

实验七 直流电机脉宽调制调速

- * 一、实验目的和要求
- * 二、实验设备
- * 三、实验原理及预习
- * 四、实验内容和步骤
- * 五、思考题

一、实验目的和要求

- * 掌握脉宽调制调速的原理与方法，学习频率/周期测量的方法；
- * 掌握使用ST7920控制器在液晶显示屏上进行图形显示的方法；
- * 了解闭环控制的原理。

二、实验设备

- * 单片机实验箱
 - * 直流电机模块
 - * 液晶显示屏模块
- * Keil开发系统
- * Proteus仿真软件

三、实验原理及预习

- * 直流电机原理及应用
- * 脉宽调制调速原理
- * ST7920绘图功能
 - * 见资料“ST7920中文手册”
 - * 见资料“STC7920控制LCD12864显示说明”

直流电机原理

- * 直流电机具有良好的启动制动性能，可以在宽范围内平滑调速，应用范围广泛。
- * 影响直流电机转速的主要参数有电枢的供电电压和电机的励磁电流，可以通过调节这两个参数来达到调速的目的。
- * 小型直流电机没有励磁电流，使用调压的方式来控制，由电压决定了电机转速。这种控制方式需要模拟量输出，一般要采用D/A器件完成。

脉宽调制原理

- * **脉宽调制**（Pulse Width Modulation, PWM）是一种能够通过开关量输出达到模拟量输出效果的方法。
- * PWM的基本原理是：通过输出一个高频率的0/1信号，其中有效信号的比例为 d （也叫做**占空比**），在外围积分元件的作用下，使得总的效果相当于输出 $d \times A$ （ A 为高电压）的电压。
- * 通过改变占空比就可以调整输出电压，从而使用**1根线**就可以达到**模拟量**输出的效果。

脉宽调制原理

- * 编程实现PWM，最简单的办法就是以某个时间单位（如0.1ms）为基准，在前N段输出1，后M-N段输出0，总体的占空比就是 N/M 。这种方法由于0和1分布不均匀，所以要求基准频率要足够高，否则会出现颠簸现象。
- * **累加进位法**可以达到更稳定的效果。思路是将总的周期内的0和1均匀分散开。设置一个累加变量X，每次加N，若结果大于M，则输出1，并减去M；否则输出0。整体来看，占空比将是 N/M 。

电机测速原理

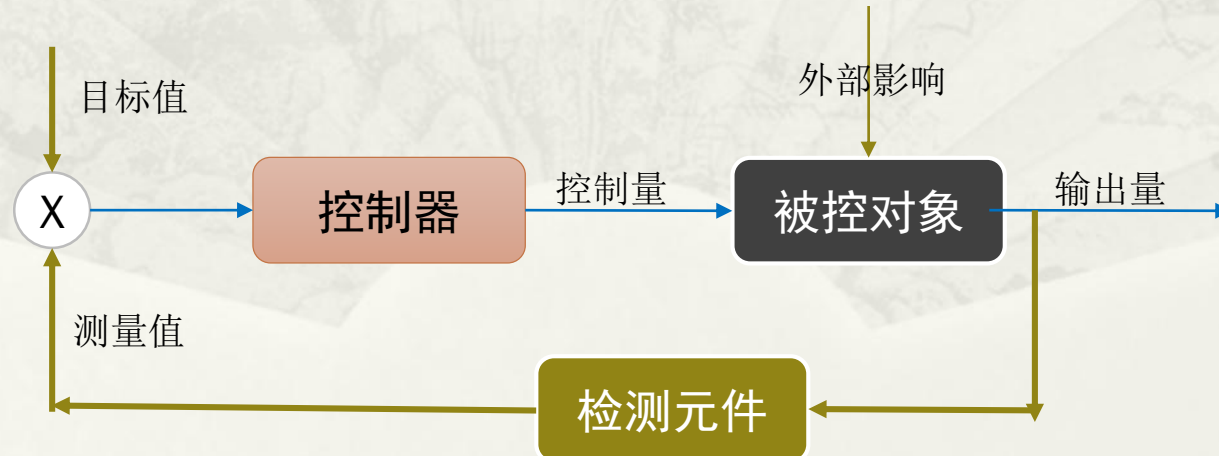
- * 在电机的同轴转盘上，安装有磁块，在转盘下面由对磁体敏感的霍尔传感器，随着转盘转动，当磁体正对传感器时，传感器会输出一个低电平。单片机利用此电平变化触发中断，统计在固定时间（如1秒）内中断发生的次数，即得到电机的转速。

电机驱动原理

- * 按照脉宽调制的原理，使用一个快速的定时中断（0.1ms左右），动态改变输出0/1，使得总体占空比 $d=N/M$ ， d 就是控制量。
- * 注意实验箱的电机，低电平旋转，因此前述的0/1在使用时均要取反。
- * 随着控制量 d 增大，电机转速就应该提高，但它们之间不是简单的对应关系，因此必须根据测量出来的实际转速进行闭环反馈调整。

闭环控制原理

- * 闭环控制系统是控制系统的一种类型，又称反馈控制系统。
- * 把控制系统输出量，通过一定方法和装置反送回系统的输入端，然后将反馈信息与预定的输入目标量进行比较，再根据比较的结果对系统进行控制，避免系统偏离预定目标。



电机调速原理

- * 使用闭环控制方法，如想将电机转速控制在预定值附近，在测量出当前转速之后，将其与目标值相对比，通过控制算法调整控制量，使当前值与目标值差距不断减少。
- * 最简单的控制算法可以是加1减1法，即如当前转速小于目标转速，则增加d ($N++$)，否则减少d ($N--$)，也可以使用更加复杂的方法，如PID控制

四、实验内容和步骤

* 实验内容：

- * 使用脉宽调制调速方式驱动直流电机的转动，测量转速并根据目标转速进行控制；
- * 使用开关，组合出4种不同的目标转速（包括停止转动），当开关变化后，电机转速会逐渐调整到目标转速；
- * 在液晶显示屏上使用文字显示电机运行的测量和控制信息；
- * 同时在液晶显示屏上显示图形、动画等一些装饰性元素。

实验具体内容

- * 1、使用计数法测量直流电机每秒钟转动圈数；
- * 2、使用脉宽调制调速方法，驱动电机旋转；
- * 3、根据设定的目标转速，动态调整占空比，使电机转速能够稳定在目标转速附近；
- * 4、通过输入开关改变目标转速，随后电机转速能够自动调整，稳定在目标转速附近。

实验具体内容

- * 5、在液晶显示屏上显示出系统状态，包括：当前转速、目标转速、占空比等；
- * 6、在液晶显示屏上使用图形模式，显示一些提示和装饰信息。

界面展示

- * 本实验要求在LCD上输出文字信息的同时，使用ST7920的图形显示功能，输出图形元素。要求：
 - * 在LCD的整个外圈边界画出边框（2个像素宽）
 - * 在适当位置，使用柱状图实时显示电机当前速度
- * 在上面基础上，也可显示其他的图形信息，如：
 - * 使用一个图形背景，文字放在图形上层
 - * 在适当位置显示一个图片
 - * 在适当位置显示一个动画
 - * 显示一个图标，并根据情况运动

实验步骤

- * 设计电路连接方案，进行设备连线

- * 建议按以下步骤依次编程和调试

1. 将模拟量输出线接到直流电机的DRV端，调节变阻器，可以驱动电机转动，连接测速线，编写程序测量电机转速并显示；
2. 编写PWM驱动部分，将输出信号连到电机的DRV端，给一个固定占空比，测试该部分功能；
3. 编写闭环反馈的控制逻辑进行调速；
4. 对输出界面进行美观优化。

器件注意事项

- * 实验箱的直流电机模块有一个开关，拨到右侧电机才旋转。DRV端输入低电平电机转动，高电平停止，由于电路设计原因，悬空时也会旋转。
- * 实验箱的直流电机最大速度约为50-60转每秒，可以连接模拟量输出，使用测速程序测量出电机的最大转速和最小稳定转速。
- * 电机测速时，中断要使用边沿触发。

编程提示

- * 使用STC7920的图形模式时，手册中提到的读入 GDRAM 数据的操作，仅在**并行**模式下可用，在**串行**模式下无效。

五、思考题

- 1、闭环控制相比于开环控制的优点有哪些？
- 2、说明实验原理中累加进位法的正确性。
- 3、如果电机转速不是很慢的情况下，也可以通过测量转动一圈的时间来测速，讨论这种方法的实现框架。
- 4、查阅ST7920的高级功能，分析这些功能在实际中的应用场景。