บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อากาศยานหลายใบพัดมีการวิจัยครั้งแรกในปี ค.ศ. 1920 โดยกองทัพสหรัฐอเมริกา ซึ่งเริ่มแรกมีแนวคิดจากแบบหกใบพัด และพัฒนาต่อเนื่องเป็นแบบสี่ใบพัดและแปดใบพัด ตามลำดับ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำไปใช้ในภารกิจทางทหาร ในยุคแรกอากาศยานแบบสี่ใบพัดที่สร้างได้นั้นมีขนาดใหญ่มาก แต่ปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าจึงทำให้อากาศยานสี่ใบพัดมีขนาดเล็กลงเหมาะสมกับการใช้งาน

สำหรับภูมิประเทศไทยส่วนใหญ่ทั้ง 6 ภูมิภาค ตั้งแต่พื้นที่ ภาคกลาง ภาคใต้ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก ในแต่ละภูมิภาคมีฤดูทั้งสามฤดู ตั้งแต่ฤดูหนาว ฤดูร้อน ฤดูฝนซึ่งแต่ละภูมิภาคนั้นได้มีการสร้างอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ในการอุปโภค บริโภค ในฤดูร้อนประเทศไทยทั้ง 6 ภูมิภาคนั้นจะมีสภาพอากาศที่ร้อนมาก จึงทำให้ประชากรส่วนใหญ่ เลือกหาสถานที่พักผ่อนคลายร้อน เช่น ทะเล อ่างเก็บน้ำ ที่เป็นสถานที่พักผ่อนอย่างดีเพื่อคลายร้อน โดยการเล่นน้ำเพื่อคลายร้อน ซึ่งการเล่นน้ำนั้นอาจเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ และเป็นสาเหตุของการจมน้ำเสียชีวิตของเด็กไทยเป็นอันดับหนึ่ง ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ช่วยผู้ประสบภัย เช่น การสำรวจทางอากาศเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้น

จากข้อมูลข้างต้นทางผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างอากาศยานไร้คนขับเพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นต่าง ๆ เช่น การจมน้ำ และสามารถช่วยผู้ประสบภัยได้อย่างปลอดภัย โดยให้เกิดการสูญเสียน้อยที่สุด การเลือกใช้อากาศยานสี่ใบพัด เนื่องจากสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงไปหน้าได้อย่างรวดเร็วควบคุมง่าย อีกทั้งอากาศยานสี่ใบพัดยังให้แรงยกค่อนข้างสูง จึงเหมาะสมที่จะนำมาขนอุปกรณ์กู้ภัย อย่างห่วงยาง เพื่อช่วยผู้ประสบภัยในยามเกิดอุบัติจมน้ำ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

สำหรับงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในด้านการออกแบบและสร้างอากาศยานต้นแบบเพื่อบินขนส่งเอกสารระหว่างอาคาร ซึ่งวัตถุประสงค์หลัก ๆ ของงานวิจัยนี้มีดังต่อไปนี้

1.2.1เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบอากาศยานแบบสี่ใบพัดควบคุมอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

งานวิจัยนี้จะกำหนดขอบเขตการวิจัยเพื่อสามารถเป็นเป้าหมายและวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ขอบเขตของงานวิจัยนี้ประกอบด้วย

1.3.1 อากาศยานต้นแบบที่สร้างขึ้นจะมีสี่ใบพัด และทำงานในสภาพอากาศที่ลมสงบ

1.3.2 อากาศยานต้นแบบสามารถสำรวจทางอากาศแบบเรียลไทม์ (real time)

1.3.3 การเคลื่อนที่ของอากาศยานสามารถเคลื่อนที่ได้มากกว่า500 เมตร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

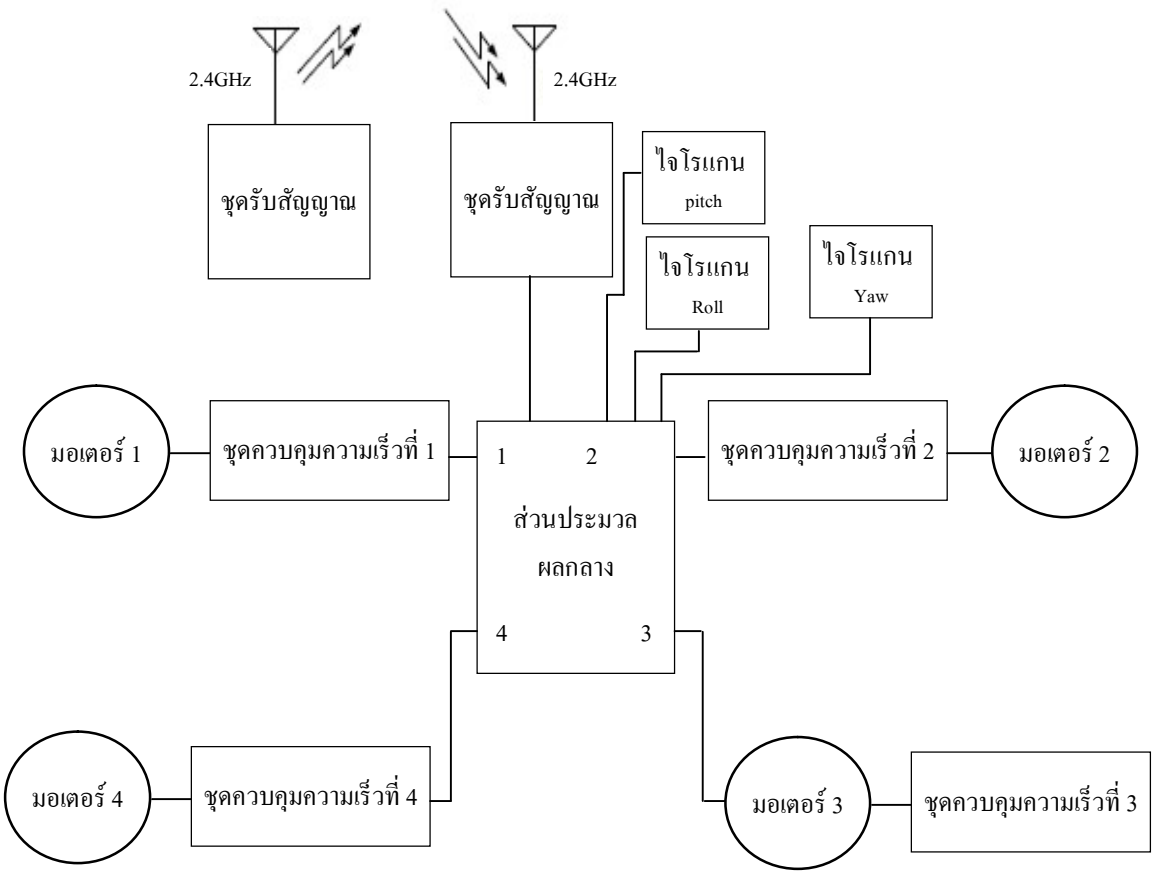
1.4.1ได้อากาศยาน4 ใบพัดที่สามารถสำรวจสิ่งต่างๆได้

1.4.2ได้อากาศยาน4 ใบพัดที่สามารถกู้ภัยได้

1.4.3 ช่วยพัฒนาระบบการออกแบบอากาศยานสี่ใบพัดให้ใช้งานได้จริง

1.4.4 เป็นการพัฒนาระบบการบินของอากาศยานแบบไร้คนควบคุมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.5 กรอบแนวคิด



รูปที่1.6 บล็อกไดแกรมและการทำงาน

1.6 วิธีการศึกษา

1.6.1 ศึกษาข้อมูลจากหอสมุดสถาบันราชภัฏบุรีรัมย์

1.6.2 ศึกษาค้นคว้าจากอินเตอร์เน็ต

1.6.3 ศึกษาการทำงานของวงจร และโปรแกรมไมโครคอลโทรนเลอร์

1.6.4 ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับวงจร

1.6.5 ทำการทดลองและทดสอบกับอุปกรณ์เพื่อบรรลุเป้าหมายที่วางไว้

1.7 ระยะเวลาดำเนินโครงงาน

กิจกรรม	ระยะเวลาการดำเนินการ							
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
เสนอโครงการ	←	—	→					
ค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง		←	—	—	→			
ศึกษาการทำงานของวงจร			←	—	—	→		
จัดหาอุปกรณ์				←	—	—	→	
ทดลอง					←	—	—	→
จัดพิมพ์และนำเสนอ					←	—	—	→

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยฉบับนี้และยังกล่าวถึงความเป็นมาของอากาศยานหลายใบพัด ซึ่งมีการค้นคว้าและวิจัยในด้านนี้มาเป็นระยะเวลากว่า 90 ปี โดยกองทัพสหรัฐอเมริกาซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อนำไปใช้ในภารกิจทางทหารปัจจุบันอากาศยานสี่ใบพัดจึงเป็นที่นิยมและได้รับความสนใจมากขึ้น จึงทำให้สามารถนำไปปฏิบัติภารกิจทั้งภายในและภายนอกอาคารได้ ไม่ว่าจะเป็นงานด้านการสำรวจหรือถ่ายภาพทางอากาศ และเริ่มมีการพัฒนาให้สามารถบินส่งของตามพิกัดที่กำหนด

ในส่วนแรกจะเป็นส่วนที่ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าเอกสารรายงานการวิจัยวิทยานิพนธ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่ได้ดำเนินการอยู่ และตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่างานวิจัยด้านนี้มีระยะเวลานานจึงมีบทความและเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกเฉพาะส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหรือมีส่วนคล้ายกับงานวิจัยที่กำลังดำเนินการอยู่มานำเสนอเท่านั้น นอกเหนือจากนั้นส่วนที่สองของในบทนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอประวัติความเป็นมาของอากาศยานแบบสี่ใบพัด ทั้งเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดขนาดใหญ่และแบบขนาดเล็กที่ได้พัฒนามาจนถึงปัจจุบัน

สำหรับในส่วนต่อมาได้กล่าวถึงทฤษฎีหลักการทำงานของอากาศยานแบบสี่ใบพัด ทั้งหลักการการบินลอยตัวของอากาศยาน การบินขึ้น -ลง การเอียงซ้าย-ขวา หรือการหมุนตัวของอากาศยาน นอกจากหลักการการทำงานของอากาศยานแล้วในบทนี้ ยังกล่าวถึงส่วนประกอบของอากาศยานชนิดสี่ใบพัด ซึ่งจะแสดงเนื้อหาที่สามารถนำไปใช้ในการเลือกใช้อุปกรณ์ และเข้าใจในรายละเอียดของแต่และอุปกรณ์มากยิ่งขึ้น รวมไปถึงการกล่าวถึงโปรแกรมสำหรับควบคุมการบิน

2.1ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

DiCesaretal. (2013) กล่าวว่าน้ำหนักของอากาศยานแบบสี่ใบพัดมีผลต่อเวลาในการบินและทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน ดังนั้นจึงได้มีการออกแบบโครงสร้างอากาศยานให้มีน้ำหนักลดลง 10% แล้ววิเคราะห์ดูความแข็งแรงที่เป็นไปได้ จึงทำการจัดสร้างอากาศยานแบบสี่ใบพัด โดยได้ทำการออกแบบระบบควบคุมที่ทำงานผ่านไมโครโปรเซสเซอร์ และระบบตรวจจับสัญญาณอื่น ๆ หลักจากทำการบินทดสอบ พบว่าการลดน้ำหนักของตัวอากาศยานลง ส่งผลให้เวลาในการบินของอากาศยานเพิ่มขึ้น

ธิติ นิลทองคำ (2555) ได้นำเสนอการใช้ตัวควบคุมแบบคลาสสิคมาควบคุมเสถียรภาพของอากาศยานไร้คนขับแบบสี่ใบพัดขนาดเล็ก บทความนี้ได้แสดงถึงแบบจำลองระบบสมการทางพลศาสตร์ของอากาศยานและแสดงการออกแบบระบบควบคุมเพื่อรักษาเสถียรภาพทางการบิน (Attitude Stabilization) ของอากาศยานสี่ใบพัดด้วยระบบควบคุมแบบคลาสสิคให้สามารถบินรักษาระดับ (Hovering)

Jeong and Jung (2011) ได้นำเสนอการออกแบบและควบคุมระบบของอากาศยานแบบสี่ใบพัด จุดประสงค์ต้องการลดค่าใช้จ่ายในการสร้างอากาศยานที่ต้องการใช้ในการศึกษาหรือสำหรับทำเป็นงานอดิเรกทั่วไป โดยเริ่มต้นจะทำการลดขนาดของตัวอากาศยานลง ซึ่งมีผลทำให้อากาศยานเกิดความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น ส่วนที่สองทำการควบคุมขนาดของฮาร์ดแวร์ ส่วนที่สามเกี่ยวข้องกับระบบควบคุมการตรวจจับต่างๆที่จะต้องใช้เวลาที่สั้นลง เพื่อลดเวลาในการคำนวณให้เหมาะสมกับขนาดของหน่วยประมวลผลที่ใช้อยู่ บทความนี้จึงทำการทดลองเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของระบบที่ได้ทำการออกแบบ

Jaimes et al. (2008) ได้นำเสนอวิธีการเฝ้าระวังของฝูงเครื่องบินและอากาศยานสี่ใบพัดแบบไร้คนขับ ซึ่งวิธีการจะนำเสนอเกี่ยวกับสถานการณ์จริงที่เครื่องบินและอากาศยานสี่ใบพัดแบบไร้คนขับทำงานร่วมกัน เพื่อเฝ้าระวังพื้นที่ โดยอากาศยานสี่ใบพัดแบบไร้คนขับจะเป็นตัวกำหนดความสูงของพื้นที่เฝ้าระวังโดยใช้พิกัด GPS ที่อยู่บนตัวอากาศยานเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง และใช้ในการสื่อสารและส่งภาพกลับมายังภาคพื้นดิน ซึ่งข้อมูลที่ได้รับนั้นอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ในสถานการณ์นี้ ระบบและการควบคุมของมนุษย์สามารถทำงานร่วมกันได้โดยมีปฏิสัมพันธ์ในระบบการทำงาน

Bousbaine et al. (2012) กล่าวว่าอากาศยานแบบสี่ใบพัด เป็นอากาศยานที่ง่ายต่อการสร้างและดูแลรักษา แถมยังมีข้อดีที่สามารถบินลอยตัวขึ้น-ลงในแนวดิ่งได้ ซึ่งขั้นตอนแรกได้พัฒนาระบบควบคุม คือการสร้างแบบจำลองบทความนี้นำเสนอรูปแบบการวิเคราะห์รายละเอียดแบบไดนามิกของอากาศยานแบบสี่ใบพัด โดยใช้การประมาณเชิงเส้นของทฤษฎีเทย์เลอร์ และพัฒนารูปแบบการวิเคราะห์ให้เสมือนจริงในโปรแกรม MatLab/Simulink

Rodic and Mester(2011) บทความนี้ ได้จากการสร้างแบบจำลองควบคุมอากาศยานโดยเน้นการพัฒนาการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยที่เหมาะสมการออกแบบระบบควบคุมและแบบจำลองของแบบอากาศยานสี่ใบพัดซึ่งจะใช้สำหรับการพัฒนาขั้นตอนวิธีการควบคุมและตรวจสอบก่อนที่จะทำงานร่วมกับระบบจริง

Senkul and Altug(2013) กล่าวว่าการเอียงตัวของอากาศยานจะส่งผลต่อมุมมองของกล้อง ในบทความนี้ได้นำเสนอการออกแบบและควบคุมอากาศยานแบบสี่ใบพัดแบบใหม่ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาทั่วๆไปในบทความนี้ได้นำระบบเครื่องยนต์ที่เลือกจากการเอียงของใบพัด การออกแบบนี้จะช่วยลดการเอียงของระบบโครงสร้าง โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาออกแบบขั้นตอนวิธีการควบคุม ซึ่งผลที่ได้อากาศยานแบบสี่ใบพัดให้ประสิทธิภาพในการบินเพิ่มขึ้น

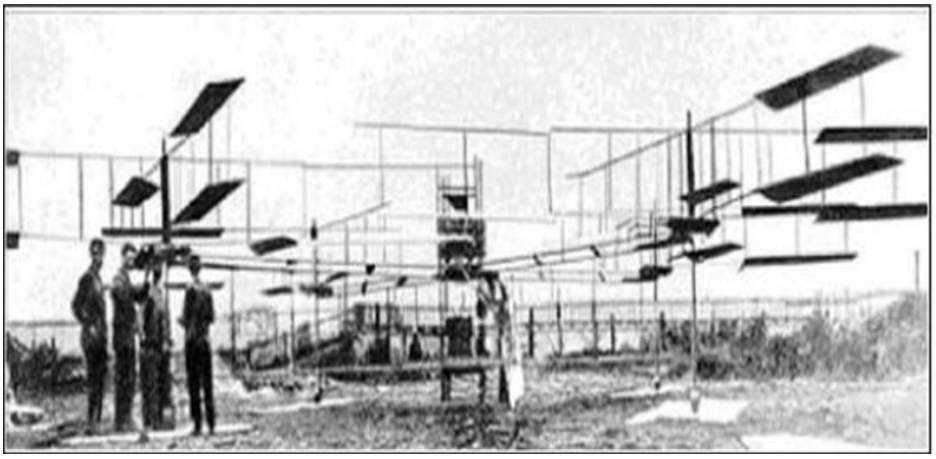
Gonzalez et al. (2011) บทความนี้ ได้แนะนำการแก้ไขปัญหาของระดับความสูงและการควบคุมความสูงของอากาศยานแบบสี่ใบพัดไร้คนขับขนาดเล็กที่บินลอยตัวในร่มและกลางแจ้ง ดังนั้นในบทความนี้ได้ทำการควบคุมความสูงโดยใช้การตรวจวัดความเร็วรอบของมอเตอร์แต่ละตัว โดยจะส่งผลให้อากาศยานขนาดเล็กมีเสถียรภาพและมีประสิทธิภาพในการบินลอยตัวเคลื่อนที่ตามแนวแกนนอน นอกจากนี้ยังอธิบายถึงการควบคุมการทรงตัวของอากาศยาน โดยใช้การตรวจวัดความเร็วของอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ

Flynn (2013) ได้กล่าวถึงข้อเสียของการสร้างอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งก็คือค่าใช้จ่ายของการออกแบบและค่าใช้จ่ายในการผลิตตัวอากาศยาน เนื่องจากในตัวอากาศยานจะมีจำนวนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนจำนวนมาก ไม่เพียงแค่นั้นการออกแบบยังช่วยในเรื่องของการเลือกใช้พลังงานที่เหมาะสม ดังนั้นขนาดและน้ำหนักของอากาศยานถือเป็นปัจจัยหลักที่จะช่วยในเรื่องของการออกแบบ

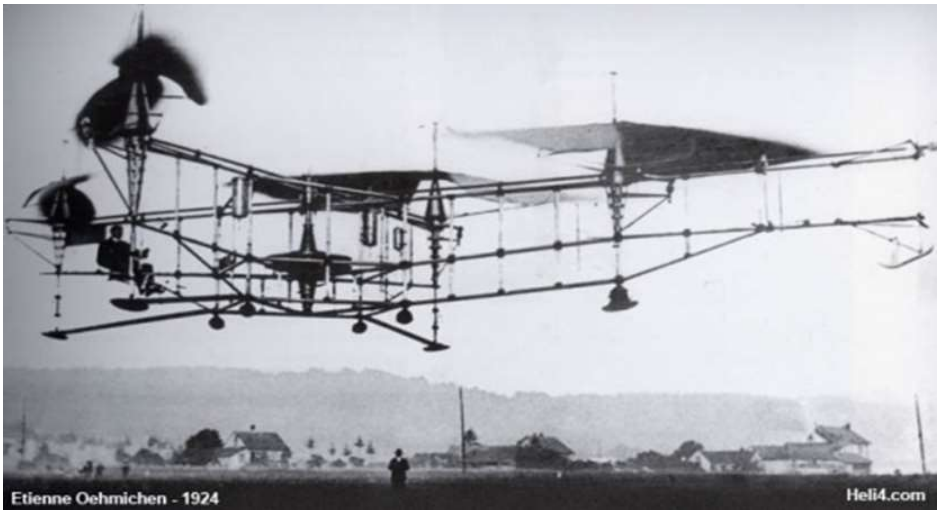
2.2 ประวัติความเป็นมาของอากาศยานสี่ใบพัด

2.2.1 เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดขนาดใหญ่

เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดลำแรกมีชื่อว่า “Breguet-Richet Gyroplan No.1” ถูกสร้างขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1907 ประกอบไปด้วยโครงสร้างแบบคานกากบาท (Cross beam fuselage) มีโรเตอร์แบบหมุนกลับด้าน (Bi-plane) 4 ชุด (มีใบพัดทั้งหมด 32 ใบ) ดังรูปที่ 2.1 เครื่องสามารถบรรทุกคนได้ 1 คน แต่ไม่สามารถบินขึ้นให้พ้นจากผลของแรงลมปะทะพื้นดินได้ (Ground effect)ทำให้เครื่องขาดเสถียรภาพในการบินขณะลอยตัวอยู่กับที่ (Hovering) ในปี ค.ศ. 1921 EtienneOehmichenได้สร้างและปรับปรุงเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดจนทำสถิติบินได้สูงถึง 360 เมตรในปีค.ศ. 1924 ดังรูปที่ 2.2

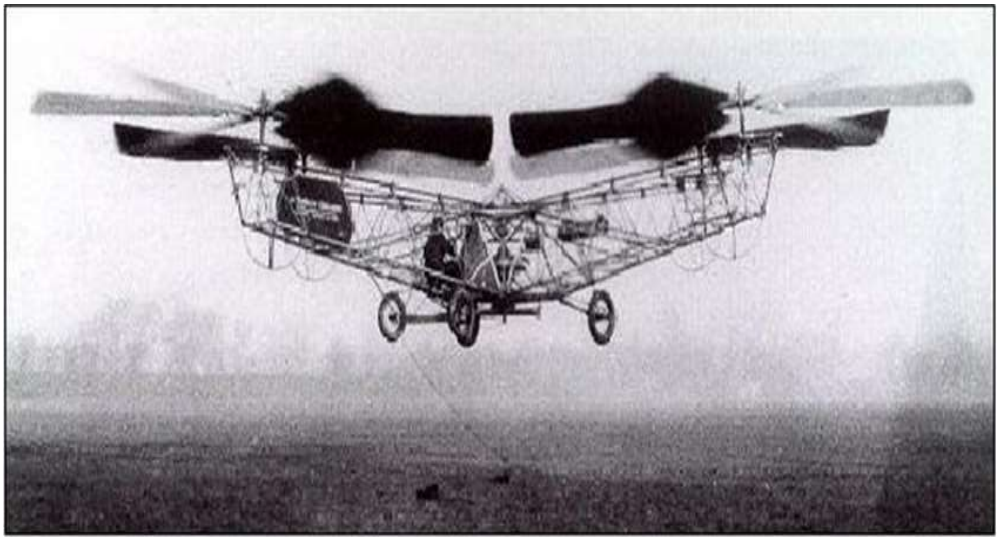


รูปที่2.1แสดงเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดลำแรกมีชื่อว่า “Breguet-Richet Gyroplan No.1”



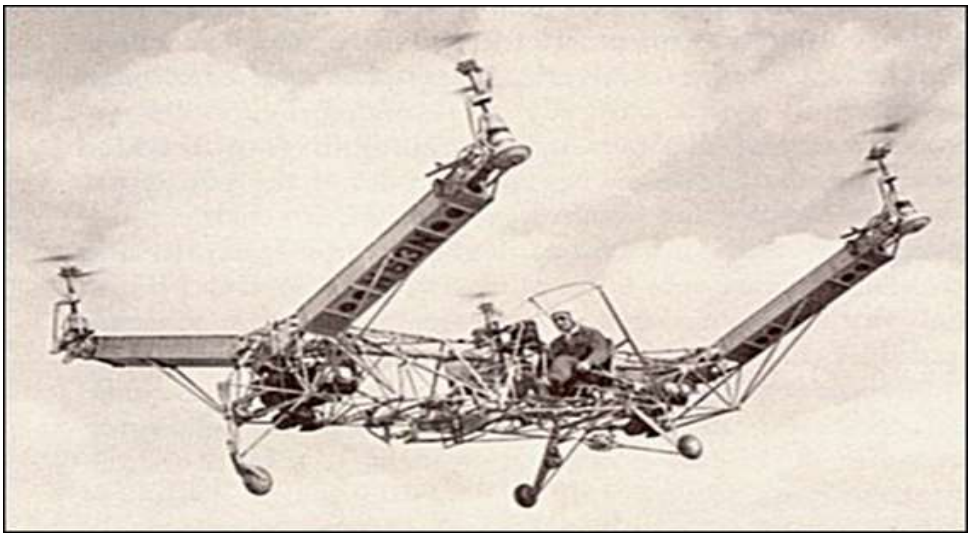
รูปที่ 2.2**แสดงเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดของ** Etienne Oehmichen

ในปี ค.ศ. 1922 Jerome-de Bothezat**ได้สร้างและพัฒนาเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัด**ชื่อ “Flying Octopus” **ดังรูปที่** 2.3 ร่วมกับกองทัพสหรัฐ และบินได้อย่างประสบผลสำเร็จคือสามารถลอยตัว**และบินเดินทางได้อย่างช้าๆ แต่โครงการถูกยกเลิกไปเนื่องจากต้นทุนสูงสมรรถนะการบินต่างๆ และกองทัพให้ความสนใจเครื่องบินแบบออโต้ไจโร** (Auto gyro plane)มากกว่า



รูปที่ 2.3 **แสดงเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดชื่อ** “Flying Octopus”

ในปี ค.ศ. 1956 ได้มีการพัฒนาเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ ใบพัดแบบ Convertawingดังรูปที่ 2.4 โดยได้ปรับปรุงข้อด้อยของ Oehmichenเพื่อให้การบินเดินทางได้ดีขึ้น **โดยใช้เครื่องยนต์สองเครื่องปรับแรงยกใบพัดด้านหน้าและด้านหลัง แต่โครงการก็ถูกยกเลิกไปเนื่องจากไม่ได้รับความสนใจในเชิงพาณิชย์และทางทหารซึ่งเฮลิคอปเตอร์ แบบนี้ใช้การควบคุมแบบใหม่ถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาเฮลิคอปเตอร์ แบบสี่ ใบพัดในปัจจุบัน**

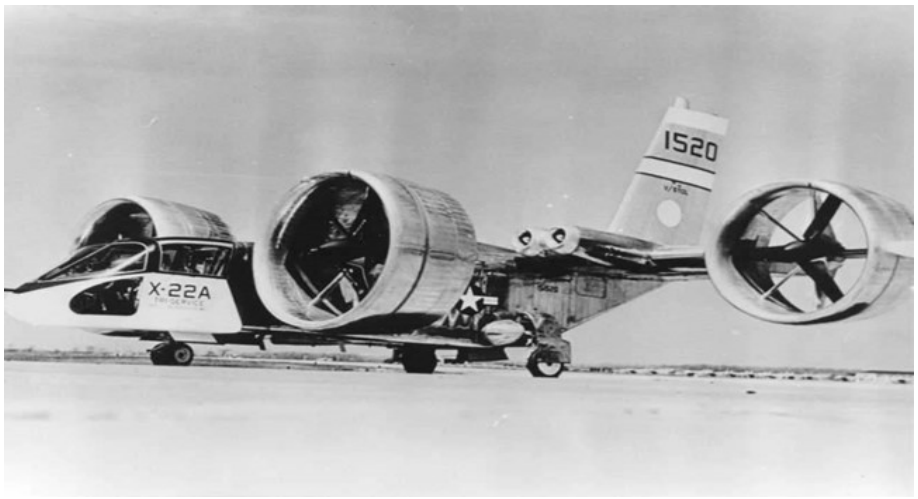


รูปที่ 2.4 **แสดงเฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดแบบ** Convertawing

ในยุคทศวรรษ 1960 สหรัฐอเมริกามีโครงการพัฒนาอากาศยานแบบสี่ใบพัดใช้ชื่อโครงการว่า “X-Plane” โครงการนี้ได้พัฒนาอากาศยานสองแบบคือ x-19 ดังรูปที่ 2.5 และ x-22 ดังรูปที่ 2.6 ทั้งคู่ใช้การปรับมุมพิทของใบพัดเพื่อเพิ่ม-ลดแรงยก ซึ่งโครงการ x-19 ใช้ปรับมุมของแรงขับของเครื่องเทอร์โบเจททั้งสี่ เพื่อควบคุมการลอยตัวของอากาศยาน x-19 บินตกขณะที่บินทดสอบเที่ยวแรก (First flight) ทำให้โครงการถูกยกเลิกไป

รูปที่ 2.5 แสดงอากาศยานแบบสี่ใบพัดแบบ Curtiss-Wright X-19

ส่วน x-22 ใช้ท่อลม (Ducted fan) จำนวนสี่ชุดเป็นส่วนควบคุมการเคลื่อนที่และปรับท่อลมในแนวระดับเพื่อบินด้วยความเร็วดังรูปที่ 2.6



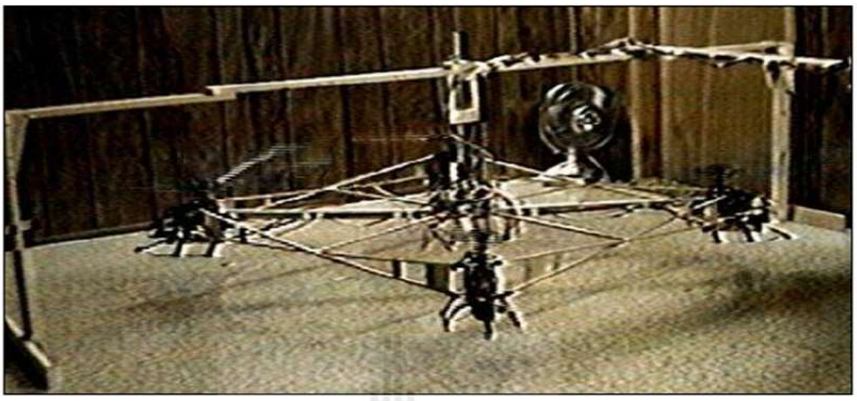
รูปที่2.6 แสดงอากาศยานแบบสี่ใบพัดแบบ Bell X-22

หลังจากที่ Boing ประสบความสำเร็จกับโครงการ V-22 Osprey ซึ่งเป็นอากาศยานแบบสองใบพัด ก็ได้เริ่มโครงการพัฒนาอากาศยานแบบสี่ใบพัดแบบปรับมุมได้ ดังรูปที่ 2.7 ซึ่งอยู่ในระหว่างการออกแบบและทดสอบแบบจำลองอุโมงค์ลม

รูปที่ 2.7 แสดงอากาศยานแบบสองใบพัด V-22 Osprey

2.2.2 เฮลิคอปเตอร์สี่ใบพัดขนาดเล็ก

เฮลิคอปเตอร์แบบสี่ใบพัดขนาดเล็กได้ถูกพัฒนาสำหรับเป็นอากาศยานไร้นักบินขนาดเล็ก (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) แบบขึ้นลงในแนวดิ่ง เพื่อใช้ในกิจการต่างๆในปี ค.ศ. 1992 ได้มีการพัฒนาอากาศยานชื่อว่า “Hover bot” ดังรูปที่ 2.8 การรักษาการทรงตัวทำได้โดยใช้เซนเซอร์แบบตัวต้านทานปรับค่าได้ที่แกนกลางเป็นตัวบอกระดับ แล้วปรับมุมพิทที่ใบพัดแต่ละแกนเพื่อควบคุมระดับความเอียง

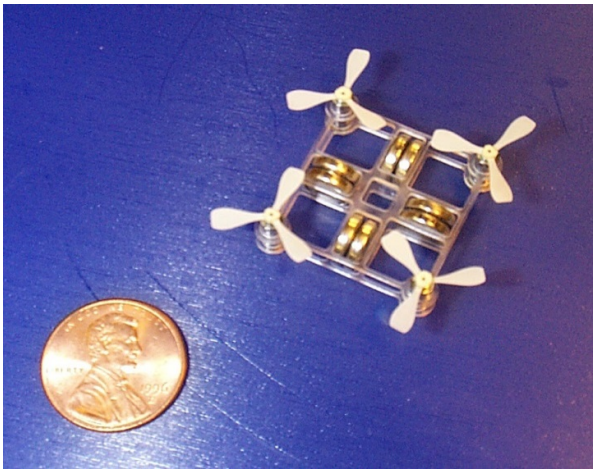


รูปที่ 2.8 แสดงอากาศยานแบบสี่ ใบพัดขนาดเล็กชื่อว่า “Hover bot”

ช่วงกลางทศวรรษที่ 90 ได้มีการสร้างอากาศยานสี่ใบพัดขนาดเล็กเชิงพาณิชย์เพื่องานอดิเรกโดยใช้เซนเซอร์ไจโรแบบโครงสร้างจักรกลไฟฟ้าขนาดเล็ก หรือเรียกว่า MEMs (MicroElectro Mechanical structure) ชื่อว่า “Roswell flyer” และ HMX-4 ต่อมากลายเป็น “Dragon flyer” มีโครงสร้างขนาดเล็ก น้ำหนักเบาบรรทุกน้ำหนักได้ไม่มาก ราคาถูกดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9แสดงอากาศยานแบบสี่ ใบพัดขนาดเล็กชื่อว่า “Dragon flyer”

ช่วงปลายทศวรรษที่ 90 มหาวิทยาลัย Standfordได้พัฒนาอากาศยานสี่ใบพัดขนาดเล็กในเชิงวิจัยชื่อว่า “Mesicopter” มีลักษณะใบพัดอยู่ด้านล่างมวลส่วนใหญ่อยู่ด้านบนซึ่งตรงข้ามกับอากาศยานสี่ใบพัดในปัจจุบัน ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงอากาศยานแบบสี่ ใบพัดขนาดเล็กชื่อว่า “Mesicopter”

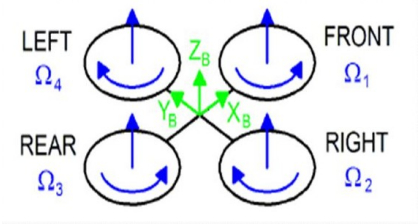
ช่วงปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นมาอากาศยานแบบสี่ใบพัดได้กลายเป็นของเล่นและเป็นเครื่องมือสำหรับงานวิจัย นักบินต้องควบคุมเครื่องร่วมกับไจโร ต่อมา Dragonfly ได้กลายเป็นส่วนหนึ่งในงานวิจัยทั่วโลก นักวิจัยใช้ลำตัวและมอเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักเพื่อพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติ

2.3 หลักการทำงานของอากาศยานแบบสี่ใบพัด

การควบคุมการเคลื่อนที่ของอากาศยานแบบสี่ใบพัดจะควบคุมโดยการกำหนดให้ความเร็วรอบของใบพัดอากาศยานทั้งสี่ใบมีความแรงในรูปแบบต่างๆ กัน ซึ่งอุปกรณ์ที่ทำการควบคุมความเร็วรอบของใบพัดอากาศยานนั้นทุกวันนี้จะใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ (Micro Controller) ซึ่งในปัจจุบันนี้จะมีบอร์ดสำเร็จรูปที่ได้รับการออกแบบและสร้างขึ้นมาสำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของอากาศยานแบบสี่ใบพัดโดยเฉพาะ ซึ่งนอกจากไมโครคอนโทลเลอร์แล้วบนแผงวงจรยังจะมีอุปกรณ์ที่ตรวจจับต่างๆ ที่จำเป็นในการควบคุมอากาศยานอีก เช่น อุปกรณ์วัดความเร่ง (Accelerometer) อุปกรณ์วัดมุมเอียง (Gyroscopic Sensor) อุปกรณ์หาตำแหน่ง (GPS) และอุปกรณ์อื่นๆ ทั้งนี้ทำให้การควบคุมอากาศยานแบบนี้สามารถทำได้ง่ายมากขึ้นสำหรับลักษณะการควบคุมอากาศยานแบบปีกหมุนนั้นเพื่อให้ได้การเคลื่อนที่ตามที่ต้องการจะประกอบด้วยการเคลื่อนที่หลักๆ ดังนี้

2.3.1 การลอยตัวอยู่กับที่ (Hovering)

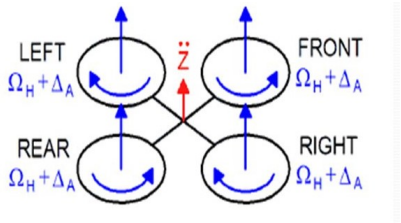
ทำได้โดยควบคุมให้ความเร็วใบพัดทั้งสี่ตัวมีความเร็วที่เท่ากันเพื่อสร้างโมเมนต์บิดที่เกิดจากด้านหนึ่งหักล้างกับโมเมนต์บิดที่เกิดขึ้นจากอีกด้านหนึ่ง ตามที่แสดงในรูปที่ 2.11 โดยกำหนดแกน X ชี้ไปในทิศทางด้านหน้าของอากาศยานแกน Z อยู่ในทิศทางที่ชี้ขึ้นด้านบนและแกน Y เป็นไปตามกฎมือขวา สำหรับชื่อของใบพัดทั้งสี่ก็จะเป็นใบพัดหน้า (Front Rotor) ใบพัดหลัง (Rear Rotor) ใบพัดขวา (Right Rotor) ใบพัดซ้าย (Left Rotor) เพื่อให้อากาศยานลอยหยุดอยู่นิ่งได้อุปกรณ์ควบคุมจะทำการควบคุมใบพัดที่อยู่ในแนวเส้นทแยงมุม กันหมุนไปในทิศทางเดียวกันด้วยความเร็วเท่ากัน โดยใบพัดทั้งสี่จะมีความเร็วรอบเท่ากัน ด้วย Hove speed Ω_Hนั่นคือ$\Omega_1 = \Omega_2 = \Omega_3 = \Omega_4 = \Omega_H$การหมุนของใบพัดเช่นนี้จะทำให้โมเมนต์รอบแกน Z ของอากาศยานหักลบกันไปหมดทำให้อากาศยานหยุดนิ่ง ไม่มีการหมุนรอบแกนใดๆ แรงถ้าเมื่อแรงยกที่เกิดจากใบพัดทั้งสี่เท่ากับน้ำหนักของอากาศยาน ก็จะทำให้อากาศยานลอยนิ่งได้



รูปที่ 2.11 แสดงการลอยตัวอยู่กับที่ของอากาศยานแบบสี่ใบพัด (Hovering)

2.3.2 การทำให้อากาศยานสามารถบินขึ้น-ลง (Throttle)

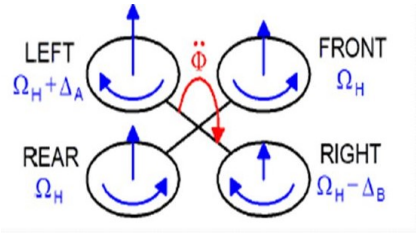
จากการที่อากาศยานหยุดนิ่งในอากาศได้เนื่องจากแรงยกเท่ากับน้ำหนักและความเร็วรอบของใบพัดทั้งสี่เท่ากันที่ Ω_H การที่จะให้อากาศยานยกตัวขึ้นจะสามารถเพิ่มความเร็วรอบให้มากขึ้นกว่า Ω_H ตามที่แสดงในรูปที่ 2.12 โดยเพิ่มความเร็วรอบของใบพัดทั้งสี่ให้เป็น $Q_I+\Delta_A$ เท่ากันทั้งหมดการกระทำเช่นนี้จะทำให้โมเมนต์รอบแกน Z ยังคงเท่ากับศูนย์แต่แรงในแกน Z จะมากขึ้น ทำให้แรงยกมากกว่าน้ำหนัก ก็จะทำให้อากาศยานยกตัวขึ้นต่อเนื่องด้วยความเร็วเท่ากับ Z ตามที่แสดงในรูปส่วนในกรณี เราต้องการจะลดระดับความสูง ก็จะทำในลักษณะเดียวกันเพียงแต่ให้ค่าความเร็วรอบต่ำลงเป็น $\Omega_H + \Delta_A$ ก็จะทำให้แรงยกมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักอากาศยานจะค่อยๆ เคลื่อนตัวต่ำลงด้วยอัตราเร่ง Z ด้วยวิธีการนี้ เราสามารถที่จะควบคุมการบินขึ้นและลงของอากาศยานได้



รูปที่ 2.12 แสดงการบินขึ้นของอากาศยานแบบสี่ใบพัด (Throttle)

2.3.3การเอียงตัวซ้าย-ขวา (Roll)

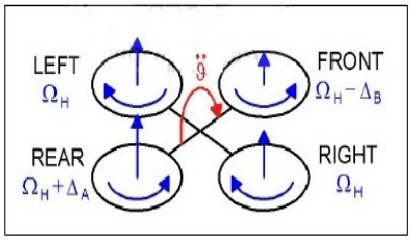
หากเราต้องการให้อากาศยานหมุนรอบแกน X หรือเรียกว่าการเอียงตัวซ้าย-ขวาสิ่งที่เราต้องทำคือทำให้แรงบิดรอบแกน X ไม่เป็นศูนย์เหมือนกับการลอยตัว เพื่อจะได้แรงตามวัตถุประสงค์นี้เราจะต้องควบคุมใบพัดหน้าและใบพัดหลังมีความเร็วเท่าเดิม แต่ความเร็วใบพัดซ้ายใบพัดขวาจะเปลี่ยนไป ยกตัวอย่างเช่นเราต้องการให้อากาศยานหมุนตัวเป็นมุมบวกรอบแกน X เราก็จะกำหนดให้ใบพัดซ้ายหมุนเร็วขึ้นให้มีความเร็วเป็น$\Omega_H+\Delta_A$ เพื่อเพิ่มแรงยกด้านซ้ายในขณะเดียวกับที่ลดความเร็วใบพัดขวาลงให้เป็น$\Omega_H+\Delta_B$ แรงที่มากขึ้นทางด้านซ้ายและลดลงด้านขวา จะทำให้อากาศยานเริ่มหมุนรอบแกน X หมุนตามต้องการ ด้วยความเร่งเชิงมุมเท่ากับ $\ddot{\phi}$ โดยการเพิ่มความเร็วทางใบซ้ายด้วยΔ_A และลดความเร็วทางใบพัดขวาด้วยปริมาณ Δ_B นั้นไม่จำเป็นต้องเป็นอัตราเดียวกัน ทั้งนี้ขึ้นกับอัตราเร่งในการหมุนตัวที่เราต้องการ ดังรูป 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงการเอียงตัวทางขวาของอากาศยานแบบสี่ใบพัด (Roll)

2.3.4การควบคุมอากาศยานเงยหรือก้ม (Pitch)

การควบคุมนี้จะคล้ายกับการหมุนรอบแกน X หรือ Roll เพียงแต่เราเปลี่ยนแกนการหมุนให้เป็นแกน Y ตามที่แสดงในรูป 2.14 โดยถ้าหากเราต้องการจะก้มหน้าอากาศยานเราจะกำหนดใบพัดซ้ายและขวาให้มีความเร็วรอบเท่ากันและลดความเร็วรอบของใบพัดหน้าลงให้เป็น$\Omega_H+\Delta_B$และเพิ่มความเร็วของใบพัด หลังให้เป็น $\Omega_H+\Delta_A$แรงที่เกิดจากความแตกต่างของแรงยกที่ใบพัดหน้าและหลัง จะทำให้เกิดโมเมนต์รอบแกน Y ขึ้น ทำให้อากาศยานเริ่มหมุนตัวรอบแกน Y ด้วยความเร่ง $\ddot{\vartheta}$ เพื่อเข้าสู่สมดุลใหม่

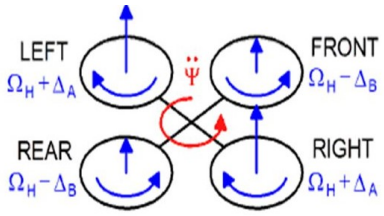


รูปที่ 2.14 แสดงการก้มของอากาศยานแบบสี่ใบพัด (Pitch)

เพื่อเข้าใจการเคลื่อนที่ของอากาศยานปีกหมุนได้ดีขึ้นในขณะอากาศยานอยู่ในลักษณะก้มหน้าลง แรงยกที่ได้จากใบพัดนั้นจะไม่อยู่ในแนวดิ่งอีกต่อไป แต่จะอยู่ในแนวที่ทำมุมเอียงเล็กน้อยกับแนวดิ่ง ทำให้แรงจากใบพัดแตกออกได้สองแนวคือ แนวดิ่ง และในแนวระดับซึ่งแรงในแนวนี้จะทำหน้าที่ขับเคลื่อนอากาศยานไปข้างหน้า ในขณะที่แรงในแนวดิ่งจะทำหน้าที่สมดุลกับน้ำหนักเพื่อให้อากาศยานลอยตัวในระดับความสูงที่คงที่จะเป็นการแสดงการเคลื่อนที่ของอากาศยานไปข้างหน้าจะเห็นว่าในขณะเคลื่อนที่ไปข้างหน้านั้น อากาศยานจะอยู่ในลักษณะก้มลง คือใบพัดหลังจะสูงกว่าใบพัดหน้าเล็กน้อย ซึ่งจะทำให้แรงที่ได้จากใบพัดสร้างทั้งแรงยก เพื่อให้อากาศยานลอยตัวอยู่ได้และแรงผลัก เพื่อให้อากาศยานเคลื่อนที่ไปข้างหน้าพร้อมๆกัน

2.3.5การหมุนตัว (Yaw)

เป็นการกำหนดให้อากาศยานหมุนตัวรอบแกน Z ของอากาศยาน ซึ่งสามารถทำโดยการกำหนดให้ความเร็วใบพัดหน้าเท่ากับใบพัดหลังและมีความเร็วต่ำกว่าใบพัดซ้ายและใบพัดขวาเพื่อให้แรงบิดทางด้านซ้ายหรือขวามากกว่าด้านหน้าหรือด้านหลัง จึงทำให้เครื่องบินหมุนตัวรอบแกน Z ด้วยความเร็วเชิงมุมเท่ากับ ตามที่แสดงในรูปที่ 2.15การควบคุมนี้จะทำให้อากาศยานหมุนตัวกลับหน้าหลังได้

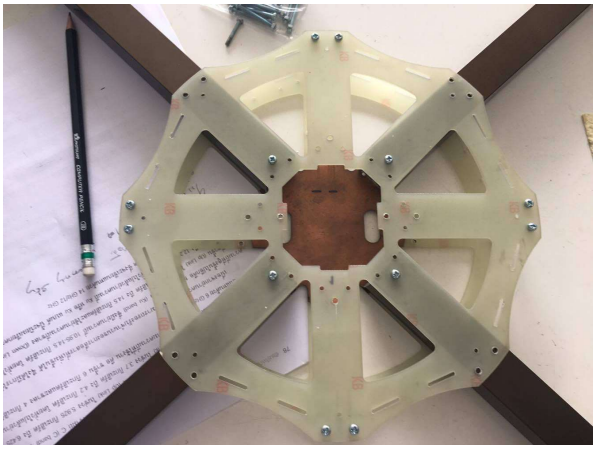


รูปที่ 2.15 แสดงการหมุนตัวทางซ้ายของอากาศยานแบบสี่ใบพัด (Yaw)

2.4ส่วนประกอบของอากาศยานแบบสี่ใบพัด

2.4.1 ตัวลำ (Frame)

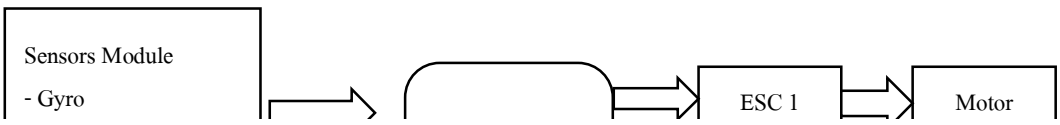
ตัวลำของอากาศยานแบบสี่ใบพัดคือโครงสร้างหลักของตัวอากาศยานที่มีหน้าที่รับน้ำหนักของอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถออกแบบได้หลายรูปแบบแต่เน้นความแข็งแรง ด้วยเหตุนี้เองตัวลำของอากาศยานต้องทำด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรง เพื่อให้สามารถทนต่อแรงยกและรับแรงบิดของมอเตอร์ได้ดีโดยไม่มีการบิดตัว และสามารถรับแรงสั่นสะเทือนจากมอเตอร์ได้ดี นอกจากตัวลำจะมีความแข็งแรงแล้ว วัสดุที่เลือกใช้จะต้องเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา เช่น อลูมิเนียม, คาร์บอน ไฟเบอร์ หรือแผ่น G10 ดังรูปที่ 2.16 เพื่อลดน้ำหนักของตัวอากาศยานและใช้พลังงานในการยกน้อยที่สุด

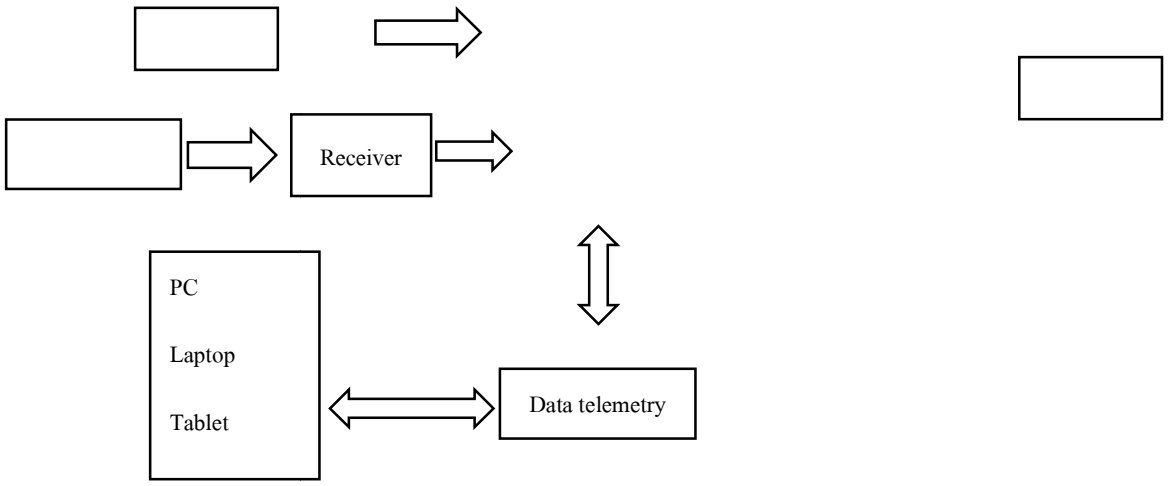


รูปที่ 2.16 แสดงตัวลำของอากาศยานแบบสี่ใบพัด

2.4.2ชุดควบคุมการบิน (Flight Controller)

ชุดควบคุมการบินถือว่าเป็นหัวใจหลักของอากาศยานสี่ใบพัด ทำหน้าที่ควบคุมเสถียรภาพในการบินทั้งหมด ได้แก่ ควบคุมระดับความเอียง (Attitude Control) ควบคุมความสูง (Altitude Control) ควบคุมตำแหน่ง (Position Control) ควบคุมทิศทาง (Heading Control) และนำทางการบิน (Navigation) นอกจากจะควบคุมการบินแล้ว ชุดควบคุมยังรับคำสั่งการบินจากนักบินผ่านทางวิทยุบังคับทางไกลอีกด้วย ชุดควบคุมการบินใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ ขนาดเล็กเป็นส่วนประมวลผลการควบคุมทั้งหมด โดยจะรับสัญญาณจากเซ็นเซอร์หลายแบบเพื่อใช้ในการความคุมการบินแบบต่าง ๆ ดังรูป 2.17





รูปที่ 2.17แสดงระบบควบคุมของอากาศยานแบบสี่ใบพัด

2.4.3ชุดรับ-ส่งสัญญาณ (Signal transmit ขReceive system)

ชุดรับ–ส่งสัญญาณทำหน้าที่รับส่งสัญญาณควบคุมจากนักบินและทำหน้าที่ส่งข้อมูลการบินทั้งหมดกลับมายังฐานบนพื้นดิน (GroundStation)

รูปที่ 2.18 แสดงชุดรับ-ส่งสัญญาณควบคุมการบิน

รูปที่ 2.19 แสดงชุดรับ-ส่งข้อมูลการบิน

2.4.4ส่วนสร้างแรงยก

เป็นส่วนสร้างแรงยกให้กับอากาศยานแบบสี่ใบพัด ประกอบด้วยมอเตอร์ ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นแบบใช้ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน (Brushless DC Motor) ต้องใช้งานร่วมกันกับชุดควบคุมความเร็วรอบแบบอิเล็คทรอนิคส์ (Electronic Speed Controller, ESC) และใบพัดเป็นตัวสร้างแรงยกใบพัดที่ ใช้ส่วนมากจะเป็นแบบที่ให้กำลังขับมากในรอบต่ำ และเป็นใบพัดแบบหมุนกลับทิศทางกันเพื่อสร้างความสมดุลแรงบิดของใบพัดทั้งหมด นอกจากนี้ส่วนสร้างแรงยกยังทำหน้าที่สร้างแรงในการควบคุมทิศทางต่างๆ ของอากาศยานอีกด้วย ส่วนรายละเอียดต่าง ๆ จะกล่าวในหัวข้อต่อไป

2.4.5แบตเตอรี่(Battery)

เป็นส่วนเก็บพลังงานสำรองสำหรับใช้ในการบินแบตเตอรี่ที่ใช้เป็นชนิดที่มีน้ำหนักเบาและมีความสามารถจ่ายพลังงานสูงได้อย่างต่อเนื่อง (มีค่ากำลังวัตต์ต่อน้ำหนักสูง) ระยะเวลาในการบินจะขึ้นอยู่กับค่าความจุของแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียงสองแบบใหญ่ ๆ คือ

1. แบตเตอรี่แบบ NiMH (Nickel Metal Hydride)สำหรับอากาศยานขนาดเล็กแบบ FP นั้น บางรุ่นก็จะใช้แบตเตอรี่แบบ NiMH (Nickel Metal Hydride) แบตเตอรี่แบบนี้ใช้งานง่ายและการดูแลรักษาก็ไม่ยุ่งยากนัก ในปัจจุบันแบตเตอรี่แบบนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากกว่าแบตเตอรี่แบบ NiCd(Nickel Cadmium) แต่ที่ใช้กันมากเนื่องจากมีความจุมากกว่าถึง 2 - 3 เท่า นอกจากนี้ NiCdยังมีสารที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วยความจุของแบตเตอรี่นิยมบอกในรูปของค่าประจุที่แบตเตอรี่จ่ายได้เช่น 1000mAhจากสมการความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า (I) และประจุไฟฟ้า (Q)

$$Q = It$$

โดยที่ Q คือประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็นคูลอมบ์

I คือกระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมป์

t คือเวลา มีหน่วยเป็นวินาที

เมื่อ t เป็นเวลาจะพบว่าในเวลา 1 ชั่วโมง แบตเตอรี่จ่ายกระแสออกมาอย่างต่อเนื่องได้ 1000 mA หรือ 1 A คิดเป็นประจุไฟฟ้า Q =1 ×60 ×= 3600 C พลังงานไฟฟ้าที่ได้เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่ขั้วบวกและขั้วลบซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับน้ำเกิดเป็น Metal Hydride และปฏิกิริยาระหว่างนิกเกิลไฮดรอกไซด์กับน้ำโดยทั่วไปแล้วแบตเตอรี่แบบนี้ หนึ่งเซลล์จะมีความต่างศักย์ประมาณ 1.2 V ตามที่ระบุไว้ข้างเซลล์ เมื่อทำการชาร์จเต็มที่จะให้ความต่างศักย์เฉลี่ยประมาณ 1.25 V เมื่อนำมาใช้กับอากาศยานบังคับจะต้องนำมาต่อเข้าด้วยกันแบบอนุกรมเพื่อเพิ่มความต่างศักย์เป็น 9 - 12 V สำหรับอากาศยานบังคับขนาดเล็ก ถ้าอากาศยานมีขนาดใหญ่กว่านี้แบตเตอรี่แบบ NiMH จะไม่สามารถจ่ายพลังงานได้เพียงพอกับน้ำหนักแบตเตอรี่ที่เพิ่มขึ้นมา

ตัวอย่างของแบตเตอรี่แบบนี้ แสดงอยู่ในรูปที่ 2.20 ปัจจุบันนี้แม้แต่ในเฮลิคอปเตอร์บังคับแบบของเล่นราคาถูกก็ใช้แบตเตอรี่ แบบ LiPoกันเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากให้พลังงานสูงกว่าและมีน้ำหนักเบา

ดังนั้น ในที่นี้เราจะเน้นไปที่แบตเตอรี่แบบ LiPo

รูปที่ 2.20 แสดงแบตเตอรี่แบบ NiMH ขนาดต่างๆ

2. แบตเตอรี่แบบ LiPo(Lithium Polymer)เทคโนโลยีใหม่ที่ทำให้อากาศยานบังคับที่

ใช้พลังงานไฟฟ้าได้รับความนิยมมากในปัจจุบันคือแบตเตอรี่แบบ LiPo(Lithium Polymer) แบตเตอรี่แบบนี้มีข้อได้เปรียบกว่าแบบ NiMH หลายอย่างเช่น มีน้ำหนักเบาให้พลังงานสูงความจุสูง และประสิทธิภาพสูงกว่ามาก นอกจากนี้ แบตเตอรี่แบบ LiPoยังมีอัตราการคายประจุสูงมากทำให้มอเตอร์ได้รับพลังงานเพียงพอกับกำลังที่ต้องการ ส่วนข้อเสียของแบตเตอรี่แบบนี้ก็คือ มีราคาสูงถ้าดูแลรักษาไม่ดี แบตเตอรี่แบบนี้จะชาร์จได้เพียง 300-400 ครั้งเท่านั้น สารประกอบที่อยู่ภายในแบตเตอรี่แบบ LiPoติดไฟง่ายจึงอาจเกิดการระเบิดได้ถ้าไม่ชาร์จหรือจัดเก็บอย่างถูกวิธี รวมทั้งถ้าติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่ไม่ปลอดภัยจะทำให้เกิดการระเบิดได้เมื่อเกิดการกระแทก ดังนั้นการใช้แบตเตอรี่แบบนี้จึงต้องมีข้อควรระวังที่ต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

แบตเตอรี่ LiPoคือ แบตเตอรี่ LiPoHybrid โดยทั่วไปเซลล์ของแบตเตอรี่แบบนี้จะห่อหุ้มด้วยแผ่นฟอยล์ แต่ละเซลล์จะให้ความต่างศักย์ 3.7 V ในการใช้งานกับอากาศยานขนาดเล็กไปจนถึงขนาดกลาง จำนวนเซลล์ที่มาต่ออนุกรมกันจะมีประมาณ 1 - 6 เซลล์ โดยจะระบุไว้ที่ข้างแบตเตอรี่ว่า 1S 2S 3S หรือ 4S ซึ่งบอกว่ามีกี่เซลล์ต่อกันแบบอนุกรม (S-series) บางแบบก็จะมีการต่อเซลล์แบบขนานด้วยเพื่อเพิ่มปริมาณกระแส (หรือเพิ่มความจุ) ที่จ่ายออกมาซึ่งในกรณีนี้ก็จะระบุตัว P (Parallel) เพิ่มขึ้นมาเช่น 3S2P ก็หมายความว่ามีเซลล์สองชุดต่อขนานกันโดยที่แต่ละชุดมีสามเซลล์ต่ออนุกรมกันอยู่ซึ่งโดยรวมแล้วจะให้ความต่างศักย์ 3.7 ×3 = 11.1V และมีความจุเท่ากับความจุของแต่ละชุดรวมกัน รูปที่ 2.21 แสดงตัวอย่างของแบตเตอรี่แบบ LiPoขนาดต่าง ๆ

รูปที่ 2.21 แสดงแบตเตอรี่แบบ LiPoขนาดต่าง ๆ

เรื่องความจุและอัตราการคายประจุของแบตเตอรี่ LiPoเช่นเดียวกับแบตเตอรี่

NiMH ความจุของแบตเตอรี่แบบนี้จะระบุด้วยค่า mAhซึ่งย่อมาจาก mili-ampere hours หมายถึงความจุต่อชั่วโมงที่สามารถจ่ายได้จนแบตเตอรี่หมด และมีความหมายเช่นเดียวกันกับปริมาณที่สำคัญอีกอย่างคืออัตราการคายประจุหรือบางครั้งเรียกว่าค่า C-rating (C: capacity) ค่านี้จะปรากฏอยู่บนแบตเตอรี่แต่ละก้อน ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่ก้อนหนึ่งจะระบุว่า 3S 11.1 V 25 C 2000 mAh หมายความว่า แบตเตอรี่ก้อนนี้ประกอบด้วย 3 เซลล์ต่ออนุกรมกันมีความต่างศักย์รวม 11.1 V และคายประจุได้สูงสุดถึง 25 เท่าของค่าความจุที่กำหนด นั่นคือ25 ×2000mAh=50A ในเวลาหนึ่งชั่วโมงเราสามารถคำนวณเวลาที่แบตเตอรี่ สามารถจ่ายกระแสได้โดยนำค่าความจุมาหาร 60 นาที ในหนึ่งชั่วโมงจะได้ 2000/60 = 33.3 mAh/mi จากนั้นคูณด้วย C-rating ได้ 833 mAh/min ซึ่งคิดเป็นเวลา 2000/833 = 2.4 นาที นั่นคือถ้าดึงกระแสออกมาด้วยอัตราสูงสุด 25 C จะใช้งานแบตเตอรี่นี้ได้เพียง 2.4 นาทีเท่านั้น แต่โดยทั่วไปแล้วในการบินปกติที่ไม่ใช่การบินผาดโผนแบบหนัก ๆ จะไม่ได้ดึงกระแสจากแบตเตอรี่ด้วยอัตราสูงสุดทำให้เวลาในการบินยาวกว่าที่คำนวณไว้ข้างต้น การคำนวณนี้โดยทั่วไปสามารถคิดได้ว่าเวลาที่แบตเตอรี่จะคายประจุหมดด้วยอัตราสูงสุดนั้นมีค่าเท่ากับ 60/C-rating นาที ในกรณี นี้คือ 60/25 = 2.4 นาที เป็นต้น

ในการเลือกแบตเตอรี่มาใช้งานนั้นควรเลือกซื้อแบตเตอรี่ที่มีค่า C สูงๆ การใช้แบตเตอรี่ที่มีค่า C ต่ำเกินไปจะทำให้มอเตอร์และตัวควบคุมความเร็วรอบแบบอิเล็คทรอนิคส์ (Electronic Speed Controller: ESC) เสียหายได้ บางครั้งค่า C-rating ที่กำหนดมาให้จะระบุทั้งค่าต่อเนื่องและค่าการระเบิดพลังงานออกมาในช่วงเวลาสั้นๆ (burst) เช่น 20 C Continuous/40 C Bursts หมายความว่าในการใช้งานปกติสามารถจ่ายกระแสได้ต่อเนื่องที่อัตราสูงสุด 20 C แต่ถ้าในการบินที่รุนแรงซึ่งมอเตอร์ต้องการกำลังมากในเวลาอันสั้น แบตเตอรี่นี้จะจ่ายกระแสได้เต็มที่ 40 ที่ 10 วินาที) นอกจากเรื่องของปริมาณและเท่าของค่าความจุในเวลาอันรวดเร็ว (โดยปกติจะอยู่อัตราการจ่ายกระแสแล้วการใช้แบตเตอรี่ที่มีค่า C ต่ำเกินไปจะทำให้แบตเตอรี่ร้อนมากการเปลี่ยนไปใช้แบตเตอรี่ที่มีค่า C สูงขึ้นจะทำให้แบตเตอรี่เย็นกว่าในขณะใช้งานทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ยาวนานขึ้น

มีข้อควรรู้อีกข้อคือในการคายประจุของแบตเตอรี่ LiPoนั้นจะต้องไม่ใช้งานแบตเตอรี่จนเหลือความต่างศักย์ในแต่ละเซลล์ไม่ถึง 3 V เนื่องจากจะทำให้แบตเตอรี่ร้อนมากและมีอายุการใช้งานไม่นาน คำแนะนำโดยทั่วไปในการยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่ LiPoคือไม่ควรใช้งานเกิน 80% ของค่าความจุของแบตเตอรี่ เช่นแบตเตอรี่ที่มีความจุ 2500mAhไม่ควรถูกใช้งานเกิน 2500 × 0.8 = 2000 mAhและเมื่อแบตเตอรี่มีอายุการใช้งานที่นานขึ้นค่าความจุจะลดลงไปตามเวลาที่ใช้อีกด้วยหลังจากชาร์จเต็มที่แล้ว แบตเตอรี่ LiPoจะมีความต่างศักย์ 4.2 Vต่อเซลล์ ถ้ายังชาร์จต่อไปอีกอาจทำให้เกิดระเบิดและไฟไหม้ได้ ดังนั้นจึงต้องหยุดชาร์จทันทีหรือใช้เครื่องชาร์จที่ตัด

กระแสไฟฟ้าที่ชาร์จเข้าไปทันทีที่ความต่างศักย์ของเซลล์มีค่า 4.2 V

สรุปหลักการใช้งานแบตเตอรี่ LiPoเพื่อความปลอดภัย ดังนี้

1. **ชาร์จแบตเตอรี่**ในบริเวณที่ไม่ติดไฟหรือมีผนังกันไฟไหม้ได้

2. หลังจากใช้งานแล้วควรรออย่างน้อย 15 - 30 **นาทีเพื่อให้แบตเตอรี่**เย็นลงก่อนที่จะนำไปชาร์จ

3. **อย่าชาร์จแบตเตอรี่ทิ้งไว้โดยไม่มีคนดูแล**

4. **อย่าแกะหีบห่อบรรจุแบตเตอรี่ออกจากกัน ถ้าชำรุดหรือมีรูรั่วให้นำไปวางไว้ให้ห่างไกลจากผู้คนและทรัพย์สินเพื่อดูอาการเพราะอาจเกิดการระเบิดได้ จากนั้นให้นำไป**กำจัดให้ถูกวิธีต่อไป

5. **หากอากาศยานตก ให้รีบตรวจสอบความเสียหายของแบตเตอรี่ แล้วถอดออกไปไว้กลางแจ้งให้ห่างไกลจากผู้คน เพื่อป้องกันการระเบิดที่อาจจะเกิดขึ้นตามมา จากนั้นให้นำไป**กำจัดให้ถูกวิธีต่อไป

6. **อย่าชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเครื่องชาร์จที่ไม่ได้มาตรฐาน และอย่าชาร์จเกินเวลาที่**กำหนดในกรณี**ที่ใช้เครื่องชาร์จที่ไม่ตัดไฟหลังจากชาร์จเต็มแล้ว**

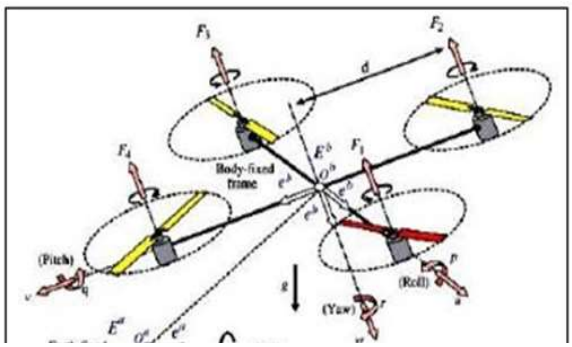
7. **ประการสุดท้ายเมื่อแบตเตอรี่หมดอายุ ต้องทิ้งให้เป็นที่อย่าทิ้งปนกับขยะอื่นๆ ถ้าจำเป็นต้องทิ้งให้ทำตามขั้นตอนการทำลายแบตเตอรี่** LiPoควรนำไปทิ้งในที่สำหรับทิ้งแบตเตอรี่โดยเฉพาะเท่านั้น

2.5ชุดควบคุมการบิน

ชุดควบคุมการบินทำหน้าที่ควบคุมเสถียรภาพทางการบินของอากาศยานประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนประมวลผลและควบคุมการบิน และเซ็นเซอร์ต่าง ๆ (Sensor) เป็นส่วนวัดสภาพการบิน

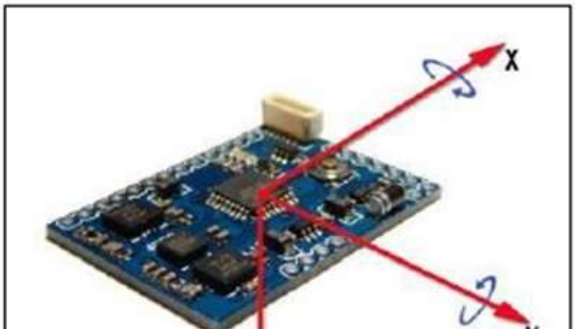
2.5.1การควบคุมระดับมุมเอียง (Attitude Control)

การควบคุมความอียงเป็นการควบคุมมุมเอียง (Orientation) ในแนวแกนต่าง ๆ (Angle Control) ได้แก่ Roll Pitch และ Yaw (หรือ X, Y, Z) **ถือเป็นการควบคุมพื้นฐานที่ทำให้**อากาศยานบินได้อย่างมีเสถียรภาพ ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 แรงต่างๆที่กระทำบนอากาศยานแบบสี่ใบพัด

เซนเซอร์พื้นฐานที่ใช้สำหรับการควบคุมมุมเอียงได้แก่ ไจโรสโคป (Gyroscope)ใน**กรณีที่ต้องการควบคุมระดับ** Roll กับ Pitch (Level Control) หรือแกน X กับ Y **นั้นต้องใช้ไจโรส**โคปร่วมกับเซนเซอร์วัดความเร่ง (Accelerometer) **เพื่อชดเชยข้อด้อยของเซนเซอร์**ทั้งสองการประมาณค่ามุมทำได้โดยใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ เช่น Kalman Filter Complementary Filter เป็นต้น หลังจากประมาณค่ามุมต่างๆได้แล้ว จึงควบคุมมุมต่างๆด้วยเทคนิคการควบคุม เช่น PID(Proportion Integral Derivative Control) การควบคุมแบบฟูซซี่ (Fuzzy Logic Control) เป็นต้น ส่วนการควบคุมทิศทางในแนวแกน Yaw หรือแกน Z ใช้ร่วมกับเซนเซอร์วัดนามแม่เหล็กโลก (Magnetometer) **ปัจจุบันได้มีการรวมเซนเซอร์ทั้งสามเข้าด้วยกัน เรียกว่า** InertialMeasurementUnit หรือ IMU ดังรูปที่ 2.23 การต่อสัญญาณ IMU เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ทำได้สองแบบ ได้แก่ แบบอนาลอก (Analog) และแบบดิจิตอล (Digital) **ซึ่งดิจิตอลจะใช้การเชื่อมต่อแบบ** I2Cหรือ SPI **จะมีความสะดวกมากว่าแบบอนาลอกใช้สายสัญญาณน้อยกว่า นอกจากนี้ เซนเซอร์แบบดิจิตอลจะมีตัวแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอลภายในซึ่งมีความละเอียดมา**กกว่าตัวแปลงในไมโครคอนโทรลเลอร์เอง



รูปที่ 2.23 แสดง Inertial Measurement Unit หรือ IMU

Inertial Measurement Unit (IMU) เซนเซอร์ หรืออุปกรณ์ที่ใช้ใน INS (Inertial Navigation System) เป็นส่วนประกอบหลักที่ใช้ในเครื่องบินยานอวกาศและเรือเช่นเดียวกับจรวดขีปนาวุธ IMU ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ accelerometers 3 ทิศทาง และ gyroscopes 3 ทิศทาง ซึ่งรับความเร่งยานพาหนะและความเร็วเชิงมุมตามลำดับ

- Accelerometer เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดความเร่งตามแนวแกนที่เฉพาะเจาะจง ตั้งข้อสังเกตได้ว่า accelerometers ใน IMU รับเพียง specific forces แนวคิดนี้ เป็นสิ่งสำคัญใน inertial navigation หรือระบบนำทางอาศัยแรงเฉื่อย

- หลักการของเซนเซอร์วัดความเร่ง (Accelerometer)ทำหน้าที่วัดความเร่งในการเอียงทั้งสามแกน X, Y, Z ที่อ้างอิงกับแรงโน้มถ่วงของโลก สามารถอธิบายโดยมีลูกบอลบรรจุภายในกล่องสี่เหลี่ยม ลูกบอลที่บรรจุภายในกล่องนั้นลอยอยู่ระหว่างแกน X,Y,Z โดยไม่สัมผัสกับผิวของกล่อง ซึ่งเปรียบเสมือนค่าที่ส่งออกมาได้คือ X,Y,Z = 0g (โดยที่ g = 9.8m/s2) เมื่อลูกบอลนั้นสัมผัสกับผนังทางขวาซึ่งแสดงผลเป็นค่าแกน –X ของ Accelerometer ซึ่งจะได้ค่า X = -1g, Y = 0g, Z = 0g

สมมุติลูกบอลที่บรรจุในกล่องนั้นอยู่ในสภาวะมีแรงโน้มถ่วง ซึ่งจะทำให้ลูกบอลมีแรงกดลงที่แกน –Z ของกล่องเนื่องจากค่า g จะส่งผลทำให้ค่าของ X = 0 g, Y = 0 g,Z = -1g ซึ่งจะเห็นได้ว่า ถ้าในสภาวะปกติของ Accelerometer จะมีผลต่อค่าแรงโน้มถ่วงของโลกตลอดเวลา โดยจากแบบจำลองข้างต้นลูกบอลได้กดลงที่แกน –Z จะทำให้ค่าของ Z = 1 g เสมอตามแรงกดของแรงโน้มถ่วงโลกอยู่ตลอดในสภาวะปกติ

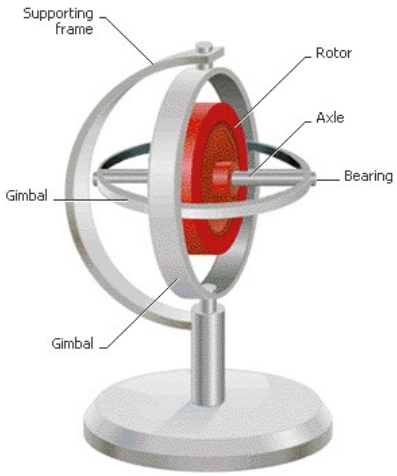
เมื่อเราเอียงกล่องไป 45 องศา โดยยังคงให้อยู่ภายใต้สภาวะแรงโน้มถ่วงของโลกจะทำให้ลูกบอลกดที่ผนังของกล่องทั้งสองด้าน คือกดลงที่แกน –Z และ –X โดยจะทำให้ค่าของ X = -

0.71 g, Y = 0 g และ Z = -0.71 g ซึ่งเป็นผลจากการแตกแรงกดของค่าแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อแกน –Z และ –X ซึ่งทำมุมเป็น 45 องศา

- Gyroscopeเป็นอุปกรณ์สาหรับการวัด หรือการรักษาการปรับทิศทางขึ้นอยู่กับหลักการของการอนุรักษ์

- โมเมนตัมเชิงมุมหลักการเซนเซอร์ วัดความเร็วเชิงมุม (Gyroscope)ตามหลักการแล้วเป็นอุปกรณ์ที่อาศัยแรงเฉื่อยของ Rotor ที่หมุน เพื่อช่วยในการรักษาทิศทางของแกนหมุนให้อยู่ในตำแหน่งเดิมตลอดเวลาที่มีการหมุนดังรูปที่ 2.28 ซึ่งประกอบด้วย Rotor บรรจุใน Gimbal อีกที่หนึ่ง ทำให้เอียงในทิศทางต่างๆโดยอิสระ โมเมนตัมเชิงมุมของ Rotor ดังกล่าวจะทำการรักษาตำแหน่งไว้ แม้ว่า Gimbal จะเกิดการเอียงตัวไปมา

จากคุณสมบัติดังกล่าว ทำให้สามารถนำหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ต่างๆ เช่น เข็มทิศ (Compass) ใช้เป็นระบบนำร่องของเครื่องบินเรืออุปกรณ์ป้องกันการกลิ้งบนเรือขนาดใหญ่รวมถึงระบบในยานอวกาศและสถานีอวกาศ



รูปที่ 2.24 แสดงเซนเซอร์วัดความเร็วเชิงมุม (Gyro)

- Gyroscope มีบทบาทอย่างไรใน IMU

ในเมื่อ Accelerometer สามารถวัดความเอียงได้เรียบร้อย ไม่มีความจำเป็นจะต้องวัดความเร็วเชิงมุม เพราะว่า Output ของ Accelerometer มีผลกับแรงโน้มถ่วง นั่นหมายถึงค่า Output ของ Accelerometer ไม่มีทางหยุดนิ่งเฉย แม้ปล่อยทิ้งไว้ก็จะเคลื่อนที่ขึ้น-ลง สั่นไปมา ต่างกับ Gyroscope ที่ปล่อยทิ้งไว้ค่า Output ที่ได้ก็จะนิ่งไม่เกิดการสั่น และถ้านำ Output ของGyroscope มาใช้กรรมวิธีการ Discrete Integral ก็จะสามารถหามุมได้

2.5.2 การควบคุมระดับความสูง (Altitude Control)

การควบคุมความสูงของอากาศยานแบบสี่ใบพัดทำได้โดยการควบคุมร่วมกับอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ทำหน้าที่วัดความสูงโดยตรงหรือโดยทางอ้อม เช่น เซนเซอร์ชนิดอัลตร้าโซนิค (Ultrasonic) เซนเซอร์วัดความดันบรรยากาศ (Barometer) เซนเซอร์จับภาพเคลื่อนไหว (OpticalFlow)

2.5.3 การควบคุมตำแหน่ง (Position Control)

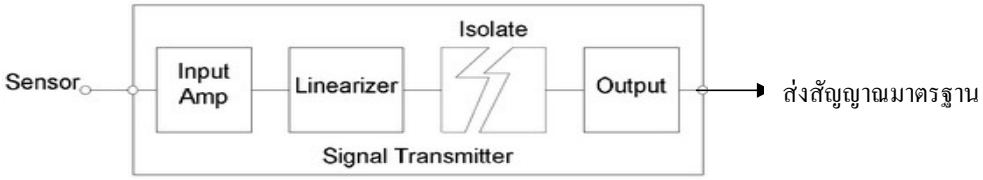
GPS คือ ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ย่อมาจากคำว่า Global PositioningSystem ชื่อเต็มของระบบนี้ คือ NAVSTAR Global Positioning System คำว่า NAVSTAR เป็นอักษรย่อมาจาก Navigation SatelliteTiming and Ranging ภาคของคำว่าดาวเทียมสำหรับนำร่อง คือ ระบบที่ระบุตำแหน่งทุกแห่งบนโลก จากกลุ่มดาวเทียม 24 ดวง ที่โคจรอยู่รอบโลกในระดับสูงที่พ้นจากคลื่นวิทยุรบกวนของโลกและวิธีการที่สามารถให้ความถูกต้องเพียงพอที่จะใช้ชี้บอกตำแหน่งได้ทุกแห่งบนโลกตลอดเวลา 24 ชั่วโมง จากการนำมาใช้งานจริงจะให้ความถูกต้องสูงโดยที่ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตำแหน่งทางราบต่ำกว่า 50 เมตร และถ้าเป็นแบบวิธี “อนุพันธ์” (Differential) จะให้ความถูกต้องถึงระดับเซนติเมตรจากการพัฒนาทางด้านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถผลิตเครื่องรับ GPS ที่มีขนาดลดลงและมีราคาถูกลงกว่าเครื่องรับระบบ TRANSIT เดิม

2.6 ชุดรับ-ส่งสัญญาณ (Signal transmit -Receive system)

ชุดรับ -ส่งสัญญาณทำหน้าที่รับส่งสัญญาณควบคุมจากนักบิน และทำหน้าที่ส่งข้อมูลการบินทั้งหมดกลับมายังฐานบนพื้นดิน (Ground Station)

2.6.1ชุดส่งสัญญาณ (Signal Transmitter) หรือวิทยุบังคับ

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณวัดเซนเซอร์แบบต่างๆ มาเป็นสัญญาณ ส่วนประกอบต่างๆของ Signal Transmitter มีหน้าที่ดังนี้



รูปที่ 2.25 แสดงส่วนต่างๆของ Signal Transmitter

- Input Amplifier เป็นส่วนที่ขยายสัญญาณจากเซนเซอร์ ซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าค่าต่ำ ให้มีระดับสัญญาณแรงขึ้น

- Linearizer เนื่องจากคุณสมบัติของเซนเซอร์แต่ละชนิดมีความไม่เชิงเส้น (Non-linear) กับค่าวัดLinearizer จึงมีหน้าที่แก้ไขความไม่เชิงเส้นของเซนเซอร์

-Isolate ทำหน้าที่แยกสัญญาณไฟฟ้าระหว่างด้าน Sensor Input และสัญญาณไฟฟ้าด้าน Output เข้า Isolate เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนจากเซนเซอร์ไม่ให้ออกไปทาง Output ป้องกันสัญญาณรบกวนอันเนื่องมาจากการเกิด Ground Loop และป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ที่ต่อพ่วง

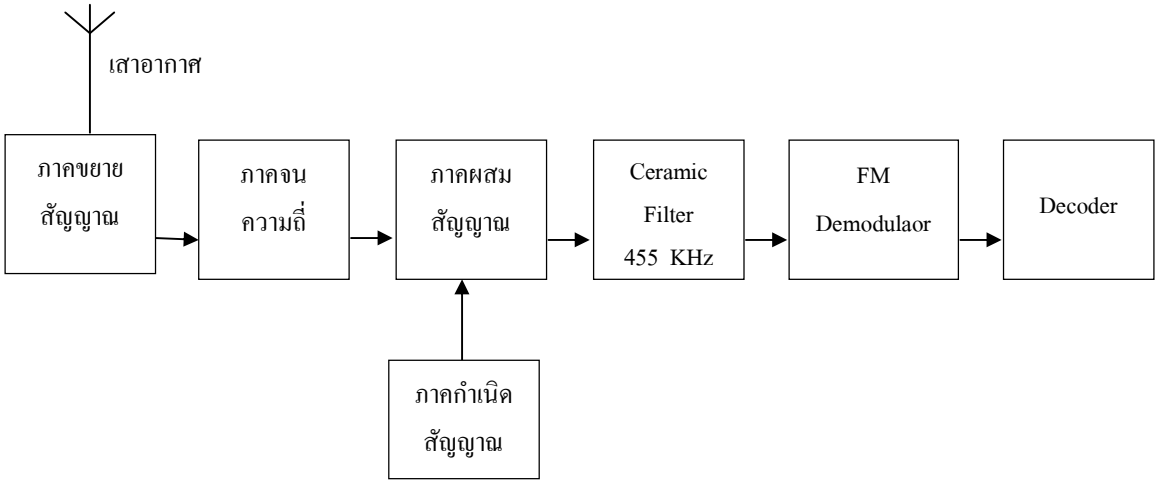
-Output ในกรณีที่เกิดความผิดปกติทางด้านเซนเซอร์

- Output มีหน้าที่แปลงสัญญาณจาก Isolate มาเป็นสัญญาณมาตรฐาน

2.6.2ชุดรับสัญญาณ (Receive system)

ชุดรับสัญญาณหรือ Receiver มีอยู่หลายแบบ โดยมีการทำงานตั้งแต่ง่ายๆ ไม่ซับซ้อนจนถึงซับซ้อนมาก และแบบที่ซับซ้อนมากก็ต้องมีความสามารถในการรับสัญญาณได้ดีกว่าด้วย แต่ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงเครื่องรับวิทยุที่ใช้กันในเครื่องบินบังคับวิทยุ (R/C) จะเป็นแบบที่เรียกว่า Super Heterodyne

การทำงานของเครื่องรับวิทยุในเครื่องบินบังคับวิทยุ(R/C) แบบ Super Heterodyneมีการทำงานดังรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.26 แสดง FM radio block diagram สำหรับเครื่องบินบังคับวิทยุ (R/C)

จากรูปที่ 2.26 เครื่องรับวิทยุระบบ FM ที่ใช้ในเครื่องบินบังคับวิทยุ (R/C) ทั่วไปจะรับสัญญาณวิทยุที่ผ่านเข้ามาทางสายอากาศ สัญญาณวิทยุนี้มีกำลังอ่อนมากต้องทำการขยายให้มีกำลังสูงขึ้นด้วยภาคขยายสัญญาณ ซึ่งจะทำการขยายสัญญาณทุกความถี่ ดังนั้นหากต้องการเฉพาะย่านความถี่ที่ต้องการซึ่งทำได้โดยการใช้ภาคจูนความถี่ (Tuner) วงจรจูนความถี่จะสามารถเลือกความถี่เข้ามาได้ถูกต้องระดับหนึ่ง เช่น ความถี่ย่าน 7.2 MHz ทั้งหมด แต่ไม่สามารถที่จะเลือกเอาเฉพาะความถี่เพียงหนึ่งช่องในย่าน 72 MHz ได้ ดังนั้นถ้ามีเครื่องรับวิทยุสำหรับความถี่ 40 MHz และจะนำไปใช้กับความถี่ 72 MHz จึงไม่สามารถทำได้ เพราะภาคจูนความถี่จะทำงานอยู่คนละช่วงความถี่กัน แต่สำหรับเครื่องรับวิทยุย่าความถี่ 72 MHz ซึ่งยังมีการแบ่งเป็นแบบ Lo-Band กับ Hi-Band เราอาจจะนำเอาแร่ของย่านความถี่ Hi-Band ไปใช้กับ Lo-Band ได้แต่ไม่ควรทำเพราะภาคจูนความถี่จะทำงานคนละช่วงความถี่กันจะทำให้มีสัญญาณอื่นแทรกเข้ามาถ้าคลื่นแทรกนี้ไม่แรงมากก็จะไม่มีปัญหาอะไร แต่ถ้าแรงมากเราก็จะควบคุมเครื่องบินไม่ได้เพื่อที่จะเลือกเอาความถี่เพียงหนึ่งช่องเท่านั้น เราต้องเพิ่มภาคกำเนิดสัญญาณและภาคผสมสัญญาณเข้ามา โดยเราจะใช้ภาคกำเนิดสัญญาณโดยใช้แร่ Crystal ทำการกำเนิดความถี่ที่มีความถี่ 455 kHz แตกต่างจากความถี่ของช่องที่ต้องการ เช่น ถ้าเราต้องการรับความถี่ช่องที่ 48 ซึ่งตรงกับความถี่ 72.750 MHz เราจะต้องสร้างสัญญาณความถี่ 72.295 MHz เป็นต้น เมื่อเรานำความถี่ที่ผลิตได้มาผสมกับความถี่ที่รับเข้ามาความถี่ทั้งสองจะถูกหักล้างกันเองเหลือแต่ความถี่ 455 kHz แต่เนื่องจากอาจจะมีความถี่อื่นๆ ปนอยู่ในความถี่ 455kHz นี้ เราจะนำสัญญาณที่ได้มาผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า Ceramic Filter 455 kHz ซึ่งทำให้สัญญาณมีความบริสุทธิ์ มากยิ่งขึ้นสัญญาณที่ได้ยังเป็นสัญญาณวิทยุระบบ FM อยู่ เราจะต้องนำ

สัญญาณวิทยุนี้ไปแปลงเป็นสัญญาณเสียงด้วยวงจร Demodulator แล้วนำไปถอดรหัสด้วยวงจร Decoder ก่อนนำไปใช้ควบคุมเซอร์โวต่อไป การทำงานทั้งหมดที่กล่าวมาเป็นการทำงานของเครื่องรับวิทยุแบบ Single Conversion

ส่วนเครื่องรับวิทยุแบบ Dual Conversion จะใช้ภาคกำเนิดสัญญาณและภาคผสมสัญญาณสองชุด โดยในชุดแรกวงจรกำเนิดสัญญาณโดยใช้แร่ Crystal กำเนิดความถี่ที่มีความถี่แตกต่างจากความถี่ของช่องที่เราต้องการอยู่ 10.7 MHz พอนำสัญญาณมาผสมกันก็จะเหลือความถี่ 10.7 MHz จากนั้นนำสัญญาณนี้มาผ่านCeramic Filter 10.7 MHz เพื่อกรองสัญญาณอื่นๆที่ไม่ต้องการออกไป จากนั้นจะนำความถี่ที่ได้มาผสมกับความถี่ 10.245 MHz ซึ่งสร้างมาจากวงจรกำเนิดความถี่อีกชุดสัญญาณที่ออกจากวงจรผสมความถี่ชุดที่สองจะเหลือแต่ความถี่ 455 kHz จากนั้นก็นำมาผ่าน Ceramic Filter 455 kHz ซึ่งทำให้สัญญาณมีความบริสุทธิ์มากยิ่งขึ้น สัญญาณที่ได้ยังเป็นสัญญาณวิทยุระบบ FM อยู่ จะต้องนำสัญญาณวิทยุนี้ไปแปลงเป็นสัญญาณเสียงด้วยวงจร Demodulator แล้วนำไปถอดรหัสด้วยวงจร Decoder ก่อนนำไปใช้ควบคุมเซอร์โวต่อไป จะเห็นว่าเครื่องรับวิทยุแบบ Dual Conversion จะสามารถกรองสัญญาณรบกวนออกไปได้มากกว่า เพราะต้องผ่านการกรองความถี่ถึงสองชั้น จึงทำให้มีการรบกวนต่ำกว่าจะเห็นว่าแร่ Crystal สำหรับเครื่องรับแบบ Single Conversion กับ Dual Conversion จะกำเนิดความถี่ที่แตกต่างกันให้ภาคผสมสัญญาณ แม้ว่าเครื่องรับวิทยุจะทำงานที่ช่องเดียวกัน ดังนั้นเราจึงไม่สามารถนำเอาแร่ Crystal ของเครื่องรับแบบ Single Conversion ไปใช้กับแบบ Dual Conversion ได้

2.7ส่วนสร้างแรงยก

เป็นส่วนสร้างแรงยกให้กับอากาศยานแบบสี่ใบพัด ประกอบด้วย มอเตอร์ (Brushless DCMotor) ชุดควบคุมความเร็วรอบแบบอิเล็คทรอนิคส์ (Electronic Speed Controller) และใบพัดเป็นตัวสร้างแรงยก

2.7.1มอเตอร์(Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้า หมายถึงเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลเพื่อไปขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น พัดลม ปั๊ม เครื่องปรับอากาศหรือใช้ในโรงงานเพื่อควบคุมเครื่องจักรกลต่างๆ ในโรงงาน สามารถแบ่งตามการใช้กระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิด คือ

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor: DC)
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor: AC)

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor:DC)

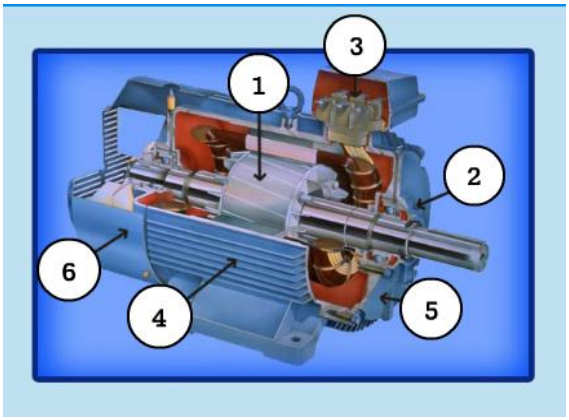
หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วย แม่เหล็กถาวร 2 ขั้ววางอยู่ระหว่างขดลวดตัวนำ ขดลวดตัวนำจะได้รับแรงดันไฟตรงป้อนให้ในการทำงาน ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก 2 ชุดมีขั้วแม่เหล็กเหมือนกันวางใกล้กันเกิด แรงผลักดันทำให้ขดลวดตัวนำหมุนเคลื่อนที่ได้

การทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีแรงดันไฟตรงจ่ายผ่านแปรงถ่าน (Brushes) ไปคอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ผ่านไปให้ขดลวดตัวนำที่อาร์เมเจอร์ (Armature) ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์ เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมา ทางด้านซ้ายมือเป็นขั้วเหนือ (N) และด้านขวามือเป็นขั้วใต้ (S) เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่วางอยู่ใกล้ๆเกิดอำนาจแม่เหล็กผลักดันกันอาร์เมเจอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา พร้อมกับคอมมิวเตเตอร์ หมุนตามไปด้วยแปรงถ่านสัมผัสกับส่วนของคอมมิวเตเตอร์เปลี่ยนไปในอีกปลายหนึ่งของขดลวด แต่มีผลทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่อาร์เมเจอร์เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่อยู่ใกล้ๆอีกครั้ง ทำให้อาร์เมเจอร์ยังคงถูกผลักให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ตลอดเวลาเกิดการหมุนของอาร์เมเจอร์ คือมอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน

ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีโครงสร้างและส่วนประกอบคล้ายกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง มีส่วนประกอบที่สำคัญเหมือนกัน มีรูปร่างลักษณะภายนอกคล้ายกันแตกต่างกันตรงการนำไปใช้งาน โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงจะทำให้เกิดไฟฟ้าในรูปของแรงดันไฟออกมา ส่วนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์ทำให้มอเตอร์หมุนเกิดพลังงานกลขึ้นมา ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแสดงดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 แสดงส่วนประกอบของมอเตอร์

1. ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) คือ ขดลวดที่ถูกพันอยู่กับขั้วแม่เหล็กที่ยึดติดกับโครงมอเตอร์ทำหน้าที่กำเนิดขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้นใต้ (S) แทนแม่เหล็กถาวร ขดลวดที่ใช้เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวน สนามแม่เหล็กจะเกิดขึ้นเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์

2. ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces) คือแกนสำหรับรองรับขดลวดสนามแม่เหล็กถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ด้านใน ขั้วแม่เหล็กทำมาจากแผ่นเหล็กบางๆอัดซ้อนกัน (Lamination SheetSteel) เพื่อลดการเกิดกระแสไหลวน (Edy Current) ที่จะทำให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กลดลงขั้วแม่เหล็กทำหน้าที่ให้กำเนิดขั้วสนามแม่เหล็กมีความเข้มสูงสุดแทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวรผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กทำให้โค้งรับกับอาร์เมเจอร์พอดี

3. โครงมอเตอร์ (Motor Frame) คือส่วนเปลือกหุ้มภายนอกของมอเตอร์ และยึดส่วนอยู่กับที่ (Stator) ของมอเตอร์ไว้ภายในร่วมกับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์ โครงมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กให้เกิดสนามแม่เหล็กครบวงจร

4. อาร์เมเจอร์ (Armature) คือส่วนที่เคลื่อนที่ (Rotor) ถูกยึดติดกับเพลา (Shaft) และรองรับการหมุนด้วยที่รองรับการหมุน (Bearing) ตัวอาร์เมเจอร์ ทำจากเหล็กแผ่นบางๆอัดซ้อนกัน ถูกเซาะร่องออกเป็นส่วนๆ เพื่อไว้พันขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) ขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวน ร่องขดลวดอาร์เมเจอร์จะมีขดลวดพันอยู่และมีลิ่มไฟเบอร์อัดแน่นขึงขดลวดอาร์เมเจอร์ไว้ ปลายขดลวดอาร์เมเจอร์ต่อไว้กับคอมมิวเตเตอร์อาร์เมเจอร์ผลักดันของสนามแม่เหล็กทั้งสองทำให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่

5. คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) คือส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่งถูกยึดติดเข้ากับอาร์เมเจอร์และเพลาร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์ทำจากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แต่ละแท่งทองแดงของคอมมิวเตเตอร์ถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า (Mica) อาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ ทำหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่านเพื่อส่งไปให้ขดลวดอาร์เมเจอร์

6. แปรงถ่าน (Brush) คือตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ ทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผลิตมาจากคาร์บอนหรือแกรไฟต์ผสมผงทองแดง เพื่อให้แข็งและนำไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวนำต่อร่วมกับแปรงถ่านเพื่อไปรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านทำหน้าที่รับแรงดันไฟตรงจากแหล่งจ่ายจ่ายผ่านไปให้คอมมิวเตเตอร์

การควบคุมมอเตอร์ โดยทั่วไปการควบคุมมอเตอร์ จะควบคุม 3 ส่วน คือ

1. ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ (Speed Control)

2. ควบคุมแรงบิดของมอเตอร์ (Torque Control)

3. ควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ (Direction Control)

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงนั้น จะทำได้โดยการปรับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ ส่วนการควบคุมแรงบิดทำโดยการควบคุมกระแสที่ผ่านขดลวดอาเมเจอร์ และที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ ในกรณีสเตเตอร์ แบบใช้ขดลวดพันสำหรับการควบคุมการหมุนหรือการ

สลับทิศทางการหมุนนั้น ในกรณีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สามารถทำได้โดยการสลับขั้วแหล่งจ่ายไฟที่จ่ายให้แก่มอเตอร์สำหรับกรณีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็ก แบบใช้แม่เหล็กถาวรเป็นสเตเตอร์จะไม่สามารถควบคุมได้มากนัก โดยการควบคุมความเร็วของมอเตอร์จะถูกจำกัดด้วยขนาดแรงดัน โดยสามารถปรับได้ไม่เกินค่าแรงดันสูงสุดที่จ่ายให้มอเตอร์ ส่วนการควบคุมแรงบิด อาจทำโดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าแบบขดลวด (Wire Wound Resistor) แต่ก็จะเกิดกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ตัวต้านทาน ฉะนั้นในปัจจุบันจึงมักนิยมใช้การควบคุมด้วยวงจรพัลซ์วิธมอดูเลเตอร์ (Pulse Width Modulator) ซึ่งจะใช้วิธีจ่ายไฟให้แก่ มอเตอร์เป็นช่วงๆ โดยการควบคุมแรงดันคือการปรับช่วงกว้างของพัลซ์ที่จ่ายให้นั่นเอง ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ลดกำลังสูญเสียได้มากสำหรับการกลับทางหมุนของมอเตอร์ อาจใช้วิธีสลับขั้วด้วยมือหรือใช้วงจรรีเลย์หรืออิเล็กทรอนิกส์เข้าไปควบคุมรายละเอียดบนมอเตอร์

รูปที่ 2.28 แสดงมอเตอร์แบบไม่ใช้แปรงถ่านชนิดเอาท์รันเนอร์ รุ่น x4110SKV 400

จากรูปที่ 2.28คือ รูปมอเตอร์แบบไม่ใช้แปรงถ่านชนิดเอาท์รันเนอร์ (Outrunner) ที่ใช้ในอากาศยานแบบสี่ใบพัด ซึ่งจะพบว่าบนมอเตอร์จะมีตัวเลขระบุค่าต่างๆไว้ ตัวเลขสี่หลักที่แสดงบนมอเตอร์ คือ ตัวเลขที่บอกขนาดของมอเตอร์โดยสองหลักแรก หมายถึง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสเตเตอร์ การที่เส้นผ่านศูนย์กลางของสเตเตอร์มากขึ้น มอเตอร์ก็จะมีขนาดใหญ่ขึ้น นั่นคือ รัศมียาวมากขึ้นจากกฎของแรง มอเตอร์เอาท์รันเนอร์ใช้เปลือกนอกเป็นตัวหมุน เปลือกนอกเป็นที่อยู่ของแม่เหล็กที่มีสนามแม่เหล็กตัดกับสนามแม่เหล็กของลวดบนสเตเตอร์ จุดที่สนามแม่เหล็กออกแรงผลักกันก็เปรียบเสมือนการออกแรงที่ปลายด้านหนึ่งของคานโดยมีแกนมอเตอร์เป็นจุดหมุน เมื่อเราใส่ใบพัดเข้าไปความยาวของใบตั้งแต่ปลายถึงจุดหมุนคือสิ่งที่คานต้องงัด ยิ่งเส้นผ่าศูนย์กลางมากขึ้นเท่าไรเส้นรัศมีก็ยาวมากขึ้นเท่านั้น เปรียบหมือนคานงัดที่ยาวมากขึ้น

ยิ่งรหัส 2 ตัวแรกมาค่ามากขึ้นก็จะสามารถใช้ใบพัดขนาดใหญ่ได้มากขึ้น ส่วนตัวเลขสองหลักหลังหมายถึง ความหนาของสเตเตอร์ ยิ่งความหนาของสเตเตอร์มากขึ้นเท่าไร จำนวนความยาวของแท่งแม่เหล็กบนเปลือกก็จะเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น จะช่วยในเรื่องของการเพิ่มกำลังของสนามแม่เหล็ก (คานยาวขึ้นอย่างเดียวไม่พอ ต้องมีแรงผลักที่เพิ่มมากขึ้นด้วย)

ค่า KV (Knowledge Vision) ที่แสดงบนมอเตอร์ คือ ค่าแรงดันหรือแรงเคลื่อนไฟฟ้า ซึ่งจะแสดงรอบที่ทำได้ต่อแรงดันไฟที่ 1 โวลต์ โดยความเร็วรอบของมอเตอร์คิดเป็นรอบต่อนาที (RPM) หาได้จากการเอาค่าแรงดันของแบตเตอรี่คูณด้วยค่า KV ที่แสดงอยูบนมอเตอร์ก็จะได้ความเร็วรอบที่มอเตอร์จะสามารถทำได้

$$VBattery \times [KV]\ Motor = rpm$$

VBattery	คือค่าแรงดันของแบตเตอรี่
[KV] Motor	คือความเร็วรอบในการหมุนมอเตอร์ ต่อ 1 โวลต์ KV
rpm	คือค่าความเร็วรอบต่อนาที

จากรูปที่ 2.28 เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่านชนิดเอาท์รันเนอร์ของค่าย Tiger Motorรุ่น sunny sky x4110s KV: 4000 จากรุ่นของมอเตอร์จะพบว่า มอเตอร์รุ่นนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสเตเตอร์ เท่ากับ 41 มิลลิเมตร และความหนาของสเตเตอร์ มีค่าเท่ากับ 10 มิลลิเมตร

2.7.2 ชุดควบคุมความเร็วรอบแบบอิเล็คทรอนิคส์ (Electronic Speed Controller:ESC)

ชุดควบคุมความเร็วรอบแบบอิเล็คทรอนิคส์หรือสปีดคอนโทรลหรือ ESC เป็นอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าทำให้เราสามารถเร่งหรือเบารอบของมอเตอร์ได้ ซึ่งสปีดคอนโทรลจะมีสายไฟออกมาทั้งสองด้าน ด้านหนึ่งจะใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่มอเตอร์ ส่วนอีกด้านหนึ่งก็จะมีสายไฟออกมาอีก 2 เส้นเพื่อรับกระแสไฟจากแบตเตอรี่ และในด้านที่มีสายไฟนี้ก็จะมีสายไฟเส้นเล็กพร้อมแจ๊คอีก 1 ตัวเพื่อเสียบเข้ากับเครื่องรับสัญญาณ (receiver)สำหรับรับค่าสั่งจากเครื่องส่งวิทยุผ่านเครื่องรับสัญญาณอีกทีเมื่อเร่งเดินเบาที่เครื่องส่งวิทยุ เครื่องรับวิทยุจะรับค่าสั่งจากเครื่องส่งผ่านสปีดคอนโทรลเพื่อจ่ายกระแสมากหรือน้อยให้มอเตอร์เร่งหรือเดินเบาได้ตามความต้องการ สปีดคอนโทรลแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบกระแสตรง DC ใช้ควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบมีแปรงถ่าน (Brushed Motor) สปีดคอนโทรลชนิดนี้จะควบคุมการจ่ายกระแสไฟกระแสตรง DC จากแบตเตอรี่สู่มอเตอร์ ถ้าจ่ายไฟมากมอเตอร์ก็หมุนเร็วจ่ายไฟน้อยมอเตอร์ก็หมุนช้าตามแต่ที่เราบังคับผ่านเครื่องส่งวิทยุ

2. แบบกระแสสลับ AC ใช้ควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (Brushless Motor) สปีดคอนโทรลชนิดนี้จะแปลงไฟจากกระแสตรงที่ได้รับจากแบตเตอรี่เป็นไฟกระแสสลับ เพื่อจ่ายไฟให้แก่มอเตอร์ แบบไร้แปรงถ่าน (Brushless Motor) ซึ่งมักมีสายไฟออกมาจากตัวสปีดคอนโทรล3 เส้น

สปีดคอนโทรล นอกจากจะทำหน้าที่ควบคุมความเร็วของมอเตอร์แล้วยังทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟให้แก่เครื่องรับสัญญาณอีกด้วย โดยจะทำการควบคุมกระแสของแบตเตอรี่ที่ถูกใช้ไปกับมอเตอร์ไม่ให้ต่ำกว่า 5 V เมื่อกระแสไฟในแบตเตอรี่ถูกมอเตอร์ใช้ไปจนถึงจุดที่ 5Vสปีดคอนโทรลจะทำหน้าที่ตัดกระแสไฟที่จ่ายไปยังมอเตอร์เพราะหากสปีดคอนโทรลไม่ตัดการทำงานของมอเตอร์ กระแสไฟจากแบตเตอรี่จะถูกมอเตอร์ใช้ไปจนหมดหรืออาจมีกระแสไฟที่ต่ำมากจนเครื่องรับสัญญาณไม่สามารถทำงานได้อากาศยานก็จะขาดการบังคับกับเครื่องส่งวิทยุ อากาศยานก็อาจหลุดลอยไปไม่อาจบังคับทิศทางได้หรือตกพังเสียหายได้

หลักการของESCมีหลักการดังนี้

- ค่า Voltage Cut-off เป็นค่าที่รู้กันในอันดับแรกๆ เป็นค่าการตัดการทำงานของมอเตอร์ ที่แรงดันของแบตเตอรี่ที่ถูกใช้จนลดลงถึงจุดที่ไม่ก่อความเสียหายแบตเตอรี่ โดยเฉพาะแบตเตอรี่แบบ LiPoหากมีการใช้แรงดันจนเกินจากที่กำหนด เช่น ต่ำกว่า 3 V/Cell มอเตอร์ก็จะตัดการทำงานหรือค่อยๆ ลดกำลังมอเตอร์ ลงเพื่อ Safe Battery

- ค่า Motor Brake เป็นค่าที่ใช้การเปิด-ปิดโหมดการหยุดของมอเตอร์ เมื่อลดคันเร่งจนสุดการหยุดของมอเตอร์จะใช้งานกับเครื่องบินเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้ก็เพื่อลดการหมุนของใบที่จะเป็นการต้านลมจากแรงลมที่ ปะทะเวลาบินร่อนสำหรับอากาศยานสี่ใบพัดจะไม่ใช้งานโหมดนี้

- ค่า Soft Start เป็นค่าที่ใช้ลดแรงบิดของมอเตอร์ ในขณะที่ Start โดยปกติมอเตอร์ที่ใช้กบอากาศยานจะมีค่าแรงดันไฟฟ้า (KV) ของมอเตอร์ที่สูง เมื่อเริ่ม Start ก็จะเกิดแรงบิดสูงซึ่งอาจจะกระชากจนเกิดความเสียหายกับระบบเกียร์ได้ โหมด Soft Start จึงเป็นตัวทำหน้าที่หน่วงแรงบิดให้กับมอเตอร์จนถึงรอบใช้งานจริงตามที่ต้องการ

- ค่า Throttle Response เป็นค่าการหน่วงอัตราเร่งของมอเตอร์เพื่อป้องกันหางอากาศยานปัดจากแรงบิดของมอเตอร์เวลาที่เร่งหรือลดเครื่อง สำหรับค่านี้ต้องปรับให้เหมาะสมหรือประมาณกลางๆ ของโหมด

- ค่า Motor Timing เป็นที่เรียกเอาประสิทธิภาพของมอเตอร์มาใช้งาน ต้องเข้าใจโครงสร้างการทำงานของมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (Brushless Motor) แต่ละแบบ และรอบการทำงานที่ใช้จึงจะกำหนดได้ โดยกำหนดเป็นองศาการทำงาน ตั้งแต่ 0 - 30 องศา โดยปกติ 0 - 5 องศา สำหรับมอเตอร์ Out Runner และ 10 - 20 องศาสำหรับ In Runner แต่ในปัจจุบัน ESC รุ่นใหม่มีโหมด Auto มาให้เรียบร้อยแล้วก็ควรเลือกไปที่โหมด Auto น่าจะดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามก็ควรที่จะศึกษาคู่มือของ ESC แต่ละรุ่นให้ละเอียดเสียก่อน ก่อนทำการ Setup

รูปที่ 2.29 แสดงชุดควบคุมความเร็วรอบแบบอิเล็คทรอนิคส์ (Electronic Speed Controller: ESC)

2.7.2ใบพัด (Propeller)

ใบพัด คือ กลอุปกรณ์หมุนชนิดขับด้วยกำลังมีดุมหนึ่งดุมและแขนหรือกลีบ รูปร่างปิดอย่างเกลียวตั้งแต่สองอันขึ้นไป กลอุปกรณ์นี้ติดอยู่บนอากาศยานหรือเรือบางแบบ และใช้สำหรับขับเคลื่อนหรือดึงอากาศยานไปข้างหน้าผ่านอากาศ โดยการกระทำของใบพัดหมุนกินอากาศหรือของไหลอื่น

ข้อมูลทั่วไปของใบพัด

Thrust เป็นแรงที่ใช้ขับเคลื่อนอากาศยานไปในอากาศ Thrust เป็นระบบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ผลักดันอากาศยาน ซึ่งมีอยู่หลายแบบและหลายวิธีการในการสร้างระบบผลักดันนี้ขึ้นมา

ใบพัดก็เป็นหนึ่งในระบบขับเคลื่อนอากาศยาน จุดมุ่งหมายของใบพัดก็คือการขับเคลื่อนอากาศยานให้เคลื่อนที่ไปในอากาศ ใบพัดประกอบใบหรือกลีบตั้งแต่สองกลีบหรือสองใบขึ้นไปต่อกันด้วยที่ศูนย์กลาง ซึ่งเรียกว่า Hub ทำหน้าที่ยึดใบพัดแต่ละกลีบหรือแต่ละใบเข้ากับ Shaft ของเครื่องยนต์

ชนิดของใบพัด

ใบพัดไม้ เป็นใบพัดที่แข็งมากที่สุดและมีน้ำหนักเบา การที่ใบพัดไม้มีน้ำหนักเบาจะช่วยในเรื่องลดน้ำหนักทำให้ได้รอบที่สูงขึ้น

รูปที่ 2.30 แสดงใบพัดไม้

ใบพัดคาร์บอนเสริมไนลอนหรือใบพัด APC เป็นใบพัดที่นิยมใช้ทั่วไปมีน้ำหนักมากกว่าใบพัดชนิดไม้และมีความยืดหยุ่นสูงกว่า สำหรับในการลงจอดของอากาศยานที่ใช้ใบพัดชนิดนี้อาจจะทำได้ไม่ดีแต่ดีกว่าใบพัดชนิดไม้

รูปที่ 2.31 แสดงใบพัดคาร์บอนเสริมไนลอนหรือใบพัด APC

ใบพัดคาร์บอนไฟเบอร์ เป็นใบพัดที่นิยมใช้ในการแข่งขัน ใบพัดมีความยืนหยุ่นมากกว่าใบพัดชนิดอื่นๆ และมีพื้นที่ใบขนาดใหญ่

รูปที่ 2.32 แสดงใบพัดคาร์บอนไฟเบอร์

ใบพัดที่นิยมใช้กับอากาศยานหลายใบพัด แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ใบพัดแบบรอบจัด (Speed Propeller) ซึ่งใบพัดชนิดนี้จะใช้กับอากาศยานประเภทบินเร็วและมีน้ำหนักเบา เน้นรอบจัด เพื่อความคล่องตัวในการบิน

รูปที่ 2.33 แสดง APC 6x4 Speed 400 Electric Propeller

2. ใบพัดแบบรอบต่ำ (Slow Propeller) ใบพัดชนิดนี้จะใช้กับอากาศยานที่มีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักตัวลำที่มาโดยใบพัดชนิดนี้จะเน้นสำหรับสร้างแรงดึงให้รอบต่ำและทอร์คสูง

รูปที่ 2.34 แสดง APC 10x4.7 Slow-Flyer Propeller

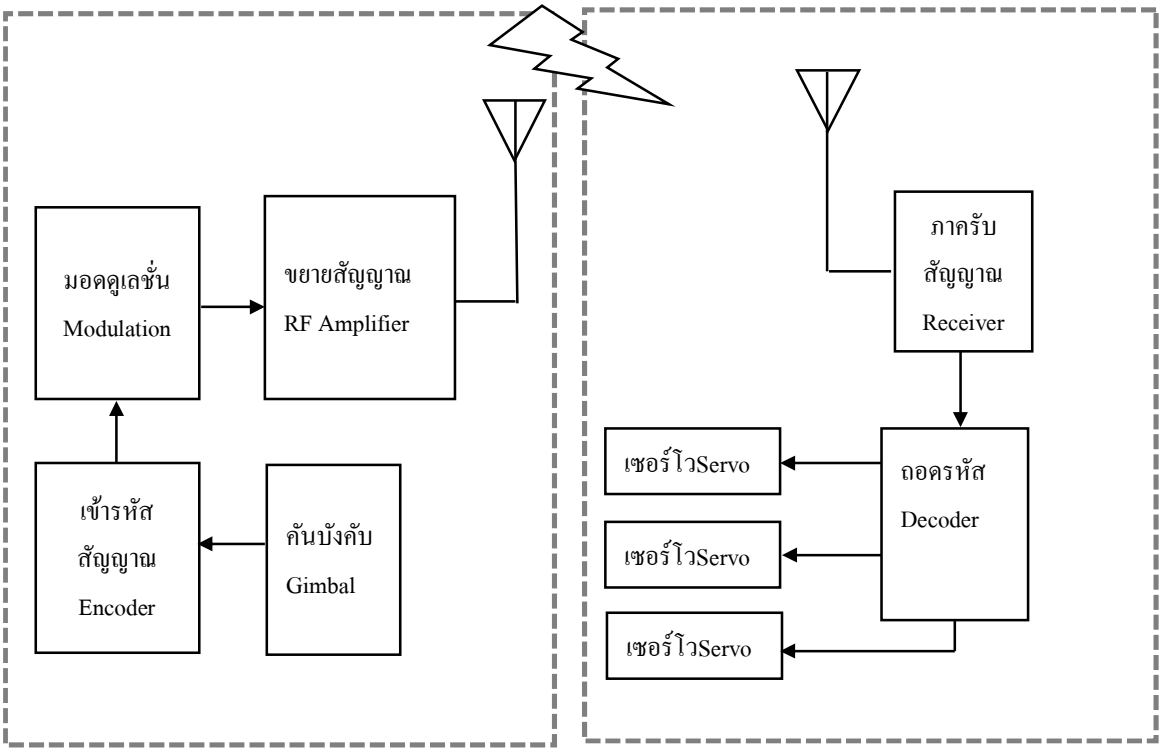
ส่วนลักษณะของใบพัดที่แตกต่างกันนั้น เกิดจากการออกแบบให้มีลักษณะพิเศษ เช่น การออกแบบมาเพื่อลดเสียงการรบกวน หรือออกแบบมาเพื่อเน้นรอบของการบิน

รูปที่ 2.35 แสดงใบพัดรูปแบบต่างๆ

2.8 หลักการทำงานของวิทยุบังคับ

วิทยุบังคับเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่งสัญญาณควบคุมไปยังอากาศยาน สัญญาณควบคุมจากคันบังคับและสวิทช์ควบคุมต่างๆ จะถูกเข้ารหัส (Encode) ให้เป็นสัญญาณพัลซ์อนุกรม (PulsePosition Modulation, PPM)

สัญญาณ PPM จะถูกนำมามอดดูเลชันกับสัญญาณวิทยุแล้วส่งออกไปหลังจากนั้นภาครับสัญญาณจะนำสัญญาณมาถอดรหัสให้เป็นสัญญาณสำหรับควบคุมตำแหน่งเซอร์โวต่อไป



รูปที่ 2.36 แสดงระบบการรับ – ส่งสัญญาณวิทยุบังคับ

2.8.1 ระบบการส่งคลื่นวิทยุบังคับ

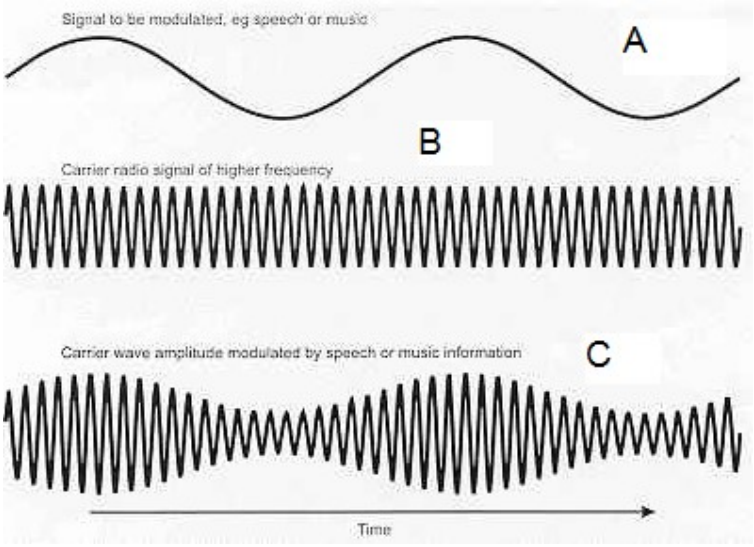
การรับ -ส่งสัญญาณวิทยุนั้นประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนด้วยกันคือ เครื่องส่งวิทยุ (Transmitter) ตัวคลื่นวิทยุ (Radio wave) และเครื่องรับวิทยุ (Receiver) กระบวนการรับ-ส่งวิทยุเริ่มจากการที่เครื่องส่งวิทยุสร้างคลื่นวิทยุออกมาในการสร้างคลื่นวิทยุของเครื่องส่งนั้น คลื่นวิทยุจะถูกสร้างจากวงจรกำเนิดความถี่ (Generating circuit) ซึ่งมีหลักการทำงานคือ การเร่งประจุไฟฟ้า (ในที่นี้คืออิเล็กตรอน) ให้เคลื่อนที่กลับไปกลับมาโดยทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์ การที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วยความเร่งจะทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นซึ่งคลื่นนี้ก็คือพลังงานที่ประจุไฟฟ้าปลดปล่อยออกมาขณะที่มีความเร่งนั่นเอง จากนั้นสัญญาณที่เราต้องการส่ง (ในที่นี้ก็คือสัญญาณการควบคุมอากาศยานแต่สำหรับเครื่องรับวิทยุที่เราฟังกันอยู่ทุกวันนั้น สัญญาณนี้ก็คือสัญญาณเสียงที่ได้รับการแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าด้วยไมโครโฟน) จะถูกรวมเข้าไปในคลื่นที่ถูกสร้างขึ้นนี้ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เรียกว่าModulation คลื่นวิทยุที่ผ่านการผสมสัญญาณแล้วจะถูกส่งออกจากเครื่องส่งผ่านทางเสาอากาศของเครื่องส่งเมื่อคลื่นนี้เดินทางมาถึงเครื่องรับเสาอากาศของเครื่องรับจะจับคลื่นนี้ไว้ หลักการที่เกี่ยวข้องก็คือการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบไปด้วยคลื่นสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่สั่น เมื่อคลื่นมากระทบกับเสาอากาศที่เป็นโลหะตัวนำจะเหนี่ยวนำให้เกิดไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นในเสาอากาศ กระแสไฟฟ้านี้จะถูกส่งผ่านไปยังวงจรขยายสัญญาณเพื่อให้มีความแรงมากขึ้น จากนั้นสัญญาณที่ถูกขยายแล้วจะถูกส่งต่อไปยังวงจรแยกสัญญาณซึ่งเป็นกระบวนการที่เรียกว่า demodulation ในกรณีของอากาศยานบังคับสัญญาณที่แยกออกมาได้จะไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ภายในตัวอากาศยาน เช่น Electronic Speed Controller (ESC) ในการเร่งความเร็วรอบของใบพัดเพื่อยกให้เฮลิคอปเตอร์ยกตัวสูงขึ้นหรือลดระดับต่ำลง

2.8.2 ระบบModulation

- ระบบ AM

ในระบบนี้ สัญญาณการควบคุมจะถูกส่งไปกับคลื่นวิทยุโดยการบังคับให้แอมพลิจูดของคลื่นวิทยุเปลี่ยนแปลงไปดังรูปที่ 2.46 ในรูปนี้ A คือสัญญาณที่จะส่ง B คือคลื่นวิทยุและ C คือคลื่นที่เกิดจากการผสมสัญญาเข้าไปกับคลื่นวิทยุ การเปลี่ยนแปลงนี้จะมีลักษณะที่จำเพาะต่อสัญญาณแบบต่าง ๆ ที่มาจากการโยกคันบังคับหรือการกดปุ่มต่างๆ บนตัวเครื่องส่งวิทยุระบบนี้ไม่ค่อยนิยมนำมาใช้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของคลื่นวิทยุถูกรบกวนได้ง่ายจากสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น ฟ้าผ่าหรือสัญญาณรบกวน (noise) ทางไฟฟ้าที่มาจากอุปกรณ์อื่นๆ อย่างเช่น การสตาร์ทรถยนต์เป็นต้น ข้อดีของระบบAM คือ เครื่องรับสามารถคัดกรองการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดสูงต่ำของคลื่นวิทยุได้โดยง่ายและในการส่งวิทยุกระจายเสียงย่านความถี่ประมาณ 560kHz ถึง 1650 kHz ของคลื่นวิทยุ AM ทั่วไปนั้น คลื่น AM จะส่งได้ไกลกว่าโดยไม่

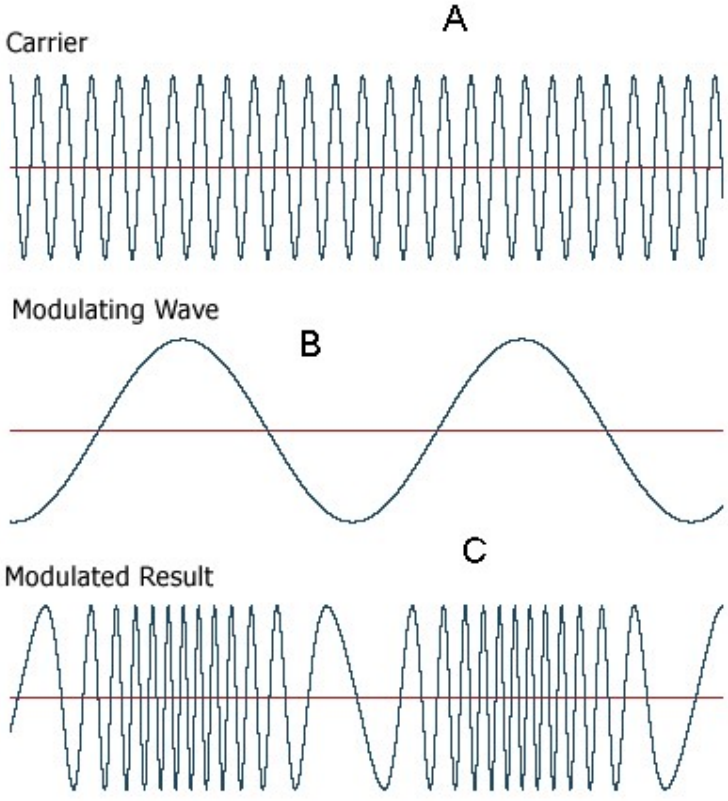
ต้องมีสถานีถ่ายทอดระหว่างทางเนื่องจากคลื่นสามารถสะท้อนกลับลงมายังพื้นโลกได้จากบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์



รูปที่ 2.37 แสดงระบบ modulation แบบ AM

- ระบบ FM หรือระบบ PPM (Pulse Position Modulation)

ในระบบนี้สัญญาณการควบคุมจะถูกส่งไปโดยการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นวิทยุ ดังรูปที่ 2.47 ในรูปนี้ A คือคลื่นวิทยุ B คือสัญญาณที่จะส่ง และ C คือคลื่นที่เกิดจากการผสมสัญญาณแบบ FM ในแวดวงของ RC ระบบนี้ยังเรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่า PPM ด้วย ชื่อนี้ย่อมาจาก Pulse Position Modulation ในระบบนี้ สัญญาณรบกวนที่ส่งผลต่อแอมพลิจูดของคลื่นวิทยุจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อระบบ FM เนื่องจากเครื่องรับจะสนใจแต่การเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นวิทยุเท่านั้น ระบบนี้อาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้เนื่องมาจากชิ้นส่วนที่หมุนได้สามารถก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนได้ซึ่งเครื่องรับอาจจะคิดว่าเป็นสัญญาณที่ถูกส่งมาสิ่งนี้จะส่งผลให้อากาศยานเกิดการกระตุก นอกจากนี้เครื่องรับของระบบ PPM จะส่งผ่านการแทรกสอดของสัญญาณรบกวนกับคลื่นวิทยุที่ส่งมาไปยังเซอร์โวโดยตรง ระบบ PCM ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้สามารถจัดการกับสัญญาณรบกวนได้ดีกว่า



รูปที่ 2.38 แสดงระบบ modulation แบบ FM

- ระบบ PCM (Pulse Code Modulation)

ระบบนี้จัดว่าเป็นการ Modulation แบบดิจิตอลเนื่องจากเป็นการผสมสัญญาณดิจิตอลเข้าไปกับคลื่น FM ปกติ สัญญาณควบคุมโดยทั่วไปแล้วเป็นสัญญาณอนาล็อก ดังนั้นในเครื่องส่งจะต้องมีตัวแปลงสัญญาณเหล่านี้ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลที่เรียกว่ากระบวนการ Digitization ภายในเครื่องส่งจะมีชิปที่ทำหน้าที่เข้ารหัสแล้วส่งสัญญาณดิจิตอลออกไปกับคลื่นวิทยุ และที่เครื่องรับก็จะมีชิปที่จะแยกเอาสัญญาณดิจิตอลออกมาแล้วถอดรหัสให้เป็นสัญญาณอนาล็อกของการควบคุมปกติออกมา ระบบนี้ลดความผิดพลาดไปได้มากเนื่องจากเครื่องรับจะตอบสนองต่อสัญญาณดิจิตอลที่เครื่องรับเข้าใจเท่านั้นโดยไม่สนใจกับสัญญาณรบกวนอื่นๆ ในระบบนี้ยังมีฟังก์ชันที่เรียกว่า ความปลอดภัยเมื่อล้มเหลว (failsafe) อีกด้วย เมื่อใดก็ตามที่มีความผิดพลาดเรื่องของการรับส่งสัญญาณฟังก์ชันนี้ จะทำหน้าที่ปรับตำแหน่งของเซอร์โวและลดคันเร่งลงมายังตำแหน่งต่ำสุดตามที่ตั้งค่าไว้ ฟังก์ชันนี้มีข้อดีสำหรับเครื่องบินบังคับซึ่งช่วยลดความเสียหายจาก

การตกได้ นอกจากนี้แล้วระบบ PCM ยังมีการรบกวนระหว่างเครื่องส่งที่ใช้ความถี่เดียวกันเมื่อใช้พร้อมๆ กันด้วย

2.8.3 ระบบSpread Spectrum

ระบบนี้จะใช้ความถี่ 2.4 GHz ซึ่งจะพบได้ทั่วไปในเครื่องส่งวิทยุราคาแพง ระบบนี้มีฟังก์ชันที่ยึดเหนี่ยวเครื่องรับเครื่องใดเครื่องหนึ่งไว้กับเครื่องส่งที่ใช้อยู่หลังจากการเชื่อมโยง (Binding) แล้วเครื่องรับจะตอบสนองต่อสัญญาณจากเครื่องส่งเครื่องที่เชื่อมต่อไว้เท่านั้น จึงไม่มีปัญหาของการรบกวนจากการใช้ยานความถี่เดียวกันในระบบ 2.4 GHz นี้ ใช้การกระจายย่านความถี่ออกไปซึ่งมีชื่อเรียกว่า SpreadSpectrum ซึ่งการกระจายนี้จะเป็นแบบสุ่มจึงมีโอกาสน้อยมากที่จะรบกวนกับเครื่องส่งอื่นๆ นอกจากนี้ถ้ามีการรบกวนเกิดขึ้นก็จะเกิดในช่วงเวลาที่สั้นมากๆ จนไม่อาจสังเกตเห็นได้ นอกจากนี้การกระจายความถี่ยังส่งผลให้สัญญาณรบกวนถูกกระจายออกไปด้วย ทำให้สัญญาณรบกวนเหล่านี้อ่อนลงไปมากจนแทบจะไม่ส่งผลใดๆ ต่อการส่งสัญญาณเลย ระบบนี้เป็นการ modulation แบบดิจิตอลเช่นเดียวกับระบบ PCM จึงมีข้อดีทุกอย่างที่ระบบ PCM มี สิ่งที่สังเกตได้จากรูปร่างภายนอกของเครื่องส่งที่ใช้ความถี่ 2.4 GHz คือเสาอากาศที่สั้นกว่าระบบอื่นมาก เหตุผลก็เนื่องมาจากการใช้ความถี่ที่สูงกว่าจึงมีความยาวคลื่นน้อยกว่า ซึ่งถ้าคำนวณโดยใช้สมการพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์เกี่ยวกับคลื่น

$$c = f\lambda$$

โดย c คืออัตราเร็วของคลื่นในอากาศมีค่า 3×10 m/s2

F คือความถี่

λ คือความยาวคลื่น

จะได้ว่าที่ความถี่ 2.4 GHz หรือ 2.4 ×10 Hz เราจะได้ความยาวคลื่น 12.5 cm ในขณะที่ความถี่ 72 MHz จะให้ความยาวคลื่น 4.17 m ซึ่งจะเห็นได้ว่าเครื่องส่งระบบ PPM และ PCMจะมีเสาอากาศที่ยาวกว่ามาก การที่มีความยาวคลื่นน้อยนี้ มีผลเสียคือความยาวคลื่นน้อยจะทำให้คลื่นเกิดการสะท้อนมากขึ้น ถ้าคลื่นที่มีความยาวคลื่นมากเคลื่อนที่มากระทบกับวัตถุขนาดเล็กคลื่นจะเคลื่อนทีอ้อมวัตถุนั้นไปซึ่งในทางฟิสิกส์ เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าการเลี้ยวเบนของคลื่นแต่ถ้าคลื่นมีความยาวคลื่นสั้นกว่าขนาดของวัตถุ แนวโน้มที่คลื่นจะสะท้อนกลับจะมีมาก การดูดกลืนและสะท้อนกลับของชิ้นส่วนต่างๆ ในอากาศยานที่ทำจากคาร์บอนไฟเบอร์และอลูมิเนียมสามารถทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ถ้าสัญญาณจากเครื่องส่งไม่แรงพอ ปัญหานี้ได้รับการแก้ไขโดยการ

เพิ่มเครื่องรับตัวที่สองเข้าไปโดยจัดวางการวางตัวของสายอากาศที่เครื่องรับให้อยู่คนละแนวกัน เพื่อตรวจจับสัญญาณที่มาในทิศทางต่างๆ ในขณะที่เฮลิคอปเตอร์กำลังบินอยู่ในทิศทางต่างๆ กันได้ ระบบ Spread Spectrum ยังแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ

- Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)

เป็นระบบแรกที่เกิดขึ้นใน Spread Spectrum Modulation การส่งผ่านสัญญาณด้วยวิธีการนี้ ใช้การกระโดด (hop) จากย่านความถี่แคบๆ ช่องหนึ่งไปอีกช่องหนึ่งที่อยู่ภายในช่วงความถี่ย่านกว้างนี้หลายร้อยครั้งต่อวินาที ลำดับของการกระโดดและอัตราการกระโดดจะมีรูปแบบเฉพาะ เครื่องรับในระบบนี้จึงต้องรับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความถี่นี้ได้จึงจะรับสัญญาณได้ ระบบนี้สามารถหลบหลีกการรบกวนได้โดยการสกัดกั้นความถี่ที่กำหนดไว้ บริษัทผลิตวิทยุบังคับที่ใช้ระบบนี้คือ Futaba

- Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)

เป็นระบบที่นิยมใช้กันมากโดยบริษัท Spektrumซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตวิทยุบังคับออกมาหลายรุ่นด้วยกัน เริ่มตั้งแต่ 2 - 3 channel ไปจนถึง 12 channel ในระบบนี้สัญญาณจะถูกกระจายลงบนช่วงความถี่ย่านกว้างโดยตรงด้วยลำดับโค้ดที่เฉพาะเจาะจง ระบบนี้ส่งผ่านข้อมูลได้รวดเร็วกว่าและไม่ล่าช้าเนื่องจากเครื่องรับและเครื่องส่งไม่ต้องเสียเวลาในการเปลี่ยนช่องความถี่กลับไปกลับมา แต่ด้วยเทคโนโลยีเกี่ยวกับโพรเซสเซอร์ในปัจจุบันความล่าช้าที่เกิดขึ้นนี้จึงไม่เป็นปัญหาแต่อย่างใด ระบบนี้ช่วยให้การตอบสนองของเฮลิคอปเตอร์ต่อการโยกคันบังคับเป็นไปอย่างรวดเร็วจึงทำให้การเล่นดูสมจริงและรวดเร็วทันใจมากยิ่งขึ้น ระบบนี้สามารถเลี่ยงการรบกวนได้โดยตั้งค่าฟังก์ชันให้กับเครื่องรับเพื่อให้เครื่องรับสนใจแต่เฉพาะสัญญาณที่ส่งมาเท่านั้นและในขณะเดียวกันก็กระจายสัญญาณรบกวนออกไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการโครงการ

การออกแบบและจัดสร้างอากาศยานแบบสี่ใบพัดที่สามารถบินสำรวจ - ทิ้งห่วงยางกู้ภัย โดยเริ่มต้นจากการศึกษาลักษณะการทำงานของอากาศยานแบบสี่ใบพัดดู ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบต่าง ๆ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบอากาศยาน โดยทางผู้แนวคิดที่ต้องการให้อากาศยานสามารถบินขึ้น-ลงแบบคนบังคับพร้อมทั้งบินสำรวจระหว่างตามเส้นทางที่กำหนด ซึ่งในขั้นตอนของการออกแบบเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการสร้างอากาศยานเราจะต้องคำนึงเรื่องน้ำหนักเป็นอย่างมาก เพราะฉะนั้นการเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ทุกชิ้นมีส่วนสำคัญเพราะถ้าน้ำหนักมากเกินไปอาจส่งผลให้ตัวอากาศยานบินไม่ได้แล้วอาจจะต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ทั้งหมด ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองและเพื่อให้อากาศยานสามารถบินขึ้น- ลงแบบได้โดยควบคุมจึงได้ทำการออกแบบชุดอุปกรณ์เพื่อควบคุมวิทยุบังคับอีกส่วนหนึ่งนอกเหนือจากในส่วนของโปรแกรม เมื่อจัดสร้างอากาศยานต้นแบบเรียบร้อยแล้วนำไปบินทดสอบในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งการบินที่ควบคุมด้วยวิทยุบังคับบินเพื่อนำไปเป็นต้นแบบของอากาศยานแบบสี่ใบพัดที่ใช้สำหรับบินสำรวจ-ทิ้งห่วงยางกู้ภัยต่อไป

3.1 ข้อกำหนดการออกแบบ

ในการสร้างอากาศยานแบบสี่ใบพัดส่วนของการออกแบบถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด เพราะฉะนั้นเพื่อให้การออกแบบออกมาสมบูรณ์แบบตามลักษณะของงานที่เรากำหนดหรือต้องการ เราจะต้องมีการกำหนดข้อกำหนดที่จะใช้ในการออกแบบซึ่งข้อกำหนดนี้เกิดจากความต้องการในการใช้งานจริงและยังเป็นตัวกำหนดข้อจำกัดของการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ โดยโครงงานนี้มีข้อกำหนดดังนี้

3.1.1 น้ำหนักบรรทุก(Payload)

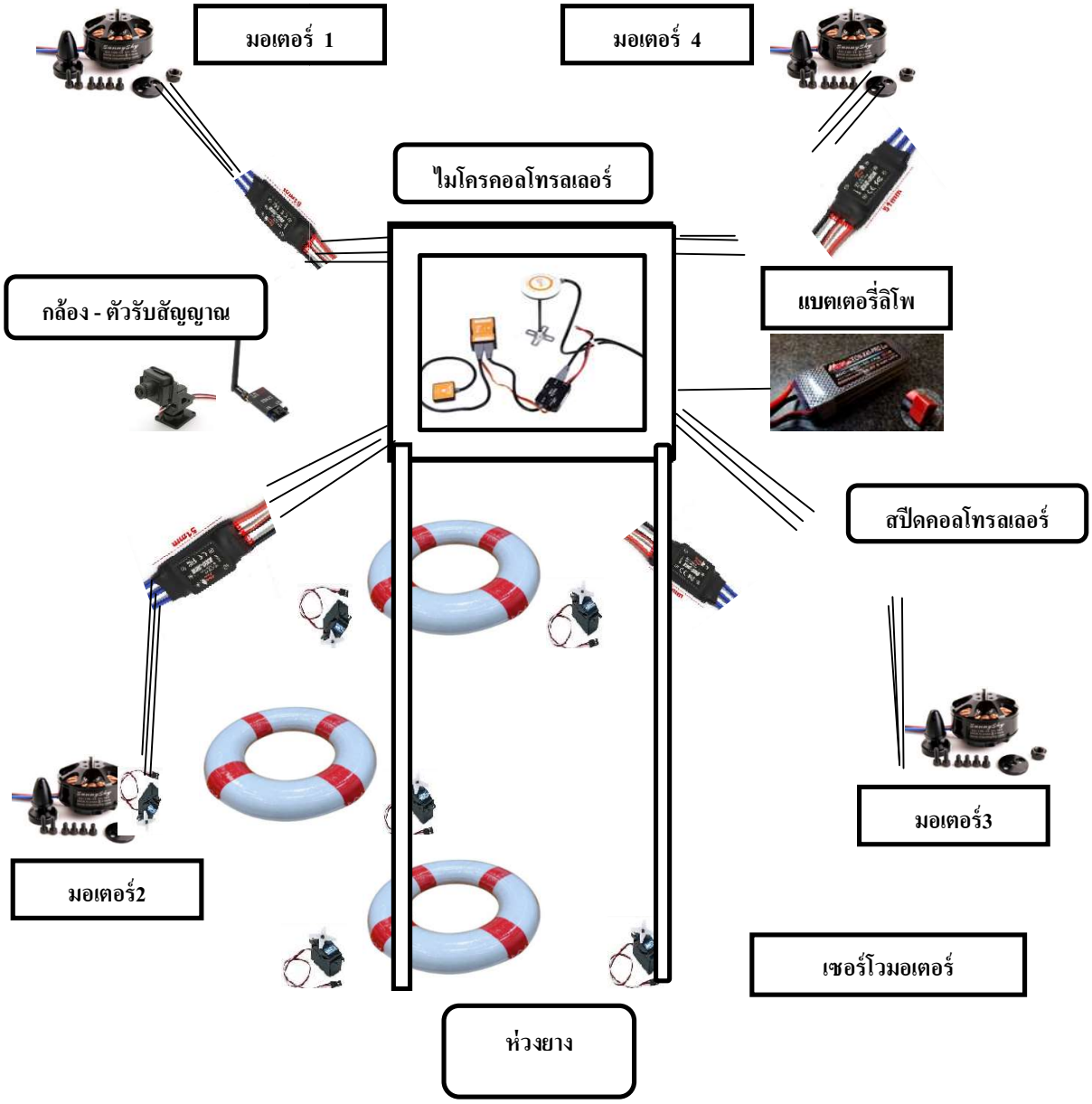
สำหรับการสร้างอากาศยานแบบสี่ใบพัด เรื่องของน้ำหนักถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมากเราควรจะออกแบบและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีน้ำหนักรวมเบาที่สุด เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและเพิ่มระยะเวลาในการบิน เนื่องจากอากาศยานที่เราทำการออกแบบนั้นเป็นอากาศยานเพื่อการสำรวจ-ทิ้งห่วงยางกู้ภัยดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องมีข้อกำหนดของน้ำหนักบรรทุก(Payload) โดยจะประกอบไปด้วยน้ำหนักห่วงยาง 3ชิ้น หนักรวมไม่เกิน500 กรัม เพื่อที่อากาศยานจะสามารถบินได้อย่างปลอดภัย

3.1.2 เวลาในการบิน (Flight Time)

อีกข้อกำหนดของการออกแบบที่สำคัญคือเวลาที่ใช้ในการบิน ซึ่งเวลาที่กำหนดจะใช้เป็นข้อมูลสำหรับการคำนวณเพื่อเลือกใช้ขนาดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับขนาดและน้ำหนักของตัวอากาศยาน ซึ่งทางผู้จัดทำได้กำหนดให้อากาศยานสำรวจ-ทิ้งห่วงยางกู้ภัย โดยมีระยะทางขอบเขตประมาณ 1,000 เมตร ซึ่งน่าจะใช้เวลาในการบินประมาณ 3-4 นาทีต่อการบินหนึ่งครั้ง ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยและสามารถที่จะบินไป - กลับได้หลายครั้งผู้จัดทำจึงกำหนดเวลาในการบินที่จะใช้ในการออกแบบอยู่ที่8 นาที ที่ระดับเพดานบินไม่เกิน1,000 เมตร

3.2 การออกแบบอากาศยานสี่ใบพัด

สำหรับในขั้นตอนของการออกแบบ ผู้จัดทำได้แบ่งการออกแบบออกเป็น 3 ส่วนคือระบบต้นกำลังในส่วนนี้จะทำการคำนวณหาแรงยกค่าการกินกระแสและอื่น ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเลือกชุดอุปกรณ์อาทิเช่น มอเตอร์แบตเตอรี่ขนาดของใบพัด ในส่วนต่อมาจะทำการออกแบบ ระบบโครงสร้าง เมื่อทราบขนาดของใบพัดจะสามารถกำหนดขนาดของตัวลำของอากาศยานได้ หรือการทราบน้ำหนักโดยรวมของอากาศยานจะสามารถเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับน้ำหนักของอากาศยานได้เช่นเดียวกัน และในส่วนสุดท้าย ระบบควบคุม ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นระบบควบคุมการทำงานทั้งหมดดังต่อไปนี้ในรูปแบบบล๊อคไดอะแกรม



รูปที่ 3.1 ออกแบบโครงสร้างและการวางอุปกรณ์

3.3 ขั้นตอนการดำเนินโครงงานภาคนิพนธ์

3.3.1 ศึกษารวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาพัฒนาโครงงานอากาศยานสี่ใบพัด มีข้อมูลจาก4 แหล่งที่มาได้แก่

3.3.1.1 สืบค้นจากเว็บไซต์

3.3.1.2 สืบค้นจากห้องสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

3.3.1.3 สอบถามจากผู้เชี่ยวชาญการทำอากาศยานสี่ใบพัด

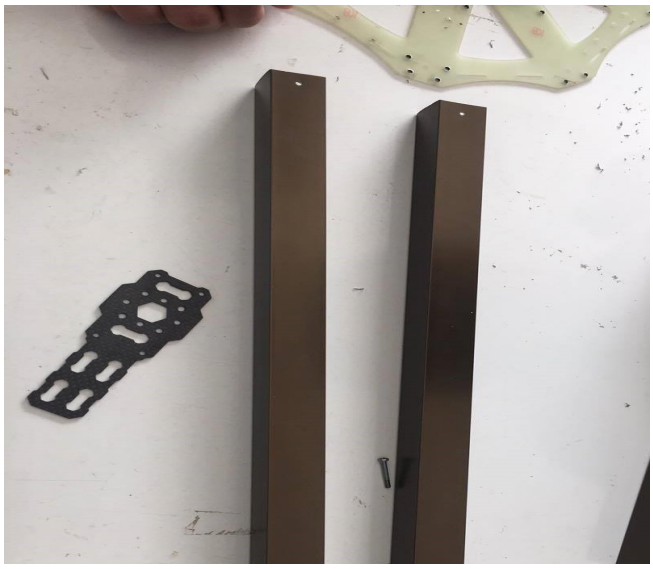
3.3.1.4 ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

3.3.2 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำโครงงานภาคนิพนธ์

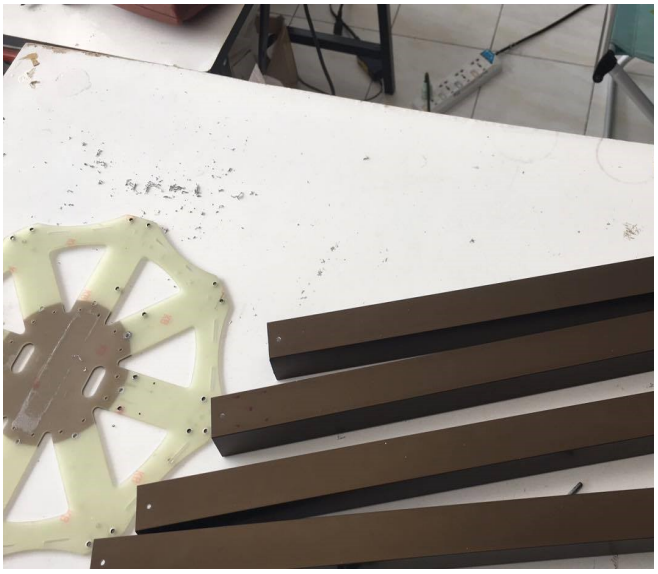
รูปที่3.2เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำโครงงาน

3.3.3 วิธีการทำอากาศยานสี่ใบพัด

1)วัดและตัดอลูมิเนียมเพื่อจัดทำส่วนแขนและขาของอากาศยานสี่ใบพัด

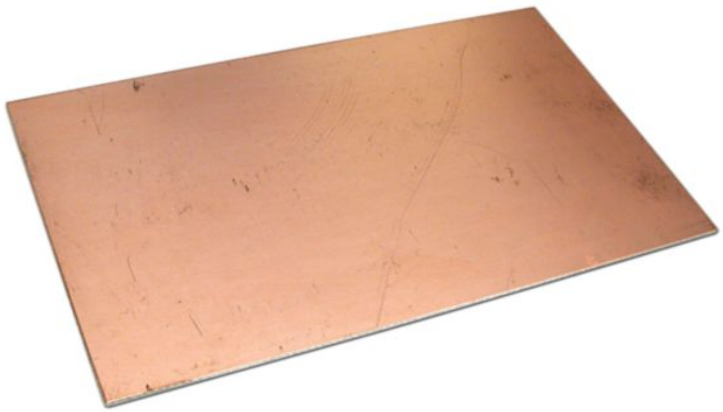


รูปที่ 3.3ตัดและเตรียมอลูมิเนียม

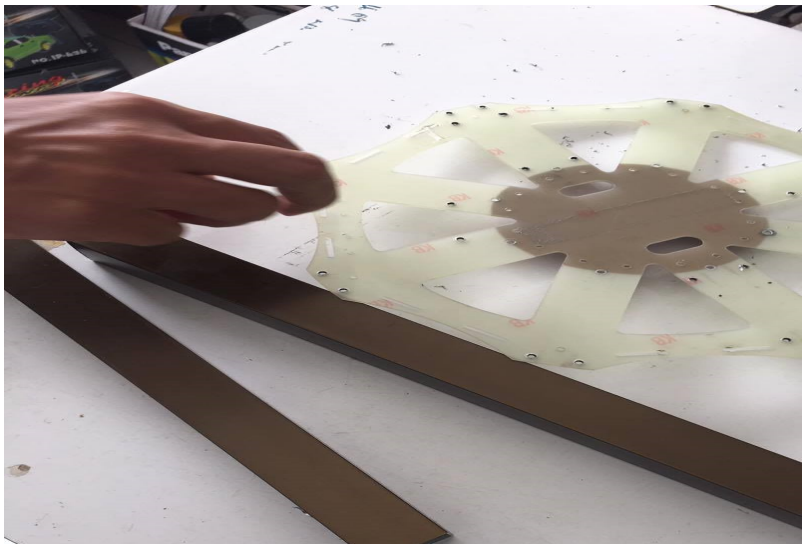


รูปที่ 3.4เจาะรูเพื่อเตรียมยึดกับอุปกรณ์

2)ออกแบบและตัดแบบงานให้เป็นโครงสร้างหลัก

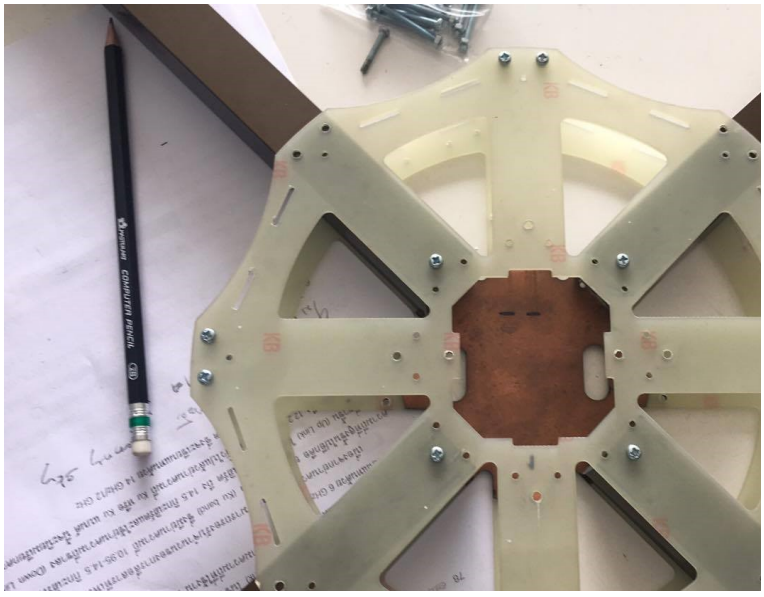


รูปที่3.5แผนปริ้นEPOXI



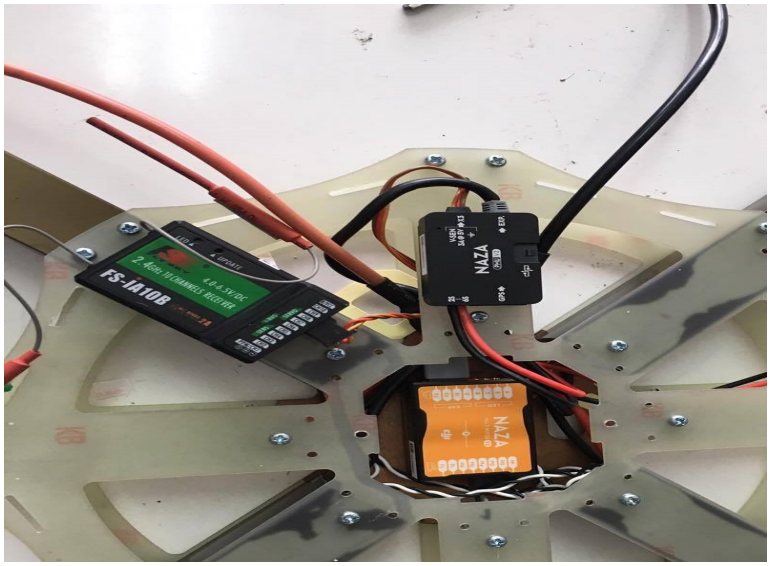
รูปที่3.6ทำการตัดแผ่นปริ้น เพื่อเป็นโครงสร้างหลัก

3)ทำการประกอบยึดปีกเข้าด้วยกัน



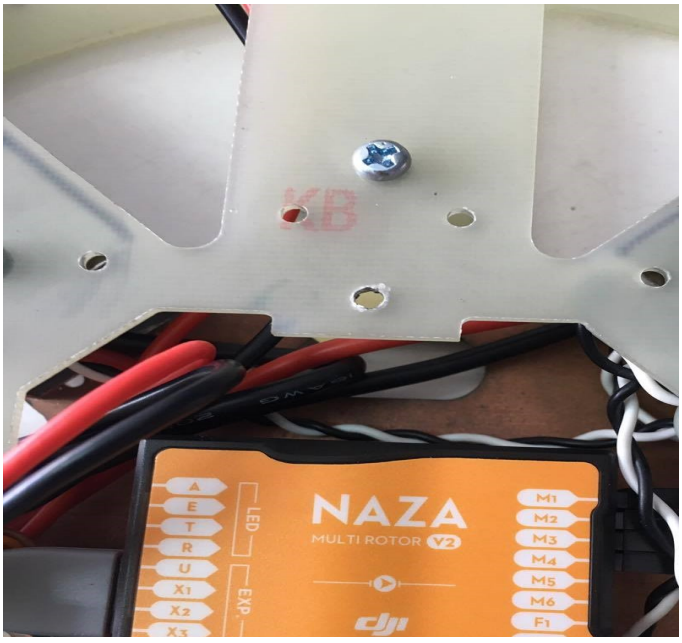
รูปที่ 3.7ประกอบแผ่นปริ้นกับอลูมิเนียม

4) ติดตั้งอุปกรณ์กล่องคอลโทเลอร์



รูปที่ 3.8ติดตั้งกล่องคอลเทโทลเลอร

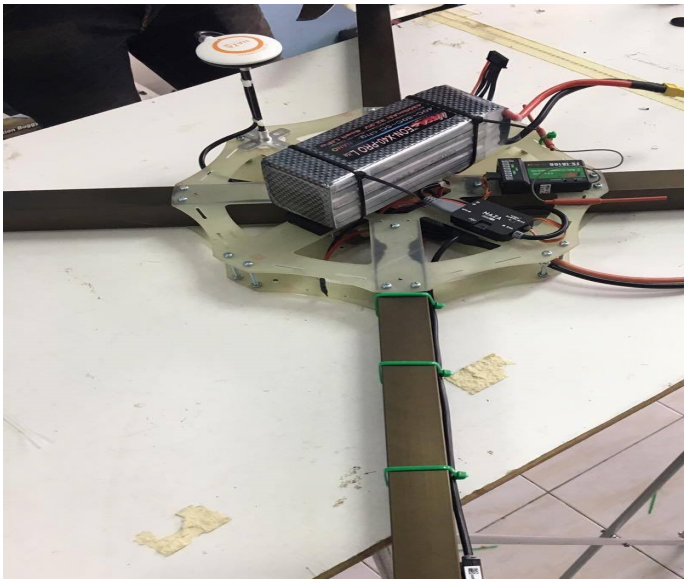
รูปที่ 3.9 ติดตั้ง GPS



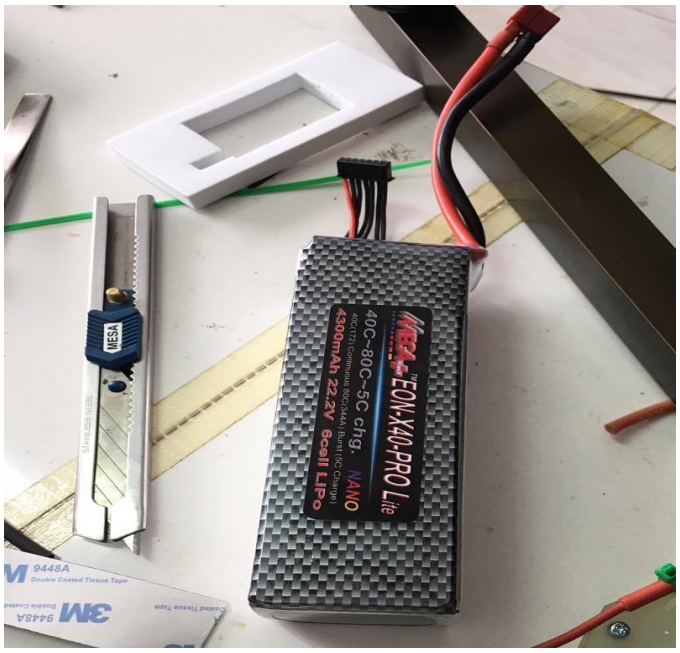
รูปที่ 3.10แสดงจุดที่ติดตั้งควรอยู่กึ่งกลางลำ

5)ประกอบมอเตอร์ใบพัดและติดตั้งแบตเตอรี่

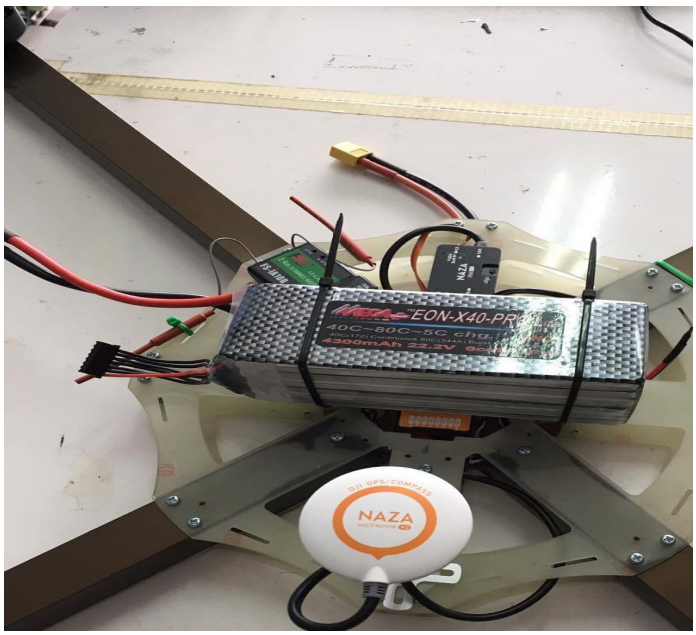
รูปที่ 3.11 ทำการติดตั้งมอเตอร์



รูปที่ 3.12 ทำการติดตั้งใบพัด

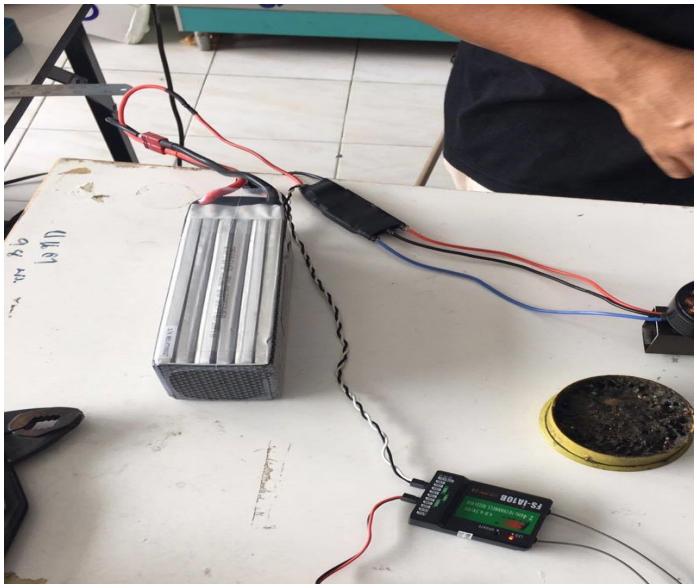


รูปที่ 3.13 ทำการเตรียมแบตเตอรี่ลิโพ



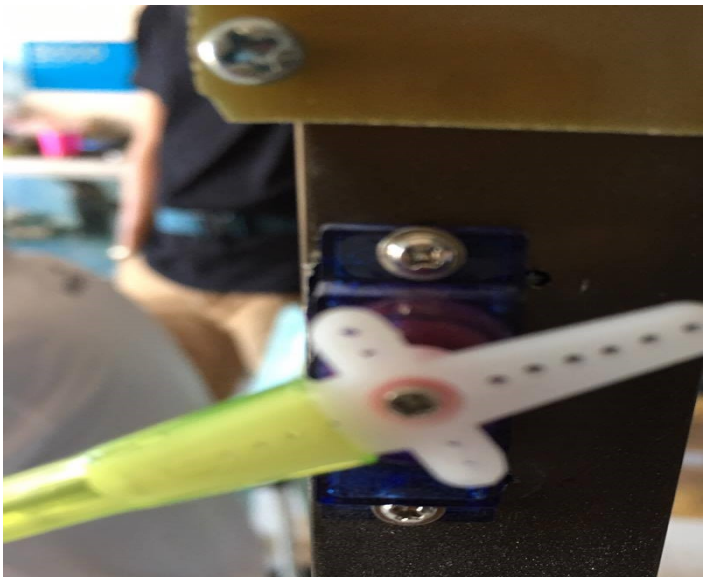
รูปที่3.14 ทำการติดตั้งแบตเตอรี่ลิโพ

6) ทำการคาริเบท (calibrate)เพื่อให้มอเตอร์รับรู้คำสั่งจากรีโมทว่าเร่งสุดและเบาสุด

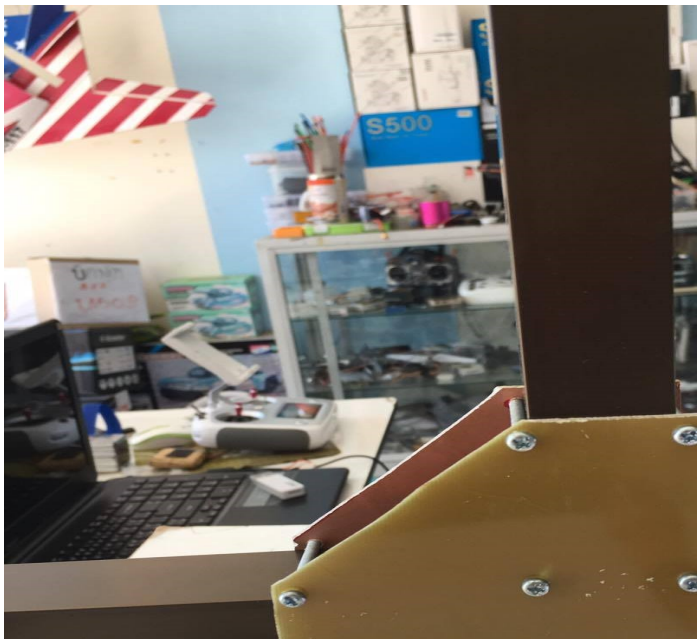


รูปที่ 3.15 ทำการลดลองมอเตอร์ให้รับรู้คำสั่งจากรีโมทคอลโทล

7)ทำการประกอบขาและยึดเซอร์โว (servo)เข้ากับขา

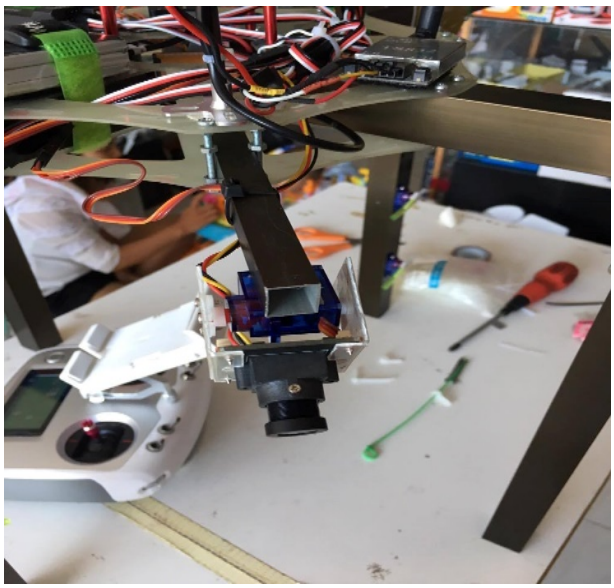


รูปที่ 3.16 ทำการติดตั้งเซอร์โวกับขาของตัวลำ

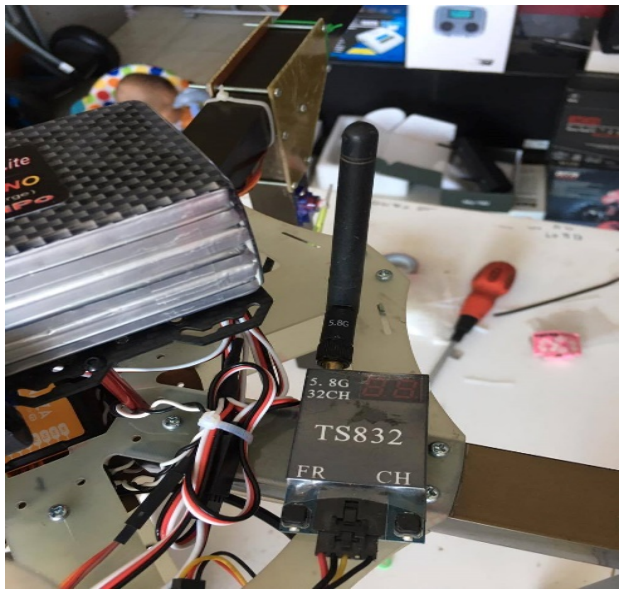


รูปที่ 3.17 ทำการทดลองใส่ห่วงยาง

8)ทำการยึดติดตั้งกล้อง



รูปที่ 3.18ทำการติดตั้งกล้อง



รูปที่3.19 ทำการติดตั้งตัวรับ-ส่งสัญญาณภาพ

9)ทำการทดลองการบิน

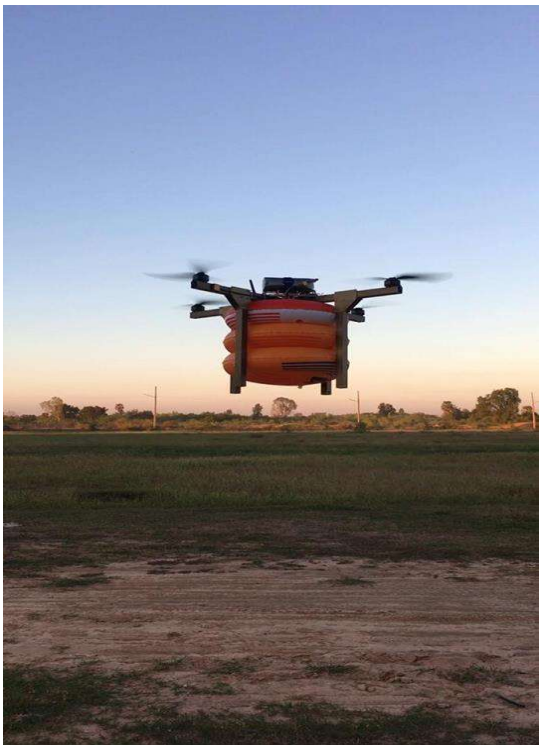
รูปที่3.20ตัวอากาศยานสี่ใบพัด

รูปที่ 3.21ทำการทดลองบิน

รูปที่ 3.22ทำการทดลองบินสำรวจและปล่อยห่วงยาง

บทที่4
ผลการวิจัย

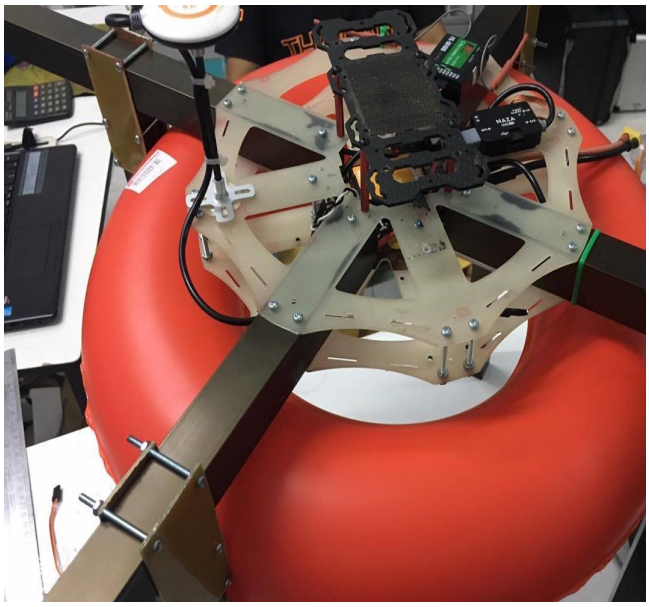
ในบทนี้จะกล่าวถึงการนำเสนอผลการดำเนินการสร้างอากาศยานสี่ใบพัดที่บังคับ สำหรับบินสำรวจและกู้ภัย โดยจะเริ่มต้นจากการออกแบบระบบโครงสร้าง ในส่วนนี้ได้กำหนดน้ำหนักที่บรรทุกของการบินและระยะทางในการบินมาช่วยในการออกแบบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเลือกมอเตอร์ ใบพัด ชุดควบคุมความเร็วรอบแบบอิเล็คทรอนิกส์ (ESC) และแบตเตอรี่ ส่วนต่อมาทำการออกแบบระบบโครงสร้าง ระบบควบคุม และชุดควบคุมเซอร์โวเมื่อได้อุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบแล้วนั้น จึงนำมาสร้างเป็นอากาศยานต้นแบบเพื่อนำไปบินทดสอบอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการใช้งานจริง โดยกระบวนการวิจัยนี้ได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ระบบ คือระบบการควบคุมอากาศยานด้วยวิทยุบังคับ และระบบการควบคุมเซอร์โว ดังนั้นเมื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบการบินมาวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขจนกระทั่ง ได้ผลตามวัตถุประสงค์แล้วนั้น ทำให้ได้อากาศยานสี่ใบพัดสามารถสำรวจและกู้ภัย ดังรูปที่4.1



รูปที่4.1แสดงอากาศยานสี่ใบพัดเพื่อสำรวจและกู้ภัย

4.1 ผลการออกแบบอากาศยานต้นแบบ

ในการออกแบบอากาศยานนั้น ไม่ได้มีการกำหนดเงื่อนไขของการบรรทุกน้ำหนักเข้ามาเกี่ยวข้อง มีเพียงการกำหนดระยะทางในการบิน การใส่ห่วงยางได้มากกว่า 2 ห่วงขึ้นไป โดยในการออกแบบนั้นทางผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้รีโมทที่มีกำลังส่งสูงใช้เซอร์โวเป็นตัวควบคุมการปล่อยของห่วงยาง ซึ่งเป็นตัวที่ค่อยหมุนปิดเปิดเพื่อปล่อยห่วงยาง



รูปที่4.2 แสดงการติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์และห่วงยาง

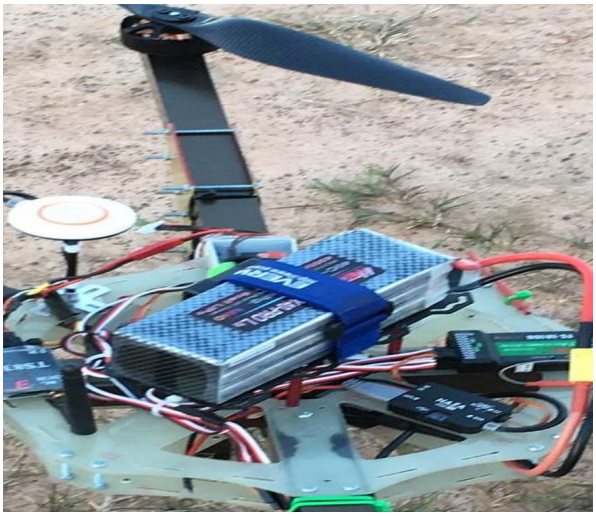
4.2 การทดลองบิน

จากการทดลองบินของอากาศยานสี่ใบพัดเพื่อสำรวจและกู้ภัยพบว่า การบินได้มากกว่า 500 เมตร ความสูงที่ได้คือ 1,000 เมตรซึ่งได้ตามต้องการ ส่วนการบรรทุกห่วงยางนั้นเกิดปัญหาในเวลาการบินคือ ทำให้การบินนั้นเกิดการสั่นของตัวลำและทำให้มอเตอร์ทำงานหนัก ซึ่งส่งผลต่อการกินกระแสของมอเตอร์และทำให้แบตเตอรี่หมดไว้ขึ้น

สาเหตุที่1 เกิดจากกระแสลมที่แรงในช่วงทดลอง ซึ่งช่วงนี้เป็นฤดูหนาวและลมแรงจึงทำให้อากาศยานสี่ใบพัดทำงานหนักขึ้นเพื่อรับลมและต้านหมด โดยอากาศยานสี่ใบพัดนั้นทำการบินตามGPSจะไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนตามกระแสลม เพราะจะทำการล็อกตำแหน่งที่ทำการบินในตอนนั้น ทำให้อากาศยานสี่ใบพัดเกิดการต้านกระลม

สาเหตุที่ 2 เกิดจากการการบรรทุกน้ำหนักที่เบาของวัตถุในการกู้ภัย

การแก้ปัญหา : คือทำการเสริมแบตเตอรี่ที่ขนาดใหญ่ขึ้น และเพิ่มขนาดมิลลิแอมป์ของแบตเตอรี่ ซึ่งทำให้สามารถเพิ่มน้ำหนักของตัวลำ สามารถบินได้นานขึ้น สามารถต้านลมได้ดีกว่าเดิมเวลาเกิดลมแรง ทำให้อากาศยานสี่ใบพัดไม่ค่อยเกิดการเอียงหรือส่ายของตัวลำ ซึ่งทำให้มอเตอร์ไม่ทำงานหนักส่งผลต่อการกินกระแสที่น้อยลงจนถึงได้ผลการบินนานขึ้น ดังรูปที่4.8



รูปที่4.3 แสดงถึงการเปลี่ยนแบตเตอรี่

รูปที่4.4 ทดลองทำการบิน

การการทดลองในรูปที่ 4.4 ทำให้อากาศยานสี่ใบพัดทำงานดีขึ้น และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม อย่างไรก็ตามอากาศยานสี่ใบพัดนั้น สามมารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลายรูปแบบ

4.3ทดสอบระยะทางการบิน

4.3.1 ทดลองการบินจับเวลาระยะทาง100 เมตร

รูปที่ 4.5 การทดลองบินระยะทาง 100 เมตร

การการทดลองในรูปที่ 4.5 ได้ทำการจับเวลาในการบินในระยะทาง 100 เมตร ผลปรากฏว่า ในระยะทาง 100 เมตรนั้น ได้ใช้เวลาในการบิน คือ 15 วินาที ถ้าคำนวณระยะทาง 100 - 1,000 เมตร จะได้ดังตารางที่4.1

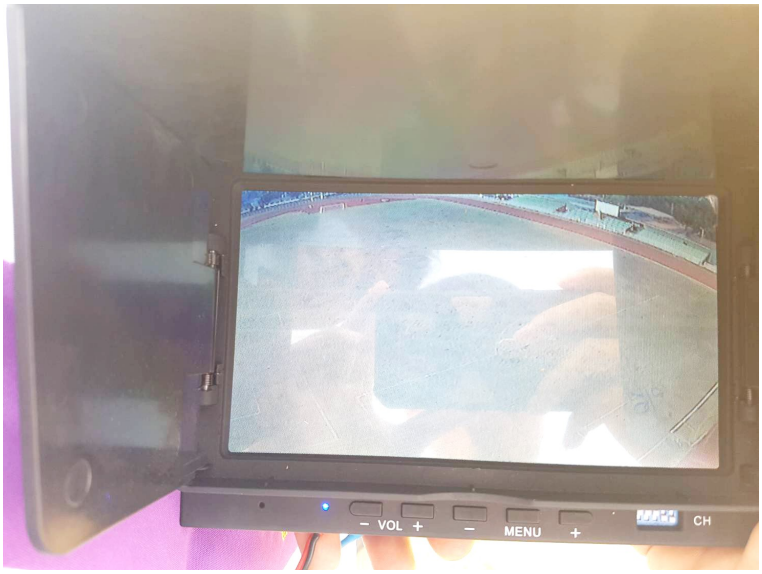
ตารางที่4.1 การจับเวลาการบินตั้งแต่ 100 เมตรถึง1,000 เมตร

100 เมตร	200 เมตร	300 เมตร	400 เมตร	500 เมตร	600 เมตร	700 เมตร	800 เมตร	900 เมตร	1000 เมตร
15 วินาที	30 วินาที	45 วินาที	60 วินาที	75 วินาที	90 วินาที	105 วินาที	120 นาที	135 วินาที	150 วินาที

จากตารางที่4.1 จะพบได้ว่าในแต่ระยะทางตั้งแต่100 เมตร ไปจนถึง1,000 เมตร จะใช้เวลาในการบินที่มั่นคงเพราะในช่วงทดลองนั้นสภาพแวดล้อมลมสงบ ซึ่งเป็นผลดีต่อการทดลองบินในพื้นที่ต่าง ๆส่วนในเวลาที่ลมไม่สงบนั้นตัวอย่างเช่นในฤดูหนาวนั้นลมแรง และได้ทำการทดลองบินผลปรากฏว่าการบังคับโดรนนั้น เคลื่อนตัวได้ช้ากว่าในพื้นที่ลมสงบ เพราะในฤดูหนาวนั้นลมแรงทำให้การบินนั้นต้านลม ฉะนั้นการบินควรบินในพื้นที่ลมสงบ

4.4 ทดสอบการถ่ายภาพแบบเรียวโทม์

4.4.1 ทดลงบินเพื่อถ่ายภาพแบบเรียวไทม์



รูปที่ 4.6 ทำการทดลองบินและถ่ายภาพ

จากรูปที่4.6 พบว่าการบินถ่ายภาพนั้นถ่ายได้ปกติและสามารถถ่ายภาพได้ทุกทิศทางที่โดรนสามารถบินไปได้ แต่การถ่ายภาพนั้นอาจจะไม่ชัดเท่าไร เพราะว่ากล้องที่เราทำการติดตั้งนั้นมีคุณภาพต่ำ ซึ่งทำให้ภาพที่ถ่ายมานั้นมีคุณภาพต่ำตามไปด้วย

4.5 ทดสอบการบิน GPS แบบ Lockhome 1-5 รอบ

4.5.1 ทำการทดลองบิน1 - 5 รอบ

รูปที่4.7 ทดลองบิน1 - 5 รอบในรูปแบบlockhome

จากรูปที่ 4.7 พบการการบินในแบบล็อกโอมนั้นสามารถบินได้ตามที่กำหนด ซึ่งการบินแบบนี้เรียกว่า การบินไปแล้ว ให้บินกลับมายังตำแหน่งเดิมที่ทำการบินขึ้นโดยอัตโนมัติ โดยจะมี GPS เพื่อล็อกตำแหน่งที่ตั้งไว้ตลอดเวลา ทั้งตอนบินและตอนเครื่องขึ้น

4.6 ทดสอบการปล่อยห่วงยางกู้ภัย

รูปที่ 4.8 การทดสอบปล่อยห่วงยาง

จากรูปที่4.8 พบการการปล่อยห่วงยางทั้ง 3 ห่วงนั้น สามารถปล่อยได้ตรงจุดที่ตามที่ต้องการทั้ง3 จุดที่ตั้งไว้แต่อาจจะมีคาดเคลื่อนเล็กน้อยตามแรงลม หรือกระแสลมที่มากระทบห่วงยาง โดยห่วงยางแต่ละห่วงนั้นสามารถปล่อยได้ทีละห่วงหรือพร้อมกันได้ และเราสามารถกำหนดจุดที่จะปล่อยได้ตามที่ต้องการ

บทที่5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างต้นแบบอากาศยานสี่ใบพัดที่บังคับเพื่อสำหรับสำรวจและกู้ภัย ซึ่งโครงสร้างที่ได้ทำการออกแบบมานั้นมีการตอบสนองต่อการบินในที่โล่งอย่างดี จากผลของการทดสอบการบินของอากาศยานสี่ใบพัด อากาศยานสามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดต่าง ๆ ตามที่เรามองเห็น โดยอาศัยข้อมูลในการบินดังนี้ ภาพที่ได้รับแบบเรียลไทม์ความสูงและความเร็ว พบว่าการบินลอยตัวอยู่กับที่ของอากาศยาน สามารถบินได้เป็นเวลาประมาณ 10 นาที ส่วนการบินเคลื่อนที่ตามตำแหน่ง สามารถบินได้เป็นเวลาประมาณ 6 นาที และระยะทางการบินมากกว่า 500 เมตร โดยใช้รีโมทคอลโทลเป็นตัวกำหนดระยะทางในการบินสำรวจ ผู้วิจัยได้กำหนดให้รีโมทคอลโทลเป็นตัวควบคุมการบินและการปล่อยห่วงยาง ระยะทางที่ทดสอบการบินของอากาศยานได้นั้นได้ตามข้อกำหนดเวลาที่ใช้ในการออกแบบคือ มากกว่า 500 เมตร สำหรับในการบินทดสอบปล่อยห่วงยางนั้น อากาศยานสามารถปล่อยห่วงยางที่กำหนดได้อย่างแม่นยำ ส่วนการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นกับอากาศยาน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ สัญญาณรบกวนภายนอก หรือแม้กระทั่งจำนวนดาวเทียมที่นับได้ในขณะนั้น

ในทุกการบินทดสอบจะพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นได้หลายสาเหตุ ปัญหาส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อตัวอากาศยาน จะเกิดจากปัญหาการ Failsafe GPS มากสุด สัญญาณ GPS ถือเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการบินแบบอัตโนมัติ ดังนั้นในทุกครั้งก่อนการบินแบบอัตโนมัติควรจะตรวจสอบค่าสัญญาณให้แน่นอน ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยหรือไม่ ปัญหาที่พบรองลงมาคือ Failsafe Battery แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานเดียวที่ให้กับอากาศยาน ดังนั้นแบตเตอรี่เป็นสิ่งที่สำคัญที่ต้องให้ความสนใจ ควรจะต้องรู้ขอบเขตในการใช้งานของแบตเตอรี่ว่าสามารถบินได้นานเท่าไรต่อน้ำหนักของอากาศยาน ควรจะมีการติดตัววัดแรงดันไปกับแบตเตอรี่ขณะบิน เพื่อช่วยใช้แจ้งเตือนอีกทางหนึ่ง ส่วนปัญหาสุดท้ายคือ Failsafe Radio ปัญหานี้จะไม่เกิดขึ้นถ้าอากาศยานบินอยู่ในสถานที่โล่งแจ้งไม่มีสิ่งกีดขวางสัญญาณ ทั้งสามปัญหาการแจ้งเตือนนั้นนอกเหนือจากการตรวจสอบด้วยตัวผู้บิน

ในทุกปัญหาที่เกิดขึ้นย่อมเกิดความเสียหายทั้งต่อบุคคลและตัวอากาศยานเอง นอกจากจะต้องระมัดระวังตรวจสอบอุปกรณ์ ระบบต่างๆ การใช้งานให้ถูกต้องแล้ว การออกแบบระบบของโครงสร้างของอากาศยานก็เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยลดความเสียหายได้มากพอสมควร ในส่วนของโครงสร้างและการติดตั้งอุปกรณ์ไม่ควรให้อุปกรณ์ทุกอย่างยึดติดแน่นเกินไป ควรจะให้สามารถ

แยกออกจากกันได้ง่ายเมื่อเกิดการตกของอากาศยาน เพื่อเป็นการกระจายแรงและลดความเสียหายต่ออุปกรณ์ได้ จากผลการบินทดสอบจะพบว่าความเสียหายส่วนใหญ่จะมีแค่ในส่วนของใบพัดเท่านั้น เพราะในส่วนของโครงสร้างขาอลูมิเนียมที่มีความแข็งแรงทรงตัวได้ดี ลดแรงกระแทกได้ ส่วนแขนก็ทำจากอลูมิเลียม ทำให้เมื่อตกแบบเอียงตัวแทนที่แขนจะรับแรงกระแทกโดยตรง ก็ลดแรงและความเสียหายลงได้

5.2ข้อเสนอแนะ

5.2.1 รีโมทคอลโทลหรือวิทยุบังคับ การเลือกใช้ควรดูถึงคุณภาพในการส่งสัญญาณและช่องสัญญาณในการรับเพื่อประยุกต์การใช้งานของอากาศยาน

5.2.2 เนื่องจากในการทดสอบระบบการบินของอากาศยาน ผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้แบตเตอรี่ก้อนใหม่ ซึ่งอาจจะมีประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ถึง 100% จึงส่งผลให้อากาศยานสามารถบินได้ตามเวลาที่ได้ทำการออกแบบและสร้างมา แต่เมื่อแบตเตอรี่มีประสิทธิภาพลดลงจะเป็นสาเหตุให้อากาศยานบินไม่สามารถบินได้ระยะเวลาตามข้อกำหนดที่ได้กำหนดไว้

5.2.3 น้ำหนักของตัวอากาศยานถือว่ามีส่วนสำคัญ การที่อากาศยานมีน้ำหนักรวมน้อยที่สุดจะช่วยประหยัดพลังงานและเพิ่มระยะเวลาในการบินได้ ดังนั้นในการออกแบบควรจะเลือกใช้วัสดุที่แข็งแรงและมีน้ำหนักเบาเสมอ

5.3.4 ในการนำอากาศยานออกบินควรบินในสภาพอากาศที่แจ่มใส เพื่อลดปัญหาการเกิดสัญญาณรบกวนที่จะส่งผลต่อค่าความแม่นยำของ GPS ซึ่งสัญญาณ GPS ถือเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการระบุตำแหน่งการบินในโหมด Loiter, Return To Lanch mode และ Go home ถ้าสภาพอากาศที่แปรปรวนอาจจะทำให้การจับสัญญาณจำนวนดาวเทียมลดลง ค่าความแม่นยำลดลง และส่งผลต่อการบินของอากาศยานได้

5.2.2 ในการบินของอากาศยานสิ่งที่ควรคำนึงมากที่สุดคือความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้อื่น ก่อนออกบินทุกครั้งควรตรวจสอบอุปกรณ์ว่าอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานหรือไม่