

2004 年湖北省大学生电子设计竞赛试题

竞赛举办时间：2004 年 8 月 26 日 8:00 ~ 8 月 29 日 20:00

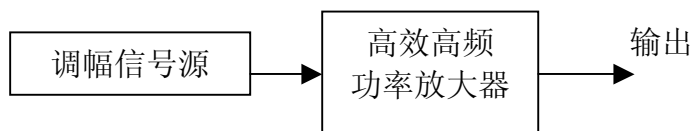
其他竞赛规则与全国竞赛规则一致

【仅供参考】

简易发射机电路（A 题）

一、任务

设计并制作一简易发射机电路。示意图如图 1 所示。



二、要求

1、基本要求

- (1) 采用锁相等技术设计并制作调幅信号源（调制信号外加，其频率为 100kHz）。
 - a. 输出波形（载波、包络）无明显失真；
 - b. 载波频率：15MHz；
 - c. 载波频率准确度： 1×10^{-5} ；
 - d. 载波频率稳定度： 1×10^{-5} ；
 - e. 已调波输出电压幅度： $V_{P-P}=1V \pm 0.1V$ ；
 - f. 调制系数： $m_A=30\%$ 。
- (2) 采用功率合成技术设计并制作 15MHz 高效高频功率放大器。
 - a. 输出波形对称且无明显失真；
 - b. -3dB 带宽： $500kHz \pm 50 kHz$ ；
 - c. 输出功率：在单电源 12V 时， 50Ω 负载电阻上的输出功率 $\geq 40 mW$ ；
 - d. 功率放大器的效率： $\geq 50\%$ 。

2、发挥部分

- (1) 提高功率放大器的输出功率和效率： 50Ω 纯阻负载时输出功率 $\geq 60mW$ ，效率 $\geq 60\%$ 。
- (2) 在不改变参数条件下，负载为容性负载（ 50Ω 纯阻，串联 47pF 电容）时，其纯阻上的功率 $\geq 60mW$ ，效率 $\geq 60\%$ 。
- (3) 实时数字显示功率放大器的输出功率和效率。
- (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、测试数据与测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	15
	完成第（2）项	10
	完成第（3）项	20
	完成第（4）项	5

四、 说明

- 1、用小功率管和传输线变压器实现高频功率合成。
- 2、功率管集电极与直流电源间，应有便于测量直流电流的测试点。
- 3、纯阻负载和容性负载用跳线 K 转换，其示意图如图 2 所示。

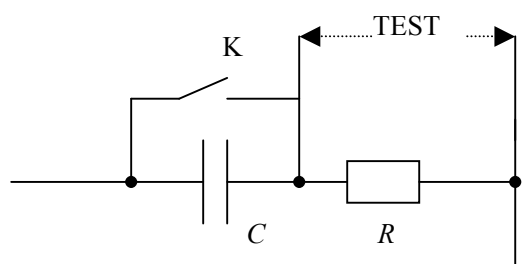
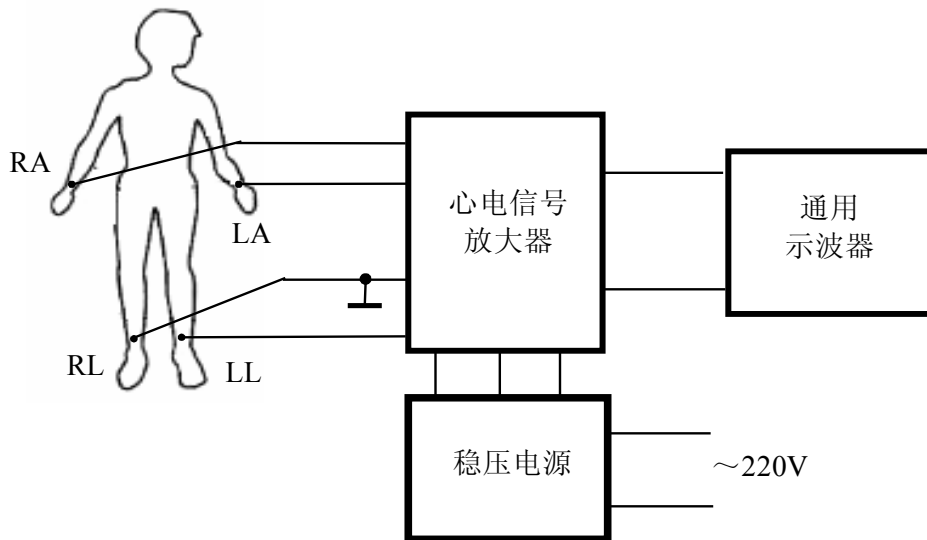


图 2 纯阻负载和容性负载用跳线 K 转换示意图

简易心电图仪（B 题）

一、任务

设计制作一个简易心电图仪，可测量人体心电信号并在示波器上显示出来，示意图如下：



导联电极说明：

RA：右臂；LA：左臂；LL：左腿；RL：右腿。

第一路心电信号，即标准 I 导联的电极接法：RA 接放大器反相输入端（-），LA 接放大器同相输入端（+），RL 作为参考电极，接心电放大器参考点。

第二路心电信号，即标准 II 导联的电极接法：RA 接放大器反相输入端（-），LL 接放大器同相输入端（+），RL 作为参考电极，接心电放大器参考点。

RA、LA、LL 和 RL 的皮肤接触电极分别通过 1.5m 长的屏蔽导联线与心电信号放大器连接。

二、要求

1、基本要求

- (1) 制作一路心电信号放大器，技术指标如下：
 - a. 电压放大倍数：1000，误差：±5%；
 - b. -3dB 低频截止频率：0.05Hz（可不测试，由电路设计予以保证）；
 - c. -3dB 高频截止频率：100Hz，误差：±10Hz；
 - d. 频带内响应波动：在±3dB 之内；
 - e. 共模抑制比：≥ 60dB（含 1.5m 长的屏蔽导联线，共模输入电压范围：±7.5V）；
 - f. 差模输入电阻：≥ 5MΩ（可不测试，由电路设计予以保证）；
 - g. 输出电压动态范围：大于±10V。
- (2) 按标准 I 导联的接法对一位参赛队员进行实际心电图测量。
 - a. 能在示波器屏幕上较清晰地显示心电波形。心电波形大致如下图所示：



- b. 实际测试心电时，放大器的等效输入噪声（包括 50Hz 干扰）： $<400\text{ V}$ （峰-峰值）。
- (3) 设计并制作心电放大器所用的直流稳压电源：
直流稳压电源输出交流噪声： $<3\text{mV}$ （峰-峰值，在对放大器供电条件下测试）。

2. 发挥部分

- (1) 扩展为两路相同的心电放大器，可同时测量和显示标准 I 导联和标准 II 导联两路心电图，并且能达到基本要求（2）的效果。
- (2) 具有存储、回放已测心电图的功能。
- (3) 将心电信号放大器 -3dB 高频截止频率扩展到 500Hz ，并且能达到基本要求（2）的效果。
- (4) 将心电信号放大器共模抑制比提高到 80dB 以上（含 1.5m 长的屏蔽导联线）。
- (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	12
	完成第（2）项	10
	完成第（3）项	10
	完成第（4）项	8
	其它	10

四、说明：

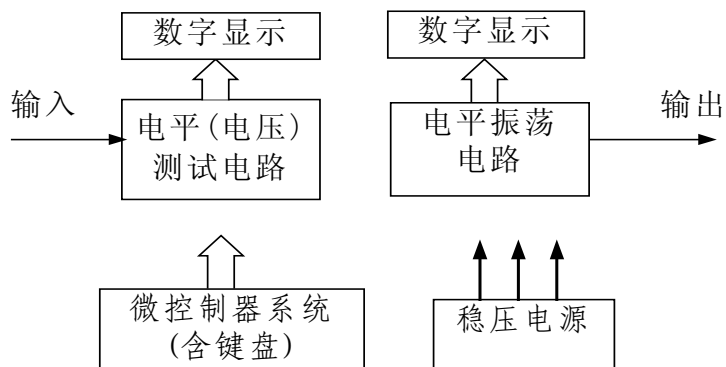
对人体心电信号进行实测时应注意的事项：

1. 可用 $20\text{mm}\times 20\text{mm}$ 薄铜皮作为皮肤接触电极。
2. 用带有尼龙拉扣的布带或普通布带将电极分别捆绑在四肢相应位置，如示意图所示。
3. 测量心电图前，应使用酒精棉球仔细将与电极接触部位的皮肤擦净，然后再捆绑电极。为减小电极与皮肤间的接触电阻，最好在电极下滴 1—2 滴 5% 的盐水，或用 5% 盐水浸过的棉球垫在电极与皮肤之间。
4. 被测人员应静卧，以避免测量基线大幅度漂移，降低噪声。

简易综合测试仪（C 题）

一、任务

设计并制作一个简易综合测试仪，包括电平(电压)表、电平振荡器等部分，示意图如下：



二、要求

1、基本要求

(1) 电平（电压）表

- 被测信号频率范围：20 Hz~100 kHz。
- 电平测量显示范围：-57.8dB~+20.0 dB（可分多量程）。
- 电平测量误差：±0.3dB。
- 电压测量显示范围：.001V~9.99V（可分多量程）。
- 电压测量误差：±(3%读数+2 个字)
- 输入阻抗：分 600Ω、高阻(≥5MΩ)两档(可不测试，在电路设计中予以保证)。
- 具有自动零点调节功能和自动量程转换功能。

(2) 电平振荡器

- 输出频率范围：20 Hz~100kHz。频率步进值可预置，视不同的频率范围步进值可分别预置为 10Hz，100Hz，1kHz，10kHz。
- 输出频率误差：±0.1%。
- 输出电平范围：-30dB~+20 dB，步进值为 10dB（共六种输出电平）。
- 输出电平误差：±0.3dB。
- 输出阻抗：600Ω。
- 输出信号波形无明显失真。

(3) 自制稳压电源。

(4) 整机消耗功率≤8W。

2. 发挥部分

- (1) 将电平（电压）表被测信号的频率范围扩展至 1MHz，电平振荡器输出的频率范围也扩展至 1MHz，其它要求不变。
- (2) 具有幅频特性测试功能，能在预置的频率范围内自动步进测量，要求逐点显示频率值和对应的电压值，扫描速度 ≥ 10 点/分钟，频率步进值可预置。
- (3) 具有存储回放功能，扫描结束后能调出各个测量频率点的信号电压值，存储点不低于 20 个。
- (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
	完成第（4）项	10

四、说明

- 1、电平是以基准量 0.775V(正弦有效值)作为零电平(0dB)，则任意电压 U_x 的

$$\text{电平定义为: } L_v = 20\lg \frac{U_x(V)}{0.775(V)} \quad (\text{dB})$$

- 2、要求电平表的数字显示为 3 位，电平振荡器的频率数字显示不少于 4 位，并要求小数点和单位自动指示。
- 3、测试之前，允许对仪器的精度调整一次。
- 4、测试整机消耗功率时，应在整流滤波电路和稳压电路之间测量电压和电流。

电梯控制模型（D 题）

一、 任务

设计并制作一个电梯控制模型。示意图如图 1 所示。

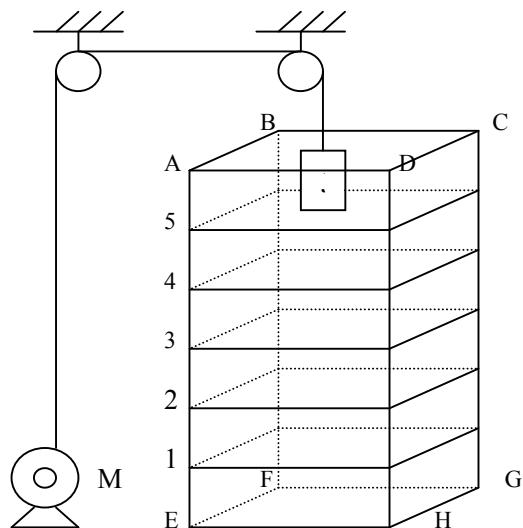


图 1 中：电梯间竖井模型部分可由有机玻璃粘成无上盖板的六面体 ABCDEFGH, 高度 AE 为 1.2m; 电梯桥厢模型 J 通过滑轮悬挂并由电动机 M 牵引, 可在电梯间竖井模型的空间内上下运动。该电梯间竖井模型每隔 20cm 自下向上分成 5 层, 其楼层编号如图 1 所示。

图 1 电梯控制模型

二、 要求：

1、 基本要求：

- (1) 当某层有呼叫并有呼叫信号显示时，桥厢模型作相应的运动，并准确平层，平层的位置误差 $\leq 10\text{mm}$ 。要求平均每层运行时间不超过 5 秒，平层结束时给出提示信号。
- (2) 当有多层呼叫时，桥厢模型将按说明中的电梯模型运行规则作相应的运动，并依次在呼叫的楼层停留 5 秒。
- (3) 能自动记录、显示桥厢模型当前到达的楼层编号。
- (4) 要求桥厢模型在加载 400 克的条件下，从 1 层到 5 层和从 5 层到 1 层的往返时间相等，单程时间不超过 12 秒，往、返时间之差不大于 1 秒，并自动记录、显示运行时间。

2、 发挥部分：

- (1) 要求桥厢模型能够加载 0~500 克的重物，显示并存储该物体的重量，显示分辨率为 1 克，误差： $\pm 3\%$ 。
- (2) 桥厢模型的额定负荷可以预置，当加载的物体超过预置值时，将发出超重报警信号。
- (3) 增设模拟桥厢内表示乘客欲到达层数的按钮，桥厢模型将按照电梯模型运行规则作相应的运动。
- (4) 其它。

二、 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	15
	完成第（4）项	10

三、 说明

- 1、控制电机类型不限，其安装位置及安装方式自定。
- 2、电梯竖井间部分也可简化，由一垂直平面代替，如图 2 所示。
- 3、平层的要求是以桥厢模型 J 的底平面（或自定标志）与表示楼层的标志线平齐。
- 4、要求平层过程中桥厢模型 J 移动方向保持不变。
- 5、关于电梯模型运行规则的说明：

- (1) 电梯有两种类型的按钮：第一种为各楼层上的“向上”、“向下”按钮；第二种为电梯桥厢内表示要到达楼层编号的数字按钮。实际制作时，按钮的安装位置不作任何限制。
- (2) 各按钮呼叫时应有指示灯显示，电梯响应该按钮的呼叫后，其指示灯应自动熄灭。
- (3) 电梯运行时响应按钮的优先顺序如下：

- ① 方向优先：电梯按某方向运行时，优先响应该运行方向的按钮；
- ② 距离优先：同一方向有多个按钮呼叫时，优先响应最近的楼层。

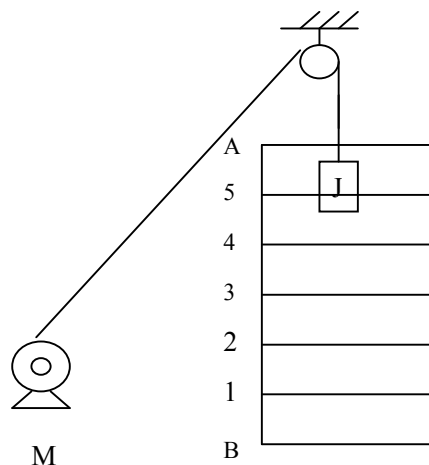


图 2 简化电梯控制模型