ST-13

เครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์แบบไร้สาย

Wireless Paddy Rice Seeding Machine Controlled by Microcontroller

วิชาญ ศรีสุวรรณ์[1] และธนัช เอกเกื้อกูล[2]

Wichan Srisuwan[1] and Tanut Aekkuerkul[2]

[1,2] อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขอนแก่น 40000

อีเมล: tanut.aek@neu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์แบบไร้สาย ให้สามารถเคลื่อนที่และหยอดเมล็ดข้าวเปลือกในสภาพแวดล้อมที่ต้องการและสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานได้ เครื่องที่พัฒนาขึ้นสามารถหยอดเมล็ดข้าวเปลือกได้ครั้งละ 4 ช่อง โดยรับคำสั่งมาจากผู้ใช้งานโดยผ่านคีย์แพด และการส่งสัญญาณระหว่างคีย์แพดและเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกจะใช้การส่งรหัสสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุที่ความถี่ 433.92 เมกะเฮิร์ทซ์ แล้วส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ที่อยู่ในตัวเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือก ไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ภาษาซีในการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบทั้งหมด จากการทดสอบการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกนี้ พบว่า สามารถส่งคำสั่งจากคีย์แพดไปยังเครื่องแบบไร้สายในช่วงระยะประมาณ 60 เมตร และไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถรับคำสั่งจากคีย์แพดมาประมวลผลและควบคุมการทำงานของเครื่องได้ทุกฟังก์ชัน อาทิเช่น เดินหน้า ถอยหลัง หยุด เลี้ยวขวา เลี้ยวซ้าย และหยอดเมล็ดข้าวเปลือกได้ตามที่ต้องการ

คำหลัก: เครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือก, ไมโครคอนโทรลเลอร์, การควบคุมแบบไร้สาย.

Abstract

This paper presents the wireless paddy rice seeding machine controlled by microcontroller which can move and drop paddy seeds in the desired environment as well as the environments that are dangerous to human. This rice seeding machine can drop paddy seeds up to 4 rows simultaneously. It obtains a command from the human via the keypad. The communication between the keypad and the seeding machine is performed using the radio wave signal at 433.92 MHz and this signal is then sent to the Arduino UNO microcontroller in the paddy rice seeding machine. The microcontroller uses C language for programming the operation of the entire system. In the actual test, the command from the user keypad can be sent to the paddy rice seeding machine up to 60 meters away and the microcontroller is able to receive the command from the keypad for processing and controlling all functions according to the requirement including move forward, move backward, stop, turn right, turn left and drop paddy seeds.

Keywords: Paddy Rice Seeding Machine, Microcontroller, Wireless Control

บทนำ

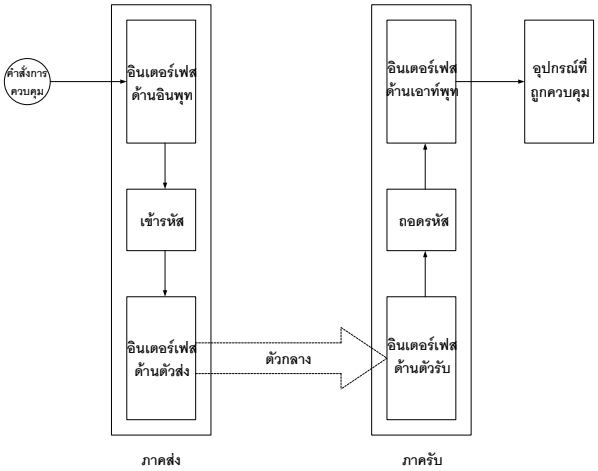
ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีไร้สาย (ชัยพร อัดโดดดร, 2562) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นวิทยุ โทรทัศน์ โทรศัพท์มือถือ ดาวเทียม ยานอวกาศ ระบบสื่อสาร หรือแม้แต่ คอมพิวเตอร์ ซึ่งล้วนแต่มีความจำเป็นต่อมนุษย์ทั้งสิ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตของมนุษย์และให้ก้าวทันโลกทันสมัยตลอดเวลา เทคโนโลยีไร้สายสามารถนำมาประยุกต์ใช้ด้านการเกษตรได้ด้วย โดยในการวิจัยนี้จะนำมาใช้กับรถหยอดเมล็ดข้าวเปลือก ผู้ใช้งานสามารถควบคุมรถหยอดเมล็ดข้าวเปลือกนี้ได้อย่างอิสระ ดังนั้นไม่ว่าเราจะอยู่ที่ไหนก็สามารถควบคุมรถหยอดเมล็ดข้าวเปลือกนี้ได้ นอกจากนี้ระบบที่พัฒนาขึ้นยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านการเกษตรแทนมนุษย์ได้ (วิสุทธิ์ เลิศไกร, 2560 และสพรรณ์ นาคสงค์, 2560) อาทิเช่น งานดำนา งานพ่นยาวัชพืช และงานโรยปุ๋ยในสวนเกษตร เป็นต้น ซึ่งประโยชน์ของการใช้รถหยอดเมล็ดข้าวเปลือกแบบไร้สายแทนมนุษย์นี้ ก็คือ ลดความเสี่ยงในบริเวณพื้นที่ที่อาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์ ลดความเสี่ยงจากอันตรายของสารพิษ สารเคมีต่างๆ และแสงแดดจัดในบริเวณดังกล่าวได้อีกด้วย หากใช้รถไถการเกษตรก็จะสิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิง และยังต้องใช้แรงงานคนไปนั่งขับอีกด้วย แต่ในประเทศไทยจะเป็นแบบคนหว่านแล้วเปลี่ยนเป็นรถหยอดแทน แต่ก็ยังมีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อมนุษย์ได้ และเนื่องจากการทำนาในสมัยก่อนวิธีในการทำนามี 3 วิธี ได้แก่ การทำนาหยอด นาหว่าน และนาดำ ต่อมาภายหลังเกษตรกรได้หันไปทำนาหว่าน เพราะการทำนาหว่านจะให้ผลผลิตดีที่สุด มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี ข้าวมีความอุดมสมบูรณ์ มีอัตราการใช้ปุ๋ยที่ต่ำ แต่ยังคงต้องใช้แรงงานคนในการหว่านข้าวเป็นจำนวนมากกว่า งานวิจัยนี้จึงพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกแบบไร้สาย ขึ้นมาเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานมนุษย์ และแก้ปัญหาเชื้อโรคที่มาจากน้ำ เศษหนาม แก้ว เปลือกหอยต่างๆ เพื่อลดการเกิดอันตรายของมนุษย์ และยังได้ผลในการเกิดข้าวที่ดีกว่า ซึ่งใช้ระยะเวลาที่น้อยกว่าอีกด้วย (JAYA PRAKASH R, 2015 และ S.F. Ding, Q.X. Li, 2015) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวแบบไร้สายมาประยุกต์ใช้ในทางการเกษตร โดยใช้คีย์แพดเป็นรีโมทคอนโทรล และการส่งสัญญาณระหว่างคีย์แพดและเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกแบบไร้สาย จะใช้การส่งรหัสสัญญาณควบคุมด้วยคลื่นวิทยุ ซึ่งจะส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ที่อยู่ในตัวเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวแบบไร้สายเป็นตัวควบคุมอีกทีหนึ่ง

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

1. ระบบควบคุมระยะไกล

ระบบควบคุมระยะไกลทำหน้าที่เสมือนแขนขาของมนุษย์ จึงทำให้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย บล็อกไดอะแกรมในภาพที่ 1 [1] แสดงโครงสร้างและหลักการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลโดยทั่วไปในลักษณะของการควบคุมแบบทางเดียว เริ่มจากตัวกำหนดคำสั่งที่ใช้สำหรับการควบคุมว่ามีคำสั่งอะไรบ้าง ชุดคำสั่งทั้งหมดมีกี่คำสั่ง เป็นต้น เมื่อมีการกำหนดรูปแบบของคำสั่งแล้ว รูปแบบคำสั่งที่ถูกเลือกจะถูกส่งไปยังภาคส่งสัญญาณที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณหรือรวมสัญญาณควบคุมให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับวงจร โดยอาจทำการเข้ารหัสสัญญาณให้แต่ละคำสั่งมีรหัสเฉพาะของตัวมันเองให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าก่อนที่จะส่งออกไปยังภาครับโดยตัวอินเตอร์เฟสด้านตัวส่งเพื่อทำหน้าที่ส่งสัญญาณที่ภาครับต้องเข้าใจได้ นั่นก็คือต้องเป็นระบบเดียวกัน สัญญาณที่ส่งออกมาอาจอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า สัญญาณแสง หรือสัญญาณเสียงความถี่สูง สัญญาณนี้สามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นสายนำสัญญาณ หรือผ่านตัวกลางอากาศ ขึ้นอยู่กับระบบที่ถูกออกแบบ หากใช้สายสัญญาณเป็น

ตัวนำสัญญาณจะเรียกว่า ระบบใช้สาย ซึ่งถ้าใช้สัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณควบคุม ก็จะใช้สายไฟฟ้าเป็นตัวนำสัญญาณ แต่ถ้าหากใช้สัญญาณแสงเป็นตัวควบคุม ตัวนำสัญญาณจะเป็นเส้นใยแก้วนำแสงหรือไฟเบอร์ออปติก ในกรณีที่สัญญาณควบคุมถูกส่งไปในอากาศเพื่อเดินทางไปยังเครื่องรับ เช่น การใช้สัญญาณไฟฟ้าในรูปของคลื่นวิทยุ หรือการใช้แสงอินฟราเรดโดยตรง ระบบจะมีชื่อว่าระบบไร้สาย ระบบนี้เองที่กำลังเป็นที่นิยมใช้กันอยู่มากในปัจจุบัน สัญญาณที่เข้ามายังเครื่องรับหรือภาครับจะถูกตัวอินเตอร์เฟสทำหน้าที่แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปสัญญาณไฟฟ้าที่เข้ากับระบบของตัวรับ ก่อนถูกถอดรหัสเพื่อทราบวัตถุประสงค์ของคำสั่ง จากนั้นส่วนของวงจรอินเตอร์เฟสด้านเอาต์พุตจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่ต้องการตามลักษณะคำสั่งที่ได้รับ



ภาพที่ 1 โครงสร้างของระบบควบคุมระยะไกลโดยทั่วไป [1]

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายประเภท ในการวิจัยนี้เลือกใช้ Arduino Uno R3 ซึ่งเป็นบอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง ส่วนใหญ่โปรเจ็คและ Library ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก เนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้ Arduino และมี Shields ให้เลือกใช้งานได้มากกว่าบอร์ด Arduino รุ่นอื่นๆที่ออกแบบมาเฉพาะมากกว่า โดยบอร์ด Arduino Uno ได้มีการพัฒนาเรื่อยมาตั้งแต่ R2 R3 และรุ่นย่อยที่เปลี่ยนชิปไอซีเป็นแบบ SMD และข้อดีอีกอย่าง คือ กรณีที่ MCU เสียผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างลักษณะของบอร์ด [1] ข้อมูลจำเพาะ ได้แก่

- ชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328
- ใช้แรงดันไฟฟ้า 5V
- รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ) 7 – 12V
- รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด) 6 – 20V
- พอร์ต Digital I/O 14 พอร์ต (มี 6 พอร์ต PWM output)
- พอร์ต Analog Input 6 พอร์ต
- กระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต 40 mA
- กระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3 V 50 mA
- พื้นที่โปรแกรมภายใน 32KB

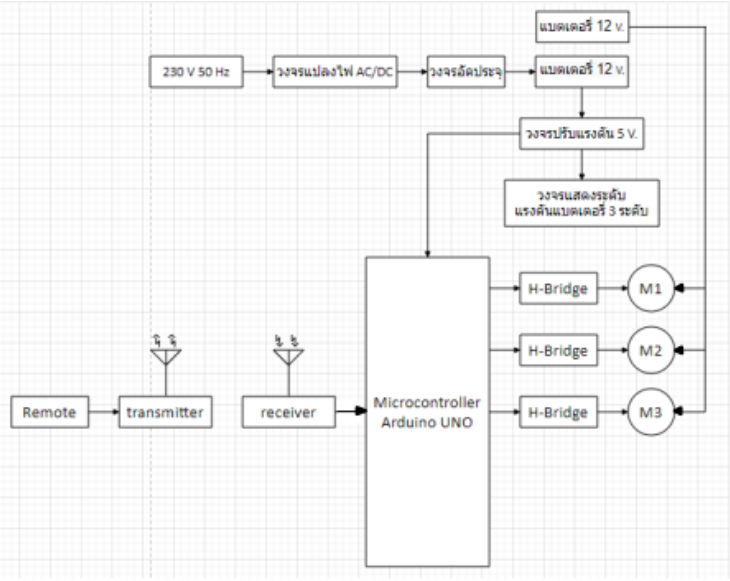
- พื้นที่โปรแกรม 500B ใช้โดย Booloader
- พื้นที่แรม 2KB
- พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM) 1KB
- ความถี่คริสตัล 16MHz
- ขนาด 68.6x53.4 mm

ภาพที่ 2 ตำแหน่งขาสัญญาณต่างๆ ของ Arduino Uno R3 [1]

3. การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกควบคุมแบบไร้สาย

3.1 แผนภาพการทำงาน

ภาพที่ 3 แสดงแผนภาพการทำงาน คำสั่งควบคุมของผู้ใช้งานจะถูกส่งมาจากรีโมท แล้วส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO ที่อยู่ในตัวเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกแบบไร้สายด้วยรหัสสัญญาณดิจิตอลต่างๆกัน เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับคำสั่งมาประมวลผลและควบคุมการทำงานของมอเตอร์ M1, M2 ซึ่งใช้เป็นตัวขับเคลื่อนเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกแบบไร้สาย โดยผ่านวงจรขับมอเตอร์ และควบคุมการทำงานของมอเตอร์ M3 ซึ่งเป็นตัวหมุนชุดหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยผ่านวงจรขับมอเตอร์ ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ และวงจรอัดประจุ วงจรแสดงระดับแรงดันแบตเตอรี่ 3 ระดับ เพื่อแสดงระดับของแบตเตอรี่ และอัดประจุให้กับแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่มีแรงดันต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้



ภาพที่ 3 แผนภาพการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือก

3.2 โครงสร้างของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือก

โครงสร้างของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวควบคุมแบบไร้สายนี้ มีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 4 โดยจะมีความยาว 120 ซม. กว้าง 80 ซม. และสูง 80 ซม. น้ำหนัก 50 กก. ขับเคลื่อนด้วยล้อหน้า 2 ล้อ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ซม. ดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

- เหล็กเปิดร่องดิน ทำจากเหล็กแผ่นที่มีความหนา 0.2 เซนติเมตร สำหรับเปิดร่องเพื่อหยอดเมล็ดข้าวลงในพื้นที่

- ถังบรรจุเมล็ดข้าว ทำจากเหล็กแผ่นหนา 0.2 เซนติเมตร โดยถังบรรจุเมล็ดมีขนาด กว้าง 28 เซนติเมตร สูง 28 เซนติเมตร ที่ด้านล่างบรรจุทำมุมลาดเอียงเพื่อให้เมล็ดข้าวไหลเข้าในช่องกำหนดเมล็ดได้

- ท่อนำเมล็ด เป็นอุปกรณ์ที่อยู่หลังอุปกรณ์เปิดร่อง มีลักษณะเป็นเหล็กท่อกลมต่อจากก้นกล่องบรรจุเมล็ด หลังจากกำหนดเมล็ดไปยังหลุมที่ได้หลังปิดร่อง ความยาว 50 เซนติเมตร หนา 0.2 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร

- จานหยอดเมล็ดพันธุ์ ทำจากแผ่นเหล็กหนา 0.2 ซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร มีช่องหยอดเมล็ดจำนวน 4 ช่อง แต่ละช่องมีขนาดเหมือนกระพ้อครึ่งวงกลม โดยแต่ละกระพ้อสามารถหยอดเมล็ดได้ 4-10 เมล็ด เจาะรูบริเวณแผ่นกลางกำหนดเมล็ดขนาดยาว 1.25 เซนติเมตร จากนั้นบ่าเป็นร่องสำหรับสวมกับเพลาที่ทำร่องไว้ เพื่อสวมเข้ากับจานกำหนด เมล็ด โดยเพลามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 ซนติเมตร มีความยาว 20 เซนติเมตร เพื่อรับการส่งกำลังมาจากล้อจิกดิน

- ล้อจิกดิน เป็นต้นกำลังของเครื่องหยอดข้าวไร่ ทำจากเหล็ก 0.2 เซนติเมตร กว้าง 2.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางล้อจิกดิน 12 เซนติเมตร

- เหล็กกลบดิน เป็นอุปกรณ์ที่อยู่หลังท่อนำเมล็ดมีลักษณะเป็นเหล็กไว้กลบดิน

- เฟืองทดรอบ โดยเฟืองที่จานกำหนดเมล็ดขนาด 10 ฟันเฟืองที่เพลามีเฟืองขนาด 35 ฟัน โซ่มี ความยาว 30 เซนติเมตร

ภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกแบบไร้สายที่ถ่ายจากภาพจริง

3.2.1 พิกัดของกำลังมอเตอร์

กำหนดให้ เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกนี้รับน้ำหนักสูงสุดได้ 80 กก.

รัศมีเฟืองที่แกนโรเตอร์ เท่ากับ 2 ซม. (0.02 ม.)

ความเร็วรอบของมอเตอร์ เท่ากับ 165 รอบ/นาที

สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$P_O = T \times \omega = mgr \times 2\pi N/60 \text{ W} \quad (1)$$

จะได้ $P_O = 80 \times 9.8 \times 0.02 \times 2 \times 3.14 \times \frac{165}{60} = 270.79$ W

ดังนั้น เลือกใช้มอเตอร์เกียร์สกู๊ตเตอร์ ขนาด 24 V 330 RPM 250 W จำนวน 2 ตัว ซึ่งมีกำลังรวมกันเท่ากับ 500 วัตต์ ในการขับเคลื่อนเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกนี้

3.2.2 พิกัดของแบตเตอรี่

- มอเตอร์ 270.79 วัตต์

- วงจรควบคุมต่างๆ 50 วัตต์

หา A (ขนาดกระแสต่อชั่วโมงของแบตเตอรี่)

สามารถคำนวณได้จาก A = ค่าพลังงานรวม / แรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ = 320.79/12 = 26.73 แอมป์-ชั่วโมง

ดังนั้น เลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 V 35 AH ขนาด 420 W จำนวน 1 ก้อน เป็นตัวจ่ายพลังงานให้กับวงจรกำลัง อันได้แก่ มอเตอร์เกียร์สกู๊ตเตอร์ขนาด 24 V 330 RPM 250 W จำนวน 2 ตัว (M1, M2) สำหรับใช้เป็นตัวขับเคลื่อนเครื่อง และมอเตอร์ M3 ซึ่งเป็นตัวหมุนชุดหยอดของเครื่อง โดยควบคุมผ่านวงจรขับมอเตอร์รุ่น H-BRIDGE DRIVER SE-HB-100 และใช้

แบตเตอรี่ขนาด 12 V 7.5 AH ขนาด 90 W จำนวน 1 ก้อน เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับวงจรควบคุม อันได้แก่ วงจรถอดรหัส วงจรแสดงระดับแรงดันแบตเตอรี่ และวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น **Arduino UNO**

3.2.3 พิกัดของวงจรขับมอเตอร์

เลือกใช้โมดูลขับมอเตอร์รุ่น H-BRIDGE DRIVER SE-HB-100 [1] ซึ่งใช้เพาเวอร์มอสเฟทเบอร์ IRFP2907 ขนาด 209 แอมป์ 75 โวลต์เป็นตัวขับมอเตอร์เกียร์ 1 ตัว โดยรับสัญญาณอินพุตมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์จำนวน 3 บิต อันได้แก่ ขา 9 ขา 8 และ ขา 6 โดยที่ ขา 9 และ ขา 8 ซึ่งส่งสัญญาณ Low หรือ High ออกมาจะทำหน้าที่ควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ส่วนขา 6 ซึ่งส่งสัญญาณพัลส์วิดธ์มอดูเลชั่นออกมาจะควบคุมความเร็วของมอเตอร์สำหรับมอเตอร์ 1 ตัว ซึ่งมีตารางการทำงาน ดังตารางที่ 1

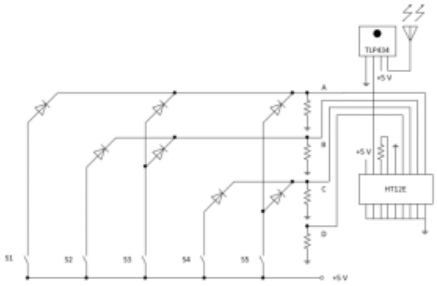
ตารางที่ 1 การทำงานของโมดูลขับมอเตอร์รุ่น H-BRIDGE DRIVER SE-HB-100

Inputs		Function
6 = H	9 = H, 8 = L	Forward
	9 = L, 8 = H	Backward
	9 = 8	Motor Stop
6 = L	9 = X, 8 = X	Motor Stop

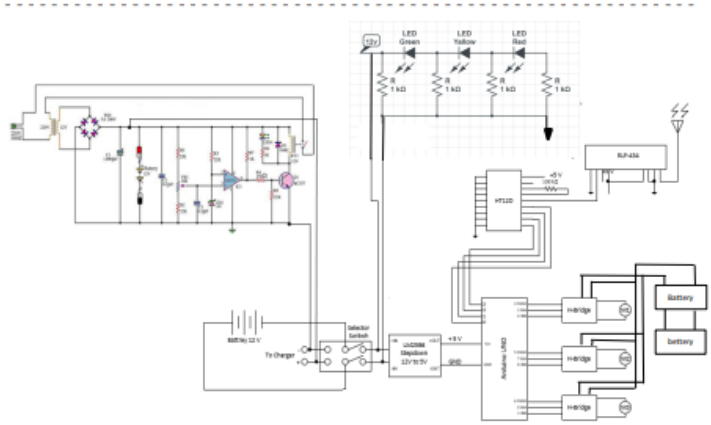
หมายเหตุ: L = Low H = High X = Don’t care

3.3 วงจรควบคุม

วงจรควบคุมจะประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ วงจรตัวส่ง และวงจรตัวรับ ดังแสดงในภาพที่ 5 โดยที่ตัวส่งจะประกอบด้วยวงจรเข้ารหัสคีย์แพด ตัวเข้ารหัสสัญญาณ HT12E เพื่อส่งต่อไปยังตัวส่งสัญญาณวิทยุ TLP434 ดังแสดงในภาพที่ 6 และที่ตัวรับดังแสดงในภาพที่ 7 จะประกอบด้วยตัวรับสัญญาณวิทยุ RLP434 ที่อยู่ในตัวเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกควบคุมแบบไร้สาย และทำการถอดรหัสด้วยไอซีเบอร์ HT12D แล้วส่งต่อไปยังขาอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผลและส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไปที่ขาต่างๆ และส่งต่อไปยังวงจรขับมอเตอร์เพื่อสั่งให้มอเตอร์ทำงานตามที่ต้องการ และวงจรแสดงระดับแรงดันแบตเตอรี่ 3 ระดับ วงจรอัดประจุ เพื่อแสดงระดับของแบตเตอรี่ และอัดประจุให้กับแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่มีแรงดันต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้



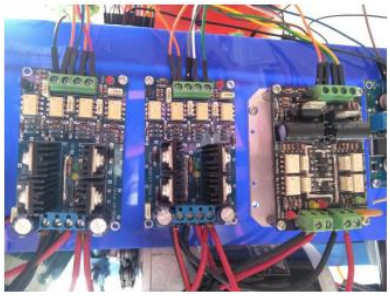
Transmitter



Receiver

ภาพที่ 5 วงจรควบคุมการทำงานเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกแบบไร้สาย

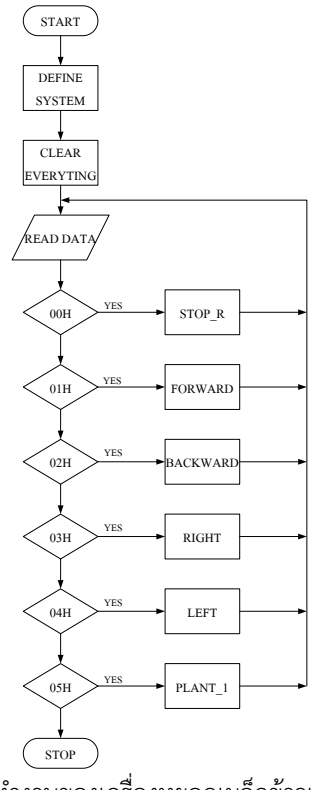
ภาพที่ 6 วงจรตัวส่งที่ถ่ายจากภาพจริง



ภาพที่ 7 วงจรตัวรับที่ถ่ายจากภาพจริง

3.4 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

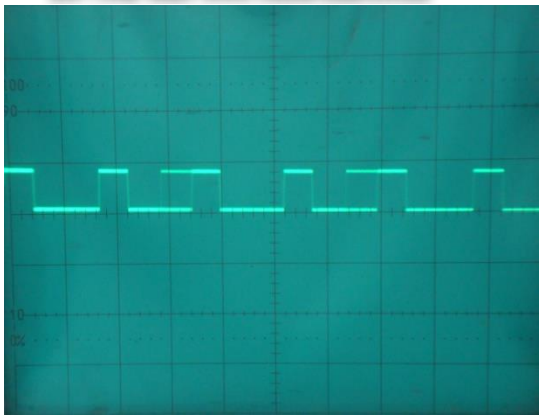
โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกควบคุมแบบไร้สายนี้ จะเริ่มจากการรับคำสั่งมาจากคีย์แพดส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ที่อยู่ในเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกแบบไร้สายเป็นตัวควบคุมอีกทีหนึ่ง ซึ่งใช้ภาษาซีในการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบทั้งหมด โดยสามารถแสดงให้เห็นได้ดังภาพที่ 8 ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ เมื่อกดปุ่มคีย์แพดที่ส่งรหัส 01H ออกไปด้วยคลื่นวิทยุที่ความถี่ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลและเช็ครหัสสัญญาณ ถ้าเป็นรหัส 01H ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้เดินหน้า ในทำนองเดียวกันเมื่อกดปุ่มคีย์แพดที่ส่งรหัส 02H ออกไป ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้ถอยหลัง และเมื่อกดปุ่มคีย์แพดที่ส่งรหัส 03H ออกไป ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะสั่งให้เลี้ยวขวา เมื่อกดปุ่มคีย์แพดที่ส่งรหัส 04H ออกไป จะเป็นการสั่งให้เลี้ยวซ้าย เมื่อกดปุ่มคีย์แพดที่ส่งรหัส 05H ออกไป จะเป็นการสั่งให้เดินหน้าหยอดเมล็ดข้าว และเมื่อไม่มีการกดปุ่มคีย์แพดใดๆ ซึ่งส่งรหัส 00H ออกไป ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้หยุดอยู่กับที่ ตามลำดับ



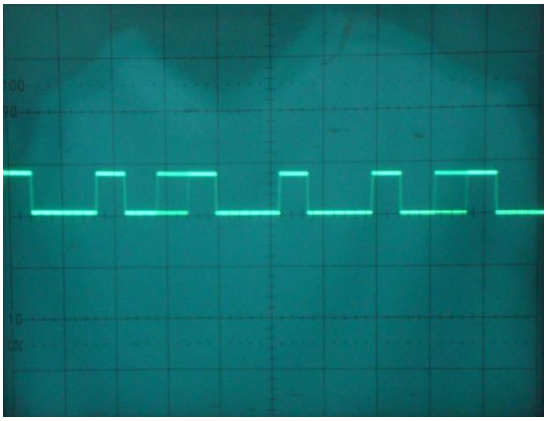
ภาพที่ 8 โปรแกรมการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกควบคุมแบบไร้สาย

ผลการทดสอบ

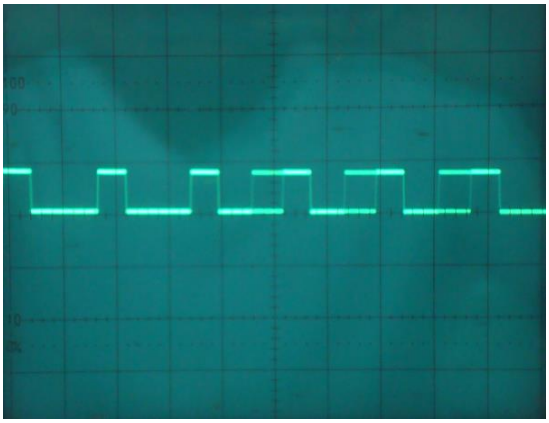
1. ทำการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์นี้โดยส่งคำสั่งจากคีย์แพดไปยังเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกควบคุมแบบไร้สาย แล้วใช้ออสซิลโลสโคปรุ่น HAMEG 35 MHz ANALOG OSCILLOSCOPE HM303-6 วัดสัญญาณคำสั่งจากคีย์แพดในตัวเครื่องที่ Volt/Div เท่ากับ 5 V และ Time/Div เท่ากับ 0.5 mS ดังแสดงในภาพที่ 9 - 14



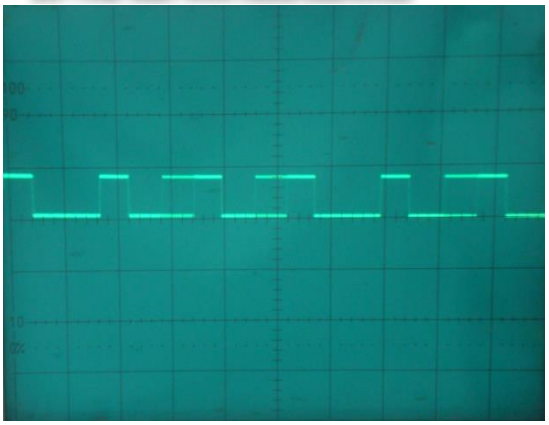
ภาพที่ 9 คำสั่งเพื่อสั่งให้เครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกหยุดอยู่กับที่



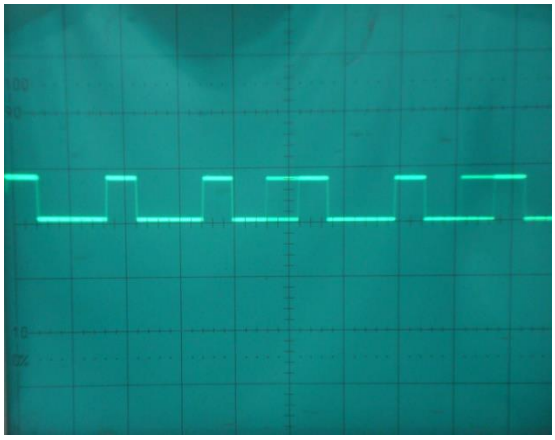
ภาพที่ 10 คำสั่งเพื่อสั่งให้เครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกเดินหน้า



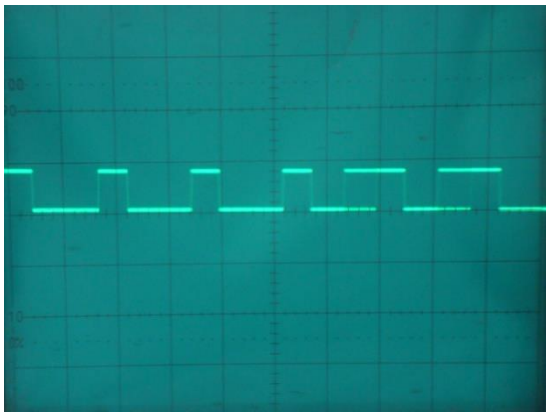
ภาพที่ 11 คำสั่งเพื่อสั่งให้เครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกถอยหลัง



ภาพที่ 12 คำสั่งเพื่อสั่งให้เครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกเลี้ยวขวา



ภาพที่ 13 คำสั่งเพื่อสั่งให้เครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกเลี้ยวซ้าย



ภาพที่ 14 คำสั่งเพื่อสั่งให้เครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกเดินหน้าหยอดเมล็ด

จากภาพที่ 9 – 14 เป็นคำสั่งที่ส่งมาจากคีย์แพดด้วยรหัสสัญญาณคลื่นวิทยุที่ความถี่ 433.92 MHz โดยในภาพที่ 9 จะเป็นรหัส 00H ที่คีย์แพดส่งออกมาเพื่อสั่งให้เครื่องหยุดอยู่กับที่ ภาพที่ 10 จะเป็นรหัส 01H ที่คีย์แพดส่งออกมาเพื่อสั่งให้เครื่องเดินหน้า

และภาพที่ 11 จะเป็นรหัส 02H ที่คีย์แพดส่งออกมาเพื่อสั่งให้เครื่องถอยหลัง ในทำนองเดียวกันภาพที่ 12 – 14 ก็จะเป็นรหัส 03H – 05H ซึ่งเป็นรหัสสัญญาณที่แตกต่างกันที่คีย์แพดส่งออกมาเพื่อสั่งให้เครื่องทำงานตามที่ต้องการ

2. ทำการทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกในสภาพพื้นที่ต่างๆ แล้วทำการวัดระยะทางและเวลาที่เครื่องนี้เคลื่อนที่ได้ ดังนี้

2.1 สภาพพื้นที่บนพื้นดิน

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องในภาพพื้นที่บนพื้นดินเป็นระยะทาง 10 เมตร

ระดับความเร็ว	ครั้งที่	เวลา (t)	ความเร็ว (m/s)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)
50%	1	8.36	1.19	1.16
	2	8.20	1.21	
	3	9.18	1.08	

จากตารางที่ 2 พบว่า ความเร็วเฉลี่ยของเครื่องในการเคลื่อนที่ในสภาพพื้นที่บนพื้นดินที่ความเร็วสูงสุดเท่ากับ 1.16 เมตรต่อวินาที

2.2 สภาพพื้นที่บนพื้นหญ้า

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องในภาพพื้นที่บนพื้นหญ้าเป็นระยะทาง 10 เมตร

ระดับความเร็ว	ครั้งที่	เวลา (t)	ความเร็ว (m/s)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)
50%	1	11.18	0.89	0.86
	2	11.53	0.86	
	3	11.97	0.83	

จากตารางที่ 3 พบว่า ความเร็วเฉลี่ยของเครื่องในการเคลื่อนที่ในสภาพพื้นที่บนพื้นหญ้าที่ความเร็วสูงสุดค่าเท่ากับ 0.86 เมตรต่อวินาที

3. ทำการทดสอบในแปลงปลูกข้าว จากการทดสอบในแปลงปลูกข้าวโดยการใส่จำนวนเมล็ดลงที่หัวหยอดจำนวน 4 หัว และใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ 1.16 เมตรต่อวินาที พบว่า การหยอดเมล็ดในหัวหยอดที่ 1-4 มีค่าเฉลี่ย 7.00 6.67 7.33 และ 8 .00 เมล็ดต่อหลุม ตามลำดับ และมีเมล็ดที่สูญเสีย (แตก) ที่ 1.67 2.33 2.00 และ 2.33 เมล็ดต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของเมล็ดทั้ง 4 หัว มีค่า 7.25 เมล็ดต่อหลุม ดังแสดงในตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 การทดสอบในแปลงปลูกข้าว

ครั้งที่	หัวหยอดที่ 1		หัวหยอดที่ 2		หัวหยอดที่ 3		หัวหยอดที่ 4	
	เมล็ดต่อหลุม	เมล็ดที่สูญเสีย	เมล็ดต่อหลุม	เมล็ดที่สูญเสีย	เมล็ดต่อหลุม	เมล็ดที่สูญเสีย	เมล็ดต่อหลุม	เมล็ดที่สูญเสีย
1	7	1	6	2	8	1	8	3
2	8	2	7	3	7	3	9	2
3	6	2	7	2	7	2	7	2
ค่าเฉลี่ย	7	1.67	6.67	2.33	7.33	2	8	2.33

บทสรุป

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกควบคุมแบบไร้สาย สามารถส่งคำสั่งจากคีย์แพดไปยังเครื่องได้ประมาณ 60 เมตร และไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถรับคำสั่งจากคีย์แพดมาประมวลผลและควบคุมการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกแบบไร้สายได้ทุกฟังก์ชัน อาทิเช่น เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา หยุด ได้ตามที่ต้องการ เครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกควบคุมแบบไร้สายนี้มีโครงสร้างที่แข็งแรง ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ในบริเวณพื้นที่ที่ต้องการได้ เช่น พื้นที่สนามดิน และพื้นที่สนามหญ้า ด้วยความเร็วสูงสุด 1.16 เมตรต่อวินาที และพื้นที่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้ เช่น บริเวณแสงแดดจัด บริเวณที่มีเชื้อโรค บริเวณที่มีสารเคมีสารพิษต่าง ๆ เป็นต้น จากการทดสอบหยอดเมล็ดในหัวหยอดที่ 1-4 มีค่าเฉลี่ย 7.00 6.67 7.33 และ 8.00 เมล็ดต่อหลุม ตามลำดับ และมีเมล็ดที่สูญเสียที่ 1.67 2.33 2.00 และ 2.33 เมล็ดต่อหลุม ตามลำดับ ทำให้มีความปลอดภัยและประหยัดแรงงานของมนุษย์ได้เป็นอย่างมาก และวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกควบคุมแบบไร้สายนี้ สามารถหาซื้อได้ในท้องถิ่นหรือภายในประเทศ ทำให้ประหยัดต้นทุนได้เป็นอย่างมากอีกด้วย ซึ่งจะเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาและใช้เป็นต้นแบบในการสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ควบคุมแบบไร้สายที่ใช้ในทางอื่น ๆ ได้อีก เช่น เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดควบคุมแบบไร้สาย เครื่องหยอดปุ๋ยควบคุมแบบไร้สาย เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ชัยพร อัดโดดดร, พิพัฒน์ ดุรงค์ดำรงชัย, ถวัลย์ คุณโทถม และกิตติศักดิ์ ดียา. (2562). *การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ปลูกมันสำปะหลังแบบไร้สายที่สามารถควบคุมความเร็วได้แบบปรับความกว้างพัลส์ในทางการเกษตร*. การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6 เรื่อง “นวัตกรรมการศึกษาเพื่อพัฒนาสังคมสู่ความยั่งยืน” มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขอนแก่น. วันที่ 20 กรกฎาคม 2562. หน้า 881-890.

วิสุทธิ์ เลิศไกร และปราโมทย์ จิตต์สกูล. (2560). *การศึกษารูปแบบเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว.* กลุ่มวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตร สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม.

สพรรณ์ นาคสงค์, ศิรเมศร์ วีระสกุลวัฒน์, อภิดุล แก้วกับทอง, วสุ อุดมเพทายกุล และธีรพงศ์ ผลโพธิ์. (2560). *การออกแบบและพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวแบบจานแนวตั้ง*. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 18 ประจำปี 2560. หน้า 187-191.

Jaya Prakash R., Ashwin Kumar B and Aravind Reddy G. (2015). *Fabrication and evaluation of 4 row drum seeder with 25 and 30 cm spacing*. International Journal of Agriculture Sciences. Volume7, Issue 9, 2015, pp. 678-682.

S.F. Ding, Q.X. Li, Q. Huang and S.F. Ding. (2015). *The Design of Rice Direct Seeding Machine*. International Conference on Power Electronics and Energy Engineering (PEEE 2015). pp. 109-111.