



电子系统设计综合实验

课程介绍

-----2024.7

目录

CONTENTS

01. 课程概要
02. 设计选题
03. 单片机简介
04. 单片机软件架构
05. 编程案例分析



第一部分

课程概要

- 实验室安全
- 注意事项
- 短学期安排
- 实验内容
- 常用器件选型

信息与电子工程实验中心

实验室安全教育

- 凡是进入实验室的学生，必须自觉**服从管理**，严格执行实验室的各项**管理规定**，严格遵守仪器设备的**操作规程**。请务必仔细阅读实验室墙上的《实验室学生安全操作规则》和《实验室学生守则》。
- 进入实验室之前必须**认真预习**实验内容，明确实验目的、原理、实验步骤。
- 仪器设备应按使用方法操作，不得随意更换或拆卸，实验完毕后应**关闭**实验桌上所有**设备电源**并按原样**整理桌面**。仪器设备若有故障，**请向老师报告并做好记录，不要擅自处理**。
- 实验过程中应随时注意安全，若发现异常现象，应**切断电源**并报告老师处理，切勿盲目乱试，擅自拆修。

信息与电子工程实验中心

实验室安全教育

- 使用电烙铁要特别注意人身安全和电气安全，严禁将电烙铁随意放置在桌面或地上，绝对不可让烙铁头碰触电线、也不要让烙铁头直接碰触桌面和仪器面板，避免烫坏。电烙铁使用后要稳妥放置在烙铁架上，并随时注意导线、人体不要碰到烙铁头，以免烧化塑料引起短路以致触电事故或不必要的烫伤。电烙铁使用完毕或中途离开实验室要及时断电，以防引起火灾。
- 实验中需如实记录实验数据，严禁抄袭他人数据或伪造实验记录。
- 不得将食物带入实验室，不允许穿拖鞋、背心进入实验室。
- 实验室内不得乱扔杂物、纸屑，不得大声喧哗，严禁吸烟。保持实验室内文明卫生整洁。

注意事项

- (1) 线上交流采用钉钉，技术性的问题尽量在群里交流，以便共性的问题大家都能了解到。
- (2) 实验中2人组成一个小组。分工协作完成电路和pcb设计，软件编程设计和系统的调试与测试。
- (3) 设计电路采用双面板，尺寸控制在10cm*10cm之内，要求手工布线，空白处写上组号，设计平台采用“嘉立创EDA”
- (4) 实验过程文件求在规定时间内按时提交，以免影响整体进度
- (5) 过程资料和实验报告以作业形式提交到“学在浙大”。



短学期安排

日期	2024电子电路系统综合实践任务安排
7.1	上午8:30：短学期安排，题目讲解，课题确定。下午14：30，上报组队与课题，课题调研与设计。安装开发软件，学习基本的开发版使用。
7.2	课题调研，硬件设计，学习STM32嵌入式系统
7.3	上午课题设计、准备答辩PPT；下午13:00 答辩（电路方案、器件选择、输入输出接口信号规范、电源等。）
7.4	1、原理图终稿作业提交截止（13:00） 2、PCB初稿作业和器件清单提交截止（23:00）
7.5	PCB终稿作业提交截止（17:00）
7.6	学习STM32编程方法，做编程作业
7.7	做编程作业，后续实验准备（硬件电路安装调试准备、构建系统软件架构）
7.8	编程作业提交（截止时间：17:00），撰写实验报告设计部分
7.9-7.11	电路安装调试，软件编程，系统联调
7.12-7.13	课程验收，交还实验器材，撰写实验报告（截止时间：7月21日）
注意事项： 1、平时交流见课程钉钉群 2、因为短学期时间紧凑，请同学们注意进度，及时提交作业到学在浙大 3、分组确认之后，各组员座位固定，注意管理好自己位置的实验工具和环境卫生； 4、实验室开放时间：8:30-16:30，每天及时签到签退，课程时间不得无故缺席；	

实验内容

- 总体内容：
 - 系统方案设计、开题答辩、设计电路原理图、绘制PCB版图、安装焊接、软件编程、调试验收和结题。实验报告每小组一份，每个同学独立完成：项目所承担的主要工作介绍，收获、心得、意见建议等。
- 开题报告内容：
 - 7月5日进行实验方案的答辩（要评分），要求每组讲清电路方案、器件选择、输入输出接口信号规范、电源等，给出初步的电路原理图，2人一组，相互合作，明确分工。以PPT形式进行表述。答辩通过才能继续。

器件的选择

- 直流和低频信号的放大等处理尽量选用运算放大器，根据需要可选择单运放（OP07，uA741）双运放（LM358，NE5532）或四运放（LM324，TL084）等。
- 比较器可选双比较（如LM393）或四比较器（如LM339），注意比较器与运放的区别。
- 单片机优选：STM32C8T6。
- 其它：DC-DC，MC34063,7660；LCD，OLED；模拟开关，CD4052、4053；可控硅，BTA16，N沟道MOS管，IRF540N等
- 查询器件数据资料的网站：<http://www.icpdf.com>；www.21IC.com；www.datasheet4u.com；www.alldatasheet.com；要会查阅资料（Data Sheet）。

器件选型-2

- 1、对于输入要求高阻抗的，运算放大器可选用：CA3140，输入阻抗高达1.5TR；
- 2、如果想用电源供电，且供电电压在5V左右的，可以采用CMOS，零漂移的运放：OPA335AID，封装可采用DIP8（通过转换座）；
- 3、大功率场效应管，N沟道用：P75NF75（导通内阻11mR）或NCE6050KA（导通内阻15mR）。P沟道用：IRF9540（导通内阻117mR）或SUD50P06（15mR）；
- 4、小功率场效应管（可用作电阻测量的换挡开关），N沟道用：AO3400（33mR），P沟道用：AO3401（75mR）；
- 继电器：单刀用HK4100F-5，双刀用HK19F-5。线包电压都用5V。

资料-学在浙大&钉钉文件共享

7.9 课程介绍, 组队

电子系统设计选题 [查看文件](#)

第四次课 电路与PCB设计 [未开放](#) 影片长度 01:58:05

+ 新增学习活动

7.10 课题调研, 硬件设计, 了解单片机

第五次课 电路与PCB设计答疑 [未开放](#) 影片长度 01:44:47

第二次网课录像-微处理器架构及应用介绍 [未开放](#) 影片长度 01:59:57

+ 新增学习活动

7.11 课题设计, 开题答辩

+ 新增学习活动

7.12-13 PCB设计, 学习单片机编程方法

第三次课 软件架构及编程方法 [未开放](#) 影片长度 02:16:22

路系统综
系统综合

文件

日志

图片及视频

链接

×

① 普通群文件保留至少6个月。

上传 / 新建

Q

...

☐ 时间排序 ↓

☐ 文件夹 单片机学习
最后更新: 今天 23:23 金向东

☐ 文件夹 单片机相关软件
最后更新: 今天 23:21 金向东

☐ 文件夹 电子系统设计参考资料
最后更新: 今天 23:00 金向东

☐ 文件夹 电子系统设计参考题
最后更新: 今天 22:59 金向东

☐ 文件 2021电子电路系统综合实验_227名单.xls
38.5 KB · 最后更新: 今天 11:11 王子立



第二部分

设计选题

- 往年选题
- 往年作品
- 今年选题
- 选题分析

设计选题

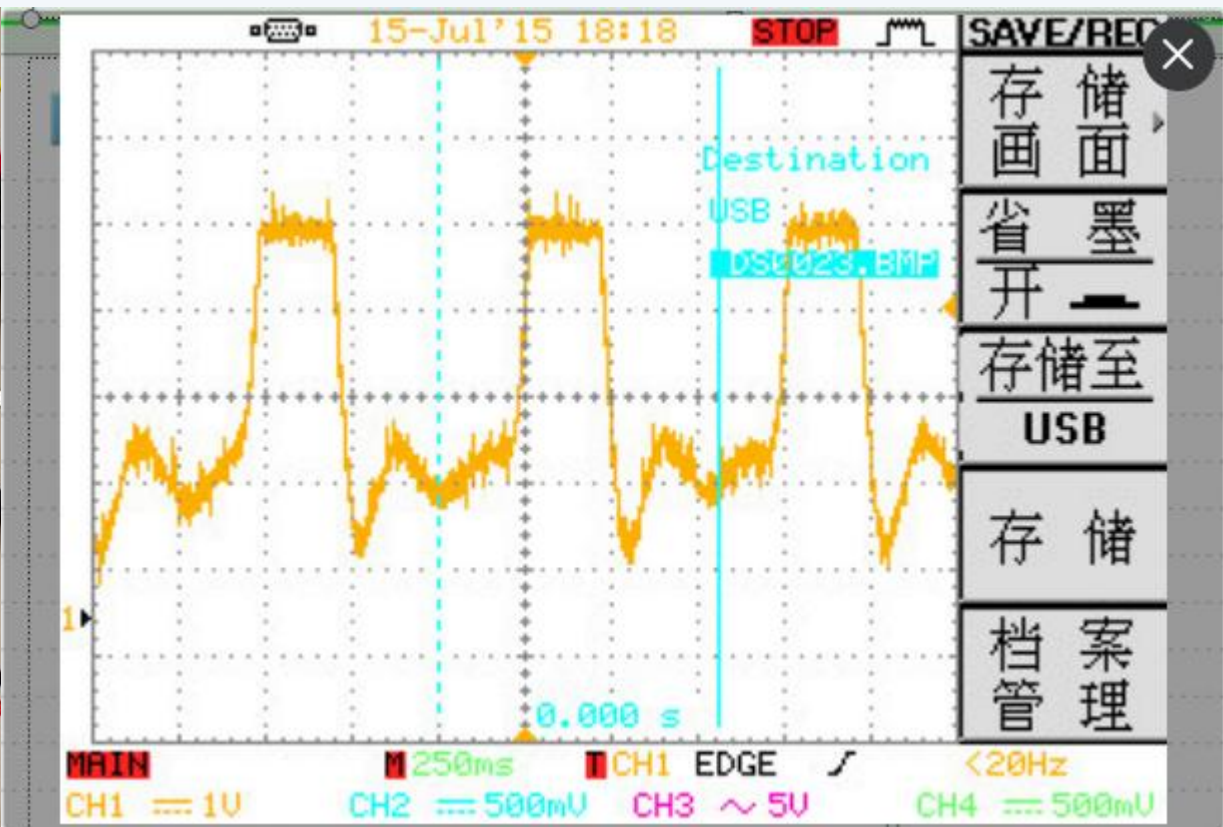
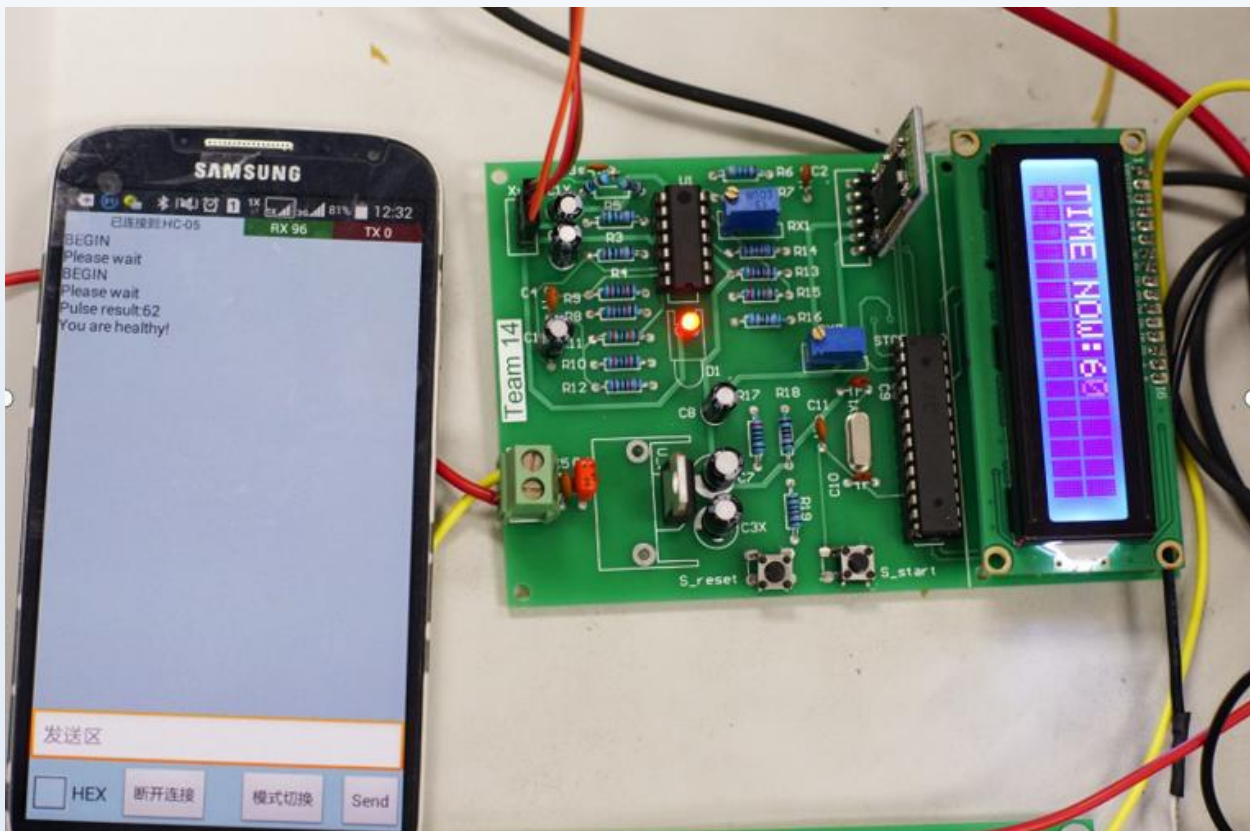
• 往年选题：

- 0、太阳能景观灯控制器设计（充放电控制，LED恒流控制）★★★
- 1、便携式脉搏测试仪（小信号调理，滤波，采样，蓝牙）★
- 2、数控恒流源（恒流控制，电压电流检测，充电控制）★★
- 3、简易自动电阻测试仪（镜像恒流源，伺服电机控制，自动量程）★★
- 4、简易直流电子负载（数字控制恒流源，电压电流检测）★★
- 5、锁定放大器（小信号放大，滤波，相敏鉴相器）★★★
- 6、低频数字式相位测量仪（移相，相位测量）★★
- 7、数字频率计（整形，频率、周期、时间间隔测量）★★

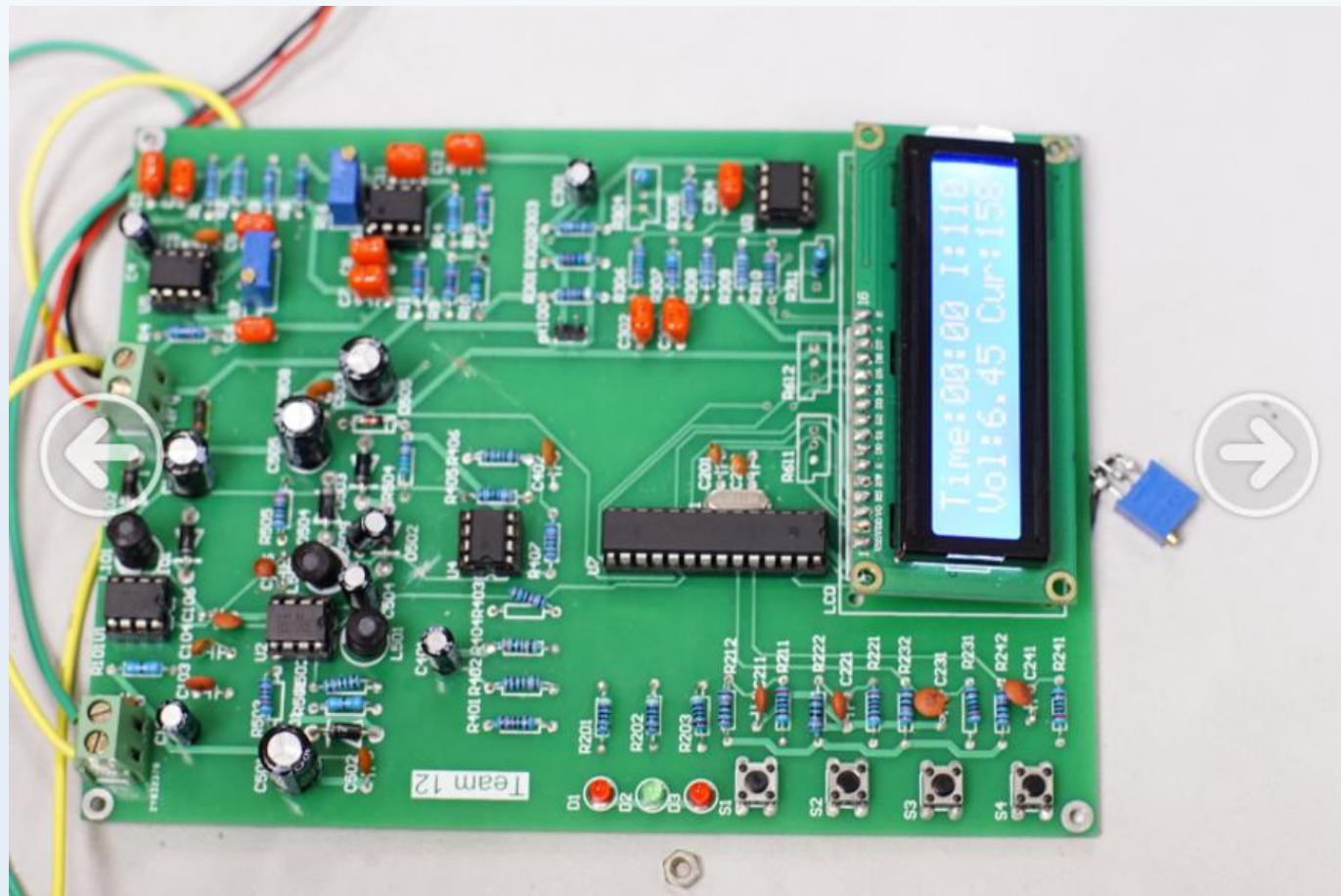
作品-LED灯



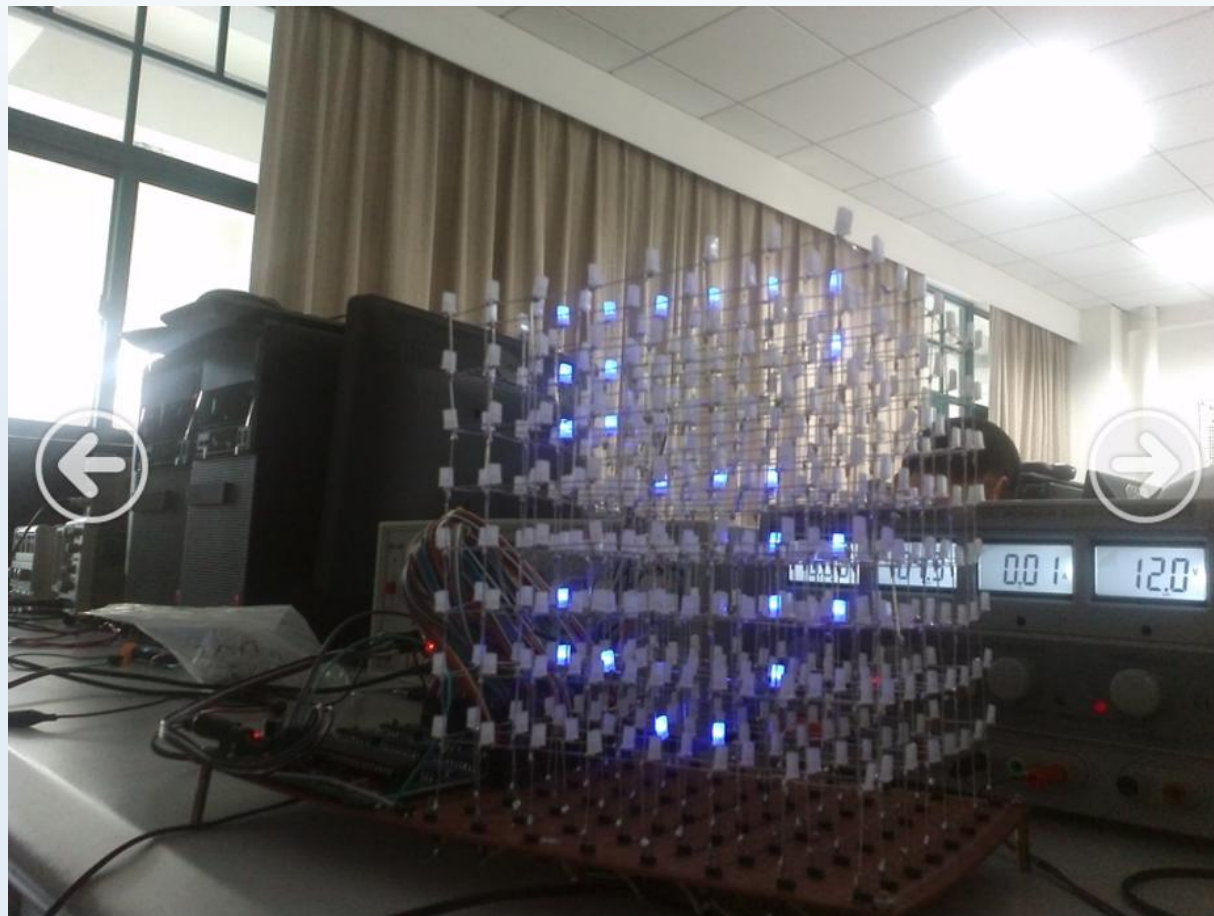
作品-便携式脉搏测试仪



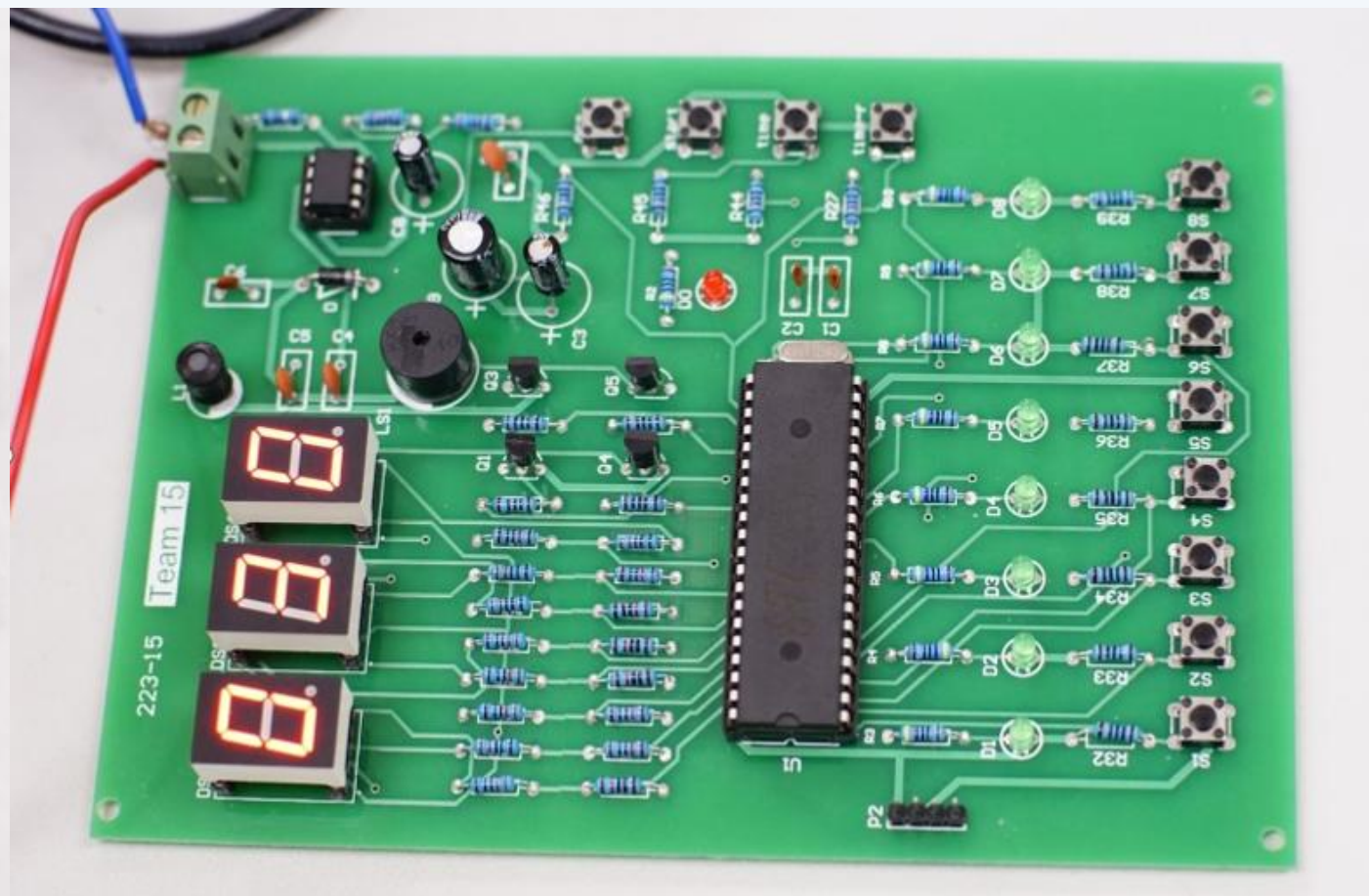
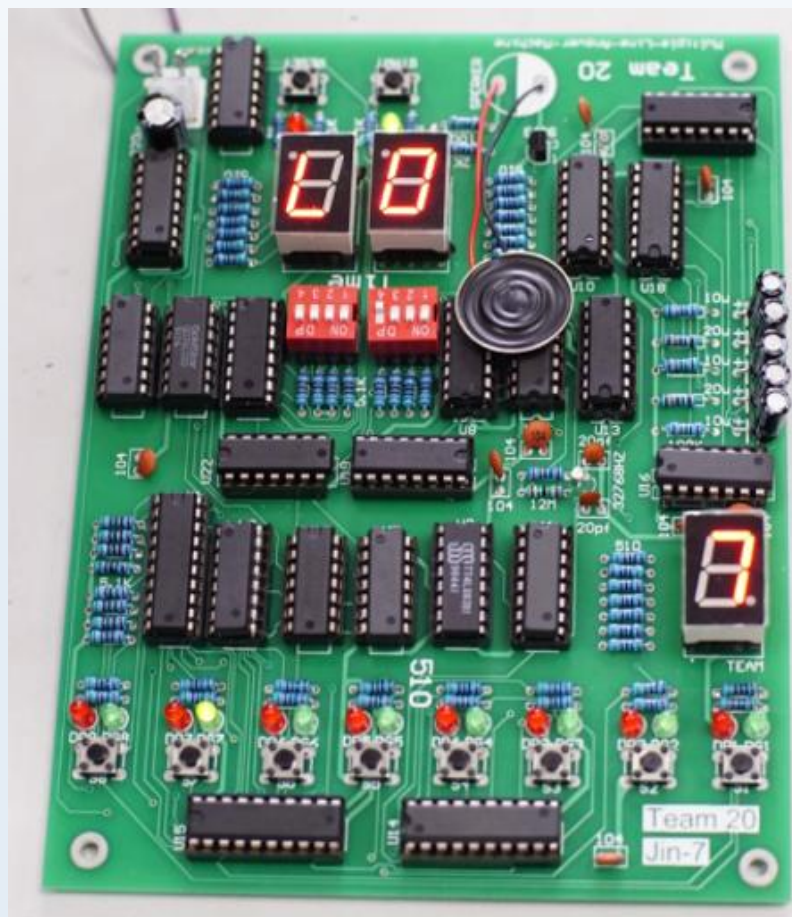
作品-数控恒流源



其它作品-光立方



其它作品-抢答器



设计选题

• 今年选题：

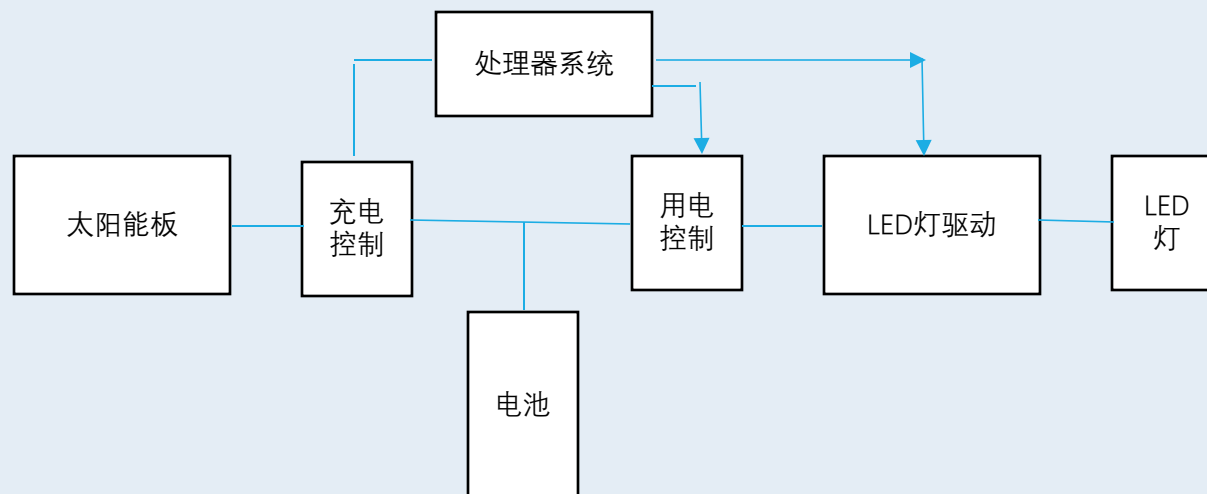
- 0、太阳能景观灯控制器设计（充放电控制，LED恒流控制） ★★★
- 1、便携式脉搏测试仪（小信号调理，滤波，采样，蓝牙） ★
- 2、温度控制系统设计（温度检测、加热控制，PID算法） ★★
- 3、简易自动电阻（电容）测试仪（镜像恒流源，伺服电机控制，自动量程） ★★
- 4、Gamma频率（40Hz）声光发生器（波形发生，LED驱动与调光，音频发生，远程控制）
★★★

今年的选题分析

0、太阳能景观灯控制器设计

• 一、任务

- 设计并制作太阳能景观灯控制器，太阳能板开路电压12V，最大电流0.5A；电池采用两个锂离子串接的电池组；照明采用LED灯（1W LED灯）。其原理示意图如下图所示：



• 二、要求

• 基本要求

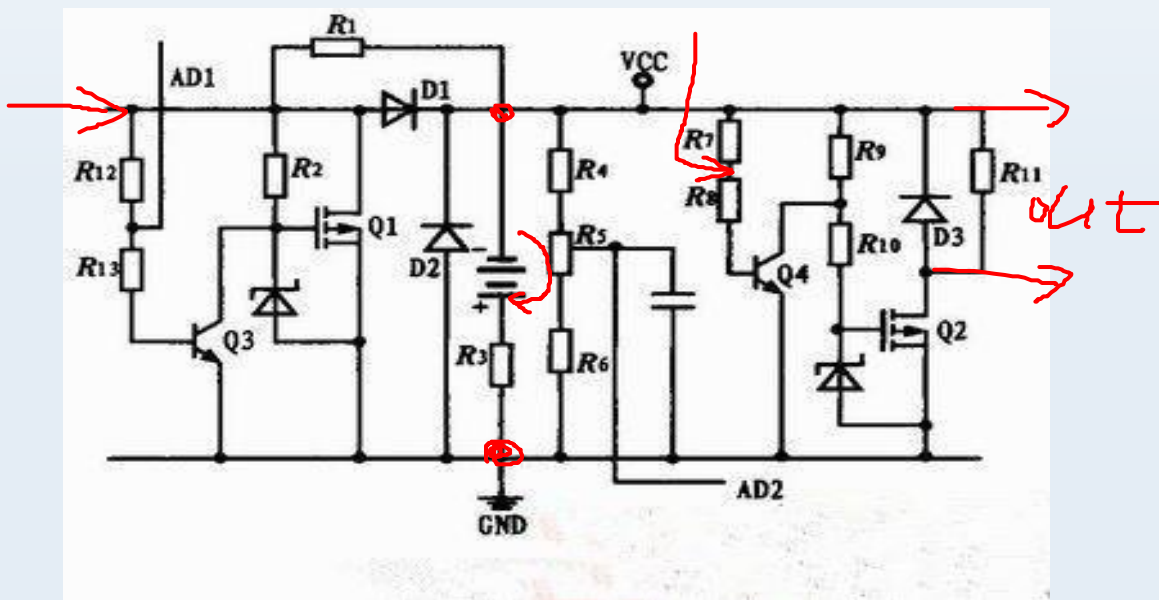
- 实现对电池的充电控制，电池电压达到8.2V时停止充电，电池电压低于7.8V时继续充电。20分
- 实现对LED灯的用电控制，当电池电压低于6V时，停止供电，电池电压高于6.4V时继续供电。15分
- 对LED进行恒流驱动，电流300mA，控制精度小于15mA。15分

• 发挥部分

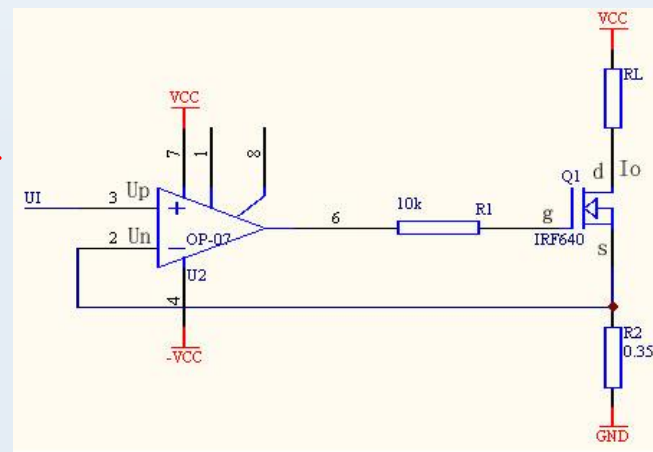
- 系统工作状态有显示（LCD屏）。5分
- 当电池电压达到8.2V时，采用PWM方式控制进行恒压限流充电，当电流低于100mA时停止充电。20分
- 通过设定实现LED的亮度调节，调节步进小于50mA。15分
- 实现景观灯的光控功能，有白天灭，夜间点亮。5分
- 其它，如实现时空等。5分

资料电路参考

- 参考资料:
- 参考电路:

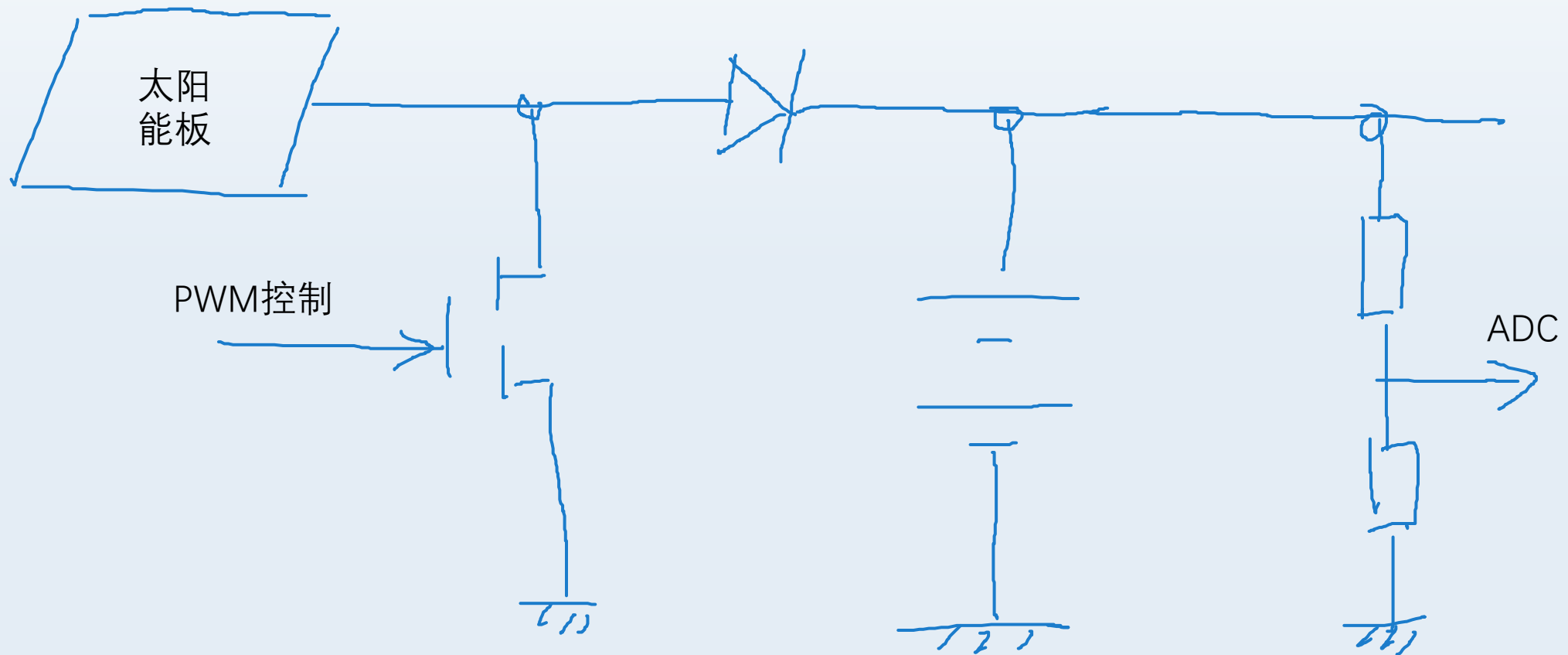


充放电控制



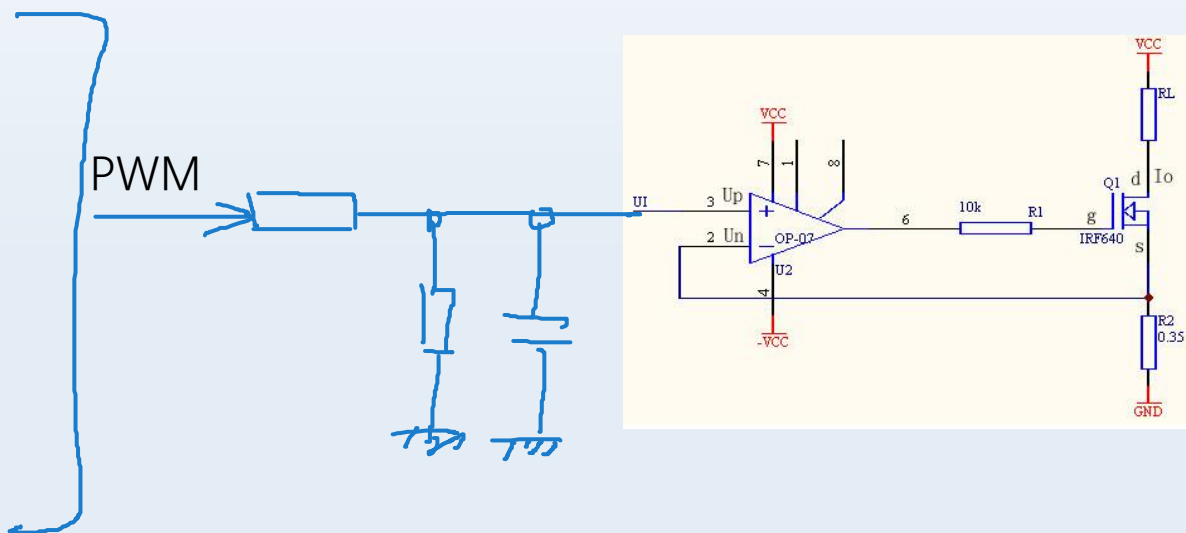
恒流源

充电控制

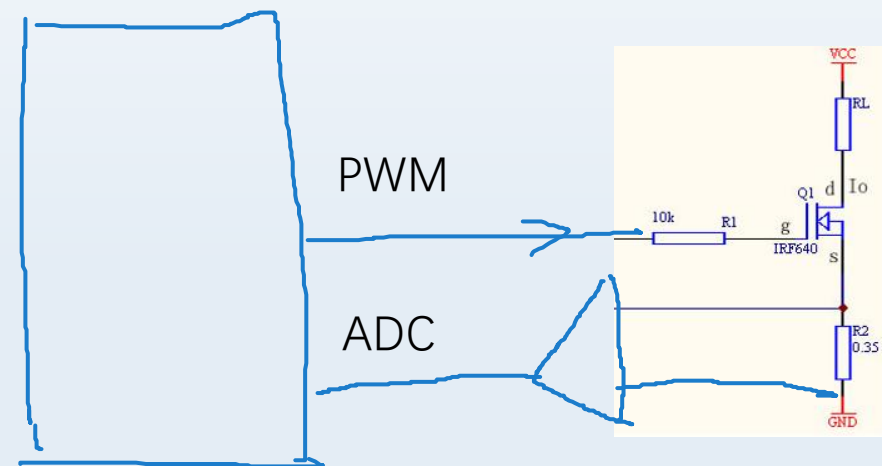


恒流控制

开环控制



闭环控制

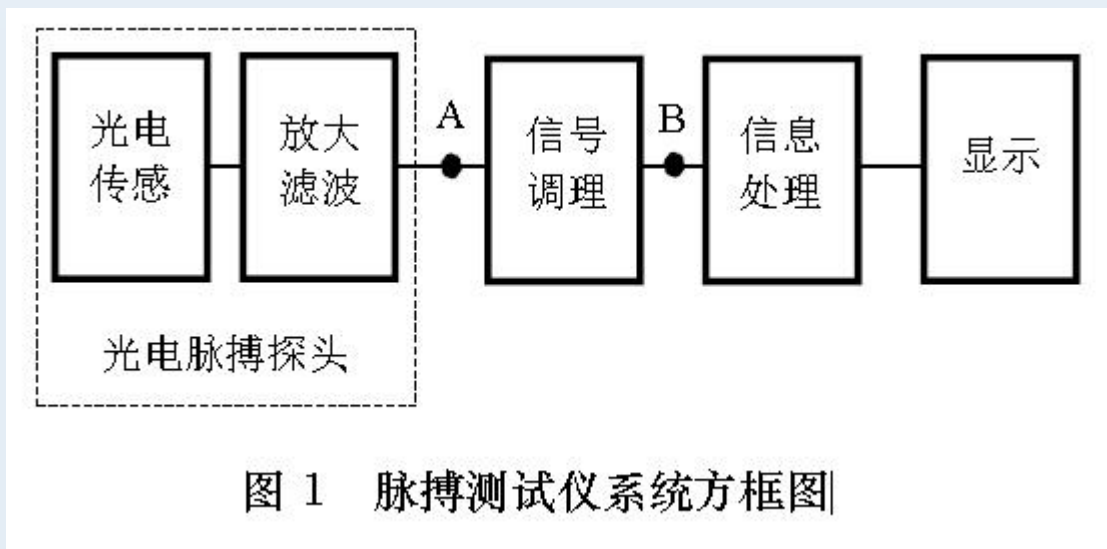


今年的选题分析

1、便携式脉搏测试仪

• 一、任务

- 设计并制作一个便携式人体脉搏测试仪，该测试仪采用红光或红外光发射接收技术，从人体手指或耳垂处采样获取脉搏信息，并能实时显示被测者每分钟的脉搏数。



二、要求

► 1、基本要求

- (1) 设计制作光电脉搏探头，发射红外光或红光作为探测信号，照射到指尖等人体组织后，接收其透射或反射信号。5分
- (2) 设计制作脉搏信号调理电路与信息处理电路，测量并显示被测人每分钟脉搏次数，以医学仪器产品同时测量值为对照，测量误差不大于 ± 3 次。20分
- (3) 测试仪采用 5V 单电源供电。10分
- (4) 测试仪在测量状态时，能在光电探头达到合适测试部位时自动启动测量，1 分钟完成测量后自动待机，直至撤离探头并再次达到测试部位时自动启动下一次测量。15分

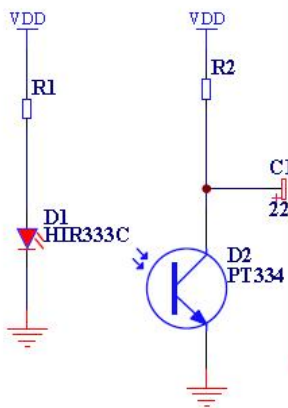
► 2、发挥部分

- (1) 可预置脉搏次数上下告警门限，当脉搏次数测量值超出告警限时，测试仪告警。5分
- (2) 采集记录脉搏波形信号，ADC的采样速率为50Hz，记录波形长度为2秒。并通过异步串口(UART，采用USB转串口模块)，将波形信号数据采用“串口助手”传送给PC（传输速率115200bps），并导出到 Excel生成脉搏波形（也可采用第三方应用程序实时显示波形）。15分
- (3) 采用MATLAB，C#等设计应用程序，接收串口数据，显示波形。10分
- (4) 研究脉搏的快速检测方法，在尽量短时时间内实现脉搏参数的检测(比如20秒内)。脉搏参数可通过串口传送PC。10分
- (5) 实现通过蓝牙透传模块的无线传输，通过“手机串口助手”APP接收波形数据和心率（脉搏次数）数据。5分
- (6) 其它。5分

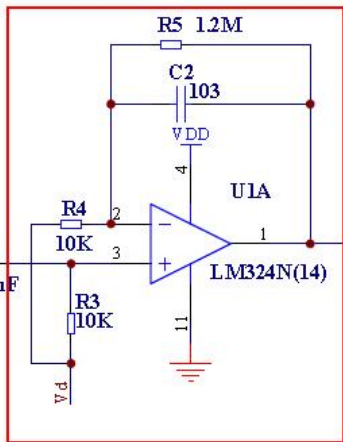
电路参考

- 2014年TI杯-江苏省大学生电子电路设计竞赛
- 便携式脉搏测试仪.doc
- 单片机一种测量相位差的新方法.pdf
- 舵机的原理与单片机控制.docx

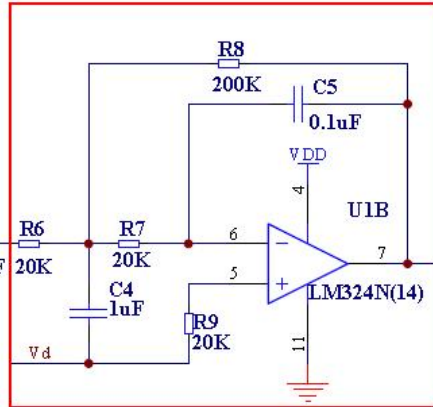
光电传感器



低通滤波放大器

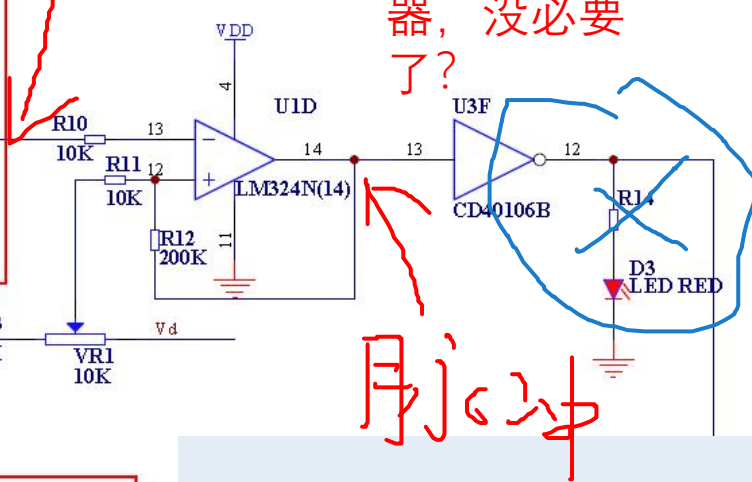


四阶低通滤波放大器

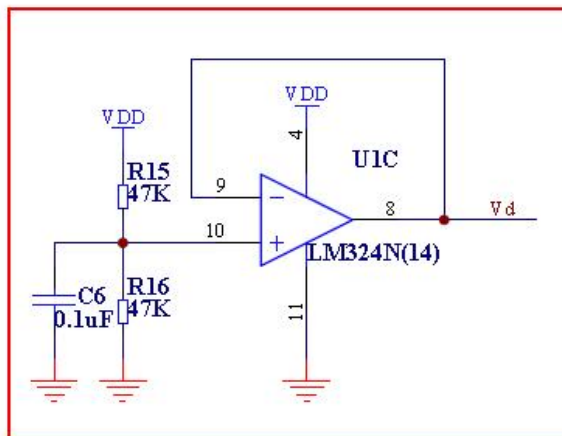
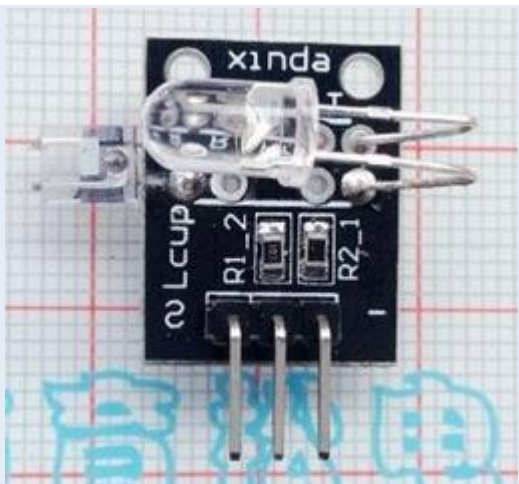


ADC
迟滞比较器

施密特触发器，没必要了？



月jck

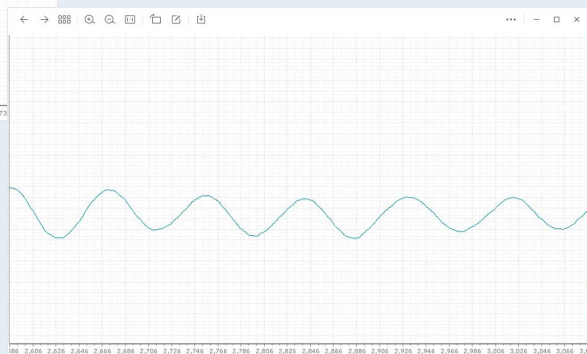
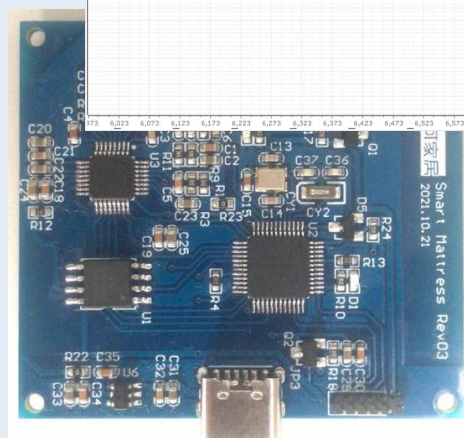
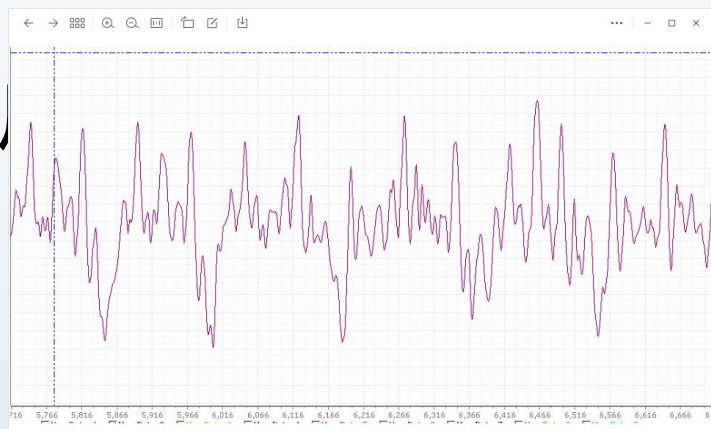


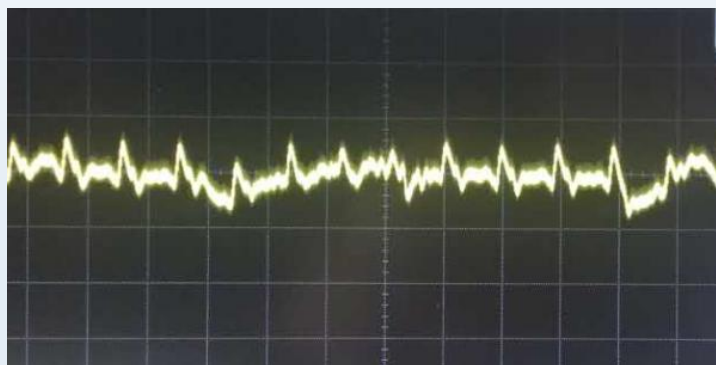
偏置电压

另一种非接触的心率、呼吸率检测系统 ——智能床垫

• 采用

人体



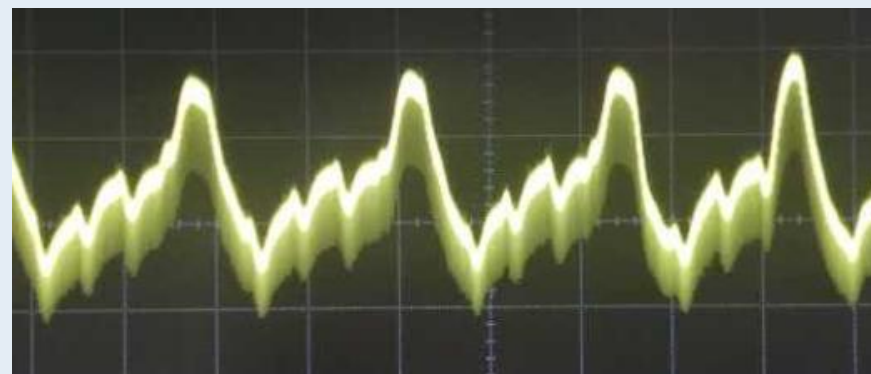


带通

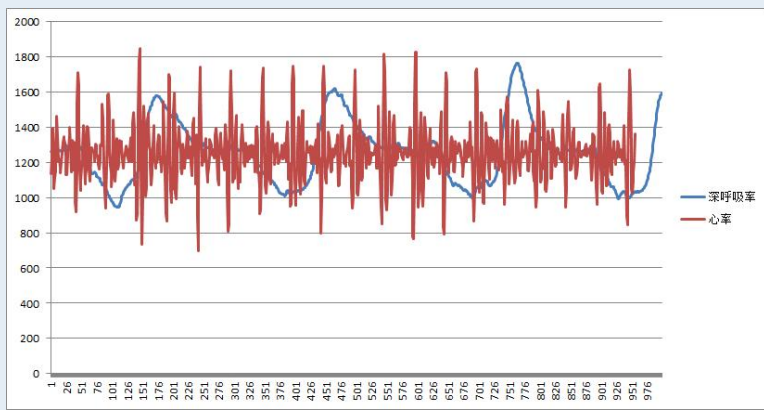


1.2Hz左右的心率

低通



0.3Hz左右的呼吸率



- # 制系统设计

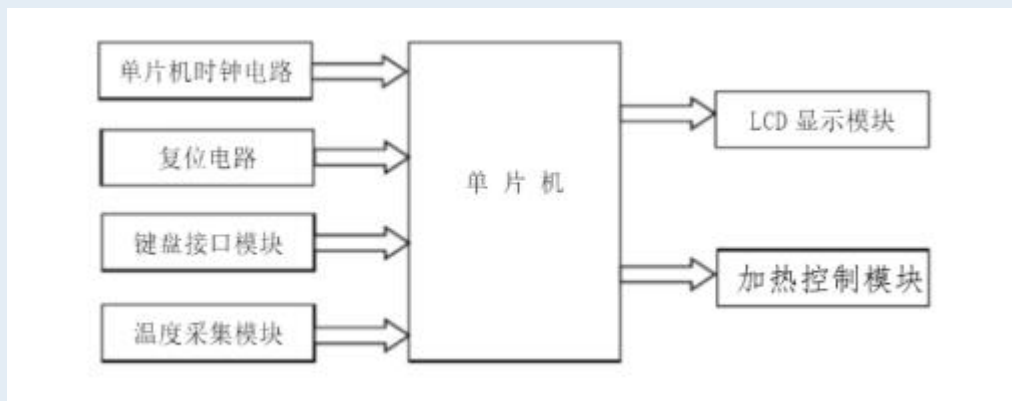
应用

象山象富达机电有限公司

一、任务

设计并制作一个温度控制系统，采用大功率电阻（10R/10W）作为加热器件，对铝板进行加热，温度传感器采用LM35，或NTC热敏电阻（10k/b3950/1%）。加热控制模块包含加热器件和铝板，温度传感器也安装在铝板之上，其它部分是用来控制的单片机系统部分。

系统可通过键盘设定需要控制的温度值，通过温度采集和控制使得铝板上的温度保持平衡，并使得该温度的波动尽量小。



二、要求

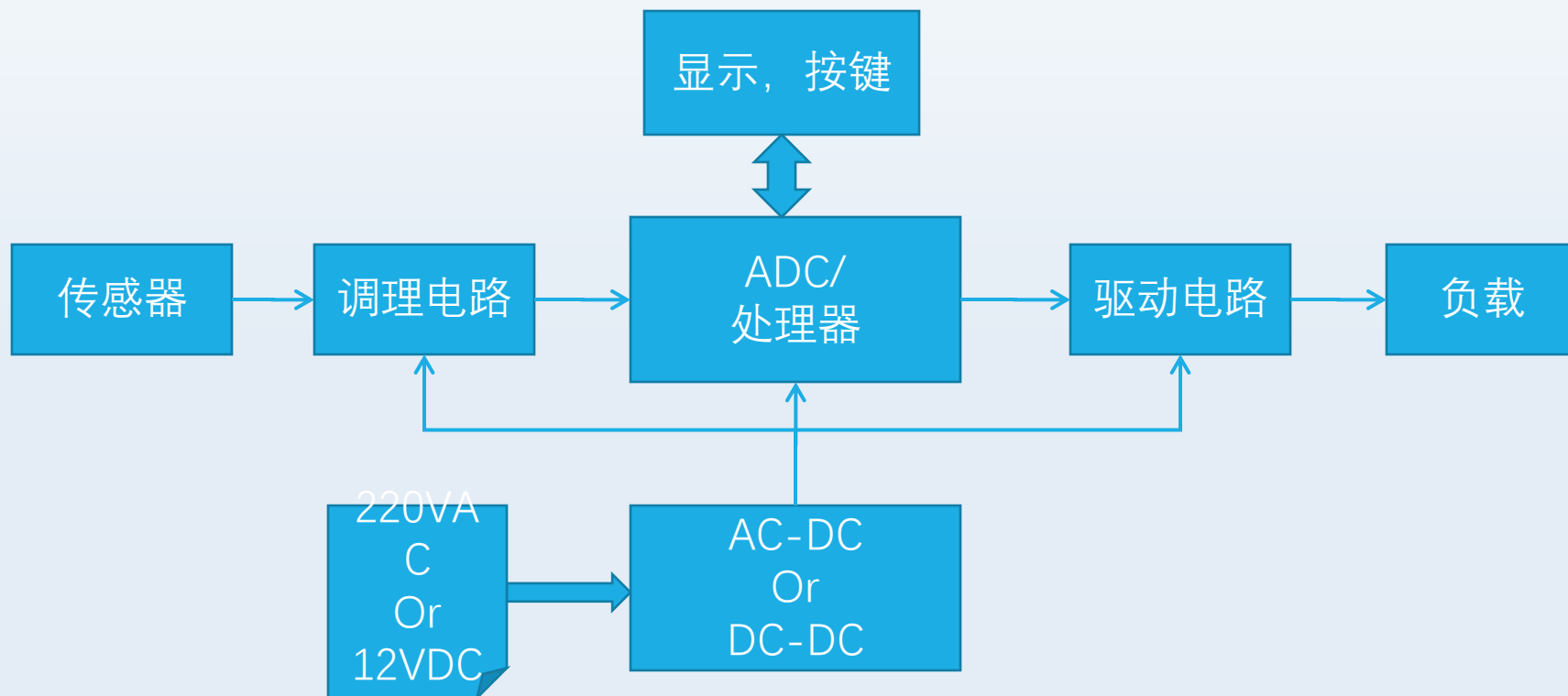
1. 基本要求

- (1) 设计系统实现温度的采集、加热控制、温度（包括设定温度和采集温度）显示等功能。20分
- (2) 设四个按键，分别是设置键、加1键、减1键和启动/停止键，实现信息输入；在不超过最高温度的情况下，能够通过按键设置想要的温度并显示。20分
- (3) 稳定时温度控制准确度/温度波动范围: ± 2 度（可以采用LM35传感器）。10分

2. 发挥部分

- (1) 采用NTC热敏电阻作为温度传感器，稳定时温度控制准确度/温度波动范围: ± 2 度。20
- (2) 设计PID控制算法，使得启动时的温度过冲尽量小（ < 2 度），稳定速度快（10秒内）。20分
- (3) 可设置温控范围，并实现温度超限报警。5分
- (4) 其它。5分

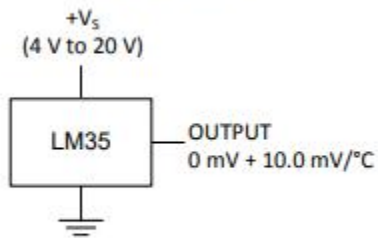
系统架构



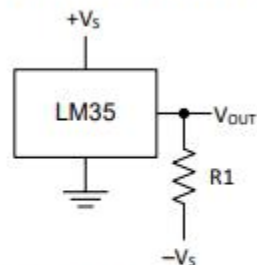
温度传感器

LM35

基本摄氏温度传感器
(2°C 至 150°C)



全范围摄氏温度传感器



选择 $R_1 = -V_S/50\mu A$
150°C 时, $V_{OUT} = 1500mV$
25°C 时, $V_{OUT} = 250mV$
-55°C 时, $V_{OUT} = -550mV$

NTC热敏电阻103-3950

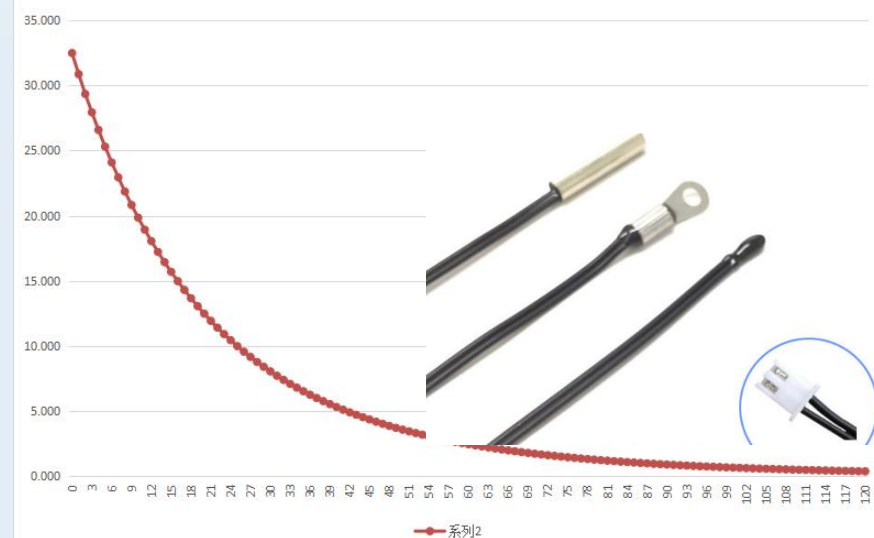
NTC热敏电阻B值公式为: $B = \frac{T_1 T_2 \ln(R_{T1}/R_{T2})}{(T_2 - T_1)}$

$$R = 10 * \exp(3950 (1/T - 1/298.15))$$

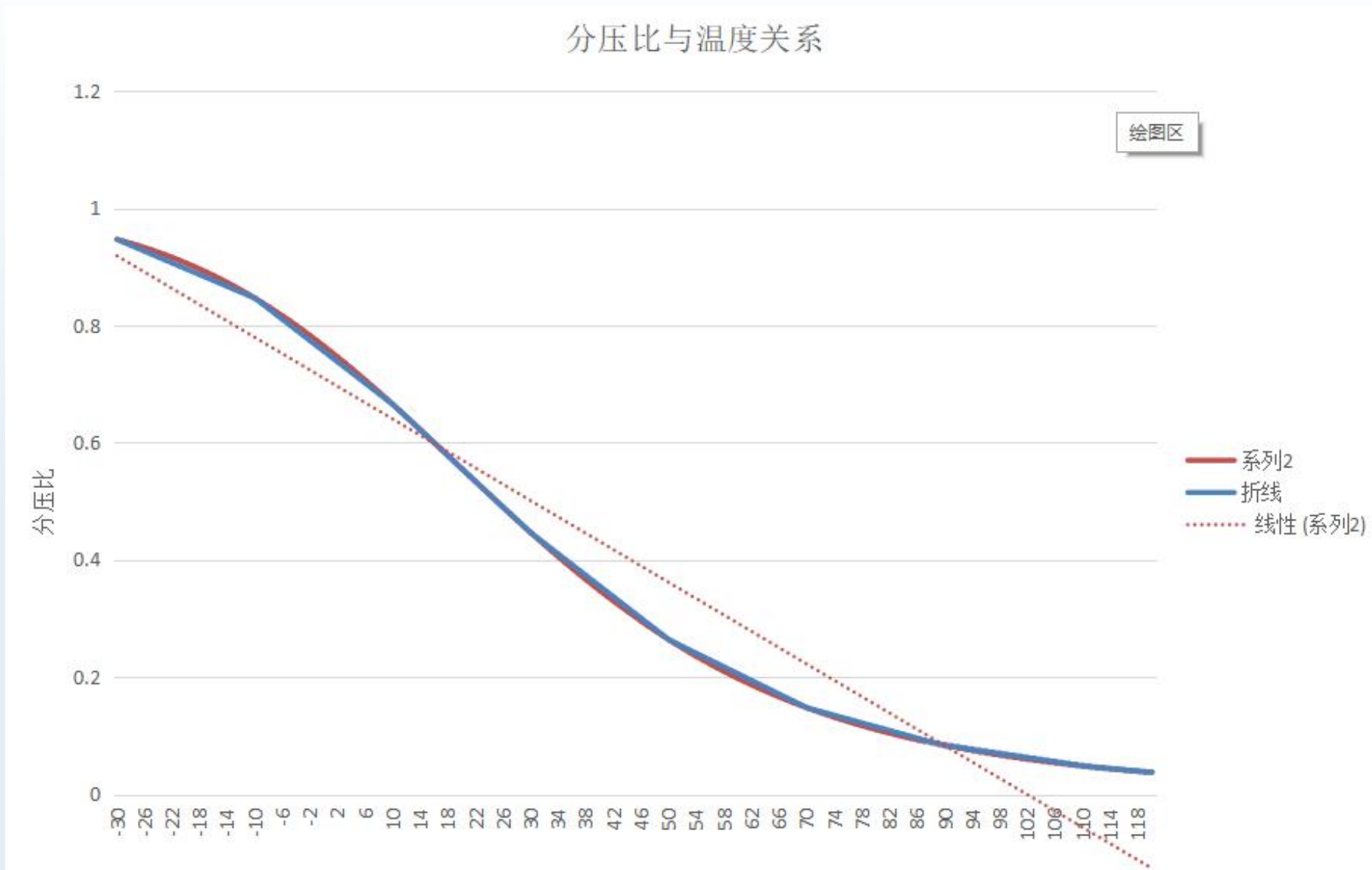
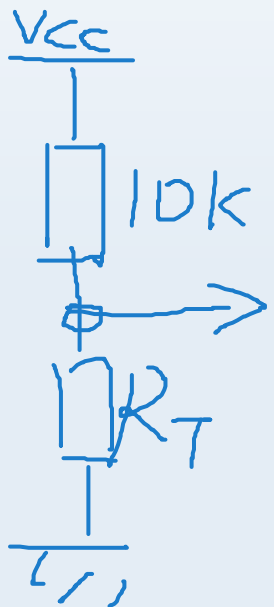
热敏电阻. 温度传感器 R--T 表

MFTW1002-3950				R25=10kΩ ±1%			B
T(°C)	R +1%	Rnor(kΩ)	R -1%	T(°C)	R +1%	Rn	
20	12.639	12.486	12.334				
21	12.078	11.938	11.797				
22	11.546	11.416	11.287				
23	11.039	10.920	10.802				
24	10.558	10.449	10.340				
25	10.100	10.0000	9.9000				
26	9.6729	9.5729	9.4730				

图表标题

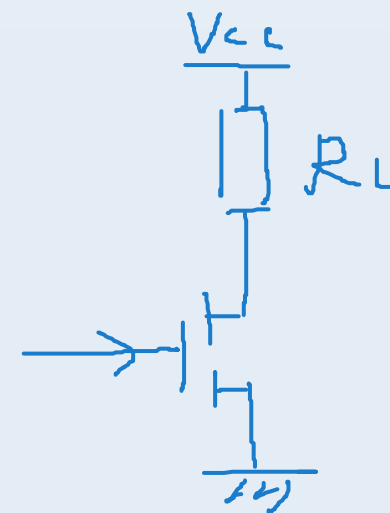
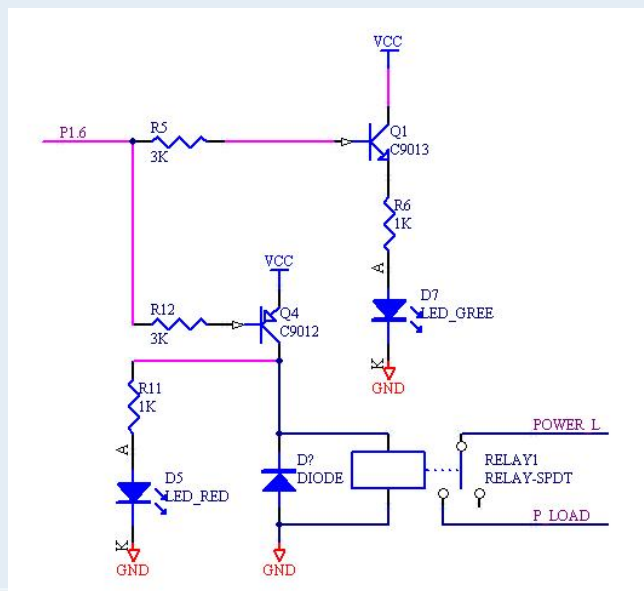
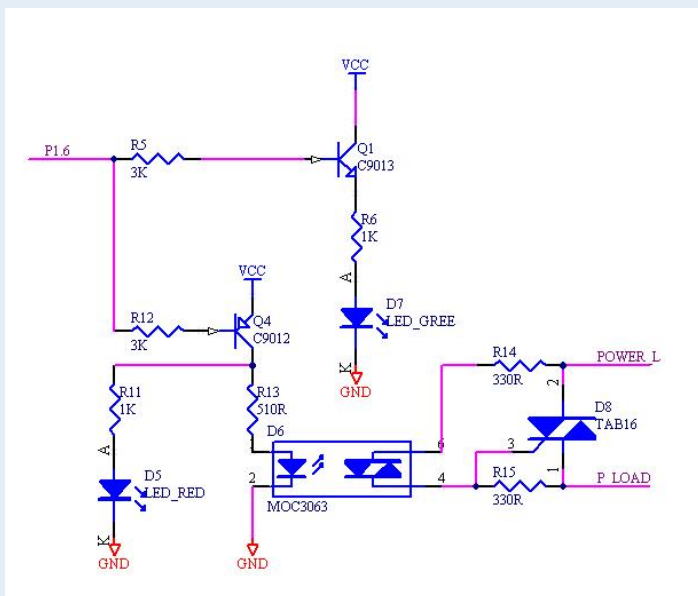


折线拟合



驱动电路

- 方案一，可控硅驱动
- 方案二，继电器驱动
- 方案三，MOS管驱动，可采用PWM方式控制



今年的选题分析

3、简易自动电阻（电容）测试仪

一、任务

设计并制作一台简易自动电阻（电容）测试仪。

二、要求

1. 基本要求

- (1) 电阻测量量程为 100Ω 、 $1k\Omega$ 、 $10k\Omega$ 、 $10M\Omega$ 四档。测量准确度为 $\pm(1\%\text{读数}+2\text{字})$ 。20分
- (2) 3 位数字显示(最大显示数必须为 999)，能自动显示小数点和单位，测量速率大于 5 次/秒。10分
- (3) 100Ω 、 $1k\Omega$ 、 $10k\Omega$ 三档量程具有自动量程转换功能。20分

1. 发挥部分

(1) 具有自动电阻筛选功能。即在进行电阻筛选测量时，用户通过键盘输入要求的电阻值和筛选的误差值；测量时，仪器能在显示被测电阻阻值的同时，给出该电阻是否符合筛选要求的指示。15分

(2)

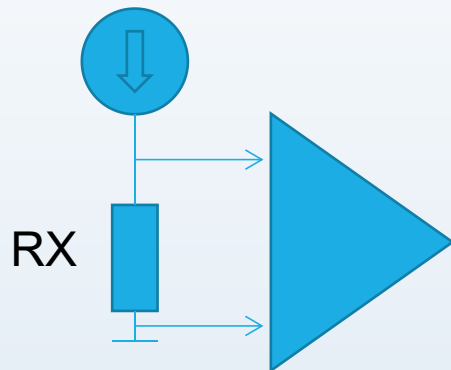
①设计并制作一个能自动测量和显示电位器阻值随旋转角度变化曲线的辅助装置，要求曲线各点的测量准确度为 $\pm(5\% \text{读数} + 2 \text{字})$ ，全程测量时间不大于10秒，测量点不少于15点。辅助装置连接的示意图如图1所示。以上测量数据通过串口传输到PC，PC端通过串口数据接收数据，通过导出到Excel显示曲线。30分

②设计制作一个电容容量测量的电路，测量的量程为10 μF （单量程），测量准确度为 $\pm(5\% \text{读数} + 2 \text{字})$ 。30分

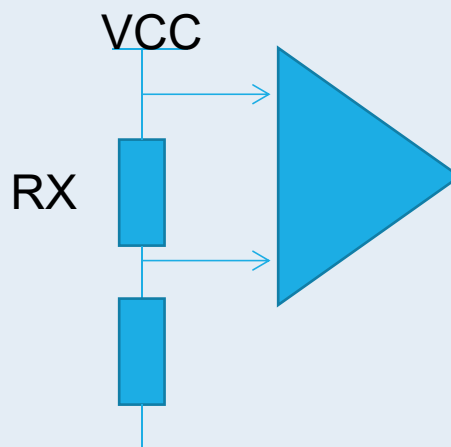
(3) 其他。5分

电阻信号采集

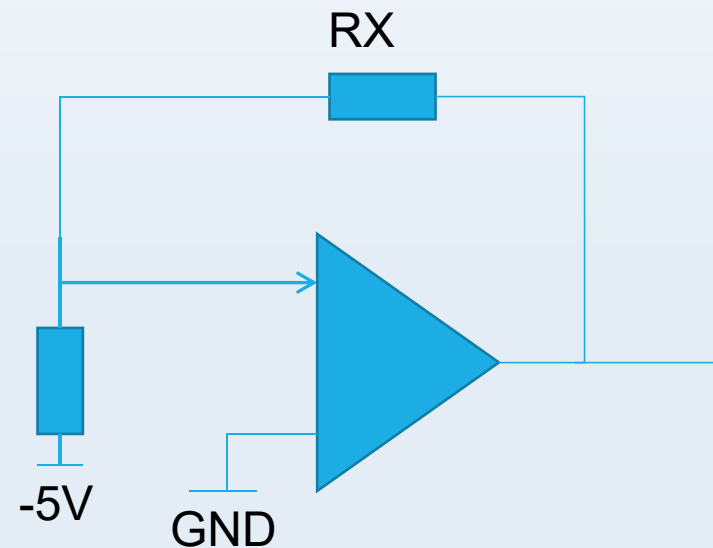
- 恒流法



- 恒压法

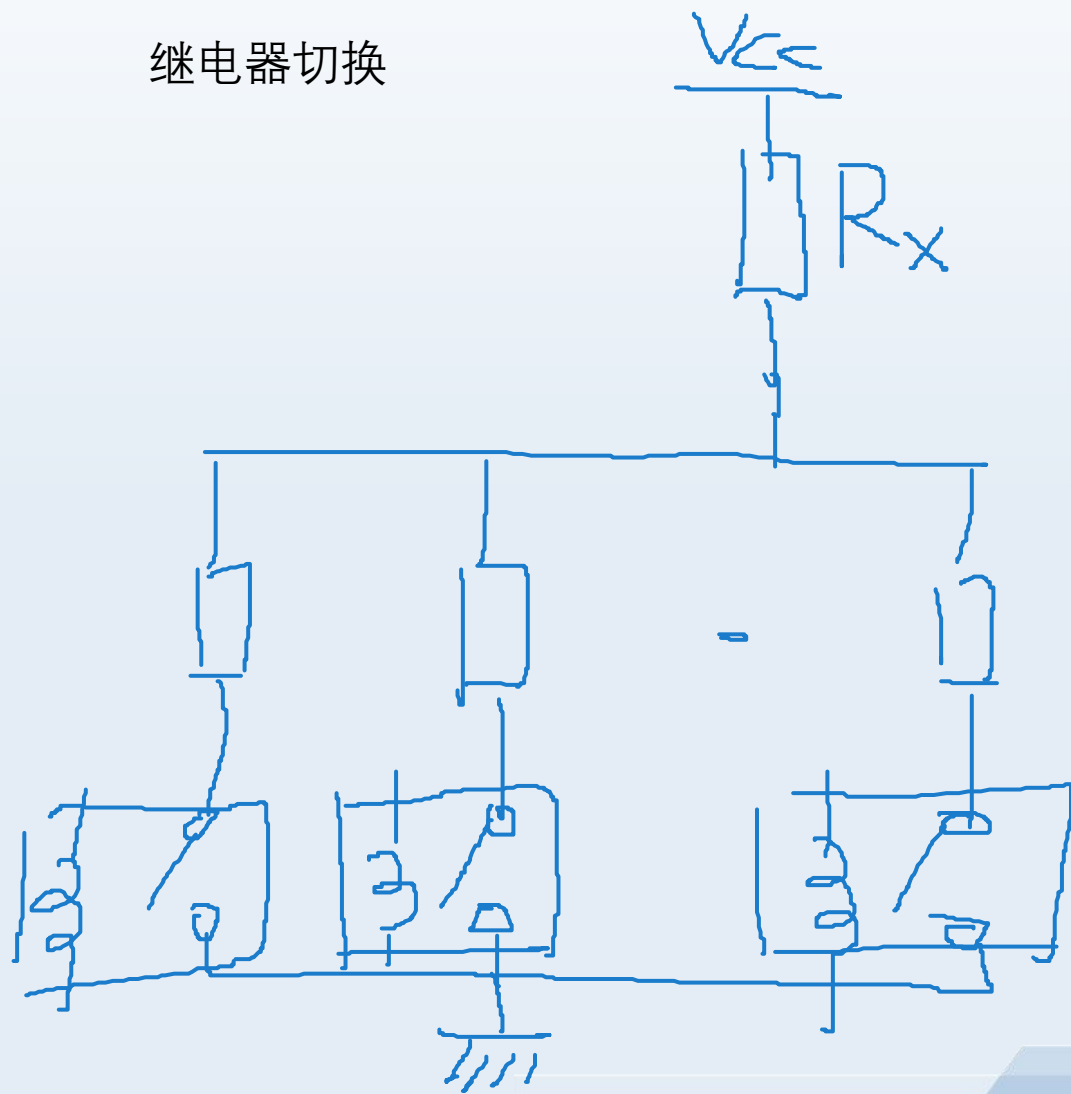


- 改进的恒流法

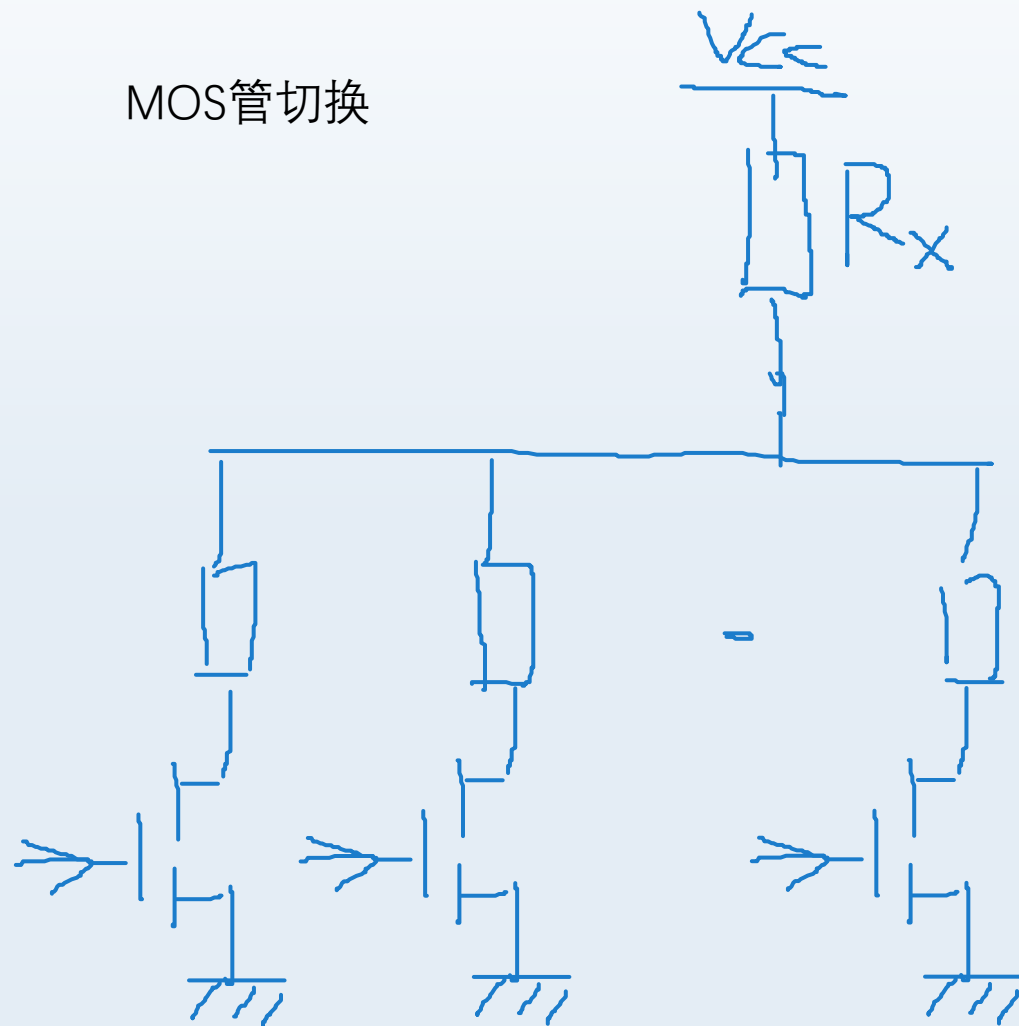


档位切换

继电器切换



MOS管切换



电位器特性测量辅助装置

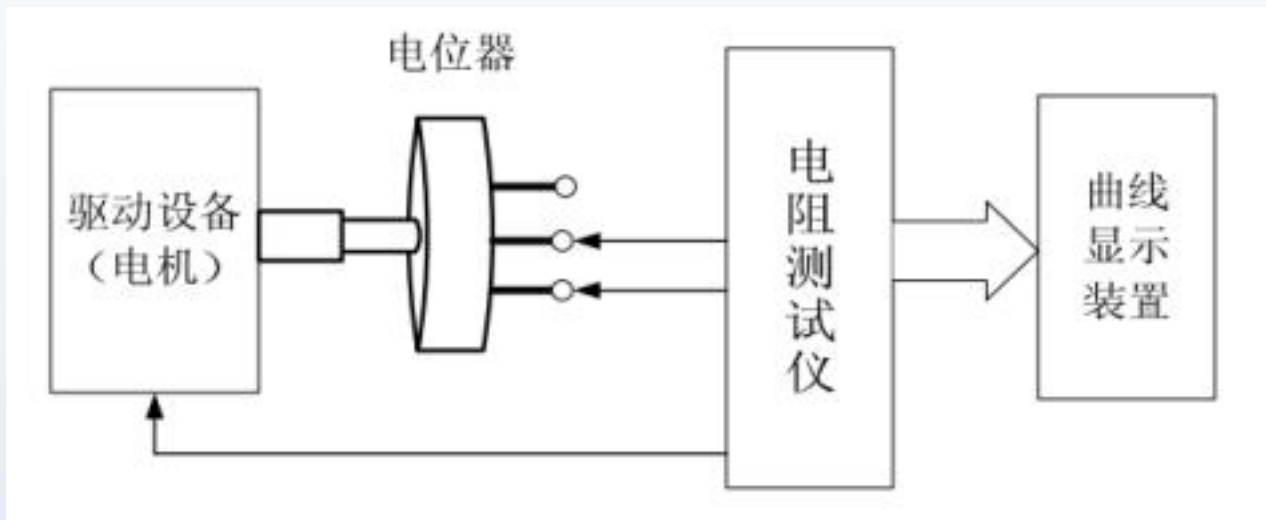
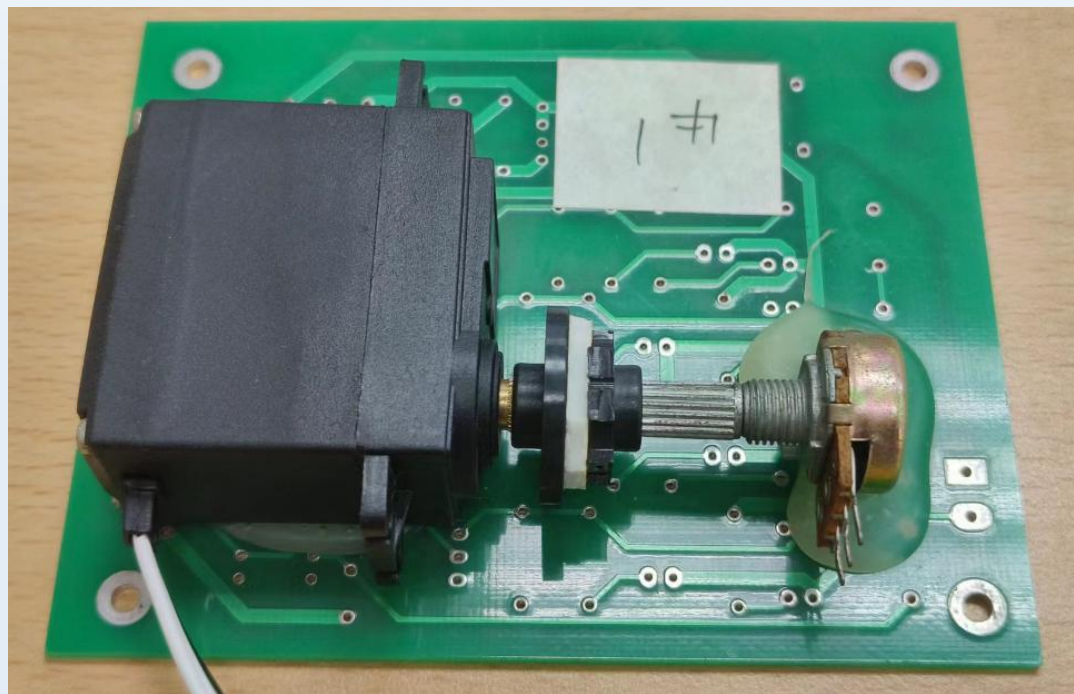


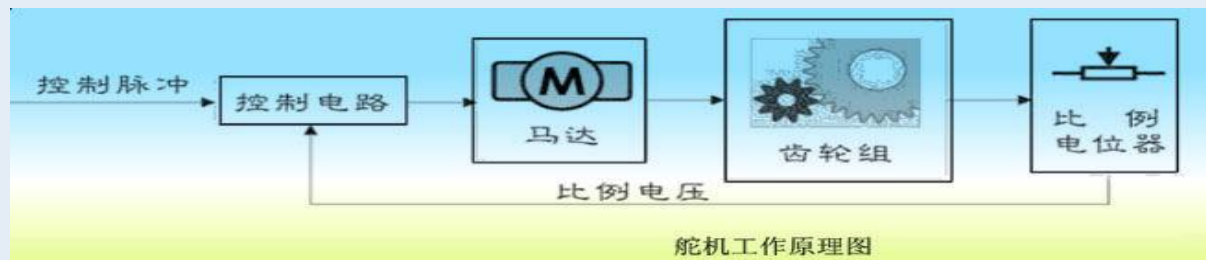
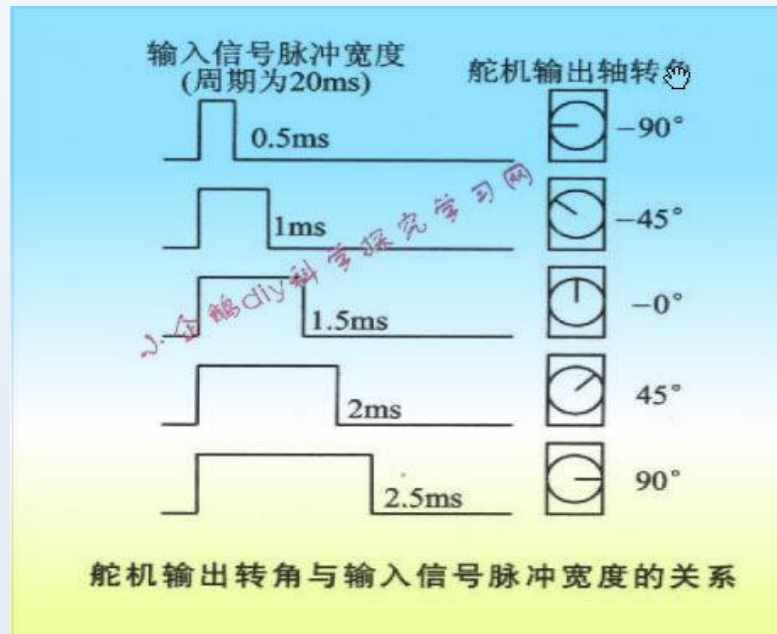
图 1 辅助装置连接示意图



舵机工作原理

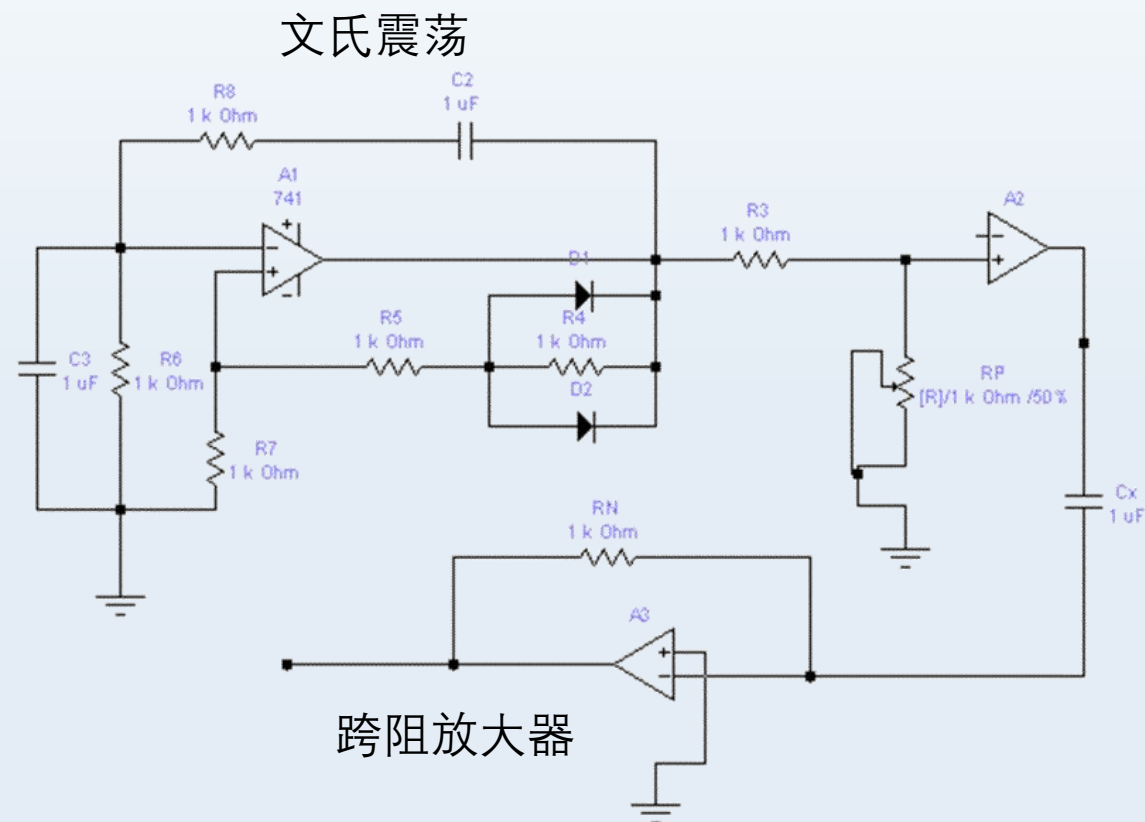
• 通过PWM控制角度

一般PWM的周期是20ms, 改变不同的脉宽就可以控制转动的角度, 脉宽从0.5-2.5ms, 相对应的舵盘位置为0 - 180度 (-90~+90)



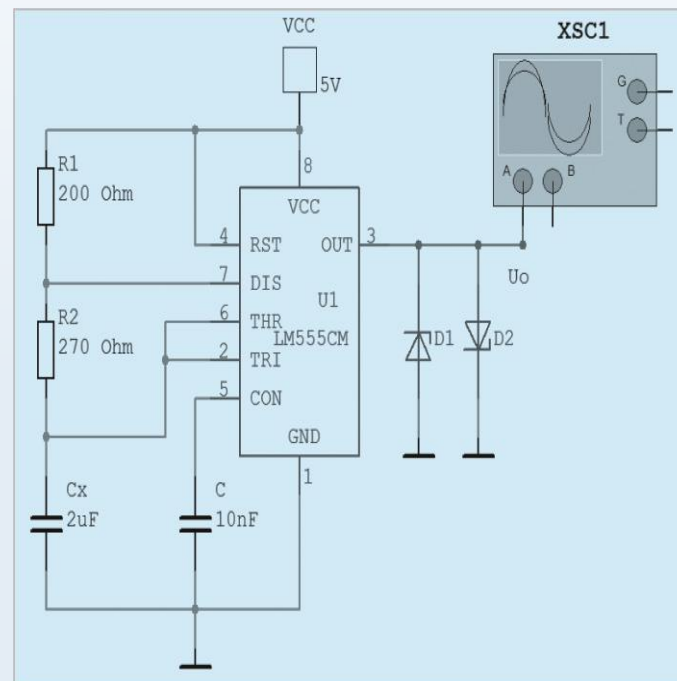
电容容量测量

容抗法



图整体工作框图

振荡法



$$C_x = 1.44 / (R_1 + 2R_2) f$$

今年的选题分析

4、Gamma频率（40Hz）声光发生器

一、任务

设计并制作一台40Hz声光发生器。

二、要求

1. 基本要求

- （1）输出40Hz的蓝光，LED采用恒流驱动（20分）
- （2）输出40Hz的信号驱动喇叭发声（15分）
- （3）启动后屏幕显示倒计时等信息，60分钟自动关机（15分）

2、发挥部分

- （1）声光的频率可调，屏幕显示（30-50Hz，步进1Hz）（10分）
- （2）光亮度和音量可调，屏幕显示（10级以上）（10分）

- (3) 工作时间可调，屏幕显示（30~70分钟之间）（5分）
- (4) 增加蓝牙和手机或PC通信的功能，能显示设备工作状态（工作频率，亮度，音量，工作时长等）（10分）
- (5) 远程控制功能（工作频率，亮度，音量，工作时长等设定，紧急停止）（10分）
- (6) 其它（5分）

- 在文章 "Gamma frequency entrainment attenuates amyloid load and modifies microglia" 中，作者们使用了一种称为光遗传学的技术来实现大脑中伽马频率的同步。以下是实验装置的概述：
- 光遗传学：这是一种利用光来控制特定神经元活动的技术。研究者们通过基因工程手段将对光敏感的蛋白质（如ChR2，通道视紫红质2）表达在特定的神经元群体中。
- 光纤植入：为了将光传递到大脑的特定区域，研究者们将光纤植入小鼠的大脑中。这些光纤连接到外部光源，并能够将光精确地照射到目标区域。
- 光源：使用特定波长的光（在这项研究中是蓝光，因为ChR2对蓝光敏感）来激活表达ChR2的神经元。光的频率被设定为伽马频率（大约40 Hz），以同步神经元的活动。
- 光刺激参数：研究者们使用了一系列光刺激参数，包括光的强度、持续时间和频率，以优化伽马频率同步的效果。
- 行为和生理监测：在光刺激期间，研究者们可能还监测了小鼠的行为反应和生理指标，如脑电图（EEG）和肌电图（EMG），以确保刺激的效果并评估其对睡眠和觉醒状态的影响。
- 成像和分析：为了评估淀粉样蛋白的沉积和小胶质细胞的变化，研究者们可能使用了多种成像技术，包括共聚焦显微镜、两光子显微镜和电子显微镜等，以及相应的图像分析软件。

- 其它部分内容待续。。。