

A题：增益可控射频放大器

一、任务

设计并制作一个增益可控射频放大器。

二、要求

1. 基本要求

- (1) 放大器的电压增益 $A_v \geq 40\text{dB}$ ，输入电压有效值 $V_i \leq 20\text{mV}$ ，其输入阻抗、输出阻抗均为 50Ω ，负载电阻 50Ω ，且输出电压有效值 $V_o \geq 2\text{V}$ ，波形无明显失真；
- (2) 在 $75\text{MHz} \sim 108\text{MHz}$ 频率范围内增益波动不大于 2dB ；
- (3) -3dB 的通频带不窄于 $60\text{MHz} \sim 130\text{MHz}$ ，即 $f_L \leq 60\text{MHz}$ 、 $f_H \geq 130\text{MHz}$ ；
- (4) 实现 A_v 增益步进控制，增益控制范围为 $12\text{dB} \sim 40\text{dB}$ ，增益控制步长为 4dB ，增益绝对误差不大于 2dB ，并能显示设定的增益值。

2. 发挥部分

- (1) 放大器的电压增益 $A_v \geq 52\text{dB}$ ，增益控制扩展至 52dB ，增益控制步长不变，输入电压有效值 $V_i \leq 5\text{mV}$ ，其输入阻抗、输出阻抗均为 50Ω ，负载电阻 50Ω ，且输出电压有效值 $V_o \geq 2\text{V}$ ，波形无明显失真；
- (2) 在 $50\text{MHz} \sim 160\text{MHz}$ 频率范围内增益波动不大于 2dB ；
- (3) -3dB 的通频带不窄于 $40\text{MHz} \sim 200\text{MHz}$ ，即 $f_L \leq 40\text{MHz}$ 和 $f_H \geq 200\text{MHz}$ ；
- (4) 电压增益 $A_v \geq 52\text{dB}$ ，当输入信号频率 $f \leq 20\text{MHz}$ 或输入信号频率 $f \geq 270\text{MHz}$ 时，实测电压增益 A_v 均不大于 20dB ；
- (5) 其他。

三、说明

1. 基本要求（2）和发挥部分（2）用点频法测量电压增益，计算增益波动，测量频率点测评时公布。
2. 基本要求（3）和发挥部分（3）用点频法测量电压增益，分析是否满足通频带要求，测量频率点测评时公布。
3. 放大器采用+12V 单电源供电，所需其它电源电压自行转换。

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	射频放大器设计 频带内增益起伏控制 射频放大器稳定性 增益调整	8
	电路与程序设计	电路设计与程序设计	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
	小计		20
	基本 要求	完成第（1）项	
完成第（2）项		6	
完成第（3）项		16	
完成第（4）项		10	
小计		50	
发挥 部分	完成第（1）项		14
	完成第（2）项		3
	完成第（3）项		12
	完成第（4）项		16
	（5）其他		5
	小计		50
总分			120

B 题：手写绘图板

一、任务

利用普通 PCB 覆铜板设计和制作手写绘图输入设备。系统构成框图如图 1 所示。普通覆铜板尺寸为 $15\text{cm}\times 10\text{cm}$ ，其四角用导线连接到电路，同时，一根带导线的普通表笔连接到电路。表笔可与覆铜板表面任意位置接触，电路应能检测表笔与铜箔的接触，并测量触点位置，进而实现手写绘图功能。覆铜板表面由参赛者自行绘制纵横坐标以及 $6\text{cm}\times 4\text{cm}$ （高精度区 A）和 $12\text{cm}\times 8\text{cm}$ （一般精度区 B）如图中两个虚线框所示。

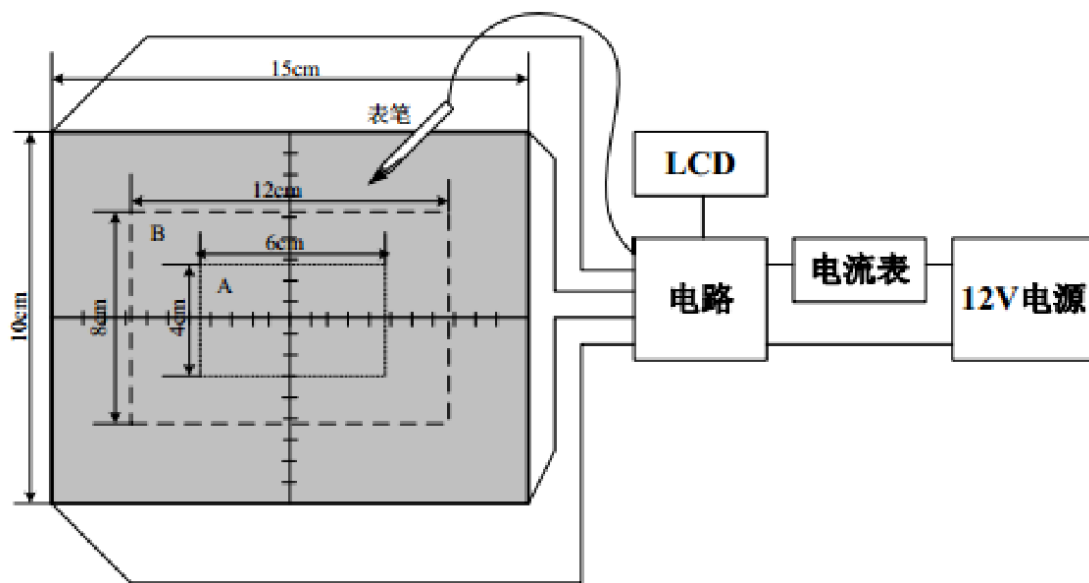


图 1 系统构成框图

二、要求

1. 基本要求：

- （1）指示功能：表笔接触铜箔表面时，能给出明确显示。
- （2）能正确显示触点位于纵坐标左右位置。
- （3）能正确显示触点四象限位置。
- （4）能正确显示坐标值。
- （5）显示坐标值的分辨率为 10mm ，绝对误差不大于 5mm 。

2. 发挥部分：

- （1）进一步提高坐标分辨率至 8mm 和 6mm ；要求分辨率为 8mm 时，绝对误差不大于 4mm ；分辨率为 6mm 时，绝对误差不大于 3mm 。
- （2）绘图功能。能跟踪表笔动作，并显示绘图轨迹。在 A 区内画三个直径分别为 20mm ， 12mm 和 8mm 不同直径的圆，并显示该圆； 20mm 的圆要求能在 10s 内完成，其它圆不要求完成时间。
- （3）低功耗设计。功耗为总电流乘 12V ；功耗越低得分越高。要求功耗等于或小于 1.5W 。
- （4）其他。如显示文字，提高坐标分辨率等。

三、说明

1. 必须使用普通的覆铜板

- (1) 不得更换其它高电阻率的材料。
- (2) 不得对铜箔表面进行改变电阻率的特殊镀层处理。
- (3) 覆铜板表面的刻度自行绘制，测试时以该刻度为准。
- (4) 考虑到绘制刻度影响测量，不要求表笔接触刻度线条时也具有正确检测能力。

2. 覆铜板到电路的连接应满足以下条件

- (1) 只有铜箔四角可连接到电路，除此之外不应有其它连接点（表笔触点除外）。
- (2) 不得使用任何额外传感装置。

3. 表笔可选用一般的万用表表笔。

4. 电源供电必须为单 12V 供电。

5. 基本要求除（5）外均在 B 区测，测分辨率和圆均在 A 区内测。

C 题：光伏并网发电模拟装置

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， $U_S=12V-24V$ ， $R_S=10\Omega$ ； u_{REF} 为交流正弦参考电压信号，频率 f_{REF} 为 $45Hz\sim 55Hz$ ； $R_L=1\Omega\sim 2\Omega$ 。

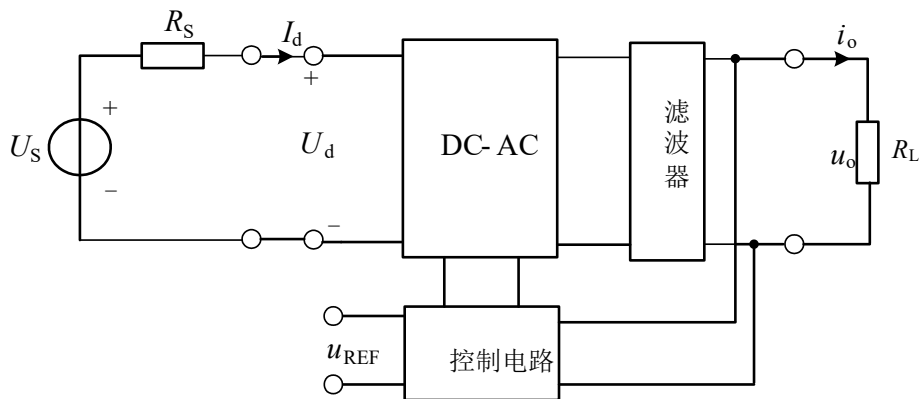


图 1 并网发电模拟装置框图

二、要求

1. 基本要求

- (1) 具有最大功率点跟踪(MPPT)功能： U_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 10%。
- (2) 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 $R_S=10\Omega$ ， $R_L=2\Omega$ 时，DC-AC 变换器的效率 $\eta\geq 80\%$ 。
- (4) 当 $R_S=10\Omega$ ， $R_L=2\Omega$ 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 $U_{d(th)}=(4\pm 0.5)V$ 。
- (6) 具有输出过流保护功能，动作电流 $I_{o(th)}=(3\pm 0.2)A$ 。

2. 发挥部分

- (1) 提高 DC-AC 变换器的效率，使 $\eta\geq 90\%$ ($R_S=10\Omega$ ， $R_L=2\Omega$ 时)。
- (2) 降低输出电压失真度，使 $THD\leq 1\%$ ($R_S=6\Omega$ ， $R_L=2\Omega$ 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。由于 U_s 和电阻 R_s 模拟光伏电池，因此不可直接测量 U_s 。
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。

2022 年 TI 杯 XX 省大学生电子设计竞赛

小车跟随行驶系统（D 题）

一、任务

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

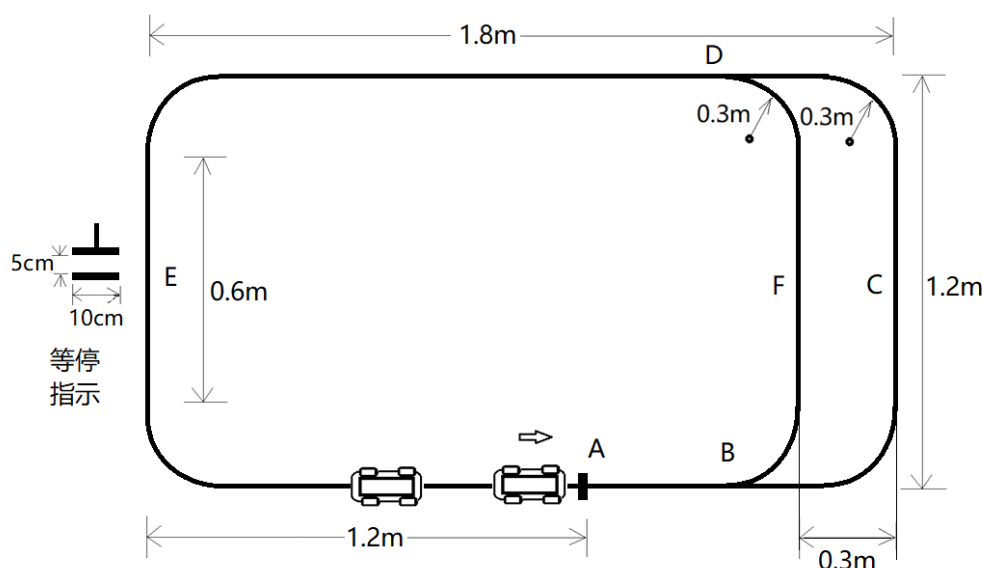


图1 小车跟随行驶场地示意图

二、要求

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

(1) 领头小车的平均速度误差不大于 10%；

(2) 跟随小车能跟随领头小车行驶，全程不能发生小车碰撞；

(3) 完成一圈行驶后领头小车到达 A 点处停车，跟随小车应及时停止，停止时间差不超过 1s，且与领头小车的间距为 20cm，误差不大于 6cm。

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

(1) 领头小车的平均速度误差不大于 10%；

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

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

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

(1) 全程两个小车行驶平稳，顺利完成两次超车，且不能发生小车碰撞；

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

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

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

(1) 领头小车的平均速度误差不大于 10%；

(2) 领头小车达到“等停指示”点停车，停车位置准确，误差不大于 5cm；

(3) 在“等停指示”处停车时间为 5s，误差不超过 1s。

5. 其他。（10 分）

6. 设计报告。（20 分）

	项目	主要内容	满分
设计报告	系统方案	小车跟随行驶的设计方案	3

	理论分析	小车间通信模式分析 小车运控设计 小车间距离控制	5
	电路与程序设计	小车循迹电路 小车间通信电路 小车防撞设计电路	5
	测试方案与测试结果	测试方法与仪器 测试数据完成性 测试结果分析	4
	设计报告结构及规范性	摘要 设计报告正文的结构 图标的规范性	3
	总分		20

三、说明

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

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

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

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

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

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

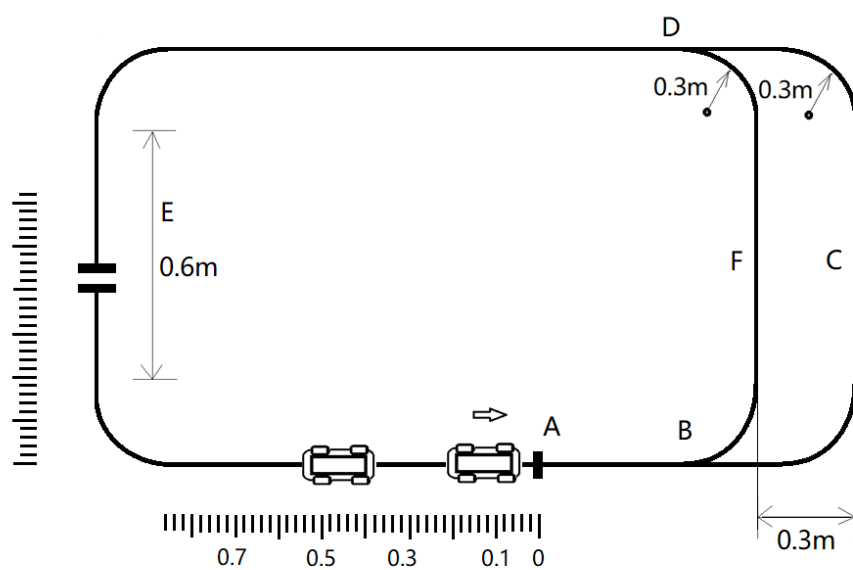


图2 行驶场地可以画出刻度

E 题：单工无线呼叫系统

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 20mW(50W 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 50W 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。