วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

การออกแบบและสร้างรถตัดหญ้าควบคุมระยะไกลด้วยคลื่นวิทยุ

The Design and Construction of remote control lawn mower by radio wave

ปิยะวัฒน์ ศรีธรรม[1*] เรืองฤทธิ์ สารางคำ[1] เดชชาติ เชิดชัย[2] สมชญา ศรีธรรม[3]

[1]อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์ 32000
[2]นักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190
[3]อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิทัศน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์ 32000

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนารถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ ให้สามารถเคลื่อนที่และตัดหญ้าตามสภาพแวดล้อมที่ต้องการและเป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนารถตัดหญ้าให้ควบคุมด้วยวิทยุบังคับระยะไกล จากผลการศึกษาพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถตัดหญ้าในการควบคุมการตัดหญ้าทดสอบที่ความสูงของหญ้า 6 8 และ 10 เซนติเมตร ค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยอยู่ที่ 113 117 และ 123 มิลลิลิตร โดยใช้เวลาในการตัดหญ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.6 8.01 และ 9.69 นาที

Abstract

Thesis is the development of radio-controlled lawn mower which can move and cut the grass in the desired environment and dangerous to human. The objective is to develop a radio-controlled lawn mower. The results showed that the rate of fuel consumption of controlled lawn mower in to cutting grass. The height of the grass at 6, 8 and 10 cm. It has the average fuel consumption is 113, 117 and 123 ml. The average time in the mowing is 6.6, 8.01 and 9.69 minutes

คำสำคัญ : รถตัดหญ้า วิทยุบังคับ ค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
Keywords : The grass car cutting , Radio control , fuel consumption

[*]ผู้ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ sritram_1111@hotmail.com โทร. 08 4302 4794

1. บทนำ

การพัฒนาระบบควบคุมแบบไร้สายหรือระบบควบคุมระยะไกล ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมากไม่ว่าจะเป็นการใช้งานในวิทยุ โทรทัศน์ โทรศัพท์มือถือ ระบบสื่อสารดาวเทียม ยานอวกาศ หรือแม้แต่ระบบคอมพิวเตอร์

ประโยชน์ของการใช้ระบบควบคุมระยะไกลแทนมนุษย์ คือลดความเสี่ยงในการทำงานของพื้นที่ ที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และแรงงานของมนุษย์ อีกทั้งอันตรายจากแสงแดดจัดและอุบัติเหตุจากการทำงานใกล้เครื่องจักรในบริเวณดังกล่าวอีกด้วย เหตุผลหลักที่ใช้การควบคุมระยะไกล คืออำนวยความสะดวกและคล่องตัวในการทำงานนั้นเอง มีการพัฒนาประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตรกรรมหลายอย่าง เช่น งานวิจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งมุ่งเน้นการจัดการทรัพยากรน้ำ เรืออัตโนมัติสามารถเคลื่อนที่ไปตามจุดที่กำหนด โดยใช้คนบังคับจากระยะไกลผ่านคลื่นวิทยุแบบ 2.4 GHz หรือสามารถเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ โดยใช้อุปกรณ์ GPS และ Inertial Measurement Unit ควบคู่กันในการนำร่อง และงานวิจัยการออกแบบหุ่นยนต์พ่นหญ้าวัชพืชแบบไร้สายที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Addoddorn C, January - February 2010.)

โครงการวิจัยนี้ได้ศึกษาและนำระบบการควบคุมระยะไกลมาประยุกต์ โดยใช้หลักการควบคุมด้วยสัญญาณคลื่นวิทยุ เพื่อนำมาใช้ควบคุมการทำงานของรถเข็นตัดหญ้า โดยมีการออกแบบและติดตั้งระบบขับเคลื่อนใหม่ จากเดิมที่มีแต่ล้อไว้เข็นและออกแบบระบบบังคับเลี้ยว พร้อมติดตั้งตัวรับสัญญาณคลื่นวิทยุเพื่อควบคุมการทำงานอุปกรณ์ที่ออกแบบเพิ่ม โดยผ่านวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบมาใช้ในการควบคุมการทำงานทั้งหมดของรถตัดหญ้า

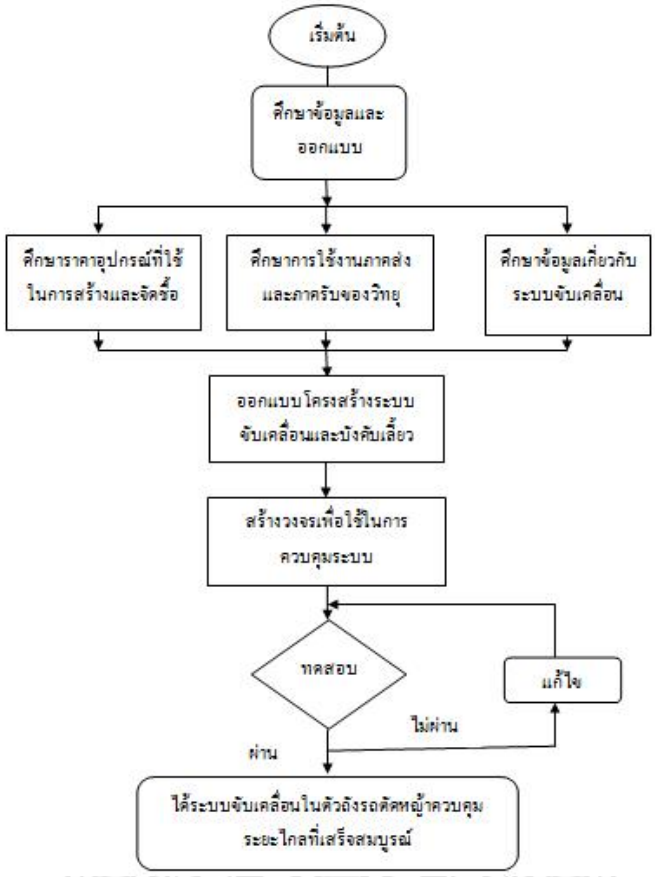
2. วิธีการทดลอง

2.1 การดำเนินการศึกษาทดลอง มี 3 ขั้นตอน คือ

2.1.1 การออกแบบดัดแปลงสร้างรถตัดหญ้าบังคับวิทยุ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

ระบบส่งกำลังและบังคับเลี้ยว ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในการขับเคลื่อนตัวรถ โดยใช้โซ่ส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังเพลา ส่วนการบังคับเลี้ยวใช้มอเตอร์อีกตัวเป็นขับและมีชุดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการทำงาน ระบบบังคับวิทยุประกอบด้วยคลื่นรับและส่งพร้อมแร่ความถี่ และมีชุดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการทำงานในการขับเคลื่อน บังคับเลี้ยวรถตัดหญ้า และเร่งเครื่องยนต์สำหรับการตัดหญ้า

2.1.2 แสดงแผนการดำเนินงานผลิตโครงการ



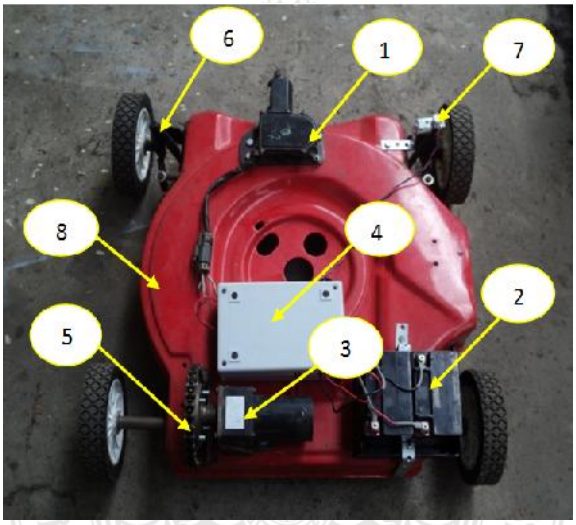
รูปที่ 1 แผนผังการดำเนินงาน

ในโครงการนี้เลือกใช้เครื่องยนต์ตัดหญ้าแบบสะพายบ่า มีการดัดแปลงติดตั้งในตัวถังรถตัดหญ้าแบบเดินตามให้เป็นเครื่องต้นกำลังในการตัด และทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ที่ออกแบบติดตั้งเพิ่มใหม่ ตลอดจนหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถตัดหญ้า

2.1.3 การหาประสิทธิภาพของรถตัดหญ้าบังคับวิทยุ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

กำหนดค่าตัวแปรต้นคือ ตัวรถตัดหญ้า และตัวแปรตามได้แก่ การหาประสิทธิภาพในด้าน ความคล่องตัวในการทำงานความเร็วในการทำงาน ความสิ้นเปลืองพลังงาน ส่วนตัวแปรควบคุม ได้แก่ สถานที่ตัดหญ้า ชนิดของหญ้า และความสูงของหญ้า

รูปที่ 2 คันชักกับแขนเลี้ยวและระบบขับเคลื่อนด้วยเพลาที่ออกแบบใหม่



รูปที่ 3 โครงรถที่ติดตั้งตัวขับเคลื่อนและระบบบังคับเลี้ยว พร้อมกล่องควบคุมระยะไกล

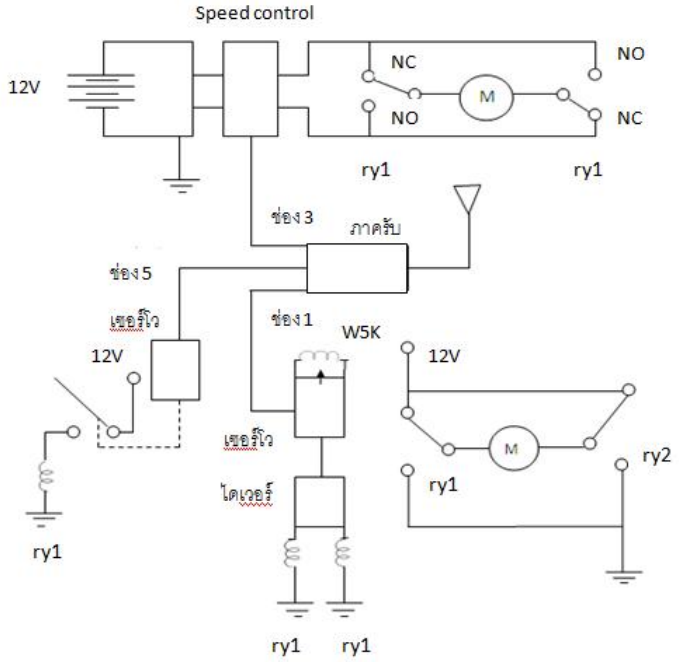
หมายเลข 1 คือ มอเตอร์กระแสตรง 24 V, 40 W
หมายเลข 2 คือ แบตเตอรี่ 24 V, 10 A
หมายเลข 3 คือ มอเตอร์กระแสตรง 24 V, 100 rpm
หมายเลข 4 คือ ชุดวงจรควบคุม
หมายเลข 5 คือ ระบบส่งกำลังแบบขับเคลื่อนด้วยโซ่
หมายเลข 6 คือ ระบบเลี้ยวแบบคันชัก
หมายเลข 7 คือ เซนเซอร์ตำแหน่งมุมเลี้ยว
หมายเลข 8 คือโครงสร้างตัวถังรถตัดหญ้า

2.2 การออกแบบสร้างระบบขับเคลื่อนและบังคับเลี้ยวในตัวถังรถตัดหญ้า

ทำการศึกษาระบบขับเคลื่อนและระบบบังคับเลี้ยว ทำการออกแบบและสร้าง โดยเลือกออกแบบ 2 ลักษณะ และทำการทดสอบดังนี้

2.2.1 ระบบขับเคลื่อนแบบที่ 1

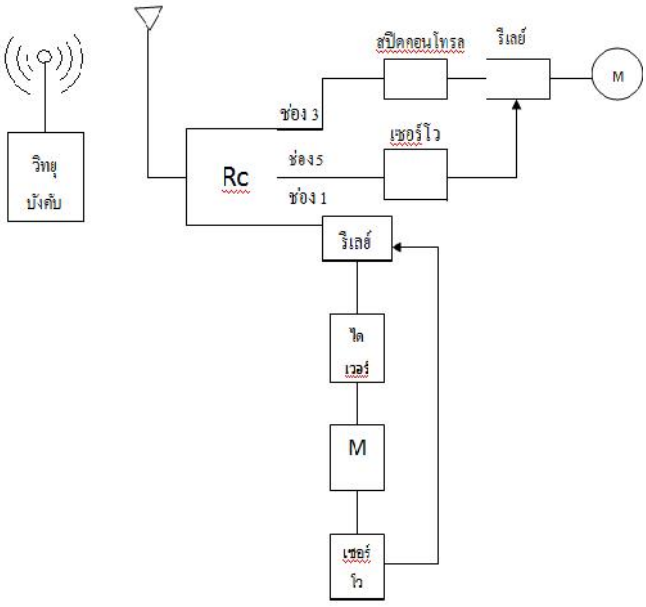
การออกแบบโดยใช้เพลาขับเคลื่อนที่ในสองล้อหลัง โดยส่งกำลังจากมอเตอร์ด้วยโซ่ขับ ออกแบบระบบการบังคับเลี้ยวที่สองล้อหน้าแบบคันชัก โดยใช้มอเตอร์อีกตัวควบคุมการบังคับของสองล้อหน้า (Nontasriwiwat S, 2005.)



รูปที่ 4 หลักการทำงานวงจรควบคุม (Mungme N, Duangmane W, Loday A, 2010.)

จากรูปที่ 4 มีช่องควบคุมที่ใช้งาน 3 ช่อง คือ 1 3 และ 5 ช่อง 1 ใช้ควบคุมระบบบังคับเลี้ยวล้อหน้า หลักการทำงานคือ สัญญาณจากวิทยุบังคับสั่งมาที่ภาครับ ไฟจากแบตเตอรี่เข้าเซอร์โวผ่านชุดควบคุมหรือไดเวอร์เพื่อเพิ่มกระแสจาก 5 โวลต์ ให้เป็น 12 โวลล์ มาที่เซอร์โวที่เราดัดแปลงจากตัวเดิม เพราะเซอร์โวมีกระแสต่ำจึงดัดแปลงใช้ต่อเข้ากับตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ 5 กิโลโอห์ม ที่เป็นตัวกำหนดระยะการเลี้ยว จากนั้นป้อนแรงดันไฟฟ้าที่เพิ่มแรงดันจาก 5 โวลต์เป็น 12 โวลต์เข้าไปที่หน้าสัมผัสของรีเลย์ ซึ่งจะเป็นตัวตัดต่อวงจรเลี้ยวซ้าย-ขวา (kangwasjid S**,** 1989 ; Srikaw A, Kunwonwanidpong T, Komsawad P, 2011**;** Mungme N, Duangmane W, Loday A, 2010.)

ช่อง 3 ใช้ควบคุมระบบขับเคลื่อนล้อหลัง หลักการทำงานคือ สัญญาณจากวิทยุบังคับสั่งมาที่ภาครับ ไฟจากแบตเตอรี่เข้าสปีดคอนโทรล ไปที่รีเลย์เข้าหน้าสัมผัสของรีเลย์ที่เป็นตัวตัดกลับทางหมุนของมอเตอร์เดินหน้าและถอยหลัง เข้าไปมอเตอร์ ทำให้มอเตอร์ทำงานได้ 3 ระดับ คือ ความเร็วต่ำ ปานกลาง สูง เพราะว่าสปีดคอนโทลสามารถปรับระดับของกระแสไฟที่เข้ามอเตอร์ทำให้สามารถควบคุมความเร็วได้



รูปที่ 5 แผนผังการทำงานของภาครับและส่ง

ช่อง 5 ใช้ควบคุมสวิทช์ตัด-ต่อ เดินหน้าถอยหลัง หลักการทำงานคือ สัญญาณจากวิทยุบังคับมาที่ภาครับ ไฟจากแบตเตอรี่ส่งมาที่เซอร์โว ที่ทำหน้าที่ตัดต่อกระแสไฟ กระแสไฟฟ้าจะไปที่หน้าสัมผัสของรีเลย์จะตัดต่อ ซึ่งเป็นกลับทางหมุนของมอเตอร์เพื่อให้รถเดินหน้าและถอยหลัง

หลักการทำงานของขั้นตอนการทำงานของภาคส่ง-รับ คือ สัญญาณจากวิทยุบังคับส่งไปยังภาครับ ภาครับสัญญาณวิทยุจะมีช่องสัญญาณ 6 ช่อง ช่องสัญญาณที่ใช้ คือ ช่อง 1, 3, 5

สัญญาณช่อง 1 ใช้บังคับการเลี้ยวซ้าย-ขวา การทำงาน คือ ไฟเข้ารีเลย์ไปที่แผงวงจรหรือไดเวอร์เพื่อแปลงกระแสจาก 5 โวลต์เป็น 12 โวลต์ ส่งไปที่มอเตอร์บังคับเลี้ยว เข้าเซอร์โวทำหน้าที่เป็นตัวบังคับระยะการเลี้ยวแล้วส่งกลับมาที่หน้าสัมผัสของรีเลย์เป็นตัวทำหน้าที่ตัดต่อเลี้ยวซ้าย-ขวาของมอเตอร์

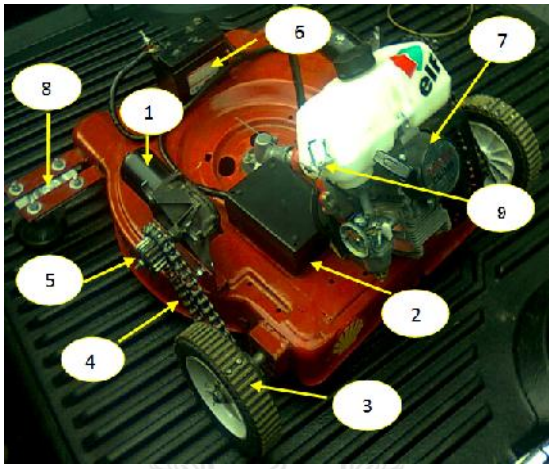
สัญญาณช่อง 3 ใช้ควบคุมการขับเคลื่อนเดินหน้า-ถอยหลัง ไปเข้าที่สปีดคอนโทรลไปที่หน้าสัมผัสของรีเลย์ที่เป็นตัวกลับทางหมุนของมอเตอร์เดินหน้า-ถอยหลัง แล้วเข้าไปยังมอเตอร์

รูปที่ 6 ตัวรถพร้อมติดตั้งเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายบ่าระบบขับเคลื่อนแบบที่ 1

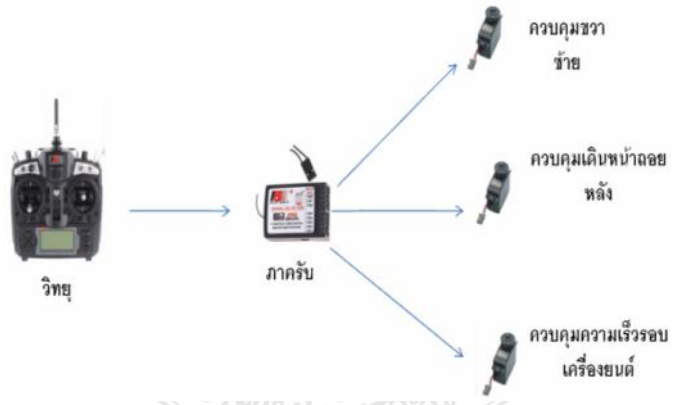
สัญญาณช่อง 5 ใช้ควบคุมสวิตซ์ตัดต่อเดินหน้า-ถอยหลัง ไปเข้าที่เซอร์โวซึ่งเป็นตัวทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ตัดต่อวงจรเดินหน้า-ถอยหลัง แล้วส่งไปที่รีเลย์ทำหน้าที่กลับทางหมุนของมอเตอร์ขับเคลื่อนเดินหน้า-ถอยหลัง

2.2.2 ระบบขับเคลื่อนแบบที่ 2

การออกแบบระบบขับเคลื่อนและบังคับเลี้ยวโดยใช้มอเตอร์ควบคุมล้อหลังของตัวรถทั้งสองด้านและ ล้อหน้าปล่อยอิสระ



รูปที่ 7 การบังคับเลี้ยวและระบบขับเคลื่อนแบบที่ 2



รูปที่ 8 แสดงการทำงานของภาคส่ง-รับ

(kangwasjid S, 1989 ; Srikaw A, Kunwonwanidpong T, Komsawad P, 2011.)

หมายเลข 1 คือ มอเตอร์กระแสตรง

หมายเลข 2 คือ ชุดวงจรควบคุม

หมายเลข 3 คือ ล้อหลังใช้ขับเคลื่อนรถ

หมายเลข 4 คือ ระบบส่งกำลังแบบขับเคลื่อนด้วยโซ่

หมายเลข 5 คือ เฟืองขับ

หมายเลข 6 คือ แบตเตอรี่

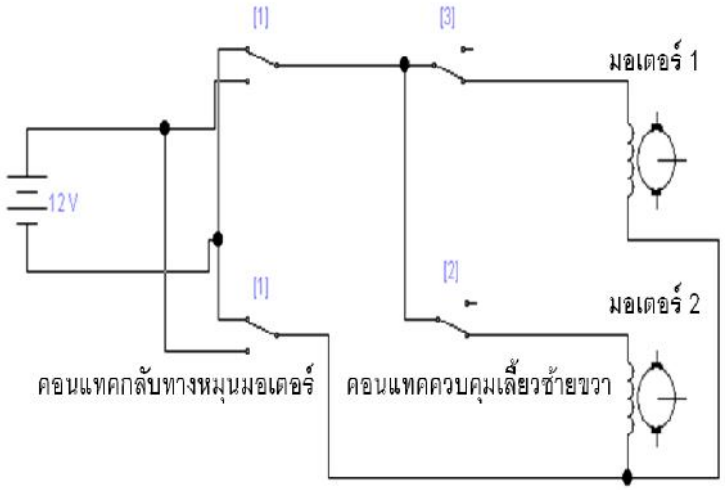
หมายเลข 7 คือ เครื่องยนต์ต้นกำลัง

หมายเลข 8 คือ ล้อหน้าปล่อยอิสระ

หมายเลข 9 คือ มอเตอร์ควบคุมคันเร่งเครื่องยนต์

จากรูปที่ 7 การออกแบบการขับเคลื่อน โดยให้มอเตอร์แต่ละตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของล้อหลังทั้งสองด้านและล้อหน้าปล่อยล้ออิสระ จากนั้นถ้าต้องการเลี้ยวให้หยุดล้อด้านเดียวและล้ออีกด้านยังทำงานอยู่ก็สามารถบังคับการเลี้ยวได้

จากรูปที่ 8 หลักการทำงานของภาครับส่ง คือ มีช่องควบคุมที่ใช้งานอยู่ 3 ช่อง ได้แก่ CH3 CH4 และ CH6 เมื่อวิทยุบังคับส่งสัญญาณมาที่ภาครับโดยภาครับควบคุมไปยังช่อง CH3 คือ Servo control เดินหน้าถอยหลัง ช่อง CH4 คือ Servo control เลี้ยวซ้ายขวา และช่อง CH6 คือ Servo control คันเร่งเครื่องยนต์รถตัดหญ้า



รูปที่ 9 หลักการทำงานของผังควบคุมวงจร

จากรูปที่ 9 วงจรควบคุมใช้ Contactors relay ควบคุมการทำงานมอเตอร์ ซึ่งเป็นวงจรควบคุมการกลับทางหมุนของมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว โดย Relay 1 และ 2 ทำหน้าที่ควบคุมกลับทางหมุนมอเตอร์ ให้รถเดินหน้าและถอยหลังได้ ส่วน Relay 3 และ 4 ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ทั้งสอง เพื่อให้หยุดการทำงานและทำงานในการบังคับเลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวา

2.3 วิธีการทดลองและบันทึกผลการทดลอง

การทดสอบระบบขับเคลื่อนและบังคับเลี้ยวทำการทดสอบรัศมีมุมเลี้ยวแคบสุดซ้าย-ขวา โดยหักมุมเลี้ยวล้อรถให้ได้รัศมีเลี้ยวแคบสุดซ้ายและขวา ใช้วิทยุบังคับรถให้วิ่งเป็นวงกลม โดยหักมุมเลี้ยวสุดและใช้ชอกขีดเป็นเส้นตามรอยล้อรถให้เป็นรูปวงกลม แล้วใช้ตลับเมตรวัดรัศมี ทดสอบเลี้ยวรัศมีแคบสุดทีละด้าน ทางซ้ายและขวาทั้งหมด 3 ค่า ความเร็ว

ทดสอบหาอัตราเร็ว โดยยกรถให้ล้อรถลอยสูงจากพื้น เพื่อวัดอัตราเร็วที่ล้อไม่ใช่ที่แกนมอเตอร์ ใช้สติ๊กเกอร์สีขาวติดล้อรถ นำเครื่องมือวัดความเร็วรอบส่องไปยังล้อรถ บังคับรถให้วิ่งตามความเร็วที่กำหนดและสังเกตผลที่ออกมา ทดสอบการหาอัตราเร็วโดยวิ่งที่ความเร็ว 3 ค่า แล้วบันทึกผลการทดลองจากนั้นคำนวณหาอัตราเร็ว

ทดสอบสิ้นเปลืองพลังงานในแบตเตอรี่ โดยใช้เครื่องวัดแอมป์มิเตอร์วัดกระแสจากแบตเตอรี่ แล้วเริ่มจับเวลาและบังคับรถให้วิ่งไปตามรอบของสนามฟุตบอลโดยใช้ความเร็วสูงสุดจนรถไม่สามารถวิ่งต่อไปได้อีก เสร็จแล้วหยุดเวลาวัดระยะทางที่รถสามารถวิ่งได้

2.4 วิธีการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ใช้สถิติพื้นฐานในการเปรียบเทียบคิด ค่าเฉลี่ย คือ ค่ากลาง ซึ่งคำนวณจากผลบวกของข้อมูล และหารด้วยจำนวนของข้อมูลที่ได้ ดังนั้นสูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ (Nontasriwiwat S, 2005.)

2.4.1 การหาความเร็วของระบบขับเคลื่อนในระบบส่งกำลัง

$$V = \frac{2\pi rN}{60} \quad (1)$$

2.4.2 การหาอัตราเร็วในการเคลื่อนที่

$$V = \frac{s}{t} \quad (2)$$

2.4.3 การหาระยะของเส้นรอบวงของวงกลม

$$S = 2\pi rn \quad (3)$$

โดย

N คือ ความเร็วรอบ
r คือ รัศมีของล้อ
S คือ ระยะทาง
t คือ เวลา
n คือ ระยะทางในการเคลื่อนที่

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานระบบขับเคลื่อนและบังคับเลี้ยวแบบที่ 1

ตารางที่ 3.1 ค่าเฉลี่ยของการทดสอบการควบคุมแบบที่ 1

The experiment	Speed (m/s)	Energy (kW.hr)
อัตราเร็ว แบบไม่มีโหลด	0.66	0.01
อัตราเร็ว แบบมีโหลด	0.313	0.036
วิ่งมุมเลี้ยวแคบสุดทางซ้าย	0.21	0.036
วิ่งมุมเลี้ยวแคบสุดทางขวา	0.27	0.036

จากตารางที่ 3.1 การทำงานของตัวถังรถตัดหญ้าบังคับด้วยคลื่นวิทยุ กำหนดให้อัตราเร็วแบบไม่มีโหลดคือการทดสอบวิ่งล้อลอยเหนือพื้นและแบบมีโหลดคือ ทดสอบวิ่งล้อสัมผัสพื้น ซึ่งสามารถแบ่งการทดลองออกได้ดังนี้

3.1.1 ทดลองรัศมีมุมเลี้ยวแคบ

ผลการทดลองระบบบังคับเลี้ยวสามารถเลี้ยวซ้ายที่ 0.925 m และเลี้ยวขวาที่ 0.925 m

3.1.2 การทดลองหาอัตราเร็วของรถ

จากการทดสอบ ได้ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบดังนี้

1. อัตราเร็วรอบแบบไม่มีโหลด ทำการเครื่องวัดความเร็วรอบการหมุนของล้อ มีค่า 0.66 m/s

2. อัตราเร็วแบบมีโหลด ทำการค่าวัดอัตราเร็วแบบมีโหลดของการเคลื่อนที่ ค่าผลการทดสอบคือ 0.313 m/s ความสิ้นเปลืองพลังงานมีค่า 0.36 kW.hr

3.1.3 บังคับเลี้ยวทางซ้ายมุมเลี้ยวแคบสุด

ที่รัศมี 0.925 m ได้ความเร็วสูงสุดเฉลี่ยที่ 0.21 m/s สูญเสียการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ในการขับเคลื่อน 0.36 kW.hr

3.1.4 บังคับเลี้ยวทางขวามุมเลี้ยวแคบสุด

ที่รัศมี 0.925 m ได้ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย 0.27 m/s สูญเสียการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ในการขับเคลื่อน 0.36 kW.hr

3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานระบบขับเคลื่อนและบังคับเลี้ยวแบบที่ 2

ตารางที่ 3.2 ค่าเฉลี่ยของการทดสอบการควบคุมแบบที่ 2

The experiment	Speed (m/s)	Energy (kW.hr)
อัตราเร็ว แบบไม่มีโหลด	0.6	0.024
อัตราเร็ว แบบมีโหลด	0.4	0.072
วิ่งมุมเลี้ยวแคบสุดทางซ้าย	0.4	0.036
วิ่งมุมเลี้ยวแคบสุดทางขวา	0.4	0.036

จากตารางที่ 3.2 สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

3.2.1 รัศมีมุมเลี้ยวแคบ

จากผลการทดลองระบบบังคับเลี้ยวสามารถเลี้ยวซ้ายที่ 0.7 m และเลี้ยวขวาที่ 0.7 m

3.2.2 อัตราเร็วของรถ

จากการทดสอบได้ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบดังนี้

1. อัตราเร็วรอบแบบไม่มีโหลด ทำการเครื่องวัดความเร็วรอบการหมุนของล้อได้ค่าเฉลี่ยทดสอบคือ 0.6 m/s ความสิ้นเปลืองพลังงานเท่ากับ 0.24 kW.hr

2. อัตราเร็วแบบมีโหลดของการเคลื่อนที่ ได้ค่าเฉลี่ยของผลทดสอบคือ 0.4 m/s ความสิ้นเปลืองพลังงานเท่ากับ 0.36 kW.hr

3.2.3 บังคับเลี้ยวซ้ายมุมเลี้ยวแคบสุด

ที่รัศมี 0.7 m ได้ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย 0.4 m/s และพลังงานแบตเตอรี่ที่ใช้ในการขับเคลื่อนเฉลี่ย 0.036 kW.hr

3.2.4 บังคับเลี้ยวทางขวามุมเลี้ยวแคบสุด

ที่รัศมี 0.7 m ได้ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย 0.4 m/s และพลังงานแบตเตอรี่ที่ใช้ในการขับเคลื่อนเฉลี่ย 0.036 kW.hr

รูปที่ 10 การทดสอบรัศมีมุมเลี้ยว

3.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานเมื่อติดตั้งเครื่องตัดหญ้ากับตัวรถ

เนื่องจากมีการดัดแปลงใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายบ่าเป็นต้นกำลัง เพื่อลดต้นทุนในการผลิตเนื่องจากราคาเครื่องยนต์แบบนี้ถูกกว่าแบบเดิมมากและตัวเครื่องมีน้ำหนักเบา อีกทั้งยังสามารถแปลงกลับไปใช้การตัดแบบสะพายบ่าแบบเดิมได้

การติดตั้งเครื่องยนต์นั้นได้มีการดัดแปลงสร้างฐานรองรับขึ้นมาใหม่ จากที่ตัวเครื่องยนต์มีเพลายืนออกทางด้านหน้า เพื่อใช้ติดใบมีดตัดหญ้า ในโครงการวิจัยนี้ ได้ทดสอบติดตั้งเครื่องยนต์เข้ากับระบบขับเคลื่อนทั้ง 2 แบบที่สร้างขึ้น แล้วทำการทดสอบการควบคุมการทำงาน พบว่าการขับเคลื่อนและการบังคับเลี้ยว จากตารางผลการทดสอบจะได้ค่าประสิทธิภาพการทำงานของการขับเคลื่อนแบบที่ 2 ดีกว่าแบบที่ 1 คือการบังคับควบคุมการเลี้ยวแบบที่ 2 มีรัศมีวงเลี้ยวน้อยกว่าทำให้การควบคุมรถขณะตัดหญ้าทำได้ดีกว่า นอกจากนี้การสร้างระบบบังคับเลี้ยวและระบบขับเคลื่อน อีกทั้งวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุมระบบการทำงานของตัวรถโดยรับสัญญาณจากคลื่นวิทยุ และการดัดแปลงติดตั้งอุปกรณ์ในตัวถังรถ ตลอดจนการบังคับควบคุมในระยะไกลจากคลื่นวิทยุ พบว่าระบบขับเคลื่อนแบบที่ 2 ทำได้สะดวกและมีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก

ดังนั้นในการควบคุมระบบบังคับเลี้ยวและการขับเคลื่อนนั้น จากผลการทดสอบเก็บข้อมูลการตัดหญ้า โดยในงานวิจัยนี้ ได้นำเสนอการควบคุมระบบขับเคลื่อน
และบังคับเลี้ยวแบบที่ 2 มีการทดสอบที่ความสูงของหญ้า 3 ค่า คือ ความสูงเฉลี่ยของหญ้าในพื้นที่ทดสอบที่ความสูง 6 8 และ 10 เซนติเมตร มีพื้นที่ทดสอบตัดหญ้าทุกความสูงที่ 25 ตารางเมตร โดยใช้พันธุ์หญ้าชนิดเดียวกัน

กำหนดความเร็วรอบเครื่องยนต์ตัดหญ้าอยู่ที่ความเร็ว 5,000 rpm เนื่องจากผลทดสอบการตัดหญ้า พบว่าเป็นความเร็วที่ตัดหญ้าขาดได้สม่ำเสมอ

รูปแบบวิธีการตัดหญ้าใช้ 3 แบบที่นิยม คือ

1. การตัดหญ้าแบบวนจากด้านในออกด้านนอก พื้นที่ทำการตัด
2. การตัดหญ้าแบบวนจากด้านนอกเข้าด้านใน พื้นที่ทำการตัด
3. การตัดหญ้าแบบเส้นตรงวิ่งไปกลับ ในพื้นที่ทำการตัด

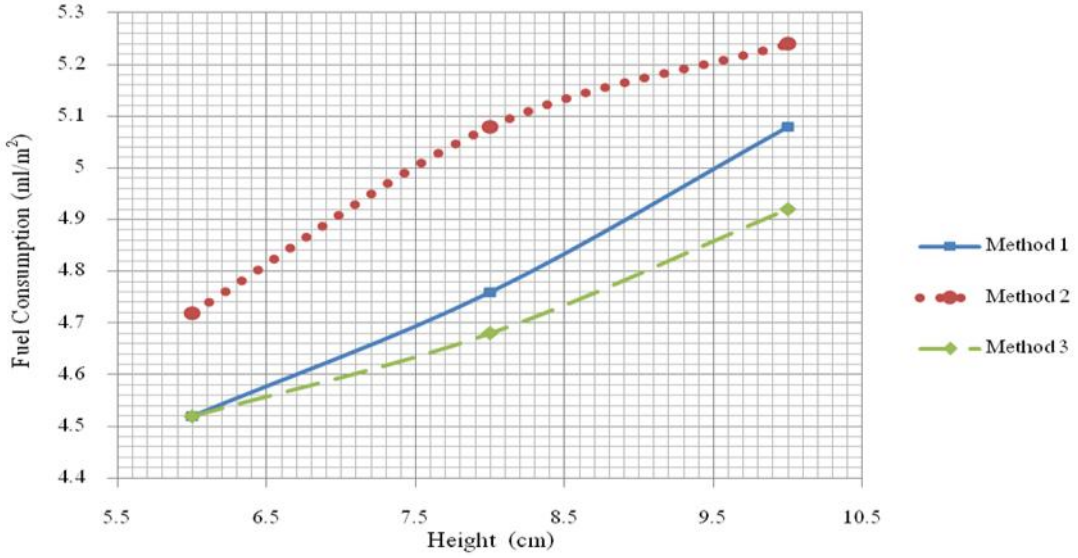
ตารางที่ 3.3 ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการควบคุมในการทดสอบรถตัดหญ้าจากการควบคุมระยะไกล

Method	Height (cm)	Fuel use (ml)	Time (min)
1	6	113	6.65
2	6	118	7.99
3	6	113	6.6
1	8	119	8.43
2	8	127	8.91
3	8	117	8.01
1	10	127	9.93
2	10	131	9.97
3	10	123	9.69

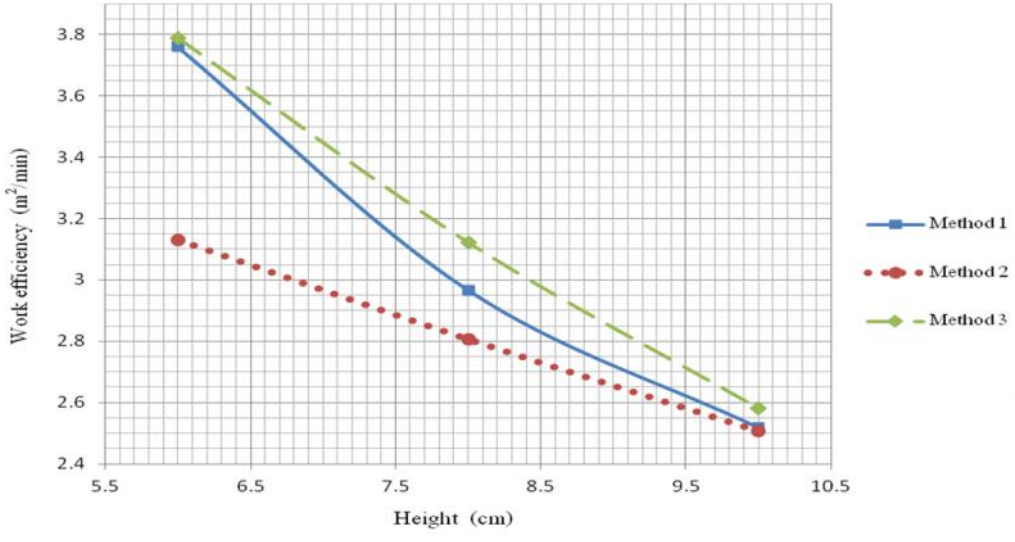
จากตารางที่ 3.3 การทดสอบตัดหญ้าด้วยรถตัดหญ้าควบคุมระยะไกล จะเห็นว่าลักษณะการตัดแบบที่ 3 คือ การตัดแบบเส้นตรงวิ่งไปกลับในพื้นที่ทำการตัดนั้น ได้ค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่ดีที่สุด คืออัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ความสูงของหญ้าที่ 6 เซนติเมตร เฉลี่ยอยู่ที่ 113 มิลลิลิตร และใช้เวลาในการตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 6.6 นาที อัตรา

การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความสูงของหญ้าที่ 8 เซนติเมตร เฉลี่ยอยู่ที่ 117 มิลลิลิตร และใช้เวลาในการตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 8.01 นาที อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความสูงของหญ้าที่ 10 เซนติเมตร เฉลี่ยอยู่ที่ 123 มิลลิลิตร และใช้เวลาในการตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 9.69 นาที

จากกราฟปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในรูปที่ 11 แสดงให้เห็นว่าค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ในการตัดหญ้าที่ความสูงเพิ่มขึ้นจะสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากขึ้น ดังนั้นค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแปรผันตามค่าความสูงของหญ้า และรูปแบบวิธีการตัดหญ้าก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง โดยผลการทดสอบจะได้ว่าวิธีการตัดแบบที่ 1 มีค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากที่สุด และวิธีการตัดแบบที่ 3 มีค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยที่สุด



รูปที่ 11 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง



รูปที่ 12 ประสิทธิภาพในการทำงาน

จากกราฟของรูปที่ 12 แสดงให้เห็นค่าปริมาณงานที่ได้ในการตัดหญ้า ทำให้ทราบว่าค่าความสูงของหญ้าและวิธีการตัดหญ้ามีผลต่อปริมาณงานที่ได้ โดยวิธีการตัดแบบที่ 1 มีค่าปริมาณงานน้อยที่สุด และวิธีการตัดแบบที่ 3 มีค่าปริมาณงานมากที่สุดในเวลาที่เท่ากัน ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านการใช้งานพบว่ามีความสะดวกสบายด้านการปฏิบัติงาน เนื่องจากรถตัดหญ้าที่ควบคุมด้วยวิทยุบังคับมีอุปกรณ์ควบคุมด้านการปฏิบัติงานน้อย โดยใช้วิทยุควบคุมการทำงาน การเลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา เดินหน้าและถอยหลัง จึงทำให้ผู้ปฏิบัติเกิดความพึงพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของ สุรนาท ศรีลาดเลา และสุรศักดิ์ ผ่องศิริ (2546) ที่ได้ทำงานวิจัยศึกษาและออกแบบการควบคุมรถตัดหญ้าเข้ากับระบบบังคับวิทยุ พร้อมกับเป็นการลดขั้นตอนในการทำงานของผู้ควบคุมอีกด้วย

รูปที่ 13 รถตัดหญ้าบังคับวิทยุที่ใช้เครื่องยนต์แบบเครื่องตัดหญ้าสะพายบ่าเป็นต้นกำลัง

ส่วนรถตัดหญ้าบังคับวิทยุที่ออกแบบมาในรูปที่ 13 ทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความรับผิดชอบกับงานมากขึ้น เนื่องจากผู้ทำงานไม่ต้องเข็นรถตัดหญ้าและเดินตามทำให้ไม่เมื่อยล้า และในขณะเดียวกันก็จะเพลิดเพลินต่อการควบคุมรถ เป็นการลดการใช้กำลังคนงานได้ สอดคลองกับงานวิจัยของ ทรงธรรม ไชยพงษ์ (2546) ได้ศึกษาและออกแบบเครื่องปอกอ้อยเพื่อผลิตน้ำอ้อยคั้น โดยใช้มอเตอร์เป็นตัวต้นกำลังและใช้ผู้ควบคุมเพียง 1 คน และสอดคลองกับเอกสารของ อนันต์ วงษ์กระจ่าง (2533) เกี่ยวกับการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล คือการออกแบบต้องมีคุณภาพหรือประเมินประสิทธิภาพและผลแสดงเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน โดยการพัฒนารถตัดหญ้าที่ควบคุมระยะไกลด้วยระบบบังคับวิทยุมีงานวิจัยทางความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งานอยู่ในเกณฑ์การประเมินที่มีความพึงพอใจมากคือค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.24 (Nontasriwiwat S, 2005.)

4. สรุป

จะเห็นว่าการออกแบบระบบควบคุมทั้งสองวิธี สามารถควบคุมการขับเคลื่อน และควบคุมการบังคับเลี้ยวของตัวรถได้ จากผลการทดสอบทำให้ทราบว่าการบังคับควบคุมการทำงาน ทดสอบการขับเคลื่อนและการเลี้ยว รัศมีวงเลี้ยว และการออกแบบวงจรควบคุม และอุปกรณ์ในการดัดแปลงสร้าง ทำให้การออกแบบระบบขับเคลื่อนแบบที่ 2 ดีกว่าแบบที่ 1 ซึ่งเหมือนกับหุ่นยนต์ที่ใช้ล้อในการเคลื่อนที่ ที่มีข้อมูลในทางทฤษฎีและปฏิบัติรองรับอยู่หลายงานวิจัย

ผลทดสอบการตัดหญ้าด้วยรถตัดหญ้าที่สร้างขึ้นลักษณะการตัดรูปแบบที่ 3 คือการตัดแบบเส้นตรงวิ่งไปกลับในพื้นที่ทำการตัดนั้น ได้ค่าประสิทธิภาพการทำงานและปริมาณการใช้เชื้อเพลิง โดยแสดงค่าในการทดลองดีที่สุดใน

การทดสอบอาจมีตัวแปรมาจากความชำนาญในการบังคับเครื่องควบคุมระยะไกลและระยะทางที่ใช้ในการบังคับควบคุมในการตัดหญ้าของแต่ละบุคคลค่าที่ได้ในการทดสอบอาจมีค่าแตกต่างจากความสามารถของแต่ละคนในการใช้งานเครื่องตัดหญ้าควบคุมระยะไกลในการทำงาน

ข้อเสนอแนะ จากการพัฒนาระบบไร้สายสามารถใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นตัวควบคุม การกำหนดตำแหน่งการทำงานเพื่อให้เกิดความแม่นยำมากขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ที่ให้ทุนวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

Addoddorn C. January - February 2010. **The Design and Construction of Wireless Spray Weeds Robot Controlled by Microcontroller**. KKU Engineering Journal Vol.37 No.1 (19-27).

Nontasriwiwat S. 2005. **The development of a radio-controlled lawnmower** [Thesis]. Lopburi: Thepsatri Rajabhat University.

kangwasjid S**.** 1989. **Principles and radio transmitter. 1st ed**. Bangkok : se-education.

Srikaw A, Kunwonwanidpong T, Komsawad P, 2011**. Principles and applications of electrical engineering. 1st ed**. Bangkok: Mc Graw Hill.

Mungme N, Duangmane W, Loday A. 2010. **Design of lawn mower power system by remote controls.** [Thesis]. Surin: Rajamangala University of Technology Isan.