

รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
THE LAWN MOWER CONTROL BY COMPUTER

นาย วุฒิชัย ปราบภัย	รหัส 53550437
นาย สมาน มาวงษ์	รหัส 53550439
นาย อัครชัย วงศ์ประเสริฐ	รหัส 53550887

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต
กลุ่มวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ปีการศึกษา 2554

THE LAWN MOWER CONTROL BY COMPUTER

MR. WUTTICHAH PRAPPAI	CODE : 53550437
MR. SAMAN MAWONG	CODE : 53550439
MR. AKARACHAI WONGPRASERT	CODE : 53550877

**A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF TECHNOLOGY
MAJOR OF INDUSTRIAL MANAGEMENT TECHNOLOGY
BURAPHA UNIVERSITY 2011**

ปริญญานิพนธ์	รตต์ตัญญาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
โดย	นายวุฒิชัย ปรามภัย นายสมาน มawangษ์ นายอักรชัย วงศ์ประเสริฐ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ สุริยา สอนธิ
จำนวนหน้า	142 หน้า
ปีการศึกษา	2554

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต กลุ่มวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม

.....ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์
(อาจารย์ พรชัย ปิ่นสุวรรณ)

.....กรรมการสอบปริญญานิพนธ์
(อาจารย์ สุภาพ ธาราศักดิ์)

.....กรรมการสอบและอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์
(อาจารย์ สุริยา สอนธิ)

.....ประธานกลุ่มวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม
(อาจารย์ ยศพนธ์ อินทรจันทร์)

.....ผู้อำนวยการ วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย
(อาจารย์ กมล ชุ่มเจริญ)

.....ประธานสาขาหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต
(ดร.ภาณุวัฒน์ ด้านกลาง)

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นรถตัดหญ้าใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน ขนาด 3.5 แรงม้า ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ สร้างขึ้นมาเพื่อทำการตัดหญ้าในสวนหย่อมหรือสนามหญ้าหน้าบ้านให้มีความสะดวกสบายต่อผู้ใช้งานมากขึ้นกว่าเดิม ซึ่งรถตัดหญ้านี้จะมีการบังคับควบคุมแบบไร้สายเป็นแบบขับเคลื่อนล้อหลัง สามารถควบคุมได้รัศมีไม่เกิน 70 เมตร ระยะเวลาในการตัดหญ้าไม่เกิน 90 นาที โดยมีการประเมินความสอดคล้องทางด้านวัตถุประสงค์ในการสร้างรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ และวัตถุประสงค์ทางด้านการนำไปใช้งานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 คน นำรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ไปประเมินคุณภาพในการตัดหญ้า โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นหลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการสาธิตการใช้งาน ได้ผลจากการประเมินความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านคุณภาพของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่ารถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์นำไปตัดหญ้าได้ มีคุณภาพที่ค่า IOC 0.74 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จึงกล่าวได้ว่ารถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นนี้ ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่ามีคุณภาพ และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย สามารถนำรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์นี้ไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์

คำสำคัญ : รถตัดหญ้า / คอมพิวเตอร์ / เครื่องยนต์แก๊สโซลีน / มอเตอร์/รีโมทคอนโทรล/การควบคุมแบบไร้สาย

Abstract

This thesis aims to develop a computer-controlled vehicles, lawn mowers. The grass is cut using a 3.5-horsepower gasoline engine-driven motor. Designed to make mowing the lawn or garden in front of the house that is comfortable to use than ever before. Can be controlled within less than 70 meters in length, cutting grass, no more than 90 minutes, with the objective of consistency in a computer controlled vehicle cut grass. The purpose of the implementation of the mower is controlled by computer. The experts consisted of 15 people who have experienced that mowing the lawn is controlled by a computer to evaluate the quality of cut grass. The survey comments were made after the demonstration. The results of the assessment of experts in the quality of cut is controlled by a computer. Experts have agreed that the grass is cut by computer control to cut the grass. Quality, the IOC 0.74, which is a predetermined threshold. It is said that the cut is controlled by a computer researcher has created. Experts have agreed that quality. And according to the hypothesis. Vehicle can be controlled by computer to cut the grass for a particular purpose.

Keywords : Lawn mower / Computer / Gasoline engine / Motor / Remote control / Wireless.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงไปได้ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์สุริยา สนธิ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ยศพนธ์ อินทรจันทร์ และอาจารย์พรชัย ปิ่นสุวรรณ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง และข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำ แก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ ที่ให้ความกรุณาในการวิจารณ์ผลงานทำให้งานวิจัยมีความ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย ตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูตเวทิตาแด่บุพการี บวรอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบ ความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

วุฒิชัย ปราบภัย
สมาน มawang
อัครชัย วงศ์ประเสริฐ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	ii
Abstract.....	iii
กิตติกรรมประกาศ.....	iv
สารบัญ.....	v
สารบัญรูป.....	viii
สารบัญตาราง.....	xii
 บทที่ 1 บทนำ.....	 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.4 แผนการดำเนินการวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
 บทที่ 2 ทฤษฎี / งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	 4
2.1 ความรู้เรื่องเครื่องตัดหญ้า.....	4
2.1.1 ความหมายของเครื่องตัดหญ้า.....	4
2.1.2 ชนิดของรถตัดหญ้า.....	5
2.2 การทำงานของเครื่องยนต์เล็ก 4 จังหวะ.....	7
2.3 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์.....	8
2.3.1 หม้อแปลงไฟฟ้า (Principle of Transformer).....	8
2.3.2 รีเลย์ (Relay).....	10
2.3.3 ภาควัดจ่ายไฟ.....	13
2.4 อุปกรณ์ควบคุม.....	14
2.4.1 คลื่นวิทยุ.....	14
2.4.2 เครื่องส่งวิทยุ.....	14
2.4.3 เครื่องรับวิทยุ.....	15
2.4.4 วงจรถ่วงดับวิทยุ.....	16
2.4.5 มอเตอร์ (Motor).....	23

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.5 โปรแกรมควบคุม.....	27
2.5.1 โปรแกรม Visual Basic	27
2.5.2 การเขียนโปรแกรมโดยใช้ Visual Basic เพื่อควบคุมฮาร์ดแวร์.....	42
2.5.3 พอร์ตขนาน.....	47
2.6 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องตัดหญ้า.....	49
2.6.1 ชั้นส่วนที่อยู่กับที่	49
2.6.2 ชั้นส่วนที่เคลื่อนไหว	51
2.7 ทฤษฎีกล้องวิดีโอ	72
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	73
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	75
3.1 วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้	75
3.2 การดำเนินการ	76
3.2.1 รับรู้ปัญหา ศึกษาการออกแบบ.....	76
3.2.2 ออกแบบและสร้างส่วนต่าง ๆ.....	77
3.2.3 การสร้างแบบสอบถาม.....	89
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	90
3.3.1 การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล	91
บทที่ 4 ผลการวิจัย	92
4.1 ผลการทดสอบการทำงานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์	92
4.1.1 ทดสอบการขับเคลื่อน.....	92
4.1.2 ทดสอบระยะเวลาส่งสัญญาณภาพ	94
4.1.3 ทดสอบการใช้พลังงานแบตเตอรี่	96
4.1.4 ทดสอบอัตราความเร็วในการตัดหญ้า.....	97
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์.....	99
4.2.1 ระดับการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญ	99
4.2.2 ประสิทธิภาพการทำงานของผู้เชี่ยวชาญ	100
4.2.3 ระดับอายุของผู้เชี่ยวชาญ.....	101

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลการวิเคราะห์ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยแยกออกเป็นด้านต่างๆ.....	101
4.3.1 ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรถตัดหญ้า.....	101
4.3.2 ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านวัตถุประสงค์เพื่อการนำไปตัดหญ้า	102
4.4 ผลการวิเคราะห์ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมต่อรถตัดหญ้า ฯ	103
 บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	 105
5.1 สรุปผลการวิจัย	105
5.2 อภิปรายผล	105
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	106
 เอกสารอ้างอิง.....	 107
 ภาคผนวก	 108
ภาคผนวก ก ภาพประกอบการสร้างรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์.....	109
ภาคผนวก ข รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	115
ภาคผนวก ค แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ..	119
ภาคผนวก ง แบบรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์.....	124
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งานรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์	131
 ประวัติผู้เขียน.....	 139

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การนำเครื่องยนต์เล็กไปใช้กับงานต่างๆ.....	5
2.2 กิตติกรรมประกาศ	6
2.3 รูปแสดงการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ	7
2.4 หลักการทำงานของหม้อแปลง	9
2.5 รีเลย์ (Relay)	11
2.6 วงจรภาคจ่ายไฟ	13
2.7 วงจรภาคจ่ายไฟแบบใช้ไดโอดบริดจ์	14
2.8 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องรับวิทยุ	15
2.9 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องรับวิทยุ ระบบซูเปอร์เฮตเทอโรไดน์	16
2.10 ตัวรีโมท หรือภาคส่ง	16
2.11 วงจรภาคส่ง.....	17
2.12 แสดงตำแหน่งต่างๆ ของอุปกรณ์.....	18
2.13 ภาครับ	18
2.14 ตำแหน่งขาทรานซิสเตอร์ชุดที่เป็นวงจรขับมอเตอร์เลี้ยว และมอเตอร์ขับเคลื่อน.....	19
2.15 เป็นการวัดทรานซิสเตอร์ชนิด NPN	20
2.16 เป็นการวัดทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ก็จะกลับกัน วิธีก็เหมือนกัน	20
2.17 วงจรควบคุมมอเตอร์ 1	21
2.18 วงจรควบคุมมอเตอร์ 2	21
2.19 วงจรควบคุมชุดเลี้ยว	22
2.20 การดัดแปลงให้วงจรภาครับ T&T ต่อไฟเลี้ยงวงจร	22
2.21 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	24
2.22 โครง (Frame or yoke).....	25
2.23 ขั้วสนามแม่เหล็ก.....	25
2.24 แปรงถ่าน	26
2.25 อามะเจอร์.....	26
2.26 ฝาครอบ	27
2.27 รูปร่างของโปรแกรม Visual Basic 6	28

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.28 Windows TitleBar.....	28
2.29 MenuBar	28
2.30 ToolsBar	28
2.31 ToolsBox	29
2.32 Windows Form	29
2.33 Windows Object	29
2.34 Object Properties	30
2.35 Form Layout	30
2.36 Active X Control	30
2.37 Command Button	31
2.38 TextBox	31
2.39 Label	31
2.40 Option Button	32
2.41 การนำ ActiveX ต่าง ๆ ลงมาวางบนฟอร์ม	32
2.42 Command Button	33
2.43 การ Run โปรแกรม.....	33
2.44 การแสดงผล	35
2.45 แสดงการRun โปรแกรม การใช้ If then Else	36
2.46 แสดงการRun โปรแกรม การใช้ If then Else	36
2.47 การแสดงผล For Next	37
2.48 รูปแบบ Form	39
2.49 Run โปรแกรม.....	40
2.50 ผลลัพธ์จากการบวก.....	40
2.51 สร้าง Form การส่งค่าและรับค่าจาก Parallel Port	45
2.52 แสดงการต่อทดสอบกับ LED	46
2.53 แสดงกระบอกสูบ เสือสูบของเครื่องยนต์เล็กสูบเดียว.....	50
2.54 ฝาสูบแบบต่าง ๆ ที่นิยมใช้กับเครื่องยนต์เล็ก.....	51

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.55 แสดงก้านสูบจับยึดระหว่างลูกสูบกับเพลาช้อเหวี่ยง	52
2.56 เพลาช้อเหวี่ยง	52
2.57 การทำงานของลิ้นและกลไกประกอบลิ้น ชนิดลิ้นอยู่ข้างเสื้อสูบ	53
2.58 ล้อช่วยแรงของเครื่องยนต์เล็ก	54
2.59 แสดงรูปร่างลักษณะของเพลาลูกสูบ	55
2.60 แบริงลูกสูบสำหรับแรงในแนวต่าง ๆ	56
2.61 คาร์บูเรเตอร์	59
2.62 แสดงอัตราส่วนผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง	59
2.63 หัวเทียน	60
2.64 ระยะห่างของเขี้ยวหัวเทียน	61
2.65 แบตเตอรี่	62
2.66 ปฏิกริยาเคมีที่เกิดขึ้นในแบตเตอรี่	62
2.67 แสดงการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ	63
2.68 ล้อที่จับยึดเข้ากับเพลาลูกสูบ	64
2.69 ใบมีดตัดหญ้าที่ทำจากเหล็กกล้า	65
2.70 อุปกรณ์การสตาร์ทติดเครื่องยนต์	65
2.71 แมกนีโต-เจนเนอเรเตอร์ และสวอนประกอบภายในวงจร	66
2.72 น้ำมันหล่อลื่นช่วยลดความเสียดทานระหว่างหนังสือกับพื้นโต๊ะ	67
2.73 การถ่ายเทความร้อนและอุณหภูมิจากการเผาไหม้	68
2.74 ขนาดของล่อโซ่และการจัดให้โซ่ส่งกำลังได้ถูกต้อง	70
2.75 ขนาดพิคอัพของโซ่ลูกกลิ้ง ตามมาตรฐาน DIN 8187	71
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ	74
3.2 การสร้าง New Project	75
3.3 แสดง Code	76
3.4 วงจรการส่งงานภาคส่งผ่าน Parallel Port	79
3.5 แสดงการต่อวงจรชุด Drive และชุดรีโมทภาคส่ง	79
3.6 แสดงการประกอบวงจรภาครับ	80
3.7 วงจรควบคุมมอเตอร์	81

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.8 แสดงรูปแบบเตอรี.....	82
3.9 วงจรภาคจ่ายไฟ.....	82
3.10 กล้องไร้สาย.....	83
3.11 การ์ดจูนเนอร์.....	84
3.12 แสดงโครงสร้างเครื่องตัดหญ้า.....	85
3.13 แสดงการประกอบเครื่องตัดหญ้า.....	85
4.1 แสดงการทดสอบการขับเคลื่อนของรถตัดหญ้าบนพื้นหญ้า	90
4.2 แสดงกล้องไร้สายที่ติดอยู่กับรถตัดหญ้าไฟฟ้า	92
4.3 แสดงภาพที่ได้จากกล้องไร้สาย	93
4.4 แสดงภาพกล้องของแบตเตอรี่ที่ใช้ขับเคลื่อน	94
4.5 แสดงภาพขณะทำการตัดหญ้า.....	95
4.6 ขณะทำการทดลองหาประสิทธิภาพรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ตามระยะทาง	97
4.7 ระดับการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญ	98
4.8 ประสิทธิภาพงานของผู้เชี่ยวชาญ	98
4.9 ระดับอายุของผู้เชี่ยวชาญ.....	99
4.10 แสดงค่า IOC ระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง.....	99
4.11 แสดงค่า IOC ระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุประสงค์การนำไปตัดหญ้า	100
ก 1 แสดงรูปรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์	108
ก 2 แสดงรูปแยกชิ้นส่วนรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์.....	109
ก 3 แสดงรูปเครื่องยนต์ตัดหญ้า	109
ก 4 แสดงรูปล้อเลื่อน	110
ก 5 แสดงรูปใบมีด	110
ก 6 แสดงรูปเพลาลูกเบี้ยว.....	111
ก 7 แสดงรูปกล่องชุดส่งงานรีโมท.....	111
ก 8 แสดงรูปรีโมท	112

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงแผนการดำเนินงานวิจัย	3
2.1 เปรียบเทียบเครื่องตัดหญ้า	7
2.2 ตารางคำสั่ง (CODE).....	33
2.3 แสดงประเภทของตัวแปร	37
2.4 การกำหนดค่าต่างๆ ในฟอร์ม	39
2.5 การกำหนดเลขฐาน16 ควบคุมบิตที่ออก Port.....	46
2.6 อายุการใช้งานของแบตเตอรี่.....	56
2.7 คำนวณความเร็วของลูกปืนชนิดต่าง ๆ.....	57
4.1 การทดสอบการขับเคลื่อนรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์	91
4.2 การทดสอบระยะการส่งสัญญาณภาพและเสียงของกล้องไร้สาย	93
4.3 การทดสอบการใช้พลังงานแบตเตอรี่ไม่ทำการตัดหญ้า.....	94
4.4 การทดสอบการใช้พลังงานแบตเตอรี่ขณะทำการตัดหญ้า.....	94
4.5 การทดสอบอัตราความเร็วในการตัดหญ้า	95
4.6 ผลการประเมินรถตัดหญ้าโดยผู้เชี่ยวชาญ 10 ท่าน ทั้ง 12 จุด ประเมิน.....	101
4.7 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมต่อรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์.....	102

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีลักษณะภูมิประเทศแบบร้อนชื้นเหมาะกับการทำเกษตรกรรม มีพื้นดินอุดมสมบูรณ์ปกคลุมไปด้วยพืช เช่น หญ้า ที่นิยมนำหญ้ามาปลูกเพื่อปกคลุมรักษาหน้าดิน ในปัจจุบันคนหันมาใส่ใจเรื่องการรักษาสิ่งแวดล้อมและนิยมนำหญ้ามาปลูกตามสถานที่อาคาร บ้านเรือนต่างๆ หรือนำมาปลูกในสนามกีฬา เช่น สนามเด็กเล่น สนามฟุตบอล ที่มีการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากสมัยปัจจุบันการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวกได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้กับมนุษย์ โดยเฉพาะเครื่องตัดหญ้าที่มีการผลิตออกมาใช้กันอย่างแพร่หลายมีรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมต่อการใช้งาน การใช้เครื่องตัดหญ้าแบบเดิมๆ ที่มีขายกันอยู่ตามท้องตลาด ผู้ที่ใช้เครื่องต้องใช้วิธีการเข็น และ วิธีการสะพานเครื่องตัดหญ้าท่ามกลางแสงแดดที่ร้อนขึ้นทุกวันจากผลกระทบจากภาวะโลกร้อน

เครื่องยนต์เล็กเป็นเครื่องยนต์ชนิดหนึ่ง ที่เรียกว่าเครื่องยนต์เล็กเนื่องจากตัวเครื่องยนต์มีขนาดเล็ก ทั้งนี้เพื่อสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายและการทำงาน เครื่องยนต์เล็กสามารถทำงานให้เราได้หลายอย่างในด้านต่างๆ ในต่างประเทศได้มีการนำเครื่องยนต์เล็กมาใช้ในงานต่างๆ มาเป็นเวลานานแล้วทั้งในงานทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรมและอื่นๆ เช่น เครื่องตัดหญ้าสนาม เครื่องพ่นสารเคมี เลื่อยยนต์ และในปัจจุบันโปรแกรมคอมพิวเตอร์ก็ได้มีบทบาทอย่างมากในการใช้ควบคุมเครื่องจักรกลต่าง ๆ โดยปกติแล้วเขียนโดยโปรแกรมเมอร์ หรือไม่ก็สร้างโดยโปรแกรมอื่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ชุดหนึ่ง ๆ อาจเขียนขึ้นด้วยระบบรหัส หรือที่เรียกว่า ภาษาเครื่อง ซึ่งมักเขียนได้ยากและเหมาะกับช่างเทคนิคเฉพาะทางภายหลังจึงได้มีการสร้างภาษาโปรแกรมที่ใกล้เคียงภาษามนุษย์มากขึ้น เช่น ภาษาแอสเซมบลี (Assembly) ภาษาซี (C) ภาษาโคบอล (COBOL) ภาษาเบสิก (BASIC) ภาษาจาวา เป็นต้น

เมื่อพิจารณาการนำเครื่องยนต์เล็กมาใช้งานในด้านต่างๆแล้วยังใช้คนเป็นผู้ควบคุมอย่างใกล้ชิด เช่น เครื่องตัดหญ้า จากการศึกษาเครื่องตัดหญ้าผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าหาวิธีที่จะใช้เทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการควบคุมการทำงานของรถตัดหญ้ามาใช้ตัดหญ้าโดยการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านการส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ ที่สามารถควบคุมการเดินหน้า ถอยหลังและเลี้ยวซ้ายเลี้ยวขวาได้ โดยแบ่งออกเป็นระบบเครื่องยนต์ ระบบส่งกำลัง ระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้จัดทำได้คำนึงถึงประโยชน์ทางด้านการปฏิบัติงาน การลดการออกแรง ความเมื่อยล้าจากการเดินตามและการอยู่กลางแจ้งเป็นเวลานานๆ ดังนั้นการทำการวิจัยครั้งนี้เป็นการเอาวงจรควบคุมการเลี้ยวการขับเคลื่อนมารวมกับเครื่องตัดหญ้าเพื่อเป็นการควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยรับส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ

สามารถนำไปใช้ในการตัดหญ้าภาคสนามโดยมีกล้องให้เห็นพื้นที่ขณะทำงานผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้ควบคุมรถตัดหญ้าไม่ต้องขึ้นรถตัดหญ้า จึงเป็นการลดความเมื่อยล้าและความร้อนจากแสงแดด

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อพัฒนารถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตไว้ดังนี้

1.3.1 การออกแบบและพัฒนารถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ มีลักษณะดังนี้

1.3.1.1 ระบบเครื่องยนต์ เป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ 3.5 แรงม้า วางกระบอกสูบแบบแนวนอน

1.3.1.2 ระบบส่งกำลัง เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อนเพลาล้อและล้อบังคับเลี้ยว ส่วนโช้และล้อโช้เป็นตัวรับการส่งถ่ายกำลังจากมอเตอร์ไปขับเคลื่อน

1.3.1.3 ระบบควบคุม ประกอบด้วยชุดวิทยุบังคับและชุดรับส่งสัญญาณเป็นตัวส่งและรับสัญญาณคลื่นวิทยุผ่านรีเลย์เพื่อส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานในการขับเคลื่อนล้อและบังคับเลี้ยว

1.3.1.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 เขียนคำสั่งออกพอร์ตขนานเพื่อควบคุมรีเลย์ไปสั่งงานรีโมท

1.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

1.3.2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ตัวรถตัดหญ้า

1.3.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการขับเคลื่อน ระยะการส่งสัญญาณภาพ ความเร็วในการตัดหญ้า ระยะเวลาการใช้งานแบตเตอรี่

1.3.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 15 คน

1.4 แผนการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงานวิจัย

รายละเอียด	พ.ศ.2554						พ.ศ.2555			
	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย
1. เลือกหัวข้อปัญหา	↔									
2. นำเสนอหัวข้อปัญหา	↔	↔								
3. สำนวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง		↔	↔	↔						
4. สร้างเครื่องต้นแบบ					↔	↔	↔			
5. ศึกษารวบรวมข้อมูล							↔	↔		
6. วิเคราะห์ปัญหา							↔	↔		
7. สรุปผลและจัดทำรายงาน							↔	↔		
8. นำเสนอ Project									↔	↔
9. ส่งเล่มแดง										↔

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ผู้ใช้งานไม่ต้องเดินขึ้นตามรถตัดหญ้าจึงทำให้ช่วยลดการเมื่อยล้า
- 1.5.2 ทำให้เกิดทักษะและเกิดความชำนาญในการควบคุมอุปกรณ์ด้วยคอมพิวเตอร์
- 1.5.3 ลดการสัมผัสรังสีอุลตราไวโอเลตจากแสงแดด
- 1.5.4 มีความปลอดภัยในขณะที่ปฏิบัติงาน

บทที่ 2

ทฤษฎี / และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากเอกสารตำราและงานวิจัย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทำให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้โดยแยกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความรู้เรื่องเครื่องตัดหญ้า
2. การทำงานของเครื่องยนต์เล็ก 4 จังหวะ
3. วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์
4. อุปกรณ์ควบคุม
5. โปรแกรมควบคุม
6. ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องตัดหญ้า
7. ทฤษฎีกล้องวีดีโอ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เรื่องเครื่องตัดหญ้า

2.1.1 ความหมายของเครื่องตัดหญ้า

เครื่องตัดหญ้า หมายถึง เครื่องยนต์หรือเครื่องมือกลที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกลได้ รถตัดหญ้าเป็นเครื่องยนต์เล็กเนื่องมาจากตัวเครื่องยนต์มีขนาดเล็กโดยทั่วไปจะมีจำนวนสูบ 1 สูบ 4 จังหวะ ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง ระบายความร้อนด้วยอากาศ ทั้งนี้เพื่อสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายและการใช้งาน

ตัวอย่างของการนำเอาเครื่องยนต์เล็กไปใช้กับงานต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.1



ก. เครื่องสูบน้ำ



ข. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า



ค. เครื่องอัดอากาศ



ง. เครื่องตัดหญ้าแบบเดินตาม

รูปที่ 2.1 การนำเครื่องยนต์เล็กไปใช้กับงานต่างๆ

2.1.2 ชนิดของรถตัดหญ้า

รถตัดหญ้าโดยทั่วไปจะแบ่งออกตามการใช้งานได้ 2 ชนิด

1. รถแทรกเตอร์ขนาดเล็กพ่วงเครื่องตัดหญ้า
2. รถตัดหญ้าที่ใช้เครื่องยนต์เล็ก

ในที่นี้จะกล่าวถึงรถตัดหญ้าที่ใช้เครื่องยนต์เล็กแบบเดินตาม เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับการนำรถมาใช้ในการพัฒนาจึงต้องใช้เครื่องยนต์เล็กประกอบและติดตั้งเข้ากับโครงรถตามที่แต่ละบริษัทผู้ผลิตได้ออกแบบไว้ โดยทั่ว ๆ ไปจะมีจำนวนกระบอกสูบ 1 สูบ มีทั้งเครื่องยนต์ 2 จังหวะและ 4 จังหวะ เป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ระบายความร้อนด้วยอากาศมีจำนวนแรงม้า 3 – 5.5 แรงม้า มีหลายยี่ห้อ เช่น ยี่ห้อฮอนด้า ซูซูกิ ยามาฮา คูโบต้า มิตซูบิชิและยี่ห้อ บริกส์ แอนด์ สเตรทตัน เป็นต้น พร้อมทั้งมีความจุของถังน้ำมันเชื้อเพลิงตั้งแต่ 600 – 4,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การออกแบบของบริษัทผู้ผลิตที่จะต้องการให้เครื่องยนต์มีเวลาใช้งานมากหรือน้อยจึงจะมีการดับเครื่องเพื่อเติมน้ำมันอีกครั้งรถตัดหญ้าแบบนี้จะมีทั้งแบบจำนวนล้อ 3 และ 4 ล้อ

รถตัดหญ้าแบบจำนวนล้อ 3 ล้อ เป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีนมีจำนวนกระบอกสูบ 1 สูบจัดวางกระบอกสูบเป็นแบบตั้ง เป็นเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ใช้ล้อรถแบบรถจักรยานจำนวน 2 ล้อ อีก 1 ล้อ เป็นล้อที่มีขนาดเล็กสามารถปรับระดับได้ไม่มากมีความสูงจากพื้นถึงโครงรถ 25 เซนติเมตร สูงจากพื้นถึงระดับใบมีดตัดหญ้า 8 เซนติเมตร ส่งกำลังโดยใช้สายพานรับแรงจากมูลเลย์ของเครื่องยนต์ไปยังมูลเลย์ของเพลาใบมีดเพื่อขับเพลาใบมีดให้หมุนทำการตัดหญ้าและจะตัดหญ้าที่มีความสูงขนาด 8 – 30 เซนติเมตร ใช้กับสนามหญ้าบริเวณบ้านหรือสนามฟุตบอลความสามารถในการตัดหญ้าต่อพื้นที่คือ เวลา

1 ชั่วโมงสามารถตัดหญ้าได้ประมาณ 100 ตารางวา ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 1 ลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของหญ้ามากหรือน้อยและความสามารถของผู้ควบคุมรถตัดหญ้า

รถตัดหญ้าแบบมีจำนวน 4 ล้อ ไซ้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมีจำนวนกระบอกสูบ 1 สูบ มีการจัดวางกระบอกสูบเป็นแบบสูบนอนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อ 16 เซนติเมตร ปรับระดับความสูงต่ำได้ 2 ถึง 9 ระดับ มีความสูงจากพื้นถึงโครงรถที่ปรับระดับได้ตั้งแต่ 3 ถึง 8 เซนติเมตรและสูงจากระดับพื้นถึงระดับใบมีด 3.5 เซนติเมตร การใช้งานของรถตัดหญ้าแบบนี้จะใช้ตัดหญ้าที่มีความสูงประมาณ 10 เซนติเมตร ไซ้กับสนามหญ้าบริเวณบ้าน สนามฟุตบอลและสนามหญ้าตามสวนสาธารณะ มีความสามารถในการตัดหญ้าเวลาต่อพื้นที่คือในเวลา 1 ชั่วโมง สามารถตัดหญ้าได้ประมาณ 100 ตารางวา ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 1 ลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของหญ้ามากหรือน้อย และความสามารถของผู้ควบคุมรถตัดหญ้า ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 เครื่องตัดหญ้าแบบเดินตาม

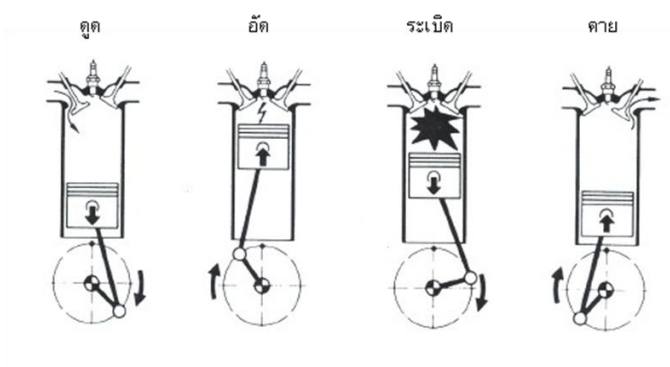
ผู้วิจัยเลือกไซ้รถตัดหญ้าที่มีจำนวนล้อ 4 ล้อ ไซ้เครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนเป็นตัวต้นกำลัง จัดวางกระบอกสูบแบบนอนมีจังหวะการทำงานแบบ 4 จังหวะจำนวนสูบ 1 สูบ ขนาดแรงม้า 3.5 แรงม้า ความจุของถังน้ำมันเชื้อเพลิง 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงและระบายความร้อนด้วยอากาศ ยี่ห้อ บริกส์ แอนด์ สแตรทตัน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อ 16 เซนติเมตร โดยมีความสูงจากพื้นถึงโครงรถ 3 เซนติเมตร และสูงจากพื้นถึงใบมีดตัดหญ้า 3.5 เซนติเมตร ความสามารถในการตัดหญ้าเวลาต่อพื้นที่คือเวลา 1 ชั่วโมง สามารถตัดหญ้าได้ประมาณ 100 ตารางวา ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 1 ลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของหญ้ามากหรือน้อยและความสามารถของผู้ควบคุมเครื่องตัดหญ้า

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบเครื่องตัดหญ้า

เครื่องตัดหญ้ามีผู้ควบคุมเดินตาม	เครื่องตัดหญ้าควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
1. ผู้ควบคุมรถตัดหญ้าส่วนมากจะเป็นคนที่มีร่างกายแข็งแรงและเคยทำงานลักษณะนี้มาก่อน 2. ผู้ควบคุมรถตัดหญ้าต้องเดินขึ้นตามระยะทำการตัดหญ้าทำให้เกิดการเมื่อยล้า 3. อันตรายมีสูงเนื่องจากขณะทำการตัดหญ้าไปมีดไปกระทบกับวัตถุที่มีความแข็ง 4. อันตรายจากสัตว์มีพิษ	1. ผู้ควบคุมรถตัดหญ้าเป็นสุภาพบุรุษสุภาพสตรีหรือเด็ก สามารถควบคุมรถได้เพราะใช้แรงน้อย 2. ผู้ควบคุมรถตัดหญ้าใช้การควบคุมระยะไกลจึงไม่ต้องเดินตามระยะทำการตัดหญ้า 3. อันตรายจากการตัดหญ้าน้อยเนื่องจาก ผู้ควบคุมไม่ได้อยู่ใกล้ตัวเครื่องตัดหญ้า 4. อันตรายมีน้อยเนื่องจากผู้ควบคุมไม่ได้อยู่ในพื้นที่ที่ทำการตัดหญ้า

2.2 การทำงานของเครื่องยนต์เล็ก 4 จังหวะ

เครื่องยนต์ทุกชนิด วัตถุประสงค์และหลักการของผู้สร้างมีความต้องการที่จะให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน จะแตกต่างกันตรงที่ลักษณะของการใช้งาน และวิธีการจุดเชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ 4 จังหวะ จะมีลักษณะในการทำงานดังต่อไปนี้คือ ใน 1 รอบหรือ 1 วัฏจักรของการทำงาน ลูกสูบจะต้องเคลื่อนที่ขึ้น-ลง 4 ครั้ง คือ เคลื่อนที่ขึ้น 2 ครั้ง เคลื่อนที่ลง 2 ครั้งหรือกล่าวได้ว่าเพลาลูกเบี้ยวหมุน 2 รอบ จะได้งาน 1 ครั้ง จังหวะการทำงานจะหมุนเวียนกันอยู่เช่นนี้ตลอดไปจนกว่าเครื่องยนต์จะหยุดทำงานและมีจังหวะในการทำงานดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 รูปแสดงการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

จังหวะที่ 1 จังหวะดูด (Intake Stroke)

ลูกสูบจะเคลื่อนที่จากศูนย์ตายบน (top dead center) ลงสู่ศูนย์ตายล่าง (bottom deadcenter) ลิ้นไอดีเปิด สวนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน หรือสวนผสมของแก๊สเหลวกับอากาศสำหรับเครื่องยนต์แก๊สเหลว จะถูกดูดเข้ามาบรรจุอยู่ภายในกระบอกสูบโดยผ่านทางลิ้นไอดี จังหวะนี้จะมีติดต่อกันไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งลูกสูบเคลื่อนที่ลงถึงศูนย์ตายล่างจึงจะหมดจังหวะดูด ขณะนี้สวนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศหรือสวนผสมของแก๊สเหลวกับอากาศ จะถูกดูดเข้ามาบรรจุอยู่เต็มภายในกระบอกสูบ

จังหวะที่ 2 จังหวะอัด (Compression Stroke)

จังหวะนี้จะต่อเนื่องมาจากจังหวะดูดคือ เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงถึงศูนย์ตายล่างแล้วจะเริ่มเคลื่อนที่ขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ขณะนี้ทั้งลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียจะปิดสนิท สวนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศหรือแก๊สเหลวกับอากาศภายในกระบอกสูบ จะถูกอัดตัวขึ้นไปเรื่อย ๆ ตามการเคลื่อนตัวของลูกสูบ จังหวะนี้จะสิ้นสุดลงก่อนที่ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นถึงศูนย์ตายบนเพียงเล็กน้อย

จังหวะที่ 3 จังหวะระเบิด (Expansion Stroke)

จังหวะนี้ บางทีเรียกว่าจังหวะงาน (power stroke) จังหวะนี้จะเกิดในตอนปลายจังหวะอัดโดยสวนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ หรือแก๊สเหลวกับอากาศจะถูกจุดด้วยประกายไฟจากหัวเทียนจึงทำให้เกิดการเผาไหม้และการระเบิดอย่างรุนแรง ผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลง เราจะไดงานจากจังหวะนี้

จังหวะที่ 4 จังหวะคาย (Exhaust Stroke)

หลังจากลูกสูบเคลื่อนที่ลงอันเนื่องมาจากแรงระเบิดจนถึงศูนย์ตายล่างแล้วลิ้นไอเสียจะเปิดปล่อยให้ไอเสียอันเกิดจากการเผาไหม้ออกไปจากกระบอกสูบ และยังคงเปิดอยู่จนกระทั่งลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น ซึ่งการเคลื่อนที่ขึ้นของลูกสูบในจังหวะนี้ จะเป็นการช่วยในการขับไล่ไอเสียออกอีกครั้งหนึ่ง จากนั้น จึงเริ่มเข้าหาจังหวะดูดอีก และจะเป็นเช่นนี้ตลอดเวลาที่เครื่องยนต์ทำงานอยู่

ตามที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นอย่างชัดเจนแล้วว่าเครื่องยนต์จะทำงานด้วยจังหวะดูด-อัด-ระเบิด-คาย หมุนเวียนกันอยู่เช่นนี้ตลอดไป

ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ โดยมีแรงม้า 3.5 แรงม้าจำนวน 1 สูบซึ่งเท่ากับเป็นการใช้แรงมาของเครื่องยนต์น้อย จึงเป็นการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงไปในตัว

2.3 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

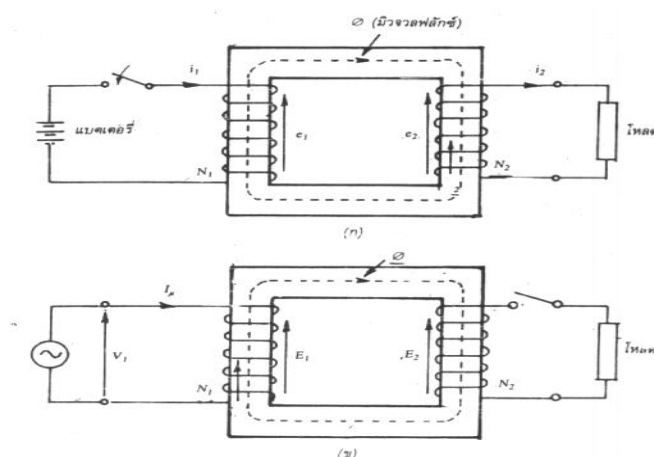
2.3.1 หม้อแปลงไฟฟ้า (Principle of Transformer)

หลักการงานเบื้องต้น (Basic principle)

หม้อแปลงเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ใช้ถ่ายโอน (Transfer) พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับจากวงจรหนึ่งไปยังอีกร่างวงจรหนึ่ง โดยความถี่ไม่เปลี่ยนแปลงแต่เป็นการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือลดต่ำลงได้ตามต้องการ

หม้อแปลงที่มีแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิสูงกว่าด้านทุติยภูมิเรียกว่า หม้อแปลงลดแรงดัน ถ้าแรงดันด้านปฐมภูมิต่ำกว่าด้านทุติยภูมิ เรียกว่า หม้อแปลงเพิ่มแรงดัน

เราสามารถอธิบายหลักการการทำงานหรือพฤติกรรมของหม้อแปลง (Transformer action) ได้โดยใช้วงจรหม้อแปลงในรูปที่ 4 ซึ่งมีขดลวดชุดที่ 1 ต่อกับแบตเตอรี่โดยต่อผ่านสวิตช์และขดลวดชุดที่ 2 ต่อกับตัวความต้านทานหนึ่งตัวในขณะที่สับสวิตช์ปิดวงจรจะมีกระแสไหลผ่านขดลวดชุดที่ 1 (ทิศทางกระแสดังรูปที่ 2.4) สร้างเส้นแรงแม่เหล็ก ให้เกิดขึ้นในแกนเหล็กโดยมีทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดแต่ละชุด ซึ่งจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนรอบของขดลวด และอัตราการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กที่ตัดผ่านขดลวดแต่ละชุด (สมมติว่าไม่มีลีสแกจฟลักซ์) ด้วยเส้นแรงแม่เหล็กจำนวนเดียวกัน (เรียกว่ามิจวล-ฟลักซ์)



รูปที่ 2.4 หลักการทำงานของหม้อแปลง

ก) เมื่อวงจรขดลวดปฐมภูมิต่อกับแบตเตอรี่เพื่อใช้ประกอบการอธิบายพฤติกรรมของหม้อแปลง

ข) เมื่อวงจรขดลวดปฐมภูมิต่อกับแหล่งจ่ายไฟ เอ.ซี. (Sinuseidal ource) และวงจรขดลวดทุติยภูมิเป็นวงจรเปิด

ดังนั้นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดขดที่ 1 คือ

$$e_1 = N_1 \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

และแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดขดที่ 2 คือ

$$e_2 = N_2 \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

เมื่อ N_1 = จำนวนรอบขดลวดขดที่ 1

N_2 = จำนวนรอบขดลวดขดที่ 2

จากกฎของเลนซ์ (Lenz's law) แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดแต่ละขดจะถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้นในทิศทางที่ต่อต้านหรือขัดขวางกับสิ่งที่ทำให้มันเกิดขึ้นดังนั้นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดขดที่ 1 จึงมีทิศทางต่อต้านกับทิศทางแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ คือ e_1 ดังในรูปที่ 2.4 เรียก e_1 ว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่อต้าน (Counter-emf)

ในขดลวดขดที่ 2 แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น คือ e_2 จะร่วมกับกระแส i_2 สร้างแรงเคลื่อนแม่เหล็ก (mmf) T_2 ขึ้นต่อต้านกับเส้นแรงแม่เหล็ก หรือมีวาลฟลักซ์ (Mutual flux) ในแกนเหล็ก เมื่อทราบทิศทางของ mmf T_2 ก็สามารถหาทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ e_2 และกระแส i_2 ได้โดยใช้กฎมือขวาของขดลวด* (Right hand rule for coil) กับขดลวดข้อที่ 2

จะสังเกตเห็นว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำและกระแสของขดลวดทุติยภูมิในรูปที่ 2.4 เกิดขึ้นในขณะที่มีวาลฟลักซ์เปลี่ยนแปลง (ขณะสับสวิทช์ปิดวงจร) เมื่อมีวาลฟลักซ์คงที่ (กระแสจากแบตเตอรี่คงที่) $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 0$ ดังนั้นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ = 0 และกระแส $i_2 = 0$ ด้วย

2.3.2 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ (Relay) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ ตัด-ต่อวงจร คล้ายกับสวิทช์ โดยใช้หลักการหน้าสัมผัส และการที่จะให้มันทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้มันตามที่กำหนด เพราะเมื่อจ่ายไฟให้กับตัวรีเลย์ มันจะทำให้หน้าสัมผัสติดกัน กลายเป็นวงจรปิด และตรงข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้มัน มันก็จะกลายเป็นวงจรเปิด ไฟที่เราใช้ป้อนให้กับตัวรีเลย์ก็จะเป็นไฟที่มาจาก เพาเวอร์ฯ ของเครื่องเรา ดังนั้นทันทีที่เปิดเครื่อง ก็จะทำให้รีเลย์ทำงาน



รูปที่ 2.5 รีเลย์ (Relay)

ประเภทของรีเลย์

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ (solenoid) รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจร ไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1.รีเลย์กำลัง (Power relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magnetic contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2.รีเลย์ควบคุม (Control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุม บางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"

ชนิดของรีเลย์

การแบ่งชนิดของรีเลย์สามารถแบ่งได้ ดังนี้

ชนิดของรีเลย์แบ่งตามลักษณะของคอยล์ หรือ แบ่งตามลักษณะการใช้งาน (Application) ได้แก่ รีเลย์ดังต่อไปนี้

1. รีเลย์กระแส (Current relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยใช้กระแสมีทั้งชนิดกระแสขาด (Under-voltage) และกระแสเกิน (Over current)

2. รีเลย์แรงดัน (Voltage relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยใช้แรงดันมีทั้งชนิดแรงดันขาด (Under-voltage) และ แรงดันเกิน (Over voltage)

3. รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay) คือ รีเลย์ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับรีเลย์ชนิดอื่น จึงจะทำงานได้

4. รีเลย์กำลัง (Power relay) คือ รีเลย์ที่รวมเอาคุณสมบัติของรีเลย์กระแส และรีเลย์แรงดันเข้าด้วยกัน

5. รีเลย์เวลา (Time relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 4 แบบ คือ

1) รีเลย์กระแสเกินชนิดเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time over current relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาทำงานเป็นส่วนกลับกับกระแส

2) รีเลย์กระแสเกินชนิดทำงานทันที (Instantaneous over current relay) คือรีเลย์ที่ทำงานทันทีทันใดเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าที่กำหนดที่ตั้งไว้

3) รีเลย์แบบดีฟิไนต์ไทม์เล็ก (Definite time lag relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของกระแสหรือค่าไฟฟ้าอื่นๆ ที่ทำให้เกิดงานขึ้น

4) รีเลย์แบบอินเวอร์สดีฟิไนต์ไทม์เล็ก (Inverse definite time lag relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยรวมเอาคุณสมบัติของเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time) และ แบบดีฟิไนต์ไทม์เล็ก (Definite time lag relay) เข้าด้วยกัน

6. รีเลย์กระแสด่าง (Differential relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยอาศัยผลต่างของกระแส

7. รีเลย์มีทิศทาง (Directional relay) คือรีเลย์ที่ทำงานเมื่อมีกระแสไหลผิดทิศทาง มีแบบรีเลย์กำลังมีทิศทาง (Directional power relay) และรีเลย์กระแสมีทิศทาง (Directional current relay)

8. รีเลย์ระยะทาง (Distance relay) คือ รีเลย์ระยะทางมีแบบต่างๆ ดังนี้

1) รีแอคแตนซ์รีเลย์ (Reactance relay)

2) อิมพีแดนซ์รีเลย์ (Impedance relay)

3) โมห์รีเลย์ (Mho relay)

4) โอห์มรีเลย์ (Ohm relay)

5) โพลาริซโมห์รีเลย์ (Polarized mho relay)

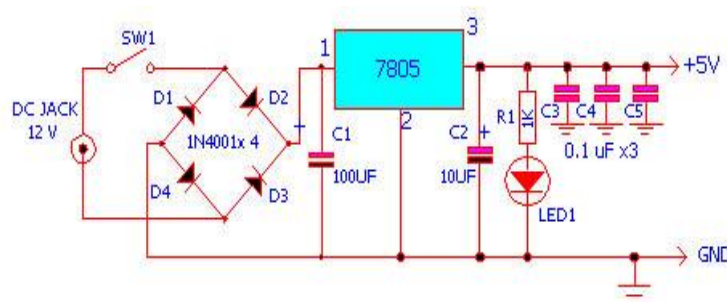
6) ออฟเซตโมห์รีเลย์ (Off set mho relay)

9. รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

10. รีเลย์ความถี่ (Frequency relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำกว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้

11. บุคโฮลซรีเลย์ (Buchholz 's relay) คือรีเลย์ที่ทำงานด้วยก๊าซ ใช้กับหม้อแปลงที่แช่อยู่ในน้ำมันเมื่อเกิด ฟอลต์ ขึ้นภายในหม้อแปลง จะทำให้น้ำมันแตกตัวและเกิดก๊าซขึ้นภายในไปดันหน้าสัมผัสให้รีเลย์ทำงาน

2.3.3 ภาคจ่ายไฟ

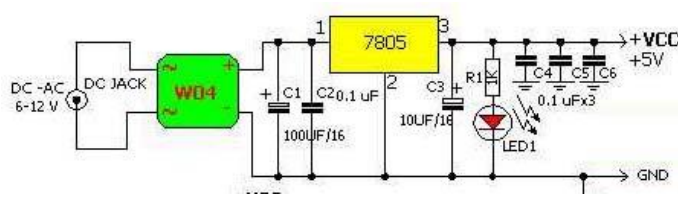


รูปที่ 2.6 วงจรภาคจ่ายไฟ

การทำงานของวงจร เริ่มจากสวิตช์ SW1 ทำหน้าที่ เปิด-ปิด การจ่ายไฟให้กับวงจรทั้งหมด โดยใช้แหล่งจ่ายไฟแบบ DC หรือ AC ที่มีแรงดันไฟขนาด 6-9 โวลต์ ไดโอด D1-D4 ต่อเป็นวงจรบริดจ์ จุดประสงค์เพื่อให้เอนกประสงค์กับการต่อขั้วไฟ DC จากอแดปเตอร์ที่อาจจะเป็นแบบขั้วไฟบวกอยู่ด้านนอกขั้วไฟลบอยู่ด้านใน หรือขั้วไฟลบอยู่ด้านนอกขั้วไฟบวกอยู่ด้านใน ก็สามารถใช้งานได้ หรือบางครั้งอาจใช้แหล่งจ่ายไฟ AC จากหม้อแปลงโดยตรง ที่มีขนาดประมาณ 6-9 โวลต์เอซี โดยไดโอดที่ต่อวงจรบริดจ์จะทำหน้าที่เป็นวงจรเรกติไฟเออร์ โดยเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ให้เป็น ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และกลับขั้วไฟให้ถูกต้อง

ตัวเก็บประจุ C1 จะทำหน้าที่กรองแรงดันหรือฟิลเตอร์ (Filter) เพราะในการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จะยังมีการกระเพื่อมของแรงดันไฟตรงที่เราเรียกว่าริปเปิล (Ripple) ดังนั้นเราจึงใช้ตัวเก็บประจุเพื่อลดค่าแรงดันริปเปิลลงไป โดยการเก็บค่าประจุไว้เมื่อช่วงแรงดันสูง และจะจ่ายประจุให้กับโหลดเมื่อมีการกระเพื่อมทางด้านต่ำดังนั้นโหลดจะได้แรงดันที่ราบเรียบขึ้น IC1 เป็นไอซีเรกูเลเตอร์ (Regulate) ขนาด 5 โวลต์ ซึ่งจะทำหน้าที่รักษาระดับของแรงไฟให้มีค่าคงที่ 5 โวลต์ ตัวเก็บประจุ C2 จะทำหน้าที่กรองแรงดัน ที่ออกมาจากเอาต์พุตของ IC1 ส่วน C3,C4 และ C5 ทำหน้าที่กรองสัญญาณความถี่สูงทั้งไป ซึ่งอาจจะเกิดจากอุปกรณ์วงจรภายในของไอซี ในการต่อใช้งานจะต่อระหว่างขาไฟเลี้ยงของไอซี กับขากราวด์ โดยต่อให้ใกล้กับขาไอซีให้มากที่สุด ส่วนตัวต้านทาน R1 จะทำหน้าที่จำกัดกระแสที่ป้อนให้กับ LED1 เพื่อกำหนดความสว่าง ถ้าหากค่าความต้านทานน้อยก็จะทำให้

LED1 สว่างมาก และกินกระแสมากขึ้น หากค่าความต้านทานน้อยเกินไปอาจจะทำให้ LED1 เสียหายได้ ดังนั้นในการกำหนดความสว่างของ LED1 ให้พอดีสำหรับการแสดงสภาวะการทำงานของบอร์ด ก็ควรจะใช้ค่าความต้านทานที่มีค่ามาก แต่ยังให้แอลอีดีมีความสว่างพอสังเกตได้ จะเป็นการประหยัดแหล่งจ่ายไฟของระบบ



รูปที่ 2.7 วงจรภาคจ่ายไฟแบบใช้ไดโอดบริดจ์

ผู้วิจัยใช้ชุดวงจรภาคจ่ายไฟที่ติดมากับหม้อแปลงเพื่อใช้จ่ายกระแสไฟให้กับรีเลย์

2.4 อุปกรณ์ควบคุม

2.4.1 คลื่นวิทยุ

วิทยุ (Radio) เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาซึ่งความมหัศจรรย์แก่มวลมนุษยชาติในอดีต เพราะเมื่อมองจากโครงสร้างภายนอกเป็นเพียงกล่องปิดใบหนึ่ง แต่สามารถส่งเสียงให้ได้ยิน เป็นเครื่องมือสื่อสารพื้นฐานที่สำคัญ และเข้าถึงประชาชนในวงกว้าง

ในระบบวิทยุประกอบด้วย เครื่องส่งที่ทำหน้าที่กระจายสัญญาณคลื่น และมีเครื่องรับเพื่อแปลงสัญญาณวิทยุนั้นให้กลายเป็นเสียงที่ฟังแล้วเข้าใจ

2.4.2 เครื่องส่งวิทยุ

เครื่องส่งวิทยุมีไดอะแกรมการทำงานดังรูปที่ 2.24 จะเห็นได้ว่ามีส่วนประกอบหลักอยู่ด้วยกัน 4 ส่วนคือ

1. ภาคออสซิลเลเตอร์
2. ภาคขยายสัญญาณข้อมูล

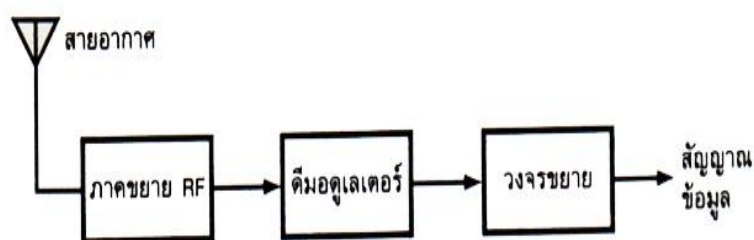
3. ภาคมอดูเลเตอร์

4. ภาคขยายกำลังออกสู่สายอากาศ

ภาคออสซิลเลเตอร์ทำหน้าที่ผลิตสัญญาณพาห์ซึ่งมีความถี่สูงกว่าสัญญาณข้อมูลมากๆ เป็นสัญญาณความถี่วิทยุแล้วส่งเข้าภาคมอดูเลเตอร์ เพื่อทำการรวมสัญญาณเสียงเข้ากับคลื่นพาห์ เรียกกระบวนการนี้ว่า มอดูเลเตอร์ (modulated)

2.4.3 เครื่องรับวิทยุ

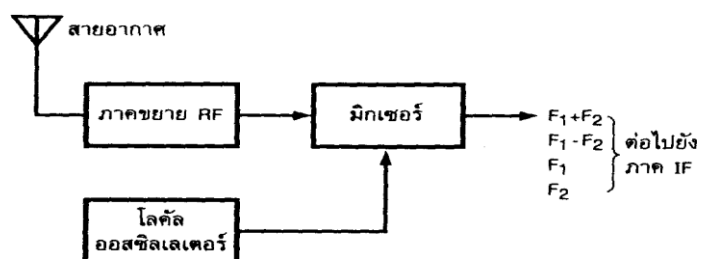
จะมีการทำงานที่ตรงกันข้ามกับเครื่องส่ง โดยมีบล็อกไดอะแกรมการทำงานดังรูปที่ 2.8 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มาจากเครื่องส่งจะได้รับการเหนี่ยวนำเข้ามาทางสายอากาศของเครื่องรับ กลายเป็นสัญญาณไฟฟ้าซึ่งก็คือ สัญญาณที่ผ่านการมอดูเลชันมาจากเครื่องส่งนั่นเอง



รูปที่ 2.8 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องรับวิทยุ

สัญญาณที่รับได้จะถูกขยายให้แรงขึ้นเสียก่อน เมื่อผ่านการขยายมาแล้วก็จะเข้าสู่กระบวนการดีมอดูเลชันเพื่อกำจัดสัญญาณพาห์ออกไป จะได้สัญญาณข้อมูลที่ต้องการออกมาซึ่งกระบวนการดีมอดูเลชันนี้ก็จะแตกต่างกันออกไป เมื่อได้สัญญาณข้อมูลออกมาแล้ว ก็ต้องผ่านการขยายสัญญาณอีกครั้ง

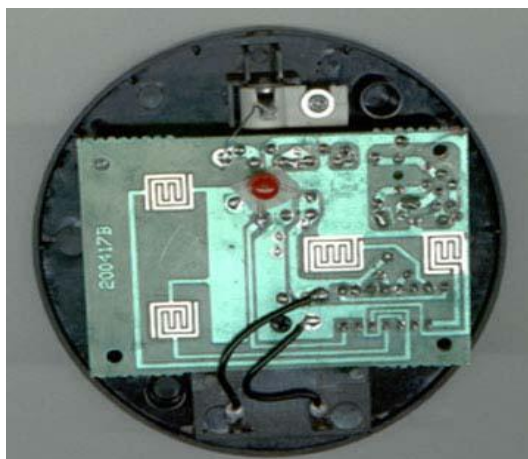
ในเครื่องรับวิทยุแบบซูเปอร์เฮเทอโรไดน์ (superheterodyne) จะมีภาคมิกเซอร์ต่ออยู่ระหว่างภาคขยายสัญญาณวิทยุกับดีมอดูเลเตอร์ ดังรูปที่ 21 เพื่อทำให้เกิดสัญญาณความถี่กลาง หรือ ไอเอฟขึ้น แล้วจึงนำสัญญาณไอเอฟนี้ไปทำการดีมอดูเลตต่อไป



รูปที่ 2.9 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องรับวิทยุ ระบบซูเปอร์เฮเทอไดนาญ์

2.4.4 วงจรถบับังค์วิทยุ

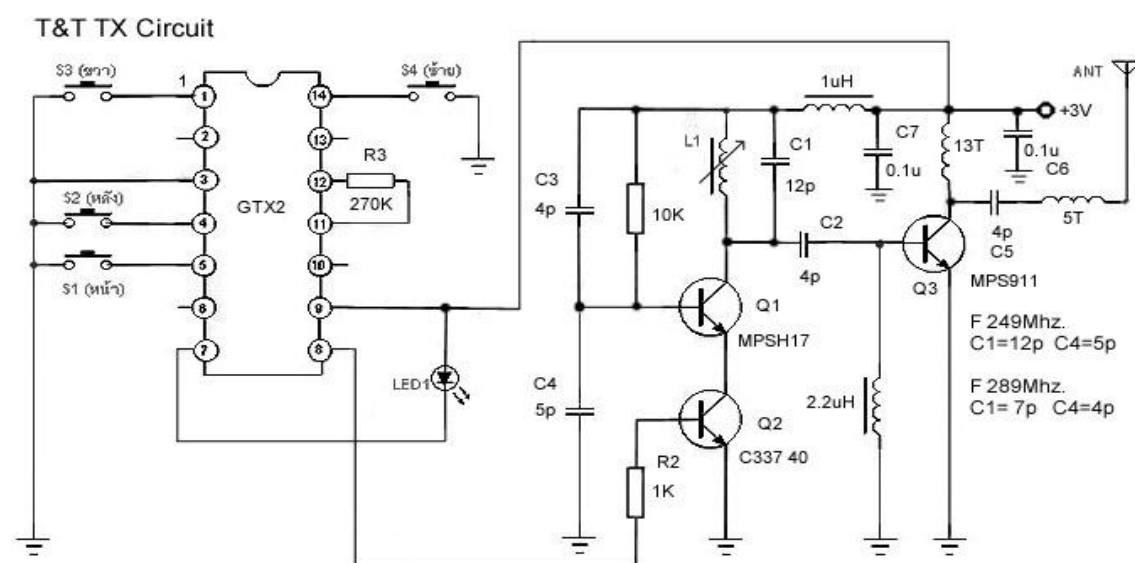
เริ่มจากตัวรีโมท หรือภาคส่งกันก่อน ตรา T&T จะใช้คลื่นความถี่วิทยุย่าน UHF ซึ่งสูงกว่าตราเพชรที่ใช้คลื่นความถี่ย่าน VHF ย่าน VHF ที่เห็นใช้กันก็มี 27Mhz. 35Mhz. 40Mhz. 49Mhz. แต่ของ T&T ก็จะมีแปะสติ๊กเกอร์ไว้เหมือนตราเพชร แต่จริงๆแล้ววงจรภายในเป็นคลื่นวิทยุย่าน VHF เท่าที่เข้ามาเคยเห็นอยู่สองความถี่คือ 249Mhz. 289Mhz. ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ตัวรีโมท หรือภาคส่ง

ได้แกะลายวงจรของภาคส่ง T&T จะเห็นว่าแหล่งจ่ายไฟถูกต่อตรงเข้าวงจรตลอด แต่เนื่องจากไอซี GTX2 กินกระแสขณะที่ไม่มีการกดปุ่มน้อยมาก จึงสามารถต่อแหล่งจ่ายไฟตรงคาไว้ได้ แต่ถ้าเลิกใช้งานถอดแบตเตอรี่ออกดีกว่า

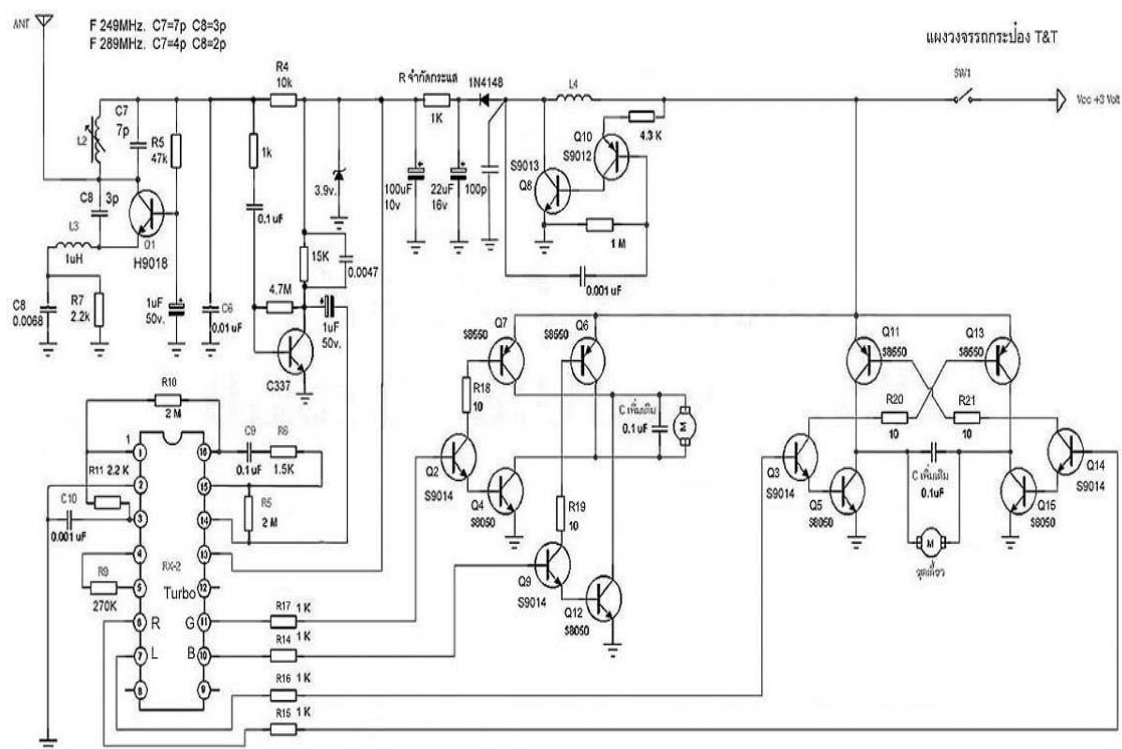
มีทรานซิสเตอร์อยู่ 3 ตัว Q1 ทำหน้าที่กำเนิดความถี่ซึ่งเป็นย่านความถี่ UHF Q2 ทำหน้าที่เปิดปิดการทำงานของวงจรกำเนิดความถี่ โดยรับข้อมูลจากขา 8 ของไอซี ซึ่งก็คือการมอดดูเลทแบบ AM นั้นเอง ความถี่ UHF ที่มอดดูเลทแล้วถูกส่งผ่าน C2 มาที่ Q3 ทำหน้าที่ขยายสัญญาณให้แรงขึ้นส่งออกทาง C5 ผ่านขดลวด 5T ออกสายอากาศ โดยไม่มีวงจรกรองความถี่ ข้างเคียงทั้ง (Filter)



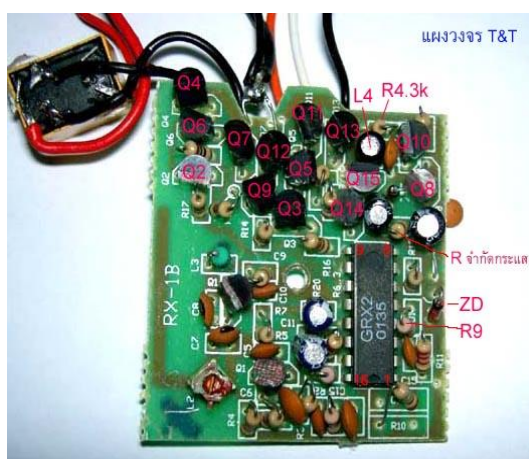
รูปที่ 2.11 วงจรภาคส่ง

จากที่ทราบกันวิทยุ T & T มีระยะบังคับไกลมาก ๆ ทั้งที่ตัวรีโมทใช้ถ่านแค่ 2 ก้อน ที่ทำให้เครื่องส่งของ T&T มีกำลังส่งแรงเพราะใช้ทรานซิสเตอร์ที่มีเกนขยายสัญญาณย่าน UHF สูงคือเบอร์ MPS911 แต่ทนกระแสได้ต่ำแค่ 40mA. เพราะฉะนั้นจึงไม่ควรเพิ่มถ่านที่ตัวรีโมทมากเกินไป ถ้าจะเพิ่มจริงๆ เพิ่มอีกหนึ่งก้อน เป็น 3 ก้อนก็พอ

ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำหน้าที่เป็นวงจรรับสัญญาณวิทยุและแยกสัญญาณ Digital Code ออกจากความถี่วิทยุ ส่งต่อให้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC337 ขยายสัญญาณให้แรงขึ้นอีก ซึ่งในวงจรตราเพชรจะไม่ใช้ทรานซิสเตอร์ตัวนี้อยู่ สัญญาณจากขา C ทรานซิสเตอร์ C337 ผ่านคาปาซิเตอร์ 1uF เข้าขา 14 ไอซี ขยายสัญญาณอีกออกขา 15 เข้าขา 16 ออกขา 1 เข้าขา 3 แล้วทำการถอดรหัส Digital Code ให้เอาท์พุท 2.5-3.0 โวลท์ทั้ง 5 พังค์ชั่นคือ ขา 6 ขวา, ขา 7 ซ้าย, ขา 10 ถอยหลัง, ขา 11 เดินหน้า, ขา 12 เทอร์โบ



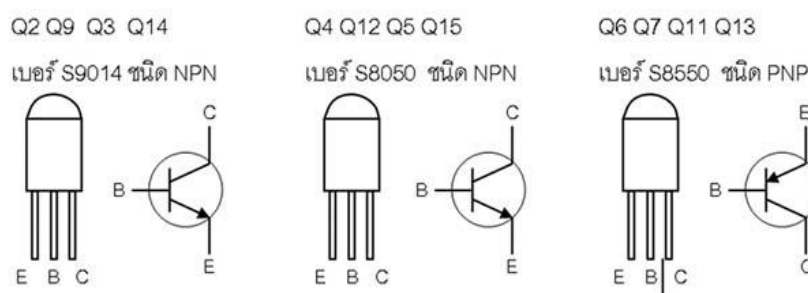
รูปที่ 2.12 แสดงตำแหน่งต่างๆ ของอุปกรณ์



รูปที่ 2.13 ภาครับ

หลักการทำงานของวงจร

ทรานซิสเตอร์ Q8 Q10 ประกอบกันเป็นวงจรกำเนิดความถี่สูง เพื่อเปลี่ยนแรงดันกระแสตรงที่เลี้ยงวงจร ให้เป็นพัลส์ความถี่สูง ไดโอด 1N4148 กับคาปาซิเตอร์ 22uF 16V.ทำหน้าที่กรองแรงดันความถี่สูงให้เป็นแรงดันกระแสตรงที่มีแรงดันสูงขึ้น เราจึงเรียกววงจรนี้ว่า "วงจรทวีแรงดัน" ทำไมต้องมีวงจรทวีแรงดันด้วย ก็เพราะรถกระบะปองใช้ไฟเลี้ยงจากถ่าน 2 ก้อน แต่ไอซีภาครับต้องการไฟเลี้ยง 2.5-5.0 โวลท์ ถ่านชาร์จ 2 ก้อนจะได้แรงดัน 2.4 โวลท์ แต่เมื่อจ่ายกระแสให้มอเตอร์รถกระบะปอง จะเกิดการกระชากกระแสสูง ทำให้แรงดันของถ่าน 2 ก้อน ตกลงเหลือแค่ 2 โวลท์เอง จึงไม่เพียงพอที่จะทำให้ไอซีภาครับทำงานได้ จึงจำเป็นต้องมีวงจรทวีแรงดันมาช่วย แต่ถ้าเราใช้ไฟเลี้ยงวงจรจากแบตเตอรี่มากกว่า 2 ก้อน ก็ไม่จำเป็นต้องใช้วงจรทวีแรงดันอีก

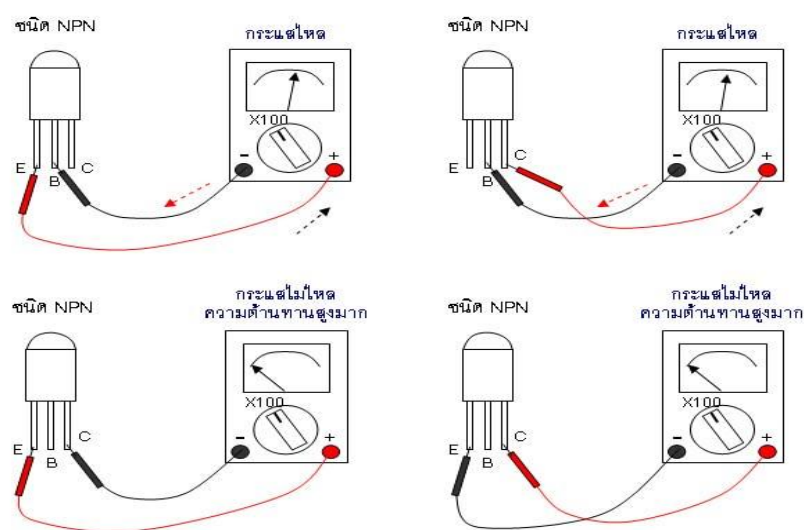


รูปที่ 2.14 ตำแหน่งขาทรานซิสเตอร์ชุดที่เป็นวงจรขับมอเตอร์เลี้ยง และมอเตอร์ขับเคลื่อน

การวัดขาทรานซิสเตอร์ชนิด NPN โดยใช้มิเตอร์แบบเข็ม ปรับซีเล็กเตอร์ที่โอห์มมิเตอร์ X100 หรือ X1K ก็ได้

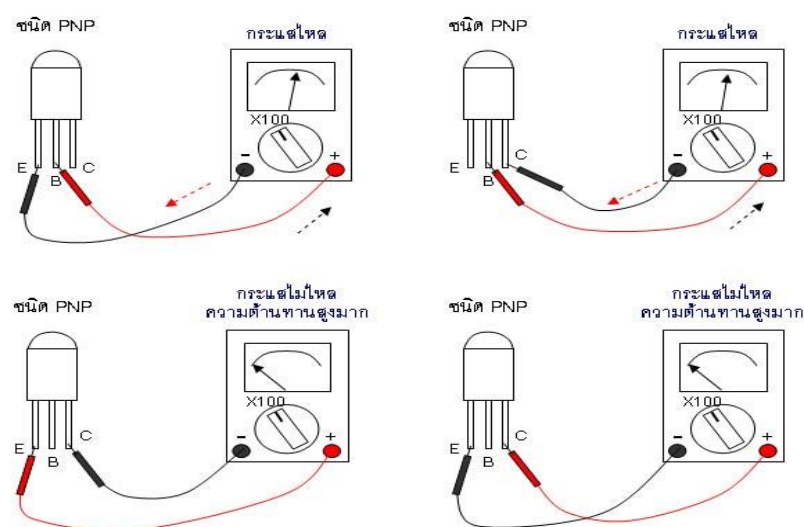
เมื่อตั้งเป็นโอห์มมิเตอร์แล้ว ภายในมิเตอร์จะมีแบตเตอรี่อยู่เป็นแหล่งจ่ายไฟเพื่อวัดค่าความต้านทาน โดยที่ขั้วลบสายสีดำของมิเตอร์ จะเป็นไฟบวกของแบตเตอรี่ภายใน ขั้วบวกสายสีแดงของมอเตอร์ จะเป็นไฟลบของแบตเตอรี่ภายใน

ในรูปที่ 2.13 เป็นทรานซิสเตอร์ที่เป็นปกติไม่เสีย ไม่ช็อต หากวัดได้ไม่เป็นตามนี้ ก็คือช็อตหรือขาด



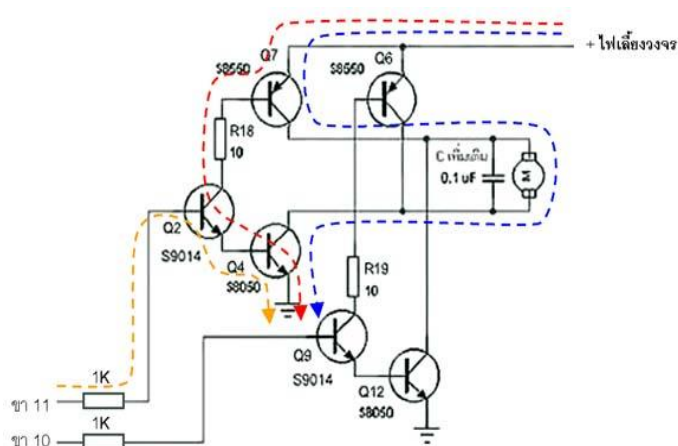
รูปที่ 2.15 เป็นการวัดทรานซิสเตอร์ชนิด NPN

ไม่จำเป็นต้องถอดทรานซิสเตอร์ออกจากแผงมาวัด วัดทรานซิสเตอร์บนแผงวงจรเลยก็ได้



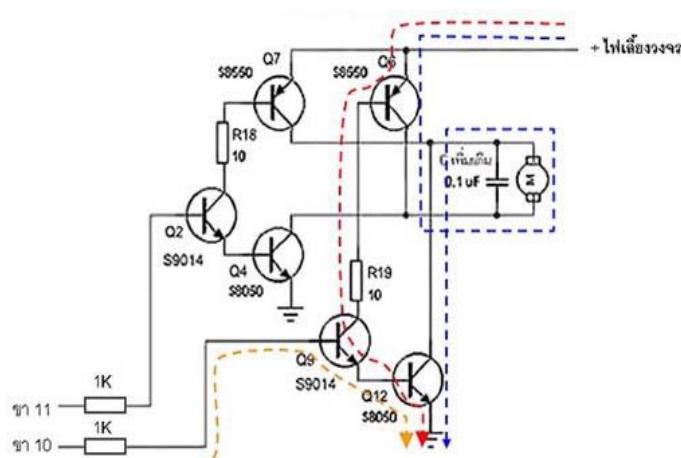
รูปที่ 2.16 เป็นการวัดทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ก็จะกลับกัน วิธีก็เหมือนกัน

ทฤษฎีการไหลของกระแสไฟฟ้ากันต่อในรูปเป็นวงจรส่วนขับเคลื่อนมอเตอร์หลักของรถกระบะป้องกัน เมื่อกดปุ่ม G ที่รีโมท ที่ไอซีภาครับก็จะมีแรงดันออกมาที่ขา 11 ทำให้ Q2 Q4 Q7 ทำงานกระแสไหลผ่าน มอเตอร์หลัก ในการตรวจสอบ เมื่อกด G แล้วมอเตอร์ไม่หมุน วัดแรงดันที่ขา 11 ไอซีภาครับมี 2.5-3 โวลต์แล้วสงสัยได้เลยว่า Q2 Q4 Q7 ตัวใดตัวหนึ่งเสีย



รูปที่ 2.17 วงจรควบคุมมอเตอร์ 1

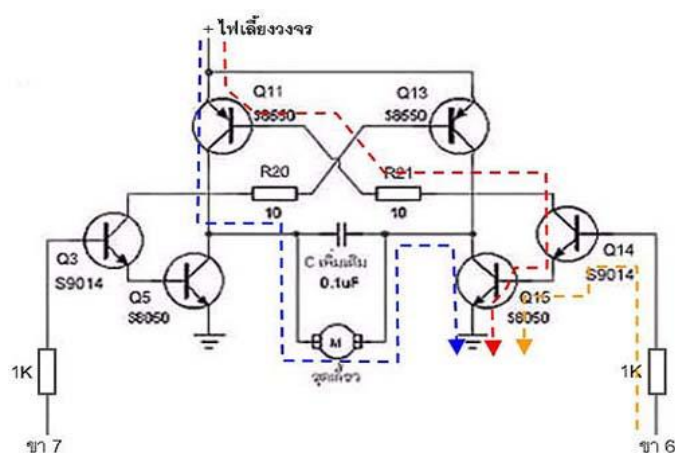
และเมื่อกดปุ่ม B ที่รีโมท ที่ไอซีภาครับก็จะมีแรงดันออกมาที่ขา 10 ทำให้ Q9 Q6 Q12 ทำงานกระแสไหลผ่านมอเตอร์หลัก อีกทางหนึ่งมอเตอร์จึงหมุนกลับทาง ในการตรวจสอบ เมื่อกด B แล้วมอเตอร์ไม่หมุน วัดแรงดันที่ขา 10 ไอซีภาครับมี 2.5-3 โวลต์แล้ว สงสัยได้เลยว่า Q2 Q4 Q7 ตัวใดตัวหนึ่งเสีย



รูปที่ 2.18 วงจรควบคุมมอเตอร์ 2

ส่วนวงจรขับชุดเลี้ยวก็ทำงานเหมือนกับชุดมอเตอร์หลัก แต่รูปวางตำแหน่งไม่เหมือนกัน การทำงานเหมือนกันเลยเมื่อกดปุ่ม R ที่รีโมท ที่ไอซีภาครับก็จะมีแรงดันออกมาที่ขา 6 ทำให้ Q14 Q15 Q11 ทำงานกระแสไหลผ่านชุดลดชุดเลี้ยว

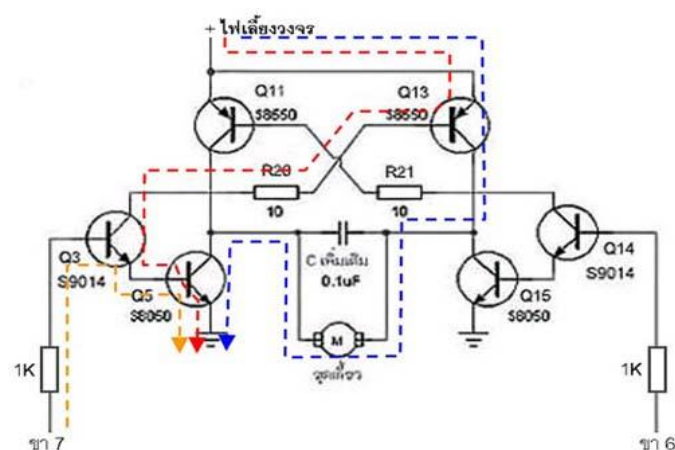
ในการตรวจสอบ เมื่อกด R แล้วชุดเลี้ยวไม่หมุน วัดแรงดันที่ขา 6 ไอซีภาครับมี 2.5-3 โวลต์แล้ว สงสัยได้เลยว่า Q14 Q15 Q11 ตัวใดตัวหนึ่งเสีย



รูปที่ 2.19 วงจรควบคุมชุดเล็ก

เมื่อกดปุ่ม L ที่รีโมท ที่ไอซีภาครับก็จะมีแรงดันออกมาที่ขา 7 ทำให้ Q3 Q5 Q13 ทำงานกระแสไหลผ่านชุดหลอดชุดเล็ก อีกทางหนึ่ง

ในการตรวจสอบ เมื่อกด R แล้วชุดเล็กไม่หมุน วัดแรงดันที่ขา 7 ไอซีภาครับมี 2.5-3 โวลต์แล้วสงสัยได้เลยว่า Q3 Q5 Q13 ตัวใดตัวหนึ่งเสีย



รูปที่ 2.20 การดัดแปลงให้วงจรภาครับ T&T ต่อไฟเลี้ยงวงจรจากแบตเตอรี่ 6-7 ก้อน 7.2-8.4 โวลต์ได้

เพื่อให้สามารถใช้เฟตขับมอเตอร์ออนได้เต็มที่โดยมีการดัดแปลงดังนี้

- ถอดหรือตัดขา R4.3K ออกเพื่อให้วงจรที่แรงดันหยุดทำงาน
- เปลี่ยน R จำกัดกระแสจาก 1K เป็น 220 โอห์ม เพื่อให้ซีเนอร์ไดโอดทำงานได้อย่างถูกต้อง
- เปลี่ยน R18 R19 R20 R21 จาก 10โอห์ม เป็น 220โอห์มถึง 1K แล้วแต่ว่ามีอะไรที่เก่ายู่เท่าไร ที่ต้องเปลี่ยนเพราะว่าแรงดันที่ป้อนให้วงจรเพิ่มขึ้นจากเดิมเบต 2 ก่อนเป็นเบต 6-7 ก่อน คือ 7.2-8.4โวลท์ เมื่อแรงดันเพิ่มขึ้นแต่ถ้าใช้ค่า R18 R19 R20 R21 10โอห์ม เท่าเดิม จะมีกระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์ภาคขับมอเตอร์ และชุดเลี้ยว สูงมาก ๆ หากเอาชิ้นนี้และดูขณะที่ทรานซิสเตอร์ทำงานจะรู้สึกร้อนมาก ทำให้ทรานซิสเตอร์เสียได้ง่าย จึงควรอย่างยิ่งที่ต้องเปลี่ยนค่า R18 R19 R20 R21 ให้สูงขึ้นเพื่อลดกระแสที่ไหลผ่านลงพอที่ทรานซิสเตอร์ทำงานได้อย่างปลอดภัย

- ใช้เฟต เบอร์ IRL3302 หรือ IRFZ44N ก็ได้ ตำแหน่งขาเหมือนกันคือ G D S ต่อตัวต้านทาน 10K-22K ก็ได้เพื่อขา G ของเฟตลงกราวด์เมื่อไม่มีการกดปุ่ม G เพื่อไม่ให้เฟตทำงานเอง เพราะเฟตไวต่อแรงดันอินพุตมาก และเพื่อเป็นโหลดให้วงจรขับด้วย เพราะเฟตต้องการอินพุตที่ขา G เป็นแรงดัน จึงมีกระแสไหลที่ขา G น้อยมาก

ขา G ต่อเข้าที่จุดต่อมอเตอร์ที่แผงวงจร

ขา D ต่อมอเตอร์ มอเตอร์ต่อเข้าขั้ว + แบตเตอรี่

ขา S ต่อลงขั้ว - แบตเตอรี่

2.4.5 มอเตอร์ (Motor)

2.4.5.1 ความรู้เบื้องต้นของมอเตอร์ (Motor)

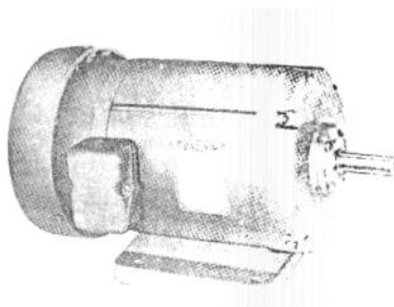
ในปัจจุบันนี้โรงงานต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เพราะเหตุว่าในปัจจุบันนี้มีไฟฟ้ากระแสสลับใช้อย่างกว้างขวาง แต่ทั้งนี้หาใช้ว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะเลิกใช้เลยทีเดียวก็หาไม่ เพราะในงานบางอย่างก็ยังจำเป็นต้องใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอยู่ เช่น มอเตอร์สตาร์ทของรถยนต์ รถจักรยานดีเซล รถรางมอเตอร์ก้านเสมอ หรือยกของหนักในเรือ มอเตอร์ที่กล่าวนี้ เขาสร้างขึ้นให้มีขนาดต่างๆ กัน ตั้งแต่ ขนาด กำลังม้าจนกระทั่งถึงหลายๆ พันกำลังม้า

มอเตอร์ คือ เครื่องที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า (Electrical Ennergy) ให้เป็นพลังงานกล (Mechananical Energy)

2.4.5.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรงซึ่งเรียกกันว่าไดนาโม (Dynamo) มีส่วนประกอบและลักษณะคล้ายกันมา มอเตอร์ที่เป็นเครื่องที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า

(Electrical Energy) ให้เป็นพลังงานกล (Mechanical Energy) นั้น อาจหมุนแล้วใช้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ (เฉพาะไฟฟ้ากระแสตรง) แต่เนื่องด้วยตำแหน่งแนวแกนที่ไม่มีกระแสไฟเกิดทาง Commutator (Axis of Sparkless Commutatio) ต่างที่กันกับของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องเลื่อนเปลี่ยนตำแหน่งที่ตั้งของแปรงถ่านในเมื่อใช้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นมอเตอร์ ดูรูปที่ 2.20



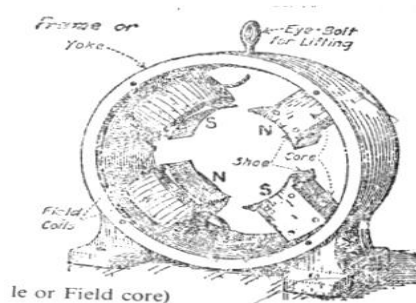
รูปที่ 2.21 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ส่วนประกอบที่สำคัญของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

- 1.) โครง (Frame of yoke)
- 2.) ขั้วสนามแม่เหล็ก (Field Pole or Field Core)
- 3.) แปรงถ่าน (Brush)
- 4.) อามะเจอร์ (Armature)
- 5.) คอมมิวเตอ์ (Commutator)
- 6.) ฝาครอบ (End Plate)

1.) โครง (Frame or yoke)

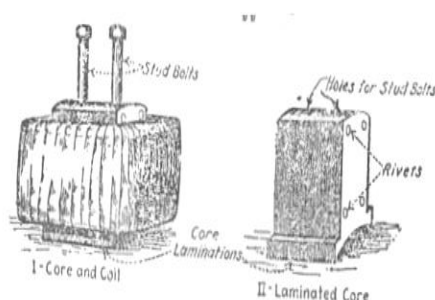
สร้างด้วยเหล็กหล่อ (Cast Iron) หรือเหล็กเหนียว (Steel) เป็นโครงสำหรับยึดขั้วสนามแม่เหล็ก ทำหน้าที่เชื่อมวงจรแม่เหล็กให้ครบวงจร ซึ่งจะนำเอาวัสดุชนิดที่ไม่ใช่สารแม่เหล็กมาสร้างเป็นโครงไม่ได้ ดูรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.22 โครง (Frame or yoke)

2.) ขั้วสนามแม่เหล็ก (Field Pole or Field core)

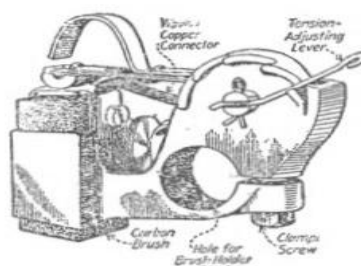
สร้างด้วยเหล็กหล่อ (Cast Iron) หรือเหล็กอ่อนเหนียว (Steel Laminated) เป็นเหล็กแผ่นบางๆ หนาประมาณ 0.025 นิ้ว ออบน้ำยาแล้วนำมาอัดกันเป็นปึก เมื่อสร้างเป็นขั้วสนามแม่เหล็กทำหน้าที่ให้เกิดสนามแม่เหล็ก เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบตัวมัน ดูรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.23 ขั้วสนามแม่เหล็ก

3.) แปรงถ่าน (Brush)

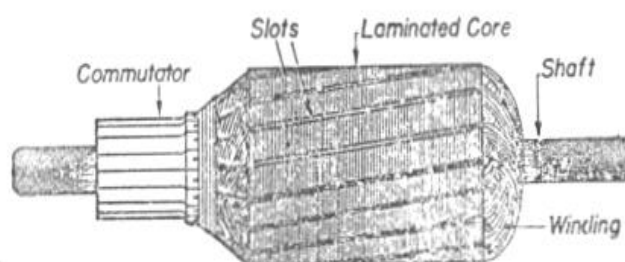
เป็นส่วนผสมของถ่านแกรไฟท์ (Graphite Carbon) ทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยม ทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าเข้ายังคอมมิวเตเตอร์ แปรงถ่านจะต้องกดอยู่ในตำแหน่งที่เลื่อนไปมาไม่ได้ต้องมีสปริงดัดแท่งแปรงถ่านเพื่อกันหลุด และมีช่องถ่าน ซึ่งทำด้วยโลหะบังคับไว้เรียกว่า Brush Holder สปริงมีแรงกด (Pressure) ประมาณ 1.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จากแปรงถ่านมีสายทองแดงเล็กๆ หลายๆ เส้นขั้วเป็นเกลียวต่อไปยังขั้วต่อสาย (Terminals) ดูรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.24 แปรงถ่าน

4.) อามะเจอร์ (Armature)

สร้างด้วยแผ่นแม่เหล็กบางๆ เรียกว่า Laminated Iron Core แต่ละแผ่นหนาประมาณ 0.025 นิ้ว การทำด้วยเหล็กแผ่นบางๆ หลายๆ แผ่นอัดแน่นก็เพื่อลดกระแสไหลวนในแกนเหล็ก รอบๆ ตัวอามะเจอร์จะมีช่องว่างขนาดกว้างเท่าๆ กัน สำหรับพันขดลวดเรียกว่า Slot ปลายของขดลวดทุกๆ ปลายต่อไปยังคอมมิวเตเตอร์ ดูรูปที่ 2.24



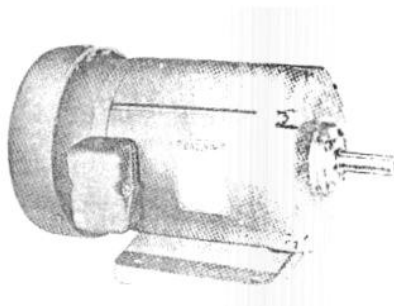
รูปที่ 2.25 อามะเจอร์

5.) คอมมิวเตเตอร์ (Commutator)

การสร้างประกอบด้วยชิ้นส่วนของทองแดง หลายๆ ชิ้นส่วนมีไมก้า (Mica) เป็นฉนวนคั่นระหว่างชิ้นส่วนของทองแดงเหล่านี้ มีหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวด (Coil) ของอามะเจอร์ และเป็นหัวต่อขั้วของขดลวด (Coil) ทั้ง 2 ปลาย ดูรูปที่ 2.24

6.) ฝาครอบ (End Plate)

คือฝาคกรอบมอเตอร์ ส่วนมากสร้างขึ้นด้วยเหล็กหล่อ (cast Iron) หรือเหล็กเหนียว (Steel) หน้าที่ของฝาคกรอบนี้เพื่อบังคับให้อะมีเจอร์หมุนตรงอยู่ในแนวเส้นแรงแม่เหล็กและให้อยู่ในแนวศูนย์กลางของตัวมอเตอร์ด้วย ดูรูปที่ 2.25



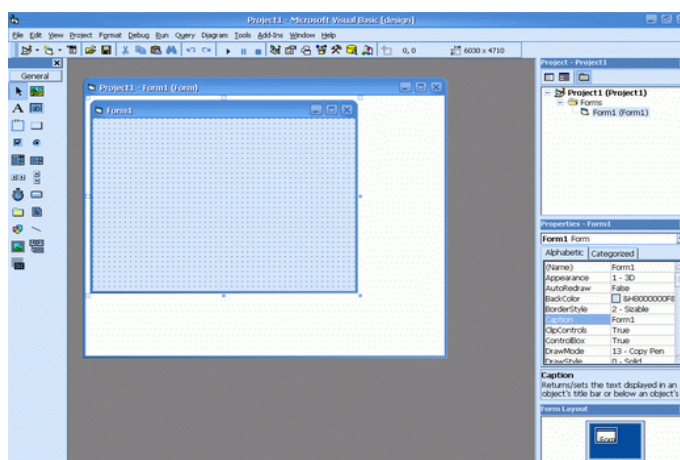
รูปที่ 2.26 ฝาคกรอบ

2.5 โปรแกรมควบคุม

2.5.1 โปรแกรม Visual Basic

ถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้เขียนโปรแกรม Windows ที่ได้รับความนิยมสูงสุด ทั้งนี้เพราะผ่านการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจากเวอร์ชันแรกที่ทำงานบนดอส แล้วมาดัดแปลงขึ้นกับเวอร์ชัน 3.0 ที่ทำงานบน Windows 3.1 จนก้าวมาถึงเวอร์ชันล่าสุด คือ 6.0 ที่ได้รับความนิยมทั้งเมืองไทยและทั่วโลก แต่ก่อนนั้นเราเรียกการสร้างแอปพลิเคชัน (Application) ว่า การเขียนโปรแกรม โดยในอดีตนี้นักเขียนโปรแกรม หรือโปรแกรมเมอร์ต่างต้องผ่านความยุ่งยากซับซ้อนของการเขียนโปรแกรมมาด้วยกันทุกรุ่น ทำให้มองว่า การเขียนโปรแกรมเป็นเรื่องที่ซับซ้อน

2.5.1.1 ส่วนประกอบโปรแกรม



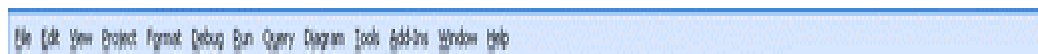
รูปที่ 2.27 รูปร่างของโปรแกรม Visual Basic 6

1. Windows TitleBar



รูปที่ 2.28 Windows TitleBar

2. MenuBar



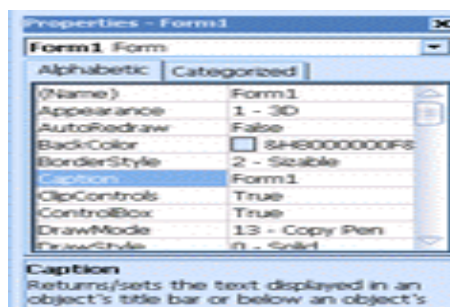
รูปที่ 2.29 MenuBar

3. ToolsBar



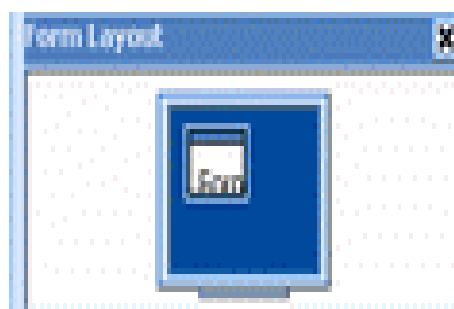
รูปที่ 2.30 ToolsBar

7. Object Properties



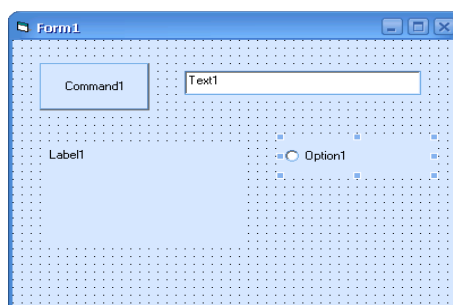
រូបទី 2.34 Object Properties

8. Form Layout



រូបទី 2.35 Form Layout

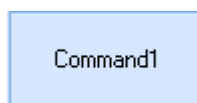
2.5.1.2 Active X Control



រូបទី 2.36 Active X Control

สำหรับ **ActiveX** ที่เราจะเรียนมีอยู่ 4 ตัว ดังรูปข้างบนประกอบไปด้วย

1. Command Button



รูปที่ 2.37 Command Button

Command Button เป็นลักษณะปุ่มสำหรับ รับคำสั่งแล้วนำไปสั่งการรูปแบบที่เราวางไว้ในตัวโปรแกรมแล้วจะทำการแสดงหรือ ปุ่มกด

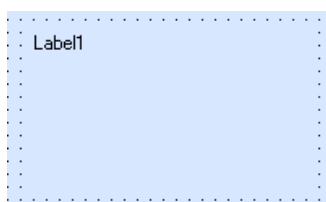
2. TextBox



รูปที่ 2.38 TextBox

TextBox หรือ กรอบข้อความที่มีหน้าที่ในการรับคำสั่งหรือแสดงค่าที่มาจากแป้นพิมพ์ หรือคีย์บอร์ด หรือแสดงตัวอักษร เลข

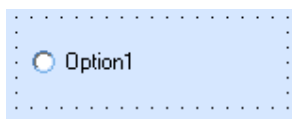
3. Label



รูปที่ 2.39 Label

Label หรือป้ายตัวอักษรมีหน้าที่บ่งบอกหรือแสดงตัวอักษรที่เราได้กำหนดไว้ ว่าสิ่งไหนมีหน้าที่ทำอะไรหรือ ป้ายที่เราสามารถกำหนดตัวอักษรลงไปได้ตามการใช้งาน

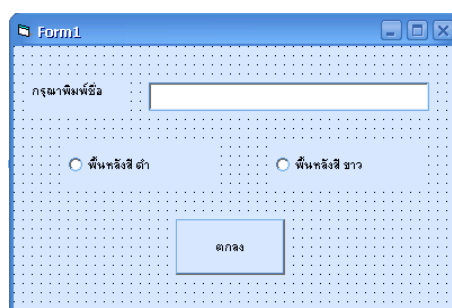
4. Option Button



รูปที่ 2.40 Option Button

เป็นตัวเลือก ซึ่งสามารถเลือกได้เพียงอันเดียวเท่านั้น ไม่สามารถเลือกได้หลายอัน

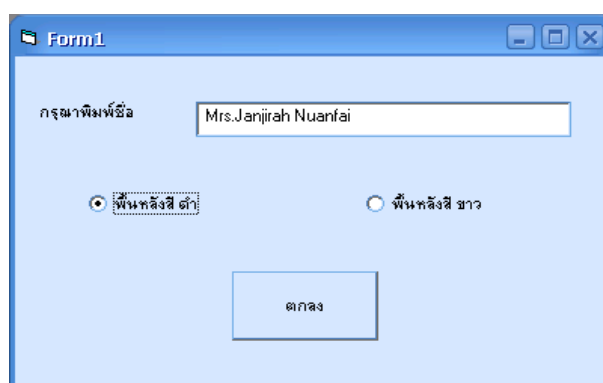
ตัวอย่าง



รูปที่ 2.41 การนำ ActiveX ต่าง ๆ ลงมาวางบนฟอร์ม

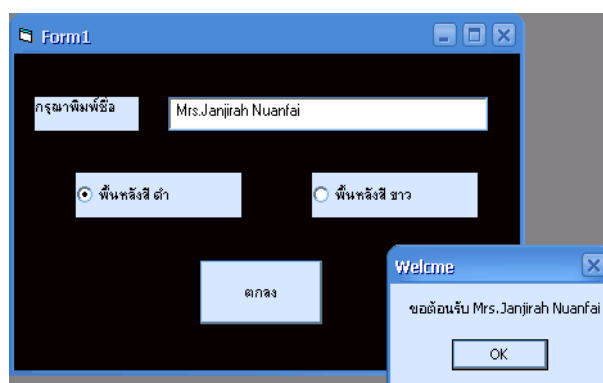
เมื่อเรานำ ActiveX ต่าง ๆ ลงมาวางบนฟอร์มแล้ว ในที่นี้กำหนดให้

1. Label เป็นป้ายบอกว่าให้ทำอะไรกับ TextBox
2. กำหนดให้ถ้าเราเลือก Option Button ที่เขียนว่า พื้นที่สีดำ เมื่อกด ตกลง จะทำการเปลี่ยนพื้นที่สี เช่นกัน กับ Option Button อีกอัน แต่จะเปลี่ยนพื้นที่สีเป็นสีขาว
3. Command Button ในที่นี้จะป้อนในการสั่งงานทั้งหมดในฟอร์ม เมื่อเรากดปุ่มนี้ จะทำการแสดงชื่อ พร้อมกับเปลี่ยนสี พื้นหลังไปด้วย ตามที่เราได้เลือก เมื่อทำการ Run โปรแกรม และเลือกแต่ยังไม่ได้ กดปุ่ม ตกลง



รูปที่ 2.42 Command Button

จะเห็นได้ว่าไม่มีอะไรเกิดขึ้นเนื่องจากว่า เรากำหนดให้ปุ่ม ตกลง เป็นปุ่มสั่งการเมื่อเรากดปุ่ม ตกลง ผลที่ได้



รูปที่ 2.43 การ Run โปรแกรม

สังเกต ได้ว่าเมื่อกดปุ่ม ตกลง แล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในโปรแกรมตามที่เราได้กำหนดไว้

2.5.1.2 คำสั่ง (CODE)

ตารางที่ 2.2 ตารางคำสั่ง (CODE)

MsgBox	มีหน้าที่ในการแสดงกรอบโต้ตอบขึ้นมา
InputBox	เป็นคำสั่งที่ใช้แสดงกรอบข้อความสำหรับรับข้อความจากแป้นพิมพ์

Dim	ใช้ในการ กำหนดตัวแปร
If then else	เป็นคำสั่ง ที่ใช้ต่อเมื่อมีเงื่อนไข
Do Loop	เป็นคำสั่งที่ใช้ในการทำซ้ำ
For Next	เป็นคำสั่งที่ใช้ในการทำซ้ำที่มีจำนวนรอบในการทำซ้ำแน่นอน
Cdbl()	เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดตัวแปรเป็นแบบ Double หรือ ทศนิยม
CStr()	เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดตัวแปรเป็นแบบ String หรือ ตัวอักษร

2.5.1.3 รูปแบบในการใช้คำสั่ง

1. คำสั่ง Dim

รูปแบบในการใช้ Dim ตามด้วยตัวแปร As รูปแบบที่ต้องการให้ตัวแปรนั้นเป็น ตัวอย่าง Dim Name As String

2. คำสั่ง InputBox

Dim resp As Integer

resp = Int(InputBox("ทดสอบ InputBox", "Test", 20))

3. คำสั่ง MsgBox

รูปแบบในการใช้ MsgBox"ใส่ข้อความที่ต้องการแสดง",ตามด้วยรูปแบบ,"ข้อความที่โต้ตอบ" ตัวอย่าง MsgBox"ขอต้อนรับ",VbOkonly,"Welcome"

4. คำสั่ง If then Else

Dim resp As Integer

resp = MsgBox("คุณเป็นเพศชายใช่หรือไม่?", vbYesNo + vbQuestion, "If...Then...Else")

If resp = vbYes Then

MsgBox "คุณคงหล่อมากนะครับ"

Else

MsgBox "คุณคงสวยมากนะครับ"

End If

5. คำสั่ง For Next

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการทำซ้ำโดยมีการกำหนดจำนวนรอบอย่างชัดเจน

```
Dim i As Integer, cnt As Integer
txtResult.Text = ""
cnt = Int((10 * Rnd) + 3) ' สุ่มตัวเลขตั้งแต่ 3 ถึง 12
txtResult.Text = "วนแบบย้อนกลับ" & CStr(cnt) & " รอบ " & vbCrLf
For i = cnt To 1 Step -1
txtResult.Text = txtResult.Text & "รอบที่" & i & vbCrLf
Next i
```

6. คำสั่ง CDbI

รูปแบบคำสั่ง CDbI(ตัวแปรหรือObjectที่ต้องการ) โดยทั่วไปแล้วคำสั่ง CDbI นี้จะต้องมีตัวแปรที่กำกับ

```
Dim Number As string
Number=CDbI(Text1.Text)
```

จากคำสั่ง CDbI(Text.Text) นั้น หมายความว่า ให้เปลี่ยนข้อมูลที่ได้รับใน Text1.Text เป็นแบบทศนิยม ส่วน Number นั้น คือตัวแปร นั่นคือ Number = ข้อความที่ได้รับใน Text1 โดยเปลี่ยนเป็นแบบทศนิยมแล้ว เช่นเดียวกับ คำสั่ง CStr() แต่ CStr เป็นการเปลี่ยนข้อมูลไปเป็นแบบ String หรือตัวอักษร แต่วิธีการใช้เหมือนกัน

2.5.1.4 ตัวอย่างโปรแกรมที่ได้จากคำสั่งต่าง ๆ

1. MsgBox

```
MsgBox"ข้อต้อนรับ",VbOkonly,"welcome"
```

การแสดงผล



รูปที่ 2.44 การแสดงผล

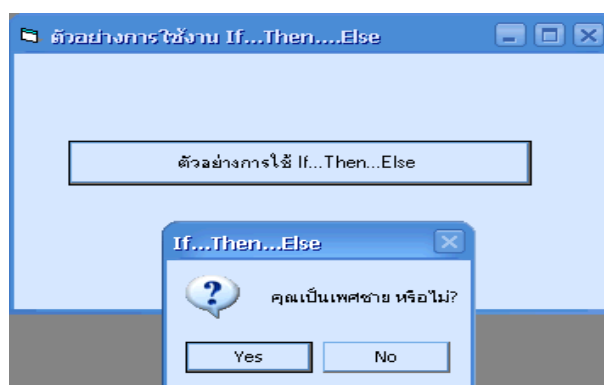
2. If then Else

```

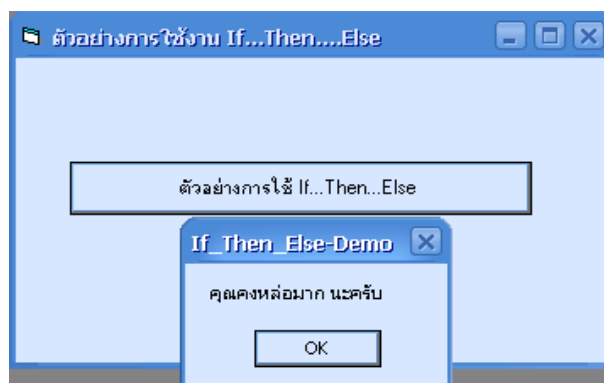
Dim resp As Integer
resp = MsgBox("คุณเป็นเพศชายใช่หรือไม่?", vbYesNo + vbQuestion, "If...Then...Else")
If resp = vbYes Then
MsgBox "คุณคงหล่อมากนะครับ"
Else
MsgBox "คุณคงสวยมากนะครับ"
End If

```

การแสดงผล



รูปที่ 2.45 แสดงการRun โปรแกรม การใช้ If then Else



รูปที่ 2.46 แสดงการRun โปรแกรม การใช้ If then Else

3. For Next

```

Dim i As Integer, cnt As Integer
txtResult.Text = ""
cnt = Int((10 * Rnd) + 3) ' สุ่มตัวเลขตั้งแต่ 3 ถึง12

```

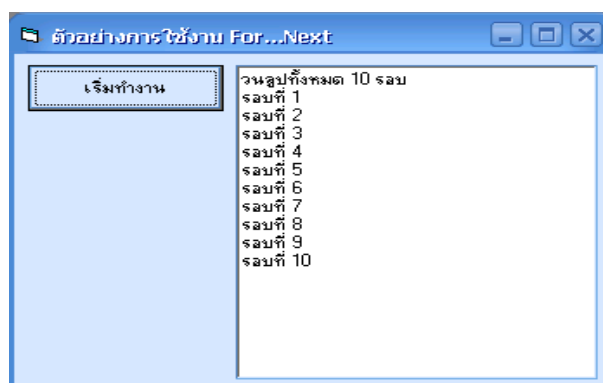
```
txtResult.Text = "วนแบบย้อนกลับ" & CStr(cnt) & " รอบ " & vbCrLf
```

```
For i = cnt To 1 Step -1
```

```
    txtResult.Text = txtResult.Text & "รอบที่" & i & vbCrLf
```

```
Next i
```

การแสดงผล



รูปที่ 2.47 การแสดงผล For Next

ตารางที่ 2.3 แสดงประเภทของตัวแปร

ชนิด	คำอธิบาย	ขนาด หน่วยความจำ
Byte	ข้อมูลจำนวนเต็มตั้งแต่ 0 ถึง 255	1 ไบต์
Boolean	เป็นข้อมูลทางตรรกะ : จริง True, เท็จ False	2 ไบต์
Integer	เป็นจำนวนเต็มระหว่าง -32,768 ถึง 32,767	2 ไบต์
Long	เป็นจำนวนเต็มระหว่าง -2,147,483,648 ถึง 2,147,483,647	4 ไบต์
Single	เป็นเลขทศนิยมระหว่าง -3.402823E38 ถึง -1.401298E-45 สำหรับค่าลบ และ 1.401298E-45 ถึง 3.402823E38 สำหรับค่า บวก	4 ไบต์
Double	เป็นเลขทศนิยมระหว่าง -1.79769313486232E308 ถึง -4.94065645841247E-324 สำหรับค่าลบ และ 4.94065645841247E-324 ถึง 1.79769313486232E308 สำหรับค่า บวก	8 ไบต์

Currency	เป็นเลขที่มีค่าตั้งแต่ -922,337,203,685,477.5808 ถึง 922,337,203,685,477.5807	8 ไบต์
Date	เป็นวันที่ตั้งแต่ 1 มกราคม ค.ศ. 100 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 9999	8 ไบต์
Object	เป็นข้อมูลที่อ้างอิงออบเจกต์ จึงเก็บแอสเตอรส์ของออบเจกต์ไว้	4 ไบต์
String	เก็บสตริง หรือข้อความที่เรียงต่อกัน	60 KB หรือ 2 MB
Varaint	เป็นข้อมูลชนิดพิเศษที่เก็บค่าได้ทุกรูปแบบ (รวมไปถึงค่าพิเศษต่างๆเช่น EMPTY, NULL เป็นต้น)	16 ไบต์

2.5.1.5 การกำหนดตัวแปร

1. ในการกำหนดตัวแปรนั้นเราสามารถจะใช้ชื่อตัวแปรอะไรก็ได้แต่ต้องไม่เป็นคำเฉพาะของโปรแกรม Visual Basic เช่น Do,Until,End เพราะตัวโปรแกรมจะเกิดการ Error เนื่องจากไปซ้ำกับคำเฉพาะของโปรแกรม ในการกำหนดตัวแปร เราจะใช้คำสั่ง Dim Dim ชื่อตัวแปร As ชนิดตัวแปร,ชื่อตัวแปร AS ชนิดตัวแปร เช่น

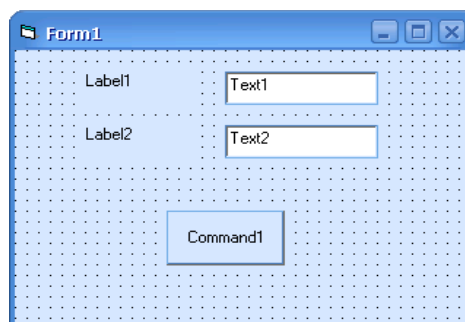
Dim Number As Double หมายความว่า กำหนดให้ตัวแปรชื่อ Number เป็นรูปแบบ ทศนิยม

Dim N As String หมายความว่า กำหนดให้ตัวแปรชื่อ N เป็นรูปแบบ ตัวอักษร

Dim Point As Double, Grade As Integer หมายความว่า กำหนดให้ตัวแปรชื่อ point เป็นแบบเลขทศนิยม และ ตัวแปรชื่อ Grade เป็นแบบจำนวนเต็ม

2.5.1.6 การคำนวณ

1. ในที่นี้เราจะทำโปรแกรม บวกเลข แบบง่ายๆ ทำรูปแบบ Form ให้เป็นดังรูปที่ 2.48



รูปที่ 2.48 รูปแบบ Form

ตารางที่ 2.4 การกำหนดค่าต่างๆ ในฟอร์ม

Object	Properties	ค่าที่กำหนด
Label1	Name	lbl1
	Caption	ตัวเลขที่ 1
Label2	Name	lbl2
	Caption	ตัวเลขที่2
Text1	Name	txt1
	Text	
Text2	Name	txt2
	Text	
Command1	Name	cmd1
	Caption	ผลลัพธ์

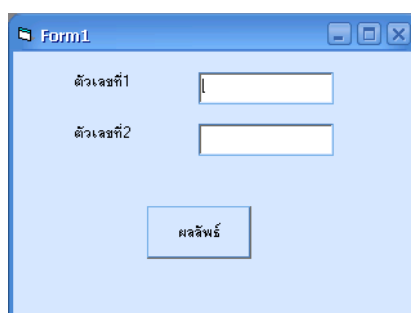
เมื่อกำหนดค่าต่างๆ แล้ว เราจะเริ่มเขียนโค้ด การทำงาน โดย ดับเบิลคลิกที่ ปุ่ม ผลลัพธ์

```

Dim Num1 As Double, Num2 As Double, result As Double
Num1 = Cdbl(txt1.Text)
Num2 = Cdbl(txt2.Text)
result = Num1 + Num2
MsgBox "ผลลัพธ์ที่ได้ " & CStr(result), vbOKOnly, "Total"

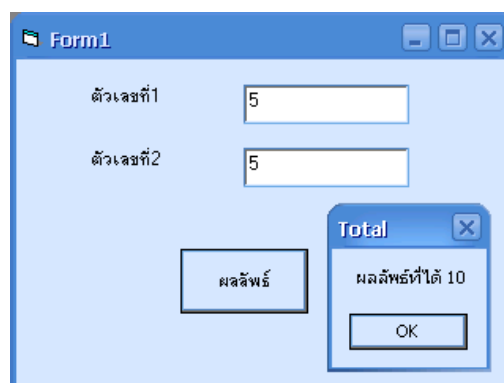
```

รันดูผล จะได้ผลดังรูปที่ 2.49



รูปที่ 2.49 Run โปรแกรม

เมื่อเรา ใส่ ตัวเลข ลงไปจะได้ผลลัพธ์จากการบวก ออก มา ในที่นี้เราจะใส่ตัวเลขเป็น 5 บวกกัน จะได้ดังรูปที่ 2.50



รูปที่ 2.50 ผลลัพธ์จากการบวก

2.5.1.7 คำสั่งกำหนดการทำงานแบบมีเงื่อนไข

1. คำสั่ง If then Else

```

Dim resp As Integer
resp = MsgBox("คุณเป็นเพศชายใช่หรือไม่?", vbYesNo + vbQuestion, "If...Then...Else")
If resp = vbYes Then

```

```

MsgBox "คุณคงเหนื่อยมากนะครับ"
Else
MsgBox "คุณคงสวยมากนะครับ"
End If

```

2. คำสั่ง Select Case

```

Dim age As Integer
age = Int(InputBox("คุณอายุเท่าไร", "Select_Case"))
Select Case age
Case 1 To 12
MsgBox "คุณยังละอ่อนอยู่"
Case 13 To 24
MsgBox "คุณเป็นวัยรุ่น"
Case 25
MsgBox "คุณอยู่ในวัยทำงาน"
Case 26 To 60
MsgBox "คุณเป็นวัยเคयरรุ่น"
Case 61 To 100
MsgBox "คุณแก่แล้ว"
Case Else
MsgBox "ลองระบุอายุของคุณใหม่", vbInformation
End Select

```

2.5.1.8 การทำงานแบบวนรอบ

1. แบบ While...Wend

รูปแบบ While <ทดสอบเงื่อนไข จริง หรือ เท็จ><ถ้าเงื่อนไขเป็นจริง ให้ทำงานตามคำสั่ง>Wend

```

Dim answer As Integer, cnt As Integer, hint As Integer
answer = Int((10 * Rnd) + 0)
cnt = 1
hint = Int(InputBox("ทายตัวเลขระหว่าง 1 ถึง 9 ", "เกมส์ทายตัวเลข"))
While hint <> answer
hint = Int(InputBox("ยังไม่ถูกต้อง, ทายอีกครั้ง", "เกมส์ทายตัวเลข"))

```

```

cnt = cnt + 1

Wend

MsgBox "คุณหายไปทั้งคืน" & cnt & " ครั้ง" & vbCrLf & "ตัวเลขที่ถูกต้องคือ" & answer,
vbOKOnly + vbInformation, "ผลออกมา"

```

2. แบบ For Next

For ตัวแปรใช้นับจำนวนรอบ = จำนวนรอบเริ่มต้น To จำนวนรอบสุดท้าย [Step ของการนับ]
 <ทำงานตามคำสั่ง>Next ตัวแปรที่ใช้วัดจำนวนรอบ

```

Dim i As Integer, cnt As Integer

txtResult.Text = ""

cnt = Int((10 * Rnd) + 3) ' สุ่มตัวเลขตั้งแต่ 3 ถึง 12
txtResult.Text = "วนแบบย้อนกลับ" &
CStr(cnt) & " รอบ " & vbCrLf

For i = cnt To 1 Step -1

txtResult.Text = txtResult.Text & "รอบที่" & i & vbCrLf

Next i

```

2.5.2 การเขียนโปรแกรมโดยใช้ Visual Basic เพื่อควบคุมฮาร์ดแวร์

การเขียนโปรแกรมโดยใช้ Visual Basic เพื่อควบคุมฮาร์ดแวร์ ผ่านพอร์ตขนาน (Parallel Port) ได้ทั้งการส่งค่าไปควบคุม (Output) และการรับค่าตรวจสอบ (Input) ต้องบอกก่อนว่า Visual Basic สามารถเข้าถึงระบบฮาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์ไม่ได้โดยตรงแต่ต้องใช้ไฟล์ DLL (Dynamic Link Library) เข้ามาช่วย เพื่อเรียกใช้ฟังก์ชันติดต่อกับพอร์ตได้

ในส่วนของการเขียนโปรแกรม VB ติดต่อกับ Hardware ภายนอกผ่าน Parallel Port นั้นทำได้ 2 แบบ

1. ติดต่อกับ Printer Port
2. ติดต่อกับ Card I/O IC 8255

ในที่นี้จะนำเสนอแบบที่ 1 ก่อน คือการติดต่อกับ Printer Port เพื่อความเข้าใจและสามารถนำไปทดลองได้ด้วยตนเองโดยไม่ยุ่งยาก ก่อนอื่นต้อง Download File DLL ที่หัวข้อ Application ชื่อ I/O PortDllFile จากนั้น Copy Fill DllPort.Dll ไปไว้ที่ Directory Windows\System ของเครื่อง คอมพิวเตอร์ ทำความเข้าใจการอ้างอิง Address Printer Port

การใช้ฟังก์ชันทั้ง Inp32 และ Out32 จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอ้างอิง Address Printer Port ในการที่จะไปตรวจสอบและส่งค่าในแต่ละ bit ของ Printer Port โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1) Data คือส่วนที่เป็นส่งข้อมูลที่มีจำนวน 8 bit ให้กับ Printer (คอมพิวเตอร์ด้วยกันก็ได้) อีกทั้งอันนี้แหละที่เราจะควบคุมสัญญาณแต่ละ bit เพื่อนำไปใช้ต่อกับอุปกรณ์ภายนอกสำหรับตำแหน่งอ้างอิง ของ Data Port จะเท่ากับตำแหน่งของ base printer port

LPT1 Data=H378

LPT2 Data=H278

2) Status คือส่วนที่เป็นตัวคอยตรวจสอบสถานะของ Printer เช่น เครื่อง เครื่อง Error, กระดาษหมด, ส่งสัญญาณพร้อมทำงาน เป็นต้น

ทั้งนี้เราสามารถนำเอา Status Port นี้มาใช้ในงานควบคุมอุปกรณ์ได้โดยเป็นตัวรับสัญญาณ Input (+5 Vdc) สำหรับตำแหน่งอ้างอิงของ Data Port จะเท่ากับตำแหน่งของ base printer port+1

LPT1 Status=H379 (H378+1)

LPT2 Status=H279 (H278+1)

3) Control คือส่วนที่ควบคุมการทำงานของ Printer เช่น Strobe, Auto linefeed, Select printer เป็นต้น สามารถจะรับและส่งข้อมูลได้ 6 bit สำหรับตำแหน่งอ้างอิงของ Data Port จะเท่ากับตำแหน่งของ base printer port + 1

LPT1 Status=H37A(H378+2)

LPT2 Status=H27A(H278+2)

2.5.2.1 เริ่มต้นการเขียนโปรแกรม

มากล่าวถึงในโปรแกรม Visual Basic อันดับแรกให้คุณสร้าง New Project ขึ้นมาใหม่ ซึ่งเลือกใช้ แบบ Standard EXE ตัวโปรแกรม VB จะสร้าง Form ว่างๆมาหนึ่ง Form ต่อจากนั้นให้เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่เมนู Project ---> Add Module เพื่อสร้างโมดูลขึ้นมา 1 File ซึ่งมีนามสกุล .BAS เพื่อที่จะไว้ให้ประกาศ API Function ของ DLL ที่ต้องใช้ประกาศไว้ใน Module ของ Visual Basic เพื่อสำหรับการเขียนโปรแกรมที่ใช้หลายๆ ฟังก์ชันใน Project นั้น และเพื่อความสะดวกในการเรียกใช้งาน กับการเขียนโปรแกรมอื่นๆ ต่อไปแต่ถ้าหากจะใช้เพียงแค่ฟังก์ชันเดียวก็ไม่ต้องสร้างไฟล์โมดูลสามารถประกาศ ไว้ภายในฟอร์มได้เลย รูปแบบประโยคที่ใช้ประกาศในโมดูลมีดังนี้

Output Port

```
Public Declare Sub Out Lib "DllPort.dll" Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer,
ByVal Value As Integer)
```

ในส่วนของ Input Port

```
Public Declare Function Inp Lib "DllPort.dll" Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer)
As Integer
```

แต่ถ้าหากเขียนโปรแกรมใช้เพียงแค่ฟอร์มเดียวก็จำเป็นต้องใช้โมดูลก็ได้โดยเพียงแค่เปลี่ยนจากคำว่า Public ไปเป็น Private รูปแบบเป็นดังนี้

Output Port ประกาศแบบ Private

```
Private Declare Sub Out Lib "DllPort.dll" Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer,
ByVal Value As Integer)
```

Input Portประกาศแบบ Private

```
Private Declare Function Inp Lib "DllPort.dll" Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer)
As Integer
```

ทั้ง 2 วิธีที่กล่าวมาควรเขียนให้เป็นบรรทัดเดียวกันแต่ถ้าหากจะเลื่อนบรรทัดลงต้องเว้นวรรคบรรทัดบนก่อนแล้วใส่เครื่องหมายขีด _ ต่อจากนั้นจึงมาเขียนที่บรรทัดด้านล่างต่อได้

การเขียนโปรแกรมโดยเรียกใช้ Function Out และ Inp

จากการที่เราประกาศ Function เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนนี้จะไม่สนใจในโมดูลอีกแล้ว ให้คุณเข้ามาที่ Form ซึ่งเมื่อคุณ Save แล้วจะเป็นนามสกุล .FRM ก่อนอื่นเรามาทำความเข้าใจถึงค่าที่อ้างอิงตำแหน่ง (Address) ของ Printer Port กันเล็กน้อย ตอนนี้เราเริ่มต้นเขียนโปรแกรมกันได้แล้ว โดยเข้าไปใน Mode ของ View Code จัดการประกาศตัวแปรที่ใช้ใน Form ดังนี้

```
Dim PortData ' ตัวแปรสำหรับข้อมูลที่พอร์ต
```

```
Const AddressLPT1 = &H378 'ค่าคงที่สำหรับตำแหน่ง Printer Port 1(LPT1)และData Port
```

```
Const Statusport1 = AddressLPT1+1 'ค่าคงที่สำหรับตำแหน่ง Status Port(LPT1)
```

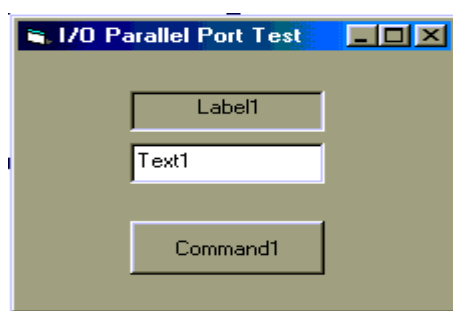
Const Controlport1 =AddressLPT1+2 'ค่าคงที่สำหรับตำแหน่ง Control Port (LPT1)

Const AddressLPT2 =&H278 'ค่าคงที่สำหรับตำแหน่ง Printer Port 2(LPT2)และData Port

Const Statusport2 =AddressLPT2+1 'ค่าคงที่สำหรับตำแหน่ง Status Port(LPT2)

Const Controlport2 =AddressLPT2+2 'ค่าคงที่สำหรับตำแหน่ง Control Port (LPT2)

ตอนนี้เราก็จะมาสร้าง Form การส่งค่าและรับค่าจาก Parallel Port ในโปรแกรม Visual Basic ให้คลิกเลือกตัว Control จาก Control Dialog คือ TextBox 1 ตัว, Label 1 ตัว และ Command Button 1 ตัว วางลงใน Form จัดวางดังรูปที่ 2.51



รูปที่ 2.51 สร้าง Form การส่งค่าและรับค่าจาก Parallel Port

สำหรับการส่งค่าออกทาง Parallel Port สามารถเรียกใช้ได้ดังนี้

Call Out (PortAddress,Data)

สำหรับการรับค่าที่ตำแหน่ง Parallel Port ซึ่งเป็นฟังก์ชัน เรียกใช้โดยไม่ต้องมี Call Inp (PortAddress) ส่งสัญญาณ Output

การเขียนโค้ดในตัว Control เริ่มที่การส่งค่าออกไปควบคุม Parallel Port สิ่งที่ต้องทำคือ การใส่ค่าที่ Textbox และส่งค่าออกโดยคลิก ที่ Command Button ส่วนการรับค่าที่ Port จะแสดงที่ Label โดยทั้งหมดที่กล่าวมาเขียนใน View Code ในตัว Control Command Button ดังนี้

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
PortData = Val("&H" & Text1.Text) 'นับค่าในTextbox มาไว้ในตัวแปร PortData
```

```
Call Out (AddressLPT1, PortData) 'ส่งค่าออกไปที่ Port
```

```
Label1.Caption = Hex(Inp(AddressLPT1)) 'อ่านค่าจาก I/O Port LPT1เป็นเลขฐาน16
```

```
End Sub
```

ในการส่งค่า PortAddress ที่ Printer Port มีค่า=&H378 Data ที่ส่งไปนั้นคือค่าที่ไปออกที่ Printer Port ซึ่งเราส่งด้วยเลขฐาน16 แต่ที่ Port จะแปลงข้อมูลเป็นฐาน 2 ซึ่งมีข้อมูลจำนวน 8 บิต เช่น เลขฐาน16 &H0F ที่ Port =00001111₂ ของฐาน 2

ตารางที่ 2.5 การกำหนดเลขฐาน16 ควบคุมบิตที่ออก Port

Bit No.	Hex	Binary
1	&H01	00000001
2	&H02	00000010
3	&H04	00000100
4	&H08	00001000
5	&H10	00010000
6	&H20	00100000
7	&H40	01000000
8	&H80	10000000
ดีดหมด	&HFF	11111111
ดับหมด	&H00	00000000

โดยข้อมูลที่เป็น 1 จะเป็นสัญญาณมีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (TTL) ประมาณ 5 โวลท์ สามารถนำไปใช้งานได้ เช่น ขับ LED , Transistor, Relay, มอเตอร์รถเด็กเล่น ฯลฯ ซึ่งตามค่าที่ได้จะมีหลอด LED ที่ 1,2,3,4 ด้านขวามือเรียงตามลำดับ จะสว่างขึ้น เราอาจทดลองเอา LED ต่ออนุกรมด้วย ตัวต้านทาน= 1 kโอห์ม สัก 8 ดวง แล้วไปต่อที่ Printer Port ดูว่าสัญญาณในหัวข้อ Hardware เมนูชื่อ Parallel Port Detail คลิกที่นี่จะบอกว่าขาไหนเป็นขาสัญญาณ I/O Port ซึ่งในที่นี้เราใช้ขาที่ 2-9 เป็นขา I/O Data



รูปที่ 2.52 แสดงการต่อทดสอบกับ LED

จากรูปจะเห็นว่าใช้ LED8 ดวง 3 แถว และมีสวิตช์ด้วย ซึ่งชุดทดลองนี้ใช้กับ Card I/O Parallel Port IC 8255 ซึ่งมีจำนวน Port I/O จำนวน 9 Port หรือ 72 bit โดยมีแรงดัน (TTL) 0-5 โวลต์ ส่วนสวิตช์มีไว้ทดสอบสำหรับสัญญาณ input

2.5.3 พอร์ตขนาน

2.5.3.1 ความเป็นมาของพอร์ตขนาน

ปกติคอมพิวเตอร์มีพอร์ตขนาน (Parallel Port) หนึ่งพอร์ต ซึ่งรู้จักกันในชื่อของ "พอร์ตสำหรับเครื่องพิมพ์ (Printer Port)" ทั้งนี้เพราะแรกทีเดียวที่มีการพัฒนา สำหรับพีซีในปี 1981 ออกแบบโดย IBM นั้นมีพอร์ตดังกล่าวสำหรับเครื่องพิมพ์ คอมพิวเตอร์ ยุคก่อนๆ (เครื่องระดับ 486 ลงไป) นั้นส่งข้อมูลไปให้เครื่องพิมพ์แบบทิศทางเดียว (Uni Direction) คือการส่งจากคอมพิวเตอร์ไปเครื่องพิมพ์ โดยมีความเร็ว 150-200 กิโลไบต์ต่อวินาที

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะที่ใช้กันทั่วไป 3 โหมดด้วยกันเนื่องจากเห็นว่าคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ใช้กันปัจจุบันนั้น โดยมากจะมีค่าให้กำหนดเพียง 3 โหมด (สำหรับโหมดที่เหลือที่ไม่ได้นำมากล่าวคือ (Nibble และ Byte)

1. Normal Mode หรือ SPP Mode (Standard Parallel Port)

เป็นข้อระบุของการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปเครื่องพิมพ์ตามปกติ หรือเรียกว่าเป็น โหมดปกติ ซึ่งเป็นพอร์ตขนานดั้งเดิม ที่ถูกพัฒนามาพร้อมกับเครื่อง IBM นั้นเอง เพียงแต่ได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมโดยคงความเข้ากันได้กับโหมดพอร์ตขนานแบบเดิมไว้ ดังนั้นจึงเรียกกันโดยทั่วไปว่า Compatibility Mode หรือ Centronics Mode ข้อสังเกตสำหรับการทำงาน ของโหมดปกติก็คือมีการส่งข้อมูลในทิศทางเดียวจากคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ปลายทาง เครื่องพิมพ์ SPP Mode ถูกพัฒนาให้มีการส่งข้อมูลความเร็วสูงขึ้นราวประมาณ 500 กิโลไบต์ต่อวินาที ซึ่งเห็นได้ว่าเพียงพอสำหรับเครื่องพิมพ์แบบเข็ม (Dot Matrix) และเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์รุ่นเก่า แต่ไม่เพียงพอสำหรับการ์ดเครือข่าย หรือสำหรับโทรศัพท์แบบเคลื่อนย้ายได้ และเครื่องพิมพ์เลเซอร์รุ่นใหม่

2. EPP Mode (Enhanced Parallel Port)

พัฒนาโดย Intel, Xircom and Zenith Data Systems เมื่อปี 1994 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของพอร์ตขนาน พอร์ตขนานแบบ EPP ยังเข้ากันได้กับ SPP ส่วนที่ถูกพัฒนาขึ้น คือ พัฒนาให้มีการรับส่งข้อมูลสองทิศทางที่ความเร็วสูงขึ้น 500 กิโลไบต์ถึง 2 เมกะไบต์ต่อวินาที ทั้งนี้เพื่อใช้งานพอร์ตขนานกับอุปกรณ์อื่นๆนอกเหนือไปจากเครื่องพิมพ์ อุปกรณ์ที่นำมาใช้กับพอร์ตขนาน

แบบ EPP คือ ฮาร์ดดิสก์ การ์ดเครือข่าย คุณสมบัติของ EPP คือ สามารถส่งข้อมูลได้ 2 ทิศทาง (Bi-directional) และความเร็วในการส่งข้อมูลมากขึ้น

ประโยชน์ของการส่งข้อมูลแบบสองทิศทาง คือ ทำให้การสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ต่อพ่วงที่นำมาใช้งานกับพอร์ตขนานดังกล่าวได้ ทำให้สามารถตรวจสอบสถานะและรายงานสถานะการทำงานไปยังคอมพิวเตอร์ได้ จากการพัฒนาดังกล่าวส่งผลให้ผู้ผลิตเครื่องพิมพ์หลายราย โดยเฉพาะเครื่องพิมพ์ประเภทเลเซอร์และเครื่องพิมพ์ประเภทฉีดหมึกต่างก็พัฒนาเครื่องพิมพ์ของตนให้ใช้ประโยชน์จากพอร์ตขนาดแบบใหม่ได้ เช่น พิมพ์งานเร็วมากขึ้นและมีการตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องพิมพ์ทุกๆ ระยะ เช่น ตรวจสอบว่าเครื่องพิมพ์อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ มีกระดาษสำหรับพิมพ์งานหรือไม่ รวมไปถึงการตรวจสอบปัญหาความผิดพลาดต่างๆ และแสดงข้อความบอกสถานะนั้นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เช่น Out of Paper , Cover Open ON ซอฟต์แวร์ควบคุมการพิมพ์บางรายถึงขนาดแจ้งวิธีแก้ปัญหาแบบทีละขั้นตอน (Step by Step) บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้ใช้งานแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองได้

3. ECP Mode (Extended Capabilities Port)

ECP ถูกเสนอโดย Hewlett Packard และ Microsoft เพื่อนำมาใช้งานกับเครื่องพิมพ์และสแกนเนอร์รวมถึงอุปกรณ์ต่อพ่วง (Peripheral) อื่นๆ ECP สามารถใช้ DMA Channel (Direct Memory Access Channel) ได้ทำให้ความเร็วการส่งข้อมูลเพิ่มขึ้นเพราะไม่ต้องรอเวลาเมื่ออุปกรณ์ที่นำมาต่อพอร์ตขนานต้องการเข้าถึงหน่วยความจำในขณะเดียวกันก็ลดการขัดจังหวะการทำงาน ของ ซีพียู ความเร็วในการส่งข้อมูลสูงถึง 2 เมกะไบต์ต่อวินาที เครื่องพิมพ์รุ่นใหม่ ๆ หลายรุ่นปัจจุบันสามารถใช้งานโหมด ECP ซึ่งทำให้สามารถส่งข้อมูลสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้มากขึ้น แสดงสถานะการทำงาน และทำการตรวจสอบการทำงานของตัวเองได้ (ดูข้อมูลเพิ่มเติมได้จากเอกสาร มาตรฐาน ECP Mode โดย IEEE)

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ที่ซื้อมาใช้งานจะมีพอร์ตขนานทุกโหมดบนเมนบอร์ดอยู่แล้ว แต่ต้องกำหนดใน BIOS ว่าต้องการให้พอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์นั้นมีโหมดการทำงานเช่นไร ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องพิมพ์ที่นำมาใช้งาน หรืออุปกรณ์ที่นำมาใช้งานกับพอร์ตขนานนั้นๆ กำหนดว่าต้องใช้งานกับพอร์ตขนานประเภทใด ในที่นี้จะยกตัวอย่างเฉพาะคอมพิวเตอร์ที่ใช้ BIOS ที่ผลิตโดย Awards สำหรับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ BIOS ที่ผลิตโดยผู้ผลิตรายอื่นสามารถดูได้จากคู่มือว่าจะเปลี่ยนโหมดของพอร์ตขนานได้อย่างไร การเลือกประเภทให้พอร์ตขนานใช้งานกับคอมพิวเตอร์ ทำได้โดยการ SETUP BIOS ของคอมพิวเตอร์ตามขั้นตอนต่อไปนี้

- เปิดสวิตช์คอมพิวเตอร์และจอภาพเหมือนเปิดใช้งานคอมพิวเตอร์ตามปกติ
- กดแป้น DEL เมื่อหน้าจอปรากฏข้อความว่า Press to setup

- ที่หน้าจอการเซตอัปไบออสให้เลือก PCI I/O Onboard Setup หรือ PCI CONFIGURATION (หรือ Integrated peripheral และอื่นๆขึ้นอยู่กับผู้ผลิตเมนบอร์ดกำหนด) โดยเลื่อนแป้น ลูกศรขึ้น-ลง ไปยังตำแหน่งดังกล่าว แล้วกด Enter
- เมื่อจอภาพ ROM PCI/ISA BIOS ปรากฏให้เลือกบรรทัด Parallel Port Mode บรรทัดนี้จะ แสดงว่าพอร์ตที่เลือกไว้เดิมนั้นเป็นพอร์ตโหมดอะไร สามารถเปลี่ยนโหมดได้โดยการกดปุ่ม + บนคีย์บอร์ด จนกระทั่งพบโหมดที่ต้องการ
- เมื่อเลือกเสร็จแล้วให้กลับไปยังเมนูหลักโดยการกดแป้น Esc
- ที่เมนูหลัก เลือก SAVE & EXIT SETUP กด Y เพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลง
- คอมพิวเตอร์จะบูตใหม่อีกครั้งและโหมดเครื่องพิมพ์ถูกเปลี่ยนแปลงเป็นโหมดใหม่

2.6 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องตัดหญ้า

เครื่องยนต์แต่ละเครื่องจะประกอบด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ มากมาย ชิ้นส่วนเหล่านี้แต่ละชนิดก็จะมีรูปร่างลักษณะ ขนาด และวัตถุประสงค์ในการใช้งานแตกต่างกันออกไป ตามความจำเป็นของเครื่องยนต์แต่ละเครื่อง สำหรับชิ้นส่วนที่สำคัญอันเป็นชิ้นส่วนหลักของเครื่องยนต์ จะจำแนกออกได้เป็น 2 ลักษณะด้วยกัน

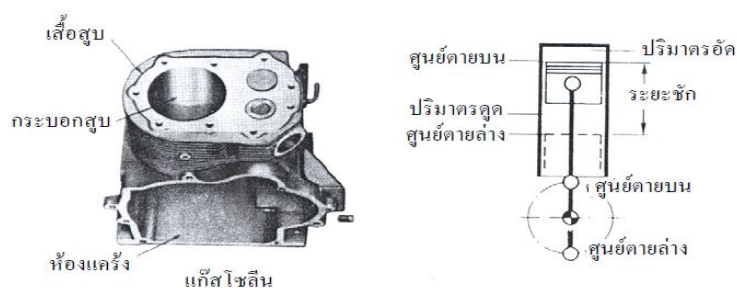
1. ชิ้นส่วนที่อยู่กับที่ (stationary parts)
2. ชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว (moving parts)

2.6.1 ชิ้นส่วนที่อยู่กับที่

ชิ้นส่วนที่อยู่กับที่ของเครื่องยนต์โดยทั่วไป จะประกอบด้วย

2.6.1.1 กระบอกลูกสูบ กระบอกลูกสูบดังรูปที่ 2.53 เป็นช่องทางสำหรับลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น – ลง ทำจากเหล็กหล่อคุณภาพสูงที่มีคุณสมบัติในการขจัดความเสียดทานและการสั่นสะเทือนได้ดี บางแบบอาจจะทำจากโลหะผสมอลูมิเนียม แมกนีเซียม หรือเหล็กนิกเกิลก็ได้ ซึ่งจะทำให้มีน้ำหนักเบา และระบายความร้อนได้ดี ผนังด้านในของกระบอกลูกสูบส่วนใหญ่ จะชุบเคลือบไว้ด้วยโครเมียม สำหรับกระบอกลูกสูบของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กส่วนใหญ่จะหล่อเป็นชิ้นเดียวกันกับเสื้อสูบ

ภายในกระบอกลูกสูบจะมีตำแหน่งที่สำคัญอยู่ 2 ตำแหน่งด้วยกัน คือ ตำแหน่งศูนย์ตายบน (top dead center) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นสูงสุด กับตำแหน่งศูนย์ตายล่าง (bottom dead center) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ลูกสูบเคลื่อนที่ลงต่ำสุด ดังรูปที่ 2.53

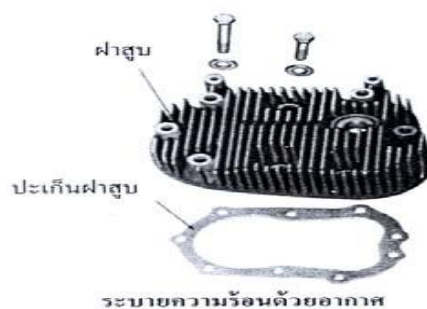


รูปที่ 2.53 แสดงกระบอกสูบ เสื้อสูบของเครื่องยนต์เล็กสูบเดียว

2.6.1.2 เสื้อสูบ เสื้อสูบดังรูปที่ 2.53 เป็นส่วนที่หุ้มห่อกระบอกสูบ หรือปลอกสูบ ภายในเสื้อสูบจะประกอบด้วยกระบอกสูบหรือปลอกสูบ ร่องลิ้นและช่องทางของน้ำหล่อเย็น เสื้อสูบของเครื่องยนต์ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศจะทำเป็นครีป เพื่อให้การกระจายความร้อน เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เสื้อสูบของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก ส่วนใหญ่จะทำจากโลหะ ผสมอลูมิเนียม ในขณะที่เสื้อสูบของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กจะทำจากเหล็กหล่อ

ในเครื่องยนต์หลายกระบอกสูบ กระบอกสูบหรือปลอกสูบ ตลอดจนร่องลิ้นและช่องทางน้ำหล่อเย็นจะถูกบรรจุอยู่ในเรือนสูบ (cylinder block) แทนที่จะบรรจุอยู่ในเสื้อสูบ เหมือนกับเครื่องยนต์ขนาดเล็ก

2.6.1.3 ฝาสูบ ฝาสูบดังรูปที่ 2.54 เป็นส่วนที่ปิดทางด้านบนของกระบอกสูบ โดยมีปะเก็นรองรับระหว่างฝาสูบกับเสื้อสูบหรือระหว่างฝาสูบกับเรือนสูบ และยึดติดเข้าด้วยกันอย่างแข็งแรง ด้วยสลักเกลียว การมีปะเก็นคั่นระหว่างฝาสูบกับเสื้อสูบหรือระหว่างฝาสูบกับเรือนสูบก็เพื่อป้องกันการรั่วไหลของแก๊สภายในห้องเผาไหม้ ฝาสูบจะเป็นส่วนหนึ่งของห้องเผาไหม้ในเครื่องยนต์บางแบบภายใน ฝาสูบจะมีช่องทางของน้ำหล่อเย็นช่องไอดีไอเสีย ช่องสำหรับติดตั้ง หัวเทียน หัวเผา หรือหัวฉีด นอกจากนั้นยังเป็นที่สำหรับติดตั้งลิ้นและกลไกประกอบลิ้น เช่น ในเครื่องยนต์ชนิดลิ้นบนฝาสูบ ดังนั้นฝาสูบจะต้องมีความแข็งแรงพอที่จะรับความดันต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี เช่น ความดันจากการระเบิดของไอดีภายในห้องเผาไหม้ และจะต้องมีการระบายความร้อนได้ดี เพื่อป้องกันการบดหรือโก่งตัว



รูปที่ 2.54 ฝาสูบแบบต่าง ๆ ที่นิยมใช้กับเครื่องยนต์เล็ก

ฝาสูบของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก ส่วนใหญ่ทำจากโลหะผสมอลูมิเนียม ส่วนฝาสูบของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กจะทำจากเหล็กหล่อ ฝาสูบของเครื่องยนต์ชนิดที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ จะทำเป็นครีป เพื่อเพิ่มเนื้อที่ในการกระจายความร้อนให้ออกไปจากฝาสูบ

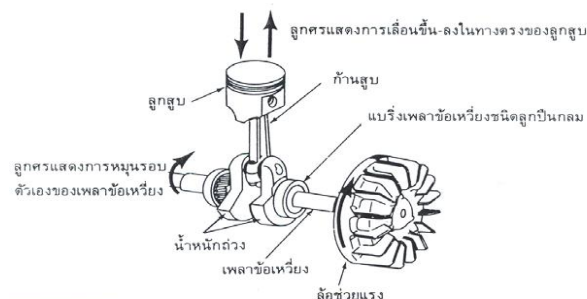
2.6.2 ชั้นส่วนที่เคลื่อนไหว

ชั้นส่วนที่เคลื่อนไหว ได้แก่ ชั้นส่วนที่แปลงพลังงานความร้อนมาเป็นพลังงานกล จะมีทั้งที่เคลื่อนไหวในทางตรง หมุนรอบตัวเอง หรือเคลื่อนไหวทั้งในทางตรงและหมุนรอบตัวเองรวมกัน ก็ได้ ชั้นส่วนเหล่านี้ ได้แก่

2.6.2.1 ลูกสูบ เป็นต้นกำลังอันหนึ่งของเครื่องยนต์ ทำงานเลื่อนขึ้น – ลง ภายในกระบอกสูบไปตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ ลูกสูบจะเป็นตัวรับถ่ายทอดกำลังงานที่เกิดจากการระเบิดภายในห้องเผาไหม้ส่งผ่านก้านสูบไปยังเพลาช้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์เนื่องจากลูกสูบต้องทำงานภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงดังนั้นลูกสูบจึงต้องออกแบบสร้างอย่างแข็งแรง สามารถเคลื่อนไหวได้คล่องตัว (free movable) ภายในกระบอกสูบและสามารถป้องกันแก๊สรั่วได้ โดยทั่วไปบริษัทผู้ผลิตจะจัดให้มีช่องว่างระหว่างลูกสูบกับผนังกระบอกสูบ ระหว่าง 0.003 ถึง 0.004 นิ้ว (0.08 ถึง 0.10 มิลลิเมตร)

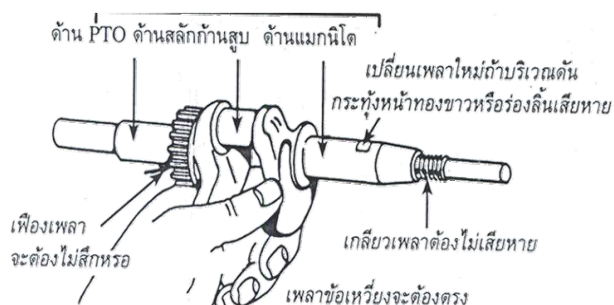
2.6.2.2 ก้านสูบ ก้านสูบดังรูปที่ 2.55 เป็นก้านต่อระหว่างลูกสูบกับเพลาช้อเหวี่ยง ทำหน้าที่รับถ่ายทอดความดันที่ลูกสูบได้รับให้กับเพลาช้อเหวี่ยงปลายบน (small end) จะยึดติดกับลูกสูบด้วยสลักลูกสูบปลายล่าง (big end) ส่วนใหญ่จะทำเป็นแบร์ริงชนิดหนาเรียบ (plain bearing) แบบผ่าประกบสวมกับช้อเหวี่ยงของเพลาช้อเหวี่ยง สำหรับก้านสูบที่ใช้กับเครื่องยนต์ ขนาดเล็กส่วนใหญ่จะหล่อจากโลหะผสมอลูมิเนียม ส่วนในเครื่องยนต์ขนาดใหญ่จะทำจากเหล็กเหนียว หน้าตัดของก้านสูบส่วนใหญ่จะทำเป็นรูปตัวไอ (I-shape) ก้านสูบหลายแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเครื่องยนต์ที่ใช้งานหนักหรือ

เครื่องยนต์ที่มีราคาแพง แบร็งก์้านสูบจะเป็นชนิดที่ถอดเปลี่ยนได้ ส่วนในเครื่องยนต์ขนาดเล็กหรือเครื่องยนต์ราคาถูก แบร็งก์จะหล่อติดกับปลายล่างของก้านสูบดังรูปที่ 2.55



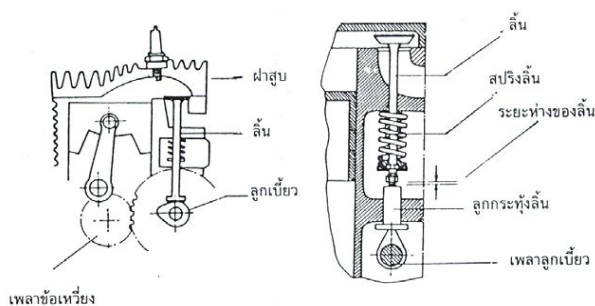
รูปที่ 2.55 แสดงก้านสูบจับยึดระหว่างลูกสูบกับเพลลาข้อเหวี่ยง

2.6.2.3 เพลลาข้อเหวี่ยง เพลลาข้อเหวี่ยงดังรูปที่ 2.56 เป็นเพลลาที่เปลี่ยนจากอาการที่เคลื่อนขึ้น – ลง ในทางตรงของลูกสูบมาเป็นอาการในทางหมุนรอบตัวเอง เพลลาข้อเหวี่ยงที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปในปัจจุบันทำจากเหล็กเหนียวหล่อและชุบแข็งในส่วนที่จะต้องสัมผัสกับแบร็งก์ ลักษณะการสร้างจะประกอบด้วยข้อเหวี่ยง (crank pin) ของสูบต่าง ๆ และส่วนที่ว่างอยู่ในเมนแบร็งก์ (journal) ทั้งหมดประกอบอยู่ในเพลลาเดียวกัน เครื่องยนต์โดยทั่วไป ปลายด้านหนึ่งของเพลลาข้อเหวี่ยงจะเป็นที่ติดตั้งของล้อช่วยแรง (flywheel) ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะเป็นที่ติดตั้งของเฟืองที่ใช้ขับเฟืองเพลาราวล้น สำหรับการขับเคลื่อนจะขับเคลื่อนด้วยสายพาน โซ่ หรือเฟืองโดยตรง เฟืองตัวนี้จะมีจำนวนฟันน้อยกว่าเฟืองเพลาราวล้นถึงเท่าตัว จึงทำให้เพลลาข้อเหวี่ยงหมุนสัมพันธ์กับเพลาราวล้นในอัตรา 2:1 เสมอ สำหรับเครื่องยนต์ขนาดเล็ก ปลายเพลลาข้อเหวี่ยงทางด้านนี้ จะเป็นด้านที่ถูกนำไปใช้งาน เพลลาข้อเหวี่ยงที่ใช้ในเครื่องยนต์เล็กบางแบบ เป็นชนิดที่ถอดแยกออกจากกันได้ ดังรูปที่ 2.56



รูปที่ 2.56 เพลลาข้อเหวี่ยง

2.6.2.4 ลิ้นและกลไกประกอบลิ้น ลิ้นของเครื่องยนต์ 4 จังหวะทั่ว ๆ ไป จะมี 2 ลิ้น คือ ลิ้นไอดี (inlet valve) กับลิ้นไอเสีย (exhaust valve) โดยลิ้นไอดีจะทำหน้าที่เปิดให้ไอดีมาบรรจุอยู่ภายในกระบอกสูบ ส่วนลิ้นไอเสียจะทำหน้าที่เปิดให้ไอเสียออกไปจากกระบอกสูบ ลิ้นส่วนมาก เป็นลิ้นแบบดอกเห็ด (poppet valve) ในการทำงาน หน้าลิ้น (valve face) จะถูกดึงให้แนบสนิทกับบ่าลิ้น (valve seat) ด้วยสปริงลิ้น (valve spring) ลิ้นจะเปิดได้ก็ต่อเมื่อก้านลิ้น (valve stem) ถูกดันขึ้นหรือกดลง ชนกับแรงต้านของสปริงด้วยการกระแทกจากลูกเบี้ยว (cam) ของเพลาราวลิ้น (camshaft) ส่งผ่านลูกกระทุ้งลิ้น (valve lifter) โดยตรงเช่นในเครื่องยนต์ชนิดลิ้นอยู่ข้างเสื้อสูบ ดังรูปที่ 2.56 หรือส่งผ่านลูกกระทุ้งลิ้น ก้านส่งลิ้น (push rod) และกระเดื่องกดลิ้น (rocker arm) ตามลำดับเช่นในเครื่องยนต์ชนิดลิ้นอยู่บนฝาสูบ

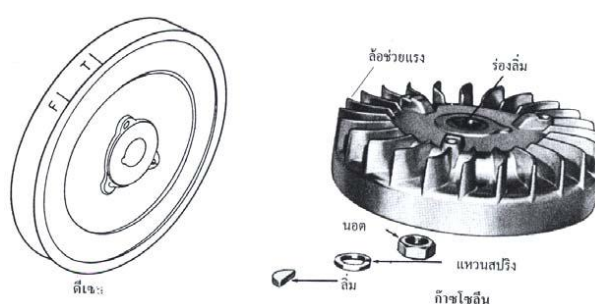


รูปที่ 2.57 การทำงานของลิ้นและกลไกประกอบลิ้น ชนิดลิ้นอยู่ข้างเสื้อสูบ

ลิ้นไอเสียเป็นลิ้นที่ต้องทำงานในอุณหภูมิที่สูงมากถึงประมาณ 4,500 องศาฟาเรนไฮต์ นอกจากนั้นยังเป็นช่องทางให้ไอเสียที่มีความร้อนสูงมากไหลผ่านในขณะที่ลิ้นเปิดการระบายความร้อนจะเกิดขึ้นในขณะที่หน้าลิ้นสัมผัสกับบ่าลิ้นเท่านั้น และเนื่องจากพื้นที่สัมผัสเล็กมาก และเวลาในการสัมผัสก็น้อยมาก จึงทำให้การระบายความร้อนเป็นไปได้ยาก ลิ้นไอเสียจึงต้องออกแบบสร้างให้มีความแข็งแรงและความทนทานเป็นพิเศษ ส่วนใหญ่จะทำจากเหล็กเหนียวผสมซิลิคอน เหล็กเหนียวผสมโครเมียมหรือนิกเกิล ซึ่งให้ทั้งความแข็งแรงและสามารถทนอุณหภูมิได้สูง ลิ้นไอเสียบางแบบจะทำข้างในให้กลวงและบรรจุโลหะโซเดียม (metallic sodium) ซึ่งจะละลายที่จุดเดือดของน้ำเข้าไป เพื่อช่วยให้ระบายความร้อนได้ดีขึ้น

สำหรับลิ้นไอดี เนื่องจากจะได้รับการระบายความร้อนทุกครั้งไอดีไหลผ่าน จึงทำให้ลิ้นไอดีทำงานในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าลิ้นไอเสีย ดังนั้นลิ้นไอดีส่วนใหญ่จึงถูกออกแบบสร้างให้บอบบางกว่าลิ้นไอเสียและเนื่องจากความต้องการที่จะบรรจุไอดีเข้าสู่กระบอกสูบได้มาก ลิ้นไอดี โดยทั่วไปจึงมีขนาดใหญ่กว่าลิ้นไอเสีย

2.6.2.5 ล้อช่วยแรง ล้อช่วยแรงดังรูปที่ 2.58 จะติดตั้งอยู่ทางตอนปลายของเพลาช้อเหวี่ยงทางด้านซ้าย ใช้ทำหน้าที่สะสมแรงเฉื่อย ทำให้เครื่องยนต์หมุนได้รอบสม่ำเสมอ ล้อช่วยแรงที่ใช้กับเครื่องยนต์เล็กจะทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบระบายความร้อน เช่น ในเครื่องยนต์ชนิด ระบายความร้อนด้วยอากาศ เพราะแผ่นครีปที่หล่อติดกับล้อช่วยแรง จะทำหน้าที่เป็นพัดลมเป่า อากาศเข้าไประบายความร้อนให้กับเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบ จุดระเบิด เช่น เครื่องยนต์ที่ใช้ระบบจุดระเบิดด้วยแมกนีโต เพราะเป็นส่วนที่แม่เหล็กถาวรประกอบติดอยู่ ล้อช่วยแรงโดยทั่วไปทำจากเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียวหล่อ



รูปที่ 2.58 ล้อช่วยแรงของเครื่องยนต์เล็ก

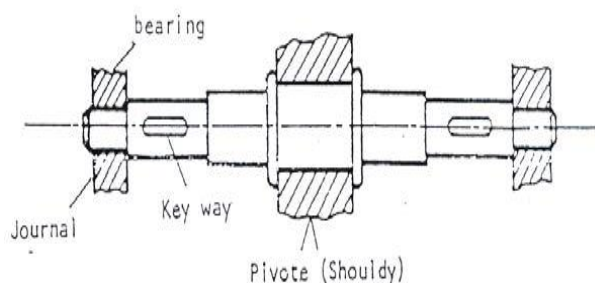
2.6.2.6 เพล่า เพล่าเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่หมุนได้เพล่าจะรับโมเมนต์บิดที่ถ่ายทอดมาจากล้อเฟือง ล้อสายพานหรือคลัตช์ เพล่าจึงสามารถรับภาระบิดและภาระดัดจึงมีการแบ่งเพล่าออกเป็นแบบเกร็ง แบบขดต่อและแบบตัดได้

เพล่าเป็นชิ้นส่วนที่หมุนหรือไมหมุน ซึ่งลักษณะทั่ว ๆ ไปจะมีหน้าตัดกลมบนเพล่าจะมีส่วนอื่น ๆ ประกอบอยู่เช่น เฟือง ล้อสายพาน มุเล ขอเหวี่ยง จานโซ และชิ้นส่วนสำหรับการส่งกำลังอื่น ๆ เพล่าอาจจะรองรับภาระต่าง ๆ ได้แก่ ภาระในการดัด ภาระในการดึง ภาระในการอัด หรือภาระในการบิด ซึ่งภาระเหล่านี้อาจจะกระทำเพียงอย่างเดียวอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว หรือกระทำพร้อม ๆ กัน ในขณะเดียวกัน ในการออกแบบเพล่าสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาคือความแข็งแรงสถิตย และความแข็งแรงทางด้านความล้า และเพล่าอันหนึ่งอาจจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่คงที่ ความเค้นแบบสลับในเวลาเดียวกันได้

ในการออกแบบเพล่าจะต้องรักษาระยะโก่งของเพล่าให้อยู่ในตัวของเขตที่กำหนด ในการให้ขนาดเพล่านั้นจะพิจารณาถึงระยะโก่งก่อน แล้วจึงทำการวิเคราะห์ความเค้นที่เกิดขึ้น เหตุผลก็เพราะว่าถ้าเพล่าที่ทำมามีความแข็งแรงพอที่จะไม่ให้เกิดระยะโก่งมากแล้ว ความเค้นที่เกิดขึ้นก็จะอยู่ในช่วงที่มีความปลอดภัยแต่ก็ไม่ได้หมายความว่าผู้ออกแบบจะสมมติว่ามีความปลอดภัยแล้วเสมอไป ดังนั้นจึงมี

ความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการคำนวณตรวจสอบเพื่อให้รู้ว่าการออกแบบนั้นมีความถูกต้องอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้จริง ๆ

เพลาคือชิ้นส่วนเครื่องมือกล ที่มีความสำคัญของการส่งผ่านกำลัง กำลังที่ส่งผ่านเพลาคือในรูปแบบของโมเมนต์ แรงบิด (torque) ในการส่งผ่านกำลังระหว่างเพลานี้ไปอีกเพลานี้ จำเป็นต้องอาศัยตัวกลาง เช่น เฟือง โซ สายพาน ฯลฯ ดังนั้นจึงเกิดแรงเนื่องจากการขบกันของเฟือง แรงเนื่องจากแรงกดของโซหรือแรงดึงของสายพานมากระทำต่อเพลานี้เป็นผลให้เกิดโมเมนต์ดัด (bending moments) ขึ้นบนเพลาลักษณะนี้อาจมีแรงกระทำตามแนวแกนของเพลาด้วย ดังนั้นขณะที่เพลากำลังทำงานที่ส่งผ่านกำลัง เพลาก็รับทั้งโมเมนต์ดัดพร้อม ๆ กันดังรูปที่ 2.59

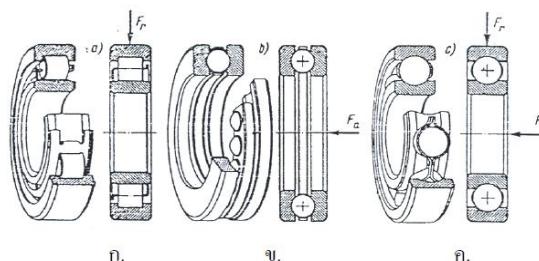


รูปที่ 2.59 แสดงรูปร่างลักษณะของเพล

โดยปกติทั่วไป รูปหน้าตัดของเพลจะเป็นวงกลม ขนาดไม่เท่ากัน แต่จะตกลเป็นขั้น ๆ บางตำแหน่งจะมีร่องลิ้น เพื่อใช้ในการติดตั้งมูเลย์ เฟือง แบริ่ง หรือชิ้นส่วนอื่น ๆ เพลที่ไซโดยทั่วไปจะมีทั้งเพลากลาง และเพลาดัน

2.6.2.7 แบริ่งลูกปืน ใช้สำหรับรองรับเพล โครงสร้างของแบริ่งประกอบด้วยแหวนนอก แหวนในและจะมีลูกปืนเป็นตัวลดความเสียดทานลักษณะเป็นลูกทรงกลม ลูกปืนจะเป็นแบบ Rolling Friction จึงมีความเสียดทานน้อยกว่าแบริ่งปลอกประมาณ 25 – 50 เปอร์เซนต์ ทำให้กำลังงานสูญเสียไปเนื่องจากความเสียดทานน้อย นอกจากนี้การเยื้องศูนย์ของเพลและตัวแบริ่งมีน้อย เนื่องจากมีระยะคลอนน้อย การบำรุงรักษาและการหล่อลื่นทำไ้ง่ายการผลิตแบริ่ง ลูกปืน จะเป็นมาตรฐานเหมือน ๆ กัน

สำหรับข้อเสียของแบริ่งลูกปืนก็คือ ทนต่อแรงกระแทกไม่ดี ขณะใช้งานจะมีเสียงดังกว่าแบริ่งปลอก และยังจำเป็นต้องมีชิ้นส่วนไวไซยึดจับตัวแบริ่ง การถอดประกอบจึงยุ่งยาก



รูป ก. Cylindrical Roller bearing ใ้รับแรงในแนวรัศมี

รูป ข. Ball Thrust bearing ใ้รับแรงในแนวแกน

รูป ค. Deep Groove ball bearing ใ้รับแรงในแนวแกน และแรงในแนวรัศมี

รูปที่ 2.60 แบร้งลูกปนสำหรับแรงในแนวต่าง ๆ

ประสิทธิภาพในการรับภาระและอายุการใช้งานของแบร้งลูกปน จากรูปที่ 2.60 แรง F_r หมายถึงแรงที่กระทำต่อแบร้งในแนวรัศมี หรือแนวแกนอย่างเดียวบางตัวอาจใ้รับแรงทั้งสองพร้อมกัน ในการคำนวณจะใ้แรงเปรียบเทียบ F (equivalent load) ค่าแรงเปรียบเทียบ F จะถือว่ากระทำในแนวรัศมี และแรงเปรียบเทียบ F นี้ ต้องมีผลการกระทำเช่นเดียวกับแรงในแกนและแนวรัศมีมากระทำต่อแบร้ง ในขณะที่แบร้งถูกใ้ใช้งานภาระที่เกิดขึ้นจะเป็น 2 ชนิด คือ ภาระสถิตย์ ซึ่งมีผลใ้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างขึ้นได้ และภาระพลวัต เกิดขึ้นขณะที่หมุนซึ่งมีผลใ้วัสดุเกิดการลาตัว

องค์ประกอบอื่นที่มีผลกระทบต่ออายุการใช้งานของแบร้ง

อายุการใช้งานประเมินของแบร้งลูกกลิ้ง ขึ้นอยู่กับสภาพการประกยุคใ้ใช้งานเช่น การหล่อลื่นที่เหมาะสม อายุการใช้งานของแบร้งจะเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก หากวาระบบการหล่อลื่นแบร้งอยู่ในชั้นดีมาก

ตารางที่ 2.6 อายุการใช้งานของแบร้ง

ลักษณะ	จำนวนชั่วโมง	ลักษณะงาน	จำนวนชั่วโมง
อุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน	1,000 – 2,000	แบร้งเพลารื้อ	80,000
พัดลมขนาดเล็ก	2,000 – 4,000	แบร้งเฟืองส่งกำลัง	20,000 – 30,000
มอเตอร์ขนาดเล็กถึง 4 kw	8,000 – 10,000	แบร้งเครื่องกล	3,000 – 6,000
มอเตอร์ขนาดกลาง	10,000 – 15,000	เครื่องยกของเล็ก	5,000 – 10,000
มอเตอร์ขนาดใหญ่ติดตั้งอยู่กับที่	20,000 – 30,000	ชุดเฟืองทด	8,000 – 15,000
มอเตอร์ขนาดใหญ่	50,000 ขึ้นไป	ชุดเฟืองเครื่องมือกล	20,000

มอเตอร์ขนาดเล็ก	600 – 1200	เครื่องช่วยงานผลิต	7,500 – 15,000
รถยนต์, รถบรรทุกเล็ก	1,500 – 2,500	เครื่องรีดขนาดใหญ่	8,000 – 10,000
รถบรรทุกใหญ่, รถบัส	2,000 – 5,000	เครื่องเลื่อย	1,000 – 15,000
เพลาถรางขนวัสดุ	5,000	เครื่องเจาะหิน (ใน	4,000 – 10,000
เพลาถรางโดยสาร	2,000 – 25,000	พัดลมขนาดใหญ่ ๆ	40,000 – 50,000
เพลารถไฟโดยสาร	25,000	รถสำหรับงานหนัก	40000 – 60000
เพลารถไฟขนส่งสินค้า	35,000	เครื่องทำกระดาษ	50,000 – 80,000 หรือมากกว่า
ตัวรถจักร	20,000 – 40,000		
งานสร้างเรือ	3,000 – 5,000	เครื่องย่อยหิน	20,000 – 30,000
เรือกลไฟใช้ใบจักร	15,000 – 25,000	เครื่องทำอิฐ	20,000 – 30,000

ตารางที่ 2.7 ค่าความเร็วคงที่ของลูกปืนชนิดต่าง ๆ

ชนิดของลูกปืน		N รอบ / นาที
Deep groove ball bearing	แถวเดียว	500,000
	แถวเดียว (มีแผ่นกันร้าว)	360,000
	สองแถว	300,000
Angular contact bearing	(แหวนใดแหวนหนึ่งมีปากข้างเดียว)	500,000
Angular contact bearing	แถวเดียว	500,000
	แถวเดียว ประกอบเป็นคู่	400,000
	สองแถว	360,000
Duplex bearing		400,000
Self aligning ball bearing		500,000
Self aligning ball bearing	(แหวนในกว้าง)	250,000
Cylindried roller bearing	แถวเดียว	500,000
	สองแถว	300,000
Needle bearing	แถวเดียว	200,000
	สองแถว	300,000
Taper Roller bearing		220,000
Tonne bearing		220,000
Self aligning ball bearing	อนุกรมที่ 2.13	220,000
	อนุกรมที่ 222,223	320,000
	อื่นๆ	250,000

2.6.2.8 การบูเรเตอร์ ในการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน น้ำมันเชื้อเพลิงแต่เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถที่จะทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้ จำเป็นจะต้องมีออกซิเจนจากอากาศ เป็นตัวช่วยในการเผาไหม้ นั่นก็คือจะต้องจัดให้น้ำมันเชื้อเพลิงได้ผสมกับอากาศเสียก่อน ที่จะถูกส่งเข้าไปในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ อัตราส่วนผสมจะต้องเป็นไปอย่างถูกต้องพอเหมาะกับความเร็วกวและภาระที่เปลี่ยนแปลงไปของเครื่องยนต์ นอกจากนั้นส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศดังกล่าว จะต้องถูกทำให้เป็นฝอยละเอียดเสียก่อนที่จะถูกส่งเข้าไปในกระบอกสูบของเครื่องยนต์

จากเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นที่จะต้องมียุทธวิธีหนึ่ง ทำหน้าที่เพื่อบรรลุดูประสงคดังกล่าว ซึ่งเรียกว่า การบูเรเตอร์ ดังรูปที่ 2.60 ดังนั้นจึงพอที่จะสรุปได้ว่าคาร์บูเรเตอร์ก็คือ อุปกรณ์ที่ผสมน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศให้ได้สัดส่วนที่พอเหมาะ ก่อนที่ส่วนผสมนี้ จะถูกส่งเข้าไปทำการเผาไหม้ภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์

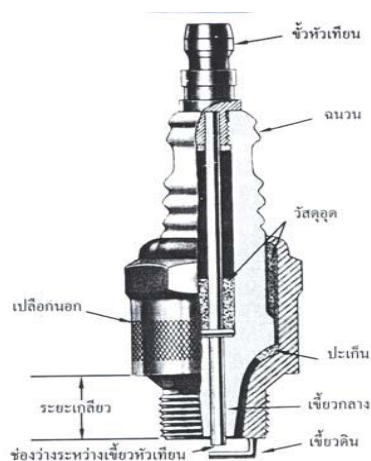
หลักการของคาร์บูเรเตอร์

คาร์บูเรเตอร์จะทำงานโดยอาศัยหลักความแตกต่างของความดันที่เกิดขึ้นภายในท่อยูเรเตอร์ ในขณะที่อากาศเคลื่อนตัวผ่าน อันจะทำให้เกิดการดูดน้ำมันเชื้อเพลิงจากห้องลูกลอยเข้าผสมกับอากาศก่อนที่จะถูกส่งเข้าไปทำการเผาไหม้ภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ จากการออกแบบท่อยูเรเตอร์ให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลงบริเวณปลายท่อน้ำมันเชื้อเพลิงจากห้องลูกลอย จะมีผลทำให้อากาศที่เคลื่อนตัวผ่านบริเวณดังกล่าวมีความดันลดลง ทำให้เกิดสุญญากาศหรือแรงดูด ดูดเอาน้ำมันเชื้อเพลิงจากห้องลูกลอยเข้ามาผสมกับอากาศแล้วส่งเข้าเครื่อง แต่ผลจากการทดลองปรากฏว่า การกระจายตัวของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกดูดออกมายังไม่ดีพอ ทำให้การผสมกันระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศไม่ทั่วถึง จึงเป็นผลทำให้การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ ดังนั้นเพื่อที่จะทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกดูดออกมา มีการกระจายตัวดีขึ้น จึงได้มีการเจาะช่องอากาศ (air bleed) บริเวณคอคอด เข้ากับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อให้อากาศอีกส่วนหนึ่งเข้าไปผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงภายในท่อยู มีผลทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกดูดออกทางปลายท่อยู มีการกระจายตัวดีขึ้นจึงทำให้การผสมระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศดีขึ้น และการเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น

คาร์บูเรเตอร์จะทำหน้าที่ผสมอากาศเข้ากับน้ำมันเชื้อเพลิงในปริมาณที่เหมาะสมก่อนถูกดูดเข้ากระบอกสูบ คาร์บูเรเตอร์ติดตั้งอยู่กับเครื่องยนต์ใกล้วาล์วไอดี และมีลักษณะคล้ายกับท่อยูตามแสดงในรูปที่ 2.61 ปลายข้างหนึ่งของท่อยูเปิดออก เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงในจังหวะดูด อากาศจะถูกดูดเข้าท่อยูตรงปลายเปิด และไหลเข้ากระบอกสูบโดยผ่านทางวาล์วไอดี

2.6.2.9 หัวเทียน หัวเทียนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของระบบจุดระเบิดใช้ทำหน้าที่จุดส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ ภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ การใช้หัวเทียนที่ถูกต้อง จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องยนต์ได้อย่างมหาศาล ทำให้เกิดการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง และยืดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ได้ด้วย

ส่วนประกอบที่สำคัญ หัวเทียนจะประกอบด้วย ตัวนำไฟฟ้า 2 ตัวที่เรียกว่า ขั้วหัวเทียน (electrodes) ขั้วกลาง (center electrode) ของหัวเทียนมาตรฐานที่ใช้กันโดยทั่วไปในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะทำจากโลหะผสมนิกเกิลกับโครเมียม แมงกานีสและซิลิคอนสำหรับหัวเทียนแบบพิเศษ ขั้วกลางจะมีทั้งชนิดที่ทำด้วยเงิน (silver) และทองคำขาว (platinum) ขั้วกลางที่ทำจากโลหะทั้งสองชนิดนี้จะมีคุณสมบัติในการนำความร้อน และมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดีกว่าแบบแรกมาก ขั้วกลางจะหุ้มด้วยฉนวน ซึ่งส่วนใหญ่จะทำจากกระเบื้องชนิดทนความร้อนสูง จากนั้นเปลือกนอก (outer shell) จะหุ้มห่อด้วยฉนวนอีกชั้นหนึ่ง ระหว่างฉนวนกับเปลือกนอก จะถูกคั่นไว้ด้วยปะเก็น (gasket) เพื่อป้องกันแก๊สรั่ว และเพื่อใช้เป็นแนวทางในการระบายความร้อนจากขั้วของหัวเทียน ไปสู่ระบบระบายความร้อน หัวเทียนบางแบบไม่ใช้ปะเก็น ดังนั้นระหว่างขั้วกับฉนวนและระหว่างฉนวนกับเปลือกนอก จะถูกทำให้ติดแน่นด้วยกาวเปลือกนอกของหัวเทียนจะทำด้วยโลหะ ส่วนบนทำเป็นหกเหลี่ยมสำหรับใช้ปะแจขัน ส่วนล่างจะทำเป็นเกลียวสำหรับขันเข้าไปในรูของหัวเทียนที่ฝาสูบของเครื่องยนต์ ขั้วดิน (ground electrode) จะต่อยื่นออกจากเปลือกส่วนล่าง และโค้งเข้าหาขั้วกลางโดยมีช่องว่างระหว่างกัน ขั้วดินส่วนใหญ่ จะทำจากโลหะผสมนิกเกิลกับโครเมียม ปลายด้านบนของขั้วกลางจะต่อเข้ากับสกรูที่ขันเกลียวเข้ากับส่วนบนของฉนวน ปลายขั้วดินนี้จะต่อเข้ากับสายไฟแรงสูงของระบบจุดระเบิด

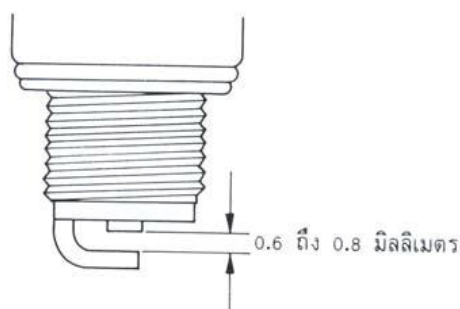


รูปที่ 2.63 หัวเทียน

คุณสมบัติของหัวเทียน

หัวเทียนที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

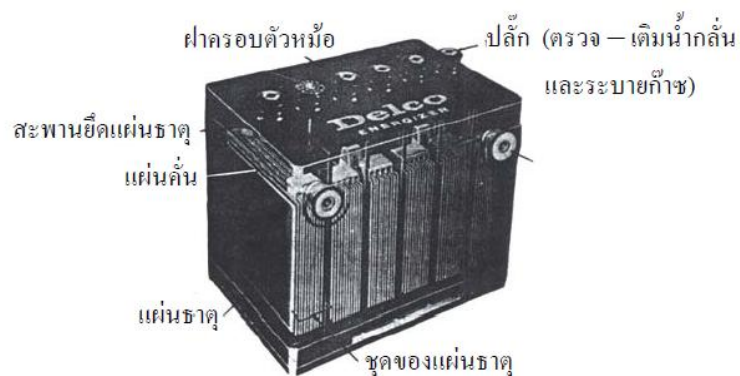
- 1) ต้องรับความดันไดสูง 50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (700 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
- 2) ต้องทนอุณหภูมิไดสูง 2,500 องศาเซลเซียส (4,500 องศาฟาเรนไฮต์)
- 3) ต้องสามารถทนทานต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง ๆ ได้
- 4) ต้องสามารถทนต่อการสั่นสะเทือนจากชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ได้ดี
- 5) ต้องสามารถปรับสภาพให้รับกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความดันได เป็นอย่างดี
- 6) ต้องทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี
- 7) ต้องมีการจุประคายไฟที่แน่นอนในทุกสภาวะของการทำงานของเครื่องยนต์
- 8) ต้องป้องกันการรั่วไหลภายใต้ความกดดันสูง ๆ ได้
- 9) ต้องให้ค่าความรอนที่ถูกต้อง
- 10) ต้องมีอายุการใช้งานยาวนาน



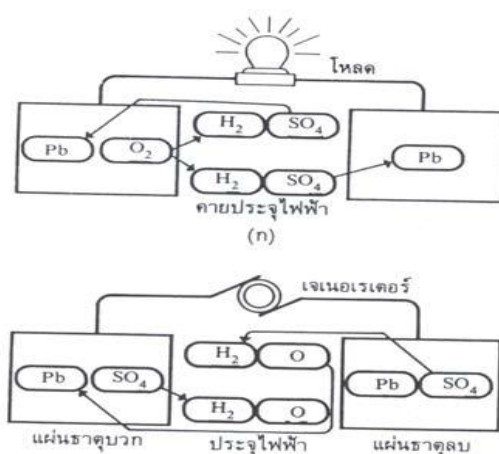
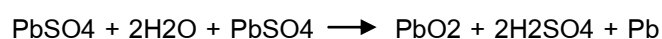
รูปที่ 2.64 ระยะห่างของขั้วหัวเทียน

2.6.2.10 แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สะสมพลังงานและจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ในรถยนต์ แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากที่สุดในรถยนต์ เพราะหากไม่มีแบตเตอรี่รถยนต์ก็ไม่สามารถที่จะวิ่งได้ หรือแบตเตอรี่อยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์ ก็จะทำให้รถยนต์คันนั้น ๆ ไม่อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้อย่างสะดวกสบายและมีประสิทธิภาพ เพราะฉะนั้นการบำรุงรักษาและดูแลแบตเตอรี่ให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์จึงต้องกระทำอย่างถูกวิธี แบตเตอรี่จึงจะมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์จะเป็นแบตเตอรี่แบบเปียก ประเภทตะกั่ว-กรด คือเมื่อแบตเตอรี่ถูกใช้งานไปจนไฟหมดก็จะสามารถนำมาทำการประจุไฟเข้าใหม่ได้ แล้วนำมาใช้จ่ายพลังงานได้อีกจนกว่าแผ่นธาตุจะหมดอายุการใช้งาน ดังรูปที่ 2.65



รูปที่ 2.65 แบตเตอรี่



รูปที่ 2.66 ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในแบตเตอรี่

ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในแบตเตอรี่จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเซลล์ละ 2.1 โวลต์เท่านั้น แต่กระแสไฟฟ้าหรือความจุจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนแผ่นธาตุในเซลล์นั้น ๆ ก็คือ ถ้ามีจำนวนแผ่นธาตุมากและขนาดใหญ่ ก็จะได้กระแสไฟฟ้าหรือความจุมากแบตเตอรี่ก็จะมีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย

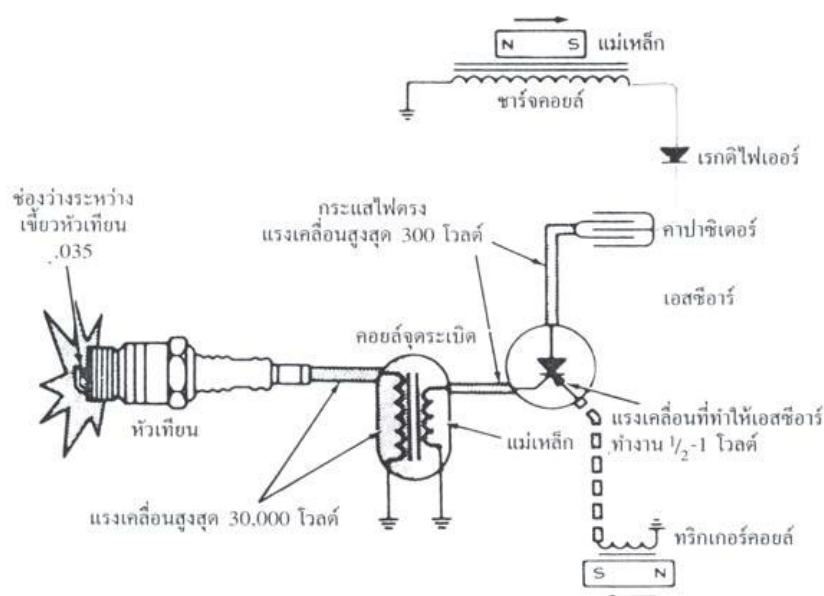
ความจุของแบตเตอรี่ (battery ratings) คือ จำนวนปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่แบตเตอรี่สามารถจ่ายออกไปได้ในระยะเวลาที่กำหนดไว้แน่นอน

2.6.2.11 ระบบจุดระเบิด เครื่องยนต์ให้กำลังออกมาได้เนื่องจากการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบ แล้วดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงไอดีเริ่มมีการเผาไหม้เมื่อเกิดประกายไฟ ซึ่งมาจากระบบหนึ่งในเครื่องยนต์ที่เรียกว่า ระบบจุดระเบิด

การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

จังหวะในการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบนี้ จำแนกออกได้เป็น 2 จังหวะคือจังหวะประกายกระแสปะทะเข้าสู่คาปาซิเตอร์ กับจังหวะที่คาปาซิเตอร์จ่ายกระแสไฟให้กับคอยล์จุดระเบิด อันจะเป็นผลทำให้เกิดไฟแรงสูงในคอยล์จุดระเบิด

จังหวะการประกายกระแสปะทะเข้าสู่คาปาซิเตอร์จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ แม่เหล็กถาวรที่ฝังอยู่กับ ล้อช่วยแรงเคลื่อนที่ผ่านขารจคอยล์ ดังรูปที่ 2.67 เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากแม่เหล็กชุดนี้ จะตัดเข้ากับเส้นลวดตัวนำของขารจคอยล์ ทำให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำไหลขึ้นภายในขดลวดนี้ กระแสที่เกิดขึ้นดังกล่าวเป็นกระแสไฟสลับ แต่เมื่อผ่านเข้าไปในชุดไดโอดเรกติไฟเออร์แล้ว จะถูกเรียงให้เป็นกระแสไฟตรง จากนั้นจึงประจุเข้าไปในคาปาซิเตอร์ และเนื่องจากชุดไดโอดเรกติไฟเออร์จะยอมให้กระแสไหลผ่านทางเดียว ดังนั้นคาปาซิเตอร์จึงไม่สามารถคายประจุ ปล่อยให้กระแสไหลย้อนกลับทางใดในขณะเดียวกัน เอสซีอาร์ก็จะปิดกั้นทางเดิน มิให้กระแสจากคาปาซิเตอร์ไหลเข้าสู่คอยล์จุดระเบิดได้ ดังนั้นในจังหวะนี้ จึงยังไม่มีไฟแรงสูงเกิดขึ้นภายในคอยล์จุดระเบิดของเครื่องยนต์

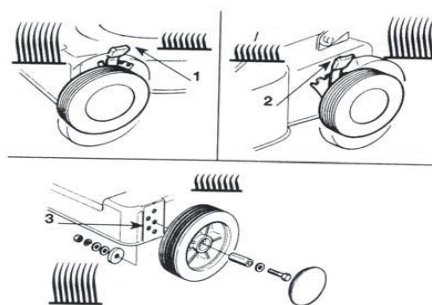


รูปที่ 2.67 แสดงการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

จังหวะต่อไปนี้จะสืบเนื่องมาจากจังหวะแรก เมื่อแม่เหล็กถาวรชุดดังกล่าวเคลื่อนที่ผ่านทริกเกอร์คอยล์ ดังรูปที่ 2.67 ก็จะทำให้เกิดกระแสไหลในเส้นลวดตัวนำของทริกเกอร์คอยล์ด้วยเช่นเดียวกัน กระแสดังกล่าวนี้ จะถูกส่งผ่านตัวต้านทานเซาเอสซีอาร์ กระตุ้นให้เอสซีอาร์เปิดทางให้กระแสจากคาปาซิเตอร์ไหลผ่านเข้าสู่ขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิดลงดินครบวงจร จึงทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ ขดลวดดังกล่าว สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้จะตัดกับขดลวดทุติยภูมิ ทำให้เกิดไฟแรงสูงขึ้นภายในขดลวดทุติยภูมิของคอยล์จุดระเบิด ส่งไปยังหัวเทียน ทำให้เกิดประกายไฟระหว่างขั้วหัวเทียน จุดชนวนผสมให้เกิดการเผาไหม้ต่อไป

2.6.2.12 ลอขับเคลื่อน ลอขับเคลื่อนเป็นชิ้นส่วนที่รองรับน้ำหนักของรถตัดหญ้าทั้งหมดและยึดติดอยู่กับเพลาล้อ ทำการหมุนขับเคลื่อนเพื่อให้รถตัดหญ้าเคลื่อนที่ตามความต้องการของผู้ควบคุม โดยได้รับกำลังมาจากมอเตอร์ส่งผ่านโซ่ และล่อโซ่ แลวนำมาขับเคลื่อนเพลาล้ออีกทีหนึ่ง

โครงสร้างของล้อ (wheel construction) ล้อประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ สองส่วน คือ ส่วนที่เป็นขอบ (rim) และส่วนตรงกลาง (center member) ส่วนตรงกลางนี้เรียกว่าจาน (disc) หรือสไปเดอร์ (spider) ขอบล้อทำหน้าที่รองรับยางและจานหรือสไปเดอร์ ทำหน้าที่ต่อรถกับขอบล้อ



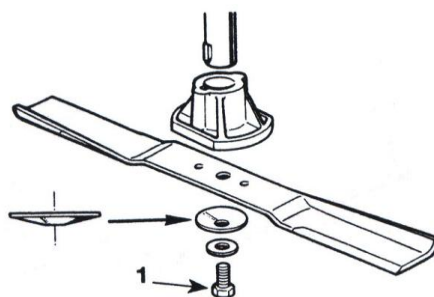
รูปที่ 2.68 ลอที่จับยึดเข้ากับเพลาล้อ

การยึดล้อเข้ากับดุมล้อ ล้ออาจจะยึดติดกับดุมล้อโดยสลัก (lug bolts) ซึ่งสอดผ่านรูที่ล้อและขันเข้ากับดุมล้อ หรือโดยสตั๊ด (studs) ที่ยื่นออกมาจากดุมล้อแล้วไขนัทหมุนเข้าไปในสตั๊ด

รถบางแบบใช้เกลียวซ้าย (นัทหรือสลักหมุนทวนเข็มนาฬิกาเพื่อขันแน่น) ทางล้อซ้าย และใช้เกลียวขวา (หมุนตามเข็มนาฬิกาเพื่อขันแน่น) ทางล้อขวา รถสวนมากใช้เกลียวขวาทั้งสองด้าน

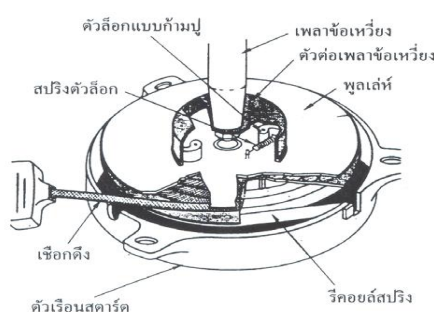
ข้อควรระวัง เมื่อใส่ล้อและยางกลับเข้าที่ (หลังจากถอดล้อออก) ต้องขันนัทหรือสลักให้แน่นเพื่อป้องกันล้อหลุดในขณะใช้งาน

2.6.2.13 ใบมีดตัดหญ้า ใบมีดตัดหญ้าดังรูปที่ 2.69 เป็นใบมีดที่ทำจากเหล็กกล้าเป็นแผ่นบาง ทำให้มีความคม และยึดติดกับปลายเพลาช่อเหวี่ยงด้วยนัต ทางสวนล่างของเครื่องยนต์การทำงานของเครื่องยนต์จะอยู่ระหว่าง 600 – 3,000 รอบต่อนาที ขึ้นอยู่กับภาระของใบมีดที่ได้รับหรือตามอัตราการเร่ง เครื่องยนต์ของผู้ควบคุมการตัดหญ้า การหมุนด้วยความเร็วเพื่อใช้ความเร็วและความคมของใบมีดไปตัดหญ้านั่นเอง



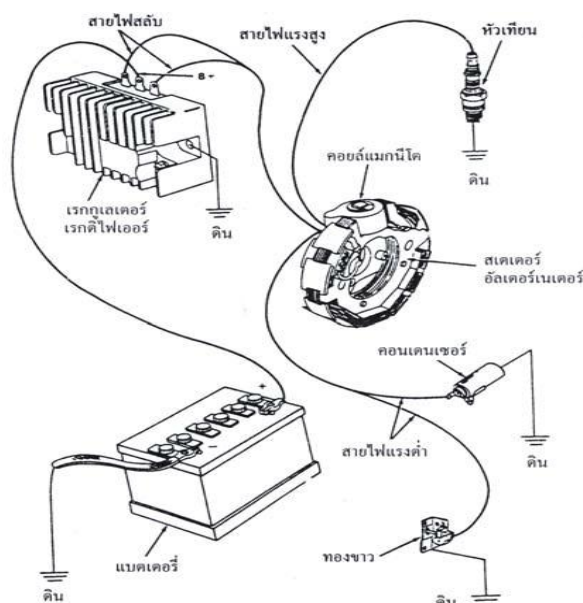
รูปที่ 2.69 ใบมีดตัดหญ้าที่ทำจากเหล็กกล้า

2.6.2.14 ระบบสตาร์ท เครื่องยนต์เผาไหม้ภายในโดยทั่วไป จะไม่สามารถสตาร์ทติดเครื่องได้เอง ถ้าปราศจากระบบสตาร์ท ซึ่งจะทำให้เครื่องยนต์เริ่มหมุน เพื่อที่จะดูดเอาไอดีหรือส่วนผสมเข้าสู่กระบอกสูบ และอัดไอดีหรือส่วนผสมให้มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้นพอเหมาะต่อการเผาไหม้เมื่อถูกจุดด้วยประกายไฟ ทำให้เกิดการเผาไหม้และเกิดการระเบิด เป็นผลทำให้เครื่องยนต์หมุนทำงานต่อไปได้ การสตาร์ทติดเครื่องแบบทำงานด้วยมือ การสตาร์ทติดเครื่องแบบนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากกับเครื่องยนต์เล็กโดยทั่วไป เนื่องจากเป็นแบบที่ง่าย ๆ ไม่มีกลไกยุ่งยากราคาถูกและไม่ต้องใช้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ จึงทำให้สะดวกต่อการซ่อมแซมและบำรุงรักษาดังรูปที่ 2.70



รูปที่ 2.70 อุปกรณ์การสตาร์ทติดเครื่อง

2.6.2.15 ระบบประจุไฟ จะทำหน้าที่ประจุกระแสไฟเข้าแบตเตอรี่ และจ่ายกระแสไฟให้กับวงจรจุดระเบิดและอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ในขณะที่เครื่องยนต์กำลังทำงาน และจะมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ แมกนีโต-เจนเนอเรเตอร์ (magneto-generator) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากกับเครื่องยนต์เล็กในปัจจุบัน เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดกระแสสลับ หรือที่นิยมเรียกกันว่า ฟลายวีลอัลเทอร์เนเตอร์ (flywheel alternator) ดังรูปที่ 2.71 จะทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟเข้าประจุแบตเตอรี่ และจัดส่งกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ เช่น ไฟแสงสว่างเหมือนกับ อัลเทอร์เนเตอร์ที่ใช้ในรถยนต์ด้วยเช่นกัน แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดก็คือ แทนที่แมกนีโต-เจนเนอเรเตอร์ จะสร้างแยกออกจากหางเช่นเดียวกันกับอัลเทอร์เนเตอร์ที่ใช้ในรถยนต์ กลับสร้างรวมอยู่ในตัวเดียวกันกับชุดของแมกนีโตที่ใช้ในระบบจุดระเบิด และจะอาศัยประโยชน์จากชุดของแม่เหล็กถาวรที่ล้อช่วยแรงในการผลิตกระแสไฟ เพียงแต่ชุดของขดลวดตัวนำหรือคอยล์เท่านั้นที่แยกออกจากกัน ดังนั้นแมกนีโต-เจนเนอเรเตอร์ จึงมีคอยล์ถึง 2 ชุด คือชุดของแมกนีโต และชุดของเจนเนอเรเตอร์

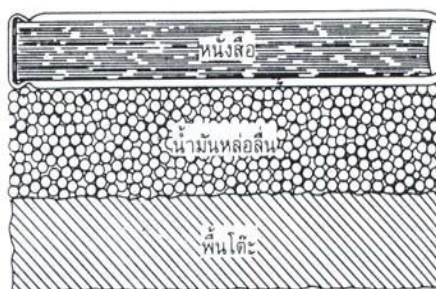


รูปที่ 2.71 แมกนีโต-เจนเนอเรเตอร์ และส่วนประกอบภายในวงจร

ในการทำงาน ดังรูปที่ 2.71 เมื่อแม่เหล็กถาวรที่ล้อช่วยแรง หมุนตัดขดลวดตัวนำที่สแตเตอร์ ก็จะทำให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำขึ้นภายในขดลวดตัวนำดังกล่าว กระแสที่เกิดขึ้นเป็นกระแสไฟสลับ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องจัดกระแสดังกล่าว ไหลผ่านไดโอดเรกติไฟเออร์เสียก่อนเพื่อเรียงให้เป็นกระแสไฟตรง ก่อนที่จะเข้าประจุแบตเตอรี่ ส่วนโวลต์เตจเรกกูเลเตอร์ก็จะทำหน้าที่ควบคุมแรงเคลื่อน และกระแสที่อัลเทอร์เนเตอร์ผลิตออกมาได้

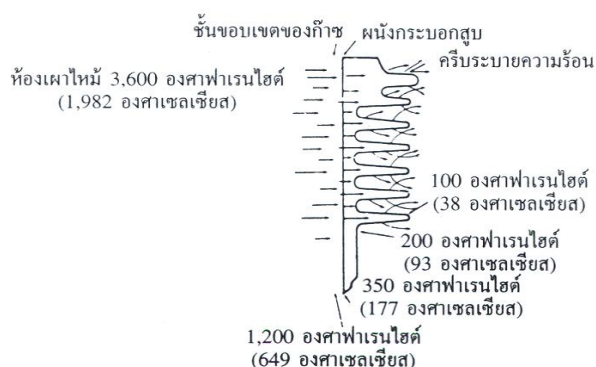
2.6.2.16 ระบบหล่อลื่น เครื่องยนต์จำเป็นต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นในการหล่อเลี้ยงชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่มีการเคลื่อนที่ เพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นส่วนเหล่านั้นสัมผัสกันโดยตรง ทำให้ลดการสึกหรอได้มากและยังช่วยลดแรงเสียดทานอีกด้วย นอกจากนี้ น้ำมันหล่อลื่นยังช่วยระบายความร้อนและทำความสะอาดชิ้นส่วนต่าง ๆ ตลอดจนช่วยอุดรอยรั่วระหว่างแหวนลูกสูบกับกระบอกสูบเป็นการป้องกันความดันรั่วไหลออกจากห้องเผาไหม้ ระบบหล่อลื่นทำหน้าที่ป้อนน้ำมันหล่อลื่นไปยังส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์

จุดประสงค์ของการหล่อลื่นก็คือ เพื่อลดความเสียดทานระหว่างชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ของเครื่องยนต์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ความเสียดทานไม่สามารถกำจัดให้หมดไปได้อย่างสมบูรณ์ แต่มันสามารถลดลงได้จนถึงจุดจุดหนึ่งซึ่งทำให้อายุการใช้งานของเครื่องยนต์ยาวนานสมมติว่าใช้น้ำมันหล่อลื่นทาไวน์โตะ ดังรูปที่ 2.72 หนังสือก็จะสามารถกลิ้งไถลไปบนโตะได้อย่างง่ายดายด้วยแรงเสียดทานเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากความเสียดทานระหว่างหนังสือและโตะลดลง หนังสือจะไม่สัมผัสกับพื้นโตะโดยตรง แต่จะมีฟลัมน้ำมันหล่อลื่นคั่นกลาง ฟลัมน้ำมันหล่อลื่นจึงมีประโยชน์ช่วยลดความเสียดทานและการสึกหรอระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ที่เคลื่อนที่ ดังรูปที่ 2.72



รูปที่ 2.72 น้ำมันหล่อลื่นช่วยลดความเสียดทานระหว่างหนังสือกับพื้นโตะ

2.6.2.17 ระบบระบายความร้อน ในเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในโดยทั่วๆ ไปอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของส่วนผสม ที่เกิดขึ้นภายในห้องเผาไหม้จะสูงเกินกว่า 3,600 องศาฟาเรนไฮต์ (1,982 องศาเซลเซียส) ความร้อนส่วนหนึ่งจะถูกขับออกไปกับแก๊สไอเสีย อีกส่วนหนึ่งจะถูกถ่ายเทไปยังชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ เช่น ผนังกระบอกสูบ ฝาสูบ ลูกสูบ หรือลิ้น เป็นต้นซึ่งความร้อนดังกล่าวนี้สูงพอที่จะทำให้ชิ้นส่วนเหล่านี้เกิดความเสียหายได้ นอกจากนั้น ยังทำให้เกิดการน็อกอันเนื่องมาจากการจุดระเบิดก่อนกำหนด ลิ้นไหม้หรือลูกสูบไหม้ได้ จึงเป็นอันตรายอย่างใหญ่หลวงกับเครื่องยนต์ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมียระบบระบายความร้อน เพื่อรักษาเครื่องยนต์ให้อยู่ในอุณหภูมิทำงานและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดังรูปที่ 2.73



รูปที่ 2.73 การถ่ายเทความร้อนและอุณหภูมิจากการเผาไหม้

โดยทั่วไป เครื่องยนต์จะทำงานมีประสิทธิภาพสูงสุดที่อุณหภูมิทำงานประมาณ 176 ถึง 194 องศาฟาเรนไฮต์ (80 ถึง 90 องศาเซลเซียส) แต่การระบายความร้อนออกจากผนังกระบอกสูบ และฝาสูบมากเกินไป ก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องยนต์ลดลงนอกจากนั้น การระบายความร้อนให้ออกไปจากเครื่องยนต์มากเกินไป ยังมีผลทำให้ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงขึ้น ทั้งยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดการรวมตัวของน้ำ ทำให้เกิดยางเหนียวหรือโคลน(sludge) ขึ้นภายในอ่างน้ำมันเครื่อง ดังนั้นระบบระบายความร้อนที่มีประสิทธิภาพจะต้องทำให้เครื่องยนต์ร้อนถึงอุณหภูมิทำงานเร็วว่ปกติ เมื่อเริ่มเดินเครื่อง และจะระบายความร้อนออกไปจากเครื่องยนต์ เมื่อมีอุณหภูมิสูงเกินกว่าอุณหภูมิทำงาน ระบบระบายความร้อนที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องสามารถขจัดความร้อนได้ประมาณ 30 ถึง 35 เปอร์เซ็นต์ของความร้อนทั้งหมด ที่ได้รับการเผาไหม้ของเชื้อระเบิด ภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์

ระบบระบายความร้อนที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน จำแนกออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (air cooling system)
2. ระบบระบายความร้อนด้วยของเหลว (liquid cooling system)

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ เนื่องจากมีส่วนเกี่ยวข้องเกี่ยวกับการระบายความร้อนของเครื่องตัดหญ้าควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

ระบบระบายความร้อนแบบนี้ ที่เสื้อสูบและฝาสูบจะทำเป็นครีบริบาย เพื่อเพิ่มเนื้อที่ในการระบายความร้อนให้ออกไปจากเครื่องยนต์ นอกจากนั้นในเครื่องยนต์บางแบบยังมีพัดลมเป่าอากาศ ซึ่งแยกออกจากหากหรือหล่อติดกับล้อช่วยแรง มีกระบังลมและทอลม เพื่อช่วยควบคุมทิศทางการไหลของกระแสอากาศ ให้ผ่านจุดที่ต้องการระบายความร้อน เพื่อขจัดความร้อนให้ออกไปจากตัวเครื่อง ระบบระบายความร้อนแบบนี้นิยมใช้กับ รถจักรยานยนต์, รถตัดหญ้า และเครื่องยนต์ขนาดเล็ก

2.6.2.18 โซ่ส่งกำลัง โซ่สามารถส่งกำลังให้ไดโมเมนตัมบิด (หมุน) สูงมากโดยให้เป็นชุดส่งกำลัง มีขนาดเล็กได้ เป็นลักษณะการส่งกำลังด้วยรูปร่างและที่รองเพลลาจะรับภาระน้อยมากไม่มีการให้สิ้นไถล ในขณะที่ส่งกำลัง ข้อต่อโซ่จะรับภาระความเสียดทานลื่น (sliding friction) จึงต้องมีการหล่อลื่นที่เพียงพอ โซ่ส่งกำลังจะมีใช้งานในที่รับภาระตึงมาก ๆ ในที่รับอุณหภูมิสูงโรงงานเคมี ใช้น้ำมัน ความชื้น เป็นที่ซึ่ง สายพานไม่สามารถนำไปใช้งานได้

ข้อดีเมื่อเปรียบเทียบกับสายพานแบนและสายพานร่อง

1. ส่งกำลังได้สูงโดยที่ไม่มีการลื่นที่ระยะห่างระหว่างเพลลาน้อยและให้อัตราทดสูง
2. เปลืองเนื้อที่น้อย
3. ไม่ต้องการตึงให้แน่นมาก และร่องเพลลารับภาระน้อย

ข้อเสียเมื่อเปรียบเทียบกับสายพานและสายพานแบบร่อง

1. มีอัตราทดเบี่ยงเบน เนื่องจากมุมข้อต่อของโซ่
2. รับภาระกระแทกและการสั่นสะเทือนได้น้อย
3. ไม่สามารถวางเพลลาไขว่กันได้
4. มีราคาสูงกว่า
5. ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามากกว่า

ข้อดีเมื่อเทียบกับเฟือง

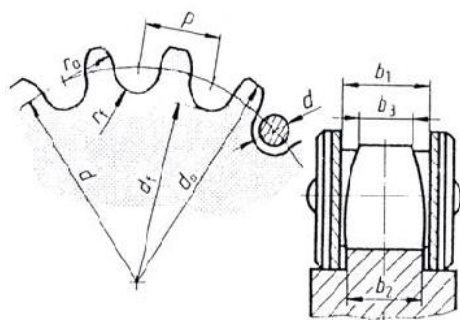
1. แก้ปัญหาระยะห่างระหว่างเพลลาที่ห่างกันมาก ๆ ได้
2. มีความไวต่อสิ่งสกปรกน้อยกว่า

ข้อเสียเมื่อเทียบกับเฟือง

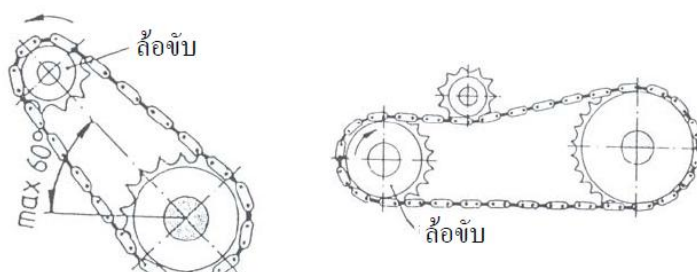
1. มีความเร็วรอบน้อยกว่า (เนื่องจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง)
2. ที่ความเร็วรอบสูงจะต้องใช้ตัวประกบกันการสั่นของโซ่
3. เพลลาต้องวางไขว่กันและสวนใหญ่ต้องวางในแนวนอน

โซ่สามารถส่งกำลังได้ถึง 3,700 กิโลวัตต์ และให้ความเร็วรอบถึง 30 เมตรต่อนาที มีอัตราทดได้ถึง = 10 มีประสิทธิภาพ 95....99 เปอร์เซนต์

2.6.2.19 ล้อโซ่ ตามปกติล้อโซ่จะทำจากเหล็กหล่อ เหล็กกล้าหล่อ หรือเหล็กกล้าสวนการจัดให้ ขับส่งกำลังด้วยโซ่ที่ถูกต้องได้ดังรูปที่ 2.74



ก. ขนาดล้อยโซ่และขนาดโซ่



ข. การจัดให้โซ่ส่งกำลังให้ถูกต้อง

รูปที่ 2.74 ขนาดของล้อยโซ่และการจัดให้โซ่ส่งกำลังได้ถูกต้อง

จำนวนฟันโซ่และความเร็วโซ่ที่ใช้งาน โดยปกติฟันล้อยโซ่จะเป็นจำนวนเลขคี่ สำหรับงานส่งกำลัง ดวยโซ่จะมีเกณฑ์กำหนดสำหรับล้อยโซ่ดังนี้

ล้อยโซ่ตัวเล็ก :

$z_1 = 9 \dots 11$ โซ่กับความเร็วโซ่ (v) ต่ำกว่า 4 เมตรต่อนาที

$z_1 = 11 \dots 13$ โซ่กับความเร็วโซ่ (v) ถึง 4 เมตรต่อนาที เป็นโซ่ที่มีระยะพิตช์ ถึง 20 มิลลิเมตร และมีความยาวโซ่เกินกว่า 40 ข้อ ใช้งานในที่ไม่รับภาระมากนักและอายุการใช้งานน้อยกว่า 10,000 ชั่วโมง

$z_1 = 14 \dots 16$ โซ่กับความเร็วโซ่ (v) ถึง 7 เมตรต่อนาที และรับภาระปานกลาง

$z_1 = 17 \dots 25$ โซ่กับความเร็วโซ่ (v) ถึง 24 เมตรต่อนาที และรับภาระมาก

ล้อยโซ่ตัวใหญ่ :

$z_1 = 30 \dots 80$ มีใช้งานทั่วไป

$z_1 = \dots 120$ เป็นล้อยโซ่ที่มีจำนวนฟันมากที่สุด

$z_1 = \dots 150$ ใช้งานในกรณีพิเศษ แต่ถาเป็นไปไดให้หลีกเลี่ยงมิฉะนั้นจะเกิดการสึกหรอมากเมื่อมีอัตราทดมากขึ้น

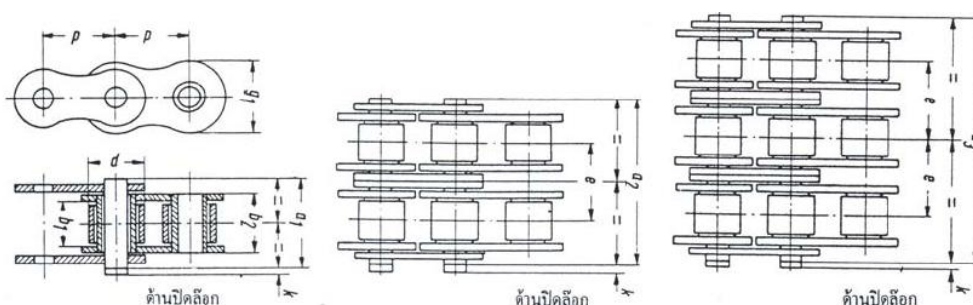
โดยทั่วไปจะกำหนดให้อัตราทดของระบบโซ่ส่งกำลัง $i < 7$ หรือ $i = 10$ แต่ต้องใช้งานที่ความเร็วโซ่ต่ำ สวนจำนวนฟันลอโซมาตรฐานที่นิยมใช้งานมีดังนี้

สำหรับลอโซขนาดเล็ก (13) (15) 17 19 21 23 25

สำหรับลอโซขนาดโต 38 57 76 95 114

จำนวนฟันที่อยู่ใน () ถาเป็นไปไดให้หลีกเลี่ยง

ขอควรระวัง : การทดรอบส่งกำลังด้วยโซ่ให้เร็วขึ้นไม่เป็นการเหมาะสม ด้วยเหตุนี้ควรหลีกเลี่ยง



นัมเบอร์โซ่ แถว		โซ่ลูกกลิ้งเส้นเดียว (1)										โซ่ลูกกลิ้ง 2 เส้น (2)					โซ่ลูกกลิ้ง 3 เส้น (3)				
		p	b ₁ min.	b ₂ max.	d ₁ max.	e	g ₁ max.	k max.	แรงโซ่ขาด		พื้นที่ ข้อต่อ cm ²	น้ำหนัก kg/m	a ₁ max.	N min.	พื้นที่ ข้อต่อ cm ²	น้ำหนัก kg/m	a ₁ max.	N min.	พื้นที่ ข้อต่อ cm ²	น้ำหนัก kg/m	
									max.	min.											max.
l	2																				
05 B 06 B 08 B 10 B 12 B 16 B 20 B 24 B 28 B 32 B 40 B 48 B 56 B 64 B 72 B	03	5	2,5	4,15	3,2	-	4,1	2,5	7,4	2 000	0,06	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	
	04	6	2,8	4,1	4	-	5	2,9	7,4	3 000	0,07	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	
		8	3	4,77	5	5,64	7,11	3,1	8,6	4 600	0,11	0,18	14,3	8 000	0,22	0,36	19,9	11 400	0,33	0,54	
		9,525	5,72	8,53	6,35	10,24	8,26	3,3	13,5	9 100	0,28	0,41	23,8	17 300	0,55	0,78	34	25 400	0,83	1,18	
		12,7	7,75	11,3	8,51	13,92	11,81	3,9	17	18 200	0,50	0,70	31	31 800	1,00	1,35	44,9	45 400	1,50	2,0	
		15,875	9,65	13,28	10,16	16,59	14,73	4,1	19,6	22 700	0,67	0,95	36,2	45 400	1,34	1,85	52,8	68 100	2,02	2,8	
		19,05	11,68	15,62	12,07	19,16	16,13	4,6	22,7	29 500	0,89	1,25	42,2	59 000	1,78	2,5	61,7	88 500	2,68	3,8	
		25,4	17,02	25,45	15,88	31,88	21,08	5,4	36,1	58 000	2,10	2,7	68	110 000	4,21	5,4	99,9	165 000	6,32	8	
		31,75	19,56	29,01	19,05	36,45	26,42	6,1	43,2	95 000	2,95	3,6	79,7	180 000	5,91	7,2	116,1	270 000	8,86	11	
		38,1	25,4	37,92	25,4	48,36	33,4	6,6	53,4	170 000	5,54	6,7	101,8	324 000	11,09	13,5	150,2	485 000	16,64	21	
		44,45	30,99	46,58	27,94	59,56	37,08	7,4	65,1	200 000	7,40	8,3	124,7	381 000	14,81	16,6	184,3	571 000	22,21	25	
		50,8	30,99	45,57	29,21	58,55	42,29	7,9	67,4	260 000	8,11	10,5	126	495 000	16,23	21	184,5	743 000	24,34	32	

รูปที่ 2.75 ขนาดพิกัตของโซ่ลูกกลิ้ง ตามมาตรฐาน DIN 8187

สัญลักษณ์ย่อของโซ่ลูกกลิ้งแบบเส้นเดียวตาม DIN 8187 นัมเบอร์ 16 B มี 92 ซี่นว่า : โซ่ลูกกลิ้ง DIN 8187-16B-1 × 92

สัญลักษณ์ย่อของโซ่ลูกกลิ้งแบบสองเส้นตาม DIN 8187 นัมเบอร์ 08 B มี 120 ซี่นว่า : โซ่ลูกกลิ้ง DIN 8187-08B-2-120

2.7 ทฤษฎีกล้องวิดีโอ

สำหรับในกลุ่มนี้ก็แบ่งกล้องออกมาได้ 3 ประเภท

ประเภทแรกคือ กล้องที่ส่งสัญญาณผ่านสาย coaxial ซึ่งก็คือกล้องส่วนใหญ่ทั่วๆ ไปที่อยู่ในตลาด กล้องพวกนี้ใช้สายสัญญาณภาพเป็นสื่อภาพ สายสัญญาณภาพก็เช่น สาย RG สาย 3C2V เป็นต้น การเดินสายก็ต้องเดินสายสัญญาณภาพจากตัวกล้องตรงไปสู่เครื่องบันทึกภาพ คุณภาพภาพที่ได้จากกล้องประเภทนี้จะค่อนข้างดี แต่ก็ขึ้นอยู่กับระยะการเดินสายสัญญาณด้วย ถ้ายิ่งไกลคุณภาพภาพก็ยิ่งต่ำลง

ประเภทที่ 2 คือ กล้องไร้สาย (Wireless Camera) กล้องประเภทนี้จะมาเป็นชุด คือ ตัวกล้องมาพร้อมเสาสัญญาณ และตัวรับสัญญาณจากกล้อง (Receiver) ซึ่งจะต่อเข้ากับเครื่องบันทึกภาพอีกที ตัวกล้องจะส่งสัญญาณภาพผ่านคลื่นวิทยุไปยังตัวรับสัญญาณ จึงไม่จำเป็นต้องเดินสายสัญญาณภาพสำหรับระยะการส่งสัญญาณว่าจะไปได้ไกลมากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับกำลังวัตต์การส่งคลื่นและการรับคลื่น มีกล้องบางรุ่นสามารถส่งได้ไกลเป็นกิโลเมตร และไปได้ไกลกว่านั้นหากมีการต่อจุดขยายสัญญาณต่อไปเรื่อยๆ เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ยากต่อการเดินสายสัญญาณภาพ เช่น ไซต์งานกลางทะเล นิคมอุตสาหกรรม หรือพื้นที่ที่ตกแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว อย่างไรก็ตามข้อจำกัดหลักของกล้องไร้สายก็คือระยะการส่งสัญญาณ ในกรณีติดตั้งในบ้าน หรือออฟฟิศนั้นยังต้องคำนึงถึงการลดทอนสัญญาณ เพราะสัญญาณภาพจะลดทอนลงไปเรื่อยๆ เมื่อมีกำแพงขวางกั้น หรือในพื้นที่ๆ ต้องการส่งสัญญาณไกลๆ ยังมีเรื่องของถูกรบกวนโดยคลื่นสัญญาณอื่นด้วย ซึ่งเหล่านี้ต้องมีอุปกรณ์อื่นๆ มาเสริมเพื่อรักษาคุณภาพของสัญญาณภาพจากต้นทางไปสู่ปลายทาง ดังนั้นการลงทุนโดยรวมในการติดตั้งกล้องไร้สายจึงเป็นตัวเลขนี่ไม่ธรรมดาสำหรับสเกลงานใหญ่ๆ ส่วนการติดตั้งในพื้นที่เล็กๆ เช่น บ้าน ออฟฟิศ หรือโรงงานนั้น ต้องดูถึงความคุ้มค่าในการลงทุน เช่น เมื่อเปรียบเทียบกับค่าแรง ค่าสายสัญญาณแล้วคุ้มค่ากว่ากันหรือไม่อย่างไร ที่สำคัญคือต้องดูที่ความยอมรับได้ของคุณภาพภาพที่ได้ด้วย

ประเภทที่ 3 คือกล้องไอพี (IP camera) กล้องประเภทนี้เป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่ เนื่องจากในระยะหลังมานี้ได้มีการนำความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในการบันทึกภาพระบบกล้องวงจรปิดกันมากขึ้น และยังพัฒนาไปสู่การดูภาพผ่านระบบเครือข่ายต่างๆ ซึ่งใช้การการส่งข้อมูลกันแบบดิจิทัลผ่านโปรโตคอลต่างๆ ขณะที่ตัวกล้องวงจรปิดทั่วไปยังเป็นการส่งสัญญาณแบบอนาล็อกผ่านสายสัญญาณมายังเครื่องบันทึก ดังนั้นจึงมีการพัฒนากล้องแบบใหม่ขึ้นมาเพื่อรองรับเทคโนโลยีใหม่นี้ ซึ่งคลอออกมาเป็นกล้องไอพี

กล้องไอพีจะส่งสัญญาณภาพผ่านสาย UTP หรือที่เรียกกันง่าย ๆ ว่าสายแลน (LAN) สัญญาณที่ส่งออกมาจะเป็นสัญญาณดิจิทัล ทำให้ทำงานบนระบบเครือข่ายได้ทันที เพราะเป็นเหมือนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์บนระบบเครือข่ายตัวหนึ่ง ข้อดีของกล้องไอพีคือสามารถขยายระบบได้ง่ายและรวดเร็ว สามารถดูภาพจากกล้องต่างพื้นที่ได้จากจุดเดียวกัน นอกจากนั้นกล้องไอพีในปัจจุบันยังมีแบบไร้สายด้วย แต่ข้อเสียก็คือราคาของกล้องประเภทนี้ยังค่อนข้างสูงอยู่ และเหมาะกับพื้นที่ที่มีการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายแล้ว ไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายภายใน (Intranet) หรือเครือข่ายภายนอก (Internet) อย่างไรก็ตาม ต้องลองเปรียบเทียบดูถึงความคุ้มค่าของการลงทุนด้วยเช่นกัน เพราะนอกจากเรื่องราคากล้องแล้วยังมีเรื่องของราคาสายสัญญาณ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ความสะดวกในการใช้งาน และการรองรับความต้องการในอนาคต เปรียบเทียบดูกับการติดตั้งกล้องแบบธรรมดาแล้วดูว่าอย่างไรตรงกับความต้องการของตัวเรามากที่สุด

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันได้มีการศึกษาและวิจัย เพื่อพัฒนาเครื่องตัดหญ้าในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งมีการจัดสร้างมาหลายรูปแบบ ดังนี้

1. สุรนาถ ศรีลาดเลา และสุรศักดิ์ ผ่องศิริ (2546) ได้ออกแบบและจัดสร้างรถตัดหญ้าบังคับวิทยุ ไซมอเตอร์แรงเคลื่อนไฟตรง 24 โวลต์ แทนเครื่องยนต์ ส่วนการบังคับเลี้ยวและการขับเคลื่อนไซมอเตอร์ปัดนำฟันจำนวน 2 ตัว ควบคุมด้วยวิทยุรับส่ง โดยสั่งงานมอเตอร์ขับเคลื่อนผ่านไอซีและรีเลย์ เมื่อได้ทดสอบรวมกับรถบังคับวิทยุขนาดเล็กจะเห็นว่าสามารถควบคุมได้ในระยะที่ไกล โดยสามารถควบคุมได้ในระยะไม่เกิน 7 เมตร สามารถตัดหญ้าในสนามได้จริง ซึ่งความสูงของหญ้าไม่เกิน 4 นิ้ว (10.16 เซนติเมตร) แต่มีความผิดพลาดจากระยะทางในการควบคุมและมีความรบกวนเกิดขึ้นที่ตัวมอเตอร์

2. กิตติพงษ์ โนห์ล่า และ วีรยุทธ พงศ์สวัสดิ์ ได้พัฒนารถตัดหญ้านั่งขับแบบใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลังขนาด 4103 วัตต์ โดยแบ่งชุดส่งกำลังไปยังชุดเกียร์ขับเคลื่อนและใบมีดตัด ระบบใบมีดสามารถปรับได้โดยตัดได้ต่ำสุด 1 เซนติเมตร ตัดสูงสุดได้ 6.3 เซนติเมตร มีความเร็วในการตัด 2.5-5.7 กิโลเมตร/ชั่วโมง

3. ณัฐวุฒิ การสมพจน์ ได้สร้างรถสำรวจทำงานในท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตรที่มีความเป็ยกขึ้น ซึ่งมีหลักการทำงานคือ ผู้ใช้จะควบคุมรถสำรวจท่อด้วยโปรแกรมแอปพลิเคชันที่เขียนจากวิซวลเบสิก (Visual Basic 6.0) โดยจะมองภาพการเคลื่อนที่ของรถสำรวจที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยผ่านกล้องสำรวจที่ติดอยู่บนตัวรถ มีระบบไฟส่องสว่างเพื่อให้มองเห็นสิ่งต่างๆ ซึ่งจะส่งสัญญาณภาพมาที่ภาครับสัญญาณภาพที่คอมพิวเตอร์ สามารถบอกระยะทางที่รถสำรวจท่อเคลื่อนที่ได้โดยใช้การนับ

พัลส์ที่ได้จากเอ็นโคดเดอร์ และทำการประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลของระยะทางในหน่วยเมตร ผลของการดำเนินงานโครงการปริญญาโทครั้งนี้ สามารถสร้างรถสำรวจที่ควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมแอปพลิเคชัน การวัดระยะทางมีค่าผิดพลาด 5% และสามารถรับสัญญาณภาพได้สูงสุดที่ระยะ 20 เมตร

4. อติศักดิ์ สุขสมวงศ์ และ อาหิราม งามยิ่งยวด ได้สร้างรถขั้วพื้นควบคุมด้วยรีโมทคอนโทรล สามารถควบคุมได้ไกล 40 เมตร ฉีดน้ำยาได้โดยอัตโนมัติ ขั้วพื้นได้นาน 50 นาที สามารถขั้วพื้นได้ครอบคลุมพื้นที่ 150 ตารางเมตร และสามารถขั้วพื้นได้ดีที่สุดในพื้นที่ผิวเรียบ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

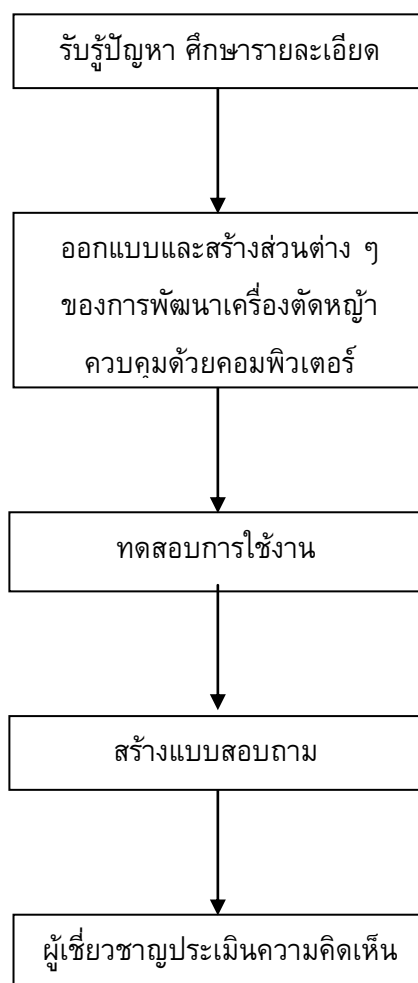
วัตถุประสงค์ในการพัฒนาเครื่องตัดหญ้าควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาประสิทธิภาพ และสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ได้ดำเนินการ ดังนี้

1. วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์
2. การดำเนินการออกแบบและสร้างรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้

3.1.1 เครื่องยนต์เบนซิน	จำนวน 1 เครื่อง
3.1.2 คันชักคันส่งบังคับเลี้ยว	จำนวน 1 ชุด
3.1.3 กลองพลาสติก	จำนวน 3 กลอง
3.1.4 โซ่งกำลัง	จำนวน 1 เส้น
3.1.5 มอเตอร์และชุดเฟืองบังคับเลี้ยว	จำนวน 1 ชุด
3.1.6 มอเตอร์และชุดเฟืองขับเคลื่อน	จำนวน 1 ชุด
3.1.7 แบตเตอรี่	จำนวน 2 ตัว
3.1.8 ล้อขับเคลื่อน	จำนวน 4 ล้อ
3.1.9 ล้อจำนวนฟันโซ่ 13 ฟัน	จำนวน 1 ตัว
3.1.10 เหล็กเพลขนาด $\varnothing 15 \times 500$ มิลลิเมตร	จำนวน 1 ท่อน
3.1.11 ล้อจำนวนฟันโซ่ 11 ฟัน	จำนวน 1 ตัว
3.1.12 ชุดรับส่งสัญญาณวิทยุ	จำนวน 1 ชุด
3.1.13 แบตเตอรี่ DC 6 โวลต์ 10 แอมป์	จำนวน 1 ชุด
3.1.14 สวานไฟฟ้า	จำนวน 1 ชุด
3.1.15 ดอกสวาน $\varnothing 6, 8, 10$, มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชุด
3.1.16 กล้องไร้สาย	จำนวน 1 ชุด
3.1.17 หัวแรงไฟฟ้า	จำนวน 1 ชุด

3.2 การดำเนินการ



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ

3.2.1 รับรู้ปัญหา ศึกษารายละเอียดและออกแบบรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

รับรู้ปัญหาของเครื่องตัดหญ้า ทั้งแบบสะพาย แบบนั่งขับและแบบเดินตาม ในสถานที่ต่าง ๆ เช่น ในสถานที่ราชการ บ้านเรือน เป็นต้น

ศึกษาและค้นคว้า จากหนังสือและตำราที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบต่าง ๆ ในการสร้างเครื่องตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ดังนี้

1. ศึกษาการทำงานของรถตัดหญ้า
2. ศึกษาและค้นคว้าตัวเครื่องยนต์ที่นำมาใช้เป็นเครื่องของรถตัดหญ้า

3. ศึกษาคุณสมบัติ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องจักรกล เพื่อจัดหาวัสดุและ อุปกรณ์ที่เหมาะสม ที่จะนำมาผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ

4. ศึกษากระบวนการผลิตทั้งวิทยุบังคับตัวรับสัญญาณจากเอกสารตำราที่เกี่ยวข้อง

5. ศึกษาวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

6. ศึกษาและค้นคว้าการเขียนโปรแกรมที่ใช้ควบคุมโดย Visual Basic 6

3.2.2 ออกแบบและสร้างส่วนต่าง ๆ ของการพัฒนาardtัทหญาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ในการออกแบบส่วนต่าง ๆ ของardtัทหญาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ได้แบ่งเป็นขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์

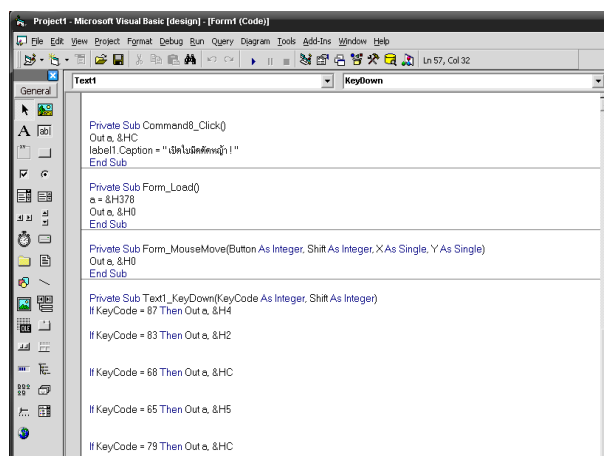
ส่วนที่ 2 วงจร

ส่วนที่ 3 โครงสร้างardtัทหญา

1. ส่วนของโปรแกรม Visual Basic 6.0



รูปที่ 3.2 การสร้าง New Project



รูปที่ 3.3 แสดง Code

โปรแกรมที่ใช้กับรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

```
Public a As Integer
```

```
Private Sub Command1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
```

```
Out a, &H4
```

```
label1.Caption = " เดินหน้า "
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command2_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
```

```
Out a, &H2
```

```
label1.Caption = " ถอยหลัง "
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
```

```
Text1.SetFocus
```

```
Text1.Text = ""
```

```
label1.Caption = " ใช้คีย์บอร์ด "
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command4_Click()
```

```
Form2.Show
```

```
Form1.Hide
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command5_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As  
Single)
```

```
Out a, &HC
```

```
label1.Caption = " เลี้ยวขวา "
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command6_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As  
Single)
```

```
Out a, &H5
```

```
label1.Caption = " เลี้ยวซ้าย "
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command7_Click()
```

```
Out pwrite, &H0
```

```
label1.Caption = " หยุด ! "
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command8_Click()
```

```
Out a, &HC
```

```
label1.Caption = " เปิดไฟมีดตัดหญ้า ! "
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
a = &H378
```

```

Out a, &H0
End Sub

Private Sub Form_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out a, &H0
End Sub

Private Sub Text1_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
If KeyCode = 87 Then Out a, &H4
If KeyCode = 83 Then Out a, &H2
If KeyCode = 68 Then Out a, &HC
If KeyCode = 65 Then Out a, &H5
If KeyCode = 79 Then Out a, &HC
End Sub

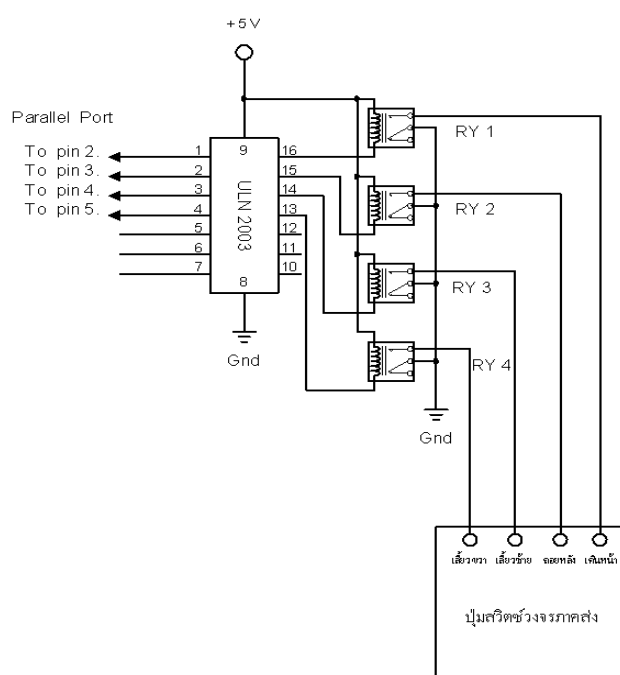
Private Sub Text1_KeyUp(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Out a, &H0
Text1.Text = ""
End Sub

```

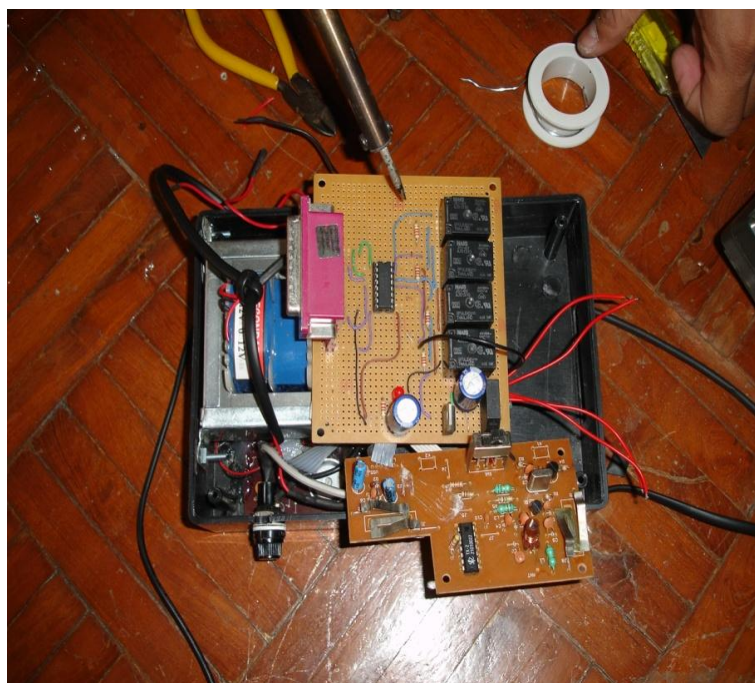
2. ส่วนของวงจร

ชุดภาคส่ง

รับคำสั่งจากโปรแกรม โดยรับสัญญาณจาก Parallel Port หรือ Port Printer เพื่อไปส่งชุดรีโมทภาคส่ง โดยใช้รีเลย์เป็นเหมือนสวิตช์ตัดต่อวงจร



รูปที่ 3.4 วงจรการส่งงานภาคส่งผ่าน Parallel Port

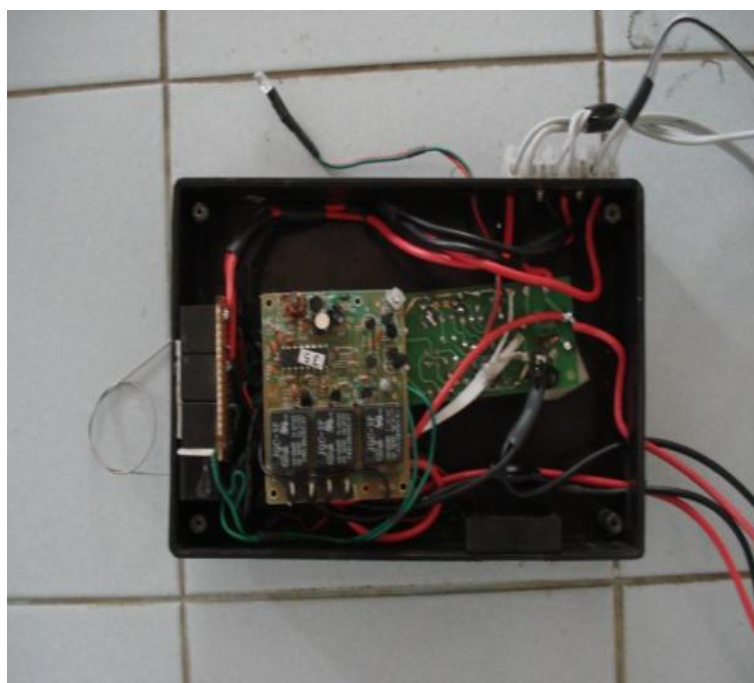


รูปที่ 3.5 แสดงการต่อวงจรชุด Drive และชุดรีโมทภาคส่ง

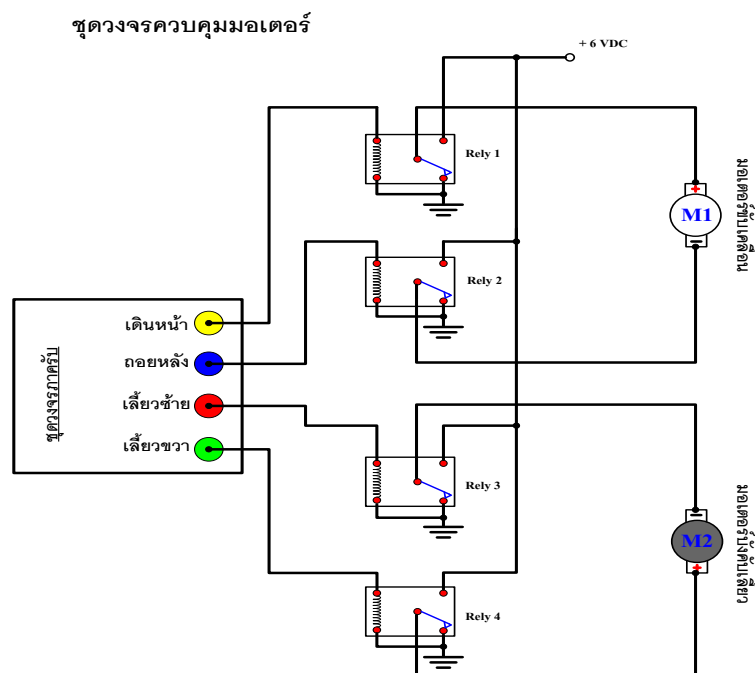
การทำงานของวงจร

การทำงานของภาคส่งจะต้องทำการตัดแปลงที่รีโมทเพื่อที่จะใช้คอมพิวเตอรืควบคุมผ่านพอร์ตขนาน (Parallel Port) โดยมีการต่อวงจรเพิ่มเติมดังรูปที่ 3.4 จากรูปจะใช้คอมพิวเตอรืควบคุมรีเลย์ทั้งสี่ตัวผ่านพอร์ตขนาน (Parallel Port) และรีเลย์แต่ละตัวจะถูกนำไปต่อเข้ากับหน้าสัมผัสของสวิตช์บนตัวรีโมท และเมื่อทำการสั่งให้รีเลย์ทำงานก็จะเหมือนกับการกดสวิตช์บนตัวรีโมท คือจะเป็นการต่อกราวด์ให้กับขาไอซี ทำให้ตัวรีโมทส่งสัญญาณออกไปเพื่อควบคุมตัวรถตัดหญ้าให้ทำตามคำสั่งได้

ชุดภาครับ



รูปที่ 3.6 แสดงการประกอบวงจรภาครับ



รูปที่ 3.7 วงจรควบคุมมอเตอร์

การทำงานของวงจร

การทำงานของวงจรจะเริ่มจากเมื่อวงจรภาครับของรถบังคับวิทยุได้รับคำสั่งจากชุดควบคุมที่อยู่กับคอมพิวเตอร์สั่งงานโดยคีย์บอร์ดซึ่งจะมีคำสั่งการใช้งานอยู่ 4 ฟังก์ชัน ได้แก่ เดินหน้า , ถอยหลัง , เลี้ยวซ้าย และ เลี้ยวขวา ก็จะทำให้เกิดแรงดันจ่ายให้กับ Rely ที่จะทำหน้าที่เป็นสะพานไฟจ่ายให้มอเตอร์ต่อไป

การทำงานเริ่มจากเมื่อกดปุ่มเดินหน้าก็จะส่งผลให้มีแรงดันไฟจ่ายให้กับ Rely 1 ให้ทำการจ่ายไฟบวก 6 โวลต์ให้กับมอเตอร์ M1 ให้หมุนขับเคลื่อนตัวรถไปข้างหน้าคือจะหมุนตามเข็มนาฬิกา ส่วนถ้ากดปุ่มถอยหลัง Rely 1 จะกลับจากการจ่ายไฟบวกเป็นกราวด์ และจะทำให้ Rely 2 ทำงานทำการจ่ายไฟบวกให้กับมอเตอร์ในลักษณะกลับหัวกับการกดปุ่มเดินหน้าทำให้มอเตอร์ M1 หมุนทวนเข็มนาฬิกาส่งผลให้ตัวรถถอยหลังได้ และถ้าต้องการเลี้ยวขวาก็ให้ทำการกดปุ่มเลี้ยวขวาจะส่งผลให้ Rely 4 ทำงานทำการต่อไฟให้มอเตอร์ M2 ทำให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกาตัวรถเคลื่อนที่ไปทางด้านขวา และถ้าต้องการเลี้ยวซ้ายก็ให้ทำการกดปุ่มเลี้ยวซ้ายจะส่งผลให้ Rely 3 ทำงานทำการต่อไฟให้มอเตอร์ M2 หมุนทวนเข็มนาฬิกาทำให้ตัวรถเคลื่อนที่ไปทางด้านซ้าย

ชุดแหล่งจ่ายไฟ

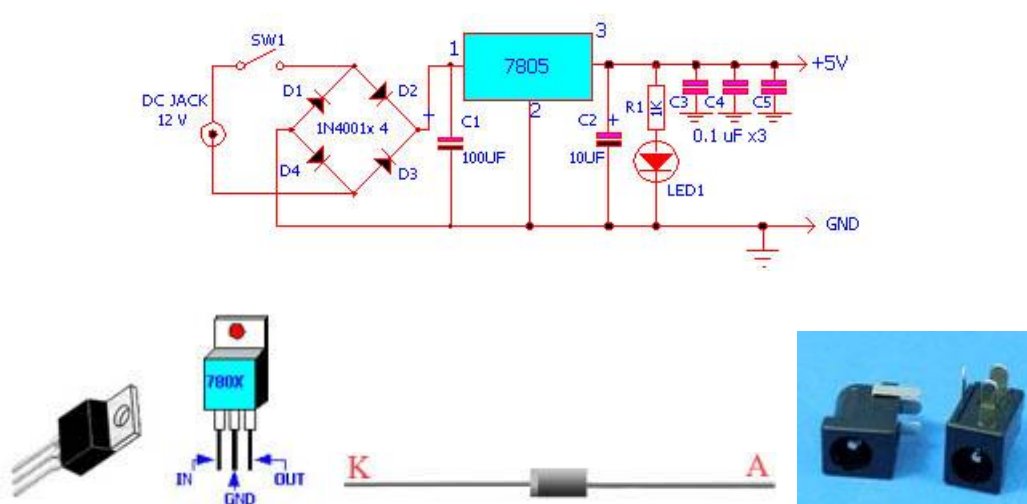
แบตเตอรี่



รูปที่ 3.8 แสดงรูปแบตเตอรี่

เป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่มีความสำคัญในการใช้งานรถตัดหญ้ามากเพราะรถตัดหญ้ามีการทำงานหลักๆ ด้วยการขับเคลื่อนของมอเตอร์ไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งก็จะมีข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาการใช้งานเครื่องตัดหญ้าเพราะขนาดของกระแสของแบตเตอรี่ที่มีค่อนข้างน้อยเพราะถ้าเพิ่มแบตเตอรี่ที่มีกระแสที่มากขึ้นแล้วจะทำให้ตัวเครื่องมีน้ำหนักมากขึ้นยากต่อการเคลื่อนย้ายของผู้ใช้งาน

วงจรภาคจ่ายไฟ



รูปที่ 3.9 วงจรภาคจ่ายไฟ

การทำงานของวงจร

เริ่มจากสวิตช์ SW1 ทำหน้าที่ เปิด-ปิด การจ่ายไฟให้กับวงจรทั้งหมด โดยใช้แหล่งจ่ายไฟแบบ DC หรือ AC ที่มีแรงดันไฟขนาด 6-9 โวลต์ ไดโอด D1-D4 ต่อเป็นวงจรบริดจ์ จุดประสงค์เพื่อให้เอนกประสงค์กับการต่อขั้วไฟ DC จากอแดปเตอร์ที่อาจจะเป็นแบบขั้วไฟบวกอยู่ด้านนอกขั้วไฟลบอยู่ด้านใน หรือขั้วไฟลบอยู่ด้านนอกขั้วไฟบวกอยู่ด้านใน ก็สามารถใช้งานได้ หรือบางครั้งอาจจะใช้แหล่งจ่ายไฟ AC จากหม้อแปลงโดยตรง ที่มีขนาดประมาณ 6-9 โวลต์เอซี โดยไดโอดที่ต่อวงจรบริดจ์จะทำหน้าที่เป็นวงจรเรกติไฟเออร์ โดยเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ให้เป็น ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และกลับขั้วไฟให้ถูกต้อง

ตัวเก็บประจุ C1 จะทำหน้าที่กรองแรงดันหรือฟิลเตอร์ (Filter) เพราะในการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จะยังมีการกระเพื่อมของแรงดันไฟตรงที่เราเรียกว่าริปเปิล (Ripple) ดังนั้นเราจึงใช้ตัวเก็บประจุเพื่อลดค่าแรงดันริปเปิลลงไป โดยการเก็บค่าประจุไว้เมื่อช่วงแรงดันสูง และจะจ่ายประจุให้กับโหลดเมื่อมีการกระเพื่อมทางด้านต่ำดังนั้นโหลดจะได้แรงดันที่ราบเรียบขึ้น IC1 เป็นไอซีเรกูเลเตอร์ (Regulate) ขนาด 5 โวลต์ ซึ่งจะทำหน้าที่รักษาระดับของแรงไฟให้มีค่าคงที่ 5 โวลต์ ตัวเก็บประจุ C2 จะทำหน้าที่กรองแรงดัน ที่ออกมาจากเอาต์พุตของ IC1 ส่วน C3,C4 และ C5 ทำหน้าที่กรองสัญญาณความถี่สูงทิ้งไป ซึ่งอาจจะเกิดจากอุปกรณ์วงจรภายในของไอซี ในการต่อใช้งานจะต่อระหว่างขาไฟเลี้ยงของไอซี กับขากราวด์ โดยต่อให้ใกล้กับขาไอซีให้มากที่สุด ส่วนตัวต้านทาน R1 จะทำหน้าที่จำกัดกระแสที่ป้อนให้กับ LED1 เพื่อกำหนดความสว่าง ถ้าหากค่าความต้านทานน้อยก็จะทำให้ LED1 สว่างมาก และกินกระแสมากขึ้น หากค่าความต้านทานน้อยเกินไปอาจจะทำให้ LED1 เสียหายได้ ดังนั้นในการกำหนดความสว่างของ LED1 ให้พอดีสำหรับการแสดงสภาวะการทำงานของบอร์ด ก็ควรจะใช้ค่าความต้านทานที่มีค่ามาก แต่ยังให้แอลอีดีมีความสว่างพอสังเกตได้

ชุดกล่องไร้สาย



รูปที่ 3.10 กล่องไร้สาย



รูปที่ 3.11 การ์ดจูนเนอร์

ทั้งสองส่วนถูกนำมาใช้งานร่วมกันเพราะสัญญาณที่ได้จากกล่องจะเป็นสัญญาณ AV จึงต้องนำไปต่อเข้ากับการ์ดจูนเนอร์ก่อนเพื่อแปลงสัญญาณให้ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ได้

3. ส่วนของโครงสร้าง



ด้านบน



ด้านข้าง



ด้านหน้า



ด้านหลัง



ด้านซ้าย



ด้านขวา

รูปที่ 3.12 แสดงโครงสร้างเครื่องตัดหญ้า



รูปที่ 3.13 แสดงการประกอบเครื่องตัดหญ้า

โครงสร้างรถตัดหญ้า เป็นชิ้นส่วนที่รองรับและติดตั้งประกอบชิ้นส่วน อุปกรณ์ต่าง ๆ ของรถตัดหญ้า ประกอบด้วยพลาสติกขึ้นรูปเป็นฐานรองรับ ชุดส่งกำลังประกอบด้วยโซ่ส่งกำลังโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมชุดเฟืองทดเป็นหลัก และมีส่วนประกอบคือ

1. มอเตอร์ไฟฟ้า ผู้วิจัยเลือกใช้มอเตอร์แบบหมุนกลับทิศทาง ขนาด 22 วัตต์ ใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรง 6 โวลต์ มีกระแสไฟ 10 แอมป์ เป็นตัวต้นกำลังในการส่งแรงไปขับเคลื่อนลอรถ
2. แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ที่สะสมพลังงาน และจ่ายพลังงานให้กับมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อนไทรคัตหญ้าเคลื่อนที่ และบังคับเลี้ยวได้ ผู้จัดทำเลือกใช้แบตเตอรี่ 6 โวลต์ 10 แอมป์ จำนวน 1 ลูก

3. โซ่ส่งกำลัง เป็นตัวรับและส่งกำลังจากล่อโซ่โดยการหมุนรอบตัวเอง เพื่อส่งกำลัง

4. ล้อโซ เป็นตัวรับกำลังมาจากเพลาชับของมอเตอร์กำลังหรือรับแรงขับจากโซ่ส่งกำลัง ล้อโซที่ยึดติดกับเพลาชับ ผู้วิจัยเลือกใช้จำนวน 11 ฟน และล้อโซที่ยึดติดกับเพลาล้อมีขนาด 13 ฟน

5. เพลาส่งกำลัง เป็นชิ้นส่วนที่หมุนรอบตัวเอง ซึ่งลักษณะทั่ว ๆ ไป จะมีหน้าตัดกลมที่ปลายเพล่า 2 ข้างจะมีลอร์รถับยึดอยู่ ผู้วิจัยเลือกโซ่เหล็ก CS มีเส้นผ่าศูนย์กลางเพล่า 15 มิลลิเมตร ยาว 500 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นเหล็กกราฎกหาซื้อได้ง่าย มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการรับภาระและขับเคลื่อน ลอ

6. ระบบบังคับเลี้ยว มีหน้าที่ควบคุมให้รถเลี้ยวไปในทิศทางที่ต้องการผู้วิจัยเลือกโซ่ระบบบังคับเลี้ยวแบบมีคันชัก ซึ่งใช้ระบบรองรับน้ำหนักแบบคานแข็ง ที่ปลายทั้งสองของคานมีจุดหมุน 2 จุด โดยหมุนรอบแกนล่อล่อหน้า ด้านปลายชุดแกนล่อหน้าเป็นเพล่าใส่ลอร์รถ ชุดแกนล่อหน้ามีแขนบังคับเลี้ยวโดยชุดควบคุมดวยวงจรควบคุมมอเตอร์

7. ลอขับเคลื่อน เป็นชิ้นส่วนที่รองรับน้ำหนักของรถตัดหญ้าทั้งหมดและทำการหมุนขับเคลื่อนเพื่อให้รถตัดหญ้าเคลื่อนที่ไต่ทั้งเนินหน้า และถอยหลัง โดยได้รับกำลังมาจากล้อโซอีกทีหนึ่งผู้วิจัยเลือกโซ่ล้อขับเคลื่อนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อ 170 มิลลิเมตรขนาดความหนาของล้อ 45 มิลลิเมตร

ขั้นตอนการสร้าง ส่วนประกอบของโครงสร้าง

1. เจาะรูด้านข้างของส่วนหน้าโครงสร้างโดยใช้ดอกสว่าน M.10 เพื่อใส่สลักจับยึดระหว่างโครงสร้างกับชุดบังคับเลี้ยว
2. เชื่อมประกอบกลไกชุดบังคับเลี้ยว
3. ติดตั้งชุดกลไกบังคับเลี้ยวกับโครงสร้างยึดนิต M.8 ทั้ง 2 ด้าน
4. เชื่อมฐานวางชุดมอเตอร์บังคับเลี้ยว
5. ประกอบชุดบังคับเลี้ยวเข้ากับมอเตอร์
6. ใส่คลิปล็อคตรงส่วนบนของจุดหมุนของชุดบังคับเลี้ยว
7. ประกอบล้อหน้าโดยยึดนิตขนาด M.8 เข้าทั้ง 2 ล้อ
8. ใช้ดอกสว่านขนาด 10 มิลลิเมตร เจาะรูโครงสร้างแล้วตัดโครงสร้างเป็นช่อง ไว้สำหรับใส่โซ่
9. ใช้ดอกสว่านขนาด 6 มิลลิเมตร เจาะรู 2 ด้านของส่วนท้ายของโครงสร้างเพื่อยึดแบร้งทั้ง 2 ข้างของชุดขับเคลื่อนล้อ
10. ประกอบชุดขับเข้ากับมอเตอร์ แบร้ง ล้อโซ่ เข้าด้วยกันแล้วยึดนิต M.6 ให้แน่น
11. ใช้ดอกสว่านขนาด 8 มิลลิเมตรเจาะรูทั้ง 2 ด้านเพื่อใส่เพลาชับ

12. ใส่เพลานในรูที่เจาะแล้วใส่ล้อยโซ่ ใส่โซ่ ยึดด้วยน็อตตัวหนอน
13. ปรับล้อยโซ่ขับและล้อยโซ่ตามให้ตรงแล้วยึดด้วยน็อตตัวหนอนให้แน่น
14. นำล้อหลังมาประกอบ 2 ล้อ เพื่อใช้เป็นล้อขับเคลื่อนส่วนหลังของโครงสร้าง
15. นำเครื่องยนต์มาติดตั้งเข้ากับโครงสร้าง
16. ประกอบใบมีดตัดหญ้าเข้ากับเพลาช้อเหวี่ยง ยึดด้วยน็อต M.17 ให้แน่น
17. เจาะรูโครงสร้างเพื่อยึดเหล็กใช้สำหรับติดตั้งกล่องพร้อมกับเจาะรูยึดสำหรับล๊อค Emergency Switch ของเครื่องยนต์
18. ทำความสะอาดตัวโครงสร้างแล้วพ่นสี

3.2.3 สร้างแบบสอบถาม

เพื่อสอบถามความความคิดเห็นหลังจากการทดลองใช้รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์จากผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการสร้างแบบสอบถามมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการและข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม
2. สร้างแบบสอบถามประเมินความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย คำชี้แจง และขอแนะนำ ซึ่งมีรายละเอียดประกอบด้วย 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็น แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนด ค่าคะแนนเป็น 3 ระดับ

- | | |
|----|--|
| +1 | หมายถึง แน่ใจว่าจุดประเมินวัดได้ตรงตามที่ระบุไว้จริง |
| 0 | หมายถึง ไม่แนใจว่าจุดประเมินวัดได้ตรงตามที่ระบุไว้จริง |
| -1 | หมายถึง แน่ใจว่าจุดประเมินไม่ได้วัดได้ตรงตามที่ระบุไว้จริง |

ตอนที่ 3 เป็นคำถามปลายเปิดสำหรับผู้ตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมและให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ

3. ตรวจสอบแบบสอบถามจะดำเนินการดังนี้

3.1 นำแบบสอบถามเสนอต่อกรรมการ ที่ดูแลงานวิจัยเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

3.2 นำแบบสอบถามเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ขอความอนุเคราะห์หนังสือจากอธิการบดี มหาวิทยาลัยบูรพาไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

4.2 มอบคู่มือการไรธมตัดหญ้าให้ผู้เชี่ยวชาญก่อนการทดสอบ 15 วัน

4.3 ผู้วิจัยและคณะได้เรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญมาตรวจสอบเครื่องตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ จำนวน 15 ท่าน ได้แก่

1. นาย ชัยวัฒน์ ประทุมชาติ Process Engineer
2. นาย จักรศ จันทประดิษฐ์ วิศวกรไฟฟ้า
3. นาย เสน่ห์ ครุศรี พนักงานควบคุมการผลิต
4. นาย ยงยุทธ แก้วพันธ์ Process Engineer
5. นาย ขวาล ลุนจักร วิศวกรเครื่องกล
6. นาย ทศพร ลีไพบูลย์ วิศวกรเครื่องกล
7. นาย อำพร เกตุจรุง ผู้จัดการฝ่ายผลิต
8. นาย สุรยุทธ สุวรรณถาวร หัวหน้าหน่วยฝ่ายผลิต
9. นาย ชานนท์ โกยทอง วิศวกรเครื่องกล
10. นาย พรรณศักดิ์ ศรีสวัสดิ์ วิศวกรเครื่องกล
11. นาย พัฒน์พงษ์ พาหาสังค์ พนักงานปฏิบัติการผลิต
12. นาย ชินกร วงศ์สุวรรณ พนักงานปฏิบัติการผลิต
13. นาย อนันตชัย ขุนเพ็งมี พนักงานปฏิบัติการผลิต
14. นาย ชูเกียรติ ศรีสุข พนักงานปฏิบัติการผลิต
15. นาย กฤษณะ จันทรโสม พนักงานปฏิบัติการผลิต

4.4 เมื่อทำการทดสอบแล้ว ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นลงในแบบสอบถาม เพื่อนำผลการสอบถามไปวิเคราะห์ต่อไป

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบทดสอบ และประเมินผล มาดำเนินการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผลที่ได้จากการทดลองกับค่าทฤษฎีจากผู้เชี่ยวชาญและเก็บรวบรวมข้อมูลคิดค่าเฉลี่ย (IOC) สถิติที่ใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

$$\text{สูตร } IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC = คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องตามสมมติฐานของการวิจัย
 $\sum R$ = คือ ค่าผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ
 N = คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.3.1 การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1.1 นำแบบสอบถาม และรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนพิจารณาลงความคิดเห็นว่าจุดประเมินแต่ละข้อวัดได้ตรงตามที่ระบุไว้หรือไม่ โดยกำหนดคะแนนความคิดเห็นไว้ ดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าจุดประเมินวัดได้ตรงตามที่ระบุไว้จริง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าจุดประเมินวัดได้ตรงตามที่ระบุไว้จริง
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าจุดประเมินไม่ได้วัดได้ตรงตามที่ระบุไว้จริง

3.3.1.2 บันทึกผลการพิจารณาลงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาแต่ละคนในแต่ละข้อแล้วหาคะแนนผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดเป็นรายข้อแทนค่าสูตร

3.3.1.3 กำหนดคะแนนจุดตัด เพื่อที่จะหาค่าคะแนนที่ต่ำที่สุดที่ยอมรับว่าแบบสอบถามสามารถวัดได้ตรงตามที่ระบุไว้ และเนื่องจากเกณฑ์การยอมรับนี้ต้องไม่เปลี่ยนแปลงไปตามจุดประเมินแต่ละข้อ ดังนั้นจึงกำหนดคะแนนจุดตัดเท่ากันหมดทุกข้อคือเท่ากับ 0.5

3.3.1.4 แปลความหมายดัชนีความสอดคล้องระหว่างรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์กับจุดประเมิน ถ้าค่าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่า แน่ใจว่าจุดประเมินวัดได้ตรงตามที่ระบุไว้จริง ถ้าค่าดัชนีที่คำนวณได้น้อยกว่า 0.5 แสดงว่า แน่ใจว่าจุดประเมินไม่สามารถวัดได้ตามที่ระบุไว้จริง

≥ 0.5 หมายถึง มีประสิทธิภาพตรงตามจุดประเมินที่ตั้งไว้

< 0.5 หมายถึง มีประสิทธิภาพไม่ตรงตามจุดที่ตั้งไว้ ต้องมีการปรับปรุง แก้ไข

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปผลการทำงานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ และแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญว่ามีความสอดคล้องกันในระดับใด โดยแบ่งผลการศึกษาดังนี้

1. ผลการทดสอบการทำงานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ทางด้าน
 - 1.1 ทดสอบการขับเคลื่อน
 - 1.2 ทดสอบระยะเวลาการส่งสัญญาณภาพ
 - 1.3 ทดสอบการใช้พลังงานแบตเตอรี่
 - 1.4 ทดสอบอัตราความเร็วในการตัดหญ้า
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ
3. ผลการวิเคราะห์ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยแยกออกเป็นด้านต่าง ๆ
4. ผลการวิเคราะห์ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมต่อรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

4.1 ผลการทดสอบการทำงานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

4.1.1 ทดสอบการขับเคลื่อน



รูปที่ 4.1 แสดงการทดสอบการขับเคลื่อนของรถตัดหญ้าบนพื้นหญ้า

ตารางที่ 4.1 การทดสอบการขับเคลื่อนรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

สถานะการสั่งงาน	ระยะทาง (เมตร)	ลักษณะการเคลื่อนที่
ปุ่มเดินหน้า	10	เคลื่อนที่ไปด้านหน้า
	20	เคลื่อนที่ไปด้านหน้า
	30	เคลื่อนที่ไปด้านหน้า
	40	เคลื่อนที่ไปด้านหน้า
	50	เคลื่อนที่ไปด้านหน้า
	60	เคลื่อนที่ไปด้านหน้า
	70	เคลื่อนที่ไปด้านหน้าและ มีอาการกระตุกของรีเลย์
	80	ไม่มีการเคลื่อนที่
ปุ่มถอยหลัง	10	เคลื่อนที่ไปด้านหลัง
	20	เคลื่อนที่ไปด้านหลัง
	30	เคลื่อนที่ไปด้านหลัง
	40	เคลื่อนที่ไปด้านหลัง
	50	เคลื่อนที่ไปด้านหลัง
	60	เคลื่อนที่ไปด้านหลัง
	70	เคลื่อนที่ไปด้านหน้าและ มีอาการกระตุกของรีเลย์
	80	ไม่มีการเคลื่อนที่
ปุ่มเลี้ยวขวา	10	เคลื่อนที่ไปด้านขวา
	20	เคลื่อนที่ไปด้านขวา
	30	เคลื่อนที่ไปด้านขวา
	40	เคลื่อนที่ไปด้านขวา
	50	เคลื่อนที่ไปด้านขวา
	60	เคลื่อนที่ไปด้านขวา
	70	เคลื่อนที่ไปด้านขวาและ มีอาการกระตุกของรีเลย์
	80	ไม่มีการเคลื่อนที่
	10	เคลื่อนที่ไปด้านซ้าย
	20	เคลื่อนที่ไปด้านซ้าย

ปุ่มเลี้ยวซ้าย	30	เคลื่อนที่ไปด้านซ้าย
	40	เคลื่อนที่ไปด้านซ้าย
	50	เคลื่อนที่ไปด้านซ้าย
	60	เคลื่อนที่ไปด้านซ้าย
	70	เคลื่อนที่ไปด้านซ้ายและ มีอาการกระตุกของรีเลย์
	80	ไม่มีการเคลื่อนที่

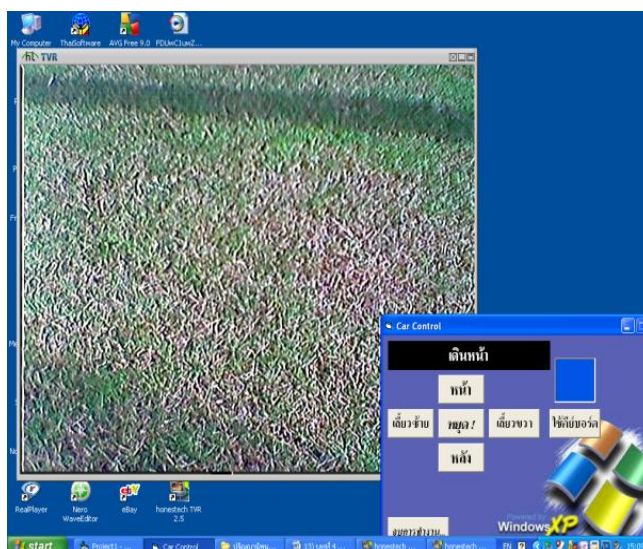
สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพความเที่ยงตรงของการรับ-ส่งสัญญาณนั้นเป็นการทดสอบการเคลื่อนที่ของตัวรถตัดหญ้าไฟฟ้าด้วยการควบคุมผ่านชุดควบคุมจากคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์,เมาส์และรีโมทคอนโทรลผลการทดลองที่ได้จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของวงจรรับ-ส่งและโปรแกรมทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดีเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ในระยะทางตั้งแต่ 0 – 60 เมตรส่วนถ้าระยะทางเกินกว่า 60 เมตรก็ยังทำงานได้เช่นกัน แต่จะมีประสิทธิภาพที่ด้อยลงอันเนื่องมาจาก ปัญหาเกี่ยวกับวงจรทั้งรับและส่ง ส่งคลื่นความถี่ไม่ถึงกัน รวมไปถึงการถูกรบกวนจากคลื่นรบกวนจากการทำงานของเครื่องยนต์ จึงทำให้ระยะควบคุมสั้นลง การควบคุมจึงมีประสิทธิภาพที่ด้อยลงมา

4.1.2 ทดสอบระยะการส่งสัญญาณภาพ



รูปที่ 4.2 แสดงกล่องไร้สายที่ติดอยู่กับรถตัดหญ้าไฟฟ้า



รูปที่ 4.3 แสดงภาพที่ได้จากกล้องไร้สาย

ตารางที่ 4.2 การทดสอบระยะการส่งสัญญาณภาพของกล้องไร้สาย

ระยะทาง/เมตร	คุณภาพของภาพและเสียง
10	สัญญาณชัดเจน
20	สัญญาณชัดเจน
30	สัญญาณชัดเจน
40	สัญญาณชัดเจน
50	สัญญาณชัดเจน
60	สัญญาณชัดเจน
70	สัญญาณเริ่มขาดหาย
80	ไม่มีสัญญาณ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพของการส่งสัญญาณภาพของกล้องไร้สาย จะเห็นได้ว่าให้ประสิทธิภาพที่ดีในระยะทางตั้งแต่ 0 – 60 เมตรส่วนถ้าระยะทางเกินกว่า 60 เมตรจะยังทำงานได้เช่นกัน แต่จะมีประสิทธิภาพที่ด้อยลง อันเนื่องมาจาก การถูกรบกวนจากคลื่นรบกวนจากเครื่องยนต์ และการสั่นสะเทือนขณะขับเคลื่อน จึงทำให้คุณภาพของภาพที่ได้ไม่ดีเท่ากับการใช้งานที่อยู่กับที่ แต่ก็ถือว่าอยู่ในขั้นที่พอใช้ได้

4.1.3 ทดสอบการใช้พลังงานแบตเตอรี่



รูปที่ 4.4 แสดงภาพกล่องของแบตเตอรี่ที่ใช้ขับเคลื่อน

ตารางที่ 4.3 การทดสอบการใช้พลังงานแบตเตอรี่ไม่ทำการตัดหญ้า

ลักษณะการทำงาน	ระยะเวลา/ นาที	จำนวน ที่สั่งงาน (ครั้ง)	เลี้ยวซ้าย	เลี้ยวขวา	เดินหน้า	ถอยหลัง
การขับเคลื่อนขณะไม่ ทำการตัดหญ้า	10-20	10	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ
	30-40	10	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ
	50-60	10	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ
	70-80	10	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ	เริ่มช้าลง	เริ่มช้าลง
	90-100	10	ช้าลง	ช้าลง	ช้าลง	ช้าลง

ตารางที่ 4.4 การทดสอบการใช้พลังงานแบตเตอรี่ขณะทำการตัดหญ้า

ลักษณะการ ทำงาน	ระยะเวลา/ นาที	จำนวน ที่สั่งงาน (ครั้ง)	เลี้ยวซ้าย	เลี้ยวขวา	เดินหน้า	ถอยหลัง
การขับเคลื่อนขณะ ทำการตัดหญ้า	10-20	10	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ
	30-40	10	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ
	50-60	10	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ	เริ่มช้าลง	เริ่มช้าลง
	70-80	10	เริ่มช้าลง	เริ่มช้าลง	ช้าลง	ช้าลง
	90-100	10	ช้าลง	ช้าลง	ช้าลงมาก	ช้าลงมาก

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพของการใช้งานแบตเตอรี่จะเห็นได้ว่าการติดเครื่องทำการตัดหญ้าและไม่ทำการตัดหญ้าไม่มีผลต่อเวลาในการใช้งานเพราะว่าการตัดหญ้าจะใช้เครื่องยนต์ในการตัดทำให้ไม่ต้องใช้พลังงานจากแบตเตอรี่

4.1.4 ทดสอบอัตราความเร็วในการตัดหญ้า

ตารางที่ 4.5 การทดสอบอัตราความเร็วในการตัดหญ้า

ความสูงของหญ้าเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ระยะทางที่ได้ (เมตร)	เวลา (นาทีก)	อัตราความเร็ว (เมตร/นาทีก)	แรงต้านและแรงเสียด ทาน(เปอร์เซ็นต์)
5	26.75	1	26.75	10.83
8	22.29	1	22.29	25.7

ความสามารถในการขับเคลื่อนของรถตัดหญ้าต่อเวลาของรถตัดหญ้าจะขึ้นอยู่กับภาระของรถตัดหญ้า อัตราความเร็วในการตัดหญ้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. อัตราความเร็วทางตรงบนพื้นเรียบไม่มีการตัดหญ้ามีความเร็ว 30 เมตรต่อนาที
2. อัตราความเร็วในขณะที่ทำการตัดหญ้าบนพื้นสนามหญ้า โดยทำการทดลองตัดจำนวน 2 ครั้ง เนื่องจากความสูงของหญ้าไม่เท่ากัน และมีค่าเฉลี่ยในการตัดหญ้าง่ายดังตารางที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ภาพขณะทำการตัดหญ้า

สรุปผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นว่ารถตัดหญ้าถ้าหากวิ่งในทางตรงไม่มีการตัดหญ้าจะได้อัตราความเร็ว 30 เมตรต่อนาที แต่ถ้าวางการตัดหญ้าที่ความสูง 5 และ 8 เซนติเมตร ใช้เวลา 1 นาที เท่ากัน จะมีระยะทางที่มีความแตกต่างกัน ที่ความสูงของหญ้า 5 เซนติเมตร ความเร็ว 26.75 เมตรต่อนาที หรือ

1,605 เมตรต่อชั่วโมง คิดเป็นพื้นที่ได้ $1,605 \times 0.36 = 577.8$ ตารางเมตร และที่ความสูงของหญ้า 8 เซนติเมตร ความเร็ว 22.29 เมตรต่อนาที หรือ 1,337 เมตรต่อชั่วโมง คิดเป็นพื้นที่ได้ $1,337 \times 0.36 = 481$ ตารางเมตร เนื่องจากความสูงของหญ้าทำให้เกิดแรงต้านและแรงเสียดทาน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์แรงต้านและแรงเสียดทานได้ดังตารางที่ 4.5

จากการทดสอบการใช้งานรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 ผลปรากฏว่า เมื่อเลือกการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์จะทำให้การควบคุมค่อนข้างเป็นไปได้ยากกว่าการควบคุมด้วยรีโมทคอนโทรล เพราะจะเกิดปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณภาพที่ไม่ค่อยชัดเจนเนื่องจากระยะทางและสัญญาณรบกวนทำให้ภาพที่ได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควรแต่จะมีข้อดีที่อำนวยความสะดวกสบายกว่าการควบคุมด้วยรีโมทคอนโทรล

ในส่วนของการตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โดยการควบคุมการใช้งาน ผลปรากฏว่าประสิทธิภาพในการตัดหญ้าจะขึ้นอยู่กับระยะทางการควบคุม , พลังงานของแบตเตอรี่ และความหนาแน่นของหญ้าในสนามหญ้าในการควบคุมรถตัดหญ้า สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ และจากการทดสอบโปรแกรมกับการทำงานร่วมกับรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โดยควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรม Visual Basic 6.0 และรีโมท คอนโทรลได้อย่างสัมพันธ์กัน

ภาพขณะทำการทดลองหาประสิทธิภาพเครื่องตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์



จุดควบคุม



ระยะห่างจากจุดควบคุม 10 เมตร



ระยะห่างจากจุดควบคุม 20 เมตร



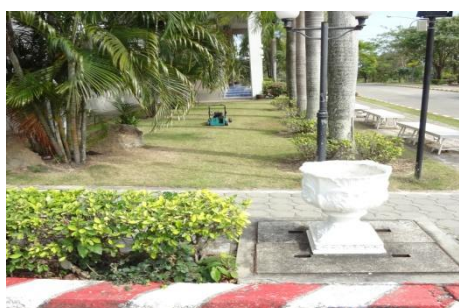
ระยะห่างจากจุดควบคุม 30 เมตร



ระยะห่างจากจุดควบคุม 40 เมตร



ระยะห่างจากจุดควบคุม 50 เมตร



ระยะห่างจากจุดควบคุม 60 เมตร



ระยะห่างจากจุดควบคุม 70 เมตร

รูปที่ 4.6 ขณะทำการทดลองหาประสิทธิภาพรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ตามระยะทาง

สรุปผลการทดลอง

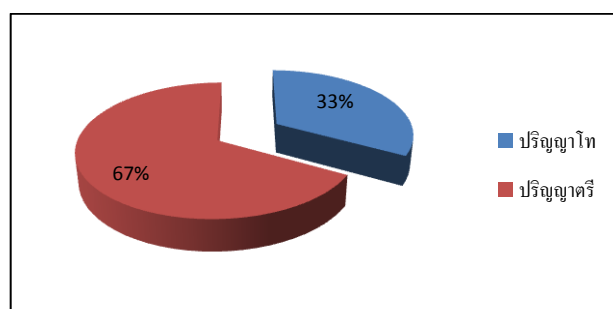
ระยะทางที่ดีที่สุดในการควบคุมการขับเคลื่อนรถตัดหญ้าจะอยู่ในช่วง 0-70 เมตร ส่วนช่วงระยะทาง 70 เมตรขึ้นไปประสิทธิภาพการทำงานจะลดลง ดังนั้นระยะทางที่เหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงควรอยู่ในระยะทางไม่เกิน 70 เมตร เพราะค่าผิดพลาดในการรับส่งข้อมูลมีน้อยกว่า ถ้าต้องการที่จะเพิ่มระยะทางการส่งข้อมูลให้ไกลขึ้นควรปรับแต่งวงจรหรือเปลี่ยนวงจรที่สามารถรับ-ส่งสัญญาณให้ไกลขึ้น หรือหาวิธีป้องกันการรบกวนจากคลื่นรบกวน ซึ่งอาจจะทำให้ระยะควบคุมนั้นไกลมากขึ้น

ข้อเสีย การส่งข้อมูลแบบไร้สายจะมีการผิดพลาดของโปรแกรมได้มากกว่าการรับ-ส่งข้อมูลแบบใช้สาย เพราะสัญญาณจะเกิดการสูญเสียเนื่องจากระยะทาง , สัญญาณรบกวนต่าง ๆ และทัศนียภาพที่บดบัง ทำให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูลได้ง่าย

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ ผู้ศึกษาได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

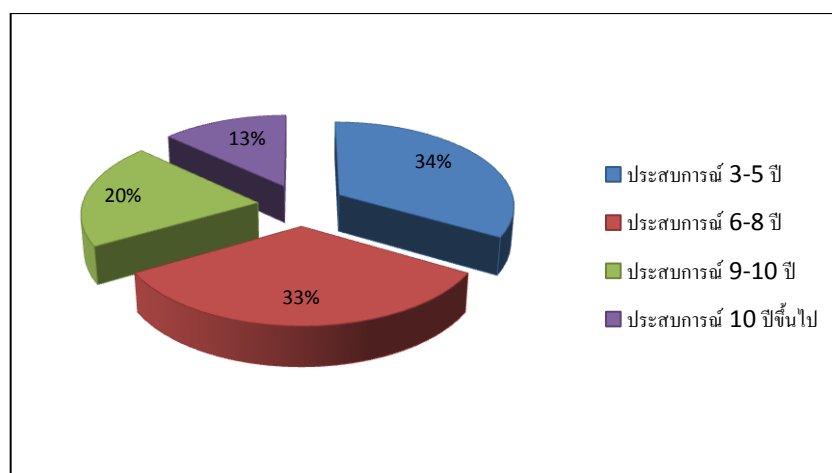
4.2.1 ระดับการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญ



รูปที่ 4.7 ระดับการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญ

จากรูปที่ 4.7 พบว่าผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ จบการศึกษาระดับปริญญาโท จำนวน 5 คน และลำดับรองลงมาเป็นระดับปริญญาตรี จำนวน 10 คน ซึ่งถือได้ว่าผู้เชี่ยวชาญสามารถประเมินคุณภาพของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญได้เอง

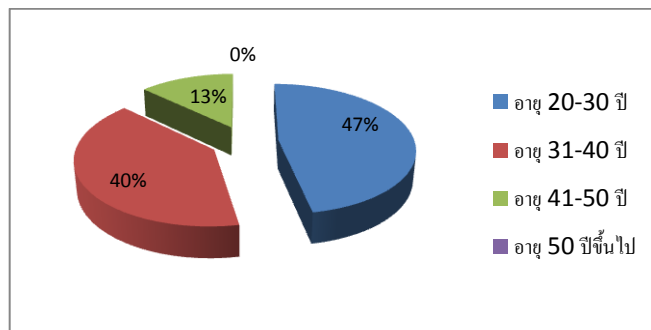
4.2.2 ประสบการณ์ทำงานของผู้เชี่ยวชาญ



รูปที่ 4.8 ประสบการณ์ทำงานของผู้เชี่ยวชาญ

จากรูปที่ 4.8 พบว่าผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ มีประสบการณ์ในการทำงาน 3-5 ปี จำนวน 5 คน มีประสบการณ์ในการทำงาน 6-8 ปี จำนวน 5 คน ประสบการณ์ในการทำงาน 9-10 ปี จำนวน 3 คน และมีประสบการณ์ในการทำงานมากกว่า 10 ปีขึ้นไป จำนวน 2 คน ซึ่งถือได้ว่าผู้เชี่ยวชาญมีประสบการณ์อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

4.2.3 ระดับอายุของผู้เชี่ยวชาญ

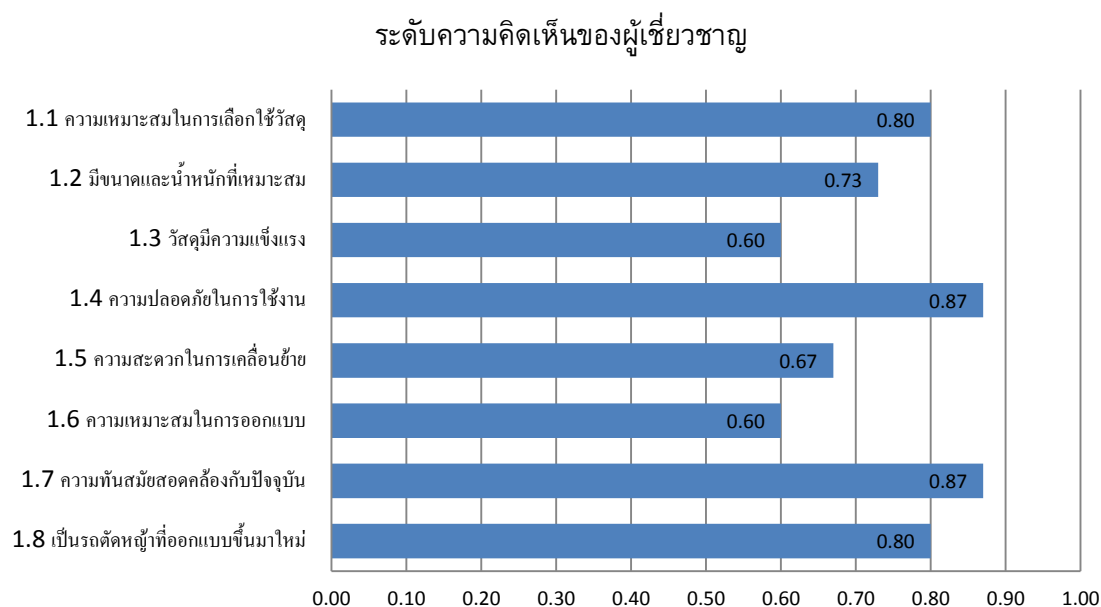


รูปที่ 4.9 ระดับอายุของผู้เชี่ยวชาญ

จากรูปที่ 4.9 พบว่าผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ มีอายุระหว่าง 20-30 ปี จำนวน 7 คน มีอายุระหว่าง 31-40 ปี จำนวน 6 คน และอายุระหว่าง 41-50 ปี จำนวน 2 คนซึ่งถือได้ว่าผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด มีวุฒิเพียงพอในการประเมินคุณภาพของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

4.3 ผลการวิเคราะห์ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยแยกออกเป็นด้านต่าง ๆ

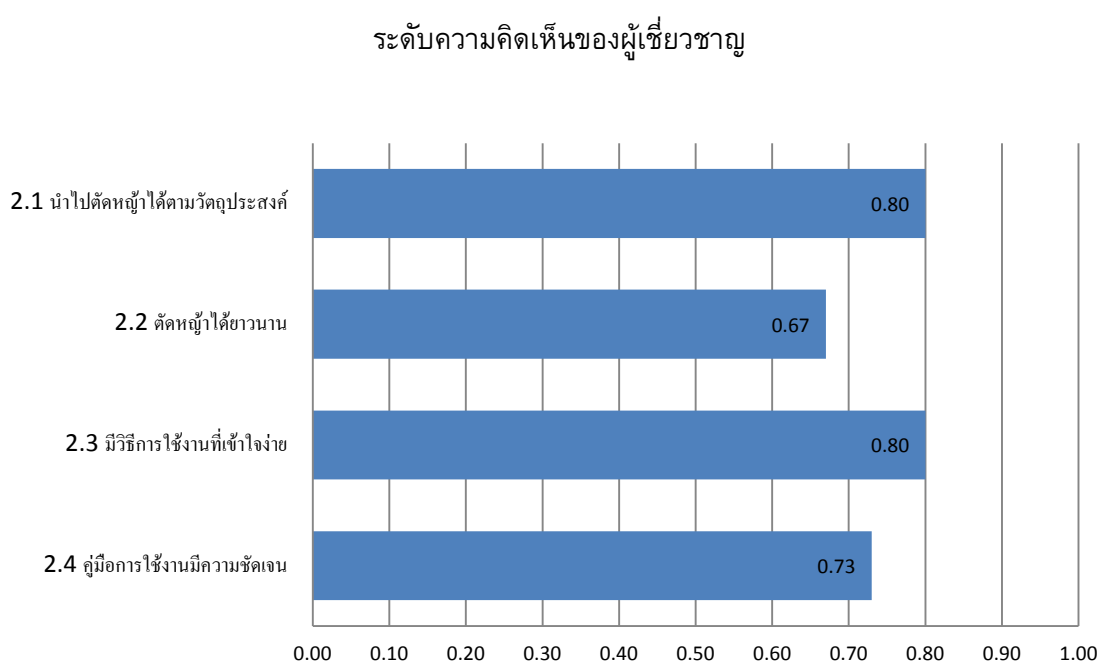
4.3.1 ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.10 แสดงค่า IOC ระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรถตัดหญ้า

จากรูปที่ 4.10 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันในด้านวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยผลการตอบแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญมีค่า IOC อยู่ในระดับเกินกว่า 0.5 ได้แก่ ความเหมาะสมในการใช้วัสดุ, มีขนาดและน้ำหนักเหมาะสม, ความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบ, ความปลอดภัยในการใช้งาน, ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย, ความเหมาะสมในการออกแบบ, ด้านความทันสมัยสอดคล้องกับสภาพปัจจุบันนั้นเป็นเครื่องมือที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ มีค่า IOC อยู่ในระดับ สูงกว่า 0.5 ซึ่งค่า IOC โดยรวมอยู่ในระดับ 0.74 ซึ่งหมายความว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่าค่าดัชนีมีความสอดคล้องกันตามสมมติฐานของการทำโครงการ อยู่ในระดับดี

4.3.2 ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านวัตถุประสงค์เพื่อนำไปตัดหญ้า



รูปที่ 4.11 แสดงค่า IOC ระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านวัตถุประสงค์การนำไปตัดหญ้า

จากรูปที่ 4.11 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันในด้านวัตถุประสงค์การนำไปตัดหญ้า โดยผลการตอบแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญมีค่า IOC อยู่ในระดับ เกินกว่า 0.5 ซึ่งหมายความว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่าค่าดัชนีมีความสอดคล้องกันตามสมมติฐานของการทำโครงการ อยู่ในระดับดี

4.4 ผลการวิเคราะห์ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมต่อรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

หลังจากผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินคุณภาพของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้แบบสอบถามผลการประเมิน เป็นดังนี้

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินรถตัดหญ้าโดยผู้เชี่ยวชาญ 15 ท่าน ทั้ง 12 จุด ประเมิน

จำนวนผู้เชี่ยวชาญ																	
จุด ประเมิน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Sum	IOC
1.1	+1	+1	0	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	12	0.80
1.2	0	0	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	11	0.73
1.3	+1	+1	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	+1	+1	9	0.60
1.4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	13	0.87
1.5	+1	+1	+1	0	0	0	+1	+1	+1	0	0	+1	+1	+1	+1	10	0.67
1.6	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	0	+1	+1	+1	+1	0	0	0	9	0.60
1.7	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	+1	+1	13	0.87
1.8	+1	0	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	12	0.80
2.1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0	0	+1	+1	+1	12	0.80
2.2	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	+1	+1	+1	+1	0	+1	10	0.67
2.3	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	+1	12	0.80
2.4	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0	+1	+1	+1	0	0	+1	+1	11	0.73

จากตารางที่ 4.6 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 15 ท่าน ที่ทำการประเมินรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ทั้ง 12 จุดประเมินตามแบบสอบถามที่ผู้จัดทำได้ทำขึ้น และได้ผลการประเมินดังนี้

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมต่อรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

จุดประเมิน	IOC
1	0.80
2	0.73
3	0.60
4	0.87
5	0.67
6	0.60
7	0.87
8	0.80
9	0.80
10	0.67
11	0.80
12	0.73
$IOC = \frac{\sum R}{N} = 0.74$	

จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โดยรวมที่ได้จากการประเมินทั้งหมด 12 จุดประเมิน ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.74 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 15 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกันว่ารถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์มีคุณภาพ และประสิทธิภาพในการตัดหญ้า สามารถนำไปตัดหญ้าได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพราะค่า IOC ของจุดประเมินเท่ากับ 0.74 ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวนี้ ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่ารถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์สามารถนำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ และเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัย เรื่องรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์มีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้ในการตัดหญ้า ซึ่งมีการตั้งสมมติฐานว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องกันในด้านคุณภาพของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแบบสอบถามเป็นประมาณค่า 3 ระดับ ซึ่งระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีค่า IOC เท่ากับ 0.74 ซึ่งถือได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันในด้านคุณภาพของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้จัดทำสามารถสรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ข้อมูลจากแบบสอบถามความเห็นที่ได้ประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 15 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้มีความเห็นต่อรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยผู้จัดทำสามารถแยกสรุปผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญออกเป็นประเด็นต่างๆได้ดังนี้

5.1.1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่า ความเหมาะสมในการใช้วัสดุ, มีขนาดและน้ำหนักเหมาะสม, ความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบ, ความปลอดภัยในการใช้งาน, ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย, ความเหมาะสมในการออกแบบ, มีความทันสมัยสอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน, เป็นเครื่องมือที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ ในระดับค่า IOC เท่ากับ 0.74 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.1.2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านวัตถุประสงค์เพื่อนำไปตัดหญ้า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ มีความสามารถในการตัดหญ้าได้ สามารถตัดหญ้าได้นาน มีวิธีการใช้งานที่ง่าย และคู่มือการใช้งานมีความชัดเจน และสอดคล้องกันในทุกจุดประเมิน ในระดับค่า IOC เท่ากับ 0.74 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.2 อภิปรายผล

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการตัดหญ้าส่วนใหญ่มีความเห็นสอดคล้องกันว่า รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการตัดหญ้าได้จริง เฉลี่ยแล้วมีความเห็นว่ารรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์มีคุณภาพ แน่ใจว่าจุดประเมินวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้จริง และสามารถอภิปรายผลประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าจุดประเมินวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้จริง และไม่แน่ใจว่าจุดประเมินวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้จริง ดังนี้

5.2.1 จุดประเมนที่ผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าจุดประเมนวัตุวัตถุประสงค์ทั้งไว้ได้จริง คือจุดประเมนความเหมาะสมในการใช้วัสดุ ขนาดและน้ำหนักเหมาะสม ความปลอดภัยในการใช้งาน มีความทันสมัยสอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน เป็นเครื่องมือที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ ซึ่งอาจเป็นเพราะว่า รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ มีการออกแบบมาเพื่อใช้งานได้อย่างปลอดภัย มีการนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาใช้จึงมีความทันสมัยสอดคล้องกับปัจจุบัน ใช้งานได้ง่าย และมีประสิทธิภาพในการใช้งานสูง

5.2.2 จุดประเมนที่ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าจุดประเมนวัตุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้จริง คือจุดประเมนที่บอกถึง วัสดุมีความแข็งแรง ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ความเหมาะสมในการออกแบบ ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าการออกแบบให้มีการขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์และชุดส่งกำลังทำให้ไม่สามารถขึ้นรถตัดหญ้าได้ หากทำการเคลื่อนย้ายจึงต้องใช้วิธีการยกซึ่งไม่ค่อยสะดวกในการเคลื่อนย้าย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การใช้รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

คนที่จะใช้รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ควรมีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์และมีทักษะในการควบคุมอุปกรณ์ผ่านคอมพิวเตอร์และเคยตัดหญ้ามาก่อน

5.3.2 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การสร้างรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์นี้ ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า

5.3.2.1 ควรเลือกใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงมั่นคงเพื่อให้การตัดหญ้ามีประสิทธิภาพ

5.3.2.2 ควรออกแบบรถตัดหญ้าให้สามารถใช้งานได้สะดวกและสามารถทำการเคลื่อนย้ายได้ง่าย

5.3.2.3 ควรจะปรับให้ใช้ได้กับสนามหญ้าหลาย ๆ รูปแบบ

5.3.2.4 การจัดเก็บและติดตั้งกล่องรับสัญญาณควรมีขนาดที่เล็กกะทัดรัดกว่านี้

5.3.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาวิจัยวิจัยในเรื่องของการนำโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมการทำงานของเครื่องตัดหญ้าโดยที่ไม่ต้องใช้คนควบคุม โดยให้มีการตั้งโปรแกรมให้รถตัดหญ้าทำงานได้เองอย่างอัตโนมัติเพื่อให้เกิดความแม่นยำตามที่ได้ตั้งโปรแกรมไว้ และจะเป็นการเปลี่ยนรูปแบบจากการที่ยังใช้คนควบคุมมาเป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สั่งงานเองอัตโนมัติ

เอกสารอ้างอิง

- ฉันทวุฒิ พีชผล. (2547). คู่มือเรียน Visual Basic ฉบับปรับปรุง. กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น.
- กิตติ ภัคดีวัฒนากุล. Visual basic6 ฉบับโปรแกรมเมอร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เจริญการพิมพ์.
- เวสเตอร์ เจส และธีรยุทธ สุวรรณประทีป. (2541). เครื่องยนต์เล็ก. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- อภิเชษฐ์ การันภูมิ. (2544). อิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์นานมีบุ๊คส์
- พิชิต สันติกุลานนท์. (2547). การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น.
- จำรูญ ตันติพิศาลกุล. (2542). การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 2. กรุงเทพฯ : ว.เพ็ชรสกุล, 328 น.
- ประณต กุลประสูตร. (2538). เครื่องยนต์เล็ก. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- จำเนียร ศิลปวานิช. (2538). เฟือง. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์ จำกัด.
- มานพ ตันตระกูล. 2539. ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. พิมพ์ครั้งที่ 4. ประชาชน, กรุงเทพฯ. น.29-172.
- ยูไนเต็ด มอเตอร์เวิร์ก. (2533). คู่มือซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องยนต์เบนซิน 1 สูบ 4 จังหวะ. กรุงเทพฯ : บริกส์ แอนด์ สเตรทตัน.
- ธิตี ชาติรัตนานนท์ และวัฒนา อันสุรีย์. (2545). งานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพประกอบการสร้างรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์



รูปที่ ก 1 แสดงรูปรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์



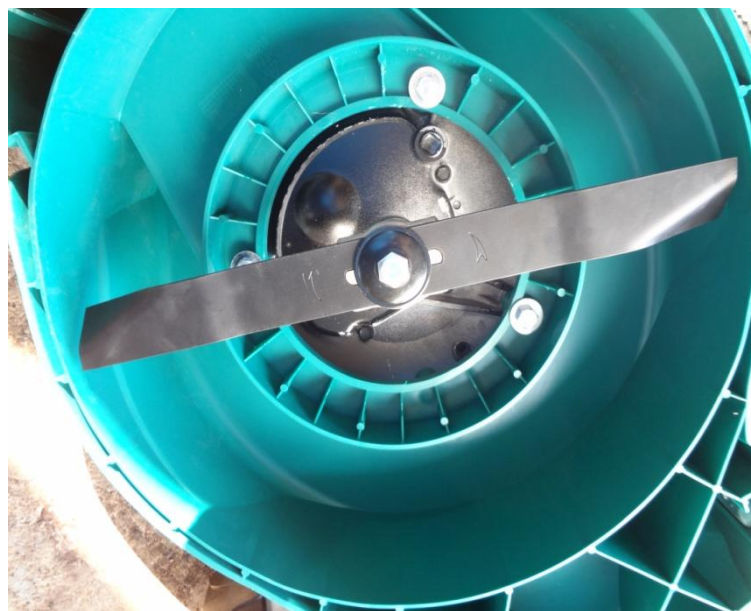
รูปที่ ก 2 แสดงรูปแยกชิ้นส่วนรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์



รูปที่ ก 3 แสดงรูปเครื่องยนต์ตัดหญ้า



รูปที่ ก 4 แสดงรูปล้อเลื่อน



รูปที่ ก 5 แสดงรูปใบมีด



รูปที่ ก 6 แสดงรูปเพลาลับเคลื่อน



รูปที่ ก 7 แสดงรูปกล่องชุดส่งงานรีโมท



รูปที่ ก 8 แสดงรูปรีโมท

ภาคผนวก ข
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์มีรายชื่อดังต่อไปนี้

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	ข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญ
1. นาย ชัยวัฒน์ ประทุมชาติ	อายุ 31 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ตำแหน่ง Process Engineer สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 5 ปี
2. นาย จักรุต จันทประดิษฐ์	อายุ 31 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้า สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 8 ปี
3. นาย เสน่ห์ คุรุศรี	อายุ 32 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ตำแหน่ง พนักงานควบคุมการผลิต สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 9 ปี
4. นาย ยงยุทธ แก้วพันธ์	อายุ 31 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ตำแหน่ง Process Engineer สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 6 ปี
5. นาย ชวาล ลุนจักร	อายุ 30 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ตำแหน่ง วิศวกรเครื่องกล สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 6 ปี

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	ข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญ
6. นาย ทศพร ลิ้มบุญย์	อายุ 28 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาโท ตำแหน่ง วิศวกรเครื่องกล สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 5 ปี
7. นาย อำพร เกตุจรง	อายุ 45 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาโท ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายผลิต สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 20 ปี
8. นาย สุรยุทธ สุวรรณถาวร	อายุ 50 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ตำแหน่ง หัวหน้าหน่วยผลิต สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 25 ปี
9. นาย ชานนท์ โกยทอง	อายุ 29 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ตำแหน่ง วิศวกรเครื่องกล สถานที่ทำงาน บริษัท อีซูซุ มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 4 ปี
10. นาย พรรณศักดิ์ ศรีสวัสดิ์	อายุ 28 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ตำแหน่ง วิศวกรเครื่องกล สถานที่ทำงาน บริษัท วิษณุ แอนด์ วิภักดิ์ จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 4 ปี

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	ข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญ
11. นาย พัฒน์พงษ์ พาหาสังค์	อายุ 34 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ตำแหน่ง พนักงานปฏิบัติการผลิต สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 10 ปี
12. นาย ชินกร วงศ์สุวรรณ	อายุ 29 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ตำแหน่ง พนักงานควบคุมการผลิต สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 7 ปี
13. นาย อนันตชัย ขุนเพ็งมี	อายุ 34 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ตำแหน่ง พนักงานปฏิบัติการผลิต สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 10 ปี
14. นาย ชูเกียรติ ศรีสุข	อายุ 27 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ตำแหน่ง พนักงานปฏิบัติการผลิต สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 5 ปี
15. นาย กฤษณะ จันทรโสม	อายุ 30 ปี ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ตำแหน่ง พนักงานปฏิบัติการผลิต สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 7 ปี

ภาคผนวก ค
แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ใน
การประเมินประสิทธิภาพของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ นาย _____ สกุล _____ อายุ _____ ปี
สถานที่ทำงาน _____
ตำแหน่ง _____
วุฒิการศึกษา _____
สาขาที่จบ _____
ความรู้เชี่ยวชาญด้าน _____ ประสบการณ์ _____ ปี

แบบสอบถาม

เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพรตต์หญาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของรตต์หญาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ แบบสอบถามนี้จะให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตอบ และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวิจัยเท่านั้น กรุณาอ่านและตอบคำถามตามสภาพ หรือความเห็นที่แท้จริง

ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงใน ☐ ที่ตรงกับความจริงมากที่สุด

1. อายุ

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| ☐ 20 – 30 ปี | ☐ 31 – 40 ปี |
| ☐ 41 – 50 ปี | ☐ 50 ปีขึ้นไป |

2. ระดับการศึกษา

- | | |
|---|--------------------------------------|
| ☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี | ☐ ปริญญาตรี |
| ☐ สูงกว่าปริญญาตรี | ☐ อื่นๆ ----- |

3. ประสบการณ์ทางด้านการปฏิบัติงาน

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| ☐ 5 – 6 ปี | ☐ 7 – 8 ปี |
| ☐ 9 – 10 ปี | ☐ 10 ปีขึ้นไป |

แบบประเมินความสอดคล้องของการใช้รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ตอนที่ 2 ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โปรดพิจารณาว่าจุดประเมินแต่ละหัวข้อต่อไปนี้ วัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้หรือไม่ แล้ววัดผลการพิจารณาของท่าน โดยทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องคะแนนที่พิจารณาตามความเห็นของท่าน

คะแนนการพิจารณา

ช่อง +1 หมายถึง เห็นว่าจุดประเมินวัดได้ตรงตามที่ระบุไว้จริง

ช่อง 0 หมายถึง ไม่เห็นว่าการวัดได้ตรงตามที่ระบุไว้จริง

ช่อง -1 หมายถึง เห็นว่าจุดประเมินไม่ได้วัดได้ตรงตามที่ระบุไว้จริง

แบบประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์	จุดประเมิน	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
1. เพื่อสร้างรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์	1.1 ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุทำ			
	1.2 รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์มีขนาดและน้ำหนักที่เหมาะสม			
	1.3 ความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์			
	1.4 ความปลอดภัยในการใช้งานรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์			
	1.5 รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย			
	1.6 มีความเหมาะสมในการออกแบบรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์			
	1.7 มีความทันสมัยสอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน			
	1.8 เป็นรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบขึ้นมาใหม่			

วัตถุประสงค์	จุดประเมิน	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
2.เพื่อนำไปหา ประสิทธิภาพใน การนำไปใช้งาน	2.1 นำไปตัดหญ้าได้ตามวัตถุประสงค์			
	2.2 มีความสามารถในการตัดหญ้าได้ยาวนาน			
	2.3 มีวิธีการใช้งานที่เข้าใจง่าย			
	2.4 คู่มือการใช้รถตัดหญ้าด้วยคอมพิวเตอร์มีความ ชัดเจน			

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

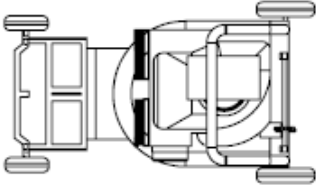
.....

.....

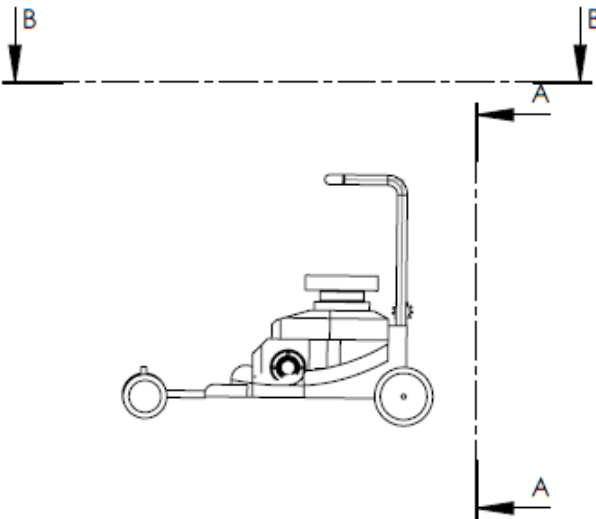
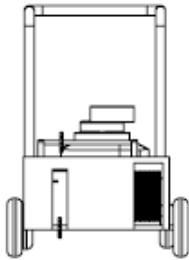
ลงชื่อ -----
(-----)

ภาคผนวก ง

แบบรณัดัดหน้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

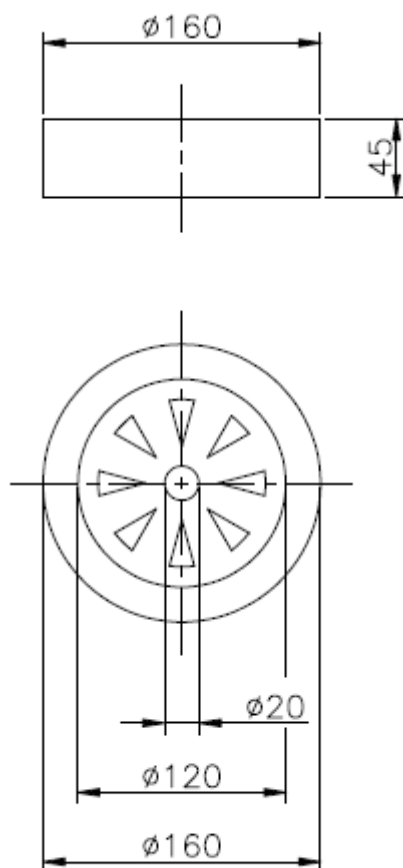


SECTION B-B

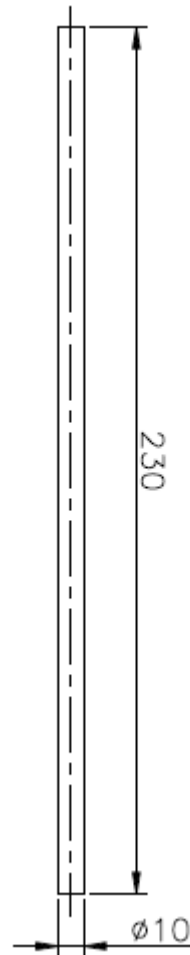



SECTION A-A

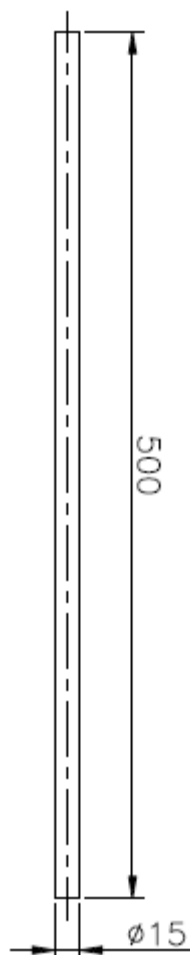
OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		REVISION	
NAME Vichit L.		SIGNATURE		DATE		TITLE  BURAPHA University	
						DWG NO. The lawn mower control by computer	
				MATERIAL: Material <not specified>		A4	
				WEIGHT: 108408.84		SCALE: 1:20 SHEET 1 OF 1	



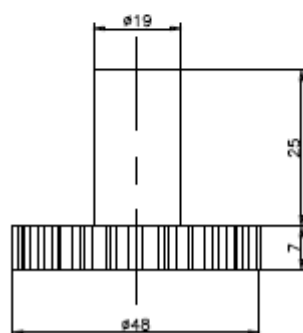
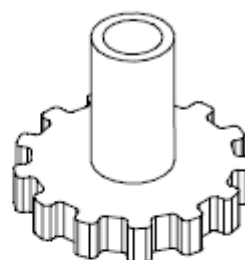
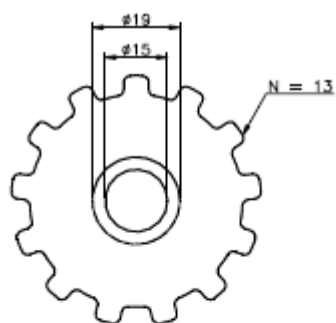
OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS FINISH: EYES: R:		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		REVISION	
NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE	
Vichit L.						 BURAPHA University	
				MATERIAL:		DWG NO.	
				Material <not specified>		The lawn mower control by computer	
				WEIGHT: 108408.84		SCALE: 1:20	
						SHEET 1 OF 1	



OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		REVISION	
NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE	
Vichit L.						BURAPHA University Ban kha	
						BURAPHA University	
						DWG NO.	
						The lawn mower control by computer	
						A4	
				MATERIAL:		SCALE: 1:20	
				Material <not specified>		SHEET 1 OF 1	
				WEIGHT: 108408.84			



OTHERWISE SPECIFIED: SIZES ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		REVISION	
R:						BURAPHA University Ban kha	
NAME	SIGNATURE	DATE				TITLE	
Vichit L.						 BURAPHA University	
		MATERIAL:		Material <not specified>		DWG NO.	A4
						The lawn mower control by computer	
		WEIGHT: 108408.84		SCALE: 1:20		SHEET 1 OF 1	



OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS FINISH: R:		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		REVISION	
NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:  BURAPHA University	
Vichit L.							
				MATERIAL:		DWG NO.	
				Material <not specified>		The lawn mower control by computer	
				WEIGHT: 108408.84		SCALE: 1:20	
						SHEET 1 OF 1	

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้งานรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

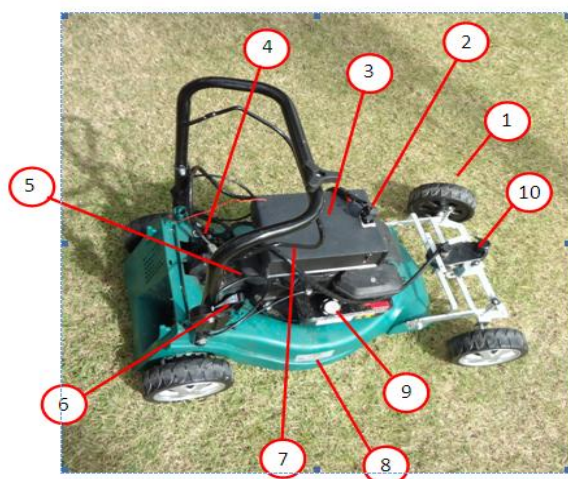
คู่มือการใช้งาน
รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์



1. ลักษณะเฉพาะของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ชื่อ	รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
ชนิด	เครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ 1 สูบ ขนาด 3.5 แรงม้า
ความสามารถ	สามารถตัดหญ้าได้ รัศมี 70 เมตร ได้นาน 90 นาที
การนำไปใช้	สนามฟุตบอล, สนามหญ้าตามอาคาร, สวนสาธารณะ

2. ส่วนประกอบของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์



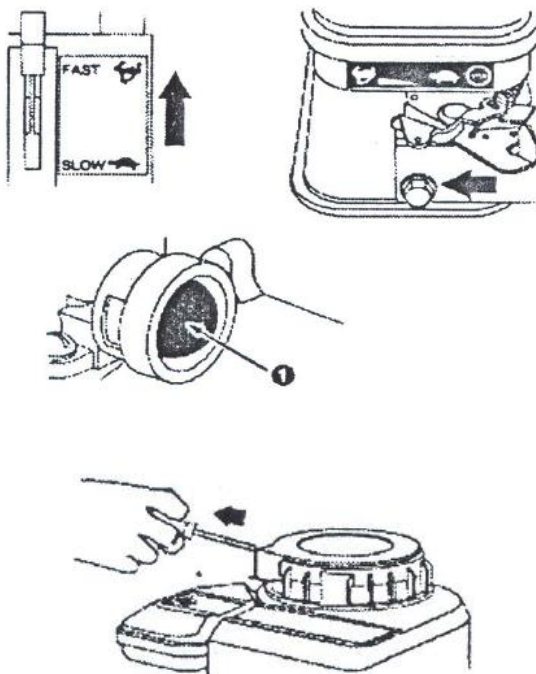
1. ล้อขับเคลื่อน
2. ถังใส่สาย
3. ถังภาครับและวงจรควบคุมมอเตอร์
4. ชุดมอเตอร์ขับเคลื่อน
5. เชือกดึงสตาร์ท
6. คันเร่งความเร็วของใบมีด
7. คันชัต Emergency
8. โครงรถตัดหญ้า
9. ถังน้ำมันเชื้อเพลิง
10. ชุดมอเตอร์บังคับเลี้ยว
11. ถัง Parallel port
12. รีโมท ชุดภาคส่ง
13. จอมอนิเตอร์
14. คอมพิวเตอร์ PC

3. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

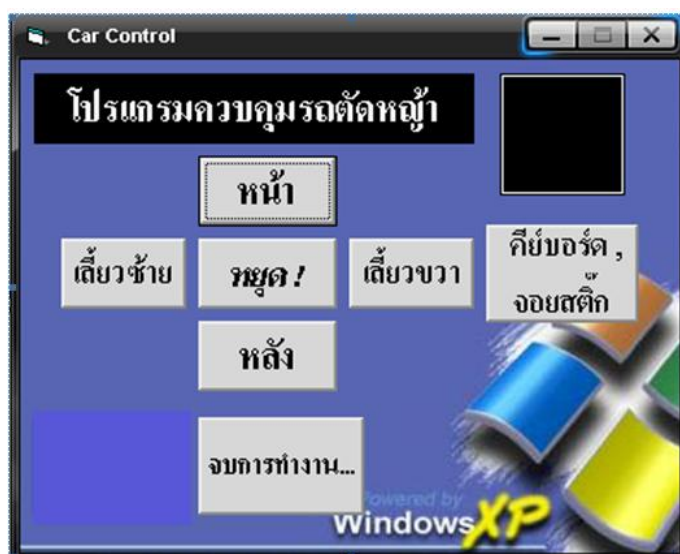
- 3.1 เติมน้ำมันเชื้อเพลิงให้เต็มถัง
- 3.2 เติมน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์
- 3.3 ต่อสายประกอบคอมพิวเตอร์กับชุดรีโมทและ Parallel port
- 3.4 เปิดคอมพิวเตอร์และเปิดโปรแกรม Visual basic
- 3.5 เปิดสวิตช์รีโมทและสวิตช์วงจรควบคุมมอเตอร์
- 3.6 ทดลองบังคับการขับเคลื่อนก่อน Start เครื่องยนต์
- 3.7 ปรับคันเร่งให้อยู่ตำแหน่ง Fast ก่อนสตาร์ท
- 3.8 ล็อคคัน Emergency ไว้ก่อนทำการสตาร์ท
- 3.9 ดึงเชือกเพื่อสตาร์ทเครื่องยนต์ (ก่อนสตาร์ทกด ปุ่มใช้ 3 ครั้ง)
- 3.10 เปิดสวิตช์กล้องตรวจสอบการทำงาน พร้อมใช้งาน

4. ขั้นตอนการติดเครื่องยนต์

- 4.1 ดึงคันบังคับไปอยู่ที่ ตำแหน่ง Fast
- 4.2 กดที่หัว Primer bub ① ประมาณ 3 ครั้ง



5. การควบคุมรถด้วยคอมพิวเตอร์



6. วิธีการควบคุมการขับเคลื่อน

เมื่อทำการเปิดสวิตช์และทำการสตาร์ทเครื่องยนต์เรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปจะเป็นการบังคับและขับเคลื่อนโดยสั่งการจากเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านการส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุที่สามารถดูพื้นที่การตัดหญ้าได้ด้วยกล้องจิ๋วไร้สาย

วิธีการสั่งเดินหน้า ให้ลากเมาท์มาคลิกที่ Button “หน้า” ให้เมาท์ค้างไว้รถตัดหญ้าจะถูกสั่งให้เดินหน้าในระหว่างที่รถตัดหญ้าเดินหน้าไปมีดก็จะทำการตัดหญ้าไปตามทิศทางที่เราควบคุม

วิธีการสั่งถอยหลัง ให้ลากเมาท์มาคลิกที่ Button “หลัง” ให้เมาท์ค้างไว้รถตัดหญ้าจะถูกสั่งให้ถอยหลัง ซึ่งโดยปกติแล้วการถอยหลังจะใช้สำหรับการช่วยเหลือเลี้ยวหรือการกลับตัวรถ

วิธีการสั่งเลี้ยวซ้าย ให้ลากเมาท์มาคลิกที่ Button “ซ้าย” ให้เมาท์ค้างไว้รถตัดหญ้าจะถูกสั่งให้เลี้ยวซ้าย

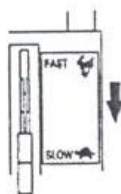
วิธีการสั่งเลี้ยวขวา ให้ลากเมาท์มาคลิกที่ Button “ขวา” ให้เมาท์ค้างไว้รถตัดหญ้าจะถูกสั่งให้เลี้ยวขวา

ในระหว่างที่ทำการสั่งเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา สามารถสั่งให้หยุดได้ด้วยการลากเมาท์มาที่ Button “หยุด” รถตัดหญ้าจะหยุดจนกว่าจะมีคำสั่งใหม่อีกครั้ง

เมื่อต้องการจบการทำงาน สามารถคลิกที่ จบการทำงานเพื่อออกจากโปรแกรม

5. การดับเครื่องยนต์

ดันสวิทช์คันเร่งไปที่ตำแหน่ง Low และ กด Emergency เพื่อดับเครื่องยนต์



6. ข้อแนะนำการใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์

เครื่องยนต์ระบายความร้อนด้วยอากาศ จะมีความร้อนมากกว่าเครื่องยนต์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ ควรใช้น้ำมันหล่อลื่นที่ไม่สังเคราะห์ ที่มีหลายความหนืด 5W-30, 10W-30, ฯลฯ อุณหภูมิของเครื่องยนต์สูงกว่า 40 °F จะใช้น้ำมันที่มีค่าความหนืดสูงกว่าปกติ

เมื่อเราจำเป็นต้องใช้น้ำมันหล่อลื่น multi grade เราจะต้องตรวจระดับน้ำมันหล่อลื่นให้มากเป็นพิเศษ ถ้าใช้น้ำมัน SAE 30 ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าปกติ 40 °F จะทำให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดยากและอาจทำให้เกิดความเสียหายเป็นการใช้น้ำมันหล่อลื่นที่ไม่เหมาะสม

การตรวจเช็คระดับน้ำมันหล่อลื่น ความจุประมาณ 0.6 ลิตร

1. เช็ดทำความสะอาดรอบ ๆ ที่เติมน้ำมัน
2. ดึง dipstick ขึ้นมา เช็ดด้วยผ้าสะอาด แล้วใส่กลับลงไป
3. ดึง dipstick ขึ้นมาดูระดับน้ำมันให้อยู่ระหว่าง ขีด Low และ Full
4. ถ้าต้องการเติมน้ำมันหล่อลื่น ให้เติมช้า ๆ หมุน dipstick ให้แน่นก่อนติดเครื่องยนต์ อย่าเติมน้ำมันจนล้น

ข้อแนะนำในการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่สะอาด ไร้สารตะกั่ว (Lead free) ค่าออกเทน ประมาณ 80 หรือบางที่อาจใช้น้ำมันไร้สารตะกั่ว

การตรวจเช็คระดับน้ำมันเชื้อเพลิง จะต้องเติมน้ำมันให้ต่ำกว่าคอดัง ประมาณ 1 นิ้ว อย่าเติมน้ำมันจนล้น

การบำรุงรักษา

1. ตรวจเช็คระดับน้ำมันหล่อลื่นอยู่เสมอ ทุก ๆ 5 ชั่วโมง หรือทุกวัน ก่อนสตาร์ทเครื่อง
2. เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นเมื่อผ่าน 5 ชั่วโมงแรก โดยอุ่นเครื่องยนต์แล้วเติมน้ำมันออก
3. เปลี่ยนกรองอากาศถ้าสกปรกมาก หรือชำรุด
4. วิธีการทำความสะอาดกรองอากาศ

4.1 ถอด screw

4.2 ระวังอย่าให้เศษผงเข้าคาร์บูเรเตอร์

4.3 ถอดกรองอากาศทำความสะอาดด้วยผงซักฟอกผสมน้ำ แล้วเช็ดให้แห้งด้วยผ้า

สะอาด

4.4 ประกอบ oil foam และ Cup ใส่ที่ตัวเรือน แล้วใส่ element so lip ให้อยู่เหนือขอบ

แล้วปิดฝา

4.5 ใส่กรองอากาศเข้ากับตัวคาร์บูเรเตอร์ ล็อคด้วย screw

ตารางการบำรุงรักษา

เป็นไปตามการใช้งานตาม ชั่วโมงใช้งานหรือระยะเวลาแล้วแต่อย่างไรถึงก่อน เราจะเพิ่มความถี่ในการบริการให้มากขึ้นได้ถ้าอยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์ตาม Note ด้านล่างนี้

5 ชั่วโมงแรก เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น

ทุก 5 ชั่วโมงหรือทุกวัน

- ตรวจระดับน้ำมัน
- ทำความสะอาด finger guard
- ทำความสะอาดรอบ ๆ muffler

ทุก 25 ชั่วโมง

- เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น หลังจากการใช้งานที่หนัก หรือที่มีอุณหภูมิสูง
- ทำความสะอาดกรองอากาศ

ทุก 50 ชั่วโมง

- เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น

ทุก 100 ชั่วโมง

- ทำความสะอาดระบบหล่อลื่น
- เปลี่ยนหัวเทียน

ประวัติผู้เขียน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	: นาย วุฒิชัย ปราบภัย
ปริญญานิพนธ์	: รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
สาขา	: เทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม
ประวัติการศึกษา	: มัธยมศึกษา ต.นางมุด อ.กาบเชิง จ.สุรินทร์ : ปวส. วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ จ.ศรีสะเกษ
สถานที่ทำงาน	: บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	: นาย สมาน ม่วงษ์
ปริญญานิพนธ์	: รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
สาขา	: เทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม
ประวัติการศึกษา	: มัธยมศึกษา โรงเรียนวัดบางกะไชย อ.แหลมสิงห์ จ.จันทบุรี : ปวช. วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี อ.เมือง จ.จันทบุรี : ปวส. วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี อ.เมือง จ.จันทบุรี
สถานที่ทำงาน	: บริษัท ไทยเอทานอลเอมีน จำกัด

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	: นาย อัครชัย วงศ์ประเสริฐ
ปริญญานิพนธ์	: รถตัดหญ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
สาขา	: เทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม
ประวัติการศึกษา	: มัธยมศึกษา อัสสัมชัญ จ.ระยอง : ปวส. วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จ.ระยอง
สถานที่ทำงาน	: บริษัท พีทีที แทงค์ เทอร์มินัล จำกัด