

# 全国大学生电子设计竞赛历届题目

第一届（1994 年）全国大学生电子设计竞赛题目	4
题目一 简易数控直流电源	4
题目二 多路数据采集系统	5
第二届（1995 年）全国大学生电子设计竞赛题目	6
题目一 实用低频功率放大器	6
题目二 实用信号源的设计和制作	7
题目三 简易无线电遥控系统	7
题目四 简易电阻、电容和电感测试仪	9
第三届（1997 年）全国大学生电子设计竞赛题目	9
A 题 直流稳定电源	9
B 题 简易数字频率计	10
C 题 水温控制系统	11
D 题 调幅广播收音机*	12
第四届（1999 年）全国大学生电子设计竞赛题目	13
A 题 测量放大器	13
B 题 数字式工频有效值多用表	14
C 题 频率特性测试仪	16
D 题 短波调频接收机	17
E 题 数字化语音存储与回放系统	18
第五届（2001 年）全国大学生电子设计竞赛题目	19
A 题 波形发生器	19
B 题 简易数字存储示波器	20
C 题 自动往返电动小汽车	21
D 题 高效率音频功率放大器	22
E 题 数据采集与传输系统	23
F 题 调频收音机	24
第六届（2003 年）全国大学生电子设计竞赛题目	25
电压控制 LC 振荡器（A 题）	25
宽带放大器（B 题）	26
低频数字式相位测量仪（C 题）	27
简易逻辑分析仪（D 题）	29
简易智能电动车（E 题）	30
液体点滴速度监控装置（F 题）	32
第七届（2005 年）全国大学生电子设计竞赛题目	33
正弦信号发生器（A 题）	33
集成运放参数测试仪（B 题）	34
简易频谱分析仪（C 题）	36
单工无线呼叫系统（D 题）	37
悬挂运动控制系统（E 题）	38
数控直流电流源（F 题）	39
三相正弦波变频电源（G 题）	40

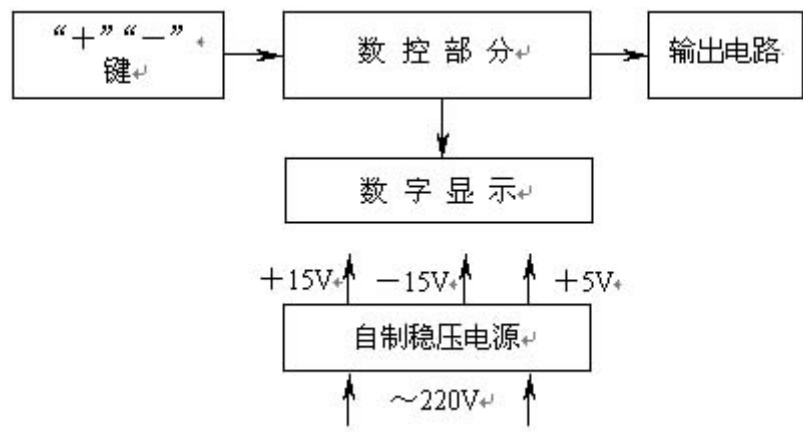
第八届（2007 年）全国大学生电子设计竞赛题目 .....	41
音频信号分析仪（A 题）【本科组】 .....	41
无线识别装置（B 题）【本科组】 .....	42
数字示波器（C 题）【本科组】 .....	44
程控滤波器（D 题）【本科组】 .....	45
开关稳压电源（E 题）【本科组】 .....	46
电动车跷跷板（F 题）【本科组】 .....	48
积分式直流数字电压表（G 题）【高职高专组】 .....	50
信号发生器（H 题）【高职高专组】 .....	51
可控放大器（I 题）【高职高专组】 .....	52
电动车跷跷板（J 题）【高职高专组】 .....	53
第九届（2009 年）全国大学生电子设计竞赛题目 .....	55
光伏并网发电模拟装置（A 题）【本科组】 .....	55
声音导引系统(B 题)【本科组】 .....	57
宽带直流放大器（C 题）【本科组】 .....	60
无线环境监测模拟装置（D 题）【本科组】 .....	62
电能收集充电器（E 题）【本科组】 .....	65
数字幅频均衡功率放大器（F 题）【本科组】 .....	67
低频功率放大器（G 题）【高职高专组】 .....	69
LED 点阵书写显示屏（H 题）【高职高专组】 .....	70
模拟路灯控制系统(I 题)【高职高专组】 .....	72

# 第一届（1994 年）全国大学生电子设计竞赛题目

## 题目一 简易数控直流电源

### 一、设计任务

设计出有一定输出电压范围和功能的数控电源。其原理示意图如下：



### 二、设计要求

#### 1. 基本要求

- (1) 输出电压：范围  $0 \sim +9.9V$ ，步进  $0.1V$ ，纹波不大于  $10mV$ ；
- (2) 输出电流： $500mA$ ；
- (3) 输出电压值由数码管显示；
- (4) 由“+”、“-”两键分别控制输出电压步进增减；
- (5) 为实现上述几部件工作，自制一稳压直流电源，输出  $\pm 15V$ ， $+5V$ 。

#### 2. 发挥部分

- (1) 输出电压可预置在  $0 \sim 9.9V$  之间的任意一个值；
- (2) 用自动扫描代替人工按键，实现输出电压变化（步进  $0.1V$  不变）；
- (3) 扩展输出电压种类（比如三角波等）。

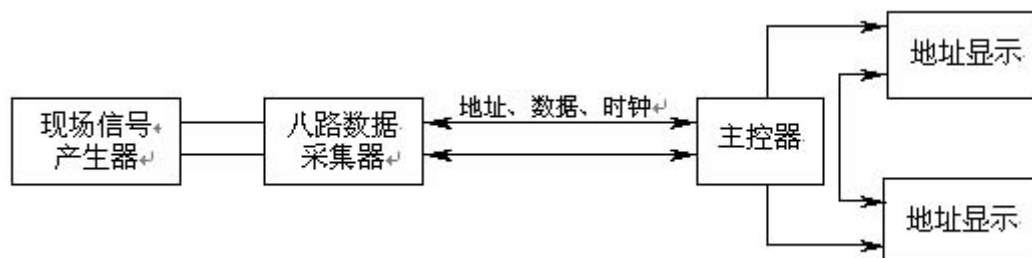
### 三、评分意见

	项 目	得 分
基本要求	方案设计与论证、理论计算与分析、电路图	30
	实际完成情况	50
	总结报告	20
发挥部分	完成第一项	5
	完成第二项	15
	完成第三项	20

## 题目二 多路数据采集系统

### 一、设计任务

设计一个八路数据采集系统，系统原理框图如下：



主控器能对 50 米以外的各路数据，通过串行传输线（实验中用 1 米线代替）进行采集的显示和显示。具体设计任务是：

- (1) 现场模拟信号产生器。
- (2) 八路数据采集器。
- (3) 主控器。

### 二、设计要求

#### 1. 基本要求

(1) 现场模拟信号产生器：自制一正弦波信号发生器，利用可变电阻改变振荡频率，使频率在 200Hz~2kHz 范围变化，再经频率电压变换后输出相应 1~5V 直流电压（200Hz 对应 1V，2kHz 对应 5V）。

(2) 八路数据采集器：数据采集器第 1 路输入自制 1~5V 直流电压，第 2~7 路分别输入来自直流源的 5, 4, 3, 2, 1, 0V 直流电压（各路输入可由分压器产生，不要求精度），第 8 路备用。将各路模拟信号分别转换成 8 位二进制数字信号，再经并/串变换电路，用串行码送入传输线路。

(3) 主控器：主控器通过串行传输线路对各路数据进行采集和显示。采集方式包括循环采集（即 1 路、2 路.....8 路、.....1 路）和选择采集（任选一路）二种方式。显示部分能同时显示地址和相应的数据。

#### 2. 发挥部分

- (1) 利用电路补偿或其它方法提高可变电阻值变化与输出直流电压变化的线性关系；
- (2) 尽可能减少传输线数目；
- (3) 其它功能的改进（例如：增加传输距离，改善显示功能）。

### 三、评分意见

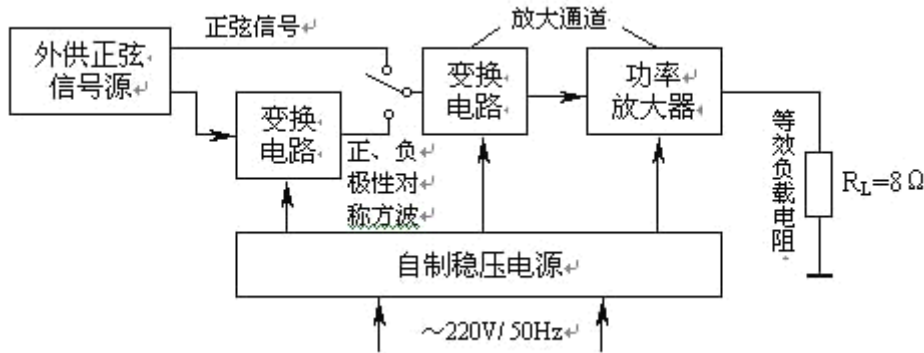
	项 目	得 分
基本要求	方案设计与论证、理论计算与分析、电路图	30
	实际完成情况	50
	总结报告	20
发挥部分	完成第一项	15
	完成第二项	15
	完成第三项	10

# 第二届（1995 年）全国大学生电子设计竞赛题目

## 题目一 实用低频功率放大器

### 一、任务

设计并制作具有弱信号放大能力的低频功率放大器。其原理示意图如下：



### 二、要求

#### 1. 基本要求

(1) 在放大通道的正弦信号输入电压幅度为 (5~700) mV，等效负载电阻  $R_L$  为  $8\Omega$  下，放大通道应满足：

- ① 额定输出功率  $P_{OR} \geq 10W$ ；
- ② 带宽  $BW \geq (50 \sim 10000) Hz$ ；
- ③ 在  $P_{OR}$  下和  $BW$  内的非线性失真系数  $\leq 3\%$ ；
- ④ 在  $P_{OR}$  下的效率  $\geq 55\%$ ；
- ⑤ 在前置放大级输入端交流短接到地时， $R_L = 8\Omega$  上的交流声功率  $\leq 10mW$ 。

(2) 自行设计并制作满足本设计任务要求的稳压电源。

#### 2. 发挥部分

(1) 放大器的时间响应

① 方波产生：由外供正弦信号源经变换电路产生正、负极性的对称方波：频率为 1000Hz、上升时间  $\leq 1\mu s$ 、峰-峰值电压为 200mVpp。

用上述方波激励放大通道时，在  $R_L = 8\Omega$  下，放大通道应满足：

- ② 额定输出功率  $P_{OR} \geq 10W$ ；带宽  $BW \geq (50 \sim 10000) Hz$ ；
- ③ 在  $P_{OR}$  下输出波形上升时间和下降时间  $\leq 12\mu s$ ；
- ④ 在  $P_{OR}$  下输出波形顶部斜降  $\leq 2\%$ ；
- ⑤ 在  $P_{OR}$  下输出波形过冲量  $\leq 5\%$ 。

(2) 放大通道性能指标的提高和实用功能的扩展（例如提高效率、减小非线性失真等）。

### 三、评分意见

	项 目	得 分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论计算与分析，电路图，测试方法与数据，结果分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第一项	20

	完成第二项	10
	特色与创新	20

## 题目二 实用信号源的设计和制作

### 一、任务

在给定 $\pm 15\text{V}$ 电源电压条件下，设计并制作一个正弦波和脉冲波信号源。

### 二、要求

#### 1. 基本要求

##### (1) 正弦波信号源

- ① 信号频率：20Hz~20kHz 步进调整，步长为 5Hz
- ② 频率稳定度：优于  $10^{-4}$
- ③ 非线性失真系数 $\leq 3\%$

##### (2) 脉冲波信号源

- ① 信号频率：20Hz~20kHz 步进调整，步长为 5Hz
- ② 上升时间和下降时间： $\leq 1\mu\text{s}$
- ③ 平顶斜降： $\leq 5\%$
- ④ 脉冲占空比：2%~98%步进可调，步长为 2%

##### (3) 上述两个信号源公共要求

- ① 频率可预置。
- ② 在负载为  $600\Omega$ 时，输出幅度为 3V。
- ③ 完成 5 位频率的数字显示。

#### 2. 发挥部分

- (1) 正弦波和脉冲波频率步长改为 1Hz。
- (2) 正弦波和脉冲波幅度可步进调整，调整范围为 100mV~3V，步长为 100mV。
- (3) 正弦波和脉冲波频率可自动步进，步长为 1Hz。
- (4) 降低正弦波非线性失真系数。

### 三、评分标准

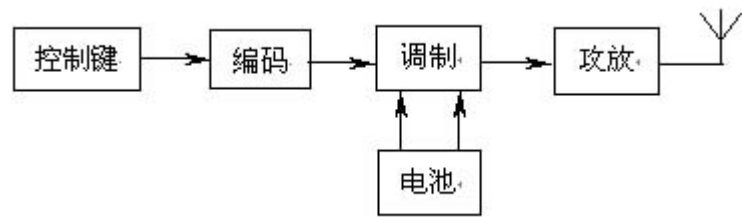
	项 目	得 分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论计算与分析，电路图，测试方法与数据，结果分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第一项	10
	完成第二项	10
	完成第三项	5
	完成第四项	5
	特色与创新	20

## 题目三 简易无线电遥控系统

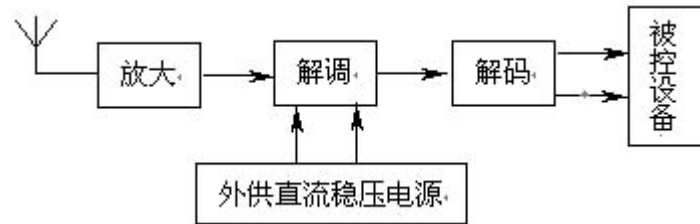
### 一、任务

设计并制作无线电遥控发射机和接收机。

1. 无线电遥控发射机



2. 无线电遥控接收机



二、要求

1. 基本要求

- (1) 工作频率： $f_0=6\sim 10\text{MHz}$  中任选一种频率。
- (2) 调制方式：AM、FM 或 FSK.....任选一种。
- (3) 输出功率：不大于  $20\text{mW}$ （在标准  $75\Omega$  假负载上）。
- (4) 遥控对象：8 个，被控设备用 LED 分别代替，LED 发光表示工作。
- (5) 接收机距离发射机不小于  $10\text{m}$ 。

2. 发挥部分

- (1) 8 路设备中的一路为电灯，用指令遥控电灯亮度，亮度分为 8 级并用数码管显示级数。
- (2) 在一定发射功率下（不大于  $20\text{mW}$ ），尽量增大接收距离。
- (3) 增加信道抗干扰措施。
- (4) 尽量降低电源功耗。

注：不能采用现成的收、发信机整机。

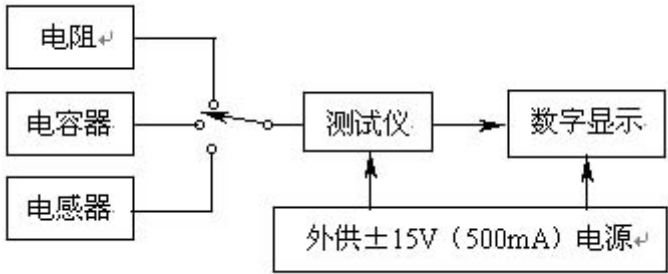
三、评分意见

	项 目	得 分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论计算与分析，电路图，测试方法与数据，结果分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	12
	完成第（2）项	8
	完成第（3）项	5
	完成第（4）项	5
	特色与创新	20

# 题目四 简易电阻、电容和电感测试仪

## 一、任务

设计并制作一台数字显示的电阻、电容和电感参数测试仪，示意框图如下：



## 二、要求

### 1. 基本要求

- (1) 测量范围：电阻  $100\Omega\sim 1M\Omega$ ；电容  $100pF\sim 10000pF$ ；电感  $100\mu H\sim 10mH$ 。
- (2) 测量精度： $\pm 5\%$ 。
- (3) 制作 4 位数码管显示器，显示测量数值，并用发光二极管分别指示所测元件的类型和单位。

### 2. 发挥部分

- (1) 扩大测量范围。
- (2) 提高测量精度。
- (3) 测量量程自动转换。

## 三、评分意见

	项 目	得分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论计算与分析，电路图，测试方法与数据，结果分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	9
	完成第（2）项	9
	完成第（3）项	12
	特色与创新	20

# 第三届（1997 年）全国大学生电子设计竞赛题目

## A 题 直流稳定电源

## 一、任务

设计并制作交流变换为直流的稳定电源。

## 二、要求

### 1. 基本要求

- (1) 稳压电源 在输入电压 220V、50Hz、电压变化范围  $+15\%\sim -20\%$  条件下：
  - a. 输出电压可调范围为  $+9V\sim +12V$



- b. 最大输出电流为 1.5A
- c. 电压调整率 $\leq 0.2\%$ （输入电压 220V 变化范围 $+15\% \sim -20\%$ 下，空载到满载）
- d. 负载调整率 $\leq 1\%$ （最低输入电压下，满载）
- e. 纹波电压（峰-峰值） $\leq 5\text{mV}$ （最低输入电压下，满载）
- f. 效率 $\geq 40\%$ （输出电压 9V、输入电压 220V 下，满载）
- g. 具有过流及短路保护功能

(2) 稳流电源 在输入电压固定为 +12V 的条件下：

- a. 输出电流：4~20mA 可调
- b. 负载调整率 $\leq 1\%$ （输入电压 +12V、负载电阻由  $200\Omega \sim 300\Omega$  变化时，输出电流为 20mA 时的相对变化率）

(3) DC-DC 变换器 在输入电压为 +9V~+12V 条件下：

- a. 输出电压为 +100V，输出电流为 10mA
- b. 电压调整率 $\leq 1\%$ （输入电压变化范围 +9V~+12V）
- c. 负载调整率 $\leq 1\%$ （输入电压 +12V 下，空载到满载）
- d. 纹波电压（峰-峰值） $\leq 100\text{mV}$ （输入电压 +9V 下，满载）

## 2. 发挥部分

(1) 扩充功能

- a. 排除短路故障后，自动恢复为正常状态
- b. 过热保护
- c. 防止开、关机时产生的“过冲”

(2) 提高稳压电源的技术指标

- a. 提高电压调整率和负载调整率
- b. 扩大输出电压调节范围和提高最大输出电流值

(3) 改善 DC-DC 变换器

- a. 提高效率（在 100V、100mA 下）
- b. 提高输出电压

(4) 用数字显示输出电压和输出电流

## 三、评分意见

	项 目	得 分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	9
	完成第（2）项	15
	完成第（3）项	6
	完成第（4）项	10
	特色与创新	10

## B 题 简易数字频率计

### 一、任务

设计并制作一台数字显示的简易频率计。

## 二、要求

### 1. 基本要求

#### (1) 频率测量

a. 测量范围 信号：方波、正弦波；幅度：0.5V~5V；频率：1Hz~1MHz

b. 测量误差≤0.1%

#### (2) 周期测量

a. 测量范围 信号：方波、正弦波；幅度：0.5V~5V；频率：1Hz~1MHz

b. 测量误差≤0.1%

#### (3) 脉冲宽度测量

a. 测量范围 信号：脉冲波；幅度：0.5V~5V；脉冲宽度≥100μs

b. 测量误差≤1%

#### (4) 显示器

十进制数字显示，显示刷新时间 1~10 秒连续可调，对上述三种测量功能分别用不同颜色的发光二极管指示。

(5) 具有自校功能，时标信号频率为 1MHz。

(6) 自行设计并制作满足本设计任务要求的稳压电源。

### 2. 发挥部分

(1) 扩展频率测量范围为 0.1Hz~10MHz（信号幅度 0.5V~5V），测量误差降低为 0.01%（最大闸门时间≤10s）。

(2) 测量并显示周期脉冲信号（幅度 0.5V~5V、频率 1Hz~1kHz）的占空比，占空比变化范围为 10%~90%，测量误差≤1%。

(3) 在 1Hz~1MHz 范围内及测量误差≤1%的条件下，进行小信号的频率测量，提出并实现抗干扰的措施。

## 三、评分意见

	项 目	得 分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	10
	完成第（2）项	10
	完成第（3）项	20
	特色与创新	10

## C 题 水温控制系统

### 一、任务

设计并制作一个水温自动控制系统，控制对象为 1 升净水，容器为搪瓷器皿。水温可以在一定范围内由人工设定，并能在环境温度降低时实现自动控制，以保持设定的温度基本不变。

## 二、要求

### 1. 基本要求

(1) 温度设定范围为 40~90℃，最小区分度为 1℃，标定温度≤1℃。

(2) 环境温度降低时（例如用电风扇降温）温度控制的静态误差≤1℃。

(3) 用十进制数码管显示水的实际温度。

## 2. 发挥部分

(1) 采用适当的控制方法, 当设定温度突变(由  $40^{\circ}\text{C}$  提高到  $60^{\circ}\text{C}$ ) 时, 减小系统的调节时间和超调量。

(2) 温度控制的静态误差  $\leq 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 在设定温度发生突变(由  $40^{\circ}\text{C}$  提高到  $60^{\circ}\text{C}$ ) 时, 自动打印水温随时间变化的曲线。

## 三、评分意见

	项 目	得 分
基本要求	设计与总结报告: 方案设计与论证, 理论分析与计算, 电路图, 测试方法与数据, 对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	减小调节时间和超调量	20
	温度控制的静态误差 $\leq 0.2^{\circ}\text{C}$	10
	实现打印曲线功能	10
	特色与创新	10

# D 题 调幅广播收音机\*

## 一、任务

利用所提供的元器件(附有资料)制作一个中波广播收音机。

## 二、要求

### 1. 基本要求

(1) 接收频率范围:  $540\text{kHz} \sim 1600\text{kHz}$ ;

(2) 调谐方式: 手动电调谐;

(3) 输出功率:  $\geq 100\text{mW}$ ;

(4) 测量灵敏度、选择性、镜像抑制比和电调谐特性(测量时用信号发生器直接注入); 写明测试方法, 记录实测值, 画出曲线。

### 2. 发挥部分

(1) 自动和手动搜索电台并有存储功能(可利用所提供的锁相环器件, 或其它方法实现);

(2) 可预置电台数目: 预置电台数目  $\geq 10$  个;

(3) 显示预置电台序号;

(4) 特色与创新(例如: 提高性能指标, 全机用单一  $+3\text{V}$  电源供电, 节电, 显示电台频率等)。

## 三、评分意见

	项 目	得 分
基本要求	设计与总结报告: 方案设计与论证, 理论分析与计算, 电路图, 测试方法与测试数据, 对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第(1)项	25
	完成第(2)项	5
	完成第(3)项	5
	完成第(4)项	15

#### 四、说明

1. 电调谐特性是指输入信号与变容二极管控制电压之间的关系曲线。

2. 所提供的元器件清单（其它元器件自备）

（1）调幅收音机单片机集成电路（带有小功率放大器），型号：CX1600P/M；

（2）调幅收音机输入回路线圈和磁性天线；

（3）变容二极管，型号：SVC341；

（4）本振线圈；

（5）用于电调谐的锁相频率合成器集成电路，型号：LC7218（可选件）；

（6）7.2MHz 晶体（可选件）。

3. 在设计报告前附一篇 400 字以内的报告摘要。

\*此题是全国专家组与 SONY 公司专家合作的命题，SONY 公司提供了专用 IC 芯片和英文资料等。

## 第四届（1999 年）全国大学生电子设计竞赛题目

### A 题 测量放大器

一、题目：测量放大器

二、任务

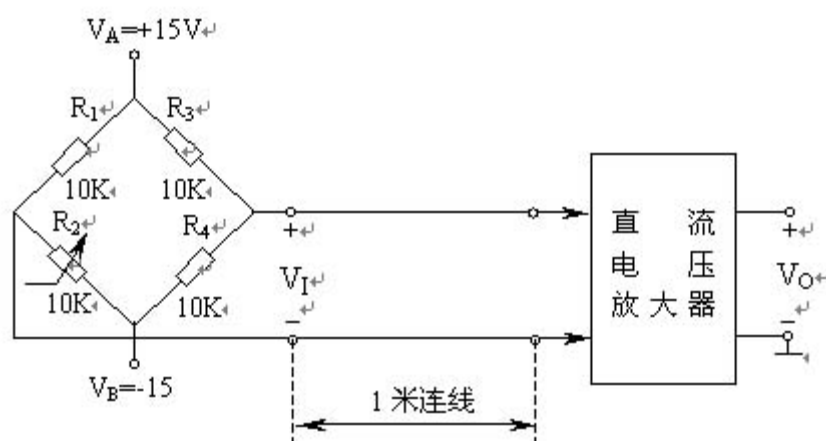


图 1 测量放大器框图

设计并制作一个测量放大器及所用的直流稳压电源。参见图 1。输入信号  $V_I$  取自桥式测量电路的输出。当  $R_1=R_2=R_3=R_4$  时， $V_I=0$ 。 $R_2$  改变时，产生  $V_I \neq 0$  的电压信号。测量电路与放大器之间有 1 米长的连接线。

三、要求

1. 基本要求

(1) 测量放大器

a、差模电压放大倍数  $AVD=1\sim 500$ ，可手动调节；

b、最大输出电压为  $\pm 10V$ ，非线性误差  $< 0.5\%$ ；

c、在输入共模电压  $+7.5V\sim -7.5V$  范围内，共模抑制比  $KCMR>105$ ；

d、在  $AVD=500$  时，输出端噪声电压的峰-峰值小于  $1V$ ；

e、通频带  $0\sim 10Hz$ ；

f、直流电压放大器的差模输入电阻  $\geq 2M\Omega$ （可不测试，由电路设计予以保证）。

(2) 电源

设计并制作上述放大器所用的直流稳压电源。由单相 220V 交流电压供电。交流电压变化范围为+10%~ -15%。

(3) 设计并制作一个信号变换放大器，参见图 2。将函数发生器单端输出的正弦电压信号不失真地转换为双端输出信号，用作测量直流电压放大器频率特性的输入信号。

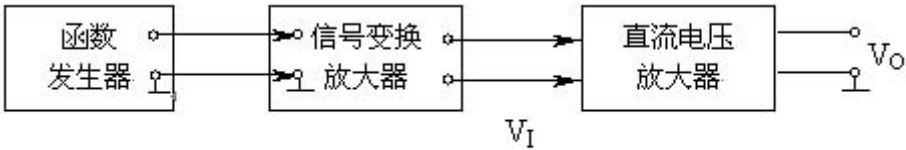


图 2

## 2.发挥部分

- (1) 提高差模电压放大倍数至  $AVD=1000$ ，同时减小输出端噪声电压。
- (2) 在满足基本要求(1)中对输出端噪声电压和共模抑制比要求的条件下，将通频带展宽为 0~100Hz 以上。
- (3) 提高电路的共模抑制比。
- (4) 差模电压放大倍数  $AVD$  可预置并显示，预置范围 1~1000，步距为 1，同时应满足基本要求(1)中对共模抑制比和噪声电压的要求。
- (5) 其它（例如改善放大器性能的其它措施等）。

## 四、评分意见

	项 目	满 分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第一项	5
	完成第二项	10
	完成第三项	5
	完成第四项	20
	特色与创新	10

## 五、说明

直流电压放大器部分只允许采用通用型集成运算放大器和必要的其它元器件组成，不能使用单片集成的测量放大器或其它定型的测量放大器产品。

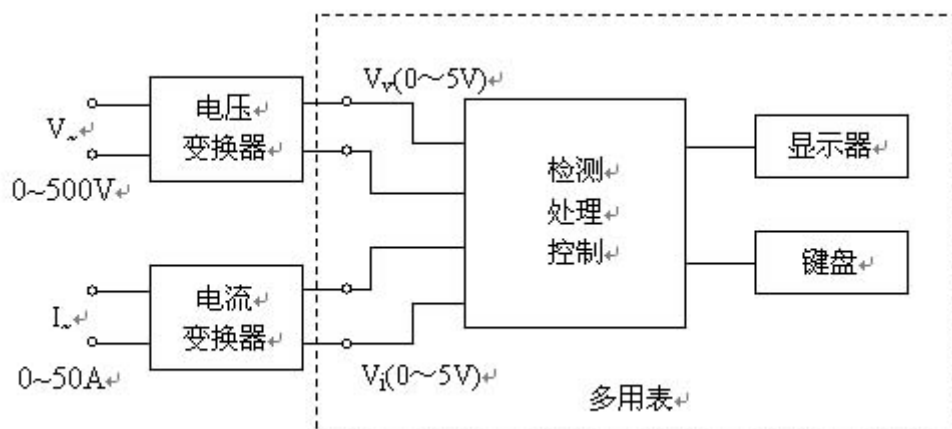
# B 题 数字式工频有效值多用表

## 一、题目

数字式工频有效值多用表

## 二、任务

设计并制作一个能同时对一路工频交流电（频率波动范围为  $50 \pm 1\text{Hz}$ 、有失真的正弦波）的电压有效值、电流有效值、有功功率、无功功率、功率因数进行测量的数字式多用表。参见附图。



### 三、要求

#### 1. 基本要求

(1) 测量功能及量程范围

- a、 交流电压：0~500V；
- c、 有功功率：0~25kW；
- d、 无功功率：0~25kvar；
- e、 功率因数（有功功率/视在功率）：0~1 。

为便于本试题的设计与制作，设定待测 0~500V 的交流电压、0~50A 的交流电流均已经相应的变换器转换为 0~5V 的交流电压。

(2) 准确度

- a、 显示为 位（0.000~4.999），有过量程指示；
- b、 交流电压和交流电流： $\pm (0.8\% \text{读数} + 5 \text{个字})$ ，例：当被测电压为 300V 时，读数误差应小于  $\pm (0.8\% \times 300V + 0.5V) = \pm 2.9V$  ；
- c、 有功功率和无功功率： $\pm (1.5\% \text{读数} + 8 \text{个字})$ ；
- d、 功率因数： $\pm 0.01$  。

(3) 功能选择：用按键选择交流电压、交流电流、有功功率、无功功率和功率因数的测量与显示。

#### 2. 发挥部分

- (1) 用按键选择电压基波及总谐波的有效值测量与显示。
- (2) 具有量程自动转换功能，当变换器输出的电压值小于 0.5V 时，能自动提高分辨力达 0.01V。
- (3) 用按键控制实现交流电压、交流电流、有功功率、无功功率在测试过程中的最大值、最小值测量。
- (4) 其它（例如扩展功能，提高性能）。

### 四、评分意见

	项 目	满 分
基本要求	设计与总结报告： 方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第一项	14
	完成第二项	14
	完成第三项	10
	完成第四项	12

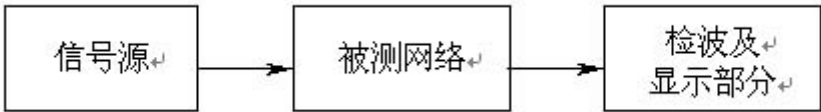
### 五、说明

1. 调试时可用函数发生器输出的正弦信号电压作为一路交流电压信号；再经移相输出代表同一路的电流信号。
2. 检查交流电压、交流电流有效值测量功能时，可采用函数发生器输出的对称方波信号。电压基波、谐波的测试可用函数发生器输出的对称方波作为标准信号，测试结果应与理论值进行比较分析。

## C 题 频率特性测试仪

- 一、题目  
频率特性测试仪
- 二、任务

设计并制作一个频率特性测试系统，包含测试信号源、被测网络、检波及显示三部分。



- 三、要求
  1. 基本要求
    - (1) 制作幅频特性测试仪
      - a、频率范围：100Hz~100kHz；
      - b、频率步进：10Hz；
      - c、频率稳定度：10<sup>-4</sup>；
      - d、测量精度：5% ；
      - e、能在全频范围和特定频率范围内自动步进测量，可手动预置测量范围及步进频率值；
      - f、LED 显示，频率显示为 5 位，电压显示为 3 位，并能打印输出。
    - (2) 制作一被测网络
      - a、 电路型式：阻容双 T 网络；
      - b、 中心频率：5kHz；
      - c、 带宽：±50Hz；
      - d、 计算出网络的幅频和相频特性，并绘制相位曲线；
      - e、 用所制作的幅频特性测试仪测试自制的被测网络的幅频特性。
  2. 发挥部分
    - (1) 制作相频特性测试仪
      - a、 频率范围：500Hz~10kHz；
      - b、 相位度数显示：相位值显示为三位，另以一位作符号显示；
      - c、 测量精度：3°。
    - (2) 用示波器显示幅频特性。
    - (3) 在示波器上同时显示幅频和相频特性。
    - (4) 其它。

### 四、评分意见

	项 目	满 分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第一项	20

	完成第二项	10
	完成第三项	10
	完成第四项	10

### 五、说明

发挥部分(2)、(3)均用所制作的频率特性测试仪测试自制的被测网络的幅频特性和相频特性。

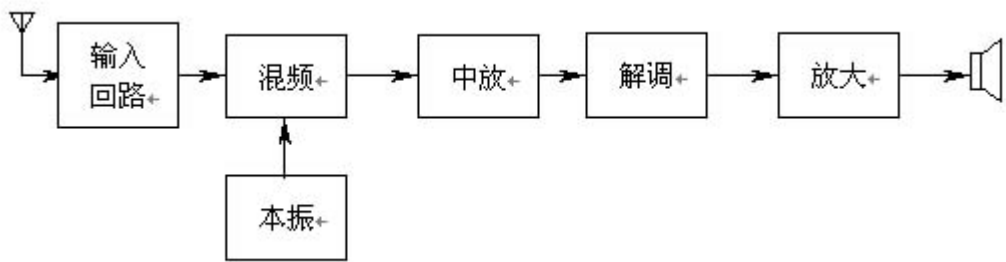
## D 题 短波调频接收机

### 一、题目

短波调频接收机

### 二、任务

设计并制作一个短波调频接收机，方框图如下：



### 三、要求

#### 1. 基本要求

- (1) 接收频率 ( $f_0$ ) 范围：8MHz~10MHz;
- (2) 接收信号为 20Hz~1000Hz 音频调频信号，频偏为 3kHz;
- (3) 最大不失真输出功率 $\geq 100\text{mW}(8\text{W})$ ;
- (4) 接收灵敏度 $\leq 5\text{mV}$ ;
- (5) 通频带： $f_0 \pm 4\text{kHz}$  为  $-3\text{dB}$ ;
- (6) 选择性： $f_0 \pm 10\text{kHz}$  为  $-30\text{dB}$ ;
- (7) 镜像抑制比 $\geq 20\text{dB}$ 。

#### 2. 发挥部分

- (1) 可实现多种自动程控频率搜索模式（如全频率范围搜索，特定频率范围内搜索等），全频率范围搜索时间 $\leq 2$ 分钟;
- (2) 能显示接收频率范围内的调频电台载频值，显示载波频率的误差 $\leq \pm 5\text{kHz}$ ;
- (3) 进一步提高灵敏度;
- (4) 可存储已搜索到的电台，存台数不少于 20;
- (5) 其它。

### 四、评分意见

	项 目	满 分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第一项	20
	完成第二项	5



	完成第三项	10
	完成第四项	5
	特色与创新	10

## E 题 数字化语音存储与回放系统

### 一、题目

数字化语音存储与回放系统

### 二、任务

设计并制作一个数字化语音存储与回放系统，其示意图如下：

### 三、要求

#### 1. 基本要求

- (1) 放大器 1 的增益为 46dB，放大器 2 的增益为 40dB，增益均可调；
- (2) 带通滤波器：通带为 300Hz~3.4kHz；
- (3) ADC：采样频率  $f_s=8\text{kHz}$ ，字长=8 位；
- (4) 语音存储时间 $\geq 10$  秒；
- (5) DAC：变换频率  $f_c=8\text{kHz}$ ，字长=8 位；
- (6) 回放语音质量良好。

#### 2. 发挥部分

在保证语音质量的前提下：

- (1) 减少系统噪声电平，增加自动音量控制功能；
- (2) 语音存储时间增加至 20 秒以上；
- (3) 提高存储器的利用率（在原有存储容量不变的前提下，提高语音存储时间）；
- (4) 其它（例如： $\frac{\pi f/f_s}{\sin(\pi f/f_s)}$  校正等）。

### 四、评分意见

	项 目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第一项	15
	完成第二项	5
	完成第三项	15
	完成第四项	15

### 五、说明

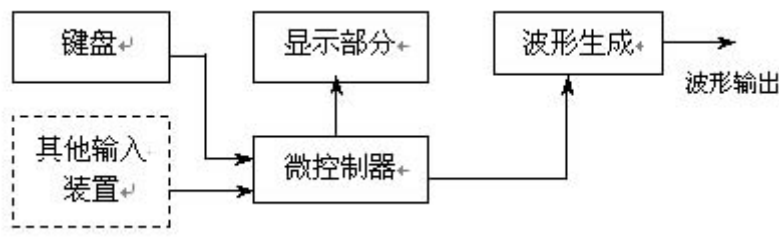
不能使用单片语音专用芯片实现本系统。

# 第五届（2001 年）全国大学生电子设计竞赛题目

## A 题 波形发生器

### 一、任务

设计制作一个波形发生器，该波形发生器能产生正弦波、方波、三角波和由用户编辑的特定形状波形。示意图如下：



### 二、要求

#### 1. 基本要求

- (1) 具有产生正弦波、方波、三角波三种周期性波形的功能。
- (2) 用键盘输入编辑生成上述三种波形（同周期）的线性组合波形，以及由基波及其谐波（5 次以下）线性组合的波形。
- (3) 具有波形存储功能。
- (4) 输出波形的频率范围为 100Hz~20kHz（非正弦波频率按 10 次谐波计算）；重复频率可调，频率步进间隔 $\leq 100\text{Hz}$ 。
- (5) 输出波形幅度范围 0~5V（峰-峰值），可按步进 0.1V（峰-峰值）调整。
- (6) 具有显示输出波形的类型、重复频率（周期）和幅度的功能。

#### 2. 发挥部分

- (1) 输出波形频率范围扩展至 100Hz~200kHz。
- (2) 用键盘或其他输入装置产生任意波形。
- (3) 增加稳幅输出功能，当负载变化时，输出电压幅度变化不大于 $\pm 3\%$ （负载电阻变化范围：100 $\Omega$ ~ $\infty$ ）。
- (4) 具有掉电存储功能，可存储掉电前用户编辑的波形和设置。
- (5) 可产生单次或多次（1000 次以下）特定波形（如产生 1 个半周期三角波输出）。
- (6) 其它（如增加频谱分析、失真度分析、频率扩展>200kHz、扫频输出等功能）。

### 三、评分标准

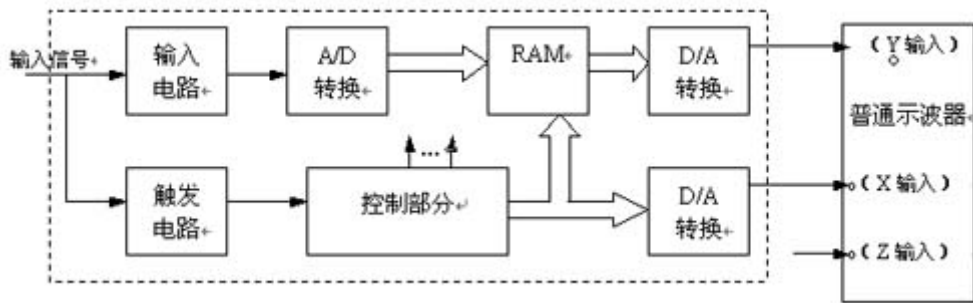
	项 目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	10
	完成第（2）项	10
	完成第（3）项	10
	完成第（4）项	5

	完成第（5）项	5
	完成第（6）项	10

## B 题 简易数字存储示波器

### 一、任务

设计并制作一台用普通示波器显示被测波形的简易数字存储示波器，示意图如下：



### 二、要求

#### 1. 基本要求

（1）要求仪器具有单次触发存储显示方式，即每按动一次“单次触发”键，仪器在满足触发条件时，能对被测周期信号或单次非周期信号进行一次采集与存储，然后连续显示。

（2）要求仪器的输入阻抗大于  $100\text{k}\Omega$ ，垂直分辨率为 32 级/div，水平分辨率为 20 点/div；设示波器显示屏水平刻度为 10div，垂直刻度为 8div。

（3）要求设置  $0.2\text{s/div}$ 、 $0.2\text{ms/div}$ 、 $20\mu\text{s/div}$  三档扫描速度，仪器的频率范围为  $\text{DC}\sim 50\text{kHz}$ ，误差 $\leq 5\%$ 。

（4）要求设置  $0.1\text{V/div}$ 、 $1\text{V/div}$  二档垂直灵敏度，误差 $\leq 5\%$ 。

（5）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。

（6）观测波形无明显失真。

#### 2. 发挥部分

（1）增加连续触发存储显示方式，在这种方式下，仪器能连续对信号进行采集、存储并实时显示，且具有锁存（按“锁存”键即可存储当前波形）功能。

（2）增加双踪示波功能，能同时显示两路被测信号波形。

（3）增加水平移动扩展显示功能，要求存储深度增加一倍，并且能通过操作“移动”键显示被存储信号波形的任一部分。

（4）垂直灵敏度增加  $0.01\text{V/div}$  档，以提高仪器的垂直灵敏度，并尽力减小输入短路时的输出噪声电压。

（5）其它。

### 三、评分标准

	项目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	15
	完成第（2）项	8

	完成第（3）项	5
	完成第（4）项	10
	完成第（5）项	12

#### 四、说明

测试过程中，不能对普通示波器进行操作和调整。

## C 题 自动往返电动小汽车

### 一、任务

设计并制作一个能自动往返于起跑线与终点线间的小汽车。允许用玩具汽车改装，但不能用人工遥控（包括有线和无线遥控）。

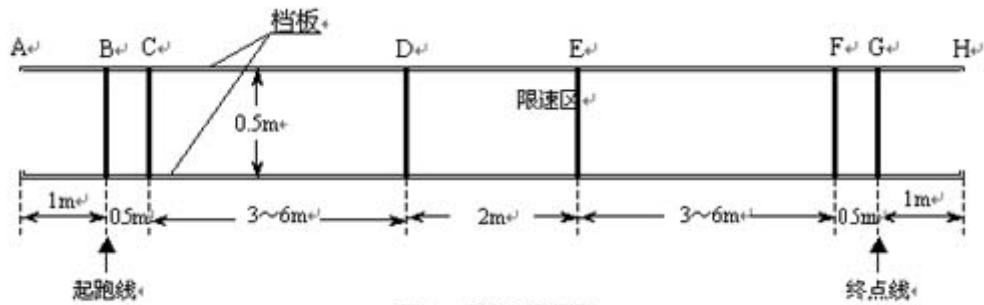


图 1 跑道顶视图

跑道宽度 0.5m，表面贴有白纸，两侧有挡板，挡板与地面垂直，其高度不低于 20cm。在跑道的 B、C、D、E、F、G 各点处画有 2cm 宽的黑线，各段的长度如图 1 所示。

### 二、要求

#### 1. 基本要求

（1）车辆从起跑线出发（出发前，车体不得超出起跑线），到达终点线后停留 10 秒，然后自动返回起跑线（允许倒车返回）。往返一次的时间应力求最短（从合上汽车电源开关开始计时）。

（2）到达终点线和返回起跑线时，停车位置离起跑线和终点线偏差应最小（以车辆中心点与终点线或起跑线中心线之间距离作为偏差的测量值）。

（3）D~E 间为限速区，车辆往返均要求以低速通过，通过时间不得少于 8 秒，但不允许在限速区内停车。

#### 2. 发挥部分

（1）自动记录、显示一次往返时间（记录显示装置要求安装在车上）。

（2）自动记录、显示行驶距离（记录显示装置要求安装在车上）。

（3）其它特色与创新。

### 三、评分标准

项目与指标		满分
基本 要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50
	实际制作完成情况	50
发挥 部分	完成第（1）项	15
	完成第（2）项	25
	完成第（3）项	10

#### 四、说明

- (1) 不允许在跑道内外区域另外设置任何标志或检测装置。
- (2) 车辆（含在车体上附加的任何装置）外围尺寸的限制：长度 $\leq 35\text{ cm}$ ，宽度 $\leq 15\text{ cm}$ 。
- (3) 必须在车身顶部明显标出车辆中心点位置，即横向与纵向两条中心线的交点。

## D 题 高效率音频功率放大器

### 一、任务

设计并制作一个高效率音频功率放大器及其参数的测量、显示装置。功率放大器的电源电压为+5V（电路其他部分的电源电压不限），负载为  $8\Omega$  电阻。

### 二、要求

#### 1. 基本要求

- (1) 功率放大器
  - a. 3dB 通频带为  $300\text{ Hz}\sim 3400\text{ Hz}$ ，输出正弦信号无明显失真。
  - b. 最大不失真输出功率 $\geq 1\text{ W}$ 。
  - c. 输入阻抗 $>10\text{ k}$ ，电压放大倍数  $1\sim 20$  连续可调。
  - d. 低频噪声电压（ $20\text{ kHz}$  以下） $\leq 10\text{ mv}$ ，在电压放大倍数为 10，输入端对地交流短路时测量。
  - e. 在输出功率  $500\text{ mW}$  时测量的功率放大器效率（输出功率/放大器总功耗） $\geq 50\%$ 。

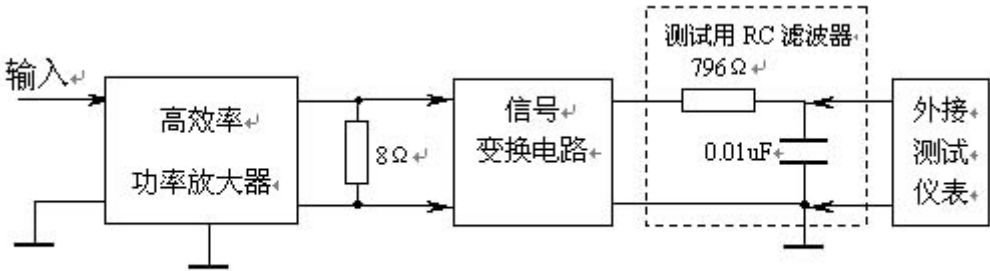


图 1

- (2) 设计并制作一个放大倍数为 1 的信号变换电路，将功率放大器双端输出的信号转换为单端输出，经 RC 滤波供外接测试仪表用，如图 1 所示。图 1 中，高效率功率放大器组成框图可参见本题第四项“说明”。
- (3) 设计并制作一个测量放大器输出功率的装置，要求具有 3 位数字显示，精度优于 5%。

#### 2. 发挥部分

- (1) 3dB 通频带扩展至  $300\text{ Hz}\sim 20\text{ kHz}$ 。
- (2) 输出功率保持为  $200\text{ mW}$ ，尽量提高放大器效率。
- (3) 输出功率保持为  $200\text{ mW}$ ，尽量降低放大器电源电压。
- (4) 增加输出短路保护功能。
- (5) 其它。

### 三、评分标准

	项 目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	6
	完成第（2）项	25
	完成第（3）项	4

	完成第（4）项	5
	完成第（5）项	10

#### 四、说明

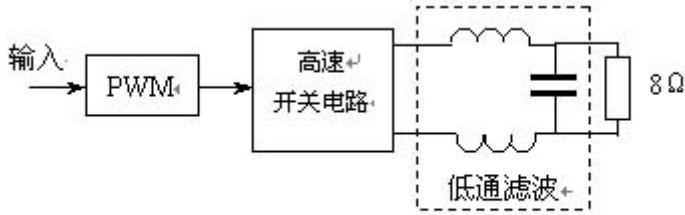


图 2

1. 采用开关方式实现低频功率放大（即 D 类放大）是提高效率的主要途径之一，D 类放大原理框图如图 2。本设计中如果采用 D 类放大方式，不允许使用 D 类功率放大集成电路。
2. 效率计算中的放大器总功耗是指功率放大器部分的总电流乘以供电电压（+5V），不包括“基本要求”中第（2）、（3）项涉及的电路部分功耗。制作时要注意便于效率测试。
3. 在整个测试过程中，要求输出波形无明显失真。

## E 题 数据采集与传输系统

### 一、任务

设计制作一个用于 8 路模拟信号采集与单向传输系统。系统方框图参见图 1。

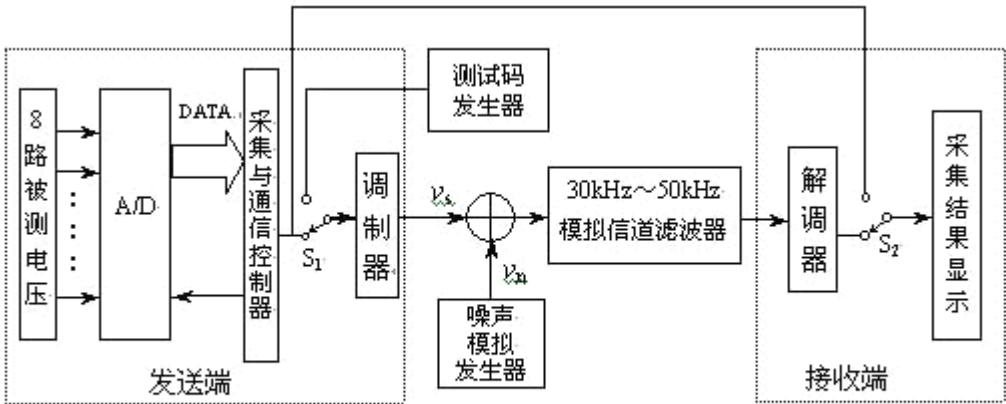


图 1

### 二、要求

#### 1. 基本要求

- （1）被测电压为 8 路 0~5V 分别可调的直流电压。系统具有在发送端设定 8 路顺序循环采集与指定某一路采集的功能。
- （2）采用 8 位 A/D 变换器。
- （3）采用 3dB 带宽为 30kHz~50kHz 的带通滤波器（带外衰减优于 35dB/十倍频程）作为模拟信道。
- （4）调制器输出的信号峰-峰值  $v_{sp-p}$  为 0~1V 可变，码元速率 16k 波特（码元/秒）；制作一个时钟频率可变的测试码发生器（如 0101...码等），用于测试传输速率。
- （5）在接收端具有显示功能，要求显示被测路数和被测电压值。

#### 2. 发挥部分

- （1）设计制作一个用伪随机码形成的噪声模拟发生器，伪随机码时钟频率为 96kHz，周期为 127 位

码元，生成多项式采用  $f(x) = x^7 + x^3 + 1$ 。其输出峰-峰值  $V_{SP-P}$  为 0~1V 连续可调。

(2) 设计一个加法电路，将调制器输出  $V_{SP-P}$  与噪声电压  $V_{NP-P}$  相加送入模拟信道。在解调器输入端测量信号与噪声峰-峰值之比 ( $V_{SP-P} / V_{NP-P}$ )，当其比值分别为 1、3、5 时，进行误码测试。测试方法：在 8 路顺序循环采集模式下，监视某一路的显示，检查接收数据的误码情况，监视时间为 1 分钟。

(3) 在 ( $V_{SP-P} / V_{NP-P}$ ) = 3 时，尽量提高传输速率，用上述第 (2) 项的测试方法，检查接收数据的误码情况。

(4) 其它 (如自制用来定量测量系统误码的简易误码率测试仪，其方框图见图 2)。

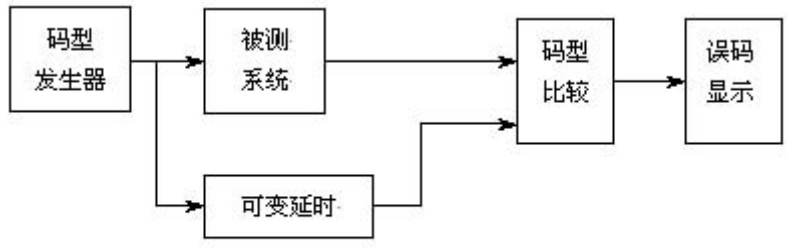


图 2

三、评分标准

	项目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第 (1) 项	5
	完成第 (2) 项	20
	完成第 (3) 项	15
	完成第 (4) 项	10

F 题 调频收音机

一、任务

用 SONY 公司提供的 FM/AM 收音机集成芯片 CXA1019 和锁相频率合成调谐集成芯片 BU2614，制作一台调频收音机。

二、要求

1. 基本要求

- (1) 接收 FM 信号频率范围 88MHz~108MHz。
- (2) 调制信号频率范围 100Hz~15000Hz，最大频偏 75kHz。
- (3) 最大不失真输出功率≥100 mW (负载阻抗 8Ω)。
- (4) 接收机灵敏度≤1 mV。
- (5) 镜像抑制性能优于 20dB。
- (6) 能够正常收听 FM 广播。



## 2. 发挥部分

- (1) 可实现多种自动程序频率搜索（如全频率范围搜索、指定频率范围内搜索等）。
- (2) 能显示接收频率范围内的调频电台载波频率值，显示载波频率的误差 $\leq 5\text{kHz}$ 。
- (3) 进一步提高灵敏度。
- (4) 可存储已搜索到的电台，存储电台数不少于 5 个。
- (5) 其它（如 3V 单电源整机供电、节能供电、时钟显示等）。

## 三、评分标准

	项目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	20
	完成第（2）项	5
	完成第（3）项	10
	完成第（4）项	5
	完成第（5）项	10

## 四、说明

### 1. 本题提供一组 SONY 公司的集成芯片和元件，包括：

- FM/AM 收音机集成芯片 CXA1019;
- 锁相频率合成调谐集成芯片 BU2614;
- RF 输入带通滤波器;
- 10.7MHz 陶瓷带通滤波器 CF-2;
- 10.7MHz 陶瓷谐振器 CF-3);
- 可调电容器;
- 变容二极管;
- 锁相环所用的 75kHz 晶体。

### 2. 建议本振线圈与输入回路线圈垂直安装。

# 第六届（2003 年）全国大学生电子设计竞赛题目

## 电压控制 LC 振荡器（A 题）

### 一、任务

设计并制作一个电压控制 LC 振荡器。

### 二、要求

#### 1、基本要求

- (1) 振荡器输出为正弦波，波形无明显失真。
- (2) 输出频率范围：15MHz~35MHz。
- (3) 输出频率稳定度：优于  $10^{-3}$ 。
- (4) 输出电压峰-峰值： $V_{p-p}=1V\pm 0.1V$ 。
- (5) 实时测量并显示振荡器输出电压峰-峰值，精度优于 10%。



(6) 可实现输出频率步进，步进间隔为  $1\text{MHz}\pm 100\text{kHz}$ 。

2、发挥部分

(1) 进一步扩大输出频率范围。

(2) 采用锁相环进一步提高输出频率稳定度，输出频率步进间隔为  $100\text{kHz}$ 。

(3) 实时测量并显示振荡器的输出频率。

(4) 制作一个功率放大器，放大 LC 振荡器输出的  $30\text{MHz}$  正弦信号，限定使用  $E=12\text{V}$  的单直流电源为功率放大器供电，要求在  $50\Omega$  纯电阻负载上的输出功率  $\geq 20\text{mW}$ ，尽可能提高功率放大器的效率。

(5) 功率放大器负载改为  $50\Omega$  电阻与  $20\text{pF}$  电容串联，在此条件下  $50\Omega$  电阻上的输出功率  $\geq 20\text{mW}$ ，尽可能提高放大器效率。

(6) 其它。

三、评分标准

	项 目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	5
	完成第（2）项	15
	完成第（3）项	5
	完成第（4）项	10
	完成第（5）项	10
	其它	5

四、说明

1、需留出末级功率放大器电源电流  $I_{C0}$ (或  $I_{D0}$ ) 的测量端，用于测试功率放大器的效率。

# 宽带放大器（B 题）

一、任务

设计并制作一个宽带放大器。

二、要求

1、基本要求

(1) 输入阻抗  $\geq 1\text{k}\Omega$ ；单端输入，单端输出；放大器负载电阻  $600\Omega$ 。

(2)  $3\text{dB}$  通频带  $10\text{kHz}\sim 6\text{MHz}$ ，在  $20\text{kHz}\sim 5\text{MHz}$  频带内增益起伏  $\leq 1\text{dB}$ 。

(3) 最大增益  $\geq 40\text{dB}$ ，增益调节范围  $10\text{dB}\sim 40\text{dB}$ （增益值 6 级可调，步进间隔  $6\text{dB}$ ，增益预置值与实测值误差的绝对值  $\leq 2\text{dB}$ ），需显示预置增益值。

(4) 最大输出电压有效值  $\geq 3\text{V}$ ，数字显示输出正弦电压有效值。

(5) 自制放大器所需的稳压电源。

2、发挥部分

(1) 最大输出电压有效值  $\geq 6\text{V}$ 。

(2) 最大增益  $\geq 58\text{dB}$  ( $3\text{dB}$  通频带  $10\text{kHz}\sim 6\text{MHz}$ ，在  $20\text{kHz}\sim 5\text{MHz}$  频带内增益起伏  $\leq 1\text{dB}$ )，增益调节范围  $10\text{dB}\sim 58\text{dB}$ （增益值 9 级可调，步进间隔  $6\text{dB}$ ，增益预置值与实测值误差的绝对值  $\leq 2\text{dB}$ ），需显示预置增益值。

(3) 增加自动增益控制 (AGC) 功能，AGC 范围  $\geq 20\text{dB}$ ，在 AGC 稳定范围内输出电压有效值应稳定在  $4.5\text{V}\leq V_o\leq 5.5\text{V}$  内（详见说明 4）。

(4) 输出噪声电压峰-峰值  $V_{oN}\leq 0.5\text{V}$ 。

- (5) 进一步扩展通频带、提高增益、提高输出电压幅度、扩大 AGC 范围、减小增益调节步进间隔。
- (6) 其它。

三、评分标准

	项目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50
	实际完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	10
	完成第（2）项	12
	完成第（3）项	7
	完成第（4）项	2
	完成第（5）项	16
	其它	3

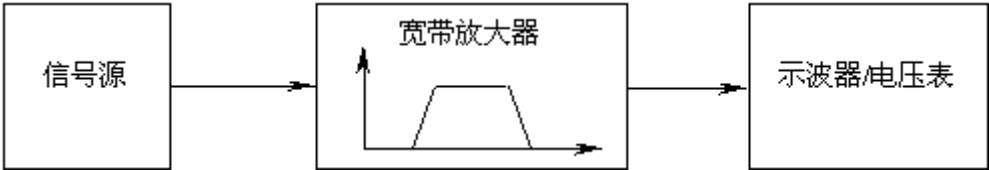
四、说明

1、基本要求部分第（3）项和发挥部分第（2）项的增益步进级数对照表如下：

增益步进级数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
预置增益值（dB）	10	16	22	28	34	40	46	52	58

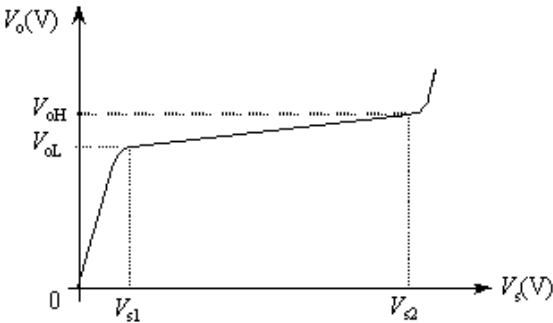
2、发挥部分第（4）项的测试条件为：输入交流短路，增益为 58dB。

3、宽带放大器幅频特性测试框图如下图所示：



4、AGC 电路常用在接收机的中频或视频放大器中，其作用是当输入信号较强时，使放大器增益自动降低；当信号较弱时，又使其增益自动增高，从而保证在 AGC 作用范围内输出电压的均匀性，故 AGC 电路实质是一个负反馈电路。

发挥部分第（4）项中涉及到的 AGC 功能的放大器的折线化传输特性示意图如下所示；本题定义：AGC 范围=  $20\lg[V_{o2}/V_{o1}]-20\lg[V_{oH}/V_{oL}]$ （dB）；要求输出电压有效值稳定在  $4.5V\leq V_o\leq 5.5V$  范围内，即  $V_{oL}\geq 4.5V$ 、 $V_{oH}\leq 5.5V$ 。



# 低频数字式相位测量仪（C 题）

一、任务

设计并制作一个低频相位测量系统，包括相位测量仪、数字式移相信号发生器和移相网络三部分，示意图

如下：

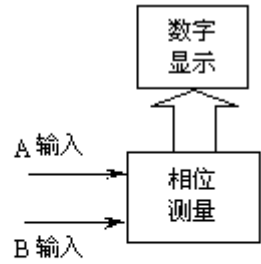


图1 相位测量仪

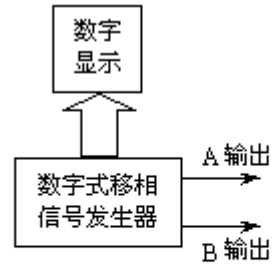


图3 数字式移相信号发生器

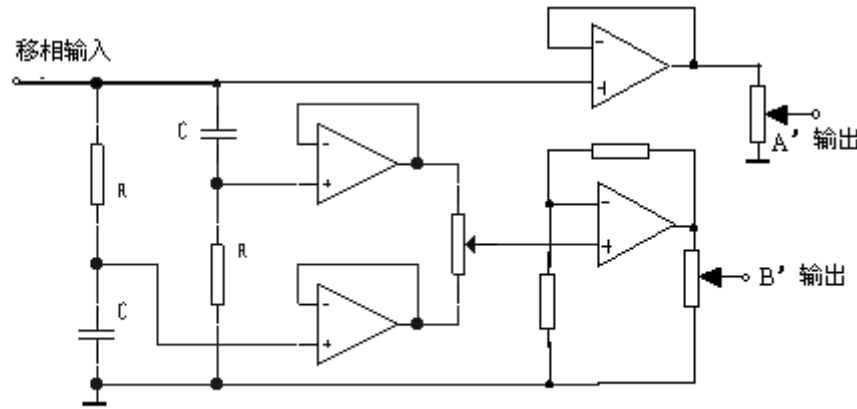


图2 移相网络

二、要求

1、基本要求

- (1) 设计并制作一个相位测量仪（参见图1）
  - a. 频率范围：20Hz~20kHz。
  - b. 相位测量仪的输入阻抗 $\geq 100k\ \Omega$ 。
  - c. 允许两路输入正弦信号峰-峰值可分别在 1V~5V 范围内变化。
  - d. 相位测量绝对误差 $\leq 2^\circ$ 。
  - e. 具有频率测量及数字显示功能。
  - f. 相位差数字显示：相位读数为 0o~359.9o，分辨力为 0.1 $^\circ$ 。

(2) 参考图2 制作一个移相网络

- a. 输入信号频率：100Hz、1kHz、10kHz。
- b. 连续相移范围： $-45^\circ \sim +45^\circ$ 。
- c. A'、B' 输出的正弦信号峰-峰值可分别在 0.3V~5V 范围内变化。

2. 发挥部分

- (1) 设计并制作一个数字式移相信号发生器（图3），用以产生相位测量仪所需的输入正弦信号，要求：
  - a. 频率范围：20Hz~20kHz，频率步进为 20Hz，输出频率可预置。
  - b. A、B 输出的正弦信号峰-峰值可分别在 0.3V~5V 范围内变化。
  - c. 相位差范围为 0~359 $^\circ$ ，相位差步进为 1 $^\circ$ ，相位差值可预置。
  - d. 数字显示预置的频率、相位差值。
- (2) 在保持相位测量仪测量误差和频率范围不变的条件下，扩展相位测量仪输入正弦电压峰-峰值至 0.3V~5V 范围。
- (3) 用数字移相信号发生器校验相位测量仪，自选几个频点、相位差值和不同幅度进行校验。
- (4) 其它。

三、评分标准

	项 目	满分
--	-----	----

基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	22
	完成第（2）项	6
	完成第（3）项	12
	其它	10

#### 四、说明

- 1、移相网络的器件和元件参数自行选择，也可以自行设计不同于图 2 的移相网络。
- 2、基本要求（2）项中，当输入信号频率不同时，允许切换移相网络中的元件。
- 3、相位测量仪和数字移相信号发生器互相独立，不允许共用控制与显示电路。

## 简易逻辑分析仪（D 题）

#### 一、任务

设计并制作一个 8 路数字信号发生器与简易逻辑分析仪，其结构框图如图 1 所示：

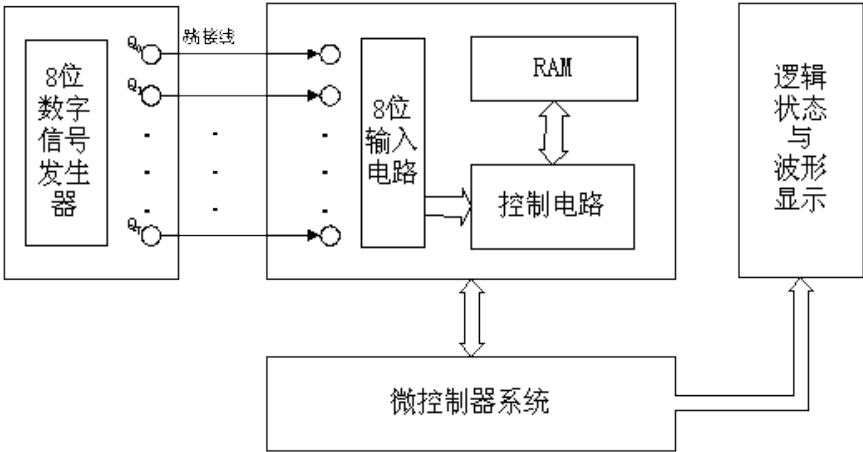


图1 系统结构框图

#### 二、要求

#### 二、要求

##### 1、基本要求

##### （1）制作数字信号发生器

能产生 8 路可预置的循环移位逻辑信号序列，输出信号为 TTL 电平，序列时钟频率为 100Hz，并能够重复输出。逻辑信号序列示例如图 2 所示。

##### （2）制作简易逻辑分析仪

- a. 具有采集 8 路逻辑信号的功能，并可设置单级触发字。信号采集的触发条件为各路被测信号电平与触发字所设定的逻辑状态相同。在满足触发条件时，能对被测信号进行一次采集、存储。
- b. 能利用模拟示波器清晰稳定地显示所采集到的 8 路信号波形，并显示触发点位置。
- c. 8 位输入电路的输入阻抗大于  $50k\Omega$ ，其逻辑信号门限电压可在 0.25~4V 范围内按 16 级变化，以适应各种输入信号的逻辑电平。
- d. 每通道的存储深度为 20bit。

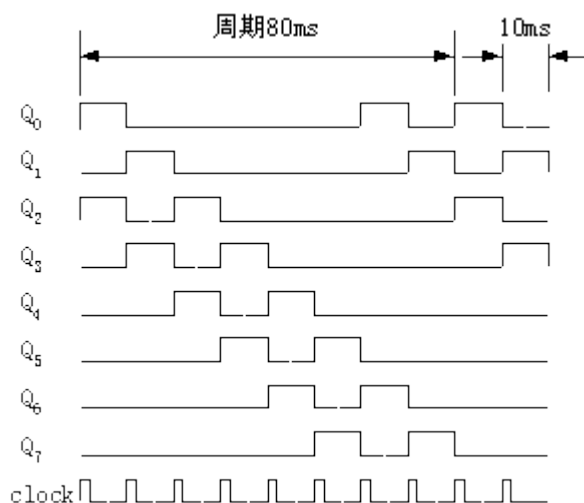


图 2 重复输出循环移位逻辑序列 00000101

## 2. 发挥部分

(1) 能在示波器上显示可移动的时间标志线，并采用 LED 或其它方式显示时间标志线所对应时刻的 8 路输入信号逻辑状态。

(2) 简易逻辑分析仪应具备 3 级逻辑状态分析触发功能，即当连续依次捕捉到设定的 3 个触发字时，开始对被测信号进行一次采集、存储与显示，并显示触发点位置。3 级触发字可任意设定（例如：在 8 路信号中指定连续依次捕捉到两路信号 11、01、00 作为三级触发状态字）。

(3) 触发位置可调（即可选择显示触发前、后所保存的逻辑状态字数）。

(4) 其它（如增加存储深度后分页显示等）。

## 三、评分标准

	项目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	18
	完成第（2）项	18
	完成第（3）项	5
	其它	9

## 四、说明

1、系统结构框图中的跳接线必须采取可灵活改变的接插方式。

2、数字信号的采集时钟可采用来自数字信号发生器的时钟脉冲 clock。

3、测试开始后，参赛者不能对示波器进行任何调整操作。

4、题中涉及的“字”均为多位逻辑状态。如图 2 中纵向第一个字为一个 8 位逻辑状态字（00000101），而发挥部分中的 3 级触发字为 2 位逻辑状态。

# 简易智能电动车（E 题）

## 一、任务

设计并制作一个简易智能电动车，其行驶路线示意图如下：



- 2、跑道边线宽度 5cm，引导线宽度 2cm，可以涂墨或粘黑色胶带。示意图中的虚线和尺寸标注线不要绘制在白纸上。
- 3、障碍物 1、2 可由包有白纸的砖组成，其长、宽、高约为 50cm × 12cm × 6cm，两个障碍物分别放置在障碍区两侧的任意位置。
- 4、电动车允许用玩具车改装，但不能由人工遥控，其外围尺寸（含车体上附加装置）的限制为：长度 ≤ 35cm，宽度 ≤ 15cm。
- 5、光源采用 200W 白炽灯，白炽灯泡底部距地面 20cm，其位置如图所示。
- 6、要求在电动车顶部明显标出电动车的中心点位置，即横向与纵向两条中心线的交点。

## 液体点滴速度监控装置（F 题）

### 一、任务

设计并制作一个液体点滴速度监测与控制装置，示意图如右图所示。

### 二、要求

#### 1、基本要求

- （1）在滴斗处检测点滴速度，并制作一个数显装置，能动态显示点滴速度（滴/分）。
- （2）通过改变  $h_2$  控制点滴速度，如右图所示；也可以通过控制输液软管夹头的松紧等其它方式来控制点滴速度。点滴速度可用键盘设定并显示，设定范围为 20~150(滴/分)，控制误差范围为设定值  $\pm 10\% \pm 1$  滴。
- （3）调整时间 ≤ 3 分钟（从改变设定值起到点滴速度基本稳定，能人工读出数据为止）。
- （4）当  $h_1$  降到警戒值（2~3cm）时，能发出报警信号。

#### 2、发挥部分

设计并制作一个由主站控制 16 个从站的有线监控系统。16 个从站中，只有一个从站是按基本要求制作的一套点滴速度监控装置，其它从站为模拟从站（仅要求制作一个模拟从站）。

#### （1）主站功能：

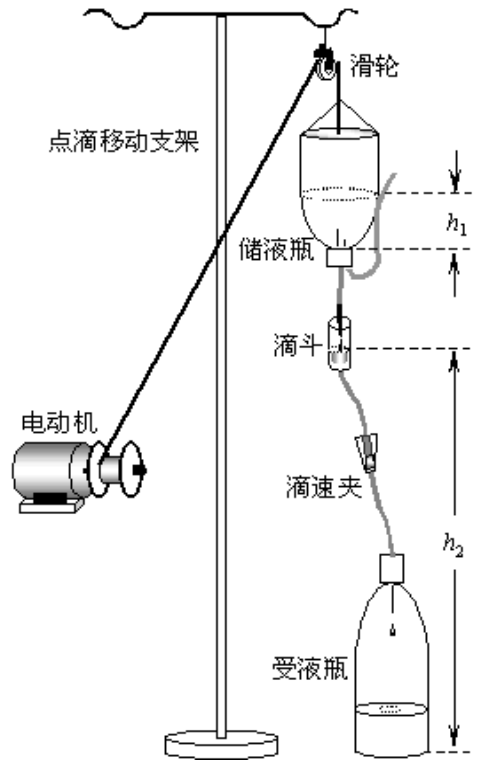
- a. 具有定点和巡回检测两种方式。
- b. 可显示从站传输过来的从站号和点滴速度。
- c. 在巡回检测时，主站能任意设定要查询的从站数量、从站号和各从站的点滴速度。
- d. 收到从站发来的报警信号后，能声光报警并显示相应的从站号；可用手动方式解除报警状态。

#### （2）从站功能：

- a. 能输出从站号、点滴速度和报警信号；从站号和点滴速度可以任意设定。
  - b. 接收主站设定的点滴速度信息并显示。
  - c. 对异常情况进行报警。
- （3）主站和从站间的通信方式不限，通信协议自定，但应尽量减少信号传输线的数量。
- （4）其它。

### 三、评分标准

	项 目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50
	实际制作完成情况	50





发挥部分	完成第（1）项	22
	完成第（2）项	13
	完成第（3）项	5
	其它	10

#### 四、说明

- 1、控制电机类型不限，其安装位置及安装方式自定。
- 2、储液瓶用医用 250 毫升注射液玻璃瓶（瓶中为无色透明液体）。
- 3、受液瓶用 1.25 升的饮料瓶。
- 4、点滴器采用针柄颜色为深蓝色的医用一次性输液器（滴管滴出 20 点蒸馏水相当于  $1\text{ml} \pm 0.1\text{ml}$ ）。
- 5、赛区测试时，仅提供医用移动式点滴支架，其高度约 1.8m，也可自带支架；测试所需其它设备自备。
- 6、滴速夹在测试开始后不允许调节。
- 7、发挥部分第（2）项从站功能中，c 中的“异常情况”自行确定。

## 第七届（2005 年）全国大学生电子设计竞赛题目

### 正弦信号发生器（A 题）

#### 一、任务

设计制作一个正弦信号发生器。

#### 二、要求

##### 1、基本要求

- （1）正弦波输出频率范围：1kHz~10MHz；
- （2）具有频率设置功能，频率步进：100Hz；
- （3）输出信号频率稳定度：优于  $10^{-4}$ ；
- （4）输出电压幅度：在  $50\Omega$  负载电阻上的电压峰-峰值  $V_{opp} \geq 1\text{V}$ ；
- （5）失真度：用示波器观察时无明显失真。

##### 2、发挥部分

在完成基本要求任务的基础上，增加如下功能：

- （1）增加输出电压幅度：在频率范围内  $50\Omega$  负载电阻上正弦信号输出电压的峰-峰值  $V_{opp}=6\text{V} \pm 1\text{V}$ ；
- （2）产生模拟幅度调制(AM)信号：在 1MHz~10MHz 范围内调制度  $m_a$  可在 10%~100%之间程控调节，步进量 10%，正弦调制信号频率为 1kHz，调制信号自行产生；
- （3）产生模拟频率调制(FM)信号：在 100kHz~10MHz 频率范围内产生 10kHz 最大频偏，且最大频偏可分为 5kHz/10kHz 二级程控调节，正弦调制信号频率为 1kHz，调制信号自行产生；
- （4）产生二进制 PSK、ASK 信号：在 100kHz 固定频率载波进行二进制键控，二进制基带序列码速率固定为 10kbps，二进制基带序列信号自行产生；
- （5）其他。

#### 三、评分标准

	项目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	12



	完成第(2)项	10
	完成第(3)项	13
	完成第(4)项	10
	其他	5

# 集成运放参数测试仪（B 题）

## 一、任务

设计并制作一台能测试通用型集成运算放大器参数的测试仪，示意图如图 1 所示。

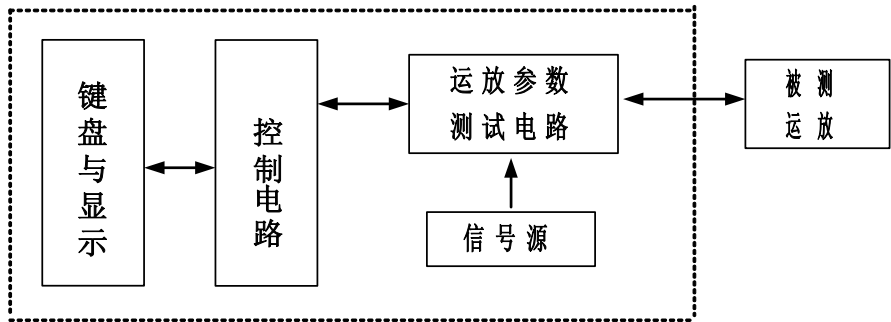


图 1

## 二、要求

### 1、基本要求

(1) 能测试 VIO(输入失调电压)、IIO(输入失调电流)、AVD (交流差模开环电压增益)和 KCMR (交流共模抑制比)四项基本参数，显示器最大显示数为 3999；

(2) 各项被测参数的测量范围及精度如下(被测运放的工作电压为 $\pm 15V$ ):

VIO: 测量范围为 0~40mV (量程为 4mV 和 40mV)，误差绝对值小于 3%读数+1 个字；

IIO: 测量范围为 0~4 $\mu A$  (量程为 0.4 $\mu A$  和 4 $\mu A$ )，误差绝对值小于 3%读数+1 个字；

AVD: 测量范围为 60dB~120dB，测试误差绝对值小于 3dB；

KCMR: 测量范围为 60dB~120dB，测试误差绝对值小于 3dB；

(3) 测试仪中的信号源(自制)用于 AVD、KCMR 参数的测量，要求信号源能输出频率为 5Hz、输出电压有效值为 4V 的正弦波信号，频率与电压值误差绝对值均小于 1%；

(4) 按照本题附录提供的符合 GB3442-82 的测试原理图(见图 2~图 4)，再制作一组符合该标准的测试 VIO、IIO、AVD 和 KCMR 参数的测试电路，以此测试电路的测试结果作为测试标准，对制作的运放参数测试仪进行标定。

### 2、发挥部分

(1) 增加电压模运放 BWG (单位增益带宽)参数测量功能，要求测量频率范围为 100kHz~3.5MHz，测量时间 $\leq 10$  秒，频率分辨力为 1kHz；

为此设计并制作一个扫频信号源，要求输出频率范围为 40kHz~4MHz，频率误差绝对值小于 1%；输出电压的有效值为  $2V \pm 0.2V$ ；

(2) 增加自动测量(含自动量程转换)功能。该功能启动后，能自动按 VIO、IIO、AVD、KCMR 和 BWG 的顺序测量、显示并打印以上 5 个参数测量结果；

(3) 其他。

## 三、评分标准

	项 目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50

	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	30
	完成第（2）项	15
	其他	5

四、说明

- 1、为了制作方便，被测运放的型号选定为 8 引脚双列直插的电压模运放 F741 (LM741、μA741、F007 等) 通用型运算放大器；
- 2、为了测试方便，自制的信号源应预留测量端子；
- 3、测试时用到的打印机自带。

附录：

参照 GB3442-82 标准，VIO、IIO、AVD 和 KCMR 参数的测试原理图分别如图 2、图 3 和图 4 所示。图 3 和图 4 中的信号源可采用现成的信号源。为了保证测试精度，外接测试仪表（信号源和数字电压表）的精度应比自制的运放参数测试仪的精度高一个数量级。

（1）VIO、IIO 电参数测试原理图

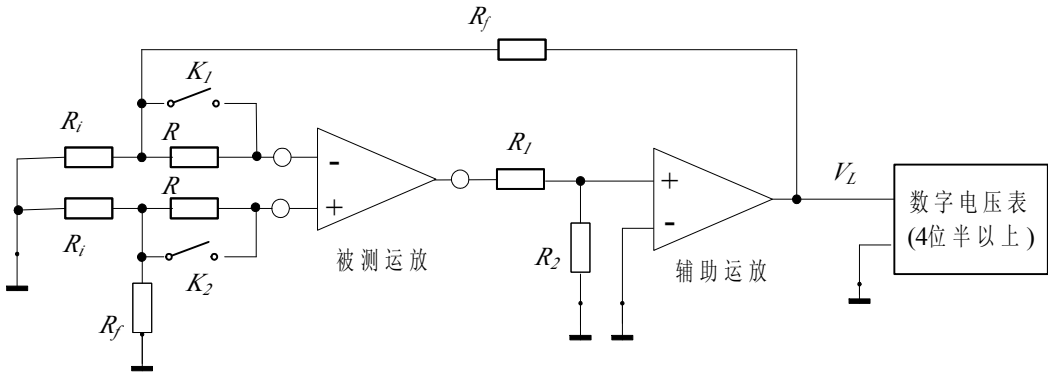


图 2

- $$V_{IO} = \frac{R_i}{R_i + R_f} \cdot V_{L0}$$
- ① 在 K1、K2 闭合时，测得辅助运放的输出电压记为 VL0 ，则有：
  - ② 在 K1、K2 闭合时，测得辅助运放的输出电压记为 VL0 ；在 K1、K2 断开时，测得辅助运放的输出电压记为 VL1，则有：
- $$I_{IO} = \frac{R_i}{R_i + R_f} \cdot \frac{V_{L1} - V_{L0}}{R}$$

（2）AVD 电参数的测试原理与测试原理图

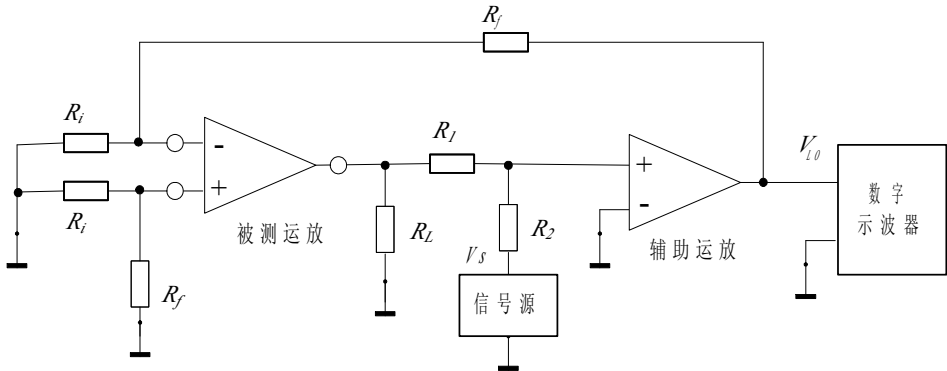


图 3

设信号源输出电压为  $V_S$ ，测得辅助运放输出电压为  $V_{L0}$ ，则有

$$A_{VD} = 20 \lg \left( \frac{V_S}{V_{L0}} \cdot \frac{R_i + R_f}{R_i} \right) \text{ (dB)}$$

(3) KCMR 电参数的测试原理与测试原理图

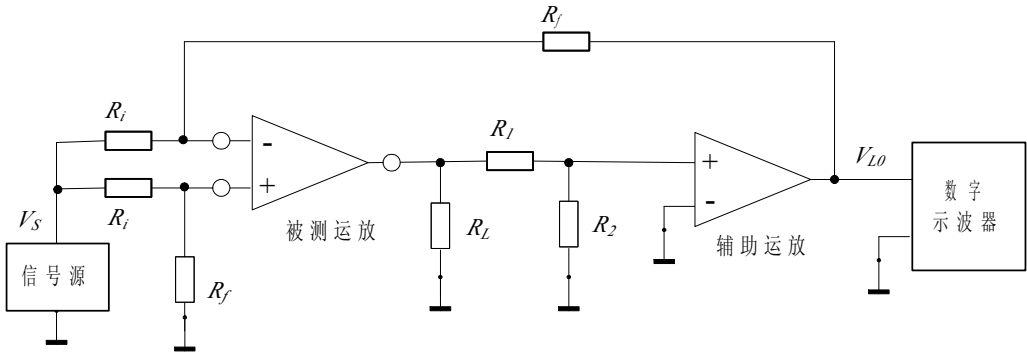


图 4

设信号源输出电压为  $V_S$ ，测得辅助运放输出电压为  $V_{L0}$ ，则有

$$K_{CMR} = 20 \lg \left( \frac{V_S}{V_{L0}} \cdot \frac{R_i + R_f}{R_i} \right) \text{ (dB)}$$

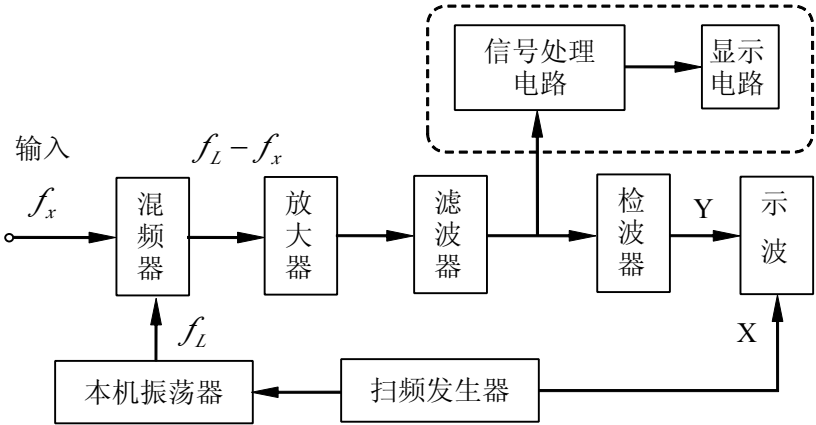
附录说明

- 1、测试采用了辅助放大器测试方法。要求辅助运放的开环增益大于 60dB，输入失调电压和失调电流值小；
- 2、为了保证测试精度，要求对  $R$ 、 $R_i$ 、 $R_f$  的阻值准确测量， $R_1$ 、 $R_2$  的阻值尽可能一致； $I_{IO}$  与  $R$  的乘积远大于  $V_{IO}$ ； $I_{IO}$  与  $R_i // R_f$  的乘积应远小于  $V_{IO}$ 。测试电路中的电阻值建议取： $R_i=100\Omega$ 、 $R_f=20\text{ k}\Omega \sim 100\text{ k}\Omega$ 、 $R_1=R_2=30\text{ k}\Omega$ 、 $R_L=10\text{ k}\Omega$ 、 $R=1\text{ M}\Omega$ ；
- 3、建议图 3、4 中使用的信号源输出为正弦波信号，频率为 5Hz、输出电压有效值为 4 V。

简易频谱分析仪（C 题）

一、任务

采用外差原理设计并实现频谱分析仪，其参考原理框图如下图所示。



二、要求

## 1、基本要求

- (1) 频率测量范围为 10MHz~30MHz;
- (2) 频率分辨力为 10kHz, 输入信号电压有效值为  $20\text{mV} \pm 5\text{mV}$ , 输入阻抗为  $50\Omega$ ;
- (3) 可设置中心频率和扫频宽度;
- (4) 借助示波器显示被测信号的频谱图, 并在示波器上标出间隔为 1MHz 的频标。

## 2、发挥部分

频率测量范围扩展至 1MHz~30MHz;

具有识别调幅、调频和等幅波信号及测定其中心频率的功能, 采用信号发生器输出的调幅、调频和等幅波信号作为外差式频谱分析仪的输入信号, 载波可选择在频率测量范围内的任意频率值, 调幅波调制度  $m_a=30\%$ , 调制信号频率为 20kHz; 调频波频偏为 20kHz, 调制信号频率为 1kHz; 其他。

## 三、评分标准

	项目	满分
基本要求	设计与总结报告: 方案比较、设计与论证, 理论分析与计算, 电路图及有关设计文件, 测试方法与仪器, 测试数据及测试结果分析。	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第(1)项	20
	完成第(2)项	20
	其他	10

## 四、说明

- 1、原理框图中虚线框内的“信号处理电路”和“显示电路”两模块适用于发挥部分(2), 可以采用模拟或数字方式实现;
- 2、制作与测试过程中, 该频谱分析仪对电压值的标定采用对比法, 即首先输入幅度为已知的正弦信号(如: 电压有效值为  $20\text{mV}$ , 频率为 10MHz 的正弦信号), 以其在原理框图中示波器纵轴显示的高度确定该频谱分析仪的电压标尺。

# 单工无线呼叫系统 (D 题)

## 一、任务

设计并制作一个单工无线呼叫系统, 实现主站至从站间的单工语音及数据传输业务。

## 二、要求

### 1、基本要求

- (1) 设计并制作一个主站, 传送一路语音信号, 其发射频率在 30MHz~40MHz 之间自行选择, 发射峰值功率不大于  $20\text{mW}$  ( $50\Omega$  假负载电阻上测定), 射频信号带宽及调制方式自定, 主站传送信号的输入采用话筒和线路输入两种方式;
- (2) 设计并制作一个从站, 其接收频率与主站相对应, 从站必须采用电池组供电, 用耳机收听语音信号;
- (3) 当传送信号为 300Hz~3400Hz 的正弦波时, 去掉收、发天线, 用一个功率衰减 20dB 左右的衰减器连接主、从站天线端子, 通过示波器观察从站耳机两端的接收波形, 波形应无明显失真;
- (4) 主、从站室内通信距离不小于 5 米, 题目中的通信距离是指主、从站两设备(含天线)间的最近距离;
- (5) 主、从站收发天线采用拉杆天线或导线, 长度小于等于 1 米。

### 2、发挥部分

- (1) 从站数量扩展至 8 个(实际制作 1 个从站), 构成一点对多点的单工无线呼叫系统。要求从站号码可任意改变, 主站具有拨号选呼和群呼功能;
- (2) 增加英文短信的数据传输业务, 实现主站英文短信的输入发送和从站英文短信的接收显示功能;

- (3) 当发射峰值功率不大于 20mW 时，尽可能地加大主、从站间的通信距离。
- (4) 其他。

三、评分标准

	项 目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	15
	完成第（2）项	15
	完成第（3）项	15
	其他	5

四、说明

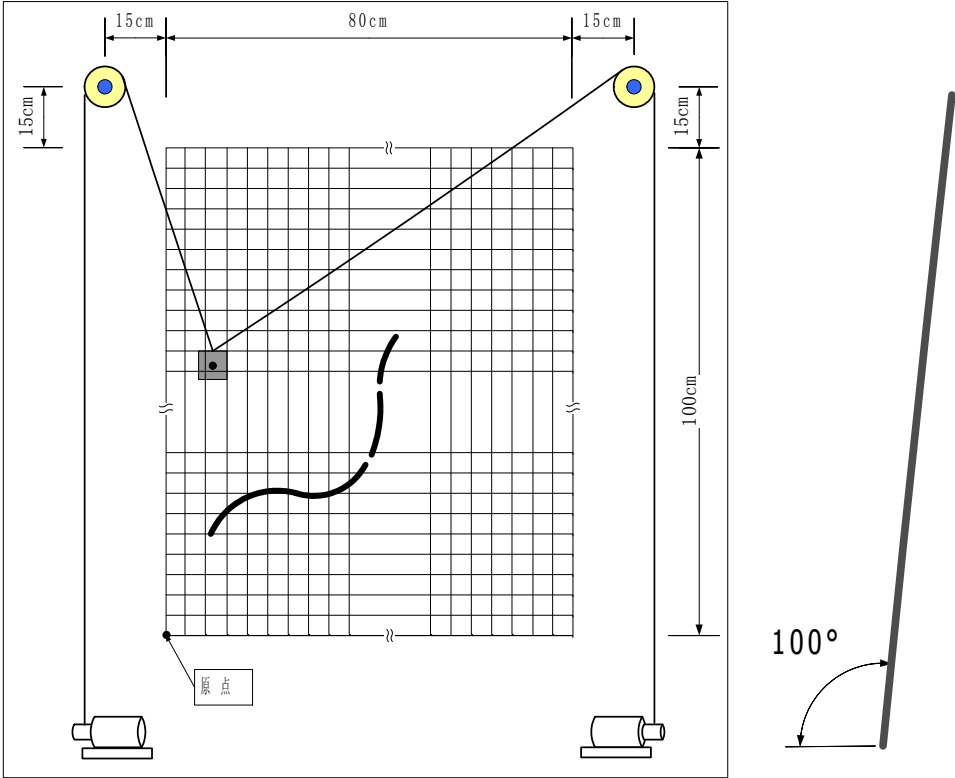
- 1、主站需留出末级功率放大器发射功率的测量端，用于接入 50Ω假负载电阻，以测试发射功率；
- 2、为测试方便，作品中使用的衰减器（可以自制），应与作品一起封装上交。

悬挂运动控制系统（E 题）

一、任务

设计一电机控制系统，控制物体在倾斜（仰角≤100 度）的板上运动。

在一白色底板上固定两个滑轮，两只电机（固定在板上）通过穿过滑轮的吊绳控制一物体在板上运动，运动范围为 80cm×100cm。物体的形状不限，质量大于 100 克。物体上固定有浅色画笔，以便运动时能在板上画出运动轨迹。板上标有间距为 1cm 的浅色坐标线（不同于画笔颜色），左下角为直角坐标原点，示意图如下。



二、要求

- 1、基本要求：

- (1) 控制系统能够通过键盘或其他方式任意设定坐标点参数；
- (2) 控制物体在 80cm×100cm 的范围内作自行设定的运动，运动轨迹长度不小于 100cm，物体在运动时能够在板上画出运动轨迹，限 300 秒内完成；
- (3) 控制物体作圆心可任意设定、直径为 50cm 的圆周运动，限 300 秒内完成；
- (4) 物体从左下角坐标原点出发，在 150 秒内到达设定的一个坐标点(两点间直线距离不小于 40cm)。

#### 2、发挥部分

- (1) 能够显示物体中画笔所在位置的坐标；
- (2) 控制物体沿板上标出的任意曲线运动(见示意图)，曲线在测试时现场标出，线宽 1.5cm~1.8cm，总长度约 50cm，颜色为黑色；曲线的前一部分是连续的，长约 30cm；后一部分是两段总长约 20cm 的间断线段，间断距离不大于 1cm；沿连续曲线运动限定在 200 秒内完成，沿间断曲线运动限定在 300 秒内完成；
- (3) 其他。

#### 三、评分标准

	项目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及有关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第(1)项	10
	完成第(2)项中连续线段运动	14
	完成第(2)项中断续线段运动	16
	其他	10

#### 四、说明

- 1、物体的运动轨迹以画笔画出的痕迹为准，应尽量使物体运动轨迹与预期轨迹吻合，同时尽量缩短运动时间；
- 2、若在某项测试中运动超过限定的时间，该项目不得分；
- 3、运动轨迹与预期轨迹之间的偏差超过 4cm 时，该项目不得分；
- 4、在基本要求(3)、(4)和发挥部分(2)中，物体开始运动前，允许手动将物体定位；开始运动后，不能再人为干预物体运动；
- 5、竞赛结束时，控制系统封存上交赛区组委会，测试用板(板上含空白坐标纸) 测试时自带。

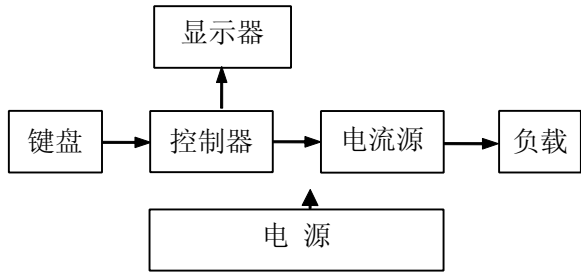
## 数控直流电流源（F 题）

#### 一、任务

设计并制作数控直流电流源。输入交流 200~240V，50Hz；输出直流电压≤10V。其原理示意图如下所示。

#### 二、要求

##### 1、基本要求



- (1) 输出电流范围：200mA~2000mA；
- (2) 可设置并显示输出电流给定值，要求输出电流与给定值偏差的绝对值≤给定值的 1%+10 mA；
- (3) 具有“+”、“-”步进调整功能，步进≤10mA；

- (4) 改变负载电阻, 输出电压在 10V 以内变化时, 要求输出电流变化的绝对值 $\leq$ 输出电流值的 1%+10 mA;
- (5) 纹波电流 $\leq$ 2mA;
- (6) 自制电源。

2、发挥部分

- (1) 输出电流范围为 20mA~2000mA, 步进 1mA;
- (2) 设计、制作测量并显示输出电流的装置 (可同时或交替显示电流的给定值和实测值), 测量误差的绝对值 $\leq$ 测量值的 0.1%+3 个字;
- (3) 改变负载电阻, 输出电压在 10V 以内变化时, 要求输出电流变化的绝对值 $\leq$ 输出电流值的 0.1%+1 mA;
- (4) 纹波电流 $\leq$ 0.2mA;
- (5) 其他。

三、评分标准

	项目	满分
基本要求	设计与总结报告: 方案比较、设计与论证, 理论分析与计算, 电路图及有关设计文件, 测试方法与仪器, 测试数据及测试结果分析。	50
	实际完成情况	50
发挥部分	完成第(1)项	4
	完成第(2)项	20
	完成第(3)项	16
	完成第(4)项	5
	其他	5

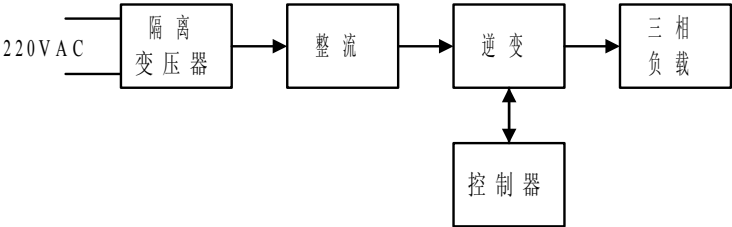
四、说明

- 1、需留出输出电流和电压测量端子;
- 2、输出电流可用高精度电流表测量; 如果没有高精度电流表, 可在采样电阻上测量电压换算成电流;
- 3、纹波电流的测量可用低频毫伏表测量输出纹波电压, 换算成纹波电流。

# 三相正弦波变频电源（G 题）

一、任务

设计并制作一个三相正弦波变频电源, 输出线电压有效值为 36V, 最大负载电流有效值为 3A, 负载为三相对称阻性负载(Y 接法)。变频电源框图如下图所示。



二、要求

1、基本要求

- (1) 输出频率范围为 20Hz~100Hz 的三相对称交流电, 各相电压有效值之差小于 0.5V;
- (2) 输出电压波形应尽量接近正弦波, 用示波器观察无明显失真;
- (3) 当输入电压为 198V~242V, 负载电流有效值为 0.5~3A 时, 输出线电压有效值应保持在 36V, 误差的绝对值小于 5%;
- (4) 具有过流保护(输出电流有效值达 3.6A 时动作)、负载缺相保护及负载不对称保护(三相电流中任意两

相电流之差大于 0.5A 时动作)功能, 保护时自动切断输入交流电源。

## 2、发挥部分

(1) 当输入电压为 198V~242V, 负载电流有效值为 0.5~3A 时, 输出线电压有效值应保持在 36V, 误差的绝对值小于 1%;

(2) 设计制作具有测量、显示该变频电源输出电压、电流、频率和功率的电路, 测量误差的绝对值小于 5%;

(3) 变频电源输出频率在 50Hz 以上时, 输出相电压的失真度小于 5%;

(4) 其他。

## 三、评分标准

	项 目	满分
基本要求	设计与总结报告: 方案比较、设计与论证, 理论分析与计算, 电路图及有关设计文件, 测试方法与仪器, 测试数据及测试结果分析	50
	实际完成情况	50
发挥部分	完成第(1)项	10
	完成第(2)项	24
	完成第(3)项	11
	其它	5

## 四、说明

1、在调试过程中, 要注意安全;

2、不能使用产生 SPWM (正弦波脉宽调制) 波形的专用芯片;

3、必要时, 可以在隔离变压器前使用自耦变压器调整输入电压, 可用三相电阻箱模拟负载;

4、测量失真度时, 应注意输入信号的衰减以及与失真度仪的隔离等问题;

5、输出功率可通过电流、电压的测量值计算。

# 第八届(2007 年)全国大学生电子设计竞赛题目

## 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: 50Ω

(2) 输入信号电压范围(峰-峰值): 100mV~5V

(3) 输入信号包含的频率成分范围: 200Hz~10kHz

(4) 频率分辨力: 100Hz (可正确测量被测信号中, 频差不小于 100Hz 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: 20Hz~10kHz。

(3) 增加频率分辨力 20Hz 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

设计 报告	项 目	主要内容	分数
	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		50
基本 要求	实际制作完成情况		50
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		50

## 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。

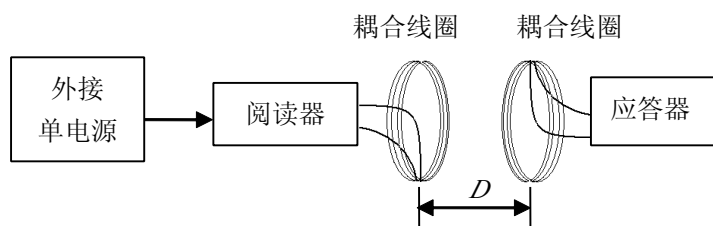


图1 无线识别装置方框图

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  $6.6 \pm 0.5 \text{ cm}$ （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  $D \geq 5 \text{ cm}$ 。

（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  $D \geq 5 \text{ cm}$ 。

### 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  $D \geq 5 \text{ cm}$ 。

（2）阅读器采用单电源供电，在识别状态时，电源供给功率  $\leq 2 \text{ W}$ 。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

设计报告	项 目	主要内容	满分
	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	8

		图表的规范性	
	总分		50
基本要求	实际制作完成情况		50
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。

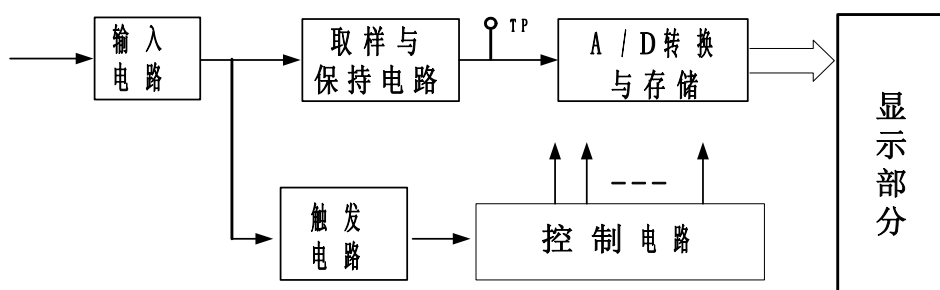


图 1 数字示波器示意图

### 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  $1\text{M}\Omega$ ，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  $\geq 20\text{ 点/div}$ 。
- (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  $100\text{kHz}$  的方波校准信号，要求幅度值为  $0.3\text{V} \pm 5\%$ （负载电阻  $\geq 1\text{M}\Omega$  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  $1\text{MSa/s}$ ，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

设计 报告	项 目	应包括的主要内容	分数
	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		50
基本 要求	实际制作完成情况		50
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		50

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。

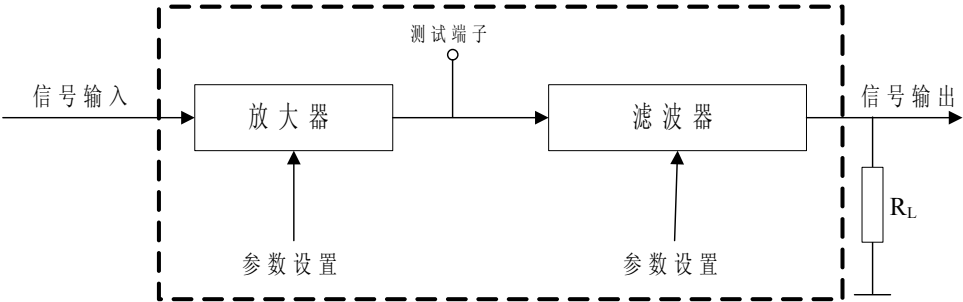


图 1 程控滤波器组成框图

## 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 $\leq 1$ 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	50
基本 要求	实际制作完成情况	50
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	50

## 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。

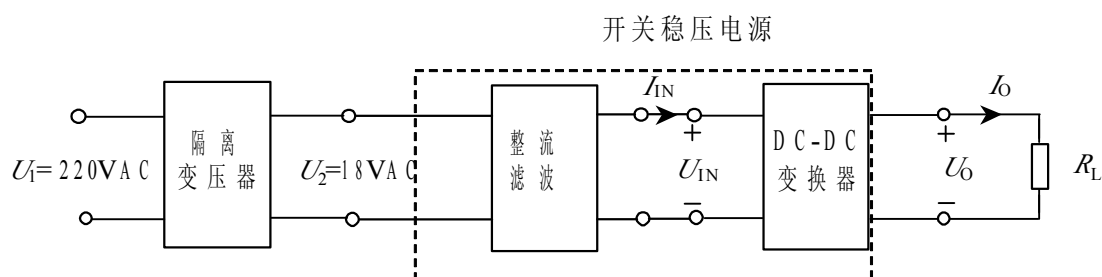


图 1 电源框图

## 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

输出电压  $U_O$  可调范围：30V~36V；

最大输出电流  $I_{Omax}$ ：2A；

$U_2$  从 15V 变到 21V 时，电压调整率  $SU \leq 2\%$  ( $I_O = 2A$ )；

$I_O$  从 0 变到 2A 时，负载调整率  $SI \leq 5\%$  ( $U_2 = 18V$ )；

输出噪声纹波电压峰-峰值  $U_{OPP} \leq 1V$  ( $U_2 = 18V, U_O = 36V, I_O = 2A$ )；

DC-DC 变换器的效率  $\eta \geq 70\%$  ( $U_2 = 18V, U_O = 36V, I_O = 2A$ )；

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

进一步提高电压调整率，使  $SU \leq 0.2\%$  ( $I_O = 2A$ )；

进一步提高负载调整率，使  $SI \leq 0.5\%$  ( $U_2 = 18V$ )；

进一步提高效率，使  $\eta \geq 85\%$  ( $U_2 = 18V, U_O = 36V, I_O = 2A$ )；

排除过流故障后，电源能自动恢复为正常状态；

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。

其他。

## 三、说明

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。

$U_2$  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。

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  $U_{OPP}$ 。

本题中电压调整率  $SU$  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  $SI$  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  $P_O = U_O I_O$ ， $P_{IN} = U_{IN} I_{IN}$ 。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）。

制作时应考虑方便测试，合理设置测试点（参考图 1）。

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	主回路器件的选择及参数计算；控制电路设计与参	20

	与参数计算	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	
	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。

## 二、要求

### 1.基本要求

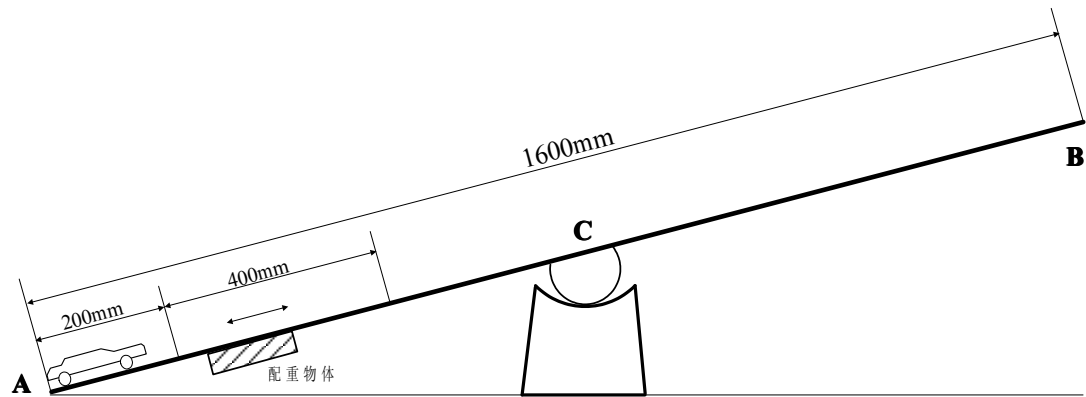


图1 起始状态示意图

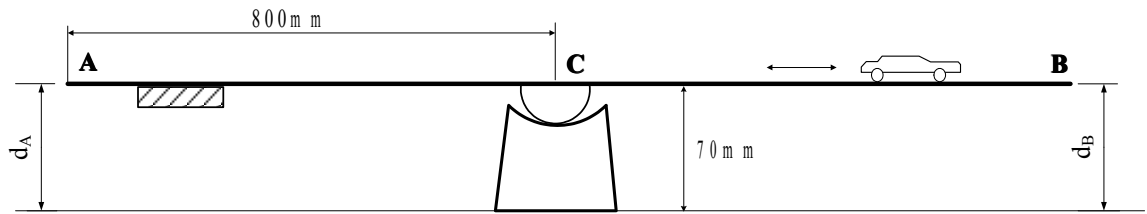


图2 平衡状态示意图

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，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；

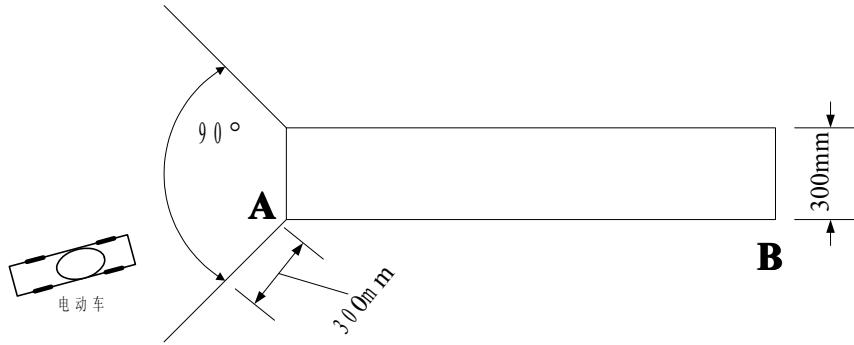


图3 自动驶上跷跷板示意图

- (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≤300mm，宽≤200mm。
- (6) 平衡的定义为 A、B 两端与地面的距离差  $d=|dA-dB|$  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		50
基本要求	实际制作完成情况		50
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		50

## 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	20
基本要求	实际制作完成情况	50
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	50

## 信号发生器（H 题）【高职高专组】

### 一、任务

设计并制作一台信号发生器，使之能产生正弦波、方波和三角波信号，其系统框图如图 1 所示。

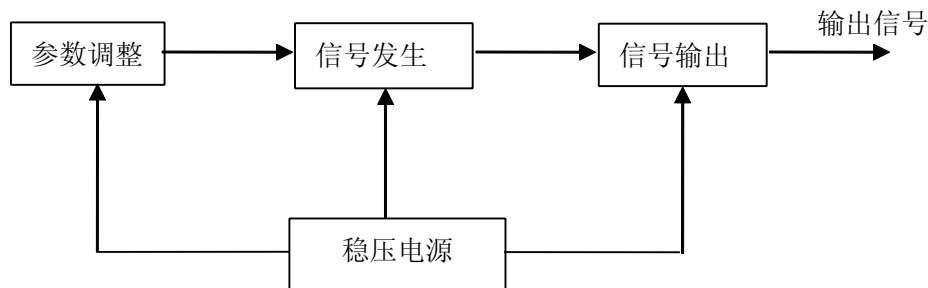


图 1 信号发生器系统框图

### 二、要求

#### 1. 基本要求

- (1) 信号发生器能产生正弦波、方波和三角波三种周期性波形；
- (2) 输出信号频率在 100Hz~100kHz 范围内可调，输出信号频率稳定度优于 10<sup>-3</sup>；
- (3) 在 1k $\Omega$ 负载条件下，输出正弦波信号的电压峰-峰值  $V_{opp}$  在 0~5V 范围内可调；
- (4) 输出信号波形无明显失真；
- (5) 自制稳压电源。

#### 2. 发挥部分

- (1) 将输出信号频率范围扩展为 10Hz~1MHz，输出信号频率可分段调节：在 10Hz~1kHz 范围内步进间隔为 10Hz；在 1kHz~1MHz 范围内步进间隔为 1kHz。输出信号频率值可通过键盘进行设置；
- (2) 在 50 $\Omega$ 负载条件下，输出正弦波信号的电压峰-峰值  $V_{opp}$  在 0~5V 范围内可调，调节步进间隔为 0.1V；

输出信号的电压值可通过键盘进行设置；

- (3) 可实时显示输出信号的类型、幅度、频率和频率步进值；
- (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	4
	理论分析与计算	2
	电路与程序设计	6
	测试方案与测试结果	4
	设计报告结构及规范性	4
	总分	20
基本要求	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	23
	完成第（2）项	13
	完成第（3）项	9
	其他	5
	总分	50

可控放大器（I 题）【高职高专组】

一、任务

设计并制作一个可控放大器，其组成框图如图 1 所示。放大器的增益可设置；低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器的通带、截止频率等参数可设置。

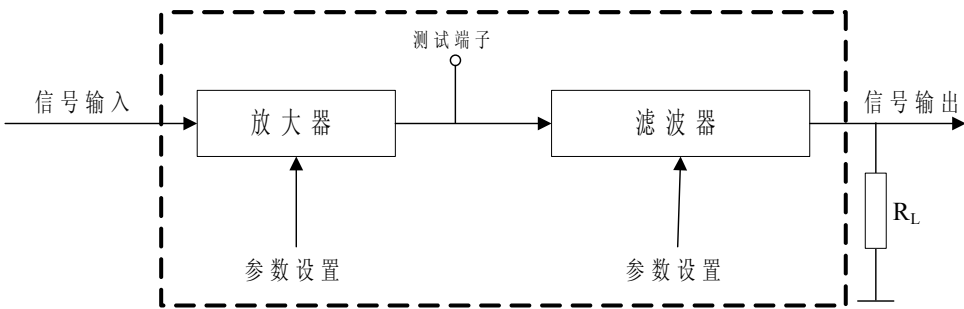


图 1 可控放大器组成框图

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，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) 截止频率的误差不大于 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，输入正弦信号电压振幅为 10mV，增益 10dB 步进可调，通频带为 100Hz~100kHz。

(2) 制作一个带通滤波器，中心频率 50kHz，通频带 10kHz，在 40kHz 和 60kHz 频率处，要求放大器与带通滤波器的总电压增益不大于 45dB。

(3) 上述带通滤波器中心频率可设置，设置范围 40kHz~60kHz，步进为 2kHz。

(4) 电压增益、截止频率误差均不大于 5%。

(5) 其他。

## 三、说明

1. 正弦输入信号由信号源提供。

2. 放大器输出端应留测试端子。

3. 设计报告正文应包括系统总体框图、核心电路原理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	4
	理论分析与计算	3
	电路设计	4
	测试方案与测试结果	5
	设计报告结构及规范性	4
	总分	20
基本 要求	实际制作完成情况	50
发挥 部分	完成第（1）项	15
	完成第（2）项	14
	完成第（3）项	10
	完成第（4）项	6
	其他	5
	总分	50

# 电动车跷跷板（J 题）【高职高专组】

## 一、任务

设计并制作一个电动车跷跷板，要求跷跷板起始端一侧装有可移动的配重物体，配重物体位置可调范围不小于 400mm。电动车从起始端出发，按要求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。

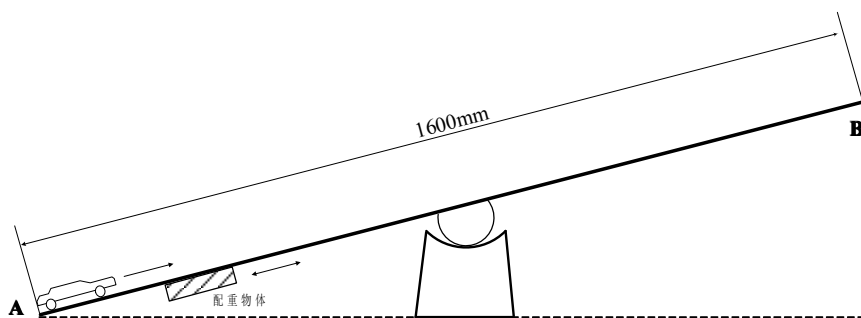


图 1 起始状态示意图

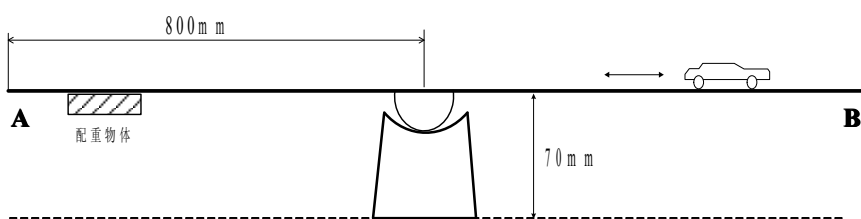


图 2 平衡状态示意图

## 二、要求

### 1. 基本要求

(1) 先将跷跷板固定为水平状态，电动车从起始端 A 位置出发，行驶跷跷板的全程(全程的含义：电动车从起始端 A 出发至车头到达跷跷板顶端 B 位置)。停止 5 秒后，电动车再从跷跷板的 B 端倒退回至跷跷板的起始端 A，电动车能分别显示前进和倒退所用的时间。前进行驶在 1 分钟内、倒退行驶在 1.5 分钟内完成。

(2) 跷跷板处在图 1 所示的状态下（配重物体位置不限制），电动车从起始端 A 出发，行驶跷跷板的全程。停止 5 秒后，电动车再从跷跷板的 B 端倒退回至跷跷板的起始端 A，电动车能分别显示前进和倒退所用的时间。前进行驶在 1.5 分钟内、倒退行驶在 2 分钟内完成。

### 2. 发挥部分

(1) 由参赛队员将配重物体设定在可移动范围中的某位置，电动车从起始端 A 出发，当跷跷板达到平衡时，保持时间不小于 5 秒，同时发出声光提示，电动车显示所用的时间。全过程要求在 2 分钟内完成。

(2) 在可移动范围内任意设定配重物体的位置（由测试人员指定），电动车从起始端 A 出发，当跷跷板达到平衡时，保持时间不小于 5 秒，同时发出声光提示，电动车显示所用的时间。全过程要求在 2 分钟内完成。

(3) 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 40mm 的圆轴上，圆轴两端支撑在两个支架上，与支架圆滑接触。跷跷板在图 2 所示的平衡状态下，跷跷板底距地面或桌面的距离为 70mm。

3. 允许在跷跷板面上画有寻迹线。

4. 电动车（含车体上的其它装置）的外形尺寸规定：长 $\leq 300\text{mm}$ ，宽 $\leq 200\text{mm}$ 。测试过程中电动车外形尺寸不允许变动。

5. 电动车不允许采用有线或无线遥控，电动车自身应具备转弯功能。

6. 电动车行驶距离的测量以车尾为基准。

7. 平衡状态的含义是：当跷跷板出现上下摆动，且 B 端底部与水平状态的偏移量 $\leq \pm 60\text{mm}$  范围内时，可视为进入平衡状态。

四、评分标准

	项 目	满分
设计 报告	方案比较	3
	设计与论证	4
	系统组成、原理和电路图	6
	测试数据与结果分析	4
	设计报告的结构和规范性	3
	总分	20
基本要求	实际制作完成情况	50
发挥 部分	完成第（1）项	24
	完成第（2）项	18
	其他	8
	总分	50

第九届（2009 年）全国大学生电子设计竞赛题目

光伏并网发电模拟装置（A 题）【本科组】

一、任务

设计并制作一个光伏并网发电模拟装置，其结构框图如图 1 所示。用直流稳压电源  $U_S$  和电阻  $R_S$  模拟光伏电池， $U_S=60V$ ， $R_S=30\Omega\sim36\Omega$ ； $u_{REF}$  为模拟电网电压的正弦参考信号，其峰峰值为 2V，频率  $f_{REF}$  为 45Hz~55Hz；T 为工频隔离变压器，变比为  $n_2:n_1=2:1$ 、 $n_3:n_1=1:10$ ，将  $u_F$  作为输出电流的反馈信号；负载电阻  $R_L=30\Omega\sim36\Omega$ 。

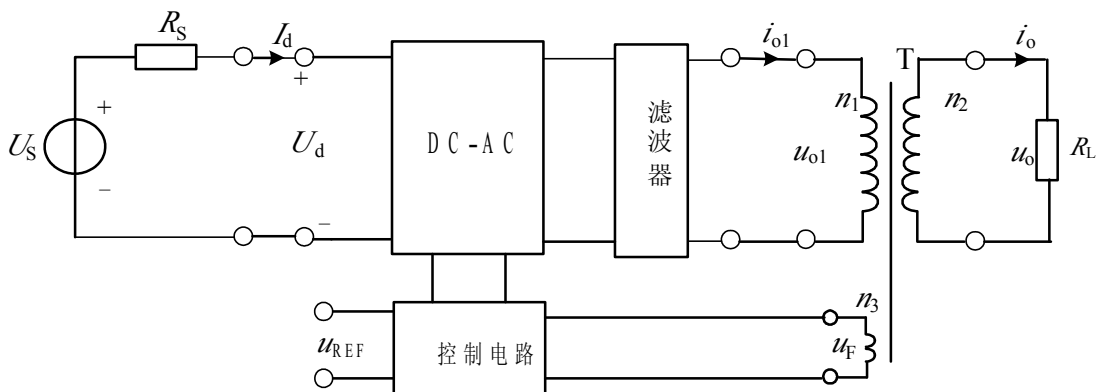


图 1 并网发电模拟装置框图

二、要求

1. 基本要求

- 具有最大功率点跟踪（MPPT）功能： $R_S$  和  $R_L$  在给定范围内变化时，使  $U_d = \frac{1}{2} U_S$ ，相对偏差的绝对值不大于 1%。
- 具有频率跟踪功能：当  $f_{REF}$  在给定范围内变化时，使  $u_F$  的频率  $f_F = f_{REF}$ ，相对偏差绝对值不大于

1%。

(3) 当  $R_S=R_L=30\Omega$  时, DC-AC 变换器的效率  $\eta \geq 60\%$ 。

(4) 当  $R_S=R_L=30\Omega$  时, 输出电压  $u_o$  的失真度  $THD \leq 5\%$ 。

(5) 具有输入欠压保护功能, 动作电压  $U_{d(th)} = (25 \pm 0.5) \text{ V}$ 。

(6) 具有输出过流保护功能, 动作电流  $I_{o(th)} = (1.5 \pm 0.2) \text{ A}$ 。

## 2. 发挥部分

(1) 提高 DC-AC 变换器的效率, 使  $\eta \geq 80\%$  ( $R_S=R_L=30\Omega$  时)。

(2) 降低输出电压失真度, 使  $THD \leq 1\%$  ( $R_S=R_L=30\Omega$  时)。

(3) 实现相位跟踪功能: 当  $f_{REF}$  在给定范围内变化以及加非阻性负载时, 均能保证  $u_F$  与  $u_{REF}$  同相, 相位偏差的绝对值  $\leq 5^\circ$ 。

(4) 过流、欠压故障排除后, 装置能自动恢复为正常状态。

(5) 其他。

## 三、说明

1. 本题中所有交流量除特别说明外均为有效值。

2.  $U_S$  采用实验室可调直流稳压电源, 不需自制。

3. 控制电路允许另加辅助电源, 但应尽量减少路数和损耗。

4. DC-AC 变换器效率  $\eta = \frac{P_o}{P_d}$ , 其中  $P_o = U_{o1} \cdot I_{o1}$ ,  $P_d = U_d \cdot I_d$ 。

5. 基本要求 (1)、(2) 和发挥部分 (3) 要求从给定或条件发生变化到电路达到稳态的时间不大于 1s。

6. 装置应能连续安全工作足够长时间, 测试期间不能出现过热等故障。

7. 制作时应合理设置测试点 (参考图 1), 以方便测试。

8. 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	满 分
设计 报告	方案论证	比较与选择 方案描述	4
	理论分析与计算	MPPT 的控制方法与参数计算 同频、同相的控制方法与参数计算 提高效率的方法 滤波参数计算	9
	电路与程序设计	DC-AC 主回路与器件选择 控制电路或控制程序 保护电路	9
	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	5
	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		<b>30</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		5
	完成第（3）项		24
	完成第（4）项		5
	其他		6
	总分		<b>50</b>

## 声音导引系统(B 题)【本科组】

### 一、任务

设计并制作一声音导引系统，示意图如图 1 所示。



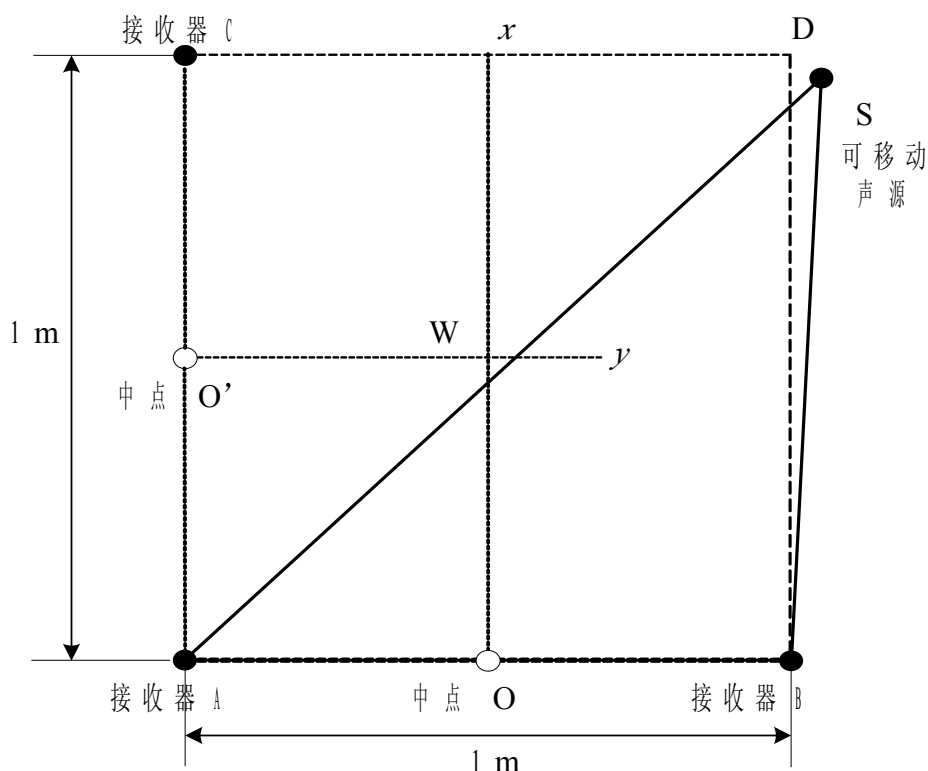


图1 系统示意图

图中，AB 与 AC 垂直，Ox 是 AB 的中垂线，O'y 是 AC 的中垂线，W 是 Ox 和 O'y 的交点。

声音导引系统有一个可移动声源 S，三个声音接收器 A、B 和 C，声音接收器之间可以有线连接。声音接收器能利用可移动声源和接收器之间的不同距离，产生一个可移动声源离 Ox 线（或 O'y 线）的误差信号，并用无线方式将此误差信号传输至可移动声源，引导其运动。

可移动声源运动的起始点必须在 Ox 线右侧，位置可以任意指定。

## 二、要求

### 1. 基本要求

- (1) 制作可移动的声源。可移动声源产生的信号为周期性音频脉冲信号，如图 2 所示，声音信号频率不限，脉冲周期不限。

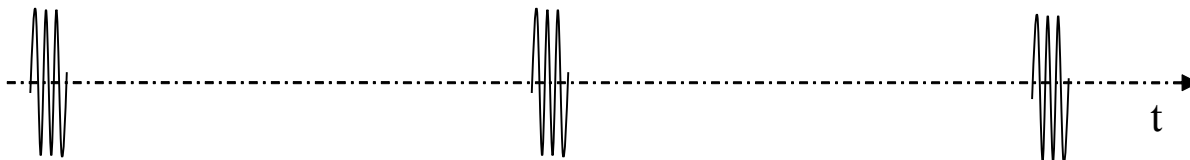


图 2 信号波形示意图

- (2) 可移动声源发出声音后开始运动，到达 Ox 线并停止，这段运动时间为响应时间，测量响应时间，用下列公式计算出响应的平均速度，要求平均速度大于 5cm/s。

$$\text{平均速度} = \frac{\text{可移动声源的起始位置到 Ox 线的垂直距离}}{\text{响应时间}}$$

- (3) 可移动声源停止后的位置与 Ox 线之间的距离为定位误差，定位误差小于 3cm。
- (4) 可移动声源在运动过程中任意时刻超过 Ox 线左侧的距离小于 5cm。
- (5) 可移动声源到达 Ox 线后，必须有明显的光和声指示。
- (6) 功耗低，性价比高。

## 2. 发挥部分

- (1) 将可移动声源转向 180 度（可手动调整发声器件方向），能够重复基本要求。
- (2) 平均速度大于 10cm/s。
- (3) 定位误差小于 1cm。
- (4) 可移动声源在运动过程中任意时刻超过 Ox 线左侧距离小于 2cm。
- (5) 在完成基本要求部分移动到 Ox 线上后，可移动声源在原地停止 5s~10s，然后利用接收器 A 和 C，使可移动声源运动到 W 点，到达 W 点以后，必须有明显的光和声指示并停止，此时声源距离 W 的直线距离小于 1cm。整个运动过程的平均速度大于 10cm/s。

$$\text{平均速度} = \frac{\text{可移动声源在 Ox 线上重新启动位置到移动停止点的直线距离}}{\text{再次运动时间}}$$

- (6) 其他。

## 三、说明

1. 本题必须采用组委会提供的电机控制 ASSP 芯片（型号 MMC-1）实现可移动声源的运动。
2. 在可移动声源两侧必须有明显的定位标志线，标志线宽度 0.3cm 且垂直于地面。
3. 误差信号传输采用的无线方式、频率不限。
4. 可移动声源的平台形式不限。
5. 可移动声源开始运行的方向应和 Ox 线保持垂直。
6. 不得依靠其他非声音导航方式。
7. 移动过程中不得人为对系统施加影响。
8. 接收器和声源之间不得使用有线连接。

## 四、评分标准

	项目	主要内容	分数
设计报告	系统方案	整体方案比较	7
		控制方案	
	设计与论证	设计、计算	12
		误差信号产生	
		控制理论简单计算	
	电路设计	系统组成	3
		各种电路图	
	测试结果	测试数据完整性	3
		测试结果分析	
	设计报告	摘要	5

		正文结构完整性	
		图表的规范性	
	总分		30
基本要求	基本要求实际完成情况		50
发挥部分	完成第（1）项		5
	完成第（2）项		10
	完成第（3）项		10
	完成第（4）项		10
	完成第（5）项		10
	完成第（6）项		5
	总分		50

## 宽带直流放大器（C 题）【本科组】

### 一、任务

设计并制作一个宽带直流放大器及所用的直流稳压电源。

### 二、要求

#### 1. 基本要求

- （1）电压增益  $A_v \geq 40\text{dB}$ ，输入电压有效值  $V_i \leq 20\text{mV}$ 。 $A_v$  可在  $0 \sim 40\text{dB}$  范围内手动连续调节。
- （2）最大输出电压正弦波有效值  $V_o \geq 2\text{V}$ ，输出信号波形无明显失真。
- （3）3dB 通频带  $0 \sim 5\text{MHz}$ ；在  $0 \sim 4\text{MHz}$  通频带内增益起伏  $\leq 1\text{dB}$ 。
- （4）放大器的输入电阻  $\geq 50\Omega$ ，负载电阻  $(50 \pm 2)\Omega$ 。
- （5）设计并制作满足放大器要求所用的直流稳压电源。

#### 2. 发挥部分

- （1）最大电压增益  $A_v \geq 60\text{dB}$ ，输入电压有效值  $V_i \leq 10\text{mV}$ 。
- （2）在  $A_v = 60\text{dB}$  时，输出端噪声电压的峰—峰值  $V_{\text{ONPP}} \leq 0.3\text{V}$ 。
- （3）3dB 通频带  $0 \sim 10\text{MHz}$ ；在  $0 \sim 9\text{MHz}$  通频带内增益起伏  $\leq 1\text{dB}$ 。
- （4）最大输出电压正弦波有效值  $V_o \geq 10\text{V}$ ，输出信号波形无明显失真。
- （5）进一步降低输入电压提高放大器的电压增益。
- （6）电压增益  $A_v$  可预置并显示，预置范围为  $0 \sim 60\text{dB}$ ，步距为  $5\text{dB}$ （也可以连续调节）；放大器的带宽可预置并显示（至少  $5\text{MHz}$ 、 $10\text{MHz}$  两点）。
- （7）降低放大器的制作成本，提高电源效率。
- （8）其他（例如改善放大器性能的其它措施等）。

### 三、说明

1. 宽带直流放大器幅频特性示意图如图 1 所示。

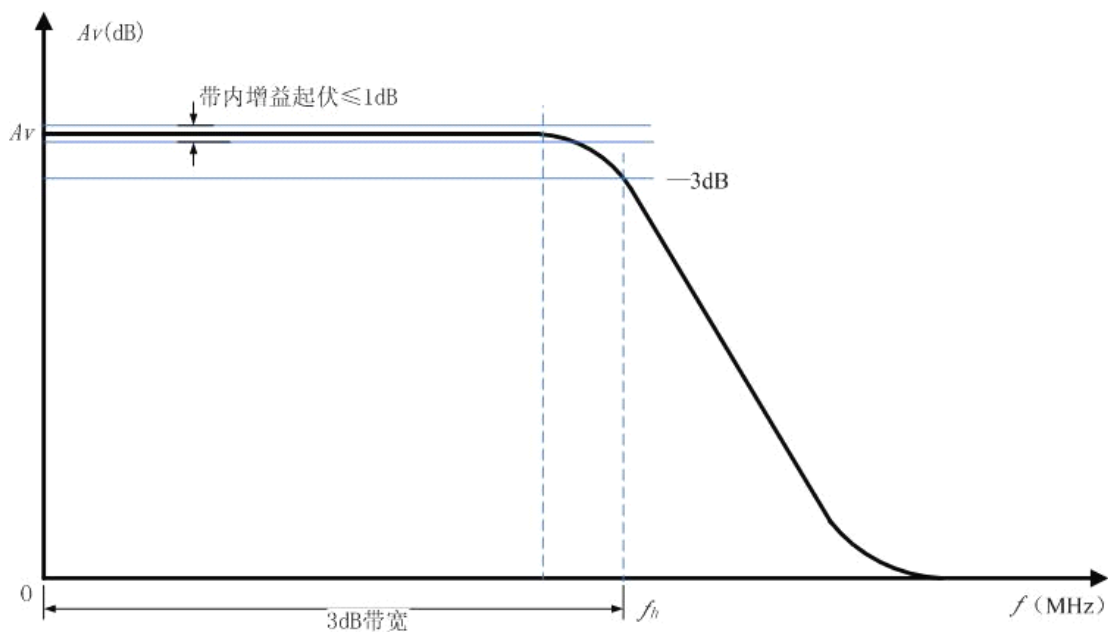


图 1 幅频特性示意图

2. 负载电阻应预留测试用检测口和明显标志，如不符合  $(50 \pm 2) \Omega$  的电阻值要求，则酌情扣除最大输出电压有效值项的得分分数。
3. 放大器要留有必要的测试点。建议的测试框图如图 2 所示，可采用信号发生器与示波器/交、直流电压表组合的静态法或扫频仪进行幅频特性测量。

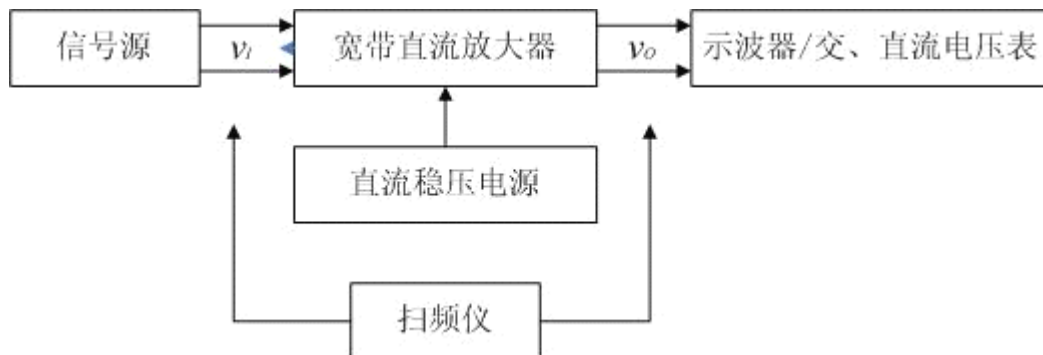


图 2 幅频特性测试框图

#### 四、评分标准

设计 报告	项 目	主要内容	分数
	系统方案	比较与选择 方案描述	2

	理论分析与计算	带宽增益积 通频带内增益起伏控制 线性相位 抑制直流零点漂移 放大器稳定性	9
	电路与程序设计	电路设计	8
	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	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	3
	总分		<b>30</b>
<b>基本要求</b>	实际制作完成情况		<b>50</b>
<b>发挥部分</b>	完成第（1）项		7
	完成第（2）项		2
	完成第（3）项		7
	完成第（4）项		6
	完成第（5）项		12
	完成第（6）项		5
	完成第（7）项		6
	其他		5
	总分		<b>50</b>

## 无线环境监测模拟装置（D 题）【本科组】

### 一、任务

设计并制作一个无线环境监测模拟装置，实现对周边温度和光照信息的探测。该装置由 1 个监测终端和不多于 255 个探测节点组成（实际制作 2 个）。监测终端和探测节点均含一套无线收发电路，要求具有无线传输数据功能，收发共用一个天线。

### 二、要求

#### 1. 基本要求

- (1) 制作 2 个探测节点。探测节点有编号预置功能，编码预置范围为 00000001B~11111111B。探测节点能够探测其环境温度和光照信息。温度测量范围为  $0^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ ，绝对误差小于  $2^{\circ}\text{C}$ ；光照信息仅要求测量光的有无。探测节点采用两节 1.5V 干电池串联，单电源供电。
- (2) 制作 1 个监测终端，用外接单电源供电。探测节点分布示意图如图 1 所示。监测终端可以分别与各探测节点直接通信，并能显示当前能够通信的探测节点编号及其探测到的环境温度和光照信息。

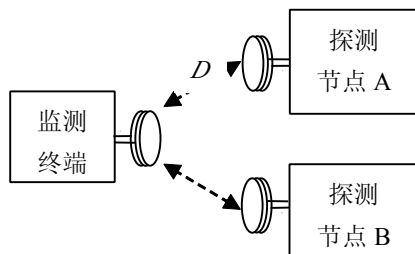


图 1 探测节点分布示意图

- (3) 无线环境监测模拟装置的探测时延不大于 5s，监测终端天线与探测节点天线的距离  $D$  不小于 10cm。在 0~10cm 距离内，各探测节点与监测终端应能正常通信。

## 2. 发挥部分

- (1) 每个探测节点增加信息的转发功能，节点转发功能示意图如图 2 所示。即探测节点 B 的探测信息，能自动通过探测节点 A 转发，以增加监测终端与节点 B 之间的探测距离  $D+D_1$ 。该转发功能应自动识别完成，无需手动设置，且探测节点 A、B 可以互换位置。

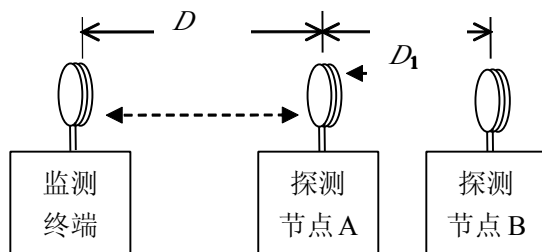


图 2 节点转发功能示意图

- (2) 在监测终端电源供给功率  $\leq 1\text{W}$ ，无线环境监测模拟装置探测时延不大于 5s 的条件下，使探测距离  $D+D_1$  达到 50cm。
- (3) 尽量降低各探测节点的功耗，以延长干电池的供电时间。各探测节点应预留干电池供电电流的测试端子。
- (4) 其他。

## 三、说明

1. 监测终端和探测节点所用天线为圆形空芯线圈，用直径不大于 1mm 的漆包线或有绝缘外皮的导线密绕 5 圈制成。线圈直径为  $(3.4 \pm 0.3)\text{cm}$ （可用一号电池作骨架）。天线线圈间的介质为空气。无线传输载波频率低于 30MHz，调制方式自定。监测终端和探测节点不得使用除规定天线外的其他耦合方式。无线收发电路需自制，不得采用无线收、发成品模块。光照有无的变化，采用遮挡

光电传感器的方法实现。

2. 发挥部分须在基本要求的探测时延和探测距离达到要求的前提下实现。
3. 测试各探测节点的功耗采用图 2 所示的节点分布图，保持距离  $D+D_1=50\text{cm}$ ，通过测量探测节点 A 干电池供电电流来估计功耗。电流测试电路见图 3。图中电容 C 为滤波电容，电流表采用 3 位半数字万用表直流电流档，读正常工作时的最大显示值。如果  $D+D_1$  达不到 50cm，此项目不进行测试。

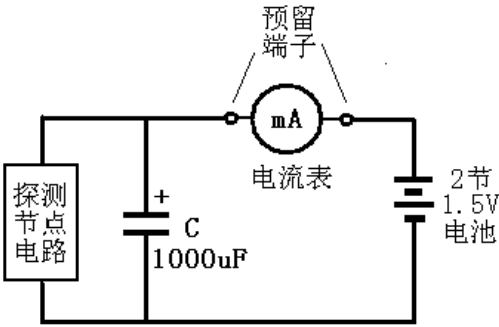


图 3 节点电流测试电路

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	无线环境监测模拟装置总体方案设计	4
	理论分析与计算	发射电路分析 接收电路分析 通信协议分析	6
	电路与程序设计	发射电路设计计算 接收电路设计计算 总体电路图 工作流程图	9
	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	6
	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	5
	总分		30
基本 要求	实际制作完成情况		50
发挥	完成第（1）项		20

部分	完成第（2）项	15
	完成第（3）项	10
	其他	5
	总分	50

# 电能收集充电器（E 题）【本科组】

## 一、任务

设计并制作一个电能收集充电器，充电器及测试原理示意图如图 1。该充电器的核心为直流电源变换器，它从一直流电源中吸收电能，以尽可能大的电流充入一个可充电池。直流电源的输出功率有限，其电动势  $E_s$  在一定范围内缓慢变化，当  $E_s$  为不同值时，直流电源变换器的电路结构，参数可以不同。监测和控制电路由直流电源变换器供电。由于  $E_s$  的变化极慢，监测和控制电路应该采用间歇工作方式，以降低其能耗。可充电电池的电动势  $E_c=3.6V$ ，内阻  $R_c=0.1\Omega$ 。

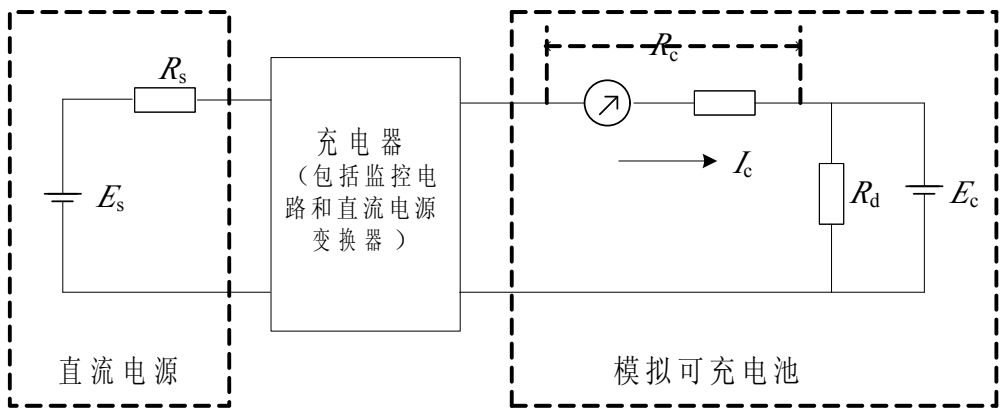


图1 测试原理示意图  
（ $E_s$ 和 $E_c$ 用稳压电源提供， $R_d$ 用于防止电流倒灌）

## 二、要求

### 1、基本要求

- （1）在  $R_s=100\Omega$ ， $E_s=10V\sim 20V$  时，充电电流  $I_c$  大于  $(E_s-E_c)/(R_s+R_c)$ 。
- （2）在  $R_s=100\Omega$  时，能向电池充电的  $E_s$  尽可能低。
- （3） $E_s$  从 0 逐渐升高时，能自动启动充电功能的  $E_s$  尽可能低。
- （4） $E_s$  降低到不能向电池充电，最低至 0 时，尽量降低电池放电电流。
- （5）监测和控制电路工作间歇设定范围为 0.1 s $\sim$ 5s。

### 2、发挥部分

- （1）在  $R_s=1\Omega$ ， $E_s=1.2V\sim 3.6V$  时，以尽可能大的电流向电池充电。



(2) 能向电池充电的  $E_s$  尽可能低。当  $E_s \geq 1.1V$  时, 取  $R_s = 1\Omega$ ;

当  $E_s < 1.1V$  时, 取  $R_s = 0.1\Omega$ 。

(3) 电池完全放电,  $E_s$  从 0 逐渐升高时, 能自动启动充电功能 (充电输出端开路电压

$> 3.6V$ , 短路电流  $> 0$ ) 的  $E_s$  尽可能低。当  $E_s \geq 1.1V$  时, 取  $R_s = 1\Omega$ ; 当  $E_s < 1.1V$  时, 取  $R_s = 0.1\Omega$ 。

(4) 降低成本。

(5) 其他。

### 三、评分标准

	项 目	主要内容	满分
设计 报告	系统方案	电源变换及控制方法实现方案	<b>5</b>
	理论分析与计算	提高效率方法的分析及计算	<b>7</b>
	电路与程序设计	电路设计与参数计算 启动电路设计与参数计算 设定电路的设计	<b>10</b>
	测试结果	测试数据完整性 测试结果分析	<b>3</b>
	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	<b>5</b>
	总分		30
基本 要求	实际制作完成情况		50
发挥 部分	完成第 (1) 项		<b>30</b>
	完成第 (2) 项		<b>5</b>
	完成第 (3) 项		<b>5</b>
	完成第 (4) 项		<b>5</b>
	其他		<b>5</b>
	总分		50

### 四、说明

1. 测试最低可充电  $E_s$  的方法: 逐渐降低  $E_s$ , 直到充电电流  $I_c$  略大于 0。当  $E_s$  高于 3.6V 时,  $R_s$  为  $100\Omega$ ;  $E_s$  低于 3.6V 时, 更换  $R_s$  为  $1\Omega$ ;  $E_s$  降低到 1.1V 以下时, 更换  $R_s$  为  $0.1\Omega$ 。然后继续降低  $E_s$ , 直到满足要求。
2. 测试自动启动充电功能的方法: 从 0 开始逐渐升高  $E_s$ ,  $R_s$  为  $0.1\Omega$ ; 当  $E_s$  升高到高于 1.1V 时, 更换  $R_s$  为  $1\Omega$ 。然后继续升高  $E_s$ , 直到满足要求。

# 数字幅频均衡功率放大器（F 题）【本科组】

## 一、任务

设计并制作一个数字幅频均衡功率放大器。该放大器包括前置放大、带阻网络、数字幅频均衡和低频功率放大电路，其组成框图如图 1 所示。

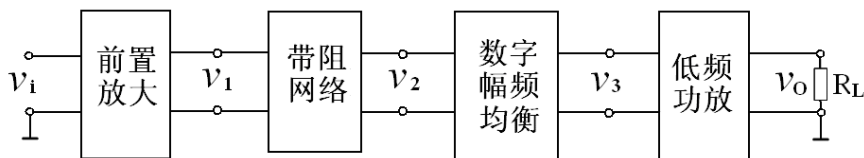


图 1 数字幅频均衡功率放大器组成框图

## 二、要求

### 1. 基本要求

(1) 前置放大电路要求：

- 小信号电压放大倍数不小于 400 倍（输入正弦信号电压有效值小于 10mV）。
- 1dB 通频带为 20Hz~20kHz。
- 输出电阻为 600Ω。

(2) 制作带阻网络对前置放大电路输出信号  $v_1$  进行滤波，以 10kHz 时输出信号  $v_2$  电压幅度为基准，要求最大衰减 $\geq 10$ dB。带阻网络具体电路见题目说明 1。

(3) 应用数字信号处理技术，制作数字幅频均衡电路，对带阻网络输出的 20Hz~20kHz 信号进行幅频均衡。要求：

- 输入电阻为 600Ω。
- 经过数字幅频均衡处理后，以 10kHz 时输出信号  $v_3$  电压幅度为基准，通频带 20Hz~20kHz 内的电压幅度波动在 $\pm 1.5$ dB 以内。

### 2. 发挥部分

制作功率放大电路，对数字均衡后的输出信号  $v_3$  进行功率放大，要求末级功放管采用分立的大功率 MOS 晶体管。

- 当输入正弦信号  $v_i$  电压有效值为 5mV、功率放大器接 8Ω 电阻负载（一端接地）时，要求输出功率 $\geq 10$ W，输出电压波形无明显失真。
- 功率放大电路的-3dB 通频带为 20Hz~20kHz。
- 功率放大电路的效率 $\geq 60\%$ 。
- 其他。

## 三、说明

- 题目基本要求中的带阻网络如图 2 所示。图中元件值是标称值，不是实际值，对精度不作要求，电容必须采用铝电解电容。

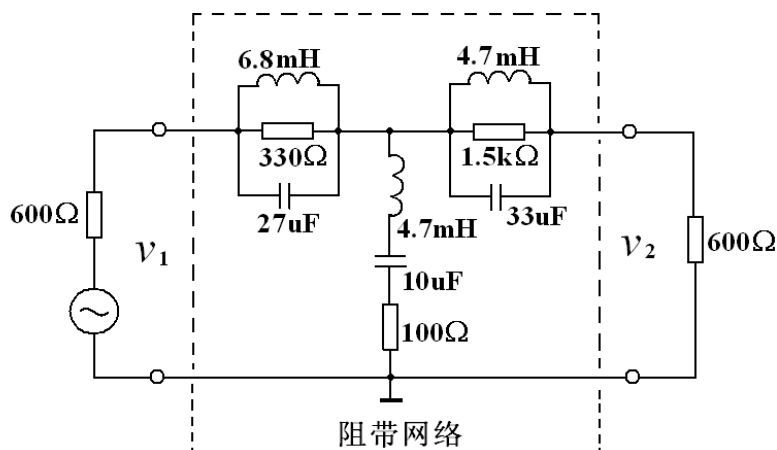


图 2 带阻网络

2. 本题中前置放大电路电压放大倍数是在输入信号  $v_i$  电压有效值为 5mV 的条件下测试。
3. 题目发挥部分中的功率放大电路不得使用 MOS 集成功率模块。
4. 本题中功率放大电路的效率定义为：功率放大电路输出功率与其直流电源供给功率之比，电路中应预留测试端子，以便测试直流电源供给功率。
5. 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	总体方案设计	6
	理论分析与设计	前置放大电路设计 功率放大电路设计 数字幅频均衡电路设计 数字处理算法设计	12
	电路与程序设计	总体电路 工作流程	4
	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	5
	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	3
	总分：		30
基本要求	实际制作完成情况		50
发挥部分	完成第(1)项		13
	完成第(2)项		12

	完成第(3)项	20
	其他	5
	总分:	50

## 低频功率放大器（G 题）【高职高专组】

### 一、任务

设计并制作一个低频功率放大器，要求末级功放管采用分立的大功率 MOS 晶体管。

### 二、要求

#### 1. 基本要求

- (1) 当输入正弦信号电压有效值为 5mV 时，在  $8\Omega$  电阻负载（一端接地）上，输出功率  $\geq 5W$ ，输出波形无明显失真。
- (2) 通频带为 20Hz~20kHz。
- (3) 输入电阻为  $600\Omega$ 。
- (4) 输出噪声电压有效值  $V_{on} \leq 5mV$ 。
- (5) 尽可能提高功率放大器的整机效率。
- (6) 具有测量并显示低频功率放大器输出功率(正弦信号输入时)、直流电源的供给功率和整机效率的功能，测量精度优于 5%。

#### 2. 发挥部分

- (1) 低频功率放大器通频带扩展为 10Hz~50kHz。
- (2) 在通频带内低频功率放大器失真度小于 1%。
- (3) 在满足输出功率  $\geq 5W$ 、通频带为 20Hz~20kHz 的前提下, 尽可能降低输入信号幅度。
- (4) 设计一个带阻滤波器，阻带频率范围为 40~60Hz。在 50Hz 频率点输出功率衰减  $\geq 6dB$ 。
- (5) 其他。

### 三、说明

1. 不得使用 MOS 集成功率模块。
2. 本题输出噪声电压定义为输入端接地时，在负载电阻上测得的输出电压，测量时使用带宽为 2MHz 的毫伏表。
3. 本题功率放大电路的整机效率定义为：功率放大器的输出功率与整机的直流电源供给功率之比。电路中应预留测试端子，以便测试直流电源供给功率。
4. 发挥部分（4）制作的带阻滤波器通过开关接入。
5. 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	总体方案设计	4
	理论分析与设计	电压放大电路设计 输出级电路设计 带阻滤波器设计 显示电路设计	8
	电路与程序设计	总体电路图；工作流程图	3
	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	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
	总分		20
基本要求	实际制作完成情况		50
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		10
	其他		5
	总分		50

## LED 点阵书写显示屏（H 题）【高职高专组】

### 一、任务

设计并制作一个基于  $32 \times 32$  点阵 LED 模块的书写显示屏，其系统结构如图 1 所示。在控制器的管理下，LED 点阵模块显示屏工作在人眼不易觉察的扫描微亮和人眼可见的显示点亮模式下；当光笔触及 LED 点阵模块表面时，先由光笔检测触及位置处 LED 点的扫描微亮以获取其行列坐标，再依据功能需求决定该坐标处的 LED 是否点亮至人眼可见的显示状态（如图 1 中光笔接触处的深色 LED 点已被点亮），从而在屏上实现“点亮、划亮、反显、整屏擦除、笔画擦除、连写多字、对象拖移”等书写显示功能。

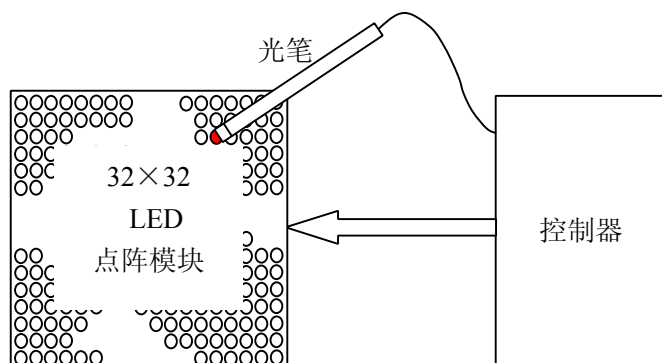


图 1 LED 点阵书写显示屏系统结构示意图

## 二、要求

### 1. 基本要求

- (1) 在“点亮”功能下，当光笔接触屏上某点 LED 时，能即时点亮该点 LED，并在控制器上同步显示该点 LED 的行列坐标值（左上角定为行列坐标原点）。
- (2) 在“划亮”功能下，当光笔在屏上快速划过时，能同步点亮划过的各点 LED，其速度要求 2s 内能划过并点亮 40 点 LED。
- (3) 在“反显”功能下，能对屏上显示的信息实现反相显示（即：字体笔画处不亮，无笔画处高亮）。
- (4) 在“整屏擦除”功能下，能实现对屏上所显示信息的整屏擦除。

### 2. 发挥部分

- (1) 在“笔画擦除”功能下，能用光笔擦除屏上所显汉字的笔画。
- (2) 在“连写多字”功能下，能结合自选的擦除方式，在 30s 内在屏上以“划亮”方式逐个写出四个汉字（总笔画数不大于 30）且存入机内，写完后再将所存四字在屏上逐个轮流显示。
- (3) 在“对象拖移”功能下，能用光笔将选定显示内容在屏上进行拖移。先用光笔以“划亮”方式在屏上圈定欲拖移显示对象，再用光笔将该对象拖移到屏上另一位置。
- (4) 当环境光强改变时，能自动连续调节屏上显示亮度。
- (5) 当光笔连续未接触屏面的时间超过 1~5min 时(此时间可由控制器设定)，能自动关闭屏上显示，并使整个系统进入休眠状态，此时系统工作电流应不大于 5mA。
- (6) 其他。

## 三、说明

1. 设计制作时所用 LED 点阵模块的发光颜色不限。
2. 各种功能的切换方式自定，但应力求操作简便。
3. 在各种功能的实际操作过程中，必要时可用按键或其他控制方式进行辅助。例如，“连写多字”时，写完一字后用自定义控制方式存入该字并清屏，然后再写下一字。
4. 系统应采用 5V 单电源供电。
5. 设计制作时应在电路板上留有系统耗电参数的测试点。
6. 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	2
	理论分析与计算	光笔选取与参数设计 点阵屏驱动参数设计 屏亮自动调节设计 超时关显示节电设计	6
	电路与程序设计	电路设计 程序设计	6
	测试方案与测试结果	划亮反显擦除拖移 屏亮自动调节 超时关显示节电	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	3
	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		10
	完成第（2）项		10
	完成第（3）项		15
	完成第（4）项		5
	完成第（5）项		5
	其他		5
	总分		<b>50</b>

## 模拟路灯控制系统(I 题)【高职高专组】

### 一、任务

设计并制作一套模拟路灯控制系统。控制系统结构如图 1 所示，路灯布置如图 2 所示。

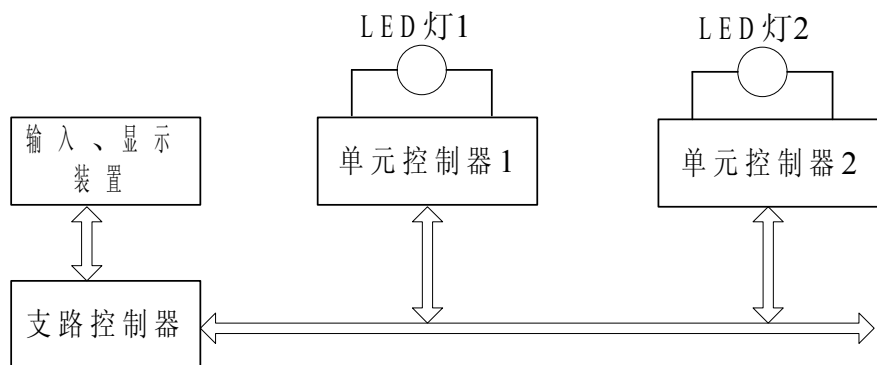


图1 路灯控制系统示意图

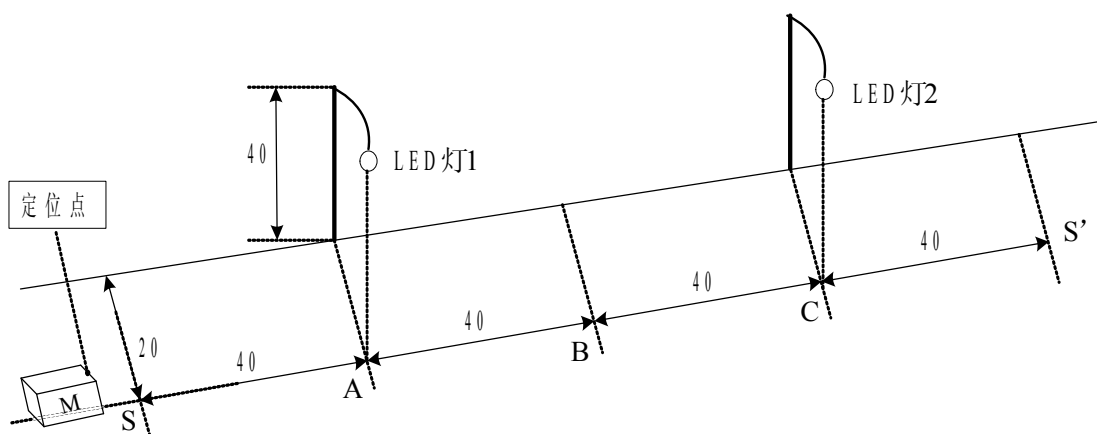


图2 路灯布置示意图（单位：cm）

## 二、要求

### 1. 基本要求

- (1) 支路控制器有时钟功能，能设定、显示开关灯时间，并控制整条支路按时开灯和关灯。
- (2) 支路控制器应能根据环境明暗变化，自动开灯和关灯。
- (3) 支路控制器应能根据交通情况自动调节亮灯状态：当可移动物体 M（在物体前端标出定位点，由定位点确定物体位置）由左至右到达 S 点时（见图 2），灯 1 亮；当物体 M 到达 B 点时，灯 1 灭，灯 2 亮；若物体 M 由右至左移动时，则亮灯次序与上相反。
- (4) 支路控制器能分别独立控制每只路灯的开灯和关灯时间。
- (5) 当路灯出现故障时（灯不亮），支路控制器应发出声光报警信号，并显示有故障路灯的地址编号。

### 2. 发挥部分

- (1) 自制单元控制器中的 LED 灯恒流驱动电源。
- (2) 单元控制器具有调光功能，路灯驱动电源输出功率能在规定时间按设定要求自动减小，该功率应能在 20%~100% 范围内设定并调节，调节误差  $\leq 2\%$ 。
- (3) 其它（性价比等）。

## 三、说明

1. 光源采用 1 W 的 LED 灯，LED 的类型不限定。
2. 自制的 LED 驱动电源不得使用产品模块。
3. 自制的 LED 驱动电源输出端需留有电流、电压测量点。



4. 系统中不得采用接触式传感器。

5. 基本要求（3）需测定可移动物体 M 上定位点与过“亮灯状态变换点”（S、B、S'等点）垂线间的距离，要求该距离 $\leq 2\text{cm}$ 。

#### 四、评分标准

	项目		满分
设计 报告	方案比较与论证	方案描述 比较与论证	5
	理论分析与设计	单元设计 系统设计	5
	电路图和设计文件	完整性 规范性	5
	测试数据与分析	系统测试 结果分析	5
	总分		20
基本 要求	实际制作完成情况		50
发挥 部分	完成(1)		15
	完成(2)		25
	其它		10
	总分		50