持平衡 5 秒钟，并给出明显的平衡指示；
- (3) 电动车从 (2) 中的平衡点出发，30 秒钟内行驶到跷跷板末端 B 处（车头距跷跷板末端 B 不大于 50mm）；
- (4) 电动车在 B 点停止 5 秒后，1 分钟内倒退回起始端 A，完成整个行程；

- (5) 在整个行驶过程中，电动车始终在跷跷板上，并分阶段实时显示电动车行驶所用的时间。

## 2. 发挥部分

将配重固定在可调整范围内任一指定位置，电动车完成以下运动：

- (1) 将电动车放置在地面距离跷跷板起始端 A 点 300mm 以外、90° 扇形区域内某一指定位置(车头朝向跷跷板)，电动车能够自动驶上跷跷板，

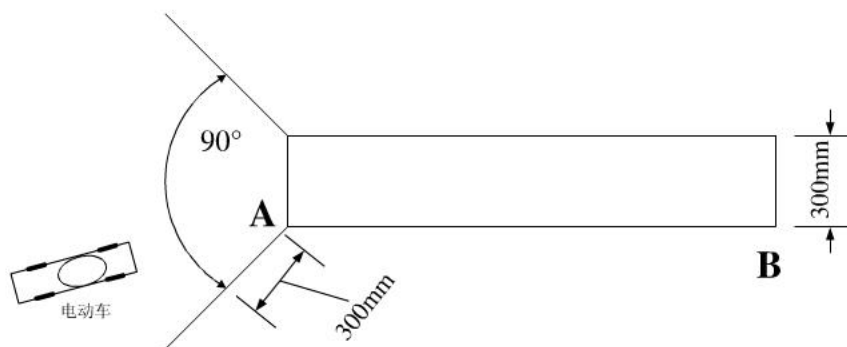


图3 自动驶上跷跷板示意图

如图 3 所示：

- (2) 电动车在跷跷板上取得平衡，给出明显的平衡指示，保持平衡 5 秒钟以上；
- (3) 将另一块质量为电动车质量 10%~20% 的块状配重放置在 A 至 C 间指定的位置，电动车能够重新取得平衡，给出明显的平衡指示，保持平衡 5 秒钟以上；
- (4) 电动车在 3 分钟之内完成 (1) ~ (3) 全过程。
- (5) 其他。

## 三、说明

- (1) 跷跷板长 1600mm、宽 300mm，为便于携带也可将跷跷板制成折叠形式。
- (2) 跷跷板中心固定在直径不大于 50mm 的半圆轴上，轴两端支撑在支架上，并保证与支架圆滑接触，能灵活转动。
- (3) 测试中，使用参赛队自制的跷跷板装置。
- (4) 允许在跷跷板和地面上采取引导措施，但不得影响跷跷板面和地面平整。
- (5) 电动车(含加在车体上的其它装置)外形尺寸规定为：长 $\leq$ 300mm，宽 $\leq$ 200mm。
- (6) 平衡的定义为 A、B 两端与地面的距离差  $d = |d_A - d_B|$  不大于 40mm。
- (7) 整个行程约为 1600mm 减去车长。
- (8) 测试过程中不允许人为控制电动车运动。

- (9) 基本要求 (2) 不能完成时, 可以跳过, 但不能得分; 发挥部分 (1) 不能完成时, 可以直接从 (2) 项开始, 但是 (1) 项不得分。

#### 四、评分标准

	项 目	主要内容	分数
设计 报告	系统方案	实现方法 方案论证 系统设计 结构框图	12
	理论分析与计算	测量与控制方法 理论计算	13
	电路与程序设计	检测与驱动电路设计 总体电路图 软件设计与工作流程图	12
	结果分析	创新发挥 结果分析	8
	设计报告结构 及规范性	摘要 设计报告结构 图表的规范性	5
	总分		<b>50</b>
	基本 要求	实际制作完成情况	<b>50</b>
发挥 部分	完成第 (1) 项		10
	完成第 (2) 项		15
	完成第 (3) 项		10
	完成第 (4) 项		5
	其他		10
	总分		<b>50</b>

### 积分式直流数字电压表 (G 题)

#### 【高职高专组】

## 一、任务

在不采用专用 A/D 转换器芯片的前提下，设计并制作积分型直流数字电压表。

## 二、要求

### 1. 基本要求

- (1) 测量范围：10mV~2V
- (2) 量程：200mV，2V
- (3) 显示范围：十进制数 0~1999
- (4) 测量分辨率：1mV（2V 档）
- (5) 测量误差： $\leq \pm 0.5\% \pm 5$  个字
- (6) 采样速率： $\geq 2$  次/秒
- (7) 输入电阻： $\geq 1M\Omega$
- (8) 具有抑制工频干扰功能

### 2. 发挥部分

- (1) 测量范围：1mV~2V
- (2) 量程：200mV，2V
- (3) 显示范围：十进制数 0~19999
- (4) 测量分辨率：0.1mV（2V 档）
- (5) 测量误差： $\leq \pm 0.05\% \pm 5$  个字
- (6) 具有自动校零功能
- (7) 具有自动量程转换功能
- (8) 其他

## 三、说明

在电路中应有可测得积分波形的测试点。

## 四、评分标准

	项 目	满分
设计 报告	系统方案	4
	理论分析与计算	3
	电路与程序设计	4
	测试方案与测试结果	5
	设计报告结构及规范性	4
	总分	<b>20</b>

基本要求	实际制作完成情况	<b>50</b>
发挥 部分	完成第（1）项	4
	完成第（3）项	3
	完成第（4）项	2
	完成第（5）项	20
	完成第（6）项	8
	完成第（7）项	8
	其他	5
	总分	<b>50</b>