

ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

A QUAD-ROTOR HELICOPTER TRAINING SET



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะครุศาสตรบัณฑิต

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-ED-M-232-094

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2015

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด
นักศึกษา	นายสิทธิชัย อินทร์มั่ง
รหัสประจำตัว	53631614
ปริญญา	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาบริหารการศึกษาระดับปริญญาตรี
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.กิตติพงษ์ มะโน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด หากคุณภาพ ประสิทธิภาพและความพึงพอใจ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาครุศาสตรศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 12 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยคือชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด เอกสารประกอบการอบรม ใบงานการปฏิบัติ จำนวน 5 ใบงาน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรม และแบบประเมินความพึงพอใจ การ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติได้ แก่ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และการหา ประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด มีคุณภาพ ด้าน เทคนิคการผลิตสื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.37, S.D. = 0.52$) ด้านใบงานอยู่ระดับดี ($\bar{X} = 4.35, S.D. = 0.26$) ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ ใบพัดเท่ากับ 81.70/83.48 และความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด อยู่ใน ระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.35, S.D. = 0.48$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Quad-Rotor Helicopter Training Set
Student	Mr.Sittichai Inmung
Student ID.	53631614
Degree	Master of Industrial Education
Program	Electronics
Year	2015
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Kitipong Mano
Thesis Co-Advisor	Asst. Prof.Dr.Threraphon Thephasadin na ayuthya

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop and determine the quality efficiency and satisfaction of a Quad-Rotor Training Set. Purposive sampling was used in this research to select 12 fourth year engineering education students in the field of electronic from the Faculty of Industrial Education King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, The tools used in this study were a course in Quad-Rotor training Set with five lap sheets, an achievement test, and a questionnaire on student satisfaction. The statistics utilized for data analysis were mean (\bar{X}), standard deviation, and the efficiency (E_1 / E_2). The results of the study revealed that quality of lap sheets content ($\bar{X} = 4.35$, $S.D. = 0.26$) and the training set ($\bar{X} = 4.37$, $S.D. = 0.52$) were at the good level. The students were satisfied with the Quad-Rotor Training Set at the greater level ($\bar{X} = 4.35$, $S.D. = 0.48$), while the efficiency of the Quad-Rotor Training Set or (E_1 / E_2) was 81.70/83.48. This was congruent with the criteria of 80/80 as already identified

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก รศ.กิติพงศ์ มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในขั้นตอนสุดท้าย จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ รศ.ดร. วิศรุต ศรีรัตนะ อาจารย์นิมิตร อมฤทธิธำจา นายศุภกิจ ภูถาวร ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ เพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่องานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่าง ๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อสอาด คุณแม่ลูกอินทร์ อินทร์มั่ง ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง รวมทั้ง พี่-น้อง และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา

ขอขอบคุณนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ในปีการศึกษา 2557 สาขาวิชาครุศาสตร์ วิศวกรรม แขนงวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเป็นกลุ่มตัวอย่าง ให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอบอบแต่ คุณพ่อ-คุณแม่ และครูอาจารย์ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

สิทธิชัย อินทร์มั่ง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ความรู้พื้นฐานเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด.....	6
2.2 การใช้โปรแกรม (Arduino) และ โปรแกรมมัลติวี.....	15
2.3 ระบบควบคุม PID.....	18
2.4 การควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด.....	21
2.5 การออกแบบและสร้างชุดฝึกอบรม.....	25
2.6 การฝึกอบรม.....	32
2.7 ความพึงพอใจ.....	33
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	34
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	39
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	39
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	39
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	51
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
4.1 คุณภาพชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด.....	55
4.2 คุณภาพใบงานการอบรมของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด.....	56
4.3 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด.....	57
4.4 ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมในชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด.....	58
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	59
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	59
5.2 อภิปรายผล.....	61
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	62
บรรณานุกรม.....	64
ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย.....	67
ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	71
ค แบบประเมินชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด.....	73
ง การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	109
จ ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด.....	111
ฉ ตัวอย่างใบงานการอบรม.....	123
ประวัติผู้เขียน.....	154

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงข้อมูลและที่มาขององค์ประกอบของใบงานการอบรม.....	27
3.1 ขอบเขตของค่าความยากง่ายและความหมายของความยากง่าย.....	48
3.2 ขอบเขตของค่าความยากง่ายและความหมายของอำนาจจำแนก.....	48
3.3 เกณฑ์ค่าคะแนนเฉลี่ยและความหมายของค่าเฉลี่ย.....	53
4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด.....	55
4.2 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใบงานการอบรมชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด.....	56
4.3 ค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด.....	57
4.4 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด.....	58



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เครื่องเฮลิคอปเตอร์เป็นเครื่องบินขึ้นลงแนวตั้งชนิดปีกหมุน.....	7
2.2 เครื่องบิน Harrier เป็นเครื่องบินขึ้นลงแนวตั้งชนิดปีกตรึง.....	7
2.3 เครื่องบิน Osprey เครื่องบินขึ้นลงแนวตั้งชนิดปีกตรึงที่ปรับมุมแกนใบพัดได้.....	7
2.4 เฮลิคอปเตอร์แบบสไลโบพัดในภารกิจ UAV.....	8
2.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอเตอร์กับมุกยกตัวของเฮลิคอปเตอร์แบบสไลโบพัด.....	8
2.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอเตอร์กับมุกเอียงของเฮลิคอปเตอร์แบบสไลโบพัด.....	9
2.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอเตอร์กับมุกเอนของเฮลิคอปเตอร์แบบสไลโบพัด.....	9
2.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอเตอร์กับมุกหมุนตัวของเฮลิคอปเตอร์แบบสไลโบพัด.....	10
2.9 เฮลิคอปเตอร์แบบสไลโบพัดแบบพร้อมใช้งาน.....	10
2.10 เฮลิคอปเตอร์แบบสไลโบพัดที่ประกอบขึ้นเพื่อใช้งาน.....	11
2.11 วิทยูบังคับ.....	11
2.12 ลำตัวเฮลิคอปเตอร์แบบสไลโบพัด.....	12
2.13 ระบบควบคุมการบินแบบสำเร็จรูป.....	12
2.14 ระบบควบคุมการบิน ชนิด Open Source.....	13
2.15 มอเตอร์ชนิดไร้แปลงถ่าน.....	13
2.16 ส่วนควบคุมความเร็วมอเตอร์.....	14
2.17 แหล่งจ่ายพลังงานชนิดลิเธียมโพลิเมอร์.....	14
2.18 ใบพัดที่ใช้ในเฮลิคอปเตอร์แบบสไลโบพัด.....	15
2.19 บอร์ดทดลอง Arduino UNO R3.....	15
2.20 โปรแกรม Arduino.....	16
2.21 ที่บังคับ Wii Motion ของเครื่องเล่นเกม Nintendo.....	16
2.22 โครงสร้าง Hardware และ Software โปรแกรมมัลติวี.....	17
2.23 การใช้ภาพประสานกับผู้ใช้ ในโปรแกรมมัลติวี.....	18
2.24 บล็อกไดอะแกรมของคอนโทรลเลอร์แบบ PID.....	18
2.25 พจน์สัดส่วน ในคอนโทรลเลอร์แบบ PID.....	19
2.26 พจน์ปริพันธ์ ในคอนโทรลเลอร์แบบ PID.....	20
2.27 พจน์อนุพันธ์ ในคอนโทรลเลอร์แบบ PID.....	21
2.28 หน้าที่ของคั่นบังคับบนวิทยูบังคับ.....	22
2.29 การลอยตัวขึ้นในแนวตั้ง.....	22
2.30 การลดระดับการลอยตัวลงในแนวตั้ง.....	22

สารบัญญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.31 การเงยหัวขึ้น.....	23
2.32 การก้มหัวลง.....	23
2.33 การเอียงลำตัวทางซ้าย.....	23
2.34 การเอียงลำตัวทางขวา.....	24
2.35 การหมุนลำตัวทางซ้าย.....	24
2.36 การหมุนลำตัวทางขวา.....	25
3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด.....	42
3.2 ขั้นตอนการสร้างใบงานการอบรม.....	44
3.3 ขั้นตอนการสร้างการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด.....	46
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	50



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเรียนรู้ทางด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ได้พัฒนาจากหุ่นยนต์ที่เคลื่อนในพื้นที่แนวนราบไปสู่การพัฒนาหุ่นยนต์ที่เคลื่อนได้ทั้งในแนวนราบและแนวตั้ง เช่นการบินไร้คนบังคับ ซึ่งกำลังได้รับความสนใจมากในปัจจุบันคือเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด (Quad-Rotor Helicopter) โดยเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดเป็นหุ่นยนต์ในลักษณะเครื่องบินปีกหมุนหรือเฮลิคอปเตอร์ (Helicopter) ที่มีสี่ใบพัด ซึ่งจะแตกต่างจากเครื่องบินปีกตรึง (Fixed Wing Aircraft) ในต่างประเทศ เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการใช้ถ่ายทำภาพยนตร์ (Giardina, 2014 : Online)

ใช้สำรวจสอดแนมในภารกิจทางทหารใช้สร้างเป็น UAV (Unmanned Aerial Vehicle) (Anonymous, 2012 : Online) ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านวิศวกรรม เช่นการพัฒนากระบวนการควบคุม (LIU, et. Al. : 2009: 1) ในประเทศไทยนิยมใช้ในการบินสำรวจแบบ FPV (First Person View) และได้นำไปประยุกต์ใช้ในทางทหารในสามจังหวัดภาคใต้โดยการบินนำทางก่อนส่งหน่วยทหารลาดตระเวน (โชค แก้วบุญช่วย : 2013 105-108) ในอดีตผู้ศึกษาเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดมักอยู่ในกลุ่มที่สนใจในกีฬาริโมทคอนโทรล (RC: Radio Control) แต่ปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีทางอิเล็กทรอนิกส์ได้พัฒนาไปมาก ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีขนาดเล็กและแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าที่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ต่อเนื่องและยาวนานมากขึ้นในขณะที่มีน้ำหนักตัวเบา ส่งผลให้ผู้สนใจเพิ่มจำนวนมากขึ้นและพัฒนากระบวนการควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ใช้การควบคุมอัตโนมัติซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนประมวลผลร่วมกับระบบนำร่องทางอากาศ (GPS) และระบบบินอัตโนมัติ (Auto Pilot) เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดผู้สนใจสามารถสร้างขึ้นเองด้วยวัสดุที่หาได้ในประเทศ ทำให้ต้นทุนต่ำกว่าของต่างประเทศ แต่ทำงานได้ประสิทธิภาพเยี่ยม (วีระพันธ์ โดมปัญญา, 2555 : Online) การศึกษาเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดซึ่งช่วยให้นักศึกษาได้เรียนรู้เทคโนโลยีและมองเห็นการใช้ประโยชน์อย่างชัดเจน เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ ซึ่งนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนาขีดความสามารถของเยาวชนให้มีความสามารถและศักยภาพในการแข่งขันทั้งในระดับชาติและนานาชาติต่อไป ในประเทศไทยมีการจัดกิจกรรมสนับสนุนและส่งเสริมการเรียนรู้ทางด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ เช่น การแข่งขันหุ่นยนต์ การประกวดหุ่นยนต์ ค่ายหุ่นยนต์เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด เป็นต้น และในปัจจุบันนี้การแข่งขันหุ่นยนต์ประเภทเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดได้มีการจัดการแข่งขันอยู่หลายรายการทั้งในระดับนักเรียนนักศึกษาและระดับบุคคลทั่วไป (สมาคมกีฬาทางอากาศและการบินแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558 : Online) การแข่งขันเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดดังกล่าวนี้นับเป็นอีกหนึ่งเวทีที่นักศึกษาควรใช้เป็นโอกาสในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ และพัฒนาทักษะในการออกแบบสร้างและควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ตั้งแต่เริ่มมีจัดการแข่งขันทักษะหุ่นยนต์ในประเทศไทยเปิดโอกาสให้กับนักศึกษาที่และบุคคลทั่วไปที่มีความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์ ไม่ต่ำกว่าระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่มีความสนใจในการออกแบบสร้างเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดใช้เป็นเวทีเพื่อเข้าร่วมการแข่งขันประลองความสามารถและพัฒนาทักษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบสร้างเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดซึ่งส่งผลให้มีการตื่นตัวทางการศึกษานักศึกษาจะค้นคว้าหาเทคนิคและการเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อนำมาใช้สร้างเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดให้ตอบโจทย์ของการแข่งขันในแต่ละรายการให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

เนื่องจากเทคโนโลยีเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้ความซับซ้อนทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ นอกจากนี้การพัฒนาและการประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดยังไม่มี การบรรจุไว้ในหลักสูตรหรือวิชาสอนโดยตรง แม้ว่าอาจจะมีการมีการฝึกอบรมบ้างแต่มี ส่วนน้อยและอยู่ในวงจำกัด ส่งผลให้เยาวชนที่มีความสนใจในการสร้างและพัฒนาเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ ใบพัดประสบปัญหาในด้านความรู้ความเข้าใจและทักษะการปฏิบัติ จึงไม่มีแรงจูงใจในการเรียนรู้ ซึ่ง ทำให้โอกาสในการเรียนรู้และการมีส่วนร่วมน้อยลง ถึงแม้ว่าหน่วยงานด้านการศึกษาระดับได้ ตื่นตัวและให้ความสำคัญแต่ยังอยู่ในวงจำกัดและยังไม่มี การถ่ายทอดความรู้ด้านเทคโนโลยีในระดับ การใช้งานอย่างเป็นระบบโดยเฉพาะการทำให้เยาวชนเข้าใจเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้นและ สามารถปฏิบัติด้วยตัวเองได้ ปัจจุบันมีหลายบริษัทในต่างประเทศได้พัฒนาชุดการเรียนรู้เฮลิคอปเตอร์ แบบสี่ใบพัดมากขึ้นแต่เนื่องจากปัจจัยด้านราคาและการบริการหลังการขายหรือการถ่ายทอด เทคโนโลยียังมีข้อจำกัด ทำให้ไม่สามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้สนใจได้โดยเฉพาะผู้ที่เริ่มต้นศึกษา และ จากการศึกษาค้นคว้าจากผู้เกี่ยวข้องในการแข่งขันและจากข้อมูลในสถาบันการศึกษาทั้งระดับ วิทยาลัยเทคนิคและระดับมหาวิทยาลัยพบว่าการส่งเสริมความรู้และทักษะอยู่ในวงจำกัดแต่มีความ ต้องการบุคลากรที่มีความรู้และทักษะทางด้านนี้จำนวนมาก

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจการพัฒนาชุดอบรมการสร้างและ ควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการให้ความรู้ความเข้าใจรวมทั้งการฝึก ทักษะการปฏิบัติและสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดได้ ซึ่งช่วยสร้าง โอกาสการเรียนรู้แก่ผู้สนใจและเตรียมความรู้สำหรับผู้สนใจเข้าร่วมแข่งขันเกี่ยวกับการสร้างและ ควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด นอกจากนี้สามารถนำเทคโนโลยีดังกล่าวนี้ไปประยุกต์ใช้งานหรือ นำไปถ่ายทอดในการเรียนการสอนได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่มีคุณภาพ
- 1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด
- 1.2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม ต่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่

ใบพัด

1.3 สมมติฐานการวิจัย

- 1.3.1 ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป
- 1.3.2 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด E_1 / E_2 ไม่ต่ำกว่า

80/80

- 1.3.3 ผู้เข้ารับการอบรมเรื่องชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดมีความพึงพอใจอยู่ใน ระดับมากขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวความคิดในการพัฒนาและออกแบบชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดซึ่งดัดแปลงจากแนวคิดของ ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533: 84-89) ซึ่งมีขั้นตอนมีขั้นตอนในการพัฒนาชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดดังนี้

1. วิเคราะห์ (Analyze)
2. ออกแบบชุดฝึกอบรม (Design)
3. พัฒนาชุดฝึกอบรม (Develop)
4. นำไปใช้/ทดลอง (Implement)
5. ประเมินและปรับปรุงแก้ไข (Evaluate and Revise)

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่4 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่4 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรม จำนวน 12 คนโดยการเลือกแบบเจาะจง

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา การวิจัยครั้งนี้มีตัวแปรที่ศึกษาดังนี้

ตัวแปรต้น คือ ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ตัวแปรตาม คือ คุณภาพ ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจผู้เข้ารับการฝึกอบรม ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

1.5.3 ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาการฝึกอบรมประกอบด้วย ประวัติความเป็นมา โครงสร้างเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด การควบคุมความเร็วมอเตอร์ชนิดไร้แปรงถ่าน โปรแกรม ARDUINO การเชื่อมต่อโปรแกรม ARDUINO กับ ชุดควบคุมการบิน การใช้งานโปรแกรม มัลติวี (MultiWii) เพื่อนำมาสร้างใบงานการฝึกอบรมในชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด จำนวน 5 ใบงานดังนี้

ใบงานการฝึกอบรมที่ 1 เรื่องการสร้างลำตัวเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ใบงานการฝึกอบรมที่ 2 เรื่องการควบคุมความเร็วมอเตอร์ชนิดไร้แปรงถ่าน

ใบงานการฝึกอบรมที่ 3 เรื่องการเชื่อมต่อโปรแกรม ARDUINO กับ ชุดควบคุมการบิน

ใบงานการฝึกอบรมที่ 4 เรื่องการใช้งานโปรแกรมมัลติวีและฝึกควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ใบงานการฝึกอบรมที่ 5 เรื่องทบทวนการสร้างและควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด หมายถึง ชุดฝึกอบรมซึ่งประกอบด้วยสื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ใบงานการฝึกอบรม และเอกสารการจับตอบรม

1.6.2 สื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด หมายถึง อุปกรณ์สำหรับการสร้างโครงสร้างลำตัวเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด มอเตอร์ ใบพัด บอร์ดควบคุมการบิน ภาครับวิทยุบังคับและวิทยุบังคับ

1.6.3 ใบงานการฝึกอบรม หมายถึง เอกสารซึ่งแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานสำหรับผู้เข้ารับการอบรม ซึ่งประกอบด้วย ชื่อใบงาน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาเบื้องต้น ลำดับการปฏิบัติ ส่วนบันทึกผล สรุปผล และคำถามท้ายใบงานการฝึกอบรม ซึ่งมีจำนวน 5 ใบงาน โดยใบงานที่ 5 ใช้สำหรับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้ารับการอบรม

1.6.4 เอกสารการจับตอบรม หมายถึง เอกสารที่สร้างขึ้นสำหรับการจับตอบรม ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับความรู้พื้นฐานการสร้าง การทำงานของอุปกรณ์ และการควบคุม เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

1.6.5 คุณภาพของชุดฝึกอบรม หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดของผู้ทรงคุณวุฒิแบ่งเป็นสองด้าน คือ ด้านสื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด และด้านใบงานการฝึกอบรม

1.6.6 ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีประสบการณ์ในการควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด และมีวุฒิทางการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป หรือผู้ที่มีประสบการณ์ในสาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ หรือสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

1.6.7 ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้ารับการอบรม ในการอบรมด้วยชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ตามเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งไม่ต่ำกว่า 80/80 (E_1 / E_2)

E_1 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้ารับการอบรมที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมและจากแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติแต่ละใบงาน (ใบงานที่ 1-4) รวมกัน

E_2 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้ารับการอบรมที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และจากแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ (ใบงานที่ 5) หลังจากเรียนด้วยชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดครบทั้ง 4 ใบงาน

1.6.8 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและได้ผ่านการหาคุณภาพ เพื่อใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อผู้เข้ารับการอบรมได้รับการฝึกอบรมสำเร็จจากชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.9 แบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่ได้คัดเลือกข้อที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละใบงาน เพื่อใช้ประเมินผู้เข้ารับการอบรม หลังจากเรียนสำเร็จแต่ละใบงาน ทั้ง 4 ใบงาน

1.6.10 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมรวมกับคะแนนที่ได้จาก (ใบงานที่ 1-4) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รวมกับคะแนนที่ได้จากแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติของใบงานที่ 5

1.6.11 ความพึงพอใจ หมายถึง ผลการประเมินความความรู้สึกของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสไลด์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด เพื่อให้การดำเนินการวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า เนื้อหาที่มีความจำเป็นสำหรับการพัฒนาชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด จาก ตำรา บทความ และรายงานการวิจัย โดยได้สรุปและลำดับหัวข้อผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 2.1 ความรู้เบื้องต้นของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด
- 2.2 การใช้โปรแกรม ARDUINO และ โปรแกรมมัลติวิ ในการโปรแกรมการทำงานของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด
- 2.3 ระบบควบคุมแบบ PID controller
- 2.4 การควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด
- 2.5 การออกแบบและสร้างชุดฝึกอบรม
- 2.6 การฝึกอบรม
- 2.7 ความพึงพอใจ
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

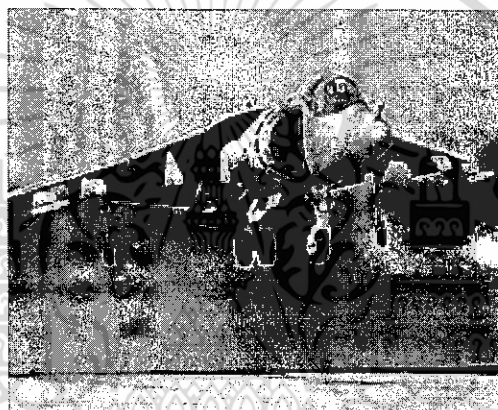
2.1 ความรู้พื้นฐานเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

การบินอยู่บนท้องฟ้าถือว่าเป็นความใฝ่ฝันอันยิ่งใหญ่ของมนุษย์ และเป็นเวลาหลายศตวรรษที่มนุษย์หาวิธีที่จะบินให้สำเร็จ ในปี ค.ศ.1483 จิตรกรและนักวิทยาศาสตร์เอกของโลก เลโอนาร์โด ได้ริเริ่มการบินขึ้นเป็นครั้งแรก โดยการใช้ปีกนกขนาดใหญ่ที่เขาประดิษฐ์ขึ้น ติดเข้ากับแขน และร่อนลงมาจากที่สูง เป็นเพียงก้าวแรกของการบินเท่านั้น ต่อมาในปี ค.ศ.1903 สองพี่น้องตระกูลไรท์ ได้สร้างเครื่องบินลำแรกของโลกได้เป็นผลสำเร็จ ตั้งแต่นั้นมากิจการการบินก็มีความเจริญก้าวหน้าอย่างมาก และในปัจจุบันนี้การพัฒนาเครื่องบินมีความซับซ้อนมากขึ้นและนิยมแบ่งประเภทของเครื่องบินออกเป็นสองประเภทตามลักษณะของปีกเครื่องบิน

เครื่องบินปีกตรึง (Fixed-Wing) ซึ่งยังคงใช้หลักการปีกเดิมของสองพี่น้องตระกูลไรท์ เครื่องบินปีกหมุน (Helicopter) ดังแสดงในภาพที่ 2.1 ซึ่งนำหลักการใบพัดหมุนเพื่อสร้างความหนาแน่นของอากาศใต้ใบพัดทำให้เกิดแรงยกตัวลอยตัวในอากาศได้ เครื่องบินที่มีความสามารถบินขึ้น-ลงในแนวตั้งได้จะเรียกว่า เครื่องบินขึ้นลงแนวตั้ง Vertical Take-off and Landing (VTOL) เครื่องบินขึ้นลงแนวตั้ง ดังแสดงในภาพที่ 2.2 และภาพที่ 2.3 เป็นอากาศยานที่มีจุดเด่นในการลอยตัวนิ่งได้ในอากาศ และใช้ความสามารถการลอยตัวแนวตั้งในการบินขึ้นและลงจอด ทำให้ใช้พื้นที่น้อยในการบินขึ้น-ลง ซึ่งเครื่องบินขึ้นลงแนวตั้งนี้จะมีทั้งแบบปีกตรึงและแบบปีกหมุน



ภาพที่ 2.1 เครื่องเฮลิคอปเตอร์เป็นเครื่องบินขึ้นลงแนวดิ่งชนิดปีกหมุน
(ที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/Eurocopter_AS350)



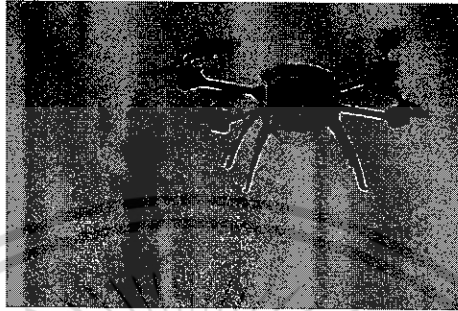
ภาพที่ 2.2 เครื่องบิน Harrier เป็นเครื่องบินขึ้นลงแนวดิ่งชนิดปีกตรึง
(ที่มา : http://s236.photobucket.com/user/antolin_photos/media/mcdonnell-douglas-av-8b-harrier-ii-jpg.html)



ภาพที่ 2.3 เครื่องบิน Osprey เครื่องบินขึ้นลงแนวดิ่งชนิดปีกตรึงที่ปรับมุมแกนใบพัดได้ (Tilt Rotor)
(ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Accidents_and_incidents_involving_the_V-22_Osprey)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ภาพที่ 2.4 เป็นเครื่องบินขึ้นลงแนวดิ่งอีกประเภทหนึ่งในกลุ่มมัลติโรเตอร์ (Multicopter) ที่มีใบพัดจำนวนสี่ใบ แต่ละใบพัดจะเป็นอิสระต่อกันในการควบคุมความเร็วรอบโดยบอร์ดควบคุมการบิน (Flight Control System) เพื่อให้เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดอยู่ในทิศทางที่ผู้ควบคุมต้องการ ประโยชน์เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด มักใช้งานบินสำรวจแบบไร้คนขับ (UAV - Unmanned Aerial Vehicle) หรือเรียกว่า โดรน (DRONE)



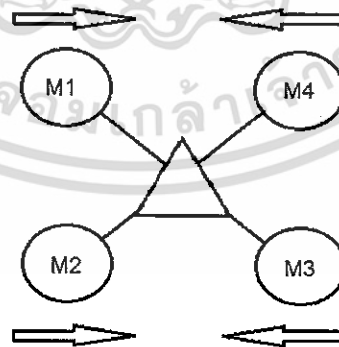
ภาพที่ 2.4 เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดในงานบินสำรวจแบบไร้คนขับ
(ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle)

2.1.1 หลักการทำงานของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด สามารถเคลื่อนไหวในมุมต่างๆได้ด้วยแรงยกจากมอเตอร์ทั้ง 4 ตัวที่อยู่ทั้ง 4 มุมโดยการทำงานจะทำงานสอดประสานกันเพื่อให้ตัวลำของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดเปลี่ยนทิศทางเป็นไปตามผู้ควบคุม

2.1.1.1 มุมยกตัว (Throttle)

ในมุมยกตัว มอเตอร์ M1, M2, M3 และ M4 จะรักษาสมดุล โดยอัตราเร่งของใบพัดจะเป็นตัวควบคุมให้ยกตัวให้เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ขึ้นหรือลง ในแนวดิ่ง ดังแสดงในภาพที่ 2.5

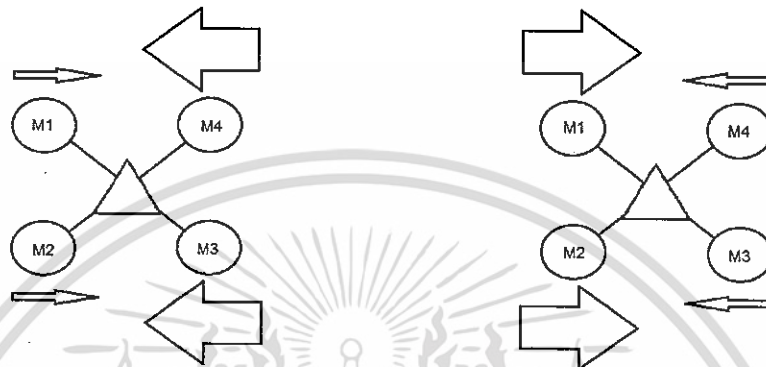


ภาพที่ 2.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอเตอร์กับมุมยกตัวของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 มุมเอียง (Roll)

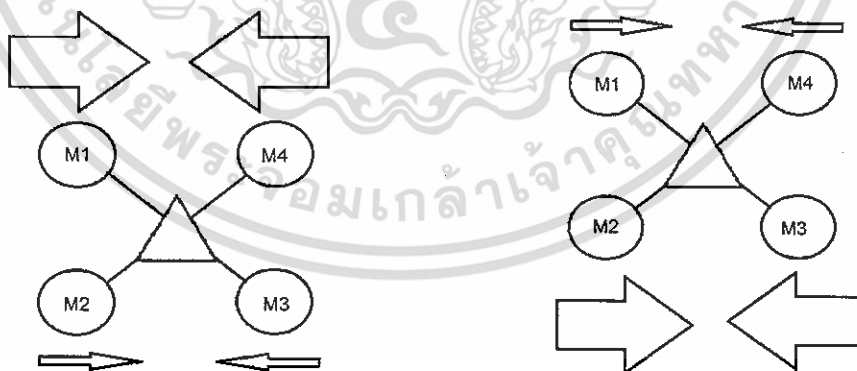
มุมเอียง คือมุม Aileron ของเครื่องบิน เป็นการเอียงลำตัวของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด มอเตอร์ M1, M2 จะทำงานพร้อมกันเพื่อเอียงลำตัวไปทางด้านซ้าย ในทางกลับกัน มอเตอร์ M3, M4 จะทำงานพร้อมกันเพื่อเอียงลำตัวไปทางด้านขวา ดังแสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างมอเตอร์กับมุมเอียงของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

2.1.1.3 มุมก้ม - มุมเงย (Pitch)

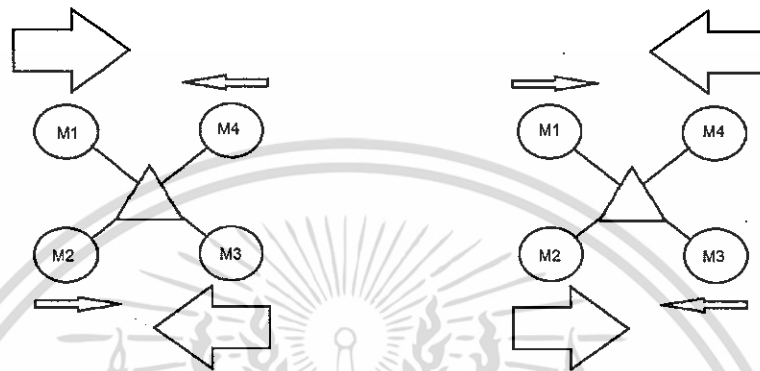
มุมก้ม - มุมเงย คือมุม Elevator ของเครื่องบินเป็นมุมที่ มอเตอร์ M1, M4 จะทำงานพร้อมกันเพื่อเชิดหัวของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดขึ้น และมอเตอร์ M2, M3 จะทำงานพร้อมกันเพื่อเชิดหัวของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดลง ดังแสดงในภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างมอเตอร์กับมุมก้ม - มุมเงย ของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

2.1.1.4 มุมหมุน (Yaw)

คือมุม Rudder ของเครื่องบิน โดยที่ มอเตอร์ M1, M3 จะทำงานพร้อมกันเพื่อหมุน เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดไปทางซ้าย และมอเตอร์ M2, M4 จะทำงานพร้อมกันเพื่อหมุน เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดไปทางขวา ดังแสดงในภาพที่ 2.8



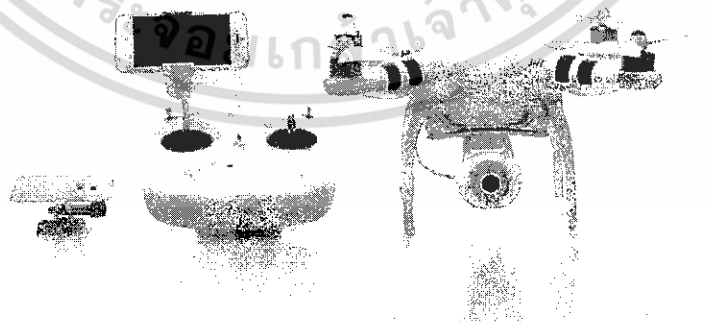
ภาพที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างมอเตอร์กับมุมหมุนตัวของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

2.1.2 เทคโนโลยีเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ปัจจุบันมีหลายผู้ผลิตที่ผลิตเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดเพื่อจัดจำหน่าย โดยแต่ละผู้ผลิตจะมี จุดเด่นแตกต่างกันเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการและนำไปใช้ตามความเหมาะสมกับงาน

2.1.2.1 เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดชนิดพร้อมใช้งาน

เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดชนิดพร้อมใช้งาน จะมีอุปกรณ์ที่สำคัญได้แก่ ตัวลำเฮลิคอปเตอร์แบบ สี่ใบพัด มอเตอร์ ใบพัด วิทยุควบคุม ระบบนำทางทางอากาศ (GPS) ชุดแบตเตอรี่และระบบชาร์จ ซึ่งจัดเป็นชุดพร้อมใช้ได้งานทันที ดังแสดงในภาพที่ 2.9



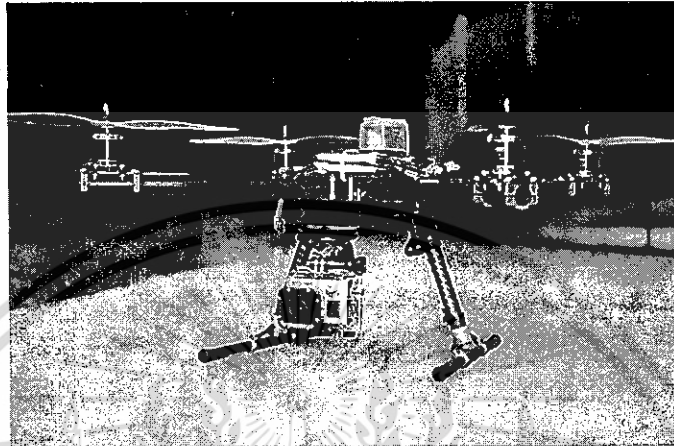
ภาพที่ 2.9 เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดแบบพร้อมใช้งาน

(ที่มา : http://www.tnnthailand.com/news_detail.php?id=14927&t=news)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น. ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 ชุดควบคุมแยกประกอบ

เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดชนิดแยกประกอบ ที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกขนาดของลำตัว เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดได้ตามความต้องการ รวมทั้งอุปกรณ์อื่นๆเพื่อมาประกอบเป็นเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ตัวอย่างเช่นเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่ใช้ในการถ่ายภาพทางอากาศ ดังแสดงในภาพที่ 2.10

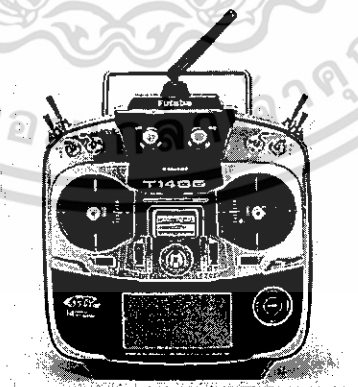


ภาพที่ 2.10 เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่ประกอบขึ้นเพื่อใช้งาน

(ที่มา : <http://www.boomerang-rc.com/14730950/f650-drone-quadcopter-gopro-or-700g-payload>)

2.1.3 ส่วนประกอบของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

2.1.3.1 วิทยุบังคับ (Radio Control) ดังแสดงในภาพที่ 2.11 วิทยุบังคับ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมจากระยะไกล นอกจากจะเป็นอุปกรณ์ควบคุมแล้ว วิทยุบังคับยังมีหน้าที่กำหนดค่าพารามิเตอร์เบื้องต้นให้กับ เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

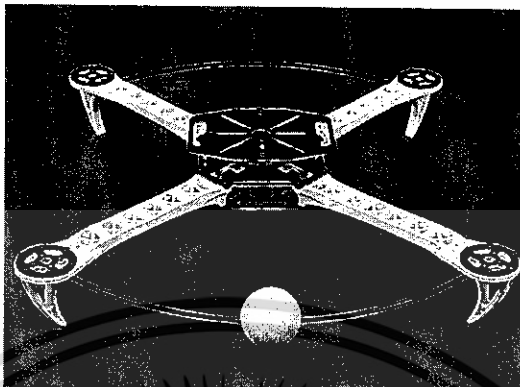


ภาพที่ 2.11 วิทยุบังคับ

(ที่มา:http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/_46049_Futaba_145G_14_Channel_2_4GHz_Computer_Radio_System_2_4GHz_FASSTest_Set_Mode_1_.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 ลำตัวเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด (Frame kit) ดังแสดงในภาพที่ 2.12 ลำตัวของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกขนาดของลำตัวได้ตามความต้องการ โดยที่ลำตัวจะเป็นวัสดุน้ำหนักเบาและแข็งแรงทนทาน



ภาพที่ 2.12 ลำตัวเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

(ที่มา : <https://www.ravenfury.com/shop/framekit/sk450-quadcopter-frame-kit/>)

2.1.3.3 บอร์ดควบคุมการบิน

บอร์ดควบคุมการบิน เป็นอุปกรณ์มีหน้าที่หลักคือควบคุมการทรงตัวของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดและเปลี่ยนทิศทางเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดตามที่คุณควบคุมสั่งการ ปัจจุบันนิยมแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. บอร์ดควบคุมการบิน แบบสำเร็จรูปเป็นชุดที่ผู้ใช้งานสามารถนำมาติดตั้งได้ โดยไม่ต้องแก้ไขโปรแกรม ดังแสดงในภาพที่ 2.13

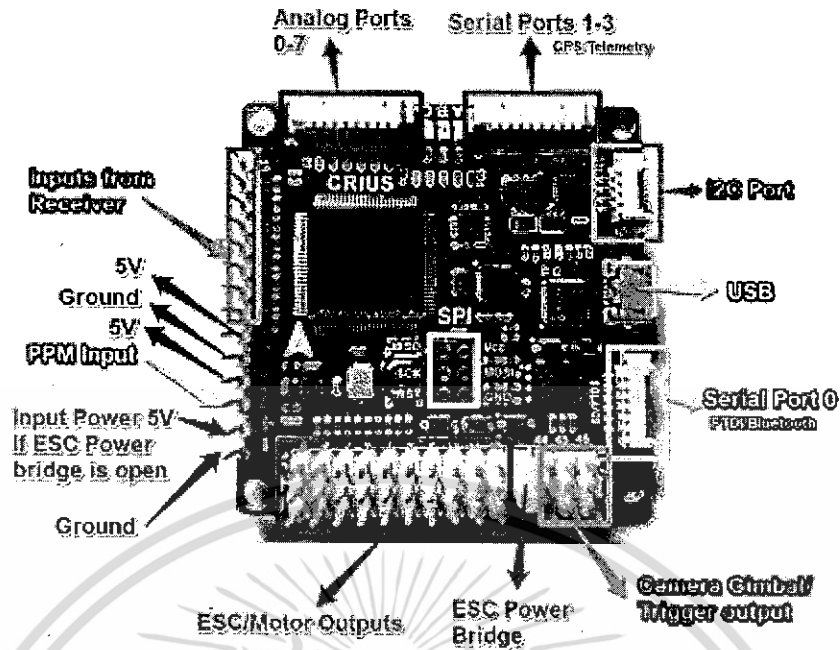


ภาพที่ 2.13 บอร์ดควบคุมการบิน แบบสำเร็จรูป

(ที่มา : <http://www.parkflyer.ru/product/1192982/>)

2. บอร์ดควบคุมการบิน ชนิด Open Source ดังแสดงในภาพที่ 2.14 ผู้ใช้ต้องมีความรู้พื้นฐาน เนื่องจากต้องใช้งานผ่านโปรแกรม ARDUINO และโปรแกรมมัลติวี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.14 บอร์ดควบคุมการบิน ชนิด Open Source

(ที่มา : <http://fpv-community.de/showthread.php?29067-Crius-AIO-2-initialisiert-nicht-bei-anstecken-vom-Lipo>)

2.1.3.4 มอเตอร์ชนิดไร้แปรงถ่าน ดังแสดงในภาพที่ 2.15

เฮลิคอปเตอร์แบบสไลโบพัดใช้มอเตอร์ชนิดไร้แปรงถ่าน ขนาดของมอเตอร์จะขึ้นอยู่กับขนาดของลำตัวเฮลิคอปเตอร์แบบสไลโบพัด



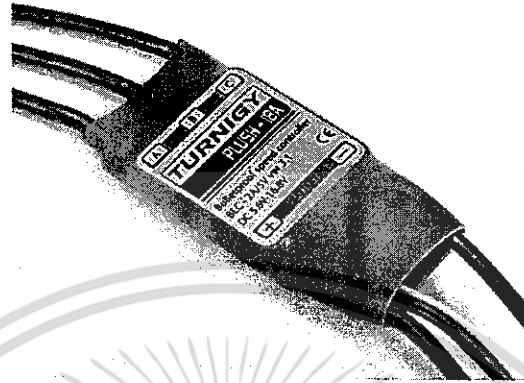
ภาพที่ 2.15 มอเตอร์ชนิดไร้แปรงถ่าน

(ที่มา : <http://www.droneshop.com/moteurs-brushless/hp2814-810kv-rctimer-p-69713.html>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.5 โมดูลควบคุมความเร็วมอเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 2.16

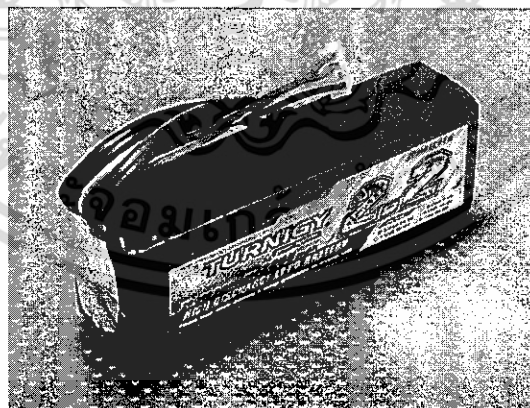
โมดูลควบคุมความเร็วมอเตอร์ ทำหน้าที่ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ ซึ่งโมดูลควบคุมความเร็วมอเตอร์ จะรับคำสั่งโดยตรงจาก บอร์ดควบคุมการบิน



ภาพที่ 2.16 โมดูลควบคุมความเร็วมอเตอร์
(ที่มา : https://www.hobbyking.com/hobbyking/store/uh_viewItem.asp?idProduct=4312)

2.1.3.6 แหล่งจ่ายพลังงาน (Battery) ดังแสดงในภาพที่ 2.17

แหล่งจ่ายพลังงานที่ใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน ชนิด ลิเทียมโพลิเมอร์ (Lithium polymer) ซึ่งสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องและมีน้ำหนักเบา



ภาพที่ 2.17 แหล่งจ่ายพลังงาน ลิเทียมโพลิเมอร์
(ที่มา : http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/uh_viewItem.asp?idProduct=8932)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.7 ใบพัด (Propellers) ดังแสดงในภาพที่ 2.18

ใบพัดที่ใช้มี 2 ชนิด คือชนิดหมุนตามเข็มนาฬิกา และชนิดหมุนทวนเข็มนาฬิกา



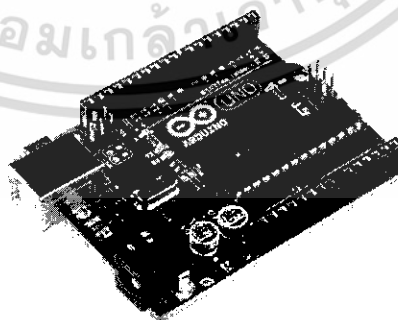
ภาพที่ 2.18 ใบพัดที่ใช้ในเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

(ที่มา : <http://helimonster.jp/?pid=46887279>)

2.2 การใช้โปรแกรม ARDUINO และ โปรแกรมมัลติวี

2.2.1 ARDUINO

ในปี ค.ศ. 2005 ARDUINO ถือกำเนิดขึ้นครั้งแรกโดยเป็นโครงการงานของนักศึกษาแห่งสถาบัน Interaction Design Institute Ivrea ในประเทศอิตาลี ในช่วงแรกถูกออกแบบให้ใช้กับโปรแกรม BASIC Stamp และมีต้นทุนสูง ต่อมาได้มีผู้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง และในปัจจุบัน ARDUINO เป็น Open Source ที่ราคาถูกมาก มีการพัฒนาส่วนของ Hardware ดังแสดงในภาพที่ 2.19 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR โดยมี I/O Port Analog และ Port Digital และสามารถติดต่ออุปกรณ์ภายนอกโดยใช้ Bus I²C การโปรแกรม Arduino ใช้โปรแกรม Compile ของ ARDUINO ซึ่งมีไวยากรณ์ คล้ายโปรแกรมภาษา C++ ใช้สาย USB เชื่อมต่อกับ Board Arduino กับเครื่องคอมพิวเตอร์

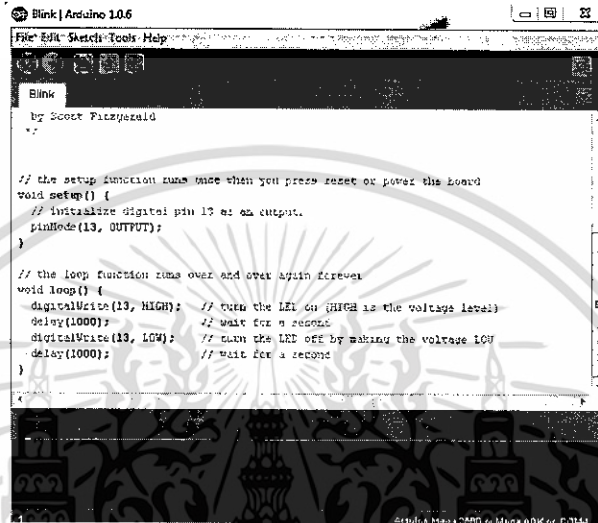


ภาพที่ 2.19 บอร์ดทดลอง ARDUINO UNO R3

(ที่มา : <http://www.bingun.com/product/1604495/arduino-uno-r3.html>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ศราวุฑุ คงลำพันธ์. 2555 : 18) ได้กล่าวไว้ว่า “...ARDUINO คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ชนิดหนึ่งซึ่งเป็นแบบที่เรียกว่า Open Hardware กล่าวคือ ARDUINO อุปกรณ์ที่มีแบบส่วนประกอบเป็นมาตรฐานที่เปิดเผย หมายความว่าเราสามารถทำเองได้โดยใช้แบบที่มีการเปิดเผยทั่วไป หรือหาซื้อได้ง่าย ราคาถูก มีโปรแกรมให้ใช้งานได้ฟรี มีตัวอย่างมากมาย และไม่ต้องเขียนโปรแกรมในรูปแบบ Low Level หมายความว่า เราสามารถเขียนคำสั่งโปรแกรมได้เหมือนภาษาชั้นสูงทั่วไป...” ดังแสดงในภาพที่ 2.20



```

Blink
by Scott Fitzgerald

// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin 13 as an output.
  pinMode(13, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);            // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);           // wait for a second
}

```

ภาพที่ 2.20 โปรแกรม ARDUINO

2.2.2 โปรแกรม มัลติวี

มัลติวีเป็นโปรแกรมควบคุมและรักษาสมดุลของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ในยุคแรกมีเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวให้เลือกใช้น้อยมาก ทำให้เซนเซอร์ในช่วงแรกถูกดัดแปลงมาจากที่บังคับ (Joystick) ของเครื่องเล่นเกม Nintendo Wii ดังแสดงในภาพที่ 2.21 โดยพัฒนาโปรแกรมให้ทำงานบน สภาพแวดล้อม ARDUINO ต่อมาโปรแกรมได้ถูกพัฒนาให้สามารถใช้กับเซนเซอร์ที่หลากหลายมากขึ้น



ภาพที่ 2.21 ที่บังคับ Wii Motion ของเครื่องเล่นเกม Nintendo

(ที่มา : <http://www.mannoshop.com/mg/index.php/console-accessori/controller-telecomando-wii-con-motion-plus-integrato-con-guscio-protettivo-in-omaggio-bianco.html>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

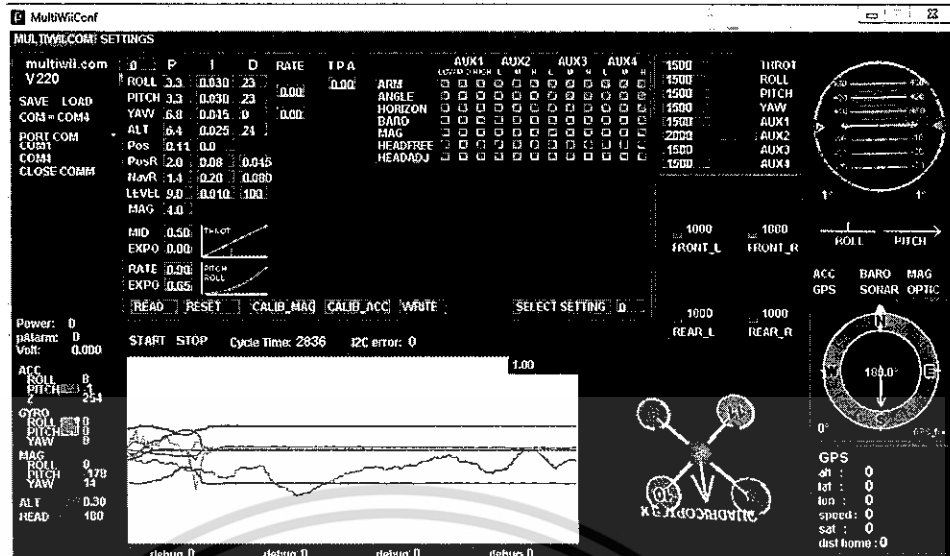
มัลติวีคือโปรแกรมบอร์ดควบคุมการบิน ประเภท Open source นิยมใช้ทั้งระดับเริ่มต้นจนไปถึงมืออาชีพ มีจุดเด่นคือตัว Hardware มีราคาไม่แพงสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไข เซนเซอร์ และสามารถแก้ไข Source Code มีหน้าที่การทำงานที่ทำงานได้ใกล้เคียงกับชนิดสำเร็จรูปที่มีราคาสูง โดยโปรแกรม มัลติวีจะทำงานบน Hardware ที่ถูกโปรแกรมโดย ARDUINO การใช้งานโปรแกรมมัลติวี โปรแกรมมัลติวีจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนของ Source Code และส่วนของ จียูไอ (GUI :Graphical User Interface)

1. ส่วนของ Source Code จะมีไว้ Import เข้าโปรแกรม ARDUINO บนบอร์ดคอนโทรลเลอร์ที่ติดตั้ง Firmware ARDUINO โดยผู้ใช้จะแก้ไขค่าพารามิเตอร์ให้ตรงกับบอร์ด หรือเซนเซอร์ที่ใช้ ได้ โดยแก้ไขที่ Folder มัลติวีชื่อ File“config.h” จากนั้นให้ Import File “MultiWii.ino” เข้าโปรแกรม Compile ของ ARDUINO ดังแสดงในภาพที่ 2.22



ภาพที่ 2.22 โครงสร้าง Hardware และ Software ของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยใช้โปรแกรมมัลติวี

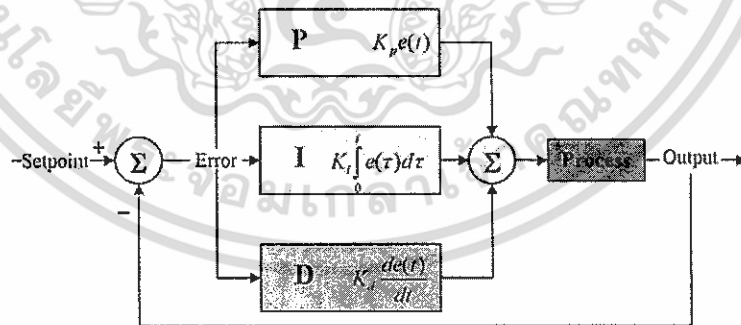
2. ส่วนของ จียูไอ ดังแสดงในภาพที่ 2.23 ทำหน้าที่แสดงภาพเพื่อให้ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด
- ขั้นตอนการใช้งานภาพประสานกับผู้ใช้
1. เชื่อมต่อ UBS จากบอร์ดเข้ากับ PC
 2. ตั้งค่าเริ่มต้นของเซนเซอร์ในบอร์ดควบคุมการบิน
 3. ตั้งค่าพารามิเตอร์ หน้าที่การทำงานระหว่าง เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดกับ วิทยุบังคับ



ภาพที่ 2.23 จียูโอ ในโปรแกรมมัลตีวี

2.3 ระบบควบคุมแบบ PID controller

กัปตัน เดียวตระกูล (2556 : 52) PID Controller คือระบบควบคุมแบบสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ เป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งค่าที่นำไปใช้ในการคำนวณเป็นค่าความผิดพลาดที่หามาจากความแตกต่างของตัวแปรในกระบวนการและค่าที่ต้องการ ตัวควบคุมจะพยายามลดค่าผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุดด้วยการปรับค่าสัญญาณขาเข้าของกระบวนการ ค่าตัวแปรของ PID ที่ใช้จะปรับเปลี่ยนตามธรรมชาติของระบบ ดังแสดงในภาพที่ 2.24



ภาพที่ 2.24 บล็อกไดอะแกรมของคอนโทรลเลอร์แบบ PID

(ที่มา : กัปตัน เดียวตระกูล, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า K_p หมายถึง เกนสัดส่วนต่อค่าผิดพลาด เพื่อใช้ในการปรับแต่งให้ระบบเข้าสู่ Set Point
 ค่า K_i หมายถึง เกนปริพันธ์ต่อค่าผิดพลาดสะสม เพื่อใช้ในการปรับแต่งให้ระบบเข้าสู่ Set Point

ค่า K_d หมายถึง เกนอนุพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าผิดพลาด เพื่อใช้ในการปรับแต่งให้ระบบเข้าสู่ Set Point

ทฤษฎีคอนโทรลเลอร์แบบ PID

การควบคุมแบบ PID นั้นประกอบด้วยเทอมสำหรับการปรับแต่ง 3 เทอมรวมกันเป็น MV

$$MV(t) = P_{out} + I_{out} + D_{out} \quad (2.1)$$

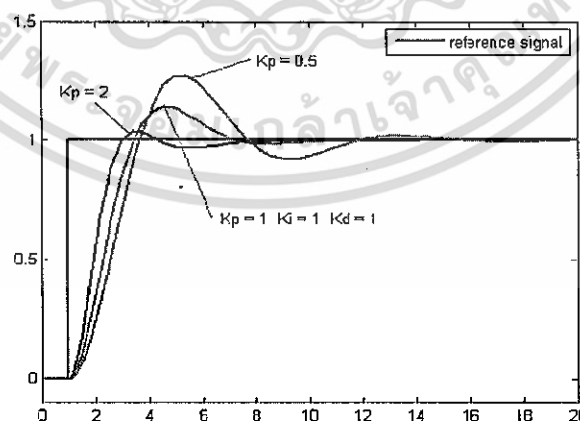
โดยที่ P_{out} , I_{out} และ D_{out} เป็นเอาต์พุตจากแต่ละพจน์ตามลำดับ

1. พจน์สัดส่วน (Proportional)

พจน์สัดส่วน เปลี่ยนแปลงตามอัตราส่วนของค่า ผิดพลาดปัจจุบันซึ่งค่า P_{out} สามารถคำนวณได้โดยการนำค่า ค่าผิดพลาด มาคูณกับค่าคงที่ K_p ดังแสดงในภาพที่ 2.25

$$P_{out} = K_p e(t) \quad (2.2)$$

ค่า K_p ที่มีค่ามากเป็นผลให้ค่า P_{out} มากขึ้นตามหากค่า K_p มากเกินไประบบอาจจะไม่เสถียร ในทางตรงข้ามหากค่า K_p น้อยเกินไปอาจทำให้ระบบตอบสนองช้าเกินไปซึ่งในกรณีนี้เป็นไปได้ว่าการตอบสนองดังกล่าวอาจจะถูกรบกวน (Disturbance) ในระบบได้ เช่นในการเร่งรอบเครื่องยนต์เมื่อมีโหลดมากจะทำกับเครื่องหากคอนโทรลเลอร์เร่งรอบเครื่องช้าไม่ทันกับโหลดที่เพิ่มขึ้นมาทันทีรอบเครื่องก็จะค่อยๆตกลงและเครื่องก็จะดับในที่สุด



ภาพที่ 2.25 พจน์สัดส่วน ในคอนโทรลเลอร์แบบ PID เมื่อ $K_i, K_d = 1$

(ที่มา : กัปตัน เดียวตระกูล, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

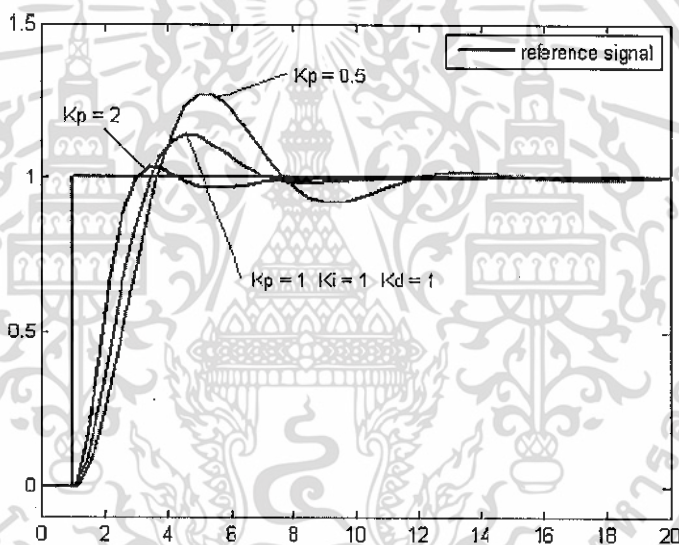
ในกรณีระบบที่ไม่มี สิ่งรบกวน การใช้พจน์สัดส่วนอย่างเดียวจะทำให้ระบบเกิดการ แกว่ง รอบๆ Set point จะไม่อยู่ที่ Set point พอดี

2. พจน์ปริพันธ์ (Integral)

พจน์ปริพันธ์ หมายถึง อัตราส่วนของ ค่าผิดพลาดสะสมในหนึ่งช่วงเวลา (ปัจจุบันย้อนไปในอดีต) ค่า I_{out} เกิดจากผลคูณของค่าคงที่ K_i กับผลรวมของ $e(t)$ ซึ่งเป็นค่าสะสมของ ค่าผิดพลาด ที่ควรจะต้องถูกแก้ไขมาก่อนหน้านี้ ดังแสดงในภาพที่ 2.26

$$I_{out} = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau \quad (2.3)$$

พจน์ปริพันธ์ เมื่อใช้ร่วมกับพจน์สัดส่วนจะช่วยเร่งให้ระบบวิ่งเข้าหา Set Point เร็วขึ้นและช่วยลด ค่าผิดพลาด ที่เกิดจากการใช้พจน์สัดส่วนอย่างเดียว อย่างไรก็ตามเนื่องจากพจน์ปริพันธ์ นั้นเกิดจากการคำนวณโดยรวมค่าผิดพลาด ที่เกิดขึ้นในอดีตด้วยอาจจะทำให้เกิด Overshoot เกิน Set point ในค่าปัจจุบันด้วย

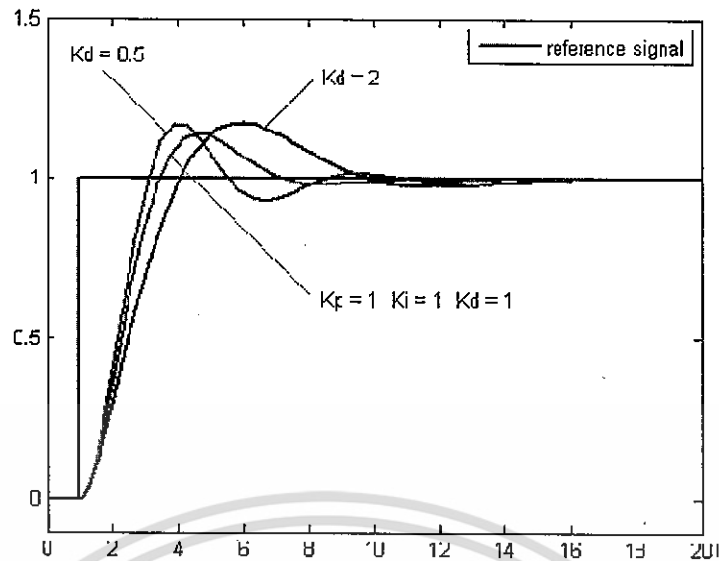


ภาพที่ 2.26 พจน์ปริพันธ์ ในคอนโทรลเลอร์แบบ PID เมื่อ $K_p, K_d = 1$
(ที่มา : กัปตัน เตียวตระกูล, 2556)

3. พจน์อนุพันธ์ (Derivative)

พจน์อนุพันธ์ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าผิดพลาด ในโปรเซสนั้นคำนวณได้โดยสโลป (Slope) ของกราฟ ค่าผิดพลาดต่อเวลา ซึ่งก็คืออนุพันธ์แรกเทียบกับเวลาและคูณค่าสโลปนี้กับค่าคงที่ K_d ก็จะได้พจน์อนุพันธ์ ดังแสดงในภาพที่ 2.27

$$D_{out} = K_{pd} \frac{de}{dt} (t) \quad (2.4)$$



ภาพที่ 2.27 พจน์อนุพันธ์ ในของคอนโทรลเลอร์แบบ PID เมื่อ $K_p, K_i = 1$
(ที่มา : กัปตัน เดียวตระกูล, 2556)

พจน์อนุพันธ์ จะช่วยดึงเอาต์พุตจากคอนโทรลเลอร์ให้ช้าลงซึ่งจะเห็นผลได้ชัดเมื่อโปรเซสเข้าใกล้ Set point ฉะนั้นพจน์อนุพันธ์ จึงช่วยลดอาการ Overshoot ซึ่งเกิดจากพจน์ปริพันธ์ และช่วยปรับปรุงเสถียรภาพของระบบโดยรวมอย่างไรก็ตาม พจน์อนุพันธ์ นั้นค่อนข้างไวต่อ Noise ซึ่งอาจทำให้ระบบไม่เสถียรได้หาก Noise และค่า K_p สูงเกินไป เมื่อรวมสามเทอมเข้าด้วยกัน เมื่อรวมพจน์สัดส่วน-พจน์ปริพันธ์และพจน์อนุพันธ์ เข้าด้วยกันก็จะได้เอาต์พุตจากคอนโทรลเลอร์ PID ดังนี้

$$MV(t) = K_p e(t) + k_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de}{dt}(t) \quad (2.5)$$

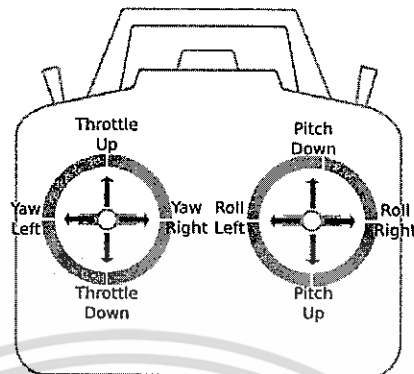
ในการปรับแต่งค่า PID ของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด สามารถกำหนดค่า PID และค่าพารามิเตอร์อื่นๆ โดยใช้ จียูไอของโปรแกรมมัลติวี

2.4 การควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดเป็นเครื่องบินที่สามารถลอยนิ่งในอากาศได้ด้วยความสามารถรักษาระดับในมุม Roll ไว้ได้ด้วยเซนเซอร์วัดความเร่งเชิงเส้น (Accelerometer) และรักษาระดับในมุม Yaw ได้ด้วยเซนเซอร์วัดความเร็วเชิงมุม (Gyroscope) หากไม่มีปัจจัยภายนอกมากกระทบลำตัว เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดจะลอยนิ่งอยู่กับที่ อย่างไรก็ตามผู้ควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดจำเป็นต้องมีทักษะในการบังคับควบคุมอย่างชำนาญ เพื่อที่จะใช้งานเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่ก่อให้เกิดอันตรายกับตัวเองและบุคคลรอบข้าง การควบคุมทิศทางของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดจะควบคุมด้วยวิทยุบังคับโดยตรงผู้ควบคุมต้องจดจำหน้าที่ของปุ่มต่างๆที่ชุดควบคุมได้แม่นยำ ดังแสดงในภาพที่ 2.28



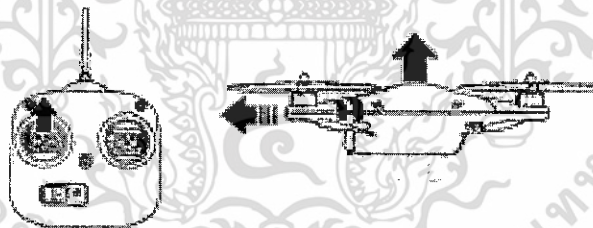
ภาพที่ 2.28 หน้าที่ของคันบังคับ บนวิทยุบังคับ

(ที่มา : <http://smaccmpilot.org/hardware/rc-controller.html>)

2.4.1 การควบคุมมุมยกตัว ด้วยวิทยุบังคับ

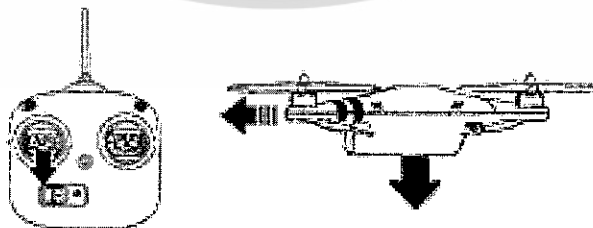
การลอยตัวขึ้นในแนวตั้ง (Throttle Up) คือการควบคุมให้เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ลอยตัวขึ้นในแนวตั้ง ดังแสดงในภาพที่ 2.29

การลดระดับการลอยตัวลงในแนวตั้ง (Throttle Down) คือการควบคุมให้เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ลดระดับการลอยตัวลงในแนวตั้ง ดังแสดงในภาพที่ 2.30



ภาพที่ 2.29 การลอยตัวขึ้นในแนวตั้ง

(ที่มา : http://wiki.dji.com/en/index.php/Phantom-Aircraft_%26_TX_Basic_Operation)



ภาพที่ 2.30 การลดระดับการลอยตัวลงในแนวตั้ง

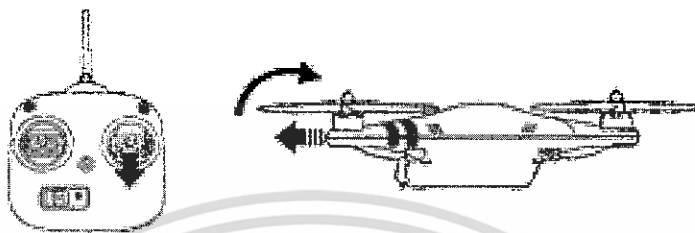
(ที่มา : http://wiki.dji.com/en/index.php/Phantom-Aircraft_%26_TX_Basic_Operation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การควบคุมมุมเงย ด้วยวิทยุบังคับ

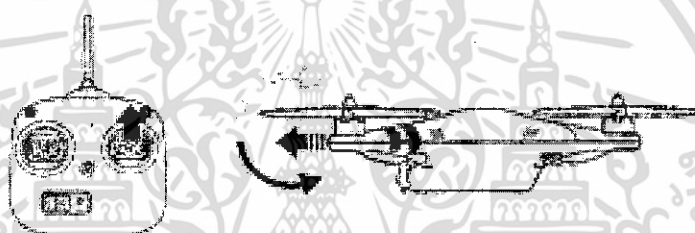
การเงยหัวขึ้น (Pitch Up) คือการควบคุมให้เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดเงยหัวขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2.31

การก้มหัวลง (Pitch Down) คือการควบคุมให้เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดก้มหัวลง ดังแสดงในภาพที่ 2.32



ภาพที่ 2.31 การเงยหัวขึ้น

(ที่มา : http://wiki.dji.com/en/index.php/Phantom-Aircraft_%26_TX_Basic_Operation)



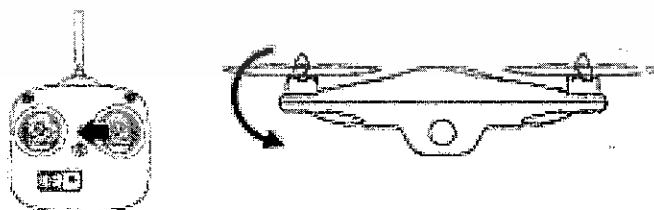
ภาพที่ 2.32 การก้มหัวลง

(ที่มา : http://wiki.dji.com/en/index.php/Phantom-Aircraft_%26_TX_Basic_Operation)

2.4.3 การควบคุมมุมเอียง ด้วยวิทยุบังคับ

การลำเอียงตัวทางซ้าย (Roll Left) คือการควบคุมให้เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดเอียงลำตัวทางซ้าย ดังแสดงในภาพที่ 2.33

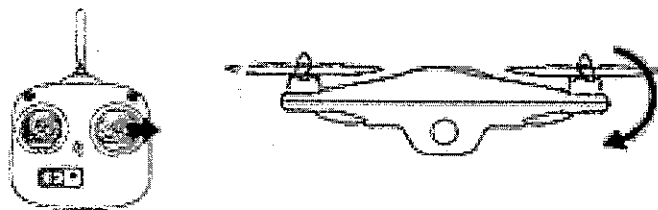
การเอียงลำตัวทางขวา (Roll Right) คือการควบคุมให้เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดเอียงลำตัวทางขวา ดังแสดงในภาพที่ 2.34



ภาพที่ 2.33 การเอียงลำตัวทางซ้าย

(ที่มา : http://wiki.dji.com/en/index.php/Phantom-Aircraft_%26_TX_Basic_Operation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.34 การเอียงลำตัวทางขวา

(ที่มา : http://wiki.dji.com/en/index.php/Phantom-Aircraft_%26_TX_Basic_Operation)

2.4.4 การควบคุมมุมหมุน ด้วยวิทยุบังคับ

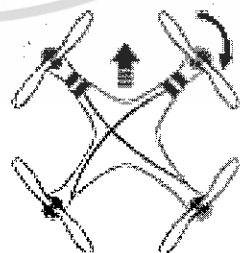
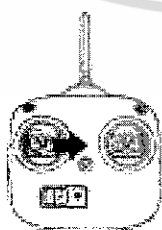
การหมุนลำตัวทางซ้าย (Yaw Left) คือการควบคุมให้เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดหมุนลำตัวทางซ้าย ดังแสดงในภาพที่ 2.35

การหมุนลำตัวทางขวา (Yaw Right) คือการควบคุมให้เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดหมุนลำตัวทางขวา ดังแสดงในภาพที่ 2.36



ภาพที่ 2.35 การหมุนลำตัวทางซ้าย

(ที่มา : http://wiki.dji.com/en/index.php/Phantom-Aircraft_%26_TX_Basic_Operation)



ภาพที่ 2.36 การหมุนลำตัวทางขวา

(ที่มา : http://wiki.dji.com/en/index.php/Phantom-Aircraft_%26_TX_Basic_Operation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การออกแบบและสร้างชุดฝึกอบรม

แนวทางหนึ่งในการปรับปรุงกระบวนการจัดการฝึกอบรม คือ การมีสื่อในการจัดฝึกอบรมที่ดี สอดคล้องกับจุดประสงค์ และผู้จัดฝึกอบรมได้นำไปใช้ได้อย่างถูกวิธี จะเป็นผลให้คุณภาพการจัดฝึกอบรมดีขึ้น

2.5.1 กรอบแนวความคิดในการสร้างชุดฝึกอบรม

สำหรับแนวทางในการออกแบบชุดฝึกอบรมอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวความคิดขั้นตอนที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ของ ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533: 84-89) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

2.5.1.1 วิเคราะห์เนื้อหาชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อการวางโครงสร้าง ลำดับความสัมพันธ์และแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหาชุดฝึกอบรม ที่จะทำการออกแบบสร้างสื่อการอบรม โดยศึกษาจากตำรา เอกสารการสัมมนา หรือปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิ

2.5.1.2 การออกแบบชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

การออกแบบชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยกำหนดปัจจัยในการนำไปใช้ กำหนดวัตถุประสงค์ของออกแบบชุดฝึกอบรม กำหนดกระบวนการออกแบบชุดฝึกอบรม และกำหนดการประเมินผลลัพธ์และผลย้อนกลับในการออกแบบชุดฝึกอบรม หลังจากนั้นจึงออกแบบสร้างชุดฝึกอบรม

2.5.1.3 พัฒนาชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด นั้นจะถูกพัฒนาจากวงจรของบอร์ดทดลอง ARDUINO UNO R3 โดยการออกแบบวงจรใหม่เพื่อความสะดวกในการใช้งานและแก้ไข ทั้งยังสามารถต่อยอดในการติดเซนเซอร์ต่างๆเพิ่มได้ในภายหลัง

2.5.1.4 นำชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดไปใช้ในการฝึกอบรม โดยชุดฝึกอบรมจะนำไปใช้ในสถานศึกษาโดยผู้วิจัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ อาทิเช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน และความสะดวกในการลอกเลียนขึ้นมาทำใหม่

2.5.1.5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไข

ชุดฝึกอบรมที่สมบูรณ์แล้ว ก่อนนำชุดฝึกอบรมไปใช้กับผู้อบรม ควรจะได้นำชุดฝึกอบรมนั้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน แล้วอาจจะต้องปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่พอใจแล้วนำไปฝึกอบรม โดยหากผู้ช่วยอย่างเล็ก ๆ ประมาณ 2-3 คนก่อน เพื่อจะได้ตรวจสอบในด้านการใช้ถ้อยคำสำนวน หรือคำสั่งว่าเหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสมจะต้องปรับปรุงแก้ไขใหม่ หลังจากนั้นจึงนำไปฝึกอบรมกับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 12 คน เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม ตามกระบวนการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน(อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 80-84)

2.5.2 การสร้างใบงานการฝึกอบรม

ใบงานการฝึกอบรม หมายถึง เอกสารที่ใช้เป็นคำสั่งให้ปฏิบัติงาน หรือเป็นคำแนะนำให้ผู้ฝึกอบรมดำเนินการฝึกอบรมให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ใบงานการฝึกอบรม จะมีทั้งใบงานการฝึกอบรม ที่ผู้อบรมสร้างขึ้นมาใช้เองและประเภทใบงานการฝึกอบรม ที่ผลิตโดยบริษัทผู้สร้างอุปกรณ์สำหรับการฝึกอบรมโดยเฉพาะ หรือจากผู้ผลิตตำราเอกสารการอบรมเป็นอาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.1 รูปแบบใบงานการฝึกอบรม

รูปแบบใบงานการฝึกอบรมแบบใช้ข้อมูลในการฝึกอบรม ใบงานการฝึกอบรมประเภทนี้ จะให้ข้อมูลละเอียดในการดำเนินงาน แต่ละขั้นตอนโดยตลอด ผู้ปฏิบัติการฝึกอบรมทำตามขั้นตอนที่กำหนดให้โดยไม่จำเป็นต้องใช้เวลาในการคิดหาวิธีการฝึกอบรมประกอบด้วยวัตถุประสงค์และขอบเขตการฝึกอบรม ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการดำเนินการโดยละเอียด มีขั้นตอนการฝึกอบรมที่เหมาะสม คำถามให้ผู้ปฏิบัติใช้ความคิดตรรกะรองรับดำเนินการฝึกอบรม

2.5.2.2 ข้อมูลหลักของใบงานการฝึกอบรม

รูปแบบใบงานการฝึกอบรมควรประกอบด้วยข้อมูลหลัก 5 ประการดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไป หมายถึง ข้อมูลที่แจ้งให้ผู้อบรมได้รู้เรื่องทั่ว ๆ ไปในการปฏิบัติใบงานการฝึกอบรมเป็นข้อมูลชี้แนะและสร้างแรงจูงใจในการปฏิบัติใบงานการฝึกอบรม ได้แก่ วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม ความจำเป็นและขอบเขตของงานการฝึกอบรม การวางแผนงาน

2. ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการฝึกอบรม หมายถึง ข้อมูลที่ช่วยให้ผู้อบรมได้อาศัยเป็นหลักในการวางแผนดำเนินงานและเป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้อบรมได้มีโอกาสสำรวจ ปรับปรุงตนเองในสิ่งที่ขาดเพื่อพัฒนาความรู้ให้พร้อมก่อนลงมือปฏิบัติใบงานการฝึกอบรม ความรู้ดังกล่าวนี้ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการฝึกอบรม ความรู้ที่ควรมีก่อนอบรม ความรู้ในเนื้อหาวิชา

3. ข้อมูลสำหรับดำเนินการ หมายถึง ข้อมูลที่ช่วยให้ผู้อบรมสามารถดำเนินงานตามขั้นตอนของการดำเนินงานที่เป็นจริง ตามที่ได้จากการวิเคราะห์ความสามารถ ในการปฏิบัติงานย่อยตั้งแต่การวางแผนงานจริงจากการวิเคราะห์เนื้อหาการกำหนดวงจรและเครื่องมือที่ใช้ในการฝึกอบรม จนถึงวิธีการเก็บข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติงาน

4. ข้อมูลสำหรับการสรุปผลลัพธ์ หมายถึง ข้อมูลหรือคำแนะนำให้ผู้ปฏิบัติแสดงผลลัพธ์ที่ได้ อย่างมีระบบและสามารถสรุปผลของการฝึกอบรมได้ตามรูปแบบที่เหมาะสมข้อมูลภายในงานจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติสามารถทำรายงานและสรุปผลการฝึกอบรมได้ ลักษณะข้อมูลดังกล่าวอาจจะเป็นคำถามให้คิดหรือหัวข้อที่ให้ผู้อบรมหาข้อมูลมาสนับสนุน

5. ข้อมูลสำหรับการประเมินผล หมายถึง ข้อมูลที่เป็นคำถามใช้ในการตรวจสอบความรู้ความสามารถและความเข้าใจในเรื่องที่ผู้อบรมได้ปฏิบัติงาน ลักษณะของคำถามอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ คำถามในเนื้อหาที่ทำการฝึกอบรมและคำถามประเภทนำไปใช้งาน (สุชิน ชินสิทธิ์ 2548:12)

2.5.2.3 องค์ประกอบของใบงานการฝึกอบรม

ใบงานการฝึกอบรมที่ใช้สำหรับการอบรมปฏิบัติการฝึกอบรมแบบใช้ข้อมูลในการฝึกอบรมจะมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. ชื่อเรื่อง แสดงถึงขอบเขตของการปฏิบัติใบงานการฝึกอบรมนั้น
2. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แสดงถึงสิ่งที่คาดหวังให้เกิดแก่ผู้อบรมหลังจากการปฏิบัติใบงานการฝึกอบรมนั้นสิ้นสุดลง
3. เนื้อหาแสดงถึงภาพรวมของเรื่องที่ต้องการศึกษา คืออะไร ทำอย่างไร และมีองค์ประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง

4. ความรู้ที่ควรมีก่อนอบรม แสดงถึงผู้ที่ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้ ความสามารถอย่างไร มาก่อน จึงปฏิบัติงานนั้นได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายหรือความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งของหรือ ผู้ปฏิบัติงานได้

5. ชนิดและจำนวนวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือที่ต้องใช้กับใบงานการฝึกอบรม

6. วงจรการฝึกอบรม แสดงถึงลักษณะงานการฝึกอบรมนั้น

7. ข้อควรระวัง แสดงถึงสิ่งที่ต้องระมัดระวังเพื่อป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์ เครื่องมือ และอันตรายต่อผู้ปฏิบัติการฝึกอบรม

8. ลำดับขั้นตอนปฏิบัติการฝึกอบรม แสดงถึงข้อมูลที่ได้แต่ละขั้นตอนของการดำเนินงานที่เป็นจริงที่ได้จากการวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงาน

9. ตารางบันทึกข้อมูลการฝึกอบรม แสดงถึงข้อมูลที่ได้แต่ละขั้นตอนของการฝึกอบรมที่ต้องการบันทึกลงในแบบฟอร์ม เพื่อนำผลไปสรุปต่อไป

10. สรุปและวิจารณ์ผลการฝึกอบรม แสดงถึงข้อสรุปที่ได้จากการฝึกอบรมนั้นและวิจารณ์ผลการฝึกอบรมที่ได้ว่าสัมพันธ์กับทฤษฎีหรือไม่

11. คำถามในเรื่องเกี่ยวกับงานที่ได้ปฏิบัติการฝึกอบรม โดยเฉพาะเรื่องของเหตุผลในการปฏิบัติการฝึกอบรมแต่ละขั้นตอนเป็นการทดสอบความรู้และความเข้าใจในการปฏิบัติการฝึกอบรม

2.5.2.4 การสร้างใบงานการฝึกอบรม

ข้อมูลหลักที่ใช้ในการสร้างใบงานการฝึกอบรม มีอยู่ 5 ข้อมูล การจัดสรรข้อมูลเหล่านี้ให้เหมาะสมกับองค์ประกอบต่าง ๆ ของใบงานการฝึกอบรมที่ใช้กับการอบรมปฏิบัติการฝึกอบรม นั้น ควรจัดแสดงให้เห็นด้วยตารางเพื่อสะดวกต่อการหาข้อมูลต่าง ๆ มาสร้างใบงานการฝึกอบรม

ตารางที่ 2.1 แสดงข้อมูลและที่มาขององค์ประกอบของใบงานการฝึกอบรม

องค์ประกอบ	ข้อมูล					แหล่งที่มา		
	1	2	3	4	5	C	T	O
1. ชื่อเรื่อง	X					X		
2. วัตถุประสงค์	X							X
3. เนื้อหา		X				X		
4. ความรู้ที่ควรมีก่อนอบรม		X					X	X
5. ชนิดและจำนวนวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ		X					X	
6. วงจรการฝึกอบรม			X				X	
7. ลำดับขั้นตอนปฏิบัติการฝึกอบรม			X				X	
8. ตารางบันทึกข้อมูล			X				X	
9. สรุปและวิจารณ์ผลการฝึกอบรม				X			X	
10. คำถาม					X	X	X	

หมายเหตุ

1 = ข้อมูลทั่วไป

2 = ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการฝึกอบรม

3 = ข้อมูลสำหรับดำเนินการปฏิบัติงานย่อย

4 = ข้อมูลสำหรับการสรุปผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5 = ข้อมูลสำหรับการประเมินผล
 C = ใบวิเคราะห์เนื้อหา
 T = ใบงานวิเคราะห์ความสามารถ
 O = ใบวิเคราะห์วัตถุประสงค์

2.5.2.5 ขั้นตอนการสร้างใบงานการฝึกอบรม

1. การวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาที่จะสร้างใบงานการฝึกอบรม โดยการศึกษารายละเอียดของเนื้อหาวิชาที่จะสร้างใบงานการฝึกอบรม ผู้สร้างใบงานการฝึกอบรมควรทราบรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาเป็นอย่างดี และเขียนออกมาเป็นภาษาเขียน จะทำให้ผู้สร้างเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด และหลักการ ภายในเนื้อหานั้นเป็นอย่างดีและมองเห็นขั้นตอนของการฝึกอบรมที่ควรจะเป็นได้อย่างชัดเจน จนสามารถกำหนดจุดสำคัญของการอบรมที่เหมาะสมได้

2. การตั้งชื่อใบงานการฝึกอบรมจะกระทำหลังการวิเคราะห์เนื้อหาแล้วซึ่งจะได้ประเด็นสำคัญของเนื้อหาที่เหมาะสมต่อการฝึกอบรมควรตั้งชื่อเรื่องที่มองเห็นภาพพจน์ของใบงานการฝึกอบรมและมีลักษณะท้าทายหรือชวนให้ศึกษา

3. การวิเคราะห์ความสามารถในปฏิบัติการย่อย การดำเนินขั้นนี้ทำเพื่อหาข้อมูลสำหรับเขียนใบงานการฝึกอบรมตามรูปแบบของใบงานการฝึกอบรมแบบให้ข้อมูลในการฝึกอบรม

4. การกำหนดวัตถุประสงค์ของใบงานการฝึกอบรมกระทำหลังการวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงานแล้ว ซึ่งจะได้ความรู้และทักษะที่ใช้ในการทำงานว่ามีอะไรบ้างจึงจะทำให้ผู้อบรมบรรลุผลตามเป้าหมายในการทำงานนั้นความรู้และทักษะจะนำไปใช้ในการเขียนใบงานการฝึกอบรมได้ 2 กรณีคือ

4.1 ความรู้และทักษะที่ใช้ในการทำงานนำไปกำหนดเป็นความรู้และความสามารถก่อนอบรม

4.2 ความรู้และทักษะที่จะได้รับจากการทำงานนำไปกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่หวังจะให้ผู้อบรมได้รับ

5. เขียนใบงานการฝึกอบรม ข้อมูลที่ใช้ในการเขียนใบงานการฝึกอบรมจะได้มาจากใบวิเคราะห์เนื้อหา ใบวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงานและใบวิเคราะห์วัตถุประสงค์การอบรม เอกสารต่าง ๆ เหล่านี้จะใช้ข้อมูลเพื่อเขียนองค์ประกอบของใบงานการฝึกอบรม แบบให้ข้อมูลการฝึกอบรม ซึ่งมีแนวทางการเขียนดังนี้

5.1 ชื่อเรื่องแสดงถึงขอบเขตของการปฏิบัติการฝึกอบรมนั้น

5.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงสิ่งที่คาดหวังให้เกิดแก่ผู้อบรมหลังจากการปฏิบัติการฝึกอบรม นั้นสิ้นสุดลง

5.3 เนื้อหาแสดงถึงภาพรวมของเรื่องที่ต้องการศึกษาคืออะไร ทำงานอย่างไรและมีองค์ประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง

5.4 ความรู้ที่ควรมีก่อนอบรม แสดงถึงผู้ที่ปฏิบัติงานที่กำหนดได้ตั้งนั้น จะต้องมีความรู้ความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่งมาก่อนจึงปฏิบัติงานนั้นได้ทั้งนี้เพื่ออันตรายหรือความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับสิ่งของและผู้ปฏิบัติงานได้

5.5 ชนิด จำนวน วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ วงจรการฝึกอบรม แสดงถึงลักษณะงานของการฝึกอบรมนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 ข้อควรระวัง แสดงถึงสิ่งที่ต้องระมัดระวังเพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์และอันตรายต่อผู้ปฏิบัติการฝึกอบรม

5.7 ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติการฝึกอบรม แสดงถึงข้อมูลที่ได้แต่ละขั้นตอนของการฝึกอบรมที่เป็นจริงตามที่ได้จากการวิเคราะห์ความสามารถจากการปฏิบัติงาน

5.8 ตารางบันทึกข้อมูลการฝึกอบรม แสดงถึงข้อมูลที่ได้แต่ละขั้นตอนของการฝึกอบรมที่ต้องบันทึกลงในฟอร์ม เพื่อนำไปสู่ผลสรุปต่อไป

5.9 สรุปและวิจารณ์ผลการฝึกอบรม แสดงถึงข้อสรุปที่ได้จากการฝึกอบรมนั้นและการวิจารณ์ผลการฝึกอบรมที่ได้ว่าสัมพันธ์กับทฤษฎีหรือไม่ได้ค้นพบอะไรจากการอบรมนั้น

5.10 คำถามท้ายการฝึกอบรมเป็นคำถามในเรื่องเกี่ยวกับงานที่ได้ปฏิบัติการฝึกอบรม โดยเฉพาะเรื่องของเหตุผลในการปฏิบัติการฝึกอบรมความรู้และความเข้าใจในการปฏิบัติการฝึกอบรม

6. การสร้างอุปกรณ์

7. การฝึกอบรมเบื้องต้น

8. การสร้างคู่มือใบงานการฝึกอบรม

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์บางขั้นตอนของวิธีดังกล่าวมาใช้สร้างใบงานฝึกอบรมของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

2.5.2.6 การหาคุณภาพแบบทดสอบ

แบบทดสอบถือเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาชุดฝึกอบรม เนื่องจากจะต้องใช้แบบทดสอบวัดพฤติกรรมผู้เรียนในด้านสมอง เพื่อทราบว่าหลังจากผ่านการอบรม เนื้อหาจากการอบรมแล้วผู้อบรมมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นอย่างไร การวัดพฤติกรรมของผู้อบรมด้วยแบบทดสอบสามารถวัดได้ทั้งก่อนอบรม หลังอบรมและระหว่างอบรม อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะใช้แบบทดสอบวัดในช่วงเวลาใด แบบทดสอบทุกชนิดที่จะนำมาใช้ในการอบรมจะต้องผ่านการหาคุณภาพก่อนที่จะนำไปใช้ในการอบรม เนื่องจากแบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัดพฤติกรรมของผู้อบรม ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพดีจะส่งผลให้การอบรมมีคุณภาพเช่นกัน คุณภาพของแบบทดสอบเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ความเที่ยงตรง (Validity) ความเชื่อมั่น (Reliability) ความยากง่าย (Difficulty) และอำนาจจำแนก (Discrimination)

(1) ความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรงเป็นคุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้อบรมได้สร้างไว้สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัด แบบทดสอบทุกชนิดจะต้องนำไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรง จะถือได้ว่าเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพตามวัตถุประสงค์ที่จะวัด และผลที่ได้จากการวัดจะถูกต้องตรงตามความต้องการ ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบจำแนกเป็น 3 แบบ ดังนี้

(1.1) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หมายถึง การที่ผู้อบรมออกแบบทดสอบได้ตรงตามเนื้อหาที่อบรม ในการทดสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาสามารถดำเนินการได้โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหา พิจารณาถึงความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบโดยพิจารณาเป็นรายข้อ การตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาสามารถกระทำโดย นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่อย่างไร ถ้ามีความสอดคล้องผู้เชี่ยวชาญจะให้ค่าเป็น "+1" แต่ถ้าผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าข้อสอบข้อนั้นไม่มีความสอดคล้องกับ

วัตถุประสงค์จะให้ค่าเป็น “-1” และในกรณีที่ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่ก็จะให้ค่าเป็น “0”

(1.2) ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ

ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธหมายถึง การวัดคุณภาพของแบบทดสอบ โดยเอาผลการวัดของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่กำหนดเช่น ระดับผลการอบรมเป็นต้น ถ้าผู้อบรมที่มีระดับผลการอบรมดี เมื่อทำข้อสอบชุดนั้นแล้วพบว่าได้คะแนนสูง แสดงว่า แบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธดี แต่ถ้ามีผลตรงกันข้ามแสดงว่า แบบทดสอบนั้นไม่มีความเที่ยงตรง

(1.3) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง หมายถึง การวัดคุณภาพของแบบทดสอบว่าตรงตามลักษณะโครงสร้าง หรือวัดได้ครอบคลุมตามลักษณะโครงสร้างหรือไม่ โดยที่โครงสร้างหมายถึง โครงสร้างของแบบทดสอบมาตรฐานโดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจะมีมาตรฐานที่วัดลักษณะเดียวกันกับแบบทดสอบมาตรฐานหรือไม่ สามารถคำนวณหาความเที่ยงตรงตามโครงสร้างได้ โดยใช้สูตรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ เพียร์สัน ซึ่งค่า X คือค่าคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นและค่า Y คือ ค่าคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาตรฐานที่วัดลักษณะเดียวกัน เมื่อคำนวณค่าได้แล้วพบว่า ถ้าค่าที่คำนวณได้เข้าใกล้ 1 หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง ในขณะที่เดียวกันถ้าค่าที่คำนวณได้มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า แบบทดสอบนั้นไม่มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

(2) ความเชื่อมั่น

ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผลการวัดจากการที่นำแบบทดสอบชุดนั้นไปทดสอบกับผู้อบรมไม่ว่าจะทดสอบจำนวนกี่ครั้งคะแนนที่ได้จะไม่แตกต่างกัน ความเชื่อมั่นสามารถคำนวณเป็นตัวเลขได้หลายวิธี และแต่ละวิธีจะได้ค่าไม่เกิน 1 ถ้าค่าที่คำนวณได้มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าแบบทดสอบนั้นมีความเชื่อมั่นสูง

(3) ความยากง่าย

ความยากง่าย หมายถึง ความยากหรือความง่ายของข้อสอบ โดยทั่วไปข้อสอบแต่ละข้อควรจะมี ความยากหรือความง่ายพอเหมาะ คือมีสัดส่วนความยาก 50% และสัดส่วนความง่าย 50% แต่การที่จะจัดทำข้อสอบให้มีความยากง่ายในอัตราส่วน 50/50 นั้นถือเป็นเรื่องที่ยากเพราะข้อสอบนั้นต้องนำไปทดสอบหลาย ๆ ครั้ง และปรับปรุงจนได้ค่าความยากง่ายใกล้เคียงกับ 50% ค่าความยาก จะมีค่าตั้งแต่ 0.00 - 1.00 ถ้า p เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าข้อสอบนั้นง่ายแต่ถ้าค่า p เข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก การแปลความหมายค่า p ใช้เกณฑ์ ต่อไปนี้

$p = 0.00 - 0.19$	หมายถึง	ข้อสอบยากเกินไป
$p = 0.20 - 0.39$	หมายถึง	ข้อสอบค่อนข้างยาก
$p = 0.40 - 0.59$	หมายถึง	ข้อสอบยากง่ายพอเหมาะ
$p = 0.60 - 0.80$	หมายถึง	ข้อสอบค่อนข้างง่าย
$p = 0.81 - 1.00$	หมายถึง	ข้อสอบง่ายเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปแบบทดสอบที่จะนำมาหาความยากง่ายนั้น เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือแบบทดสอบความถนัดที่มุ่งวัดสติปัญญาผู้อบรม ความยากง่ายของข้อสอบมีค่าไม่เกิน 1 แต่ค่าที่ยอมรับได้จะอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 ถ้าข้อสอบไม่มีค่าเกิน 0.80 แสดงว่าข้อสอบนั้นมีความง่ายมากเกินไปต้องตัดออกหรือปรับปรุงใหม่ แต่ถ้าข้อสอบมีค่าต่ำกว่า 0.2 ถือว่าข้อสอบนั้นมีความยากเกินไปต้องตัดออกหรือปรับปรุงเช่นเดียวกัน

(4) อำนาจจำแนก

อำนาจจำแนก หมายถึง การที่ข้อคำถามสามารถจัดแบ่งผู้อบรมออกเป็น 2 กลุ่มได้ โดยกลุ่มผู้อบรม 2 กลุ่มในที่นี้คือ ผู้อบรมกลุ่มเก่งและผู้อบรมกลุ่มอ่อน หรือกลุ่มที่ชอบและไม่ชอบ ค่าอำนาจจำแนกที่คำนวณได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 โดยที่

ค่าอำนาจจำแนกมีค่ามากกว่า 0.40	ถือว่าข้อคำถามข้อนั้นมีอำนาจจำแนกดีมาก
ถ้าอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.39	ถือว่าข้อคำถามข้อนั้นมีอำนาจจำแนกดี
ถ้าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.29	ถือว่าข้อคำถามข้อนั้นควรปรับปรุงใหม่
และถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.20	ถือว่าข้อคำถามข้อนั้นมีค่าอำนาจจำแนกไม่ดี จะต้องตัดข้อสอบข้อนั้นทิ้งไป

(5) ประสิทธิภาพ

การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมทางการศึกษา เป็นการตรวจสอบว่านวัตกรรมที่สร้างขึ้นมาไม่ว่าจะเป็นสื่อ อุปกรณ์ หรือรูปแบบวิธีการต่างๆ นั้นสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพหรือไม่โดยก่อนอื่นจะต้องเข้าใจก่อนว่าประสิทธิภาพของนวัตกรรมทางการศึกษานั้นประกอบด้วย 2 ส่วนหลักได้แก่ ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ซึ่งในงานวิจัยนั้นมักจะเขียนประสิทธิภาพของนวัตกรรมอยู่ในรูป E_1/E_2 เช่น 70/70, 80/80 (เสาวนีย์ ศึกษาบัณฑิต. 2528:284)

E_1 หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ หมายถึงการประเมินพฤติกรรมย่อยๆของผู้อบรมจากการทำกิจกรรมของผู้อบรมในทุกๆกิจกรรม

E_2 หรือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หมายถึง การประเมินผลลัพธ์ ของผู้เข้ารับการอบรมโดยพิจารณาจากการทดสอบหลังการอบรม

การกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้จัดสร้างนวัตกรรมหรือผู้ทำการวิจัยว่าจะให้มาตรฐานหรือเกณฑ์มาตรฐานเท่าใดโดยยึดหลักเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

ถ้าเป็นการสร้างนวัตกรรมสำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ ความจำควรตั้งเกณฑ์ให้สูงไว้คือ 80/80, 85/85 หรือ 90/90

ถ้าเป็นการสร้างนวัตกรรมสำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะหรือเจตคติควรตั้งเกณฑ์ให้ต่ำกว่าการวัดความรู้ความจำลงมาเล็กน้อยคือ 70/70 , 75/75

การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมนั้นจะมีการสรุปเป็น 3 กรณีได้แก่

1. สูงกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 แล้วได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 80/80 แล้วคำนวณหาประสิทธิภาพได้ 85/85

2. เท่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 แล้วได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้พอดีเช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณหาประสิทธิภาพได้ 90/90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 แล้วได้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่อยู่ระหว่างไม่เกิน $\pm 2.5\%$ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521:6-58)

2.6 การฝึกอบรม (Training)

2.6.1 ความหมายการฝึกอบรม

ชุดฝึกอบรม หมายถึง ชุดฝึกทักษะในการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดย มีวิทยากรเป็นผู้ควบคุมและให้ความรู้ด้วยสื่อแบบประสม มีกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอนโดยเริ่มจากง่ายไปหายาก และใช้ระยะเวลาในการเรียนรู้สั้นๆ เน้นทักษะการปฏิบัติมากกว่าทฤษฎี (ขมขนาด พงศ์นพรัตน์. 2526: 11)

ชุดฝึกอบรม หมายถึง การจัดการด้านทรัพยากรอย่างเป็นระบบ เน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ด้วยการคิดและลงมือทำด้วยตัวเอง ใช้ทฤษฎีการรับสารของ บี เอฟ สกินเนอร์ (B.F. Skinner) มีการใช้สื่อประสมเป็นหลัก (นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2552: 152)

2.6.2 องค์ประกอบของชุดฝึกอบรม

องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมที่ได้รับการพัฒนาแล้วจะต้องประกอบไปด้วย คู่มือกาฝึกอบรม สื่อ กิจกรรม และ การประเมินผลการฝึกอบรม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

คู่มือการฝึกอบรมโดยชุดฝึกอบรมที่ตีพิมพ์จะต้องมีคู่มือบอกวิธีการใช้งานเพื่อใช้ในการศึกษา ขั้นตอนและวิธีการฝึกอบรมรวมถึงแผนการฝึกอบรมซึ่งมีวัตถุประสงค์การฝึกอบรมเป็นเป้าหมายหลัก และยังรวมถึงการเตรียมการในด้านต่างๆ เช่นด้านบุคลากรวัสดุอุปกรณ์และเทคนิควิธีการฝึกอบรม เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติ

สื่อในชุดฝึกอบรม เป็นองค์ประกอบที่ใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกอบรม เพื่อช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจากชุดฝึกอบรม ได้เรียนรู้และได้รับประสบการณ์จริงใกล้เคียงกัน และทำให้การฝึกอบรม มีรูปธรรมสูง

กิจกรรมในชุดฝึกอบรม เป็นองค์ประกอบของชุดฝึกอบรม ซึ่งบรรจุสื่อและวิธีการ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ดำเนินกิจกรรมของชุดฝึกอบรมนั้นๆ ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการจัดฝึกอบรม

การประเมินในชุดฝึกอบรมเป็นองค์ประกอบในชุดฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมและการประเมินชุดฝึกอบรมซึ่งต้องมีเครื่องมือและวิธีการในการประเมินขึ้นอยู่กัวัตถุประสงค์

จากการศึกษาองค์ประกอบชุดฝึกอบรมผู้วิจัยสรุปได้ว่า ในชุดฝึกอบรมจะต้องมีองค์ประกอบแบ่งได้ดังนี้ คู่มือการฝึกอบรม สื่อประกอบการฝึกอบรม กิจกรรมการฝึกอบรม และการวัดและประเมินผล

2.6.3 การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบชุดฝึกอบรม

การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบชุดฝึกอบรมคือการตั้งเป้าหมายในการฝึกอบรม โดยจะต้องกระทำไปพร้อมๆกับการออกแบบโครงสร้างชุดฝึกอบรมการสร้างสื่อและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งอาจไม่มีในสถานที่ฝึกอบรมจริงและการออกแบบต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้เท่านั้น (นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2552:160)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ความพึงพอใจ

มนุษย์จะพยายามที่สร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกก่อนเมื่อความต้องการนั้นได้รับความพึงพอใจ ความต้องการนั้นก็จะหมดลงและเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลพยายามสร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดลำดับต่อไป ตัวอย่าง เช่น คนที่อดอยาก (ความต้องการทางกาย) จะไม่สนใจต่องานศิลปะชิ้นล่าสุด (ความต้องการสูงสุด) หรือไม่ต้องการยกย่องจากผู้อื่น หรือไม่ต้องการแม้แต่อากาศที่บริสุทธิ์ (ความปลอดภัย) แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้วก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

ความพึงพอใจ เป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของงานที่บรรลุเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นผลจากการได้รับการตอบสนองต่อแรงจูงใจหรือความต้องการของแต่ละบุคคลในแนวทางที่เขาประสงค์ ความพึงพอใจโดยทั่วไปตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Satisfaction และยังมีผู้ให้ความหมายคำว่า “ความพึงพอใจ” พอสรุปได้ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542 : 775) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานเป็นเรื่องของความรู้สึกที่มีความรู้สึกของบุคคลที่มีต่องานที่ปฏิบัติอยู่และความพึงพอใจจะส่งผลต่อขวัญในการปฏิบัติงานอย่างไรก็ตามความพึงพอใจของแต่ละบุคคลไม่มีวันสิ้นสุด เปลี่ยนแปลงได้เสมอ ตามกาลเวลาและสภาพแวดล้อมบุคคลจึงมีโอกาสที่จะไม่พึงพอใจในสิ่งที่เคยพึงพอใจมาแล้ว ฉะนั้นผู้บริหารจำเป็นจะต้องสำรวจตรวจสอบความพึงพอใจในการปฏิบัติให้สอดคล้องกับความต้องการของบุคลากรตลอดไป ทั้งนี้เพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายขององค์กรหรือหน่วยงานที่ตั้งไว้

กรกฎณ์ กระแจะ (2547 : 6) ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่าง การที่เราจะทราบว่าการที่บุคคลพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตได้จากการแสดงออก ที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรง แต่สามารถวัดทางอ้อมโดยวัดความคิดเห็นของบุคคลนั้นๆ และในการแสดงความคิดเห็นนั้นจะต้องตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง จึงสามารถวัดความพึงพอใจได้

วันเพ็ญ ปัญญาสุพัฒน์ (2547 : 30) กล่าวว่า ความพึงพอใจคือ ความรู้สึกที่ดีหรือพอใจของบุคคลที่มีต่อปัจจัยต่างๆในการทำงาน เนื่องมาจากการได้รับตอบสนองตามความต้องการ ทำให้สามารถทุ่มเทแรงกายแรงใจในการทำงานได้อย่างเต็มที่

วนิชา พิกษา (2543 : 19) ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีของบุคคลที่มีต่องาน ซึ่งเกิดจากการได้รับการตอบสนองความต้องการในปัจจัยต่างๆในการทำงานสามารถทำงานนั้นได้ด้วยความเต็มใจ

Morse (1971 : 27) ความพึงพอใจหมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถลดความเครียดของบุคคลให้น้อยลง ถ้ามีความเครียดจะทำให้เกิดความไม่พึงพอใจในกิจกรรม

2.7.1 การประเมินความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นเจตคติอย่างหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นเจตคติด้านบวก หรือเป็นเจตคติด้านลบก็ได้ แม้ว่าคนเราจะมีเจตคติด้านต่างๆเกิดขึ้นมากมายก็ตาม แต่การที่วัดเจตคติเป็นเรื่องยาก เพราะเจตคติดังกล่าวไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมได้ หรือแม้จะสังเกตจากพฤติกรรมได้ก็ตาม แต่การสรุปเจตคติจากพฤติกรรมก็มีผิดพลาดได้ง่ายเช่นกัน นอกจากนี้การวัดเจตคติจากการตีความจากคำพูดของคนก็

เราใช้วัดพบว่า คนอาจเปิดเผยเจตคติบางส่วน โดยส่วนใหญ่จะถูกเก็บเป็นความลับส่วนตัว ประเด็นเหล่านี้ทำให้เกิดความพยายามสร้างเครื่องมือที่ใช้วัดความพึงพอใจอย่างเป็นระบบ มีความเที่ยงตรง แม่นยำ และมีความน่าเชื่อถือ

2.7.1.1 มาตรฐานประเมินค่าและแบบสอบถาม (Rating Scale and Questionnaires)

มาตรฐานประเมินค่าและแบบสอบถาม เป็นเครื่องมือที่ใช้อย่างแพร่หลายในการวัดความพึงพอใจ ได้แก่ แบบสอบถามที่มีมาตรฐานประเมินค่า ที่ผู้ตอบให้ตามน้ำหนักของแต่ละตัวเลือก

2.7.1.2 การใช้เทคนิคกรณีเหตุการณ์สำคัญ (Critical Incidents)

การใช้เทคนิคกรณีเหตุการณ์สำคัญ เป็นเทคนิควัดความพึงพอใจ โดยให้ผู้ตอบเขียนบรรยายถึงเหตุการณ์ที่เกิดกับตน ซึ่งนำมาสู่ความพึงพอใจหรือความไม่พึงพอใจ จากนั้นผู้เชี่ยวชาญจะนำคำบรรยายดังกล่าวไปวิเคราะห์เพื่อหาเจตคติที่ซ่อนเร้นออกมา

2.7.1.3 เทคนิคการสัมภาษณ์และการประชุมแบบเผชิญหน้า (Interviews and Confrontation Meeting)

เทคนิคการสัมภาษณ์และการประชุมแบบเผชิญหน้า เป็นวิธีวัดความพึงพอใจด้วยการสัมภาษณ์พูดคุย จะสัมภาษณ์แบบส่วนตัว หรือสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม เพื่อให้ทราบเจตคติอย่างลุ่มลึกมากกว่าใช้วิธีตอบแบบสอบถาม

ความพึงพอใจ เป็นเจตคติอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นเจตคติด้านบวก หรือลบก็ได้ ความพึงพอใจสามารถวัดด้วยเครื่องมือที่เป็นแบบสอบถาม การใช้เทคนิคกรณีเหตุการณ์สำคัญ หรือ เทคนิคการสัมภาษณ์และการประชุมแบบเผชิญหน้า

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

คำสัน แน่นอุดร (2553 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนเรื่องการสร้างเวปเพจสำหรับนักเรียนช่วงชั้นปีที่ 4 โรงเรียนโนนไทยคุรุอุปถัมภ์จังหวัดนครราชสีมา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม(Cluster sampling)มา 1 ห้องเรียน จำนวน 48 คนแล้วทำการสุ่มอย่างง่ายมาโดยวิธีการจับฉลากให้ได้จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่องการสร้างเวปเพจมีคุณภาพด้านเนื้อหา ($\bar{X} = 4.36$) และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ($\bar{X} = 4.33$) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.83/81.67 และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

วรวิทย์ ชุมเขย (2547 : บทคัดย่อ) ผลการใช้ชุดฝึกทักษะการติดตั้งไฟฟ้า เรื่อง การเดินสายไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง สำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพเวียงชัย จังหวัดเชียงรายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 15 คน ผลการศึกษาพบว่า ชุดฝึกทักษะการติดตั้งไฟฟ้า เรื่อง การเดินสายไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์การเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 70 จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวได้ว่าการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะทำให้เกิดความคงทนของการเรียนรู้ นักเรียนมีเจตคติในทางบวกต่อการเรียนการสอน

ศราวุฑู คงลำพันธ์ (2555 : บทคัดย่อ) งานวิจัยเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกเพื่อช่วยเหลือผู้พิการด้านสายตา มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางด้านการมองเห็นในการนำทางไปสถานที่ราชการ ซึ่งจะบอกระยะทางและข้อมูลสถานที่ ขนาดตัวเครื่องสามารถพกพาได้ โดยพัฒนาโปรแกรมด้วย อาร์ดูโน(Arduino) ผลการวิจัยพบว่าเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกเพื่อช่วยเหลือผู้พิการด้านสายตาสามารถช่วยให้ผู้พิการทางด้านการมองเห็นเดินทางไปที่ตำแหน่งที่ระบุไว้ได้อย่างแม่นยำระดับดี ($\bar{X} = 4.20$) แลการใช้งานต่อเนื่องอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.40$) น้ำหนักและขนาดอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.00$) ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกเพื่อช่วยเหลือผู้พิการด้านสายตาอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.50$)

สิทธิพันธ์ จันทรงาม (2557 : บทคัดย่อ) งานวิจัยชุดฝึกปฏิบัติการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าและมอเตอร์ไฟฟ้า วิชาปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยนักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(4ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี จำนวน 20 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดฝึกปฏิบัติการการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าและมอเตอร์ไฟฟ้า รายวิชาปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้าพร้อมใบงานการฝึกอบรม จำนวน 6 ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกปฏิบัติการการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าและมอเตอร์ไฟฟ้า วิชาปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพด้านใบงานอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ($\bar{X} = 4.26, S.D = 0.11$) ด้านชุดฝึกปฏิบัติการการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าและมอเตอร์ไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ($\bar{X} = 4.32, S.D = 0.11$) และมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.04/82.27 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80

กรกฤษฎณ์ กระแจะ (2547 : บทคัดย่อ) งานวิจัยเพื่อศึกษาความพึงพอใจของพนักงานต่อกรให้บริการของแผนกคอมพิวเตอร์ บริษัท เอ็กเซล(ประเทศไทย) จำกัดกลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานบริษัท เอ็กเซล(ประเทศไทย) จำกัด สำนักงานใหญ่ ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ และได้รับการบริการจากแผนกคอมพิวเตอร์ ปี พ.ศ.2547 จำนวน 144 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของพนักงานบริษัท เกี่ยวกับการให้บริการของแผนกคอมพิวเตอร์ 4 ด้าน คือ ด้านเทคนิค ด้านโปรแกรมภายใน ด้านโปรแกรมภายนอก และด้านระบบเครือข่าย มีจำนวน 57 ข้อ โดยแบบสอบถามมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติวิเคราะห์หาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ พนักงานบริษัท เอ็กเซล(ประเทศไทย) จำกัด สำนักงานใหญ่ ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ และได้รับการบริการจากแผนกคอมพิวเตอร์ ปี พ.ศ.2547 มีความพึงพอใจต่อการให้บริการของแผนกคอมพิวเตอร์ บริษัท เอ็กเซล(ประเทศไทย) จำกัด ทุกด้านและภาพรวม อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

สุชิน ชินสีห์ (2548 : บทคัดย่อ) การวิจัยเรื่อง การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller ศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับชุดทดลอง ใบงานการทดลอง และการเรียนด้วยสื่อการสอนชุดทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดทดลอง ใบงานการทดลอง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความพึงพอใจเกี่ยวกับชุดทดลอง ใบงาน การทดลองและการเรียนด้วยชุดทดลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC Microcontroller กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 (ปวส.2) แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์และแผนกช่างไฟฟ้า จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาที่เรียนด้วยชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีค่าร้อยละ 87.33/82.92 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80/80

อมรรัตน์ หมั่นจิตรน้อย (2548 : บทคัดย่อ) ความพึงพอใจของหัวหน้าฝ่ายผลิตที่มีต่อการปฏิบัติงาน ของแผนกซ่อมบำรุงในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อศึกษาระดับและเปรียบเทียบความพึงพอใจของหัวหน้าฝ่ายผลิตที่มีต่อการปฏิบัติงานของแผนกซ่อมบำรุงในสถานประกอบการ จำแนกตาม เพศ อายุระดับการศึกษา ตำแหน่งงาน ประสบการณ์ในการทำงาน รายได้เฉลี่ยต่อเดือน แผนกงานที่รับผิดชอบ

2. เพื่อศึกษาปัญหาและความต้องการของหัวหน้าฝ่ายผลิตที่มีต่อการปฏิบัติงานของแผนกซ่อมบำรุงภายในสถานประกอบการ

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจาก หัวหน้าฝ่ายผลิตในสถานประกอบการในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จำนวน 179 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือแบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูลโดยซอฟต์แวร์สำเร็จรูป SPSS สถิติในการวิจัยคือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานแต่ละข้อโดยใช้วิธี t-test และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว การทดสอบสมมติฐาน ได้กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 – 0.01

ผลการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. หัวหน้าฝ่ายผลิตที่มีเพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งงาน ประสบการณ์ในการทำงาน และแผนกที่รับผิดชอบต่างกันมีความพึงพอใจมีความพึงพอใจต่อการปฏิบัติงานของแผนกซ่อมบำรุงไม่ต่างกัน แต่หัวหน้างานฝ่ายผลิตมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่างกันมีความพึงพอใจต่อการปฏิบัติงานของแผนกซ่อมบำรุงต่างกัน

หัวหน้างานฝ่ายผลิตมีระดับความพึงพอใจต่อการปฏิบัติงานของแผนกซ่อมบำรุง ในระดับค่อนข้างสูง เรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ ด้านพนักงานแผนกซ่อมบำรุง ด้านการติดต่อสื่อสารในการให้บริการ ด้านคุณภาพงานบริการ ด้านการแจ้งเข้ารับบริการ ด้านการส่งมอบงาน

2. ระดับปัญหาหัวหน้างานฝ่ายผลิตพบในการปฏิบัติงานของแผนกซ่อมบำรุง พบว่ามีปัญหาอยู่ในระดับปานกลางคือ ด้านการแจ้งเข้ารับบริการ และระดับค่อนข้างต่ำ เรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ ด้านการติดต่อสื่อสารในการให้บริการ ด้านพนักงานแผนกซ่อมบำรุง ด้านการติดต่อสื่อสารในการให้บริการ ด้านคุณภาพงานบริการ ด้านการส่งมอบงาน

3. ระดับความต้องการที่หัวหน้างานฝ่ายผลิตต้องการในภาคปฏิบัติงานของแผนกซ่อมบำรุง พบว่าความต้องการอยู่ในระดับสูง เรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ ด้านพนักงานแผนกซ่อมบำรุงด้านการแจ้งเข้ารับบริการ ด้านการส่งมอบงาน ด้านการติดต่อสื่อสารในการให้บริการ ด้านคุณภาพงานบริการ

พีระพงษ์ สาสิมมา (2548 : บทคัดย่อ) การวิจัยเพื่อพัฒนา หาประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่อง หม้อแปลงไฟฟ้าหนึ่งเฟสในรูปแบบห้องเรียนเสมือนจริง เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย 1. สื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าหนึ่งเฟสในรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องเรียนเสมือนจริง 2. แบบทดสอบ และ 3. คู่มือการใช้งาน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังจากวิทยาลัยการอาชีพชุมแพ จ.ขอนแก่นจำนวน 28 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81/83.5 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิผลทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยการทดสอบค่า t พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 0.01 โดยค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียน ($\bar{X} = 41.76$) สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X} = 23.29$) แสดงว่าสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนดีขึ้นสามารถที่จะนำไปใช้ศึกษาด้วยตัวเองแบบ e-Learning ได้

เทพินทร์ บัวอินทร์(2554 : บทคัดย่อ) การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoc CY8C27443 วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อพัฒนา หาคคุณภาพ และประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoc CY8C27443 กับกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขางานอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoc CY8C27443 ใบงานจำนวน 13 ใบงาน และใบงานรวม แบบประเมินคุณภาพชุดทดลองและใบงาน รวมทั้งแบบทดสอบท้ายใบงาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของบอร์ดทดลอง และใบงาน จัดอยู่ในระดับดีมาก ส่วนประสิทธิภาพของชุดทดลอง พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของคะแนนแบบทดสอบท้ายใบงาน จำนวน 13 ใบงานและค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80

นายโสภาส รักษาบุญ (2556 : บทคัดย่อ) การวิจัยเพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมชุดประลอง และรูปแบบการให้การฝึกอบรม เรื่องการออกแบบตัวควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ โดยการพัฒนากิจกรรมการให้การฝึกอบรม ด้วยรูปแบบการฝึกอบรมแบบร่วมมือและแบบศูนย์การเรียน CLCT (Collaborative and Learning Center Training) ภายใต้หลักการ ADDIE (Analyze-design-develop-implement-evaluate) อาศัยข้อมูลจากการวิเคราะห์งานของพนักงาน จากงานวิจัย จากหลักสูตรเดิม จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและการวิเคราะห์ความต้องการการฝึกอบรม จากอาจารย์ที่สอนด้านการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ศึกษาการพัฒนาความรู้และทักษะ ด้วยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการให้การฝึกอบรม โดยจัดเป็นศูนย์การเรียนสามศูนย์และศูนย์สำรองหนึ่งศูนย์ มีชุดประลองเป็นสื่อในการฝึกอบรม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ (1) ชุดประลองการออกแบบตัวควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำประกอบด้วยโปรแกรม LabVIEW DAQ ชุดอินเวอร์เตอร์ และมอเตอร์เหนี่ยวนำชนิด 3 เฟส ขนาด 0.375 kW (2) คู่มือการฝึกอบรมประกอบด้วย เอกสารประกอบการฝึกอบรมจำนวน 3 หัวข้อเรื่อง คือการออกแบบ ตัวควบคุมแบบพีไอดี การออกแบบตัวควบคุมแบบพีซีซี และการออกแบบตัวควบคุมแบบไฮบริดไบแวนซ์นำกิจกรรมการอบรมและคู่มือวิทยากร (3) แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละศูนย์การเรียน และแบบทดสอบภายหลังเสร็จสิ้นการอบรม (4) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้าฝึกอบรม และ (5) แบบบันทึกการปฏิบัติงานของผู้เข้าฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่างในการทดลองคืออาจารย์สายช่างอุตสาหกรรม ปฏิบัติการสอนในด้านการขับเคลื่อนไฟฟ้า จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพ ด้านความรู้ 82.75/82.17 ด้านปฏิบัติ 86.98/85.60 ผู้เข้าฝึกอบรมมีการพัฒนาการเรียนรู้ที่สูงขึ้นทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 วิธีการจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนแนวคิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎี ต่างๆ แสดงให้เห็นว่าการฝึกอบรม ที่ประกอบด้วยภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ช่วยให้ผู้ใช้เข้าฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ที่ดีและมีทักษะที่ดีขึ้น ผู้เข้าฝึกอบรมสามารถทบทวนเอกสารการฝึกอบรม เพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจในการปฏิบัติได้ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยจัดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ให้ผู้ใช้ฝึกอบรมสามารถทดลองสร้างเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ทำให้ผู้ใช้เข้าฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ และเข้าใจพื้นฐานของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดได้ดีขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์เพื่อใช้อบรม การสร้างเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดให้กับนักเรียน นักศึกษาหรือผู้สนใจ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้หรือเพื่อใช้เตรียมตัวในการแข่งขันได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด มีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจ ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง จำนวน 40 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนง วิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง จำนวน 12 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจงจากผู้ที่สนใจลงทะเบียนเข้าอบรม หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

3.2.1 ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

3.2.1.1 สื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

3.2.1.2 ใบงานการฝึกอบรม

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

3.2.2.1 แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

3.2.2.2 แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและใบงานการฝึกอบรม

3.2.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3.2.2.4 แบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.5 แบบประเมินความพึงพอใจ

3.2.3 ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ผู้วิจัยสร้างชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดมีรายละเอียดดังนี้

3.2.3.1 สื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ผู้วิจัยสร้างสื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ขั้นตอนการสร้าง การประกอบลำตัว เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ศึกษาระบบควบคุมการบินของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ศึกษาโปรแกรม ADUINO โปรแกรมมัลติวี เพื่อใช้ในการสร้างระบบควบคุมการบิน และศึกษาโปรแกรม Altium Designers เพื่อใช้ออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์

2. วิเคราะห์เนื้อหา เพื่อรวบรวม เรียบเรียง จัดทำเป็นเอกสารเนื้อหาและสื่อนำเสนอ (PowerPoint) เพื่อใช้ในการฝึกอบรมของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

3. ออกแบบและสร้างสื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยผู้วิจัยใช้ผลของศึกษา เอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง มาออกแบบร่างโครงสร้าง เลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง สร้าง ต้นแบบและทดสอบการทำงานเบื้องต้น

4. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบ ความถูกต้องความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

อาจารย์ที่ปรึกษาให้ความเห็นดังนี้

4.1 ออกแบบให้มีความสะดวกต่อการถอดและการประกอบ

4.2 เลือกวัสดุให้มีความทนทานในการถอดและการประกอบ

4.3 แก้ไขจุดเชื่อมต่อของการต่อและติดตั้งสายไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้นำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขโดย

1. เลือกใช้สายไฟที่แบบซิลิโคน ที่มีความยืดหยุ่นสูงและมีความคงทน

2. แก้ไขจุดเชื่อมต่อของสายไฟโดยใช้ ปลั๊ก แบบ XT60 และ XT30

5. นำชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ทดลองใช้กับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี แขนง วิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 คนที่ไม่ใช่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยให้นักศึกษาทดลอง ประกอบเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด และใช้งานเบื้องต้น เพื่อหาข้อบกพร่อง ซึ่งมีรายการสำหรับการ ปรับปรุงที่สำคัญได้แก่

1. ผู้วิจัยเตรียมโปรแกรมสำหรับใช้งานโดยให้นักเรียนดาวน์โหลดโปรแกรมจากอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีความล่าช้ามาก

2. เครื่องคอมพิวเตอร์ของนักศึกษาบางเครื่องไม่สามารถใช้งานโปรแกรม มัลติวีได้ เนื่องจาก โปรแกรมจาวา (Java) ไม่สมบูรณ์

3. ตำแหน่งการติดตั้งโมดูลควบคุมไม่เหมาะสมอาจเกิดความเสียหายเมื่อเครื่องร้อนลงจอด

ผู้วิจัยได้นำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขโดย

1. เปลี่ยนจากการดาวน์โหลดโปรแกรมจาก อินเทอร์เน็ต เป็นคัดลอกโปรแกรมจาก อุปกรณ์ เก็บข้อมูลในยูเอสบีแฟลชไดรฟ์

2. กำหนดให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมติดตั้งโปรแกรมจาวาเวอร์ชันล่าสุด

3. ปรับปรุงตำแหน่งการติดตั้งโมดูลควบคุมให้มีความเหมาะสมและง่ายต่อ

การติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่แก้ไขข้อผิดพลาดแล้วจาก เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม

5. นำชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด เสนอผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีรายนามดังนี้

5.1 รศ.ดร. วิศรุต ศรีรัตนะ ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.2 อาจารย์นิมิตร อมฤทธิ์วาจา ตำแหน่งครุชำนานาญการ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

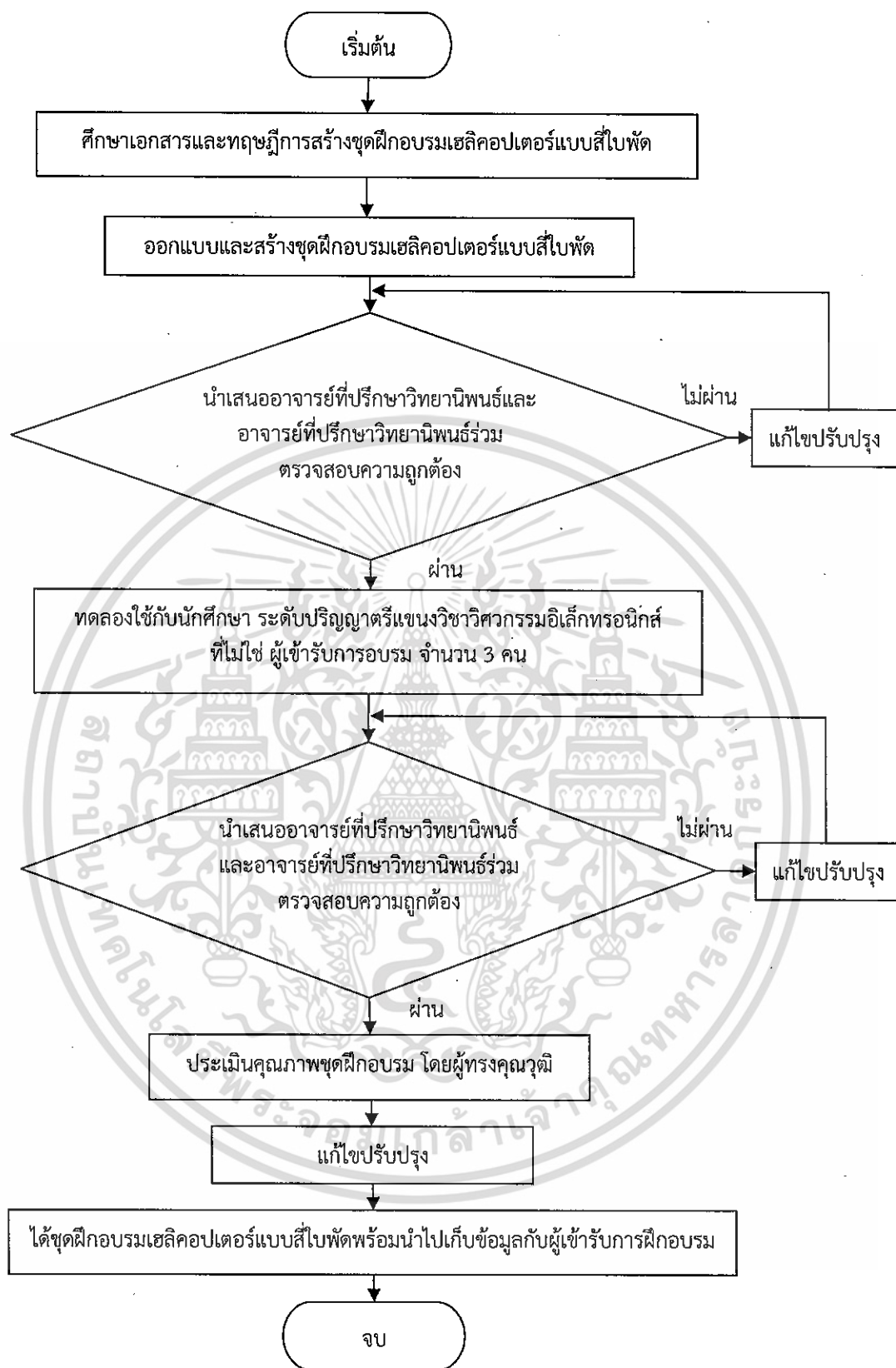
5.3 นายศุภกิจ ภูถาวร อดีตนักกีฬาเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุ กีฬาเยาวชนแห่งชาติ ครั้งที่ 26 พ.ศ. 2553

6. ปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

7. ได้ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่พร้อมนำไปใช้เก็บข้อมูลกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม

รายละเอียดขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด แสดงดังภาพที่ 3.1





ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.2 การสร้างใบงานการฝึกอบรม

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการสร้างใบงานการฝึกอบรม
2. สร้างใบงานการฝึกอบรมโดยวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์ชุดฝึกอบรม เอลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด เพื่อกำหนดหัวข้อ เนื้อหา ใบงานการฝึกอบรมและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถสร้างใบงานการฝึกอบรม ได้ 5 ใบงานดังนี้

ใบงานการฝึกอบรมที่ 1 เรื่องการสร้างลำตัวเอลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ใบงานการฝึกอบรมที่ 2 เรื่องการควบคุมความเร็วมอเตอร์ชนิดไร้แปรงถ่าน

ใบงานการฝึกอบรมที่ 3 เรื่องการเชื่อมต่อโปรแกรม ARDUINO กับ ชุดควบคุมการ

บิน

ใบงานการฝึกอบรมที่ 4 เรื่องการใช้งานโปรแกรมมัลติวิและฝึกควบคุมเอลิคอปเตอร์

แบบสี่ใบพัด

ใบงานการฝึกอบรมที่ 5 เรื่องทบทวนการสร้างและควบคุมเอลิคอปเตอร์แบบสี่

ใบพัด

3. นำใบงานการฝึกอบรมเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ปรึกษา วิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4. นำใบงานการฝึกอบรมเอลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ทดลองใช้กับนักศึกษา ระดับปริญญาตรีแขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 คนที่ไม่ใช่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม เพื่อหาข้อบกพร่องของใบงานการฝึกอบรม

5. นำใบงานการฝึกอบรมเอลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและประเมินคุณภาพใบงานการฝึกอบรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีรายนามดังนี้

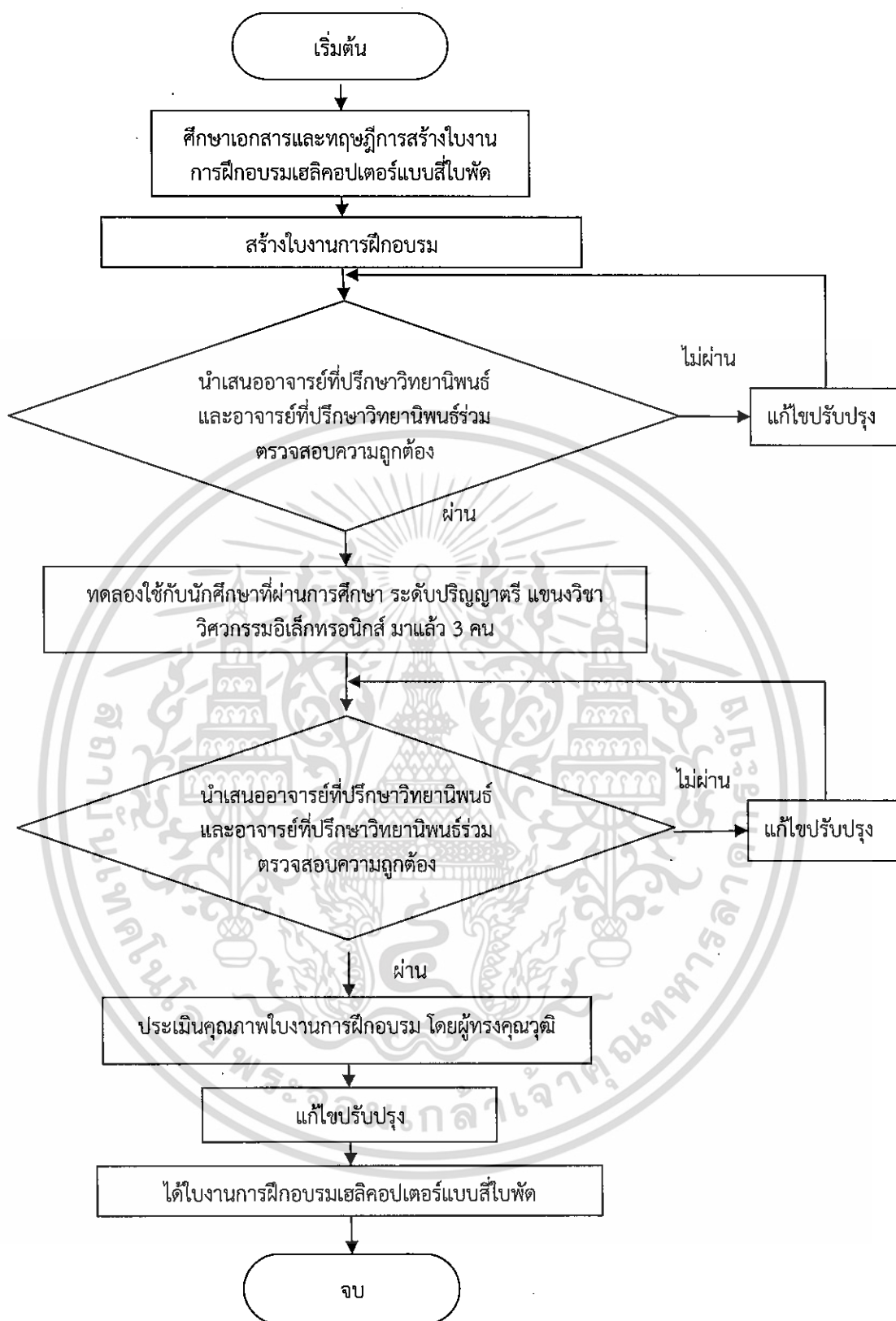
5.1 รศ.ดร. วิศรุต ศรีรัตนะ ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์ประจำสาขาวิศวกรรม การวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.2 อาจารย์นิมิตร อมฤทธิวาจา ตำแหน่งครุชานาญการ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

5.3 นายศุภกิจ ภูถาวร อดีตนักกีฬาเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุ กีฬาเยาวชนแห่งชาติ ครั้งที่ 26

6. ปรับปรุงแก้ไขใบงานการฝึกอบรมเอลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

7. ได้ใบงานการฝึกอบรมเอลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่พร้อมนำไปใช้เก็บข้อมูลกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม ตัวอย่างใบงานการฝึกอบรมเอลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด แสดงในภาคผนวก ซ. รายละเอียดขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรมเอลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด แสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างโรงงานการฝึกอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ทั้งสองด้านดังนี้ การสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดและ ด้านใบงานการฝึกอบรมมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพ เพื่อใช้เป็นแนวทางการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดและใบงานการฝึกอบรม
2. กำหนดหัวข้อและสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด และใบงานการฝึกอบรม โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งระดับคุณภาพและเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

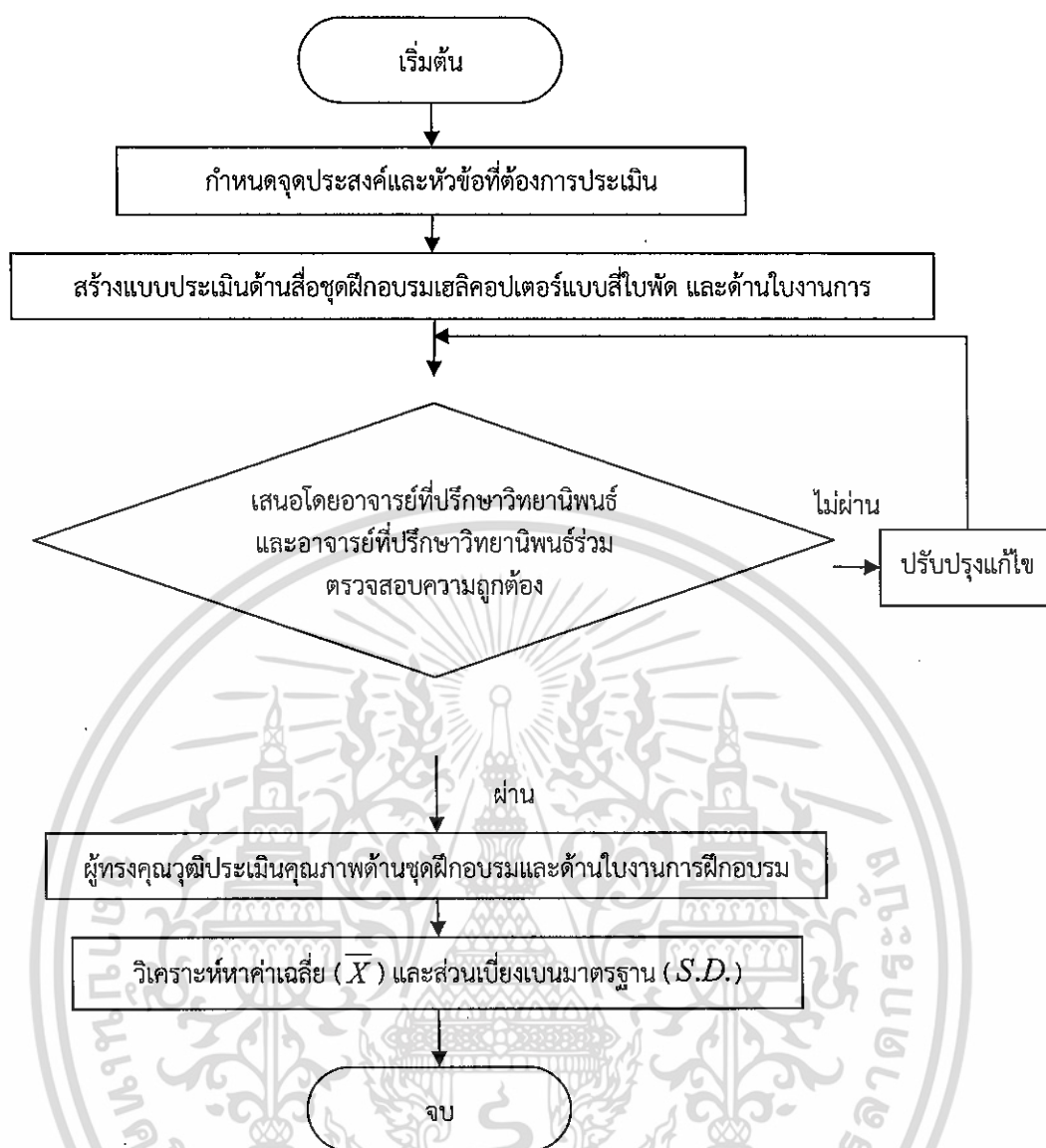
ระดับ 5 คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ	ดีมาก
ระดับ 4 คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ	ดี
ระดับ 3 คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ	ปานกลาง
ระดับ 2 คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ	พอใช้
ระดับ 1 คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินคุณภาพ

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ	ดี
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ	พอใช้
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 คุณภาพชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ	ปรับปรุง

3. นำแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด และใบงานการฝึกอบรม เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้องแล้ว ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ และนำไปใช้ประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิต่อไป

รายละเอียดขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด แสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสไลด์

3.2.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีลำดับการสร้างดังนี้

- 1 ศึกษาเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละใบงานการฝึกอบรม
- 2 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละใบงานการฝึกอบรมได้แบบทดสอบจำนวน 48 ข้อ
- 3 นำผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข
- 4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละใบงานโดยใช้หลักเกณฑ์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนน +1 แบบทดสอบที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
 คะแนน 0 แบบทดสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิง
 พฤติกรรม

คะแนน -1 แบบทดสอบที่ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่าง
 แบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (*IOC*)

การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตร
 (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์.2537 : 133)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบทุกข้อ
 กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ = ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

N = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

โดยค่า IOC ที่ยอมรับอยู่ในช่วง 0.50 ขึ้นไป

ผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสอดคล้อง (*IOC* : Index of item-Objective Congruence) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 จำนวน 40 ข้อ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยได้ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง.)

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ ไปทดลองใช้กับผู้เล่นเครื่องบินบังคับวิทยุ จำนวน 6 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอบรม แบ่งเป็นกลุ่มเก่ง 3 คน และกลุ่มอ่อน 3 คน เพื่อนำมาหาค่าความยากง่าย (P) อำนาจจำแนก (D) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt})

หาค่าความยากง่าย (Difficulty) โดยใช้สูตร (สุมาลี จันทร์ชลอ. 2543:135)

$$P = \frac{R}{N} \quad (3.2)$$

เมื่อ P = ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

R = จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก

N = จำนวนคนที่ทำข้อสอบนั้นทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ขอบเขตของค่าความยากง่ายและความหมาย

ค่าความยากง่าย	ความหมาย
0.80 - 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก (ไม่ควรใช้)
0.60 - 0.79	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40 - 0.59	เป็นข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้ดีมาก)
0.20 - 0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00 - 0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก (ไม่ควรใช้)

ขอบเขตค่าความยากง่ายของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ 0.20–0.80 (สุมาลี จันทร์ชโล. 2542:135-136)

หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538:135-136)

$$D = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}} \quad (3.3)$$

เมื่อ D = ค่าอำนาจจำแนก
 R_u = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
 N = จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

ตารางที่ 3.2 ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกและความหมาย

ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
0.40 ขึ้นไป	อำนาจการจำแนกสูง (คุณภาพของข้อสอบดีมาก)
0.30 - 0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง (คุณภาพข้อสอบดีพอสมควร)
0.20 - 0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ (คุณภาพข้อสอบพอใช้ได้)
ต่ำกว่า 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ (คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้)

ขอบเขตค่าอำนาจจำแนกที่ยอมรับคือ 0.2 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2542 : 135)

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคทฤษฎีทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538:199)

$$r_u = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_i^2} \right\} \quad (3.4)$$

เมื่อ r_u = ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

n	=	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
p	=	สัดส่วนของผู้อบรมที่ตอบถูกแต่ละข้อ
q	=	$1 - p$
S_i^2	=	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

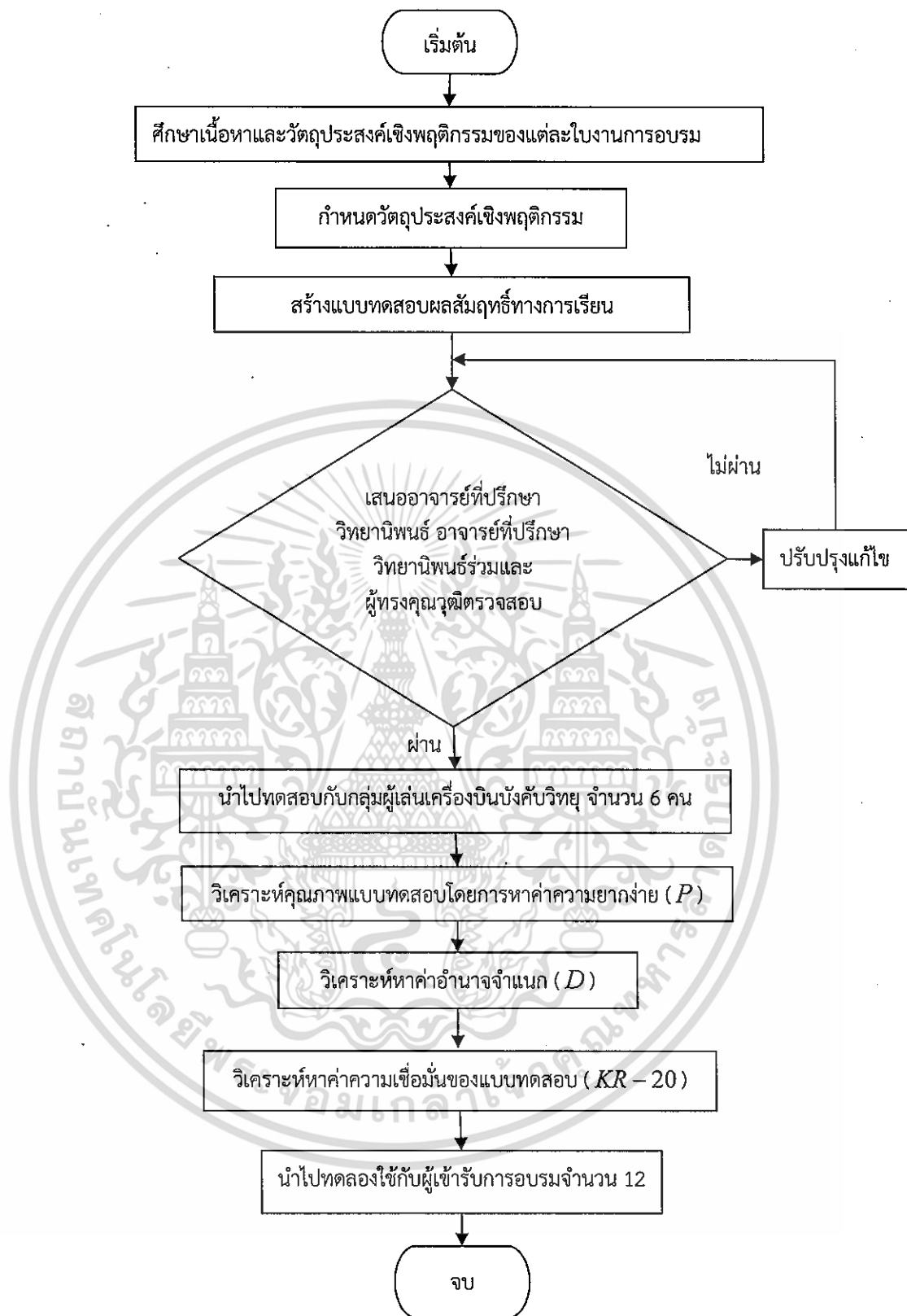
นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 1.00

ผลการวิเคราะห์ที่ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.33 - 0.67 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33 - 1.00 ซึ่งแบบทดสอบที่ได้คุณภาพจำนวน 40 ข้อ ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81 และเลือกมาใช้จำนวน 40 ข้อ

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นตามเกณฑ์ จำนวน 40 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมต่อไป

7. ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ รายละเอียดขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แสดงได้ดังภาพที่ 3.4

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้ไปใช้ทดสอบหลังการปฏิบัติในงานการฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม จำนวน 12 คน เพื่อหาประสิทธิภาพทางการอบรมต่อไป



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การสร้างแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

1. ศึกษาการสร้างแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง การวัดและประเมินผลการศึกษา
2. สร้างแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงานการฝึกอบรม โดยกำหนดเกณฑ์และน้ำหนักการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติของแต่ละใบงานการฝึกอบรม
3. นำแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและปรับปรุงแก้ไข
4. นำแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้บันทึกผลการปฏิบัติการฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมต่อไป

3.2.7 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

1. ศึกษาการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ
2. สร้างแบบประเมินความพึงพอใจ
3. นำแบบประเมินความพึงพอใจเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้อง และปรับปรุงแก้ไข
4. นำแบบประเมินความพึงพอใจ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ประเมินผลความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมต่อไป

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการฝึกอบรมและเก็บข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสไลด์ด้วยตนเอง มีขั้นตอนดังนี้

1. ยื่นคำร้องต่องานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัย แก่ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เข้ารับการฝึกอบรม
2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมไปติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เข้ารับการฝึกอบรม เพื่อขอความอนุเคราะห์ และนัดหมาย การประเมินคุณภาพ และการฝึกอบรม เพื่อเก็บข้อมูลสำหรับการทำวิจัย
3. นำสื่อชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสไลด์และใบงานการฝึกอบรม ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ
4. นำสื่อชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสไลด์ และใบงานการฝึกอบรม ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว แนะนำผู้เข้ารับการฝึกอบรม
5. นำชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์จัดฝึกอบรมให้ผู้เข้ารับการอบรม ทั้งด้านความรู้และการปฏิบัติตามใบงานการฝึกอบรมของชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสไลด์ โดยแต่ละใบงานการฝึกอบรม ผู้วิจัยได้บันทึกระดับคะแนนการปฏิบัติใบงานการฝึกอบรมของผู้เข้ารับการอบรมลงแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ และเมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติแต่ละใบงานการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝึกอบรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ทำแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมและบันทึกคะแนน และหลังจากปฏิบัติครบทั้ง 4 ใบบาง ผู้วิจัยจึงประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และบันทึกคะแนน

หลังจากสิ้นสุดการฝึกอบรมแล้วผู้วิจัยนำแบบประเมินชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดไปให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมประเมินความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 คุณภาพของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ซึ่งได้จากผลการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้วยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$)

3.4.2. หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยใช้สูตร E_1 / E_2

3.4.3 ประเมินความพึงพอใจของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยใช้สูตร (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$)

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย โดยมีสถิติที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

3.5.1 วิเคราะห์หาคุณภาพจากผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมและด้านใบบางการฝึกอบรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) ได้ดังนี้

3.5.1.1 สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 163)

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{n} \quad (3.5)$$

เมื่อ \bar{X} = ค่าเฉลี่ยของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

f = ค่าความถี่ของคะแนน

fx = ผลคูณของคะแนนกับค่าความถี่ของคะแนน

$\sum fx$ = ผลรวมทั้งหมดของ fx

n = จำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์ค่าคะแนนเฉลี่ยและความหมาย

ค่าคะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
4.50-5.00	คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดีมาก
3.50-4.49	คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดี
2.50-3.49	คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับปานกลาง
1.50-2.49	คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับพอใช้
1.00-1.49	คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับควรปรับปรุง

เกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ยอมรับของแบบประเมินอยู่ระหว่าง 3.50–5.00 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

3.5.1.2 สูตรการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 163)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2}} \quad (3.6)$$

เมื่อ $S.D.$ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x = คะแนน

$\sum x$ = ผลรวมของคะแนน

n = จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

3.5.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม (E_1 / E_2)

3.5.2.1. สูตรหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม (สุนันทา สุนทรประเสริฐ. 2544 : 5)

$$E_1 = \frac{\sum x}{A} \times 100 \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad (3.7)$$

เมื่อ E_1 = ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในใบงานระหว่างฝึกอบรม

E_2 = ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานครบทุกใบงาน

$\sum x$ = คะแนนรวมจากแบบทดสอบระหว่างเรียนของผู้ฝึกอบรม

$\sum F$ = คะแนนรวมจากแบบทดสอบรวมของผู้ฝึกอบรม

A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบรวม

N = จำนวนผู้ฝึกอบรมทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์สูตรหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม โดย

$\sum x$ = คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบระหว่างการศึกษาฝึกอบรมและจากแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติแต่ละใบงาน (ใบงานที่ 1-4)

$\sum F$ = คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และจากแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ (ใบงานที่ 5) หลังจากเรียนด้วยชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดครบทั้ง 4 ใบงาน

A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบรวมกับแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติระหว่างฝึกอบรม

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รวมกับแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อพัฒนา หาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของชุดฝึกอบรม เกล็ดคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยกลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศกรรม แขนงวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังจำนวน 12 คน โดยผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

- 4.1 คุณภาพสื่อชุดฝึกอบรมเกล็ดคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด
- 4.2 คุณภาพใบงานการฝึกอบรมสำหรับชุดฝึกอบรมเกล็ดคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด
- 4.3 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเกล็ดคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด
- 4.4 ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในชุดฝึกอบรมเกล็ดคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

4.1 คุณภาพสื่อชุดฝึกอบรมเกล็ดคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

การวิเคราะห์คุณภาพของชุดฝึกอบรมเกล็ดคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยให้ ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เป็นผู้ประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมเกล็ดคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ดังรายละเอียด ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) ระดับคุณภาพ สื่อชุดฝึกอบรม เกล็ดคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

รายการ	\bar{X}	$S.D.$	ระดับคุณภาพ
1. ขนาดความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม	4.67	0.58	ดีมาก
2. รูปแบบของชุดฝึกอบรมก่อให้เกิดแรงจูงใจ	4.33	0.58	ดี
3. ความเหมาะสมของการวางตำแหน่งอุปกรณ์	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ทำชุดฝึกอบรม	4.33	0.58	ดี
5. ความแข็งแรงของชุดฝึกอบรม	4.33	0.58	ดี
6. ความสะดวกในการเตรียมการฝึกอบรม	4.33	0.58	ดี
7. ความสัมพันธ์ของชุดฝึกอบรมกับใบงานฝึกอบรม	4.33	0.58	ดี
8. ความปลอดภัยขณะทำการฝึกอบรม	4.00	0.00	ดี
9. ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์	4.33	0.58	ดี
10. คุณค่าของชุดฝึกอบรมทางวิชาการโดยภาพรวม	4.33	0.58	ดี
คะแนนค่าเฉลี่ยรวม	4.37	0.52	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 คุณภาพของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด พบว่าภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.37$, $S.D. = 0.52$) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า รายการที่มีคุณภาพในระดับดีมาก มี 2 รายการ ดังนี้ ขนาดความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม ($\bar{X} = 4.00$, $S.D. = 0.58$) และความเหมาะสมของการวางตำแหน่งอุปกรณ์ ($\bar{X} = 4.67$, $S.D. = 0.58$) รายการที่มีคุณภาพในระดับดี มี 8 รายการ ดังนี้ รูปแบบของชุดฝึกอบรมก่อให้เกิดแรงจูงใจ ($\bar{X} = 4.33$, $S.D. = 0.58$) ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ทำชุดฝึกอบรม ($\bar{X} = 4.33$, $S.D. = 0.58$) ความแข็งแรง ทนทานของชุดฝึกอบรม ($\bar{X} = 4.33$, $S.D. = 0.58$) ความสะดวกในการเตรียมการฝึกอบรม ($\bar{X} = 4.33$, $S.D. = 0.58$) ความสัมพันธ์ของชุดฝึกอบรมกับใบงานการฝึกอบรม ($\bar{X} = 4.33$, $S.D. = 0.58$) ความปลอดภัยขณะทำการฝึกอบรม ($\bar{X} = 4.00$, $S.D. = 0.00$) ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์ ($\bar{X} = 4.33$, $S.D. = 0.58$) และคุณค่าของชุดฝึกอบรมทางวิชาการโดยภาพรวม ($\bar{X} = 4.33$, $S.D. = 0.58$)

4.2 คุณภาพใบงานการฝึกอบรมชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

การวิเคราะห์คุณภาพใบงานการฝึกอบรมของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เป็นผู้ประเมินคุณภาพของใบงานการฝึกอบรม ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.2 ตามลำดับดังนี้

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) ระดับคุณภาพ ใบงานการฝึกอบรมชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

รายการประเมิน	\bar{X}	$S.D.$	ระดับคุณภาพ
1. ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.58	0.17	ดีมาก
2. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์	4.25	0.32	ดี
3. ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน	4.33	0.47	ดี
4. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.25	0.32	ดี
5. ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ	4.42	0.17	ดี
6. ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	4.33	0.38	ดี
7. ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย	4.33	0.27	ดี
8. การจัดรูปแบบใบงานเนื้อหาเหมาะสมง่ายต่อการใช้งาน	4.25	0.17	ดี
9. ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ	4.25	0.17	ดี
10. สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้	4.50	0.19	ดีมาก
คะแนนค่าเฉลี่ยรวม	4.35	0.26	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 คุณภาพใบงานการฝึกอบรมชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดจำนวน 5 ใบงาน พบว่าภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.35$, $S.D. = 0.26$) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า รายการที่มีคุณภาพในระดับดีมาก มี 2 รายการ ดังนี้ ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\bar{X} = 4.58$, $S.D. = 0.17$) สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.50$, $S.D. = 0.19$) รายการที่มีคุณภาพในระดับดี มี 8 รายการ ดังนี้ ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์ ($\bar{X} = 4.25$, $S.D. = 0.32$) ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน ($\bar{X} = 4.33$, $S.D. = 0.47$) ความถูกต้องของเนื้อหา ($\bar{X} = 4.25$, $S.D. = 0.32$) ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ ($\bar{X} = 4.42$, $S.D. = 0.17$) ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน ($\bar{X} = 4.33$, $S.D. = 0.38$) ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย ($\bar{X} = 4.33$, $S.D. = 0.27$) การจัดรูปแบบใบงานเนื้อหาเหมาะสมต่อการใช้งาน ($\bar{X} = 4.25$, $S.D. = 0.17$) ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ ($\bar{X} = 4.25$, $S.D. = 0.17$)

4.3 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

การวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ผู้วิจัยได้วิเคราะห์โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามเกณฑ์ที่กำหนด ไม่ต่ำกว่า 80/80 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม	จำนวนผู้ฝึกอบรม	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนที่ได้ระหว่างการปฏิบัติตามใบงานการฝึกอบรม(ใบงานที่ 1-4) (E_1)	12	112	91.50	81.70	80
คะแนนที่ได้จากผลการปฏิบัติใบงาน(ใบงานที่5) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E_2)	12	58	48.42	83.48	80

จากตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบระหว่างการฝึกอบรมซึ่งได้จากแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมรวมกับคะแนนจากแบบสังเกตการปฏิบัติของแต่ละใบงาน คะแนนเต็มทั้งหมดเท่ากับ 112 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 91.50 คิดเป็นร้อยละ 81.70 (E_1) และผลการทดสอบหลังจากการฝึกอบรมซึ่งได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมกับคะแนนจากแบบสังเกตการปฏิบัติของใบงานที่ 5 มีคะแนนเต็มทั้งหมดเท่ากับ 58 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 48.42 คิดเป็นร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละ 83.48 (E_2) แสดงว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.70/83.48 ตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4.4 ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมในชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

การประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมต่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดย นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังจำนวน 12 คน มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมต่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ความพึงพอใจ	รายการ	\bar{X}	$S.D.$	ระดับความพึงพอใจ
ความพึงพอใจด้านเนื้อหา	1. เนื้อหาการอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด	4.25	0.45	พึงพอใจมาก
	2. เนื้อหาไปงานการฝึกอบรม	3.92	0.51	พึงพอใจมาก
ความพึงพอใจด้านเครื่องมือ	3. เอกสารการอบรม	3.92	0.51	พึงพอใจมาก
	4. เครื่องมือที่ใช้ในการอบรม	4.58	0.51	พึงพอใจมากที่สุด
	5. เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด	4.67	0.49	พึงพอใจมากที่สุด
ความพึงพอใจด้านกิจกรรม	6. การฝึกอบรมภาคทฤษฎี	4.25	0.45	พึงพอใจมาก
	7. การฝึกอบรมภาคปฏิบัติ	4.83	0.39	พึงพอใจมากที่สุด
	รวมค่าเฉลี่ย	4.35	0.48	พึงพอใจมาก

จากตารางที่ 4.4 ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด จากผู้เข้ารับการฝึกอบรม 12 คน พบว่าภาพรวมมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.35$, $S.D. = 0.48$) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด 3 รายการดังนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการอบรม ($\bar{X} = 4.58$, $S.D. = 0.51$) เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ($\bar{X} = 4.67$, $S.D. = 0.49$) การฝึกอบรมภาคปฏิบัติ ($\bar{X} = 4.83$, $S.D. = 0.39$) และมีรายการที่มีระดับพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด 3 รายการ ดังนี้ เนื้อหาการอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ($\bar{X} = 4.25$, $S.D. = 0.45$) เนื้อหาไปงานการฝึกอบรม ($\bar{X} = 3.92$, $S.D. = 0.51$) เอกสารการอบรม ($\bar{X} = 3.92$, $S.D. = 0.51$) การฝึกอบรมภาคทฤษฎี ($\bar{X} = 4.25$, $S.D. = 0.45$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อ พัฒนาชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยมีเนื้อหา และสาระสำคัญของ การวิจัยสรุปได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1 เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่มีคุณภาพ
- 2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด
- 3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่สร้างขึ้นให้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป
2. ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่สร้างมีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80
3. ผู้เข้ารับการอบรมเรื่องชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากขึ้นไป

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 40 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังจำนวน 12 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. สื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์สำหรับการสร้างโครงสร้างลำตัวเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด มอเตอร์ ใบพัด บอร์ดควบคุมการบิน ภาครับวิทยุ บังคับและวิทยุบังคับ
2. ใบงานการฝึกอบรมเป็นส่วนสั่งงานให้ผู้เข้าอบรมปฏิบัติการทดลองโดยใช้ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด จำนวน 5 ใบงาน ซึ่งแต่ละใบงานการฝึกอบรมประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ได้แก่ ชื่อใบงาน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาเบื้องต้น ลำดับการปฏิบัติ ส่วนบันทึกผล สรุปผล และคำถามท้ายใบงานการฝึกอบรม ซึ่งมีจำนวน 5 ใบงาน โดยใบงานที่ 5 ใช้สำหรับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร่วมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
3. แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยผู้ทรงคุณวุฒิ แบ่งเป็นสองด้าน คือ ด้านสื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด และด้านใบงานการฝึกอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้ารับการอบรม เป็นแบบทดสอบรวมแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ทั้งหมดจำนวน 40 ข้อ โดยมีความเที่ยงตรงทางด้านเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.70 - 0.83 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.33 - 0.67 อำนาจจำแนก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.33 - 1.00 และความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.81

5. แบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ เพื่อใช้บันทึกผลการปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการอบรมตามเกณฑ์การให้คะแนนระหว่างการปฏิบัติตามใบงานแต่ละใบงานการฝึกอบรม

6. คู่มือการใช้งานชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับผู้เข้ารับการอบรม ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 12 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจงจากผู้สนใจลงทะเบียนเข้าอบรมโดยใช้ ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยมีรายละเอียดการดำเนินการอบรมดังนี้

1. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ให้นักศึกษาอบรมและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย ต่อหน่วยบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เตรียมชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ซึ่งประกอบไปด้วย สื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ใบงานการฝึกอบรม คู่มือการอบรม และแผนการจัดฝึกอบรมนำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบเครื่องมือก่อนนำไปใช้

3. แนะนำวัตถุประสงค์และแผนการจัดฝึกอบรมด้วยชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ต่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม

4. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรม ปฏิบัติตามใบงานการฝึกอบรมครั้งละ 1 ใบงาน และบันทึกคะแนนการปฏิบัติงานในแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ เมื่อนักศึกษาปฏิบัติเสร็จแต่ละใบงาน ผู้วิจัยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบระหว่างการอบรมและบันทึกคะแนน

5. หลังการอบรมครบ 4 ใบงาน แล้ว ผู้วิจัยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้งหมด ปฏิบัติทำใบงานที่ 5 เรื่องทบทวนการสร้างและควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และบันทึกคะแนน

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ และคะแนนที่ได้จากผู้เข้ารับการอบรมมาวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์หาคุณภาพชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์หาคุณภาพใบงานชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยใช้สูตร E_1 / E_2

4. ประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมในชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ได้ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ที่มีคุณภาพดังนี้

1.1. คุณภาพของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นต่อชุดฝึกอบรม ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพในระดับดี ($\bar{X} = 4.37$, $S.D. = 0.52$)

1.2. คุณภาพใบงานการฝึกอบรมของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นต่อใบงาน ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพในระดับดี ($\bar{X} = 4.35$, $S.D. = 0.26$)

2. ผลการอบรมและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด กับผู้เข้ารับการฝึกอบรม จำนวน 12 คน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ $E_1 / E_2 = 81.70/83.48$ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม ในชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.35$, $S.D. = 0.48$)

5.2 อภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 คุณภาพด้านสื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดโดยรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.37$, $S.D. = 0.52$) เนื่องจากในการพัฒนาสื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดจุดประสงค์และขอบเขตเนื้อหาการอบรม และการตัดสินใจเลือก รูปแบบ ขนาด การวางตำแหน่ง และวัสดุที่เหมาะสม มีความแข็งแรงทนทาน สะดวกในการเตรียมการอบรม ใช้งานง่าย มีความปลอดภัยขณะทำการอบรม สะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์ มีคุณค่าของชุดฝึกอบรมทบทวนโดยภาพรวม ทั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอนภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษาและมีการนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินและนำกลับมาแก้ไขสามารถใช้ในการฝึกอบรมหรือเรียนการสอนได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของยุทธภูมิ เทียมเมืองแพน (2557: บทคัดย่อ) งานวิจัยชุดฝึกอบรม เรื่องการปรับแต่งระบบปฏิบัติการวินโดวส์เอ็มเบ็ดเต็ด สแตนดาร์ด เซเวน สำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพทางด้านการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.06$, $S.D. = 0.63$)

5.2.2 คุณภาพด้านใบงานการฝึกอบรมของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.35$, $S.D. = 0.26$) เนื่องจากใบงานการฝึกอบรม มีความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์ ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย การจัดรูปแบบใบงานเนื้อหาเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน ภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษาและมีการนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินและแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ซึ่งสอดคล้องกับ จารุวัฒน์ มณีศรี (2552 : บทคัดย่อ) งานวิจัยการพัฒนาชุดฝึกการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม วิหาระบบสื่อสาร ดาวเทียม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 มีคุณภาพด้านใบงาน ($\bar{X} = 4.60$, $S.D. = 0.23$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 ด้านการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด จากการอบรมด้านเนื้อหา และด้านการปฏิบัติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ระหว่างการอบรมและหลังการอบรมของผู้เข้ารับการอบรมเท่ากับ 81.70/83.48 เนื่องจากชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่สร้างขึ้นได้รับการเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม การทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่ผู้เข้ารับการอบรมโดยสังเกตพฤติกรรมการใช้และนำมาแก้ไขปรับปรุง รวมทั้งการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ จึงมีคุณภาพในระดับดี ดังนั้นเมื่อนำมาทดลองใช้กับผู้เข้ารับการอบรม จึงมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภประดิษฐ์ มาสงค์ (2546 : บทคัดย่อ) งานวิจัย การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องการซ่อมบำรุงระบบบันไดเลื่อน สำหรับพนักงานฝ่ายปฏิบัติการช่าง และฝ่ายบริการบริษัทไทยลิฟท์ อินดัสตรีส์จำกัด(มหาชน) ที่มีประสิทธิภาพ $E_1 / E_2 = 83.14/84.58$

เมื่อพิจารณา $E_1 / E_2 = 81.70/83.48$ พบว่าผลการร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และจากแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ (ใบงานที่ 5) หลังจากเรียนด้วยชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดครบทั้ง 4 ใบงาน สูงกว่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมและจากแบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติแต่ละใบงาน (ใบงานที่ 1-4) รวมกัน อาจมีสาเหตุเนื่องจาก ผู้เข้ารับการอบรมได้ผ่านการปฏิบัติใบงานมาอย่างต่อเนื่องทั้งสี่ใบงานจึงมีความเข้าใจและมีทักษะมากขึ้นเมื่อไปปฏิบัติใบงานที่ 5 ซึ่งเป็นใบงานทบทวนที่สรุปและลดขั้นตอนพื้นฐานหลายขั้นตอน จึงทำให้การปฏิบัติทำได้สะดวกขึ้น เมื่อปฏิบัติใบงานที่ 5 และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จึงได้ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมากขึ้น นอกจากนั้นเมื่อปฏิบัติใบงานเสร็จแต่ละใบงานจึงทำแบบทดสอบระหว่างการทดลอง ทำให้ผู้เรียนสนใจจดบันทึกและทำความเข้าใจเนื้อหาและขั้นตอนการปฏิบัติซึ่งมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งสร้างแรงจูงใจให้นักศึกษาสนใจในการปฏิบัติเพื่อต้องการใช้งานเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยตนเอง

5.2.4 ด้านความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมต่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด จากการอบรมในภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ พบว่ามีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.35$, $S.D. = 0.48$) เนื่องจากชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ใช้สื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่น่าสนใจ และสามารถปฏิบัติตามลำดับได้ง่าย มีเครื่องมือสนับสนุนอย่างใดก็ตาม เอกสารการอบรม มีรายละเอียดไม่มากนัก เนื่องจากข้อมูลด้านนี้ยังไม่แพร่หลายจึงไม่สามารถรวบรวมให้มีความสมบูรณ์ได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. นำชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน เช่น การสอน ไมโครคอนโทรลเลอร์ การสอบการเขียนโปรแกรม ARDUINO การสอนระบบควบคุมแบบ PID
2. นำชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ประยุกต์ใช้ในการศึกษาเรียนรู้การสร้างประกอบ เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด
3. นำชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ประยุกต์ใช้ในการสร้างเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด เพื่อการแข่งขัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

พัฒนาและหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อบันทึก ที่มีระบบนำร่องทางอากาศ (GPS) ที่มีเข็มทิศเพื่อตรวจสอบทิศทาง โดยออกแบบให้มีโมดูล USB ติดตั้งภายในบอร์ดควบคุมการบิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กรกฤกษ์ กระแจจ. 2547. “การศึกษาความพึงพอใจของพนักงานต่อการให้บริการของแผนกคอมพิวเตอร์ บริษัท เอ็กเซล (ประเทศไทย) จำกัด จำกัด”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กัปตัน เตียวตระกูล. 2556. “คอนโทรลเลอร์แบบ PID.” วารสารกรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ. ปีที่ 15 ฉบับที่ 16. 52-57.
- คำสัน แน่นอุดร. 2550. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนเรื่องการสร้างเว็บเพจสำหรับนักเรียนช่วงชั้นปีที่ 4 โรงเรียนโนนไทยคุรุอุปถัมภ์จังหวัดนครราชสีมา.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จาร์วัฒน์ มณีศรี. 2552. “การพัฒนาชุดฝึกการติดตั้งงานรับสัญญาณดาวเทียม วิชาระบบสื่อสารดาวเทียม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546”. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- โชค แก้วบุญช่วย. 2556. วารสารกรมอุทการเรือ 2556. 105 - 108 .
- ขมนาด พงศ์พันธ์. 2526. การสร้างชุดฝึกอบรม. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาข้าราชการพลเรือน.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พรินต์ติ้งเฮ้าส์.
- เทพินทร์ บัวอินทร์. 2554. “การพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoc CY8C27443”. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2552. ประมวลสาระชุดวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการฝึกอบรม. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นิพัทธ์ ฤทธิเดช. 2557. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการอัปเดตซอฟต์แวร์โทรศัพท์มือถือแอลจี สำหรับช่างซ่อมโทรศัพท์มือถือบริษัท แอลจี อิเล็กทรอนิกส์ประเทศไทย จำกัด”. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่4 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2537. เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย. กรุงเทพฯ : เจริญผล
- ประดิษฐ์ มาสงค์. 2546. “การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องการซ่อมบำรุงระบบบันไดเลื่อน สำหรับพนักงานฝ่ายปฏิบัติการช่าง และฝ่ายบริการบริษัทไทยลิฟท์อินดัสตรีส์ จำกัด (มหาชน)”. สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระนครเหนือ.
- พระพงษ์ สาสิมมา. 2848. “การหาประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าหนึ่งเฟสในรูปแบบห้องเรียนเสมือนจริง” สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ยุทธภูมิ เขียมเมืองแพน. 2557 “ชุดฝึกอบรม เรื่องการปรับแต่งระบบปฏิบัติการวินโดวส์เอ็มเบ็ดเต็ด สแตนด์อาร์ตเซเว่น สำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์”. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร. คณะ วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ราชบัณฑิตยสถาน. 2546. พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542. กรุงเทพฯ : นานมีบุค ธิวิวรรณ์ ชินะตระกูล.2538. วิธีวิจัยการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์
- ล้วน สายยศและอักษณา สายยศ. 2538. เทคนิคการทางวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วนิษา พักฆ่า. 2543. “ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของครู-อาจารย์ ผู้สอนระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพขั้นสูงในโรงเรียนเอกชนอาชีวศึกษา ประเภทวิชาบริหารธุรกิจเขตกรุงเทพมหานคร”. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการบริการอาชีวศึกษาบัณฑิต วิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- วีระพันธ์ ไตมีบุญ. 2555. หุ่นยนต์แมงมุม – ฟากกว้าง. [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://m.dailynews.co.th/Article.do?contentId=186328>.
- วันเพ็ญ ปัญญาสุพัฒน์. 2547. “การพัฒนาโปรแกรมจัดตารางสอนปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง”. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง.
- ศราวุฑู คงลำพันธ์ และคณะ. 2555. “เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกเพื่อช่วยเหลือผู้พิการด้าน สาย ตา”. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- สมาคมกีฬาทางอากาศและการบินแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2558 : กีฬาเครื่องบิน จำลอง. [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.rasat-faithailand.com/สาขากีฬาภายใต้ สมาคม/>
- สิทธิพันธ์ จันทร์งาม. 2557. “ชุดฝึกปฏิบัติการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าและมอเตอร์ไฟฟ้า วิชา ปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุชิน ชินสีห์. 2548. “การวิจัยเรื่อง การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller ”. ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าธนบุรี.
- สุมาลี จันทร์ชลอ. 2543. การวัดและการประเมินผล. กรุงเทพฯ : สื่อเสริมกรุงเทพ.
- สุนันทา สุนทรประเสริฐ. 2544. การสร้างแบบฝึก เล่ม 2. ชัยนาท : ชมรมพัฒนาความรู้ด้านระเบียบ กฎหมาย.
- เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ.
- อมรรัตน์ เหมือนจิตน้อย. 2548. “ความพึงพอใจของหัวหน้าฝ่ายผลิตที่มีต่อการปฏิบัติงาน ของแผนก ช่อมบำรุงในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด”. สาขาวิชา วิทยาการการจัดการ อุตสาหกรรม วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายโอกาส รักษาบุญ. 2556. “การพัฒนาชุดฝึกอบรบสำหรับการเรียนรู้แบบร่วมมือและศูนย์การเรียนรู้เรื่องการออกแบบตัวควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ”. สาขาวิชาไฟฟ้าศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Anonymous. 2012. Drones: What are they and how do they work?. [Online]. Available : <http://www.bbc.co.uk/news/world-south-asia-10713898>.

Giardina, C. 2014. Drones in Movie Shoots: Debate Rages Despite Safety Claims, Cost Savings. [Online]. Available : <http://www.hollywoodreporter.com/behind-screen/drones-movie-shoots-debate-rages-715311>.

Morse, Nancy C. 1958. Satisfaction in the White-collar Job. Michigan : Ann-Arbor University.

Xiaojie LIU, Xiaohui ZHAO, Haijun GU and Anand SANCHEZ. 2009. Application and Design of Real-time Control System for the Quad-rotor Helicopter : Hunan, China



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศคณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการอุตสาหกรรม โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อ วันที่ 6 มีนาคม 2558 ให้ดำเนินการดังนี้

นายสิทธิชัย อินทร์มั่ง รหัสประจำตัว 5363164 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด (Quad-Rotor Helicopter Training Set)” โดยมี รศ.กิตติพงศ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2558

(รองศาสตราจารย์ ดร.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)
คณบดี

ที่ ศธ ๐๕๒๔๐๔/ 0950



คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๑ มีนาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

เรียน อาจารย์นิमित อมฤทธิวาทา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ด้วย นายสิทธิชัย อินทร์มั่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด” โดยมี รศ.ดร.กิตติพงศ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้ว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายสิทธิชัย อินทร์มั่ง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๘๑-๕๗๘-๗๕๕๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ ๐๕๒๔๐๔/ 0950



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๖ มีนาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อบันทึก

เรียน นายศุภกิจ ภูถาวร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อบันทึก

ด้วย นายสิทธิชัย อินทร์มั่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อบันทึก” โดยมี รศ.ดร.กิตติพงศ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อบันทึกนี้ว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายสิทธิชัย อินทร์มั่ง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๘๑-๕๓๘-๗๕๕๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. รศ.ดร. วิศรุต ศรีรัตน์นะ 2. อาจารย์นิมิตร อมฤทธิวาจา 3. นายศุภกิจ ภู่อาว | <p>รองศาสตราจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง</p> <p>ตำแหน่งครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
อดีตนักกีฬาเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุกีฬาเยาวชนแห่งชาติ
ครั้งที่ 26 พ.ศ. 2553</p> |
|---|--|



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบประเมินคุณภาพ สื่อชุดฝึกอบรมเสถียรภาพแบบสื่อบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
คุณภาพสื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพสื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยผู้ทรงคุณวุฒินี้ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ซึ่งจะใช้เป็นชุดปฏิบัติการและอุปกรณ์ประกอบการฝึกอบรมแก่ผู้สนใจศึกษาเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

นาย สิทธิชัย อินทร์มั่ง
ผู้วิจัย

ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน

1. อ่านคำแนะนำในการตอบแบบประเมินอย่างละเอียด
2. ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพเพียงข้อเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยได้มีการกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ 4	หมายถึง ระดับคุณภาพดี
ระดับ 3	หมายถึง ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ 1	หมายถึง ระดับคุณภาพต้องปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ขนาดความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม					
2	รูปแบบของชุดฝึกอบรมก่อให้เกิดแรงจูงใจ					
3	ความเหมาะสมของการวางตำแหน่งอุปกรณ์					
4	ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ทำชุดฝึกอบรม					
5	ความแข็งแรงของชุดฝึกอบรม					
6	ความสะดวกในการเตรียมการฝึกอบรมใช้งานง่าย					
7	ความสัมพันธ์ของชุดฝึกอบรมกับใบงานการฝึกอบรม					
8	ความปลอดภัยขณะทำการฝึกอบรม					
9	ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์					
10	คุณค่าของชุดฝึกอบรมทางวิชาการโดยภาพรวม					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อมูล

ลงชื่อ.....

()

(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
คุณภาพใบงานการฝึกอบรมชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพใบงานการฝึกอบรม ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด โดยผู้ทรงคุณวุฒินี้ ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ซึ่งจะใช้เป็นชุดปฏิบัติการและอุปกรณ์ประกอบการฝึกอบรมแก่ผู้สนใจศึกษาเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

นาย สิทธิชัย อินทร์มั่ง
ผู้วิจัย

ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน

1. อ่านคำแนะนำในการตอบแบบประเมินอย่างละเอียด
2. ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพเพียงข้อเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยได้มีการกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ 4	หมายถึง ระดับคุณภาพดี
ระดับ 3	หมายถึง ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ 1	หมายถึง ระดับคุณภาพต้องปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของใบงานการฝึกอบรม ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ใบงานที่ 1 เรื่องการสร้างลำตัวเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
3	ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน					
4	ความถูกต้องของเนื้อหา					
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
6	ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน					
7	ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย					
8	การจัดรูปแบบใบงานเนื้อหาเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน					
9	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
10	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อมูล

ลงชื่อ.....

()

(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของใบงานการฝึกอบรม ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ใบงานที่ 2 เรื่องการควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
3	ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน					
4	ความถูกต้องของเนื้อหา					
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
6	ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน					
7	ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย					
8	การจัดรูปแบบใบงานเนื้อหาเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน					
9	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
10	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อมูล

ลงชื่อ.....

()

(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของใบงานการฝึกอบรม ชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อบันทึก

ใบงานที่ 3 เรื่องการเชื่อมต่อโปรแกรม ARDUINO กับ ชุดควบคุมการบิน

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
3	ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน					
4	ความถูกต้องของเนื้อหา					
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
6	ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน					
7	ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย					
8	การจัดรูปแบบใบงานเนื้อหาเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน					
9	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
10	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อมูล

ลงชื่อ.....

()

(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของใบงานการฝึกอบรม ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ใบงานที่ 4 เรื่องการใช้งานโปรแกรมมัลติวีและฝึกควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
3	ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน					
4	ความถูกต้องของเนื้อหา					
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
6	ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน					
7	ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย					
8	การจัดรูปแบบใบงานเนื้อหาเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน					
9	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
10	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อมูล

ลงชื่อ.....

()

(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของใบงานการฝึกอบรม ชุดฝึกอบรมहेलिคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ใบงานที่ 5 เรื่องทบทวนการสร้างและควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
3	ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน					
4	ความถูกต้องของเนื้อหา					
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
6	ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน					
7	ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย					
8	การจัดรูปแบบใบงานเนื้อหาเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน					
9	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
10	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อมูล

ลงชื่อ.....

()

(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

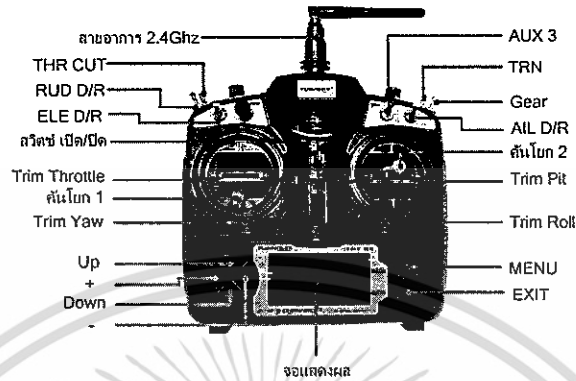
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



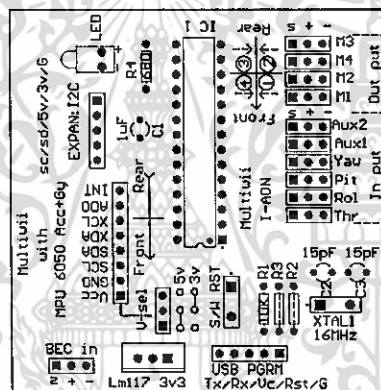
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

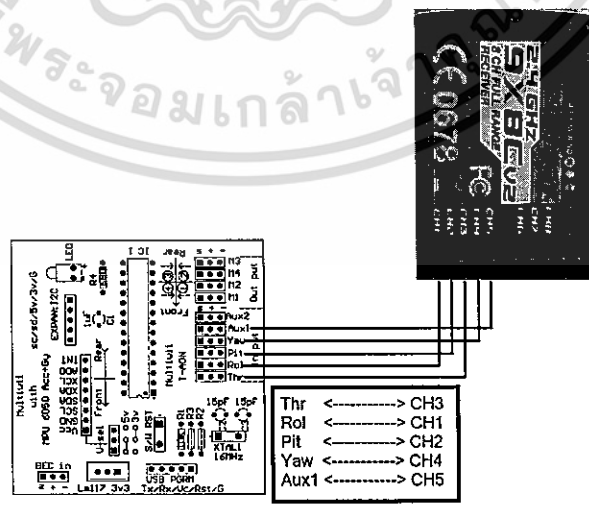
คำชี้แจง : ข้อสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ ให้เลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด และให้ใช้เวลาในการทำ 1.00 ชั่วโมง



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความ ยากง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
<p>1. ปัจจัยหลักที่สายไฟที่ใช้ในชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้ จึงใช้สายไฟแบบซิลิโคน</p> <p>ก. ทนความร้อนได้ดีกว่าสายไฟทั่วไปที่ขนาดเท่ากัน และมีความยืดหยุ่นตัวของสายไฟได้ดี</p> <p>ข. สามารถทนแรงดันได้สูงกว่าสายไฟทั่วไปที่ขนาดเท่ากัน และมีความยืดหยุ่นตัวของสายไฟได้ดี</p> <p>ค. จ่ายกระแสได้สูง สูงกว่าสายไฟทั่วไปที่ขนาดเท่ากัน และมีความยืดหยุ่นตัวของสายไฟได้ดี</p> <p>ง. สามารถตอบสนองความถี่ที่สูงได้ดีกว่าสายไฟทั่วไปที่ขนาดเท่ากัน และมีความยืดหยุ่นตัวของสายไฟได้ดี</p>	1	0.5	0.33
<p>2. จงบอกการวางตำแหน่ง มอเตอร์ของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้</p> <p>ก.  ข. </p> <p>ค.  ง. </p>	0.67	0.58	0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความ ยากง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
3. ขั้นตอนต่อไปนี้เป็นขั้นตอนขั้นสุดท้าย ขณะทำการทดลอง ก. ต่อแหล่งจ่ายไฟ ข. เปิดสวิตช์วิทยุบังคับ ค. การเชื่อมต่อมอเตอร์กับชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ ง. การเชื่อมต่อชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ กับ แผ่นประกบล่า XT30	0.67	0.58	0.5
4. วิทยุบังคับที่ใช้ในการอบรมนี้ใช้ย่านความถี่ที่เท่าไร ก. 27MHz ข. 40MHz ค. 2.4GHz ง. 5.8GHz	0.67	0.67	0.33
5. ในการตั้งค่า Tools/Programmer ในชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้ผู้อบรมต้องเลือกข้อใด ก. AVR ISP ข. USBtinyISP ค. Arduino as ISP ง. USBasp	1	0.58	0.5
6. การทดลองโปรแกรมไฟกระพริบ จะพบว่า ก. หลอด LED กระพริบติด-ดับ ในเวลาที่เท่ากัน ข. หลอด LED กระพริบ ช่วงที่ส่องสว่างมากกว่า ช่วงดับแสง ค. หลอด LED กระพริบ ช่วงที่ส่องสว่างน้อยกว่า ช่วงดับแสง ง. หลอด LED กระพริบแบบสุม	1	0.67	0.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย(P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
<p>14. ในขั้นตอนการทดลองควบคุมมอเตอร์ ผลที่ได้เป็น เช่นไร</p> <p>ก. หลอด LED ที่ แผ่นวงจรหลัก กระพริบ</p> <p>ข. มอเตอร์หมุน</p> <p>ค. หน้าจอดีทิวบั๊งคับแสดงค่าแรงดันแหล่งจ่าย</p> <p>ง. ไม่มีข้อใดถูก</p>	0.67	0.58	0.5
<p>15. จากภาพที่ 1 ในการควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ ใบพัด ถ้าผู้ฝึกอบรมต้องการให้เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ ใบพัดลอยตัวขึ้นจากพื้น(Throttle)ผู้ฝึกอบรมจะต้องทำ อย่างไร</p> <p>ก. ดันคันโยกที่ 1 ขึ้นด้านบน</p> <p>ข. ดันคันโยกที่ 1 ไปด้านซ้าย</p> <p>ก. ดันคันโยกที่ 2 ขึ้นด้านบน</p> <p>ข. ดันคันโยกที่ 2 ไปด้านซ้าย</p>	0.67	0.58	0.5
<p>16. จากภาพที่ 1 ในการควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ ใบพัด ถ้าผู้ฝึกอบรมต้องการให้เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ ใบพัดเดินทางไปด้านหน้า ขณะลอยตัว (PIT) ผู้ฝึกอบรม จะต้องทำอย่างไร</p> <p>ก. ดันคันโยกที่ 1 ขึ้นด้านบน</p> <p>ข. ดันคันโยกที่ 1 ไปด้านซ้าย</p> <p>ก. ดันคันโยกที่ 2 ขึ้นด้านบน</p> <p>ข. ดันคันโยกที่ 2 ไปด้านซ้าย</p>	1	0.67	0.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย(P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
<p>17. ข้อใดคือขนาดที่ถูกต้องของไขควงหกเหลี่ยมที่ใช้ ในโรงงานครั้งนี้</p> <p>ก. 1.0 มิลลิเมตร ข. 1.5 มิลลิเมตร ค. 2.0 มิลลิเมตร ค. 2.5 มิลลิเมตร</p>	0.67	0.58	0.5
<p>18. Connector เชื่อมต่อสายไฟระหว่าง แผ่นประกบ ด้านล่างกับแบตเตอรี่ มีชื่อเรียกภาษาอังกฤษว่าอะไร</p> <p>ก. XT30 PLUG ข. XT60 PLUG ค. BABANA JACK ง. DEAN PLUG</p>	1	0.67	0.33
<p>19. ขนาดของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดในชุดฝึก อบรมนี้ อยู่ในพิสัยขนาดเท่าใด</p> <p>ก. ขนาด 250 มิลลิเมตร ข. ขนาด 450 มิลลิเมตร ค. ขนาด 500 มิลลิเมตร ง. ขนาด 700 มิลลิเมตร</p>	0.67	0.67	0.33
<p>20. แหล่งจ่ายไฟ ของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดใน ชุดฝึกอบรมนี้ เป็นชนิดใด</p> <p>ก. NiCd ข. NiMh ค. Litium-ion ง. Litium-Polymer</p>	1	0.67	0.33
<p>21. Connector เชื่อมต่อสายไฟระหว่างชุดควบคุม ความเร็วมอเตอร์ทั้ง 4 ตัว มีชื่อเรียกภาษาอังกฤษว่า อะไร</p> <p>ก. XT30 PLUG ข. XT60 PLUG ค. BABANA JACK ง. DEAN PLUG</p>	1	0.33	0.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย(P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
22. บอร์ดควบคุมการbinใช้ไฟเลี้ยงวงจรที่โวลต์ ก. 3.3โวลต์ ข. 5โวลต์ ค. 9โวลต์ ง. 12โวลต์	1	0.67	0.33
23. ภาครับสัญญาณสื่อสารกับชุดควบคุมความเร็ว มอเตอร์ ด้วยสัญญาณชนิดใด ก. RS-232 ข. I2C ค. TCP/IP ง. PWM	1	0.67	0.33
24. เหตุใดจึงต้องผลักสวิตซ์ทุกตัวไปด้านหลังทุกครั้ง ก่อนเปิดวิทยุ ก. ถ้าไม่ผลักไปด้านหลัง วิทยุบังคับจะทำงานไม่ได้ ข. เป็นกฎเพื่อความปลอดภัย ค. เป็นมารยาทในการใช้วิทยุบังคับ ง. ถูกทุกข้อ	0.67	0.58	0.5
25. หากในการทดลองพบว่ามอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา ผู้เข้าอบรมจะอย่างไรให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา ก. ปรับค่าพารามิเตอร์ ที่วิทยุบังคับ ข. สลับสายไฟแหล่งจ่าย ค. สลับสายไฟมอเตอร์คู่ใดคู่หนึ่ง ง. เปลี่ยนเอามอเตอร์ที่หมุนทวนเข็มนาฬิกาใส่แทน	1	0.67	0.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย(P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
26. ในการทดลองครั้งนี้แผงควบคุมได้รับไฟเลี้ยงจากแหล่งใด ก. Port USB ข. Port I2C ค. Port BEC ง. จากชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์	0.67	0.67	0.33
27. จงบอกชนิดของระบบสื่อสารข้อมูล ระหว่าง CPU กับ Ship Sensor ภายในแผ่นวงจร ก. USB ข. I2C ค. RS-232 ง. PWM	0.67	0.67	0.33
28. ในชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้ หลอด LED เชื่อมต่ออยู่กับขา ที่เท่าใดของไมโครคอนโทรลเลอร์ ก. ขาหมายเลข 9 ข. ขาหมายเลข 19 ค. ขาหมายเลข 4 ง. ขาหมายเลข 14	0.67	0.58	0.5
29. ในการตั้งค่า Tools/Board/ในชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้ผู้อบรมต้องเลือกข้อใด ก. Arduino Uno ข. Arduino Micro ค. Arduino Fio ง. Arduino Mini	0.67	0.58	0.5
30. ในการศึกษาการเขียนโปรแกรม ADUINO ครั้งนี้เป็นการให้ผู้เข้าอบรมทดลองเขียนโปรแกรมอะไร ก. HELLO WORLD ข. ไฟกระพริบ ค. เสียงดนตรี ง. ควบคุมความเร็วมอเตอร์	0.67	0.67	0.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย(P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
31. Microcontroller ของชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสี่ไบพัตนี้ เป็นรุ่นใด ก. ATmega168AU ข. ATmega168PU ค. ATmega328AU ง. ATmega328PU	0.67	0.58	0.5
32. บอร์ดควบคุมการบินในชุดฝึกอบรมนี้ ได้รับไฟเลี้ยงผ่านจุดเชื่อมต่อใด ก. ต่อตรงผ่านแหล่งจ่ายไฟหลัก ข. ต่อผ่านจากชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ ค. ต่อผ่านจากภาครับของชุดรีโมทบังคับ ง. มีชุดจ่ายไฟเลี้ยงบอร์ดควบคุมการบินต่างหากอีกหนึ่งชุด	0.67	0.67	0.33
33. การเข้า MENU SYSTEM SETTING วิद्यุรุ่นนี้ต้องทำอะไร ก. กดปุ่ม MENU ค้าง 3 วินาที ข. กดปุ่ม MENU แล้วเปิดเครื่อง ค. กดปุ่ม MENU พร้อมกับปุ่ม EXIT ค้าง 3 วินาที ง. กดปุ่ม MENU	0.67	0.58	0.5
34. จากภาพที่ 3 ในส่วนของสัญญาณ Input ชุดเชื่อมต่อ Thr จะเชื่อมต่อเข้ากับ ช่องสัญญาณใดของภาครับสัญญาณวิทยุ ก. CH 3 ข. CH 4 ค. CH 5 ง. ไม่มีการเชื่อมต่อ	0.67	0.67	0.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย(P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
35. มอเตอร์แบบไร้แปรงถ่านที่ใช้ในการทดลองมีความเร็วอยู่ที่เท่าไร ก. 380K/v ข. 800K/v ค. 980K/v ง. 2200K/v	0.67	0.58	0.5
36. ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้ ได้พัฒนาโดยมีต้นแบบมาจากบอร์ด ADUINO รุ่นใด ก. ARDUINO Uno ข. ARDUINO Nano ค. ARDUINO Leonardo ง. ARDUINO Filo	1	0.67	0.33
37. จงบอกชนิดของระบบสื่อสารข้อมูล ระหว่าง CPU กับ Ship Sensor ภายในแผ่นวงจร ก. USB ข. I2C ค. RS-232 ง. PWM	0.67	0.67	0.33
38. จงบอกเบอร์ของ Sensor ที่ใช้ในชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้ ก. HMC5883L ข. ADXL345 ค. ITG3200 ง. MPU6050	1	0.58	0.5
39. หากการทดลองนี้กระทำโดยใช้แขน หมายเลขอื่นที่ไม่ใช่เลข 3 จะมีผลเช่นไร ก. มอเตอร์จะร้องเสียงตืด ๆ ข. มอเตอร์จะหมุนคงที่ควบคุมไม่ได้ ค. สามารถใช้ทำการทดลองได้เหมือนแขนเลข 3 ทุกประการ ง. ไม่มีข้อใดถูก	0.67	0.67	0.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย(P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
40. Connector เชื่อมต่อชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ กับตัวมอเตอร์ มีชื่อเรียกภาษาอังกฤษว่าอะไร ก. XT30 PLUG ข. XT60 PLUG ค. BABANA JACK ง. DEAN PLUG	0.67	0.67	0.33



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

ชื่อ.....รหัสนักศึกษา.....ใบงานทดลองที่...1...

นักศึกษาระดับ ปริญญาตรี สาขาวิชา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่าน โดย
เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนัก คะแนน	คะแนน			
		3	2	1	0
1. การปฏิบัติ					
1.1 ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
1.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลอง	3	.....	.....	.....	.....
1.3 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลอง	3	.....	.....	.....	.....
รวมคะแนน	9				
2. ผลงาน					
2.1 ความถูกต้องของชิ้นงาน	3	.....	.....	.....	.....
2.2 บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
2.3 ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
รวมคะแนน	9				
คะแนนรวมทั้งการปฏิบัติงานและผลงาน	18				
คะแนนรวมทั้งหมด	18				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์การให้คะแนน แบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

1. การปฏิบัติงานของใบงานทดลองที่ 1
 - 1.1 ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง
 - 3 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยไม่ถ้าม
 - 2 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยถ้าม
 - 1 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยถ้ามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยไม่ถูกต้อง
 - 1.2 ปฏิบัติตามขั้นตอน
 - 3 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยไม่ถ้าม
 - 2 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยถ้าม
 - 1 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยถ้ามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนไม่ถูกต้อง
 - 1.3 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลอง
 - 3 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด หรือภายในเวลาที่กำหนด
 - 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 30 นาที
 - 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 30 นาที
 - 0 คะแนน เมื่อ การปฏิบัติทดลองไม่สำเร็จ
2. ผลงานของใบงานทดลองที่ 1
 - 2.1 ความถูกต้องของชิ้นงานหลังการประกอบ
 - 3 คะแนน เมื่อ ประกอบชิ้นงานได้ถูกต้อง
 - 2 คะแนน เมื่อ ประกอบชิ้นงาน ได้ถูกต้อง ใกล้เคียง
 - 1 คะแนน ประกอบชิ้นงานได้ถูกต้อง โดยถ้ามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ แสดงผลการทำงาน ไม่ถูกต้อง
 - 2.2 บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง
 - 3 คะแนน เมื่อ บันทึกผลการทดลอง ได้ถูกต้อง
 - 2 คะแนน เมื่อ บันทึกผลการทดลอง ได้ถูกต้อง ใกล้เคียง
 - 1 คะแนน เมื่อ บันทึกผลการทดลอง โดยถ้ามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ บันทึกผลการทดลอง ไม่ถูกต้อง
 - 2.3 ตอบคำถามในใบงานได้ถูกต้อง
 - 3 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง
 - 2 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง ใกล้เคียง
 - 1 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน โดยถ้ามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

ชื่อ.....รหัสนักศึกษา.....ใบงานทดลองที่...2...

นักศึกษาระดับ ปริญญาตรี สาขาวิชา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่าน โดย
เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนัก คะแนน	คะแนน			
		3	2	1	0
1. การปฏิบัติ					
1.1 ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
1.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลอง	3	.....	.....	.....	.....
1.3 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลอง	3	.....	.....	.....	.....
รวมคะแนน	9				
2. ผลงาน					
2.1 สามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์ได้	3	.....	.....	.....	.....
2.2 สามารถเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้	3	.....	.....	.....	.....
2.3 ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
รวมคะแนน	9				
คะแนนรวมทั้งการปฏิบัติงานและผลงาน	18				
คะแนนรวมทั้งหมด	18				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์การให้คะแนน แบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

1. การปฏิบัติงานของใบงานทดลองที่ 2
 - 1.1 ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง
 - 3 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยไม่ถ้าม
 - 2 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยถ้าม
 - 1 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยถ้ามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยไม่ถูกต้อง
 - 1.2 ปฏิบัติตามขั้นตอน
 - 3 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยไม่ถ้าม
 - 2 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยถ้าม
 - 1 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยถ้ามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนไม่ถูกต้อง
 - 1.3 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลอง
 - 3 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด หรือภายในเวลาที่กำหนด
 - 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 30 นาที
 - 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 30 นาที
 - 0 คะแนน เมื่อ การปฏิบัติทดลองไม่สำเร็จ
2. ผลงานของใบงานทดลองที่ 2
 - 2.1 สามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์ได้
 - 3 คะแนน เมื่อ สามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์ได้
 - 2 คะแนน เมื่อ สามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์ได้โดยถ้าม 1 ครั้ง
 - 1 คะแนน เมื่อ สามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์ได้โดยถ้ามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ ไม่สามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์ได้
 - 2.2 สามารถเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้ถูกต้อง
 - 3 คะแนน เมื่อ สามารถเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้ถูกต้อง
 - 2 คะแนน เมื่อ สามารถเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้โดยถ้าม 1 ครั้ง
 - 1 คะแนน เมื่อ สามารถเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้โดยถ้ามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ ไม่สามารถเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้
 - 2.3 ตอบคำถามในใบงานได้ถูกต้อง
 - 3 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง
 - 2 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง ใกล้เคียง
 - 1 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน โดยถ้ามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

ชื่อ.....รหัสนักศึกษา.....ใบงานทดลองที่...3...

นักศึกษาระดับ ปริญญาตรี สาขาวิชา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่าน โดย
เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนัก คะแนน	คะแนน			
		3	2	1	0
1. การปฏิบัติ					
1.1 ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
1.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลอง	3	.....	.....	.....	.....
1.3 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลอง	3	.....	.....	.....	.....
รวมคะแนน	9				
2. ผลงาน					
2.1 ผู้อบรมสามารถติดตั้งโปรแกรม ARDUINO ได้	3	.....	.....	.....	.....
2.2 ผู้อบรมสามารถเขียนโปรแกรมไฟกระพริบได้	3	.....	.....	.....	.....
2.3 ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
รวมคะแนน	9				
คะแนนรวมทั้งการปฏิบัติงานและผลงาน	18				
คะแนนรวมทั้งหมด	18				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์การให้คะแนน แบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

1. การปฏิบัติงานของใบงานทดลองที่ 3

1.1 ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง

- 3 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยไม่ถาม
- 2 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยถาม
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยไม่ถูกต้อง

1.2 ปฏิบัติตามขั้นตอน

- 3 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยไม่ถาม
- 2 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยถาม
- 1 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนไม่ถูกต้อง

1.3 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลอง

- 3 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด หรือภายในเวลาที่กำหนด
- 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 30 นาที
- 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 30 นาที
- 0 คะแนน เมื่อ การปฏิบัติทดลองไม่สำเร็จ

2. ผลงานของใบงานทดลองที่ 3

2.1 สามารถติดตั้งโปรแกรม ARDUINO ได้

- 3 คะแนน เมื่อ สามารถติดตั้งโปรแกรม ARDUINO ได้
- 2 คะแนน เมื่อ สามารถติดตั้งโปรแกรม ARDUINO ได้โดยถาม 1 ครั้ง
- 1 คะแนน เมื่อ สามารถติดตั้งโปรแกรม ARDUINO ได้โดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ ไม่สามารถติดตั้งโปรแกรม ARDUINO ได้

2.2 สามารถเขียนโปรแกรมไฟกระพริบได้ถูกต้อง

- 3 คะแนน เมื่อ สามารถเขียนโปรแกรมไฟกระพริบได้ถูกต้อง
- 2 คะแนน เมื่อ สามารถเขียนโปรแกรมไฟกระพริบได้โดยถาม 1 ครั้ง
- 1 คะแนน เมื่อ สามารถเขียนโปรแกรมไฟกระพริบได้โดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ ไม่สามารถเขียนโปรแกรมไฟกระพริบได้

2.3 ตอบคำถามในใบงานได้ถูกต้อง

- 3 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง
- 2 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง ใกล้เคียง
- 1 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน โดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามไม่ถูกต้อง

แบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

ชื่อ.....รหัสนักศึกษา.....ใบงานทดลองที่...4...

นักศึกษาระดับ ปริญญาตรี สาขาวิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม แขนง อิเล็กทรอนิกส์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่าน โดย
เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนัก คะแนน	คะแนน			
		3	2	1	0
1. การปฏิบัติ					
1.1 ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
1.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลอง	3	.....	.....	.....	.....
1.3 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลอง	3	.....	.....	.....	.....
รวมคะแนน	9				
2. ผลงาน					
2.1 ผู้อบรมสามารถเชื่อมต่อโปรแกรมมัลติวี ได้	3	.....	.....	.....	.....
2.2 ผู้อบรมสามารถปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของ โปรแกรมมัลติวีได้	3	.....	.....	.....	.....
2.3 ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
รวมคะแนน	9				
คะแนนรวมทั้งการปฏิบัติงานและผลงาน	18				
คะแนนรวมทั้งหมด	18				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์การให้คะแนน แบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

1. การปฏิบัติงานของใบงานทดลองที่ 4

1.1 ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง

- 3 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยไม่ถาม
- 2 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยถาม
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยไม่ถูกต้อง

1.2 ปฏิบัติตามขั้นตอน

- 3 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยไม่ถาม
- 2 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยถาม
- 1 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนไม่ถูกต้อง

1.3 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลอง

- 3 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด หรือภายในเวลาที่กำหนด
- 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 30 นาที
- 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 30 นาที
- 0 คะแนน เมื่อ การปฏิบัติทดลองไม่สำเร็จ

2. ผลงานของใบงานทดลองที่ 4

2.1 สามารถเชื่อมต่อโปรแกรม มัลติวี ได้

- 3 คะแนน เมื่อ สามารถเชื่อมต่อโปรแกรมมัลติวี ได้
- 2 คะแนน เมื่อ สามารถเชื่อมต่อโปรแกรมมัลติวี ได้โดยถาม 1 ครั้ง
- 1 คะแนน เมื่อ สามารถเชื่อมต่อโปรแกรมมัลติวี ได้โดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ ไม่สามารถเชื่อมต่อโปรแกรมมัลติวี ได้

2.2 สามารถปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรมมัลติวีได้

- 3 คะแนน เมื่อ สามารถปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรมมัลติวีได้ถูกต้อง
- 2 คะแนน เมื่อ สามารถปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรมมัลติวีได้โดยถาม 1 ครั้ง
- 1 คะแนน เมื่อ สามารถปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรมมัลติวีได้โดยถามมากกว่า 2

ครั้ง

- 0 คะแนน เมื่อ ไม่สามารถปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรมมัลติวีได้

2.3 ตอบคำถามในใบงานได้ถูกต้อง

- 3 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง
- 2 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง ใกล้เคียง
- 1 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน โดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

ชื่อ.....รหัสนักศึกษา.....ใบงานที่ 5

นักศึกษาระดับ ปริญญาตรี สาขาวิชา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมศาสตร์วิศวกรรม ช่างอิเล็กทรอนิกส์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่าน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนัก คะแนน	คะแนน			
		3	2	1	0
1. การปฏิบัติ					
1.1 ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
1.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลอง	3	.....	.....	.....	.....
1.3 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติทดลอง	3	.....	.....	.....	.....
รวมคะแนน	9				
2. ผลงาน					
2.1 ความถูกต้องของชิ้นงาน	3	.....	.....	.....	.....
2.2 สามารถควบคุมเสถียรภาพแบบสปีดได้	3	.....	.....	.....	.....
2.3 ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
รวมคะแนน	9				
คะแนนรวมทั้งการปฏิบัติงานและผลงาน	18				
คะแนนรวมทั้งหมด	18				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์การให้คะแนน แบบสังเกตวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

1. การปฏิบัติงานของใบงานที่5
 - 1.1 ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง
 - 3 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยไม่ถาม
 - 2 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยถาม
 - 1 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องโดยไม่ถูกต้อง
 - 1.2 ปฏิบัติตามขั้นตอน
 - 3 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยไม่ถาม
 - 2 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยถาม
 - 1 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง โดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนไม่ถูกต้อง
 - 1.3 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลอง
 - 3 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด หรือภายในเวลาที่กำหนด
 - 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 30 นาที
 - 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 30 นาที
 - 0 คะแนน เมื่อ การปฏิบัติทดลองไม่สำเร็จ
2. ผลงานของใบงานที่5
 - 2.1 ความถูกต้องของชิ้นงานหลังการประกอบ
 - 3 คะแนน เมื่อ ประกอบชิ้นงานได้ถูกต้อง
 - 2 คะแนน เมื่อ ประกอบชิ้นงาน ได้ถูกต้อง ใกล้เคียง
 - 1 คะแนน ประกอบชิ้นงานได้ถูกต้อง โดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ แสดงผลการทำงาน ไม่ถูกต้อง
 - 2.2 สามารถควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดได้
 - 3 คะแนน เมื่อ สามารถควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดได้ถูกต้อง
 - 2 คะแนน เมื่อ สามารถควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดได้โดยถาม 1 ครั้ง
 - 1 คะแนน เมื่อ สามารถควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดได้โดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ สามารถควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดได้
 - 2.3 ตอบคำถามในใบงานได้ถูกต้อง
 - 3 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง
 - 2 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้อง ใกล้เคียง
 - 1 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงาน โดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
 - 0 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความพึงพอใจ

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้าฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด
โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับข้อมูลและความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ความพึงพอใจของผู้เข้าฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด	พอใจมากที่สุด	พอใจมาก	พอใจปานกลาง	ไม่ค่อยพอใจ	ไม่พอใจเลย
ความพึงพอใจด้านเนื้อหา					
1. เนื้อหาการอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. เนื้อหาใบงานการอบรม	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความพึงพอใจด้านเครื่องมือและอุปกรณ์					
3. เอกสารการอบรม	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. เครื่องมือที่ใช้ในการอบรม	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความพึงพอใจด้านกิจกรรม					
6. การฝึกอบรมภาคทฤษฎี	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. การฝึกอบรมภาคปฏิบัติ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพิ่มเติมต่อ ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสี่ใบพัด

ค.ร.	ใบงานอบรมที่ (คะแนนเต็มใบงานละ 10)				E1			E2		
	ใบงานอบรมที่ 1	ใบงานอบรมที่ 2	ใบงานอบรมที่ 3	ใบงานอบรมที่ 4	รวมคะแนนแบบทดสอบ ระหว่างการทดลอง (40 คะแนน)	รวมคะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภาคปฏิบัติ (72คะแนน)	คะแนนรวม (112 คะแนน)	คะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (40 คะแนน)	คะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภาคปฏิบัติ (18 คะแนน)	คะแนนรวม (58 คะแนน)
1	9	8	8	9	34	54	88	30	12	42
2	8	7	7	9	31	58	89	35	14	49
3	10	7	10	9	36	60	96	32	14	46
4	9	7	9	9	34	61	95	32	13	45
5	8	7	10	10	35	56	91	37	14	51
6	9	7	6	9	31	60	91	38	14	52
7	8	8	10	9	35	58	93	36	13	49
8	6	10	9	9	34	57	91	36	15	51
9	9	7	10	10	36	60	96	37	14	51
10	8	8	8	7	31	60	91	33	15	48
11	7	8	10	9	34	56	90	38	13	51
12	9	8	8	9	34	53	87	32	14	46
รวม					405	693	1098	416	165	581
คะแนนเฉลี่ย					33.75	57.75	91.5	34.67	13.75	48.42
					E1	81.70	E2	83.48		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

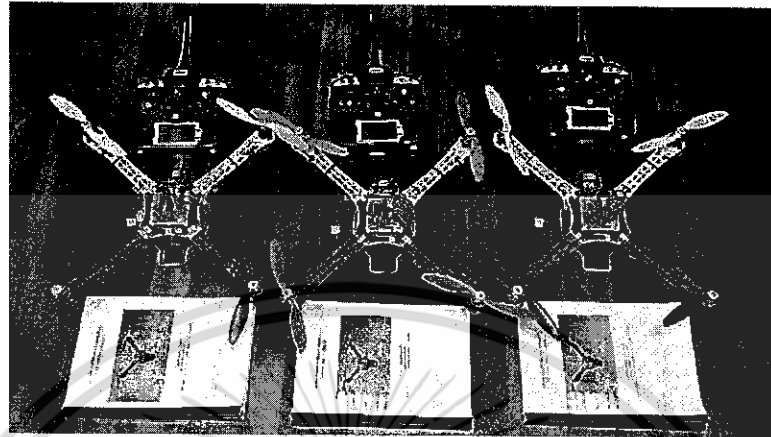


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

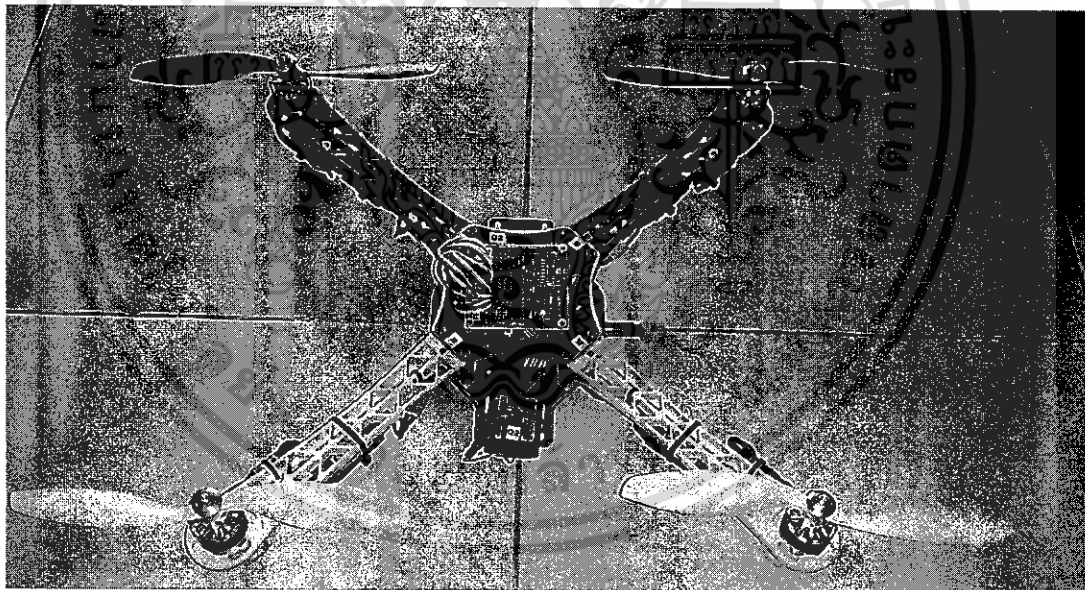


ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

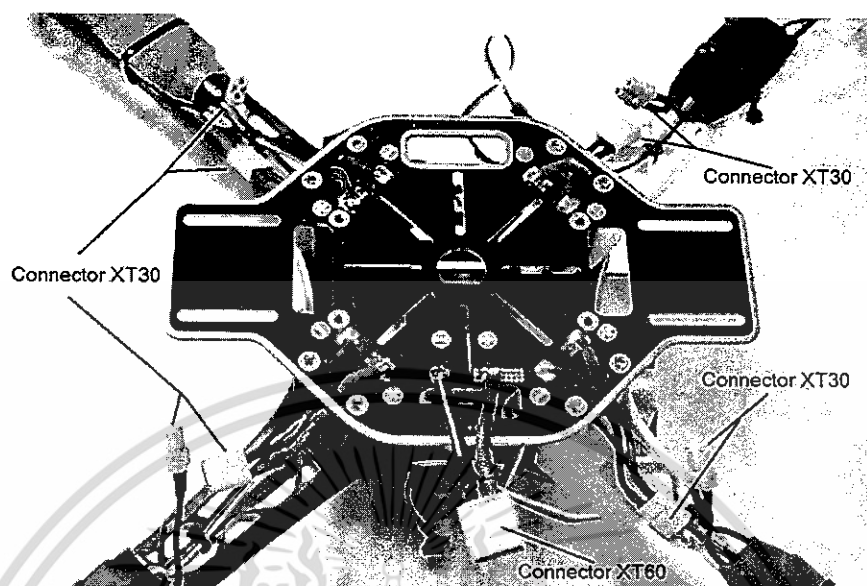


ภาพที่ จ.1 ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด พร้อมเอกสารการอบรม



ภาพที่ จ.2 เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ที่ใช้ในการอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.9 ปลั๊กชนิด XT60 และ XT30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



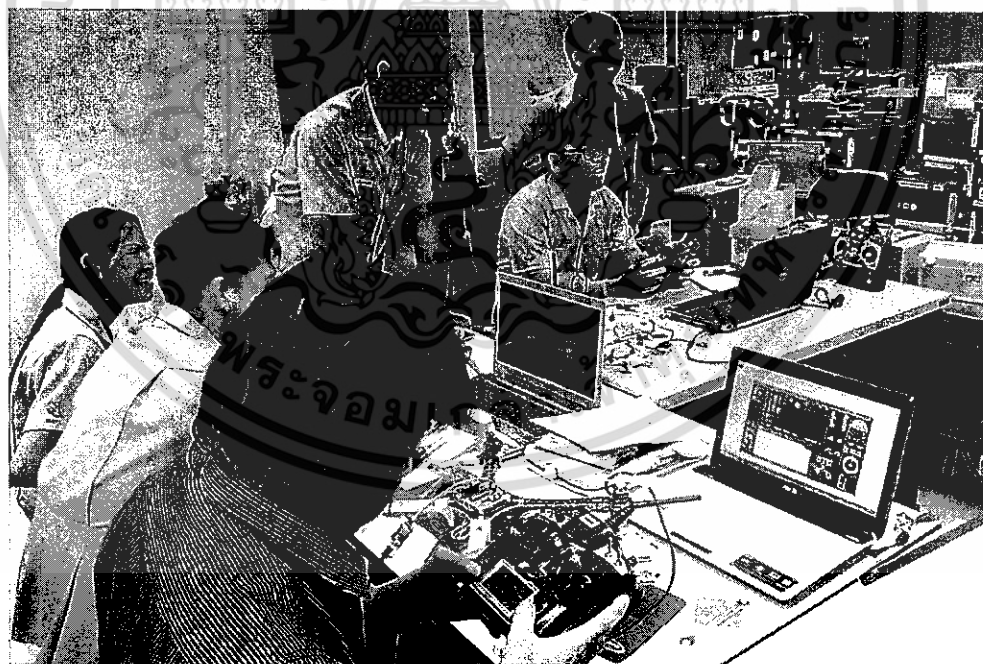
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

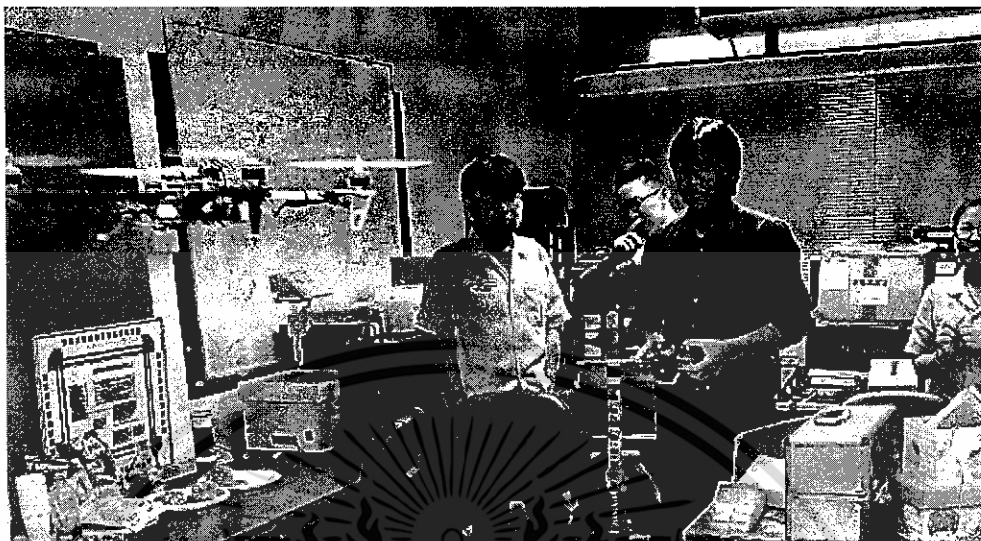


ภาพที่ จ.10 การฝึกอบรมภาคทฤษฎี (1)



ภาพที่ จ.11 การฝึกอบรมภาคทฤษฎี (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

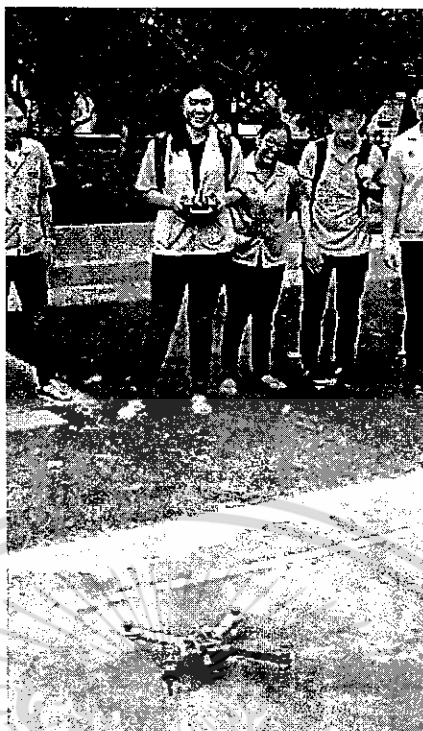


ภาพที่ จ.12 การทดสอบผลงานของผู้เข้ารับการชุดอบรม



ภาพที่ จ.13 การฝึกอบรมภาคปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.14 ผู้เข้ารับการอบรม ฝึกการ ควบคุมการบิน (1)



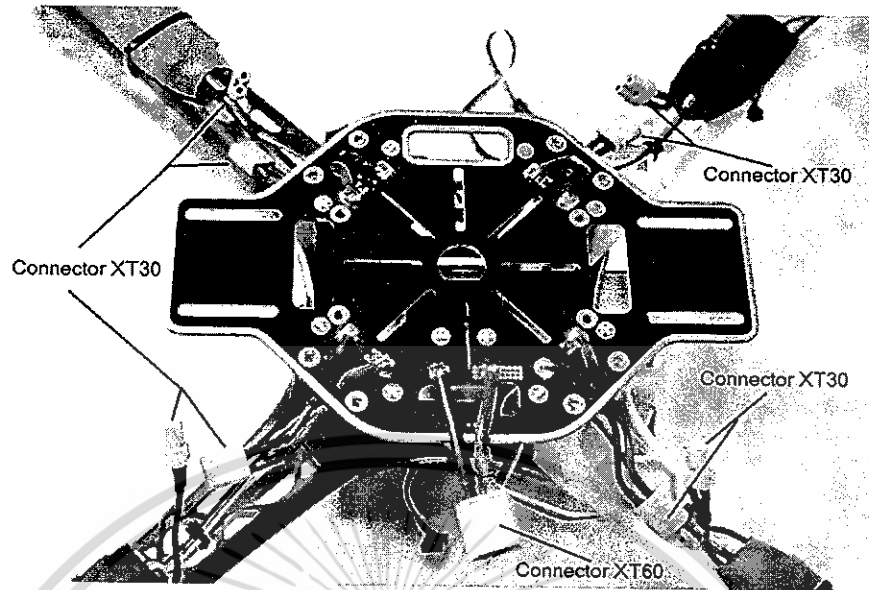
ภาพที่ จ.15 ผู้เข้ารับการอบรม ฝึกการ ควบคุมการบิน (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

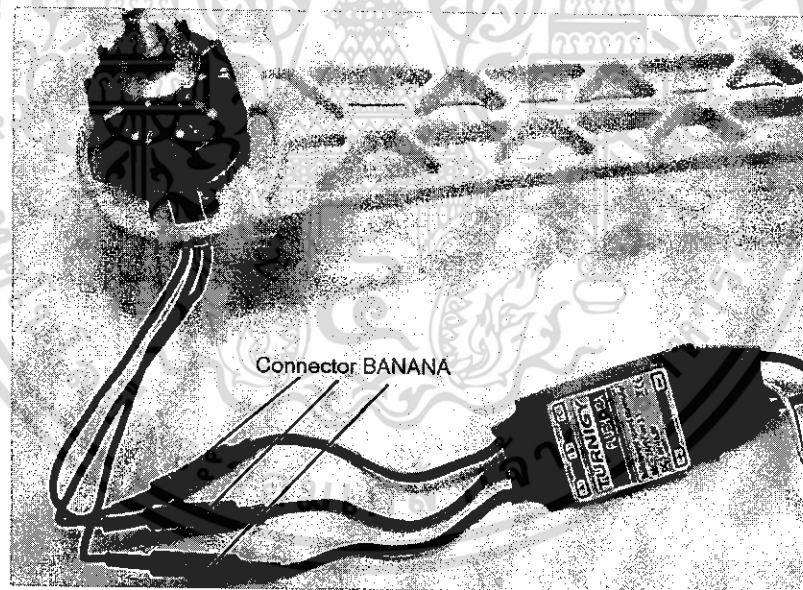


ภาพที่ จ.16 ผู้เข้ารับการอบรม ฝึกการ ควบคุมการบิน (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.1 Connector แบบ XT30 และ XT60



ภาพที่ 1.2 Connector แบบ BANANA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการอบรมที่ 1

เรื่องการสร้างลำตัวเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ผู้เข้าอบรมสามารถใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับประกอบชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดได้
2. ผู้เข้าอบรมสามารถประกอบชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดได้อย่างถูกต้อง
3. ผู้เข้าอบรมสามารถอธิบายถึงจุดเชื่อมต่อในส่วนต่างๆของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดได้

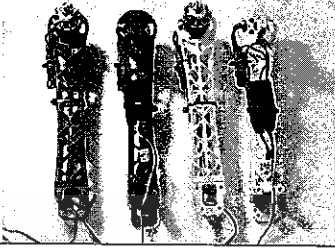
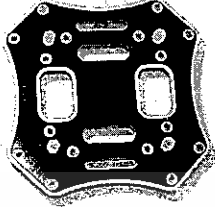
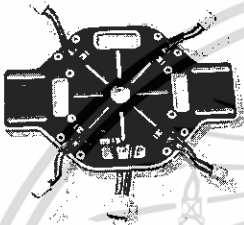
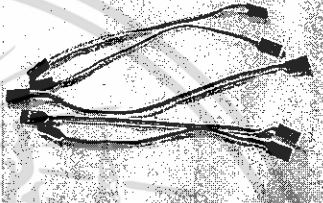


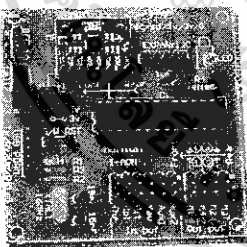

ทฤษฎีเบื้องต้น

การประกอบลำตัวเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดให้ถูกต้องนั้นเป็นสิ่งสำคัญเพราะเนื่องจากได้เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังสามารถป้องกันอันตรายจากการประกอบอย่างผิดวิธี การใช้เครื่องมือที่ถูกต้องและเหมาะสม จะสามารถลดเวลาการประกอบลง ทั้งยังป้องกันไม่ให้อุปกรณ์และตัวชุดฝึกเสียหายจากประกอบ และการตรวจสอบหลังการประกอบเป็นสิ่งสำคัญเช่นกัน เพราะหากมีข้อผิดพลาดจากการประกอบอาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุในขั้นตอนการควบคุมการบิน ดังนั้นหลังประกอบเสร็จผู้เข้าอบรมต้องตรวจสอบความถูกต้องจนแน่ใจว่าไม่มีส่วนใดผิดพลาด

ลำตัวเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้จัดอยู่ในขนาดพิภักต์ความยาวที่ 450 มิลลิเมตร ใช้มอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน พร้อมชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ 4ชุด ระบบสายไฟเชื่อมโยงใช้สายไฟแบบซิลิโคนเนื่องจ่ายจ่ายกระแสได้สูงกว่าสายไฟทั่วไปเมื่อเทียบกับขนาดที่เท่ากัน มีคุณสมบัติยืดหยุ่นตัดคดงอได้ดี ใช้Connectorแบบ X60 ในการเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลัก Litium-Polymer ขนาด 3เซลล์ 11.1โวลต์ เชื่อมต่อไฟเลี้ยงหลักเข้ากับชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ ด้วย Connector XT30 แยกอิสระทั้ง4 ตัว ทั้งนี้เนื่องจาก Connector แบบXT60และXT30 นั้นมีความปลอดภัยสามารถป้องกันการต่อสายผิดขั้วได้ ดังภาพที่ 1.1 และ Connector ที่เชื่อมต่อระหว่างชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์กับมอเตอร์เป็นแบบ BANANA แจ็ค ดังภาพที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์การอบรม

<p>แขน 4 แขน 1,2,3และ4</p> 	<p>แผ่นประกบด้านบน 1ชิ้น</p> 
<p>แผ่นประกบด้านล่าง 1ชิ้น</p> 	<p>สายไฟเชื่อมต่อสัญญาณ 5เส้น</p> 
<p>สกรู M2.5X6X24 มิลลิเมตร 24ตัว</p> 	<p>สกรูพลาสติก M2.5X6X24 มิลลิเมตร 4ตัว</p> 
<p>แผงวงจรควบคุม 1ชิ้น</p> 	<p>ไขควงหกเหลี่ยม 2.0 มิลลิเมตร 1ชิ้น</p> 

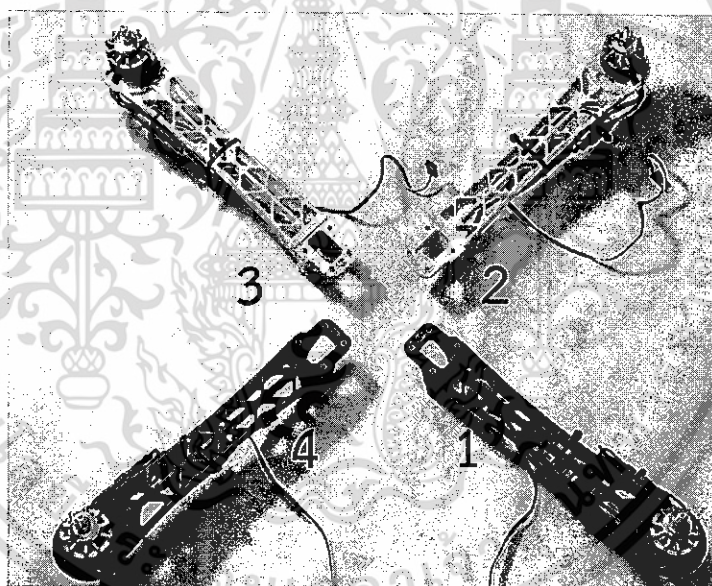
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดประกอบด้วย

- แขนเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด หมายเลขที่ 1, 2, 3 และ 4
- แผ่นประกบด้านบน 1 ชิ้น
- แผ่นประกบด้านล่าง 1 ชิ้น
- สายไฟเชื่อมต่อสัญญาณ 5 เส้น
- สกรู M2.5X6X24 มิลลิเมตร 24 ตัว
- สกรูพลาสติก M2.5X6X24 มิลลิเมตร 4 ตัว
- แผงวงจรควบคุม
- ไช้คองทกเหลี่ยม 2.0 มิลลิเมตร
- ไช้คองสี่แฉก

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

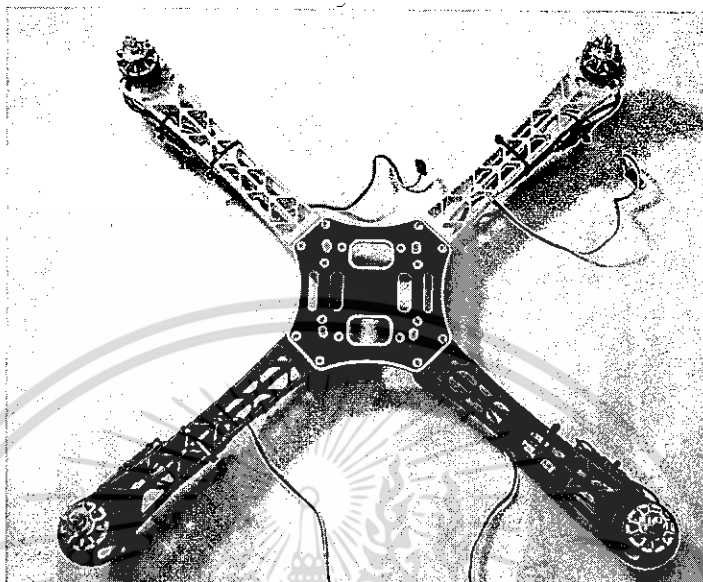
1. วางตำแหน่งแขนของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ดังภาพที่ 1.3 โดยที่แขนของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด แต่ละข้างจะมีหมายเลขระบุไว้ 1 ถึง 4



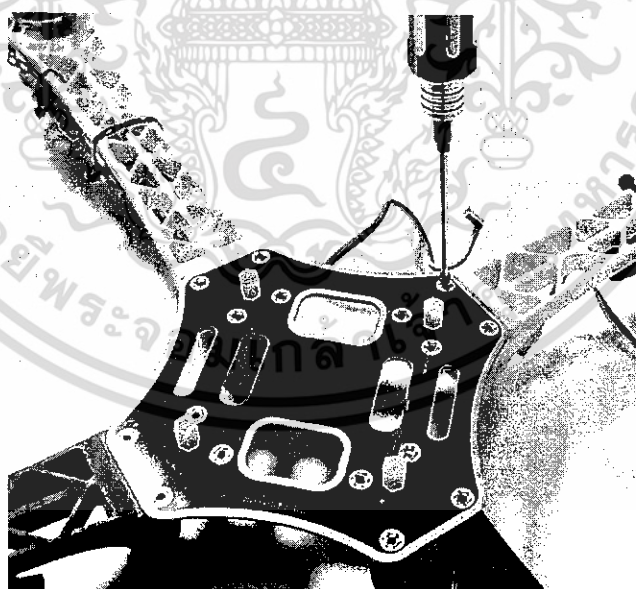
ภาพที่ 1.3 แสดงวางตำแหน่งแขนของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำแผ่นประกบด้านบนมาวางทับแกนทั้ง 4 โดยให้ช่องยึดสกรูตรงกันดังภาพที่ 1.4 และยึดสกรูทุกตัวดังภาพที่ 1.5 และภาพที่ 1.6

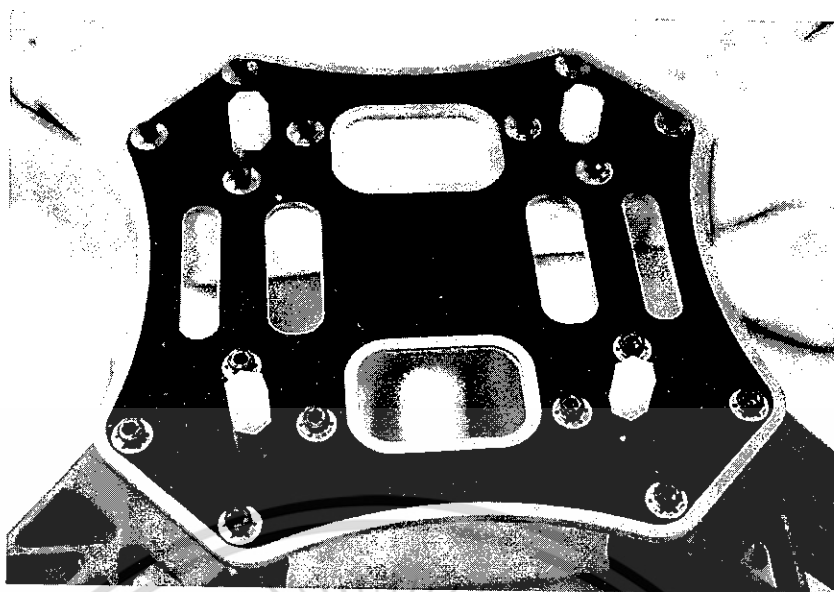


ภาพที่ 1.4 แสดงภาพ การวางตำแหน่ง แกนทั้ง 4



ภาพที่ 1.5 แสดงภาพ การยึดสกรูแกนทั้ง 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



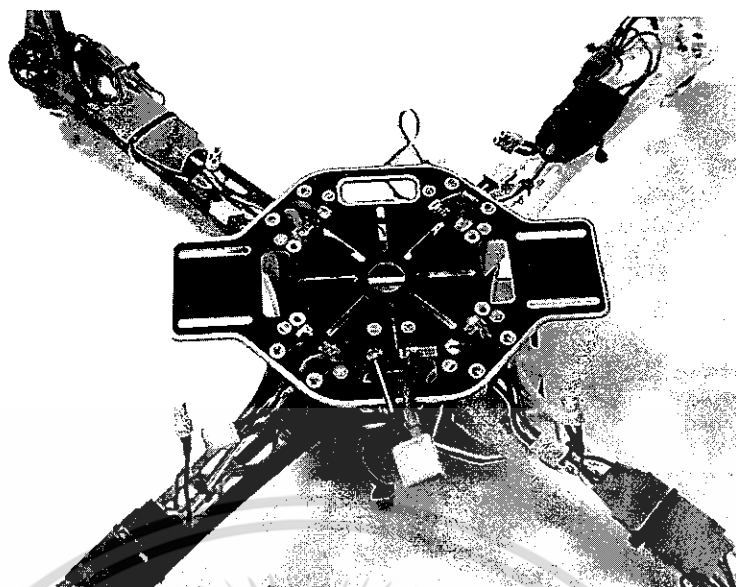
ภาพที่ 1.6 แสดงภาพ การยึดสกรูแขนทั้ง 4

3. พลิกด้านหลังของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ดังภาพที่ 1.7
นำแผ่นประกบด้านล่างมาวางทับ โดยให้ช่องยึดสกรูตรงกันดังภาพที่ 1.8
และยึดสกรูทุกตัวดังภาพที่ 1.9

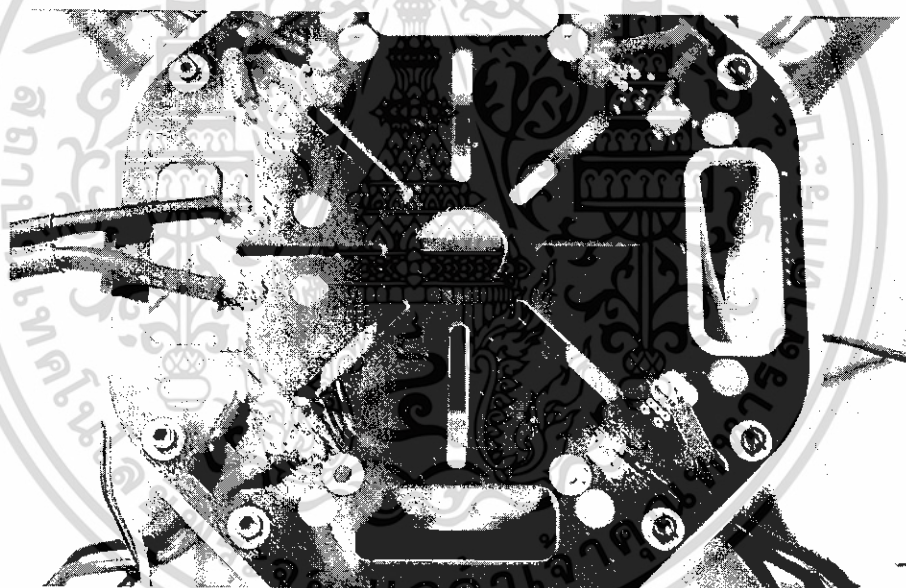


ภาพที่ 1.7 แสดงภาพด้านหลังของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.8 แสดงภาพด้านหลังของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด



ภาพที่ 1.9 แสดงภาพด้านหลังของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

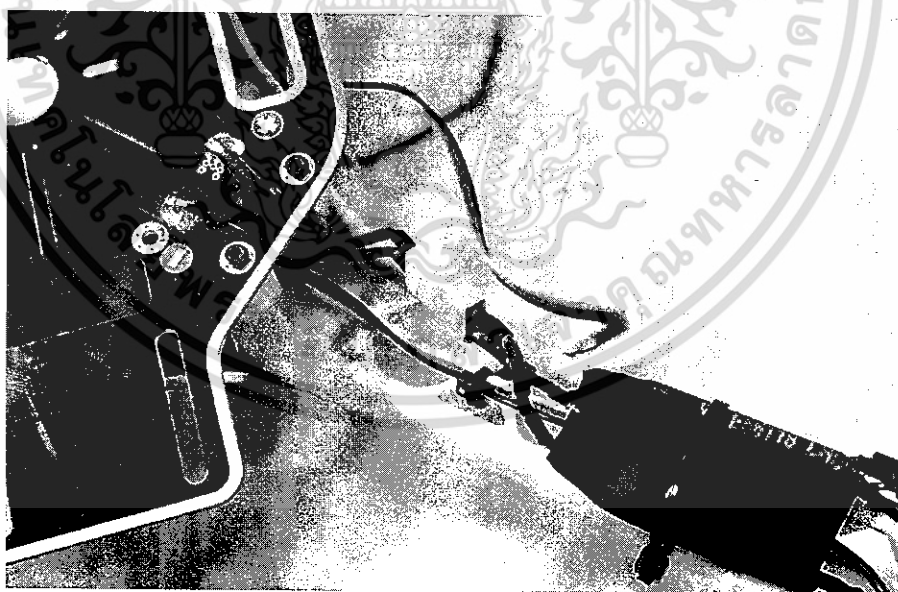
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เชื่อมต่อหัวต่อ XT30 เพื่อเชื่อมต่อสายไฟระหว่างชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ทั้ง 4 ตัว กับแผ่นประกบด้านล่าง

- ภาพที่ 1.10 แสดงสายไฟระหว่างชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ ที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อ
- ภาพที่ 1.11 แสดงสายไฟระหว่างชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ ที่เชื่อมต่อแล้ว



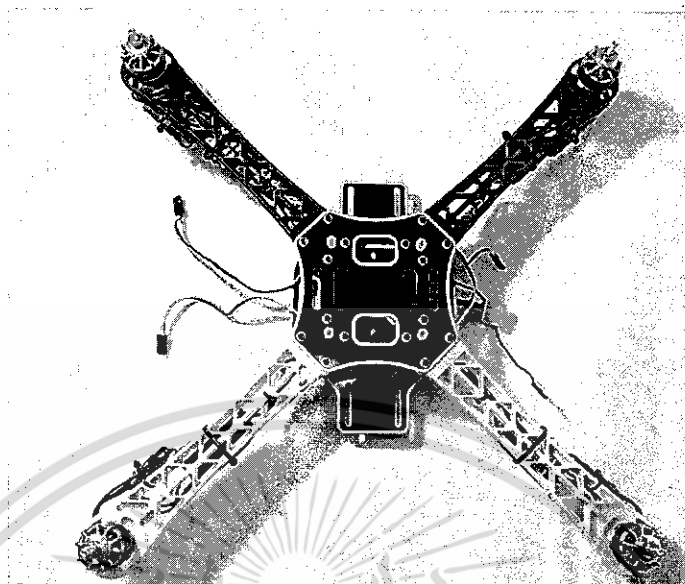
ภาพที่ 1.10 แสดงสายไฟระหว่างชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ ที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อ



ภาพที่ 1.11 แสดงสายไฟระหว่างชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ ที่เชื่อมต่อแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. พลิกลำตัวของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดขึ้นมดั่งภาพที่ 1.12



ภาพที่ 1.12 แสดงภาพ ลำตัวของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด

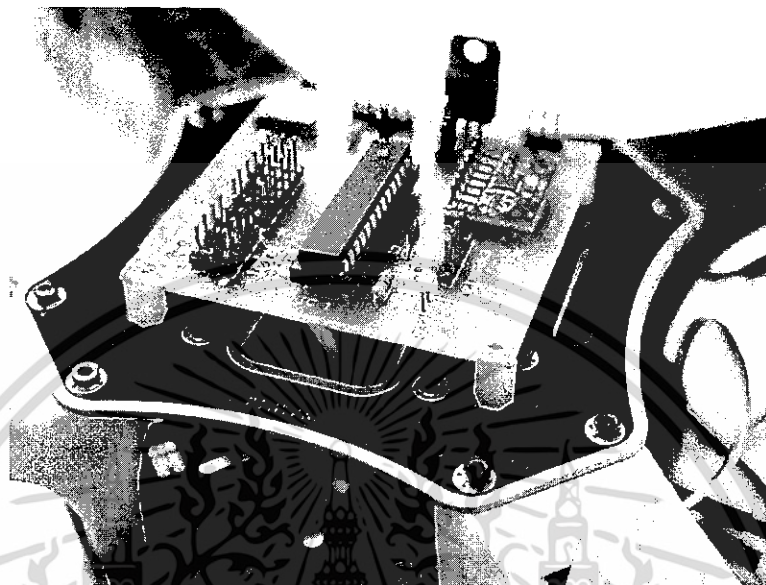
6. ยึดบอร์ดควบคุมการบิน ด้วยสกรูพลาสติกโดยมีจุดยึดสกรู ดังภาพที่ 1.13



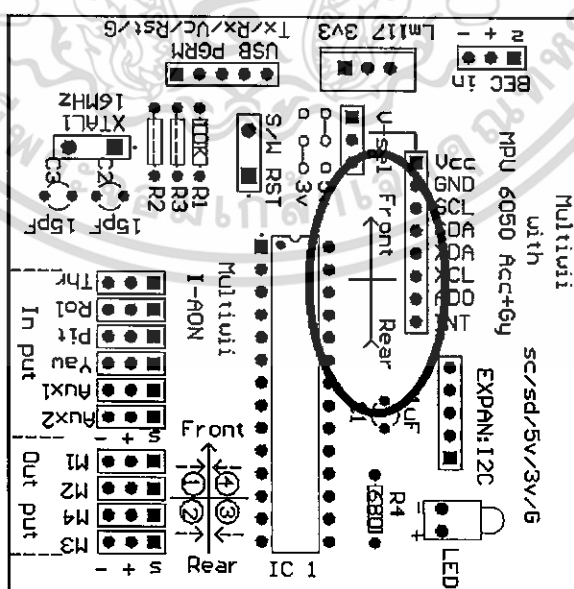
ภาพที่ 1.13 แสดงภาพ ตำแหน่งยึดบอร์ดควบคุมการบิน ด้วยสกรูพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. นำบอร์ดควบคุมการบิน วางบนจุดยึดที่เป็นพลาสติกดังภาพที่ 1.14 และยึดจุดยึดด้วย สกรูพลาสติก 4 ตัว โดยหันทิศทางของแผ่นวงจรควบคุมให้ถูกต้อง โดยสังเกตจากสัญลักษณ์ ของ ลูกศรในแผ่นวงจรควบคุมซึ่งจะชี้ไปทิศทางด้านหน้าเสมอ ดังภาพที่ 1.15



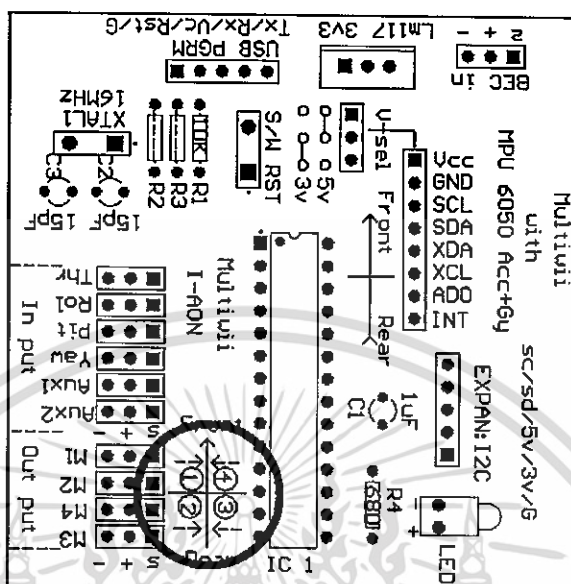
ภาพที่ 1.14 ตำแหน่งวางบอร์ดควบคุมการบิน



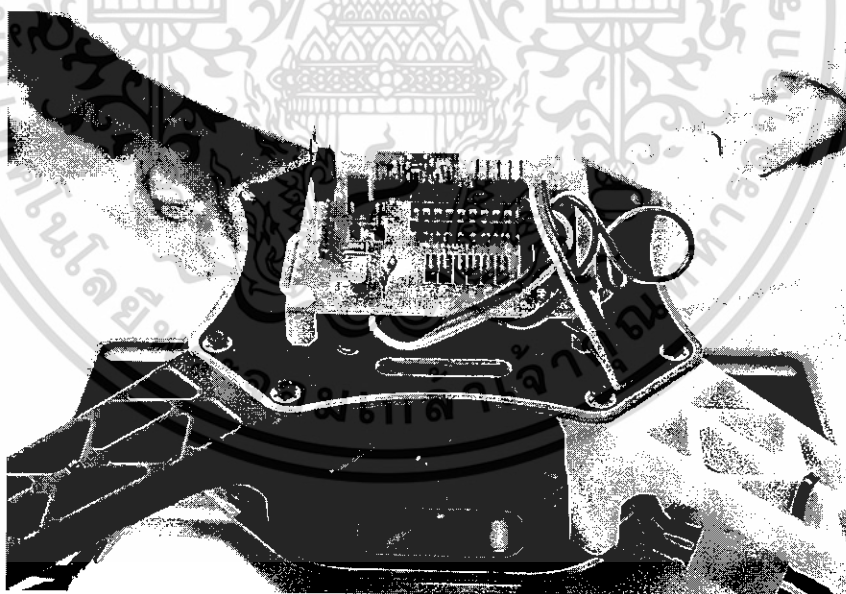
ภาพที่ 1.15 แสดงทิศทางด้านหน้าของของบอร์ดควบคุมการบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เชื่อมต่อสายจาก สัญญาณ จากชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ มาต่อที่ตำแหน่งของแขนตาม หมายเลขที่ระบุไว้ในแผ่นวงจรควบคุม ดังแสดงในภาพที่ 1.16 และภาพที่ 1.17



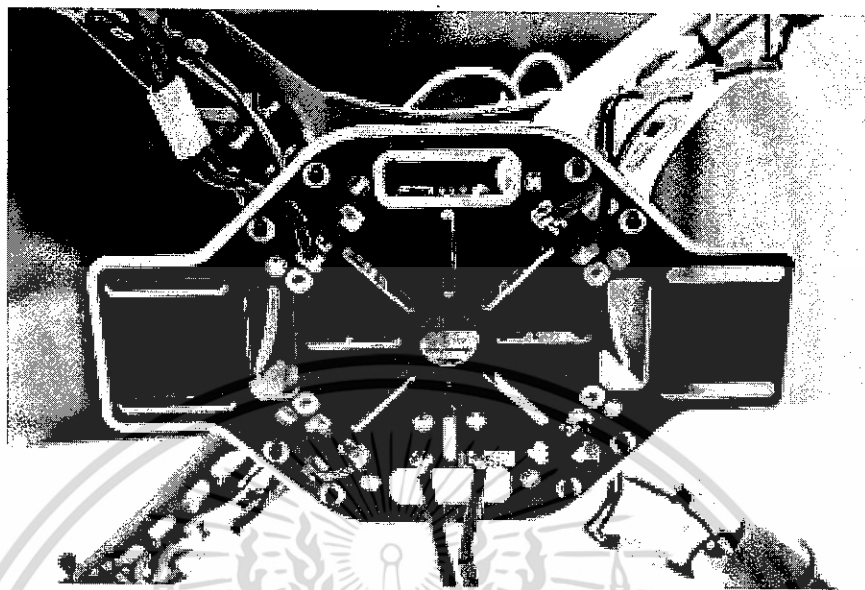
ภาพที่ 1.16 แสดงตำแหน่งการจิวางมอเตอร์



ภาพที่ 1.17 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อสายสัญญาณ

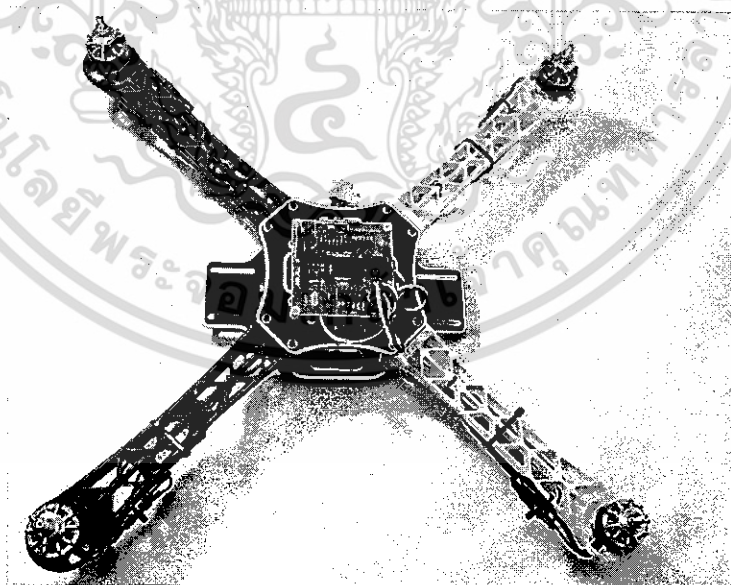
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ตรวจสอบเช็คสายไฟ สายสัญญาณ อีกครั้งตั้ง ภาพที่ 1.18



ภาพที่ 1.18

10. ได้ลำตัวเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดที่ใช้ในชุดฝึกอบรม ดังภาพที่ 1.19



ภาพที่ 1.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบใบงานการอบรมที่ 1

คำชี้แจง : ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เลือกข้อที่ถูกที่สุด และให้ใช้เวลาในการทำ 20 นาที

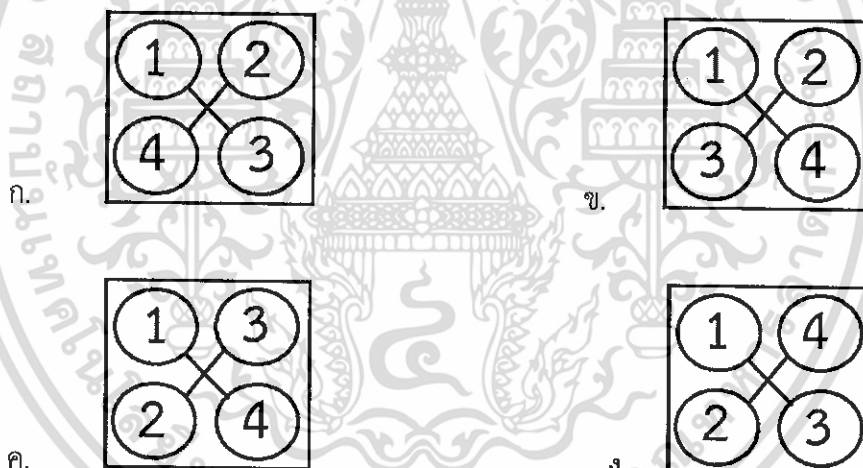
1. ข้อใดคือขนาดที่ถูกต้องของไขควงหกเหลี่ยมที่ใช้ในใบงานครั้งนี้

- ก. 10 มิลลิเมตร ข. 15 มิลลิเมตร
ค. 20 มิลลิเมตร ง. 25 มิลลิเมตร

2. แหล่งจ่ายไฟ ของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดในชุดฝึกอบรมนี้ เป็นชนิดใด

- ก. NiCd ข. NiMh
 ค. Litium-ion ง. Litium-Polymer

3. จงบอกการวางตำแหน่ง มอเตอร์ของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้



4. ขนาดของเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดในชุดฝึกอบรมนี้ อยู่ในพิสัยขนาดเท่าใด

- ก. ขนาด 250 มิลลิเมตร ข. ขนาด 450 มิลลิเมตร
 ค. ขนาด 500 มิลลิเมตร ง. ขนาด 700 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Connector เชื่อมต่อไฟเลี้ยงให้ ชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ มีชื่อเรียกภาษาอังกฤษว่าอะไร

ก. XT30 PLUG ข. XT60 PLUG

ค. BABANA JACK ง. DEAN PLUG

6. Connector เชื่อมต่อสายไฟระหว่าง แผ่นประกบด้านล่างกับแบตเตอรี่ มีชื่อเรียกภาษาอังกฤษว่าอะไร

ก. XT30 PLUG ข. XT60 PLUG

ค. BABANA JACK ง. DEAN PLUG

7. Connector เชื่อมต่อชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ กับตัวมอเตอร์ มีชื่อเรียกภาษาอังกฤษว่าอะไร

ก. XT30 PLUG ข. XT60 PLUG

ค. BABANA JACK ง. DEAN PLUG

8. ปัจจัยหลักที่สายไฟที่ใช้ในชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสี่โพลนี้ จึงใช้สายไฟแบบซิลิโคน

ก. ทนความร้อนได้ดีกว่าสายไฟทั่วไปที่ขนาดเท่ากัน และมีความยืดหยุ่นตัวของสายไฟได้ดี

ข. สามารถทนแรงดันได้สูงกว่าสายไฟทั่วไปที่ขนาดเท่ากัน และมีความยืดหยุ่นตัวของสายไฟได้ดี

ค. จ่ายกระแสได้สูง สูงกว่าสายไฟทั่วไปที่ขนาดเท่ากัน และมีความยืดหยุ่นตัวของสายไฟได้ดี

ง. สามารถตอบสนองความถี่ที่สูงได้ดีกว่าสายไฟทั่วไปที่ขนาดเท่ากัน และมีความยืดหยุ่นตัวของสายไฟได้ดี

9. แผงวงจรควบคุมการbinใช้ไฟเลี้ยงวงจรก็โวลต์

ก. 3.3 โวลต์

ข. 5 โวลต์

ค. 9 โวลต์

ง. 12 โวลต์

10. แผงวงจรควบคุมการbinในชุดฝึกอบรมนี้ ได้รับไฟเลี้ยง ผ่านจุดเชื่อมต่อใด

ก. ต่อตรงผ่านแหล่งจ่ายไฟหลัก

ข. ต่อผ่านจากชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์

ค. ต่อผ่านจากภาครับของชุดรีโมทบังคับ

ง. มีชุดจ่ายไฟเลี้ยงแผงวงจรควบคุมการbinต่างหากอีกหนึ่งชุด

ใบงานการอบรมที่ 3

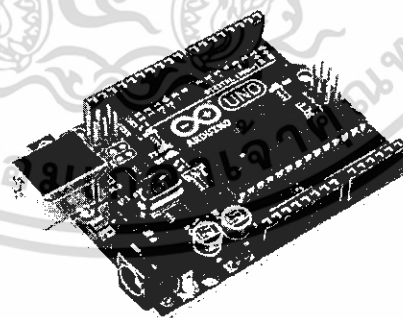
เรื่องการเชื่อมต่อโปรแกรม ARDUINO กับ ชุดควบคุมการบิน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เข้าอบรม อธิบายคุณสมบัติของโปรแกรม ARDUINO
2. เพื่อให้ผู้เข้าอบรมสามารถ ติดตั้งโปรแกรม ADUINO ได้
3. เพื่อให้ผู้เข้าอบรมสามารถเขียนโปรแกรม ARDUINO ในระดับเบื้องต้นได้

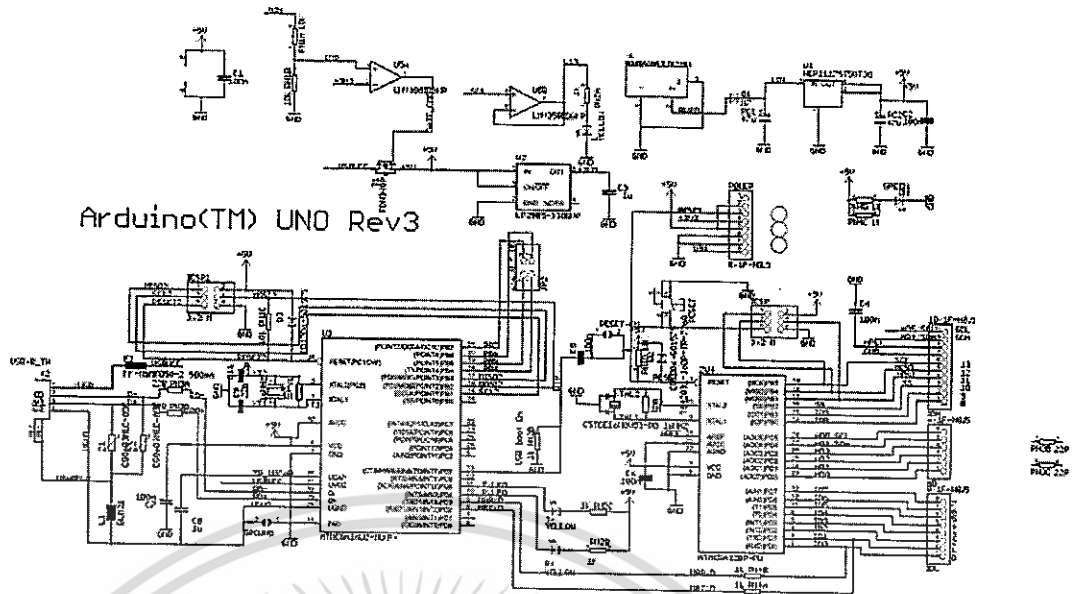
ทฤษฎีเบื้องต้น

ในปี ค.ศ. 2005 ARDUINO ถือกำเนิดขึ้นครั้งแรกโดยเป็นโครงการของนักศึกษาแห่งสถาบัน Interaction Design Institute Ivrea ในประเทศอิตาลี ในช่วงแรกถูกออกแบบให้ใช้กับโปรแกรม BASIC Stamp และมีต้นทุนสูง ต่อมาได้มีผู้พัฒนาอย่างต่อเนื่องเป็นผลให้ ARDUINO เป็น Open Source ที่ราคาถูกลงมากในปัจจุบัน ในส่วนของ Hardware ดังภาพที่ 3.1 จะนิยมใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR โดยมี I/O Port Analog และ Port Digital และสามารถติดต่ออุปกรณ์ภายนอกโดยใช้ Bus I2C การโปรแกรม Arduino จะใช้โปรแกรม Compile ของ ARDUINO มีไวยากรณ์ คล้ายโปรแกรมภาษา C+ โดยใช้สาย USB เชื่อมต่อกับ Board Arduino ได้โดยตรงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ภาพที่ 3.2 แสดงวงจรภายในของ บอร์ดทดลอง ARDUINO UNO R3



ภาพที่ 3.1 บอร์ดทดลอง ARDUINO UNO R3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 วงจรภายในของ Aduino UNO R3

ARDUINO คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ชนิดหนึ่งซึ่งเป็นแบบที่เรียกว่า Open Hardware กล่าวคือ ARDUINO อุปกรณ์ที่มีแบบส่วนประกอบเป็นมาตรฐานที่เปิดเผย หมายความว่าเราสามารถทำเองได้โดยใช้แบบที่มีการเปิดเผยทั่วไป หรือหาซื้อได้ง่าย ราคาถูก มีโปรแกรมให้ใช้งานได้ฟรี มีตัวอย่างมากมาย และไม่ต้องเขียนโปรแกรมในรูปแบบ Low Level หมายความว่า เราสามารถเขียนคำสั่งโปรแกรมได้เหมือนภาษาชั้นสูงทั่วไป ดังภาพที่ 3.3

```

Blink | Arduino 1.0.6
File Edit Sketch Tools Help
Blink
By Scott Fitzgerald
..

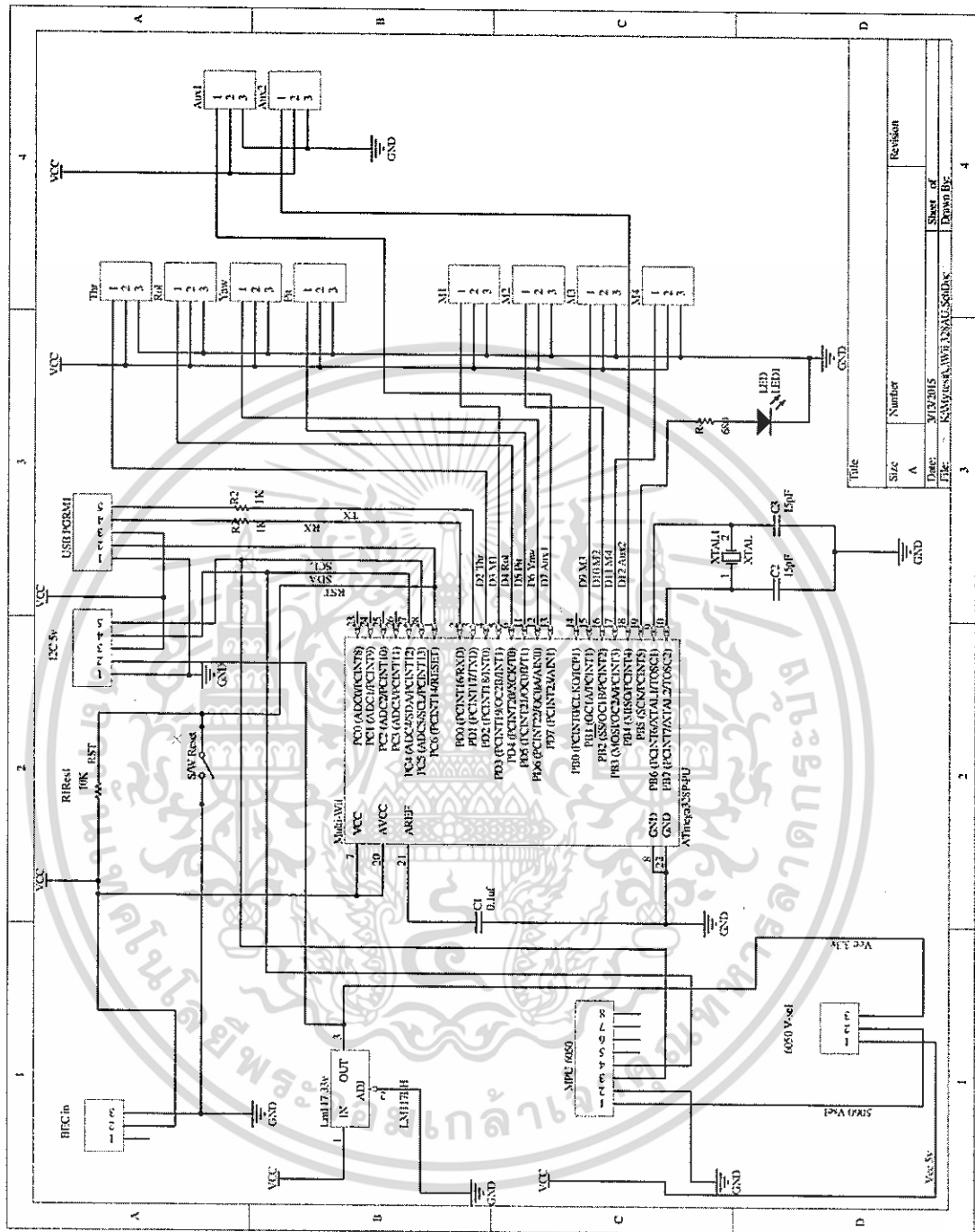
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin 13 as an output.
  pinMode(13, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);           // wait for a second
}
    
```

ภาพที่ 3.3 โปรแกรม ARDUINO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรที่ใช้แผนควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสไลด์ ดึงภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 วงจรบอร์ดควบคุมการบิน

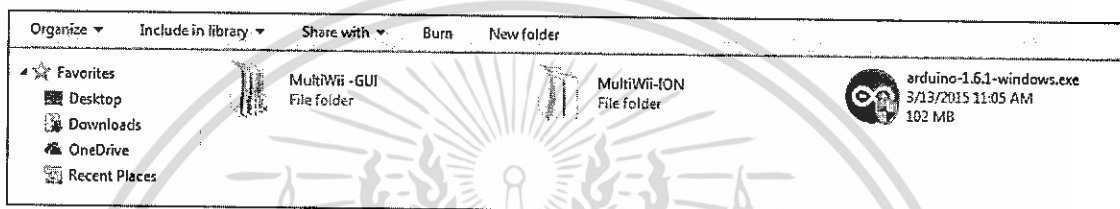
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ที่ประกอบเสร็จจากใบงานที่ 1
2. วงจรแปลง USB เป็น UART
3. สาย Mini USB
4. โปรแกรม ARDUINO
5. แผ่น CD-ROM ที่บรรจุโปรแกรมรวม

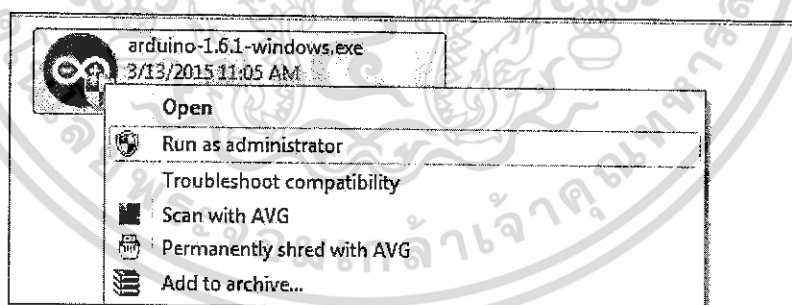
ลำดับขั้นตอนการทดลอง

ผู้เข้าอบรมจะได้รับ แผ่น CD-ROM ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 เพิ่มข้อมูลในแผ่น CD-ROM

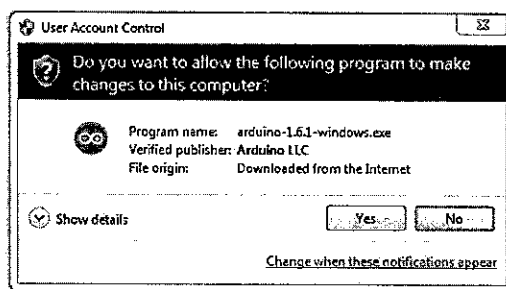
1. ให้ผู้เข้าอบรมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO โดย
 - 1.1 คลิกขวาที่โปรแกรม Arduino-1.6.1-windows.exe
 - 1.2 เลือก Run as administrator ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 แสดงโปรแกรม Arduino-1.6.1-windows.exe ที่จะติดตั้ง

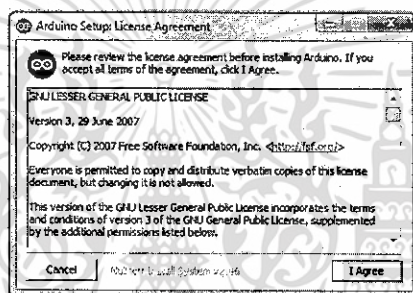
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 จะปรากฏ ภาพที่ 3.7 ให้ตอบ Yes



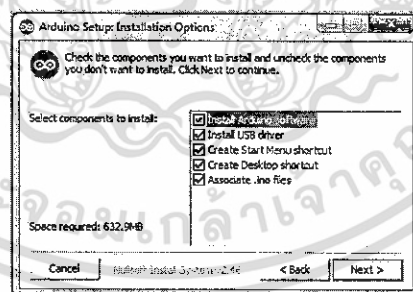
ภาพที่ 3.7 ให้ตอบ Yes

1.4 จะปรากฏ ภาพที่ 3.8 ให้ตอบ I Agree.



ภาพที่ 3.8 ให้ตอบ I Agree.

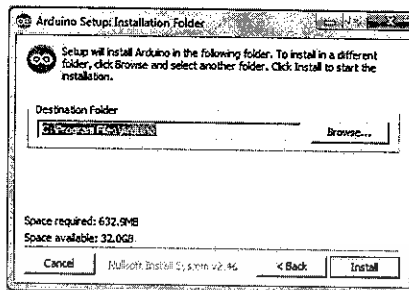
1.5 จะปรากฏ ภาพที่ 3.9 ให้เลือก Next>



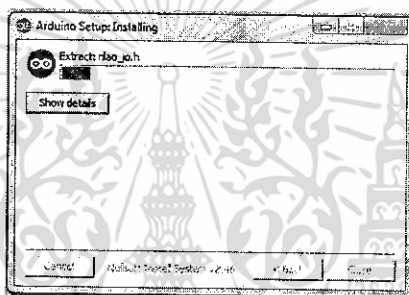
ภาพที่ 3.9 ให้เลือก Next>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 จะปรากฏ ภาพที่ 3.10 ให้เลือก Install. โปรแกรมจะเริ่มดำเนินการติดตั้ง ดัง
ภาพที่ 3.11

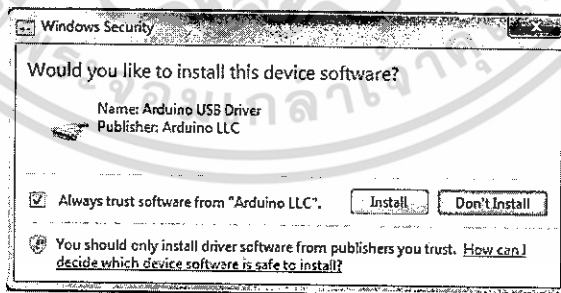


ภาพที่ 3.10 ให้เลือก Install



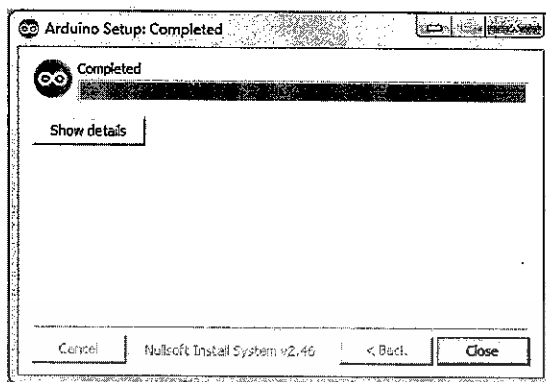
ภาพที่ 3.11 ขณะโปรแกรมกำลังติดตั้ง

1.7 ขณะติดตั้ง โปรแกรมจะถามให้ลง Driver อื่นๆ ให้เลือก Always ในกล่อง
สี่เหลี่ยม แล้วเลือก Install ดังภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 เลือก Install

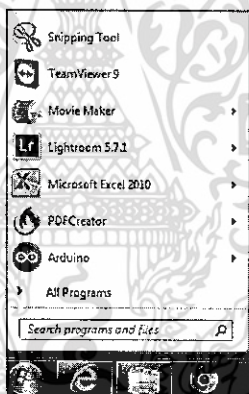
1.8 เมื่อติดตั้งโปรแกรมได้เสร็จ จะปรากฏดังภาพที่ 3.13 เลือก Close.



ภาพที่ 3.13 เลือก Close

2. MENU การใช้งานโปรแกรม ADUINO

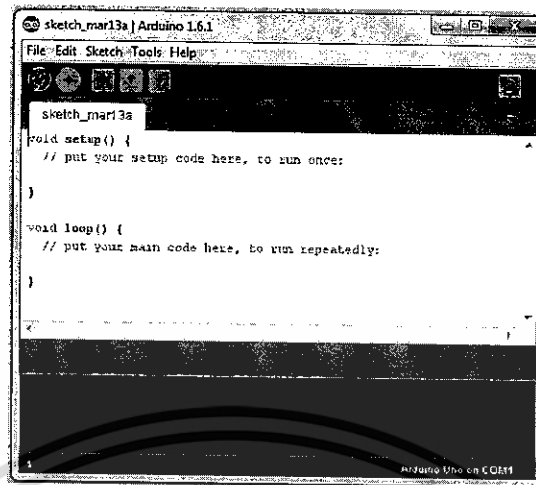
2.1 ให้ผู้เข้าอบรมคลิกเลือก ICON  จาก Start Menu. ดังภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 เลือก Icon จาก Start Menu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 จะปรากฏดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 แสดงหน้าโปรแกรม ARDUINO

2.2.1 Menu File

File	Edit	Sketch	Tools	Help
New				Ctrl+N
Open...				Ctrl+O
Sketchbook				
Examples				
Close				Ctrl+W
Save				Ctrl+S
Save As...				Ctrl+Shift+S
Upload				Ctrl+U
Upload Using Programmer				Ctrl+Shift+U
Page Setup				Ctrl+Shift+P
Print				Ctrl+P
Preferences				Ctrl+Comma
Quit				Ctrl+Q

- New ใช้ในการสร้าง File ขึ้นมาใหม่
- Open ใช้ในการเปิด File ที่สร้างไว้ก่อนแล้ว
- Examples ใช้ในการเปิด File ตัวอย่าง
- Close ใช้ในการปิดโปรแกรม
- Save ใช้ในการบันทึก File
- Save As ใช้ในการบันทึก File ชนิดระบุตำแหน่ง
- Upload ใช้ในการ Upload โปรแกรมไปที่แผงวงจร

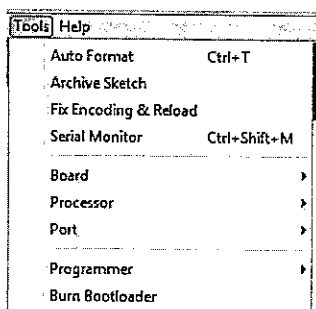
2.2.2 Menu Edit

Edit	Sketch	Tools	Help
Undo			Ctrl+Z
Redo			Ctrl+Y
Cut			Ctrl+X
Copy			Ctrl+C
Copy for Forum			Ctrl+Shift+C
Copy as HTML			Ctrl+Alt+C
Paste			Ctrl+V
Select All			Ctrl+A
Comment/Uncomment			Ctrl+Slash
Increase Indent			Ctrl+Close Bracket
Decrease Indent			Ctrl+Open Bracket
Find...			Ctrl+F
Find Next			Ctrl+G
Find Previous			Ctrl+Shift+G
Use Selection For Find			Ctrl+E

- Undo ใช้ในการยกเลิกการแก้ไข
- Redo ใช้ในการแก้ไขรายการที่ Undo
- Cut ใช้ในการ ตัดข้อความ
- Copy ใช้ในการ คัดลอกข้อความ
- Past ใช้ในการวางข้อความที่ตัด หรือ คัดลอก

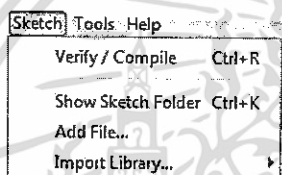
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 Menu Tools



- Board ใช้เลือกชนิดแผงวงจร ให้เลือก Arduino Mini
- Processor ใช้เลือก ไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้เลือก ATmega328
- Port ใช้เลือก Port ในการสื่อสาร
- Programmer ใช้เลือก Driver โปรแกรม Download ให้เลือก USBasp

2.2.3 Menu Sketch

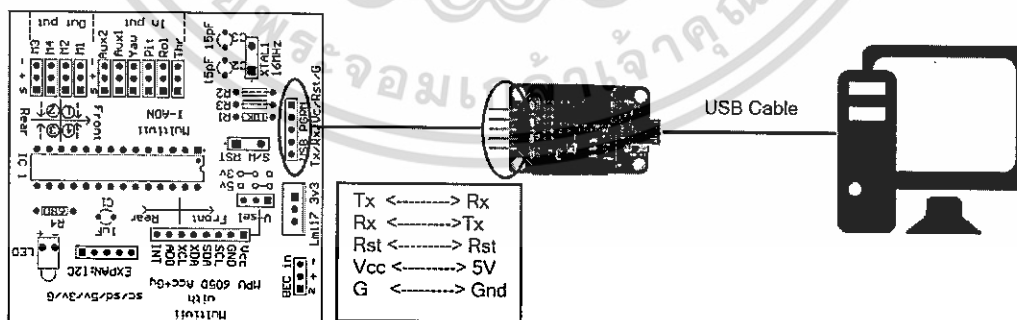


- Verify / Compile ใช้ Compile โปรแกรม

3. การเขียนโปรแกรมด้วย ARDUINO

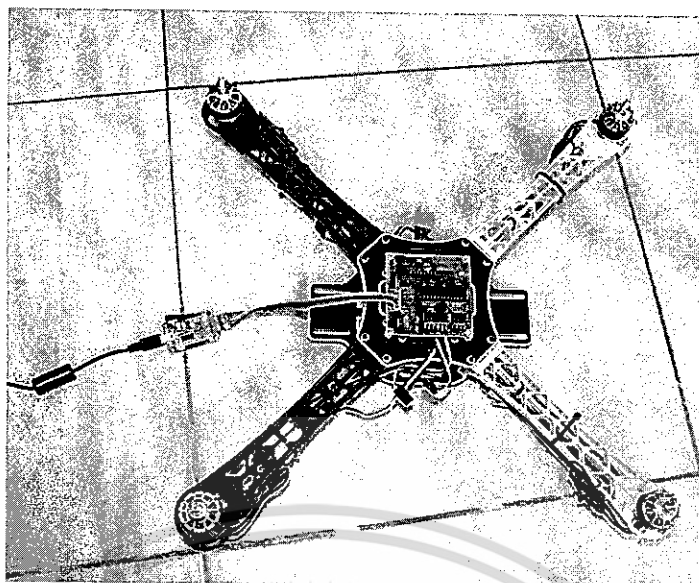
3.1 ก่อนทำการทดลอง ให้ถอดสายออกจากแผ่นควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ออกทุกเส้น และห้ามใส่ใบพัดเด็ดขาด

3.2 ต่อสาย USB จากคอมพิวเตอร์ เข้าวงแผงวงจร USB to UART และเชื่อมต่อเข้ากับ ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด ดังภาพที่ 3.16 และภาพที่ 3.17



ภาพที่ 3.16 แสดงการเชื่อมต่อบอร์ดควบคุมการบิน กับ เครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.17 แสดงการเชื่อมต่อบอร์ดควบคุมการบิน

3.4 ให้ผู้ฝึกอบรมเปิดโปรแกรม ARDUINO ดังภาพที่ 3.18

```

void setup() {
  // initialize digital pin 13 as an output.
  pinMode(13, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);           // wait for a second
}

```

ภาพที่ 3.18 โปรแกรมที่ผู้เข้ารับการอบรมทดลองเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

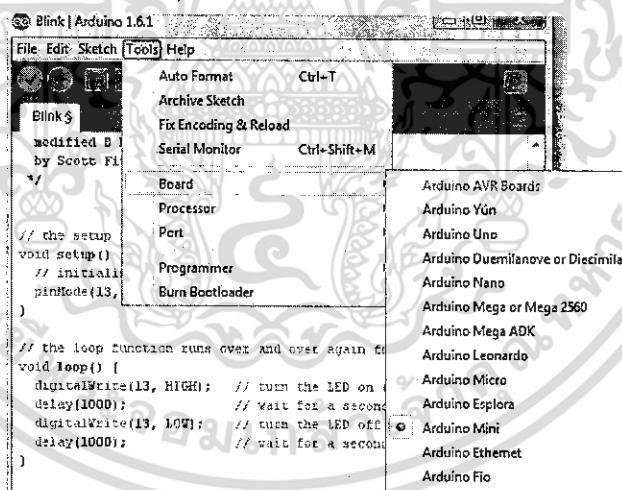
ตัวอย่าง CODE ให้ผู้ฝึกอบรม เขียนในภาพที่ 3.18

```

*****
void setup() {
  // initialize digital pin 13 as an output.
  pinMode(13, OUTPUT);
}
// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);           // wait for a second
}
*****

```

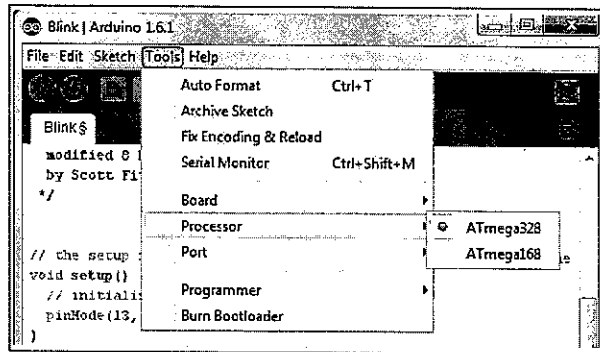
3.5 เลือก MENU Tools/Board/Arduino Mini ดังภาพที่ 3.19



ภาพที่ 3.19 MENU Tools/Board/Arduino Mini

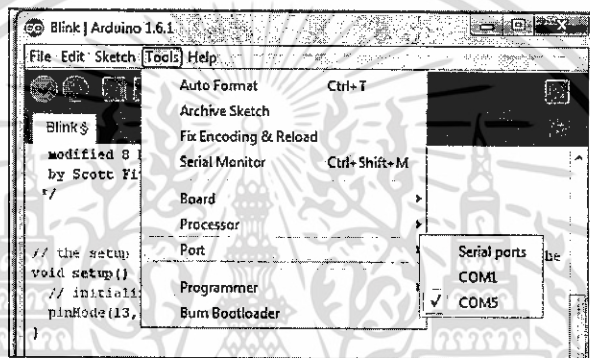
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 เลือก MENU Tools/Processor/ATmega328 ดังภาพที่ 3.20



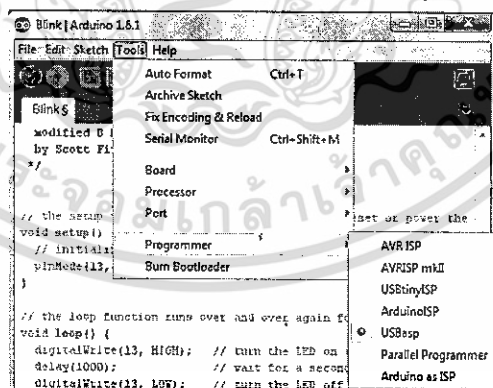
ภาพที่ 3.20 MENU Tools/Processor/ATmega328

3.7 เลือก MENU Tools/Port/เลือก Port COM ดังภาพที่ 3.21




ภาพที่ 3.21 MENU Tools/Port/เลือก Port COM

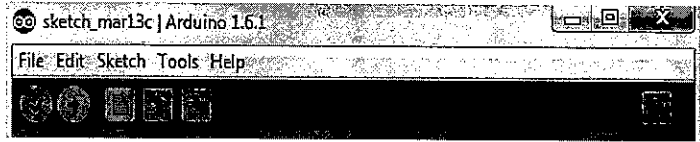
3.8 เลือก MENU Tools/Programmer/USBasp ดังภาพที่ 3.22



ภาพที่ 3.22 MENU Tools/Programmer/USBasp


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

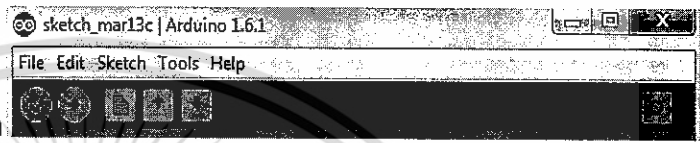
3.9 ที่ MENU หลัก
ให้กดปุ่ม  Compile โปรแกรม



- ถ้าโปรแกรม Compile ถูกต้อง จะปรากฏข้อความ
- ถ้าโปรแกรม Compile ไม่ถูกต้อง จะปรากฏข้อความ



3.10 ที่ MENU หลัก
ให้กดปุ่ม  เพื่อ Upload โปรแกรมไปยังแผงควบคุมชุดฝึกอบรม



- ถ้าโปรแกรม Compile ถูกต้อง จะปรากฏข้อความ
- ถ้าโปรแกรม Compile ไม่ถูกต้อง จะปรากฏข้อความ



4. สังเกต LED ที่แผงควบคุมเฮลิคอปเตอร์แบบสีใบพัด แล้วบันทึกผล

.....

.....

.....

.....

.....

5. ให้ผู้เข้าอบรมเปลี่ยนค่า delay ทั้งสองค่า แล้วสังเกตการณ์การเปลี่ยนแปลงที่ หลอด LED พร้อมบันทึกผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสอบใบงานการอบรมที่ 3

คำชี้แจง : ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด และให้ใช้เวลาในการทำ 20 นาที

1. ชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้ ได้พัฒนาโดยมีต้นแบบมาจากบอร์ด ADUINO รุ่นใด

ก. <u>ARDUINO Uno</u>	ข. ARDUINO Nano
ค. ARDUINO Leonardo	ง. ARDUINO Filo

2. Microcontroller ของชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้ เป็นรุ่นใด

ก. ATmega168AU	ข. ATmega168PU
ค. ATmega328AU	ง. <u>ATmega328PU</u>

3. จงบอกเบอร์ของ Sensor ที่ใช้ในชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้

ก. HMC5883L	ข. ADXL345
ค. ITG3200	ง. <u>MPU6050</u>

4. ในการทดลองครั้งนี้แผงควบคุมได้รับไฟเลี้ยงจากแหล่งใด

ก. Port USB	ข. Port I2C
ค. Port BEC	ง. <u>จากชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์</u>

5. ในการตั้งค่า Tools/Programmer ในชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้ผู้อบรมต้องเลือกข้อใด

ก. AVR ISP	ข. USBtinyISP
ค. Arduino as ISP	ง. <u>USBasp</u>

6. ในการตั้งค่า Tools/Board/ในชุดฝึกอบรมเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดนี้ผู้อบรมต้องเลือกข้อใด

ก. Arduino Uno
ข. Arduino Micro
ค. Arduino Fio
ง. <u>Arduino Mini</u>

7. จากวงจรภาพที่ 3.4 ในใบงานการอบรมที่ 3 จงบอกชนิดของระบบสื่อสารข้อมูล ระหว่าง CPU กับ Ship Sensor ภายในแผ่นวงจร

- | | |
|-----------|--------|
| ก. USB | ข. I2C |
| ค. RS-232 | ง. PWM |

8. ในการศึกษาการเขียนโปรแกรม ADUINO ครั้งนี้ เป็นการให้ผู้เข้าอบรมทดลองเขียนโปรแกรมอะไร

- | | |
|----------------|--------------------------|
| ก. HELLO WORLD | ข. ไฟกระพริบ |
| ค. เสียงดนตรี | ง. ควบคุมความเร็วมอเตอร์ |

9. ในชุดฝึกอบรมอิเล็กทรอนิกส์แบบสไลด์นี้ หลอด LED เชื่อมต่ออยู่กับขา ที่เท่าใดของ ไมโครคอนโทรลเลอร์

- | | |
|----------------|-----------------|
| ก. ขาหมายเลข 9 | ข. ขาหมายเลข 19 |
| ค. ขาหมายเลข 4 | ง. ขาหมายเลข 14 |

10. จากหัวข้อที่ 4 ในใบงานการอบรมที่ 3 จะพบว่า

- | |
|---|
| ก. หลอด LED กระพริบติด-ดับ ในเวลาที่เท่ากัน |
| ข. หลอด LED กระพริบ ช่วงที่ส่องสว่างมากกว่า ช่วงดับแสง |
| ค. หลอด LED กระพริบ ช่วงที่ส่องสว่างน้อยกว่า ช่วงดับแสง |
| ง. หลอด LED กระพริบแบบสุ่ม |

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ -นามสกุล	นายสิทธิชัย อินทร์มั่ง
วัน เดือน ปี เกิด	4 มีนาคม 2522
สถานที่เกิด	จ. ระยอง
ที่อยู่ปัจจุบัน	50/64 หมู่บ้าน พฤษภา58/1 ซ.ลาดกระบัง54 ต.ศิระชะจรเข้ชั้น้อย อ. บางเสาธง จ.สมุทรปราการ 10540
สถานที่ทำงาน	บริษัท เอ็นซีอาร์ประเทศไทยจำกัด จ. กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่ง	วิศวกรอาวุโส
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีภาค ตะวันออก (อีเทค) ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรม (ค. อ.บ.) สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2557 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้