อุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมอัตโนมัติ
AUTOMATIC SATELLITE TRACKING SYSTEM

โดย

นายจิรสิทธิ์ ดิษฐสุวรรณ

นายเจนณรงค์ กุยสาคร

นายพีรดนย์ ชัยนิมิตวัฒนา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

อุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมอัตโนมัติ
AUTOMATIC SATELLITE TRACKING SYSTEM

โดย

นายจิรสิทธิ์ ดิษฐสุวรรณ

นายเจนณรงค์ กุ่ยสาคร

นายพีรดนย์ ชัยนิมิตวัฒนา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมอัตโนมัติ
AUTOMATIC SATELLITE TRACKING SYSTEM

โดย

นายจิรสิทธิ์	ดิษฐสุวรรณ	รหัสนักศึกษา 56010191
นายเจนณรงค์	กุ่ยสาคร	รหัสนักศึกษา 56010221
นายพีรดนย์	ชัยนิมิตวัฒนา	รหัสนักศึกษา 56010878

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี

ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

19 / พ.ค. 60

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

19/5/60

KMITL วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

KMITL วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปแสวงหาประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง อุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมอัตโนมัติ

AUTOMATIC SATELLITE TRACKING SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นายจิรสิทธิ์ ดิษฐสุวรรณ 56010191
2. นายเจนณรงค์ กุ่ยสาคร 56010221
3. นายพีรดนย์ ชัยนิมิตวัฒนา 56010878

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีโดยได้รับความร่วมมือและความช่วยเหลือจากหลายท่านแนะนำแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหา คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้คำปรึกษาคำแนะนำทางทฤษฎีและปฏิบัติความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบตลอดจนชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทำโครงงานเป็นอย่างดีมาโดยตลอด คณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายจิรสิทธิ์ ดิษฐสุวรรณ
นายเจนณรงค์ กุ่ยสาคร
นายพีรดนย์ ชัยนิมิตวัฒนา
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมอัตโนมัติ

AUTOMATIC SATELLITE TRACKING SYSTEM

โดย นายจิรสิทธิ์ ดิษฐสุวรรณ 56010191
นายเจนณรงค์ กุ่ยสาคร 56010221
นายพีรดนย์ ชัยนิมิตวัฒนา 56010878

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี
ผศ.ดร มนตรี คำเงิน

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อสร้างอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมอัตโนมัติ ให้จับสัญญาณที่ ความเข้มที่ดีที่สุด ในการรับสัญญาณมาจากดาวเทียมไทยคม 5 เพื่อติดตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมใน พื้นที่ต่างๆทั่วประเทศไทย การทำงานเริ่มจากโมดูลเข็มทิศรับข้อมูลในมุมกวาดและมุมเงยการปรับทิศทางของ มอเตอร์จากการควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยอัตโนมัติซึ่งตำแหน่งของจานที่รับสัญญาณถูกต้องจะ ตรวจสอบจากความแรงของสัญญาณที่วัดได้ เพื่อสามารถรับชมช่องสัญญาณโทรทัศน์ผ่านจานรับสัญญาณใน ย่านความถี่เคยู - แบนด์ในประเทศไทย

ABSTRACT

This project invents an automatic satellite receiver tracking system based on microcontroller. It can provide the best position of THAICOM 5 KU - band channel by using the higher quality of signal strength. The equipment operates by searching the azimuth and elevation angle of THAICOM 5 based on programmed data. The 2 – axis motor would be rotated to the programmed position of THAICOM 5 and automatic tracking to the best position again by measuring the received signal strength. It can be simply used for KU – band users in any place of Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		V
สารบัญตาราง		VIII
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**2**
	2.1 MICROCONTROLLER (ARDUINO MEGA 2560 R3)	2
	2.2 มอเตอร์กระแสตรง(DC MOTOR)	5
	2.3 COMPASS MODULE (HMC5883L) DIGITAL COMPASS	7
	2.4 จานรับสัญญาณ KU-BAND	9
	2.5 ขั้วสัญญาณ (POLARIZATION)	10
	2.6 ดาวเทียมไทยคม 5	12
	2.6 การใช้งานโปแกรม ARDUINO เบื้องต้น	14
	2.7 การใช้งานโปรแกรม SOLIDWORKS เบื้องต้น	20
	2.8 วงจรขับมอเตอร์ (L293D)	26
	2.9 AD8313 RF POWER DETECTOR	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**29**
	3.1 การออกแบบ	29
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	42
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	42
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	43
	4.1 การทำงานของระบบ	43
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**52**
	5.1 สรุปผล	52
	5.2 ข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม		**53**
ภาคผนวก		**54**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	บอร์ด ARDUINO MEGA 2560 R3 (ด้านหน้า)	3
2.2	บอร์ด ARDUINO MEGA 2560 R3 (ด้านหลัง)	3
2.3	โครงสร้างของ ARDUINO MEGA 2560 R3	4
2.4	แสดงโครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง	5
2.5	แสดงการกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์	6
2.6	แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน	6
2.7	แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง	7
2.8	COMPASS MODULE	8
2.9	แกนแบบ 3-AXIS ของ COMPASS MODULE	8
2.10	แสดงจานรับสัญญาณ KU-BAND และ C-BAND	9
2.11	ลักษณะสัญญาณที่มีขั้วคลื่นเป็นแบบเชิงเส้น (LINEAR POLARIZATION) ทั้งแบบแนวตั้ง (VERTICAL) และแนวนอน (HORIZONTAL)	11
2.12	ลักษณะสัญญาณที่มีขั้วคลื่นเป็นแบบหมุน (CIRCULAR POLARIZATION) ทั้งแบบตามเข็ม (RIGHT HAND) และทวนเข็ม (LEFT HAND)	12
2.13	แสดงตารางมุมส่าย-มุมเงยของดาวเทียมไทยคม 5 ในแต่ละจังหวัดที่ย่านความถี่ KU-BAND	13
2.14	หน้าต่างเริ่มต้นโปรแกรม ARDUINO	14
2.15	การตั้งค่า BOARD	15
2.16	การตั้งค่า PORT การใช้งาน	16
2.17	โปรแกรมควบคุมการทางานของระบบ	17
2.18	การบันทึกโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมรูปแบบ SKETCH.INO	18
2.19	หลังจากทำการ UPLOAD โปรแกรม	19
2.20	โปรแกรม SOLIDWORKS	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.21	หน้าต่างโปรแกรม SOLIDWORKS 1	21
2.22	หน้าต่างโปรแกรม SOLIDWORKS 2	22
2.23	หน้าต่างโปรแกรม SOLIDWORKS 3	23
2.24	ทูลบาร์มาตรฐานของโปรแกรม SOLIDWORKS	24
2.25	ชิ้นงานจากการออกแบบด้วย SOLIDWORKS	26
2.26	วงจรขับมอเตอร์กลับทางหมุน	26
2.27	การต่อวงจรกับARDUINO	27
2.28	วงจรAD8313 RF POWER DETECTOR	27
2.29	กราฟแรงดันเอาต์พุตเทียบกับแอมพลิจูดของเอาต์พุตในย่านความถี่ต่างๆ	28
3.1	BLOCK-DIAGRAM	29
3.2	ฐานสำหรับหมุนมอเตอร์ตามมุมกวาด	30
3.3	ส่วนบนสำหรับหมุนมอเตอร์ตามมุมเงย	30
3.4	วงจรขับมอเตอร์	31
3.5	วงจร COMPASS MODULE	32
3.6	วงจร ACCELERATOE SENSOR	33
3.7	วงจร FIELD STRENGHT METER	34
3.8	โปรแกรมดึงค่าโมดูลเข็มทิศ	34
3.9	โปรแกรมดึงค่าจากโมดูลเข็มทิศในมุมเงย	35
3.10	โปรแกรมสั่งวงจรขับมอเตอร์ในทิศที่กำหนด	35
3.11	โปรแกรมทาให้มุมกวาดไปตำแหน่ง 240-245 องศา และมุมเงยตำแหน่ง 16-18 องศา	36
3.12	โปรแกรมวัดสัญญาณที่ได้จากวงจร FIELD STRENGHT METER	36
3.13	โปรแกรมแสดงค่าที่ได้จากวงจร FIELD STRENGHT METER	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.14	โปรแกรมตัดสินใจหามุมกวาดและมุมเงยที่มีความเข้มของสัญญาณมากที่สุด (1)	38
3.15	โปรแกรมตัดสินใจหามุมกวาดและมุมเงยที่มีความเข้มของสัญญาณมากที่สุด (2)	39
3.16	โปรแกรมตัดสินใจหามุมกวาดและมุมเงยที่มีความเข้มของสัญญาณมากที่สุด (3)	40
3.17	FLOW CHART	41
4.1	โปรแกรมควบคุมการทำงาน โดยใช้โปรแกรม ARDUINO	43
4.2	การต่ออุปกรณ์เพื่อเตรียมการทดลอง	44
4.3	อุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมกาลังหมุนไปตามช่วงที่กำหนด	45
4.4	แสดงค่าความเข้มของสัญญาณที่รับจากดาวเทียมไทยคม 5	46
4.5	อุปกรณ์รับสัญญาณหมุนไปยังตำแหน่งที่รับสัญญาณได้ดีสุด	47
4.6	จอโทรทัศน์แสดงผลว่าสามารถรับชมช่องรายการได้ตามปกติ	48
4.7	สัญญาณที่ขาเอาต์พุตของ Arduino เมื่อหมุนไปทางซ้ายในมุมกวาด	49
4.8	สัญญาณที่ขาเอาต์พุตของ Arduino เมื่อหมุนไปทางขวาในมุมกวาด	49
4.9	สัญญาณที่ขาเอาต์พุตของ Arduino เมื่อหมุนขึ้นในมุมเงย	50
4.10	สัญญาณที่ขาเอาต์พุตของ Arduino เมื่อหมุนลงในมุมเงย	50
4.11	กราฟแรงดันของสัญญาณที่รับได้เมื่อเทียบกับมุมกวาด	51
4.12	กราฟแรงดันของสัญญาณที่รับได้เมื่อเทียบกับมุมเงย	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	รายละเอียด ARDUINO MEGA 2560 R3	2
2.2	การต่อขา COMPASS MODULE กับ ARDUINO	8
2.3	ความหมายและวิธีการใช้ไอคอนมุมมองต่างๆ (VIEWTOOL) บนทูลบาร์มาตรฐาน	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันในประเทศไทยได้มีการนำเทคโนโลยีระบบจานรับสัญญาณดาวเทียมเข้ามาใช้ซึ่งเป็นระบบส่งสัญญาณแบบใหม่ที่มาเป็นตัวเลือกที่ได้รับความนิยมอย่างมาก เนื่องจากสามารถรับชมช่องสัญญาณที่มีความหลากหลายมากกว่าระบบทีวีดิจิตอลหรือระบบแอนาลอก แต่การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมแบบKU-BAND เป็นไปได้ยากสำหรับประชาชนทั่วและในบางพื้นที่อาจเกิดอันตรายจากการติดตั้งที่ผิดวิธีอีกด้วย ผู้จัดทำจึงศึกษาและนำไมโครคอนโทรลเลอร์ (ARDUINO) มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับโมดูลเข็มทิศ เพื่อหาตำแหน่งของดาวเทียมไทยคม 5 ในย่านความถี่ KU-BAND ที่มีความแม่นยำและสามารถรับสัญญาณที่มีความเข้มข้นมากที่สุดซึ่งจะสามารถทำงานครอบคลุมทุกพื้นที่

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ศึกษาการทำงานของเครื่องวัดความแรงคลื่นวิทยุ RF FIELD STRENGTH METERได้
3. ศึกษาการทำงานของจานรับสัญญาณดาวเทียม
4. สามารถหาตำแหน่งดาวเทียมที่ดีที่สุด

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาหลักการทำงานและคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องใช้ในการทำอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมอัตโนมัติ

2. สร้างอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมอัตโนมัติที่สามารถใช้ได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 MICROCONTROLLER (ARDUINO MEGA 2560 R3)

ARDUINO เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ OPEN SOURCE คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน HARDWARE และ SOFTWARE ตัวบอร์ดถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมพัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้ความง่ายของบอร์ด ARDUINO ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆคือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ดหรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (SHIELD) ประเภทต่างๆเช่น XBEE SHIELD, MUSIC SHIELD, RELAY SHIELD, WIRELESS SHIELD, GPRS SHIELD เป็นต้นมาต่อเข้ากับบอร์ด ARDUINO แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้

ตารางที่ 2.1 รายละเอียด ARDUINO MEGA 2560 R3

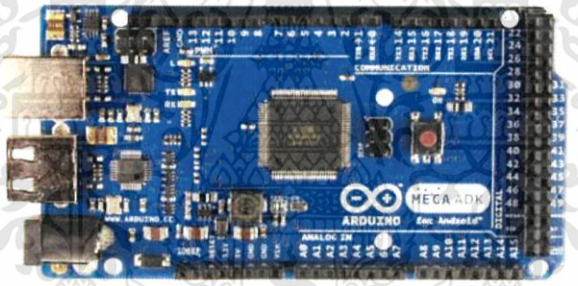
MICROCONTROLLER	ATMEGA2560
OPERATING VOLTAGE	5V
INPUT VOLTAGE (RECOMMENDED)	7-12V
INPUT VOLTAGE (LIMITS)	6-20V
DIGITAL I/O PINS	54 (OF WHICH 14 PROVIDE PWM OUTPUT , 4 UART TTL)
ANALOG INPUT PINS	16
DC CURRENT PER I/O PIN	40 MA
DC CURRENT FOR 3.3V PIN	50 MA
FLASH MEMORY	256 KB OF WHICH 8 KB USED BY BOOTLOADER
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
CLOCK SPEED	16 MHZ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 จุดเด่นของ ARDUINO

- ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสาหรับผู้เริ่มต้น
- มี COMMUNITY กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง
- OPEN HARDWARE ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
- CROSS PLATFORM สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

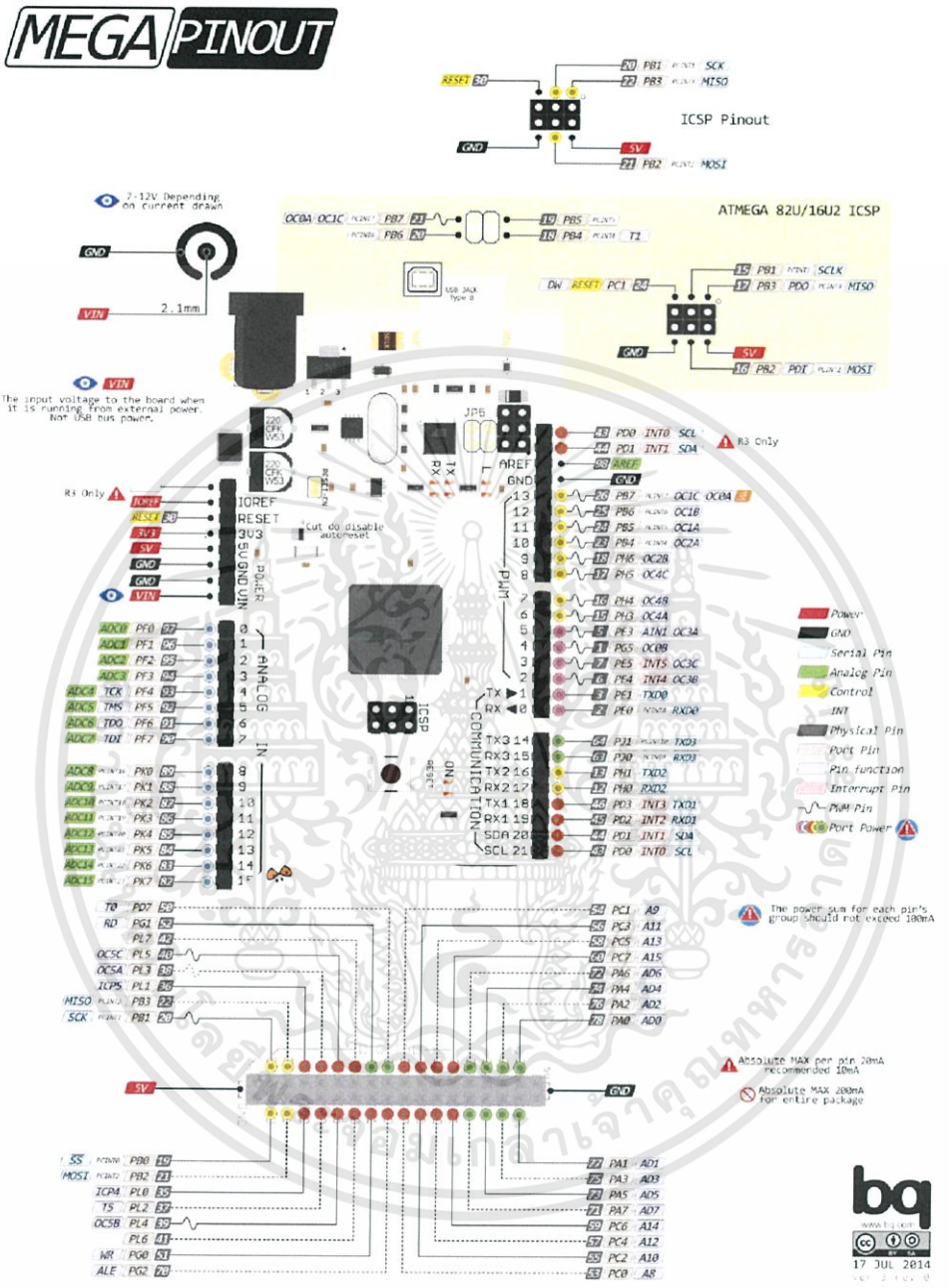
ARDUINO MEGA 2560 R3 เป็น MICROCONTROLLER BOARD ที่ใช้ ATMEGA2560 เป็น MCUหลัก ซึ่งตัวนี้จะมีขา DIGITAL 54 ขา อินพุท/เอ้าพุท (สามารถทาเป็น PWM ได้ถึง 14 ขา) และมีขา ANALOGอินพุทได้อีก 16 ขา, รันที่ความถี่ 16 MHZ มี USB CONNECTOR และ POWER JACK DC ซึ่ง CONCEPTของ ARDUINO BOARD นี้ทำมาเพื่อความสะดวก ง่ายในการเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ สามารถต่อ USBเข้ากับช่องคอมพอร์ต ก็สามารถ RUN โปรแกรมที่ BOARD ได้ เหมาะสำหรับผู้ที่กำลังเริ่มต้นเข้าสู่วงการอิเล็กทรอนิกส์อย่างแท้จริง



รูปที่ 2.1 บอร์ด ARDUINO MEGA 2560 R3 (ด้านหน้า)

รูปที่ 2.2 บอร์ด ARDUINO MEGA 2560 R3 (ด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

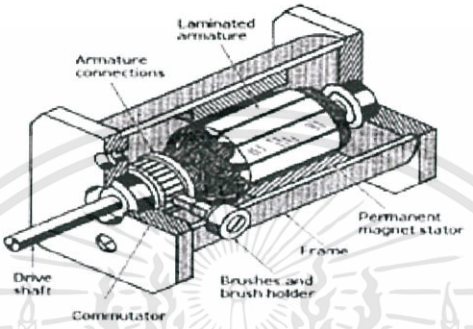


รูปที่ 2.3 โครงสร้างของ ARDUINO MEGA 2560 R3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 มอเตอร์กระแสตรง (DC MOTOR)

มอเตอร์กระแสตรงจะมีหลักการทำงานโดยวิธีการผ่านกระแสให้กับขดลวดในสนามแม่เหล็กซึ่งจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กโดยส่วนของแรงนี้จะขึ้นอยู่กับกระแสและกำลังของสนามแม่เหล็ก



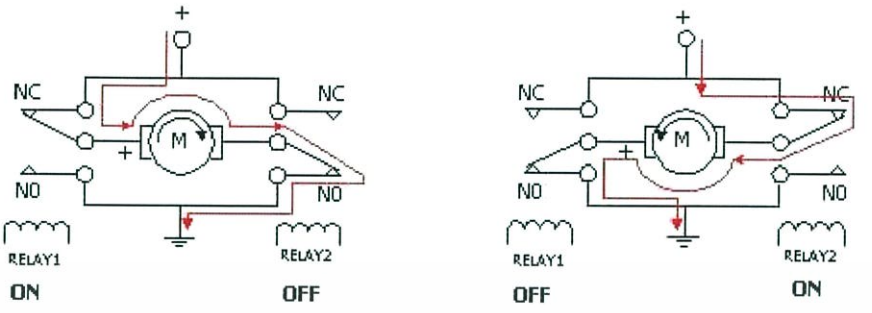
รูปที่ 2.4 โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง

จากในรูปทางเดินของฟลั๊กซ์แม่เหล็กและสนามแม่เหล็กจะเกิดจากแท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์2 ชิ้นที่ขึ้นรูปเป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดีเพื่อที่จะให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่ใจกลางของมอเตอร์ได้ดังนั้นความเข้มของแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของแม่เหล็กด้วยซึ่งส่งผลให้ฟลั๊กซ์แม่เหล็กวิ่งไปบนตัวถังโลหะกระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันกับทุ่นโรเตอร์ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและต้านกับสนามแม่เหล็กถาวรจึงเกิดเป็นแรงบิดเพื่อที่จะหมุนทุ่นโรเตอร์ให้ไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกว่ากระแสก็จะไหลผ่านไปยังทุ่นโรเตอร์โดยผ่านแปรงถ่านซึ่งจะสัมผัสกับแหวนตัวนำในทุ่นโรเตอร์และแหวนคอมมิวเตเตอร์ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น3 เซกเมนต์เพื่อที่จะทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวดนั้นเอง

2.2.1 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

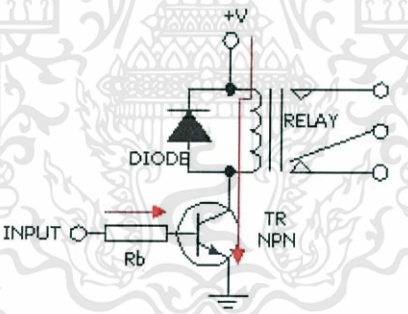
ในการใช้ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุนและทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงนั้นเราจะต้องมีส่วนของวงจรที่เรียกว่าวงจรขับมอเตอร์ (DRIVER) ในส่วนของวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์นั้นสามารถที่จะใช้รีเลย์ต่อวงจรสวิตช์เพื่อกลับทิศทางของขั้วไฟกระแสตรงหรืออาจใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นวงจรขับกำลังเช่นทรานซิสเตอร์มอสเฟตแล้วแต่วิธีที่เราจะเลือกใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงการกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์

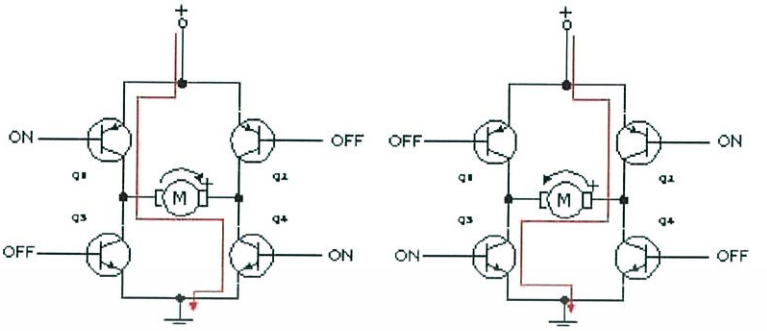
เป็นการใช้รีเลย์ควบคุมการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์โดยการควบคุมการปิด - เปิดที่รีเลย์2 ตัวซึ่งจะทำหน้าที่กลับทิศทางของขั้วไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์โดยการสลับการทำงานของรีเลย์เช่นให้รีเลย์ตัวที่1 ทำงาน (ON) และรีเลย์ตัวที่2 หยุดทำงาน (OFF) จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้ายและในทำนองเดียวกันถ้าหากรีเลย์ตัวที่1 หยุดทำงาน (OFF) และรีเลย์ตัวที่2 ทำงาน (ON) ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา



รูปที่2.6 แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน

เป็นวงจรขับรีเลย์โดยใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายกระแสด้วยเหตุผลเพราะไม่สามารถจะใช้ขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนกระแสไฟที่ขดลวดของรีเลย์โดยตรงได้เนื่องจากว่ากระแสที่จ่ายออกมาจากขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าน้อยเกินไปดังนั้นเราจึงต้องมีส่วนของวงจรทรานซิสเตอร์เพื่อที่จะทำการขยายกระแสให้เพียงพอในการป้อนให้กับขดลวดของรีเลย์ ส่วนไดโอดนำมาต่อไว้สำหรับป้องกันแรงดันย้อนกลับที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กในขณะเกิดการยุบตัวซึ่งอาจจะทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

เป็นวงจรลิเนียร์บริดจ์แอมป์ซึ่งจะประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์กำลัง4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับและควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ถ้าหากกำหนดให้ทรานซิสเตอร์Q1 และQ4 อยู่ในสภาวะทำงาน (ACTIVE) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์จากซ้ายไปขวาโดยผ่านมอเตอร์กระแสตรงทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวาในทำนองเดียวกันถ้าหากเราทำให้ทรานซิสเตอร์Q2 และQ3 อยู่ในสภาวะทำงาน (ACTIVE) กระแสไฟฟ้าก็จะไหลจากทางขวาไปทางซ้ายซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์กลับทิศทางการหมุนจากทางขวาไปทางซ้าย

2.2.2 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงมีหลายวิธีด้วยกันซึ่งอาจจะใช้วิธีการควบคุมแบบพื้นฐานทั่วไปเช่นการควบคุมด้วยวิธีการใช้ตัวต้านทานปรับค่าโดยต่ออนุกรมกับมอเตอร์หรือใช้วิธีการการควบคุมโดยการเปลี่ยนค่าของระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์แต่การควบคุมในวิธีดังกล่าวถึงแม้ว่าจะควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้คงที่ได้แต่ที่ความเร็วต่ำจะส่งผลให้แรงบิดต่ำไปด้วย ดังนั้นเราจึงเลือกใช้วิธีการควบคุมโดยการจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์เป็นช่วงๆโดยอาศัยกระแสไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ให้เป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงซึ่งเราเรียกว่าวิธีการของการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์PWM (PULSE WIDTH MODULATION)

2.3 COMPASS MODULE (HMC5883L) DIGITAL COMPASS

เป็นเครื่องมือช่วยบอกทิศทางแบบอิเล็กทรอนิกส์แสดงค่ามุมเมื่อเทียบกับทิศเหนือเป็นตัวเลขควบคุมการทางานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่ง DIGITAL COMPASS จะให้ค่าทิศทางเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

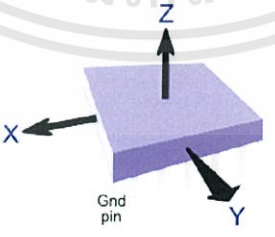
เทียบกับทิศเหนือของโลกหรือสามารถที่จะตั้งค่าของมุมหรือทิศทางอ้างอิงได้จึงสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับบอกหรือกำหนดทิศทางได้

ตารางที่ 2.2 การต่อขา COMPASS MODULE กับ ARDUINO

บอร์ด ARDUINO	COMPASS MODULE
ANALOG PIN 4	SDA (DATA)
ANALOG PIN 5	SCL (CLOCK)
3.3V	VCC
GND	GND

รูปที่ 2.8 COMPASS MODULE

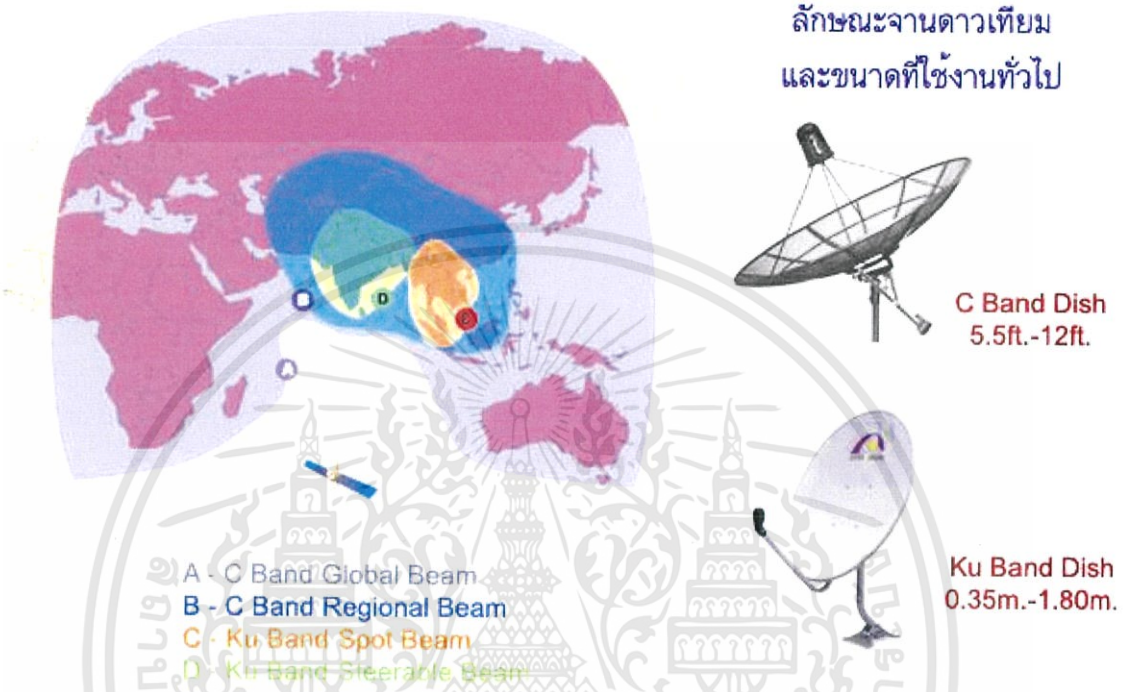
การทำงานของ HMC5883L โมดูลเข็มทิศ 3 แกนวัดสนามแม่เหล็กในสามทิศทางหรือแกนเรียกว่า X,YและZ หรือเข้าใจอย่างง่ายว่าโมดูลสามารถใช้งานเป็นเข็มทิศธรรมดาได้เพื่อหาทิศแม่เหล็กทิศเหนือของโลกสามารถรับรู้ถึงความแรงของสนามแม่เหล็กที่มาจากแหล่งกำเนิดข้างเคียงและในหน้าที่ของการเป็นเซนเซอร์สามารถจับสนามแม่เหล็กในสามแกนและยังสามารถหาระยะสัมพัทธ์และทิศทางเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดด้วย



รูปที่ 2.9 แกนแบบ 3-AXIS ของ COMPASS MODULE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 จานรับสัญญาณ KU-BAND



รูปที่ 2.10 จานรับสัญญาณ KU-BAND และ C-BAND

จะใช้ความถี่ในการทำงานอยู่ในย่านสูง 10 – 12 GHZ สามารถใช้งานจานที่มีขนาดเล็กลง เช่นขนาด 35 ซม.ได้แต่มีปัญหาเวลาฝนตก (RAIN FADE) ความเข้มของสัญญาณในการส่ง C-BAND จะเบากว่า KU-BAND เป็นเหตุผลในทางเทคนิค พื้นที่ครอบคลุมของสัญญาณ (BEAM COVERAGE AREA) ระบบ C-BAND จะใช้งานเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่รับสัญญาณได้กว้างขวางทั่วทั้งทวีป แต่ระบบ KU-BAND จะใช้เพื่อครอบคลุมพื้นที่เฉพาะในประเทศ ในทางเทคนิคต้องส่งสัญญาณ C-BAND ให้มีความเข้มของสัญญาณน้อยกว่า KU-BAND เพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนกันได้ ลักษณะของใบจานรับสัญญาณ C-BAND จะเป็นตะแกรงโปร่ง หรือทึบ ทรงกลม ขึ้นรูปพาราโบลิค ขนาดทั่วไปเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 - 10 ฟุต ส่วน KU-BAND จะเป็นจานทึบ OFFSET รูปไข่ ขนาด 0.35 - 1.80 เมตร ขนาดของจานรับสัญญาณดาวเทียม ทำให้ระบบ KU-BAND สามารถใช้ใบจานขนาดเล็กกว่า C-BAND ค่อนข้างมาก ตัวอย่างเช่น UBC จะใช้ใบจาน OFFSET ขนาด 35 - 75 ซม. ก็สามารถรับสัญญาณได้ดี ในขณะที่ระบบ C-BAND ต้องใช้จานขนาดใหญ่กว่าถึง 2-3 เท่า เพื่อให้รับสัญญาณได้ดี ลักษณะของแผ่นสะท้อนของใบจาน ระบบ KU-BAND จะเป็นโลหะแผ่นเรียบจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นอลูมีเนียม หรือ เหล็กชุบสี ในขณะที่ C-BAND ส่วนใหญ่จะเป็นตะแกรงปั๊มเป็นรูเล็กๆ จาน C-BAND จานแบบทึบมีให้เห็นบ้างแต่น้อยมาก และไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากน้ำหนักมาก และต้านลม แล้วถ้าหากว่า จะใช้จานแบบ C-BAND รับสัญญาณระบบ KU-BAND ได้ไหม ตอบว่าได้แต่ในทางกลับกันจะเอาจาน KU-BAND มารับสัญญาณ C-BAND ไม่ได้ นอกจากจะใช้จานขนาดใหญ่จริง ๆ หัวรับสัญญาณ ซึ่งในทางเทคนิคเรียกว่า LNBF (LOW NOISE BLOCK DOWN FREQUENCY) เป็นตัวแปลงสัญญาณความถี่สูงให้ต่ำลงมาจนเหมาะสมกับภาครับของเครื่องรับสัญญาณ (RECEIVER) ซึ่งระบบ C-BAND จะรองรับความถี่ 3.4-4.2 GHZ ในขณะที่ KU-BAND รองรับความถี่ 10-12 GHZ จึงใช้แทนกันไม่ได้ อาจมีบางรุ่นที่ทำแบบ 2 IN 1 คือ เอาหัว 2 ระบบบรรจุไว้ใน CASE เดียวกัน เครื่องรับสัญญาณ (RECEIVER) โดยทั่วไปไม่แตกต่างกันนอกจากผู้ผลิตจะเจตนาให้ตัวเครื่องรับได้เฉพาะระบบ เช่น เครื่องรับสัญญาณของ UBC จะไม่สามรถนำมาใช้รับสัญญาณระบบ C-BAND ได้ โดยทั่วไปเครื่องรับสามารถรับสัญญาณได้ทั้ง 2 ระบบ เพียงตั้งค่า LNBF ให้ถูกต้องเท่านั้นเอง ข้อควรรู้เพิ่มเติม คือ ระบบ KU-BAND เป็นระบบที่ส่งสัญญาณด้วยความถี่สูง ซึ่งจะมีปัญหาการรับสัญญาณในขณะฝนตกหนัก การเพิ่มขนาดใบจานอาจช่วยได้บ้างแต่ถ้าฝนตกหนักเมฆหนาทึบ จะรับสัญญาณไม่ได้ ในขณะที่ C-BAND จะเหนือกว่าตรงที่ไม่มีปัญหาขณะฝนตก

2.5 ขั้วสัญญาณ (POLARIZATION)

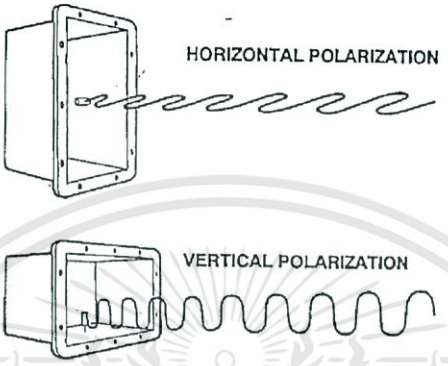
คือเทคนิคในการส่งสัญญาณที่สามาถเพิ่มจำนวนช่องสัญญาณให้มากขึ้นจากช่องสัญญาณที่มีอยู่ โดยการกำหนดให้ความถี่ในแต่ละช่องของดาวเทียมคาบเกี่ยวกัน และกำหนดให้มีขั้วสัญญาณที่ต่างกัน เพื่อป้องกันการรบกวนกันเอง ด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้เราสามารถจัดสรรจำนวนช่องสัญญาณได้มากขึ้น ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.5.1 ขั้วสัญญาณแบบเชิงเส้น (LINEAR POLARIZATION)

ขั้วสัญญาณแบบเชิงเส้น (Linear Polarization) แบ่งออกเป็น แนวตั้ง (Vertical) และแนวนอน (Horizontal) โดยพิจารณาจากแกนขั้วรับสัญญาณของ Feedhorn โดยทั้งสองขั้วนี้จะทำมุมกัน 90 องศา ดาวเทียมที่ใช้การรับ-ส่งแบบนี้ได้แก่ ดาวเทียมไทยคม เป็นต้น สัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมจะมีการส่งขั้วคลื่นแบบแนวตั้ง Vertical และแนวนอน Horizontal เพื่อทำให้การส่งสัญญาณที่มีความถี่เหมือนกัน สามารถที่จะทำการส่งได้ในพร้อมกัน 2 แนว โดยไม่เกิดการรบกวนระหว่างกัน เนื่องจากความถี่ที่มีใช้ในระบบการรับส่งสัญญาณดาวเทียมมีใช้อย่างอย่างจำกัด เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตั้ง LNB แบบนี้จำเป็นต้องหมุนขั้วคลื่นให้รับสัญญาณได้ตรงตามแนวการส่งด้วย จึงจะทำให้รับสัญญาณได้ดีที่สุด ปัจจุบัน LNB ในแบบรุ่นนี้เป็นที่นิยมใช้มากที่สุด

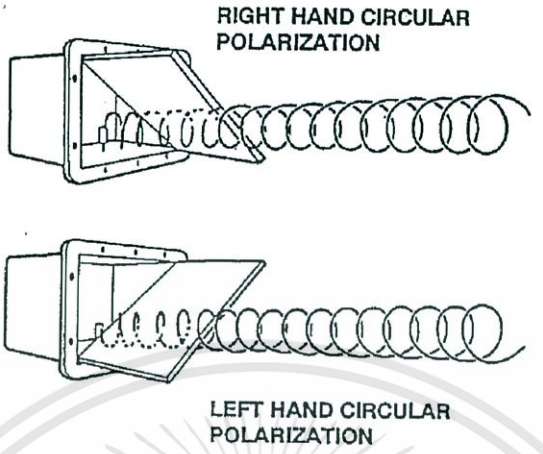


รูปที่ 2.11 ลักษณะสัญญาณที่มีขั้วคลื่นเป็นแบบเชิงเส้น (LINEAR POLARIZATION) ทั้งแบบแนวตั้ง (VERTICAL) และแนวนอน (HORIZONTAL)

2.5.2 ขั้วสัญญาณแบบหมุนสัญญาณ (CIRCULAR POLARIZATION)

ขั้วสัญญาณแบบหมุนสัญญาณ (Circular Polarization) แบ่งออกเป็น หมุนตามเข็มนาฬิกา (Right hand) และ หมุนทวนเข็มนาฬิกา (Left hand) ดาวเทียมที่ใช้การรับ-ส่งแบบนี้ได้แก่ ดาวเทียมอินเทลแซท เป็นต้น การส่งคลื่นสัญญาณจากดาวเทียมเป็นแบบวงกลม หรือที่เรียกว่า Circular Polarization ดังนั้นหากว่าเราต้องการรับสัญญาณที่ส่งแบบขั้วคลื่นแบบนี้ ให้ได้ประสิทธิภาพสูงที่สุดแล้ว เราจะต้องใช้ LNB ที่มีฟีดฮอนที่มีโครงสร้างของโพรบเป็นแบบ Circular ด้วยเช่นกัน โพรบจะมีลักษณะเป็นวงกลม (Helical) และมีลักษณะของรูปคลื่น (Pattern) หมุนเป็นเกลียว และยังแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ แบบที่มีคลื่นหมุนทางขวา (Right Hand Circular Polarization) และแบบคลื่นที่หมุนทางซ้าย (Left Hand Circular Polarization) ส่วนแบบลิเนีย (Linear Polarization) แบ่งออกเป็น Horizontal Polarization และ Vertical Polarization ถึงแม้ว่าฟีดฮอนแบบลิเนีย ซึ่งเป็นแบบมาตรฐานจะสามารถรับสัญญารได้ก็ตาม แต่ตรึ่งหนึ่งของสัญญาณก็จะเกิดการสูญเสียไป ฉนั้นหากต้องการสัญญาณที่มีความสมบูรณ์ควรเลือกใช้ให้ถูกต้องด้วยจึงจะรับสัญญาณได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

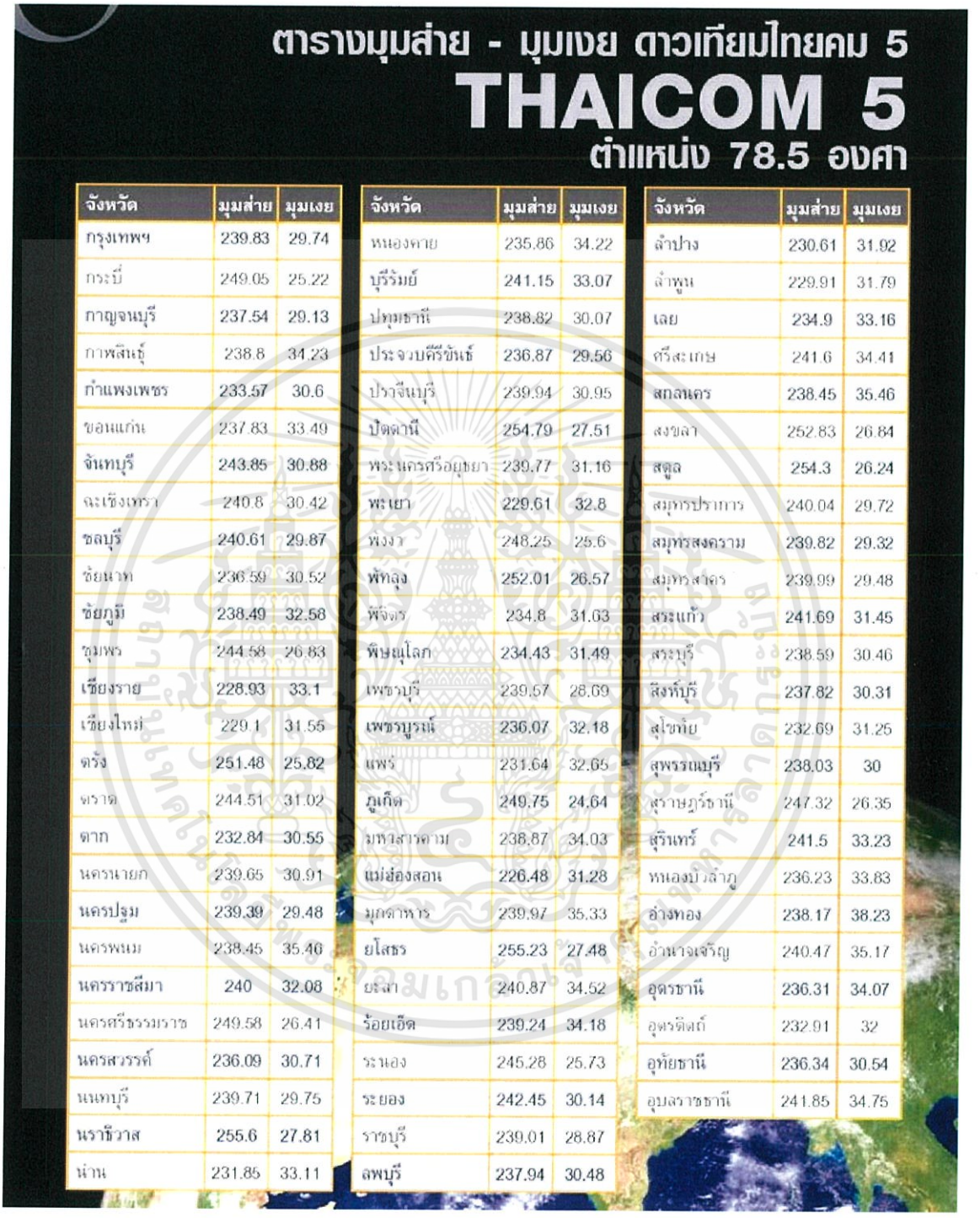


รูปที่ 2.12 ลักษณะสัญญาณที่มีขั้วคลื่นเป็นแบบหมุน (CIRCULAR POLARIZATION) ทั้งแบบตามเข็ม (RIGHT HAND) และทวนเข็ม (LEFT HAND)

2.6 ดาวเทียมไทยคม 5

ดาวเทียมไทยคม 5 เป็นดาวเทียมรุ่น 3 แกน ผลิตโดย บริษัท ธาเลซ อลิเนีย สเปซ ประกอบด้วยย่านความถี่ C-BAND จำนวน 25 ทรานสพอนเดอร์ และย่านความถี่ KU-BAND จำนวน 14 ทรานสพอนเดอร์ โดยย่านความถี่ C-BAND GLOBAL BEAM ของไทยคม 5 ครอบคลุมพื้นที่ 4 ทวีป คือเอเชีย, ยุโรป, ออสเตรเลีย และแอฟริกา ส่วนพื้นที่การให้บริการของ SPOT BEAM ในย่านความถี่ KU-BAND นั้นครอบคลุมประเทศไทย และประเทศในภูมิภาคอินโดจีน ส่วน STEERABLE BEAM ในย่านความถี่ KU-BAND ของดาวเทียมไทยคม 5 ครอบคลุมประเทศเวียดนาม และประเทศในภูมิภาคอินโดจีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จังหวัด	มุมส่าย	มุมเงย
กรุงเทพฯ	239.83	29.74
กระบี่	249.05	25.22
กาญจนบุรี	237.54	29.13
กาฬสินธุ์	238.8	34.23
กำแพงเพชร	233.57	30.6
ขอนแก่น	237.83	33.49
จันทบุรี	243.85	30.88
ฉะเชิงเทรา	240.8	30.42
ชลบุรี	240.61	29.87
ชัยนาท	236.59	30.52
ชัยภูมิ	238.49	32.58
ชุมพร	244.58	26.83
เชียงราย	228.93	33.1
เชียงใหม่	229.1	31.55
ตรัง	251.48	25.82
ตราด	244.51	31.02
ตาก	232.84	30.55
นครนายก	239.65	30.91
นครปฐม	239.39	29.48
นครพนม	238.45	35.46
นครราชสีมา	240	32.08
นครศรีธรรมราช	249.58	26.41
นครสวรรค์	236.09	30.71
นนทบุรี	239.71	29.75
นราธิวาส	255.6	27.81
น่าน	231.85	33.11

จังหวัด	มุมส่าย	มุมเงย
หนองคาย	235.86	34.22
บุรีรัมย์	241.15	33.07
ปทุมธานี	238.82	30.07
ประจวบคีรีขันธ์	236.87	29.56
ปราจีนบุรี	239.94	30.95
ปัตตานี	254.79	27.51
พระนครศรีอยุธยา	239.77	31.16
พะเยา	229.61	32.8
พังงา	248.25	25.6
พัทลุง	252.01	26.57
พิจิตร	234.8	31.63
พิษณุโลก	234.43	31.49
เพชรบุรี	239.57	28.69
เพชรบูรณ์	236.07	32.18
แพร่	231.64	32.65
ภูเก็ต	249.75	24.64
มหาสารคาม	238.87	34.03
แม่ฮ่องสอน	226.48	31.28
มุกดาหาร	239.97	35.33
ยโสธร	255.23	27.48
ยะลา	240.87	34.52
ร้อยเอ็ด	239.24	34.18
ระนอง	245.28	25.73
ระยอง	242.45	30.14
ราชบุรี	239.01	28.87
ลพบุรี	237.94	30.48

จังหวัด	มุมส่าย	มุมเงย
ลำปาง	230.61	31.92
ลำพูน	229.91	31.79
เลย	234.9	33.16
ศรีสะเกษ	241.6	34.41
สกลนคร	238.45	35.46
สงขลา	252.83	26.84
สตูล	254.3	26.24
สมุทรปราการ	240.04	29.72
สมุทรสงคราม	239.82	29.32
สมุทรสาคร	239.99	29.48
สระแก้ว	241.69	31.45
สระบุรี	238.59	30.46
สิงห์บุรี	237.82	30.31
สุโขทัย	232.69	31.25
สุพรรณบุรี	238.03	30
สุราษฎร์ธานี	247.32	26.35
สุรินทร์	241.5	33.23
หนองบัวลำภู	236.23	33.83
อ่างทอง	238.17	38.23
อำนาจเจริญ	240.47	35.17
อุดรธานี	236.31	34.07
อุตรดิตถ์	232.91	32
อุทัยธานี	236.34	30.54
อุบลราชธานี	241.85	34.75

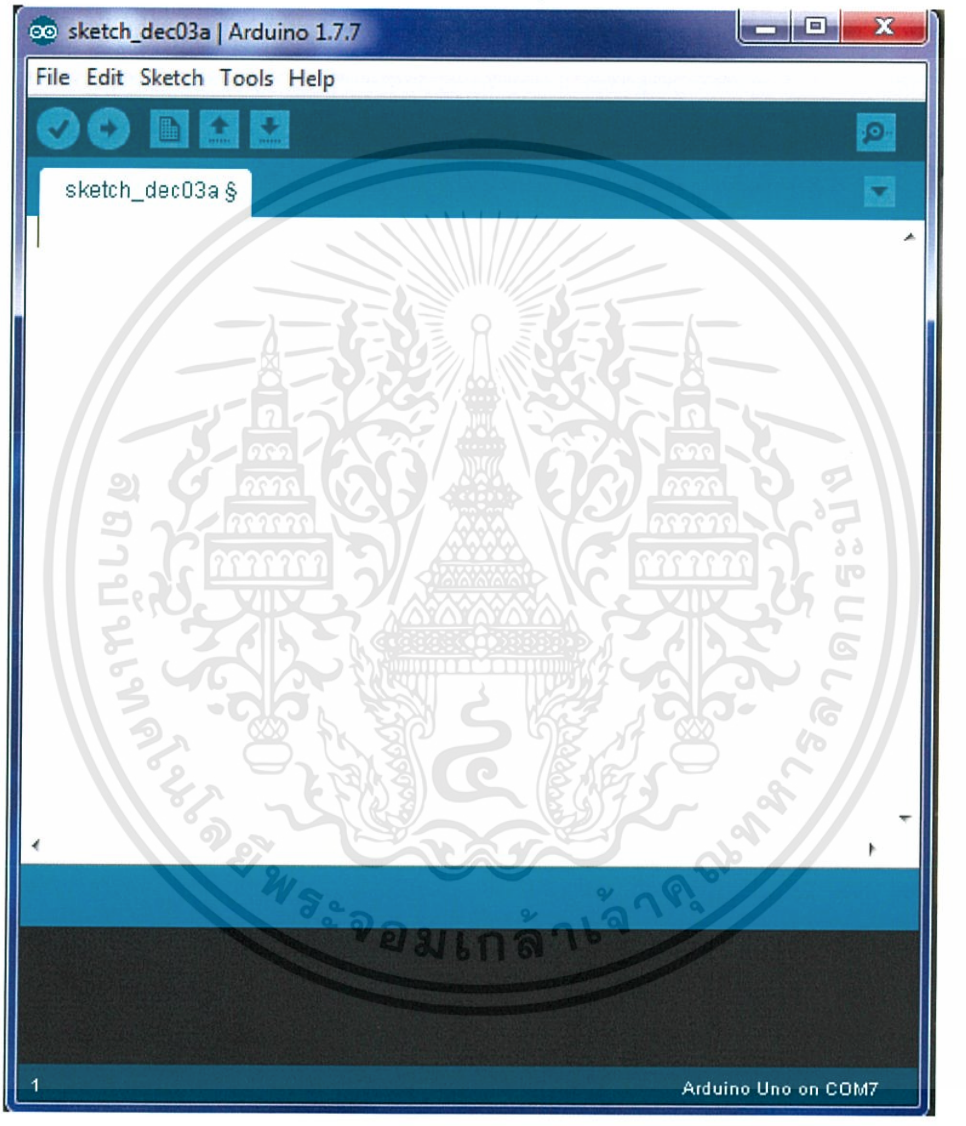
รูปที่ 2.13 ตารางมุมส่าย-มุมเงยของดาวเทียมไทยคม 5 ในแต่ละจังหวัดที่ย่านความถี่ KU-BAND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การใช้งานโปแกรม Arduino เบื้องต้น

2.7.1 การเริ่มใช้งานเบื้องต้น

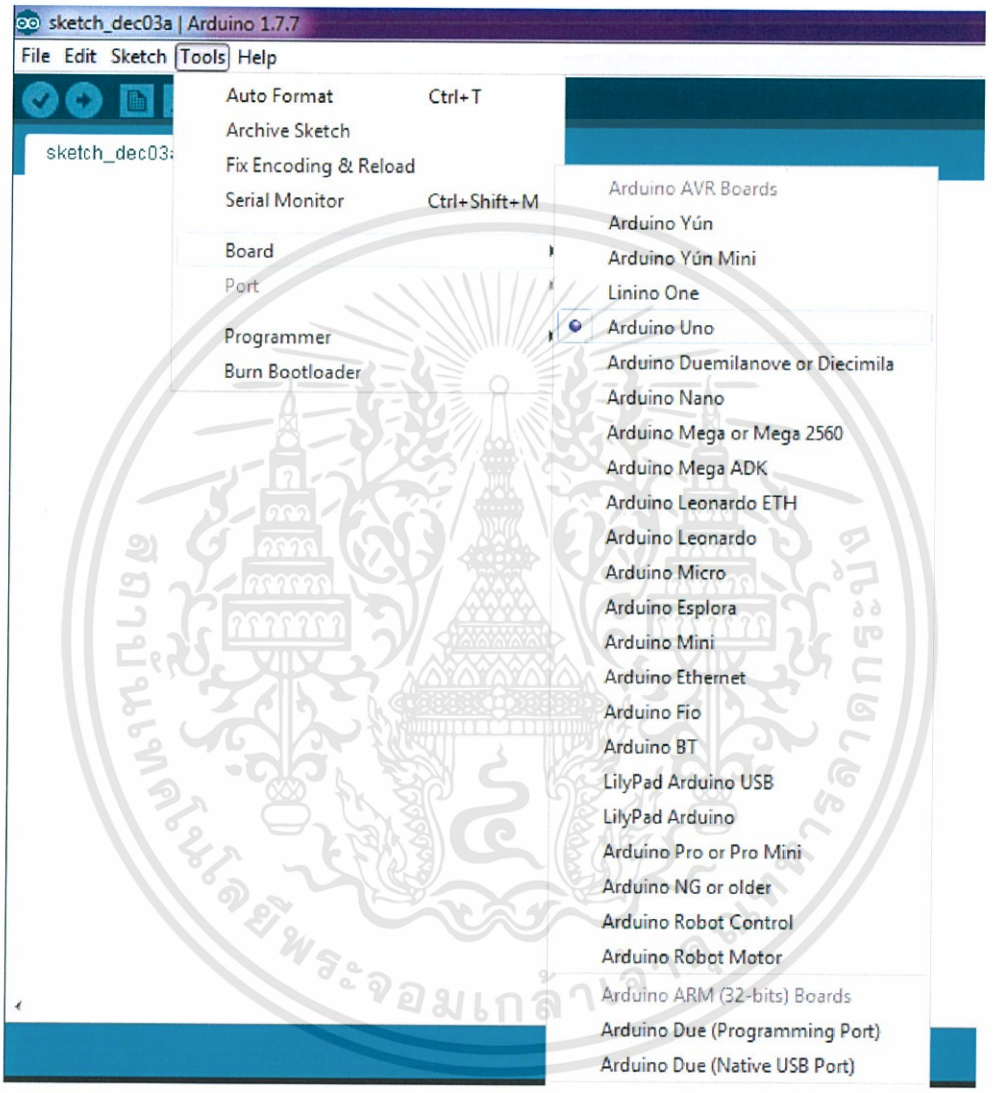
2.7.1.1 เชื่อมต่อบอร์ด ARDUINO เข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ท USB จากนั้นเปิดโปรแกรม ARDUINO จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 หน้าต่างเริ่มต้นโปรแกรม ARDUINO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

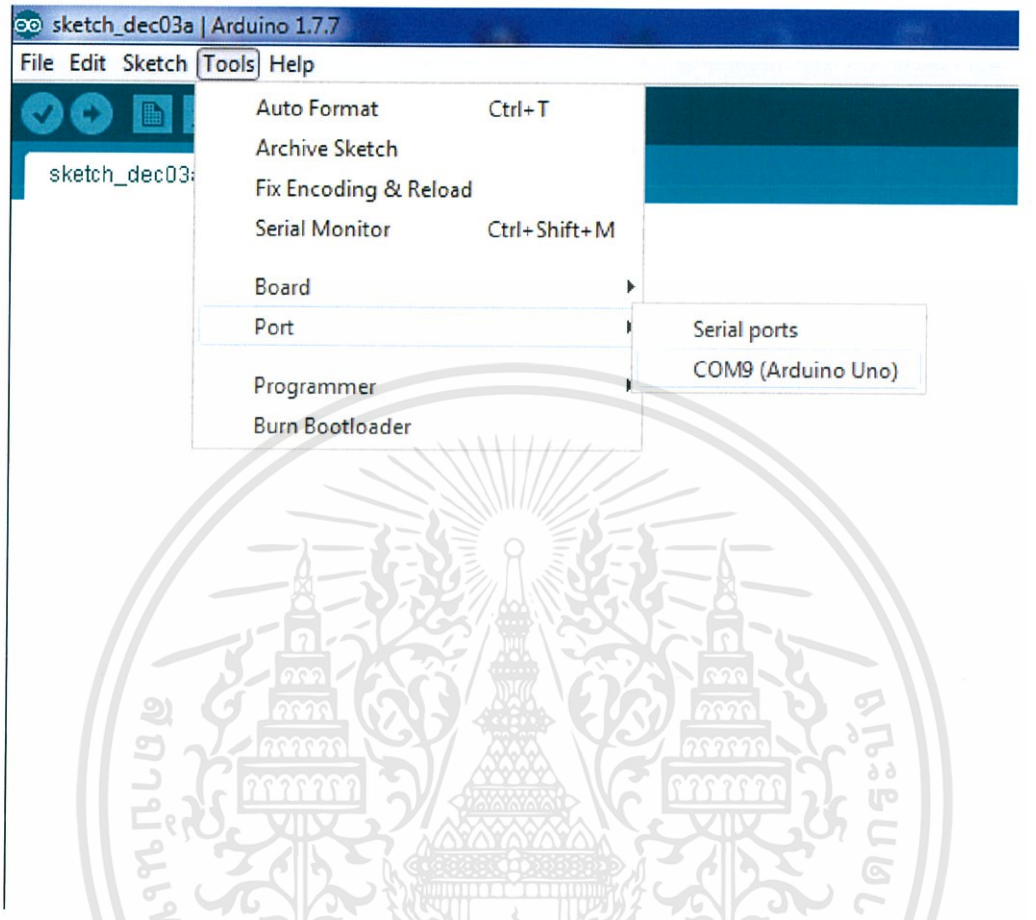
2.7.1.2 การตั้งค่า BOARD คลิกเมนู TOOLS >> BOARD >>เลือก ARDUINO UNO กรณีใช่รุ่นอื่นก็สามารถเลือกให้ตรงกับรุ่นที่ใช้งานได้ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การตั้งค่า BOARD

2.7.1.3 การตั้งค่า Port ใช้งานให้เราไปที่ Tools >> Serial Port >>เลือก COM 9 ดังรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



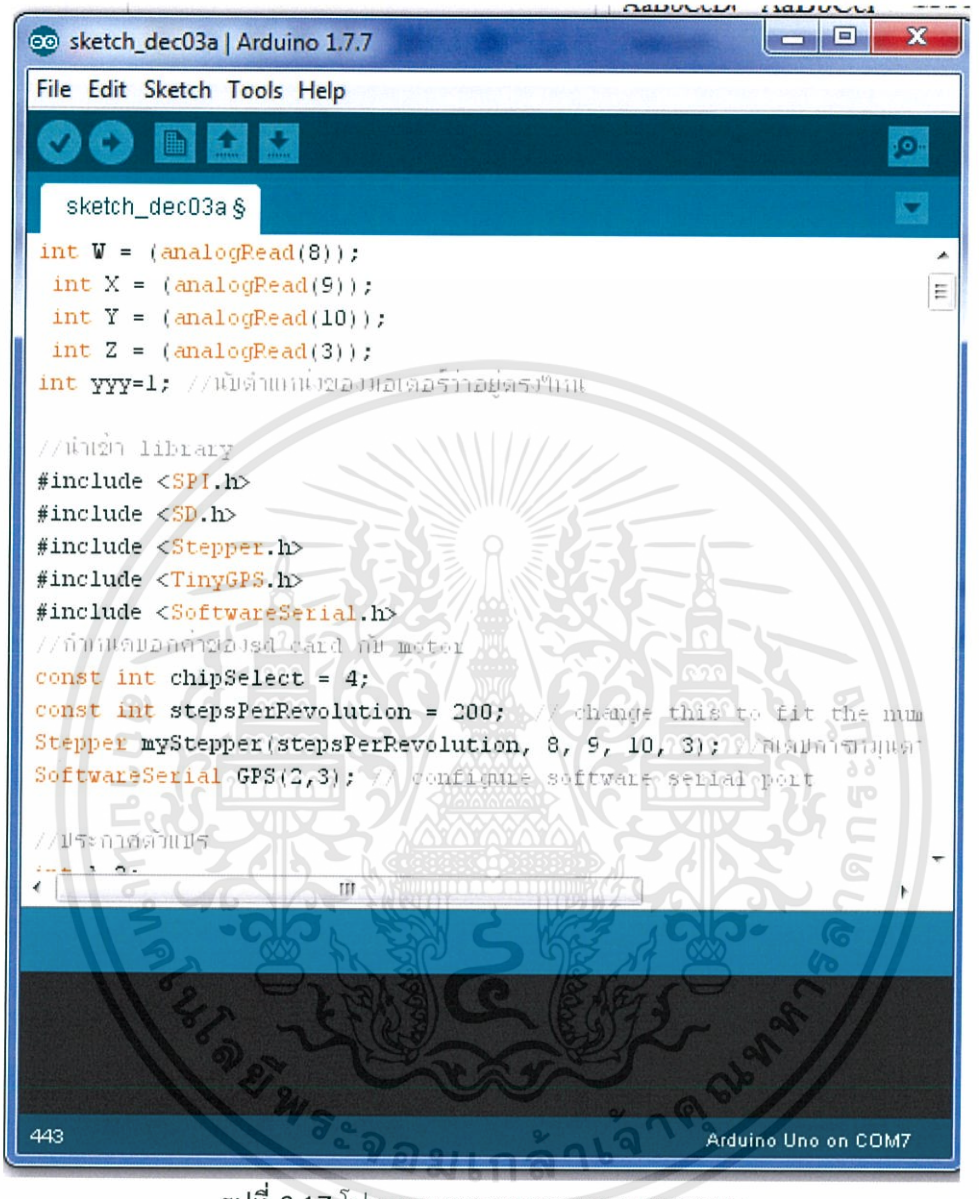
รูปที่ 2.16 การตั้งค่า PORT การใช้งาน

2.7.2 การ Upload โปรแกรม

เมื่อทาการเชื่อมต่อบอร์ด ARDUINO เข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ท USB ทำการตั้งค่าเริ่มต้นต่างๆแล้วโดยโปรแกรมจะสร้างไฟล์ SKETCH เพื่อใช้ในการโปรแกรมลงบอร์ด ARDUINO การ UPLOAD โปรแกรมสามารถทำได้ดังนี้

2.7.2.1 ทำการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมดังรูปที่ 2.17

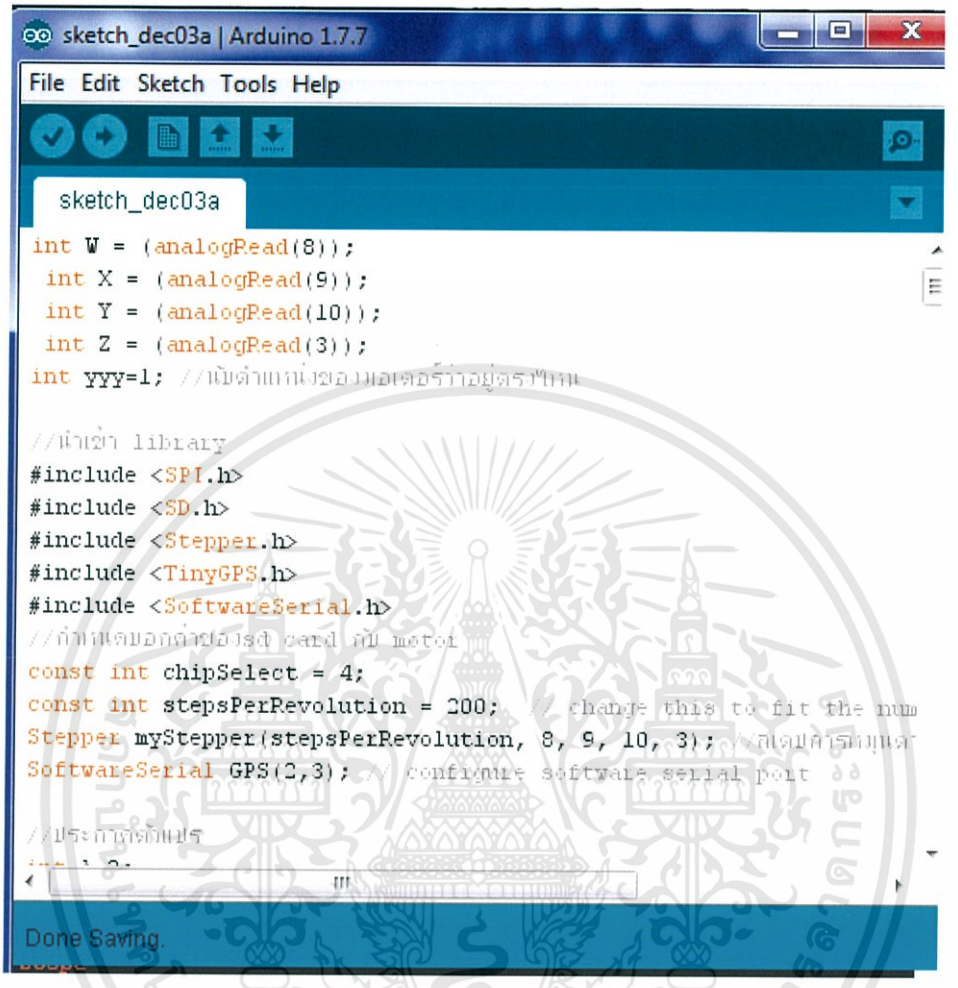
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 โปรแกรมควบคุมการทางานของระบบ

2.7.2.2 ทาการบันทึกโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมรูปแบบ SKETCH.INO โดยคลิกที่เมนู เมื่อทาการบันทึกเรียบร้อยแล้วจะปรากฏข้อความ DONE SAVING ดังรูปที่ 2.18

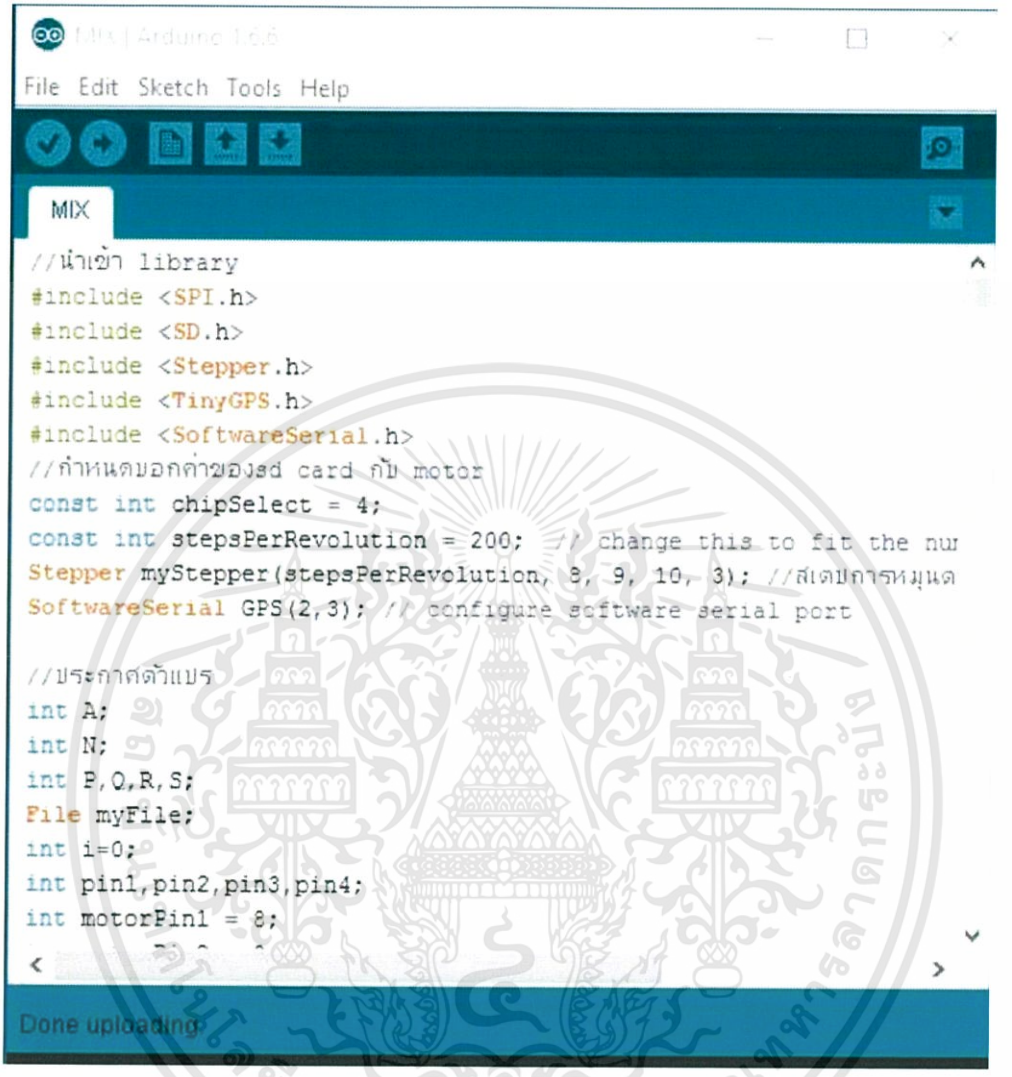
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 การบันทึกโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมรูปแบบ SKETCH.INO

จากรูปที่ 2.18 เมื่อทำการ UPLOAD โปรแกรมเข้าบอร์ด ARDUINO UNO โดยไปที่เมนู FILE->UPLOAD หรือคลิกเมนู เมื่อทำการ UPLOAD โปรแกรมเรียบร้อยแล้วจะปรากฏข้อความ DONE UPLOADING ดังรูปที่ 2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 หลังจากทำการ UPLOAD โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การใช้งานโปรแกรม SOLIDWORKS เบื้องต้น

รูปที่ 2.20 โปรแกรมSOLIDWORKS

2.8.1 ทำความรู้จักกับโปรแกรมSOLIDWORKS

โปรแกรมSOLIDWORKSเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบงานด้าน 3 มิติ (3D) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการออกแบบได้อย่างหลากหลายและเป็นโปรแกรมที่ใช้งานได้ง่ายมากซึ่งใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั้งในระดับการศึกษาและระดับอุตสาหกรรม มีการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัย ทำให้โปรแกรมSOLIDWORKS มีผู้ใช้จำนวนมากเพราะมีแหล่งศึกษาที่หาได้ง่าย

SOLIDWORKS พัฒนาขึ้นในปี1995 โดยบริษัท DASSAULT SYSTEM ในฝรั่งเศสเป็นซอฟต์แวร์เพื่อให้นักออกแบบใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อสร้างตัวอย่างผลิตภัณฑ์จำลองในCOMPUTER ก่อนที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบจริงโดยตัวซอฟต์แวร์จะจัดอยู่ในตระกูลCAD (COMPUTER AIDED DESIGN) ซึ่งสามารถสร้างชิ้นงานจำลองในรูปแบบ 3D SOLID MODELS เป็นแบบงานแยกชิ้น (PART) และแบบงานประกอบ (ASSEMBLY) เพื่อนำไปสร้างเป็น2D STANDARD ENGINEERING ซึ่งมีฟังก์ชั่นการใช้งานดังต่อไปนี้

1. การสร้างPart Solid ใช้วิธีการและเทคโนโลยีSurface Modeling (NURBS)
2. Assembly Modeling สามารถประกอบชิ้นส่วน3 มิติได้เร็วขึ้นโดยมีขนาดไฟล์เล็กลงและใช้หน่วยความจำน้อย
3. Drawing สร้างDrawing 2 มิติจาก3 มิติโดยอัตโนมัติและบันทึกไฟล์เป็น.dwgได้
4. Simulation ใช้ทดสอบการเคลื่อนที่และตรวจสอบชิ้นงานส่วนที่ขัดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Animator สร้างภาพเคลื่อนไหวแสดงการทำงานของชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรกล และสามารถบันทึกไฟล์เป็น.AVI(ไฟล์วีดีโอ)ได้
6. Sheet Metal สามารถสร้างงานพับแบบต่างๆและทำแผ่นคลี่งานโลหะแผ่นได้ MODULE การใช้งานอื่นๆเช่นการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น

เมื่อเปิดโปรแกรม SOLIDWORKS จะมีวินโดวหรือหน้าต่างดังรูปที่ 2.21 ซึ่งมีเมนูหลักคล้ายโปรแกรม MICROSOFT OFFICE

รูปที่ 2.21 หน้าต่างโปรแกรมSOLIDWORKS

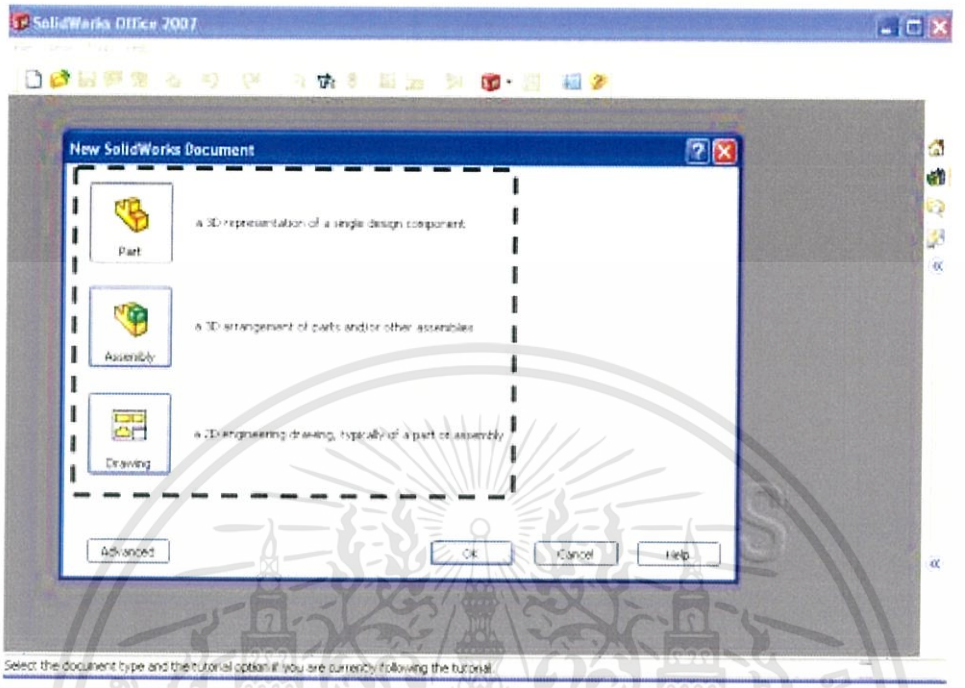
NEW เป็นไอคอนที่คลิกเมื่อต้องการเริ่มสร้างงานใหม่จะประกอบด้วยไฟล์หลายๆไฟล์ให้เลือกใช้ตามวัตถุประสงค์ของงานที่จะทำ

OPEN เป็นไอคอนที่คลิกเมื่อต้องการเปิดไฟล์ที่สร้างแล้วบันทึกเก็บไว้

2.8.1.1 ชนิดของไฟล์ในโปรแกรม SOLIDWORKS

เมื่อคลิกไอคอนNEW ก็จะปรากฏหน้าต่างรูปที่ 2.22 ซึ่งประกอบด้วยไฟล์ที่มีนามสกุลต่างๆตามลักษณะการใช้งานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 หน้าต่างโปรแกรมSOLIDWORKS

PART

เป็นไฟล์ที่ใช้สร้างชิ้นส่วน(PART)หนึ่งไฟล์จะมีเพียงชิ้นส่วนประกอบเดียวเท่านั้นสามารถสร้างให้เป็น2 มิติหรือ3 มิติก็ได้

ASSEMBLY

เป็นไฟล์ที่ใช้สำหรับนำชิ้นส่วนเดี่ยวหรือไฟล์ชิ้นส่วนประกอบย่อย(SUB ASSEMBLIES)มาประกอบกัน

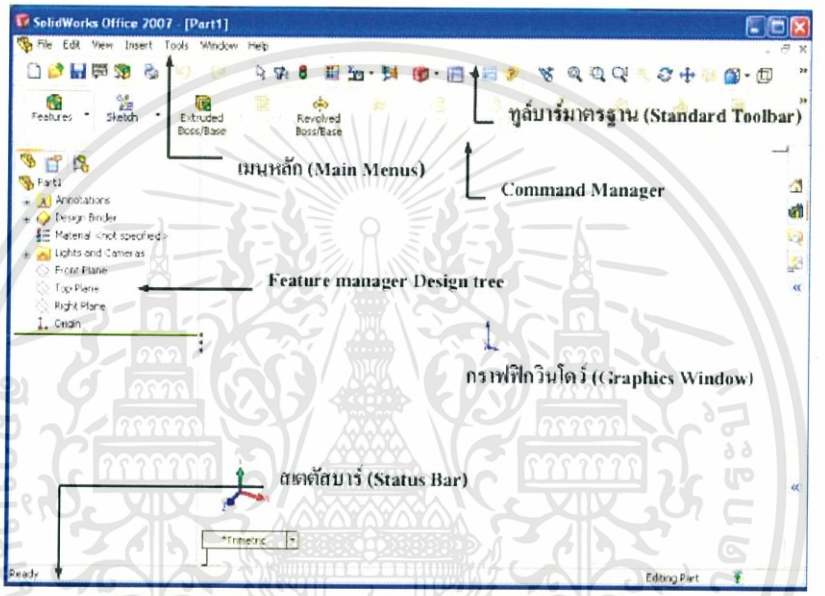
DRAWING

เป็นไฟล์ที่ใช้สร้างงานเขียนแบบสั่งงานผลิต(DRAWING) โดยการนำไฟล์PART หรือไฟล์ASSEMBLY มาวางในไฟล์นี้สามารถกำหนดขนาดและสัญลักษณ์ในการเขียนแบบต่างๆเพื่อนำไปสั่งงานผลิตชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.2 หน้าจอติดต่อกับผู้ใช้งาน(USERINTERFACE)

โปรแกรมSOLIDWORKSจะรันอยู่บนระบบปฏิบัติการซึ่งมีเมนูบาร์ทูลบาร์ต่างๆให้ใช้งานอย่างง่ายๆเหมือนโปรแกรมอื่นๆที่รันบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ทั่วไปจะมีส่วนประกอบต่างๆดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.23 หน้าต่างโปรแกรมSOLIDWORKS

MAIN MENUSเป็นแถบคำสั่งที่เรียกใช้งานโดยใช้เมาส์เลือกจะแสดงชื่อ

STANDARD TOOLBAR เป็นคำสั่งมาตรฐานของวินโดวและโปรแกรมSOLIDWORKSและเป็นที่อยู่

COMMAND MANAGER ของแถบเครื่องมือของโปรแกรมSOLIDWORKSสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามผู้ใช้ต้องการ

FEATUREMANAGER DESIGN TREE เป็นที่อยู่ของBROWSER จะแสดงประวัติขั้นตอนการทำงานว่าใช้เครื่องมือชนิดใดวิธีใดมาบ้างและพร้อมที่จะแก้ไขได้ตลอดเวลา

GRAPHICS WINDOW เป็นพื้นที่ที่ใช้เขียนแบบ2 มิติและ3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STATUS BAR เป็นตำแน่งที่แสดงข้อความบอกให้ทราบว่าคุณทำงานถึงขั้นตอนไหนและเป็นสิ่งที่คอยอธิบายให้คุณทำอะไรต่อไป

2.8.1.3 มุมมองของวัตถุในโปรแกรมSOLIDWORKS

มุมมองหรือการมองภาพแบบต่างๆในโปรแกรมSOLIDWORKSจะช่วยอำนวยความสะดวกในการมองภาพและการเขียนแบบคำสั่งที่ใช้แสดงมุมมองแบบต่างๆ (VIEWTOOL) จะอยู่บนทูลบาร์มาตรฐานดังรูปที่ 2.22

รูปที่ 2.24 ทูลบาร์มาตรฐานของโปรแกรมSOLIDWORKS

ต่อไปนี้จะเป็นการอธิบายถึงความหมายและวิธีการใช้ไอคอนมุมมองต่างๆ (VIEWTOOL) จะอยู่บนทูลบาร์มาตรฐานดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 ความหมายและวิธีการใช้ไอคอนมุมมองต่างๆ(VIEWTOOL) บนทูลบาร์มาตรฐาน

ไอคอน	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้งาน
	PREVIOUS VIEW	แสดงภาพของวัตถุในมุมมองก่อนหน้าที่แสดงอยู่ในปัจจุบันโดยการคลิกที่ไอคอน
	ZOOM TO FIT	แสดงภาพของวัตถุทั้งหมดตามขอบเขตของจอภาพโดยการคลิกที่ไอคอน
	ZOOM TO AREA	ขยายภาพของวัตถุบางส่วนตามกรอบของหน้าต่างที่เลือกโดยการคลิกที่ไอคอนเลือกตำแหน่งที่ต้องการขยายโดยการสร้างกรอบหน้าต่างครอบตำแหน่งนั้นๆ
	ZOOM IN-OUT	ขยายหรือย่อภาพของวัตถุโดยคลิกที่ไอคอนหรือหมุนปุ่มกลางของเมาส์เข้า-ออก
	ZOOM TO SELECTION	ขยายพื้นผิวที่เลือกโดยการเลือกพื้นผิวของภาพแล้วคลิกที่ไอคอน
	ROLATE VIEW	การหมุนวัตถุโดยการกดปุ่มกลางของเมาส์ค้างไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		หมุนได้ตามความต้องการ
	PAN	เคลื่อนย้ายวัตถุไปยังตำแหน่งที่ต้องการโดยการคลิกเมาส์ปุ่มซ้ายที่วัตถุค้างไว้เลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ
	STANDARD VIEW	การเปลี่ยนมุมมองไปยังมุมมองมาตรฐาน
	NORMAL TO	การเปลี่ยนมุมมองของภาพให้ขนานกับระนาบหรือพื้นผิวที่ราบเรียบ
	WIRE FRAME	การให้วัตถุแสดงเฉพาะเส้นเต็ม
	HIDDEN LINES VISIBLE	การให้วัตถุแสดงเส้นที่มองเห็นเฉพาะเส้นเต็มส่วนเส้นที่มองไม่เห็นจะแสดงเป็นเส้นประ
	HIDDEN LINES REMOVED	แสดงเฉพาะเส้นที่มองเห็นเท่านั้นส่วนเส้นที่มองไม่เห็นจะแสดงเป็นเส้นประ
	SHADED WITH EDGES	การให้แสงเงาแก่วัตถุและให้แสดงเส้นที่ขอบรูปทุกเส้น
	SHADED	การให้แสงเงาแก่วัตถุแต่ไม่ให้แสดงเส้นที่ขอบรูปทุกเส้น
	SECTION VIEW	การให้แสดงภาพตัดของวัตถุตามตำแหน่งที่ต้องการ

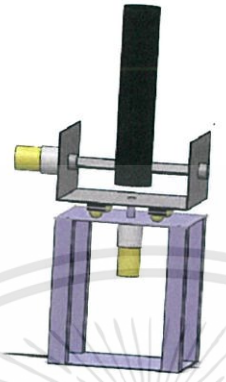
2.8.1.4 วิธีการสร้างชิ้นส่วน 3 มิติด้วยโปรแกรมSOLIDWORKS

การสร้างชิ้นส่วน3 มิติด้วยโปรแกรมSOLIDWORKSส่วนใหญ่จะมีขั้นตอนในการสร้างอยู่4 ขั้นตอนคือ

1. สเกตช์ภาพด้วยเส้นหรือภาพรูปทรงเรขาคณิตเป็นภาพ 2 มิติ
2. กำหนดความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตให้ภาพสเกตช์นั้นๆ
3. กำหนดขนาดให้ภาพสเกตช์
4. สร้างเนื้อของชิ้นส่วนให้เป็น3 มิติโดยใช้ฟีเจอร์ต่างๆ(Feature)

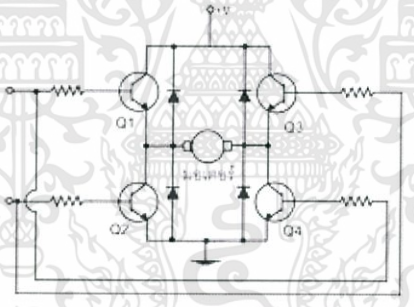
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 ตัวอย่างชิ้นงานที่ได้จากการออกแบบด้วยโปรแกรม SOLIDWORK



รูปที่ 2.25 ชิ้นงานจากการออกแบบด้วย SOLIDWORKS

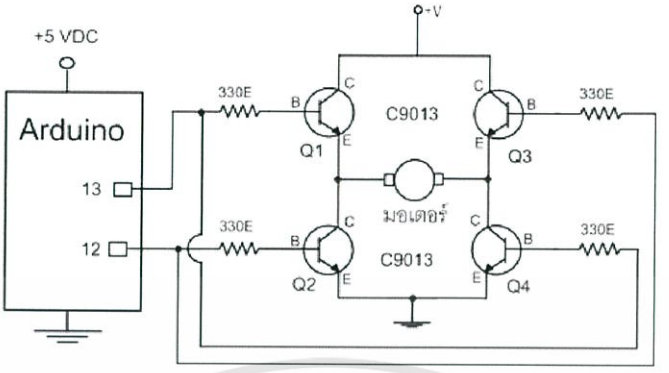
2.9 วงจรขับมอเตอร์ (L293D)



รูปที่ 2.26 วงจรขับมอเตอร์กลับทางหมุน

ในวงจรดังกล่าวจะใช้ทรานซิสเตอร์ 4 ตัว ในการควบคุมมอเตอร์ 1 ตัว โยอาจจะใช้ทรานซิสเตอร์ NPN หรือ PNP ก็สามารถทำได้แต่จะมีการออกแบบที่แตกต่างกันออกไป ในการทำงานนั้น ทรานซิสเตอร์ จะทำงานเพียง 2 ตัว เท่านั้น เพื่อควบคุมการหมุนด้านหนึ่ง และ จะสลับการทำงานอีก 2 ตัว เพื่อควบคุมหรือสลับการหมุนของมอเตอร์ ดังนั้น ในการป้อนไฟ ไปจะเลี่ยงทรานซิสเตอร์ 2 ตัวเท่านั้นที่ทำงาน อีก 2 ตัว จะหยุดทำงาน จนกว่าเราจะสลับการทำงาน)(ห้ามป้อนไฟให้ทรานซิสเตอร์ทำงานพร้อมกันทั้งหมด) แต่ในการออกแบบมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น วงจรอาจจะออกแบบให้มีระบบป้องกันที่มากขึ้นและซับซ้อมขึ้นตามไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 การต่อวงจรกับARDUINO

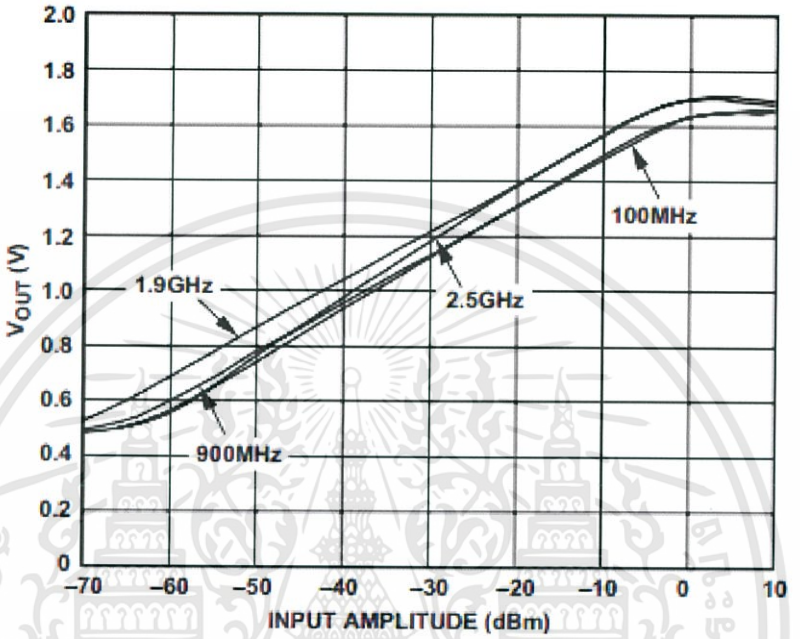
2.10 AD8313 RF POWER DETECTOR

รูปที่ 2.28 วงจรAD8313 RF POWER DETECTOR

โดย AD8313 RF POWER DETECTOR อุปกรณ์นี้จะต่อกับแรงดัน 12VDC แรงดันเอาต์พุต AD8313 จะถูกส่งไปยังสัญญาณขา 5 สำหรับการตรวจวัด 18MV / DB (O3)ขา 4 สำหรับการตรวจวัด 50 MV / DB (O2)ขา 3 สำหรับการตรวจวัด 100MV / DB (O1)หากใช้ชิป OP-AMP ควรจะขับเคลื่อนด้วยแรงดันสูง (12V) เพื่อที่จะสามารถส่งแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้นในระดับที่สูงขึ้น ปัจจุบันของบอร์ดมีจัมเปอร์ใหม่ (J3) เพื่อเลือก 3.3V หรือ 5V สำหรับแรงดันไฟฟ้าปฏิบัติการชิป การลดแรงดันทำให้ชิปมีความไวต่อสัญญาณพลังงานต่ำ หากเลือกที่จะทำงานที่แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถใช้ลดทอนสัญญาณภายนอกที่จะขยายช่วงไดนามิก การทำงานที่ 5V ยังเป็นไปได้โดยการวางจัมเปอร์ J3 ที่ตำแหน่ง 5V ทำงานในย่านความถี่ 0.1 GHZ ถึง 2.5 GHZ



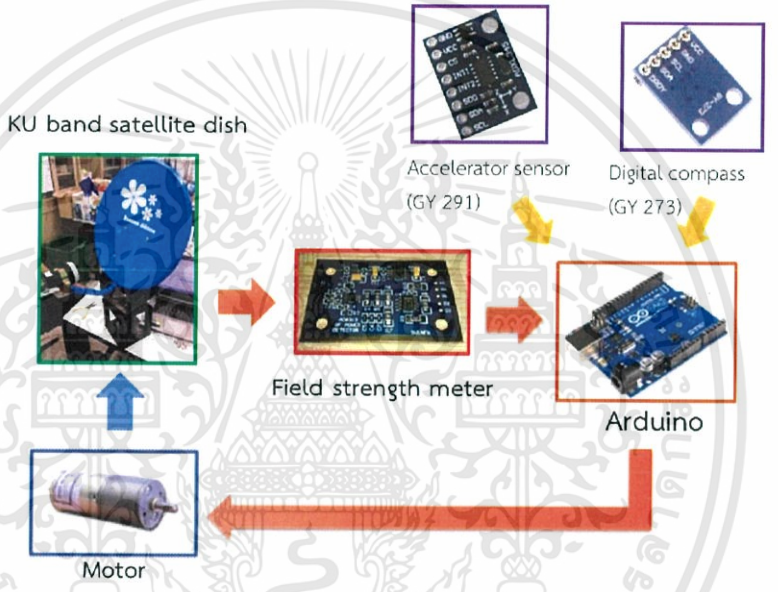
รูปที่ 2.29 กราฟแรงดันเอาต์พุตเทียบกับแอมพลิจูดของเอาต์พุตในย่านความถี่ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการจัดทำโครงงาน

3.1 การออกแบบ

การออกแบบของระบบโดยใช้ ARDUINO ในการควบคุมการทางาน แต่ละส่วนของระบบ แสดงดังแผนผังการทางานได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 BLOCK-DIAGRAM

อุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมอัตโนมัติ มีส่วนหลัก 2 ส่วน คือ ซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ใช้โปรแกรม ARDUINO ในการเขียนโปรแกรมเพื่อออกแบบและควบคุมมอเตอร์ที่ติดอยู่กับจานรับสัญญาณตามมุมของดาวเทียมเพื่อหาความแรงของสัญญาณที่มากที่สุด ส่วนฮาร์ดแวร์ใช้ AD8313 RF POWER DETECTOR เป็นตัววัดให้แน่ใจว่าความแรงของสัญญาณนั้นมีความแรงตามที่จานรับสัญญาณหมุนไปจริง

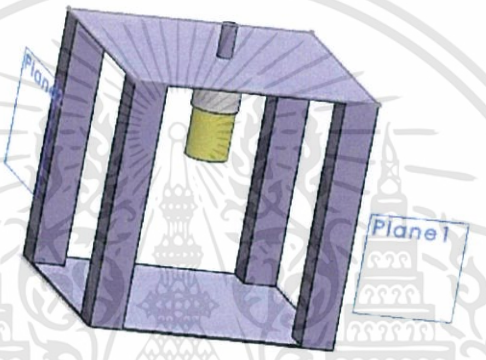
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์

3.1.1.1 การออกแบบอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียม

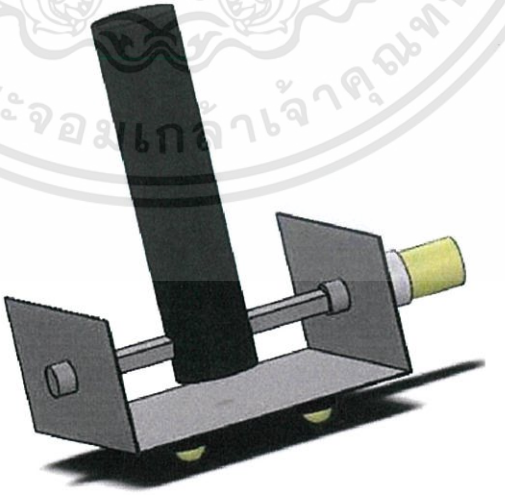
ทำการออกแบบจำลองอุปกรณ์ในส่วนของการหมุนจานรับสัญญาณดาวเทียมแบบ 3 มิติ โดยใช้โปรแกรมที่เรียกว่า “SOLIDWORKS” โดยจะออกแบบเป็น 2 ส่วนคือ

ส่วนฐานจะเป็นส่วนสำหรับติดตั้งมอเตอร์สำหรับหมุนในส่วนบนโดนทำการหมุนตามมุมกวาดและรับน้ำหนักจานรับสัญญาณดาวเทียมโดยมีขนาดความสูงที่ 15 เซนติเมตร กว้าง 15 เซนติเมตรโดยมีมอเตอร์วางไว้ตรงกลางเพื่อทำการหมุนดังรูป 3.2



รูปที่ 3.2 ฐานสำหรับหมุนมอเตอร์ตามมุมกวาด

ส่วนบนเป็นส่วนสำหรับเชื่อมต่อกับจานรับสัญญาณดาวเทียมมีมอเตอร์ควบคุมการปรับมุมเงย ทำการติดล้ออิสระทั้ง 2 มุม เพื่อรับน้ำหนักของจาน

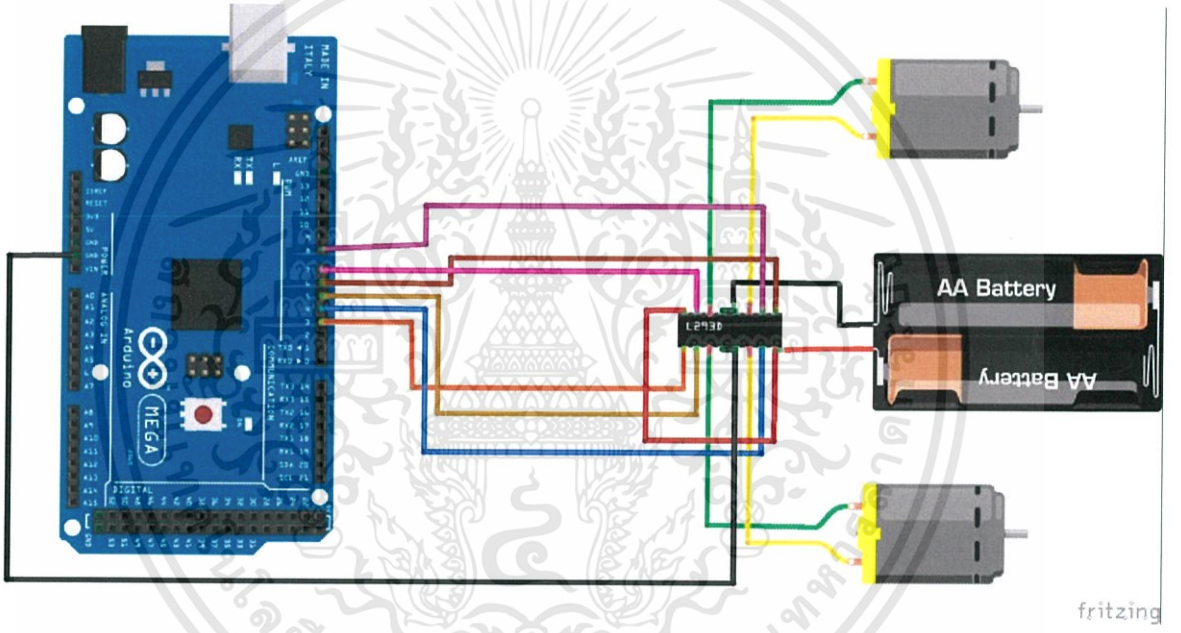


รูปที่ 3.3 ส่วนบนสำหรับหมุนมอเตอร์ตามมุมเงย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.2 วงจรขับมอเตอร์กระแสตรง

ในระบบการทำงานในมอเตอร์กระแสตรงในการปรับทิศทางของอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมเพื่อรับความเข้มของสัญญาณที่ดีที่สุด ซึ่งการควบคุมอุปกรณ์ขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรง จะใช้กระแสขับสูงเพื่อสร้างแรงบิดจึงไม่สามารถต่อกับ MICROCONTROLLER ได้โดยตรง ดังนั้นต้องมีอุปกรณ์ขับกระแสเชื่อมต่อระหว่าง MICROCONTROLLER กับ มอเตอร์กระแสตรง คือ IC ขับกระแสเบอร์ L293D จ่าย ใช้สำหรับควบคุมมอเตอร์กระแสตรงเพื่อควบคุมทิศทางของอุปกรณ์ทั้งในมุมกวาด และมุมเงย แสดงดังรูปที่ 3.4

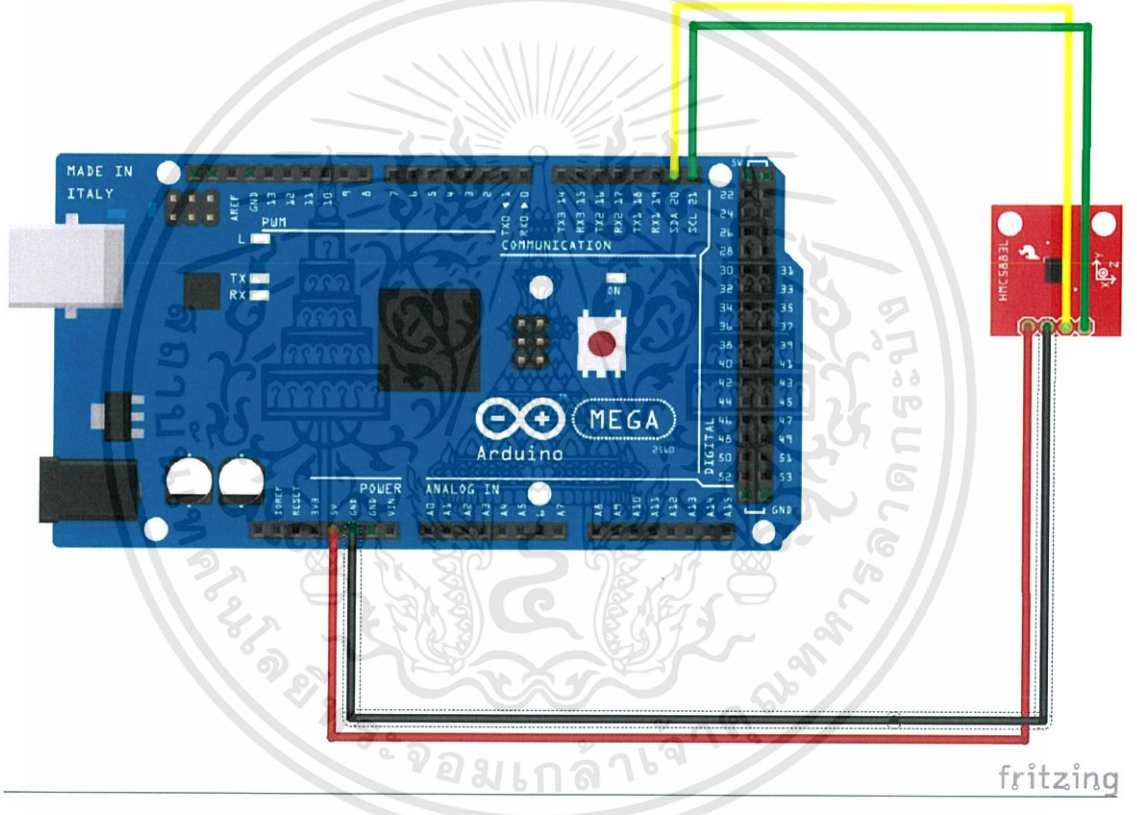


รูปที่ 3.4 วงจรขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.3 วงจร COMPASS MODULE

ในส่วนของการหาทิศทางของอุปกรณ์รับสัญญาณในมุมกวาด โดยใช้ COMPASS MODULE วัดสนามแม่เหล็กในสามทิศทาง ทำหน้าที่ในการเป็นเซ็นเซอร์สามารถจับสนามแม่เหล็กในสามแกน แสดงค่ามุมเมื่อเทียบกับทิศเหนือเป็นตัวเลข โดยจ่ายไฟเลี้ยงแรงดัน 5V ซึ่งมีการเชื่อมต่อเข้ากับ ARDUINO ดังรูปที่ 3.5

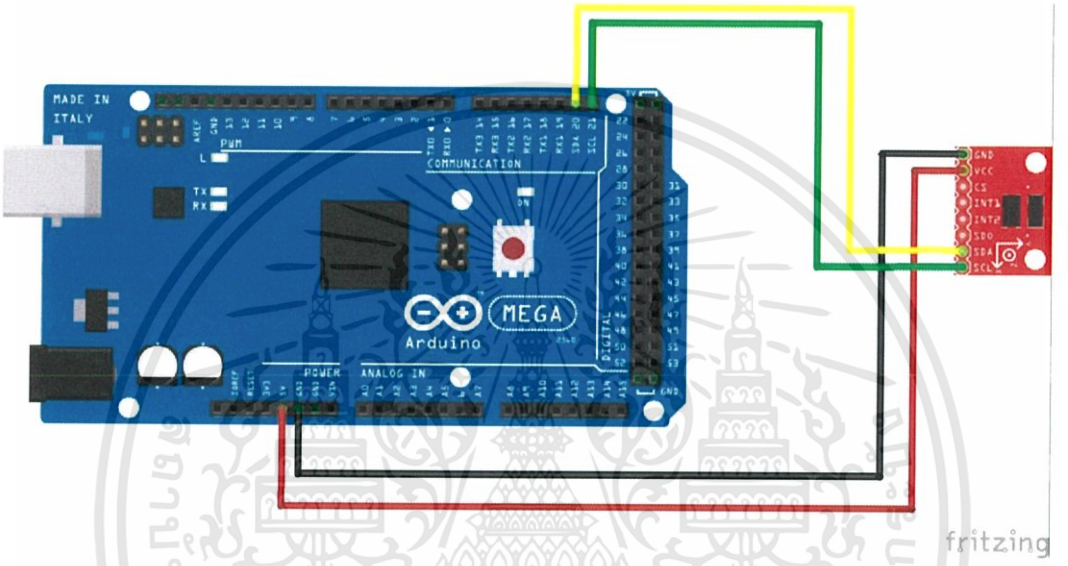


รูปที่ 3.5 วงจร COMPASS MODULE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.4 วงจร ACCELEROTOR SENSOR

ในส่วนของการหาทิศทางของอุปกรณ์รับสัญญาณในมุมเงย โดยใช้ ACCELERATOR SENSOR ทำหน้าที่ในการเป็นเซ็นเซอร์สามารถจับสนามแม่เหล็กในสามแกน แสดงค่ามุมเมื่อเทียบกับแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นตัวเลข ซึ่งมีการเชื่อมต่อเข้ากับ ARDUINO ดังรูปที่ 3.6

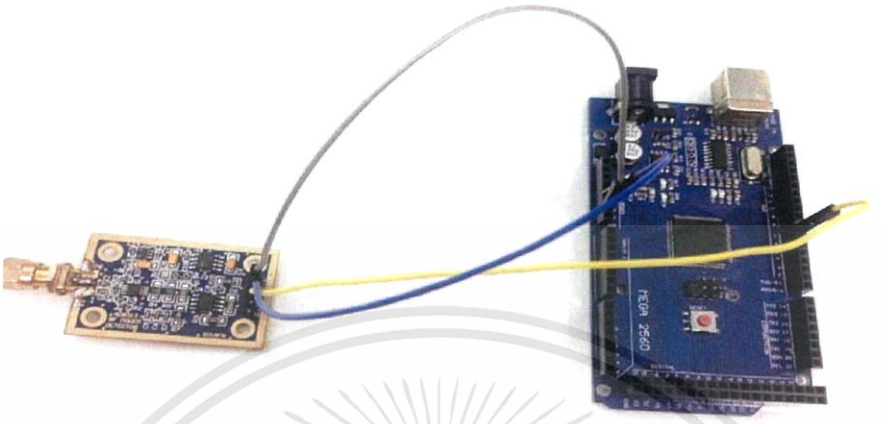


รูปที่ 3.6 วงจร ACCELERATOR SENSOR

3.1.1.5 วงจร FIELD STRENGHT METER

ในส่วนของการวัดความเข้มของสัญญาณโดยใช้ AD8313 RF POWER DETECTOR ทำหน้าที่ตรวจสอบความแรงของสัญญาณแสดงผลผ่าน SERIAL MONITOR โดยใช้แรงดัน 5V ซึ่งมีการเชื่อมต่อเข้ากับ ARDUINO ดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



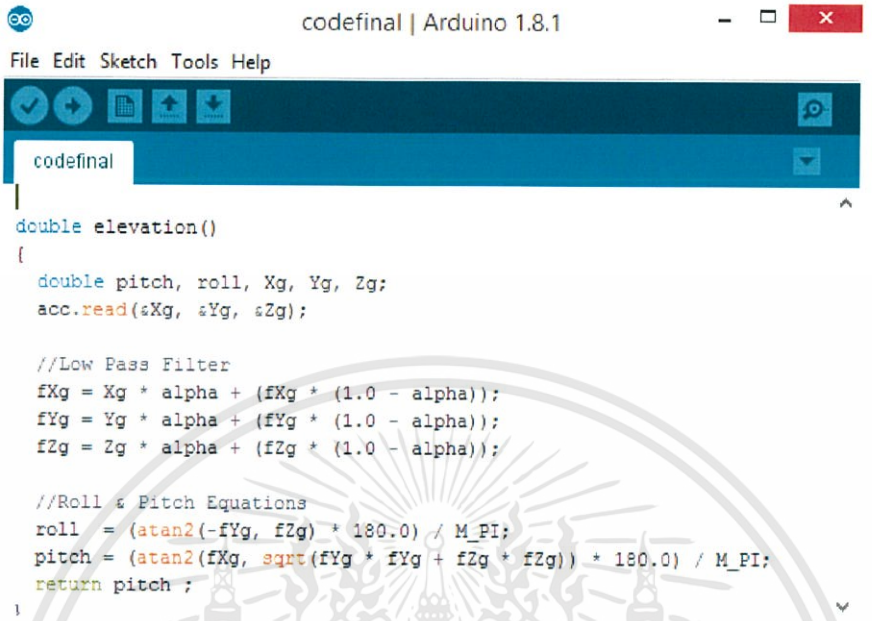
รูปที่ 3.7 วงจร FIELD STRENGHT METER

3.1.2 การออกแบบด้านซอฟท์แวร์

การออกแบบด้านซอฟท์แวร์ใช้โปรแกรม ARDUINO เป็นโปรแกรมที่ใช้เขียนภาษา C ลงในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เรียกว่า ARDUINO ซึ่งการเขียนโปรแกรมนั้นจะเป็นการควบคุมการทำงานทั้งหมดของอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมอัตโนมัติให้ทำงานเป็นไปตามที่กำหนด

รูปที่ 3.8 โปรแกรมดึงค่าจากโมดูลเข็มทิศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

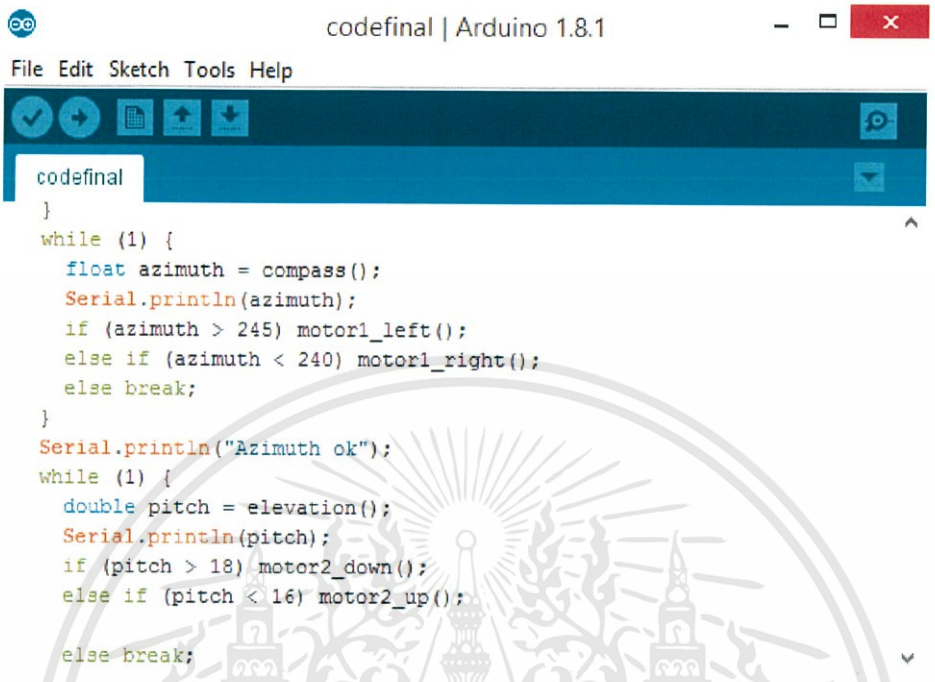


รูปที่ 3.9 โปรแกรมดึงค่าจากโมดูลเข็มทิศในมุมเงย

จากรูปที่ 3.9 แสดงโปรแกรมดึงค่ามุมจากวงจร COMPASS MODULE และวงจร ACCELERATOR SENSOR เพื่อสั่งการวงจรขับมอเตอร์ให้หมุนไปตามทิศทางที่กำหนด ดังรูปที่ 3.10 และ3.11

รูปที่ 3.10 โปรแกรมสั่งวงจรขับมอเตอร์ในทิศที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

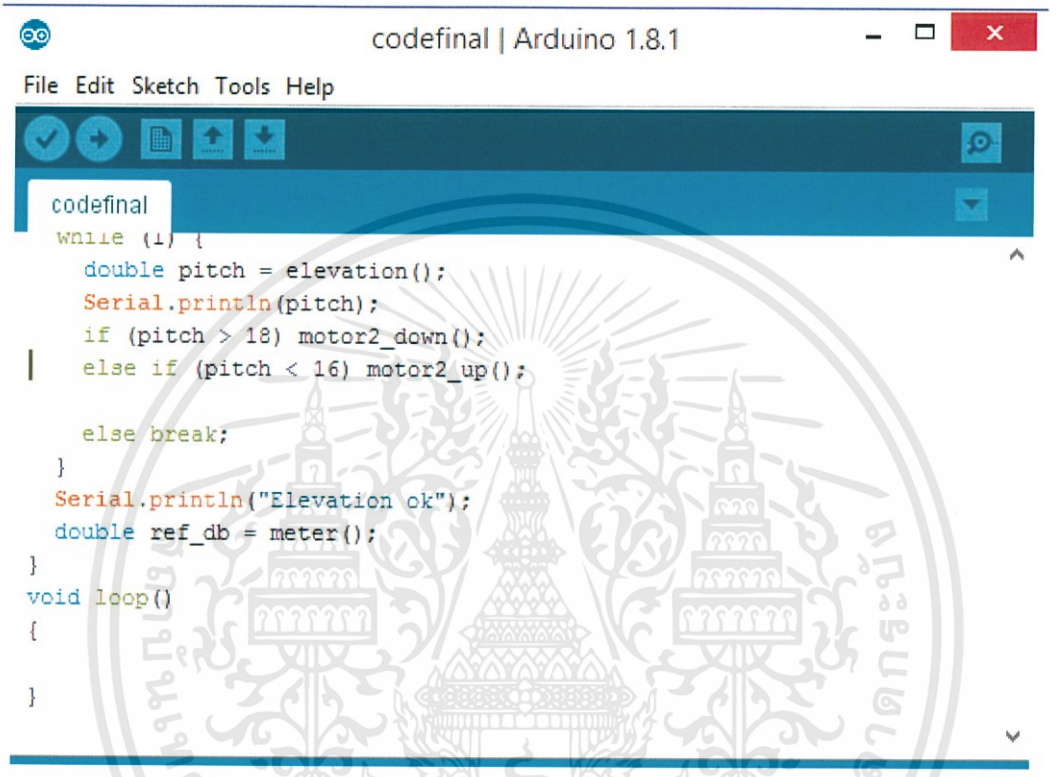


รูปที่ 3.11 โปรแกรมทำให้มุมกวาดไปตำแหน่ง 240-245 องศา และมุมเงยตำแหน่ง 16-18 องศา

รูปที่ 3.12 โปรแกรมวัดสัญญาณที่ได้จากวงจร FIELD STRENGHT METER

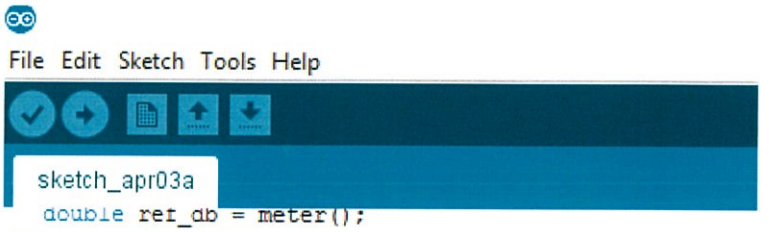
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.12 แสดงโปรแกรมวัดสัญญาณที่รับค่าจากวงจร FIELD STRENGHT METER เพื่อแสดงค่า ดังรูปที่ 1.13



รูปที่ 3.13 โปรแกรมแสดงค่าที่ได้จากวงจร FIELD STRENGHT METER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

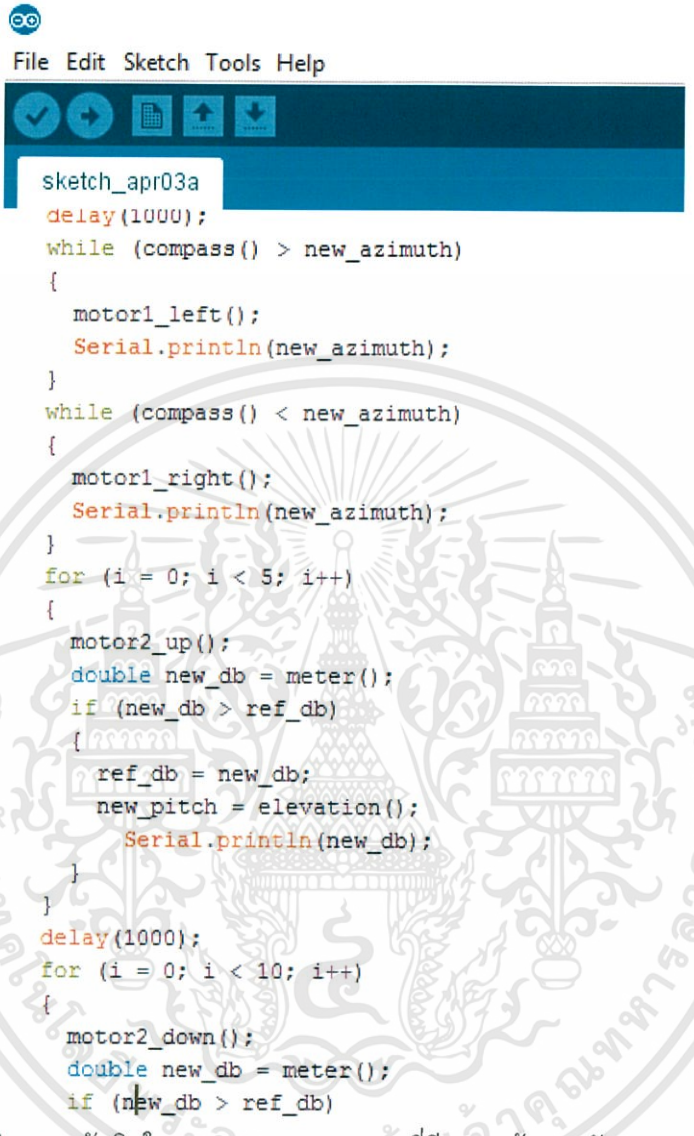



```
  double ref_db = meter();
for (i = 0; i < 5; i++)
  {
    motor1_left();

    double new_db = meter();
    if (new_db > ref_db)
    {
      ref_db = new_db;
      new_azimuth = compass();
     Serial.println(new_db);
    }
  }
  delay(1000);
  for (i = 0; i < 10; i++)
  {
    motor1_right();
    double new_db = meter();
    if (new_db > ref_db)
    {
      ref_db = new_db;
      new_azimuth = compass();
        Serial.println(new_db);
    }
  }
  delay(1000);
  while (compass() > new_azimuth)
  {
```

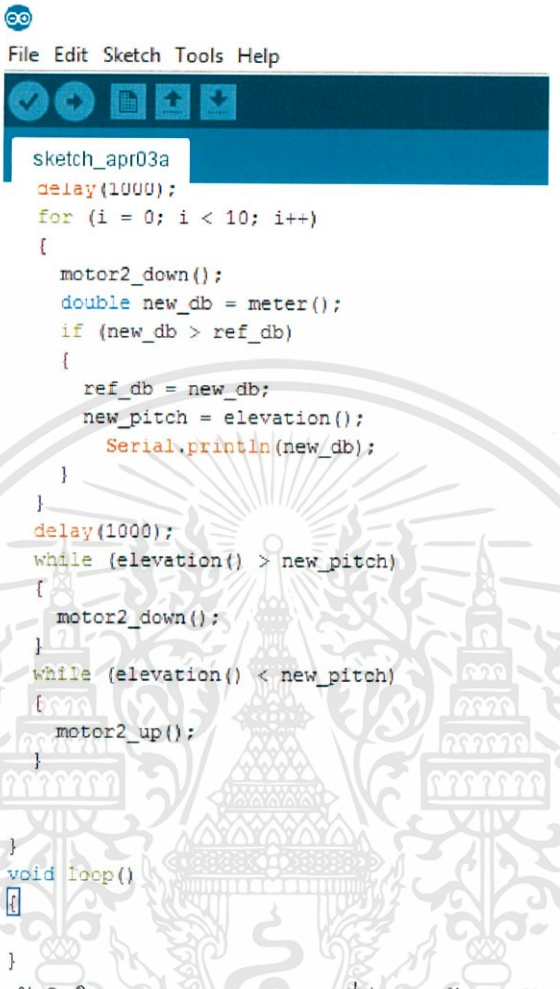
รูปที่ 3.14 โปรแกรมตัดสินใจหามุมกวาดและมุมเงยที่มีความเข้มของสัญญาณมากที่สุด (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 โปรแกรมตัดสินใจหามุมกวาดและมุมเงยที่มีความเข้มของสัญญาณมากที่สุด (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



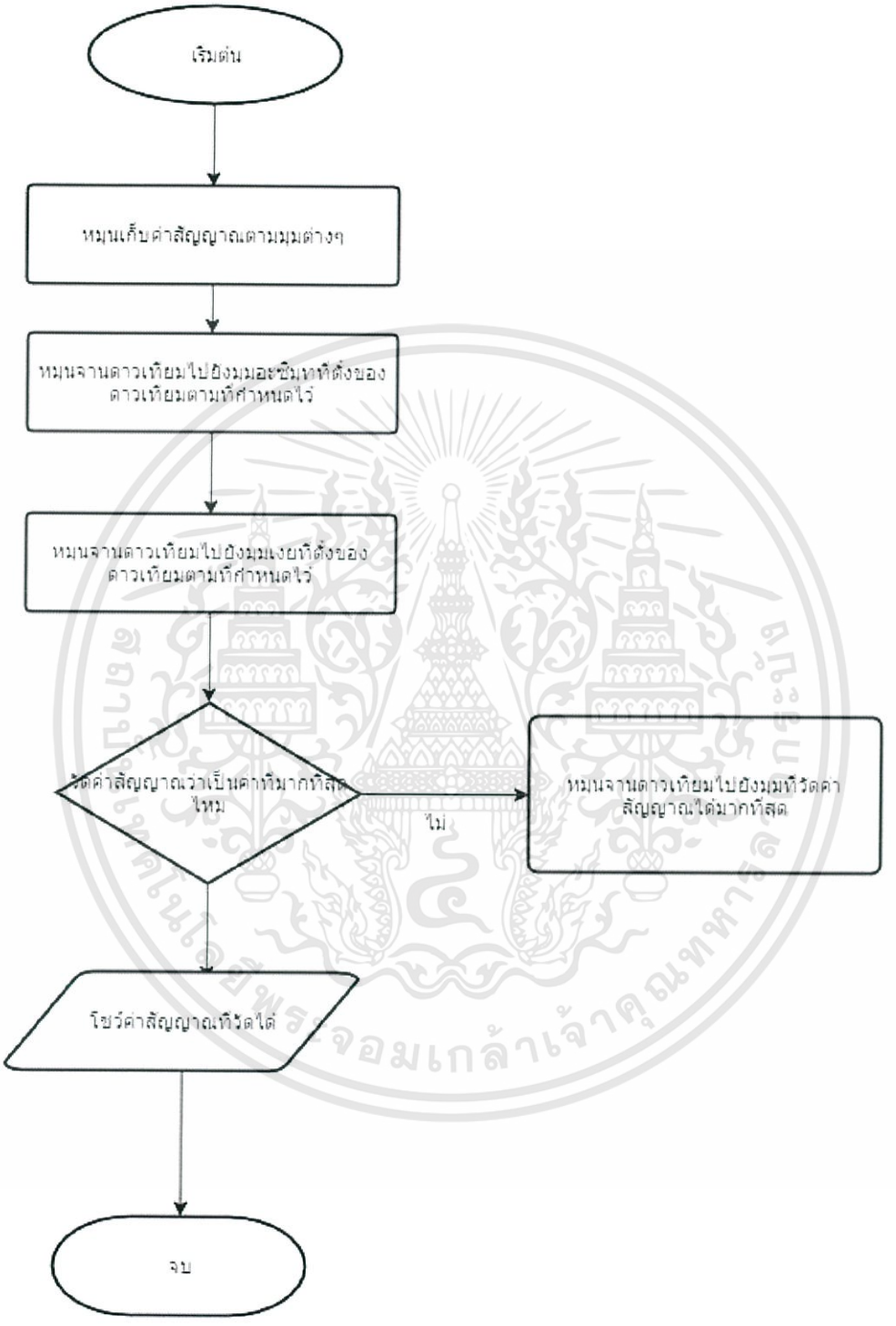
รูปที่ 3.16 โปรแกรมตัดสินใจหามุมกวาดและมุมเงยที่มีความเข้มของสัญญาณมากที่สุด (3)

จากรูปที่ 3.14,3.15 และ3.16 แสดงโปรแกรมตัดสินใจที่สามารถรับค่าสัญญาณจากดาวเทียมไทยคม 5 ในย่านความถี่ KU-BAND ให้มีความเข้มของสัญญาณที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยรับค่าจาก วงจร FIELD STRENGHT METER

3.1.2.1 FLOW CHART

การทำงานโมดูลเข็มทิศส่งข้อมูลพิกัดของอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมที่หันหน้าเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับตำแหน่งและข้อมูลการ กระจายสัญญาณของดาวเทียมไทยคม 5 ในย่านความถี่ KU-BAND โดยใช้ ARDUINO ในการควบคุมและปรับทิศทางอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมเพื่อจับ ความเข้มของสัญญาณที่ดีที่สุด แสดงดังรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 FLOW CHART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO UNO R3	1	ตัว
2. COMPASS MODULE	1	ตัว
3. ACCELERATOR SENSOR	1	ตัว
4. AD8313 RF POWER DETECTOR	1	ตัว
5. วงจรขับมอเตอร์ (L293D)	1	ตัว
6. DC MORTOR	2	ตัว
7. จานรับสัญญาณ	1	ชุด
8. หม้อแปลงไฟฟ้ากระแสตรง 12 V	1	ตัว
9. บอร์ดทดลอง	1	แผ่น

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

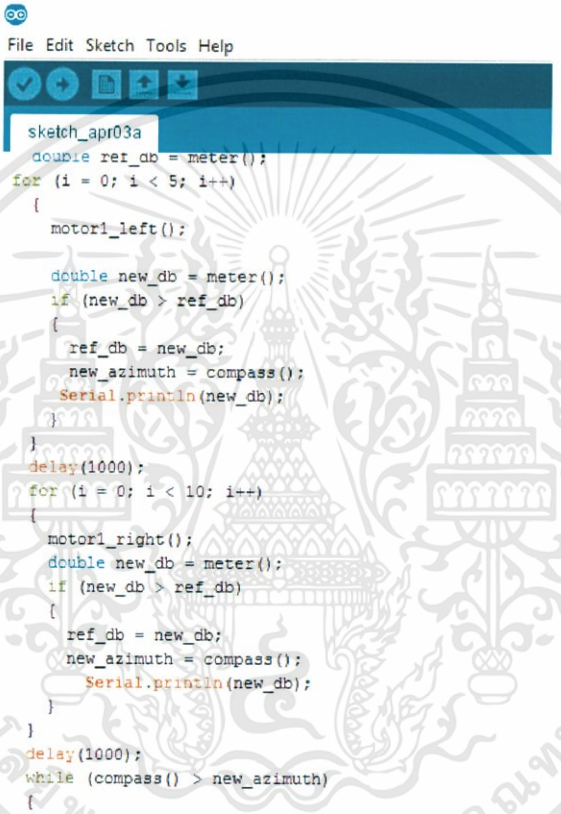
อุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมอัตโนมัติ ประกอบด้วยการทำงานร่วมกันของ COMPASS MODULE, ACCELERATOR SENSOR ,วงจรขับมอเตอร์ (L293D) และ ARDUINO โดยจะเขียนโปรแกรมให้โมดูลเข็มทิศส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งของอุปกรณ์รับสัญญาณจากดาวเทียมที่หันหน้าไปประกอบกับการขับมอเตอร์เพื่อหาตำแหน่งที่สามารถรับสัญญาณที่ดีที่สุด โดยแสดงผลผ่านการรับชมสัญญาณโทรทัศน์ผ่านอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียม จัดเก็บข้อมูลรับความเข้มของสัญญาณจากวงจร FIELD STRENGHT METER ผ่าน Serial Monitorในตำแหน่งต่างๆที่ใกล้เคียงกับตำแหน่งที่รับสัญญาณได้ดีที่สุด ซึ่งได้กล่าวไว้ในบทที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การทำงานของระบบ

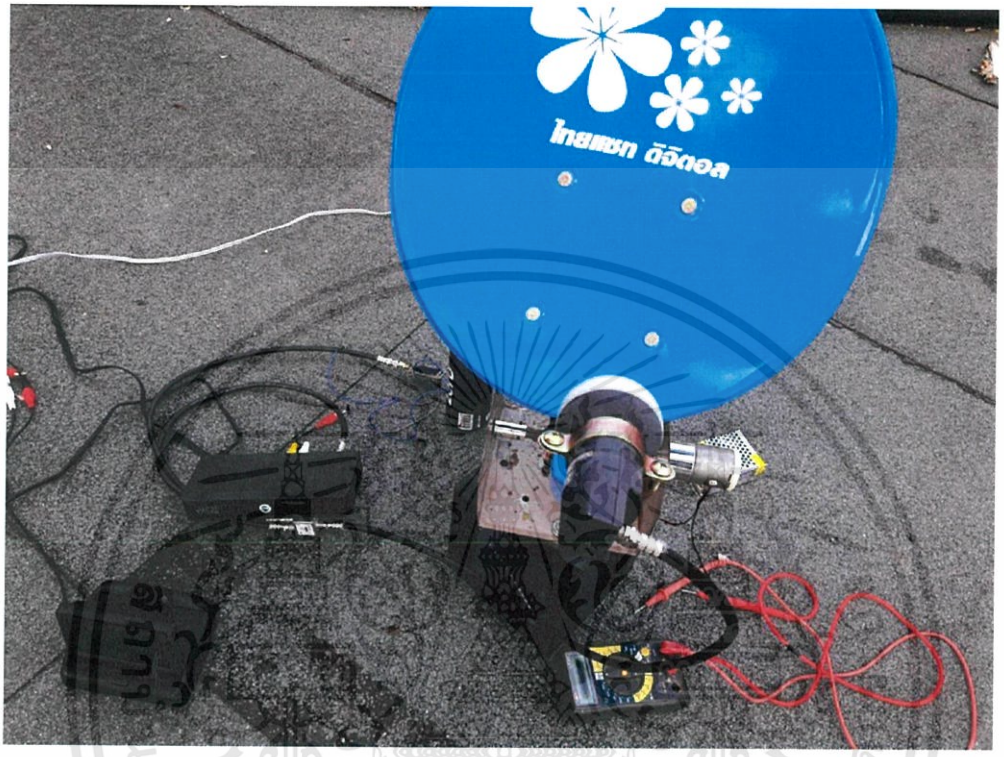
การทำงานของของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของวงจรขับมอเตอร์เพื่อควบคุมการหมุนของอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมเพื่อหาดาวเทียมไทยคม 5 ดังรูปที่ 4.1.1



รูปที่ 4.1 โปรแกรมควบคุมการทำงาน โดยใช้โปรแกรม ARDUINO

จากรูปที่ 4.1 เมื่อทำการเตรียมโปรแกรมสำหรับควบคุมแล้วทำการต่ออุปกรณ์ ARDUINO, มอเตอร์กระแสตรง,COMPASS MODULE,AD8313 RF POWER DETECTOR เข้าด้วยกันเพื่อเตรียมการทดลอง UPLOAD CODE ดังรูปที่ 4.2

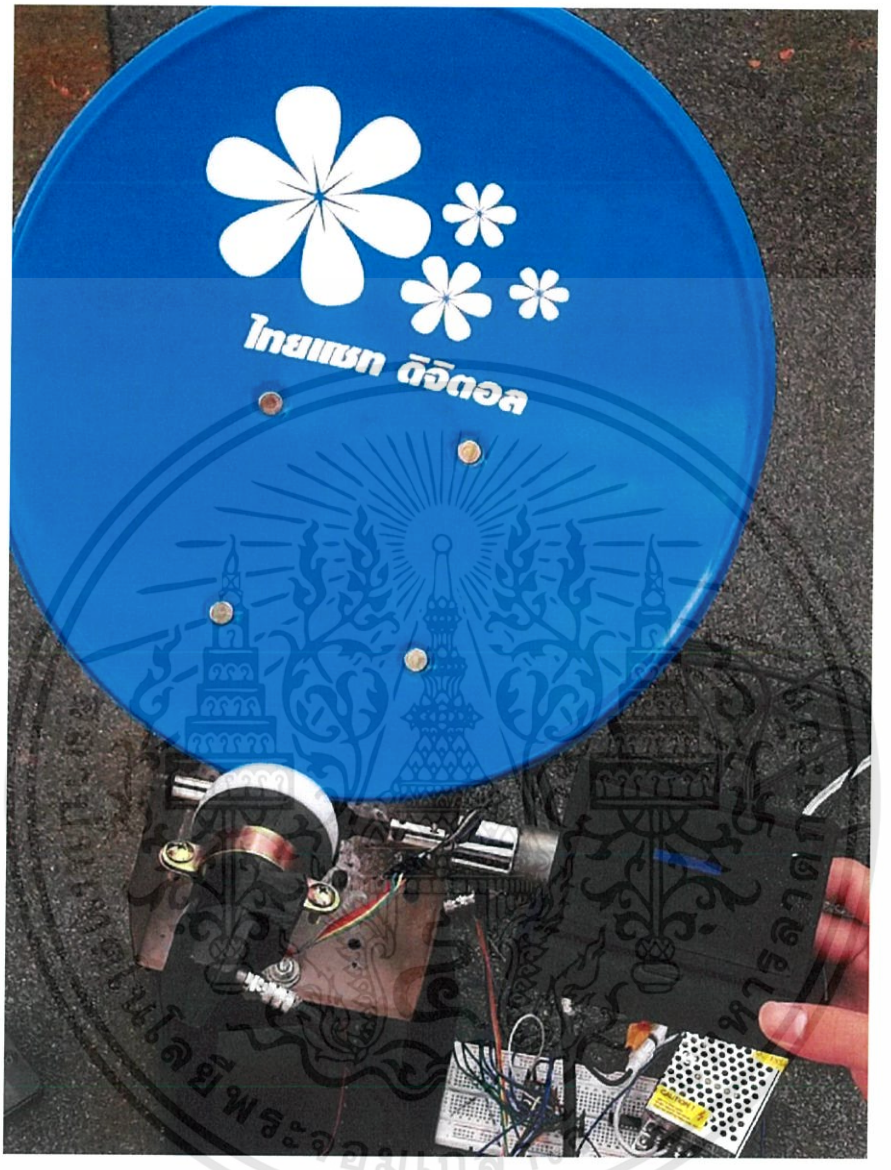
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การต่ออุปกรณ์เพื่อเตรียมการทดลอง

จากรูปที่ 4.2 ก่อนทำงานของระบบให้ตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณไว้ในที่โล่งเมื่อทำการ Upload code มอเตอร์กระแสตรงจะทำการหมุนในมุมกวาดในช่วงที่กำหนด 240-245 องศาดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

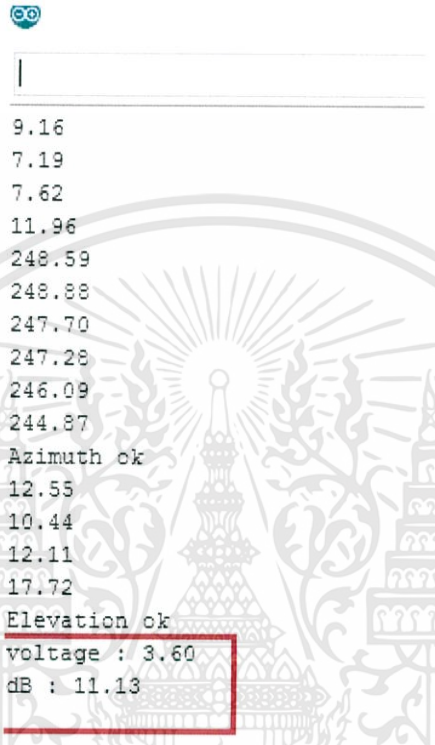


รูปที่ 4.3 อุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมกำลังหมุนไปตามช่วงที่กำหนด

จากรูปที่ 4.3 มอเตอร์เมื่อทำการ UPLOAD CODE มอเตอร์จะทำการหมุนมุมกวาดไปยังช่วง 240-245 องศา เพื่อเข้าสู่ทิศที่ตำแหน่งรับสัญญาณได้ดีที่สุดโดยเปรียบเทียบค่าที่รับมาจาก COMPASS MODULE จากนั้นทำการสั่งการหมุนมอเตอร์อีกตัวในมุมเงยที่รับค่ามาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACCELERATOR SENSOR ให้ได้ตำแหน่งที่รับสัญญาณได้ดีที่สุด แสดงใน SERIAL MONITOR ดังรูปที่ 4.4



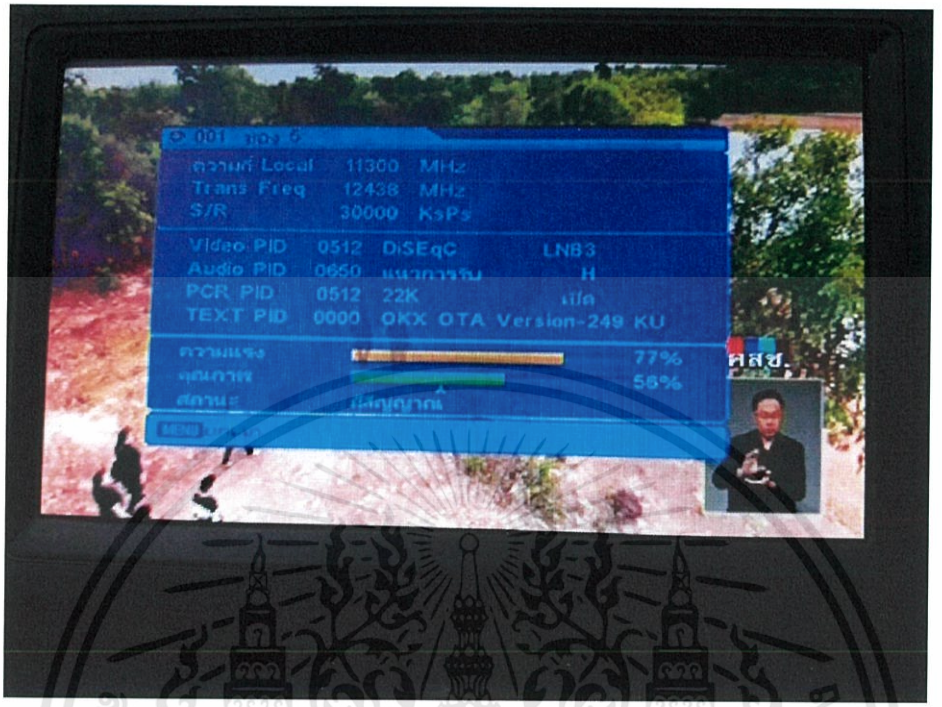
รูปที่ 4.4 แสดงค่าความเข้มของสัญญาณที่รับจากดาวเทียมไทยคม 5

จากรูปที่ 4.4 แสดงค่าพิกัดตำแหน่งของอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมที่ได้ในมุมกวาดคือ 244.87 องศา ในมุมเงยคือ17.72 องศา และความเข้มของสัญญาณเป็น 11.13 DB ทำให้สามารถรับชมโทรทัศน์ผ่านอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมอัตโนมัติได้ดังรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 อุปกรณ์รับสัญญาณหมุนไปยังตำแหน่งที่รับสัญญาณได้ดีสุด

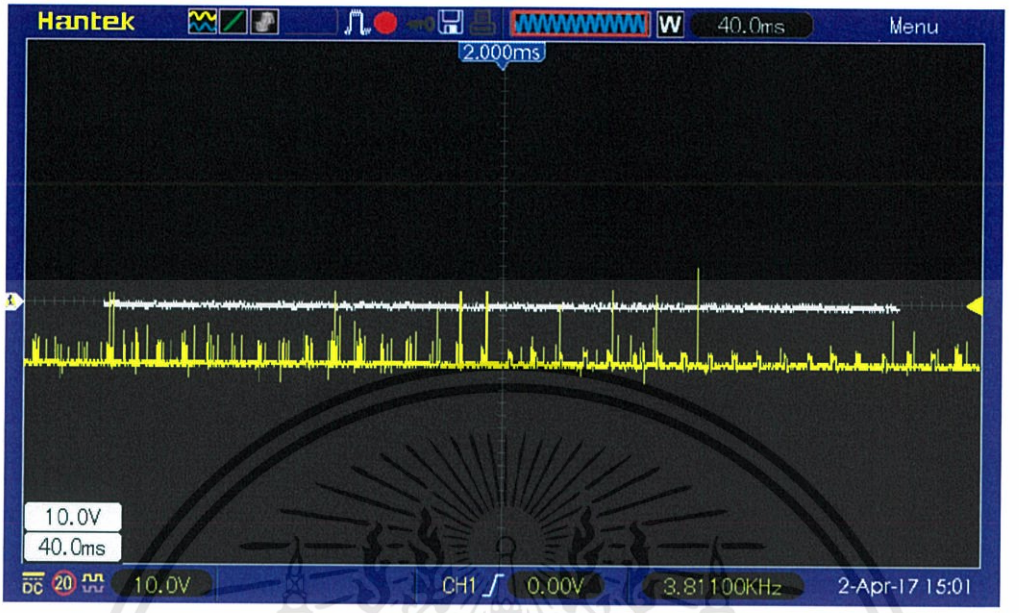
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



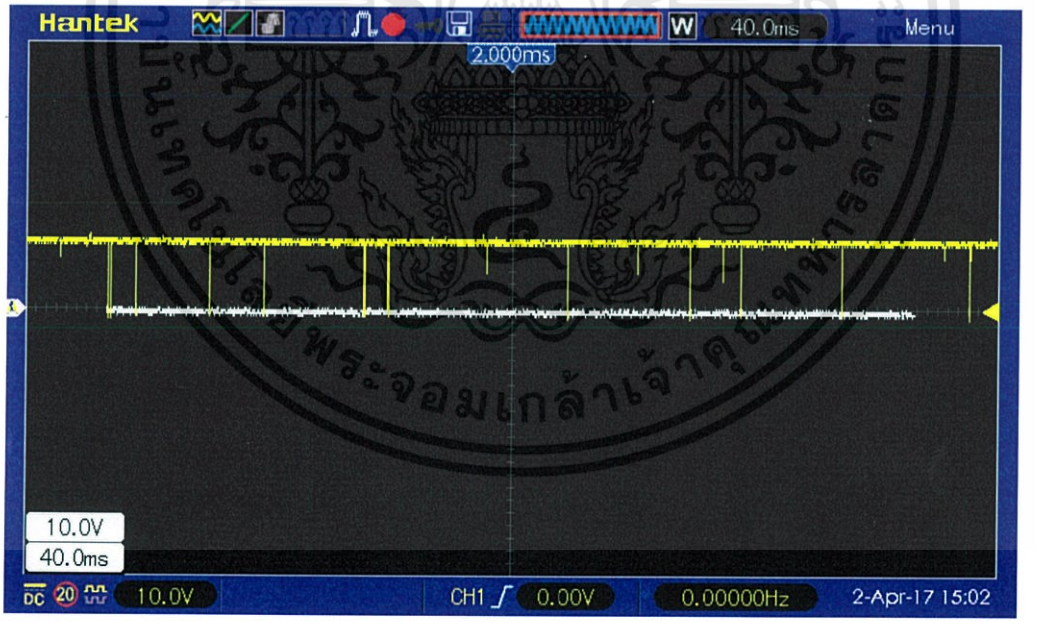
รูปที่ 4.6 จอโทรทัศน์แสดงผลว่าสามารถรับชมช่องรายการได้ตามปกติ

จากรูปที่ 4.5 เมื่อทำการวัดสัญญาณที่ขาเอาต์พุตของ ARDUINO ที่ส่งไปยังมอเตอร์กระแสตรง เพื่อสั่งให้มอเตอร์กระแสตรงหมุนอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมในมุมกวาดทางซ้ายดังรูปที่ 4.7 หมุนทางขวาดังรูปที่ 4.8 และหมุนในมุมเงยขึ้นดังรูปที่ 4.9 หมุนลงดังรูปที่ 4.10 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

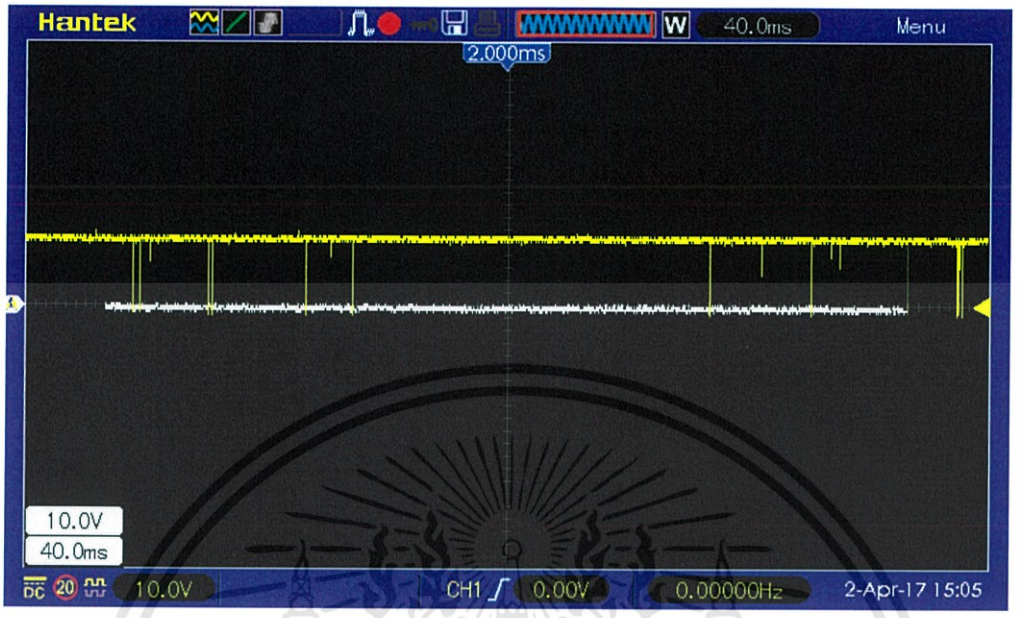


รูปที่ 4.7 สัญญาณที่ขาเอาต์พุตของ ARDUINO เมื่อหมุนไปทางซ้ายในมุมกวาด

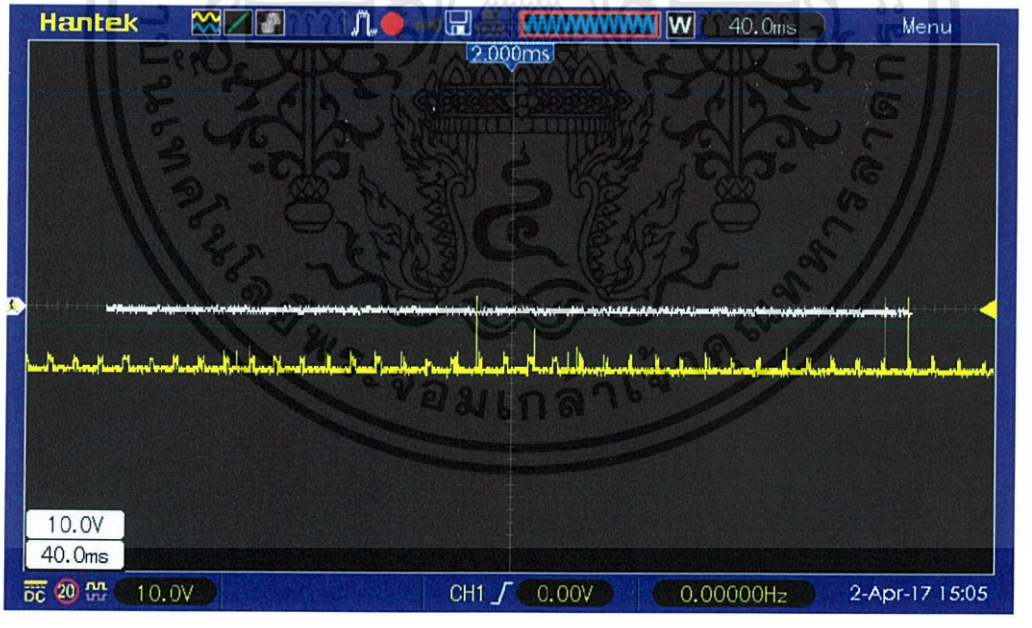


รูปที่ 4.8 สัญญาณที่ขาเอาต์พุตของ ARDUINO เมื่อหมุนไปทางขวาในมุมกวาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

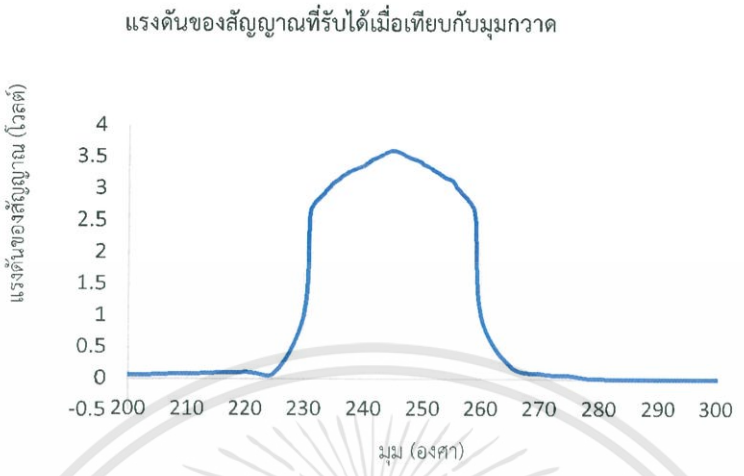


รูปที่ 4.9 สัญญาณที่ขาเอาต์พุตของ ARDUINO เมื่อหมุนขึ้นในมุมเงย

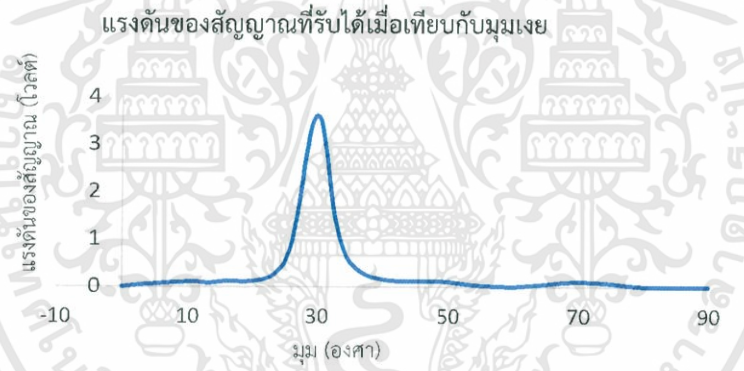


รูปที่ 4.10 สัญญาณที่ขาเอาต์พุตของ ARDUINO เมื่อหมุนลงในมุมเงย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 กราฟแรงดันของสัญญาณที่รับได้เมื่อเทียบกับมุมกวาด



รูปที่ 4.12 กราฟแรงดันของสัญญาณที่รับได้เมื่อเทียบกับมุมเงย

จากกราฟแสดงให้เห็นถึงแรงดันของสัญญาณที่รับได้เมื่อเทียบกับมุมต่างๆ ซึ่งพบว่าเมื่อมอเตอร์ที่หมุนในมุมกวาดประมาณ 245 องศา ดังรูป 4.11 และเมื่อมอเตอร์ที่หมุนในมุมเงยประมาณ 30 องศา ดังรูป 4.12 จะมีแรงดันของสัญญาณเป็น 3.60 โวลต์ซึ่งเป็นค่ามากที่สุดและสามารถรับชมโทรทัศน์ผ่านอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมอัตโนมัติได้ซึ่งในพื้นที่กรุงเทพค่ามุมกวาดจะอยู่ที่ 239.83 องศา เป็นไปที่คาดการไว้ตามทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อควบคุมอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียม ในย่านความถี่ KU-Band ให้จับตำแหน่งดาวเทียมไทยคม 5 ในกรณีที่ติดตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมในตำแหน่งต่างๆ โดยการใช้ Compass Module และAccelerator Sensor ในการส่งตำแหน่งพิกัดอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียม โดยใช้ AD8313 RF Power Detector วัดความเข้มของสัญญาณ เมื่อนำฟังก์ชันการทำงานของทั้งสามอุปกรณ์มารวมกับไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถใช้ในการควบคุมอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมให้สามารถปรับทิศทางหาดาวเทียมไทยคม 5 ได้แบบอัตโนมัติ เพื่อแก้ปัญหาการได้รับชมภาพที่มีคุณภาพต่ำเนื่องจากในแต่ละพื้นที่นั้นมีความเข้มของสัญญาณไม่เท่ากัน โดยค่ามุมกวาดที่ได้จะอยู่ในช่วง 235-245 องศา และมุมเงยจะอยู่ในช่วง 35-45 องศา ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 5-10 องศา

5.2 ข้อเสนอแนะ

โมดูลเข็มทิศไม่มีความเสถียรเมื่อเข้าใกล้วัสดุที่ทำจากเหล็กส่งผลให้การอ่านค่ามุมด้านหน้าของอุปกรณ์รับสัญญาณมีความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ARDUINO MEGA [ออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก: HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/ARDUINOBOARDMEGA

[2] ARDUINO BOARDS-PIN MAPPING [ออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก: HTTP://ICIRCUIT.NET/ARDUINO-BOARDS-PIN-MAPPING/141

[3] DC MOTOR [ออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก: HTTP://WWW.ADISAK51.COM/PAGE21.HTML

[4] KU-BAND [ออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก: HTTPS://TH.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/เคยูแบนด์#

[5] ARDUINO + COMPASS MODULE 3-AXIS HMC5883L [ออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก: HTTP://FUSION94.ORG/BLOG/2012/11/29/ARDUINO-PLUS-COMPASS-MODULE-3-AXIS-HMC5883L/

[6] THAICOM5 [ออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก: HTTP://FUSION94.ORG/BLOG/2012/11/29/ARDUINO-PLUS-COMPASS-MODULE-3-AXIS-HMC5883L/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_HMC5883_U.h>
#include <ADXL345.h>
ADXL345 acc;
#define ENABLE 3
#define DIRB 4
#define DIRA 5
#define ENABLE1 6
#define DIRD 7
#define DIRC 8
//compass
Adafruit_HMC5883_Unified mag =
Adafruit_HMC5883_Unified(12345);
sensors_event_t event;
float heading = atan2(event.magnetic.y,
event.magnetic.x);
float declinationAngle ;
float headingDegrees = heading * 180 / M_PI;
//meter
int inval = 0;
int analogPin = 7;
float voltage = 0.0;
//pitch_roll
const float alpha = 0.5;
double fXg = 0;
double fYg = 0;
double fZg = 0;
double out = 0;
int i;
float new_azimuth;
double new_pitch;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 3);

double meter()
{
inval = analogRead(analogPin);
voltage = (0.00498 * inval);
double dB = 20.0 * log10(voltage);
Serial.print("voltage : ");
Serial.println(voltage);
Serial.print("dB : ");
Serial.println(dB);
lcd.setCursor(0, 0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lcd.print("voltage:"); lcd.print(voltage);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("dBm:"); lcd.print(dB);
return dB;
}

void motor1_right()
{
digitalWrite(ENABLE, HIGH);
digitalWrite(DIRA, HIGH);
digitalWrite(DIRB, LOW);
delay(100);
digitalWrite(ENABLE, LOW);
}

void motor1_left()
{
digitalWrite(ENABLE, HIGH);
digitalWrite(DIRA, LOW);
digitalWrite(DIRB, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(ENABLE, LOW);
}

void motor2_up()
{
digitalWrite(ENABLE1, HIGH);
digitalWrite(DIRC, LOW);
digitalWrite(DIRD, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(ENABLE1, LOW);
}

void motor2_down()
{
digitalWrite(ENABLE1, HIGH);
digitalWrite(DIRC, HIGH);
digitalWrite(DIRD, LOW);
delay(100);
digitalWrite(ENABLE1, LOW);
}

float compass()
{
mag.getEvent(&event);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
float heading = atan2(event.magnetic.y,
event.magnetic.x);
float declinationAngle ;
heading += declinationAngle;
if (heading < 0)
heading += 2 * PI;
if (heading > 2 * PI)
heading -= 2 * PI;
return heading * 180 / M_PI;
}

double elevation()
{
double pitch, roll, Xg, Yg, Zg;
acc.read(&Xg, &Yg, &Zg);

//Low Pass Filter
fXg = Xg * alpha + (fXg * (1.0 - alpha));
fYg = Yg * alpha + (fYg * (1.0 - alpha));
fZg = Zg * alpha + (fZg * (1.0 - alpha));

//Roll & Pitch Equations
roll  = (atan2(-fYg, fZg) * 180.0) / M_PI;
pitch = (atan2(fXg, sqrt(fYg * fYg + fZg * fZg)) *
180.0) / M_PI;
return pitch ;
}



void setup()
{
Serial.begin(9600);
acc.begin();
pinMode(ENABLE, OUTPUT);
pinMode(DIRA, OUTPUT);
pinMode(DIRB, OUTPUT);
pinMode(ENABLE1, OUTPUT);
pinMode(DIRC, OUTPUT);
pinMode(DIRD, OUTPUT);
lcd.begin();
lcd.backlight();
if (!mag.begin())
{
while (1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

while (1) {
double pitch = elevation();
Serial.println(pitch);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("pitch:"); lcd.print(pitch);
if (pitch > 15) motor2_down();
else if (pitch < 10) motor2_up();

else break;
}
while (1) {
float azimuth = compass();
Serial.println(azimuth);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("azimuth:"); lcd.print(azimuth);
if (azimuth > 245) motor1_left();
else if (azimuth < 240) motor1_right();
else break;
}
lcd.clear();
Serial.println("Azimuth ok");
lcd.print("Azimuth ok");
delay(100);
lcd.clear();
while (1) {
double pitch = elevation();
Serial.println(pitch);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("pitch:"); lcd.print(pitch);
if (pitch > 22) motor2_down();
else if (pitch < 19) motor2_up();
else break;
}
lcd.clear();
Serial.println("Elevation ok");
lcd.print("Elevation ok");
delay(100);
lcd.clear();
double ref_db = meter();
for (i = 0; i < 5; i++)
{
motor1_left();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
double new_db = meter();
if (new_db > ref_db)
{
ref_db = new_db;
new_azimuth = compass();
Serial.println(new_db);
}
}
delay(1000);
for (i = 0; i < 10; i++)
{
motor1_right();
double new_db = meter();
if (new_db > ref_db)
{
ref_db = new_db;
new_azimuth = compass();
Serial.println(new_db);
}
}
delay(1000);
while (compass() > new_azimuth)
{
motor1_left();
Serial.println(new_azimuth);
}
while (compass() < new_azimuth)
{
motor1_right();
Serial.println(new_azimuth);
}
for (i = 0; i < 5; i++)
{
motor2_up();
double new_db = meter();
if (new_db > ref_db)
{
ref_db = new_db;
new_pitch = elevation();
Serial.println(new_db);
}
}
delay(1000);
for (i = 0; i < 10; i++)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
motor2_down();
double new_db = meter();
if (new_db > ref_db)
{
ref_db = new_db;
new_pitch = elevation();
Serial.println(new_db);
}
}
delay(1000);
while (elevation() > new_pitch)
{
motor2_down();
}
while (elevation() < new_pitch)
{
motor2_up();
}
meter();

}
void loop()
{

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้