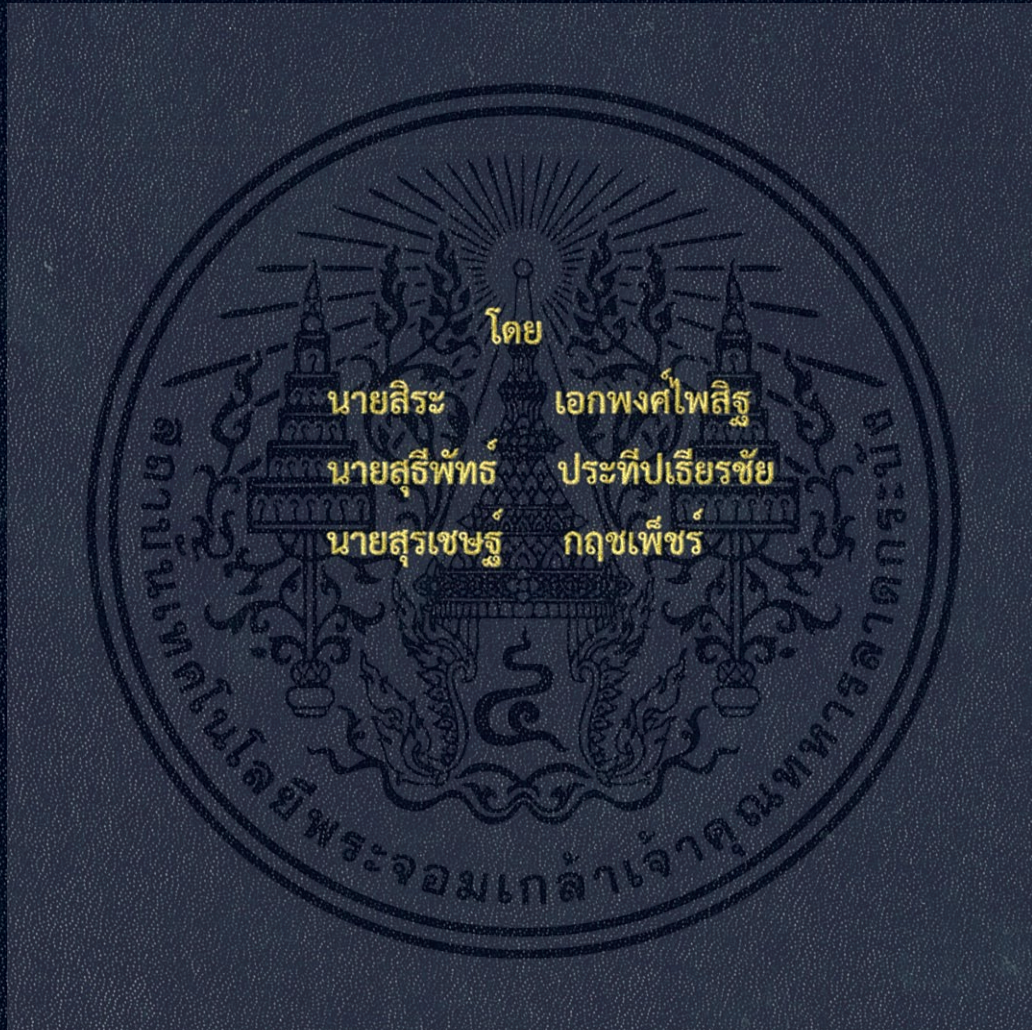


อากาศยานติดตามแบบไร้คนขับ  
TRACKING UNMANNED DRONE

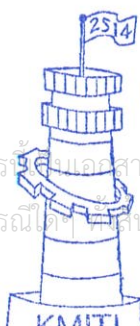


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2557

อากาศยานติดตามแบบไร้คนขับ  
TRACKING UNMANNED DRONE



ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2557



ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

100%  
กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน  
15/10/58

วิศวกรรมโทรคมนาคม



ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

100%  
อาจารย์ที่ปรึกษา  
15/10/58

วิศวกรรมโทรคมนาคม  
Telecommunications Engineering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต การค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้ที่นำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมาย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง (S.M.S.S) ใช้

### กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นปริญญานิพนธ์ที่ผู้จัดทำได้ร่วมมือทำงานเพื่อให้ได้ผลการทดลองได้ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งได้ใช้เวลาในการค้นคว้าหาข้อมูลและรวบรวมข้อมูล ทำความเข้าใจข้อมูลและหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ ซึ่งได้รับคำแนะนำ ความช่วยเหลือต่างๆ และคำปรึกษาจากหลายๆท่าน จึงขอกล่าวขอบคุณมา ณ ที่นี้ ขอขอบคุณบิดามารดาที่ได้ให้กำลังใจ รวมถึง ผศ.ดร.สิรภพ ตู้ประกาย และ ผศ.ดร.สมเกียรติ ฤกษ์วีระบุญ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง และคณาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนวิชาความรู้ แก่ผู้จัดทำให้มีความรู้ความสามารถในด้านต่างๆ



นายสิระ เอกพงศ์ไพสิฐ  
 นายสุธีพัทธ์ ประทีปเอียรชัย  
 นายสุรเชษฐ์ กฤษเพ็ชร์  
 ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศยานติดตามแบบไร้คนขับ

Tracking Unmanned Drone

โดย	นายสิระ เอกพงศ์ไพสิฐ	54011374
	นายสุธีพัทธ์ ประทีปเจียรชัย	54011400
	นายสุรเชษฐ์ กฤษณะเพ็ชร	54011422

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สิรภพ ตู๊ประกาย  
ผศ.ดร.สมเกียรติ ฤกษ์วีระบุญ

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอ อากาศยานติดตามแบบไร้คนขับซึ่งอากาศยานติดตามนี้จะมี Autopilot เป็นส่วนควบคุมเพื่อศึกษาและออกแบบการสร้างอากาศยานไร้คนขับสำหรับการติดตามเป้าหมายที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยจะใช้โทรศัพท์ทำหน้าที่เป็นตัวส่งสัญญาณโดยใช้แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อระบุตำแหน่งของเป้าหมาย และส่งข้อมูลตำแหน่งไปยังอากาศยานไร้คนขับ ทำให้อากาศยานไร้คนขับสามารถติดตามโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้

### ABSTRACT

This project presents tracking unmanned drone which the tracking unmanned drone. Autopilot is the console to study and design unmanned drone. It is tracked a target by using the phone acts as a transmitter. The mobile phone locates the target. It sends location information to the unmanned drone.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

ชื่อ	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VII
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์	1
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง</b>	2
2.1 ส่วนประกอบของ UAV	2
2.1.1 โครงเครื่องบิน (AIRFRAME)	2
2.1.2 บอร์ดคอนโทรล (FLIGHT CONTROL)	3
2.1.3 GPS	3
2.1.4 POWER MODULE	4
2.1.5 มอเตอร์ (BRUSHLESS MOTOR)	4
2.1.6 สปีดคอนโทรล (SPEED CONTROL)	5
2.1.7 แบตเตอรี่ (BATTERY)	6
2.1.9 TELEMETRY	6
2.2 โปรแกรม ANDROID STUDIO	6
2.3 วิธี EXPORT ไฟล์ APK บน ANDROID STUDIO	18
2.4 GOOGLE MAPS ANDROID API V2	24
2.4.1 การขอ API KEY จาก GOOGLE	24
2.4.2 ขั้นตอนการเช็ค CETIFICATE FINGERPRINT	27
2.5 โหมดการบิน (FLIGHT MODES)	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปฏิญญาบินซ์</b>	<b>30</b>
3.1 การออกแบบ	30
3.1.1 การคำนวณค่าแรงยกตัวของอากาศยานไร้คนขับ	32
3.1.2 โพลีชาร์ทแสดงการทดสอบการส่งข้อมูลผ่าน TELEMETRY	34
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	35
3.2.1 ส่วนของ MOTOR	35
3.2.2 ส่วนของ APM	35
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	36
3.3.1 การวัดสัญญาณ OUTPUT จาก APM ไปยัง ESC	36
3.3.2 การวัดความกว้าง PULSE โดยใช้ โปรแกรม MISSION PLANNER	36
3.3.3 จักเก็บข้อมูลการเคลื่อนที่ในแนวแกนนอน	38
3.3.4 จัดเก็บข้อมูลการเคลื่อนที่ในแนวแกนตั้ง	38
3.3.5 จัดการข้อมูลการเคลื่อนที่ติดตาม	39
3.3.6 จัดเก็บข้อมูลการเคลื่อนที่บินกลับจุด TAKEOFF	39
<b>บทที่ 4 ผลการทดลอง</b>	<b>40</b>
4.1 ค่าสัญญาณ OUTPUT จาก APM เข้าสู่ MOTOR	40
4.2 อัตราเร็วแนวตั้งของอากาศยานไร้คนขับ	45
4.3 การเปรียบเทียบระยะทางที่ส่งผ่านแอปพลิเคชันกับระยะทางที่วัดได้จริง	48
4.4 การเปรียบเทียบระยะทางคลาดเคลื่อน ที่สั่งให้บินกลับมายังจุด TAKEOFF	49
4.5 การทดสอบการทำงานของโปรแกรม	51
<b>บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b>	<b>56</b>
5.1 สรุปผล	56
5.2 ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก	58

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะโครงสร้างเครื่องบิน (AIRFRAME) แบบขึ้นลงแนวตั้ง บน แบบ 4X , ล่าง UVA แบบ 6Y	2
2.2 ลักษณะโครงสร้างเครื่องบิน (AIRFRAME) แบบขึ้นลงแนวตั้ง บน แบบ 6Y , ล่าง UVA แบบ 6X	3
2.3 APM ( ARDUPILOT ATMEGA2560 )	3
2.4 GPS	4
2.5 POWER MODULE	4
2.6 Motor รุ่น EMAX MT2213-935KV	5
2.7 SPEED CONTROL	5
2.8 แบตเตอรี่	6
2.9 TELEMETRY	6
2.10 หน้าต่าง COMPLETE INSTALLATION	7
2.11 ภาพระหว่างรอการเปิดใช้งาน ANDROID STUDIO	8
2.12 หน้าต่างแรกในการเริ่มต้นโปรแกรม	8
2.13 หน้า NEW PROJECT การตั้งค่าต่างๆ	8
2.14 หน้าการกำหนด ICON LAUNCHER	9
2.15 การตั้งค่า BLANK ACTIVITY	9
2.16 การกำหนดค่า DEFAULT	10
2.17 หน้าตาของการสร้าง PROJECT	10
2.18 DIALOG ของ TIP	10
2.19 หน้าต่างแรกในการเริ่มทำ PROJECT	11
2.20 PATH ของ XML LAYOUT	11
2.21 ส่วนของ JAVA	12
2.22 SCREEN XML ACTIVITY LAYOUT	12
2.23 คุณสมบัติของ WIDGETS	13
2.24 ข้อความแสดงผลออกทางหน้าจอ ACITIVITY	13

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.25 ขั้นตอนการสร้าง AVD	14
2.26 ANDROID VIRTUAL DEVICE MANAGER	14
2.27 การกำหนด AVD	15
2.28 หน้าต่างการเลือกรุ่น AVD	15
2.29 หน้าจอโทรศัพท์ขณะรอ EMULATOR	16
2.30 การ RUN PROJECT	16
2.31 การเลือก EMULATOR	16
2.32 ผลลัพธ์การรัน PROJECT บน AVD EMULATOR	17
2.33 ขั้นตอนการไปสู่การเลือกรุ่น AVD	17
2.34 หน้าต่างการ UPDATE ตัว SDK	18
2.35 เลือก BUILD และ SIGNED APK	18
2.36 หน้าต่าง GENERATE SIGNED APK WIZARD	19
2.37 หน้าต่าง NEW KEY STORE	19
2.38 โฟลเดอร์ KEY STORE	20
2.39 ขั้นตอนไปสู่การ GENERATE SIGNED APK	20
2.40 หน้าต่าง GENERATE SIGNED APK WIZARD	21
2.41 หน้าต่าง SELECT PATH	21
2.42 หน้าต่าง GENERATE SIGNED APK WIZARD	22
2.43 หน้าต่าง GENERATE SIGNED APK WIZARD	22
2.44 หน้าต่าง GENERATE SIGNED APK	23
2.45 หน้าต่าง โฟลเดอร์ ที่ SAVE ไฟล์ APK	23
2.46 การสร้าง PROJECT ใน GOOGLE CLOUD CONTROL	24
2.47 หน้า OVERVIEW ของ CLOUD CONSOLE	25
2.48 หน้า APIs ของ CLOUD CONSOLE	25
2.49 หน้า CREDENTIALS ของ CLOUD CONSOLE	26

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.50 หน้าต่างสำหรับเลือกชนิด KEY	26
2.51 การเปิด COMMAND LINE ใน FOLDER ที่ต้องการ	27
2.52 หน้าต่าง COMMAND LINE เพื่อใช้ในการหาค่า FINGERPRINT SHA1	28
2.53 แสดง KEY ในการขอใช้ GOOGLE MAPS API V2	28
3.1 บล็อกไดอะแกรมของโครงการ	30
3.2 บล็อกไดอะแกรมของอากาศยานไร้คนขับ	31
3.3 บล็อกไดอะแกรมของอากาศยานไร้คนขับเมื่อทำการสั่งการโดยใช้ TELEMETRY	31
3.4 ค่า ANGLE OF ATTACK ของใบพัดซึ่งวัดค่าได้ H เท่ากับ 15 องศา	33
3.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ COEFFICIENT of LIFT กับ ANGLE OF ATTACK	34
3.6 FLOWCHART แสดงการทำงาน	34
3.7 FLOWCHART แสดงการทำงาน (ต่อ)	35
3.8 ARDUPILOT ATMEGA2560	35
3.9 การวัดสัญญาณ OUTPUT จาก APM	36
3.10 การวัดสัญญาณ OUTPUT จาก APM โดยใช้ OSCILLOSCOPE	36
3.11 ทำการ CONNECT บอร์ด APM กับ โปรแกรม MISSION PLANNER	37
3.12 ทำการเลือก TUNING	37
3.13 เลือกค่าที่ต้องการวัด	37
3.14 กราฟสัญญาณที่วัดค่าได้	38
4.1 มอเตอร์แต่ละตัวที่ใช้อ้างอิง	40
4.2 ปรับ THROTTLE 0%	41
4.3 ปรับ THROTTLE 100%	41
4.4 ปรับ THROTTLE 50%	42
4.5 ปรับ THROTTLE 50% และปรับ PITCH สูงสุด	42
4.6 ปรับ THROTTLE 50% และปรับ PITCH ต่ำสุด	43

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 ปรับ THROTTLE 50% และปรับ ROLL สูงสุด	43
4.8 ปรับ THROTTLE 50% และปรับ ROLL ต่ำสุด	44
4.9 ปรับ THROTTLE 50% และปรับ YAW สูงสุด	44
4.10 ปรับ THROTTLE 50% และปรับ YAW ต่ำสุด	45
4.11 กราฟแสดงระยะความสูงต่อเวลาในขณะยกตัวขึ้น	46
4.12 กราฟแสดงระยะความสูงต่อเวลาในขณะบินลง	47
4.13 การวัดระยะทางเทียบกับแอปพลิเคชัน	48
4.14 กราฟเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของระยะที่วัดได้จริง	49
4.15 กราฟเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของระยะที่วัดได้จากจุด TAKEOFF	50
4.16 หน้าจอเริ่มต้นแอปพลิเคชัน	51
4.17 หน้าจอหลังจากกดปุ่ม CONNECT	51
4.18 หน้าจอหลังจากกดปุ่ม ARM	52
4.19 หน้าจอหลังจากกดปุ่ม TAKEOFF	53
4.20 หน้าจอการตั้งค่าโหมด HOLD	53
4.21 หน้าจอหลังจากกดปุ่ม TRACKING	53
4.22 หน้าจอการตั้งค่าโหมด TRACKING	54
4.23 หน้าจอหลังจากกดปุ่ม HOME	54
4.24 หน้าจอหลังจากกดปุ่ม LAND	55

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 MOTOR OF MULTICOPTER	5
3.1 แสดงค่าความหนาแน่นอากาศ	33
4.1 อัตราเร็วขณะยกตัวขึ้น	46
4.2 อัตราเร็วขณะบินลง	47
4.3 การเปรียบเทียบระยะทางที่ส่งผ่านแอปพลิเคชันกับระยะทางที่วัดได้จริง	48
4.4 การเปรียบเทียบระยะทางคลาดเคลื่อน ที่สั่งให้บินกลับมายังจุด TAKEOFF	50



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีได้พัฒนาในทุกๆด้านอย่างรวดเร็วและได้มีบทบาทในชีวิตประจำวันมากมาย เทคโนโลยีหนึ่งที่มีความน่าสนใจคือเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบเพื่อไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่นถ่ายภาพหรือวิดีโอ, สำรวจเส้นทาง, สิ่งแวดล้อม, ปัญหาการจราจร และติดตามเป้าหมายต่างๆ เป็นต้น

ปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับเริ่มมีความนิยมเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีราคาอุปกรณ์ที่ถูกลงกว่าในอดีต อีกทั้งยังสามารถปรับใช้กับลักษณะงานได้หลายประเภท ทำให้ในปัจจุบันมีความต้องการและรูปแบบการใช้งานอากาศยานไร้คนขับมากขึ้น

#### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและออกแบบการสร้างอากาศยานไร้คนขับได้
2. เพื่อศึกษาการควบคุมอากาศยานไร้คนขับโดยไม่ใช้งานรีโมทคอนโทรลได้
3. เพื่อศึกษาและใช้งานโปรแกรม Android studio ในการเขียนแอปพลิเคชัน

#### 1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานและพัฒนาโครงการนี้ ผู้จัดทำโครงการได้วางแผนขอบเขตของโครงการได้ว่า สามารถทดสอบการบินโดยใช้โทรศัพท์เป็นตัวส่งสัญญาณเพื่อระบุตำแหน่งของเป้าหมาย และส่งสัญญาณข้อมูลไปยังอากาศยานไร้คนขับ เพื่อให้อากาศยานไร้คนขับสามารถติดตามเป้าหมายได้ ในที่นี้ทางคณะผู้จัดทำได้นำไปใช้บันทึกภาพนกวิ่งในสนามกีฬา

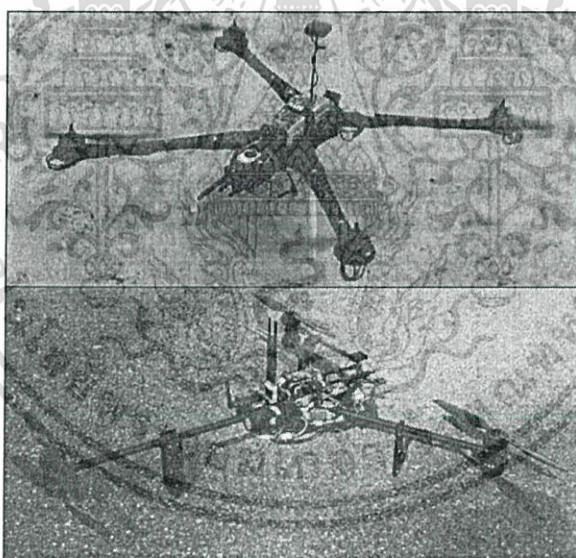
## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

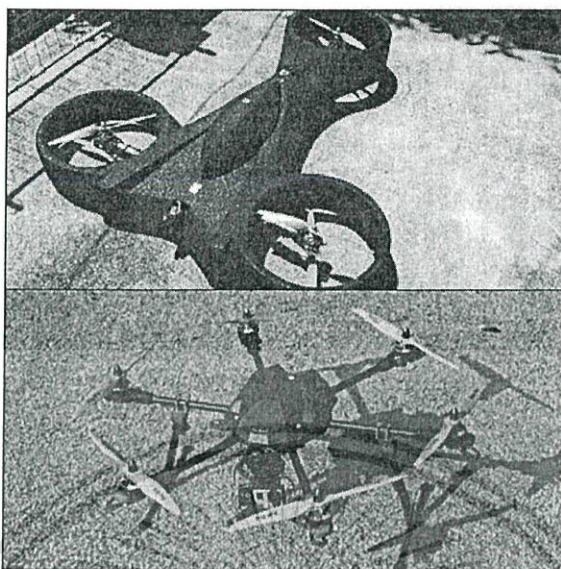
อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) ทำหน้าที่บินไปยังตำแหน่งเป้าหมายที่เราต้องการผ่านทาง GPS และมีความสามารถในการปรับระดับการบินให้บินอยู่ในระดับความสูงและห่างจากเป้าหมายที่เราต้องการ เพื่อรักษาสภาพการบินได้เองโดยอัตโนมัติ และสามารถประกอบอุปกรณ์ ถ่ายภาพ ส่งสัญญาณภาพไปยังศูนย์ควบคุมระยะไกลได้

#### 2.1 ส่วนประกอบของ UAV

2.1.1 โครงเครื่องบิน (Airframe) โครงสร้างอาจมีรูปร่างต่าง ๆ กัน ตามลักษณะชนิดของใบพัดและการจัดวางตำแหน่งมอเตอร์ รวมถึงตามลักษณะการใช้ เช่น 4X, 6X, 8X, 6Y ส่วนวัสดุที่ใช้ก็มีหลายแบบ เช่น โลหะ พลาสติกผสม คาร์บอนไฟเบอร์ผสม และวัสดุคูดกกลื่นคลีนเรดาร์ เป็นต้น [1] ดังรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2

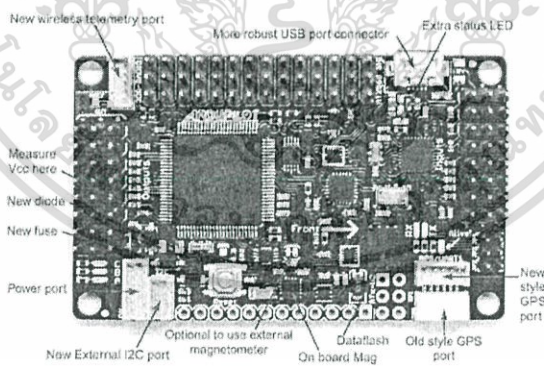


รูปที่ 2.1 ลักษณะโครงเครื่องบิน (Airframe) แบบขึ้นลงแนวตั้ง  
บน แบบ 4X , ล่าง UAV แบบ 6Y



รูปที่ 2.2 ลักษณะโครงเครื่องบิน (Airframe) แบบขึ้นลงแนวตั้ง  
บน แบบ 6Y , ล่าง UAV แบบ 6X

2.1.2 บอร์ดคอนโทรล (Flight control) ในที่นี้จะใช้บอร์ด ArduPilot ATMEGA2560 ทำหน้าที่ในการประมวลผลคำสั่งร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์เพื่อควบคุมการบินแบบ Full UAV โดยใช้โปรแกรม Mission Planner ที่เป็นลักษณะ Open source ที่สามารถพัฒนาเองได้ในการวางแผนลักษณะงานที่ต้องการบินตลอดจนปรับตั้งค่าต่างๆ ของอากาศยาน ดังรูปที่ 2.3

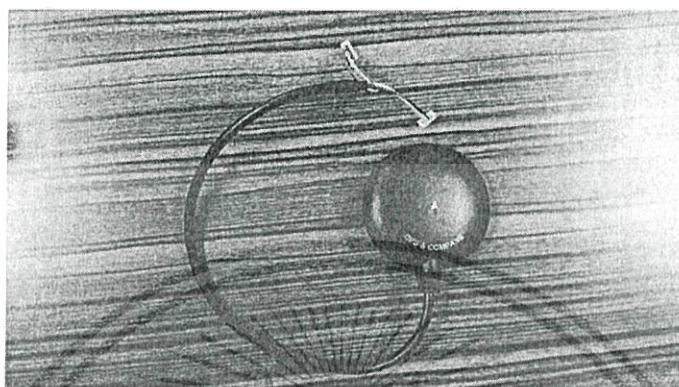


รูปที่ 2.3 APM ( ArduPilot ATMEGA2560 )

2.1.3 GPS คือ ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ย่อมาจากคำว่า Global Positioning System ทำงานโดยการรับสัญญาณจากดาวเทียมแต่ละดวง โดยสัญญาณดาวเทียมนี้ประกอบไปด้วยข้อมูลที่ระบุตำแหน่งและเวลาขณะส่งสัญญาณ ตัวเครื่องรับสัญญาณ GPS จะต้องประมวลผลความแตกต่างของเวลาในการรับสัญญาณเทียบกับเวลาจริง ณ ปัจจุบันเพื่อแปรเป็นระยะทางระหว่างเครื่องรับสัญญาณกับดาวเทียมแต่ละดวง ซึ่งได้ระบุมีตำแหน่งของมันมากับสัญญาณดังกล่าว และส่งตำแหน่งข้อมูลสถานที่ที่ถูกต้องจริงๆ ไปให้บอร์ดคอนโทรลประมวลผลการทำงานของอากาศยาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(UAV) ผู้จัดทำได้เลือกใช้ GPS UBlox NEO-7M แบบชุดโมดูลบอร์ด GPS แยกกับเสาอากาศ ควรติดตั้งไว้ส่วนบนของตัวอากาศยาน และห่างจากระดับจากอุปกรณ์จ่ายไฟป้องกันการรบกวนของคลื่นสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 GPS

2.1.4 Power Module จะใช้โมดูลจ่ายไฟทำการแปลงไฟขนาด 11.1 Volt ลงมาเหลือขนาด 5 Volt ควบคุมการจ่ายไฟที่เข้าสู่บอร์ด APM Telemetry และ ESC รวมถึง Sensor ต่างๆ ของตัวอากาศยาน ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 Power Module

2.1.5 มอเตอร์ (Brushless Motor) ในการเลือกใช้มอเตอร์จะต้องคำนวณน้ำหนักของตัว ล้ออย่างคร่าวๆ เช่น ตัวล้อนี้น้ำหนักที่ประมาณ 2.5-3.0 kg จากตารางการทดสอบของ บริษัทผู้ผลิตมอเตอร์ที่ให้กำลังในการยกสามารถยกตัวล้ออากาศยานขึ้นบิน และประหยัดเพื่อให้ได้ ระยะเวลาการบินนานจึงใช้มอเตอร์รุ่น EMax MT2213-935KV แรงดันไฟฟ้า 11.1 Voltage ใช้ ใบพัดขนาด 1045 ดังตารางที่ 2.1 และรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 Motor for Multi Copter

Motor for Multi Copter			
Model Type	Lipo	RPM/V	Propeller
2213	3S	935	1045
2213	4S	935	8045
2215	3S	1020	1045
2215	4S	1020	8045
2218	3S	950	1145
2218	4S	950	9045

## Multi copter motor MT2213-935KV (1045Combo)



รูปที่ 2.6 Moter รุ่น EMAX MT2213-935KV

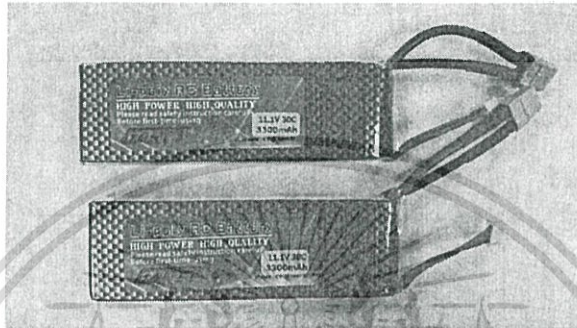
2.1.6 สปีดคอนโทรล (Speed Control) ที่ใช้ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ จากตารางการทดสอบของมอเตอร์กับขนาดของใบที่จะใช้ โดยจะมีขาสัญญาณควบคุมที่ต่อเข้ากับตัวบอร์ด ArduPilot ATMEGA2560 และขาที่ต่อกับไฟเลี้ยงจากแบตเตอรี่ ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 Speed Control

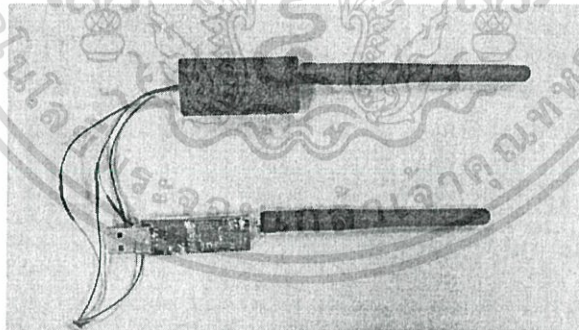
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 แบตเตอรี่ (Battery) เลือกใช้แบตเตอรี่ลิเทียมโพลีเมอร์ (Li-Po Battery) ที่มีอัตราการจ่ายกระแสไฟที่สูงพอ และเหมาะสมกับสเปคของมอเตอร์ที่ใช้ตามตารางการทดสอบ มีปริมาณความจุมากเพียงพอและน้ำหนักไม่เยอะเกินไปเพื่อให้อากาศยานบินได้นานที่สุด โดยควรพิจารณาตำแหน่ง CG ให้มากที่สุด อาจวางไว้ส่วนบนหรือแขวนในตำแหน่งส่วนกลางและล่างสุดของตัวลำดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แบตเตอรี่

2.1.8 Telemetry นิยมใช้ที่ความถี่ 433 MHz และ 915 MHz กำลังส่ง 100mW มีขนาดเล็กและราคาถูก สามารถส่งสัญญาณได้ระยะไกลประมาณ 1.6 Km ในที่โล่งแจ้ง การอัปโหลดข้อมูลต่างๆ ทำได้รวดเร็ว ซึ่งจะสามารถทำความเร็วได้สูงสุดถึง 57,600 bps โดยที่ความถี่ 433 MHz สามารถส่งได้ไกลกว่าความถี่ 915 MHz เล็กน้อย ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 Telemetry

## 2.2 โปรแกรม Android Studio

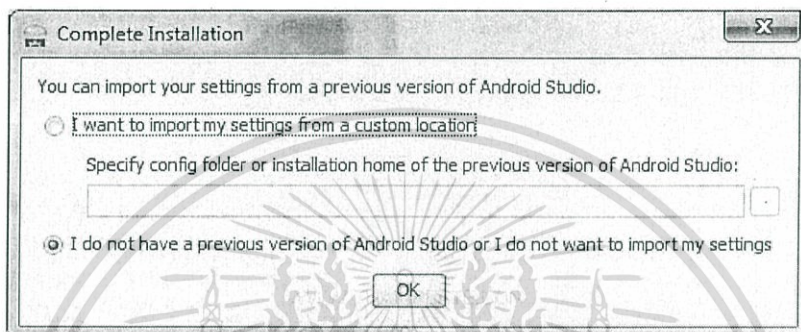
Android Studio ซึ่งเป็น IDE Tool จาก Google ไว้พัฒนา Android สำหรับ Android Studio เป็น IDE Tools ล่าสุดจาก Google ไว้พัฒนาโปรแกรม Android โดยเฉพาะ โดยพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานมาจาก IntelliJ IDEA คล้าย ๆ กับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนา App บน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัว App มุมมองที่แตกต่างกันบน Smart Phone แต่ละรุ่น สามารถแสดงผลบางอย่างได้ทันทีโดยไม่ต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องทำการรัน App บน Emulator รวมทั้งยังแก้ไขปรับปรุงในเรื่องของความเร็วของ Emulator ที่ยังเจอปัญหากันอยู่ในปัจจุบัน [2]

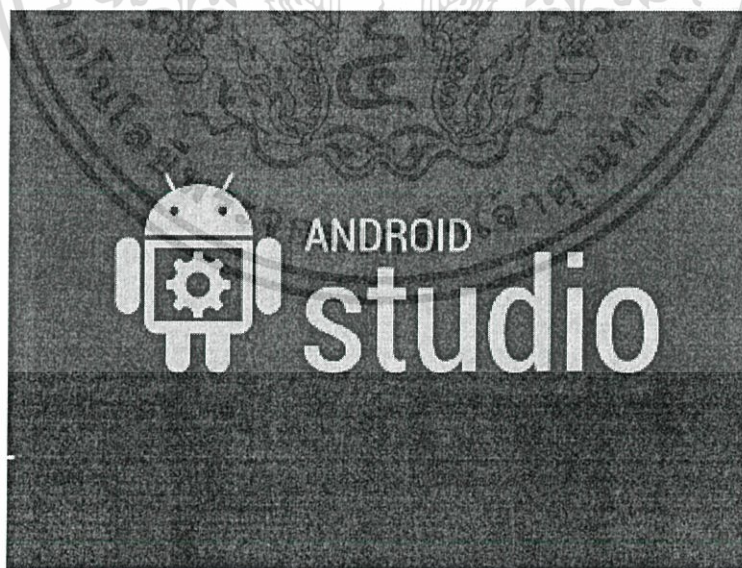
### ตัวอย่างการสร้าง Project บน Android Studio

เมื่อเปิดโปรแกรม Android Studio ในครั้งแรกจะมีให้เลือกตั้งรูป ให้เลือก *I do not have a..* ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 หน้าต่าง Complete installation

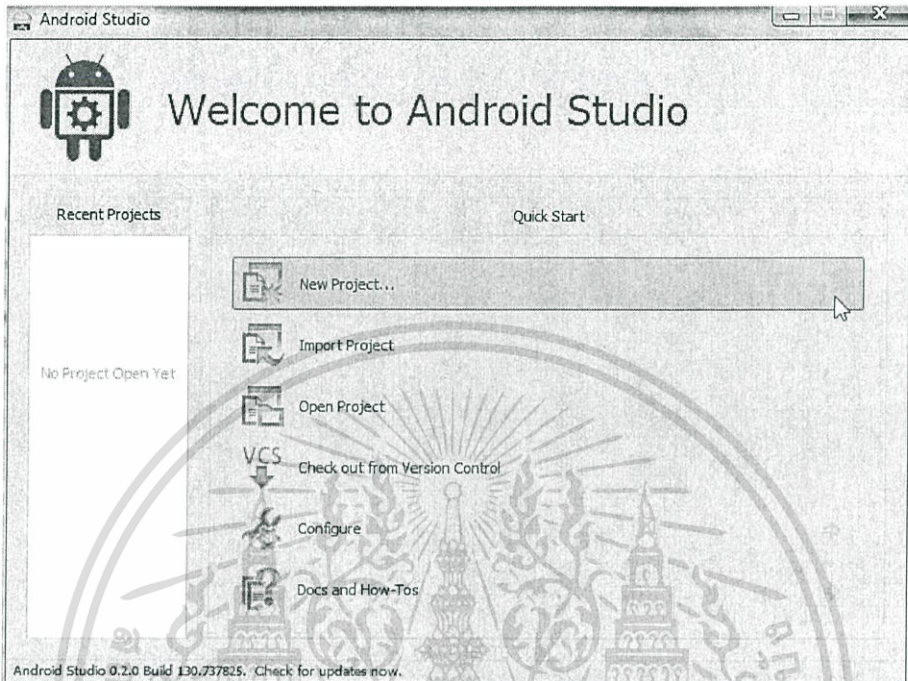
ในการเปิดใช้งาน Android Studio อาจจะช้านิดหนึ่ง เพราะในครั้งแรกสุด โปรแกรมจะมีการตรวจสอบและ Update ตัว Plugin ใหม่ ๆ ว่ามีอะไรจำเป็นจะต้อง Update หรือไม่ ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ภาพระหว่างรอการเปิดใช้งาน Android Studio

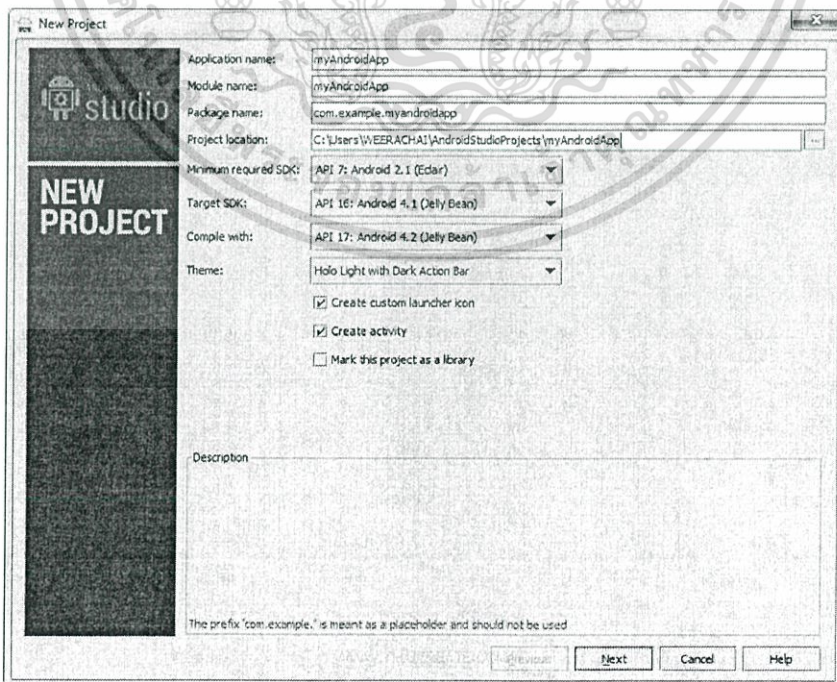
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเริ่มต้นโปรแกรมให้เลือก New Project... ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 หน้าต่างแรกในการเริ่มต้นโปรแกรม

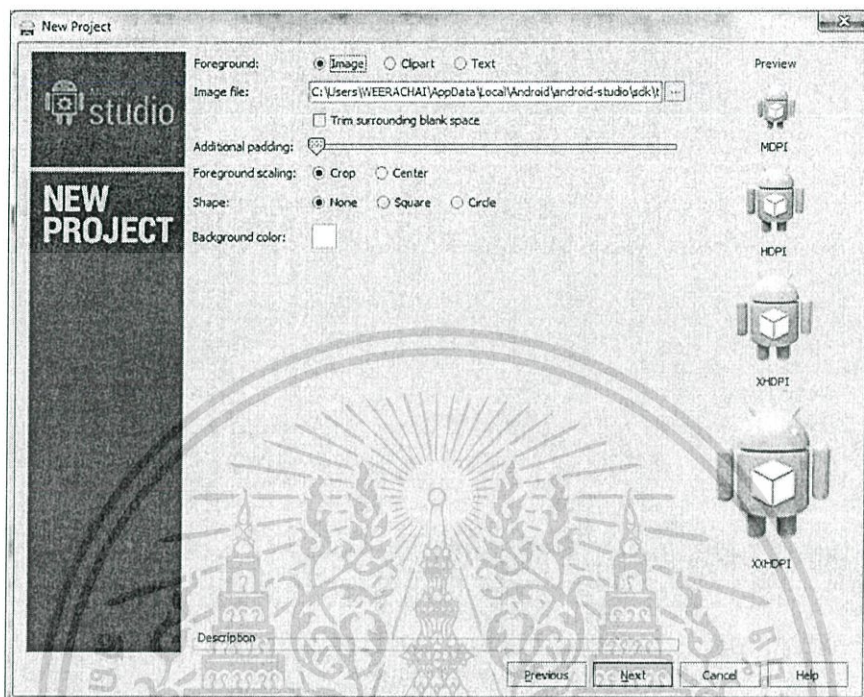
กำหนดชื่อ Project และ Path ของ Project รวมทั้งค่าอื่น ๆ ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 หน้า New Project การตั้งค่าต่างๆ

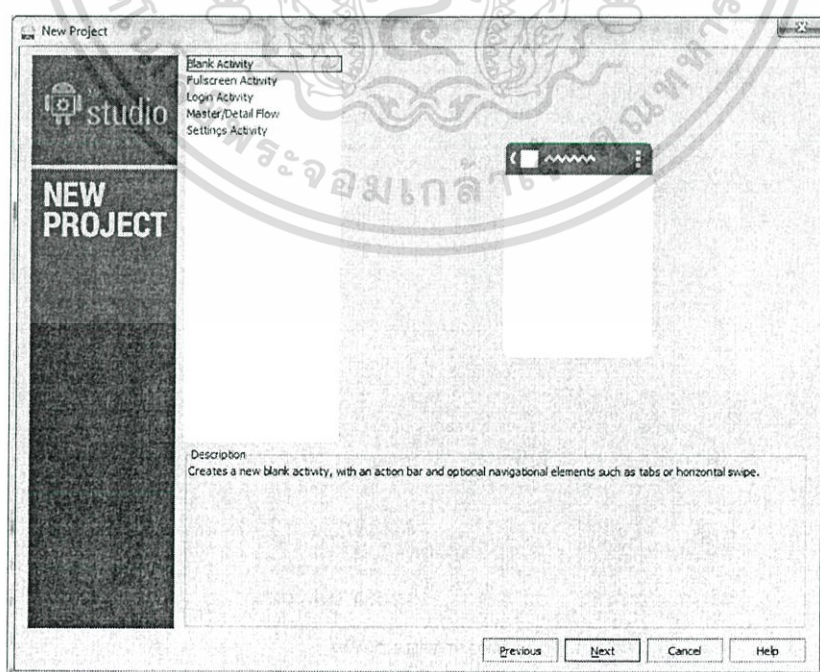
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนด Icon Launcher ตอนนี้ให้กำหนดเป็นค่า Default ไว้ก่อน ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 หน้าการกำหนด Icon Launcher

เลือก Blank Activity ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การตั้งค่า Blank Activity

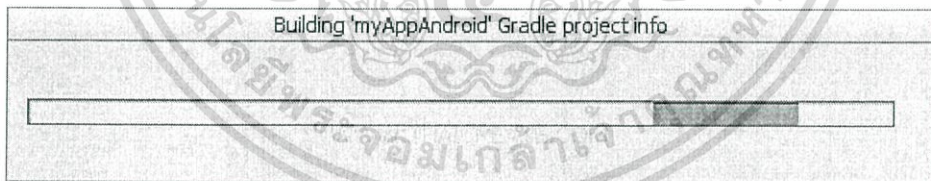
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดค่า Default ไว้เลย ซึ่ง 2 ตัวนี้จะเป็น XML layout(activity\_main.xml) และ Java (MainActivity.java) ดังรูปที่ 2.16



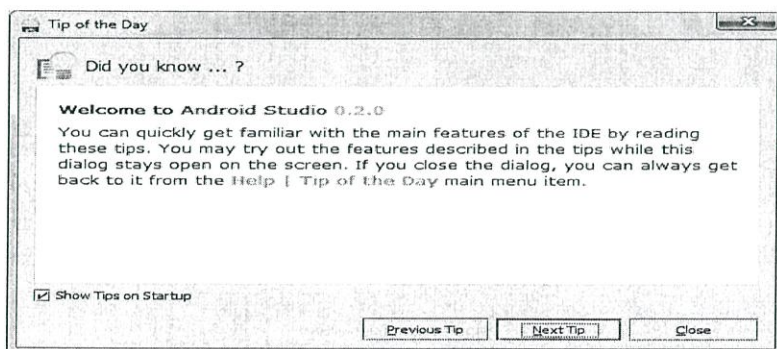
รูปที่ 2.16 การกำหนดค่า Default

กำลังสร้าง Project ซึ่งในครั้งแรกที่สร้าง Project อาจจะใช้เวลานาน ประมาณ 5-10 นาที ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 หน้าต่างรอการสร้าง Project

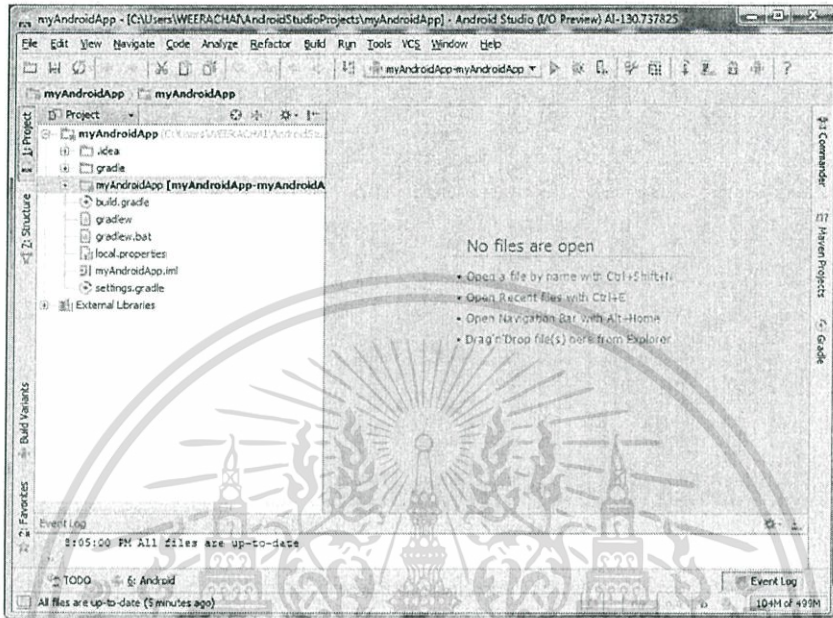
หลังจะเสร็จเรียบร้อย จะมี Dialog ของ Tip แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 Dialog ของ Tip

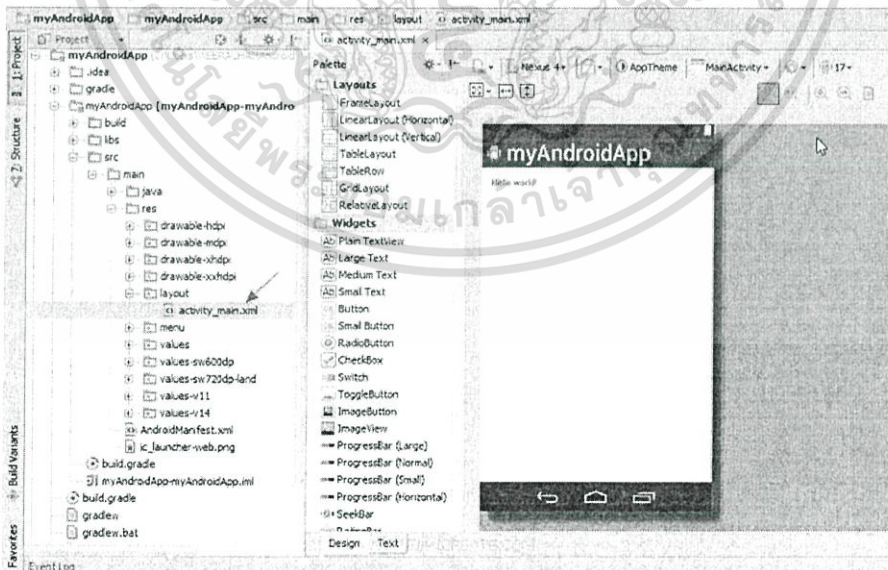
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่สร้าง Project เรียบร้อยแล้ว สิ่งที่เราเห็นอยู่ด้านซ้ายมือคือชื่อ Project ให้คลิกเพื่อดูโครงสร้างต่าง ๆ ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 หน้าต่างแรกในการเริ่มทำ Project

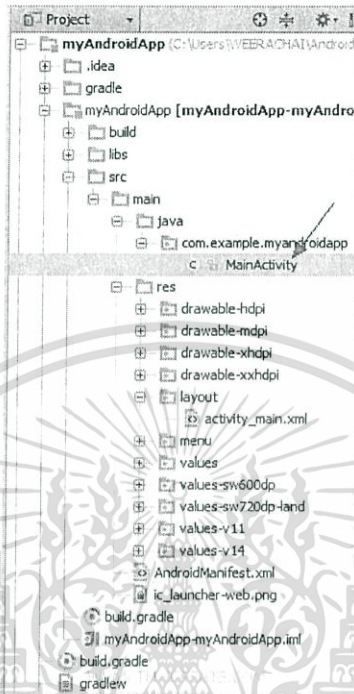
โดย Path ของ XML Layout จะอยู่ใน `/src/res/layout/` ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 Path ของ XML Layout

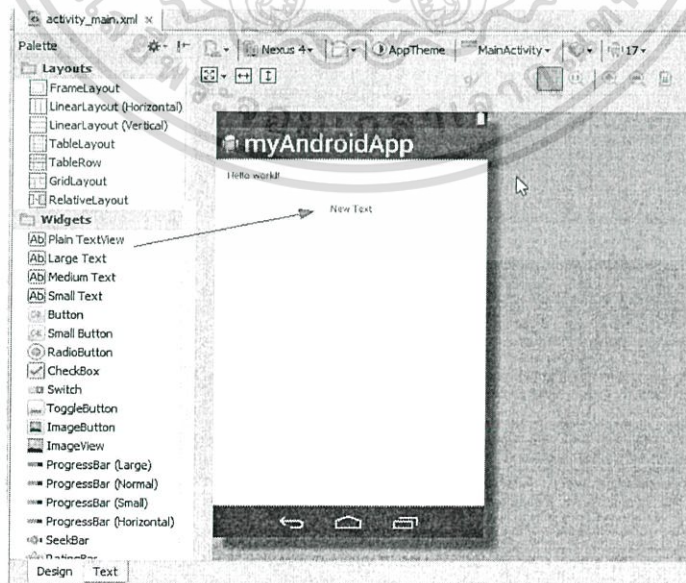
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน Java จะอยู่ที่ `/res/java/` ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 ส่วนของ Java

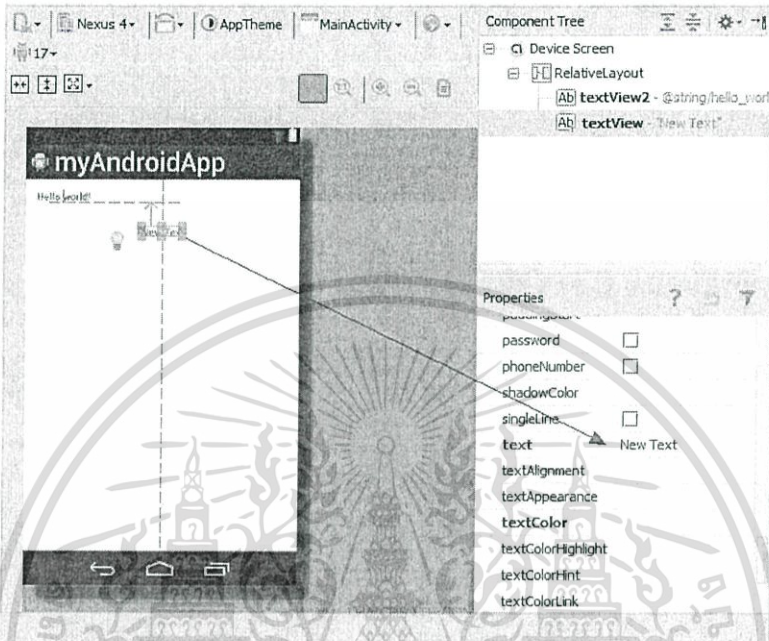
ตรงกลางเราจะเห็น Screen XML Activity Layout หรือพื้นที่สำหรับการเขียน App ให้เราทดสอบลาก Widgets ของ TextView ไปวาง ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 Screen XML Activity Layout

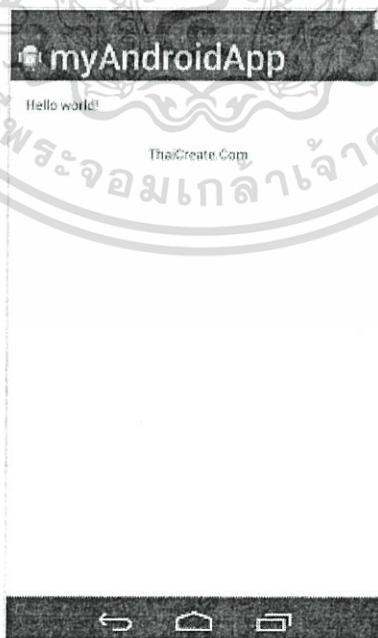
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน Android Studio สามารถกำหนดคุณสมบัติของ Widgets แต่ละตัวภายใต้ Properties ซึ่งมีลักษณะกับ Visual Studio ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 คุณสมบัติของ Widgets

แก้ไข Text ก็จะได้ข้อความแสดงผลออกทางหน้าจอ Activity ดังรูปที่ 2.24



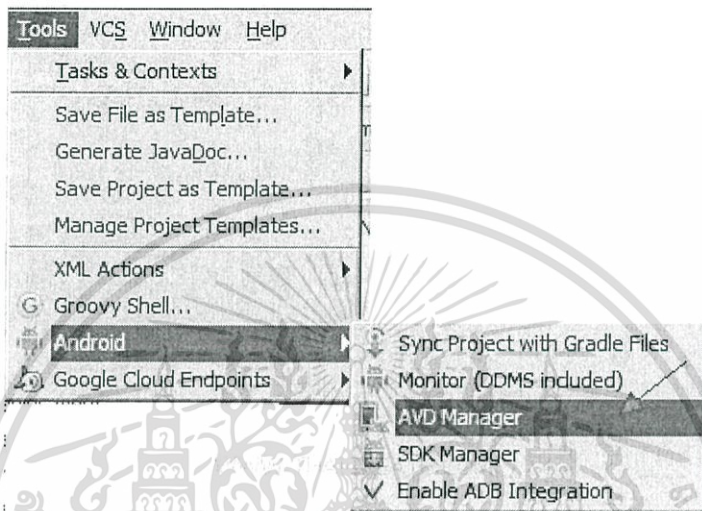
รูปที่ 2.24 ข้อความแสดงผลออกทางหน้าจอ Activity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนี้

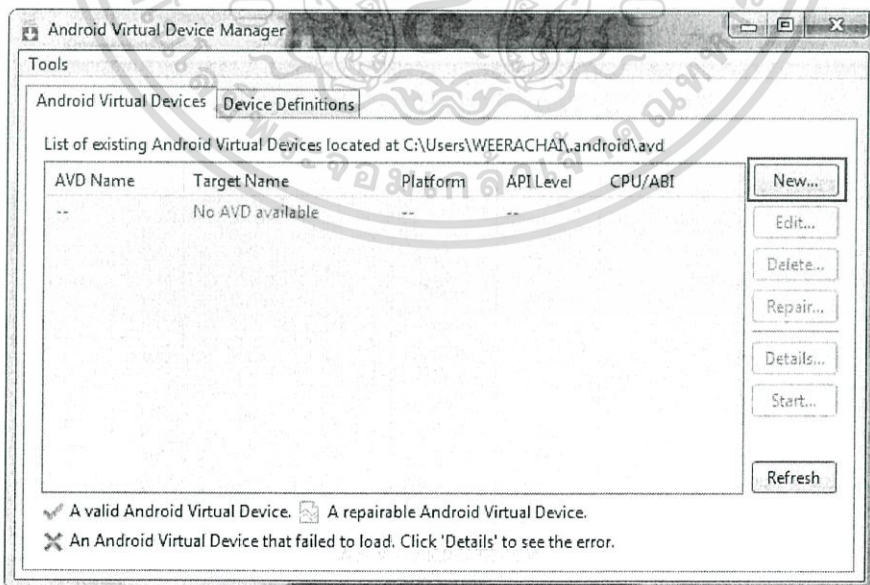
การรัน Project บน Emulator ชั้นแรกจะต้องสร้าง AVD หรือ Emulator โดยมีวิธีการสร้าง

เลือกเมนู Tools -> Android -> AVD Manager ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 ขั้นตอนการสร้าง AVD

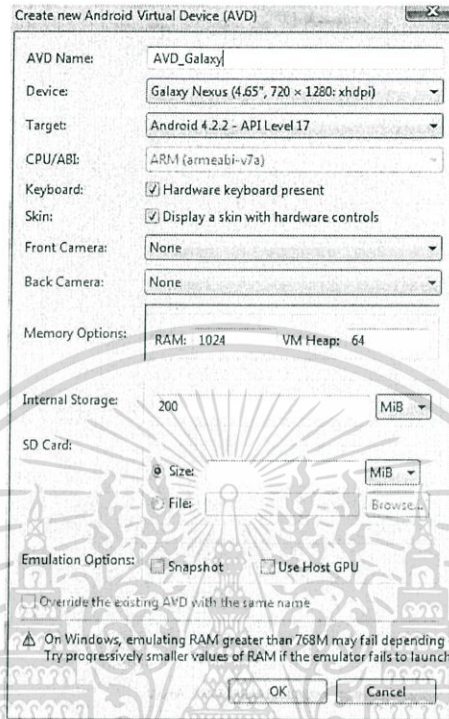
ตอนนี้รายชื่อไม่มี AVD หรือ Emulator ไว้สำหรับรันโปรแกรม ให้เลือก New ขึ้นมาใหม่ ดังรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 Android Virtual Device Manager

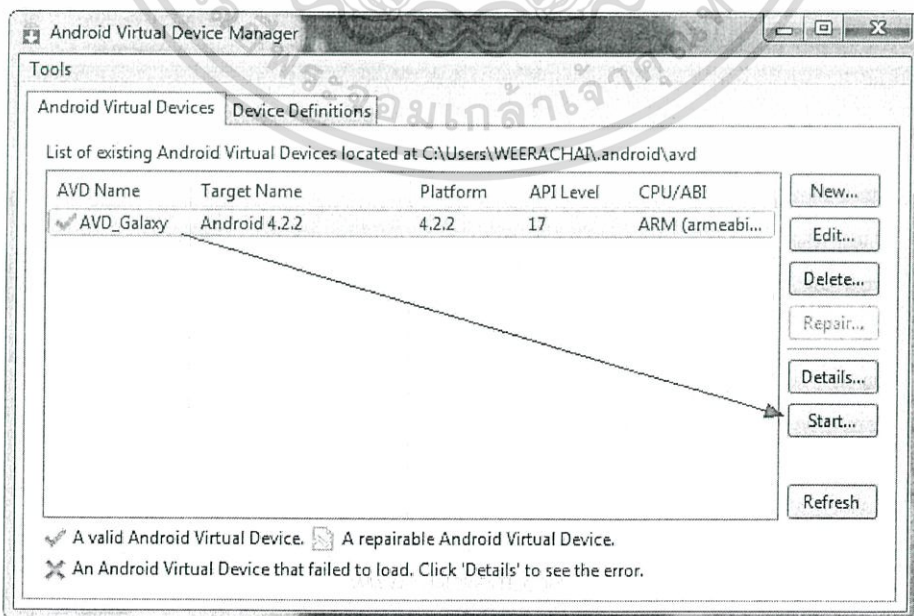
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดชื่อ AVD หรือ Emulator พร้อมกับเลือกรุ่นของ Device ที่ต้องการดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 การกำหนด AVD

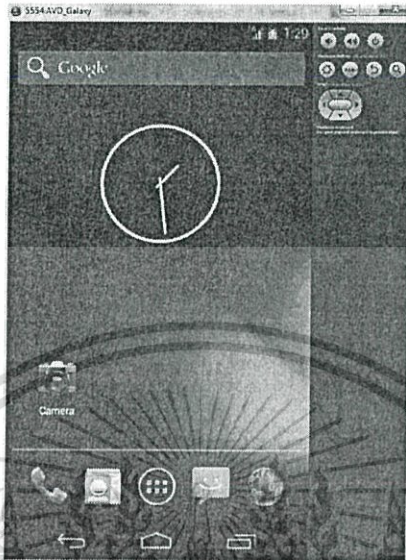
ตอนนี้เราได้ AVD ขึ้นมาเรียบร้อยแล้ว (ในกรณีที่ต้องการรุ่นอื่น ๆ ก็ใช้หลักการสร้างเช่นเดียวกัน) จากนั้นให้เลือก Start.. ดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 หน้าต่างการเลือกรุ่น AVD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอขณะ Emulator จะทำงาน ซึ่งจะได้หน้าจอดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 หน้าจอโทรศัพท์ขณะรอ Emulator

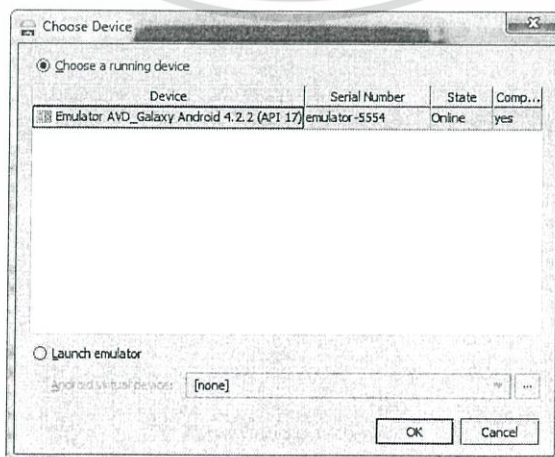
การรัน Project ทุกครั้งสามารถนำมารัน Emulator ไว้ก่อน หรือจะเปิดโปรแกรมเรียก ขึ้นมาอัตโนมัติก็ได้เช่นเดียวกัน โดยไม่จำเป็นจะต้องมา Start เอาแบบ Manual

กลับมาที่ Project ให้เลือก Run ดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 การ Run Project

ขั้นตอนนี้จะเป็นการเลือก Emulator ที่เราสร้างขึ้น ดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 การเลือก Emulator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

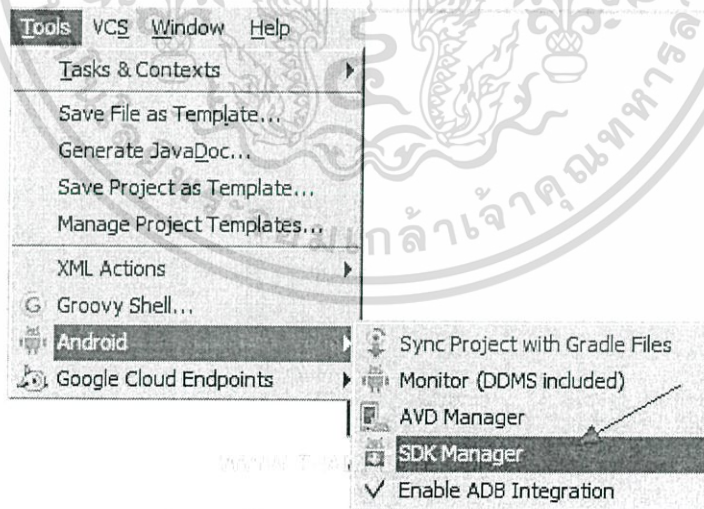
รอจะครู่จะได้ผลลัพธ์การรัน Project บน AVD Emulator ดังรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 ผลลัพธ์การรัน Project บน AVD Emulator

ในกรณีที่ต้องการ AVD รุ่นอื่น ๆ หรือ Update ตัว Plugin ใหม่ ๆ เราสามารถทำการเรียก SDK Manager เพื่อตรวจสอบหา API ที่เราต้องการ ดังรูปที่ 2.33

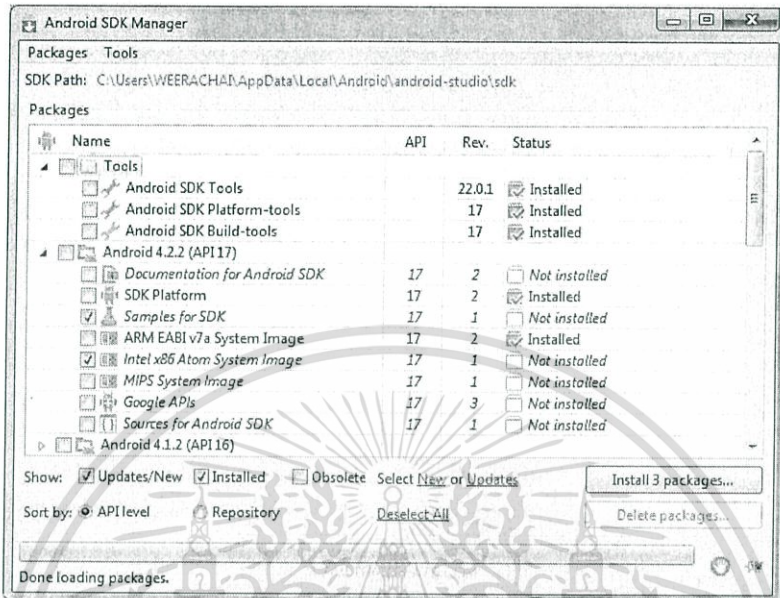
เลือกที่เมนู Tools -> Android -> SDK Manager



รูปที่ 2.33 ขั้นตอนการไปสู่การเลือกรุ่น AVD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกการ Update ตัว SDK ทา API หรือ Plugin ที่ต้องการ ดังรูปที่ 2.34



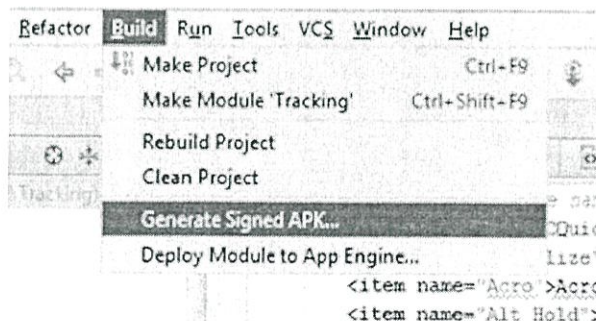
รูปที่ 2.34 หน้าต่างการ Update ตัว SDK

### 2.3 วิธี Export ไฟล์ APK บน Android Studio

หลังจากที่เขียนแอปพลิเคชันเสร็จแล้ว และพร้อมที่จะส่งขึ้น Google Play Store จะต้องใช้ไฟล์แอปพลิเคชันที่มาจาก การ Export เท่านั้น โดยไม่สามารถนำไฟล์ที่เกิดจากการคอมไพล์เพื่อทดสอบมาใช้แทนได้

ในการ Export แอปพลิเคชันทุกครั้งจะต้องใช้ไฟล์ที่เรียกกันว่า Keystore โดยขั้นตอนการ Export นั้นจะนำข้อมูลที่อยู่ใน Keystore ผังลงไปด้วยในไฟล์ APK นั้นๆ จึงทำให้รู้ได้ว่า APK ตัวนั้นๆ เป็นของใคร Keystore ก็สามารถสร้างจาก Android Studio ได้ตามขั้นตอนดังนี้ [3]

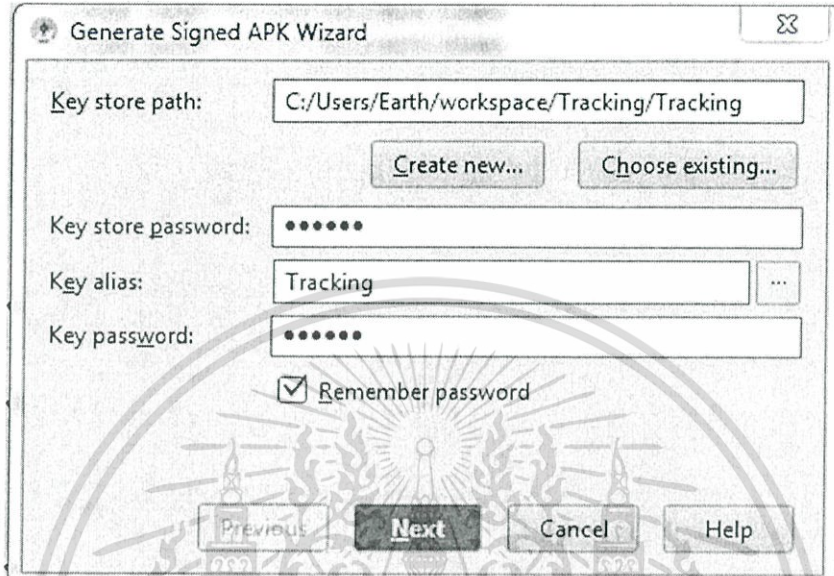
เลือกไปที่ Build > Generate Signed APK... ดังรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.35 เลือก Build และ Signed APK...

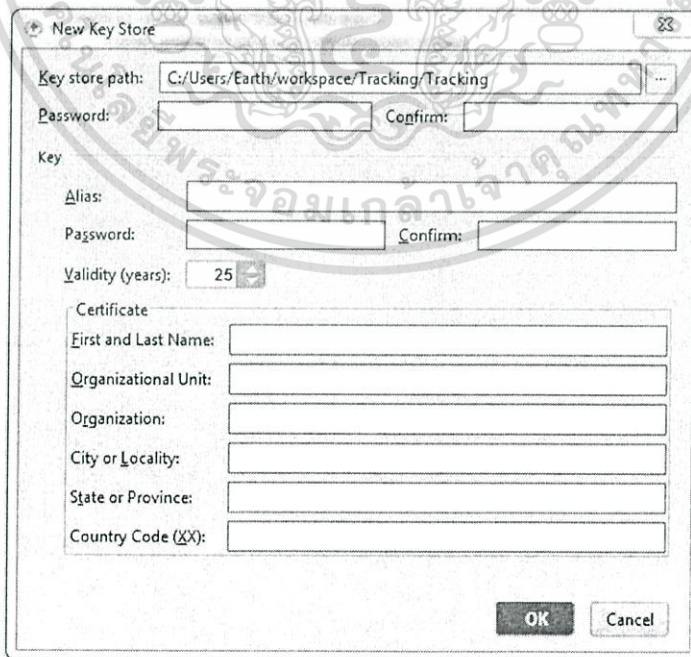
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีหน้าต่าง Generate Signed APK Wizard แสดงขึ้นมา ให้กดปุ่ม Create new... เพื่อทำการสร้าง Keystore ดังรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.36 หน้าต่าง Generate Signed APK Wizard

หน้าต่าง New Key Store จะแสดงขึ้นมาเพื่อให้ใส่ข้อมูลสำหรับ Keystore ที่จะสร้างกรอกข้อมูลให้เรียบร้อยแล้วกดปุ่ม OK ดังรูปที่ 2.37



รูปที่ 2.37 หน้าต่าง New Key Store

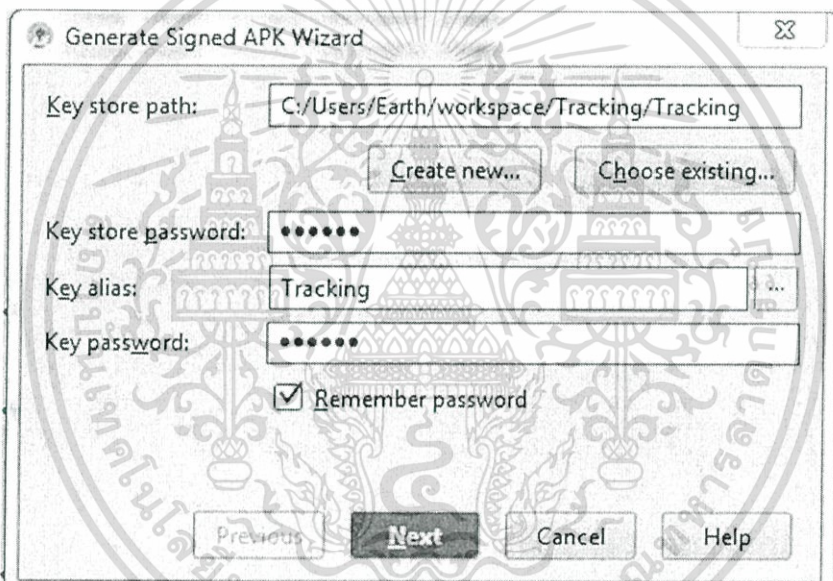
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอสักพักจนหน้าต่างหายไป ให้เปิดดูที่ Path ที่ได้กำหนดไว้ก็จะเห็นไฟล์ Keystore ที่สร้างขึ้นมา ให้ใช้ไฟล์ดังกล่าวนี้ในการ Export ทุกครั้ง ดังรูปที่ 2.38



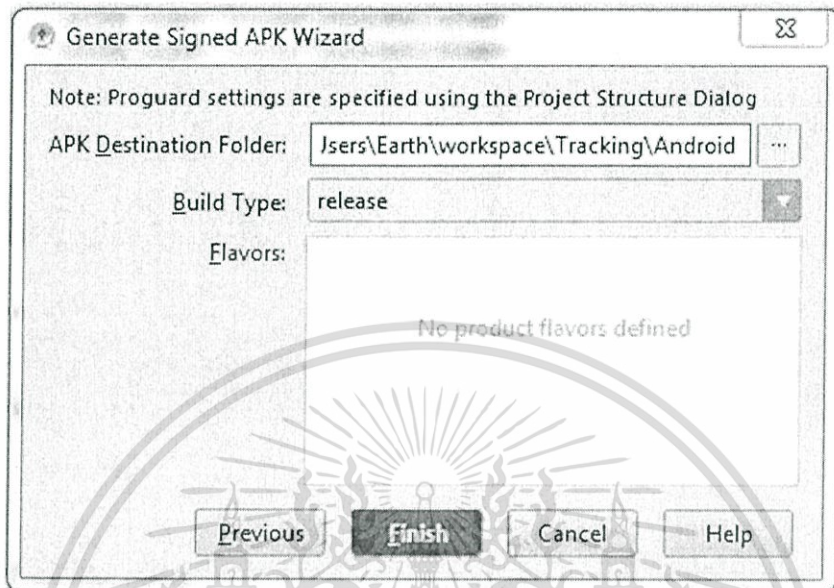
สำหรับการ Export ไฟล์ APK จะมีขั้นตอนดังนี้

เลือกไปที่ Build > Generate Signed APK... ดังรูปที่ 2.39

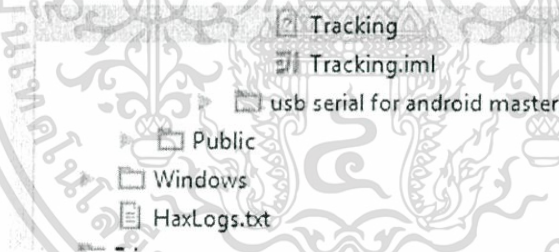


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กดที่ปุ่ม Choose existing แล้วเลือก Keystore ที่ได้สร้างเตรียมไว้ ดังรูปที่ 2.40 และรูปที่ 2.41

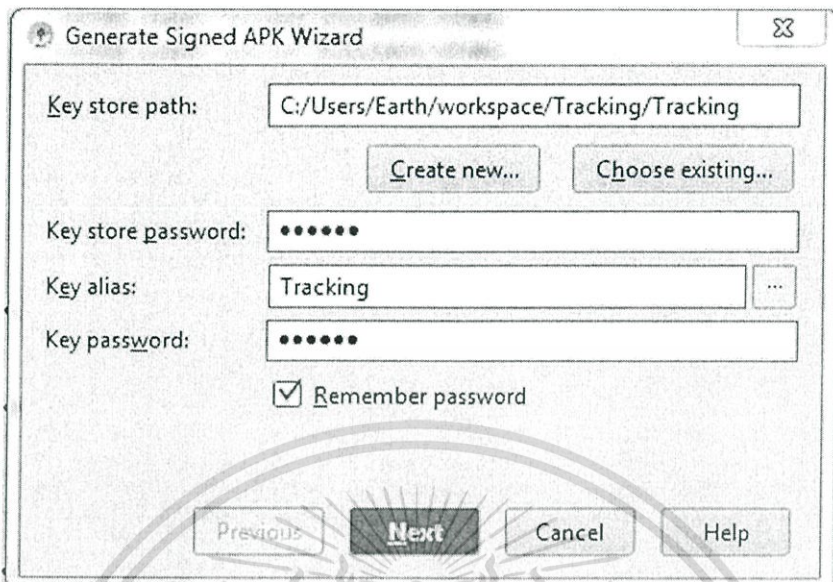


รูปที่ 2.40 หน้าต่าง Generate Signed APK Wizard



รูปที่ 2.41 หน้าต่าง Select Path

จากนั้นก็ใส่รหัสของ Keystore, ชื่อ Key และรหัสของ Key ให้เรียบร้อย แล้วกดปุ่ม Next ดังรูปที่ 2.42



รูปที่ 2.42 หน้าต่าง Generate Signed APK Wizard

หน้าต่อมาจะเป็นการกำหนดเกี่ยวกับไฟล์ APK ดังรูปที่ 2.43



รูปที่ 2.43 หน้าต่าง Generate Signed APK Wizard

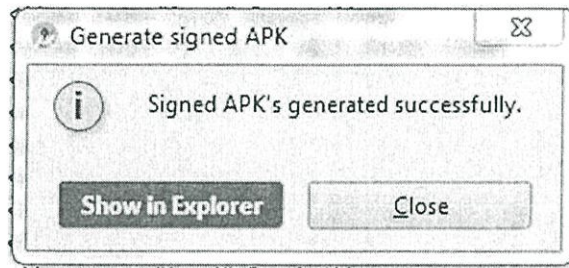
APK Destination Folder - เลือก Path สำหรับเก็บไฟล์ APK ที่ได้

Build Type - เลือกรูปแบบการ Export

เมื่อกำหนดเสร็จแล้วให้กดปุ่ม Finish

รอโปรแกรมทำการ Export เสร็จ ก็จะมีหน้าต่างแจ้งขึ้นมา ดังรูปที่ 2.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.44 หน้าต่าง Generate Signed APK

จะเลือก Show in Explorer เพื่อเปิดหน้าต่างดูไฟล์ APK ก็ได้หรือจะกดปุ่ม Close เพื่อปิดหน้าต่างก็ได้

เพียงเท่านี้ก็จะได้ไฟล์ APK ที่พร้อมจะเอาขึ้น Google Play Store แล้ว ดังรูปที่ 2.45

Name	Date modified	Type	Size
art	8/4/2558 0:07	File folder	
build	14/4/2558 2:06	File folder	
libs	8/4/2558 0:44	File folder	
res	7/4/2558 23:59	File folder	
src	7/4/2558 23:59	File folder	
.DS_Store	14/4/2558 2:09	DS_STORE File	7 KB
.gitignore	27/3/2558 8:52	GITIGNORE File	1 KB
Android.iml	16/4/2558 15:57	IML File	8 KB
AndroidManifest.xml	16/4/2558 16:41	XML Document	6 KB
build.gradle	27/3/2558 8:52	GRADLE File	4 KB
lint.xml	27/3/2558 8:52	XML Document	1 KB
manifest-merger-release-report.txt	16/4/2558 16:43	Text Document	12 KB
proguard.cfg	27/3/2558 8:52	CFG File	3 KB
project.properties	27/3/2558 8:52	PROPERTIES File	1 KB
tower-release.30105.apk	17/4/2558 7:30	APK File	4,296 KB

รูปที่ 2.45 หน้าต่าง โฟลเดอร์ ที่ save ไฟล์ apk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 Google Maps Android API v2

สำหรับ Google Maps API v2 จะมีการเปลี่ยนแปลงไปจาก Google Maps API v1 เดิมที่เคยใช้กันอยู่ อย่างเช่น การขอ API Key ที่ต้องสมัคร Google API ด้วย การเรียกใช้ Google Maps ที่แตกต่างไปจากของเดิม[4]

### 2.4.1 การขอ API Key จาก Google

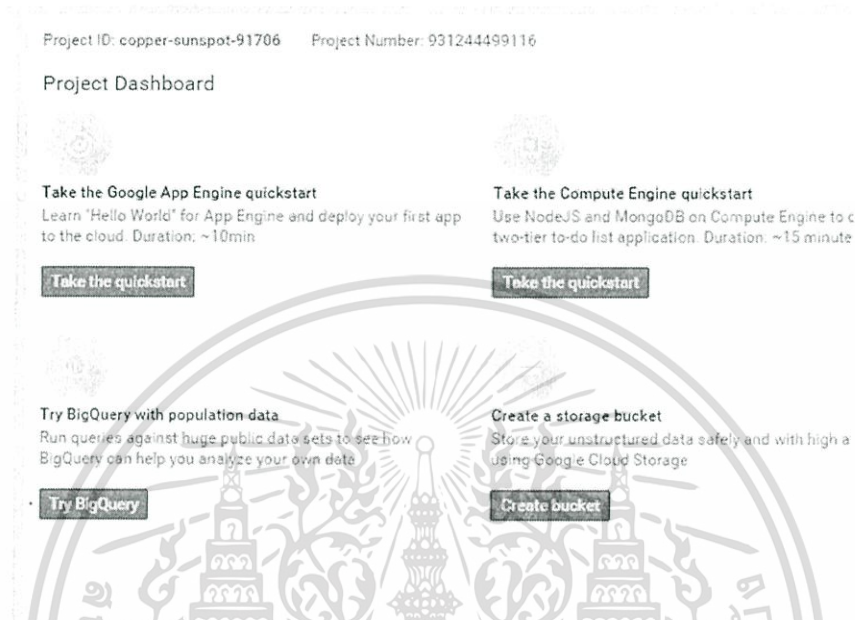
เมื่อสร้างเสร็จแล้วก็ขอ API Key โดยต้องสมัครใช้งาน Cloud Console ที่ Google Cloud Console เมื่อ Log In เข้ามาแล้วก็จะพบกับหน้าแรกของ Cloud Console กดปุ่ม Create Project เพื่อทำการสร้าง Project ก่อนโดยเข้าได้ที่ <https://console.developers.google.com/project> ดังรูปที่ 2.46



รูปที่ 2.46 การสร้าง Project ใน Google Cloud Control

จากนั้นให้ตั้งชื่อ Project ตามจะมีช่องให้กำหนด Project ID โดยที่ช่องนี้จะตัวเองหรือให้ระบบออก Project ID ให้ก็ได้ จากนั้นยืนยันที่ช่อง I have read and agree to all Terms of Service..... แล้วกดปุ่ม Create เพื่อทำการสร้าง Project ขึ้นมา

จากนั้นก็เข้าสู่หน้า Overview ที่เป็นหน้าแรกสุดใน Cloud Console ดังรูปที่ 2.47



รูปที่ 2.47. หน้า Overview ของ Cloud Console

ที่ช่องแถบซ้ายมือให้กดเลือกที่ APIs แล้วเลื่อนลงมาเรื่อยๆ มองหา Google Maps Android API แล้วกดที่ปุ่ม Enable ดังรูปที่ 2.48



รูปที่ 2.48 หน้า APIs ของ Cloud Console

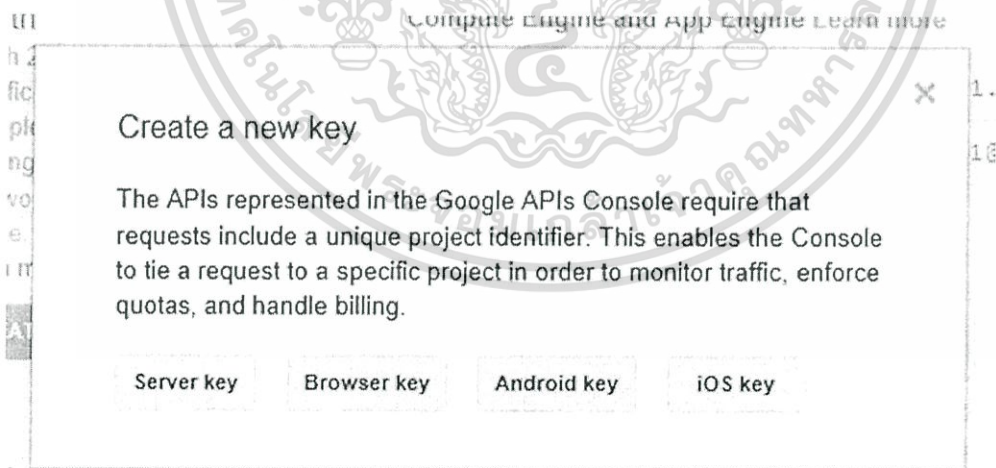
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปิดเสร็จแล้วจะเห็นว่าเปิดใช้งานแล้ว ส่วนอันอื่นที่เปิดไว้อยู่แล้วไม่ต้องสนใจก็ได้ เป็นบริการอื่นๆของ Google ซึ่งทั้งหมดในนี้เป็น API จาก Google ที่สามารถขอใช้งานได้นั้นเองที่แถบช่องซ้ายมือให้กดเลือก Credentials ที่อยู่ต่อจาก APIs ซึ่งเป็นการลงทะเบียน Application เพื่อขอใช้ API ของ Google ให้กดที่ปุ่ม Create New Key ดังรูปที่ 2.49



รูปที่ 2.49 หน้า Credentials ของ Cloud Console

จากนั้นจะมีหน้าต่างขึ้นมาให้เลือกว่าจะสร้าง Key สำหรับอะไร ก็ให้เลือก Android Key ดังรูปที่ 2.50



ic API access

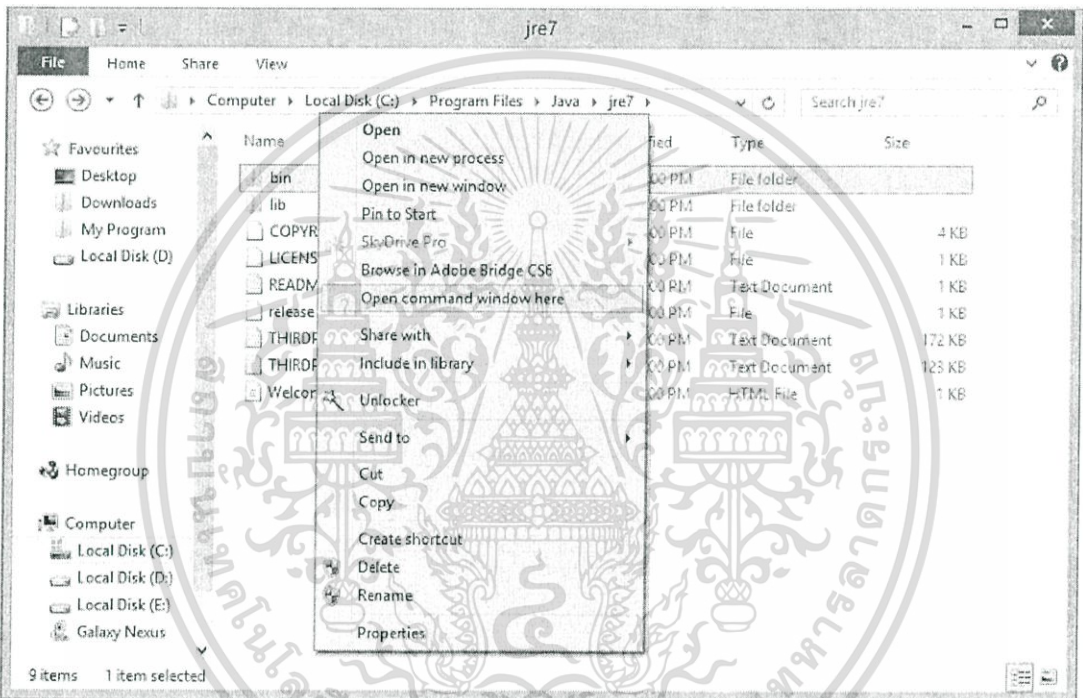
รูปที่ 2.50 หน้าต่างสำหรับเลือกชนิด Key

จะมีหน้าต่างให้กำหนดค่า โดยมีวิธีใส่SHA1;PackageName สำหรับ SHA1 สามารถเช็คได้จาก Certificate Fingerprint จากไฟล์ debug.keystore ที่อยู่ในคอมพิวเตอร์ของแต่ละคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.2 ขั้นตอนการเช็ค Certificate Fingerprint

ที่นี้ยกย่อหน้าต่างลงก่อน เพราะจะต้องใช้ Certificate Fingerprint สำหรับการขอ API Key เพื่อให้สามารถใช้งาน Google Maps API v2 ได้ ให้เข้าไปที่ C:\Program Files\Java\jre7 โดย jre7 ขึ้นอยู่กับว่า ผู้ใช้ลง Java ตัวใด ถ้างงตัวไหนก็ใช้โฟลเดอร์นั้นๆ จากนั้นก็ให้กดปุ่ม Shift ค้างไว้ แล้วคลิกขวาที่โฟลเดอร์ bin แล้วเลือกที่ Open command windows here (ต้องกด Shift ถึงจะเห็น) ดังรูปที่ 2.51



รูปที่ 2.51 การเปิด Command Line ใน Folder ที่ต้องการ

สำหรับ Windows Vista, 7, 8 และ 8.1 ให้พิมพ์คำสั่งตามนี้

```
keytool -list -v -keystore "C:\Users\user_name\.android\debug.keystore" -alias androiddebugkey -storepass android -keypass android -v
```

โดย user\_name คือโฟลเดอร์ของ User Account ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ ก็แก้ไขชื่อดังกล่าว ให้ตรงกับเครื่องของผู้ใช้ด้วยซึ่งในภาพตัวอย่างข้างล่าง เจ้าของบล็อกใช้ชื่อว่า เพียงเท่านั้นก็จะได้ Certificate Fingerprint มาเรียบร้อยแล้ว ดังรูปที่ 2.52

```

Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe
Certificate[1]:
Owner: CN=Android Debug, O=Android, C=US
Issuer: CN=Android Debug, O=Android, C=US
Serial number: 58708137
Valid from: Thu Feb 26 11:21:09 ICT 2015 until: Sat Feb 18 11:21:09 ICT 2015
Certificate fingerprints:
MD5: 9A:94:4B:E9:96:D6:3F:2E:BB:80:61:4A:62:CC:47:8B
SHA1: CC:15:A7:AF:65:0C:FC:A5:7B:A8:ED:67:80:42:3B:BF:84:48:8E:9F
SHA256: C6:71:EE:25:C4:50:A9:A1:AA:C8:89:F3:E4:6A:07:42:ED:96:8D:C3:00:
D7:4C:BE:51:E7:7D:C4:72:69:83:0A
Signature algorithm name: SHA256withRSA
Version: 3

Extensions:
#1: ObjectID: 2.5.29.14 Criticality=false
SubjectKeyIdentifier [
KeyIdentifier [
0000: B6 2B 31 C8 AE 55 C6 36   DC 14 F5 F1 DF E7 05 CB   ..1..U.6.....
0010: 38 B0 95 FA                               8...
1
1
C:\Program Files\Java\jre7\bin>

```

รูปที่ 2.52 หน้าต่าง Command Line เพื่อใช้ในการหาค่า Fingerprint SHA1

เมื่อเช็ค Certificate Fingerprint และได้เป็น SHA1 มาเรียบร้อยแล้ว กลับมาที่ Cloud Console กันต่อ ให้ใส่ SHA1 ที่ได้ลงไป ตามด้วยเครื่องหมาย ; แล้วต่อด้วยชื่อ Package ของ Application ที่ต้องการใช้งาน Google Maps จะเห็นว่ามีช่อง Key for Android applications แสดงอยู่ ผู้ใช้งานจะเห็นว่ามี Key ที่สร้างแสดงขึ้นมาแล้ว ดังรูปที่ 2.53

#### Key for Android applications

API key	AlzaSyAPWGU60ImPPIQKJJwdReAToGoZcM0TRgs
Android applications	CC:15:A7:AF:65:0C:FC:A5:7B:A8:ED:67:80:42:3B:BF:84:48:8E:9F,org.droidplanner.android
Activation date	Apr 16, 2015, 6:48:00 AM
Activated by	sira.akpongpaisit@gmail.com (you)

Edit allowed Android applications    Regenerate key    Delete

รูปที่ 2.53 แสดง Key ในการขอใช้ Google Maps API v2

นำ API Key ที่แสดงอยู่ในนั้นนำไปใช้งานใน Application ได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 โหมดการบิน (Flight Modes)

โดยโหมดการบินของหุ่นยนต์นั้น ปัจจุบันมีทั้งหมด 8 โหมด [1] คือ

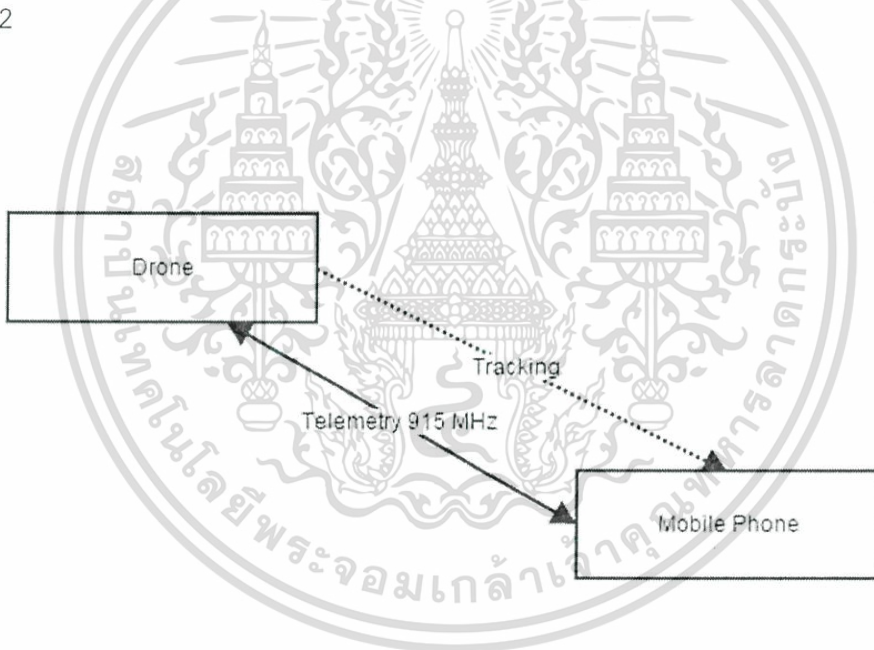
1. Acro คือโหมดบินแบบ Aerobatic จะไม่มีการปรับความเอียงกลับมายังแนวระดับอัตโนมัติ มีเพียงการป้องกันไม่ให้เครื่องเอียงจนเกิดการพลิกคว่ำได้
2. Stabilize คือโหมดบินแบบ Stabilize Mode เป็น Mode ในการควบคุมที่พื้นฐานที่สุด จะทำหน้าที่คอยปรับความเอียงกลับมายังแนวระดับอัตโนมัติ
3. Simple คือโหมดบินแบบเดียวกับ Stabilize แต่คุมเอียง Roll กับ Pitch จะเอียงรักษาการเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างๆ ได้ง่ายกว่า Stabilize
4. AltHold เป็นโหมดรักษาความสูงอัตโนมัติ ซึ่งระบบควบคุมจะควบคุม Throttle ให้เครื่องบินรักษาระดับ แต่ยังสามารถควบคุมทิศทาง (Roll, Pitch, Yaw) ได้โดยโหมดนี้ควรต้องมี Sonar (Ultrasonic Sensor) มาใช้ในการตรวจจับความสูงด้วย
5. Loiter เป็นโหมดที่พัฒนามาจาก AltHold โดยเป็นโหมดที่รักษาความสูงและตำแหน่งด้วยตัวเอง โดยใช้ GPS ในการ set ตำแหน่งล่าสุด
6. RTL (Return to Launch) คือโหมดเรียก UAV กลับมายังตำแหน่งแรกที่ GPS ตรวจจับตำแหน่งแรกได้ โดยสามารถที่จะกำหนดความสูงที่ตำแหน่งเดิมได้
7. Guided เป็นโหมดที่สั่งให้ตัว UAV บินไปยังจุด Waypoint ที่เรากำหนดใน Ground Station และเมื่อไปถึงตำแหน่งนั้นแล้ว ระบบจะทำการไปโหมด Loiter เองอัตโนมัติ
8. Auto เป็นโหมดที่บินอัตโนมัติ โดยจะบินไปยังจุด Waypoint ที่เรากำหนดไว้เป็นจุดๆ ไป และในแต่ละ Waypoint ยังสามารถกำหนดภารกิจให้ Robot บินในลักษณะต่างๆ ได้ เช่น ไปถึงแล้วกลับ รอเวลาในโหมด Loiter หมุนตัว ลงจอด ปรับตำแหน่ง ถ่ายรูป ฯลฯ

## บทที่ 3

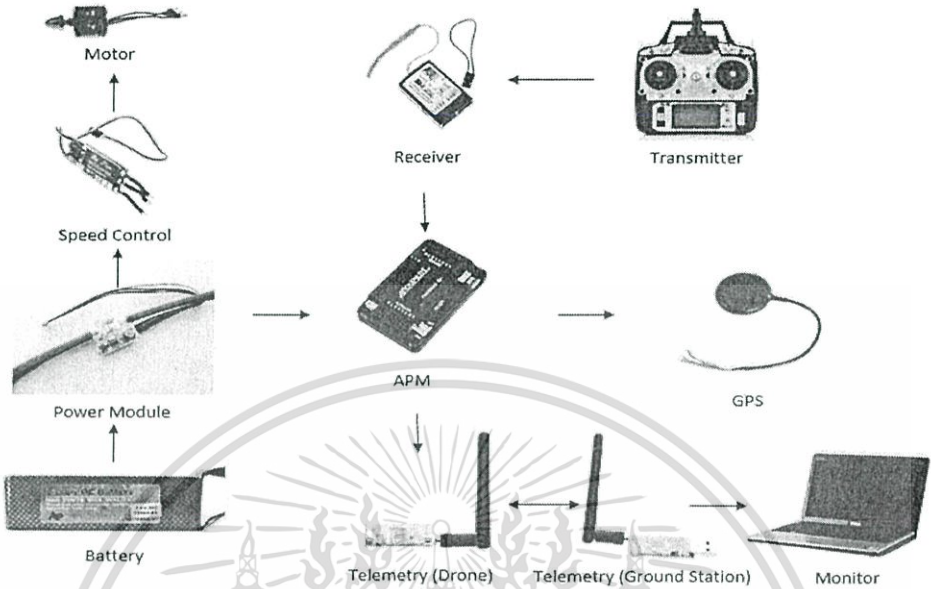
### การออกแบบและการจัดทำปริญญาานิพนธ์

#### 3.1 การออกแบบ

แนวคิดในการออกแบบอากาศยานไร้คนขับที่สามารถติดตามเป้าหมายได้ โดยจะมีบอร์ด APM คอยควบคุม เพื่อช่วยในการติดตามเป้าหมายที่กำลังเคลื่อนที่ โดยควบคุมผ่านโปรแกรม Mission Planner ในการลง Firmware เพื่อควบคุม Drone และ Calibrate รวมถึง แสดงสถานะต่างๆ ผ่าน Telemetry ความถี่ 915 MHz ส่วนอากาศยานไร้คนขับจะรับสัญญาณจากตัว Transmitter และนำไปสั่งการ Speed Control ที่เชื่อมต่อกับใบพัด โคนจะทำการออกแบบ Firmware เพื่อให้สามารถควบคุมตัว อากาศยานได้โดยไม่ต้องใช้ตัว Transmitter ดังรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2

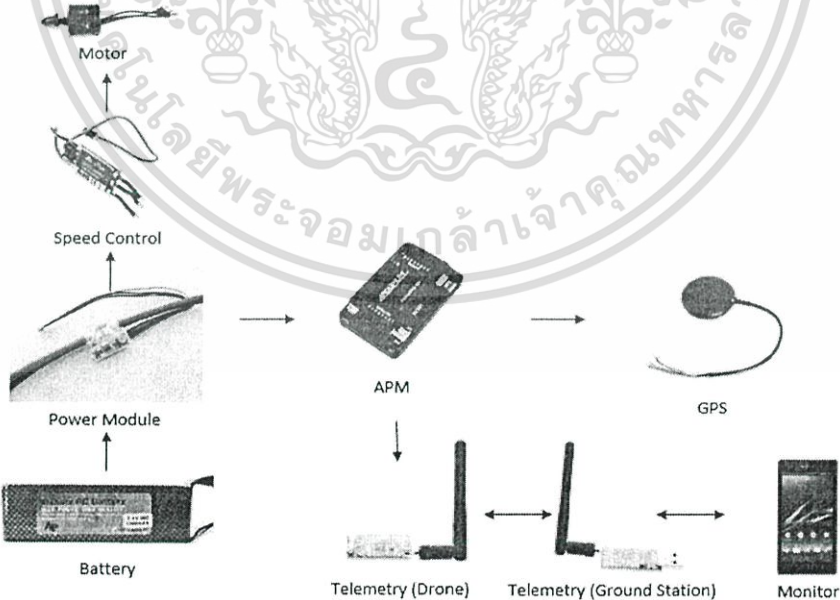


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของโครงการ



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของอากาศยานไร้คนขับ

โดยเมื่อทำการ Tuning โดยการใช้อิมโตะคอนโทรลในการทดสอบการบินแล้ว จึงทำการเปลี่ยนลักษณะการสั่งการเป็นการใช้ Telemetry สั่งการแทนดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมของอากาศยานไร้คนขับเมื่อทำการสั่งการโดยใช้ Telemetry

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.1 การคำนวณค่าแรงยกตัวของอากาศยานไร้คนขับ

จากสูตร 
$$F_L = C_L \times A \times d \times \frac{v^2}{2}$$

ค่า  $d$  คือ density of air ที่อุณหภูมิ +30 องศาเซลเซียส = 1.164

ค่า  $C_L$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงยกตัว (Lift Coefficient)

ซึ่งจะหาค่า  $\omega_m$  จากสูตร  $RPM \times v$  จะได้ ; ค่า  $RPM = 935 \text{ RPM/v}$  คือค่ามอเตอร์หมุนต่อรอบ

$$\omega_m = 935 \times 11.1 = 10378.5 \text{ RPM}$$

เปลี่ยนจาก rpm เป็น rad / s

$$\omega_m = \frac{10378.5 \times 2\pi}{60} = 1086.834 \text{ rad / s}$$

จากนั้นหาค่าความเร็ว ( $v$ ) จาก

$$\begin{aligned} v &= \omega_m r \\ &= 1086.834 \times 0.065 \\ &= 70.644 \text{ m / s} \end{aligned}$$

ค่า  $r$  คือความยาวของส่วนของใบพัด 1 ใบ

จากนั้นหาค่าพื้นที่ของใบพัดจาก

$$\begin{aligned} A &= \text{ChordLength} \times \text{WingLength} \\ &= 0.065 \times 0.025 \\ &= 1.625 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

นำเข้าสู่สูตรการหาแรงยกตัว

$$\begin{aligned} F_L &= C_L \times A \times d \times \frac{v^2}{2} \\ &= 1.7 \times 1.625 \times 10^{-3} \times 1.164 \times \frac{70.644^2}{2} \\ &= 8.024 \text{ N} \end{aligned}$$

อากาศยานไร้คนขับใช้ใบพัดทั้งหมด 4 ใบพัด จะได้

$$8.024 \times 4 = 32.096 \text{ N}$$

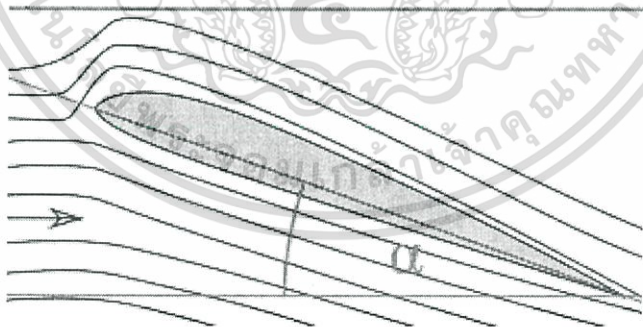
จากนั้นแปลงจาก N เป็น kg จะได้ น้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถยกตัวขึ้นได้

$$\frac{32.096}{9.8} = 3.275 \text{ kg}$$

ตารางแสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่มีผลต่อคุณลักษณะของอากาศซึ่งจะนำค่าที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) มาใช้หาค่า ความหนาแน่นของอากาศหรือค่า  $\rho$  ดังตารางที่ 3.1

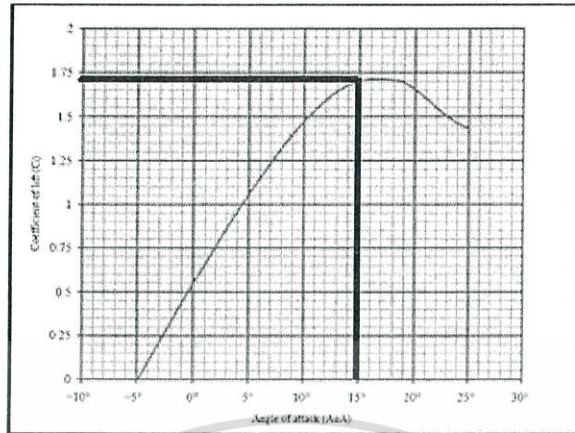
ตารางที่ 3.1 แสดงค่าความหนาแน่นอากาศ  
Effect of temperature on properties of air

Temperature $T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	Speed of sound $c$ ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )	Density of air $\rho$ ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Characteristic specific acoustic impedance $z_0$ ( $\text{Pa}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}$ )
+35	351.88	1.1455	403.2
+30	349.02	1.1644	406.5
+25	346.13	1.1839	409.4
+20	343.21	1.2041	413.3
+15	340.27	1.2250	416.9
+10	337.31	1.2466	420.5
+5	334.32	1.2690	424.3
0	331.30	1.2922	428.0



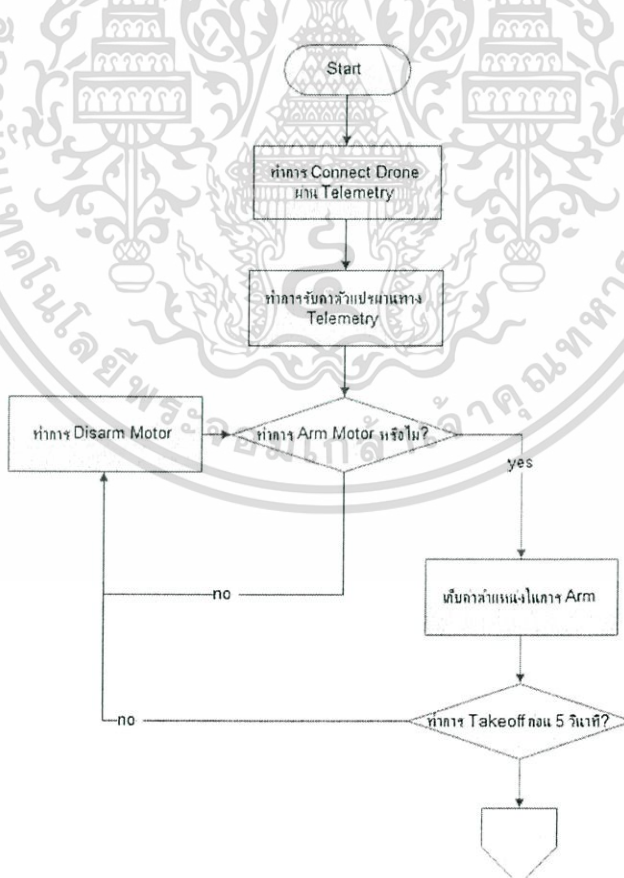
รูปที่ 3.4 ค่า Angle of Attack ของใบพัดซึ่งวัดค่าได้เท่ากับ 15 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



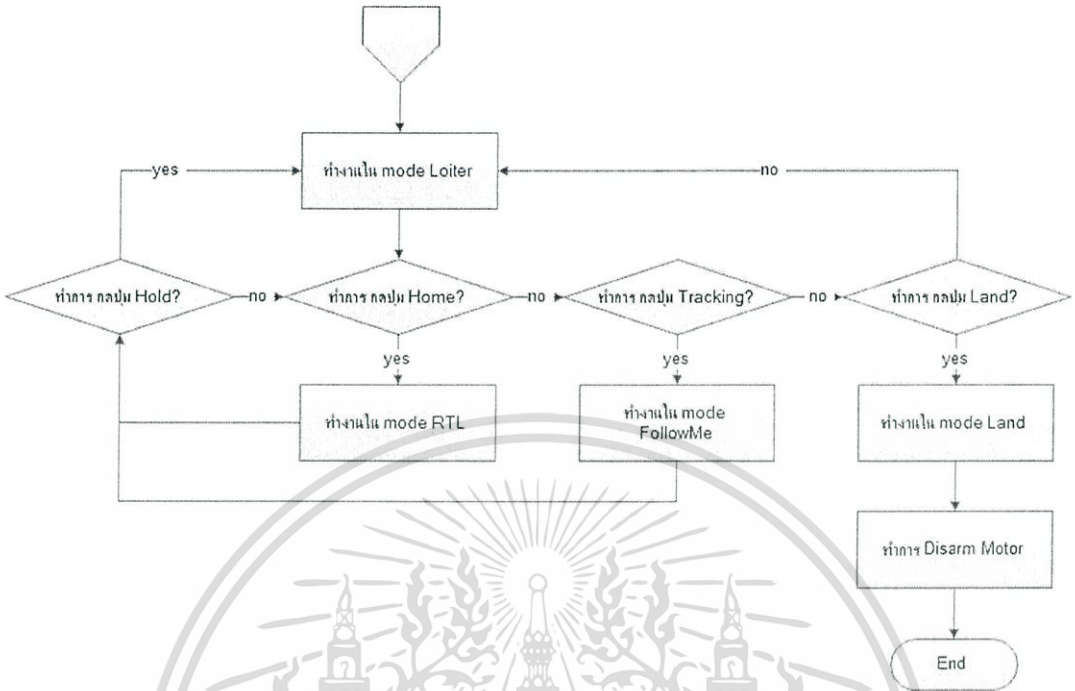
รูปที่ 3.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ Coefficient of Lift กับ Angle of Attack ซึ่ง Angle of Attack มีค่าเท่ากับ 15 องศาทำให้ค่า Coefficient Lift มีค่าเท่ากับ 1.7

3.1.2 Flowchart แสดงการทดสอบการส่งข้อมูลผ่าน Telemetry แสดงดังรูปที่ 3.6 และรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.6 Flowchart แสดงการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



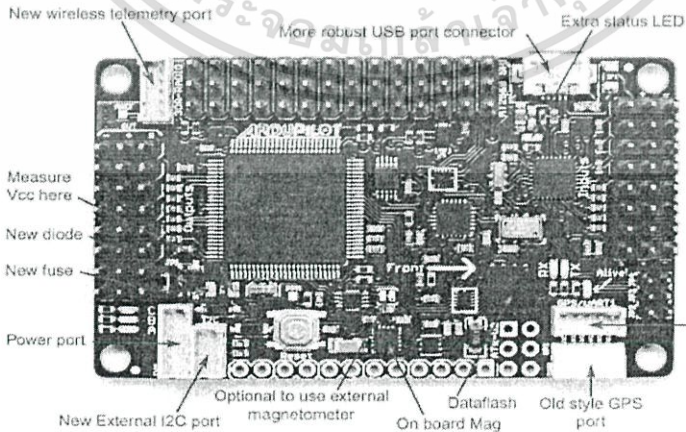
รูปที่ 3.7 Flowchart แสดงการทำงาน (ต่อ)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ส่วนของ Motor

ในส่วนของ Motor เริ่มจากแบตเตอรี่ขนาด 11.1 V 3300 mA ป้อนไฟไปยัง Power Module ผ่านไปยัง Speed Control เพื่อทำการขับให้มอเตอร์ทำงานต่อไป

3.2.2 ส่วนของ APM แสดงดังรูปที่ 3.8



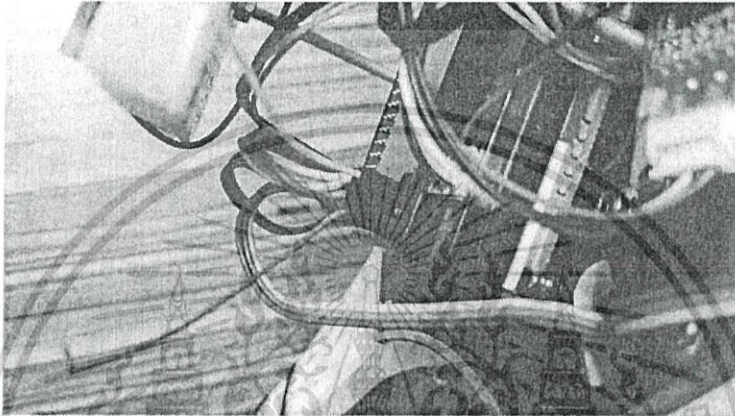
รูปที่ 3.8 ArduPilot ATMEGA2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

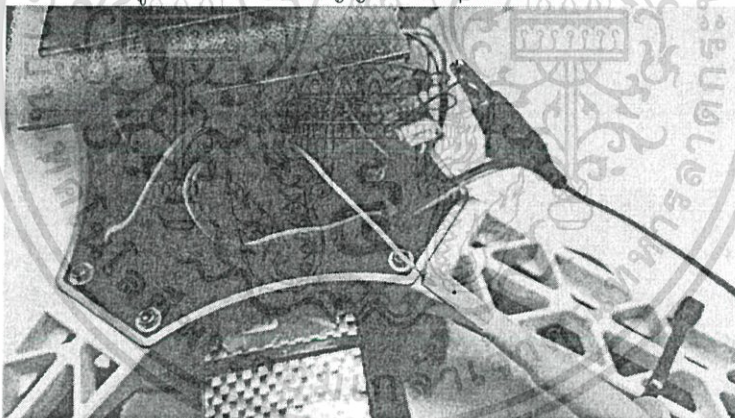
### 3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

#### 3.3.1 การวัดสัญญาณ Output จาก APM ไปยัง ESC

นำเอาสาย Jump ต่อจากช่องสัญญาณที่ต้องการวัดและช่อง Ground โดยไม่มีการ Jump สายจากช่องไฟเลี้ยง (ช่องกลาง) จากนั้นนำเอา Oscilloscope มาวัดโดยนำเอาขา + วัดที่สายสัญญาณ และขา - วัดที่ขา Ground ดังรูปที่ 3.9 และรูปที่ 3.10



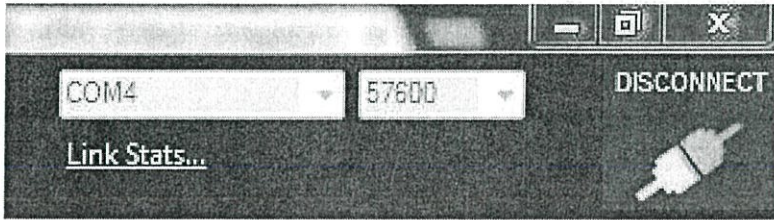
รูปที่ 3.9 การวัดสัญญาณ Output จาก APM



รูปที่ 3.10 การวัดสัญญาณ Output จาก APM โดยใช้ Oscilloscope

#### 3.3.2 การวัดความกว้าง Pulse โดยใช้ โปรแกรม Mission Planner

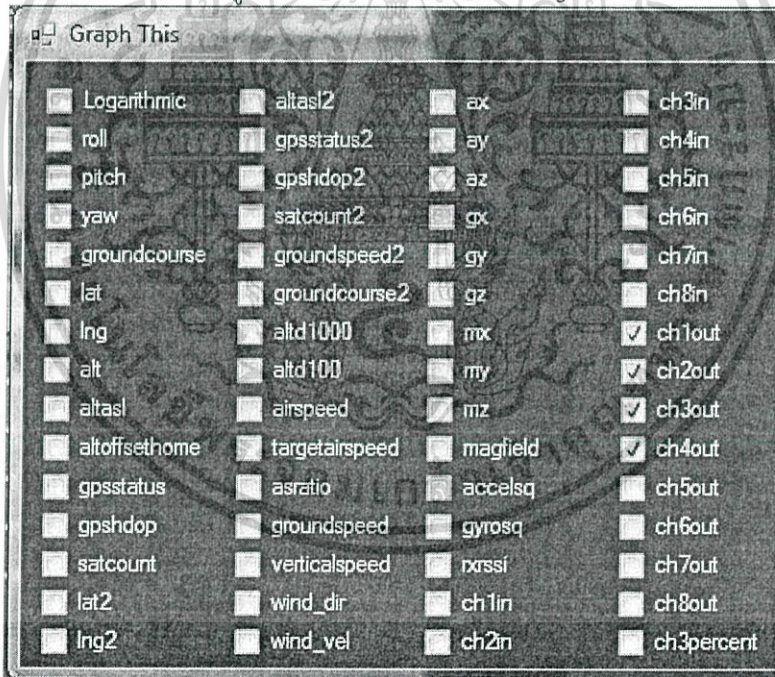
ทำการ Connect บอร์ด APM กับตัวโปรแกรมโดยใช้ Baud Rate ให้ถูกต้องโดยใช้ 57600 bps (สำหรับ Telemetry) และ 115200 bps (สำหรับ USB) ดังรูป 3.11 หลังจากนั้นเลือกช่อง Tuning ด้านล่างโปรแกรกดรูป 3.12 จะขึ้นค่าพารามิเตอร์สำหรับการวัดค่าโปรแกรมให้เลือก หลังจากทำการเลือกเสร็จทำการกดตกลงดังรูป 3.13 จะขึ้นกราฟสำหรับวัดค่าดังรูป 3.14



รูปที่ 3.11 ทำการ Connect บอร์ด APM กับ โปรแกรม Mission Planner

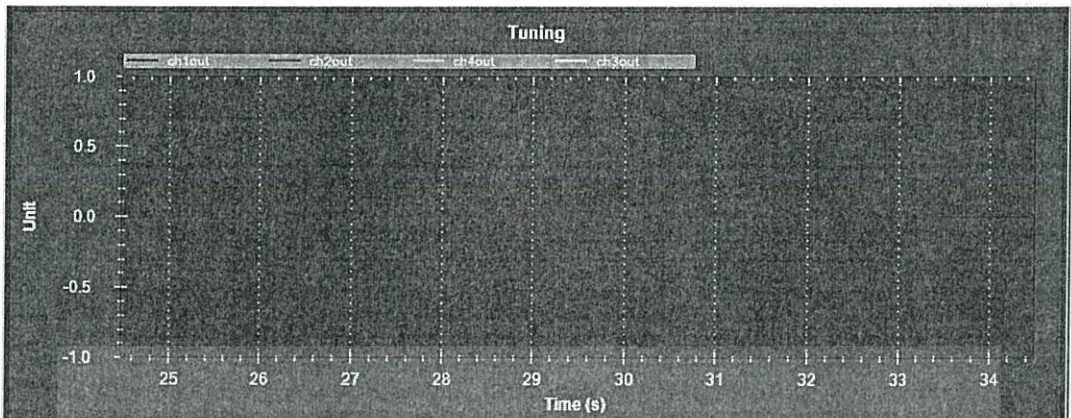


รูปที่ 3.12 ทำการเลือก Tuning



รูปที่ 3.13 เลือกค่าที่ต้องการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 กราฟสัญญาณที่วัดค่าได้

หมายเหตุ : ใช้ในการวัดสัญญาณที่ไม่สามารถวัดค่าได้โดยใช้ Oscilloscope

### 3.3.3 จัดเก็บข้อมูลการเคลื่อนที่ในแนวแกนนอน

1. ทำการต่อแบตเตอรี่เข้าสู่ Drone
2. ทำการเชื่อมต่อเสา Telemetry ความถี่ 915 MHz เข้าสู่โทรศัพท์มือถือที่ได้ติดตั้ง Application ไว้ โดยใช้สาย OTG
3. เปิด Application
4. ทำการเชื่อมต่อกับ Drone โดยกดปุ่ม Connect, Arm และ Tracking ตามลำดับ
5. เลือกความสูงที่เหมาะสมและระยะห่างตามที่ต้องการเก็บผล
6. เดินให้ระยะห่างจาก Drone จนกระทั่ง Drone เริ่มมีการเคลื่อนที่
7. กดปุ่ม Land และทำการวัดระยะห่างจากผู้ทดลองและ Drone
8. ปรับระยะห่างอื่นๆ ตามลำดับ
9. หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนและสรุปผลการทดลอง

### 3.3.4 จัดเก็บข้อมูลการเคลื่อนที่ในแนวแกนตั้ง

1. ทำการต่อแบตเตอรี่เข้าสู่ Drone
2. ทำการเชื่อมต่อเสา Telemetry ความถี่ 915 MHz เข้าสู่โทรศัพท์มือถือที่ได้ติดตั้ง Application ไว้ โดยใช้สาย OTG
3. เปิด Application
4. ทำการเชื่อมต่อกับ Drone โดยกดปุ่ม Connect, Arm และ Tracking ตามลำดับ
5. เลือกความสูงให้ตามที่ต้องการเก็บผลและระยะห่างที่เหมาะสม
6. บันทึกเวลาที่แตกต่างกัน
7. สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.5 จัดเก็บข้อมูลการเคลื่อนที่ติดตาม

1. ทำการต่อแบตเตอรี่เข้าสู่ Drone
2. ทำการเชื่อมต่อเสา Telemetry ความถี่ 915 MHz เข้าสู่โทรศัพท์มือถือที่ได้ติดตั้ง Application ไว้ โดยใช้สาย OTG
3. เปิด Application
4. เปิดกล้องวิดีโอเพื่อเก็บภาพจากมุมสูง และเก็บภาพจากหน้าจอโทรศัพท์
5. ทำการเชื่อมต่อกับ Drone โดยกดปุ่ม Connect, Arm และ Tracking ตามลำดับ
6. เลือกความสูงและระยะห่างที่เหมาะสม
7. ทำการวิ่งตามระยะทางที่กำหนด
8. สรุปผลการทดลอง

### 3.3.6 จัดเก็บข้อมูลการเคลื่อนที่บินกลับจุด Takeoff

1. ทำการต่อแบตเตอรี่เข้าสู่ Drone
2. ทำการเชื่อมต่อเสา Telemetry ความถี่ 915 MHz เข้าสู่โทรศัพท์มือถือที่ได้ติดตั้ง Application ไว้ โดยใช้สาย OTG
3. เปิด Application
4. ทำเครื่องหมายที่จุด Takeoff
5. ทำการเชื่อมต่อกับ Drone โดยกดปุ่ม Connect, Arm และ Tracking ตามลำดับ
6. เลือกความสูงที่เหมาะสมและระยะห่างตามที่ต้องการเก็บผล
7. ทำการวิ่งตามระยะทางที่กำหนด
8. กดปุ่ม Home เพื่อทำการสั่งการให้ Drone บินกลับไปยังจุด Takeoff
9. กดปุ่ม Land และทำการวัดระยะห่างจากจุด Takeoff และ Drone
10. ปรับระยะห่างอื่นๆ ตามลำดับ
11. หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนและสรุปผลการทดลอง

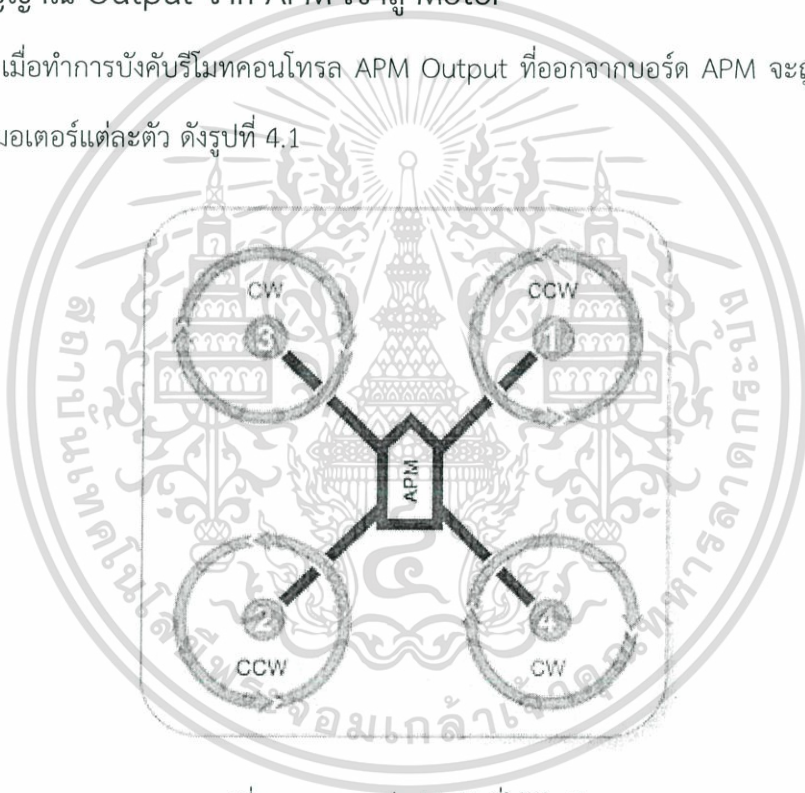
## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

ในส่วนของการรับสัญญาณ Input จาก Telemetry เข้าสู่บอร์ด APM และสัญญาณ Output จากบอร์ด APM ไปยัง ESC สามารถวัดสัญญาณที่ได้ออกมาในรูปแบบของสัญญาณ PWM ซึ่งสามารถวัดค่าความกว้าง Pulse ได้ดังนี้

#### 4.1 ค่าสัญญาณ Output จาก APM เข้าสู่ Motor

เมื่อทำการบังคับรีโมทคอนโทรล APM Output ที่ออกจากบอร์ด APM จะถูกไปยัง ESC โดยอ้างอิง มอเตอร์แต่ละตัว ดังรูปที่ 4.1

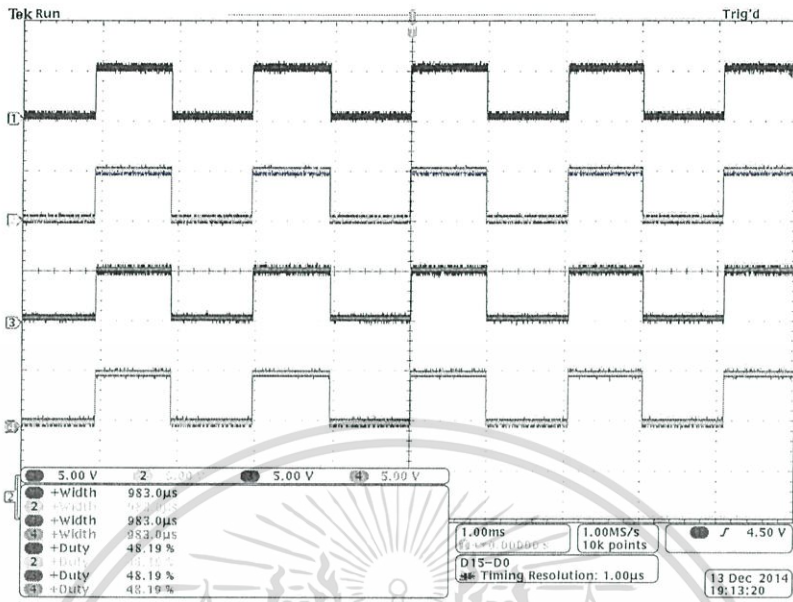


รูปที่ 4.1 มอเตอร์แต่ละตัวที่ใช้อ้างอิง

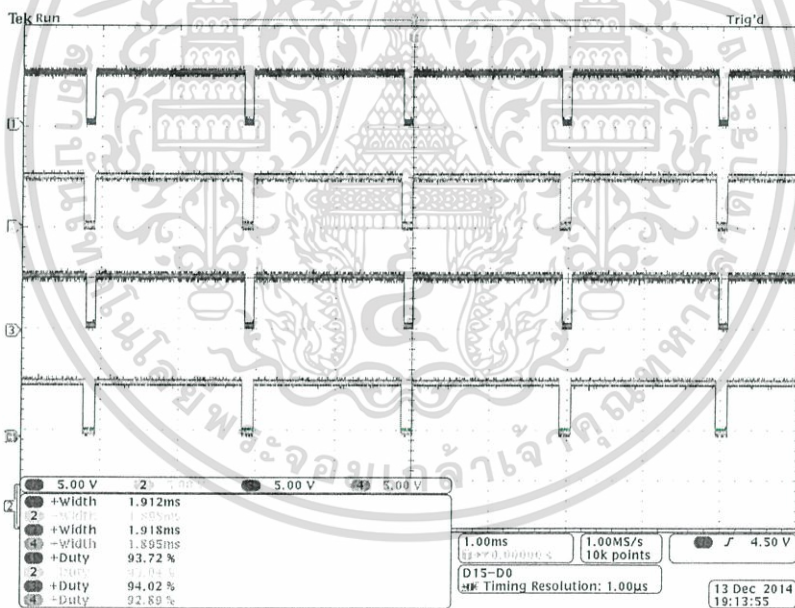
ซึ่งจะได้สัญญาณดังต่อไปนี้

หมายเหตุ: หลักการทำงานของ Roll Pitch Yaw จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อ Throttle ทำงานเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

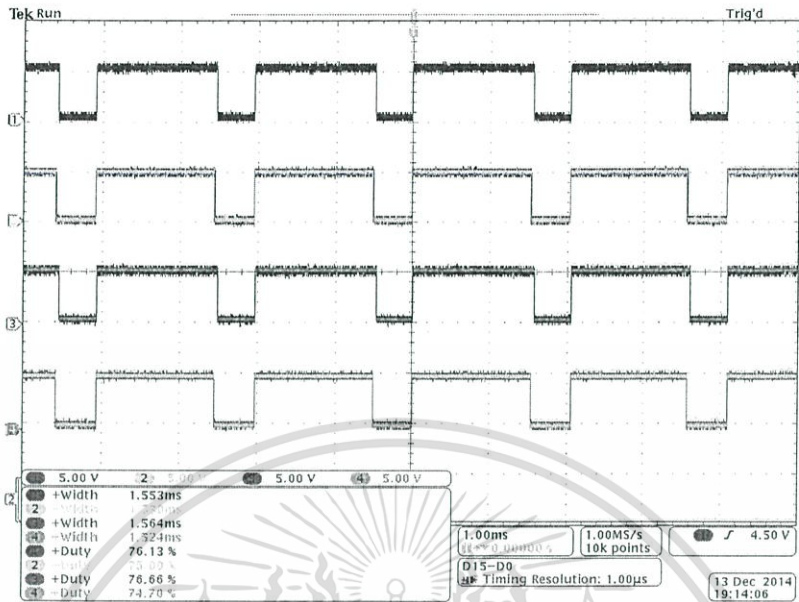


รูปที่ 4.2 ปรับ Throttle 0%



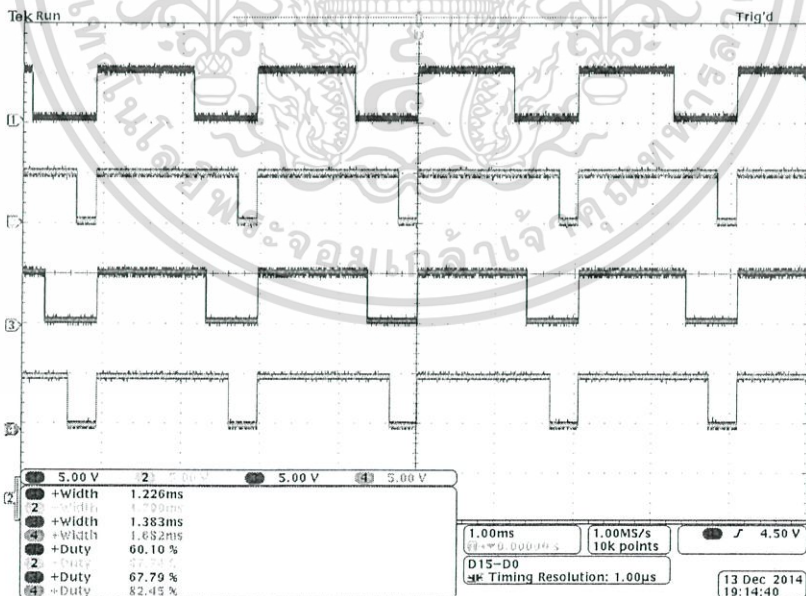
รูปที่ 4.3 ปรับ Throttle 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



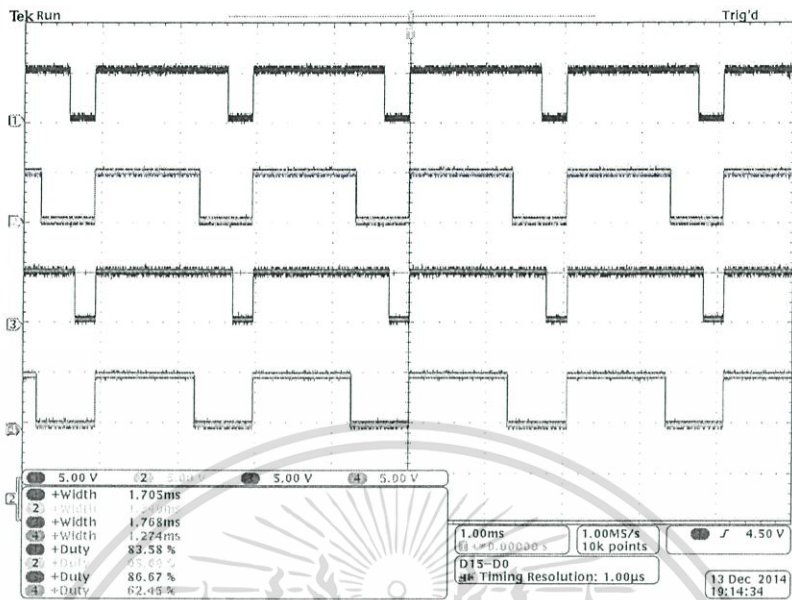
รูปที่ 4.4 ปรับ Throttle 50%

จากรูปที่ 4.2, 4.3 และ 4.4 จะเห็นได้ว่าค่า Pulse ที่ส่งไปยัง Motor แต่ละตัวจะมีค่าใกล้เคียงกัน ตามหลักการของ Throttle เพื่อใช้ยกตัว หรือลดระดับความสูง



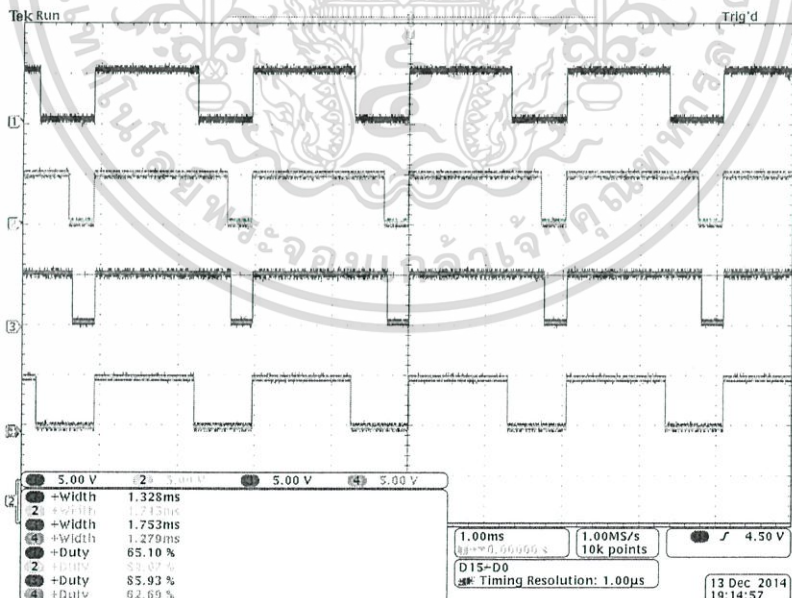
รูปที่ 4.5 ปรับ Throttle 50% และปรับ Pitch สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



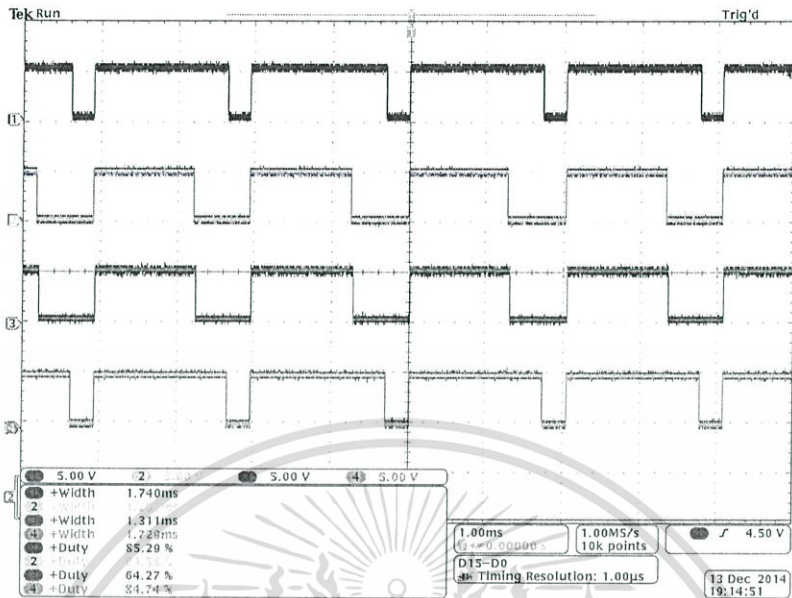
รูปที่ 4.6 ปรับ Throttle 50% และปรับ Pitch ต่ำสุด

จากรูปที่ 4.5 และ 4.6 เมื่อปรับ Pitch สูงสุด (เคลื่อนที่ไปด้านหน้า) มอเตอร์ 1, 3 จะทำงานน้อยกว่า 2, 4 จึงทำให้ตัวลำเคลื่อนที่ไปด้านหน้า และเมื่อปรับ Pitch ต่ำสุด (เคลื่อนที่ไปด้านหลัง) มอเตอร์ 1, 3 จะทำงานมากกว่า 2, 4 จึงทำให้ตัวลำเคลื่อนที่ไปด้านหลัง



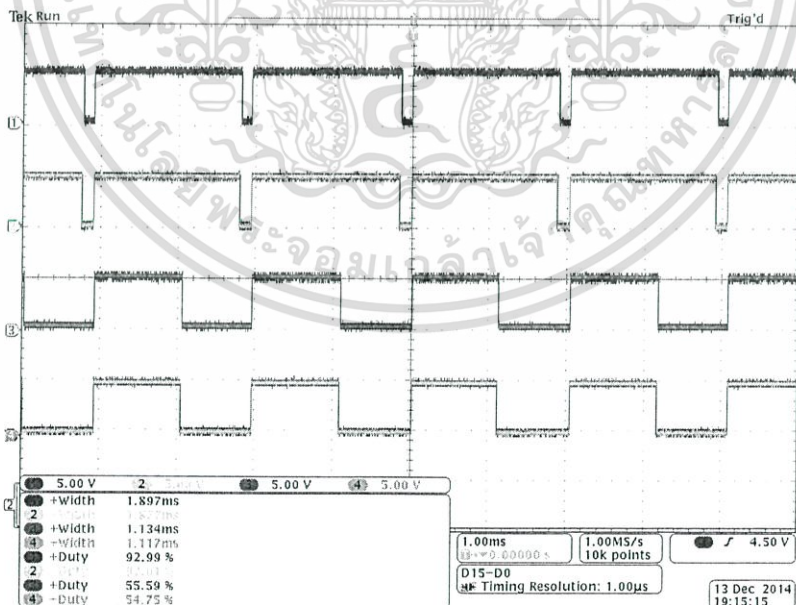
รูปที่ 4.7 ปรับ Throttle 50% และปรับ Roll สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



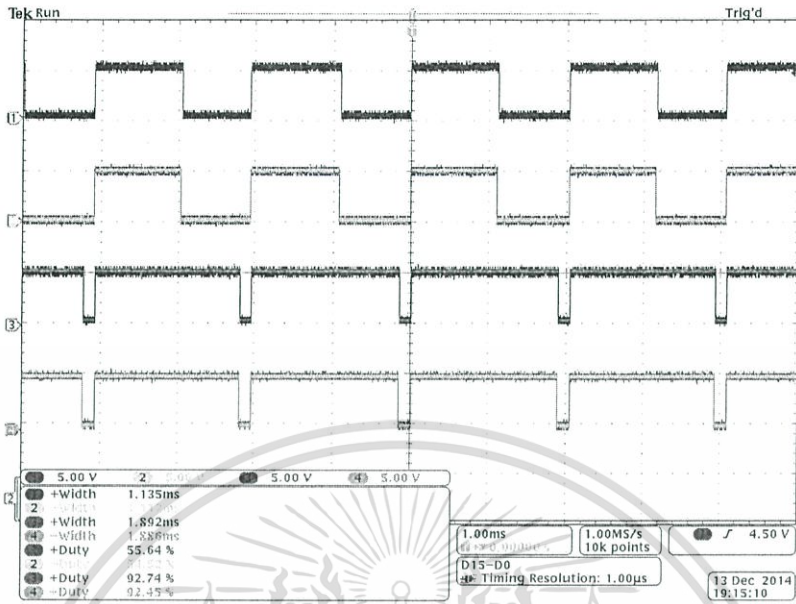
รูปที่ 4.8 ปรับ Throttle 50% และปรับ Roll ต่ำสุด

จากรูปที่ 4.7 และ 4.8 เมื่อปรับ Roll สูงสุด (เคลื่อนที่ไปด้านขวา) มอเตอร์ 1, 4 จะทำงานน้อยกว่า 2, 3 จึงทำให้ตัวลำเคลื่อนที่ไปด้านขวา และเมื่อปรับ Roll ต่ำสุด (เคลื่อนที่ไปด้านซ้าย) มอเตอร์ 1, 4 จะทำงานมากกว่า 2, 3 จึงทำให้ตัวลำเคลื่อนที่ไปด้านซ้าย



รูปที่ 4.9 ปรับ Throttle 50% และปรับ Yaw สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ปรับ Throttle 50% และปรับ Yaw ต่ำสุด

จากรูปที่ 4.9 และ 4.10 เมื่อปรับ Yaw สูงสุด (หมุนด้านขวา) มอเตอร์ 3, 4 จะทำงานน้อยกว่า 1, 2 จึงทำให้ตัวล้าหมุนไปด้านขวา และเมื่อปรับ Yaw ต่ำสุด (หมุนด้านซ้าย) มอเตอร์ 3, 4 จะทำงานมากกว่า 1, 2 จึงทำให้ตัวล้าหมุนไปด้านซ้าย

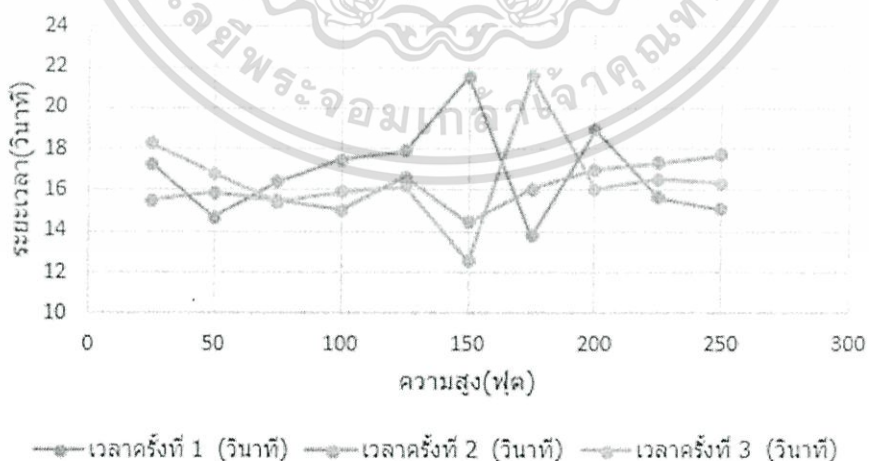
#### 4.2 อัตราเร็วในแนวตั้งของอากาศยานไร้คนขับ

ในการขึ้นบินของอากาศยานไร้คนขับเวลาขณะบินขึ้นและลงเป็นเรื่องที่สำคัญมากที่จะทำการบิน ซึ่งถ้าเราทราบเวลาในการไต่ระดับในแนวตั้ง ทำให้ทราบถึงแรงลดในขณะนั้นทำให้ลดโอกาสที่อากาศยานไร้คนขับจะตกหรือเกิดข้อผิดพลาดก็มีได้น้อย ระยะเวลาในการไต่ระดับของอากาศยานไร้คนขับในการทดลองจึงเป็นไปตามตารางที่ 4.1,4.2 และรูปที่ 4.11,4.12

ตารางที่ 4.1 อัตราเร็วขณะยกตัวขึ้น

ความสูง (ฟุต)	เวลาครั้งที่ 1 (วินาที)	เวลาครั้งที่ 2 (วินาที)	เวลาครั้งที่ 3 (วินาที)
25	17.27	15.49	18.27
50	14.67	15.86	16.82
75	16.42	15.49	15.42
100	17.46	15.04	15.92
125	17.89	16.62	16.22
150	21.51	14.44	12.53
175	13.79	16.05	21.54
200	18.91	17.00	16.07
225	15.65	17.32	16.54
250	15.10	17.72	16.33

กราฟแสดงระยะความสูงต่อเวลาในขณะยกตัวขึ้น



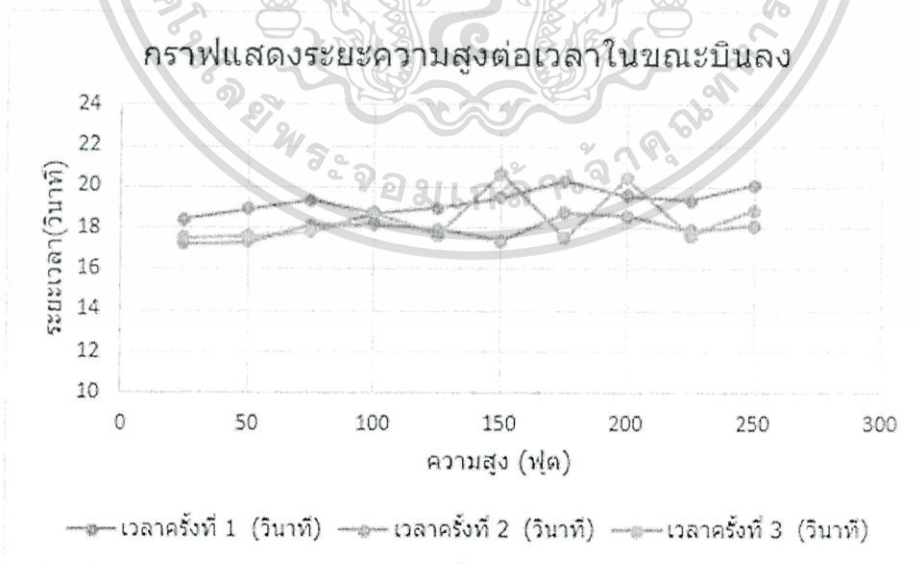
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงระยะความสูงต่อเวลาในขณะยกตัวขึ้น

หมายเหตุ ทดลองขณะอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 12.97 กม./ชม. [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 อัตราเร็วขณะบินลง

ความสูง (ฟุต)	เวลาครั้งที่ 1 (วินาที)	เวลาครั้งที่ 2 (วินาที)	เวลาครั้งที่ 3 (วินาที)
25	18.4	17.23	17.54
50	18.92	17.34	17.63
75	19.34	18.12	17.82
100	18.74	18.20	18.69
125	18.96	17.93	17.67
150	19.47	17.38	20.65
175	20.29	18.74	17.54
200	19.58	18.59	20.42
225	19.33	17.92	17.66
250	20.12	18.14	18.88



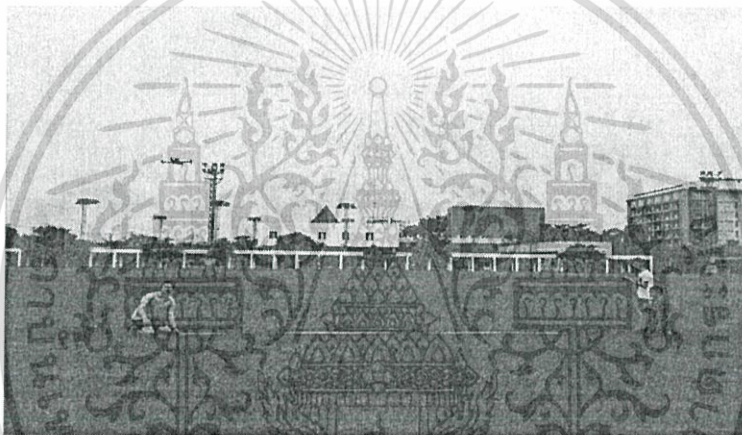
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงระยะความสูงต่อเวลาในขณะบินลง

หมายเหตุ ทดลองขณะอุณหภูมิตั้งที่ 34 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 12.97 กม./ชม. [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3 การเปรียบเทียบระยะทางที่ส่งผ่านแอปพลิเคชันกับระยะทางที่วัดได้จริง

ในการทำการบินแต่ละครั้งการกำหนดระยะทางระหว่างเป้าหมายกับอากาศยานไร้คนขับ เป็นเรื่องสำคัญมาก ดังนั้นจำเป็นต้องทำให้ระยะทางดังกล่าวเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด เพราะการเคลื่อนที่ในอากาศนั้นย่อมมีปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมหลายอย่างที่ส่งผลต่อการขับเคลื่อนซึ่งค่าที่เราวัดได้ เป็นดังต่อไปนี้ ดังรูปที่ 4.13 และตารางที่ 4.3 และกราฟเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของระยะที่วัดได้จริง ดังรูป 4.14



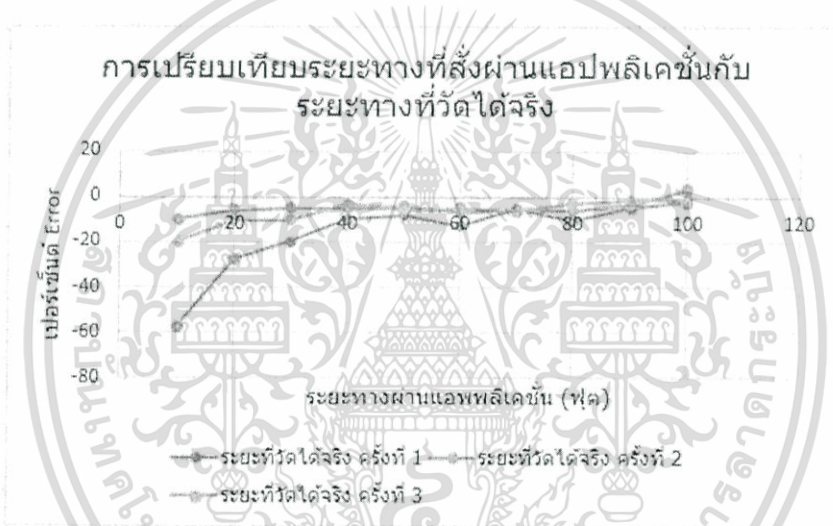
รูปที่ 4.13 การวัดระยะทางเทียบกับแอปพลิเคชัน

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบระยะทางที่ส่งผ่านแอปพลิเคชันกับระยะทางที่วัดได้จริง

ระยะทางผ่าน แอปพลิเคชัน (ฟุต)	ระยะที่วัดได้จริง		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
10	15.75	11.00	12.00
20	25.50	21.10	22.05
30	36.00	31.50	33.10
40	44.00	42.00	41.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50	54.00	52.00	53.00
60	67.50	64.00	63.00
70	73.80	74.00	74.30
80	88.50	85.00	82.10
90	94.25	93.00	91.20
100	102.00	97.00	101.00



รูปที่ 4.14 กราฟเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของระยะที่วัดได้จริง

หมายเหตุ ทดลองขณะอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 12.97 กม./ชม. [5]

#### 4.4 การเปรียบเทียบระยะทางตลาดเคลื่อน ที่สั่งให้บินกลับมายังจุด Takeoff

ในการทำการบินแต่ละครั้งจะมีการเก็บค่าจุด Takeoff ไว้เสมอ ทำให้อากาศยานไร้คนขับสามารถกลับมายังจุด Takeoff ได้ ดังนั้นจำเป็นต้องทำให้ระยะทางดังกล่าวเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด เพราะการเคลื่อนที่กลับไปยังจุด Takeoff เดิมผิดพลาดอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ซึ่งค่าที่เราวัดได้เป็นดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบระยะทางคลาดเคลื่อน ที่สั่งให้บินกลับมายังจุด Takeoff

ระยะทางผ่าน แอปพลิเคชัน (ฟุต)	ระยะที่คลาดเคลื่อน (ฟุต)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
10	1.20	1.40	1.00
20	2.20	0.90	2.10
30	1.30	1.50	1.70
40	3.50	4.10	2.30
50	3.25	3.10	2.20
60	4.10	3.10	1.40
70	1.75	4.00	3.50
80	2.00	3.50	3.20
90	3.15	1.40	3.90
100	3.40	2.90	3.10

การเปรียบเทียบระยะทางคลาดเคลื่อน ที่สั่งให้บินกลับมายังจุด Takeoff



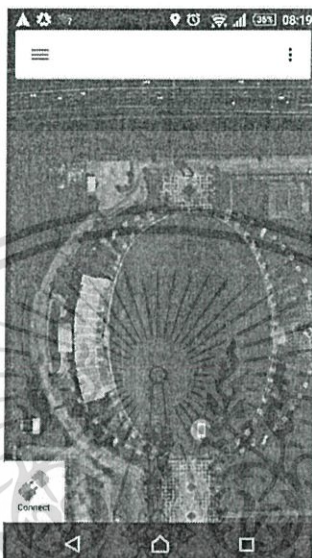
รูปที่ 4.15 กราฟเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของระยะที่วัดได้จากจุด Takeoff

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ทดลองขณะอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 12.97 กม./ชม. [5]

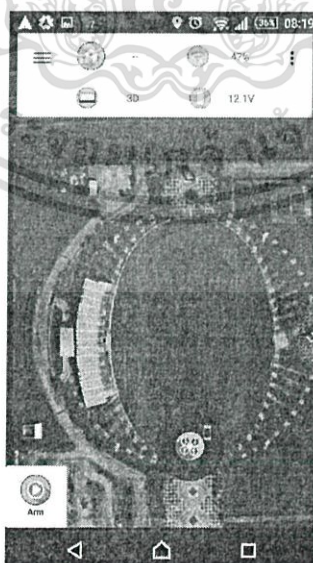
#### 4.5 การทดสอบการทำงานของโปรแกรม

ทำการเข้าโปรแกรมที่สร้างขึ้นจะได้หน้าแรกดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 หน้าจอเริ่มต้นแอปพลิเคชัน

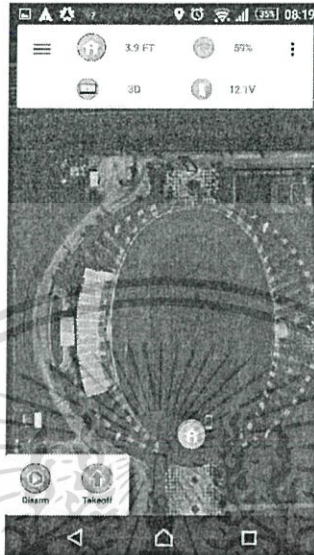
จากนั้นเมื่อทำการกดปุ่ม Connect แล้วจะทำการรับค่า Parameter ของ Drone มายังด้านบนแอปพลิเคชันจะรับค่าตำแหน่งของ Drone และมีปุ่มสำหรับ Arm ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 หน้าจอหลังจากกดปุ่ม Connect

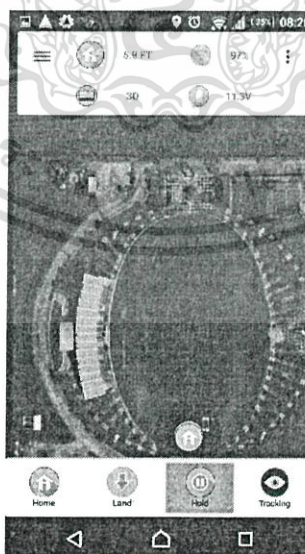
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการกดปุ่ม Arm เก็บค่าตำแหน่งในการ Arm จะมีปุ่มสำหรับ Disarm และ Takeoff ซึ่งถ้าหากไม่ทำการ Takeoff ใน 5 วินาที โปรแกรมจะกลับไปยัง หน้าสำหรับ Arm ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 หน้าจอหลังจากกดปุ่ม Arm

เมื่อทำการ Takeoff หน้าจอจะปรากฏปุ่มที่เหลืออีก 4 ปุ่ม โดยเริ่มต้นจะอยู่ที่ปุ่ม Hold ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 หน้าจอหลังจากกดปุ่ม Takeoff

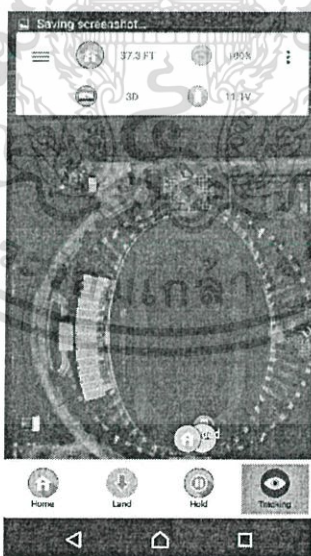
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปุ่ม Hold จะสามารถตั้งความสูงได้ดังรูป ที่ 4.20



รูปที่ 4.20 หน้าจอการตั้งค่าในโหมด Hold

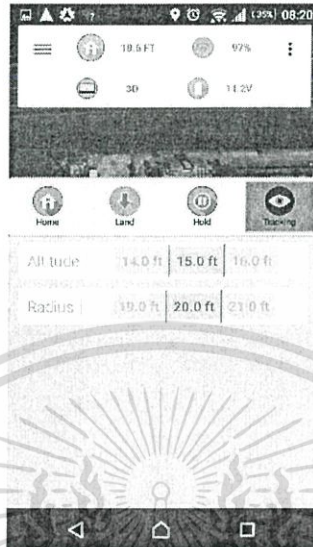
เมื่อกดปุ่ม Tracking แล้วจะมีรูปธงสีเหลือง เป็นการใช้ โทรศัพท์ในการนำทาง Drone ไปยังเส้นทางที่เราต้องการดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 หน้าจอหลังจากกดปุ่ม Tracking

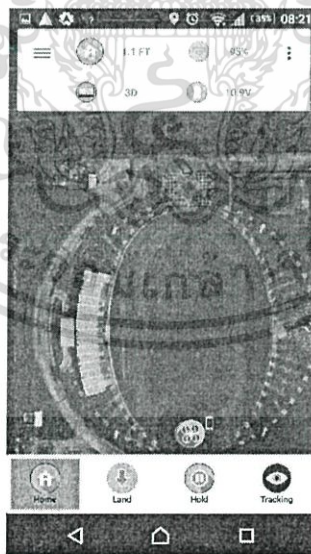
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ปุ่ม Tracking สามารถตั้งค่าความสูงและรัศมีในการให้ติดตามได้ ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 หน้าจอการตั้งค่าในโหมด Tracking

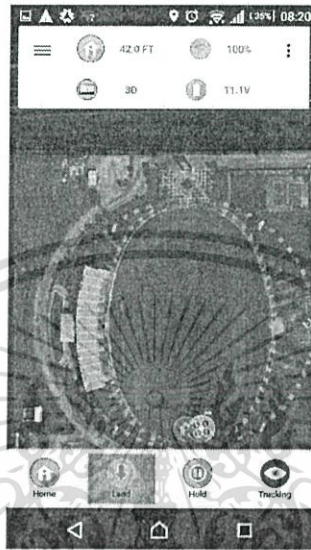
เมื่อกดปุ่ม Home Drone จะยกเลิกการทำการติดตามและทำการบินไปยังจุด Takeoff (ที่มีการ Save ตำแหน่งไว้ตอน Arm ตอนแรก) ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 หน้าจอหลังจากกดปุ่ม Home

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดปุ่ม Land Drone จะทำการค่อยๆลงจอด และเมื่อทำการลงจอดถึงพื้นแล้ว จะทำการ Disarm เองอัตโนมัติดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 หน้าจอหลังจากกดปุ่ม Land

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการสร้างอากาศยานไร้คนขับเพื่อศึกษาการบินติดตามเป้าหมายขณะเคลื่อนที่ โดยใช้โทรศัพท์เป็นตัวส่งสัญญาณผ่านทาง Telemetry ความถี่ 915 MHz เพื่อระบุตำแหน่งของเป้าหมายโดยทำการส่งพิกัด GPS ของโทรศัพท์ไปยังอากาศยานไร้คนขับ สามารถกำหนดระยะห่างระหว่างอากาศยานไร้คนขับกับเป้าหมายรวมถึงความสูงอากาศยานตามความเหมาะสม ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้นำกล้องมาติดตั้งเพื่อบันทึกภาพเป้าหมายที่เราต้องการและทำการวัดค่าตัวแปรของมอเตอร์แต่ละตัวโดยใช้ Oscilloscope เพื่อศึกษาถึงการเคลื่อนที่ในแต่ละรูปแบบได้

จากทดลองบินอากาศยานไร้คนขับจะได้เวลาในการทำการบินอยู่ในช่วง 12-15 นาที มีความเร็วในการไต่ระดับเฉลี่ย 0.66 ฟุต/วินาที มีความเร็วในการลดระดับเฉลี่ย 0.74 ฟุต/วินาที มีค่าความคลาดเคลื่อนของระยะห่างในการทำการบินติดตาม -9.07% และมีค่าความคลาดเคลื่อนของระยะห่างในการทำการบินกลับจุด Takeoff 5.86% ซึ่งเพียงพอต่อการบินติดตามบันทึกภาพเป้าหมายของเราตามขอบเขตที่กำหนดไว้

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรถอดใบพัดทุกครั้งเมื่อไม่ได้ทำการทดลองการบิน
2. ควรบินในพื้นที่โล่ง ความเร็วลมต่ำ เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ
3. ควรตรวจสอบการต่อวงจรตัวเครื่องและชิ้นใบพัดจนแน่นให้เรียบร้อย
4. ไม่ควรทำการบินใน Mode ที่ใช้ GPS ในอาคาร เนื่องจากจะทำให้ GPS จับสัญญาณได้ลำบาก

## บรรณานุกรม

- [1] บุญเลิศ เจयाคม. “อากาศยานไร้คนขับแบบปีกหมุน 6 ใบพัด ชนิด วาย.”  
[http://www.rcthai.net/board/index.php?app=core&module=attach&section=attach&attach\\_id=1413028](http://www.rcthai.net/board/index.php?app=core&module=attach&section=attach&attach_id=1413028)
- [2] วีระชัย นุกิจรัมย์. “เริ่มต้นสร้าง Project บน Android ด้วย Android Studio และการรัน Project.”  
<http://www.thaicreate.com/mobile/android-studio-create-project.html>
- [3] “การ Export ไฟล์ APK บน Android Studio เพื่อนำไป Upload ขึ้น Play Store.”  
<http://www.akexorcist.com/2015/01/export-apk-from-android-studio.html>
- [4] “การใช้งาน Google Map Android Android API v2.”  
<http://www.akexorcist.com/2013/01/android-code-google-map-android-api-v2.html>
- [5] “Ban Rung Arun, Thailand Weather.”  
<http://www.weather.com/weather/today/L/THKT0179:1:TH>

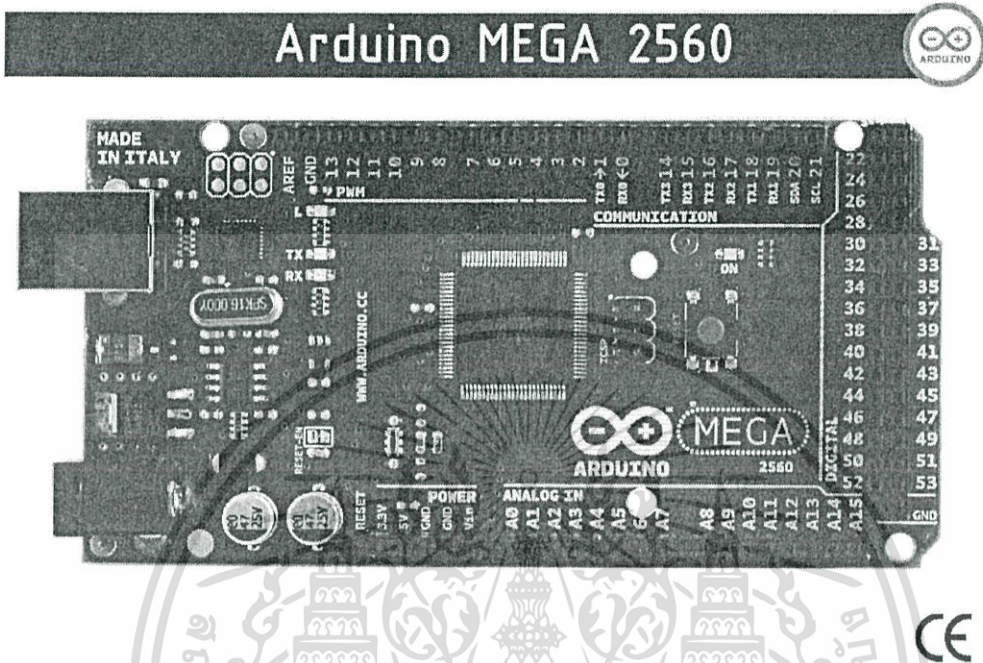


ภาคผนวก

Datasheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. Arduino MEGA 2560



## Product Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 (datasheet). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

## Index

Technical Specifications

Page 2

How to use Arduino  
Programming Enviroment, Basic Tutorials

Page 6

Terms & Conditions

Page 7

Enviromental Policies  
half sqm of green via Impatto Zero®

Page 7



radiospares RADIONICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Technical Specification

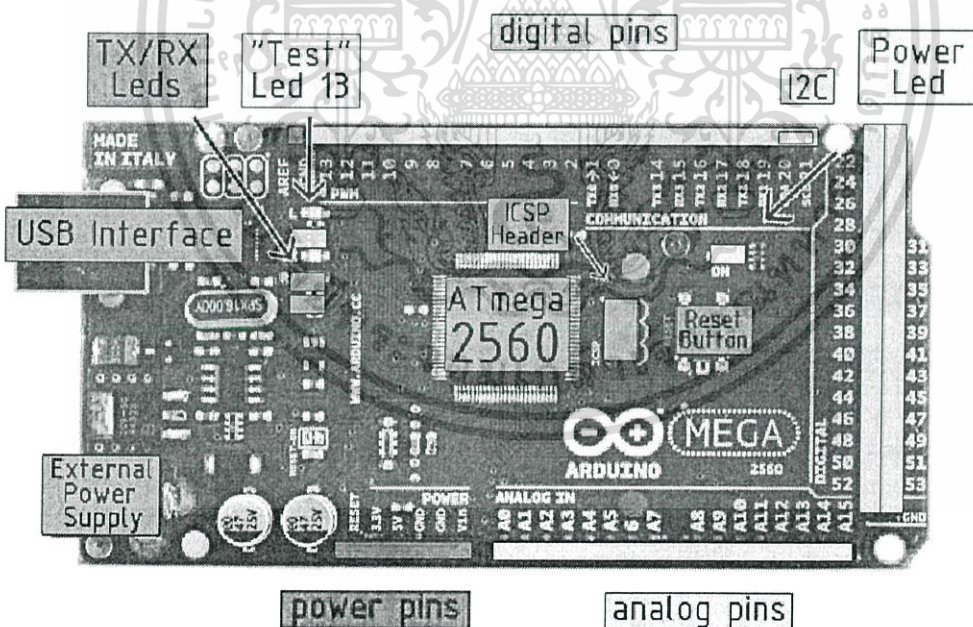


EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.zip](#) Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

## Summary

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

## the board



radiospares

RADIONICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Power

The Arduino Mega2560 can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically. External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

The power pins are as follows:

- ∞ **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- ∞ **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- ∞ **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- ∞ **GND.** Ground pins.

## Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

## Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- ∞ **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- ∞ **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- ∞ **PWM: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- ∞ **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language. The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Duemilanove and Diecimila.
- ∞ **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.
- ∞ **I<sup>2</sup>C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I<sup>2</sup>C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the [Wiring website](#)). Note that these pins are not in the same location as the I<sup>2</sup>C pins on the Duemilanove.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and [analogReference\(\)](#) function.

There are a couple of other pins on the board:

- ∞ **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- ∞ **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.



RADIOSPARES

RADIONICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial](#) library allows for serial communication on any of the Mega's digital pins.

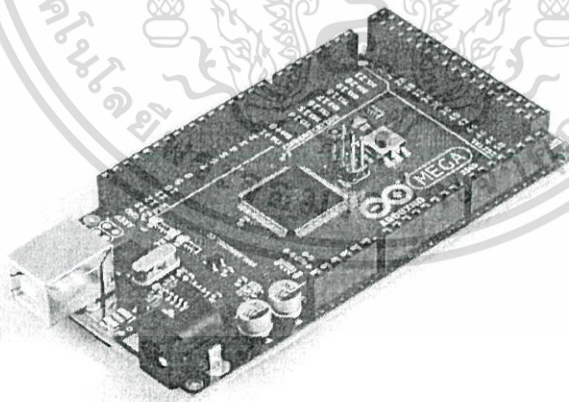
The ATmega2560 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation on the Wiring website](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega2560 datasheet.

## Programming

The Arduino Mega2560 can be programmed with the Arduino software ([download](#)). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.



**radiospares**

**RADIONICS**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Mega2560 is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega2560 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Mega2560 is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Mega2560. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Mega contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

## USB Overcurrent Protection

The Arduino Mega has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

## Physical Characteristics and Shield Compatibility

The maximum length and width of the Mega PCB are 4 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

The Mega is designed to be compatible with most shields designed for the Diecimila or Duemilanove. Digital pins 0 to 13 (and the adjacent AREF and GND pins), analog inputs 0 to 5, the power header, and ICSP header are all in equivalent locations. Further the main UART (serial port) is located on the same pins (0 and 1), as are external interrupts 0 and 1 (pins 2 and 3 respectively). SPI is available through the ICSP header on both the Mega and Duemilanove / Diecimila. **Please note that I<sup>2</sup>C is not located on the same pins on the Mega (20 and 21) as the Duemilanove / Diecimila (analog inputs 4 and 5).**



*radiospares* **RADIONICS**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

## Linux Install

## Windows Install

## Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

## Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

**File>Sketchbook>  
Arduino-0017>Examples>  
Digital>Blink**

Once you have your sketch you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select MEGA

Now you have to go to **Tools>SerialPort** and select the right serial port, the one arduino is attached to.

```

int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13

// The setup() method runs once, when the sketch starts
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power
void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);                // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW);  // set the LED off
  delay(1000);                // wait for a second
}
  
```



Done compiling.

Press Compile button  
(to check for errors)



Upload



TX RX Flashing



Blinking Led!



radiospares

RADIONICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# Terms & Conditions



## 1. Warranties

1.1 The producer warrants that its products will conform to the Specifications. This warranty lasts for one (1) years from the date of the sale. The producer shall not be liable for any defects that are caused by neglect, misuse or mistreatment by the Customer, including improper installation or testing, or for any products that have been altered or modified in any way by a Customer. Moreover, The producer shall not be liable for any defects that result from Customer's design, specifications or instructions for such products. Testing and other quality control techniques are used to the extent the producer deems necessary.

1.2 If any products fail to conform to the warranty set forth above, the producer's sole liability shall be to replace such products. The producer's liability shall be limited to products that are determined by the producer not to conform to such warranty. If the producer elects to replace such products, the producer shall have a reasonable time to replacements. Replaced products shall be warranted for a new full warranty period.

1.3 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, PRODUCTS ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." THE PRODUCER DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE

1.4 Customer agrees that prior to using any systems that include the producer products, Customer will test such systems and the functionality of the products as used in such systems. The producer may provide technical, applications or design advice, quality characterization, reliability data or other services. Customer acknowledges and agrees that providing these services shall not expand or otherwise alter the producer's warranties, as set forth above, and no additional obligations or liabilities shall arise from the producer providing such services.

1.5 The Arduino™ products are not authorized for use in safety-critical applications where a failure of the product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death. Safety-Critical Applications include, without limitation, life support devices and systems, equipment or systems for the operation of nuclear facilities and weapons systems, Arduino™ products are neither designed nor intended for use in military or aerospace applications or environments and for automotive applications or environment. Customer acknowledges and agrees that any such use of Arduino™ products which is solely at the Customer's risk, and that Customer is solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.

1.6 Customer acknowledges and agrees that it is solely responsible for compliance with all legal, regulatory and safety-related requirements concerning its products and any use of Arduino™ products in Customer's applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by the producer.

## 2. Indemnification

The Customer acknowledges and agrees to defend, indemnify and hold harmless the producer from and against any and all third-party losses, damages, liabilities and expenses it incurs to the extent directly caused by: (i) an actual breach by a Customer of the representation and warranties made under this terms and conditions or (ii) the gross negligence or willful misconduct by the Customer.

## 3. Consequential Damages Waiver

In no event the producer shall be liable to the Customer or any third parties for any special, collateral, indirect, punitive, incidental, consequential or exemplary damages in connection with or arising out of the products provided hereunder, regardless of whether the producer has been advised of the possibility of such damages. This section will survive the termination of the warranty period.

## 4. Changes to specifications

The producer may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." The producer reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.



## Environmental Policies



The producer of Arduino™ has joined the Impatto Zero® policy of LifeGate.it. For each Arduino board produced is created / looked after half squared Km of Costa Rica's forest's.



radiospares

RADIONICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## Features

Receiver type	56-channel u-blox7 engine GPS L1 C/A, GLONASS L1 FDMA, QZSS L1 C/A SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS		
Navigation update rate	up to 10 Hz		
Accuracy	GPS	GLONASS	
	Position SBAS	2.5 m CEP 2.0 m CEP	4 m n.a.
Acquisition	Cold starts:	29 s	30 s
	Aided starts:	5 s	n.a.
	Reacquisition:	1 s	3 s
	Sensitivity	Tracking & Nav:	-162 dBm
	Cold starts:	-148 dBm	-139 dBm
	Warm starts:	-148 dBm	-145 dBm
Assistance GPS	AssistNow Online AssistNow Offline AssistNow Autonomous OMA SUPL & 3GPP compliant		
Oscillator	TCXO (NEO-7N), crystal (NEO-7M)		
RTC crystal	Built-In		
Noise figure	On-chip LNA (NEO-7M); Extra LNA for lowest noise figure (NEO-7N)		
Anti-jamming	Active CW detection and removal; Extra onboard SAW band pass filter (NEO-7N)		
Memory	ROM (NEO-7M) or Flash (NEO-7N)		
Supported antennas	Active and passive		

## Electrical data

Supply voltage	1.65 V to 3.6 V (NEO-7M) 2.7 V to 3.6 V (NEO-7N)
Power Consumption	17 mA @ 3 V (Continuous) 5 mA @ 3 V Power Save mode (1 Hz)
Backup Supply	1.4 V to 3.6 V
NEO-7M	

## Interfaces

Serial interfaces	1 UART 1 USB V2.0 full speed 12 Mbit/s 1 SPI (optional) 1 DDC (iFC compliant)
Digital I/O	Configurable timepulse 1 EXTINT input for Wakeup
Timepulse	Configurable 0.25 Hz to 10 MHz
Protocols	NMEA, UBX binary, RTCM

### Legal Notice

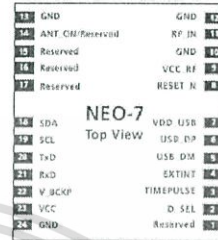
u-blox reserves all rights to this document and the information contained therein. Products, names, logos and designs described herein may in whole or in part be subject to intellectual property rights. Reproduction, use, modification or disclosure to third parties of this document or any part thereof without the express permission of u-blox is strictly prohibited.

The information contained herein is provided "as is". No warranty of any kind, either express or implied, is made in relation to the accuracy, reliability, fitness for a particular purpose or content of this document. This document may be revised by u-blox at any time. For most recent documents, please visit [www.u-blox.com](http://www.u-blox.com).  
Copyright © 2015, u-blox AG

## Package

24 pin LCC (Leadless Chip Carrier): 12.2 x 16.0 x 2.4 mm, 1.6 g

Pinout



## Environmental data, quality & reliability

Operating temp	-40° C to 85° C
Storage temp	-40° C to 85° C
RoHS compliant (lead-free)	
Qualification according to ISO 16750	
Manufactured in ISO/TS 16949 certified production sites	
Uses u-blox 7 chips qualified according to AEC-Q100	

## Support products

u-blox 7 Evaluation Kits:	
Easy-to-use kits to get familiar with u-blox 7 positioning technology, evaluate functionality, and visualize GNSS performance.	
EVK-7N:	u-blox 7 GNSS Evaluation Kit, with TCXO, supports NEO-7N
EVK-7C:	u-blox 7 GNSS Evaluation Kit, with Crystal, supports NEO-7M

## Product variants

NEO-7N	u-blox 7 GNSS LCC Module, TCXO, Flash, SAW, LNA
NEO-7M	u-blox 7 GNSS LCC Module, Crystal, ROM

## Further information

For contact information, see [www.u-blox.com/contact-us](http://www.u-blox.com/contact-us).

For more product details and ordering information, see the product data sheet.

### 3. 3DR Telemetry 915 MHz

**3DRobotics**

## 3DR RADIO V2 QUICK START GUIDE



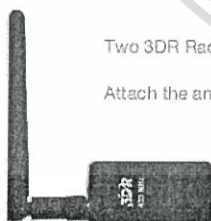
### GETTING STARTED

3DR Radios provide an air-to-ground data link between the autopilot and your ground station laptop or tablet. Follow this guide to install the radios on your plane, copter, or rover. 3DR Radios arrive ready to use. Just mount and connect to view real-time data from your drone.

### PARTS

Two 3DR Radios in 915 or 433 MHz

Attach the antennas, and use either radio as an air or ground module.



Android adapter cable



Micro-USB cable



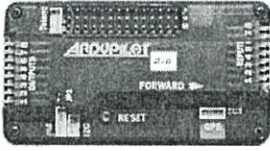
6-wire Pixhawk connector cable



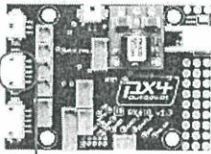
6-to-5-position APM and PX4 connector cable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## CONNECT TO AUTOPILOT



Connect to the APM 2.5 or 2.6 telemetry port using the 6-to-5-position cable.



Connect to the PX4 I/O telemetry port using the 6-to-5-position cable.



Connect to the Pixhawk telemetry port using the 6-wire cable.

## MOUNT

Mount the air module securely to your vehicle keeping the antenna clear of any propellers or moving components. Ensure that the antenna is oriented vertically for maximum range.

## CONNECT TO MISSION PLANNER



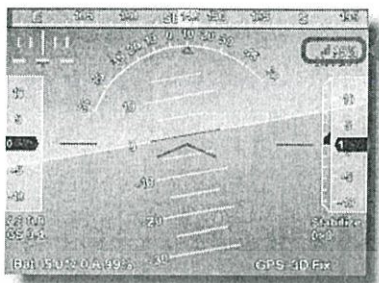
Mission Planner

Use the micro-USB cable to connect the ground module to your laptop. In Mission Planner and APM Planner ground station applications, select the communication option that shows COM, set the rate to 57600, and select Connect. The radio will not connect unless the vehicle is powered. Use the Flight Data screen to view your vehicle's status and control missions in flight.

### LEARN MORE

about installing a mission planner application for your laptop or tablet and interacting with the autopilot using 3DR Radios (including retrieving flight data logs) at [planner.ardupilot.com](http://planner.ardupilot.com).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

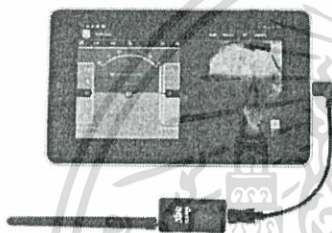


View the strength of the radio signal in the mission planner's flight data screen.

**TIPS**  
Orient the ground radio antenna vertically for maximum range.

## CONNECT TO TABLET

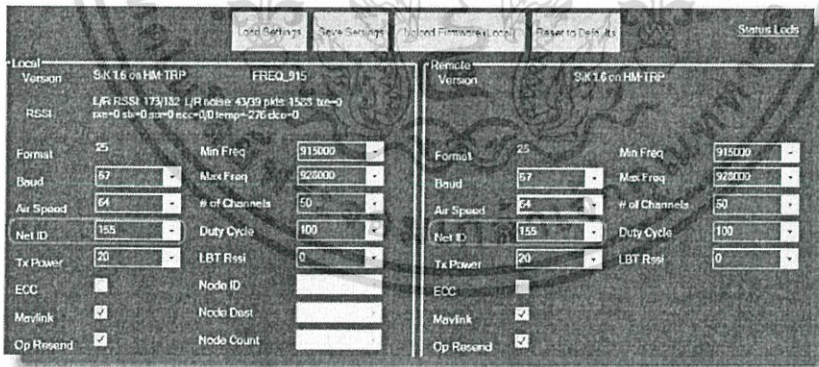
Connect the ground module to your tablet using the Android adapter cable. Connect the colored end to the tablet and the black end to the radio. In DroidPlanner or Andropilot, select Connect.



DroidPlanner Flight Data screen

## SETTINGS

To change the radio settings in the mission planner, connect the radio to your computer, but do not select Connect. Radios can only be configured while unconnected to MAVLink. Select Initial Setup, 3DR Radio, and Load Settings to configure the radios.





All settings should be the same for both modules. Ensure that the Net ID setting is identical on each radio to enable pairing. Select Save Settings to apply settings. For flying with friends, make sure your Net IDs do not conflict.

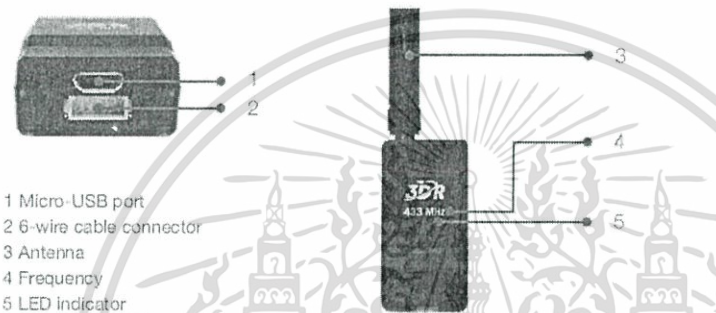
Use the configuration options on this screen to apply the correct airspace regulation requirements for your area. You are responsible for complying with all airspace regulations in your area, including frequency restrictions, power levels, and licenses. For more information on configuring 3DR Radios to comply with local regulations, visit the online documentation at [goo.gl/Tsrksf](http://goo.gl/Tsrksf).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## LED MEANINGS

	Blinking green Searching for paired radio		Blinking red Transmitting data
	Solid green Link established with paired radio		Solid red Firmware update mode

## RADIO DESCRIPTION



## SPECIFICATIONS

### Processing

100 mW maximum output power (adjustable)  
-117 dBm receive sensitivity  
Based on HopeRF's HM-TRP module  
RP-SMA connector  
2-way full-duplex communication through adaptive TDM  
UART interface  
Transparent serial link  
MAVLink protocol framing  
Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)  
Configurable duty cycle  
Error correction corrects up to 25% of bit errors  
Open-source SIK firmware  
Configurable through Mission Planner & APM Planner

### Features

Interchangeable air and ground modules  
915 or 433 mHz  
Micro-USB port  
6 position DF13 connector

### Dimensions

26.7 cm x 55.5 cm x 13.3 cm  
(without antenna)

### Power

Supply voltage: 3.7-6 VDC (from USB or DF13)  
Transmit current: 100 mA at 30 dBm  
Receive current: 25 mA  
Serial interface: 3.3 V UART

## SUPPORT

For more information about mission planner applications and APM firmware, visit [ardupilot.com](http://ardupilot.com). For online documentation of 3DR Radios, visit [goo.gl/Tsrksf](http://goo.gl/Tsrksf).

For customer support, contact us at [help@3drobotics.com](mailto:help@3drobotics.com) or call our support line at +1 (858) 225-1414.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้