ระบบควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส

Motor Drive 3 Phase

จัดทำโดย

นรจ.ศุภชัย อินฉ้วน
นรจ.ธนทัต สลางสิงห์
นรจ.ณภัทร์ จิตจำนงค์
นรจ.ศิวกร จูเจีย
นรจ.ธิติวุฒิ สุทธิแสน
นรจ.ภูวนาท ม่วงแย้ม
นรจ.วุฒิภัทร เกตุไล

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรนักเรียนจ่า
พรรคพิเศษ เหล่าทหารช่างยุทธโยธา (ไฟฟ้า)
โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ
ปีการศึกษา ๒๕๖๕

หัวข้อโครงงาน ระบบควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส
Motor Drive 3 Phase

ผู้จัดทำ นรจ.ศุภชัย อินฉ้วน
นรจ.ธนทัต สลางสิงห์
นรจ.ณภัทร์ จิตจำนงค์
นรจ.ศิวกร จูเจีย
นรจ.ธิติวุฒิ สุทธิแสน
นรจ.ภูวนาท ม่วงแย้ม
นรจ.วุฒิภัทร เกตุไล

ครูที่ปรึกษา ร.อ.อุทัย ประเสริฐสิทธิ์

ปีการศึกษา ๒๕๖๕

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันไฟฟ้าตามบ้านเรือนทั่วไปที่ใช้เป็นไฟฟ้าหนึ่งเฟส ซึ่งอาจไม่รองรับต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้าสามเฟส ทำให้เกิดการสร้างชุดอินเวอร์เตอร์สามเฟสสำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสขึ้น แต่เนื่องจากต้นทุนในการจัดทำสื่อการเรียนการสอนต้องใช้งบประมาณค่อนข้างสูง ทำให้สื่อการเรียนการสอนไม่เพียงพอ

ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงได้จัดทำสื่อการเรียนการสอนมอเตอร์ไดรฟ์สามเฟส เราจึงได้เพิ่มการทำงานโดยการใช้โปรแกรมและวงจรเพิ่มเติมต่างๆ มาใช้ในโครงงานนี้ด้วย สำหรับใช้เพื่อเป็นสื่อการเรียนแก่นักเรียนและบุคลากรที่สนใจ เพื่อให้เข้าใจในการทำงานของวงจรขับมอเตอร์สามเฟส

จากผลการดำเนินงาน ทำให้ทราบว่า เราได้ทำการใช้วงจร LED แทนการใช้มอเตอร์สามเฟสและได้ใช้หลอด LED จำนวน 6 ตัวและใช้ Arduino ในการขับวงจร

ร.อ.อุทัย ประเสริฐสิทธิ์ **ครูที่ปรึกษาโครงงาน**

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานครั้งนี้ สามารถสำเร็จได้โดยการให้คำปรึกษาของที่ปรึกษาโครงงานและความปรารถนาดีจาก เรือเอก อุทัย ประเสริฐสิทธิ์

ขอขอบพระคุณ คุณครูแผนกวิทยาการโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่ให้การสนับสนุนในด้านคำแนะนำและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ตลอดจนให้การสนับสนุนเครื่องมือในการทำโครงงานจนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณคุณครู ที่ปรึกษาที่อำนวยการด้านการค้นหาข้อมูลและให้คำแนะนำที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ตลอดจนโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำให้เกิดโครงงานนี้ขึ้นมา

ความดีและประโยชน์ขอมอบให้กับครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนและประสิทธิ์ประสาทวิชาจนทำให้นักเรียนจ่ามีความรู้ความเข้าใจและความรู้ที่ได้มานี้ก็ส่งผลให้การทำโครงงานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำโครงงานใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาและคุณครูทุกท่านซึ่งให้การ สนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำโครงงาน

คณะผู้จัดทำ

นรจ.ศุภชัย	อินฉ้วน
นรจ.ธนทัต	สลางสิงห์
นรจ.ณภัทร์	จิตจำนงค์
นรจ.ศิวกร	จูเจีย
นรจ.ธิติวุฒิ	สุทธิแสน
นรจ.ภูวนาท	ม่วงแย้ม
นรจ.วุฒิภัทร	เกตุไล

สารบัญ

เรื่อง	**หน้า**
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน	1
1.3 สมมุติฐาน	1
1.4 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 ความแตกต่างระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส	2
2.2 อินเวอร์เตอร์	3
2.3 Arduino	4
2.4 Intelligent Power Module (IPM)	5
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	7
3.1 การศึกษาข้อมูล	8
3.2 ออกแบบและจัดเตรียมอุปกรณ์	8
3.3 BLOG DIAGRAM	10
3.4 วงจรการทำงาน	10
3.5 หลักการทำงานของวงจร	11
บทที่ 4 ผลการทดลอง	14
4.1 หลักการทำงานของชุดขับมอเตอร์	14
4.2 ผลการทดลอง	14
บทที่ 5 สรุป ปัญหาและข้อเสนอแนะ	16
5.1 สรุปผลการทำโครงงาน	16
5.2 ปัญหา	16
5.3 ข้อเสนอแนะ	16
ภาคผนวก	17
บรรณานุกรม	23

สารบัญรูป

รูปที่	**หน้า**
2.1 วงจรอินเวอร์เตอร์สามเฟส	4
2.2 Arduino Software	4
2.3 Intelligent Power Module (IPM)	5
2.4 วงจรภายในของอุปกรณ์ IPM	6
3.1 ผังการดำเนินงาน	8
3.2 การศึกษาข้อมูล	8
3.3 การออกแบบชิ้นงาน	8
3.4 การออกแบบแผ่นอคริลิค	10
3.5 ภาพชิ้นงาน	11
3.6 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของชิ้นงาน	11
3.7 วงจรการทำงาน	11
3.8 การป้อนสัญญาณด้าน LW,LV,LU เป็นสัญญาณLogic	12
3.9 การจำลองการทำงานการควบคุม TM-35 STEP 1	13
3.10 การจำลองการทำงานการควบคุม TM-35 STEP 2	13
4.1 การทำงานของ LED	15
4.2 มอเตอร์ 3 เฟส	16
4.3 ความสัมพันธ์ของกาทำงาน	16

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 หลักการทำงานของวงจร	12
4.1 ผลการทำงานของ LED	15
4.2 ผลการทำงานของ TM – 35	16

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากเรามีความต้องการที่จะนำความรู้ที่ได้ศึกษา มาสร้างสื่อการเรียนการสอนให้แก่นักเรียนและบุคลากรที่สนใจและสื่อการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับมอเตอร์ 3 เฟสยังไม่เพียงพอกับการเรียนการสอน ทำให้เราได้จัดทำสื่อการเรียนนี้ขึ้น เพื่อพัฒนาความรู้บุคลากรของกองทัพเรือเพราะในปัจจุบันกองทัพเรือได้นำ INDUCTION MOTOR THREE PHASE มาใช้เพื่อเป็นเครื่องทุ่นแรงในยกสิ่งของหนักขึ้นที่สูงและอีกมากมายจึงได้มีการจัดทำสื่อการเรียนมอเตอร์ 3 เฟสเพื่อทำให้ผู้ที่สนใจ ได้เข้าใจมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

เพื่อจัดทำชุดสาธิต การควบคุมชุดขับมอเตอร์ 3 เฟส

1.3 สมมุติฐาน

สามารถทำให้วงจรมีประสิทธิภาพและสามารถใช้งานได้จริง

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.ทดสอบการทำงานของมอเตอร์ 3 เฟส
2.ทดสอบประสิทธิภาพของตัวไดรฟ์มอเตอร์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานมอเตอร์ให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ
2.เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาของนักเรียนจ่าเหล่าไฟฟ้าและบุคคลากรที่สนใจ
3.เพื่อลดต้นทุนและงบประมาณค่าใช้จ่ายไฟฟ้าและการบำรุงซ่อมแซมมอเตอร์
4.เพิ่มความสามารถให้กับตัวเองในการต่อวงจรไฟฟ้า

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความแตกต่างของระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส

ระบบไฟฟ้าแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ ดังนี้

2.1.1 ระบบไฟฟ้า 1 เฟส ระบบไฟฟ้าที่ใช้กันทั่วไปตามบ้าน หลอดไฟและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป ในบ้านเราใช้ไฟฟ้ากระแสสลับระบบ 1 เฟส 2 สาย แรงดัน 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ โดยสายไฟ 2 สายที่ใช้กันตามบ้านนี้ สายหนึ่งจะมีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่หรือเรียกว่าสายเคอร์เรนต์(CURRENT LINE) ส่วนอีกสายหนึ่งจะเป็นสายที่เดินไว้เฉยๆ ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่หรือเรียกว่า สายนิวทรัล(NEUTRAL LINE) ดังจะเห็นได้จากปลั๊กไฟตามบ้านที่เห็นมีช่องเสียบอยู่ 2 ช่องนั้น ถ้าเอาไขควงสำหรับตรวจกระแสไฟฟ้าลองวัดดูจะเห็นได้ว่าช่องหนึ่งจะมีไฟแดงปรากฏ แสดงว่าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แต่เมื่อเวลาใช้งานกับหลอดไฟหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้ร่วมกันทั้ง 2 สายเพื่อให้กระแสไฟฟ้าครบวงจรส่วนบางแห่งที่เห็นปลั๊กไฟมี 3 ช่องนั้นยังเป็นระบบไฟฟ้า แบบ 1 เฟสเหมือนกัน แต่ช่องที่เพิ่มขึ้นมานั้นเป็นช่องที่ต่อกับสายดิน (GROUND) เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลลงดินเวลาเกิดไฟรั่วเป็นการเพิ่มความปลอดภัยและปลั๊กของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะใช้กับระบบสายดินนี้จะเป็นปลั๊กแบบ 3 ขาซึ่งในต่างประเทศถือเป็นระบบมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไป

2.1.2 ระบบไฟฟ้า 3 เฟส เป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 4 สาย แรงดัน 380 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ โดยที่ 3 สายจะเป็นสายที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน โดยทั่วไประบบไฟฟ้า 3 เฟสเป็นระบบที่ไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ เพราะเครื่องจักรเหล่านี้มักมีขนาดใหญ่จึงต้องการแรงดันไฟฟ้าที่สูง ไฟฟ้าระบบนี้ไม่สามารถนำมาใช้กับระบบแสงสว่างหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าตามบ้านได้โดยตรง มาถึงตรงนี้ หลายคนคงจะสงสัยว่าเมื่อระบบไฟฟ้า 3 เฟสไม่สามารถนำมาใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆตามบ้านได้ โดยตรงแล้วจะเอามาแนะนำกันเพื่ออะไร ข้อสงสัยนี้สามารถอธิบายได้โดยไม่ยาก กล่าวคือ การนำระบบไฟฟ้า 3 เฟสเข้ามาใช้ในบ้านนั้นมิได้เป็นการใช้ไฟฟ้าทั้ง 3 เฟสกับอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชิ้นโดยตรง แต่เป็นการนำไฟฟ้า 3 เฟสนั้นมาแบ่งแยกให้เป็นระบบไฟฟ้า 1 เฟส 3 ชุด แล้วกระจายไปตามจุดต่างๆ ที่มีการใช้ไฟฟ้า การกระจายจุดของการใช้งานเช่นนี้ทำให้ไฟฟ้าแต่ละเฟสไม่ถูกใช้งานมาก ถือเป็นการเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้า ทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้า เพราะการคิดอัตราค่าใช้ไฟฟ้าซึ่งมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมงจะคิดเป็นอัตราก้าวหน้า กล่าวคือยิ่งมีการใช้ไฟฟ้ามากก็จะยิ่งเสียค่าไฟฟ้าในอัตราที่สูงขึ้น ฉะนั้นการกระจายการใช้ไฟฟ้าออกเป็น 3 ส่วนจากระบบไฟฟ้าที่นำเข้า 3 เฟสดังกล่าว จึงทำให้การใช้ไฟฟ้าในแต่ละส่วนหรือแต่ละเฟสน้อยลง จึงไม่ต้องเสียค่าไฟฟ้าในอัตราที่สูง

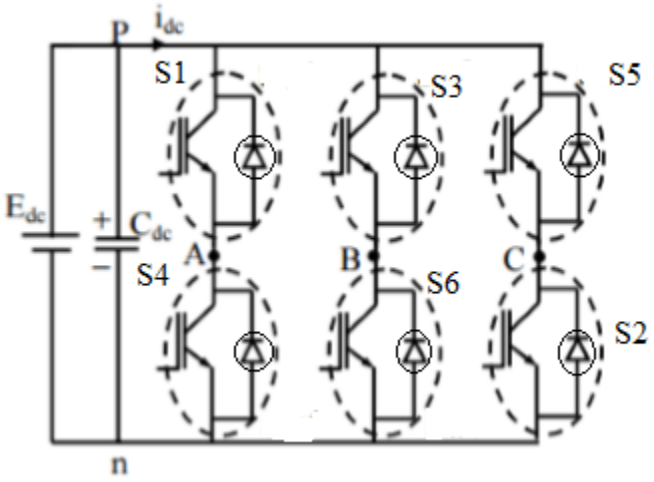
2.2 อินเวอร์เตอร์ (INVERTER)

อินเวอร์เตอร์ คืออุปกรณ์ไฟฟ้ากำลัง ใช้เพื่อเปลี่ยนพลังงานจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นรูปแบบอื่นเช่น DC เป็น AC ที่ความถี่และแรงดันไฟฟ้าที่จำเป็น การจำแนกประเภทนี้สามารถทำได้โดยพิจารณาจากแหล่งจ่ายและโทโพโลยี(Topology)ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้า ดังนั้นสิ่งเหล่านี้จึงถูกแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ อินเวอร์เตอร์แหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้า(VSI)และอินเวอร์เตอร์แหล่งกระแส(CSI) อินเวอร์เตอร์ประเภท VSI มีแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่มีอิมพีแดนซ์น้อยที่ขั้วอินพุตของอินเวอร์เตอร์ อินเวอร์เตอร์ประเภท CSI มีแหล่งกระแสไฟฟ้ากระแสตรงที่มีความต้านทานสูง

หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์สามเฟส คือ การประกอบด้วยสวิตช์อินเวอร์เตอร์สามตัวที่มีเฟสเดียวซึ่งสวิตช์แต่ละตัวสามารถเชื่อมต่อกับขั้วโหลด สำหรับระบบควบคุมพื้นฐานทั้งสามสวิตช์สามารถซิงโครไนซ์การทำงานเพื่อให้สวิตช์เดี่ยวทำงานที่ทุกๆ 60 องศาของรูปคลื่นพื้นฐาน เพื่อสร้างรูปคลื่นแบบบรรทัดต่อบรรทัดรวมถึงหกขั้นตอน รูปคลื่นนี้มีสเตจแรงดันเป็นศูนย์ระหว่างสองส่วน

2.2.1 การออกแบบอินเวอร์เตอร์สามเฟส

หน้าที่หลักของอินเวอร์เตอร์ประเภทนี้คือการเปลี่ยนอินพุตของ DC เป็นเอาต์พุตของ AC 3 เฟส อินเวอร์เตอร์ 3 เฟสพื้นฐานประกอบด้วยสวิตช์อินเวอร์เตอร์เฟสเดียว 3 ตัวซึ่งสวิตช์แต่ละตัวสามารถเชื่อมต่อกับขั้วโหลดหนึ่งใน 3 ขั้ว



รูปที่ 2.1 วงจรอินเวอร์เตอร์สามเฟส

2.3 Arduino

Arduino เป็นชื่อเรียกของ platform micro controller ชนิดหนึ่ง ดังนั้นหน้าที่ก็คือชุดควบคุมขนาดเล็กที่สามารถนำไปเชื่อมต่อเพื่อสั่งการเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ สาเหตุหลักที่ทำให้ Arduino มีชื่อเสียงโด่งดัง อีกทั้งยังนับได้ว่าราคาย่อมเยามากกว่าบรรดา micro controller อื่นในตลาดก็คือการที่มันเป็น Open Source ทั้งในเชิง software และ hardware นั่นหมายความว่าใครๆ ก็สามารถนำระบบของ Arduino ไปดัดแปลงแก้ไขแล้วนำออกมาขายในตลาดได้โดยไม่ผิดกฎหมาย

2.3.1 Arduino ในส่วนของ Software

Arduino ได้พัฒนาส่วนของระบบการเขียนโปรแกรมหรือที่เรียกว่า IDE (Integrated Development Environment) ซึ่งจะช่วยให้เราฝังคำสั่งลงในบอร์ด Arduino ชนิดต่างๆ ได้ ซึ่งในส่วนของ software นี้ ยังสามารถดาวโหลด library ซึ่งทำให้เราเขียนโปรแกรมกับ controller ชนิดอื่นๆ ไม่จำกัดอยู่แค่ Arduino

รูปที่ 2.2 Arduino Software

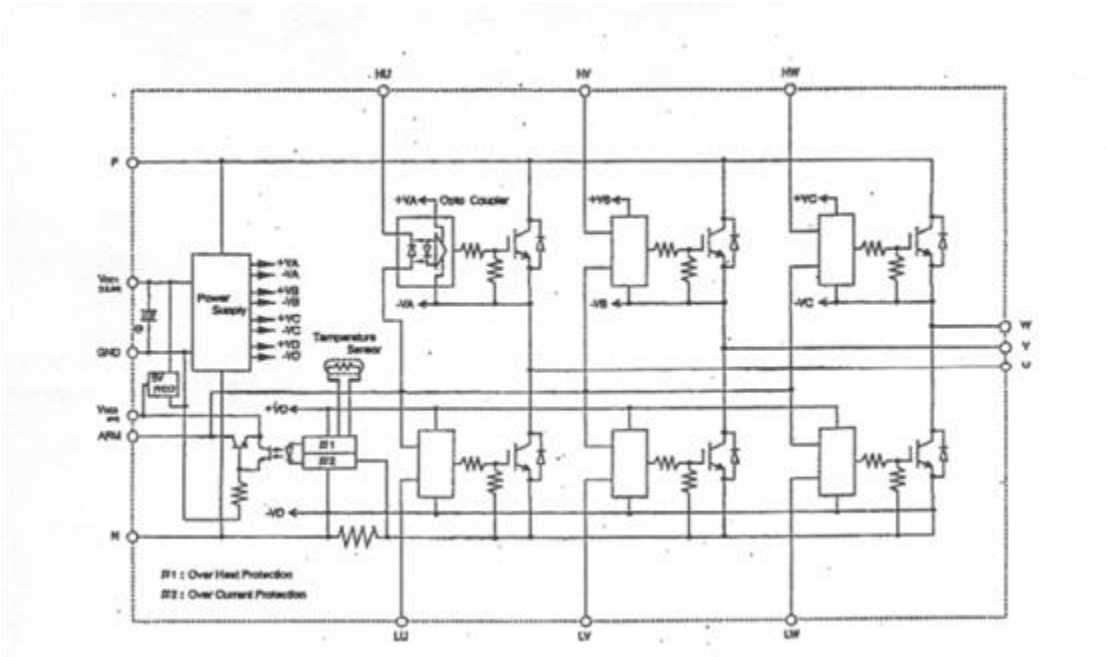
2.3.2 Arduino ในส่วนของ hardware

Arduino board แบ่งออกเป็นหลายชนิดด้วยกัน ซึ่งจะมีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งานไปคนละแบบ

นอกจาก board หลักของ Arduino แล้ว ก็จะมี module หรือ shield ต่างๆแยกกัน เพื่อนำมาประกอบใช้ตามลักษณะของโปรเจค

2.4 Intelligent Power Module (IPM)

รูปที่ 2.3 Intelligent Power Module (IPM)



รูปที่ 2.4 วงจรภายในของอุปกรณ์ IPM

2.4.1 คุณลักษณะพิเศษของIPM TM-35

1.เป็น IGBT ในยุคที่ 4 ทนแรงดันได้สูงถึง 600 V ทนกระแสได้ถึง 30 A ให้ output เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

2.มีวงจร Opto-Couple ความเร็วสูงเพื่อแยกสัญญาณ Input

3.มีวงจรขับ IGBT รวมทั้งแหล่งจ่ายไฟสำหรับ IGBT

4.มีชุดจ่ายแรงดับสำหรับชุดควบคุมภายนอก 2 ชุด (Vcc1=13.5 V, Vcc2=5.0V)

5.มีวงจรป้องกันกระแสเกินและวงจรป้องกันความร้อนเกิน

6.ให้สัญญาณ error กับชุดควบคุมกรณีเกิดความผิดพลาดจากการทำงานจากกระแสเกินและความร้อนเกิน

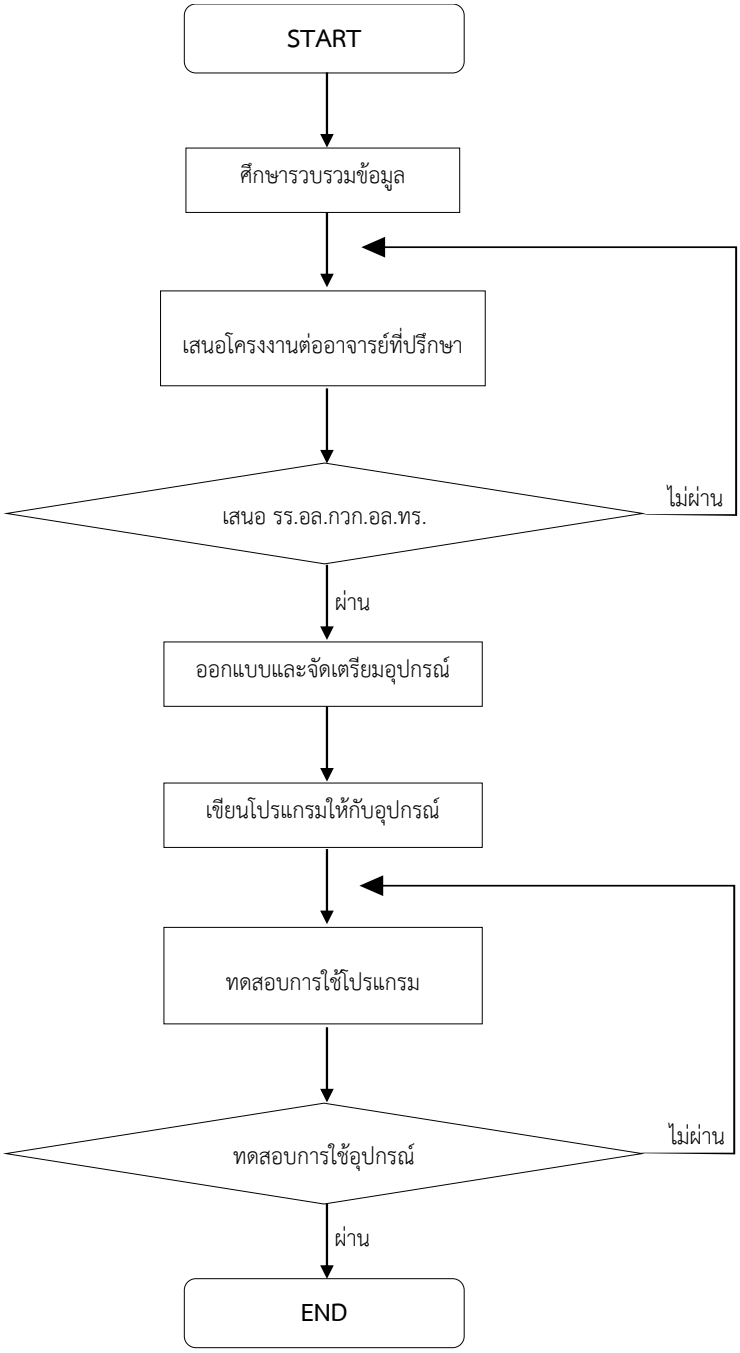
7.มี Film Capacitor สำหรับป้องกันการกระโชคของแรงดัน

จุดที่มีความสำคัญในการใช้งาน IPM TM-35 คือสัญญาณ PWM จะใช้ได้กับความถี่ในการสวิตช์สูงสุดที่ 6 kHz และมีช่วงเวลา Dead Time อย่างต่ำต้องมากกว่า 5 μs เพื่อป้องกันการนำกระแสของ IGBT พร้อมกันในเฟสเดียวกันของอินเวอร์เตอร์ และในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สร้างสัญญาณ PWM วงจรOpto-Couple ต้องการกระแสขับนำในแต่ละชุดอยู่ในช่วง 7 mA ถึง 9 mA

บทที่ 3

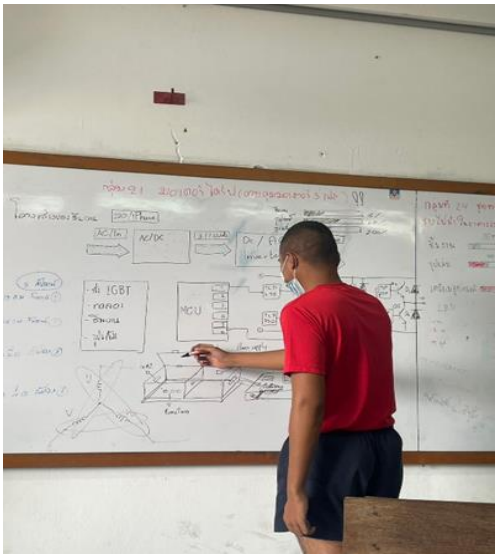
วิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินการของโครงงานทั้งหมด



รูปที่ 3.1 ผังการดำเนินงาน

3.1 การศึกษาข้อมูล



-ศึกษาระบบไฟฟ้า 3 เฟส

-ศึกษาการทำงานของมอเตอร์

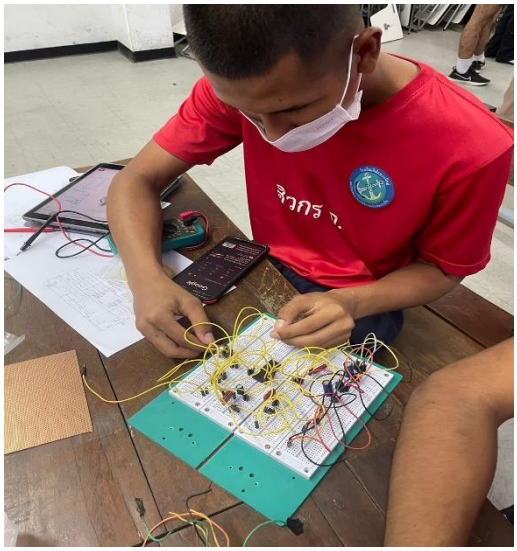
-ศึกษาการทำงานของ TM - 35

-ศึกษาการใช้งาน Arduino

รูปที่ 3.2 การศึกษาข้อมูล

3.2 ออกแบบและจัดเตรียมอุปกรณ์

3.2.1 ออกแบบชิ้นงาน



-ออกแบบรูปแบบวงจร

-ออกแบบการจัดวางอุปกรณ์

-เขียนโปรแกรมเข้าวงจร

รูปที่ 3.3 การออกแบบชิ้นงาน

3.2.2 ออกแบบกล่องอคริลิค

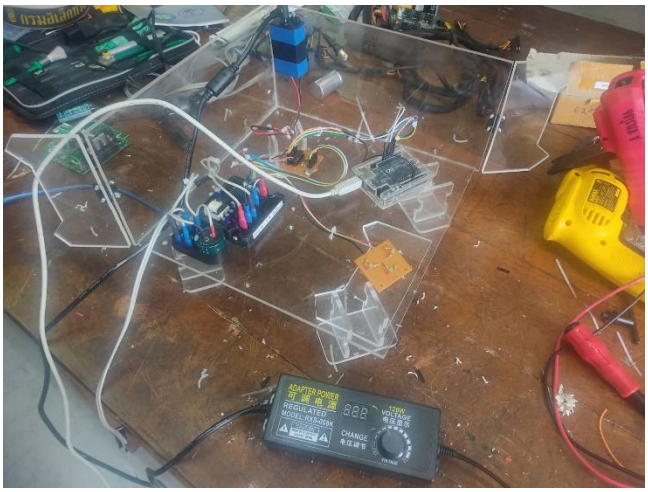
รูปที่ 3.4 การออกแบบแผ่นอคริลิค

-ออกแบบขนาดของแผ่น

-ออกแบบรูปร่างของกล่อง

-ตัดและเจาะรูของแผ่น

3.2.3 ประกอบชิ้นงาน



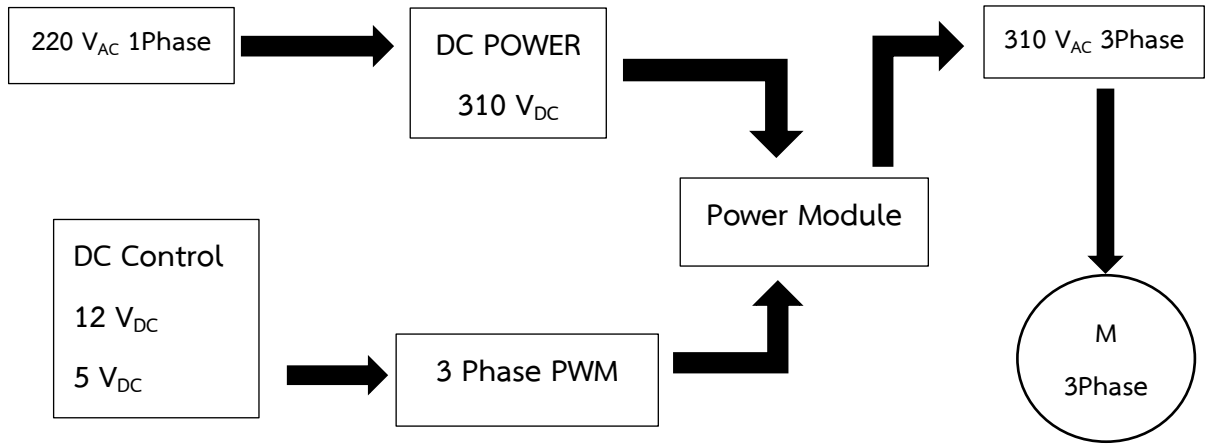
รูปที่ 3.5 ภาพชิ้นงาน

-ประกอบแผ่นอคริลิค

-ประกอบชิ้นงานโดยการบัดกรี

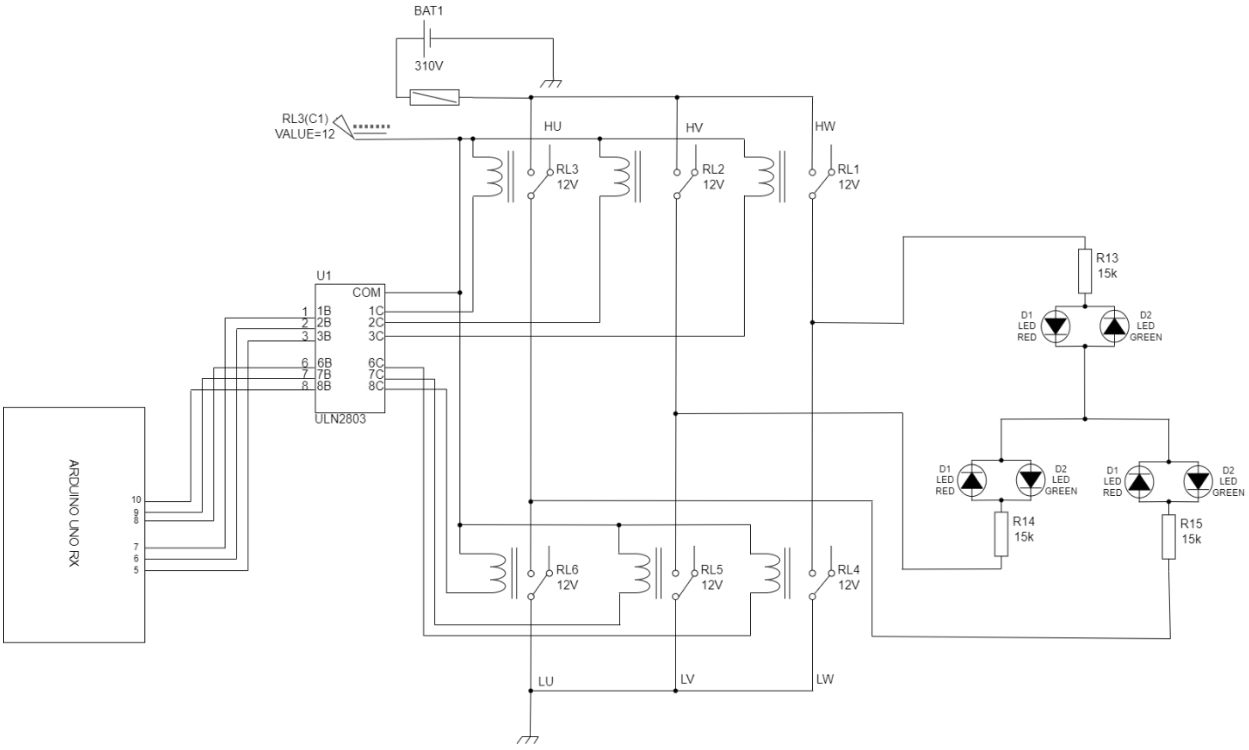
-ประกอบวงจรกับตัวกล่องเข้าด้วยกัน

3.3 BLOG DIAGRAM



รูปที่ 3.6 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของชิ้นงาน

3.4 วงจรการทำงาน



รูปที่ 3.7 วงจรการทำงาน

3.5 หลักการทำงานของวงจร

ตารางที่ 3.1 หลักการทำงานของวงจร

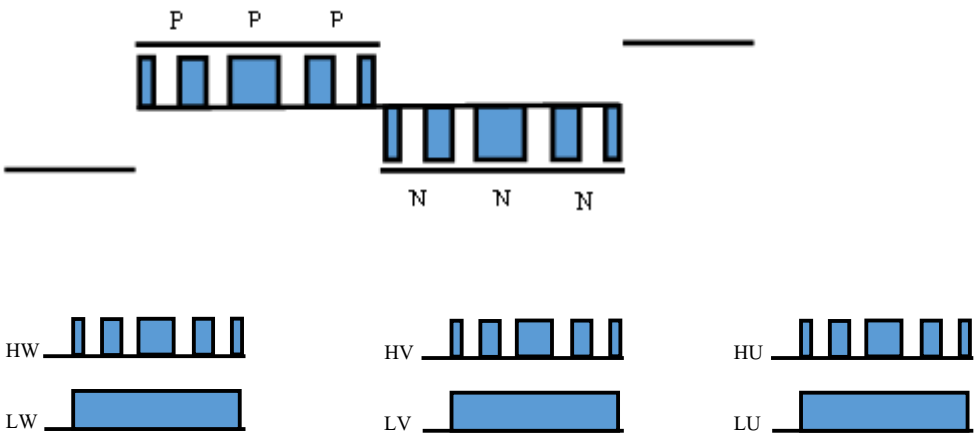
การควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส ด้วย TM – 35

		>1	2	3	4	5	6<	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
IN	HW	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF
IN	HV	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF
IN	HU	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON
OUT	W	P	P	P				P	P	P				P	P	P			
					N	N	N				N	N	N				N	N	N
OUT	V			P	P	P				P	P	P				P	P	P	
		N	N				N	N	N				N	N	N				N
OUT	U	P				P	P	P				P	P	P				P	P
			N	N	N				N	N	N				N	N	N		
IN	LW	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
IN	LV	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON
IN	LU	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF

แรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้ motor 3 phase ในแต่ละ phase จะห่างกัน 120 องศา ดังนั้นการควบคุมการทำงานของ TM – 35 จะแบ่งออกเป็น 6 step ในแต่ละstep จะห่างกัน 60 องศา และในแต่ละphase ของ output ที่ต่อให้motorจะห่างกัน 120 องศา ในตาราง OUTPUT W-V-U ในแต่ละphase จะมีไฟบวก 3 ช่อง (180 องศา) และมีไฟลบ 3 ช่อง(180 องศา) ในการควบคุมการทำงาน TM – 35 จะแบ่งออกเป็น 6 step ตัวอย่างการทำงาน stepที่ 1 W=P ,V=N ,U=P กำหนดให้ P=ไฟบวก N=ไฟลบ การควบคุมการทำงานHW=ON ,HV=OFF ,HU=ON และ LW=OFF ,LV=ON ,LU=OFF ข้อควรระวัง ในline เดียวกันห้าม ON พร้อมกัน เช่น HW กับ LW เป็นต้น

การป้อนสัญญาณทางด้าน HW,HV,HL ต้องเป็น PWM โดยให้สัญญาณเริ่มจากน้อยสุดตรงเฟสเริ่มต้น สูงสุดตรงกลางและลดลงต่ำสุดด้านปลาย

การป้อนสัญญาณด้าน LW,LV,LU เป็นสัญญาณLogic



รูปที่ 3.8 การป้อนสัญญาณด้าน LW,LV,LU เป็นสัญญาณLogic

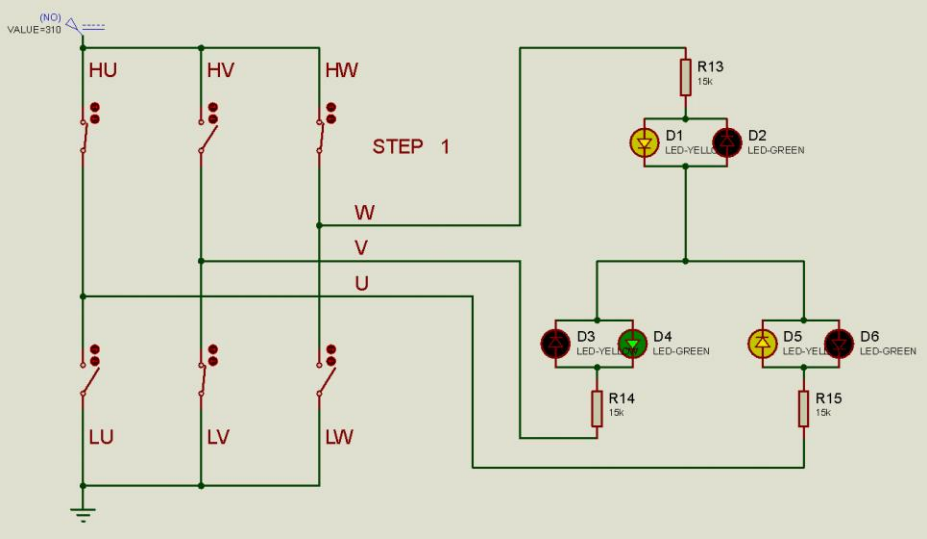
TM – 35 PIN CONTROL

1 LW	INPUT	6 HU	INPUT		
2 HW	INPUT	7 GND			
3 LV	INPUT	8 VCC2	OUTPUT = 4.8 – 5.2 V		
4 HV	INPUT	9 VCC1	OUTPUT = 12.9 – 14.1 V	(ให้ตรวจว่า VCC1 เป็น INPUT หรือ OUTPUT ในคู่มือบอกว่าเป็น OUTPUT)	
5 LU	INPUT	10 ARM	OUTPUT PROTECT		

INPUT ควบคุมด้วย Active LOW กระแสไฟ 10 mA ความถี่ PWM = 4 – 6 KHz

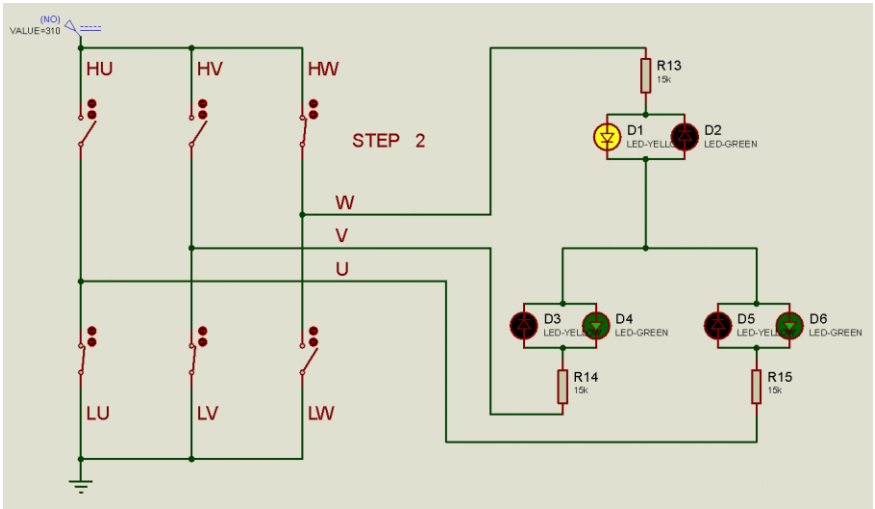
หมายเหตุ การตรวจว่า VCC1 เป็น OUTPUT ให้เอาไฟ 12V ที่ต่อเข้าไปออกก่อน แล้วต่อไฟ 300V เข้า แล้ววัดไฟที่ขา VCC1 เทียบกับ GND ว่ามี 13V หรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าเป็นไฟ OUTPUT ให้ต่อไฟนี้เข้า Arduino เข้า Vin หรือแปลงไฟ 13V เป็น 5V โดยต่อไอซี 7805 เข้าที่ 5V ก็ได้ ส่วนโปรแกรมใช้ตัวใหม่ตามตัวอย่างการจำลองการทำงาน

3.5.1 จำลองการทำงานการควบคุม TM-35



รูปที่ 3.9 การจำลองการทำงานการควบคุม TM-35 STEP 1

```
digitalWrite(HW,1);digitalWrite(HV,0);digitalWrite(HU,1);          //STEP 1
digitalWrite(LW,0);digitalWrite(LV,1);digitalWrite(LU,0);
```



รูปที่ 3.10 การจำลองการทำงานการควบคุม TM-35 STEP 2

```
digitalWrite(HW,1);digitalWrite(HV,0);digitalWrite(HU,0);          //STEP 2
digitalWrite(LW,0);digitalWrite(LV,1);digitalWrite(LU,1);
```

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1.หลักการทำงานของชุดขับมอเตอร์

1.จ่ายแรงดันไฟ 1 เฟส เข้าไปที่ชุดขับมอเตอร์ โดยในที่นี้ เราจะใช้วงจร LED แทนมอเตอร์

2.ชุดขับทำการแปลงไฟ 1 เฟส 220V เป็นไฟ 3 เฟส 310V

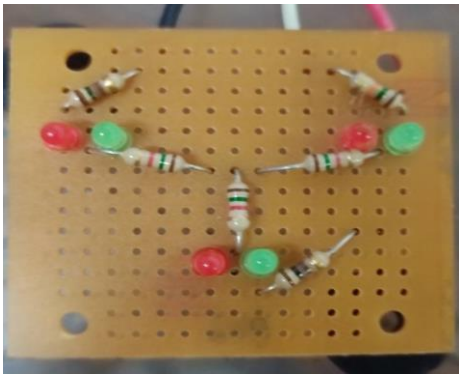
3.ขุดขับส่งแรงดันไฟ 3 เฟส เข้าไปที่วงจร LED

4.วงจร LED จะทำให้หลอด LED ติด หรือ มอเตอร์หมุนทำงาน

4.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลการทำงานของ LED

ชนิดของ LED	การทำงาน					
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5	รอบที่ 6
LED1	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ
LED2	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด
LED3	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ
LED4	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด
LED5	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ
LED6	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด



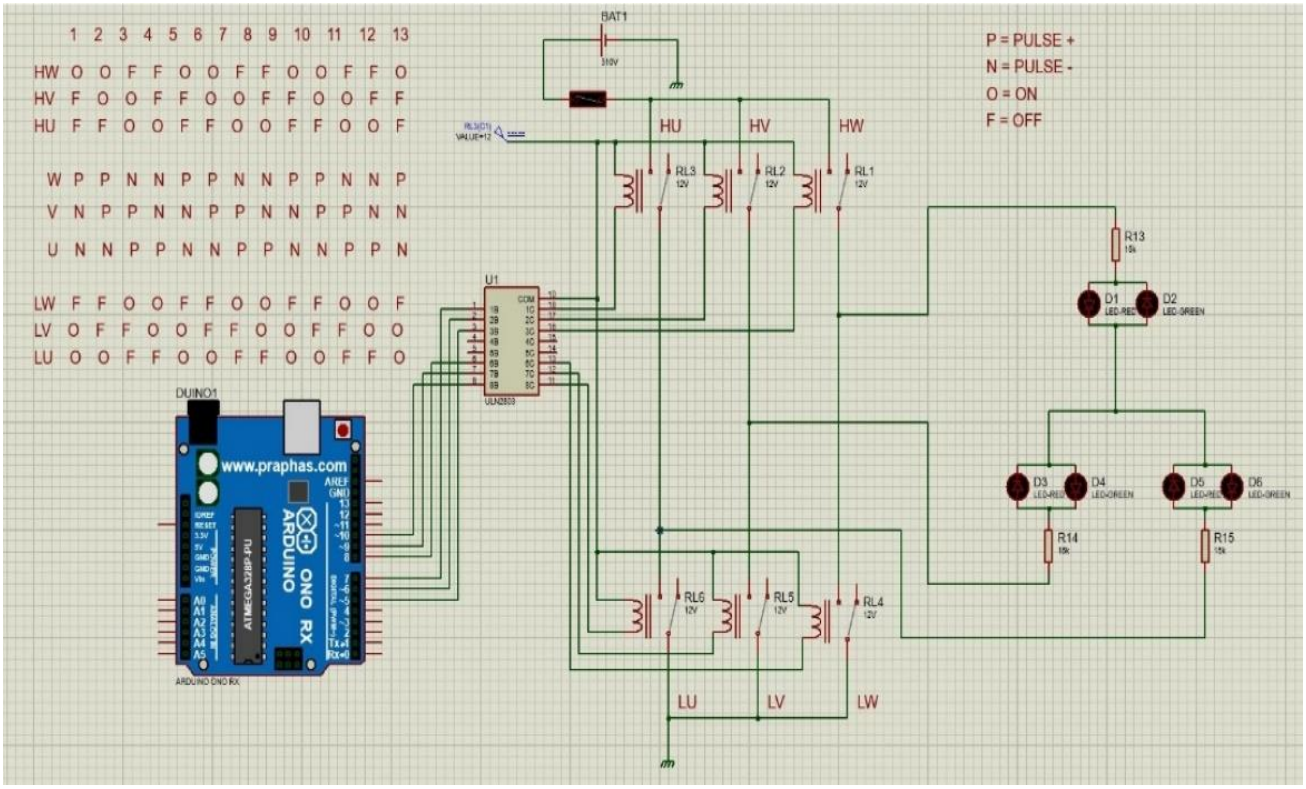
รูปที่ 4.1 การทำงานของ LED

รูปที่ 4.2 มอเตอร์ 3 เฟส

ตารางที่ 4.2 ผลการทำงานของ TM – 35

ชนิดของ Input/output	การทำงาน					
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5	รอบที่ 6
HW	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON
HV	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON
HU	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
LW	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
LV	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF
LU	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON

จากตารางผลการทดลองจะสามารถสรุปความสัมพันธ์ของการทำงานระหว่างการทำงานของ LED หรือการหมุนของมอเตอร์และ TM – 35 ได้ดังภาพ



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของการทำงาน

บทที่ 5

สรุป ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทำโครงงาน

จากผลการทดสอบ สรุปได้ว่า การทำงานของ TM – 35 จะมีผลต่อตัว LED ขึ้นอยู่กับ input และ output ของวงจรขับที่ทำงานในขณะนั้นและเป็นตัวบ่งชี้ว่าจะสามารถทำให้มอเตอร์ที่ทำการขับนั้นหมุนได้อย่างไร ในที่นี้เราจะใช้วงจร LED แทนการใช้มอเตอร์ 3 เฟส โดยเมื่อส่งตัว input เข้าไปในวงจร LED จะทำให้ตัวหลอด LED ทำงานและส่งตัว output กลับไปที่ตัววงจรขับใน TM – 35 เป็นขั้นตอน ทำให้ตัวของมอเตอร์สามารถหมุนได้ตามที่กล่าวไว้ข้างต้น เมื่อเขียนโปรแกรมได้ถูกต้อง จะสามารถทำให้วงจรขับมอเตอร์สามารถทำงานได้ตามปกติ โดยไม่เกิดการอาร์ค

5.2 ปัญหา

5.2.1 ตัวขับมีโอกาสอาร์คสูง ทำให้การทดสอบมีโอกาสผิดพลาดสูง

5.2.3 โปรแกรมของชิ้นงานมีความซับซ้อน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ศึกษาการเขียนโปรแกรมเพื่อให้เข้าใจการทำงาน

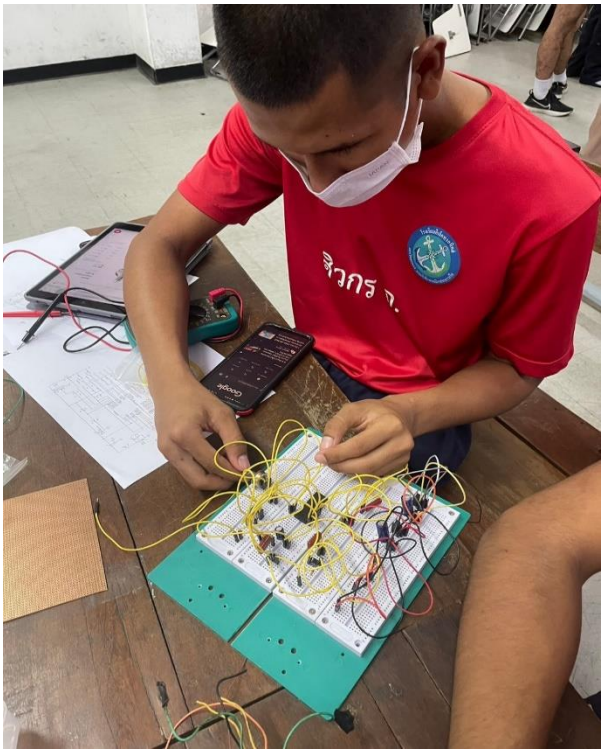
5.3.2 การทำชุดขับควรมีอุปกรณ์ป้องกัน

5.3.3 ควรศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้อุปกรณ์สามารถขับมอเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3.4 เมื่อมั่นใจในการทำงานของวงจรแล้ว สามารถนำไปต่อยอด โดยใช้ร่วมกับมอเตอร์ 3 เฟสได้

ภาคผนวก

ภาคผนวก



Code Arduino

```
#define HW  5

#define HV  6

#define HU  7

#define LW  8

#define LV  9

#define LU  10


void setup()

{

  pinMode(HU,OUTPUT);

  pinMode(HV,OUTPUT);

  pinMode(HW,OUTPUT);

  pinMode(LU,OUTPUT);

  pinMode(LV,OUTPUT);

  pinMode(LW,OUTPUT);

  digitalWrite(HU,0);

  digitalWrite(HV,0);

  digitalWrite(HW,0);

  digitalWrite(LU,0);

  digitalWrite(LV,0);
```

```
  digitalWrite(LW,0);
}

void loop()
{
  digitalWrite(HW,1);digitalWrite(HV,0);digitalWrite(HU,1); //1
  digitalWrite(LW,0);digitalWrite(LV,1);digitalWrite(LU,0);
  delay(2000);
  digitalWrite(HW,1);digitalWrite(HV,0);digitalWrite(HU,0); //2
  digitalWrite(LW,0);digitalWrite(LV,1);digitalWrite(LU,1);
  delay(2000);
  digitalWrite(HW,1);digitalWrite(HV,1);digitalWrite(HU,0); //3
  digitalWrite(LW,0);digitalWrite(LV,0);digitalWrite(LU,1);
  delay(2000);
  digitalWrite(HW,0);digitalWrite(HV,1);digitalWrite(HU,0); //4
  digitalWrite(LW,1);digitalWrite(LV,0);digitalWrite(LU,1);
  delay(2000);
  digitalWrite(HW,0);digitalWrite(HV,1);digitalWrite(HU,1) //5
  digitalWrite(LW,1);digitalWrite(LV,0);digitalWrite(LU,0);
  delay(2000);
  digitalWrite(HW,0);digitalWrite(HV,0);digitalWrite(HU,1); //6
```

```
  digitalWrite(LW,1);digitalWrite(LV,1);digitalWrite(LU,0);
  delay(2000);
  digitalWrite(HW,1);digitalWrite(HV,0);digitalWrite(HU,1); //7
  digitalWrite(LW,0);digitalWrite(LV,1);digitalWrite(LU,0);
  delay(2000);
  digitalWrite(HW,1);digitalWrite(HV,0);digitalWrite(HU,0); //8
  digitalWrite(LW,0);digitalWrite(LV,1);digitalWrite(LU,1);
  delay(2000);
  digitalWrite(HW,0);digitalWrite(HV,1);digitalWrite(HU,0); //9
  digitalWrite(LW,1);digitalWrite(LV,0);digitalWrite(LU,1);
  delay(2000);
  digitalWrite(HW,0);digitalWrite(HV,1);digitalWrite(HU,1); //10
  digitalWrite(LW,1);digitalWrite(LV,0);digitalWrite(LU,0);
  delay(2000);
  digitalWrite(HW,0);digitalWrite(HV,1);digitalWrite(HU,1); //11
  digitalWrite(LW,1);digitalWrite(LV,0);digitalWrite(LU,0);
  delay(2000);
  digitalWrite(HW,0);digitalWrite(HV,0);digitalWrite(HU,1); //12
  digitalWrite(LW,1);digitalWrite(LV,1);digitalWrite(LU,0);
  delay(2000);
}
```

อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา	รูปภาพ
1	Arduino UNO	1	EA	390	
2	TM-35	1	EA	568	
3	Adapter power	1	EA	65	

รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 1,023 บาท

บรรณานุกรม

ชุดอินเวอร์เตอร์สามเฟส

http://dspace.spu.ac.th/bitstream/123456789/4752/2/

Power module

https://www.smartguard.org/images/main_1258499415/MC3PHAC%20project.doc

Arduino

https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3

คณะผู้จัดทำ

นรจ.ศุภชัย อินฉ้วน

Facebook : Suppachai Inchuan

นรจ.ธนทัต สลางสิงห์

Facebook : Thanathat pro

นรจ.ณภัทร์ จิตจำนงค์

Facebook : Naphat Chitchumnong

นรจ.ศิวกร จูเจีย

Facebook : Siwakorn Jujia

นรจ.ภูวนาท ม่วงแย้ม

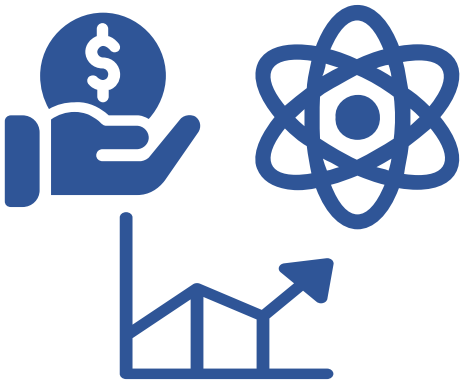
Facebook : ภูวนาท ม่วงแย้ม

นรจ.ธิติวุฒิ สุทธิแสน

Facebook : ธิติวุฒิ ส.

นรจ.วุฒิภัทร เกตุไล

Facebook : Wuttiphat Non



ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานมอเตอร์ให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

2.เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาของนักเรียนจ่าเหล่าไฟฟ้าและบุคคลากรที่สนใจ

3.เพื่อลดต้นทุนและงบประมาณค่าใช้จ่ายไฟฟ้าและการบำรุงซ่อมแซมมอเตอร์

4.เพื่อควบคุมแรงบิดที่แม่นยำและรวดเร็ว การตอบสนองความเร็วสูงและง่ายต่อการควบคุม

รายชื่อผู้จัดทำ

นรจ.ศุภชัย	อินฉ้วน
นรจ.ธนทัต	สลางสิงห์
นรจ.ณภัทร์	จิตจำนงค์
นรจ.ศิวกร	จูเจีย
นรจ.ธิติวุฒิ	สุทธิแสน
นรจ.ภูวนาท	ม่วงแย้ม
นรจ.วุฒิภัทร	เกตุไล

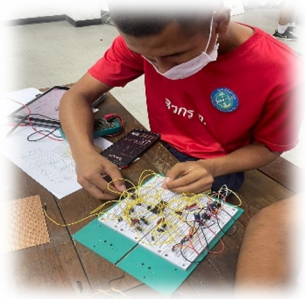
โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ

ระบบควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส

Motor Drive 3 Phase

ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากเรามีความต้องการที่จะนำความรู้ที่ได้ศึกษา มาสร้างสื่อการเรียนการสอนให้แก่นักเรียนและบุคลากรที่สนใจและสื่อการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับมอเตอร์ 3 เฟสไม่เพียงพอกับการเรียนการสอน ทำให้เราได้จัดทำสื่อการเรียนนี้ขึ้น เพื่อให้นักเรียนและบุคลากรที่สนใจได้เข้าใจว่าการสตาร์ทมอเตอร์นั้นกินกระแสไฟมากเกินไป ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและงบประมาณในการดูแลรักษา จึงได้มีสื่อการเรียนมอเตอร์ 3 เฟสเพื่อทำให้ผู้ที่สนใจ ได้เข้าใจมากขึ้น



วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

เพื่อจัดทำชุดสาธิต การควบคุมชุดขับมอเตอร์ 3 เฟส

ขอบเขตการศึกษา

1.ทดสอบการทำงานของมอเตอร์ 3 เฟส

2.ทดสอบประสิทธิภาพของตัวไดรฟ์มอเตอร์

หลักการทำงาน

1.จ่ายแรงดันไฟ 1 เฟส เข้าไปที่ชุดขับมอเตอร์ โดยในที่นี้ เราจะใช้วงจรไดโอดแทนมอเตอร์

2.ชุดขับทำการแปลงไฟ 1 เฟส 220V เป็นไฟ 3 เฟส 310V

3.ชุดขับส่งแรงดันไฟ 3 เฟส เข้าไปที่วงจรไดโอด

4.วงจรไดโอดจะทำให้หลอด LED ติด หรือมอเตอร์หมุนทำงาน