รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องปรับเทียบโพรบวัดความหนาอัตโนมัติ
Automatic Calibrator for Thickness probe

นายกรกช ตั้งตน

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องปรับเทียบโพรบวัดความหนาอัตโนมัติ

Automatic Calibrator for Thickness probe

นายกรกช ตั้งตน

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา เครื่องปรับเทียบโพรบวัดความหนาอัตโนมัติ

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายกรกช ตั้งตน

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ดร.สมภพ ผลไม้

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศน์งาน

สถานประกอบการ เฮลมุท ฟิชเชอร์ HELMUT FISCHER (THAILAND) CO., LTD.

บทคัดย่อ

หนึ่งในกระบวนการการใช้งานของโพรบวัดความหนานั้นประกอบไปด้วยขั้นตอนการปรับเทียบสอบเทียบเพื่อให้ค่าที่วัดได้จากโพรบนั้นมีค่าความถูกต้องมากขึ้น ซึ่งกระบวนการนี้ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญเนื่องจากส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของโพรบเป็นอย่างมาก สำหรับขั้นตอนสำหรับการสอบเทียบโพรบวัดความหนานั้นจำเป็นต้องใช้แสตนสำหรับการประคองโพรบเพื่อให้ลักษณะของการวัดเพื่อปรับเทียบออกมาในลักษณะของการวัดที่ตั้งฉากกับชิ้นงาน นอกจากนี้ยังจำเป็นที่จะต้องปรับเทียบด้วยแรงกดลงบนโพรบที่เท่ากัน การควบคุมปัจจัยเหล่านี้ด้วยการใช้เครื่องเครื่องปรับเทียบโพรบวัดความหนาอัตโนมัติจึงทำให้กระบวนการการปรับเทียบนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น นั่นคือค่าความถูกต้องของการวัดจากโพรบจะมีค่ามากขึ้นนั่นเอง

คำสำคัญ :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Automatic calibrator for thickness measurement probe

Student intern name: Mr. Koragoch Tangton

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

Advisor name: Dr. Sompob Polmai

Mentor name: Mr. Watchara Sungkapitak

Company: Helmut Fischer (Thailand)

ABSTRACT

One of the most procedure of using thickness measurement probe is calibration. The calibration is done for the more accuracy from measurement. So, the procedure relates the reliability of thickness measurement probe significantly. It is necessary using stand or probe holder because measurement angle of probe is factor of accuracy calibration (measurement probe angle is the angle between probe and sample, Ideal measurement probe angle is 90°). In addition, pressing force and measurement time also are factors of the calibration. Controlling the factors by using automatic calibrator affect the more received accuracy after doing calibration.

Keyword:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงาน 2

1.2 ขอบเขตการปฏิบัติงาน 2

1.3 วิธีการปฏิบัติงาน 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การปรับเทียบหรือการสอบเทียบ 4

2.2 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ 4

2.3 การควบคุมแรงดันไฟฟ้า ด้วยวิธี Buck Converter 5

2.4 วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 7

2.5 ชุด Infrared Sensor (Proximity Sensor) 8

2.6 การสร้างสัญญาณสวิตช์ชิ่งความถี่ 10

2.7 Arduino 10

2.8 Arduino Coding 11

2.9 Hand Held Thickness Probe 12

2.9.1 ปัยจัยที่มีผลต่อการวัดความหนาโดยใช้ Hand Held Thickness Probe 14

2.9.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการแคลลิเบรทสำหรับ Hand Held Thickness Probe 15

บทที่ 3 วิธีดำเนินการปฏิบัติงาน

3.1 บทนำ 16

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์ 16

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ 17

3.3.1 การมองหาปัญหา 17

3.3.2 การสืบค้นและเตรียมความรู้ 17

3.3.3 การปฏิบัติการ 17

3.3.4 การวิเคราะห์ผล และความสามารถของโครงการ 40

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ตารางสำหรับจดบันทึกความสามารถในการทำงานของเครื่องปรับเทียบโพรบวัดความหนา แบบอัตโนมัติ 41

4.2 การเปรียบเทียบราคาค่าใช้จ่ายสำหรับเครื่องปรับเทียบโพรบสำหรับวัดความหนาอัตโนมัติ(D.I.Y)กับที่จำหน่ายตามท้องตลาด 42

4.3 การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องปรับเทียบโพรบสำหรับวัดความหนาอัตโนมัติ 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ
5.1 สรุป 45
5.2 ปัญหา 45
5.3 ข้อเสนอแนะ 45
ภาคผนวก 46
ประวัติผู้เขียน 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1 วงจรสมมูลของมอเตอร์ไฟฟ้า.....5
ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างการควบคุมแรงดันไฟฟ้าโดยการปรับ Duty Cycle ไปที่ 50 % โดยประมาณ 6
ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างการควบคุมแรงดันไฟฟ้าโดยการปรับ Duty Cycle ไปที่ 30 % โดยประมาณ 6
ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างของ L298N.....7
ภาพที่ 2.5 วงจร Dual H-Bridge ของ L298N 7
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่าง Infrared Sensor 8
ภาพที่ 2.7 ตัวอย่าง Infrared Sensor ที่ใช้งานจริง.....8
ภาพที่ 2.8 หลักการทำงานของ Infrared Sensor 9
ภาพที่ 2.9 หลักการทำงานของการควบคุมความถี่สวิตช์ชิ่งของ MOSFET 10
ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างการใช้งาน Arduino 1.0.3 11
ภาพที่ 2.12 การจำลองหลักการ Magnetic Induction Method 12
ภาพที่ 2.13 การจำลองหลักการ Amplitude Sensitivity Eddy Current Method 13
ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างโพรบวัดความหนาของบริษัท Helmut Fischer 13
ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างของอุปกรณ์สำหรับแคลลิเบรทโพรบวัดความหนาของบริษัท Helmut Fischer(TH) 15
ภาพที่ 3.1 Flowchart นี้ แสดงถึงหลักการทำงานในส่วนของ Forward Reverse DC Motor Rotation 18
ภาพที่ 3.2 Flowchart นี้ แสดงถึงหลักการทำงานในส่วนของ Forward Reverse DC Motor Rotation 19
ภาพที่ 3.3 Flowchart นี้ แสดงถึงหลักการทำงานในส่วนของ Speed Controller part 20
ภาพที่ 3. 4 Circuit schematic 21
ภาพที่ 4.1 เครื่องปรับเทียบโพรบสำหรับวัดความหนาอัตโนมัติ ของบริษัทHelmut Fischer 44
ภาพที่ 4.2 เครื่องปรับเทียบโพรบสำหรับวัดความหนาอัตโนมัติของนักศึกษา KMITL 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ผู้จัดทำโครงการนั้นได้เข้ารับการทำสหกิจศึกษาที่บริษัทเฮลมุทฟิชเชอร์ ไทยแลนด์ ซึ่งเป็นบริษัทที่จัดจำหน่ายเกี่ยวกับเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพในแวดวงการการเคลือบผิวเชิงอุตสาหกรรม

ปัจจุบันนั้นเครื่องวัดความหนาวัสดุนั้นนิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการอุตสาหกรรมพบได้ทั้งใน อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมเครื่องประดับ อัญมณี รวมไปจนถึงอุตสาหกรรมการเคลือบผิววัสดุ เครื่องวัดความหนาวัสดุนั้นสามารถทำประโยชน์ให้อุตสาหกรรมเหล่านี้ได้หลายอย่าง ทั้งวัดความหนาของผิววัสดุ โดยได้เน้นไปทางการตรวจสอบคุณภาพและการวิเคราะห์เป็นหลัก ทำให้ไม่ว่าโรงงานใดๆก็ตามที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมที่กล่าวถึงข้างต้น จำเป็นที่จะต้องมีไว้เพื่อควบคุมคุณภาพในการผลิต อย่างไรก็ตามเครื่องเครื่องวัดความหนาวัสดุนั้นมีราคาสูงอีกทั้งยังต้องการการดูแลที่สูงกว่าเครื่องมืออื่นๆ เนื่องจากเป็นเครื่องมือนำเข้าและยังเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่ ทำให้มีบ่อยครั้งที่ผู้ใช้งานใช้งานอย่างขาดความรู้ ความเข้าใจในตัวเครื่อง ทำให้เกิดความเสียหายกับตัวเครื่องโดยจะส่งผลต่อค่าความถูกต้องของการวัดในอนาคตต่อไป

Probe ถือเป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากกับตัวเครื่องเครื่องวัดความหนาวัสดุและสิ่งที่ส่งผลกับส่วนประกอบเหล่านี้นั้นสามารถเป็นอะไรก็ได้ เนื่องจากมีปัจจัยมากมาย เช่น ฝุ่นละอองความชื้น ไอกรด เป็นต้น ที่สามารถส่งผลกับความสามารถของเซนเซอร์ที่บรรจุอยู่ในโพรบอีกด้วย การปนเปื้อนของสิ่งที่กล่าวมาข้างต้นนั้นทำให้ความสามารถของการวัดของโพรบนั้นเปลี่ยนแปลงไป จึงจำเป็นที่จะต้องทำการสอบเทียบ ปรับเทียบ ความสามารถของการวัดของโพรบเพื่อให้ค่าความถูกต้องของการวัดมีค่ามากขึ้น หรือมีค่าใกล้เคียงกับความจริงมากขึ้น สำหรับการสอบเทียบ ปรับเทียบนั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่ส่งผลให้มีความถูกต้องของการวัดของโพรบเปลี่ยนแปลงไปอีกด้วย กล่าวคือการปรับเทียบนั้นทำให้ค่าความถูกต้องของการวัดดีขึ้น แต่การควบคุมปัจจัยในการทำการสอบเทียบ ปรับเทียบนั้นจะเป็นสิ่งที่บอกว่าค่าความถูกต้องนั้นเพิ่มมากน้อยเพียงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 วัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงาน

1) เพื่อศึกษาการทำงานและออกแบบการทำงานของไมโครลคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้สำหรับแก้ปัญหาของโครงการที่ได้รับมอบหมาย
2) เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมและการออกแบบโปรแกรมเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาของโครงการที่ได้รับมอบหมาย
3) เพื่อเข้าใจหลักการทำงานและการใช้งานอุปกรณ์วัดความหนาอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ขอบเขตการปฏิบัติงาน

1) ออกแบบวงจรที่ใช้สำหรับการป้อนจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับเทียบโพรบอัติโนมัติ
2) ออกแบบโปรแกรมที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไมโครลคอนโทรลเลอร์
3) ออกแบบอุปกรณ์เครื่องปรับเทียบโพรบอัติโนมัติที่ใช้สำหรับอุปกรณ์วัดความหนาแบบมือถือ (Hand Held) เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วิธีการปฏิบัติงาน

1) ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์วัดความหนาแบบมือถือ (Hand Held)

เนื่องจากการจัดทำโครงการนี้เป็นเพียงการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการวัดด้วยโพรบวัดความหนาแบบมือถือ ดังนั้นจำเป็นต้องศึกษาหลักการทำงานของโพรบโดยเฉพาะ

2) การออกแบบอุปกรณ์และวงจร

ออกแบบและคาดการณ์ลักษณะของการทำงานของอุปกรณ์เครื่องปรับเทียบโพรบวัดความหนาเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความราบรื่นและมีประสิทธิภาพ

3) การเขียนโปรแกรม

ออกแบบการทำงานของโปรแกรมโดยคร่าวและเริ่มทำการเขียนโปรแกรมโดยแยกออกเป็นส่วนๆ เพื่อให้สะดวกแก่การ Debug ของตัวโปรแกรมเอง

4) การทดสอบสมรรถนะ

วางแผนและออกแบบการทดลองที่จะใช้เพื่อเก็บข้อมูลที่บ่งบอกถึงสมรรถนะของตัวอุปกรณ์เครื่องปรับเทียบโพรบวัดคามหนาอัตโนมัติ

5) การปรับปรุงและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน
นำปัญหาที่พบจากการใช้งานจริงมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและทำการแก้ไขหรือปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพให้มากพอที่จะสามารถยอมรับได้ในการทำงานจริง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เข้าใจหลักการการทำงานของไมโครลคอนโทรลเลอร์ และการออกแบบโปรแกรมการทำงานของไมโครลคอนโทรลเลอร์ให้สามารถบรรลุเป้าหมายการแก้ปัญหาของโครงการได้
2) สามารถออกแบบวงจรกำลังที่ทำการจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดของวงจรได้
3) สามารถที่จะวิเคราะห์และมองเห็นสาเหตุของปัญหาเพื่อทำการเพิ่มสมรรถนะของการทำงานของอุปกรณ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การปรับเทียบหรือการสอบเทียบ (Calibration)

การปรับเทียบ หมายถึง การเปรียบเทียบเชิงปริมาณที่จะทำการเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์ที่มีความถูกต้องสูง (Accuracy) หรือมาตรฐาน (Standard) กับอุปกรณ์ที่ต้องการปรับเทียบ แล้วจึงทำการปรับเปลี่ยนการวัดของอุปกรณ์ทดสอบให้มีค่าใกล้เคียงกับอุปกรณ์ที่มีความถูกต้องสูง (Accuracy) หรือมาตรฐาน (Standard)

2.2 การควบคุมความเร็วมอเตอร์(Armature-terminal voltage control)

เนื่องมาจากมอเตอร์ที่ใช้ในวงจรขับโหลดนั้นเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นสามารถทำได้หลายวิธี โดยความสัมพันธ์ของความเร็วมอเตอร์กับปัจจัยอื่นๆ เป็นดังนี้

$$n_s = (E_t - I_a R_a) x \frac{1}{K\emptyset_P} \quad \text{.....(1)}$$

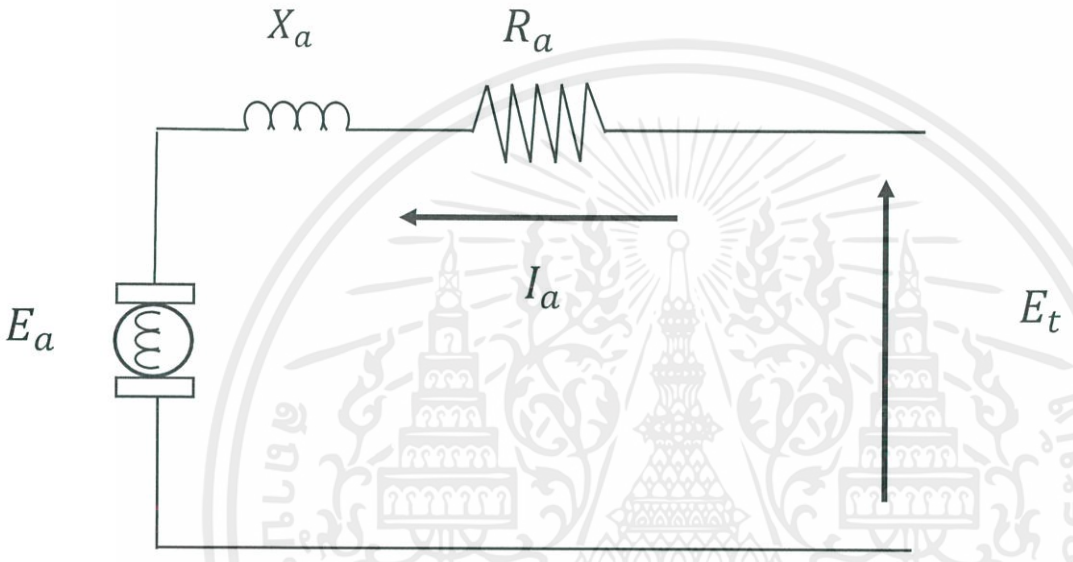
โดยตัวแปรที่ควบคุมได้นั้นมีเพียง E_t แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วป้อนแรงดันเข้า

R_a ค่าความต้านทานของ Armature

$\emptyset/_P$ ค่าฟลักซ์แม่เหล็กที่ไหลผ่านวงจรแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการเลือกควบคุมแต่ละตัวแปรนั้นมีวิธีการในการควบคุมแตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามแม้จะมีวิธีที่แตกต่างกันในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์แต่ผลลัพธ์ที่ได้คือการเปลี่ยนแปลงของความเร็วมอเตอร์ โดยสำหรับการควบคุมความเร็วมอเตอร์ด้วยการควบคุม E_t แรงดันไฟฟ้าที่เทอร์มินอลขั้วป้อนแรงดันเข้า



ภาพที่ 2.1 วงจรสมมูลของมอเตอร์ไฟฟ้า

2.3 การควบคุมแรงดันไฟฟ้า ด้วย Buck Converter

การควบคุมขนาดของแรงดันไฟฟ้านั้นสามารถที่จะทำได้หลากหลายวิธีการด้วยกัน สำหรับวิธี Buck Converter เป็นเรื่องสะดวกเมื่อทำการสร้างสัญญาณด้วย IC หรือ Arduino และยิ่งสะดวกเมื่อทำการสร้างสัญญาณด้วยไฟฟ้ากระแสตรง โดยหลักการนั้นจะสามารถทำได้โดยการกำหนดช่วงคาบเวลาการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้มีค่าๆหนึ่งซึ่งมีค่าคงที่เรียกว่าเวลาคาบ (Period (T)) จากนั้นทำการกำหนดเวลาปิดเปิด (Switching) ของสวิตช์เพื่อทำการลดขนาดของแรงดันไฟฟ้าตามระยะเวลาของการเปิด ปิดของสวิตช์มีค่าเปลี่ยนไปเป็นเปอร์เซ็นต์ของระยะเวลาเปิด ปิด เทียบกับคาบเวลาทำการ สัมพันธ์ตามสมการต่อไปนี้

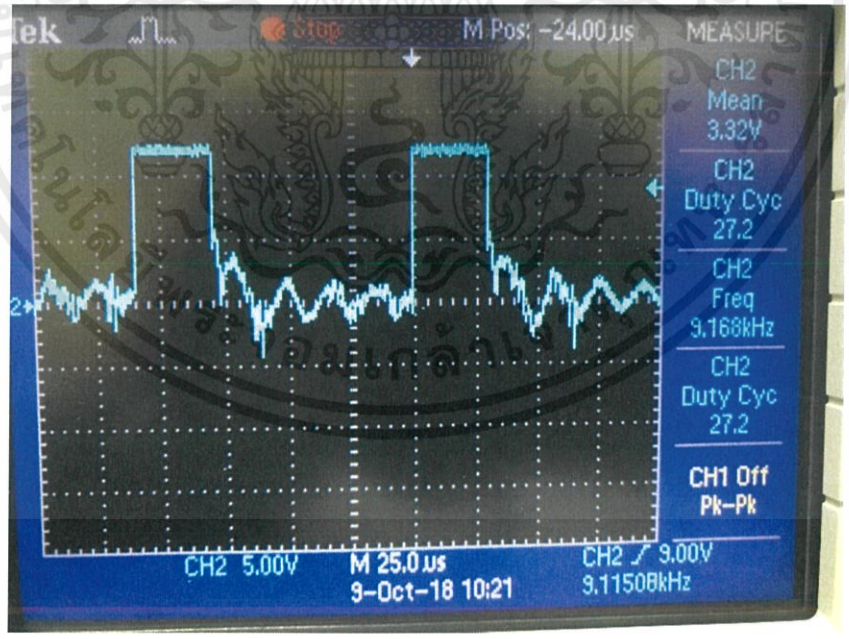
$$V_o = D \times V_{In} \quad \text{.....(2)}$$

เมื่อ D คือ Duty Cycle ซึ่งหมายถึงระยะเวลาของการเปิดสวิตช์เป็นเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป ตัวอย่างการควบคุมแรงดันไฟฟ้าด้วยการใช้เทคนิคการปรับ Duty Cycle

ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างการควบคุมแรงดันไฟฟ้าโดยการปรับ Duty Cycle ไปที่ 50 % โดยประมาณ



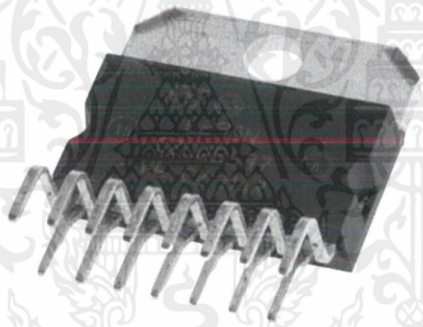
ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างการควบคุมแรงดันไฟฟ้าโดยการปรับ Duty Cycle ไปที่ 30 % โดยประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

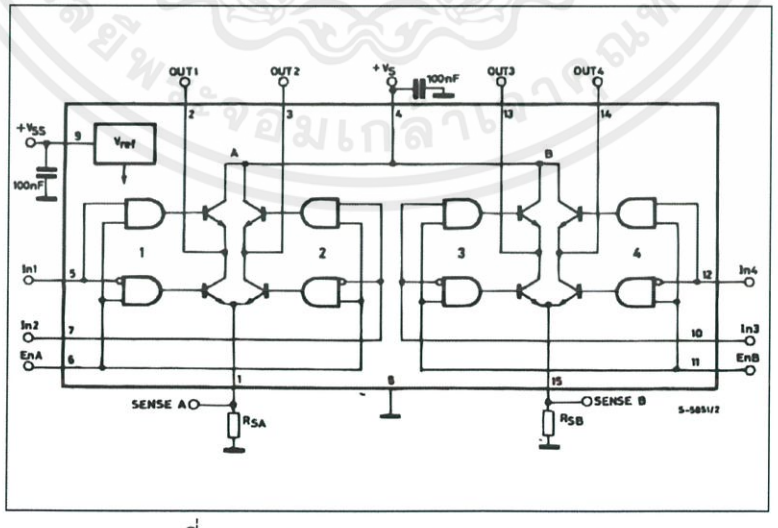
2.4 วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นทำงานโดยการป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดสร้างสนามไฟฟ้า เพื่อให้เกิดสนามแม่เหล็ก จากนั้นสนามแม่เหล็กจะสร้างแรง และทอร์กขึ้นมาให้มอเตอร์หมุนได้ตามละดับ การกลับทางหมุนมอเตอร์นั้นสามารถที่จะทำได้โดยการกลับขั้วแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าให้ขั้วเทอร์มินอลสำหรับต่อแรงดันไฟฟ้า โดยจะเกิดสนามในทิศทางที่ตรงกันข้าม ซึ่งจะทำให้เกิดทอร์กหรือแรงบิดในทิศตรงกันข้ามด้วย นั่นคือจะเกิดการหมุนในทิศทางตรงกันข้าม สำหรับการควบคุมการกลับทางหมุนนั้นทำโดยการใช้งาน Dual H Bridge (Module DC Motor Drive L298N)

รูปตัวอย่างของ L298N



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างของ L298N

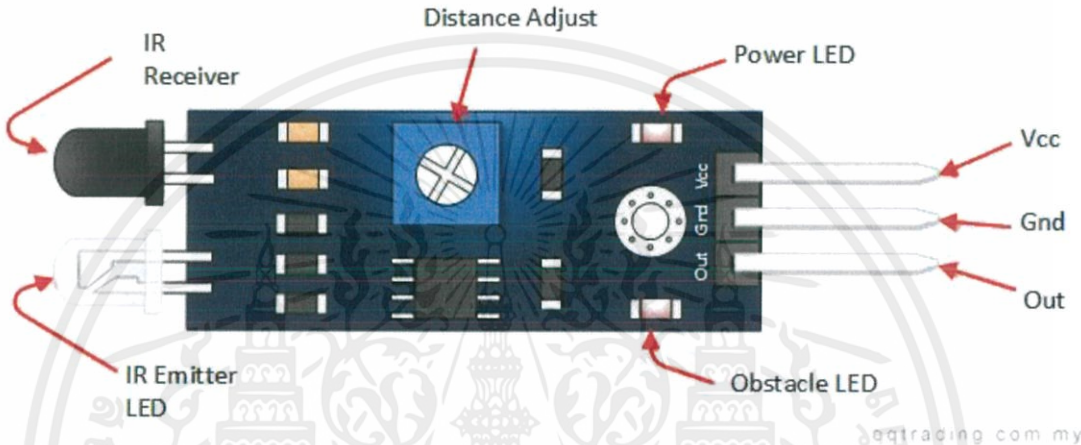


ภาพที่ 2.5 วงจร Dual H-Bridge ของ L298N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

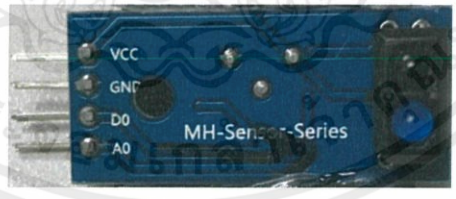
2.5 ชุด Infrared Sensor (Proximity Sensor)

Infrared Sensor ทำงานด้วยการมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการปล่อยสัญญาณ Infrared ออกไปและมีอุปกรณ์สำหรับการรับสัญญาณนั้นกลับมาที่อุปกรณ์เมื่อมีสิ่งกีดขวางจะทำการส่งเอาต์พุตที่แตกต่างกันออกไป ไปยังไมโครลคอนโทรลเลอร์เพื่อนำค่าไปปฏิบัติการต่อไป



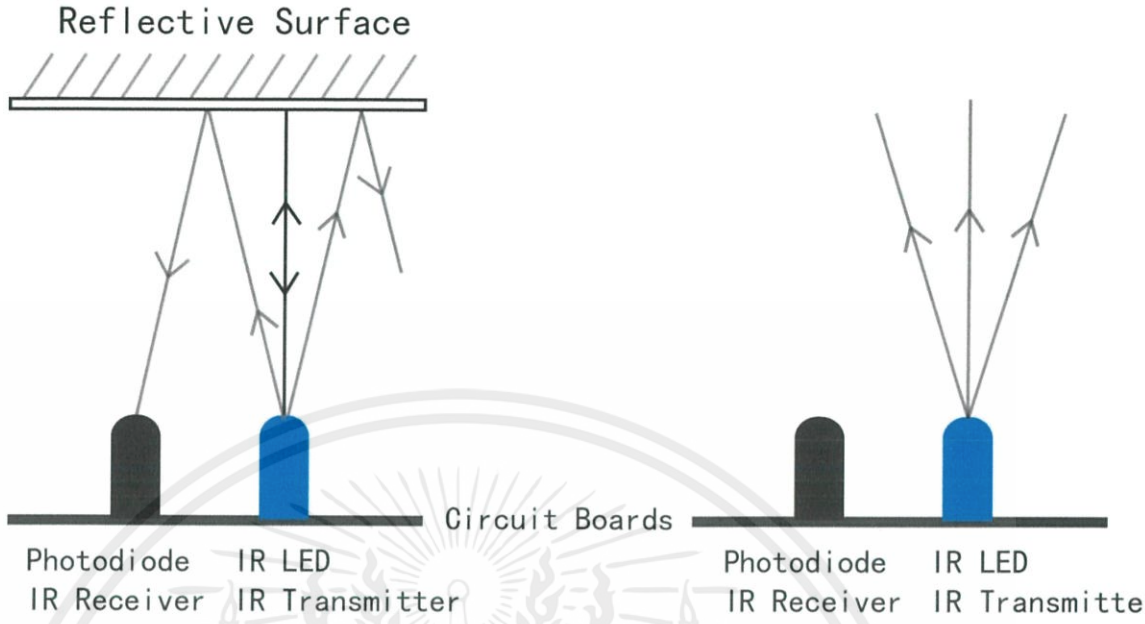
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่าง Infrared Sensor

ดังที่ปรากฏในรูป 2.6 Infrared Sensor ประกอบด้วยขาการทำงาน 3 ขาด้วยกัน ขาไฟเลี้ยงบวก ขาไฟเลี้ยงลบ(กราวด์) ขาเอาต์พุต ซึ่งจะเป็นขาที่ใช้ในการ Communicate กับบอร์ดไมโครลคอนโทรลเลอร์ต่อไป



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่าง Infrared Sensorที่ใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



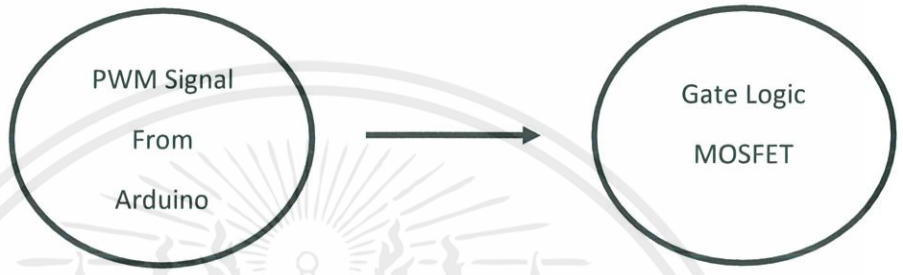
ภาพที่ 2.7 หลักการทำงานของ Infrared Sensor

จากภาพ 2.7 นั้นจะสามารถแสดงให้เห็นว่าในหลอด LED ทั้ง 2 หลอดที่ปรากฏในรูป 2.6 และรูป 2.7 นั้นประกอบด้วย หลอดสำหรับส่งสัญญาณ Infrared และหลอดที่ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณ Infrared จากรูป 2.7 เมื่อไม่มีวัตถุอยู่ใกล้บริเวณด้านหน้าของหลอดส่งสัญญาณของหลอด Infrared จะทำให้หลอดที่รับสัญญาณ Infrared นั้นไม่สามารถรับสัญญาณได้ ทำให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลที่ส่งออกไปยังขาเอาต์พุต และเมื่อมีวัตถุอยู่ใกล้บริเวณด้านหน้าของหลอดที่ส่งสัญญาณนั้นก็จะทำให้หลอดรับสัญญาณสามารถแปลงสัญญาณออกมาเป็นข้อมูลเพื่อส่งออกทางขาเอาต์พุตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การสร้างสัญญาณสวิตช์

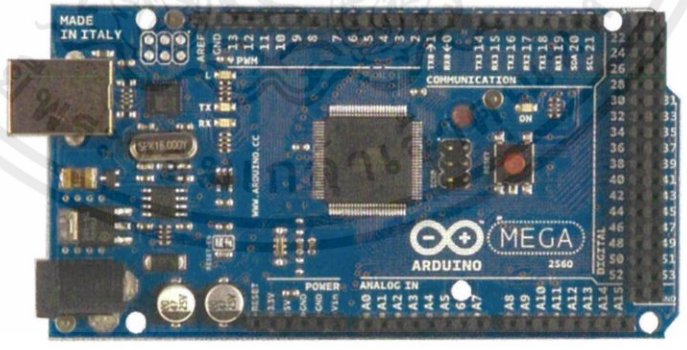
เนื่องจากการควบคุมแรงดันไฟฟ้าด้วยวิธีการ PWM นั้นจำเป็นต้องมีการสร้างสัญญาณสวิตช์ชิ่งความถี่เพื่อทำการควบคุม Duty Cycle โดยในการออกแบบนั้นให้ใช้ Arduino ในการสร้างสัญญาณ PWM ขึ้นมาเพื่อควบคุมการทำงานของ MOSFET อีกทอดหนึ่ง



ภาพที่ 2.8 หลักการทำงานของการควบคุมความถี่สวิตช์ชิ่งของ MOSFET

2.7 Arduino

บอร์ด Arduino เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยไมโครลคอนโทรลเลอร์ที่สามารถออกแบบให้ทำงานได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ใช้งาน และเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีความสะดวกในการใช้งานผู้จัดทำจึงได้เลือกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาด้วยใช้ Arduino MEGA 2560 โดยมีความพิเศษในด้านมี I/O Ports ที่จำนวนมากกว่าปกติ ทั้งยังมีค่าความเร็ว Clock ที่สูงถึง 16 MHz

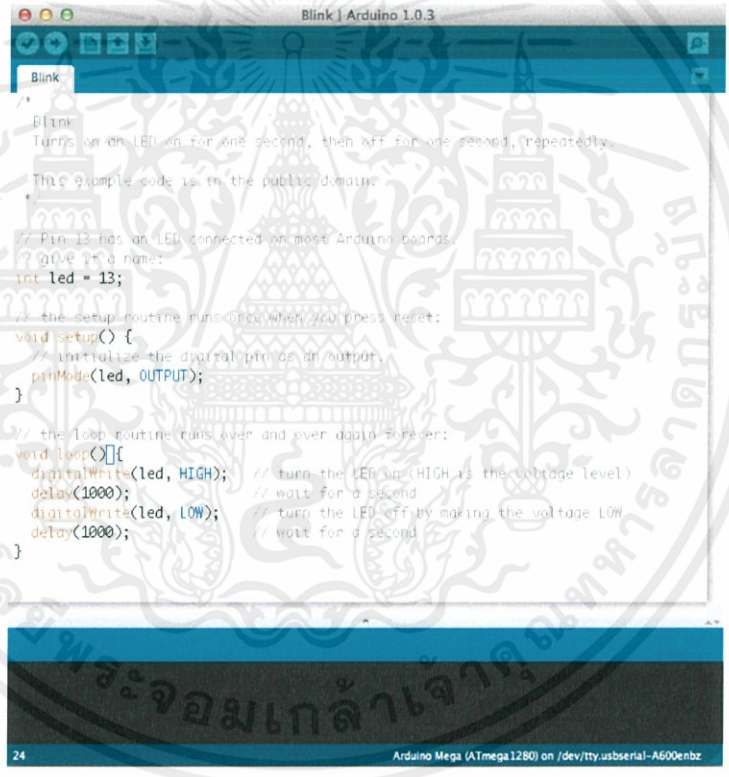


ภาพที่ 2.9 ตัวอย่าง Arduino MEGA 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 Arduino Coding

บอร์ด Arduino นั้นเป็นอุปกรณ์ที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งการทำงานนั้นจะทำงานผ่านการเขียน Code ลงในซอฟแวร์ที่สามารถติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ๆได้ โดยความสามารถของบอร์ดนั้นมีหลากหลายขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ติดตั้งเพิ่ม หรือโมดูลที่ติดตั้งเพิ่มไว้ เช่น หากมีการติดตั้ง RTC Module ซึ่งเป็นโมดูลเกี่ยวกับนาฬิกาก็จะช่วยให้ บอร์ด Arduino สามารถที่จะใช้งานคำสั่งในส่วนที่เกี่ยวกับเวลา นาฬิกาได้ โดยโมดูลที่ใช้ในอุปกรณ์นี้นั้นประกอบไปด้วย โมดูล Communication ซึ่งใช้ในการรับ ส่ง คำสั่งกับอุปกรณ์ภายนอกบอร์ด Arduino

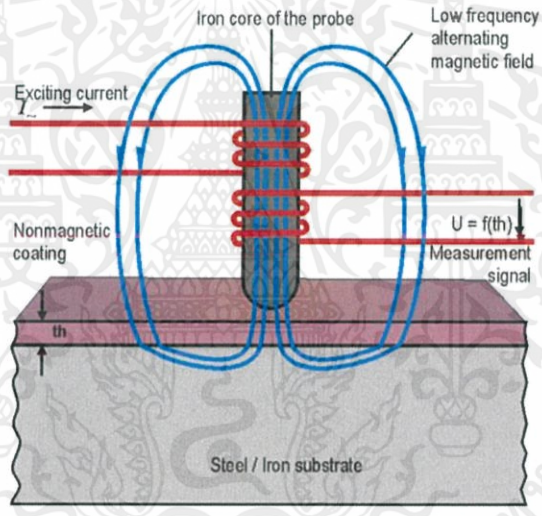


ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างการใช้งาน Arduino 1.0.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 Hand Held Thickness Probe

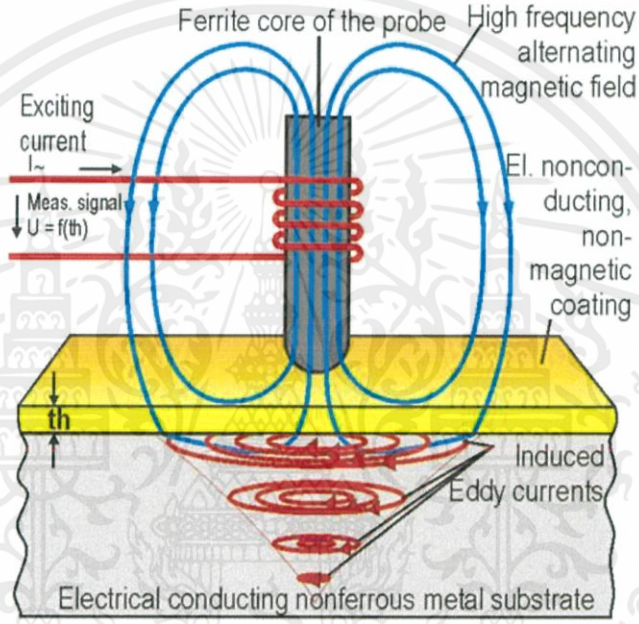
หนึ่งในวิธีที่นิยมในการวัดความหนาของอุตสาหกรรม ณ ปัจจุบันนั้นคือการใช้โพรบวัดความหนาชนิด Hand held นอกจากนี้สามารถใช้วิธี Fluorescent X-Ray ซึ่งมีความนิยมน้อยกว่าเนื่องจากมีราคาต่อเครื่องที่สูงมาก Hand held thickness probe มีหลักการในการทำงานที่หลากหลายขึ้นอยู่กับชนิดของหัวโพรบที่เลือกใช้ไม่ว่าจะเป็น ชนิดที่ใช้หลักการ Magnetic Induction Method ซึ่งจะเป็นการปล่อยสนามแม่เหล็กออกจากโพรบเพื่อให้สาร(เฟอร์โรแมคเนติค)ที่ต้องการจะวัดนั้นเกิดการเหนี่ยวนำก่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น (EMF) ทำให้สามารถวัดแรงดันเพื่อคำนวณความหนาที่มีอยู่ได้



ภาพที่ 2.11 การจำลองหลักการ Magnetic Induction Method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมาจะเป็นหลักการการวัดความหนาโดยใช้หลักการ Amplitude Sensitivity Eddy Current Method ซึ่งจะเป็นการใช้กับโลหะหรือสิ่งที่ต้องการวัดที่ไม่ใช่สารเฟอร์โรแมคเนติคหากแต่สามารถนำไฟฟ้าได้ โดยสามารถทำงานได้โดยการให้โพรบนั้นปล่อยสนามแม่เหล็กเช่นเดียวกับหลักการ Magnetic Induction Method หากแต่เพื่อให้เกิดกระแส Eddy Current ภายในสารที่เป็นวัตถุดิบเพื่อให้ Eddy Current นั้นสามารถสร้างสนามแม่เหล็กเพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าขึ้นเพื่อที่จะวัดที่โพรบเพื่อคำนวณความหนา



ภาพที่ 2.12 การจำลองหลักการ Amplitude Sensitivity Eddy Current Method

ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างโพรบวัดความหนาของบริษัท Helmut Fischer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการวัดความหนาโดยการใช้ Hand Held Thickness Probe

2.9.1.1 พื้นผิว (Surface) เนื่องจากทั้งสองหลักการการทำงานของโพรบนั้นไม่ว่าวิธีใดล้วนอาศัยหลักการการทำงานของการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็ก พื้นผิวนั้นเป็นอุปสรรคต่อการวัดความหนา เนื่องจากพื้นผิวที่ไม่เรียบสม่ำเสมอนั้นอาจเป็นสาเหตุให้เส้นแรงแม่เหล็กบริเวณที่โพรบทำการวัดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำนั้นไม่สม่ำเสมอไปด้วย

2.9.1.2 ชนิดของวัสดุ (Material) เช่นเดียวกันกับปัจจัยเรื่องพื้นผิว เรื่องของการนำไฟฟ้าหรือความสามารถในการซึบซาบแม่เหล็กของวัสดุสามรถทำให้เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นผิดเพี้ยนไปซึ่งนำมาซึ่งความคลาดเคลื่อน

2.9.1.3 ความหนาของวัสดุที่จะวัด (Thickness of base material) ความหนาของวัสดุที่เป็นวัสดุฐานนั้นหากมีค่าน้อยเกินไปนั้นจะทำให้เกิดการไม่สามารถวัดค่าที่ถูกต้องได้เนื่องจากการวัดค่าความหนาจากแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำนั้นจะเป็นค่าสูงสุดเสมอ เกิดจากการที่เส้นแรงแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากโพรบนั้นสามารถทะลุกลับคืนมาได้แทบทั้งหมด กล่าวคือไม่ถูกซึบซาบอยู่ในวัสดุฐานเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการสอบเทียบสำหรับ Hand Held Thickness Probe

2.9.2.1 แรงที่ใช้ในการแคลลิเบรท (Operated Force) เนื่องจากปัจจุบันการทำการแคลลิเบรทนั้นยังคงต้องเป็นการทำโดยใช้ทรัพยาการมนุษย์อยู่ ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากความไม่สม่ำเสมอในการออกแรงย่อมเกิดขึ้นได้ ทั้งนี้ยังเป็นการรักษาอายุการทำงานของโพรบอีกด้วย

2.9.2.2 เวลาที่ใช้ (Operated Duration) เนื่องจากการอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นนั้นจำเป็นต้องใช้เวลาในการประมวลผลของเครื่อง การใช้เวลาที่ไม่เหมาะสม กล่าวคือใช้เวลาน้อยเกินไปในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้านั้นสามารถทำการแคลลิเบรทนั้นผิดพลาดได้

ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างของอุปกรณ์สำหรับแคลลิเบรทโพรบวัดความหนา

ของบริษัท Helmut Fischer(TH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการปฏิบัติงาน

3.1 บทนำ

การออกแบบโครงการนั้นดำเนินการผ่านการวิเคราะห์และกำหนดขอบเขตภายใต้กรอบของความสามารถของผู้ดำเนินโครงการโดย ผู้ดำเนินการนั้นได้ออกแบบให้เครื่องปรับเทียบโพรบวัดความหนาแบบอัตโนมัตินั้นสามารถที่จะทำงานได้โดยสามารถที่จะป้อนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำการปรับเทียบ และสามารถที่จะทำงานจนจบกระบวนการอย่างอัตโนมัติ นอกจากนี้เครื่องปรับเทียบโพรบวัดความหนาแบบอัตโนมัตินั้นยังสามารถที่จะปรับความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสตรงเพื่อเป็นการปรับเปลี่ยนระยะเวลาของกระบวนการให้ดำเนินการช้า เร็ว ตามต้องการ

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์

1) Arduino MEGA 2560
2) Arduino UNO
3) 12 VDC Motor with gear set
4) MOSFET IRFZ440
5) โปรแกรม Arduino IDE
6) Pspice Student Edition
7) Oscilloscope
8) Resistors
9) IR Sensors
10) Numpad
11) LED 16X2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ

3.3.1 การมองหาปัญหา

ขั้นตอนนี้นั้นเป็นขั้นตอนเริ่มแรกของทุกโครงการเนื่องจากการจัดทำโครงการนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงต้องทำการคัดเลือก วิเคราะห์ถึงความยากง่าย ความเหมาะสมกับความสามารถของผู้ทำโครงการนี้ก่อน จึงจะได้หัวข้อของปัญหาที่จะนำมาแก้ไขต่อไป

3.3.2 การสืบค้นและเตรียมความรู้

ขั้นตอนนี้จะเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องใช้ในการทำโครงการอันประกอบไปด้วย ข้อมูลทีเกี่ยวข้องกับหัวข้อปัญหา อาจหมายถึงปัจจัยแวดล้อม สภาพภายนอกที่ส่งผลกับการทำโครงการ นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมสำหรับเนื้อหา ความรู้ของบทเรียน เพื่อสามารถนำความรู้ที่เป็นประโยชน์มาใช้ในการทำโครงการได้

3.3.3 การปฏิบัติการ

การปฏิบัติการโครงการเป็นการนำทั้งอุปกรณ์ที่ได้กับสิ่งที่ได้คิดนั้นเอามาก่อให้เกิดผลงานออกมาเป็นชิ้น โดยดัดแปลง ปรับเปลี่ยน และประยุกต์ให้เข้ากับความแตกต่างของแต่ละโครงการ

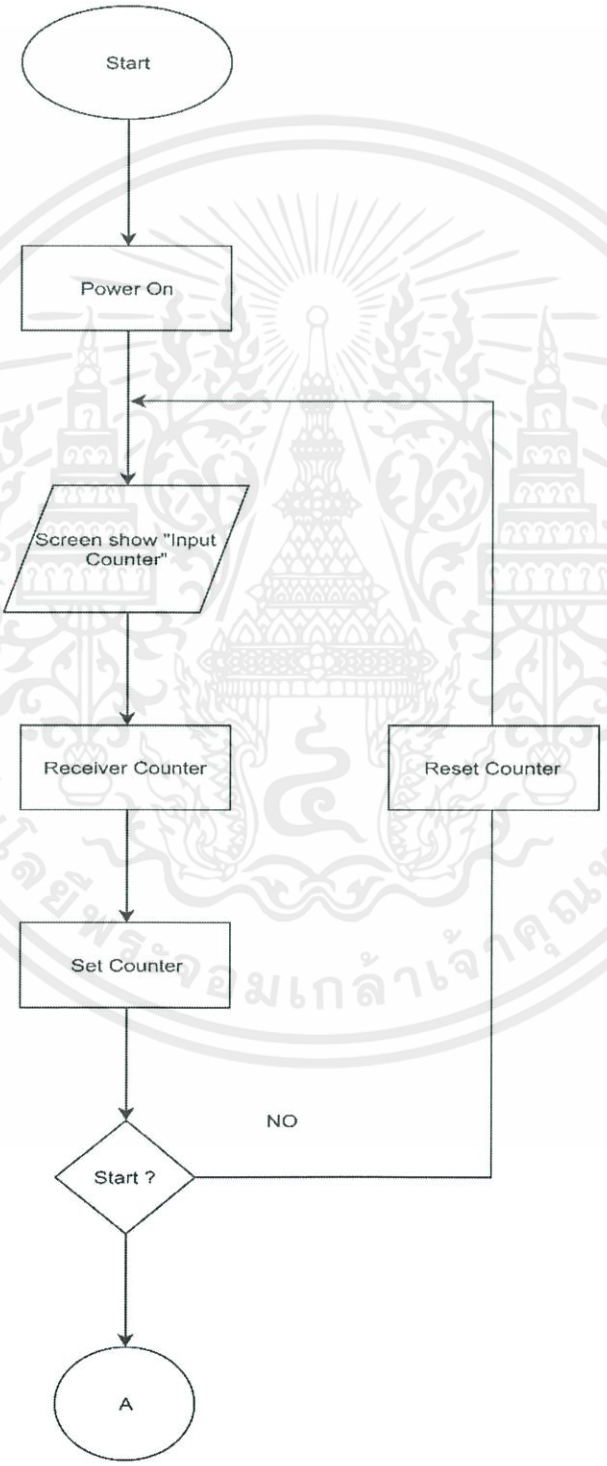
1.การออกแบบวงจรสำหรับเครื่องปรับเทียบโพรบสำหรับวัดความหนาอัตโนมัติ

ในขั้นตอนนี้นั้นนอกจากจะต้องทำการรวบรวมข้อมูลอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอันประกอบไปด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับบอร์ด Arduino , L298N (Motor driver module) , มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง , HC-SR04 (Ultrasonic sensor) , HC-05 (Bluetooth module) จะต้องทำการออกแบบวงจรวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

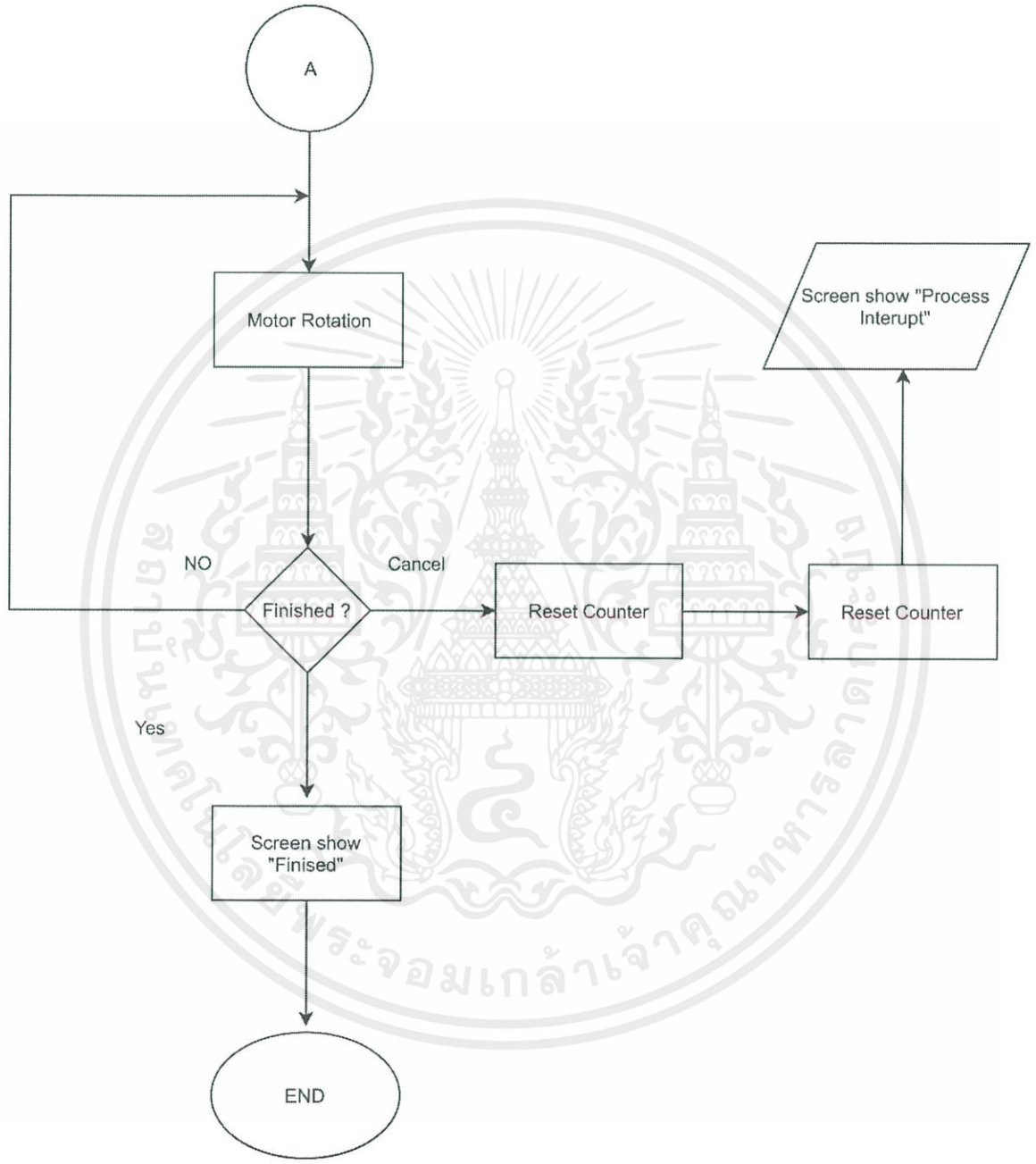
ส่วนโครงสร้างการทำงานของเครื่องปรับเทียบโพรบวัดความหนาที่แสดงด้วย Flowchart

Flowchart นี้ แสดงถึงหลักการทำงานในส่วนของ Forward Reverse DC Motor Rotation



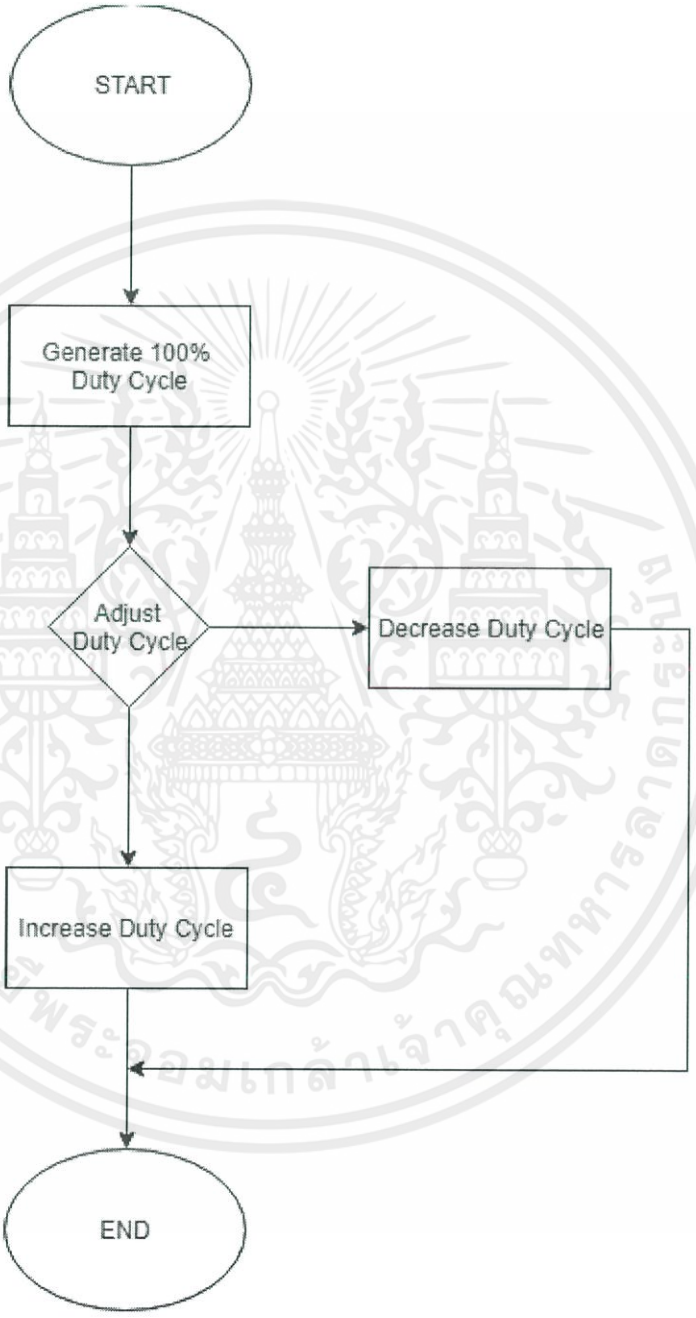
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart นี้ แสดงถึงหลักการทำงานในส่วนของ Forward Reverse DC Motor Rotation(ต่อ)



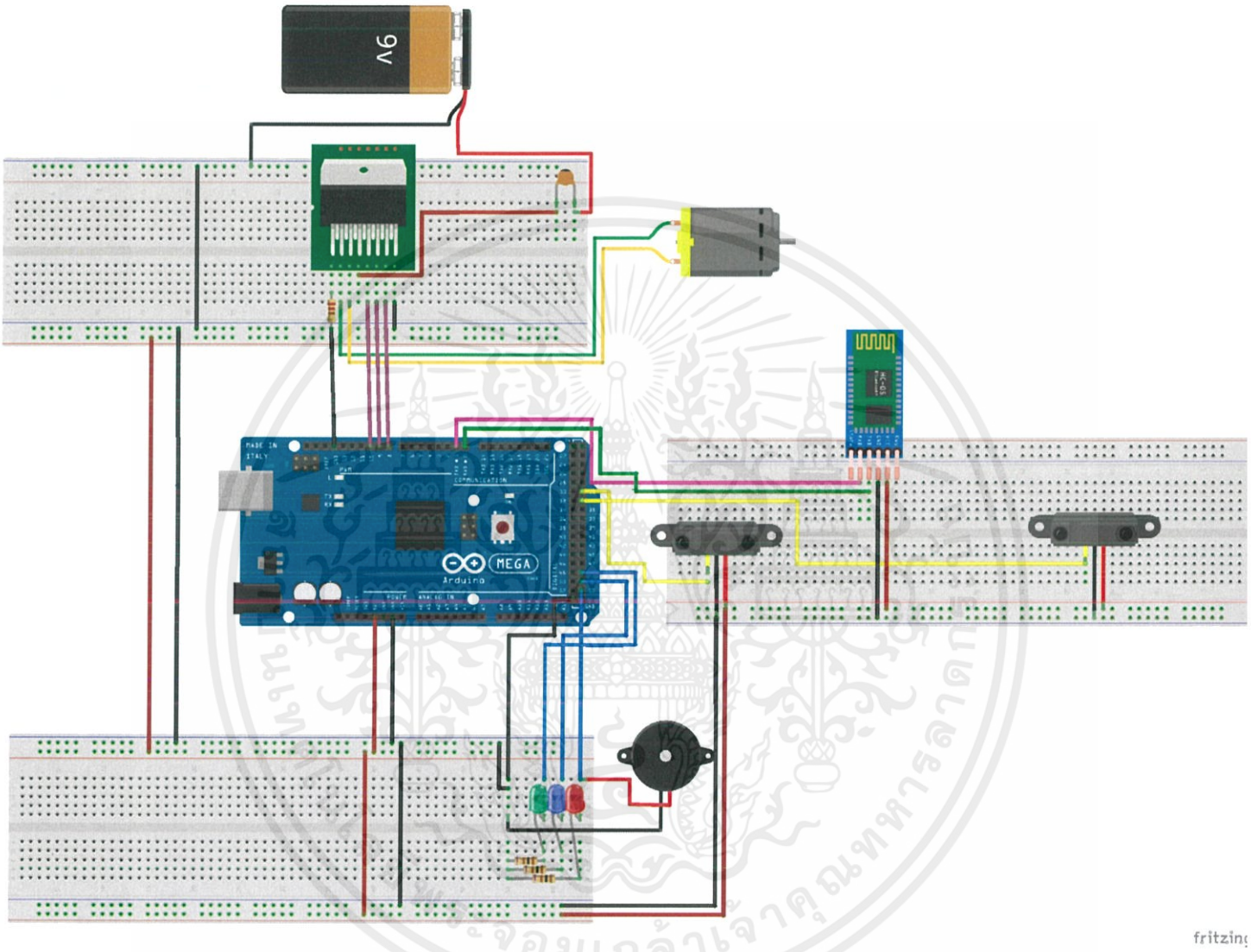
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart นี้ แสดงถึงหลักการทำงานในส่วนของ Speed Controller part



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของวงจรมีลักษณะดังรูป



หมายเหตุ การออกแบบให้ pin มีการกระจายตัวลักษณะดังรูปมีเพื่อความสะดวกในการต่อวงจรในการลงมือทำจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การออกแบบโครงสร้างชุดคำสั่งสำหรับของ Arduino

ชุดคำสั่งที่นำมาใช้ในการทำงานสำหรับเครื่องการปรับเทียบนั้นประกอบไปด้วย ชุดคำสั่ง

- คำสั่งเกี่ยวกับการกำหนดและการตั้งค่าตัวแปร
- คำสั่งเกี่ยวกับ Port
- คำสั่งการคำนวณทางพีชคณิต
- คำสั่งทางตรรกศาสตร์
- คำสั่งเกี่ยวกับการ Communicate
- คำสั่งเกี่ยวกับการสร้างฟังก์ชั่น
- คำสั่งทางเวลาและการหน่วงเวลา
- คำสั่งเกี่ยวกับการแสดงผลทางจอ LCD

ตัวอย่างชุดคำสั่งต่างๆที่ได้กล่าวมาข้างต้น

คำสั่งเกี่ยวกับการกำหนดและการตั้งค่าตัวแปร

```
#define trigPin2 10
#define echoPin2 11
int a=24;
int b=26;
long duration, distance, UltraSensor1, UltraSensor2;
int counter=4;
int c=0;

char data;
String SerialData="";
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งเกี่ยวกับเวลา

```
time=millis();
delay(200);
delayMicroseconds(50);
```

คำสั่งเกี่ยวกับ Port

```
pinMode(ErrLED, OUTPUT);
pinMode(Pulse, OUTPUT);
pinMode(Ecc1, INPUT);
pinMode(Ecc2, INPUT);
digitalWrite(StanLED, HIGH);
digitalWrite(ProLED, HIGH);
digitalWrite(ErrLED, HIGH);
digitalWrite(StanLED, LOW);
digitalWrite(ProLED, LOW);
```

คำสั่งการคำนวณทางพีชคณิต

```
int tim2= tim/2;
int vel = 0.025 / tim2;
RPM=vel*868.1178714;
Vcon= (RPM/48)*12;
Duty=(Vcon/12)*0.00000001
off=0.00000001-Duty;
```

คำสั่งเกี่ยวกับการ Communicate

```
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
 if(Serial.available()>0)
 {
  statuss = Serial.read();
 }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งทางตรรกศาสตร์

```
if(Serial.available() > 0)
{
state = Serial.read();
  if (state == 1)
  {
    Serial.print("Distance1: ");
    Serial.println(distance);
    Serial.print("Distance2: ");
    Serial.println(distance2);
    Serial.println("Input: ");
    Serial.println(state);
if(distance <=10 && distance2 >=10)
                        {
    digitalWrite(En, HIGH);
    digitalWrite(In1, HIGH);
    digitalWrite(In2, LOW);
    digitalWrite(49, HIGH);
                        }
 else
 {
  digitalWrite(49, LOW);
  digitalWrite(En, LOW);
  digitalWrite(In1, LOW);
  digitalWrite(In2, LOW);
 }
  }
}
```

คำสั่งเกี่ยวกับการสร้างฟังก์ชั่น

```
void PulseMosfet(int DelayH,int DelayL)
{
  digitalWrite(Pulse, LOW);
  delayMicroseconds(DelayL);
  digitalWrite(Pulse, HIGH);
  delayMicroseconds(DelayH);
  digitalWrite(Pulse, LOW);
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งเกี่ยวกับการแสดงผลทางจอ LCD

```
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Processing");
digitalWrite(36,HIGH);
delay(200);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Processing . ");
```

3.3.4 การวิเคราะห์ผล และความสามารถของโครงการ

ขั้นตอนนี้จัดว่าเป็นอีกขั้นตอนนหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากการปฏิบัติโครงการอย่างเดียวนั้น ไม่สามารถที่จะบ่งบอกหรือชี้วัด ค่าประสิทธิภาพ การจัดการทดสอบ หรือการทดลองนั้นช่วยให้สามารถที่จะมองหาบกพร่องในโครงการอีกด้วย ซึ่งสามารถทำให้ที่จะลดข้อด้อยและยังพัฒนาให้ดีขึ้นต่อไปอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

ตารางที่ 4.1 ตารางสำหรับจดบันทึกความสามารถในการทำงานของเครื่องเครื่องปรับเทียบโพรบวัดความหนาแบบอัตโนมัติ

ผลการทดลองชุดที่	ครั้งที่					ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่ใช้
	1	2	3	4	5		
1	2.13	2.02	2.06	2.04	2.12	2.074	0.048785
2	2.02	2.04	2.10	2.03	2.05	2.048	0.031144
3	1.93	1.89	2.10	1.92	2.09	1.986	0.100647
4	2.01	2.00	2.09	2.05	2.13	2.056	0.545894
5	2.04	2.00	2.00	2.10	2.05	2.038	0.041473

ตารางที่ 4.1 สำหรับการประเมินความสามารถด้านการควบคุมความเร็ว

*ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานขึ้น - ลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบราคาค่าใช้จ่ายสำหรับเครื่องปรับเทียบโพรบสำหรับวัดความหนาอัตโนมัติ (D.I.Y) กับที่จำหน่ายตามท้องตลาด

ชื่ออุปกรณ์	ราคาอุปกรณ์ (บาท)
12 VDC Switching Supply	200
12V DC motor with gears set	50
40cm. Jumper wires	40
Arduino Mega 2560	560
Arduino UNO	160
HC-05 Blutooth module	192
Infrared Sensors(2pcs.)	100
IRFZ44N	18
L298N Dual H bridge motor driver	100
LCD 16x2 with I2C module	189
Numpad 4x4	40
Push Button(2 pcs.)	16
20x15x10 cm^3 Box	170
Others	100
รวมทั้งสิ้น	**1935**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องปรับเทียบโพรบสำหรับวัดความหนาอัตโนมัติ

เครื่องปรับเทียบโพรบสำหรับวัดความหนาอัตโนมัติจากบริษัท Helmut Fischer Co.,Lo. มีคุณสมบัติดังนี้

สามารถทำงานได้ในโหมดทำงาน 5 ครั้ง

สามารถทำงานได้ในโหมดทำงานต่อเนื่อง

การจ่ายไฟจะต้องเสียบ USB

ราคา 210,000 บาท

เครื่องปรับเทียบโพรบสำหรับวัดความหนาอัตโนมัติจากงานวิจัยของนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีคุณสมบัติดังนี้

สามารถทำงานได้ตามจำนวนครั้งที่ต้องการเป็นจำนวนครั้งมากถึง 6 หลัก

สามารถที่จะปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ได้เพื่อทำการลดระยะเวลาในการปรับเทียบ

มี LED แสดงสถานะของลำดับขั้นตอนการทำงาน

มีหน้าจอ LCD แสดงผลในการตั้งค่าการทำงานและใช้แสดงผลจำนวนครั้งในการทำงาน ณ ขณะนั้น

เป็นเพียงอุปกรณ์เสริมสำหรับ Stand ทำให้มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน สามารถใช้กับขาตั้งสำหรับการสอบเทียบแบบ Manual รุ่นใดก็ได้ที่มีโครงสร้างคล้ายกัน

ราคา 96,935 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องปรับเทียบโพรบสำหรับวัดความหนาอัตโนมัติ

หัวข้อ	Helmut Fischer	KMITL
ฟังก์ชั่นการทำงาน	โหมด 5 ครั้ง โหมดต่อเนื่อง	จำนวนครั้งตามการสั่งการ
การจ่ายไฟฟ้า	ใช้ USB wire	ใช้ USB หรือ 9V Battery และ 220VAC
ลักษณะพิเศษ	มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม	ควบคุมความเร็วของการทำงานได้ มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน
ราคา	210,000	96,935

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบความสามารถของเครื่องปรับเทียบโพรบสำหรับวัดความหนาอัตโนมัติ

รูปแสดงเครื่องปรับเทียบโพรบวัดความหนาอัตโนมัติ

เครื่องปรับเทียบโพรบสำหรับวัดความหนาอัตโนมัติ
ของบริษัท Helmut Fischer

เครื่องปรับเทียบโพรบสำหรับวัดความหนาอัตโนมัติ
ของนักศึกษา KMITL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ผู้จัดทำได้ทำการประดิษฐ์เครื่องปรับเทียบสำหรับโพรบวัดความหนาแบบชนิดมือถืออัตโนมัติ โดยสามารถใช้งานได้จริงอีกทั้งยังให้ค่าความแม่นยำที่สูง ทำให้สามารถช่วยลดค่าต้นทุนการสั่งซื้อเครื่องปรับเทียบแบบอัตโนมัติ โดยการประดิษฐ์ครั้งนี้ยังคงมีส่วนที่ยังต้องปรับปรุงอยู่ เช่น การเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีความน่าเชื่อถือ (Realizability) หรือการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีความสามารถหรือประสิทธิภาพมากกว่านี้ เป็นต้น นั่นทำให้เครื่องปรับเทียบสำหรับโพรบวัดความหนานี้นั้นเป็นเพียงเครื่องต้นแบบที่ยังต้องพัฒนาให้ดียิ่งๆขึ้นไป

5.2 ปัญหา

1) ข้อจำกัดในการออกแบบซอฟแวร์กับความเข้ากันได้กับไมโครลคอนโทรลเลอร์

2) ความสูญเสียกำลังทางไฟฟ้าในวงจร

3) ขาดที่ปรึกษาในที่ทำงานที่มีความรู้หรือที่สามารถให้คำแนะนำที่เหมาะสมได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบควรทำการเผื่อในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรเนื่องจากการใช้อุปกรณ์ที่มีคุณลักษณะที่ตรงตามการคำนวณนั้นเป็นไปได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ชุดคำสั่งทั้งหมดของการสั่งการไมโครลคอนโทรลเลอร์

ชุดคำสั่งส่วนควบคุมการทำงานมอเตอร์และการแสดงผล

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
#include <Keypad.h>
const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 4;
int c,b,lap,decforspeed;
int lop1=0;
    int lop2=0;
    int lop3=0;
int buzzer=8;
int data_count=0;
int data_count1=0;
int data_count2=0;
char Data1[9];
char Data[9];
char Data2[9];
char A[9];
char a[9];
int dec=0,B,i=0;
char hexaKeys[ROWS][COLS] = {
  {'1', '2', '3', 'A'},
  {'4', '5', '6', 'B'},
  {'7', '8', '9', 'C'},
  {'*', '0', '#', 'D'}
};

byte rowPins[ROWS] = {22, 24, 26, 28};
byte colPins[COLS] = {23, 25, 27, 29};

Keypad customKeypad = Keypad(makeKeymap(hexaKeys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void setup()
{                               Serial.begin(9600);
                                Serial1.begin(9600);
                                pinMode(2,INPUT);
                                pinMode(3,INPUT);
                                pinMode(4,OUTPUT);
                                pinMode(5,OUTPUT);
                                pinMode(6,OUTPUT);
                                pinMode(7,OUTPUT);
                                pinMode(31,OUTPUT);
                                digitalWrite(7,LOW);
                                digitalWrite(5,LOW);
                                digitalWrite(6,LOW);
                                analogWrite(32,200);
                                digitalWrite(34,LOW);
                                digitalWrite(36,LOW);
                                digitalWrite(38,LOW);
                                lcd.init();
                                lcd.init();
                                lcd.backlight();
                                lcd.clear();
                                lcd.setCursor(0, 0);
                                lcd.print("Input Counter");

    }
void loop() {
  char customKey = customKeypad.getKey();
  if (customKey || Serial1.read()>0 )
  {
    if(Serial1.read()>0)
    {
      int Read=Serial1.read();
      lap=lap+1;
      if(lap==1)
      {
        dec=Read;
      }
      else if(lap==2)
      {
        decforspeed=Read;;
      }
      else if(Read==253)
      {
        for( int i = 0; i < sizeof(Data);  ++i )   // ลบค่า Char ที่เคยอยู่มี Data
      {
        digitalWrite(32,HIGH);
        Data[i] = (char)0;

      }

      i=0;
                                                    digitalWrite(32,LOW);
                                                    digitalWrite(34,LOW);
                                                    digitalWrite(36,LOW);
                                                    digitalWrite(38,LOW);
                                                    digitalWrite(40,LOW);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 while(i<dec)                                    // ลูปทำซ้ำ Process
 {
    customKey = customKeypad.getKey();
    int Read=Serial1.read();
    Motordrive(i,dec);
    Procscreen();
    if (customKey=='C' || Read==255)
          {
                    digitalWrite(7,LOW);
                    digitalWrite(5,LOW);
                    digitalWrite(6,LOW);
                    digitalWrite(7,LOW);
                                                    digitalWrite(32,LOW);
                                                    digitalWrite(34,LOW);
                                                    digitalWrite(36,LOW);
                                                    digitalWrite(38,LOW);

                    lcd.clear();
                    lcd.setCursor(0,0);
                    lcd.print("User Canceled");
                    delay(3000);
                    break;
          }
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(i);
 }

if(i>=dec)        // กรณี Complete
 {
                    lap=0;
                    dec=0;
                    digitalWrite(7,LOW);
                    digitalWrite(5,LOW);
                    digitalWrite(6,LOW);
                    digitalWrite(32,LOW);
                                                    digitalWrite(34,LOW);
                                                    digitalWrite(36,LOW);
                                                    digitalWrite(38,HIGH)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 for( int i = 0; i < sizeof(Data);  ++i )
      {

            Data[i] = (char)0;

      }
 data_count=0;
 lcd.clear();
 lcd.setCursor(0,0);
 lcd.print("    Finished !!");
 lcd.setCursor(0,1);
 lcd.print("Press # to again");
}

else                    // กรณี break มา
{
                        lap=0;
                        dec=0;
                        digitalWrite(7,LOW);
                        digitalWrite(5,LOW);
                        digitalWrite(6,LOW);
                        digitalWrite(32,LOW);
                        digitalWrite(34,LOW);
                        digitalWrite(36,LOW);
                        digitalWrite(38,LOW);
                        digitalWrite(40,LOW);

          for( int i = 0; i < sizeof(Data);  ++i )

                       {
                        Data[i] = (char)0;
                       }
                        data_count=0;
                        lcd.clear();
                        lcd.setCursor(0,0);
                        lcd.print("ProcessInterrupted !!");
                        lcd.setCursor(0,1);
                        lcd.print("Press # ");
}
 }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else if(Read==254)
{
  for( int i = 0; i < sizeof(Data);  ++i )
{

  Data[i] = (char)0;

}
                                                    digitalWrite(32,LOW);
                                                    delay(200);
                                                    digitalWrite(32,HIGH);
                                                    digitalWrite(34,LOW);
                                                    digitalWrite(36,LOW);
                                                    digitalWrite(38,LOW);
                                                    digitalWrite(40,LOW);
                                                    lcd.clear();
                                                    lcd.setCursor(0,0);
                                                    data_count=0;
                                                    decforspeed=0;
                                                    dec=0;
                                                    lap=0;
                                                    lcd.setCursor(0, 0);
                                                    lcd.print("Input Counter ");
                                                    lcd.setCursor(0, 1);
                                                    lcd.print("   AGAIN !!    ");
                                                    delay(1500);
                                                    lcd.clear();
                                                    lcd.setCursor(0, 0);
                                                    lcd.print("Input Counter ");
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    else if(Read==255)
    {
                        lap=0;
                        dec=0;
                                    for( int i = 0; i < sizeof(Data);  ++i )
                                       {
                                         Data[i] = (char)0;
                                       }
                        data_count=0;
                        digitalWrite(7,LOW);
                        digitalWrite(5,LOW);
                        digitalWrite(6,LOW);
                        digitalWrite(32,LOW);
                        digitalWrite(34,LOW);
                        digitalWrite(36,LOW);
                        digitalWrite(38,LOW);
                        digitalWrite(40,LOW);
                        lcd.clear();
                        lcd.setCursor(0,0);
                        lcd.print("User Canceled");
                        delay(3000);
                        lcd.clear();
                        lcd.setCursor(0,0);
                        lcd.print("ProcessInterrupted !!");
                        lcd.setCursor(0,1);
                        lcd.print("Press # ");
    }
}
                        digitalWrite(32,LOW);
                        delay(200);
                        digitalWrite(32,HIGH);
                        digitalWrite(34,LOW);
                        digitalWrite(36,LOW);
                        digitalWrite(38,LOW);
                        digitalWrite(40,LOW);
Data[data_count] = customKey;
lcd.setCursor(data_count,1);
lcd.print(Data[data_count]);
data_count++;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//_____________________________________________________________________________
switch (customKey)
    {
      case 'A':
         for(i=0; i<((data_count)-1); i++)
                                {

                                  decforspeed = decforspeed * 10 + ( Data[i] - '0' );

                                }


          for( int i = 0; i < sizeof(Data);  ++i )
      {

        Data[i] = (char)0;

      }                         Serial.write(decforspeed);
                                data_count=0;
                                digitalWrite(32,LOW);
                                digitalWrite(34,LOW);
                                digitalWrite(36,LOW);
                                digitalWrite(38,LOW);

                                lcd.clear();
                                lcd.setCursor(0, 0);
                                lcd.print("Speed Adjusted");
                                lcd.setCursor(0, 1);
                                lcd.print("* to Start");
                                break;
//_____________________________________________________________________________
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//_____________________________________________________________
    case 'B':
      for( int i = 0; i < sizeof(Data);  ++i )
    {

      Data[i] = (char)0;

    }
      data_count=0;
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print("Speed Control");
      customKey = customKeypad.getKey();
      Data[data_count] = customKey;
      lcd.setCursor(data_count,1);
      if(Data[data_count]!='A')
      {
        lcd.print(Data1[data_count]);
      }
      data_count1++;
      break;
//_____________________________________________________________
    case 'D':
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print("Counter is set");

                        digitalWrite(32,LOW);
                        analogWrite(32,200);
                        digitalWrite(34,LOW);
                        digitalWrite(36,LOW);
                        digitalWrite(38,LOW);
                        digitalWrite(40,LOW);
      for(i=0; i<(data_count-1); i++)
      {

        dec = dec * 10 + ( Data[i] - '0' );

      }

      break;
//_____________________________________________________________
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case '#':
  for( int i = 0; i < sizeof(Data);  ++i )
{

  Data[i] = (char)0;

}
```

```
Serial.write(3);
analogWrite(32,LOW);
analogWrite(32,200);
digitalWrite(34,LOW);
digitalWrite(36,LOW);
digitalWrite(38,LOW);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
data_count=0;
decforspeed=0;
dec=0;
lap=0;
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Input Counter ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("   AGAIN !!   ");
delay(1500);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Input Counter ");
break;
```

/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case '*': //Start Button
for( int i = 0; i < sizeof(Data);  ++i )   // ลบค่า Char ที่เคยอยู่มี Data
{
  digitalWrite(32,HIGH);
  Data[i] = (char)0;

}

i=0;
                                                    digitalWrite(32,LOW);
                                                    digitalWrite(34,LOW);
                                                    digitalWrite(36,LOW);
                                                    digitalWrite(38,LOW);
                                                    digitalWrite(40,LOW);


while(i<dec)                                  // ลูปทำซ้ำ Process
{
  customKey = customKeypad.getKey();
  int Read=Serial1.read();
  Motordrive(i,dec);
  Procscreen();
  if (customKey=='C')
      {
            digitalWrite(7,LOW);
            digitalWrite(5,LOW);
            digitalWrite(6,LOW);
            digitalWrite(7,LOW);
                                                    tone(buzzer,1500,500);
                                                    digitalWrite(32,LOW);
                                                    digitalWrite(34,LOW);
                                                    digitalWrite(36,LOW);
                                                    analogWrite(38,200);


            lcd.clear();
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("User Canceled");
            delay(3000);
            break;
      }
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(i);
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(i>=dec)        // กรณี Complete
 {
                    delay(500);
                    lap=0;
                    dec=0;
                    Serial.write(3);
                    digitalWrite(7,LOW);
                    digitalWrite(5,LOW);
                    digitalWrite(6,LOW);
                    digitalWrite(32,LOW);
                                                        tone(buzzer,1500,500);
                                                        digitalWrite(34,LOW);
                                                        analogWrite(36,200);
                                                        digitalWrite(38,LOW);


  for( int i = 0; i < sizeof(Data);  ++i )
      {

            Data[i] = (char)0;

      }
  data_count=0;
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("    Finished !!");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Press # to again");
 }

 else                // กรณี break มา
 {
                     lap=0;
                     dec=0;
                     Serial.write(3);
                     digitalWrite(7,LOW);
                     digitalWrite(5,LOW);
                     digitalWrite(6,LOW);
                     digitalWrite(32,LOW);
                     digitalWrite(34,LOW);
                     digitalWrite(36,LOW);
                     analogWrite(38,200);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                for( int i = 0; i < sizeof(Data);  ++i )

                        {
                          Data[i] = (char)0;
                        }
                          data_count=0;
                          lcd.clear();
                          lcd.setCursor(0,0);
                          lcd.print("ProcessInterrupted !!");
                          lcd.setCursor(0,1);
                          lcd.print("Press # ");
      }
      break;
   default: break;
   }
   }

   }
void Procscreen()
 {
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Processing");
       analogWrite(34,0);
        delay(200);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Processing . ");
        analogWrite(34,LOW);
        delay(200);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Processing . .");
        analogWrite(34,0);
        delay(200);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Processing . . .");
        analogWrite(34,255);
        delay(200);
 }
 //
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//_____________________________________________________FUNCTION_

void Motordrive(int looper,int looper2)
{

                if((digitalRead(2)==0)&&(digitalRead(3)==1))
        {

                        if(lop1==0)
                        {
                                                        Serial.write(1);
                                                        lop1++;
                                                        lop2=0;

                        }

                        c=1;
                        b=0;
         }

                else if((digitalRead(3)==0)&&(digitalRead(2)==1))
        {

                         if(lop2==0)
                        {
                                                        Serial.write(2);
                                                        lop2++;
                                                        lop1=0;

                        }
                          i++;
                        b=1;
                        c=0;

        }
        if(c==1 && b==0 && lop3==0)
                  {       lop3++;
                          digitalWrite(7,HIGH);
                          digitalWrite(5,LOW);
                          digitalWrite(6,LOW);
                          delay(500);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if(c==1 && b==0 && lop3!=0)
                 {
                          digitalWrite(7,HIGH);
                          digitalWrite(5,LOW);
                          digitalWrite(6,HIGH);
                 }
        if (c==0 && b==1)
                {
                          lop3=0;
                          digitalWrite(7,HIGH);
                          digitalWrite(5,HIGH);
                          digitalWrite(6,LOW);
                }
return (i);
 }

//_____________________________________________________________________FUNCTION_
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดคำสั่งส่วนควบคุมความเร็วของมอเตอร์

```
int State1 =0;
int State2 =0;
int Stop =0;
int lap=0;
int Speed = 255;
int up = 1;
float u=0,d=0;
int UP=0,DOWN=0;
float Read,Sped;
void setup()
{
Serial.begin(9600);
pinMode(5, OUTPUT);
pinMode(2,INPUT_PULLUP);
pinMode(3,INPUT_PULLUP);
pinMode(4,INPUT_PULLUP);
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
       State1 = digitalRead(2);
       State2 = digitalRead(3);
       Stop=digitalRead(4);
```

```
DOWN=Speed^0.76;
UP=Speed^0.5;
  if ( State1 == HIGH )
  {
  Speed = Speed - up;
  }
  if ( State2 == HIGH )
  {
  Speed = Speed + up;
  }
  if ( Speed <=0)
  {
    Speed = 0;
  }
  if ((Speed>=255) || (Stop==HIGH))
  {
  Speed = 255;
  }
  if(UP>=255)
  {
    UP=255;
  }
  if(DOWN<=0)
  {
    DOWN=0;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if ((Serial.available()))

 Read = Serial.read();
if(Read==1)
{
 analogWrite(5,DOWN);
}
if(Read==2)
{
 analogWrite(5,UP);
}
if(Read==3)
{
 lap=0;
 Speed=255;
}
else
{
 if(lap==0)
 {
 Speed=(((-2.55)*Read)+255);
 lap++;
 }
}

 Serial.println("Speed is : ");
 Serial.println(Speed);
 Serial.println("DOWN is : ");
 Serial.println(DOWN);
 Serial.println("UP is : ");
 Serial.println(UP);
 delay(400);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของ MOSFET IRFZ44N

Power MOSFET

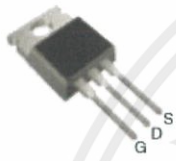
PRODUCT SUMMARY		
V_{DS} (V)	60	
$R_{DS(on)}$ (Ω)	V_{GS} = 10 V	0.028
Q_g (Max.) (nC)	67	
Q_{gs} (nC)	18	
Q_{gd} (nC)	25	
Configuration	Single	

FEATURES

- Dynamic dV/dt Rating
- 175 °C Operating Temperature
- Fast Switching
- Ease of Paralleling
- Simple Drive Requirements
- Compliant to RoHS Directive 2002/95/EC

Available
RoHS* COMPLIANT

TO-220AB



N-Channel MOSFET

DESCRIPTION

Third generation Power MOSFETs from Vishay provide the designer with the best combination of fast switching, ruggedized device design, low on-resistance and cost-effectiveness.

The TO-220AB package is universally preferred for commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 W. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220AB contribute to its wide acceptance throughout the industry.

ORDERING INFORMATION		
Package		TO-220AB
Lead (Pb)-free		IRFZ44PbF
		SiHFZ44-E3
SnPb		IRFZ44
		SiHFZ44

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_C = 25 °C, unless otherwise noted)					
PARAMETER			SYMBOL	LIMIT	UNIT
Drain-Source Voltage			V_{DS}	60	V
Gate-Source Voltage			V_{GS}	± 20	
Continuous Drain Current[e]	V_{GS} at 10 V	T_C = 25 °C	I_D	50	A
Continuous Drain Current		T_C = 100 °C		36	
Pulsed Drain Current[a]			I_{DM}	200	
Linear Derating Factor				1.0	W/°C
Single Pulse Avalanche Energy[b]			E_{AS}	100	mJ
Maximum Power Dissipation	T_C = 25 °C		P_D	150	W
Peak Diode Recovery dV/dt[c]			dV/dt	4.5	V/ns
Operating Junction and Storage Temperature Range			T_J, T_{stg}	- 55 to + 175	°C
Soldering Recommendations (Peak Temperature)[d]	for 10 s			300	
Mounting Torque	6-32 or M3 screw			10	lbf · in
				1.1	N · m

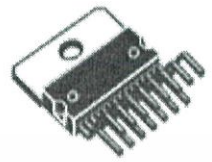
Notes

a. Repetitive rating; pulse width limited by maximum junction temperature (see fig. 11).
b. V_{DD} = 25 V, starting T_J = 25 °C, L = 44 µH, R_g = 25 Ω, I_{AS} = 51 A (see fig. 12).
c. I_{SD} ≤ 51 A, dI/dt ≤ 250 A/µs, V_{DD} ≤ V_{DS}, T_J ≤ 175 °C.
d. 1.6 mm from case.
e. Current limited by the package, (die current = 51 A).

คุณสมบัติของ L298N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)



Multiwatt15

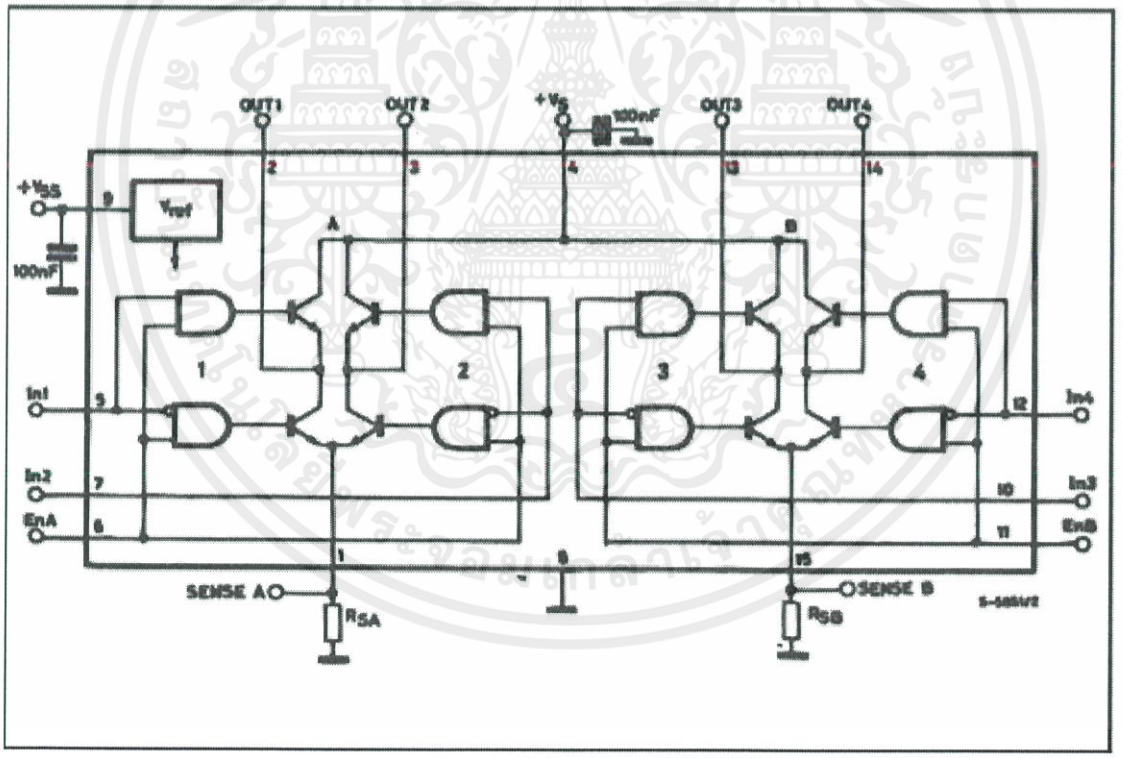
PowerSO20

ORDERING NUMBERS : L298N (Multiwatt Vert.)
L298HN (Multiwatt Horiz.)
L298P (PowerSO20)

DESCRIPTION

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two enable inputs are provided to enable or disable the device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the connection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

BLOCK DIAGRAM

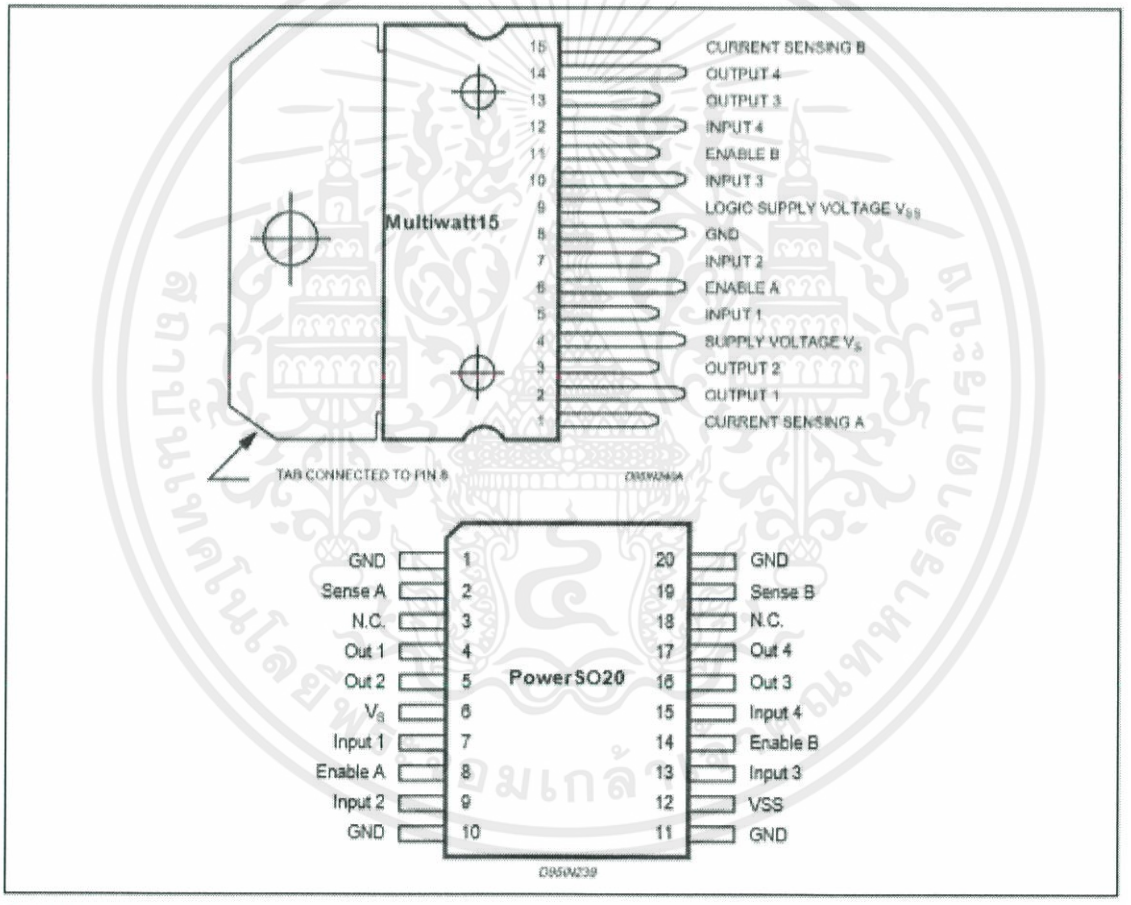


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Power Supply	50	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	7	V
V_i,V_{en}	Input and Enable Voltage	–0.3 to 7	V
I_O	Peak Output Current (each Channel) – Non Repetitive (t = 100µs) –Repetitive (80% on –20% off; t_{on} = 10ms) –DC Operation	 3 2.5 2	 A A A
V_{sens}	Sensing Voltage	–1 to 2.3	V
P_{tot}	Total Power Dissipation (T_{case} = 75°C)	25	W
T_{op}	Junction Operating Temperature	–25 to 130	°C
T_{stg}, T_j	Storage and Junction Temperature	–40 to 150	°C

PIN CONNECTIONS (top view)



THERMAL DATA

Symbol	Parameter		PowerSO20	Multiwatt15	Unit
$R_{th\ j\text{-}case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max.	–	3	°C/W
$R_{th\ j\text{-}amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	13 (*)	35	°C/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN FUNCTIONS (refer to the block diagram)

MW.15	PowerSO	Name	Function
1;15	2;19	Sense A; Sense B	Between this pin and ground is connected the sense resistor to control the current of the load.
2;3	4;5	Out 1; Out 2	Outputs of the Bridge A; the current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 1.
4	6	V_S	Supply Voltage for the Power Output Stages. A non-inductive 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
5;7	7;9	Input 1; Input 2	TTL Compatible Inputs of the Bridge A.
6;11	8;14	Enable A; Enable B	TTL Compatible Enable Input: the L state disables the bridge A (enable A) and/or the bridge B (enable B).
8	1,10,11,20	GND	Ground.
9	12	VSS	Supply Voltage for the Logic Blocks. A100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
10; 12	13;15	Input 3; Input 4	TTL Compatible Inputs of the Bridge B.
13; 14	16;17	Out 3; Out 4	Outputs of the Bridge B. The current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 15.
–	3;18	N.C.	Not Connected

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_S = 42V; V_{SS} = 5V, T_j = 25°C; unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
V_S	Supply Voltage (pin 4)	Operative Condition		V_{IH} +2.5		46	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage (pin 9)			4.5	5	7	V
I_S	Quiescent Supply Current (pin 4)	V_{en} = H; I_L = 0	V_i = L		13	22	mA
			V_i = H		50	70	mA
		V_{en} = L	V_i = X			4	mA
I_{SS}	Quiescent Current from V_{SS} (pin 9)	V_{en} = H; I_L = 0	V_i = L		24	36	mA
			V_i = H		7	12	mA
		V_{en} = L	V_i = X			6	mA
V_{IL}	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)			–0.3		1.5	V
V_{IH}	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)			2.3		VSS	V
I_{IL}	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V_i = L				–10	µA
I_{IH}	High Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	Vi = H ≤ V_{SS} –0.6V			30	100	µA
V_{en} = L	Enable Low Voltage (pins 6, 11)			–0.3		1.5	V
V_{en} = H	Enable High Voltage (pins 6, 11)			2.3		V_{SS}	V
I_{en} = L	Low Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V_{en} = L				–10	µA
I_{en} = H	High Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V_{en} = H ≤ V_{SS} –0.6V			30	100	µA
$V_{CEsat\ (H)}$	Source Saturation Voltage	I_L = 1A		0.95	1.35	1.7	V
		I_L = 2A			2	2.7	V
$V_{CEsat\ (L)}$	Sink Saturation Voltage	I_L = 1A (5)		0.85	1.2	1.6	V
		I_L = 2A (5)			1.7	2.3	V
V_{CEsat}	Total Drop	I_L = 1A (5)		1.80		3.2	V
		I_L = 2A (5)				4.9	V
V_{sens}	Sensing Voltage (pins 1, 15)			–1 (1)		2	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

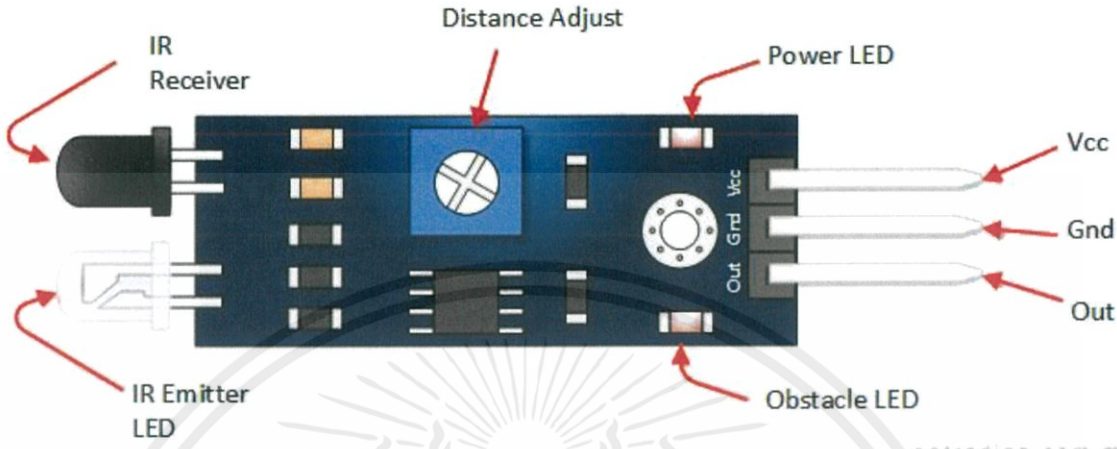
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
T_1 (V_i)	Source Current Turn-off Delay	0.5 V_i to 0.9 I_L (2); (4)		1.5		µs
T_2 (V_i)	Source Current Fall Time	0.9 I_L to 0.1 I_L (2); (4)		0.2		µs
T_3 (V_i)	Source Current Turn-on Delay	0.5 V_i to 0.1 I_L (2); (4)		2		µs
T_4 (V_i)	Source Current Rise Time	0.1 I_L to 0.9 I_L (2); (4)		0.7		µs
T_5 (V_i)	Sink Current Turn-off Delay	0.5 V_i to 0.9 I_L (3); (4)		0.7		µs
T_6 (V_i)	Sink Current Fall Time	0.9 I_L to 0.1 I_L (3); (4)		0.25		µs
T_7 (V_i)	Sink Current Turn-on Delay	0.5 V_i to 0.9 I_L (3); (4)		1.6		µs
T_8 (V_i)	Sink Current Rise Time	0.1 I_L to 0.9 I_L (3); (4)		0.2		µs
fc (V_i)	Commutation Frequency	I_L = 2A		25	40	KHz
T_1 (V_{en})	Source Current Turn-off Delay	0.5 V_{en} to 0.9 I_L (2); (4)		3		µs
T_2 (V_{en})	Source Current Fall Time	0.9 I_L to 0.1 I_L (2); (4)		1		µs
T_3 (V_{en})	Source Current Turn-on Delay	0.5 V_{en} to 0.1 I_L (2); (4)		0.3		µs
T_4 (V_{en})	Source Current Rise Time	0.1 I_L to 0.9 I_L (2); (4)		0.4		µs
T_5 (V_{en})	Sink Current Turn-off Delay	0.5 V_{en} to 0.9 I_L (3); (4)		2.2		µs
T_6 (V_{en})	Sink Current Fall Time	0.9 I_L to 0.1 I_L (3); (4)		0.35		µs
T_7 (V_{en})	Sink Current Turn-on Delay	0.5 V_{en} to 0.9 I_L (3); (4)		0.25		µs
T_8 (V_{en})	Sink Current Rise Time	0.1 I_L to 0.9 I_L (3); (4)		0.1		µs

1) 1)Sensing voltage can be –1 V for $t \leq 50$ µsec; in steady state V_{sens} min ≥ -0.5 V.
2) See fig. 2.
3) See fig. 4.
4) The load must be a pure resistor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของ Infrared Sensor



aqtrading.com.my

Pin, Control Indicator	Description
Vcc	3.3 to 5 Vdc Supply Input
Gnd	Ground Input
Out	Output that goes low when obstacle is in range
Power LED	Illuminates when power is applied
Obstacle LED	Illuminates when obstacle is detected
Distance Adjust	Adjust detection distance. CCW decreases distance. CW increases distance.
IR Emitter	Infrared emitter LED
IR Receiver	Infrared receiver that receives signal transmitted by Infrared emitter.

Features:

- There is an obstacle, the green indicator light on the circuit board
- Digital output signal
- Detection distance: 2 ~ 30cm
- Detection angle: 35 ° Degree
- Comparator chip: LM393
- Adjustable detection distance range via potentiometer:
  - Clockwise: Increase detection distance
  - Counter-clockwise: Reduce detection distance

Specifications:

- Working voltage: 3 - 5V DC
- Output type: Digital switching output (0 and 1)
- 3mm screw holes for easy mounting
- Board size: 3.2 x 1.4cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของ Arduino MEGA 2560

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ้างอิง

- https://www.helmut-fischer.de

-“ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานโพรบสำหรับวัดความหนา” Helmut Fischer Thailand

-“เครื่องจักรกลไฟฟ้า” รศ.พิชิต ลำยอง สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. พิมพ์ครั้งที่ 2 พฤษภาคม 2554 โรงพิมพ์ มีน เซอร์วิส ซัพพลาย

-“อิเล็กทรอนิกส์กำลัง” รศ.ดร. วีระเชษฐ์ ขันเงิน / วุฒิพล ธาราธีรเศรษฐ์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. พิมพ์ครั้งที่ 14 กันยายน 2557 โรงพิมพ์ หจก. วี.เจ. พริ้นติ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายกรกช ตั้งตน

วัน เดือน ปีเกิด 15 กรกฎาคม 2539

ที่อยู่ 19 หมู่3 ตำบลน้ำแก่น อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน

E-mail 58010017@kmitl.ac.th

โทรศัพท์ 0825850186

ประวัติการศึกษา

-พ.ศ. 2555-2557 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสตรีศรีน่าน

-พ.ศ. 2558-ปัจจุบัน ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

-นักศึกษาฝึกงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิต สถานีทดสอบไฟฟ้าแรงสูง บางพลี

-นักศึกษาสหกิจศึกษา บริษัท เฮลมุทฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้