



哈尔滨工业大学 (深圳)
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

《自动控制实践 A》实验报告

2021 年秋季学期

实验项目: 传感与测量反馈元件特性
学生学号: 190410102
学生姓名: 方尧
评阅教师: _____
报告成绩: _____

实验与创新实践教育中心印制

一、简述实验原理

1.1 旋转变压器

旋转变压器是自动控制装置中一类精密控制微电机，

$$E_f = 4.44 f N_1 k_w \Phi_m \quad E_f \approx U_f$$

$$\begin{cases} E_s = k_u U_f \sin \theta \\ E_c = k_u U_f \cos \theta \end{cases}$$

$$E_c = k_u U_f \cos \theta$$

1.2 增量编码器

每产生一个输出脉冲信号对应一个增量位移，但是不能通过输出脉冲判断实际位置。

AB两相脉冲信号可以方便判断旋转方向，同时有零参考位的对标志。

1.3 增量式光栅尺

将直线位移转换为脉冲信号， $W = \frac{d}{\sin \theta} \approx \frac{d}{\theta}$ ，使用光电元件作为光敏元件，光敏元件可将窗口的光强度转换为相应电压信号，4个光敏元件得到的4路光信号送至2路分压器输入端，对两路信号整形，对两路

二、实验内容 波进行相位判别和对方波脉冲计数，可以得到光栅尺位移和速度

2.1 旋转变压器信号检测

① 进行线路连接，连接电源，给断路器开关上电 ② 打开Matlab，打开 sin_test.slx 程序进行编译

③ 打开 Sin_scope.slx 设置串口波特率 ④ 编译运行 ⑤ 打开Scope 示波器，观察旋转变压器匀速/变速旋转下示波器波形以及包络线波形

2.2 增量式编码器信号检测

① 断开断路器，改变接线，连接电源，上电 ② 打开Matlab gep_adc.slx 编译下载

③ 打开 gepCountscope.slx 设置串口波特率 ④ 编译运行

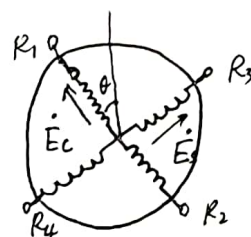
⑤ 转动增量式编码器，读取脉冲计数器的数值，查看Scope两相波形

2.3 光栅尺信号检测

① 断开断路器，改变接线，连接电源，上电 ② 打开 gepadc.slx 程序，编译下载

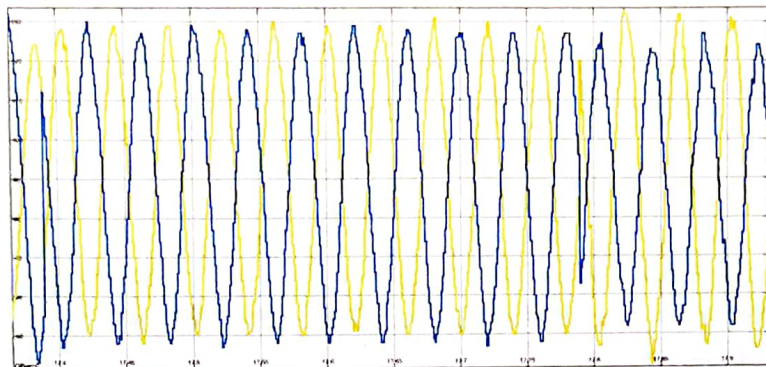
③ 打开 gepCountscop.slx，设置串口波特率 ④ 编译运行

⑤ 打开Scope，滑动光栅尺对应滑块，观察输出波形，打开 filter，滑动光栅尺对应滑块，观察对应波形，记录数据和图像。

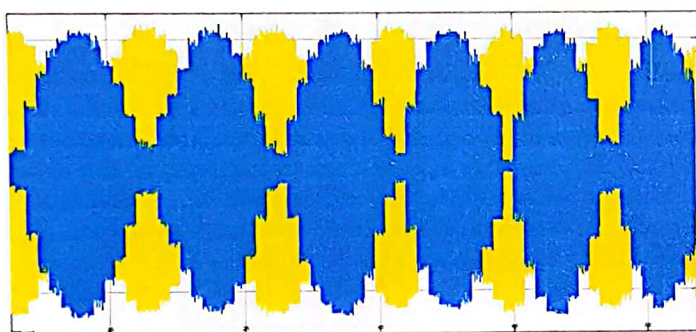


三、实验结果分析（附图表）

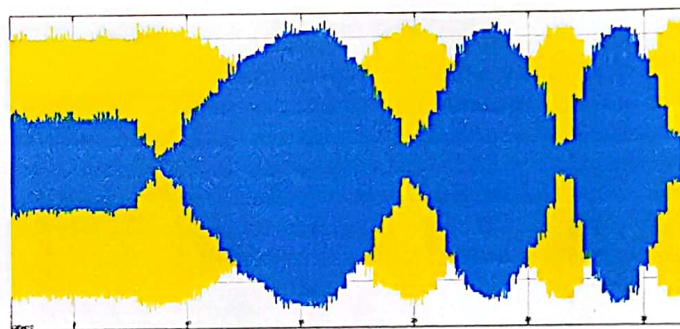
(1) 任取一相旋变输出信号为 \sin 相，采集旋变两相输出信号的波形，手动匀速旋转滑轮，记录相应旋转变压器输出信号的包络波形。分析如何根据旋转变压器反馈的正弦波信号计算旋转角度？



波形放大图



匀速旋转波形图



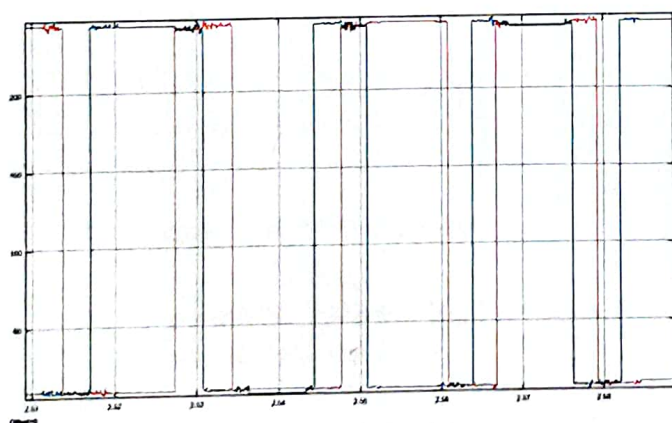
非匀速旋转波形图

根据 $E_s = K_u U_f \sin \theta \sin \omega t$, $E_c = K_u U_f \cos \theta \sin \omega t$, 可知 \sin 绕组、 \cos 绕组输出波形的包

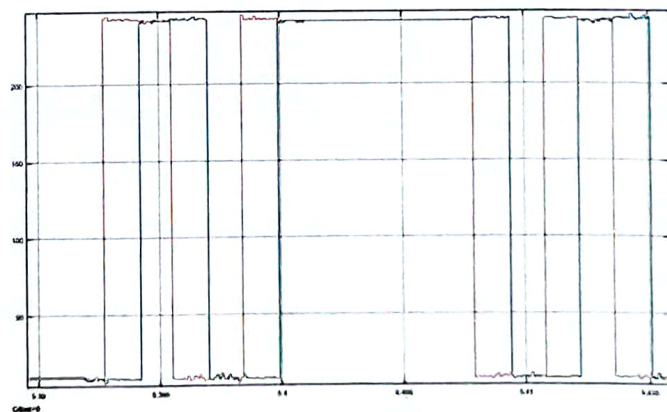
络线分别为 $K_u U_f \sin \theta$ 和 $K_u U_f \cos \theta$ 。故任取 \sin 绕组和 \cos 绕组中一相的包络线进行幅值分析，

可以计算得到旋转角度。

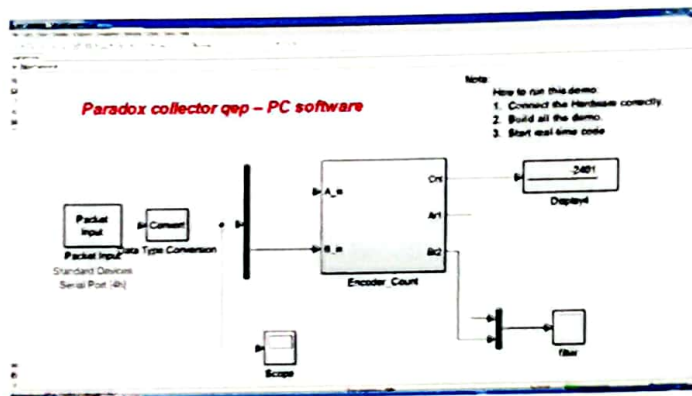
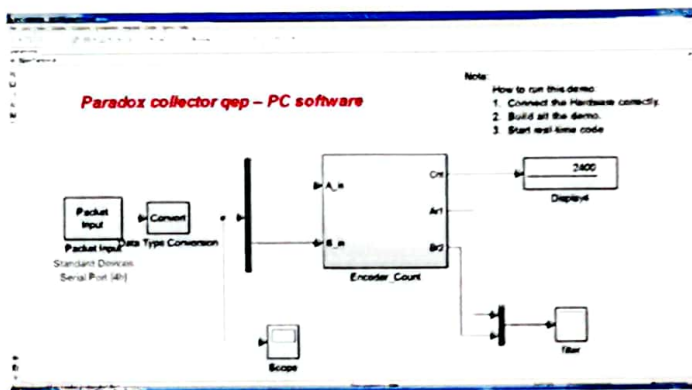
(2) 记录正、反向旋转编码器转动一圈的计数数值。编码器分辨率为 600P/R，采用四倍频处理电路，结合实验数据自行分析整圈累计角度数值的正确性。



正转编码器输出波形（相对正向）



反转编码器输出波形（相对反向）

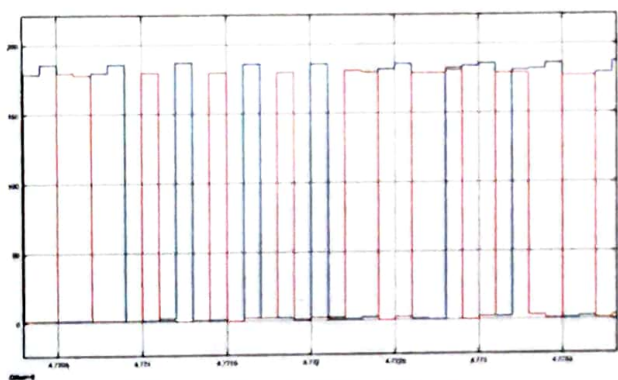


正转脉冲计数

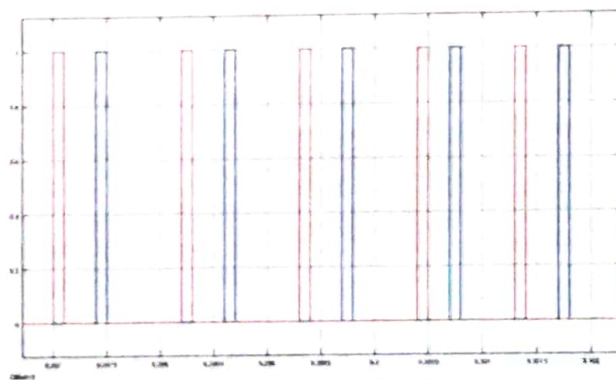
编码器的分辨率为 600p/r, 使用了四倍频处理电路, 故每转脉冲数为 $600 \times 4 = 2400$ 。根据实验结果: 正转一圈收到 2400 个脉冲, 反转一圈收到 2401 个脉冲, 故实验和理论符合得很好, 验证了整圈累计角度数值的正确性。

(3) 手动滑动光栅, 记录正/反向滑动时, 两相光栅信号的波形。分析增量光栅信号与增量编码器信号的波形是否一致?

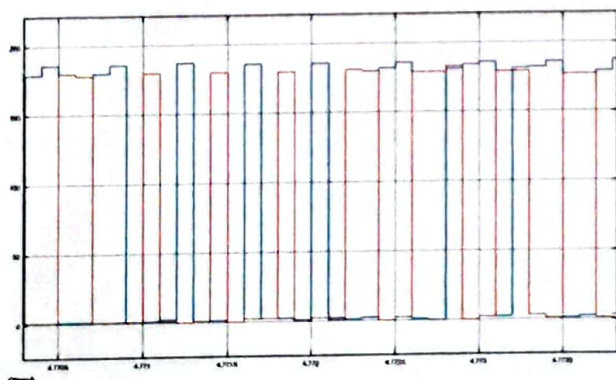
反转脉冲计数



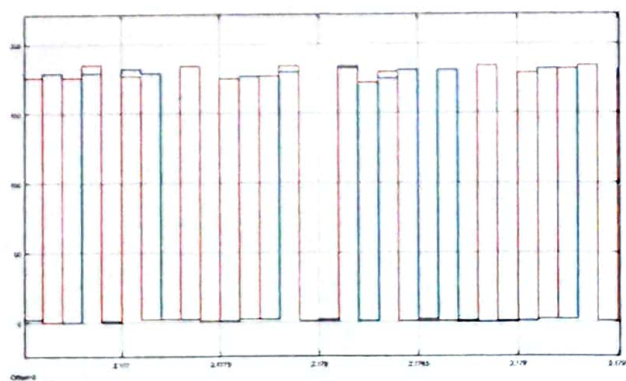
滤波前, 光栅尺两信号输出波形



滤波后, 光栅尺两信号输出波形



正向滑动, 光栅尺两信号输出波形



反向滑动, 光栅尺两信号输出波形

由波形可知, 光栅和编码器在正转和反转时两相间分别相差 90° 和 -90° 。可以得出结论: 增量式光栅信号与增量编码器信号波形一致。