

การออกแบบและสร้างอากาศยานไร้คนขับโดยใช้พลังงานไฟฟ้า
สำหรับการฉีดพ่นสารเคมีในการเกษตร
Design and Construction of an Electric-Powered UAV
for Chemical Spraying in Agriculture

วายุ วงศ์หนูพะเนา¹ วิวัฒน์ คุ่มไพฑูรย์² วิสิทธิ์ ลุ่มชนะนาว^{3*} ณัฐพล ภูครองทอง⁴
สุวัฒน์ มณีวรรณ⁵ และเดวิทย์ ศิริพจน์⁶

Wayu Wongnuphanao¹ Wittawat Khumpaitoon² Wisit Lumchanow^{3*} Nuttapon Pookhrongtong⁴
Suwat Maneewan⁵ and Davit Siripoj⁶

^{1,2,3*,4,5,6} สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ ประเทศไทย 31000

^{1,2,3*,4,5,6} Electrical and Electronics Technology, Faculty of Industrial Technology,
Buriram Rajabhat University, Mueang, Buriram, Thailand, 31000

*Corresponding author. E-mail: wisit.lc@bru.ac.th

Received: March 24, 2025

Revised: June 18, 2025

Accepted: June 21, 2025

Available online: June 28, 2025

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนออากาศยานไร้คนขับสำหรับการเกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างอากาศยานไร้คนขับสำหรับการฉีดพ่นสารเคมีในการเกษตร และเพื่อลดปัญหาด้านสุขภาพของการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร เพื่อลดการใช้แรงงานคน เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาวิจัย อาทิเช่น ระบบควบคุมการบิน มอเตอร์บัสเลส ชุดส่งรับสัญญาณวิทยุ เป็นต้น จากผลทดลองด้านควบคุมการบินสามารถรักษาสถิตของแรงลอยตัวเพื่อไต่ระดับขึ้น ลง หรือการหมุนบินได้อย่างถูกต้อง ผลทดลองด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเตอรี่ลิเทียมโพลิเมอร์ (Li-Po) จำนวน 6 เซลล์ ค่าระดับแรงดัน 25.2 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 5,200 มิลลิแอมป์/ชั่วโมง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ฉีดพ่นสารเคมีเหลวในการเกษตรได้ 2 ลิตรต่อการชาร์จแบตเตอรี่เต็มที่ 25.2 โวลต์

คำสำคัญ: อากาศยานไร้คนขับ ควบคุมการบิน

Abstract

This research article presents the unmanned aerial vehicle (UAV) for agricultural purposes. The primary objective is to design and build an unmanned aerial vehicle for agricultural chemical spraying, and to mitigate health issues associated with the use of

chemical pesticides by farmers, and to reduce labor while increasing efficiency. The research equipment utilized includes flight control systems, brushless motors, radio communication sets, etc. Experimental results demonstrate that the flight control system effectively maintains stability for ascending, descending, and maneuvering flights. Additionally, the use of a 6-cell lithium polymer (Li-Po) battery with a voltage of 25.2V and a capacity of 5,200mAh enables the UAV to spray 2 liters of liquid chemical for agriculture per full charge at 25.2V

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle, Flight Controller

1. บทนำ

อากาศยานไร้คนขับโดยทั่วไปเรียกว่าโดรน (Unmanned Aerial Vehicles: UAV) เป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถควบคุมการบินได้โดยไม่ต้องใช้มนุษย์หรือเรียกว่าอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งกำลังมีอิทธิพลต่อการดำเนินธุรกิจในปัจจุบัน ซึ่งในอดีตโดรนได้ถูกนำมาใช้ด้านการทหารและการป้องกันประเทศ และในอนาคตเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับจะถูกนำมาผนวกใช้ในการดำเนินธุรกิจและครอบคลุมแทบทุกอุตสาหกรรม [1] ส่วนภาคการเกษตรในปัจจุบันนิยมนำเทคโนโลยีโดรนมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาด้านการกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรในการฉีดพ่นยาหรือการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบสำหรับพืชชนิดต่าง ๆ เพื่อลดการใช้แรงงานคน และลดปัญหาด้านสุขภาพและพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร [2] จากการศึกษาทบทวนนวัตกรรมอากาศยานไร้คนขับมีการนำมาประยุกต์ใช้ในภาคการเกษตรด้านต่าง ๆ ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายเพื่อช่วยแก้ปัญหาที่เกษตรกรต้องเผชิญ เช่น การตรวจสอบปศุสัตว์พื้นที่กว้างขวาง การฉีดพ่นพืชผล การวิเคราะห์สุขภาพพืชเชิงลึก การปลูกเมล็ดพันธุ์ [3] ในการปรับปรุงภาคเกษตรให้ทันสมัยจึงกลายเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งมีปัญหาหลายประการที่ทำให้ผลผลิตพืชต่ำ สามารถแก้ไขได้โดยใช้เทคโนโลยีโดรนในการตรวจสอบพืชผลผลิต และการพ่นยาฆ่าแมลงสำหรับการเกษตรแม่นยำ (PA) การพัฒนาเซนเซอร์ การใช้ปัญญาประดิษฐ์ [4] โดยโรคพืชเป็นภัยคุกคามที่สำคัญต่อความมั่นคงทางอาหารของโลก ส่งผลกระทบต่อผลผลิตพืชและส่งผลกระทบต่อรายได้ทางเศรษฐกิจ [5]

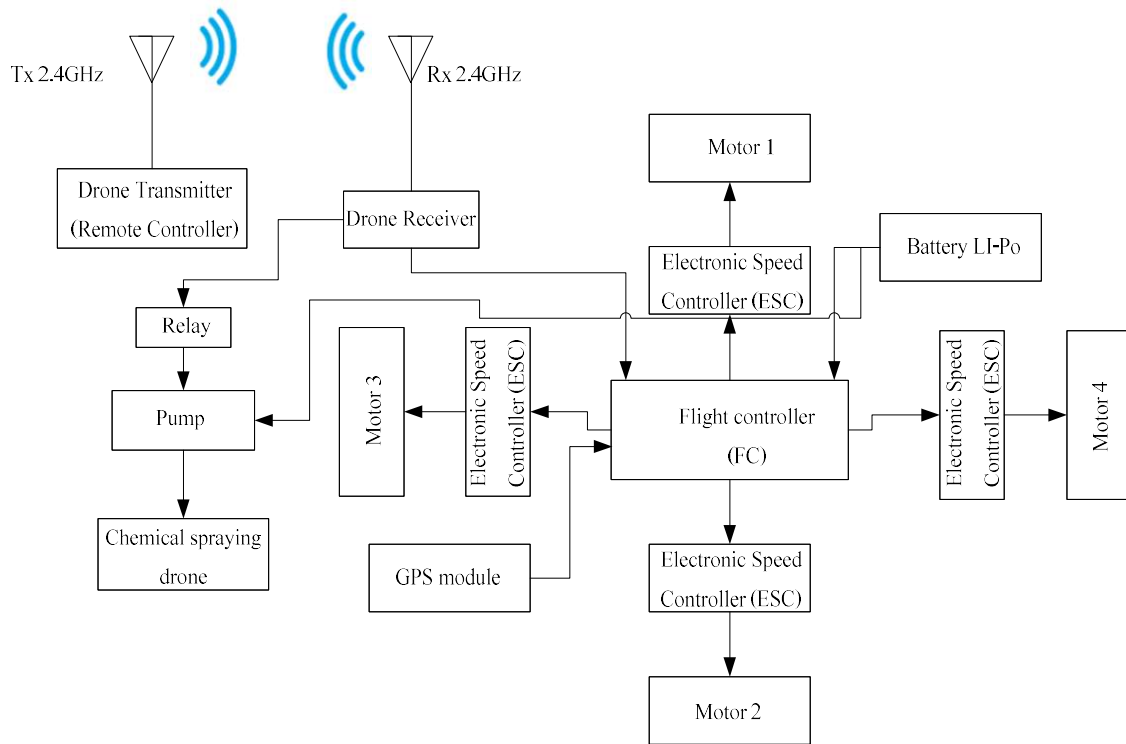
จากหลักการดังกล่าวบทความนี้จึงมีแนวคิดในการออกแบบและสร้างโดรนพ่นสารเคมีเพื่อการเกษตรที่สามารถใช้งานจริงในภาคเกษตรของไทย ช่วยลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต และพัฒนาภาคเกษตรให้ทันสมัยและยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อออกแบบและสร้างอากาศยานไร้คนขับสำหรับการฉีดพ่นสารเคมีในการเกษตร
- 2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับที่สร้างขึ้นด้านการขับเคลื่อนที่และพลังงานไฟฟ้า
- 2.3 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการบรรทุกน้ำหนักและไม่บรรทุกน้ำหนัก

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาออกแบบและสร้างอากาศยานไร้คนขับแบบ 4 ใบพัด พร้อมระบบควบคุมการฉีดพ่นสารเคมีทางการเกษตร ควบคุมการบินของอากาศยานไร้คนขับโดยใช้รีโมทควบคุมระยะไกลสี่แกนในการบิน บังคับแสดงภาพรวมของระบบการทำงานดังภาพที่ 1

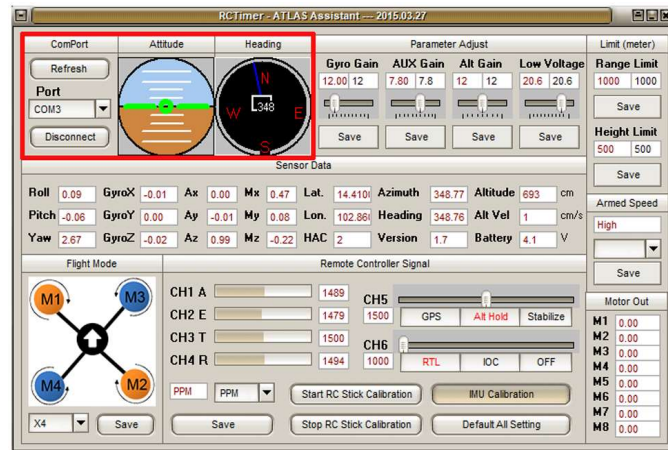


ภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรมของอากาศยานไร้คนขับที่ออกแบบและสร้าง

แผนภาพภาคส่งและภาครับในการควบคุมการบินของโดรนและการฉีดพ่นผ่านรีโมทควบคุมระยะไกล หลักการทำงานของเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และขั้นตอนการออกแบบและสร้างโดรนมีดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนวิธีการเตรียมเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์

3.1.1 บอร์ดควบคุมการบิน (Flight Controller) สำหรับโดรน [6] บทความนี้ได้เลือกใช้ Rctimer ATLAS พร้อมโมดูล GPS ทำหน้าที่หลักควบคุมการบินด้วยตนเองระหว่าง RTH และลงจอดแบบอัตโนมัติและหลีกเลี่ยง มีคุณสมบัติตัวควบคุมหลักใช้แรงดันไฟฟ้า 4.5-5.5 โวลต์ ความแม่นยำในการโฮเวอร์ (โหมด GPS) แนวนอน ± 2 เมตร, แนวตั้ง ± 1 เมตร และความเร็วแนวนอนสูงสุด 6 เมตรต่อวินาที ความเร็วสูงสุดในการขึ้น 3.2 เมตรต่อวินาที และกำหนดควบคุมการบินของมอเตอร์ทั้ง 4 ตัว ผ่านโปรแกรมแสดงดังภาพที่ 2

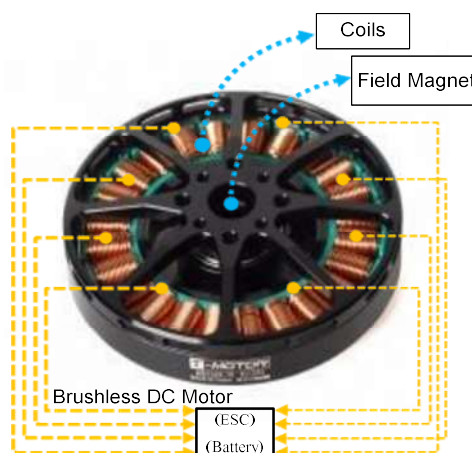


ภาพที่ 2 ขั้นตอนการโปรแกรม Rctimer ATLAS

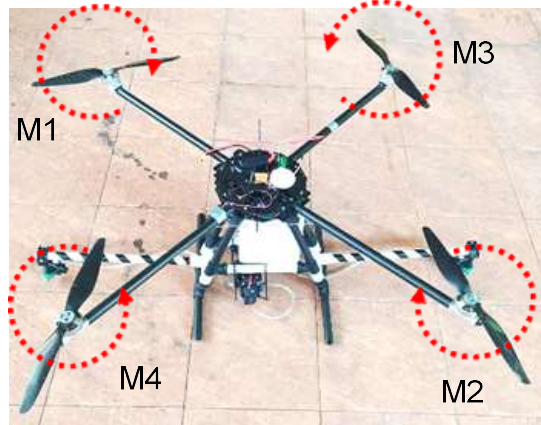
จากภาพที่ 2 ขั้นตอนการเลือกโหมดการบินแบบ 4 ใบพัดพร้อมบันทึกเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ ESC เพื่อควบคุมการหมุนของ M1-M4 ให้สอดคล้องกันบนตัวควบคุมหลัก

3.1.2 บอร์ดควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้า (Electronic Speed Controller) คือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เชื่อมต่omotor แบตเตอรี่ และอุปกรณ์ควบคุมการบิน [7] โดยมีหน้าที่หลักควบคุมความเร็วและทิศทางของโดรนโดยการปรับความเร็วและทิศทางผ่านรีโมทควบคุมระยะไกล

3.1.3 มอเตอร์ (Motor) ลักษณะมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนโดรนมักจะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กและเบาที่สามารถให้พลังงานเพียงพอให้โดรนสามารถบินได้โดยมีความแรงพอเหมาะกับน้ำหนักและขนาดของโดรน สำหรับประเภทมอเตอร์ที่ใช้กับโดรนจะเป็นมอเตอร์บัสเลส (brushless DC motor) ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ไม่มีแปรงถ่าน [8] มีความทนทาน อัตราความเร็วในการหมุนสูง การใช้งานโดยการต่อร่วมกับ ESC เพื่อควบคุมการหมุนรอบของมอเตอร์ [9] ด้วยความเร็วเท่ากันได้อย่างแม่นยำของมอเตอร์ทั้ง 4 ตัว สำหรับมอเตอร์บัสเลสจะประกอบด้วยแม่เหล็กถาวรและขดลวด ความเร็วในการหมุนหรือความถี่การหมุนรอบแกนโดยหน่วยความเร็วนี้เรียกว่า (Revolutions per minute: rpm) กล่าวคือจำนวนรอบในหนึ่งนาทีที่ควบคุมโดยการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าด้านอินพุต แสดงลักษณะมอเตอร์บัสเลส [10] ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 มอเตอร์บัสเลส



ภาพที่ 4 ชุดใบพัดพร้อมมอเตอร์

จากภาพที่ 4 ลักษณะใบพัด (Propeller) เป็นส่วนสำคัญที่ทำงานคู่กับมอเตอร์ ใบพัดส่วนใหญ่จะมี ส่วนผสมของพลาสติกเป็นหลักมีขนาดและแฉกของใบพัดตั้งแต่ 2 แฉก 3 แฉก 4 แฉก เป็นต้น ข้อดีของใบพัด ที่มีจำนวนแฉกมากการบินของโดรนจะทำให้มีการขั้ลมมากขึ้นกว่าเดิมและมีข้อเสียทำให้มีการสิ้นเปลือง พลังงานไฟฟ้ามากเช่นเดียวกัน

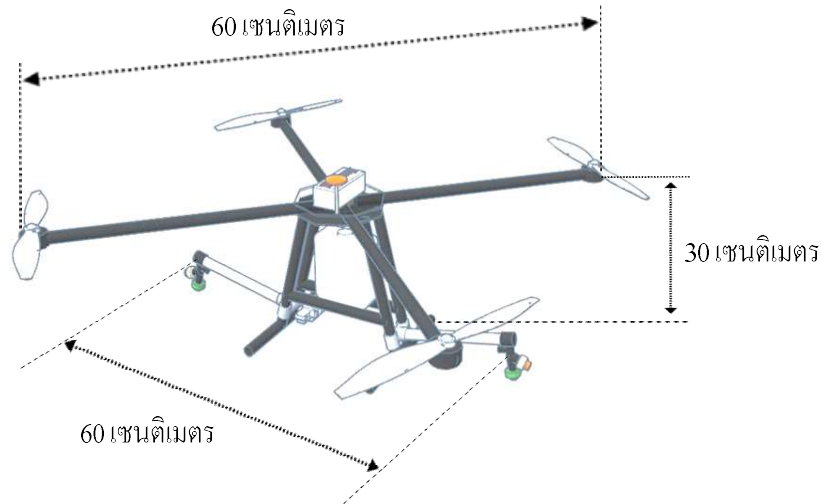
3.1.4 อุปกรณ์ส่งสัญญาณสำหรับภาคส่งและรับสัญญาณวิทยุ (Radio Transmitter and Receiver) โดยเลือกใช้งาน FlySky FS-I6X มีคุณสมบัติทางความถี่ใช้งานอยู่ในช่วง 2.405 - 2.4GHz ค่าแบนด์วิดท์ (Bandwidth) จำนวนการรับส่งข้อมูลจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งภายใต้เครือข่ายสัญญาณของเครื่องส่งสัญญาณ และโดรนมีค่าเท่ากับ 500 KHz จำนวนช่องควบคุมการบินและอื่น ๆ มีทั้งหมด 10CH และพลังงานไฟฟ้าใช้ งานอยู่ที่ 6 โวลต์ สามารถควบคุมสัญญาณระยะประมาณ 1,000 เมตร ใช้ในการควบคุมการบินและการฉีดพ่น สารเคมีในการเกษตรดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 เครื่องส่งสัญญาณควบคุมการบิน

3.2 ขั้นตอนการออกแบบและการสร้างอากาศยานไร้คนขับ

บทความนี้ได้ออกแบบและสร้างด้านโครงสร้าง ออกแบบชุดเชื่อมต่ออุปกรณ์อาทิเช่น ขนาดใบพัด ถัง บรรจุน้ำหนักสารเคมีเหลว ชุดปั๊มฉีดพ่น และรวมถึงชุดอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มอเตอร์ แบตเตอรี่ อุปกรณ์ระบบควบคุมการบิน เป็นต้น แสดงภาพรวมการออกแบบและสร้างดังภาพที่ 6



(ก)



(ข)

ภาพที่ 6 ผลการออกแบบและสร้างอากาศยานไร้คนขับ ก) ขนาดโครงสร้างของโดรน และ ข) การจัดวางอุปกรณ์ของโดรนประเภทฉีดพ่น

จากภาพที่ 6 (ก) แสดงผลการออกแบบอากาศยานไร้คนขับโดยผู้วิจัยได้ทำการออกแบบด้านความสูงของโดรน ขนาด 30 เซนติเมตร และความกว้าง ขนาด 60 เซนติเมตร และภาพที่ 6 (ข) แสดงลักษณะการจัดวางอุปกรณ์ของโดรนประเภทฉีดพ่น เช่น บอร์ดควบคุมการบินของโดรนที่สร้างขึ้น การติดตั้งปั๊มฉีดพ่นสารเคมี และหัวพ่นสารเคมี

3.3 ขั้นตอนการทดลอง

กระบวนการทดลองประสิทธิภาพควบคุมการบินและการฉีดพ่นงานวิจัยนี้ได้ทดลองการขับเคลื่อนที่ของโดรนโดยทำการทดลอง จำนวน 10 ครั้ง ซึ่งทดลองในบริเวณไร่นาข้าวในพื้นที่ 1 ไร่ แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ 1) กรณีที่ไม่มีการบรรทุกน้ำหนัก และ 2) กรณีที่มีการบรรทุกน้ำหนัก เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพด้านการขับเคลื่อนที่และการฉีดพ่น ทดลองการใช้พลังงานไฟฟ้า และเก็บผลการทดลอง วิเคราะห์ผลค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของการใช้งานจริง

4. ผลการวิจัย

ผลการดำเนินงานสร้างอากาศยานไร้คนขับแบบ 4 ใบพัด สำหรับการบินเพื่อฉีดพ่นสารเคมีเหลว โดยเริ่มต้นจากขั้นตอนกำหนดความเสถียรของการบินขณะปฏิบัติงาน และบรรจุทุกน้ำหนักผ่านโปรแกรม Rctimer ATLAS ในการคุมการบิน ผลการทดลองพบว่าโดรนที่สร้างขึ้นสามารถขับเคลื่อนที่ในการบินไปด้านหน้า-หลัง และด้านซ้าย-ขวา ได้อย่างถูกต้องและสามารถควบคุมบังคับระบบฉีดพ่นโดยใช้รีโมทควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ไฟฟ้าที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส (Relay) สำหรับเปิด-ปิด บั้มฉีดพ่นสารเคมีเหลวได้อย่างถูกต้องแสดงผลการทดลองดังภาพที่ 7



(ก)

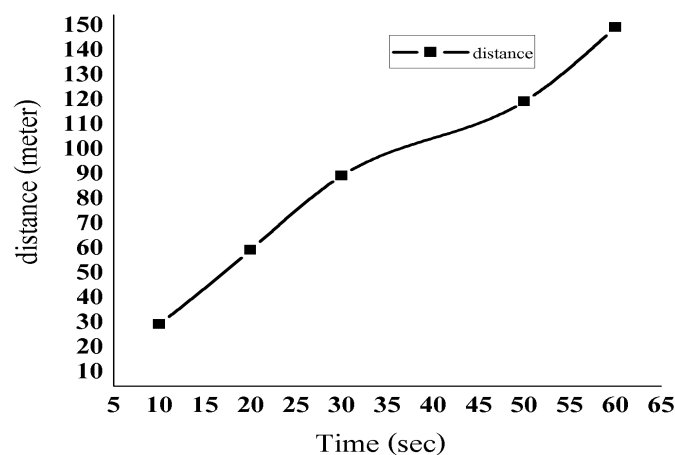


(ข)

ภาพที่ 7 ผลทดลองการขับเคลื่อนที่โดรน ก) ผลออกแบบและสร้าง และ ข) ผลทดลองระบบล้อการบินระดับความสูง

4.1 ผลทดลองอัตราการขับเคลื่อนที่กรณีไม่มีการบรรจุทุกน้ำหนัก

ขั้นตอนการทดลองโดยวิธีควบคุมการบินแบบล้อระดับความสูงที่ระดับ 2 เมตร และทำการทดลองที่ระดับ 4 เมตร ซึ่งเป็นระยะห่างจากพื้นดิน พบว่ามีค่าเฉลี่ยความเร็วในการเคลื่อนที่กันแสดงให้เห็นว่าความสูง-ต่ำจากพื้นดินไม่มีผลกระทบต่อการบิน และสามารถพิจารณาผลทดลองระยะเวลาต่อระยะทางในการขับเคลื่อนที่กรณีไม่มีการบรรจุทุกน้ำหนักได้ดังภาพที่ 8

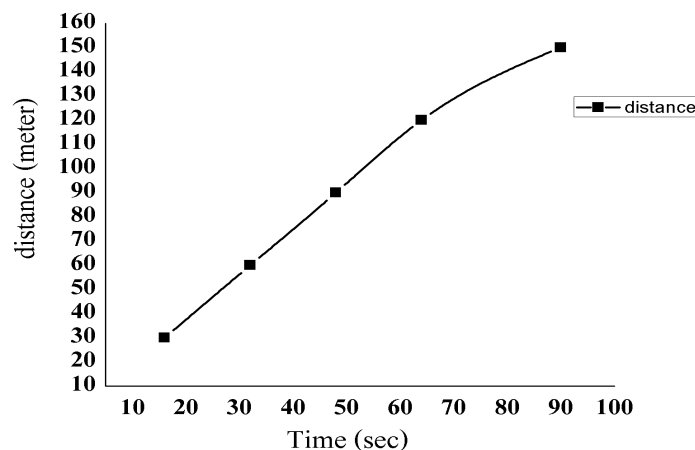


ภาพที่ 8 อัตราการเคลื่อนที่ในการบินแบบล้อระดับความสูงแบบขณะไม่มีการบรรจุทุกน้ำหนัก

จากภาพที่ 8 ผลทดลองบินแบบล้อยกระดับความสูงจากพื้นดินที่ 2 เมตร และระดับความสูง 4 เมตร พบว่ามีค่าความเร็วในการขับเคลื่อนของโดรนเฉลี่ย 3 เมตรต่อวินาที

4.2 ผลทดลองอัตราการขับเคลื่อนที่กรณีมีการบรรทุกน้ำหนักสารเคมีเหลว

ขั้นตอนการทดลองโดยวิธีควบคุมการบินแบบล้อยกระดับความสูงห่างจากพื้นดินที่ระดับ 2 เมตร และระดับ 4 เมตร พบว่ามีค่าเฉลี่ยความเร็วในการเคลื่อนที่เท่ากัน และสามารถพิจารณาผลทดลองระยะเวลาต่อระยะทางในการขับเคลื่อนที่กรณีมีการบรรทุกน้ำหนักได้ดังภาพที่ 9

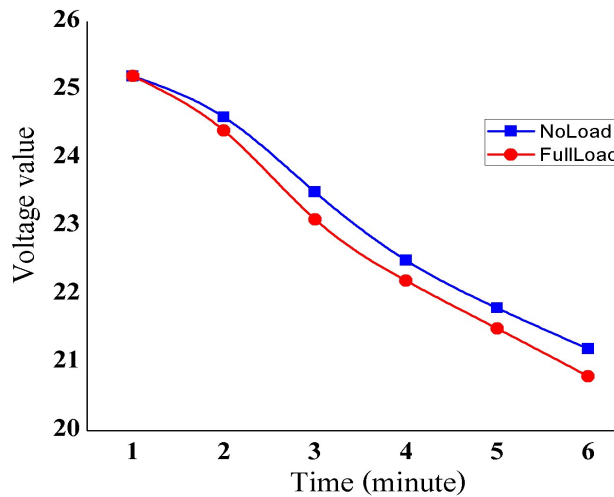


ภาพที่ 9 อัตราการเคลื่อนที่ในการบินแบบล้อยกระดับความสูงแบบขณะมีการบรรทุกน้ำหนัก

จากภาพที่ 9 ผลทดลองบินแบบล้อยกระดับความสูงจากพื้นดินที่ 2 เมตร และระดับความสูง 4 เมตร พบว่ามีค่าความเร็วในการขับเคลื่อนของโดรนเฉลี่ย 1.88 เมตรต่อวินาที

4.3 ผลทดลองการใช้พลังงานไฟฟ้า

ขั้นตอนการทดลองการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้ากรณีไม่มีการบรรทุกน้ำหนัก และแบบกรณีมีการบรรทุกน้ำหนัก ซึ่งแบบไม่มีการบรรทุกน้ำหนัก อากาศยานไร้คนขับจะมีค่าน้ำหนักอยู่ที่ 5.3 กิโลกรัม และแบบมีการบรรทุกน้ำหนักสารเคมีเหลวมีค่าน้ำหนักอยู่ที่ 6.3 กิโลกรัม มีค่าน้ำหนักแตกต่างกันที่ 1 กิโลกรัม อากาศยานไร้คนขับต้นแบบที่สร้างขึ้นเลือกใช้แบตเตอรี่แบบลิเทียมโพลิเมอร์ (Li-Po) จำนวน 6 เซลล์ มีค่ากระแสเท่ากับ 5,200 mAh เริ่มทดลองใช้งานมีค่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่ 25.2 โวลต์ แสดงผลการเปรียบเทียบดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ผลการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากภาพที่ 10 แผนภาพแสดงผลเส้นสีน้ำเงิน คือกรณีไม่มีการบรรทุกน้ำหนัก และเส้นสีแดงมีการบรรทุกน้ำหนักสารเคมีเหลว เป็นการแสดงผลปริมาณการใช้งานพลังงานไฟฟ้าของอากาศยานไร้คนขับที่สร้างขึ้น

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาออกแบบและสร้างอากาศยานไร้คนขับพ่นสารเคมีสำหรับการเกษตร บทความนี้ได้อธิบายขั้นตอนการเลือกและการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา อาทิเช่น ชุดโครงสร้าง ตัวควบคุมการบิน ตัวควบคุมความเร็วอิเล็กทรอนิกส์ มอเตอร์ ใบพัด และอุปกรณ์ส่งรับสัญญาณวิทยุ ผลการทดลองพบว่าระบบควบคุมการบินแบบลูปกระดัดความสูงได้อย่างถูกต้องและฉีดพ่นสารเคมีอย่างแม่นยำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Shaw, K. K., & Vimalkumar, R., 2020) [10] ได้ศึกษาออกแบบและพัฒนาโดรนเพื่อการพ่นยาฆ่าแมลง โดยใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ อาทิเช่น มอเตอร์ (BLDC) ที่มีใบพัดที่เหมาะสมที่ต้องการแรงขับของการบรรทุกน้ำหนักประมาณ 38.2 กิโลกรัม และแบตเตอรี่แบบ Li-Po ที่ความจุ 22,000mAh และ 22.2 โวลต์ เพื่อให้ตรงตามข้อกำหนดด้านกระแสและแรงดันไฟฟ้าที่จำเป็นของโดรน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Gajula, R., & Tara, S., 2023) [7] ศึกษาออกแบบและการใช้งานโดรน UAV ที่มีประสิทธิภาพสูงได้นำเสนอส่วนประกอบเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยการเลือกใช้ชิ้นส่วนในการพัฒนาอากาศยานไร้คนขับ เพื่อพัฒนาในระยะเวลาบินสูงสุดและรับแรงขับสูงสุดโดยใช้พลังงานน้อยที่สุด สามารถสรุปได้ว่าอากาศยานไร้คนขับหรือโดรนเป็นเทคโนโลยีที่มีส่วนสำคัญอย่างมากในการนำมาประยุกต์ใช้ของการดำเนินธุรกิจและครอบคลุมแทบทุกอุตสาหกรรม บทสรุปของบทความวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบและสร้างโดรนพ่นสารเคมีเพื่อการเกษตรเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน และปัญหาสุขภาพจากการสูดดมสารเคมี ผลการทดลองพบว่าโดรนสามารถเคลื่อนที่และฉีดพ่นสารเคมีโดยบรรทุกน้ำหนักได้ไม่เกิน 1 ลิตร และใช้พลังงานไฟฟ้าแบตเตอรี่จำนวน 6 เซลล์ กระแส 5,200 mAh และโดรนสามารถควบคุมการฉีดพ่นได้จำนวน 2 ลิตรในระยะเวลา 3 นาที ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 164 ตารางเมตร และสามารถลือคโหมดการบินระดับความสูงในระดับต่าง ๆ ได้อย่าง

มีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดด้านระยะเวลาการใช้งานเนื่องจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับโดรนมีขนาดเล็กซึ่งพลังงานไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อเกษตรแปลงใหญ่ หากต้องการพัฒนาต่อยอดควรเพิ่มขนาดของแบตเตอรี่และวางโครงสร้างแบตเตอรี่ในระบบเพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ครอบคลุมพื้นที่ใช้งานสำหรับเกษตรแปลงใหญ่มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Denwitthayan, K. (2016). Drone Technology. Retrieved Desember, 5, 2023. From <https://www.pwc.com/th/en/pwc-thailand-blogs/blog-20161031.html>
- [2] Butthahan, T. (2022). Factors Affecting Pesticide Use Behavior of Farmers in Thapput District, Phang Nga Province. Department of health Service Support Journal, 18(2), 47-56.
- [3] Ghazali, M. H. M., Azmin, A., & Rahiman, W. (2022). Drone implementation in precision agriculture -A survey. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 12(4), 67-77.
- [4] Hafeez, A., Husain, M. A., Singh, S. P., Chauhan, A., Khan, M. T., Kumar, N., Chauhan, Ab., & Soni, S. K. (2023). Implementation of drone technology for farm monitoring & pesticide spraying: A review. Information processing in Agriculture, 10(2), 192-203.
- [5] Shah, S. A., Lakho, G. M., Keerio, H. A., Sattar, M. N., Hussain, G., Mehdi, M., Vistro, R. R., Mahmoud, E. A., & Elansary, H. O. (2023). Application of drone surveillance for advance agriculture monitoring by android application using convolution neural network. Agronomy, 13(7), 1764, pp. 1-22.
- [6] Ebeid, E., Skriver, M., Terkildsen, K. H., Jensen, K., & Schultz, U. P. (2018). A survey of open-source UAV flight controllers and flight simulators. Microprocessors and Microsystems, 61, pp. 11-20.
- [7] Gajula, R., & Tara, S. (2023). Design and implementation of high efficient UAV quadcopter. International Conference on Advances in Signal Processing, Communications, and Computational Intelligence. 23–24 July 2021, Hyderabad, India. pp. 1-8.
- [8] Carev, V., Roháč, J., Šipoš, M., & Schmirler, M. (2021). A multilayer brushless DC motor for heavy lift drones. Energies, 14(9), 2504, 1-19.
- [9] Gauthier, D., Biederman, N., Gyovai, B., & Wilhelm, J. (2024). Digital Twin of a DC Brushless Electric Motor-Propeller System with Application to Drone Dynamics. In AIAA SCITECH 2024 Forum, pp. 1-9.

- [10] Shaw, K. K., & Vimalkumar, R. (2020). Design and development of a drone for spraying pesticides, fertilizers and disinfectants. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. 9(05), 1181-1185.