

หุ่นยนต์ส่งของ

Messenger Robot

นางสาวชฎาภรณ์ งามบ้านผือ
Miss Chadaporn Ngambanphue

นายณัฐวุฒิ เหมะตุลิน
Mr.Natthiwut Hematulin

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

หุ่นยนต์ส่งของ

Messenger Robot

นางสาวชฎาภรณ์ งามบ้านฝื่อ

นายณัฐวุฒิ เหมะรุลีน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เรื่อง หุ่นยนต์ส่งของ

ผู้จัดทำ นางสาวชฎาภรณ์ งามบ้านฝื่อ รหัสนักศึกษา 56010240

นายณัฐวุฒิ เหมะจุลิน รหัสนักศึกษา 56010442

ปริญญาานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว



(รศ.ดร.สุรพันธ์ อื้อไพบูลย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

หัวข้อปริญญาานิพนธ์	หุ่นยนต์ส่งของ
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวชฎาภรณ์ งามบ้านผือ รหัสนักศึกษา 56010240
	นายณัฐวุฒิ เหมะจุลิน รหัสนักศึกษา 56010442
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

การส่งเอกสารในปัจจุบัน จำเป็นต้องใช้บุคลากร แต่ไม่มีประสิทธิภาพในการส่ง เนื่องจากเอกสารที่มีอยู่มาก ประกอบกับความสับสนของตัวบุคลากร และจำนวนห้อง

จากการสังเกตการส่งเอกสารขององค์กรภายในตึก จึงได้นำเสนออุปกรณ์ชิ้นนี้ขึ้นเพื่อลดความผิดพลาดในการส่งเอกสาร รวมไปถึงลดเวลาและลดจำนวนบุคลากร โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมอุปกรณ์ทั้งหมด ได้แก่ มอเตอร์, เซนเซอร์, RFID, จอแสดงผล LCD และ Keypad เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายได้ ตามเส้นสีดำ

จากการศึกษาพบว่า หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ตามเส้นสีดำและไปส่งเอกสารตามห้องตามคำสั่งได้จำนวน 8 ห้อง ซึ่งก็สามารถออกคำสั่งโดยการกดเลขห้องจาก Keypad ให้หุ่นยนต์ไปส่งเอกสารตามห้องที่ต้องการซึ่งกำหนดตำแหน่งห้องโดยใช้ RFID และเมื่อส่งเอกสารเสร็จหุ่นยนต์ก็สามารถกลับมายังจุดเริ่มต้นเพื่อรอรับคำสั่งต่อไปได้

Thesis Title	Messenger Robot
Authors	MissChadaporn Ngambanphue Student ID 56010240
	Mr.Nutthiwut Hemathulin Student ID 55010442
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Electronics Engineering
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Surapan Airphaiboon
Educational Year	2016

Abstract

Sending a document need to use personnel, but inefficient to send. However, due to document are very much. Combined with confusion of personnel and room amount.

From observation to document submission within building. So present this device is intended to reduce errors of sending documents. To save time and reduce the number of personnel. Using a microcontroller to control all devices include Motor, Sensor, RFID, LCD display screen and Keypad. To make robot can move to destination by followed black line.

According to studies, it has been found that robot can move followed black line and to send documents in the room according to the order of 8 rooms. This is, it can issue orders by pressing the room number from Keypad. To get the robot to send the document to the desired room. Which defines location of the room by use RFID. And once the document has been sent, the robot can return to the beginning to wait for further orders.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่กรุณาให้คำปรึกษา และคำแนะนำต่างๆ เกี่ยวกับทฤษฎี การวิเคราะห์ และแนวทางการแก้ปัญหา ตลอดระยะเวลาในการทำโครงการ เพื่อนๆ และรุ่นพี่ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่คอยช่วยเหลือและให้คำปรึกษา และขอขอบคุณภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ช่วยเหลือเกี่ยวกับอุปกรณ์การทำงาน

และสุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณพ่อและแม่ ซึ่งเป็นผู้ให้โอกาสทางการศึกษาและคอยสนับสนุน รวมทั้งกำลังใจที่คอยมอบให้ตลอดมาอย่างหาที่เปรียบมิได้

โครงการนี้จะมีอาจสำเร็จได้ ถ้าปราศจากอาจารย์ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกๆท่าน คณะผู้จัดทำจึงขอ กล่าวคำขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและลักษณะของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตโครงการ.....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
1.5 โครงสร้างของรายงาน.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 IC (L298).....	3
2.2 ARDUINO (Mega 2560).....	4
2.3 Keypad.....	6
2.4 IC (LM324N)	7
2.5 RFID (Radio-frequency identification).....	7
2.6 TCRT5000 (Reflective Optical Sensor).....	9
2.7 เอ็นโคดเดอร์ (Encoder).....	10
2.8 ระบบควบคุม PID.....	11
บทที่ 3 หลักการออกแบบและการดำเนินงาน.....	12
3.1 หลักการออกแบบ.....	12
3.2 การดำเนินงาน.....	16
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	25
4.1 กล่าวนำ.....	25
4.2 การทดลอง Reflective Optical Sensor.....	25
4.3 การทดลองวัดสัญญาณ PWM ที่ได้จากวงจรขั้วมอเตอร์.....	42
4.4 การทดลองความคลาดเคลื่อนของการหยุดการเคลื่อนที่.....	45
4.5 การวัดค่าสัญญาณจากเอ็นโคดเดอร์.....	45
4.6 การแสดงผล.....	47

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน.....	50
5.1 สรุปผลโครงการ.....	50
5.2 วิจัยรณัผลการดำเนินงาน.....	50
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ.....	50
เอกสารอ้างอิง.....	51
ภาคผนวก.....	52

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติ วงจรรวม เบอร์ L 298	3
2.2 คุณสมบัติ ARDUINO (Mega 2560)	5
2.3 คุณสมบัติของ RFID Reader เบอร์ ID-12.....	8
2.4 คุณสมบัติของ RFID Tag Card.....	9
2.5 แสดงคุณสมบัติของ Reflective Optical Sensor เบอร์ TCRT5000.....	9
4.1 แรงดันขาออก เมื่อปรับระยะ จาก 1 cm ถึง 15 cm กรณีพื้นที่ผิวเป็นสีขาว.....	26
4.2 แรงดันขาออก เมื่อปรับระยะ จาก 1 cm ถึง 15 cm กรณีพื้นที่ผิวสกปรก.....	30
4.3 แรงดันขาออก เมื่อปรับระยะ จาก 1 cm ถึง 15 cm กรณีพื้นที่ผิวเป็นสีเทา.....	34
4.4 แรงดันขาออก เมื่อปรับระยะ จาก 1 cm ถึง 15 cm กรณีพื้นที่ผิวเป็นสีดำ.....	38
4.5 ความคลาดเคลื่อน เมื่อเคลื่อนที่ไปข้างหน้า.....	45
4.6 ความคลาดเคลื่อน เมื่อเคลื่อนที่ไปข้างหลัง.....	45

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ขาต่างๆของ IC (L298).....	4
2.2 บอร์ด ARDUINO (Mega 2560)	6
2.3 4X3 Matrix keypad.....	6
2.4 รูปแสดงขาต่างๆของ LM324N.....	7
2.5 RFID Reader เบอร์ ID-12.....	8
2.6 RFID Tag Card.....	8
2.7 Reflective Optical Sensor เบอร์ TCRT5000.....	10
2.8 สัญญาณพัลส์จาก เอ็นโคเดอร์.....	10
2.9 แผนภาพบล็อกของการควบคุมแบบพีไอดี.....	11
3.1 วงจรขับมอเตอร์.....	13
3.2 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน.....	14
3.3 วงจร Reflective Optical Sensor.....	14
3.4 Block diagram แสดงการควบคุมหุ่นยนต์.....	15
4.1 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีขาว ระยะ 1 cm.....	27
4.2 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีขาว ระยะ 3 cm.....	27
4.3 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีขาว ระยะ 6 cm.....	28
4.4 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีขาว ระยะ 9 cm.....	28
4.5 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีขาว ระยะ 12 cm.....	29
4.6 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีขาว ระยะ 15 cm.....	29
4.7 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวสกปรก ระยะ 1 cm.....	31
4.8 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวสกปรก ระยะ 3 cm.....	31
4.9 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวสกปรก ระยะ 6 cm.....	32
4.10 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวสกปรก ระยะ 9 cm.....	32
4.11 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวสกปรก ระยะ 12 cm.....	33
4.12 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวสกปรก ระยะ 15 cm.....	33
4.13 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีเทา ระยะ 1 cm.....	35
4.14 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีเทา ระยะ 3 cm.....	35
4.15 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีเทา ระยะ 6 cm.....	36
4.16 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีเทา ระยะ 9 cm.....	36
4.17 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีเทา ระยะ 12 cm.....	37
4.18 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีเทา ระยะ 15 cm.....	37

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.19 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีดำ ระยะ 1 cm.....	39
4.20 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีดำ ระยะ 3 cm.....	39
4.21 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีดำ ระยะ 6 cm.....	40
4.22 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีดำ ระยะ 9 cm.....	40
4.23 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีดำ ระยะ 12 cm.....	41
4.24 สัญญาณแรงดันเอาต์พุท TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีดำ ระยะ 15 cm	41
4.25 สัญญาณ PWM เมื่อเลี้ยว ซ้าย.....	42
4.26 สัญญาณ PWM เมื่อเดินหน้า.....	43
4.27 สัญญาณ PWM เมื่อ Sensor ตรวจจับเส้นสีดำ.....	43
4.28 สัญญาณ PWM เมื่อ เลี้ยวขวา.....	44
4.29 สัญญาณที่อ่านได้จากเอ็นโคดเดอร์.....	44
4.30 หุ่นยนต์ส่งของ.....	47
4.31 การแสดงผลบนจอ LCD 16x2 ก่อนรับคำสั่ง.....	47
4.32 การแสดงผลบนจอ LCD 16x2 เมื่อรับคำสั่งหมายเลขห้องที่ต้องการ.....	48
4.33 การแสดงผลบนจอ LCD 16x2 ขณะเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายที่ได้รับคำสั่ง.....	48
4.34 การแสดงผลบนจอ LCD 16x2 ขณะกลับไปยังจุดเริ่มต้น.....	49

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและลักษณะของโครงการ

ในปัจจุบันการส่งเอกสารภายในองค์กรซึ่งจำนวนเอกสารที่มีจำนวนมาก ส่งผลให้บุคลากรทำงานหนักขึ้น ทั้งยังทำให้เกิดความผิดพลาดในการส่งเอกสารอีกด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีความถูกต้องและแม่นยำ เพื่อลดเวลา รวมถึงลดจำนวนบุคลากร เมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้นจะส่งผลทำให้เกิดความสูญเสียทั้งเวลาและประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากร เราจึงคิดประดิษฐ์ “หุ่นยนต์ส่งของ” ขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการ และแก้ไขปัญหาดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อใช้หุ่นยนต์นี้ในการขนส่งสิ่งของน้ำหนักไม่เกิน 5 กิโลกรัมโดยอัตโนมัติ
- 2) เพื่อสร้างหุ่นยนต์นำไปใช้งานได้จริง

1.3 ขอบเขตโครงการ

สามารถเคลื่อนที่ในเส้นทางตรงและถ้าหากมีการเลี้ยวเบน ตัวหุ่นยนต์สามารถกลับสู่เส้นทางตรงได้ และสามารถหยุดการเคลื่อนที่ได้เมื่อพบการตรวจจับ Tag

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถนำความรู้ที่ได้จากภาคทฤษฎีของวิชาต่างๆ ที่ได้ทำการศึกษา มาปฏิบัติและประยุกต์ใช้เพื่อสร้างชิ้นงานขึ้นมาและสามารถนำมาใช้ได้จริง
- 2) ศึกษาความรู้เพิ่มเติมในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการเช่น ศึกษาการทำงานของวงจรรวมเบอร์ต่างๆ รวมทั้งศึกษาการออกแบบแผ่นปริ้นท์ (PCB) เป็นต้น
- 3) ศึกษาการทำงานและออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์
- 4) เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปทดลองปฏิบัติงานจริง
- 5) หากจุดบกพร่องสาเหตุและสามารถแก้ไขได้

1.5 โครงสร้างของรายงาน

รายงานฉบับนี้เป็นการรายงานผลจากการศึกษาและทดลองในหัวข้อโครงงานเรื่อง หุ่นยนต์ส่งของ โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน ในส่วนของเนื้อหาจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ แยกเป็นบทๆ ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 องค์ประกอบและหลักการทำงาน

บทที่ 3 หลักการออกแบบ

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน

บทที่ 2

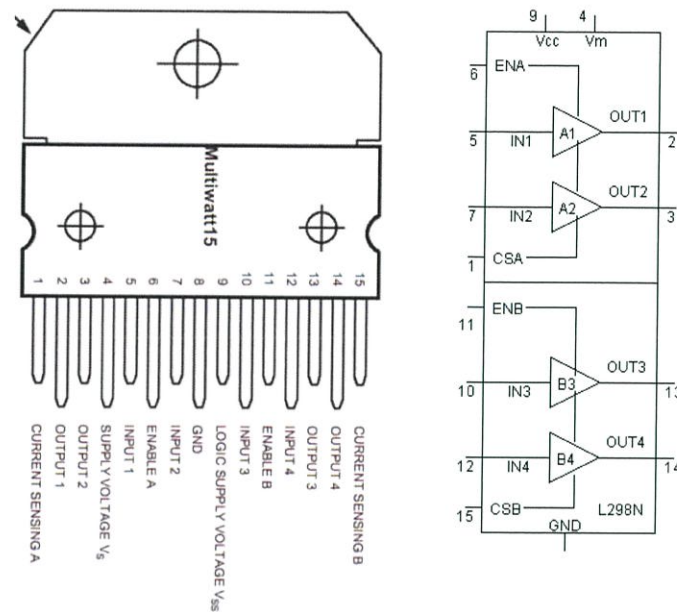
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 IC (L298)

วงจรรวม เบอร์ L 298 เป็นไอซีที่นิยมใช้กันมากในการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงเพื่อสร้างวงจรขับมอเตอร์โดยสามารถใช้ขับมอเตอร์กระแสตรง ได้พร้อมกัน 2 ชุดพร้อมกับรับกระแสสูงสุดได้ 2A ต่อมอเตอร์ 1 ตัว หรือสามารถต่อแบบ Bridge สามารถทนกระแสได้ถึง 4A

ตาราง 2.1 ตารางแสดงคุณสมบัติวงจรรวม เบอร์ L298

Pin	การต่อเพื่อใช้งาน
1,15	เชื่อมต่อกาวบัด
2,3	ต่อเข้าขั้วมอเตอร์ A
4	รับแรงดันสำหรับขับมอเตอร์
5,7	รับลอจิก 1(3.3 Volt+) ,ลอจิก 0(0Volt) เพื่อควบคุมมอเตอร์ A
6,11	Enable A และ Enable B
8	เชื่อมต่อกาวบัด
9	แรงดันสำหรับ Logic
10,12	รับลอจิก 1(3.3 Volt+) ,ลอจิก 0(0Volt) เพื่อควบคุมมอเตอร์ B
13,14	ต่อเข้าขั้วมอเตอร์ B



รูปที่ 2.1 ขาต่างๆของ IC (L298)

2.2 ARDUINO (Mega 2560)

ARDUINO คือเครื่องมือหนึ่งที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรับสัญญาณจากภายนอกแล้วส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าใช้เครื่องมากกว่าใช้เครื่อง PC ตั้งโต๊ะโดยตัวบอร์ดนั้นออกแบบจากไมโครคอมพิวเตอร์ชิปเดียวและมีโปรแกรมพัฒนาสำหรับเขียนโปรแกรมให้บอร์ดทำงาน

ARDUINO สามารถประยุกต์ทำเครื่องใช้อัจฉริยะ รับสัญญาณจากสวิทช์ หรือ เซนเซอร์, และควบคุมหลอดไฟ, มอเตอร์, หรืออุปกรณ์อื่นๆ ARDUINO เป็นได้ทั้งแบบทำงานอิสระหรือจะทำงานติดต่อกับโปรแกรมที่ทำงานบนเครื่อง PC ตัวบอร์ดสามารถประกอบขึ้นใช้เองหรือจะซื้อสำเร็จที่มีขาย ส่วนโปรแกรมพัฒนา ARDUINO สามารถดาวน์โหลดได้ฟรี

บอร์ด ARDUINO เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ในตระกูล AVR ที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูงทั่วโลกเพราะเป็น Open Source สามารถดัดแปลง ไปใช้งานได้ทั้ง ฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ ได้ทันที ภาษาที่ใช้กับบอร์ดนี้จะเป็นลักษณะของ C/C++ โดยจัดให้มี Libraries ต่างๆให้สามารถเรียก ใช้งานได้ทันที ครอบคลุมการติดต่อกับ I/O PORT ต่างๆ ได้กว้างมากการใช้งานก็ง่ายเพียงแค่เสียบสาย USB และติดตั้งโปรแกรมก็พร้อมที่จะประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ทันที

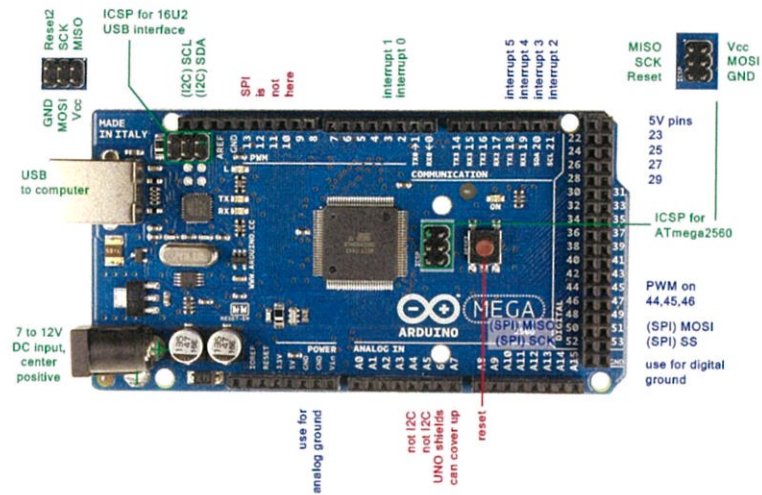
ในตลาดไมโครคอนโทรลเลอร์มีตัวเลือกมากมาย เช่น Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-2, Pidgets, MIT's Handyborad และอีกหลายเจ้ามีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน เพื่อที่ให้งานได้ง่ายและเน้นการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลัก ARDUINO ก็เช่นเดียวกันแต่มีข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือ

- ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
- มี Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง

- เปิดเผยแพร่ซอร์ซโค้ดทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
- เปิดเผยแพร่วงจร และ นำไปพัฒนาขยาย ฮาร์ดแวร์ ได้
- ราคาไม่แพง

ตาราง 2.2 ตารางแสดงคุณสมบัติ 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 , 4 UART TTL)
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



รูปที่ 2.2 บอร์ด ARDUINO (Mega 2560)

2.3 Keypad

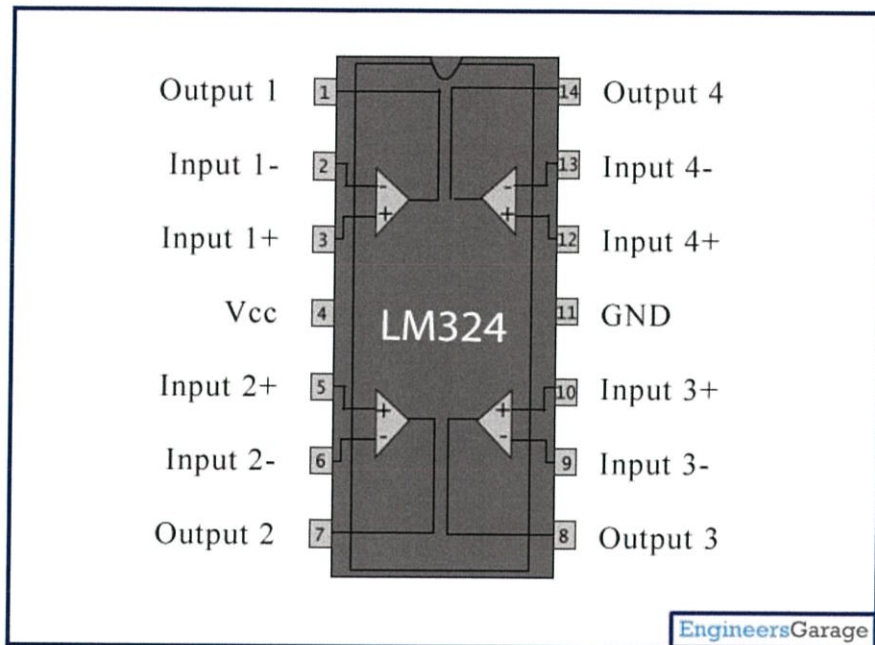
เป็น SWITCH KEYPAD แบบ MEMBRANE SWITCH ขนาด 4X3 (16 KEY) ขั้วต่อใช้งานแบบ 7 PIN 4X3 Keypad membrane แบบ 4 X 3 ชนิดนี้จะประกอบไปด้วยปุ่ม 12 ปุ่มที่เรียงต่อกันเป็นเมตริกซ์แบบ 4 แถว และ 3 คอลัมน์ ใช้วิธีการ สแกน ไปทีละคอลัมน์จนครบทุกคอลัมน์ แล้วนำมาตีความว่ามีการตอบสนองออกมาเป็นแบบใด



รูปที่ 2.3 4X3 Matrix keypad

2.4 IC (LM324N)

LM324N มีขา 14ขา IC ประกอบด้วยตัวขยายอิสระ 4 ตัว(op-amp) รวมอยู่ภายในแพ็คเกจเดียว Op-amp มีอัตราขยายสูง ซึ่งขยายแรงดันด้วย สัญญาณขาเข้าที่แตกต่าง และมักจะให้สัญญาณขาออกเพียงค่าเดียว แรงดันขาออกที่ได้ก็คือแรงดันที่สูงกว่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างขั้วสัญญาณขาเข้าทั้งสองของ Op-amp LM324N สามารถใช้เป็นตัวขยายสัญญาณ,ตัวเปรียบเทียบแรงดัน,ตัวสร้างสัญญาณ,วงจรรีเลย์ กระแส และอื่นๆ



รูปที่ 2.4 รูปแสดงขาต่างๆของ LM324N

2.5 RFID (Radio-frequency identification)

RFID เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ใช้สำหรับการระบุสิ่งต่างๆ โดยอาศัยคลื่นวิทยุในการทำงาน ในช่วงความถี่ระหว่าง 30Hz ถึง 300 GHz ซึ่งสัญญาณนี้ผ่านได้ทั้ง โลหะ และ อโลหะ มีความละเอียดสูงและสามารถบรรจุข้อมูลซึ่งทำให้สามารถแยกความแตกต่างของสิ่งของที่จะสามารถระบุได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ

2.5.1 เครื่องอ่าน ID-12



รูปที่ 2.5 RFID Reader เบอร์ ID-12

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงคุณสมบัติของ RFID Reader เบอร์ ID-12

เชื่อมต่อ	Serial (TTL)
ความถี่	125KHz
มาตรฐานการ์ด	EM4001 หรือเทียบเท่า
Encoding	Manchester 64-bit, module 64
ระยะอ่าน	ไม่เกิน 5 cm
แรงดันอินพุท	4.6 – 5.4 VDC
พลังงานที่ใช้	5 VDC ที่ 30 mA เมื่อทำงานในโหมดปกติ

2.5.2 การ์ด 125 KHz

เป็น RFID ชนิด Passive ป้ายชนิดนี้ทำงานได้โดยไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟจากภายนอก เพราะภายในบัตรมีวงจรถูกกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เป็นแหล่งพลังงานในตัวอยู่แล้ว ระยะการอ่านข้อมูลได้ในระยะสั้นๆ เท่านั้นไม่เกิน 1 เมตร (ขึ้นอยู่กับกำลังส่งของเครื่องอ่านและความถี่วิทยุที่ใช้) RFID ประเภทนี้มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา



รูปที่ 2.6 RFID Tag Card

ตารางที่ 2.4 แสดงคุณสมบัติของ RFID Tag Card

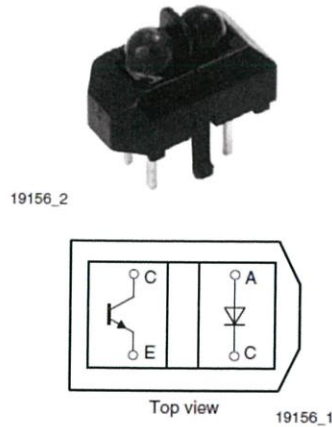
คุณสมบัติ	การ์ด 125 KHz
ความถี่	125KHz
มาตรฐานการ์ด	TK4100
Encoding	Manchester
ID size	40 bits
วัสดุ	PVC
อุณหภูมิ	-20°C ถึง +50°C
ขนาด	85.6 × 54 × 0.86 (mm)

2.6 TCRT5000 (Reflective Optical Sensor)

คืออุปกรณ์ที่นำโฟโตรีซิสเตอร์ หรือโฟโตไดโอด มารวมกับ LED อินฟราเรด เพื่อใช้ในการตรวจจับการสะท้อนแสง หรือระยะความใกล้ของวัตถุ หลักการคือเมื่อมีแสงไปตกกระทบกับวัตถุใดๆ วัตถุนั้นจะสะท้อนแสงกลับมาที่โฟโตไดโอด หรือโฟโตรีซิสเตอร์ ตัวอย่างที่นำไปใช้งานจริงก็เช่น หุ่นยนต์วิ่งตามเส้น

ตารางที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติของ Reflective Optical Sensor เบอร์ TCRT5000

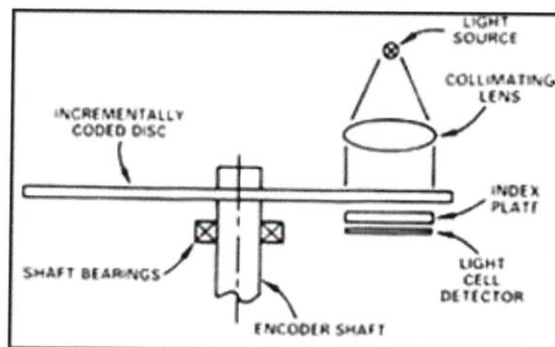
แรงดัน	DC 5 V
กระแส	Ic = 1 mA
ระยะอ่านของเซนเซอร์	0.2 ม.ม. – 15 ม.ม.
สัญญาณที่เอาพุท	สัญญาณอนาล็อก(ไม่เป็นเชิงเส้น)
probe size	10.2 * 5.8 * 7 mm



รูปที่ 2.7 Reflective Optical Sensor เบอร์ TCRT5000

2.7 เอ็นโคดเดอร์ (Encoder)

เอ็นโคดเดอร์เป็นอุปกรณ์ตรวจจับระยะทางที่ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายในเครื่องจักร และมอเตอร์ทั่วไป เอ็นโคดเดอร์ที่นำมาใช้โครงงานเป็นเอ็นโคดเดอร์ประเภทอินครีเมนทเอ็นโคดเดอร์ (Incremental encoder) ซึ่งมีความละเอียด 78 พัลส์/รอบ (Pulse per revolution: ppr) โดยโครงสร้างประกอบด้วยตัวรับตัวส่งสัญญาณอินฟราเรด แผ่นวงกลมที่มีช่องสลิต (Slit) โดยจำนวนพัลส์ที่ออกมา นั้น จะมีความสัมพันธ์กับระยะการเคลื่อนที่ ตำแหน่ง ระยะห่าง ความเร็ว และ ความเร่ง



รูปที่ 2.8 สัญญาณพัลส์จาก เอ็นโคดเดอร์

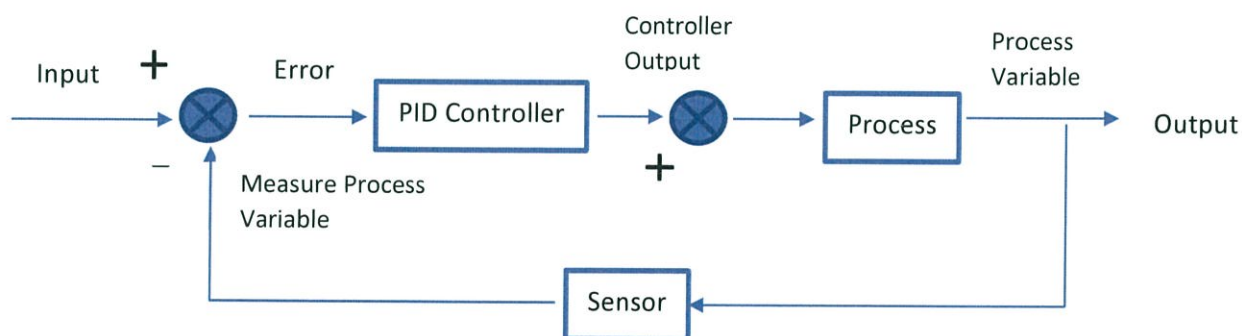
2.8 ระบบควบคุม PID

ระบบควบคุม PID เป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับ ใช้ในการคำนวณเป็นค่าความผิดพลาดที่หามาจากความแตกต่างของตัวแปรในกระบวนการและค่าที่ต้องการ โดยตัวควบคุมจะพยายามลดค่าผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุด วิธีการคำนวณของ PID ขึ้นอยู่กับสามตัวแปรประกอบด้วย

1. ตัวควบคุมแบบสัดส่วน(P-Control) เทอมของสัดส่วนจะเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนของค่าความผิดพลาด การตอบสนองของสัดส่วนสามารถทำได้โดยการคูณค่าความผิดพลาดด้วยค่าคงที่

2. ตัวควบคุมแบบปริพันธ์(I-Control)ผลจากเทอมปริพันธ์ เป็นสัดส่วนของขนาดความผิดพลาดและระยะเวลาของความผิดพลาด ผลรวมของความผิดพลาดในทุกช่วงเวลา จะให้ออฟเซตสะสมที่ควรจะเป็นในก่อนหน้า ความผิดพลาดสะสมจะถูกคูณโดยอัตราขยายปริพันธ์ ขนาดของผลของเทอมปริพันธ์จะกำหนดโดยอัตราขยายปริพันธ์,

3. ตัวควบคุมแบบอนุพันธ์(D-Control)อัตราการเปลี่ยนแปลงของความผิดพลาดจากกระบวนการนั้น คำนวณหาจากความชันของความผิดพลาดทุกๆเวลา และคูณด้วยอัตราขยายอนุพันธ์ ขนาดของผลของเทอมอนุพันธ์ ขึ้นกับ อัตราขยายอนุพันธ์



รูปที่ 2.9 แผนภาพบล็อกของการควบคุมแบบพีไอดี

บทที่ 3

หลักการออกแบบและการดำเนินงาน

3.1 หลักการออกแบบ

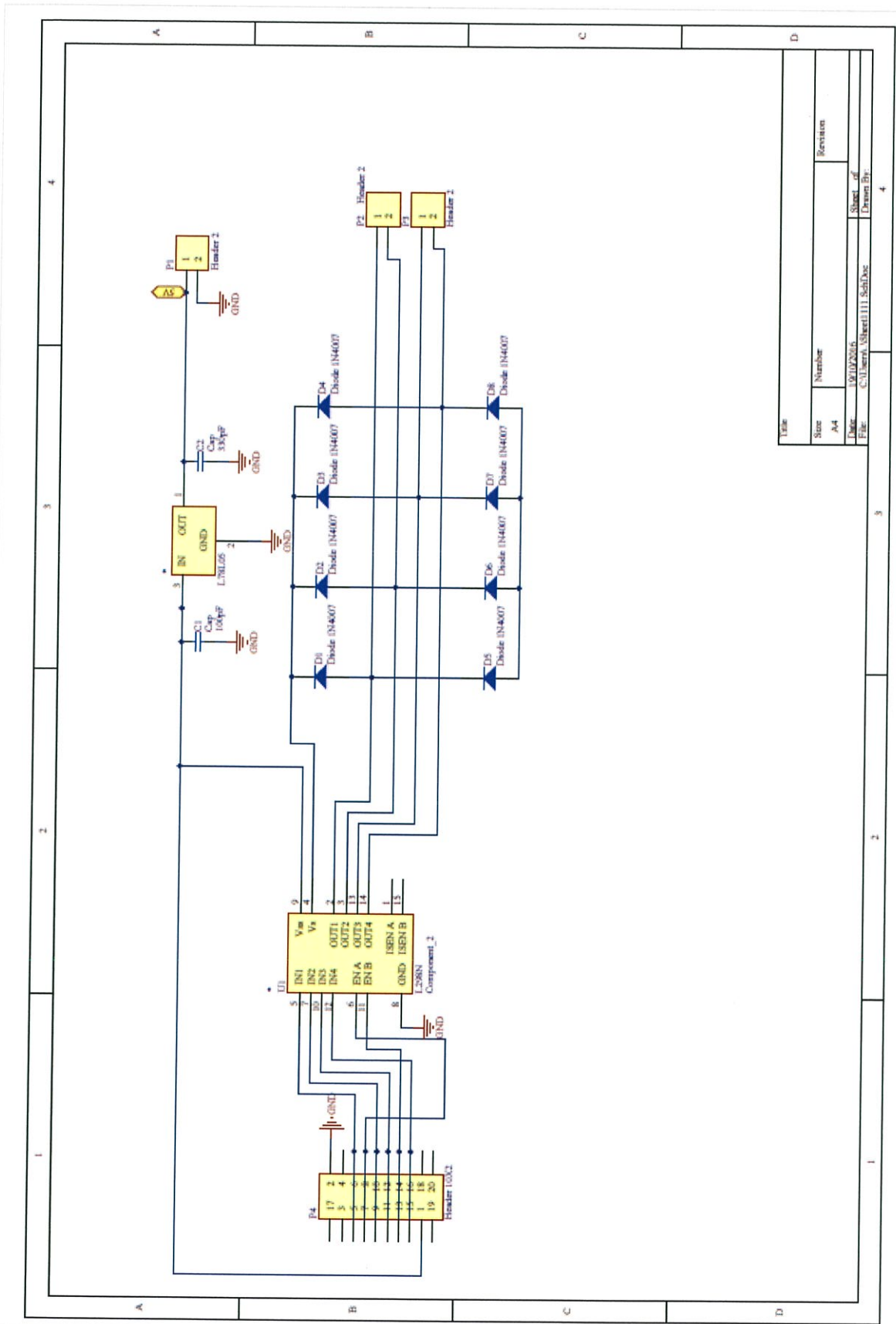
1) เงื่อนไขการทำงานของบอร์ด ADUINO MEGA 2560

-ทำหน้าที่ควบคุมวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์และสื่อสารกับอุปกรณ์อินฟราเรดเซนเซอร์,RFID Reader และแป้นพิมพ์

-ใช้ข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์อินฟราเรดเซนเซอร์, RFID Reader มาเป็นเงื่อนไขในการหมุนมอเตอร์

2) การออกแบบวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์เพื่อควบคุมทิศทางและความเร็ว

การออกแบบวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ ได้เลือกใช้ วงจรรวม L298 ให้ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมมอเตอร์ กระแสตรง เนื่องจากเหตุที่ว่าสามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ที่แรงดันได้ถึง 50 V และสามารถขับเคลื่อนได้ 2 ตัวซึ่งในโครงการนี้ ใช้มอเตอร์ 12 V 2 ตัว สามารถควบคุมความเร็วแบบพัลส์สปีดได้ ซึ่งทำให้บังคับหุ่นยนต์ให้เลี้ยวซ้ายหรือขวาได้ จากการศึกษาข้อมูลใน datasheet ของ IC L298 ของบริษัท ST และค้นคว้า หาวางจรใน เว็บไซต์ต่างๆของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ที่ใช้ วงจรรวม L298 และได้ยึดแบบวงจรจากแหล่งข้อมูลต่างๆในการออกแบบ



Title	
Size	Number
A4	
Date	Revision
19/10/2564	
File	Sheet of
C:\user\A\Sheet111.SchDoc	Drawing Br.

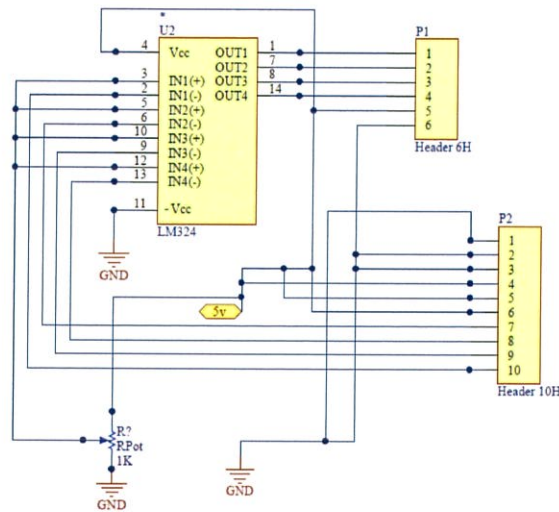
รูปที่ 3.1 วงจรขับมอเตอร์

หลักการการทำงานของวงจร

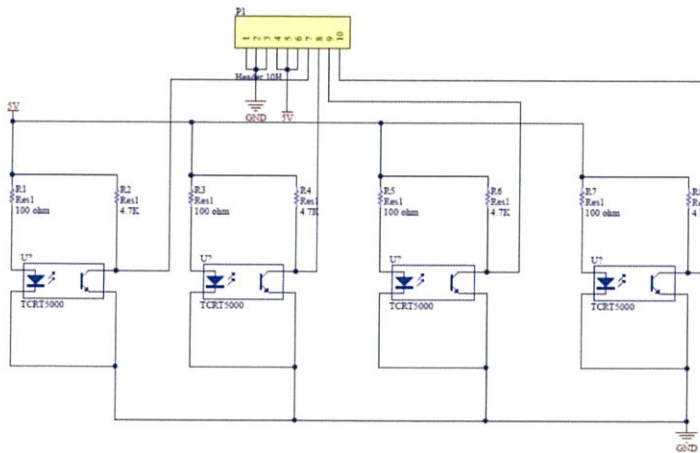
เริ่มจากการรับค่าสถานะจากอุปกรณ์เซนเซอร์ เข้าสู่ ADUINO โดยขาที่ใช้ขึ้นขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมลงใน ADUINO จากนั้น L289 ก็จะควบคุมและขับมอเตอร์แต่ละตัวตามคำสั่งจากอินพุตที่ได้รับเข้ามา เช่น สั่งให้เดินหน้า มอเตอร์ทั้งสองตัวก็จะหมุนไปข้างหน้าพร้อมกัน

3) การออกแบบวงจรตรวจสอบเส้นขาวดำ

ประกอบด้วยวงจร comparator เปรียบเทียบแรงดันระหว่างแรงดันที่อ้างอิงไว้กับแรงดันที่ได้จากเอาพุทของ TCRT5000 เมื่อ TCRT5000 ตรวจพบเส้น สีดำ แรงดันที่เอาพุทของ TCRT5000 จะมีค่าแรงดันน้อยกว่าแรงดันอ้างอิง จะทำให้ได้เอาพุทที่ comparator มีค่าเป็น 0 V



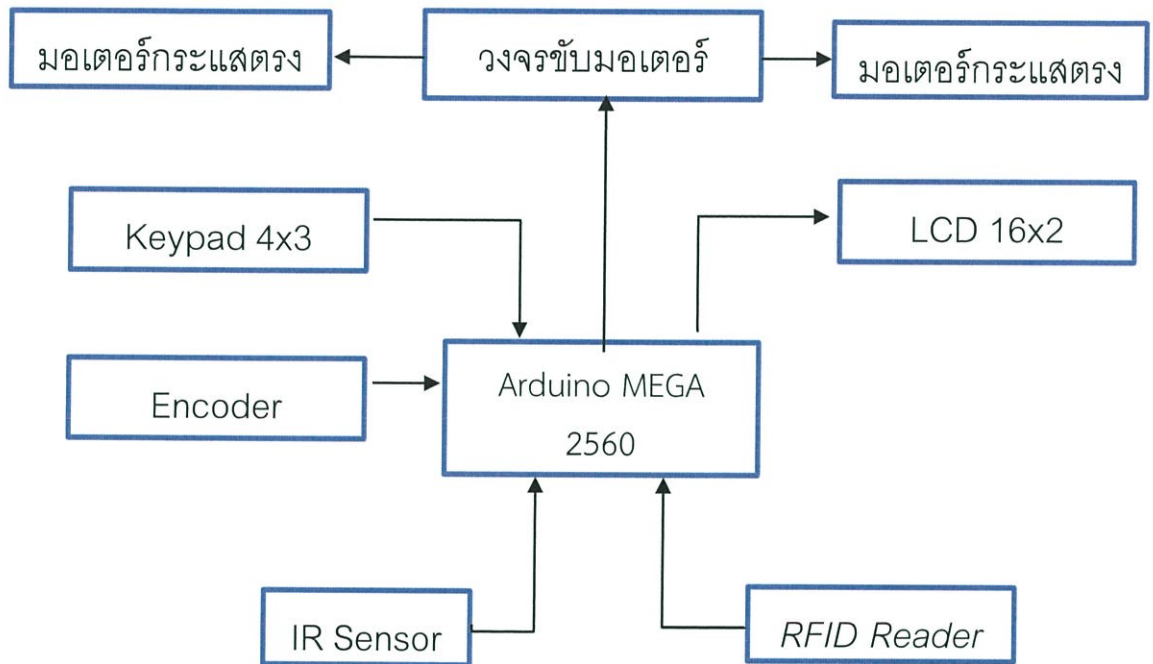
รูปที่ 3.2 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน



รูปที่ 3.3 วงจร Reflective Optical Sensor

4) การออกแบบการควบคุม

การออกแบบการควบคุม จะกล่าวถึงส่วนที่เป็นการรับส่งข้อมูลและการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ เซนเซอร์ กับหุ่นยนต์ เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ซึ่งการควบคุมจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ซึ่งเขียนเป็น Block Diagram ได้ดังนี้

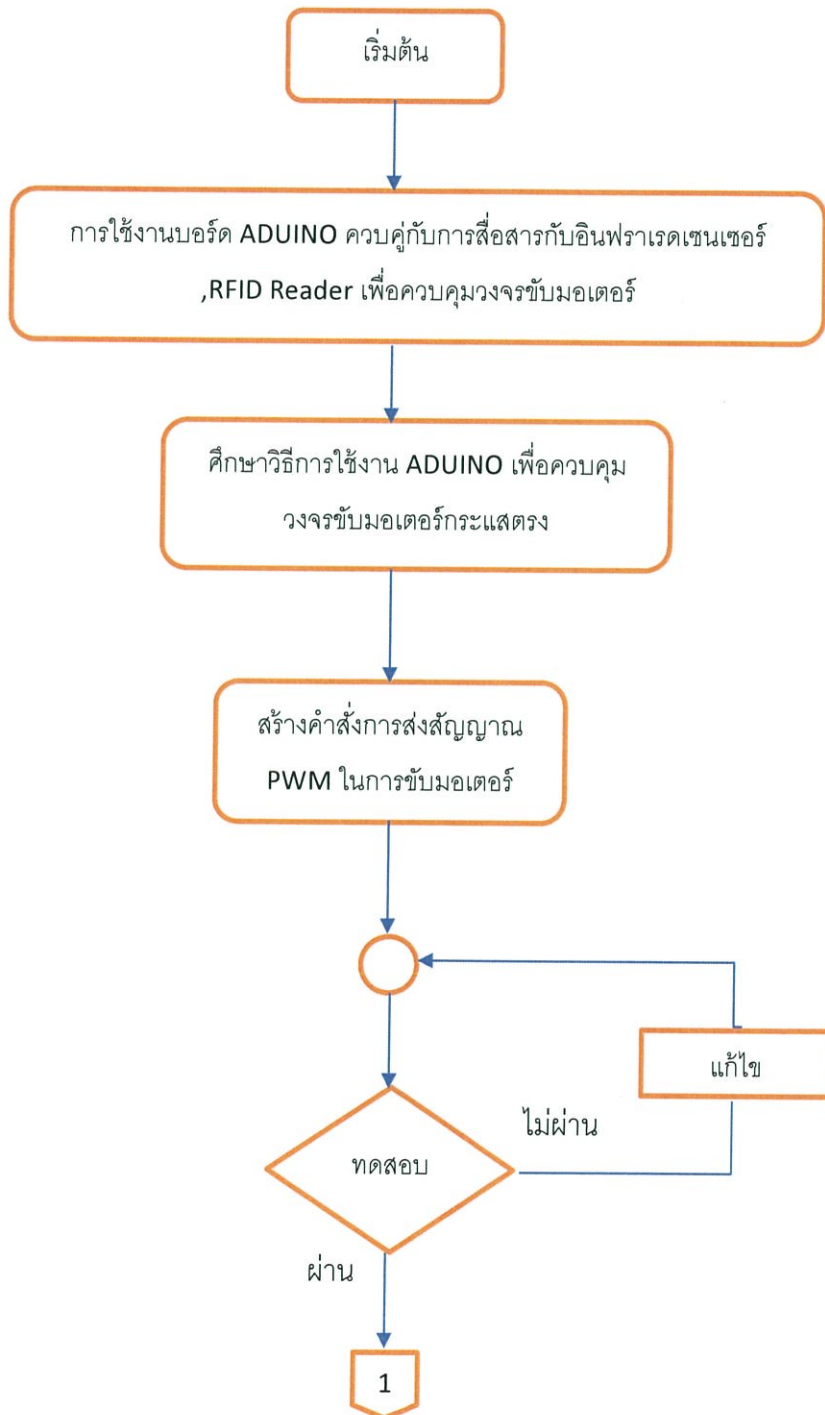


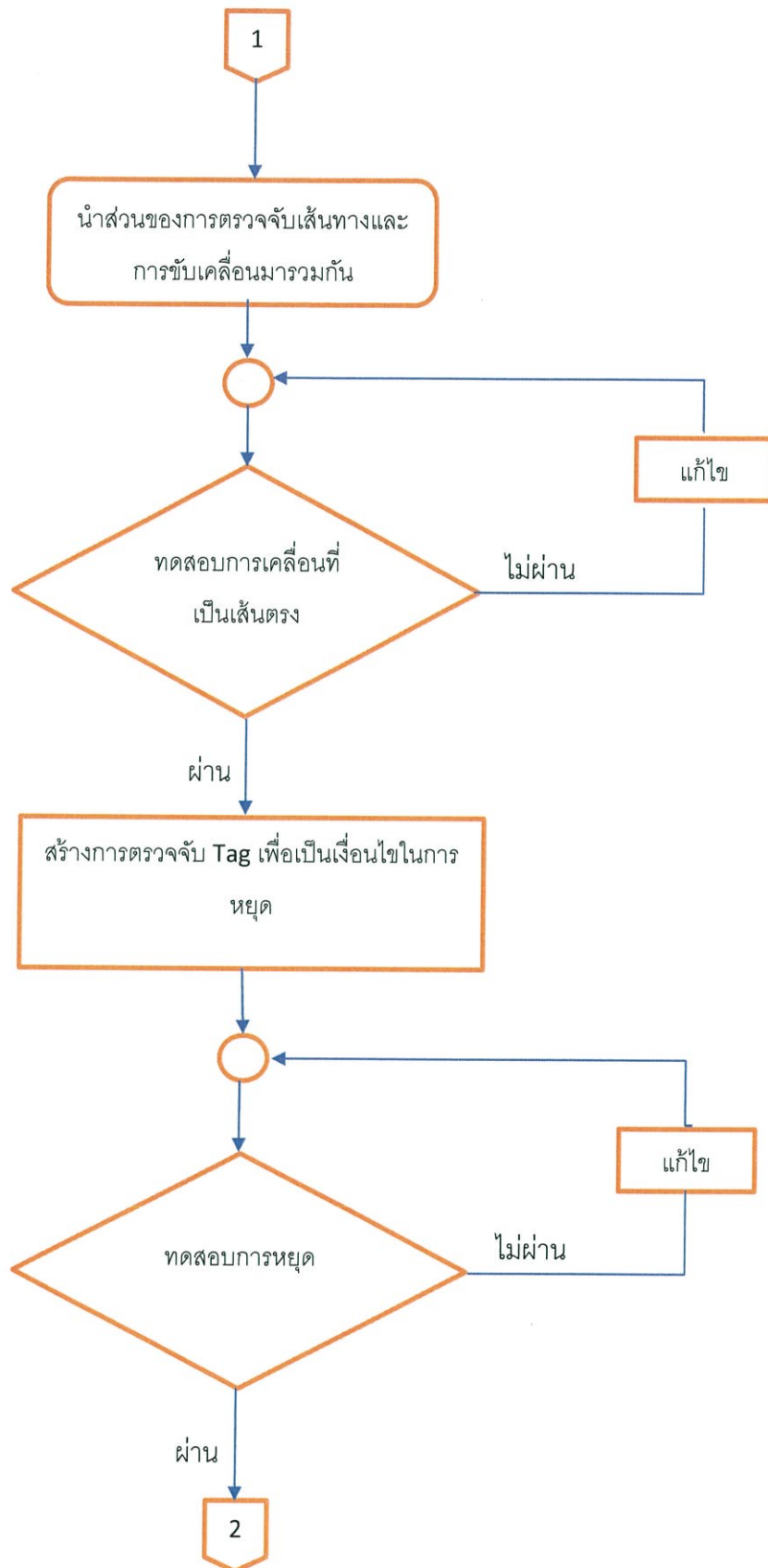
รูปที่ 3.4 Block diagram แสดงการควบคุมหุ่นยนต์

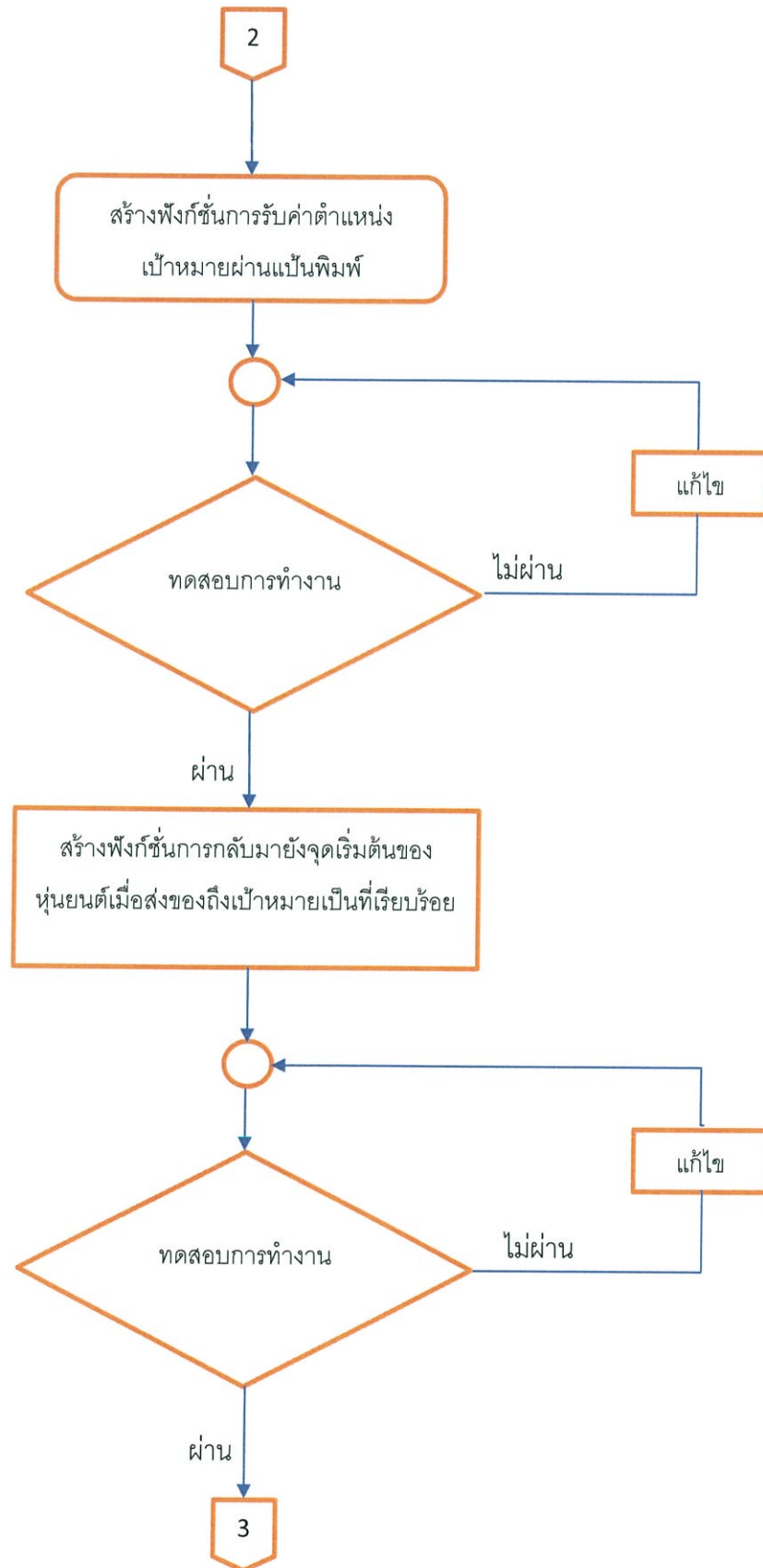
การควบคุมการเคลื่อนที่จะใช้ ADUINO ในการสั่งการโดยการสั่งการจะรับค่าตัวแปรอินพุทซึ่งได้มาจากการรับค่าจากอุปกรณ์เซนเซอร์ เพื่อกำหนดค่าลอจิกให้ขา IN1, IN2, IN3, และ IN4 ให้แก่วงจรขับมอเตอร์ เพื่อควบคุมความเร็วของมอเตอร์แต่ละตัวซึ่งทำให้เกิดทิศทางในการเคลื่อนที่

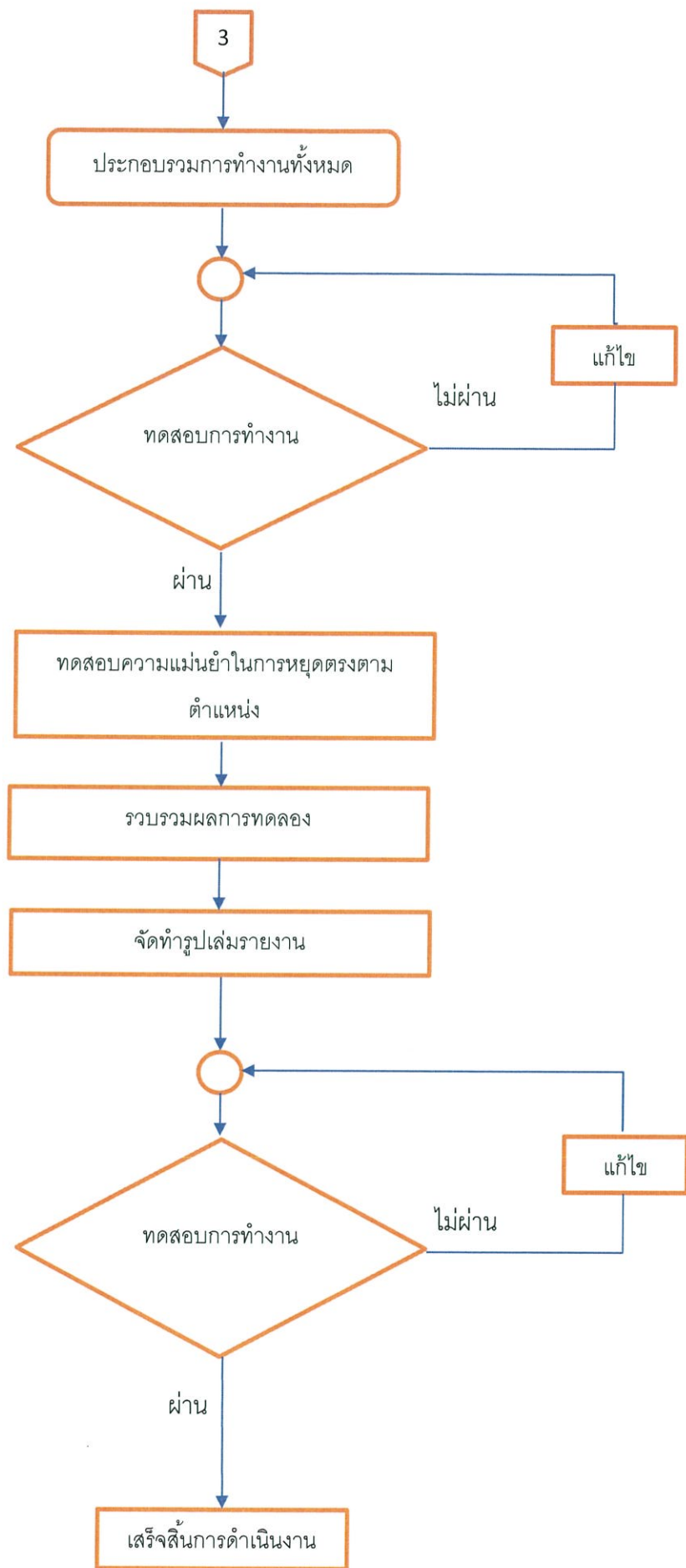
3.2 การดำเนินงาน

ในการวางแผนการดำเนินงานนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนการทำงานเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเวลาในแต่ละช่วงการดำเนินการ การจัดการเวลาที่เหมาะสมจะส่งผลต่องานที่ได้ออกมามีความสมบูรณ์มากที่สุด ในการดำเนินงานของโครงการนี้มีโฟลว์ชาร์ตดังต่อไปนี้









ขั้นตอนการดำเนินงาน สามารถแยกเป็นขั้นตอนต่างๆได้ดังนี้

1. ศึกษารหัสใช้งานบอร์ด ADUINO MEGA 2560 ในการควบคุมการเคลื่อนที่

- ศึกษาการใช้งาน Serial Port และการสร้าง PWM
- สร้างคำสั่งเดินหน้า, เลี้ยวซ้าย, เลี้ยวขวาและหยุด
- สร้างคำสั่งการทำงานร่วมกับอินฟราเรดเซนเซอร์ เพื่อรับคำสั่งญาณอนาลอก
- สร้างคำสั่งการรับค่าหมายเลขเป้าหมายจากแป้นพิมพ์
- สร้างฟังก์ชันการกลับไปยังจุดเริ่มต้นเมื่อส่งของเสร็จ

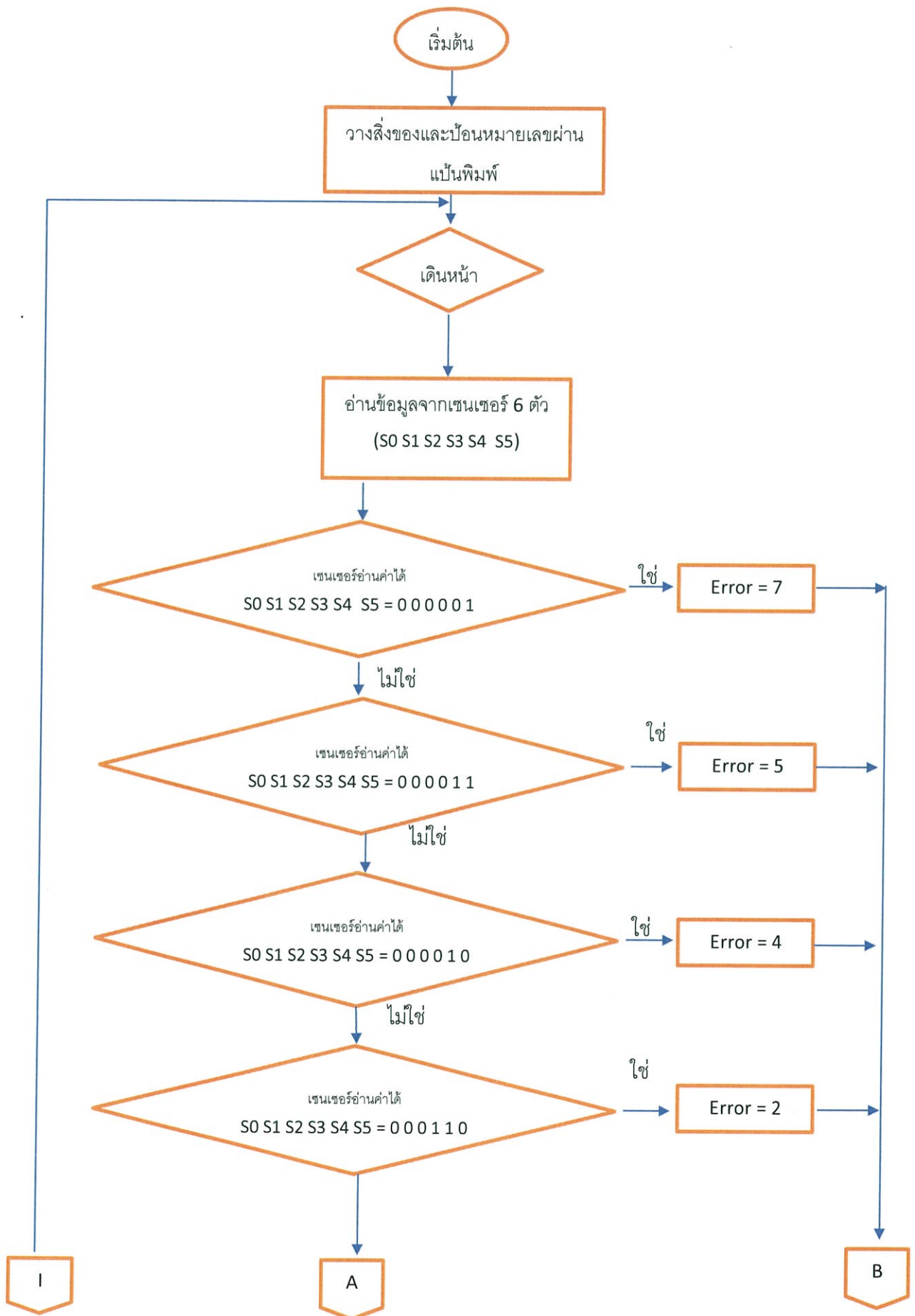
จากเส้นดำที่อ่านได้

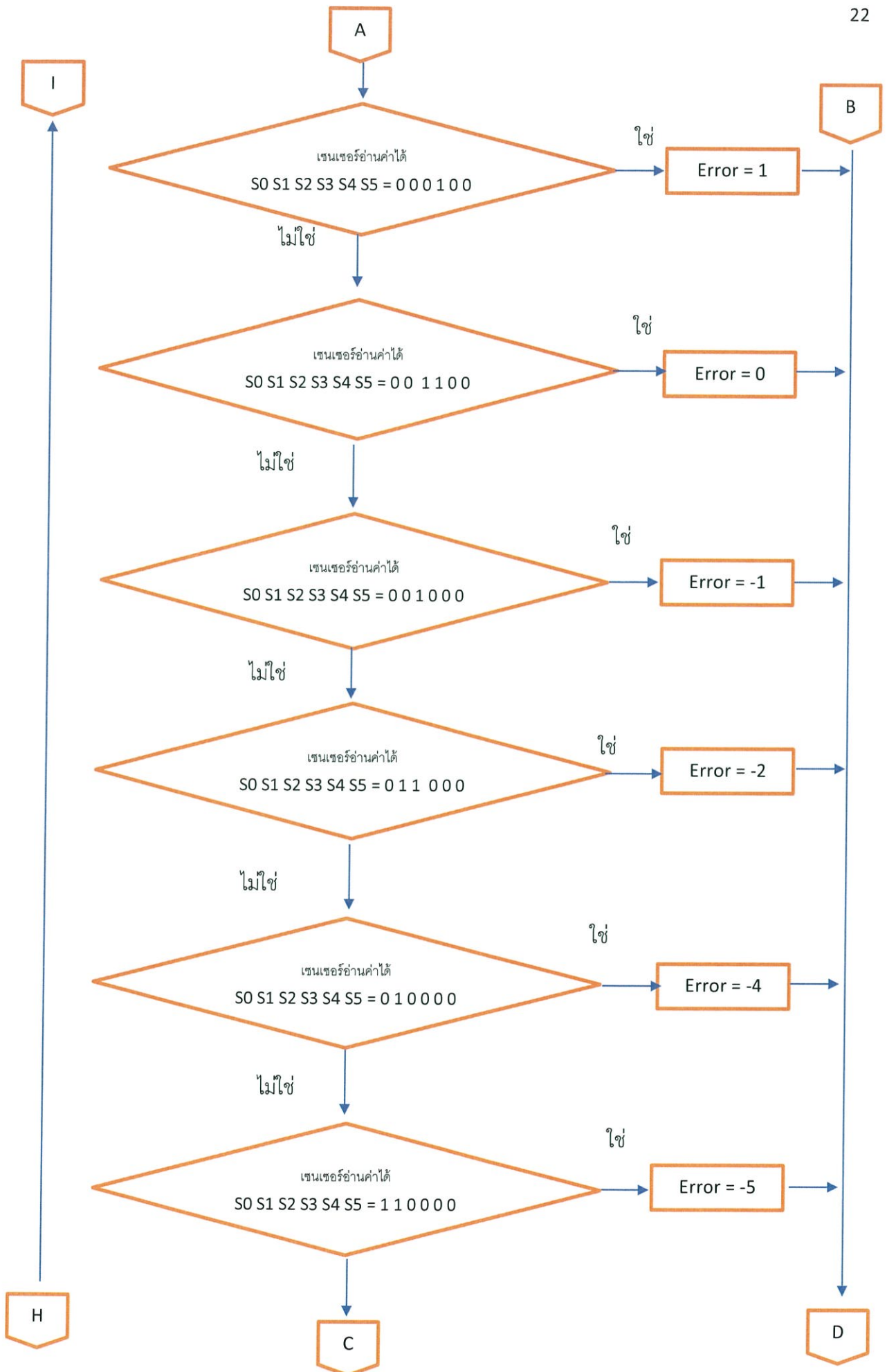
2. ออกแบบวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรง

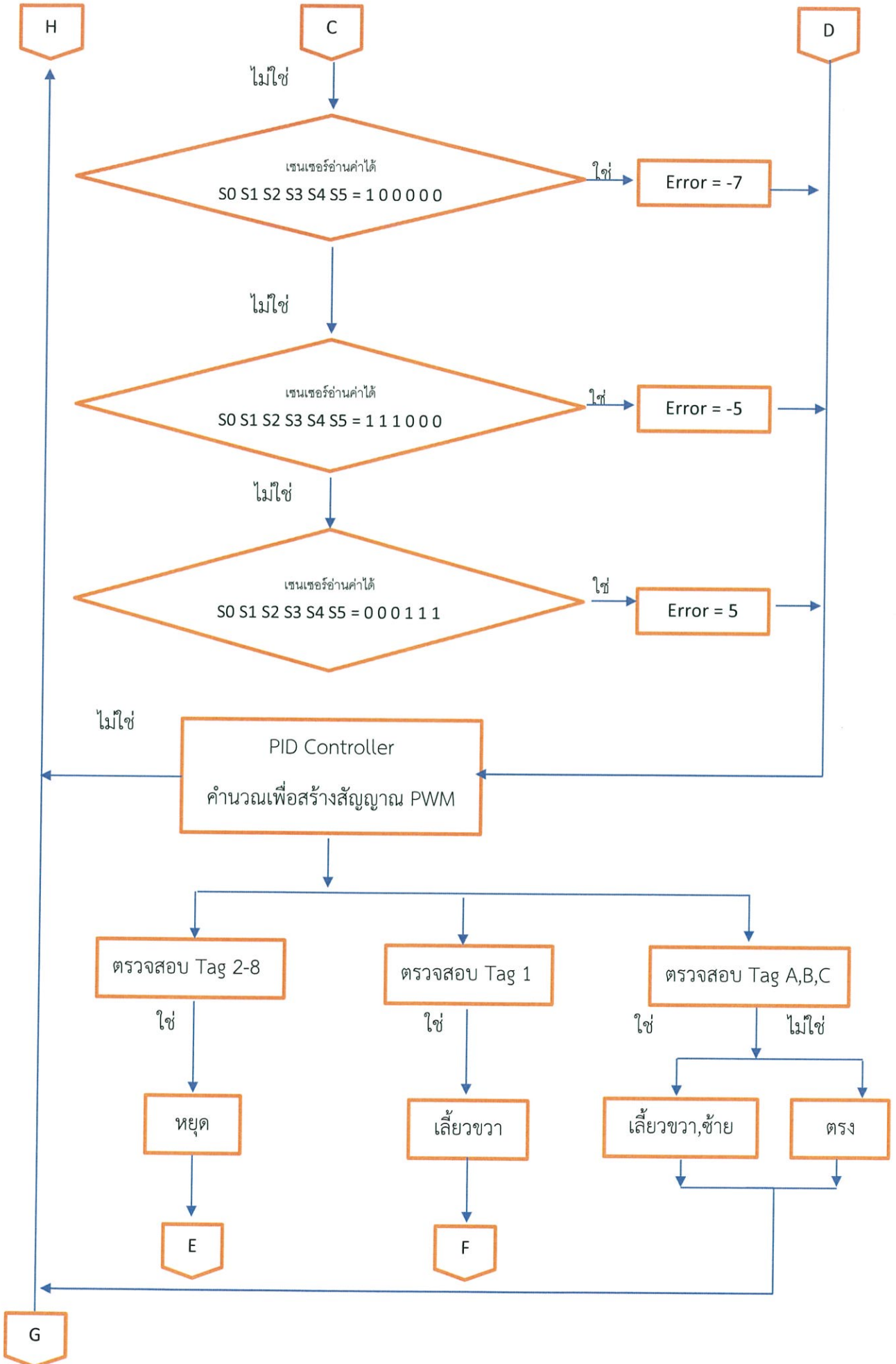
วงจรมอเตอร์กระแสตรงนี้ ออกแบบมาเพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ได้สองตัว เพื่อจ่ายให้กับ ไอซีเบอร์ L298 ซึ่งเป็นไอซีที่ใช้ในการขับเคลื่อน โดยวงจรมีแหล่งจ่ายไฟเป็นแบตเตอรี่ 12V 5.5AH

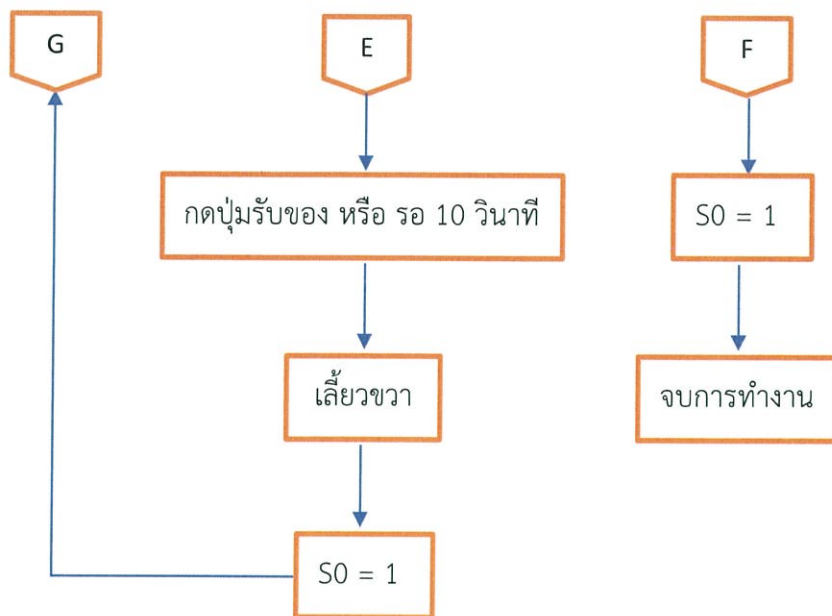
3.a ประกอบรวมทุกส่วนเข้าด้วยกันและทดสอบการเคลื่อนที่

เมื่อผ่านขั้นตอนต่างๆ และได้ผลการทดสอบในแต่ละขั้นตอนแล้วจึงนำเอาแต่ละส่วนมาประกอบรวมการทำงานเข้าด้วยกัน วางเอกสารและสั่งการให้เคลื่อนที่ไปยังห้องที่ต้องการ โดยการเคลื่อนที่จะใช้การรับข้อมูลจากอุปกรณ์เซนเซอร์แล้วส่งให้กับโปรแกรม ADUINO ประมวลผล และจะส่งคำสั่งสถานะไปยังบอร์ด ADUINO ให้ควบคุมวงจรมอเตอร์ในการวิ่งเป็นเส้นตรง และหากพิกัดอยู่นอกขอบเขตพิกัดที่กำหนด ก็จะมีการส่งคำสั่งสถานะให้เลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวาไป เพื่อให้การเคลื่อนที่กลับมาเป็นแนวตรงอีกครั้ง จากนั้นหากมีการตรวจพบ Tag ที่สนใจแล้วแล้ว จะทำการหยุดรอเป็นเวลา 1 นาที หรือจนกว่าจะมีการกดปุ่มเพื่อรับของ จากนั้น หุ่นยนต์จะรับคำสั่งเดิมและเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งถัดไปและเมื่อหุ่นยนต์ส่งของครบทุกห้องแล้ว หุ่นยนต์จะกลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้น เพื่อรอรับคำสั่งถัดไป









บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในการทำโครงงานชิ้นนี้ ส่วนที่ต้องทำการทดลองเพื่อหาค่าระยะห่างระหว่างเซนเซอร์กับระดับพื้นและความเข้มของพื้นผิวให้เหมาะสม เพื่อติดตั้งระยะห่างระหว่างพื้นกับเซนเซอร์ให้เหมาะสม เพื่อนำค่าแรงดันเอาพุทที่ได้นำมาประมวลผล เพื่อสร้างการทำงานให้แก่หุ่นยนต์เนื่องจากคุณสมบัติทางกลและกายภาพของมอเตอร์นั้นขับเคลื่อนทั้งสองล้อไม่เหมือนกันโดยสมบูรณ์ ดังนั้นการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จึงจำเป็นต้องอาศัยการประมวลผลจากเงื่อนไขต่างๆที่สร้างขึ้นเพื่อให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่กำหนดไว้ได้

4.2 การทดลอง Reflective Optical Sensor (TCRT5000)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบหาค่าแรงดันเอาพุทจากระยะที่แตกต่างกัน
2. เพื่อทดสอบหาค่าแรงดันเอาพุทจากความเข้มของพื้นผิวที่แตกต่างกัน

ขั้นตอนการทดลอง

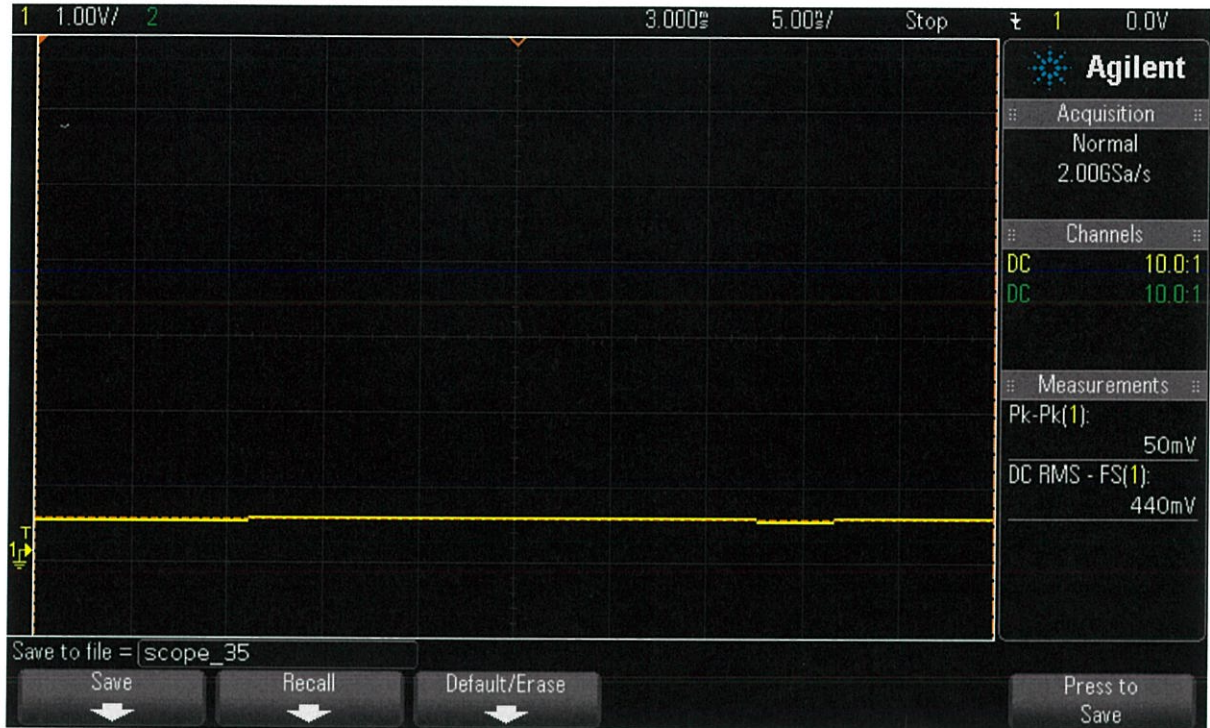
1. เริ่มต้นใช้เซ็นเซอร์วัดพื้นผิว
2. เริ่มต้นที่แรงดันอินพุท 5 V
3. บันทึกผลการทดลอง
4. ทำเปลี่ยนแปลงระยะจาก 1 cm ถึง 15 cm

การทดลองครั้งที่ 1 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีขาว

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกค่าแรงดันขาออก เมื่อปรับระยะ จาก 1 cm ถึง 15 cm กรณีพื้นที่ผิวเป็นสีขาว

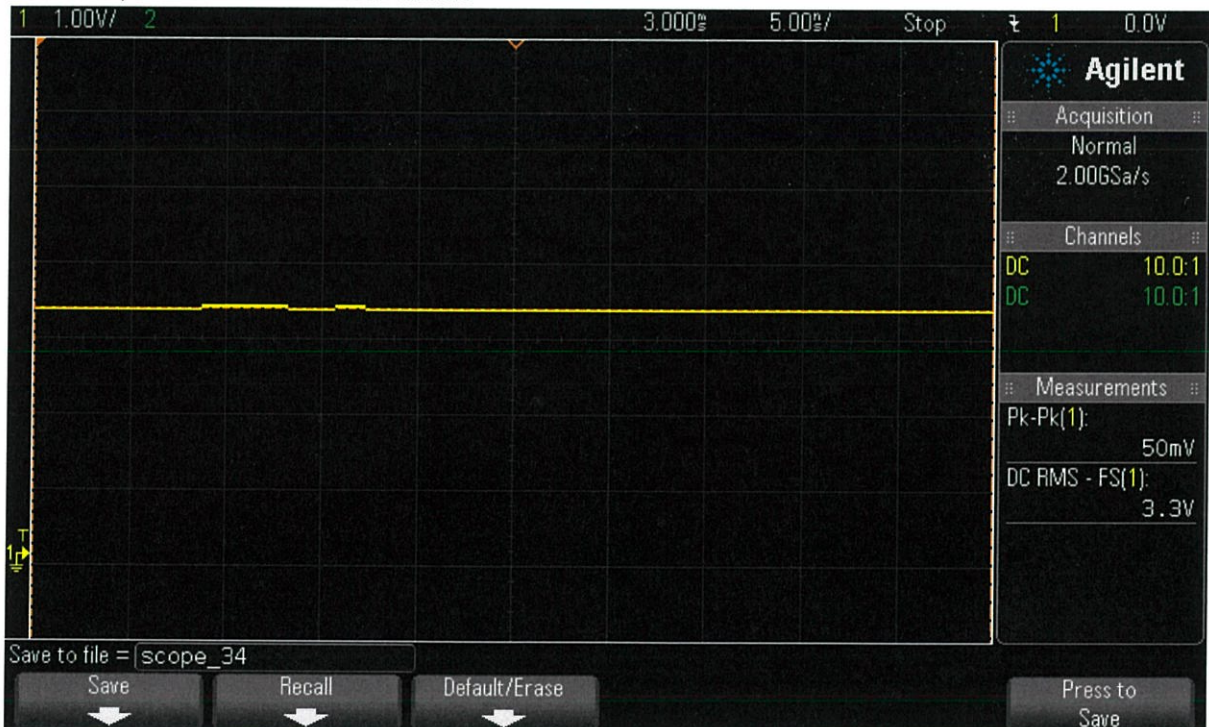
ระยะห่างระหว่างพื้นที่กับเซนเซอร์ (cm)	แรงดัน (V)
1	0.4
2	1.7
3	3.3
4	3.3
5	3.7
6	3.9
7	4.0
8	4.1
9	4.2
10	4.2
11	4.2
12	4.3
13	4.3
14	4.3
15	4.3

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:25:44 2016



รูปที่ 4.1 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีสวิตช์ที่ผิวเป็นสีขาว ระยะ 1 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:24:55 2016



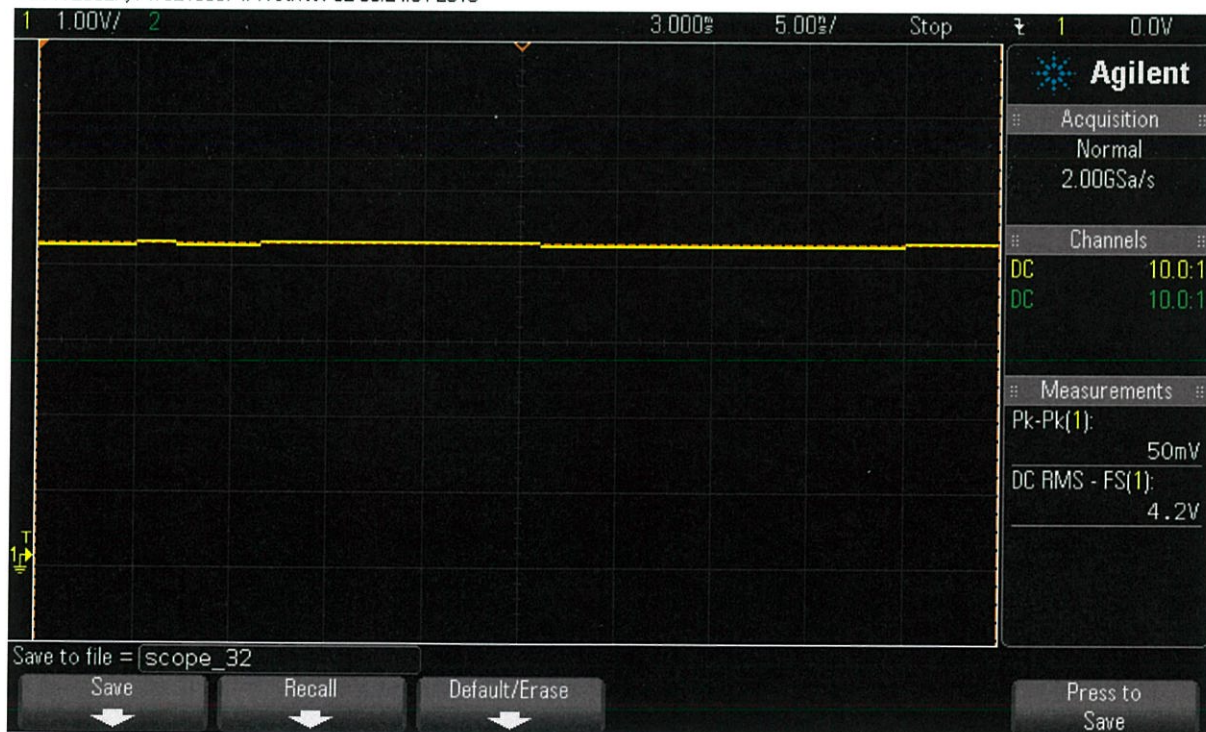
รูปที่ 4.2 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีสวิตช์ที่ผิวเป็นสีขาว ระยะ 3 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:24:22 2016



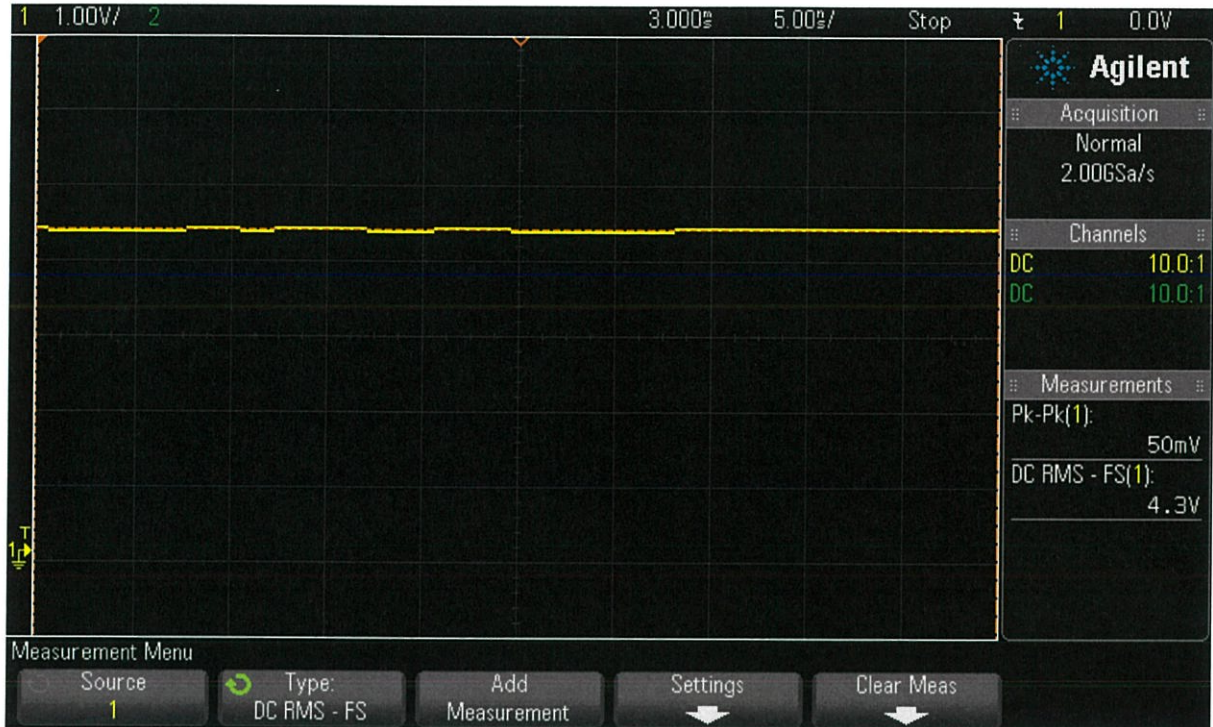
รูปที่ 4.3 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีขาว ระยะ 6 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:24:01 2016



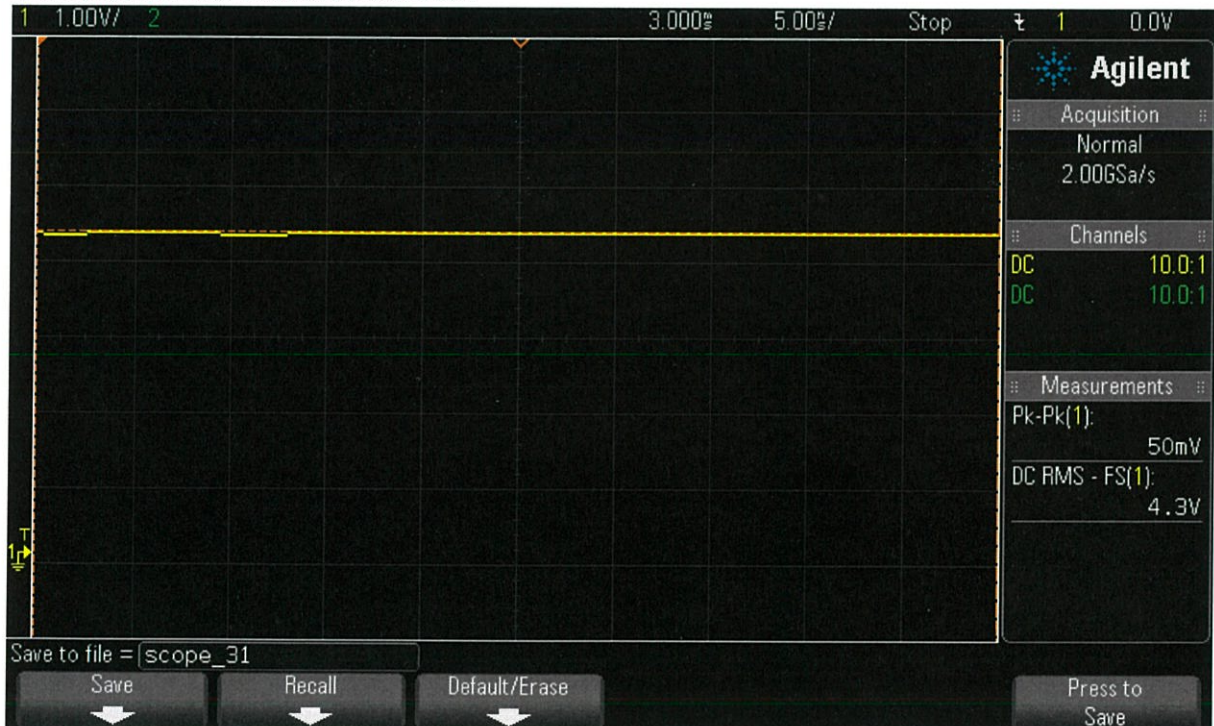
รูปที่ 4.4 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีขาว ระยะ 9 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:22:55 2016



รูปที่ 4.5 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีสวิตช์ที่ผิวเป็นสีขาว ระยะ 12 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:23:29 2016



รูปที่ 4.6 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีสวิตช์ที่ผิวเป็นสีขาว ระยะ 15 cm

การทดลองครั้งที่ 2 กรณีวัดพื้นที่ผิวสกปรก

ตารางที่ 4.2 ตารางบันทึกค่าแรงดันขาออก เมื่อปรับระยะ จาก 1 cm ถึง 15 cm กรณีพื้นที่ผิวสกปรก

ระยะห่างระหว่างพื้นที่กับเซนเซอร์ (cm)	แรงดัน (V)
1	0.4
2	2.4
3	3.4
4	3.7
5	4.0
6	4.1
7	4.2
8	4.2
9	4.2
10	4.3
11	4.3
12	4.3
13	4.3
14	4.3
15	4.3

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:29:13 2016



รูปที่ 4.7 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวสกปรก ระยะ 1 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:28:27 2016



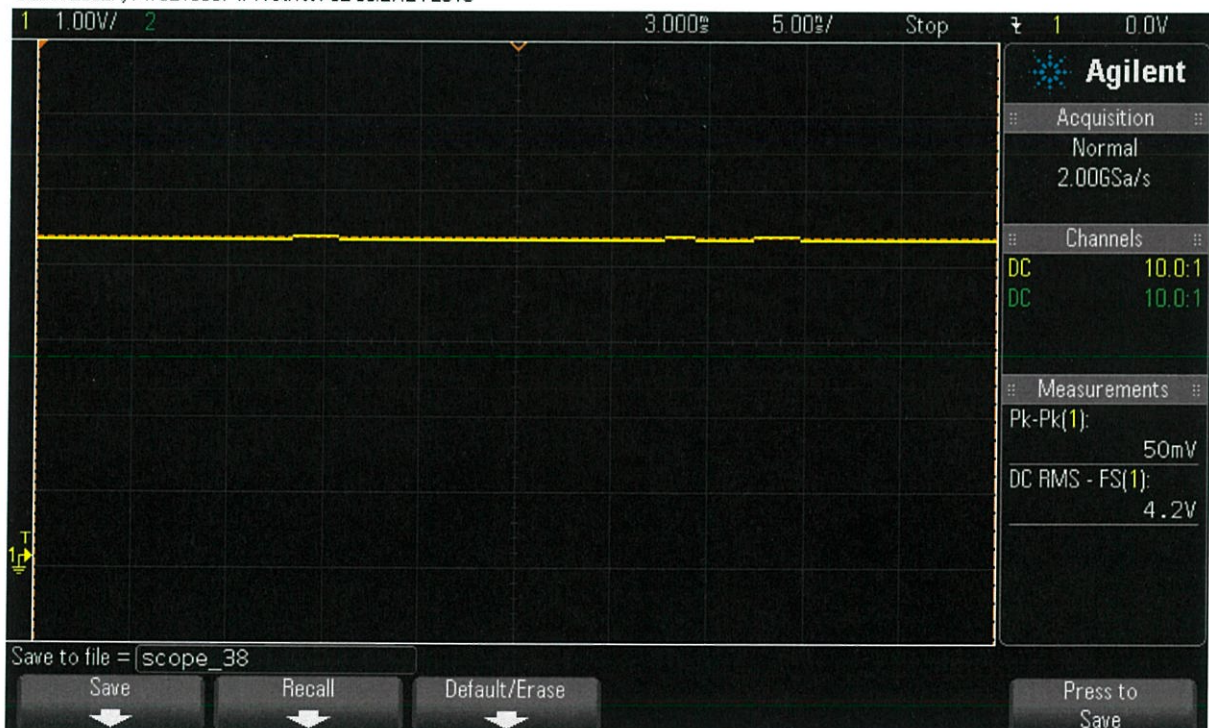
รูปที่ 4.8 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวสกปรก ระยะ 3 cm

DSO-X 2002A, MY52166574; Wed Nov 02 06:27:48 2016

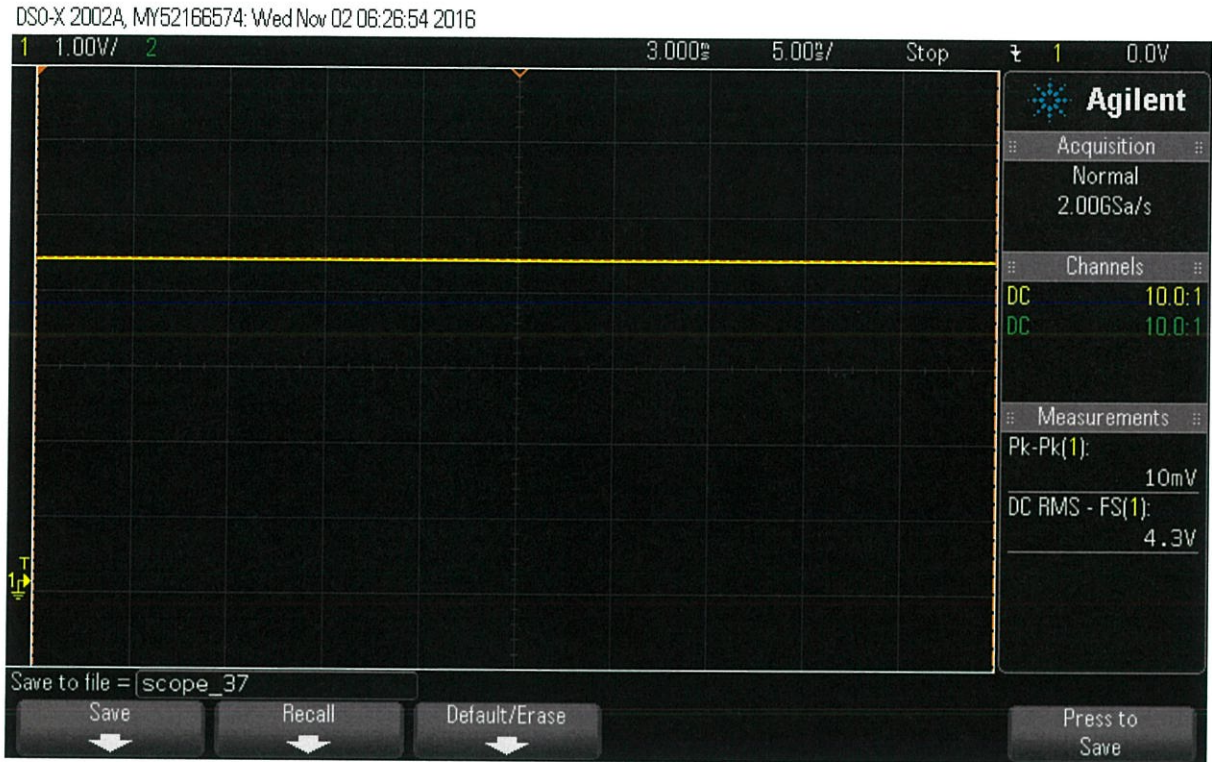


รูปที่ 4.9 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวสกปรก ระยะ 6 cm

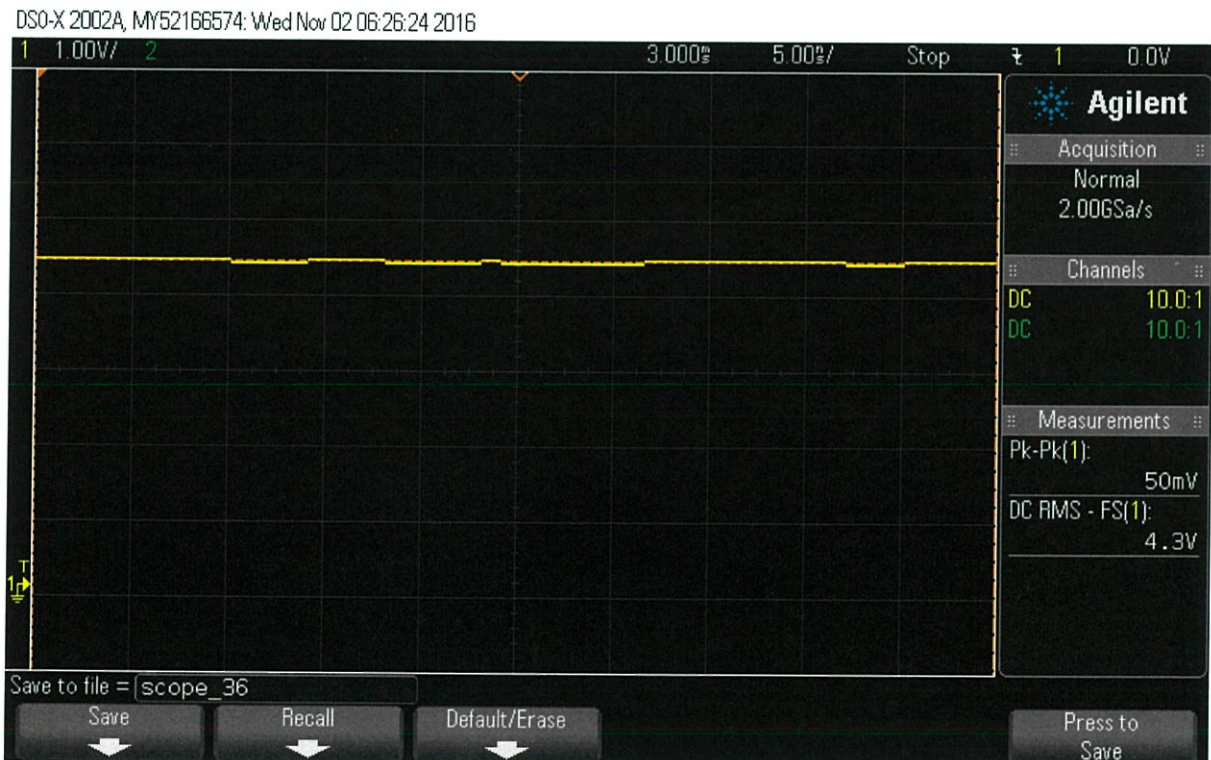
DSO-X 2002A, MY52166574; Wed Nov 02 06:27:24 2016



รูปที่ 4.10 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวสกปรก ระยะ 9 cm



รูปที่ 4.11 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวสกปรก ระยะ 12 cm



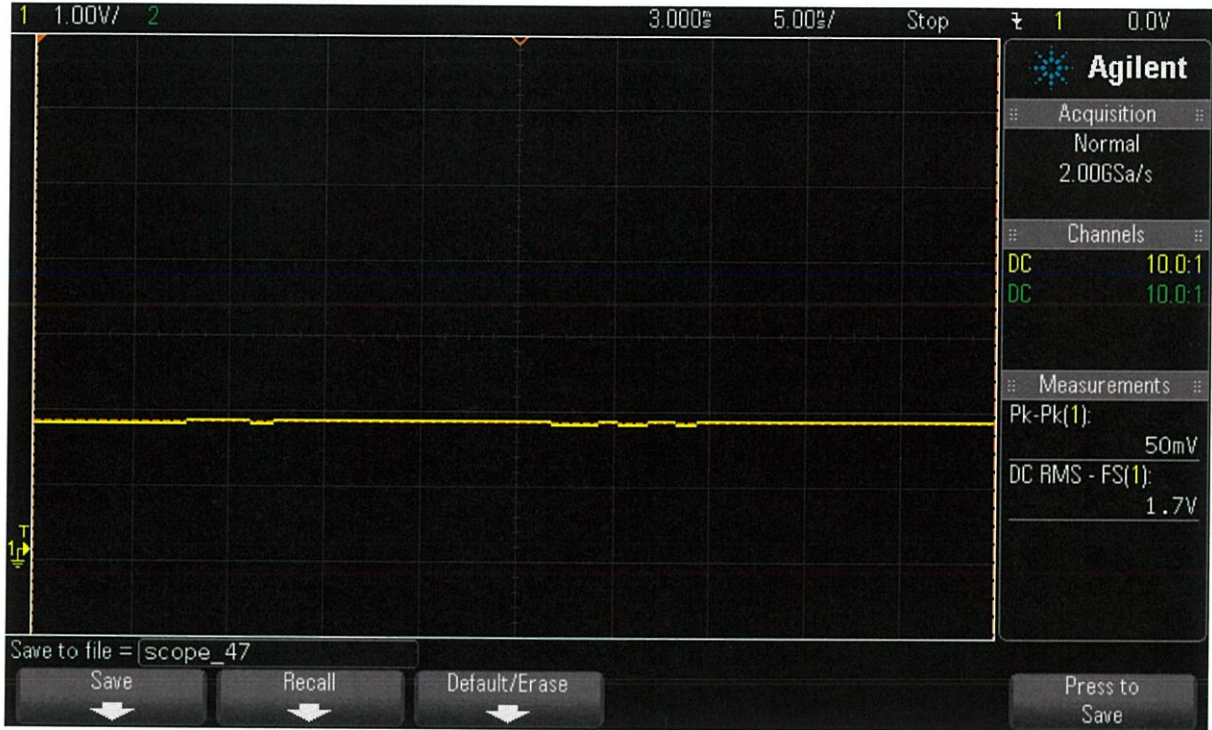
รูปที่ 4.12 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวสกปรก ระยะ 15 cm

การทดลองครั้งที่ 3 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสี่เหลี่ยม

ตารางที่ 4.3 ตารางบันทึกค่าแรงดันขาออก เมื่อปรับระยะ จาก 1 cm ถึง 15 cm กรณีพื้นที่ผิวเป็นสี่เหลี่ยม

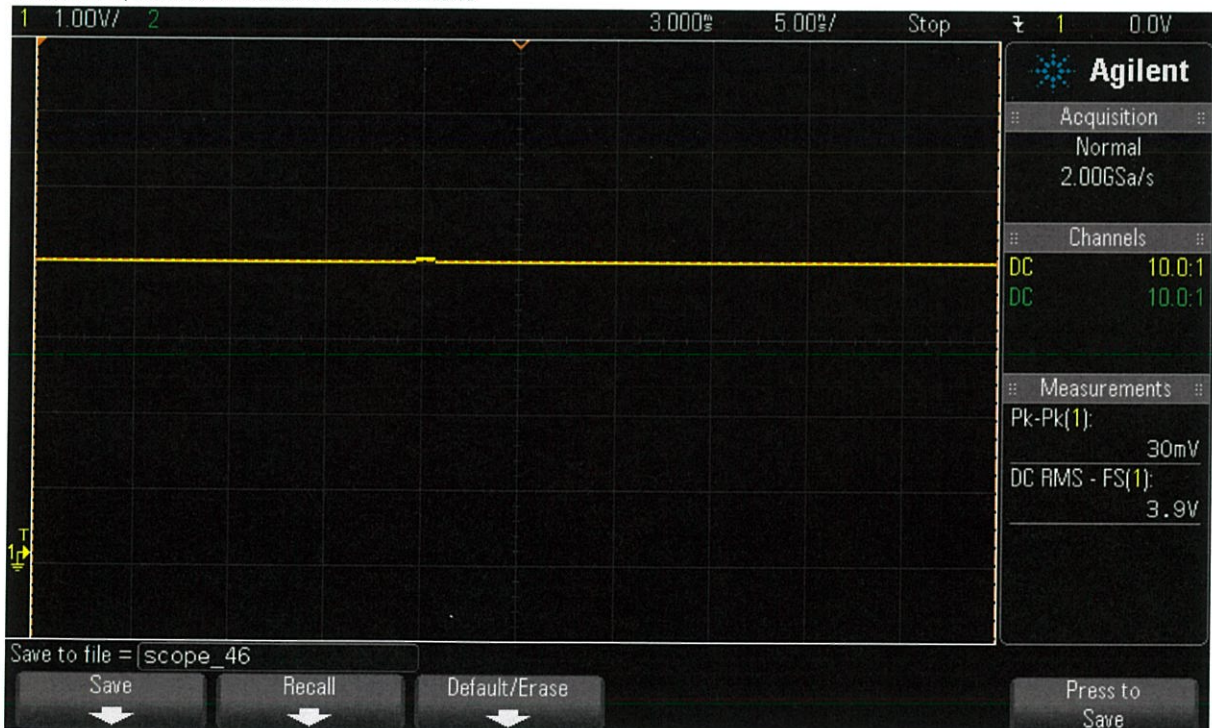
ระยะห่างระหว่างพื้นกับเซนเซอร์ (cm)	แรงดัน (V)
1	1.7
2	3.7
3	3.9
4	4.1
5	4.2
6	4.3
7	4.3
8	4.3
9	4.3
10	4.3
11	4.4
12	4.4
13	4.4
14	4.4
15	4.4

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:32:50 2016



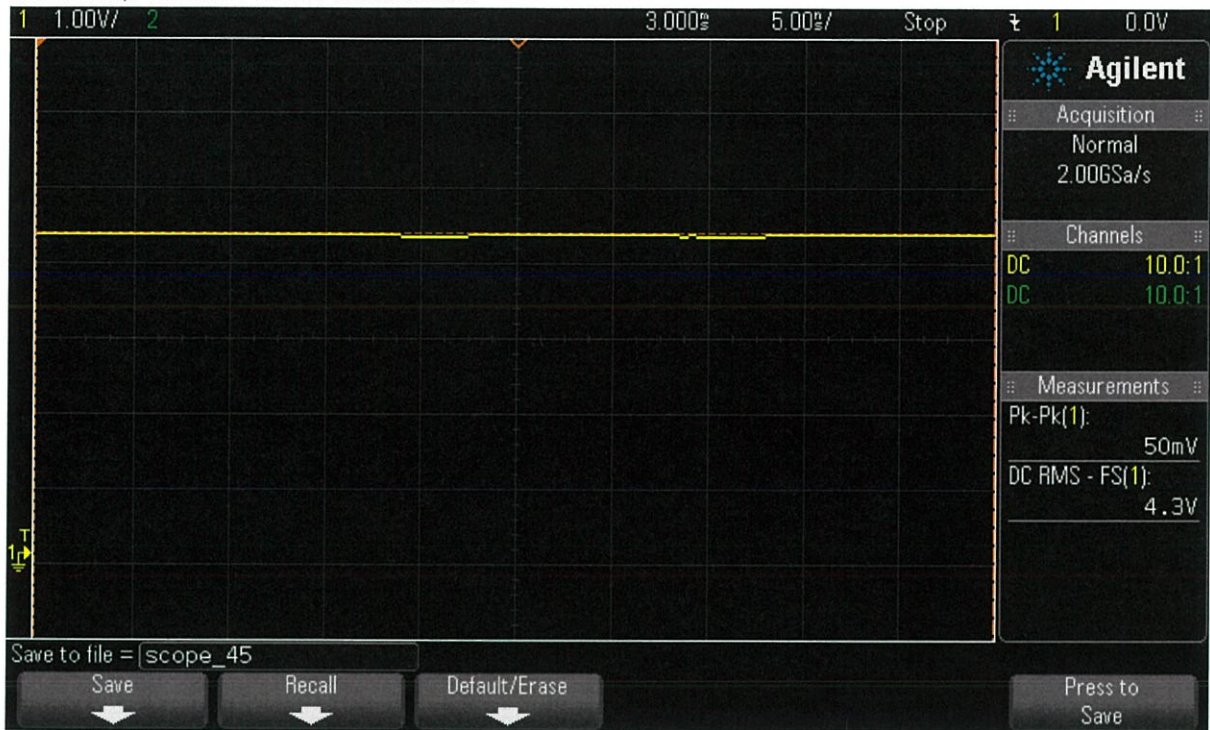
รูปที่ 4.13 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสี่เหลี่ยม ระยะเวลา 1 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:32:20 2016



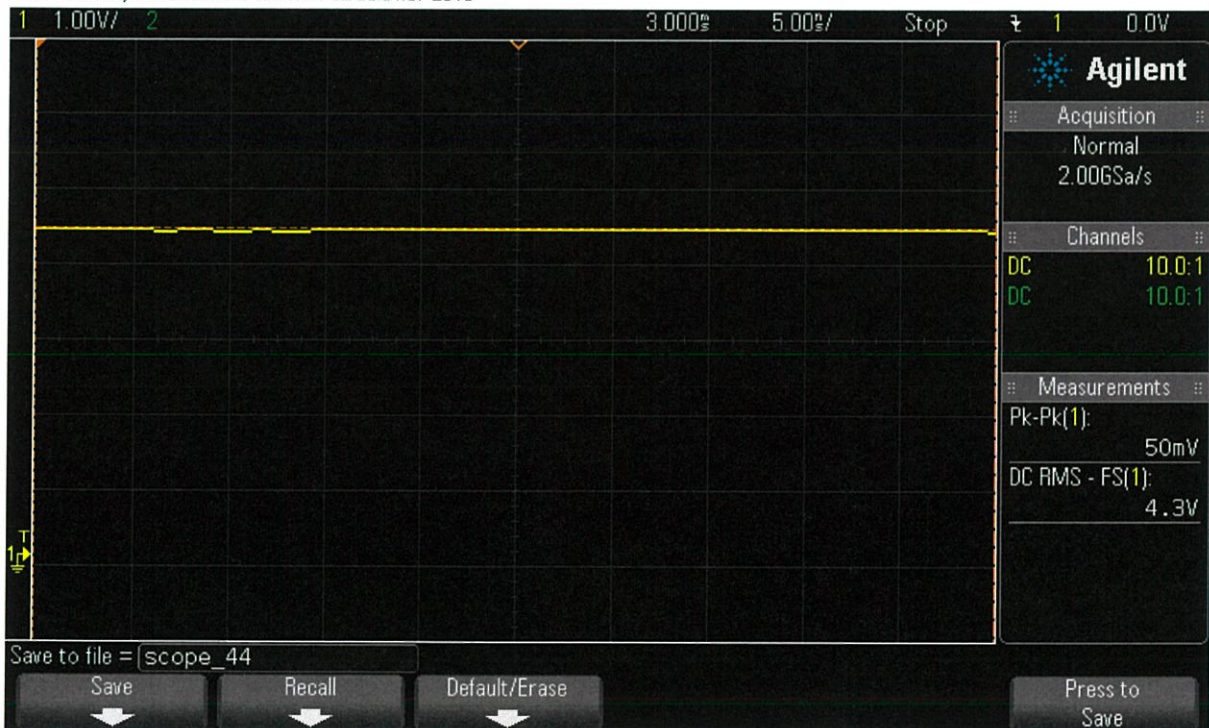
รูปที่ 4.14 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสี่เหลี่ยม ระยะเวลา 3 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:31:42 2016



รูปที่ 4.15 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสี่เหลี่ยม ระยะเวลา 6 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:31:07 2016



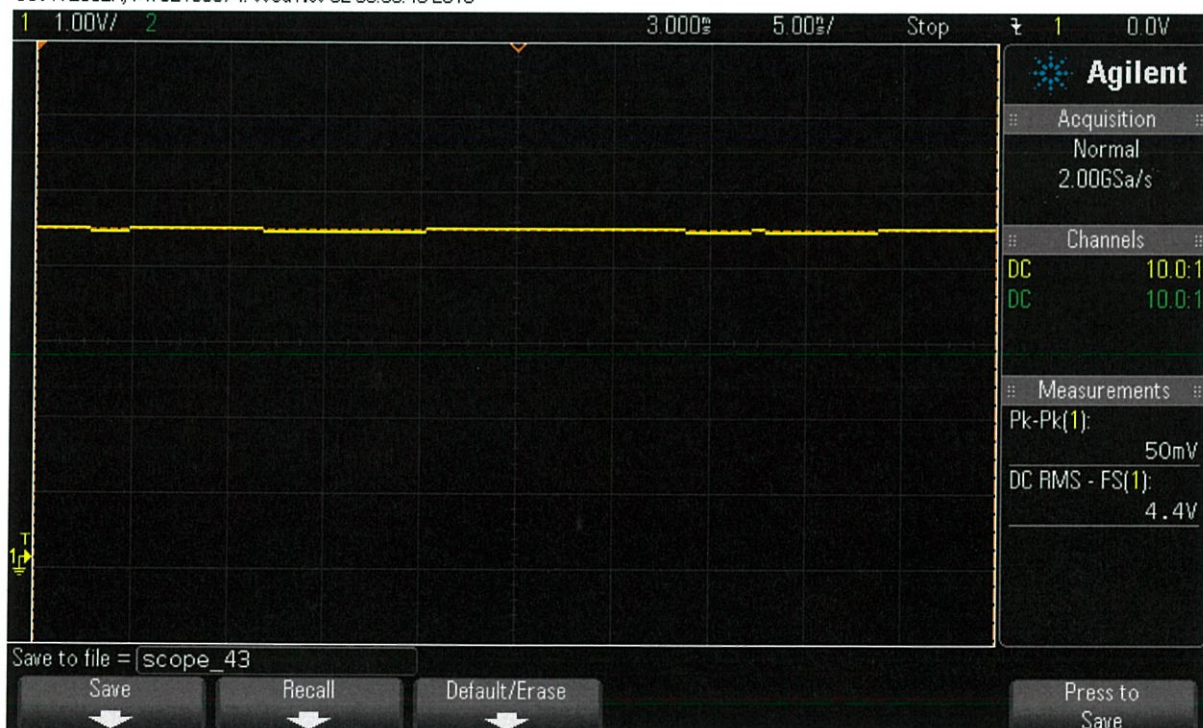
รูปที่ 4.16 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสี่เหลี่ยม ระยะเวลา 9 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:30:15 2016



รูปที่ 4.17 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสี่เหลี่ยม ระยะเวลา 12 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:30:43 2016



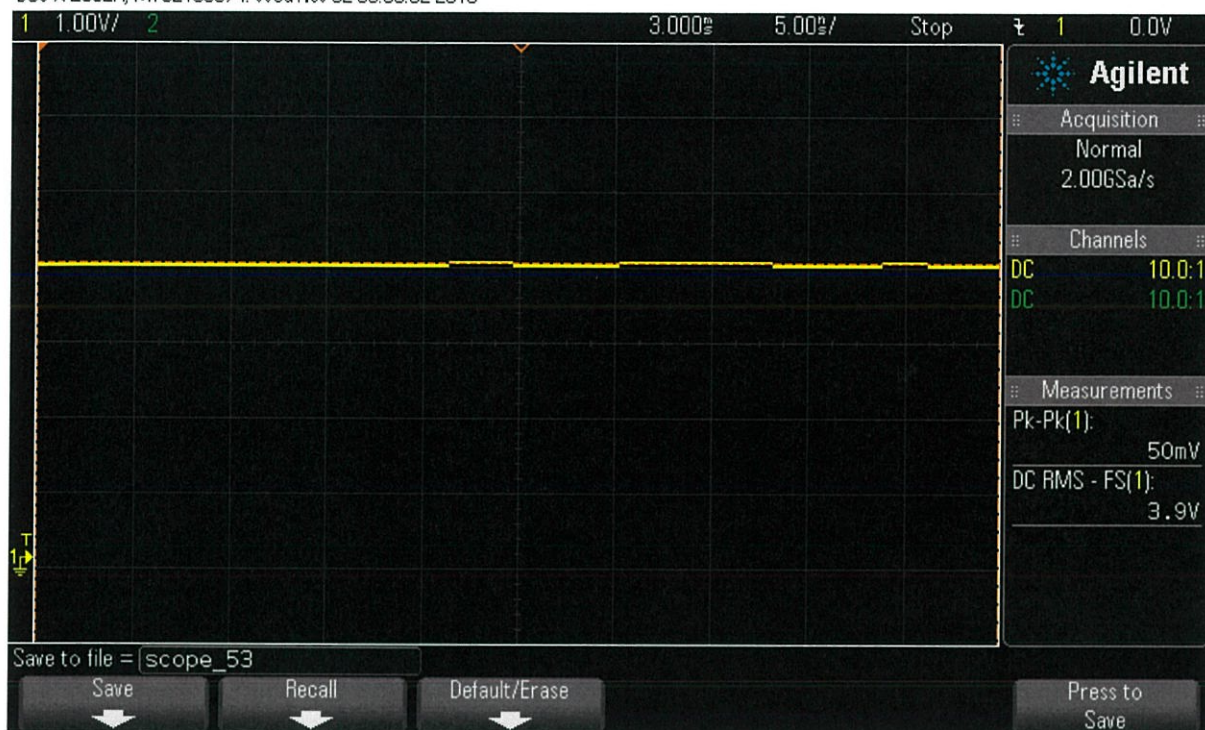
รูปที่ 4.18 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสี่เหลี่ยม ระยะเวลา 15 cm

การทดลองครั้งที่ 4 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีดำ

ตารางที่ 4.4 ตารางบันทึกค่าแรงดันขาออก เมื่อปรับระยะ จาก 1 cm ถึง 15 cm กรณีพื้นที่ผิวเป็นสีดำ

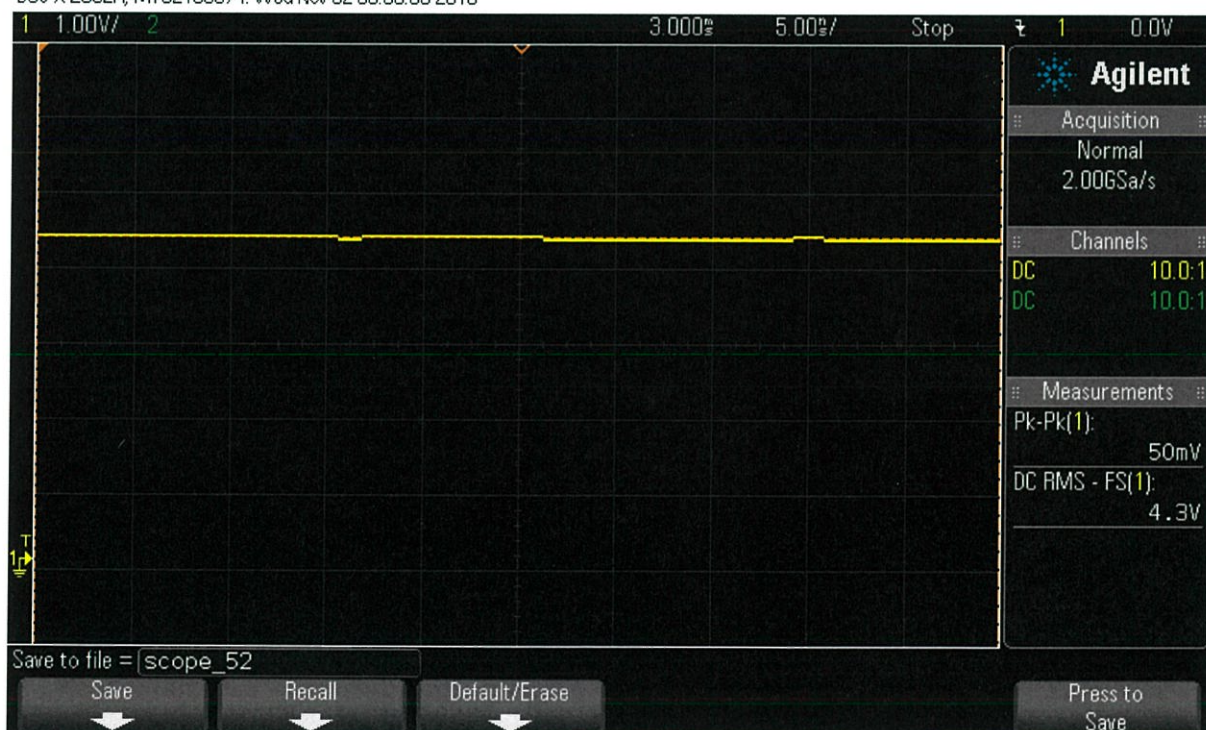
ระยะห่างระหว่างพื้นกับเซนเซอร์ (cm)	แรงดัน (V)
1	3.9
2	4.2
3	4.3
4	4.3
5	4.3
6	4.4
7	4.4
8	4.4
9	4.4
10	4.4
11	4.4
12	4.4
13	4.4
14	4.4
15	4.4

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:35:32 2016



รูปที่ 4.19 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีดำ ระยะ 1 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:35:09 2016



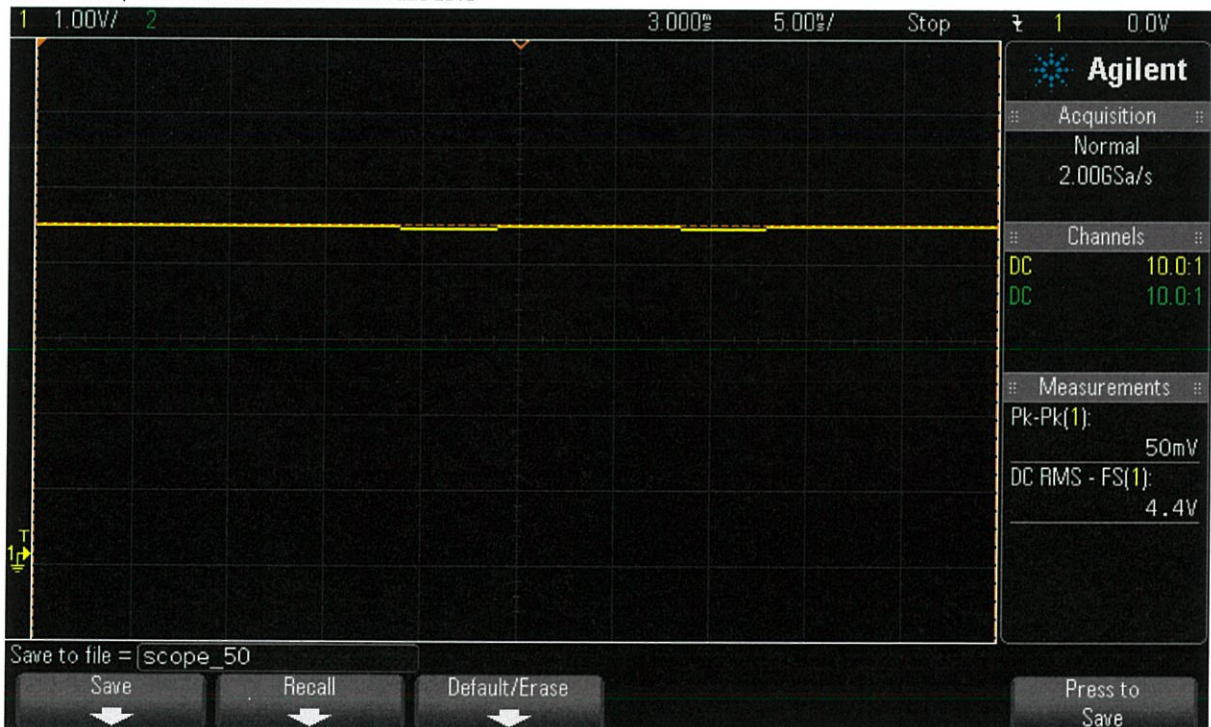
รูปที่ 4.20 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีดำ ระยะ 3 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:34:10 2016



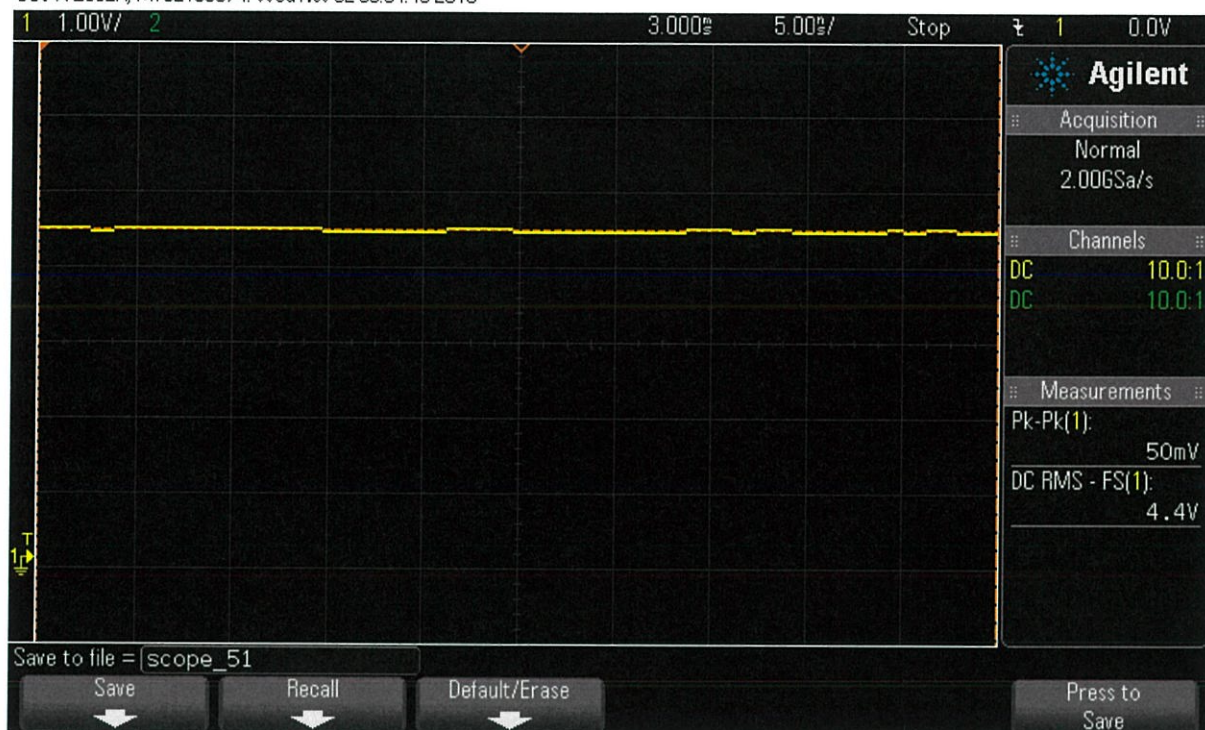
รูปที่ 4.21 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีดำ ระยะ 6 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:34:25 2016



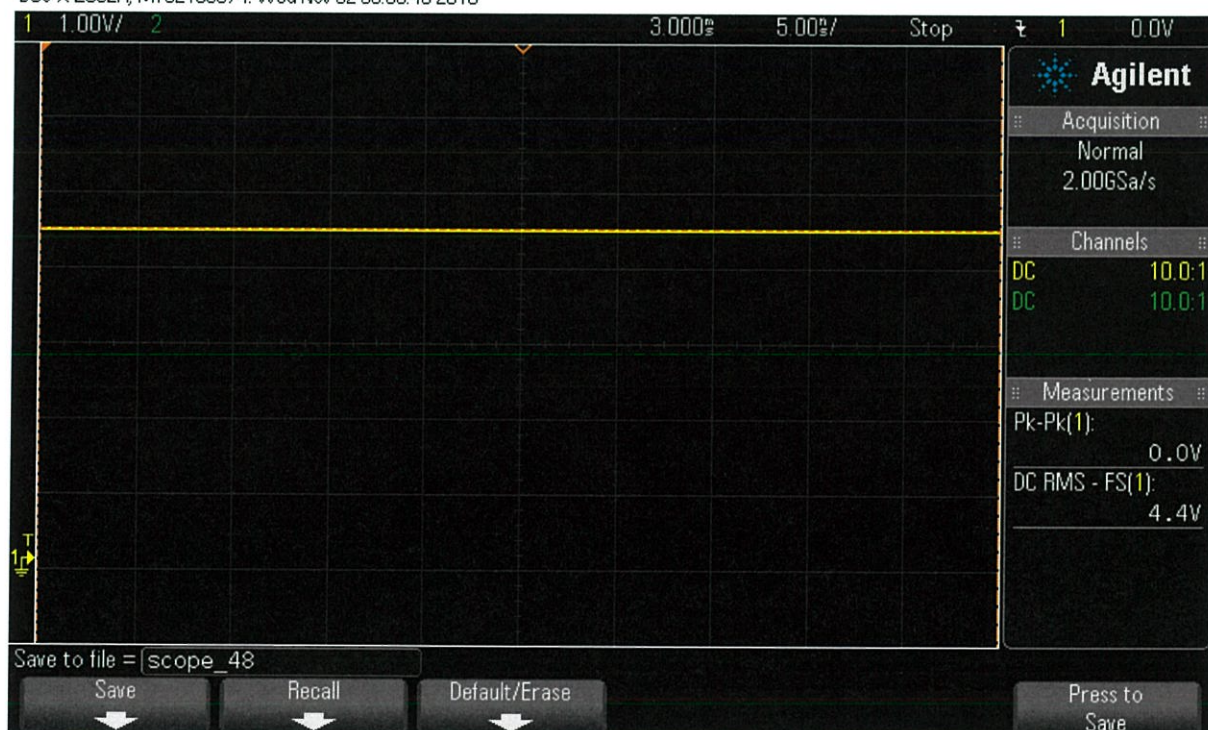
รูปที่ 4.22 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีดำ ระยะ 9 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:34:48 2016



รูปที่ 4.23 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีดำ ระยะ 12 cm

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:33:48 2016



รูปที่ 4.24 สัญญาณแรงดันเอาต์พุต TCRT5000 กรณีวัดพื้นที่ผิวเป็นสีดำ ระยะ 15 cm

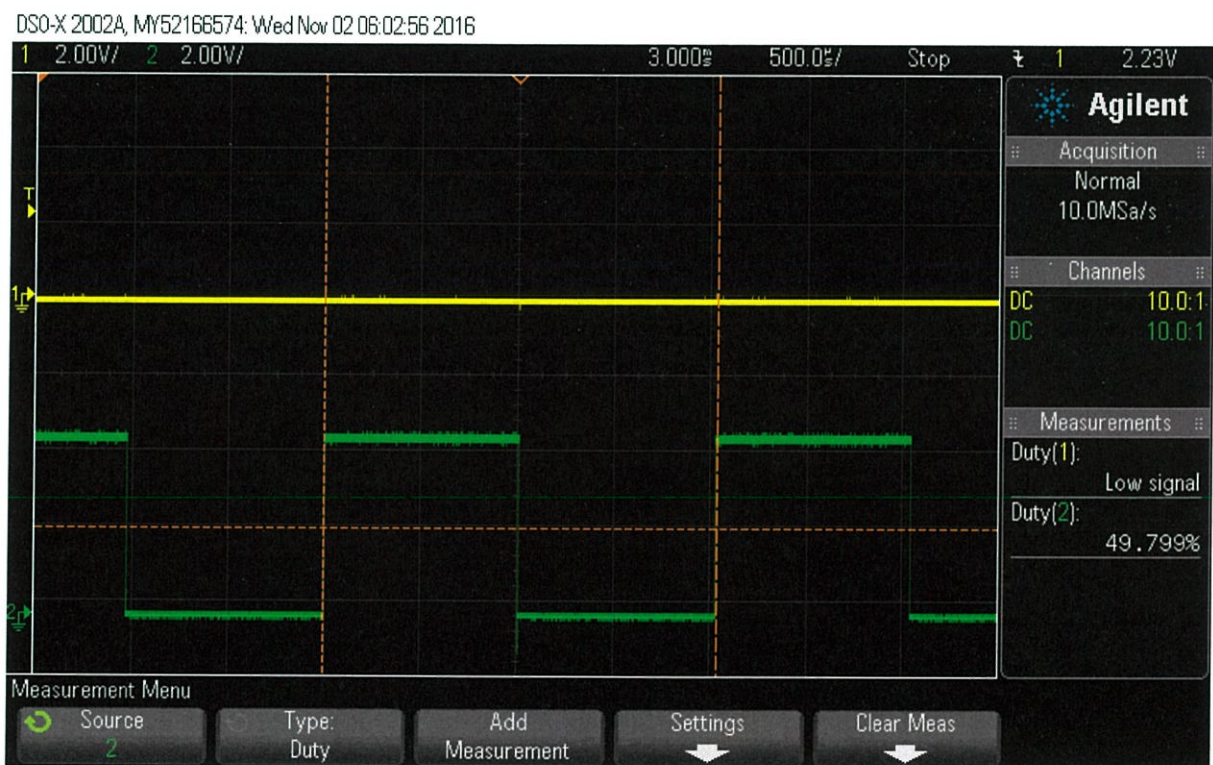
จากการทดลอง Reflective Optical Sensor ทำการวัดแรงดันขาออกของ Reflective Optical Sensor พื้นผิวที่มีความเข้มของพื้นผิวที่แตกต่างกัน 4 ระดับ และความห่างของระยะเซนเซอร์ และพื้นผิว จะเห็นว่า พื้นสีขาวมีความเข้มของพื้นผิวน้อย ค่าแรงดันขาออกที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0.44V-4.30V ส่วนพื้นสีดำซึ่งมีความเข้มของพื้นผิวมาก จะได้ค่าแรงดันขาออกอยู่ระหว่าง 3.90V-4.40V

การวัดแรงดันขาออกเมื่อพิจารณาจากระยะห่างของเซนเซอร์เทียบกับพื้นผิว จะเห็นได้ว่าเมื่อเซนเซอร์อยู่ห่างจากพื้นมากๆทำให้ค่าแรงดันขาออกที่ได้มีค่าเพิ่มมากขึ้น และเมื่อให้เซนเซอร์เข้าใกล้พื้นมากขึ้นค่าแรงดันขาออกจะมีค่าลดลงเรื่อยๆซึ่งเป็นผลมาจากการสะท้อนของเซนเซอร์และการรับแสงที่สะท้อน

4.3 การทดลองวัดสัญญาณ PWM ที่ได้จากวงจรขับมอเตอร์

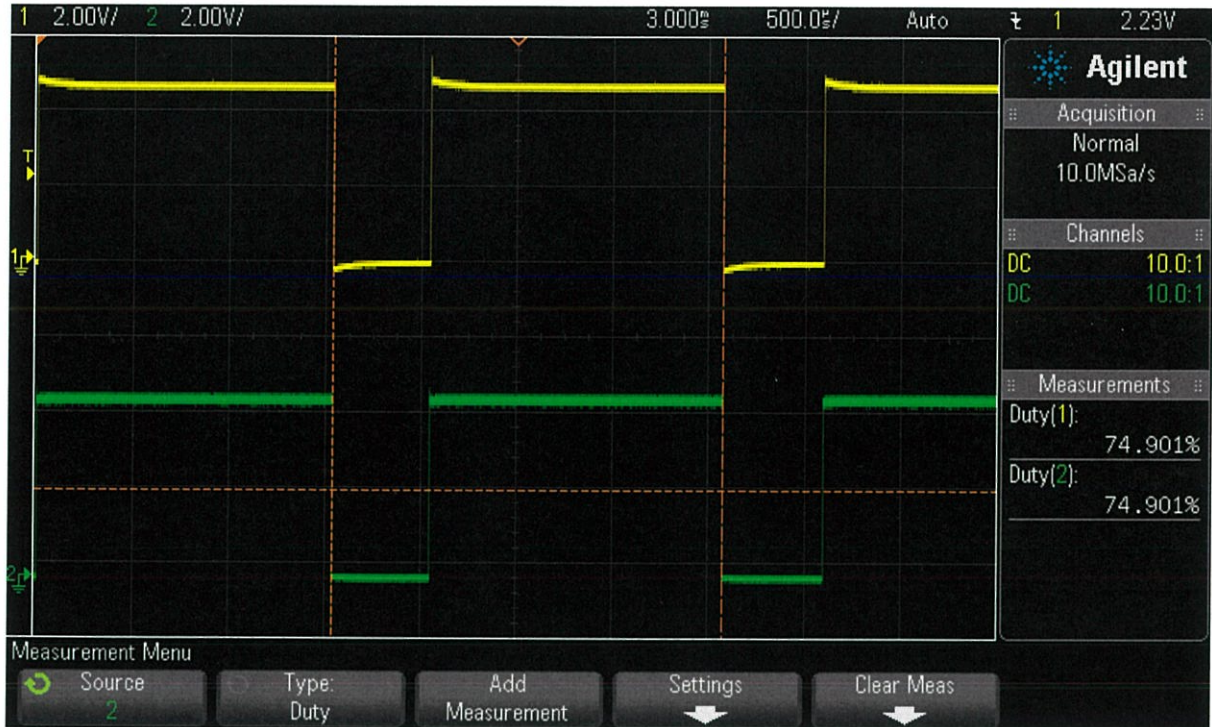
CH1: มอเตอร์ฝั่งซ้าย

CH2: มอเตอร์ฝั่งขวา



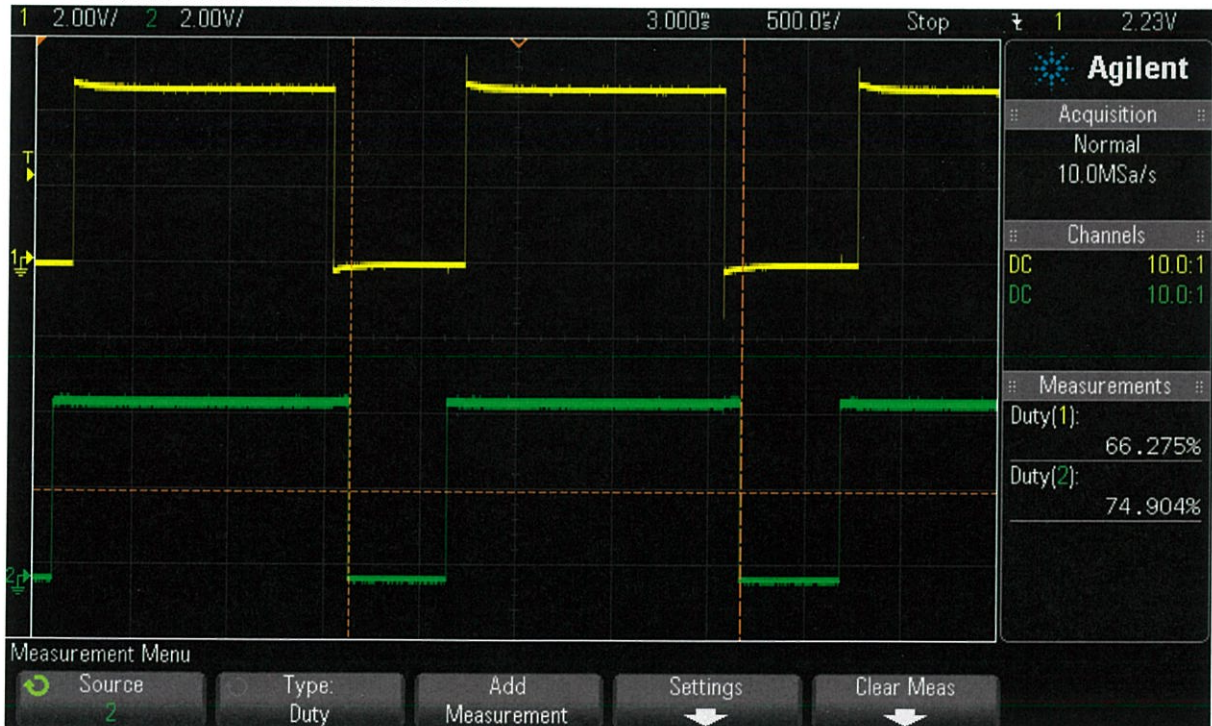
รูปที่ 4.25 สัญญาณ PWM เมื่อ เลี้ยวซ้าย

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 05:58:46 2016

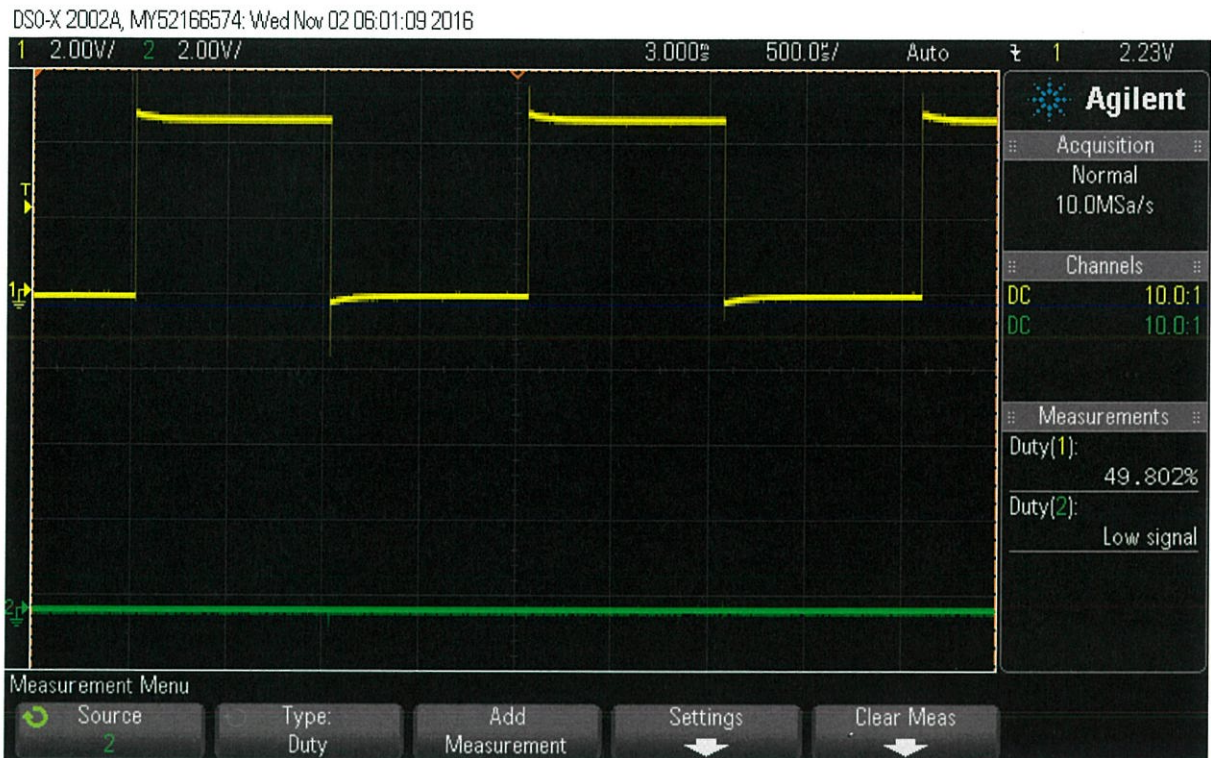


รูปที่ 4.26 สัญญาณ PWM เมื่อ เดินหน้า

DSO-X 2002A, MY52166574: Wed Nov 02 06:02:06 2016



รูปที่ 4.27 สัญญาณ PWM เมื่อ Sensor ตรวจจับเส้นสีดำ



รูปที่ 4.28 สัญญาณ PWM เมื่อ เลี้ยวขวา

จากการทดลองวัดสัญญาณ PWM ที่ได้จากวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ พบว่าสัญญาณ PWM ที่วัดจากวงจรขับเคลื่อนนั้นได้แรงดันเป็น 4.46 Volt สามารถปรับความละเอียดได้ 0-255 ระดับ เพื่อควบคุมความเร็วในการทำงานของมอเตอร์ โดยใช้หลักเทียบบัญญัติไตรยางศ์ โดย 255 คือ duty ratio = 100% และ 0 คือ duty ratio = 0%

4.4 การทดลองความคลาดเคลื่อนของการหยุดการเคลื่อนที่

วัตถุประสงค์ 1. เพื่อทดสอบหาความคลาดเคลื่อนจากจุดอ้างอิง

ขั้นตอนการทดลอง

1. เริ่มต้นที่จ่ายไฟกระแสตรงเข้าวงจรขั้วมอเตอร์ 12 V
2. สั่งหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ไปยังจุดอ้างอิง
3. บันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ 1 เคลื่อนที่ไปข้างหน้า

ตารางที่ 4.5 ตารางบันทึกค่าความคลาดเคลื่อน เมื่อเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

ครั้งที่	ระยะการคลาดเคลื่อนจากจุดอ้างอิง(เซนติเมตร)
1	6 (หลังจุดอ้างอิง)
2	7 (หลังจุดอ้างอิง)
3	8 (หลังจุดอ้างอิง)
4	7 (หลังจุดอ้างอิง)
5	9 (หลังจุดอ้างอิง)

การทดลองครั้งที่ 2 เคลื่อนที่ไปข้างหลัง

ตารางที่ 4.6 ตารางบันทึกค่าความคลาดเคลื่อน เมื่อเคลื่อนที่ไปข้างหลัง

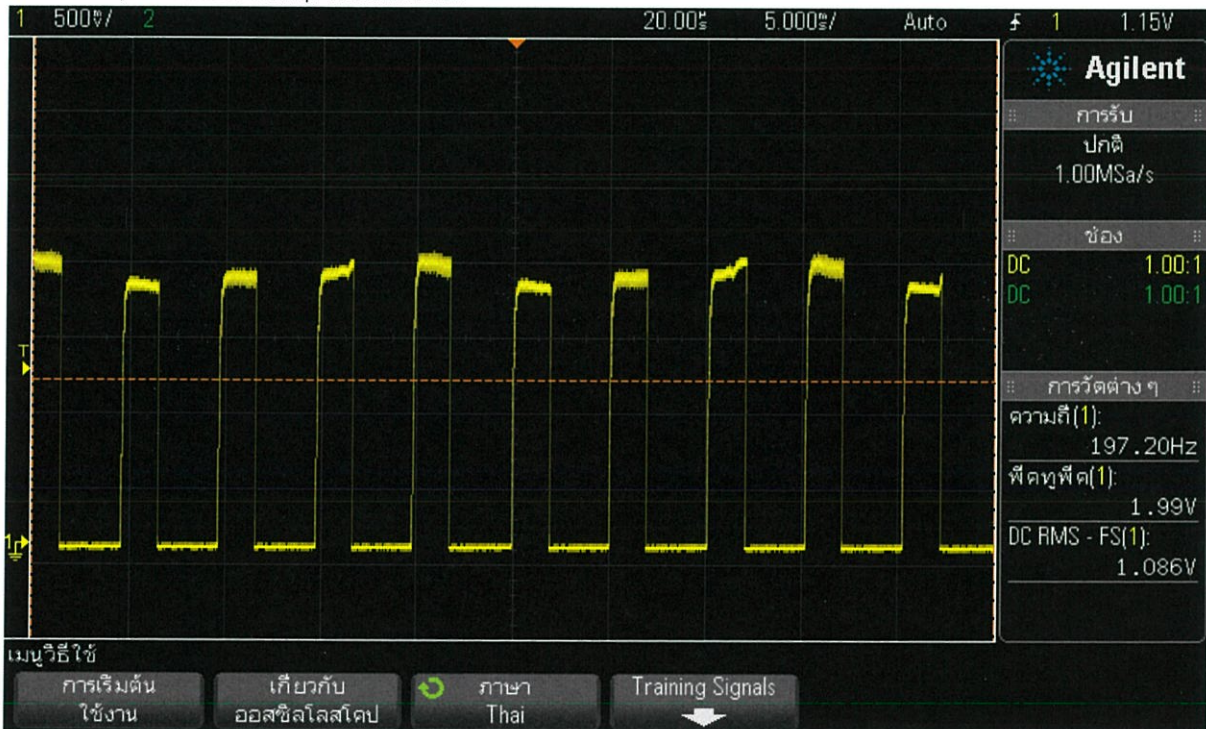
ครั้งที่	ระยะการคลาดเคลื่อนจากจุดอ้างอิง(เซนติเมตร)
1	7 (หลังจุดอ้างอิง)
2	8 (หลังจุดอ้างอิง)
3	8 (หลังจุดอ้างอิง)
4	7 (หลังจุดอ้างอิง)
5	9 (หลังจุดอ้างอิง)

จากการทดลองความคลาดเคลื่อนของการหยุดการเคลื่อนที่ผลที่ได้ส่วนใหญ่หุ่นยนต์จะหยุดหลังจุดอ้างอิงซึ่งอาจมีผลมาจากพลังงานของแบตเตอรี่ตลอดจนการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ในการทดลองครั้งแรกพลังงานของแบตเตอรี่ยังมีเต็มประจุทำให้การเคลื่อนที่เป็นไปตามที่ต้องการ แต่เมื่อมีการทดลองไปเรื่อยๆ ทำให้แบตเตอรี่มีประจุน้อยลงทำให้การเคลื่อนที่มีความคลาดเคลื่อน และการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์มีการเหวี่ยงซ้ายขวา ก็ทำให้เกิดความผิดพลาด

4.5 การวัดค่าสัญญาณจากเอ็นโคดเดอร์

โดยการวัดค่าสัญญาณจากเอ็นโคดเดอร์ก่อนที่จะมีการปรับแก้สัญญาณได้ดังรูปที่ 4.5.1

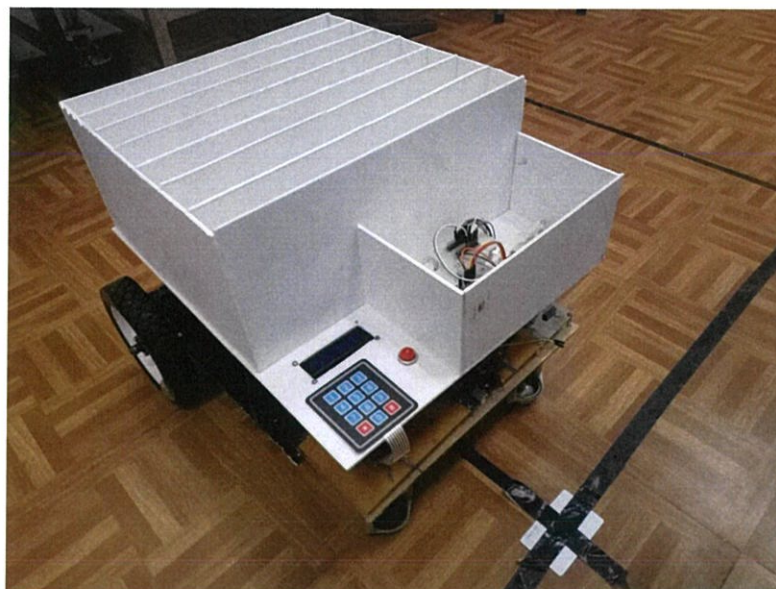
DSO-X 2002A, MY52166551: Wed Apr 19 03:41:06 2017



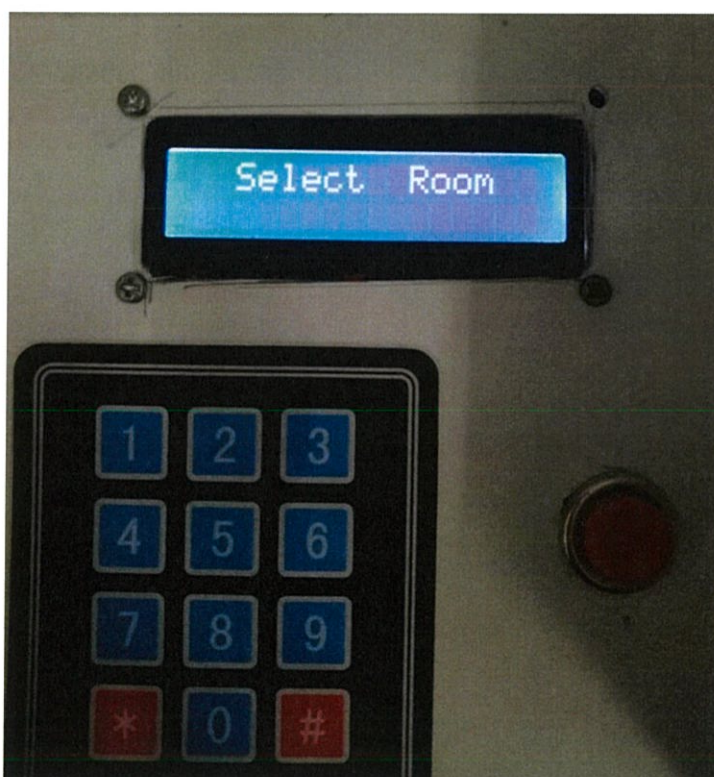
รูปที่ 4.29 สัญญาณที่อ่านได้จากเอ็นโคดเดอร์

การทดลองวัดค่าสัญญาณจากเอ็นโคดเดอร์รูปแบบเอ๊าท์พุทที่ออกมาเป็นลักษณะของสัญญาณ Pulse วัดแรงดันได้ขนาด 1.086Volt โดยจำนวน Pulse ที่ออกมานั้นนำไปใช้วัดความเร็วรอบของมอเตอร์ และนำไปผ่านระบบควบคุม PID เพื่อควบคุม PWM

4.6 การแสดงผล



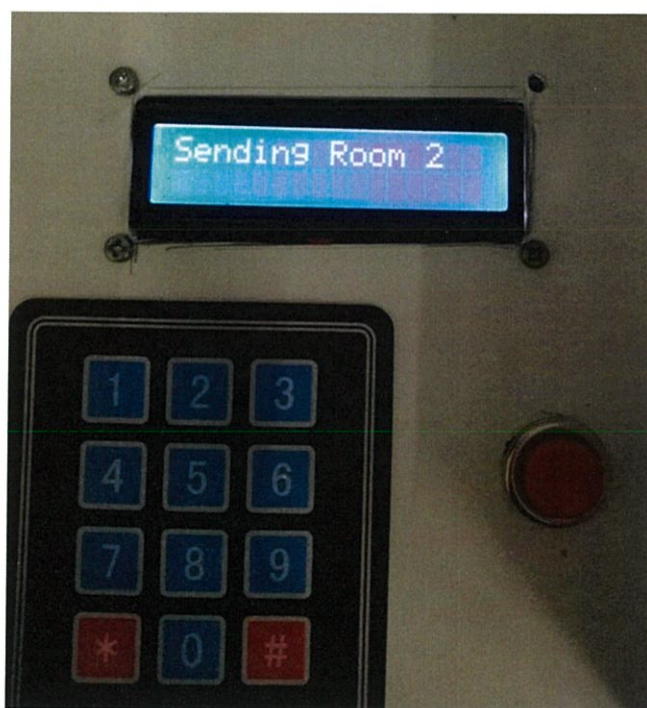
รูปที่ 4.30 หุ่นยนต์ส่งของ



รูปที่ 4.31 การแสดงผลบนจอ LCD 16x2 ก่อนรับคำสั่ง



รูปที่ 4.32 การแสดงผลบนจอ LCD 16x2 เมื่อรับคำสั่งหมายเลขห้องที่ต้องการ



รูปที่ 4.33 การแสดงผลบนจอ LCD 16x2 ขณะเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายที่ได้รับคำสั่ง



รูปที่ 4.34 การแสดงผลบนจอ LCD 16x2 ขณะกลับไปยังจุดเริ่มต้น

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลโครงการ

จากการดำเนินการขั้นตอนต่างๆที่ได้กล่าวมา สามารถสรุปการทำงานของหุ่นยนต์ได้ว่า หุ่นยนต์จะรับค่าตำแหน่งจาก Keypad ได้จำนวน 7 ห้อง โดยการเคลื่อนที่เกิดจากการประมวลสัญญาณของเซนเซอร์ตรวจจับเส้นสีดำโดยเซนเซอร์ที่ใช้คือ Reflective Optical Sensor (TCRT5000) เมื่อได้สัญญาณจากเซนเซอร์ซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อก ผ่านวงจรเปรียบเทียบแรงดันเพื่อให้ได้สัญญาณดิจิทัล และจะส่งข้อมูลเข้าสู่ Arduino โดยนำสัญญาณเหล่านี้มาคำนวณหาค่า PWM ผ่านระบบควบคุม PID เพื่อลดค่าความผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุด แล้วนำค่า PWM เหล่านี้ไปควบคุมการทำงานของวงจรขับมอเตอร์สามารถขับมอเตอร์ขนาด 18 Volt 2 Amp ให้ขับเคลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการโดยอาศัย RFID Tag card ระบุตำแหน่ง เมื่อหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปสู่ตำแหน่งที่ต้องการแล้ว จะทำการหยุดรอเป็นเวลา 1 นาที หรือจนกว่าจะมีการกดปุ่มเพื่อรับของ จากนั้น หุ่นยนต์จะรับคำสั่งเดิมและเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งถัดไปและเมื่อหุ่นยนต์ส่งของครบทุกห้องแล้ว หุ่นยนต์จะกลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้น เพื่อรอรับคำสั่งถัดไป

5.2 วิจัยรณผลการทำงาน

จากการดำเนินงานทั้งหมดของโครงการได้พบปัญหาจากสิ่งแวดล้อมที่ควบคุมได้ยากมีผลต่อการควบคุมของหุ่นยนต์ ขนาดเส้นที่ต้องการตรวจจับมีขนาดเล็กทำให้บางครั้งหุ่นยนต์อาจหลุดจากการตรวจจับซึ่งส่งผลต่อการเคลื่อนที่ อีกทั้งผลจากประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ยังมีผลต่อการเคลื่อนที่อีกด้วยโดยเมื่อพลังงานแบตเตอรี่ลดลง กำลังในการขับเคลื่อนก็น้อยลงตามไปด้วย รวมถึงส่วนประกอบโครงสร้างก็ยังมีผลต่อการเคลื่อนที่อีกด้วยเช่นกัน เช่นประสิทธิภาพของมอเตอร์รวมถึงส่วนล้อที่ใช้ ก็อาจส่งผลให้เกิดปัญหาได้เช่นกัน

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

- 1) ทำการเปลี่ยนล้อหน้าที่สามารถเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางได้
- 2) ส่งการผ่านคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์พกพาได้
- 3) ทำการติดเซนเซอร์วัดระยะทางไว้รอบตัวรถเพื่อป้องกันการชนกับสิ่งกีดขวาง
- 4) ทำการเปลี่ยน RFID Reader ให้มีระยะการอ่านมากขึ้น เพื่อลดความผิดพลาดในการอ่าน Tag

เอกสารอ้างอิง

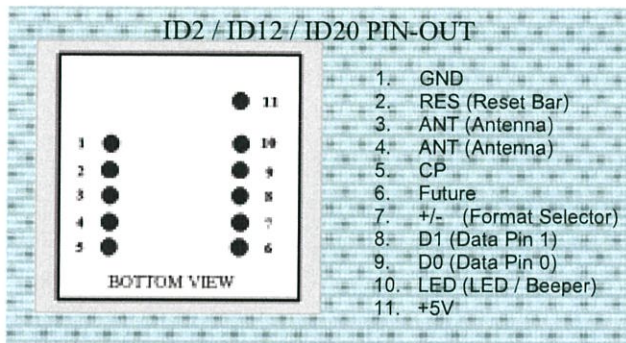
1. อุดม รานอก, “ภาษา C สำหรับงานควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51”, อินโฟเพรส กรุงเทพฯ 2548, หน้า 189 – 191.
2. เอกชัย มะการ, “เรียนรู้ เข้าใจ ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino”, บริษัท อีทีที จำกัด กรุงเทพฯ 2552, หน้า 6 – 16.
3. http://www.societyofrobots.com/programming_PID.shtml

ภาคผนวก

ID SERIES DATASHEET MAR 01, 2005

ID-2/ID-12 Brief Data

The ID2, ID12 and ID20 are similar to the obsolete ID0, ID10 and ID15 MK(ii) series devices, but they have extra pins that allow Magnetic Emulation output to be included in the functionality. The ID-12 and ID-20 come with internal antennas, and have read ranges of 12+ cm and 16+ cm, respectively. With an external antenna, the ID-2 can deliver read ranges of up to 25 cm. All three readers support ASCII, Wiegand26 and Magnetic ABA Track2 data formats.



Operational and Physical Characteristics

Parameters	ID-2	ID-12	ID-20
Read Range	N/A (no internal antenna)	12+ cm	16+ cm
Dimensions	21 mm x 19 mm x 6 mm	26 mm x 25 mm x 7 mm	40 mm x 40 mm x 9 mm
Frequency	125 kHz	125 kHz	125 kHz
Card Format	EM 4001 or compatible	EM 4001 or compatible	EM 4001 or compatible
Encoding	Manchester 64-bit, modulus 64	Manchester 64-bit, modulus 64	Manchester 64-bit, modulus 64
Power Requirement	5 VDC @ 13mA nominal	5 VDC @ 30mA nominal	5 VDC @ 65mA nominal
I/O Output Current	+/-200mA PK	-	-
Voltage Supply Range	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V

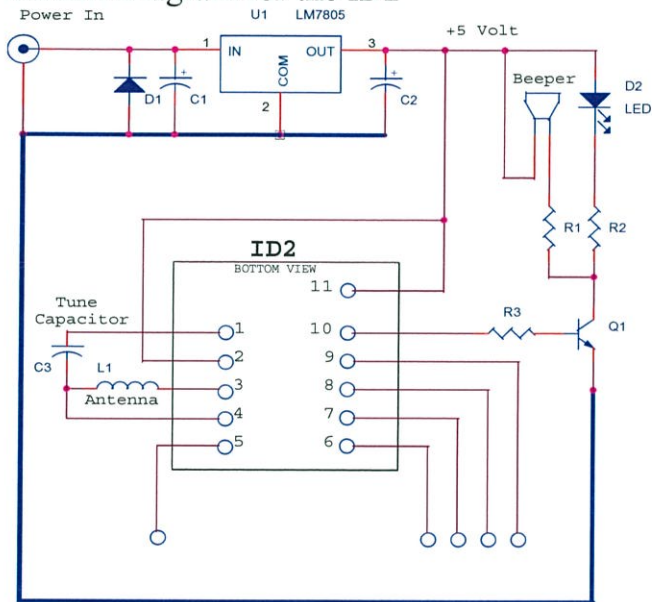
Pin Description & Output Data Formats

Pin No.	Description	ASCII	Magnet Emulation	Wiegand26
Pin 1	Zero Volts and Tuning Capacitor Ground	GND 0V	GND 0V	GND 0V
Pin 2	Strap to +5V	Reset Bar	Reset Bar	Reset Bar
Pin 3	To External Antenna and Tuning Capacitor	Antenna	Antenna	Antenna
Pin 4	To External Antenna	Antenna	Antenna	Antenna
Pin 5	Card Present	No function	Card Present *	No function

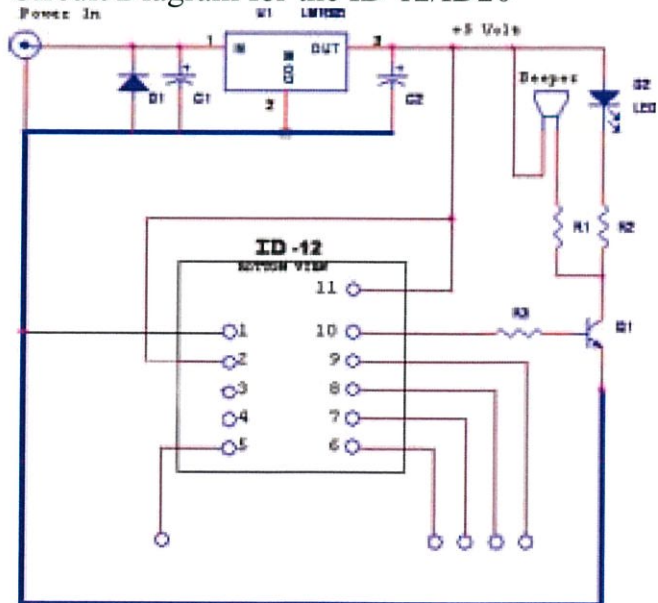
Pin 6	Future	Future	Future	Future
Pin 7	Format Selector (+/-)	Strap to GND	Strap to Pin 10	Strap to +5V
Pin 8	Data 1	CMOS	Clock *	One Output *
Pin 9	Data 0	TTL Data (inverted)	Data *	Zero Output *
Pin 10	3.1 kHz Logic	Beeper / LED	Beeper / LED	Beeper / LED
Pin 11	DC Voltage Supply	+5V	+5V	+5V

* Requires 4K7 Pull-up resistor to +5V

Circuit Diagram for the ID2

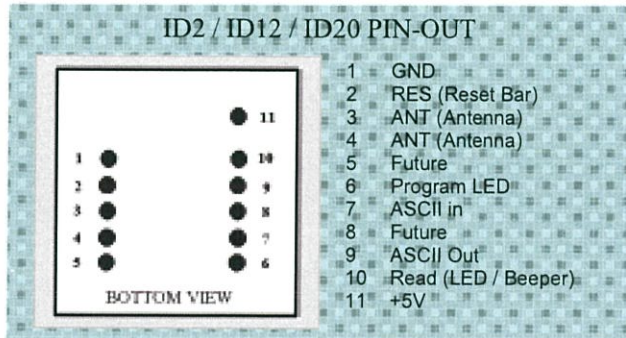


Circuit Diagram for the ID-12/ID20



ID-2RW/ID-12RW Brief Data

The ID2-RW, ID12-RW and ID15-RW are a new series of Read/Write modules for the Temec Q5 tag. It has full functionality including password. They contain built-in algorithms to assist customers programming the popular Sokymat Unique type tag. Password protection is allowed. Control is via a host computer using a simple terminal program such as hyper terminal or Qmodem.



Operational and Physical Characteristics

Parameters	ID-2RW	ID-12RW	ID-20RW
Read Range	N/A (no internal antenna)	12+ cm (Unique Format)	15+ cm (Unique Format)
Dimensions	21 mm x 19 mm x 6 mm	26 mm x 25 mm x 7 mm	40 mm x 40 mm x 9 mm
Frequency	125 kHz	125 kHz	125 kHz
Card Format	Temec Q5555	Temec Q5555	Temec Q5555
Read Encoding	Manchester modulus 64	Manchester modulus 64	Manchester modulus 64
Power Requirement	5 VDC @ 13mA nominal	5 VDC @ 30mA nominal	5 VDC @ 50mA nominal
I/O Output Current	+/-200mA PK	-	-
Voltage Supply Range	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V
Coil Detail	L = 0.6mH - 1.5mH, Q = 15-30	-	-

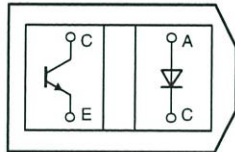
Description

A simple terminal program such as Qmodem or Hyper-terminal can be used to send commands to the module. The blocks are individually programmable. The command interface is simple to use and easily understood. The programmer also has two types of internal reader. One of these is provided to read Sokymat 'Unique' type tag configuration. The module does not require a MAX232 type chip interface. The module does **not** need an RS232 interface such as a MAX232 IC. The input pin7 goes to the computer through a 4k7 resistor and the output goes to the computer through a 100R resistor.

Reflective Optical Sensor with Transistor Output



19156_2



Top view

19156_1

FEATURES

- Package type: leaded
- Detector type: phototransistor
- Dimensions (L x W x H in mm): 10.2 x 5.8 x 7
- Peak operating distance: 2.5 mm
- Operating range within > 20 % relative collector current: 0.2 mm to 15 mm
- Typical output current under test: $I_C = 1$ mA
- Daylight blocking filter
- Emitter wavelength: 950 nm
- Lead (Pb)-free soldering released
- Compliant to RoHS directive 2002/95/EC and in accordance to WEEE 2002/96/EC



RoHS COMPLIANT

DESCRIPTION

The TCRT5000 and TCRT5000L are reflective sensors which include an infrared emitter and phototransistor in a leaded package which blocks visible light. The package includes two mounting clips. TCRT5000L is the long lead version.

APPLICATIONS

- Position sensor for shaft encoder
- Detection of reflective material such as paper, IBM cards, magnetic tapes etc.
- Limit switch for mechanical motions in VCR
- General purpose - wherever the space is limited

PRODUCT SUMMARY				
PART NUMBER	DISTANCE FOR MAXIMUM CTR _{rel} ⁽¹⁾ (mm)	DISTANCE RANGE FOR RELATIVE I _{out} > 20 % (mm)	TYPICAL OUTPUT CURRENT UNDER TEST ⁽²⁾ (mA)	DAYLIGHT BLOCKING FILTER INTEGRATED
TCRT5000	2.5	0.2 to 15	1	Yes
TCRT5000L	2.5	0.2 to 15	1	Yes

Notes

- (1) CTR: current transference ratio, I_{out}/I_{in}
 (2) Conditions like in table basic characteristics/sensors

ORDERING INFORMATION			
ORDERING CODE	PACKAGING	VOLUME ⁽¹⁾	REMARKS
TCRT5000	Tube	MOQ: 4500 pcs, 50 pcs/tube	3.5 mm lead length
TCRT5000L	Tube	MOQ: 2400 pcs, 48 pcs/tube	15 mm lead length

Note

- (1) MOQ: minimum order quantity

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ⁽¹⁾				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
INPUT (EMITTER)				
Reverse voltage		V_R	5	V
Forward current		I_F	60	mA
Forward surge current	$t_p \leq 10 \mu s$	I_{FSM}	3	A
Power dissipation	$T_{amb} \leq 25 \text{ }^\circ\text{C}$	P_V	100	mW
Junction temperature		T_j	100	$^\circ\text{C}$

TCRT5000, TCRT5000L



Vishay Semiconductors Reflective Optical Sensor with Transistor Output

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (1)				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
OUTPUT (DETECTOR)				
Collector emitter voltage		V_{CEO}	70	V
Emitter collector voltage		V_{ECO}	5	V
Collector current		I_C	100	mA
Power dissipation	$T_{amb} \leq 55\text{ }^\circ\text{C}$	P_V	100	mW
Junction temperature		T_j	100	$^\circ\text{C}$
SENSOR				
Total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ }^\circ\text{C}$	P_{tot}	200	mW
Ambient temperature range		T_{amb}	- 25 to + 85	$^\circ\text{C}$
Storage temperature range		T_{stg}	- 25 to + 100	$^\circ\text{C}$
Soldering temperature	2 mm from case, $t \leq 10\text{ s}$	T_{sd}	260	$^\circ\text{C}$

Note

(1) $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

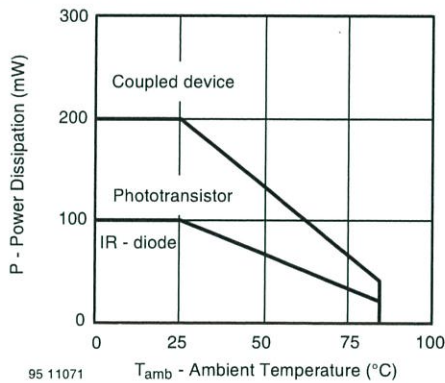


Fig. 1 - Power Dissipation Limit vs. Ambient Temperature

BASIC CHARACTERISTICS (1)						
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
INPUT (EMITTER)						
Forward voltage	$I_F = 60\text{ mA}$	V_F		1.25	1.5	V
Junction capacitance	$V_R = 0\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$	C_j		17		pF
Radiant intensity	$I_F = 60\text{ mA}$, $t_p = 20\text{ ms}$	I_e			21	mW/sr
Peak wavelength	$I_F = 100\text{ mA}$	λ_p	940			nm
Virtual source diameter	Method: 63 % encircled energy	d		2.1		mm
OUTPUT (DETECTOR)						
Collector emitter voltage	$I_C = 1\text{ mA}$	V_{CEO}	70			V
Emitter collector voltage	$I_e = 100\text{ }\mu\text{A}$	V_{ECO}	7			V
Collector dark current	$V_{CE} = 20\text{ V}$, $I_F = 0\text{ A}$, $E = 0\text{ lx}$	I_{CEO}		10	200	nA
SENSOR						
Collector current	$V_{CE} = 5\text{ V}$, $I_F = 10\text{ mA}$, $D = 12\text{ mm}$	$I_C^{(2)(3)}$	0.5	1	2.1	mA
Collector emitter saturation voltage	$I_F = 10\text{ mA}$, $I_C = 0.1\text{ mA}$, $D = 12\text{ mm}$	$V_{CEsat}^{(2)(3)}$			0.4	V

Note

(1) $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified

(2) See figure 3

(3) Test surface: mirror (Mfr. Spindler a. Hoyer, Part No. 340005)

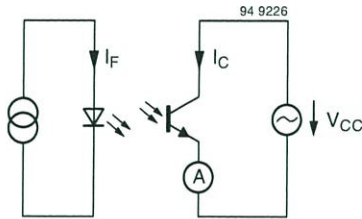


Fig. 2 - Test Circuit

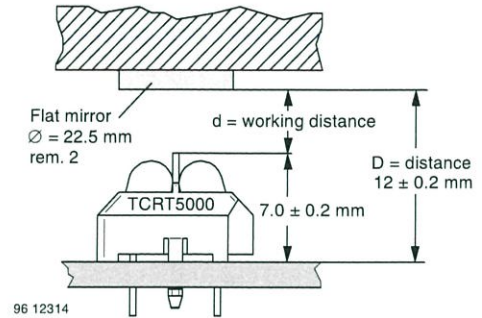


Fig. 3 - Test Circuit

BASIC CHARACTERISTICS

$T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified

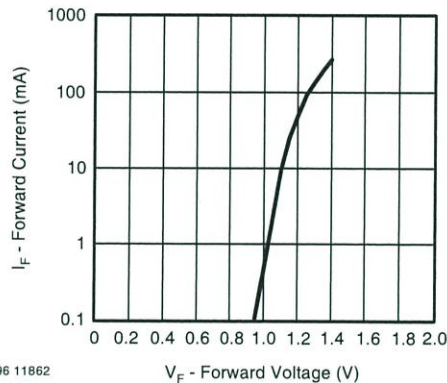


Fig. 4 - Forward Current vs. Forward Voltage

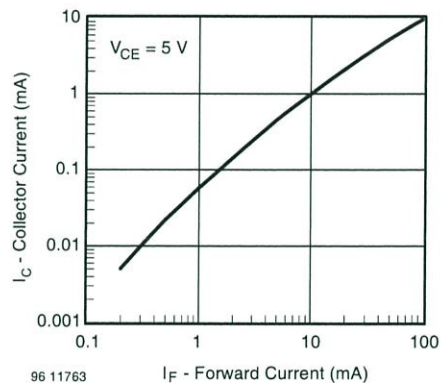


Fig. 6 - Collector Current vs. Forward Current

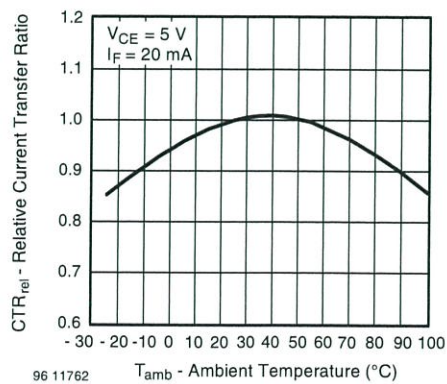


Fig. 5 - Relative Current Transfer Ratio vs. Ambient Temperature

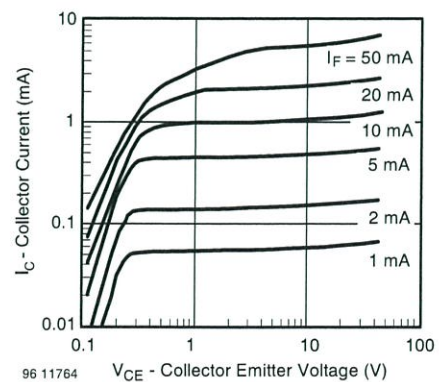


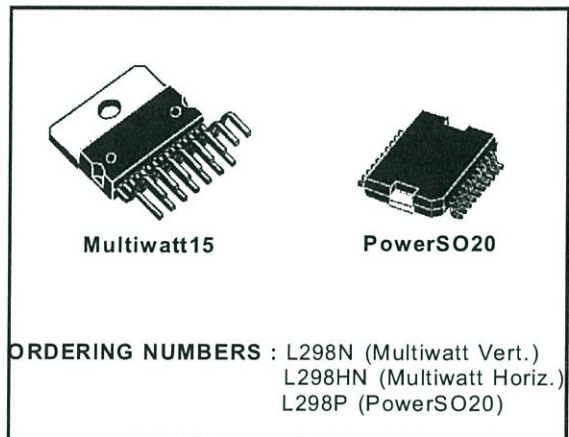
Fig. 7 - Collector Emitter Saturation Voltage vs. Collector Current

DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

- 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)

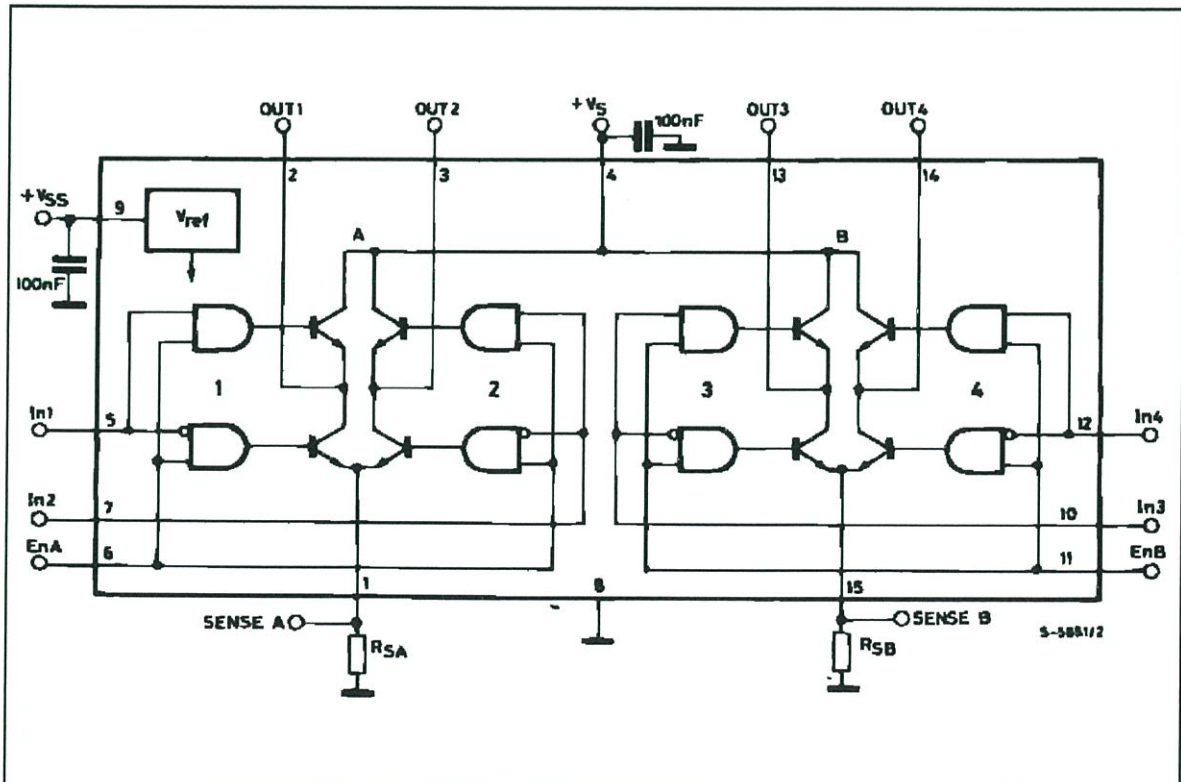
DESCRIPTION

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 con-



nection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

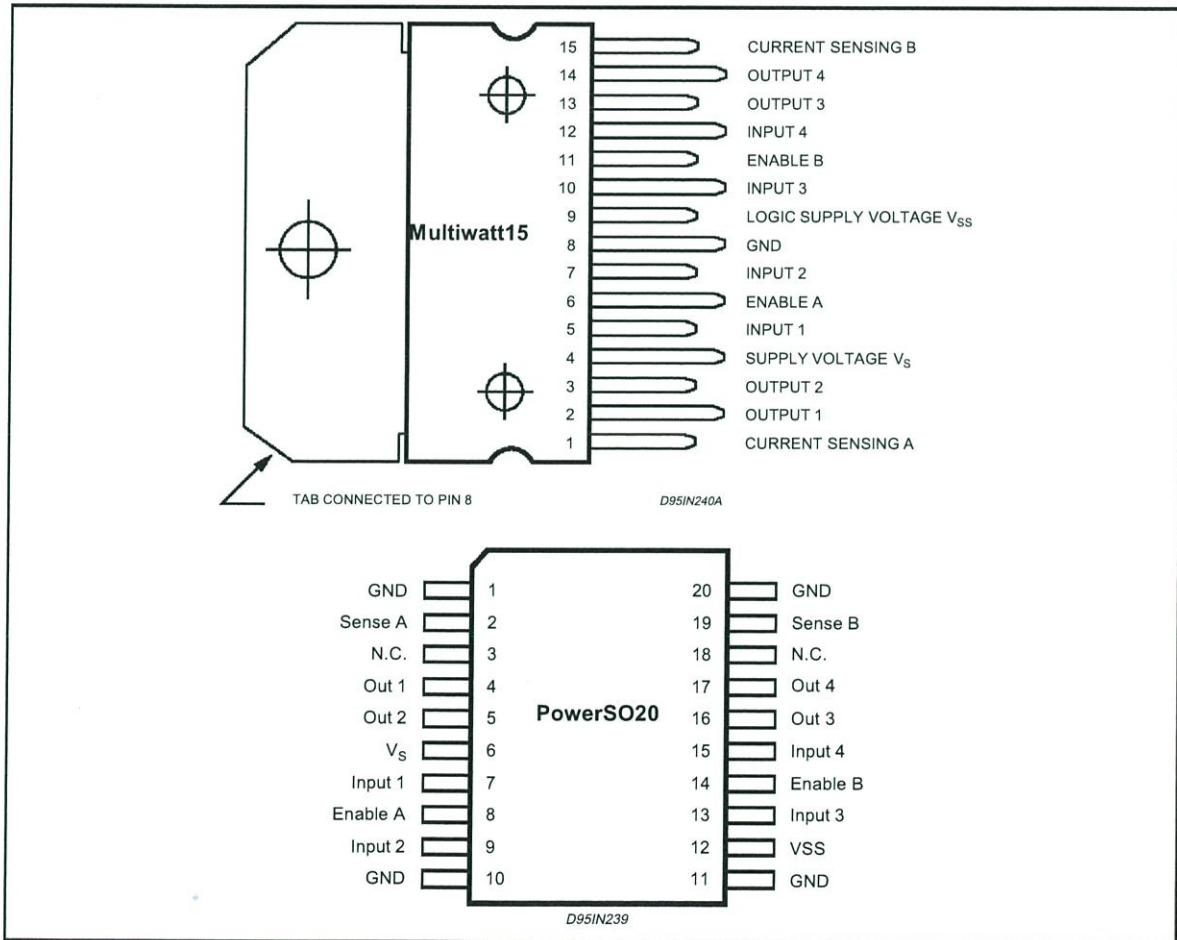
BLOCK DIAGRAM



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)	3	A
	-Repetitive (80% on -20% off; t _{on} = 10ms)	2.5	A
	-DC Operation	2	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-case}	Thermal Resistance Junction-case	Max.	-	3	°C/W
R _{th j-amb}	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	13 (*)	35	°C/W

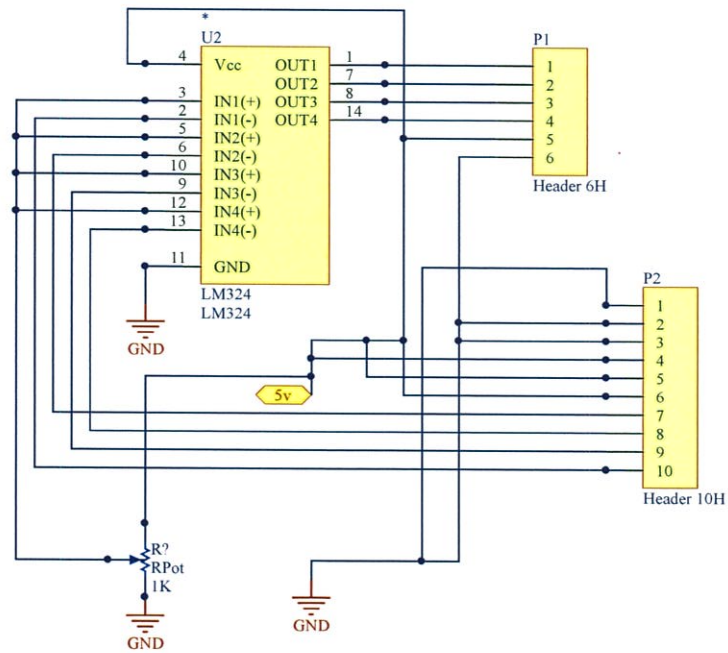
(*) Mounted on aluminum substrate

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	V _{SS}	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 V _i = H	13 50	22 70	mA 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 V _i = H	24 7	36 12	mA 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		V _{SS}	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)	V _i = 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 I _L = 2A	0.95	1.35 2	1.7 2.7	V V
V _{CEsat(L)}	Sink Saturation Voltage	I _L = 1A (5) I _L = 2A (5)	0.85	1.2 1.7	1.6 2.3	V V
V _{CEsat}	Total Drop	I _L = 1A (5) I _L = 2A (5)	1.80		3.2 4.9	V V
V _{sens}	Sensing Voltage (pins 1, 15)		-1 (1)		2	V



Title		
Size	Number	Revision
A4		
Date:	2/11/2016	Sheet of
File	C:\Users\...\SheetSENSOR SchDoc	Drawn By:

Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
Component_2			l298n	Component_2	1
L78L05			L78L05	L78L05	1
LM324			LM324	LM324	1
Cap	Capacitor	C1, C2	RAD-0.3	Cap	2
Diode 1N4007	1 Amp General Purpose Rectifier	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8	DO-41	Diode 1N4007	8
Header 6H	Header, 6-Pin, Right Angle	P1	HDR1X6H	Header 6H	1
Header 2	Header, 2-Pin	P1, P2, P3	HDR1X2	Header 2	3
Header 10H	Header, 10-Pin, Right Angle	P2	HDR1X10H	Header 10H	1
Header 10X2	Header, 10-Pin, Dual row	P4	HDR2X10	Header 10X2	1
Res2	Resistor	R1, R2	AXIAL-0.4	Res2	2
RPot	Potentiometer	R?	VR5	RPot	1