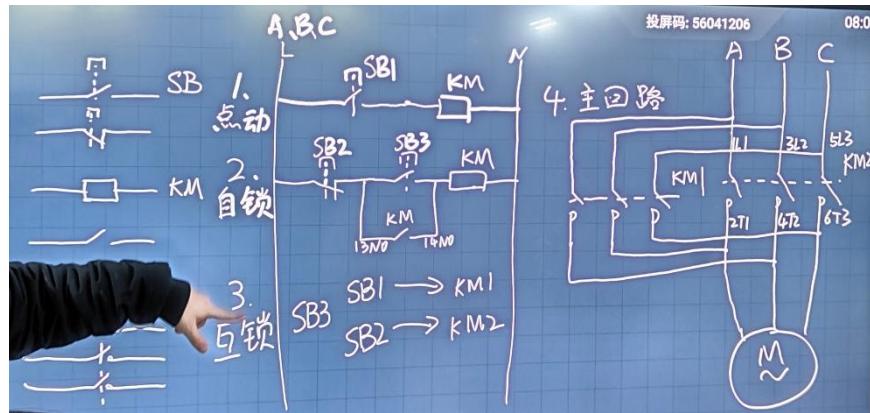


第一次实验 电机点动，自锁，互锁控制

一、实验目的

在实践中深刻理解电机点动，自锁，互锁控制的原理。

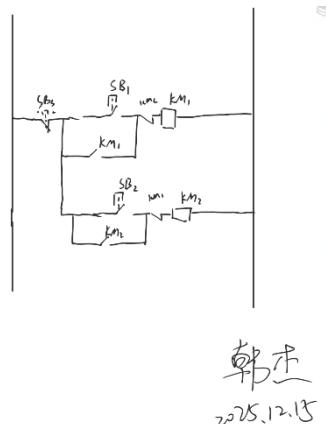
二、实验内容



根据上图的教学内容绘制电机互锁的控制电路图，对主回路和电机点动，自锁，互锁的控制电路进行接线，上电观察实验现象。

三、实验步骤

1. 绘制电机互锁的控制电路图



自锁电路分析：在电路中，按动 SB3，KM 接触器线圈得电，使得 KM 主触点和常闭辅助触点闭合形成自锁，直到按下 SB2 才能接触自锁。

电路图分析：在该电路中，按动 SB2，KM2 接触器线圈得电，使得 KM2 主触点和常闭辅助触点闭合形成自锁，常开辅助触点断开，电机正转，同时 KM2 支路无法得电；按动 SB1，KM1 接触器线圈得电，使得 KM1 主触点和常闭辅助触点闭合形成自锁，常开辅助触点断开，电机反转，同时 KM1 支路无法得电，形成互锁的状态。按动常闭开关 SB3 时，两回路均失电，电机停转。

2. 连接主回路和电机点动，自锁，互锁的控制电路



上图为电机互锁的控制电路与主电路。电机点动，自锁的控制电路并未与主回路连接，而是观察了接触器的现象，得到回路连接无误的结论（接线时要注意接触器上进下出的原则）。

3. 上电进行实验。

四、实验结果

点动：按下 SB1，接触器触点得电吸合，松开即断开。

自锁：按下 SB3，接触器触点得电吸合，松开不断开，按下 SB2，接触器触点断开。

互锁：按动 SB1，电机向一个方向旋转，此时按 SB2，电机维持当前的旋转方向不变。按动 SB3，电机停转，此时按 SB2，电机向相反的方向旋转，此时按动 SB1，电机维持当前的旋转方向不变。

以上实验现象证明了点动，自锁，互锁控制电路和主回路的连接无误，实验成功。

五、成员贡献度

1. 08023110 陈奕诚： 25%

2. 08023126 叶晨曦： 25%

3. 08023210 余涵与： 25%

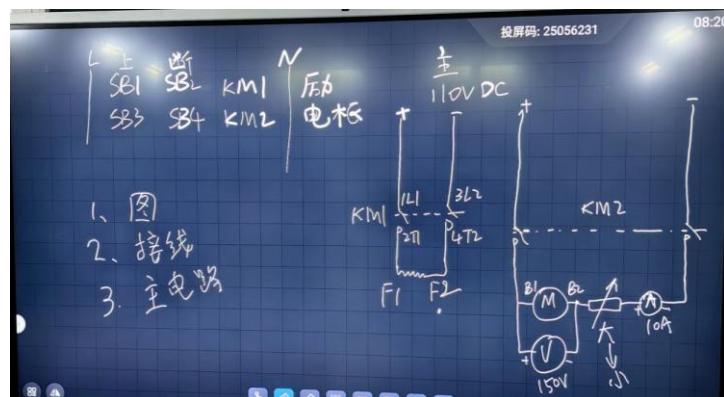
4. 08023214 张韫译萱： 25%

第二次实验 电机励磁回路，主回路控制

一、实验目的

学会设计电机控制电路的设计，理解励磁绕组和主回路间的关系及正确的上电顺序。

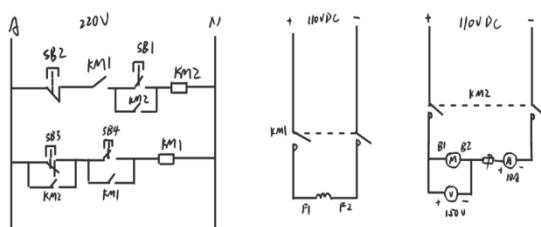
二、实验内容



根据上图的教学内容绘制电机控制电路图，要求励磁绕组必须在主回路上电前上电，在主回路离电后断电。对主回路，励磁回路和控制电路进行接线，上电观察实验现象。

三、实验步骤

1. 绘制控制电路图



草图
2025.12.22

电路图分析：

在控制回路中，KM1（励磁回路）若不得电，KM2（主回路）因串入了KM1常开辅助触点而不能得电，从而实现了限制励磁绕组必须在主回路上电前上电的作用。在励磁绕组，主回路均上电的情况下，KM1控制回路因并入了KM2辅助触点而不能失电（必须先按动SB2使主回路先失电才能失电），从而实现了励磁回路必须在主回路离电后断电的作用。

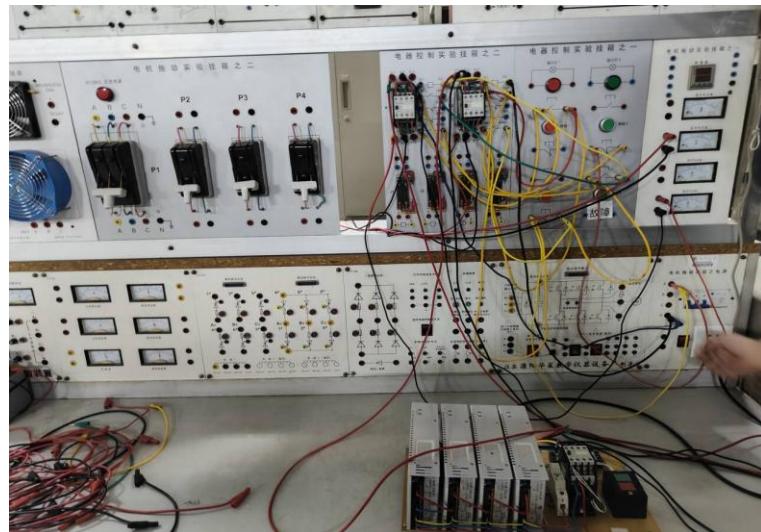
串入主回路中的可变电阻可以通过改变回路中负载，进而改变回路中的电流，从而改变电机的转速。

直流电机的人工机械特性：

$$n = \frac{U}{C_e \Phi} - \frac{R}{(C_e \Phi)(C_T \Phi)} T_e$$

在恒压，恒转矩的情况下，回路电阻越大，电机转速就越小，成线性关系。电机在启动时需要使回路电阻达到最大以避免转速过快。

2. 连接主回路，励磁回路和控制电路。



3. 上电进行实验。

四、实验结果

在主回路未上电的情况下，按动 SB1，KM2 接触器没有反应，电机也没有开始转动。按动 SB4，KM1 接触器的触点吸合，再按动 SB1，KM2 接触器闭合，电机开始转动；在电机正在转动时，按动 SB3，KM1 接触器没有反应，电机继续转动，按动 SB2 使电机停转后再按动 SB3，KM1 接触器触点断开。这样的现象说明控制回路设计正确，主回路，控制回路，励磁绕组回路的接线没有问题。转动串入回路中的可变电阻，发现电阻增加时，电机转速下降，反之上升，与理论结论相符。

五、成员贡献度

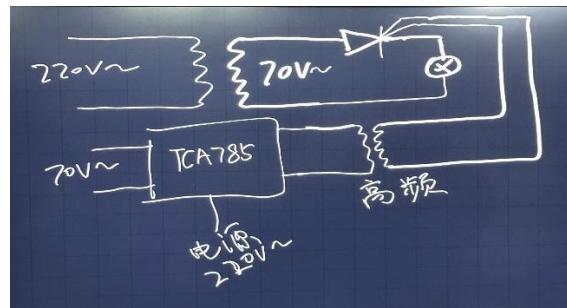
1. 08023110 陈奕诚： 25%
2. 08023126 叶晨曦： 25%
3. 08023210 余涵与： 25%
4. 08023214 张韫译萱： 25%

第三次实验 晶闸管整流，触发电路波形测试

一、实验目的

在实践中深刻理解晶闸管整流，触发电路的原理，认识常见触发器（TCA785），了解其性能指标。

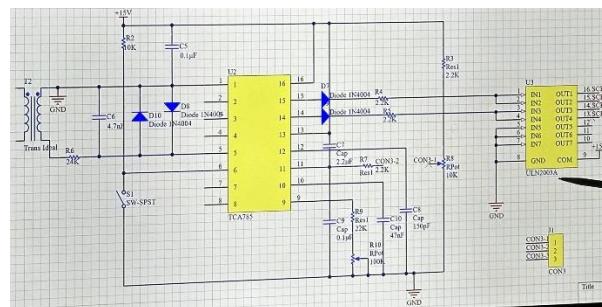
二、实验内容



实验原理图如上图所示，通过调节 TCA785 外围电路的可变电阻改变触发延迟角 α ，观察并记录整流电路的输出波形与有效值。

三、实验步骤与结果

1. 分析 TCA785 的原理图，了解触发电路的基本原理。



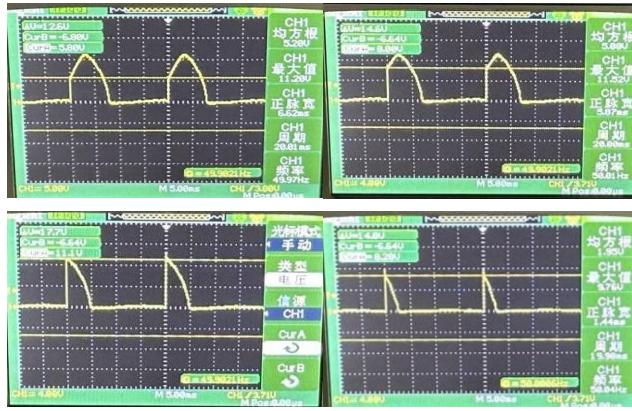
电路原理分析：TCA785 采用“零交越同步 + 锯齿波比较”方式实现相位控制。交流电压的零交越点被检测后，芯片内部锯齿波发生器在每个半周重新启动，锯齿波电压在恒流源作用下线性上升。外部电位器提供可调控制电压（引脚 11，通过改变可变电阻 R_g 实现控制电压的调节），当锯齿波电压上升至超过控制电压时，比较器翻转并输出触发脉冲，从而使晶闸管在该时刻导通，实现触发延迟角的改变。（理论最大移相范围为 150° ）

实物电路：



2. 改变触发延迟角为 30° ， 45° ， 90° ， 135° ， 150° 测量整流电压波形和有效值，并与理论值比较。

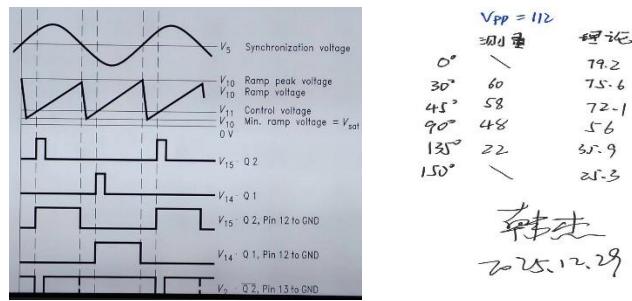
测量得到的部分波形：



数据表格：

延迟角	测量值 (V)	理论值 (V)
0°	/	79.2
30°	60	75.6
45°	58	72.1
90°	48	56
135°	22	35.9
150°	/	25.3

实验数据分析：触发延迟角增大，晶闸管导通区域减小，输出电压的有效值随之降低，整体变化趋势与单相半波可控整流的理论分析一致，但实验测得的有效值普遍低于计算出的理论值，主要原因包括晶闸管导通压降、触发延迟以及变压器和线路损耗等因素。实验中发现触发延迟角无法达到0°。这是由于TCA785内部锯齿波发生器和比较器存在最小工作延迟，同时实验板控制电压的最低值受限，而且延迟角接近0°时，触发脉冲的能量过低，导致晶闸管无法在过零点可靠触发；实验中触发延迟角的最大值约为135°，无法达到理论上的150°。该现象主要与锯齿波的最大幅值和斜率有关。当控制电压过高时，锯齿波在一个半周内无法超过控制电压，比较器不再翻转，从而限制了最大可实现的触发角。触发理论波形图与实验痕迹如下：



四、成员贡献度

1. 08023110 陈奕诚：25%
2. 08023126 叶晨曦：25%
3. 08023210 余涵与：25%
4. 08023214 张韫译萱：25%

第四次实验 电气隔离器件认知与性能测试实验

一、实验目的

认识常见的电气隔离器件，理解光耦隔离的基本原理，通过性能测试对光耦隔离器的静态和动态性能形成一定的认识。

二、实验内容

1. 普通光耦静态性能测试：输入+5V 电压，选择一定阻值的负载，调节输入电流为不同值，测量 VCE。
2. 普通光耦动态性能测试：选择 $1k\Omega$ 的负载，在输入 5V 电压的情况下将输入电流调至 10mA，再输入+5V 50% 占空比的方波电压，改变方波频率，双踪测量输入信号和输出信号，记录 T_{on} , T_s 和 T_{off} 以及对应波形。
3. 高速光耦，光纤性能测试：调节输入信号频率为 100kHz，双踪测量输入信号和高速光耦以及光纤的输出信号，记录 T_{ph1} 和 T_{ph2} 。

三、实验步骤与结果

1. 普通光耦静态性能测试

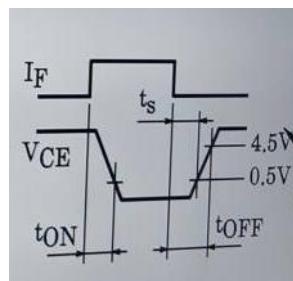
对 VCE 进行测量：



输入电流 IF (mA)	VCE(RL=100 Ω)	VCE(RL=1000 Ω)	VCE(RL=10000 Ω)
2	4.32 V	324 mV	94.4 mV
5	2.96 V	184 mV	62.4 mV
10	2.16 V	152 mV	43.2 mV
15	1.84 V	124 mV	34.4 mV
20	1.60 V	116 mV	28.8 mV

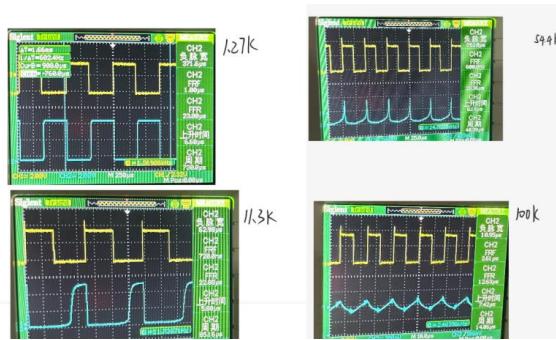
2. 普通光耦动态性能测试

测量方法：



如上图所示： t_{on} 为 I_F 上升沿与 V_{CE} 下降沿之间的时间差， t_s 为 I_F 下降沿与 V_{CE} 上升沿之间的时间差， $t_{off}=t_s+V_{CE}$ 的上升时间，可以分别由示波器中 FRF, FFR-通道上升时间和 FFR 测得。

测量得到的部分波形（输入信号频率升至 11.3kHz 后输出信号波形开始出现失真）：



数据表格（后续的高频波形均出现了失真）：

输入信号频率 (kHz)	TON	TS	TOFF
1.27	1 μ s	23.2 μ s	29.8 μ s
2.7	1 μ s	23.2 μ s	29.8 μ s
5.7	1 μ s	23.2 μ s	29.2 μ s
11.3	760ns	23.0 μ s	28.8 μ s

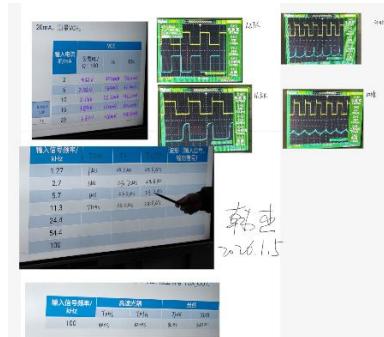
3. 高速光耦，光纤性能测试

用同样的方法对 T_{ph1} (与 T_{on} 含义相同), T_{plh} (与 T_{off} 含义相同) 进行测量, 数据表格:

传输媒介	T_{ph1}	T_{plh}
高速光耦	40ns	320ns
光纤	80ns	510ns

上述结果可以表明：无论是低速光耦，高速光耦还是光纤，都具有导通快，关断慢的特点，这主要由基区存储效应导致：在导通时，电场驱动载流子快速填充并建立导电通道，而在关断时，存储在基区的过剩载流子必须通过复合或泄放才能消失，这个过程远慢于电场驱动的过程，从而导致显著的关断延迟。

实验痕迹汇总：



五、成员贡献度

1. 08023110 陈奕诚: 25%
2. 08023126 叶晨曦: 25%
3. 08023210 余涵与: 25%
4. 08023214 张韫译萱: 25%