



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

คู่มือการใช้เครื่องมือวิเคราะห์แร็คพวงมาลัยไฟฟ้า รุ่น Noise Catcher

A Study of Manual Electric Steering Rack Diagnostic Tool Model

Noise Catcher

โดย

นาย วุฒิไกร ไล่ 6121100013

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2562

หัวข้อ โครงการ ชุมมือการใช้เครื่องมือวิเคราะห์แรงบิดพวงมาลัยไฟฟ้า รุ่น Noise Catcher
Manual electric steering rack diagnostic tool Model Noise Catcher
รายชื่อผู้จัดทำ นาย วุฒิกร ใต้
ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา คร.ชาญชัย วิวัฒนศิริชัย

อนุมัติให้รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีการศึกษาที่ 3 / 2562

คณะกรรมการสอบโครงการ

อ. ชาญชัย วิวัฒนศิริชัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
(คร.ชาญชัย วิวัฒนศิริชัย)

ศาสตราจารย์ ดร. สรศักดิ์ มั่งคั่งไพโรจน์
คณบดีภาควิชา
(นาย สรศักดิ์ มั่งคั่งไพโรจน์)

ดร. ชานันท์ พิทยานนท์
กรรมการกลาง
(ดร.ชานันท์ พิทยานนท์)

ผู้ช่วยคณบดี
ผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา

(ศส.ดร.มาจุจินประ วัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 29 กันยายน พ.ศ. 2563

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)
อาจารย์ ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

ตามที่คุณจัดทำ นาย วุฒิไกร ไล่ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้เข้าปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 14 มีนาคม 2563 ในตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงานช่างซ่อมบำรุง ณ บริษัท สาทรฮอนด้าคาร์ส์ จำกัด โดยได้รับมอบหมายงานจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษากระบวนการของพวงมาลัยไฟฟ้า และได้รับมอบหมายให้จัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือวิเคราะห์แรงแรงพวงมาลัยไฟฟ้า รุ่น Noise Catcher

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้วข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่มเพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นาย วุฒิไกร ไล่

นักศึกษาสหกิจศึกษา

ภาควิชาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท สาทรซอนดีคาร์ส จำกัด ตั้งแต่วันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2563 ส่งผลทำให้ นาย วุฒิไกร ไล่นักศึกษาคณะ วิศวกรรมศาสตร์ สาขาเครื่องกล ได้ได้รับความรู้ อีกทั้งประสบการณ์ทำงานต่าง ๆ ที่มีค่ามากมายสำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษานับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

- | | | |
|-----------------|--------------|-------------------------------|
| 1. นาย วิบูลย์ | บุญคำ | ตำแหน่ง ผู้จัดการศูนย์บริการ |
| 2. นาย สันติ | ปิ่นตาวง | ตำแหน่ง ครูฝึกอบรมศูนย์บริการ |
| 3. นาย สรศักดิ์ | แสงไพโรจน์ | ตำแหน่ง หัวหน้าช่าง |
| 4. ดร. ชาญชัย | วิรุณฤทธิชัย | อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจ |

และบุคคลท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

นาย วุฒิไกร ไล่นักขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริงซึ่งขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ
นาย วุฒิไกร ไล่นัก
29 กันยายน 2563

ชื่อโครงการ : คู่มือการใช้เครื่องมือวิเคราะห์แเร็คพวงมาลัยไฟฟ้า
รุ่น Noise Catcher

ชื่อนักศึกษา : นาย วุฒิไกร ไ้

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา : 3/2562

บทคัดย่อ

บริษัท สาธารณค้ำคาร์ส จำกัด เป็นบริษัทที่มีทั้งโชว์รูมและศูนย์บริการของรถยนต์
ฮอนด้า ซึ่งมีหน้าที่ขายรถยนต์และบริการซ่อมบำรุงรักษารถยนต์ให้กับลูกค้าที่สนใจ ซึ่งลูกค้าที่ใช้
รถยนต์ฮอนด้า รุ่น Civic Fc และ รุ่น CRV G5 นั้น ได้มีการพบว่า เวลาเลี้ยวรถยนต์ซ้ายสุดและขวา
สุด มีเสียงดัง แต่อย่างไรก็ตามภายในองค์กร การตรวจสอบอาการที่ลูกค้าแจ้งซ่อมนั้น มีวิธีการและ
ขั้นตอนการตรวจสอบค่อนข้างนานและเป็นวิธีการตรวจสอบแบบเดิม ๆ ทำให้การทำตรวจสอบ
เสียเวลาดำเนินการลูกค้าจึงทบทวนด้านนอกนักศึกษามีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ความรู้แก่ช่างเทคนิคใน
การใช้เครื่องมือวิเคราะห์เสียง และ ขั้นตอนการติดตั้งการใช้งานการตรวจสอบ แเร็คพวงมาลัยไฟฟ้า
ที่มีการประกันคุณภาพในรถยนต์ฮอนด้า 3 ปี 100,000 กิโลเมตร สามารถเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เกิด
ปัญหาได้ ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้จัดทำโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อเป็นการลดระยะเวลาการตรวจสอบ และ
ขั้นตอนการงานใช้เครื่องมือวิเคราะห์เสียง เพื่อให้อำนวยความสะดวกให้กับช่างเทคนิคในการ
ตรวจสอบ และ ยังรวบรวมเก็บข้อมูล การวิเคราะห์รถทั้ง 2 รุ่น เพื่อให้เป็นแนวทางในการใช้งาน
และเครื่องมือวิเคราะห์เสียง ได้อย่างถูกต้องโดยสามารถ ลดระยะเวลา การตรวจสอบ ได้ถึง 30 นาที
หรือคิดเป็น 54.55% (อ้างอิงจากช่างผู้มีความชำนาญงานประมาณ 10 ปี) ผู้จัดทำมุ่งหวังว่าโครงการ
นี้จะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางให้กับพนักงานหรือลูกค้าที่สนใจในรถยนต์ฮอนด้า

คำสำคัญ : ฮอนด้า, พวงมาลัยเพาเวอร์, เครื่องมือวิเคราะห์เสียง, แเร็คพวงมาลัยไฟฟ้า

ผู้ตรวจ

5/2562

Project Title : A Study of Manual Electric Steering Rack Diagnostic Tool - Model
Noise Catcher

By : Mr. Wuttikrai Lai

Advisor : Dr. Chanchai Wiroonritichai

Degree : Bachelor of Engineering

Major : Mechanical Engineering

Faculty : Engineering

Semester / Academic Year : 2/2019

Abstract

Sathorn Honda Cars Company Limited is a company that has both a show room and service center for Honda cars. They are responsible for selling cars and car maintenance services for customers. Customers using Honda Civic Fc models and Crv G5 models found that when turning the car to the far left and right side, there was a loud noise. However, within the organization, examination of the symptoms that the customer reported took a long time for the inspection methods and procedures, and is the same as conventional methods. Students purposed to educate technicians in the use of sound analysis tools, and the steps of installing, using, and checking the electric steering rack. With quality assurance in Honda cars for 3 years 100,000 kilometers, customers could replace the parts that had problems. The author created this project to shorten the inspection time and the process of using the sound analyzer, to facilitate the inspection technicians, collect data, and analyze both car models. To guide the use and sound analysis tools correctly, the inspection time can be shortened up to 30 minutes or 54.55% (based on 10 years of skilled technicians). The author hopes that this project will be useful and a guide for employees or customers interested in Honda vehicles.

Keywords: Honda , manual steering , sound analysis tool , electric steering rack

Approved By
.....


สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
1.5 ระยะเวลาในการดำเนินการ.....	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ระบบบังคับลิ้ว.....	2
2.2 เครื่องพวงมาลัยไฟฟ้า.....	31
2.3 เครื่องมือวิเคราะห์เสียง รุ่น Noise Catcher.....	35
2.4 ระบบส่งกำลังในรถยนต์.....	36
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	45
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ.....	48
3.2 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน.....	49
3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร.....	49
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย.....	50
3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา.....	50
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน.....	50
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	50
3.7.1 หัวหน้าช่างมอบหมายงาน.....	50
3.7.2 ศึกษารายละเอียดของงาน.....	50
3.7.3 ทำตามใบงานที่ได้รับมอบหมายให้ครบทุกรายงาน.....	50
3.7.3.1 วิธีการตรวจเช็คพวงมาลัย.....	51
3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้.....	54

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

4.1 การทดสอบรถยนต์ฮอนด้า.....	55
4.1.1 การทดสอบรถยนต์ฮอนด้า รุ่น ซีวิค.....	55
4.1.2 การทดสอบรถยนต์ฮอนด้า รุ่น ซีอามี.....	57

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง.....	60
5.1.1 สรุปผลของโครงการ.....	60
5.1.2 ข้อจำกัดหรือปัญหาของโครงการ.....	60
5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา.....	60
5.2.1 ประโยชน์ในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา.....	60
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	60
บรรณานุกรม.....	61
ประวัติผู้จัดทำ.....	62



สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ความเหมาะสมของการบังคับเดี่ยว.....	3
รูปที่ 2.2 การคืนตัวหลังจากหันเดี่ยว.....	3
รูปที่ 2.3 แกนพวงมาลัยแบบธรรมดา.....	4
รูปที่ 2.4 แกนพวงมาลัยปรับระดับได้.....	5
รูปที่ 2.5 กลไกการปรับเอนพวงมาลัย.....	5
รูปที่ 2.6 กลไกปรับความสูงพวงมาลัย.....	6
รูปที่ 2.7 กลไกการต่อบังคับเดี่ยว.....	7
รูปที่ 2.8 ก้านต่อบังคับเดี่ยวสำหรับการรองรับแบบอิสระ.....	7
รูปที่ 2.9 ก้านต่อบังคับเดี่ยวสำหรับการรองรับแบบคานแข็ง.....	8
รูปที่ 2.10 ขาโก่งพวงมาลัย.....	8
รูปที่ 2.11 คันชักและคันส่ง.....	9
รูปที่ 2.12 ลูกหมากคันส่ง.....	9
รูปที่ 2.13 ปลอกคันส่ง.....	10
รูปที่ 2.14 แขนบังคับเดี่ยว.....	10
รูปที่ 2.15 แกนหมุนเดี่ยว.....	11
รูปที่ 2.16 กระจุกพวงมาลัยเปลี่ยนทิศทางหมุน.....	12
รูปที่ 2.17 กระจุกพวงมาลัยเป็นเครื่องผ่อนแรง.....	12
รูปที่ 2.18 อัตราทดเฟืองที่เปลี่ยนค่าได้.....	14
รูปที่ 2.19 กระจุกพวงมาลัยเพาเวอร์แบบลูกปืนหมุนวน.....	14
รูปที่ 2.20 กระจุกพวงมาลัยแบบเฟืองสะพาน.....	15
รูปที่ 2.21 กระจุกพวงมาลัยแบบเฟืองสะพานธรรมดา.....	15
รูปที่ 2.22 วงจรน้ำมันกระจุกพวงมาลัยเพาเวอร์.....	16
รูปที่ 2.23 วงจรน้ำมันความดันสูง.....	16
รูปที่ 2.24 ตำแหน่งยังไม่หมุนเดี่ยว.....	17
รูปที่ 2.25 ตำแหน่งหมุนเดี่ยว.....	17
รูปที่ 2.26 ชิ้นส่วนกระจุกพวงมาลัยแบบเฟืองบรรทัดธรรมดา.....	18
รูปที่ 2.27 ยึดเฟืองสะพานเข้ากับปากกา.....	18
รูปที่ 2.28 ถอดลูกหมากปลายคันส่ง.....	19
รูปที่ 2.29 ถอดยางกันฝุ่นเฟืองสะพาน.....	19

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.30 ถอดคันส่งออกจากปลายเฟืองสะพานและแหวนล็อก.....	20
รูปที่ 2.31 ใช้ประแจถอดคันส่ง.....	20
รูปที่ 2.32 ถอดน็อตล็อกฝาครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพาน.....	21
รูปที่ 2.33 ถอดฝาครอบสปริงตัวเฟืองสะพาน.....	21
รูปที่ 2.34 ถอดน็อตล็อกปลอกเกลียวปรับ.....	22
รูปที่ 2.35 ถอดสปริงและตัวบังคับเฟืองสะพาน.....	22
รูปที่ 2.36 ถอดปลอกเกลียวปรับลูกปืนเฟืองขับ.....	23
รูปที่ 2.37 ถอดเฟืองขับพร้อมทั้งตลับลูกปืนตัวบน.....	23
รูปที่ 2.38 ถอดเฟืองสะพาน.....	24
รูปที่ 2.39 การตรวจสอบเฟืองสะพาน.....	24
รูปที่ 2.40 การประกอบชุดชิ้นส่วนกระปุกพวงมาลัย.....	25
รูปที่ 2.41 ประกอบเฟืองสะพานเข้ากับเสื้อเฟืองสะพาน.....	25
รูปที่ 2.42 ประกอบเฟืองขับเข้ากับเสื้อเฟืองขับ.....	26
รูปที่ 2.43 ประกอบปลอกเกลียวปรับลูกปืนเฟืองขับ.....	26
รูปที่ 2.44 ปรับความตึงเฟืองขับ.....	27
รูปที่ 2.45 ประกอบน็อตล็อกปลอกเกลียวปรับลูกปืนเฟืองขับ.....	27
รูปที่ 2.46 ประกอบฝาครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพาน.....	28
รูปที่ 2.47 ปรับความตึงรวม.....	28
รูปที่ 2.48 ประกอบน็อตล็อกฝาครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพาน.....	29
รูปที่ 2.49 ประกอบคันส่งปลายเฟืองสะพานและแหวนล็อก.....	29
รูปที่ 2.50 ดอกพับแหวนล็อก.....	30
รูปที่ 2.51 ประกอบขงกันฝุ่นเฟืองสะพาน.....	30
รูปที่ 2.52 ประกอบลูกหมากคันส่ง.....	31
รูปที่ 2.53 ระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้าแบบรวมระบบควบคุมและมอเตอร์.....	32
รูปที่ 2.54 ชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์สำหรับพวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้า.....	33
รูปที่ 2.55 มอเตอร์พวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้า.....	33
รูปที่ 2.56 เซ็นเซอร์ตรวจจับแรงบิดของพวงมาลัย.....	35
รูปที่ 2.57 เครื่องมือวิเคราะห์เสียง.....	35
รูปที่ 2.58 ส่วนประกอบของระบบส่งกำลังรถยนต์.....	36
รูปที่ 2.59 แสดงลักษณะของชุดคลัตช์.....	37

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.60 แสดงลักษณะของกระปุกเกียร์.....	37
รูปที่ 2.641แสดงลักษณะของเพลากลาง.....	38
รูปที่ 2.62แสดงลักษณะของเฟืองท้าย.....	38
รูปที่ 2.63แสดงลักษณะของเพลาท้าย.....	39
รูปที่ 2.64 แสดงลักษณะของเพลาท้ายแบบลอย.....	39
รูปที่ 2.65 แสดงลักษณะของเพลาท้ายแบบกึ่งลอย.....	40
รูปที่ 2.66 แสดงลักษณะของเพลาท้ายแบบลอย $\frac{3}{4}$	40
รูปที่ 2.67 แสดงลักษณะของเครื่องยนต์ติดตั้งด้านหน้าขับเคลื่อนล้อหลัง.....	41
รูปที่ 2.68 แสดงลักษณะของเครื่องยนต์ติดตั้งตรงกลางขับเคลื่อนล้อหลัง.....	42
รูปที่ 2.69 แสดงลักษณะของเครื่องยนต์ติดตั้งด้านหลังขับเคลื่อนล้อหลัง.....	42
รูปที่ 2.70 แสดงลักษณะของเครื่องยนต์วางขวางตามยาว โครงรถแบบขับเคลื่อนล้อหน้า.....	43
รูปที่ 2.71 แสดงลักษณะของเครื่องยนต์วาง ขนานกับ โครงรถแบบขับเคลื่อนล้อหน้า.....	43
รูปที่ 2.72 ลักษณะการขับเคลื่อน 4 ล้อบางเวลา.....	44
รูปที่ 2.73 ลักษณะการขับเคลื่อน 4 ล้อตลอดเวลา.....	44
รูปที่ 3.1 ที่ตั้ง บริษัท สาทรฮอนด้าคาร์ส์ จำกัด.....	48
รูปที่ 3.2 ใบงานที่ได้รับมอบหมาย.....	50
รูปที่ 3.3 การติดตั้งเครื่องวิเคราะห์เสียงผิดปกติส่วนเร็กพวงมาลัย.....	51
รูปที่ 3.4 การติดตั้งเครื่องวิเคราะห์เสียงผิดปกติส่วนแกนพวงมาลัย.....	51
รูปที่ 3.5 การติดตั้งสายเข้ากับตัวเครื่องวิเคราะห์เสียงผิดปกติ.....	52
รูปที่ 3.6 เปิดเครื่องวิเคราะห์และปรับตั้งค่า.....	52
รูปที่ 3.7 ทำการตรวจสอบการหมุนพวงมาลัย ไม่พบเสียงดัง.....	53
รูปที่ 3.8 ทำการตรวจสอบการหมุนพวงมาลัย พบว่ามีเสียงดัง.....	53
รูปที่ 4.1 การทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์เสียงคันที่ 1 ไม่พบเสียงผิดปกติ.....	55
รูปที่ 4.2 การทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์เสียงคันที่ 2 พบเสียงผิดปกติระดับปานกลาง.....	56
รูปที่ 4.3การทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์เสียงคันที่ 3 พบเสียงผิดปกติระดับที่ดัง.....	56
รูปที่ 4.4 การทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์เสียงคันที่ 1 พบเสียงผิดปกติระดับที่ดัง.....	57
รูปที่ 4.5 การทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์เสียงคันที่ 2 ไม่พบเสียงผิดปกติ.....	57
รูปที่ 4.6 การทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์เสียงคันที่ 3 พบว่ามีเสียงดังมาก.....	58

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 แสดงการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร.....	49
ตารางที่ 4.1.1 การทดสอบแบบไม่ใช่เครื่องมือวิเคราะห์.....	58
ตารางที่ 4.1.2 การทดสอบแบบใช้เครื่องมือวิเคราะห์.....	59
ตารางที่ 4.1.3 การแสดงผลของการตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์.....	59



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

รถยนต์ส่วนบุคคลส่วนใหญ่มีการผลิตและการแข่งขันกันมากมายหลายยี่ห้อแต่ละค่ายก็จะมีการผลิตรุ่นใหม่หรือปรับเปลี่ยนรูปโฉมออกมาเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ มีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ อุปกรณ์ชิ้นส่วน ระบบคลัสเตอร์การทำงานที่ทันสมัยเข้ามาใช้ในรถยนต์มากขึ้นจากแต่ก่อนมาก รถยนต์เป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งในชีวิตประจำวันของมนุษย์เราในการเดินทางไปสถานที่ การขับรถไปทำงาน ขับรถไปเที่ยว หรือ ขนส่งของ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีใหม่ๆ และ อุปกรณ์ชิ้นส่วนที่นำเข้ามาใช้ในรถยนต์นั้น บางชิ้นส่วนอาจมีปัญหาในรถยนต์ เช่น แร็คพวงมาลัยไฟฟ้าที่มีอาการเสียดังเวลาเลี้ยวรถ เช่น รถยนต์ฮอนด้ารุ่นซีวิก และ ฮอนด้ารุ่นซีอาวี ที่มีปัญหาอาการเสียดังเวลาเลี้ยวซึ่งทางฮอนด้ามีการรับประกันคุณภาพอุปกรณ์ชิ้นส่วนนี้ให้กับลูกค้าถ้าพบปัญหา ในระยะเวลา 3 ปี 100,000 กิโลเมตร สามารถทำการนำรถยนต์เข้ามาตรวจเช็คได้ที่ศูนย์บริการทั่วประเทศ

สำหรับการตรวจเช็คหรือทำการรับประกันคุณภาพอุปกรณ์ชิ้นส่วนแร็คพวงมาลัยไฟฟ้าผ่านทางฮอนด้าได้มีการนำเครื่องมือวิเคราะห์ปัญหาของระบบนี้มาใช้ในรถยนต์รุ่น ซีวิก และ ซีอาวี ดังนั้นทางผู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาจึงเห็นถึงปัญหาและความสำคัญที่จะจัดทำรายงานนี้ขึ้น เพื่อเป็นแนวทางการตรวจสอบ การใช้งานคู่มือเครื่องมือวิเคราะห์แร็คพวงมาลัยไฟฟ้า อย่างถูกต้องตามมาตรฐาน

1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

1.2.1 ศึกษาการเครื่องมือวิเคราะห์และไม่ใช้เครื่องมือวิเคราะห์

1.2.2 ลดเวลาในการวิเคราะห์ระบบปัญหาของระบบแร็คพวงมาลัยไฟฟ้า รุ่น Noise Catcher ได้
อย่างถูกวิธีตามมาตรฐาน

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ศึกษาระบบปัญหาพวงมาลัยไฟฟ้ารถยนต์ฮอนด้า รุ่น Civic FC และ CRV G5

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อลดเวลาในการวิเคราะห์ปัญหาได้เร็วขึ้น

1.4.2 เพื่อเป็นแนวทางการตรวจสอบระบบพวงมาลัยได้อย่างถูกต้อง

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทนี้จะมีการกล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับโครงการฉบับนี้เพื่อให้ตรงตามจุดประสงค์ที่คาดว่าจะได้รับ ในส่วนของบทนี้จะกล่าวถึง

- 2.1 ระบบบังคับเลี้ยว
- 2.2 แร็คพวงมาลัยไฟฟ้า
- 2.3 เครื่องมือวิเคราะห์เสียง รุ่น Noise Catcher
- 2.4 ระบบส่งกำลังรถยนต์
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบบังคับเลี้ยว (steering system)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมทิศทางเคลื่อนที่ของรถยนต์ ผู้ขับขี่สามารถควบคุมทิศทางของล้อหน้ารถได้ด้วยการบังคับพวงมาลัย (steering wheel) การบังคับเลี้ยวจะต้องประกอบด้วยเงื่อนไข ดังนี้แรงบังคับเลี้ยวที่เหมาะสมแรงบังคับพวงมาลัยต้องควบคุมได้อย่างสม่ำเสมอในขณะที่ขับรถไปในทางตรงและต้องแรงพอที่จะบังคับเลี้ยวได้ขณะที่รถเลี้ยวโค้ง

ความสามารถในการบังคับเลี้ยวเมื่อเลี้ยวเสร็จแล้ว ระบบบังคับเลี้ยวจำเป็นต้องส่งแรงไปบังคับให้พวงมาลัยหมุนกลับคืนสู่ตำแหน่งตรง เมื่อปล่อยพวงมาลัย

เมื่อรถเกิดชนกันระบบพวงมาลัยควรมีโครงสร้างแกนพวงมาลัยนิรภัย ช่วยลดการกระแทกรุนแรงลดการบาดเจ็บให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

หน้าที่ระบบบังคับเลี้ยวและแกนพวงมาลัย

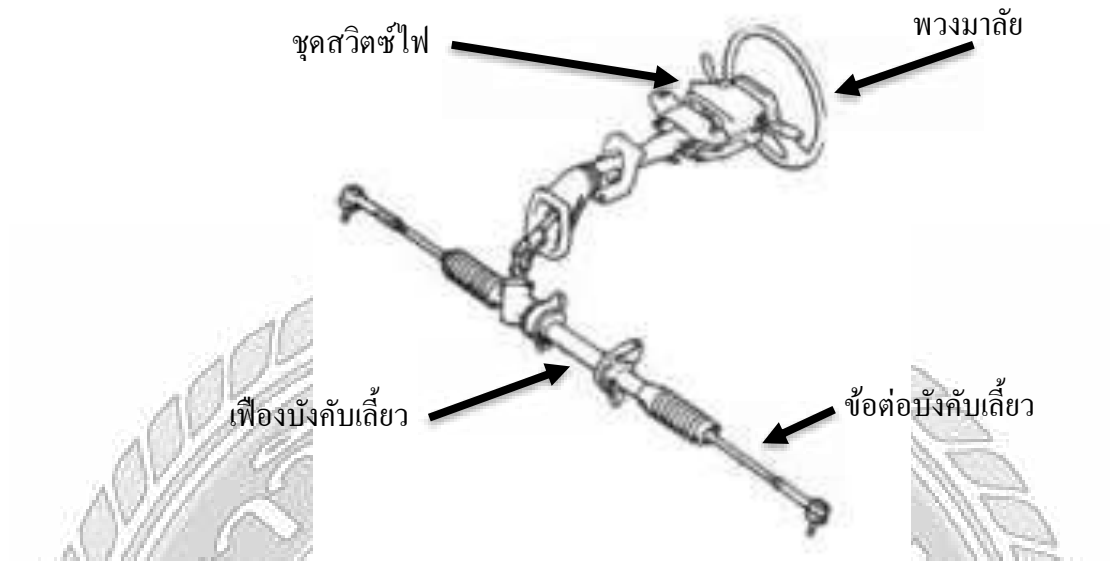
หน้าที่ของระบบบังคับเลี้ยวรถยนต์หน้าที่สำคัญของระบบบังคับเลี้ยว พร้อมด้วยระบบรองรับก็คือ ช่วยให้การขับขี่เกิดความสะดักสะบายนในทุกสภาวะ จากย่านความเร็วต่ำไปจนถึงผ่านความเร็วสูง ระบบส่งกำลังจะส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปขับล้อ เพื่อให้รถยนต์เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ระบบบังคับเลี้ยวจะบังคับทิศทางเคลื่อนที่ของรถตามความต้องการ และระบบเบรกจะช่วยทำให้เกิดความมั่นใจในเสถียรภาพการทรงตัว การชะลอความเร็วและการหยุดรถ ความสำคัญของระบบบังคับเลี้ยวนี้ดังนี้

ความคล่องตัวสูงเมื่อรถยนต์มีการหันเลี้ยวในที่แคบ ๆ หรือถนนที่คดเคี้ยว ระบบบังคับเลี้ยวต้องสามารถควบคุมทิศทางเคลื่อนที่ของล้อหน้าได้อย่างง่ายและคล่องตัว

ความเหมาะสมของการบังคับเลี้ยว

เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการบังคับเลี้ยว ขณะรถจอดอยู่กับที่ ต้องออกแรงหรือกำลังในการบังคับเลี้ยวมาก และลดลงเมื่อความเร็วรถยนต์เพิ่มขึ้น ดังนั้น เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ใน

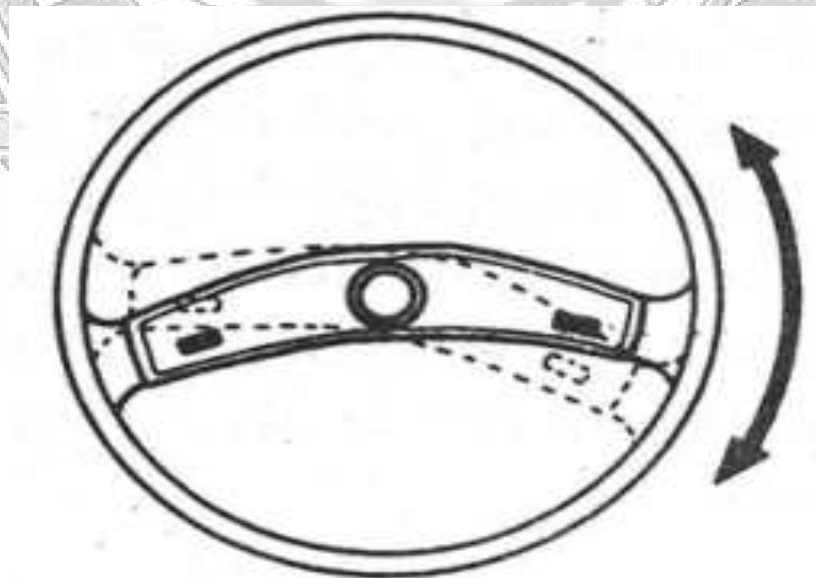
การบังคับเลี้ยว การบังคับเลี้ยวควรจัดทำให้สะดวก คือ เมาแรงเมื่อรถยนต์มีความเร็วต่ำและหนักแรงเมื่อรถยนต์มีความเร็วสูง



รูปที่ 2.1 ความเหมาะสมของการบังคับเลี้ยว

การคืนตัวหลังจากหันเลี้ยว

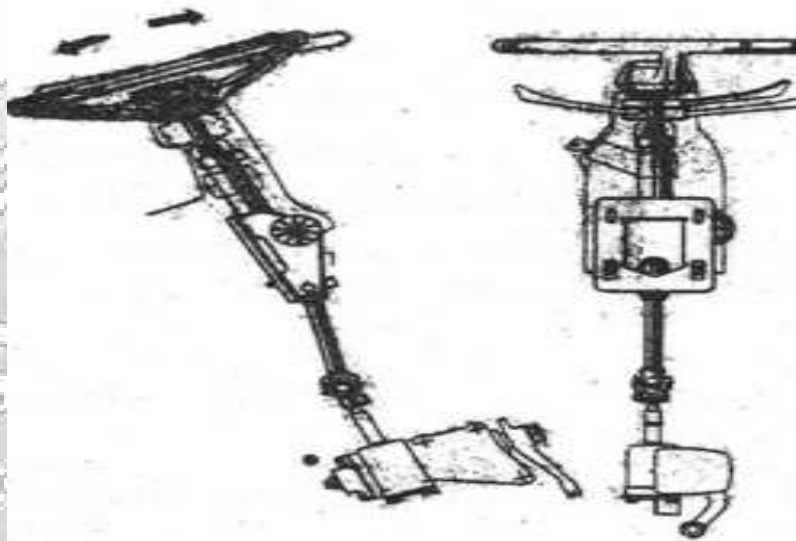
ขณะรถยนต์กำลังเลี้ยว ผู้ขับขี่จะต้องถือพวงมาลัยไว้อย่างมั่นคง หลังจากการเลี้ยวอย่างสมบูรณ์แล้ว พวงมาลัยต้องมีแรงหมุนคืนตัวกลับมาสู่แนวตรงไปข้างหน้าของล้อทั้งคู่ ต้องเกิดขึ้นอย่างคล่องตัวเสมอ เมื่อผู้ขับขี่ผ่อนแรงคลายพวงมาลัย หลังการหันเลี้ยวบังคับทิศทางเคลื่อนที่ของรถยนต์



รูปที่ 2.2 การคืนตัวหลังจากหันเลี้ยว

แกนพวงมาลัยธรรมดา(steering column)

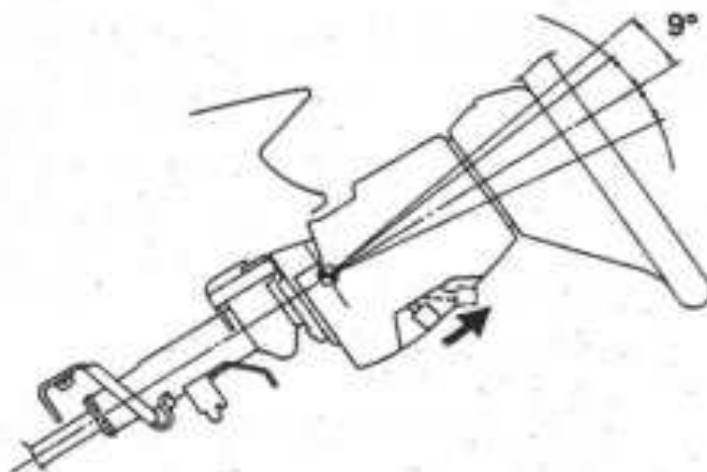
กลไกบังคับเลี้ยวพวงมาลัยประกอบด้วยแกนพวงมาลัย ส่งแรงหมุนจากพวงมาลัยไปยังเฟืองกระปุกพวงมาลัย ด้านปลายบนสุดของแกนเป็นเรียว และมีร่องฟันเฟือง สำหรับสวมรูพวงมาลัยไม่ให้หมุนฟรี แกนพวงมาลัยประกอบด้วยกลไกหลายแรงกระแทก เพื่อไม่ให้ไปกระทบกับผู้ขับขี่ในขณะที่ขับขี่ส่วนล่างสุดของแกนพวงมาลัยต่ออยู่กับกระปุกพวงมาลัยด้วยข้อต่อแบบกาคบาทเพื่อลดอาการสั่นสะเทือนจากสภาพถนนที่ส่งผ่านกระปุกพวงมาลัยมายังพวงมาลัยให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ข้อต่อกาคบาทยังทำให้ออกแรงส่งกำลังบังคับเลี้ยวเป็นมุม เพื่อออกแบบติดตั้งพวงมาลัยให้เหมาะสมกับการควบคุมพวงมาลัย



รูปที่ 2.3 แกนพวงมาลัยแบบธรรมดา

แกนพวงมาลัยปรับระดับได้

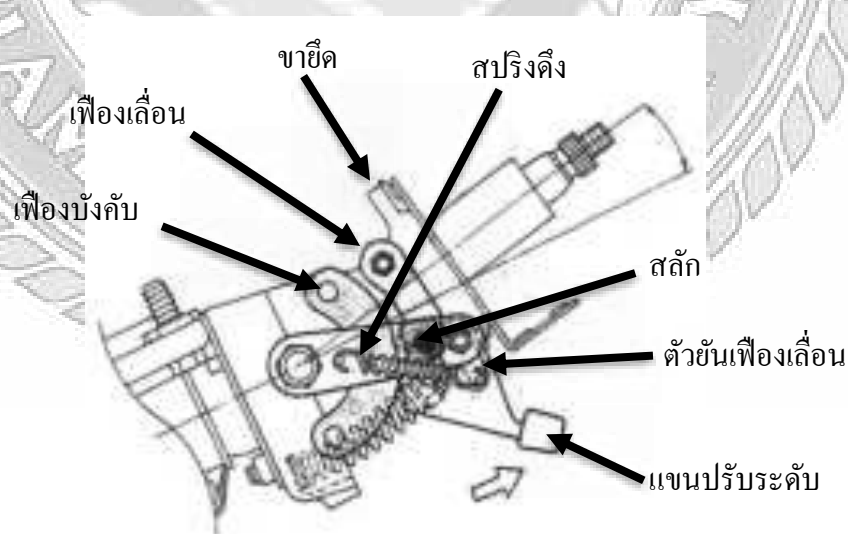
นอกจากนี้ กลไกดูดกลืนแรงกระแทก ที่แกนพวงมาลัยของรถยนต์บางรุ่น อาจจะมีระบบควบคุมพวงมาลัยอื่น ๆ อีก เช่น กลไกการล็อกพวงมาลัย ซึ่งจะช่วยให้ผู้ขับขี่ปรับระดับความสูงต่ำของพวงมาลัยได้ หรือกลไกปรับตั้งพวงมาลัย ซึ่งจะช่วยให้ผู้ขับขี่ปรับระดับความสูงต่ำของพวงมาลัยได้ หรือกลไกปรับอาการยึดหยุ่นระยะฟรีตามแนวแกนพวงมาลัย ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเหมาะสมในสภาพการจับพวงมาลัย



รูปที่ 2.4 แขนพวงมาลัยปรับระดับได้

กลไกการปรับเอนพวงมาลัย

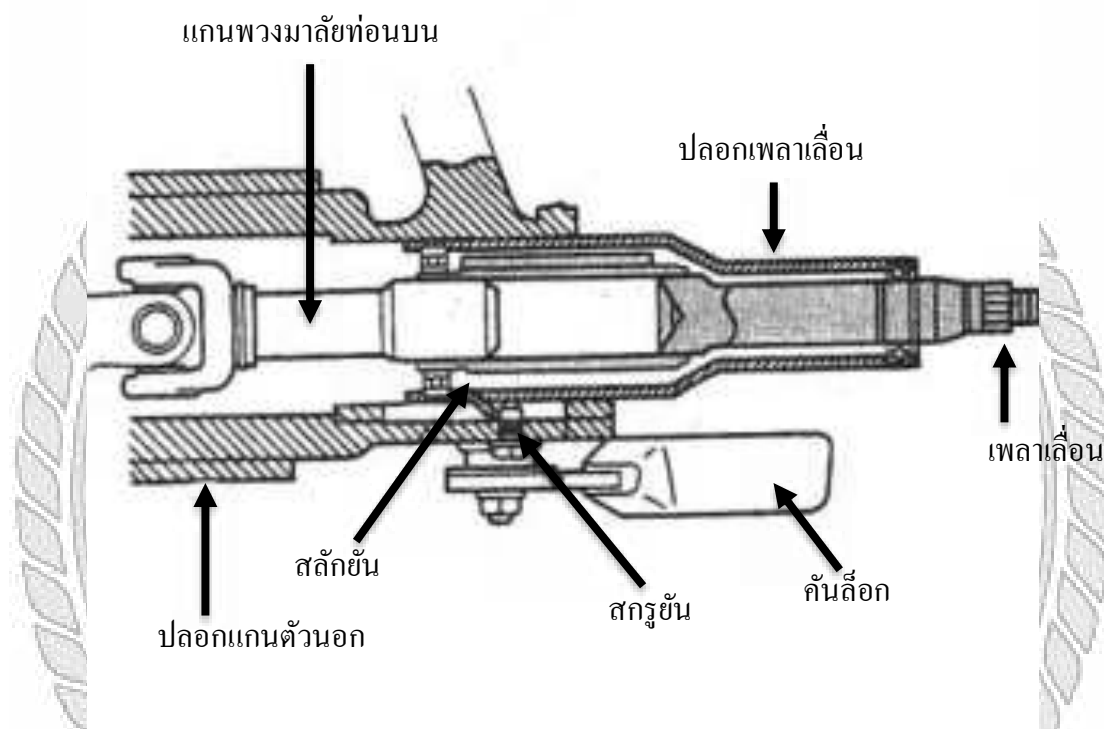
เมื่อดันแขนปรับระดับไปด้านบน (ในทิศทางของลูกศร) ทำให้สลักซึ่งประกอบอยู่กับเฟืองเลื่อนเคลื่อนที่ไปในร่องแขนปรับระดับ เฟืองเลื่อนแยกตัวออกจากเฟืองบังคับ และปลดไม่ให้ฟันเฟืองทั้งคู่ขบกัน สปริงอัดกับจุดรองรับของสปริงเอง ทำให้หักมุมของแกนพวงมาลัยได้ เมื่อปรับตำแหน่งพวงมาลัยอยู่ตำแหน่งที่ต้องการ ในขณะที่แขนปรับระดับถูกดันไปทางด้านบน หลังจากนั้นปล่อยแขนปรับระดับเฟืองเลื่อนจะถูกดันด้วยตัวขัน ฟันของเฟืองบังคับทั้งคู่ขบกันอีกครั้ง ซึ่งเป็นการล็อกพวงมาลัย



รูปที่ 2.5 กลไกการปรับเอนพวงมาลัย

กลไกปรับความสูงพวงมาลัย

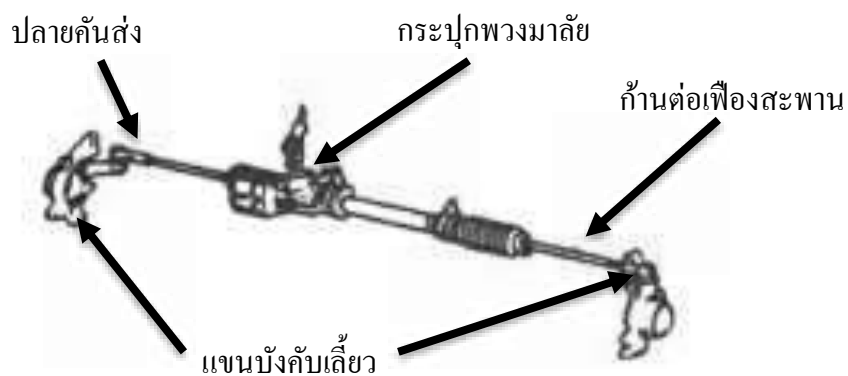
การปรับตำแหน่งของพวงมาลัยสูงขึ้น หรือต่ำลง ตามความเหมาะสมของผู้ขับขี่ มีกลไกปรับความสูงเฉพาะเพลาล้อและปลอกเพลาล้อต่ออยู่ด้วยกัน เลื่อนขึ้นลงได้ภายในเสื้อแกนพวงมาลัยท่อนบน เพลาล้อมีพวงมาลัยสวมติดอยู่ด้วย มีร่องฟันเฟืองสวมอยู่กับแกนพวงมาลัยท่อนบน และส่งกำลังจากการหมุนพวงมาลัยไปยังแกนพวงมาลัยท่อนบนได้ ปลอกเพลาล้อจะเคลื่อนตัวไปพร้อม กับเพลาล้อ สามารถเลื่อนไปทางด้านบนและด้านล่างได้ แต่ไม่สามารถหมุนได้ เพราะสลักันของปลอกเพลาล้อสวมอยู่ใน ร่องของเสื้อแกนพวงมาลัยท่อนบน



รูปที่ 2.6 กลไกปรับความสูงพวงมาลัย

กลไกก้านต่อบังคับเลี้ยว

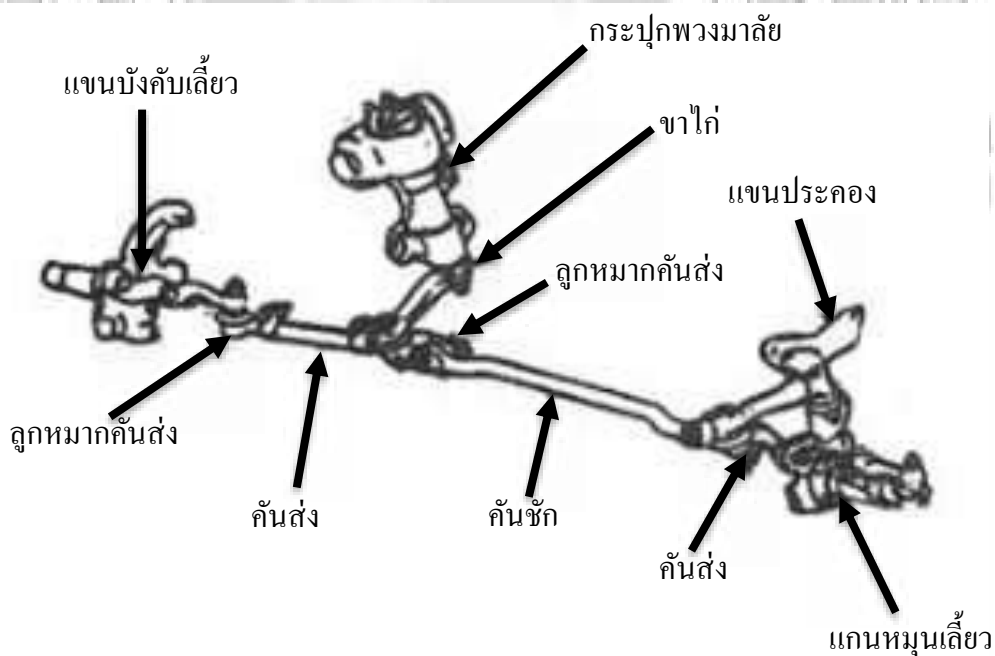
กลไกบังคับเลี้ยวจะถ่ายทอดกำลังการบังคับเลี้ยว จากพวงมาลัยไปยังล้อหน้าทั้งคู่ขณะขับขี่ รถยนต์มีการเคลื่อนตัว การออกแบบของก้านต่อมีหลายแบบ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการขับขี่มากที่สุด มีดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.7 กลไกการต่อบังคับเลี้ยว

ก้านต่อบังคับเลี้ยวสำหรับการรองรับแบบอิสระ

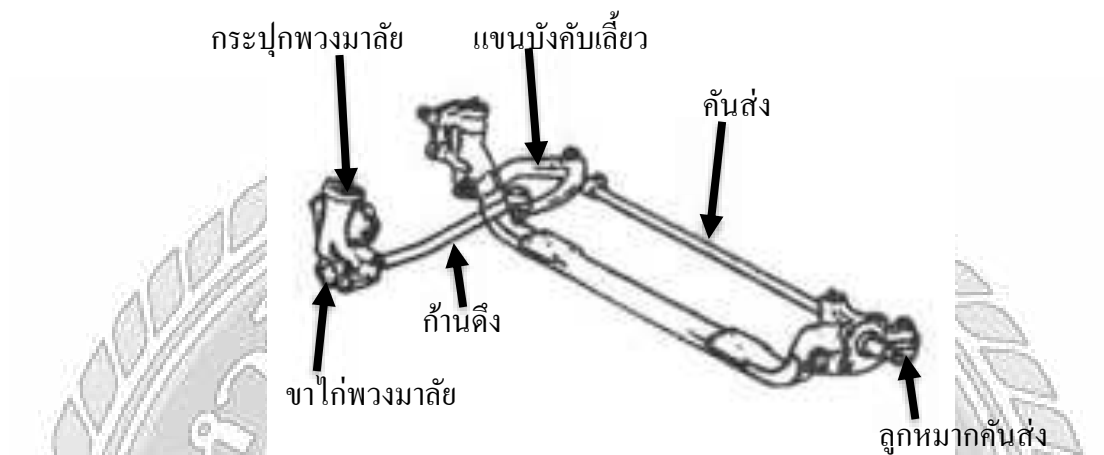
เมื่อล้อหน้าซ้ายและขวามีการเคลื่อนตัวขึ้นลงเป็นอิสระต่อกัน ระยะห่างระหว่างแขนบังคับเลี้ยวจะเปลี่ยนไป ถ้าค้ำส่งต่อยู่กับล้อทั้งคู่ ผลที่เกิดขึ้นจะทำให้มุม โทอินพิดไปในขณะที่ล้อเคลื่อนขึ้นและลง ก้านต่อพวงมาลัยสำหรับระบบรองรับล้อหน้าอิสระ ต้องใช้ค้ำส่ง 2 ชั้นและทั้ง 2 ชั้นจะต่อยู่กับค้ำชัก



รูปที่ 2.8 ก้านต่อบังคับเลี้ยวสำหรับการรองรับแบบอิสระ

ก้านตอบังคับเลี้ยวสำหรับการรองรับแบบคานแข็ง

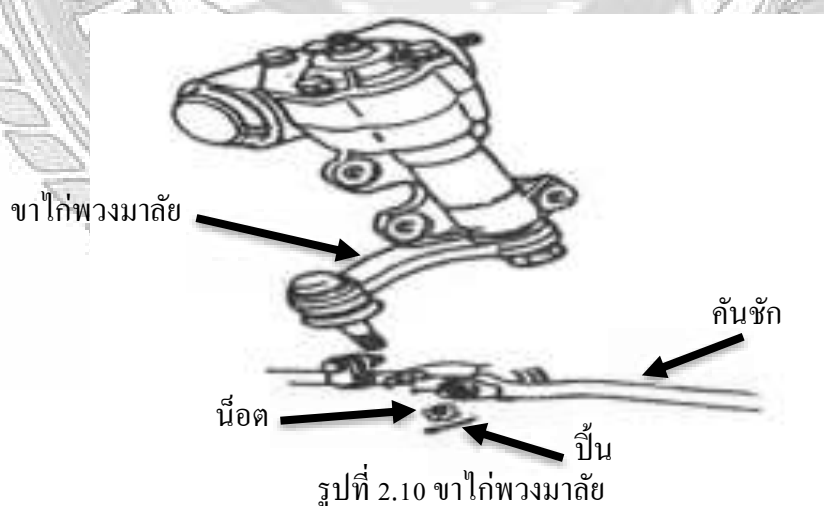
การเคลื่อนตัวขึ้นลงของยางรถยนต์ไม่ทำให้ระยะห่างระหว่างล้อซ้ายและล้อขวาเปลี่ยนไป จึงใช้คันส่งตัวเดียวได้ กระจุกพวงมาลัยยึดติดอยู่กับ โครงรถก้านคิงซึ่งต่ออยู่กับกระจุกพวงมาลัย และแขนบังคับเลี้ยว จะมีลูกหมากคันส่งแต่ละปลายยอมให้มีการเคลื่อนตัวขึ้นลงพร้อมกัน



รูปที่ 2.9 ก้านตอบังคับเลี้ยวสำหรับการรองรับแบบคานแข็ง

ขาไก่พวงมาลัย (pitman Arm)

ขาไก่พวงมาลัยหรือเรียกสั้น ๆ ว่า ขาไก่ส่งถ่ายการเคลื่อนที่ของกระจุกพวงมาลัยไปยังคันชัก ที่ปลาด้านใหญ่ของขาไก่พวงมาลัยเป็นรูรีเวียว ผิวรูเป็นร่องฟันเพื่อจะเอียงเพื่อสวมกับเพลลาขวางของกระจุกพวงมาลัยและยึดแน่นด้วยน็อต ปลายขาไก่พวงมาลัยด้านเล็กต่ออยู่กับคันชัก

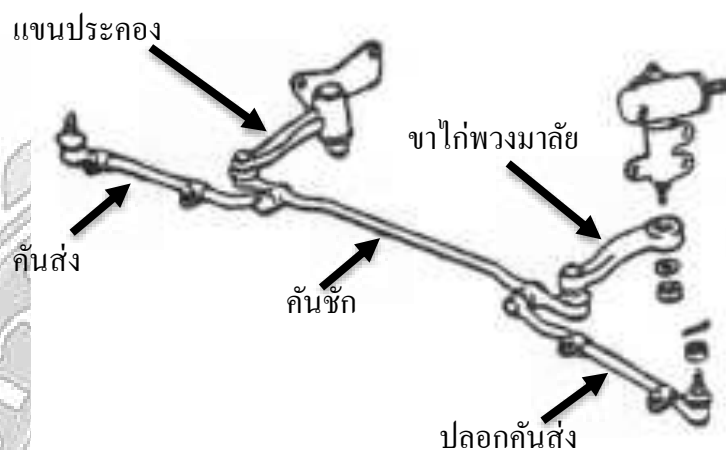


รูปที่ 2.10 ขาไก่พวงมาลัย

คันทักและคันท่ง

คันทัก (Drag Link) เป็นก้านต่อที่ต่อระหว่างขาไก่พวงมาลัยและคันท่งซ้ายและขวาส่งแรง การเคลื่อนที่จากขาไก่ไปยังคันท่งทั้งคู่

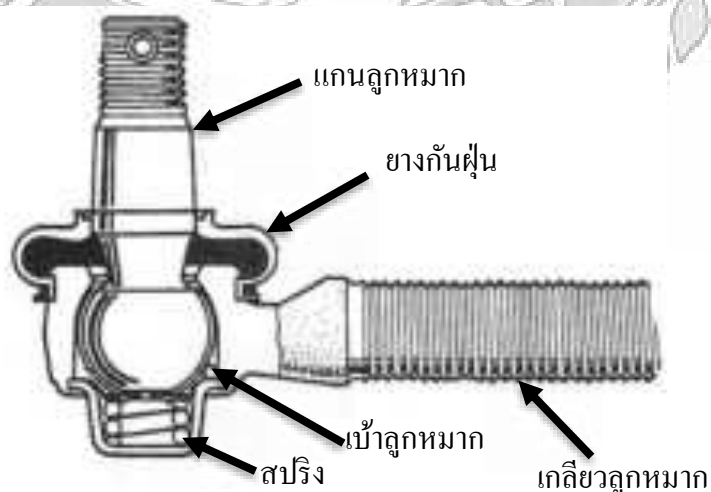
คันท่ง (Tie Rod) เป็นก้านต่อส่งแรงจากคันทักไปยังแขนบังคับเลี้ยวที่ล้อรถทั้ง 2 ข้าง ตรง กลางคันท่งเป็นปลอกคันท่งสำหรับปรับระยะศูนย์ล้อ (โทอิน)



รูปที่ 2.11 คันทักและคันท่ง

ลูกหมากคันท่ง (Ball Joint)

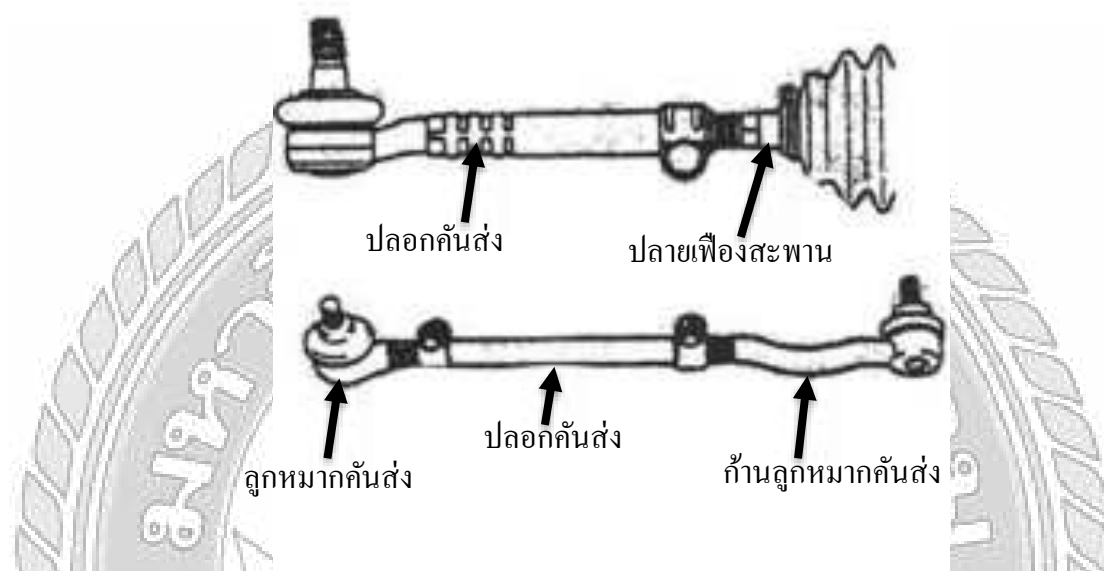
ลูกหมากคันท่งยึดติดอยู่ปลายคันท่งเพื่อต่อกับคันทักและแขนบังคับเลี้ยว เกลียวหมากคันท่งมีแบบเกลียวซ้ายและเกลียวขวาเพื่อให้หันเข้าปลอกคันท่งพอดี ลูกหมากคันท่งที่ใช้ในรถยนต์นั่ง ใช้ชนิดที่ไม่ต้องมีการหล่อลื่นวัสดุที่ทำเบ้าลูกหมากคันท่งเป็นวัสดุทนต่อการสึกหรอ การป้องกันฝุ่นของยางกันฝุ่นจะต้องดีและจาระบีที่ใช้เป็นแบบถาวร มีสปริงยื่นสำหรับชะเชยการสึกหรอของชุดลูกหมาก เบ้าลูกหมากและความฝืดขั้นต้น



รูปที่ 2.12 ลูกหมากคันท่ง

ปลอกคั่นส่ง (Adjusting Tube)

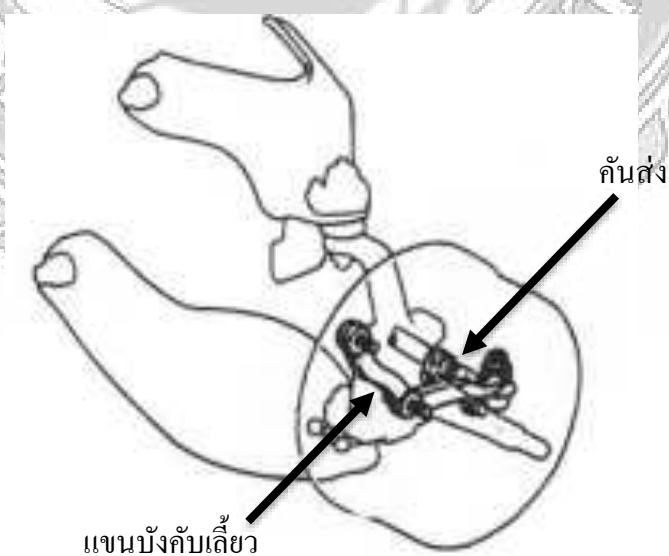
ปลอกคั่นส่งเป็นท่อกลมมีเกลียวภายในหัวท้าย ด้านหนึ่งเป็นเกลียวชาย อีกด้านหนึ่งเป็นเกลียวขวา ตรงปลายปลอกคั่นส่งผ่าตามยาวเพื่อให้หมุนเกลียวปรับง่าย เมื่อปรับแล้วรัดแน่นด้วยปลอกรัดปลอกคั่นส่งของกระปุกพวงมาลัยแบบเฟืองสะพานต่อเข้าปลายเฟืองสะพาน สำหรับปรับระยะตั้งศูนย์ล้อ แต่ปลอกคั่นส่งของกระปุกพวงมาลัยแบบลูกปืนหมุนวน มีลูกหมากคั่นส่งอยู่หัวท้าย



รูปที่ 2.13 ปลอกคั่นส่ง

แขนบังคับเลี้ยว (steering Arms)

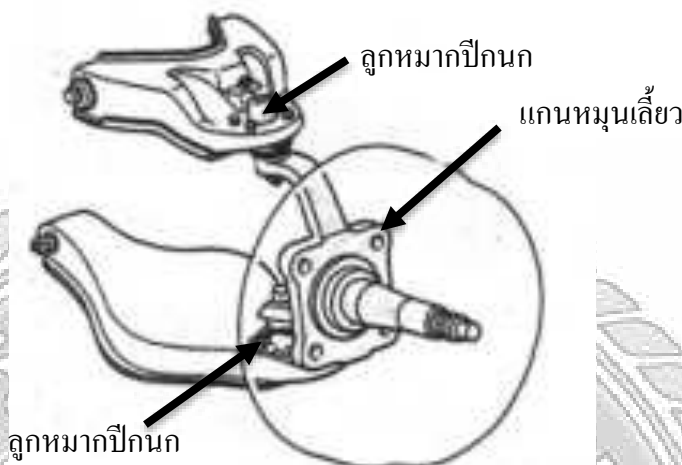
แขนบังคับเลี้ยวส่งถ่ายกำลังการเคลื่อนตัวของจันส่งหรือก้านคิง ไปยังล้อหน้าโดยผ่านแกนหมุนเลี้ยวหรือคิงพิน สำหรับการรองรับแบบคานแข็ง



รูปที่ 2.14 แขนบังคับเลี้ยว

แกนหมุนเลี้ยว (steering Knuckles)

แกนหมุนเลี้ยวเป็นตัวส่งถ่ายกำลังจากแขนบังคับเลี้ยวให้หมุนเพลลาของล้อหน้าไปซ้าย – ขวา ลักษณะของแกนหมุนเลี้ยวมีหลายรูปแบบ แกนหมุนเลี้ยวการรองรับแบบคานแข็งเรียกว่า คิงพิน แกนหมุนเลี้ยวเพลลาจับ 4 ล้อ เรียกว่า หัวกะโหลกหมุน



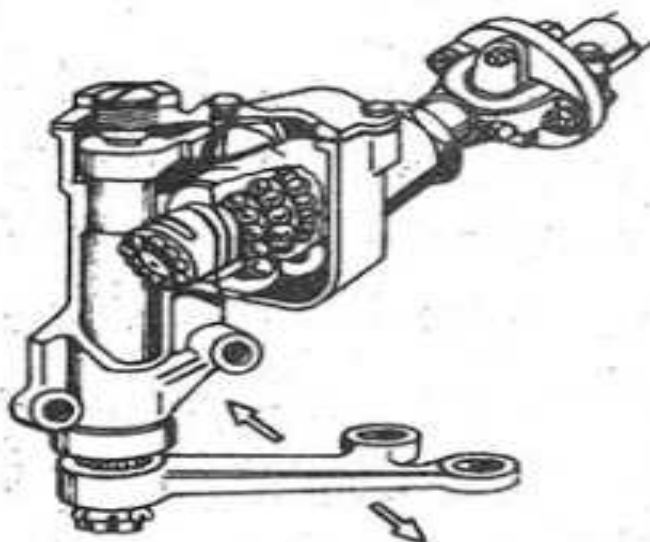
รูปที่ 2.15 แกนหมุนเลี้ยว

กระปุกพวงมาลัย (steering Gear Box)

ไม่เพียงแต่ทำหน้าที่บังคับทิศทางการเลี้ยวที่ล้อหน้าเท่านั้น กระปุกพวงมาลัยยังทำหน้าที่ ทดรอบของเฟือง เพื่อทดแรงการหมุนพวงมาลัย โดยเพิ่มแรงบิดส่งออกไปมากขึ้น อัตราทดที่ลดลง นี้เรียกว่า อัตราทดพวงมาลัย อัตราทดที่มากขึ้นจะช่วยลดแรงในการหมุนพวงมาลัย แต่จำเป็นใน การหมุนพวงมาลัยมากรอบขึ้น เมื่อใช้รถยนต์ในทางโค้งกระปุกพวงมาลัยแบ่งออกได้หลายแบบ แต่แบบที่นิยมกันแพร่หลายในรถนั่งเป็นแบบลูกปืนหมุนวนและแบบเฟืองสะพาน ต่างมีหน้าที่ ดังต่อไปนี้เปลี่ยนทิศทางเคลื่อนที่จากการหมุนพวงมาลัยรอบตัว เป็นการเคลื่อนที่โยกคันชัก หรือบังคับล้อหน้ารุดผ่อนแรงการหมุนพวงมาลัยในกระปุกพวงมาลัยด้วยอัตราทด 15:1 ถึง 25:1 สำหรับรถนั่ง และ 25:1 ถึง 40:1 สำหรับรถบรรทุกทุกกับรถโดยสารลดแรงกระทกลับขณะล้อหน้า กระทบสิ่งกีดขวางจนล้อบิดไปมาในถนนขรุขระไม่ให้ถึงพวงมาลัย ไม่ให้เป็นอันตรายต่อมือที่ถือ พวงมาลัย

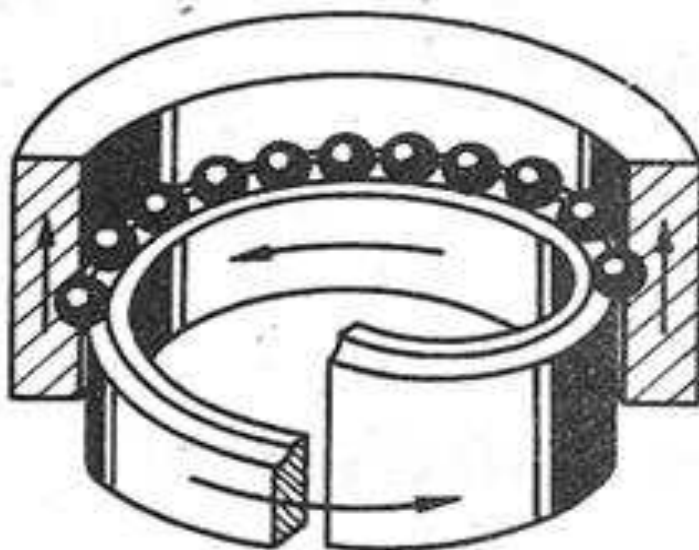
กระปุกพวงมาลัยเปลี่ยนทิศทางหมุน

เปลี่ยนทิศทางหมุนพวงมาลัยที่ออกแรงหมุนรอบตัว เป็นหมุนโยกไปโยงมา หรือแกว่งไป ทางซ้ายและขวา เพื่อส่งแรงไปบังคับล้อรถทั้ง 2 ข้าง เลี้ยวไปพร้อมกัน โดยอาศัยข้อต่อบังคับเลี้ยว ต่าง ๆ เป็นตัวส่งถ่ายกำลังทิศทางหมุนพวงมาลัย และทิศทางหมุนของล้อทั้ง 2 ข้างต้อง เป็นไปในทางเดียวกัน คือ เมื่อหมุนพวงมาลัยวนซ้าย ล้อต้องเลี้ยวซ้ายไปด้วย



รูปที่ 2.16 กระจุกพวงมาลัยเปลี่ยนทิศทางหมุน
กระจุกพวงมาลัยเป็นเครื่องผ่อนแรง

เมื่อหมุนพวงมาลัย 2-3 รอบ เพลาขวง หรือขาไก่พวงมาลัยจะหมุนไปประมาณ 60-70 องศา และทดกำลังเกือบ 20 เท่า เพื่อให้ออกกำลังหมุนพวงมาลัยไม่หนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขณะที่รถจอดอยู่กับที่ อัตราทดเฟืองพวงมาลัยหาได้โดยการเอาจำนวนองศาหมุนของพวงมาลัยหารด้วย องศาการเคลื่อนที่ของแขนบังคับเลี้ยวที่ล้อรถ คือ



รูปที่ 2.17 กระจุกพวงมาลัยเป็นเครื่องผ่อนแรง

ลดการสั่นสะเทือนของพวงมาลัย

เมื่อขับรถผ่านถนนที่ขรุขระ ล้อหน้าบิดตัวไปมา ขณะที่ล้อหน้าบิดตัวไปมาอย่างรวดเร็วจะส่งแรงไปยังคันส่งและคันชัก ผ่านกระปุกพวงมาลัยไปยังมือที่ถือพวงมาลัย ถ้าพวงมาลัยไม่ทรอบไว้ การสั่นสะเทือนจะส่งไปถึงมือผู้ขับขี่รถ การทรอบยิ่งมากจะทำให้กระปุกพวงมาลัยลดการสะเทือนยิ่งดี แต่ถ้าทรอบมากเกินไปจะบังคับรถได้ไม่ดี เพราะจะต้องหมุนพวงมาลัยมากรอบจึงจะทำให้รถเลี้ยวได้เท่าเดิม การเลี้ยวช้าลงเป็นอันตรายในขณะที่เลี้ยวด้วยความเร็วสูง

ส่วนประกอบ

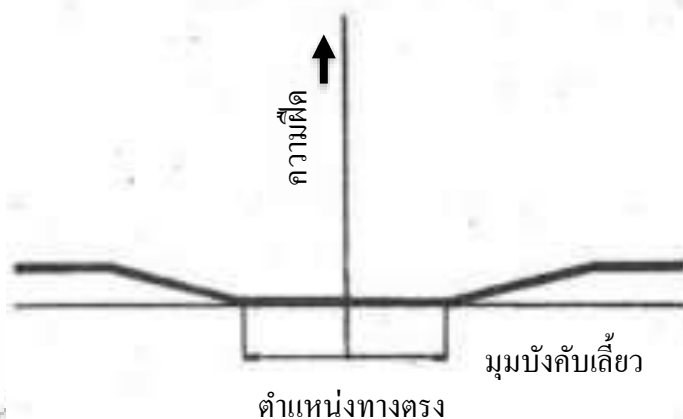
ปลายทั้ง 2 ข้างของเพลาด้านหน้ารองรับไว้ด้วยคัลบูกปืนตัวเฟืองตามสวมอยู่กับเพลาด้านหน้า และเคลื่อนที่อยู่กับเพลาด้านหน้า ภายในเกลียวตัวหน้าหน้ามีเม็ดลูกปืนจำนวนมากหมุน หรือเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องแบบหมุนวนอยู่ภายในร่องเฉียงบนเพลาด้านหน้าเพลางวงประกอบอยู่ในเสื้อกระปุกพวงมาลัยหมุนวนพร้อมลูกปืนเข็ม เฟืองเพลางวงขบอยู่กับฟันของเฟืองตาม เมื่อเพลาด้านหน้าหมุน ตัวเฟืองตามจะเคลื่อนที่ไปตามตัวหน้าหน้าการเคลื่อนที่นี้ ทำให้เพลางวงหมุนพาขาโก่งพวงมาลัยโยกไปมาได้

ค่าความตึง (preload)

พวงมาลัยชนิดลูกปืนหมุนวนมีความต้านทานการเคลื่อนที่น้อย ความฝืดระหว่างเพลาด้านหน้า และเพลางวงมีน้อยมาก เนื่องจากลูกปืนกลม โครงสร้างกระปุกพวงมาลัยแบบลูกปืนหมุนวนให้ค่าความตึงการหมุนเพลางวงกับเฟืองตามประมาณ 5 องศา ไปทางซ้ายและขวาของมุมการหมุนเพลางวงจากจุดทางตรง จุดประสงค์ของการมีค่าความตึง เพื่อให้พวงมาลัยหนักในตำแหน่งทางตรงช่วยการขับขี่ที่มั่นคงและเพิ่มเสถียรภาพการบังคับเลี้ยว โดยจำกัดช่องว่างระหว่างฟันเฟืองเพลางวงและฟันเฟืองตามค่าความต้านทานการหมุนรวมและระยะฟรีของฟันเฟืองกระปุกพวงมาลัยตรวจสอบได้ในตำแหน่งทางตรง การปรับตั้งนอกจุดทางตรง ค่าความต้านทานการหมุนที่ได้จะเป็นผลให้การบังคับเลี้ยวหนัก การสึกหรอของชิ้นส่วนบังคับเลี้ยวจะเกิดขึ้นมาก

อัตราทดเฟืองที่เปลี่ยนค่าได้

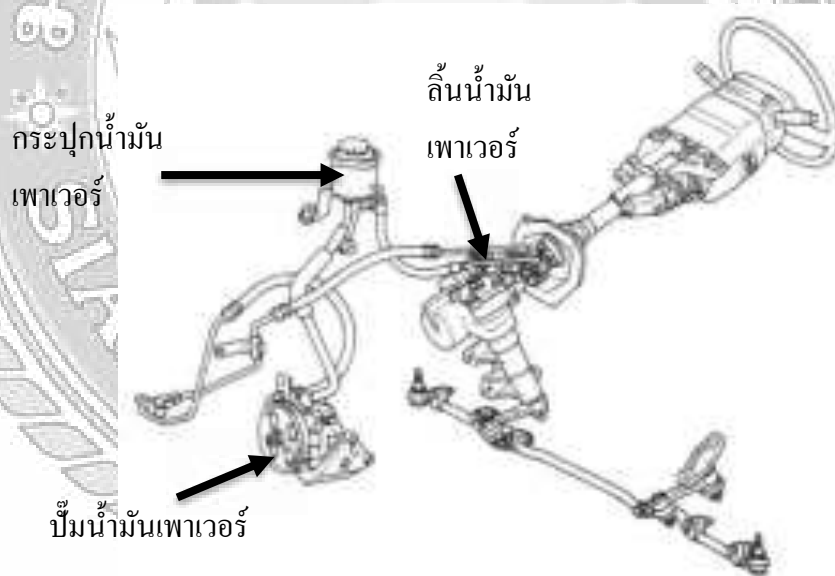
การออกแบบกระปุกพวงมาลัยให้ออกแรงบังคับเลี้ยวเบาขึ้น สำหรับช่วงขับขี่ทางตรงและขับขี่ช้าๆหรือใกล้จอด โดยเพิ่มอัตราทดเฟืองกระปุกแบบธรรมดา แต่สำหรับ เฟืองกระปุกพวงมาลัยเพาเวอร์ คงใช้อัตราทดเฟืองตามคงที่ เฟืองตาม กระปุกพวงมาลัยแบบอัตราทดเฟืองเปลี่ยนแปลงค่า ออกแบบให้ระยะห่างของฟันเฟืองเพลางวงเล็กลงแล้วโตขึ้นที่ตรงกลาง อีกประการหนึ่งระยะห่างของขนาดฟันเฟืองตาม โตขึ้นแล้วเล็กลงตรงกลางดังนั้นขณะหมุนพวงมาลัยไปทางซ้ายเฟืองเพลางวง หรือขวาอัตราทดเฟืองจะมากขึ้น เป็นเหตุให้แรงหมุนพวงมาลัยเพิ่มขึ้นเพื่อให้อัตราทด



รูปที่ 2.18 อัตราทดเฟืองที่เปลี่ยนค่าได้

กระปุกพวงมาลัยเพาเวอร์แบบลูกปืนหมุนวน

กระปุกพวงมาลัยเพาเวอร์แบบลูกปืนหมุนวน มีลิ้นควบคุมและลูกสูบกำลังประกอบอยู่ในเสื้อกระปุกพวงมาลัย การขับเคลื่อนเป็นแบบลูกปืนหมุนวนระบบพวงมาลัยเพาเวอร์แบบลูกปืนหมุนวน มีส่วนประกอบหลักคือ ปั้มน้ำมันเพาเวอร์ทำหน้าที่สร้างความดันน้ำมัน ชุดตัวหนอน ซึ่งประกอบด้วยลิ้นควบคุม ลูกสูบกำลัง เฟืองเพลลาขวางบังคับเลี้ยว ท่อส่งถ่ายน้ำมันและท่ออ่อน

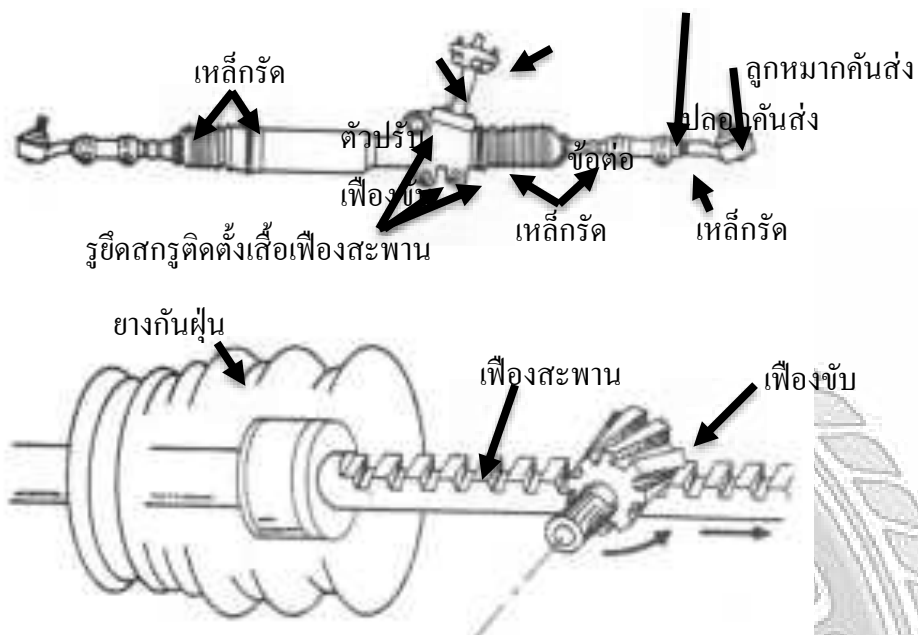


รูปที่ 2.19 กระปุกพวงมาลัยเพาเวอร์แบบลูกปืนหมุนวน

กระปุกพวงมาลัยแบบเฟืองสะพาน (Rack and pinlon Type)

เหมาะสำหรับรถนั่งขนาดเล็กและขนาดกลาง มีขนาดเล็ก กลไกต่อน้อย จึงมีความไวต่อการใช้งานชุดเฟืองสะพานอยู่ตรงกลางเป็นตัวกลางของการหมุนเลี้ยวด้วยคันส่ง 3 ท่อน เฟืองขับเคลื่อนกับแกนพวงมาลัยขบกับเฟืองสะพานโดยตรง เมื่อหมุนพวงมาลัย เฟืองขับจะหมุนขับเฟืองสะพานไปทางด้านซ้ายหรือด้านขวา การป้องกันระยะคลอนพื้นเฟืองระหว่างเฟืองขับและเฟืองสะพานไม่ให้เกิดขึ้น โดยใช้เฟืองขับเรียวเล็กน้อย สกรูปรับพวงมาลัยอยู่ตรงหัวเฟืองขับแนวศูนย์

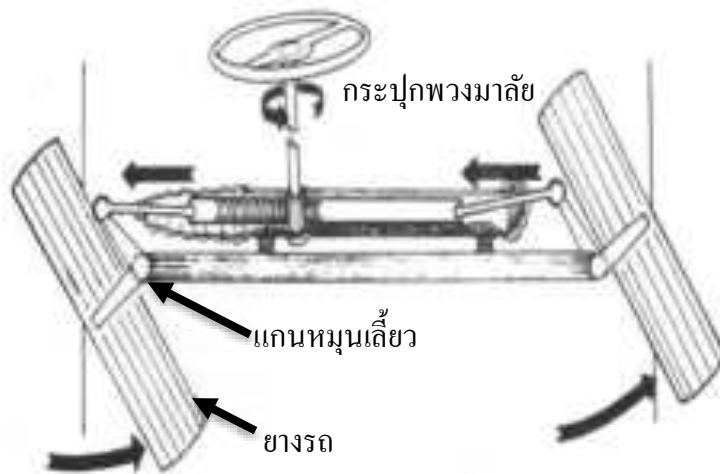
แกนพวงมาลัย หรือเป็นสปริงยื่นหัวเฟืองขับเข้าหาเฟืองสะพานที่เป็นรูปลิ้มเรียวเช่นกัน ระยะคลอนพื่นเฟืองจึงไม่เกิดขึ้นหากเฟืองเกิดการสึกหรือจะปรับแต่งใช้งานต่อไปไม่ได้ ต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งชุด



รูปที่ 2.20 กระจุกพวงมาลัยแบบเฟืองสะพาน

กระจุกพวงมาลัยแบบเฟืองสะพานธรรมดา

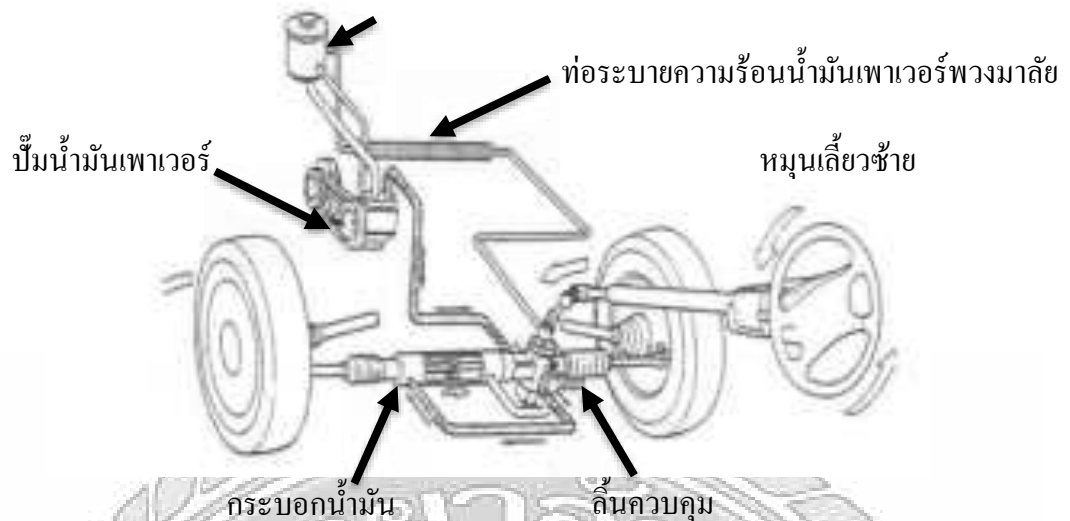
กระจุกพวงมาลัยแบบนี้ เฟืองขับพวงมาลัยอยู่ตรงปลายล่างสุดของแกนพวงมาลัยออกแบบให้ขบอยู่กับเฟืองสะพาน เมื่อหมุนพวงมาลัย เฟืองขับจะหมุนตามแกนพวงมาลัย เพื่อบังคับให้เฟืองสะพานเคลื่อนที่ไปทางซ้ายหรือขวา การเคลื่อนที่ของเฟืองสะพาน ส่งแรงไปยังแกนคันส่ง ซึ่งต่อกับลูกหมากปลายเฟืองสะพานและลูกหมากคันส่ง



รูปที่ 2.21 กระจุกพวงมาลัยแบบเฟืองสะพานธรรมดา

วอร์นํ้ามันกระจุกพวงมาลัยเพาเวอร์ (Power steering)

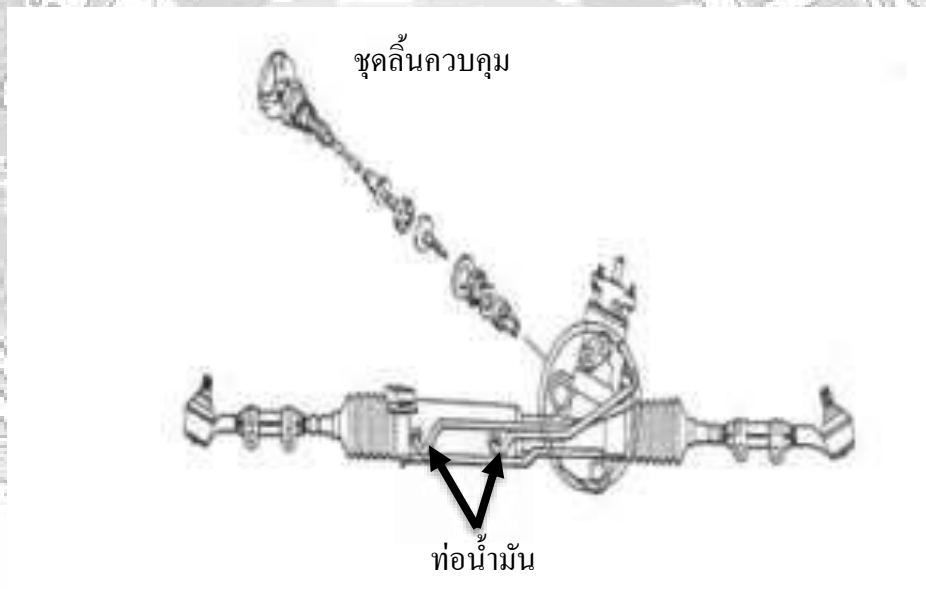
กระจุกนํ้ามันเพาเวอร์



รูปที่ 2.22 วงจรน้ำมันกระปุกพวงมาลัยเพาเวอร์

วงจรน้ำมันความดันสูง

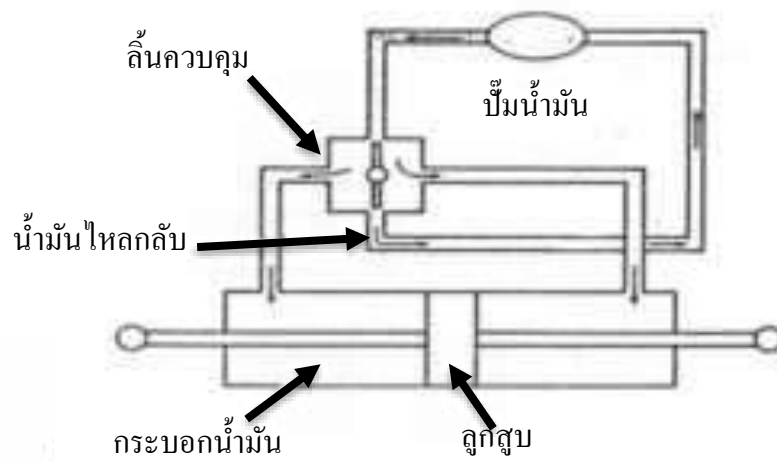
น้ำมันกระปุกพวงมาลัยเพาเวอร์เป็นน้ำมันชนิดเดียวกับน้ำมันเกียร์อัตโนมัติ ส่งความดันบังคับเลี้ยวด้วยปั้มน้ำมันเพาเวอร์ไปยังกระบอกล้นน้ำมันด้วยความดันสูง



รูปที่ 2.23 วงจรน้ำมันความดันสูง

ตำแหน่งยังไม่หมุนเลี้ยว

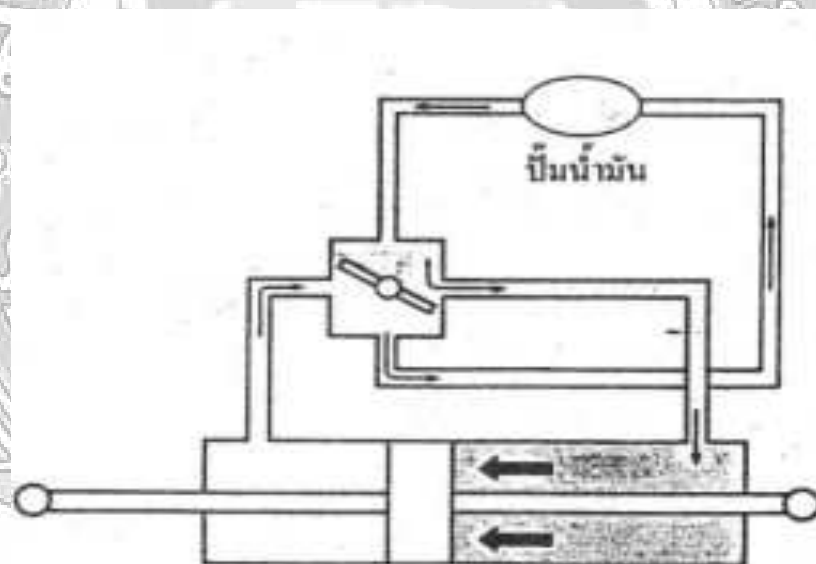
ล้นควบคุมเปิดให้น้ำมันไหลผ่านทุกทิศทางปั้มน้ำมันดูดอัดน้ำมันให้ไหลผ่านวงจรอย่างไม่มี ความดันสูงถูกสูบไม่เคลื่อนที่



รูปที่ 2.24 ตำแหน่งยังไม่หมุนเลย

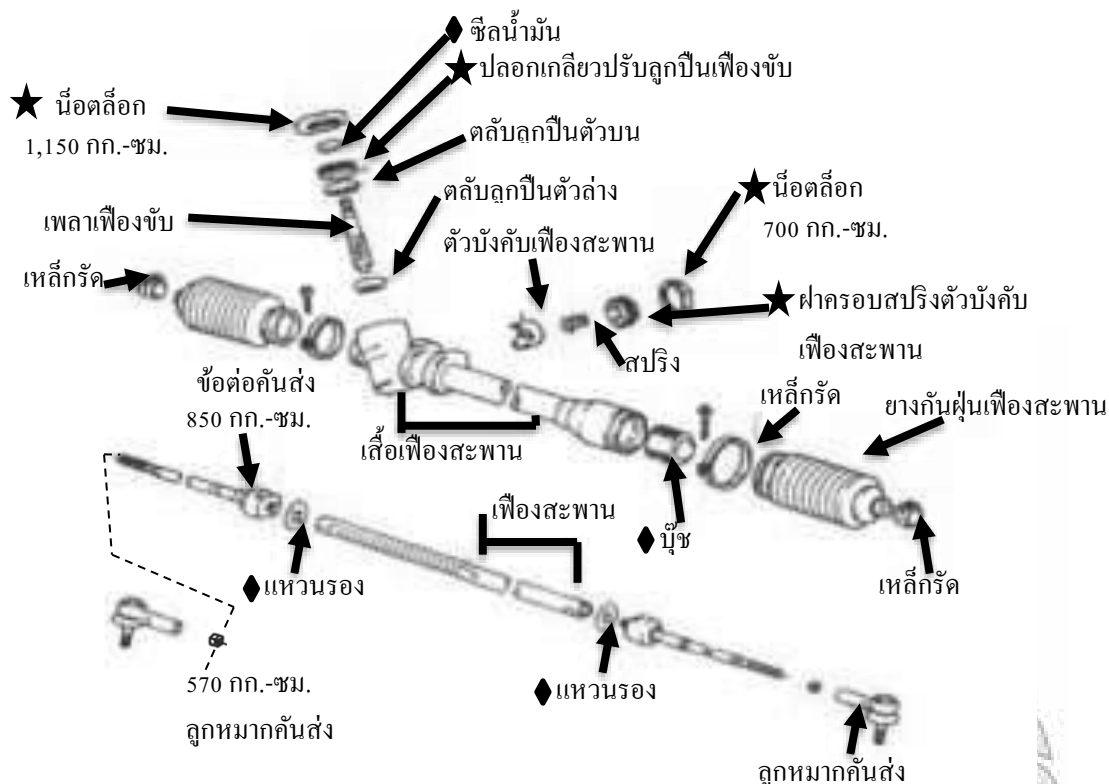
ตำแหน่งหมุนเดียว

ลิ้นควบคุมบังคับให้น้ำมันไหลเข้ากระบอคน้ำมันทางขวาแต่เปิดให้น้ำมันไหลออกจากรบอคน้ำมันทางซ้ายกลับเข้าปั้มน้ำมันน้ำมันความดันสูง คั้นลูกสูบเคลื่อนที่ไปทางซ้าย เป็นการบังคับรถเดียวขวา



รูปที่ 2.25 ตำแหน่งหมุนเดียว

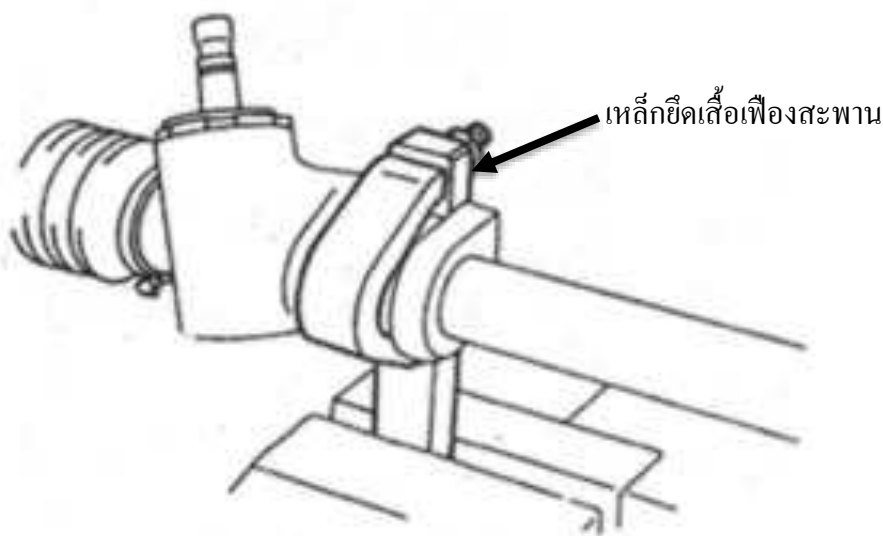
งานตรวจสอบอะไหล่ประกอบกล่องแม่เหล็กแบบเฟืองบรรทัดธรรมดา



รูปที่ 2.26 ชิ้นส่วนอะไหล่ประกอบกล่องแม่เหล็กแบบเฟืองบรรทัดธรรมดา

ขั้นตอนการถอดประกอบชิ้นส่วน

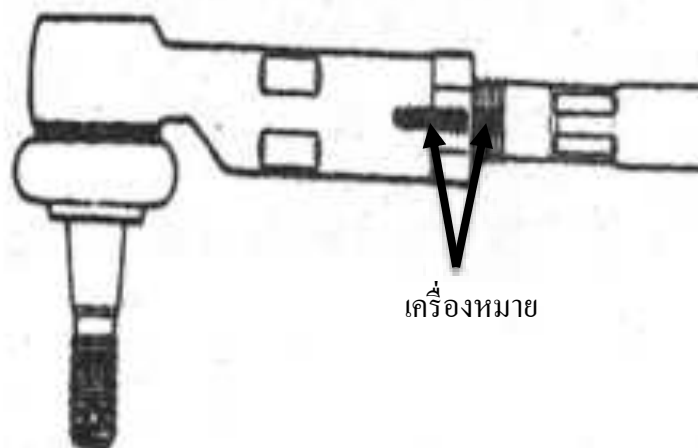
ยึดสายเฟืองสะพานเข้ากับปากกายึดหลักยึดสายเฟืองสะพานเข้ากับปากกาให้แน่นยึดสายเฟืองสะพานเข้ากับหลักยึดสายเฟืองสะพานให้แน่น



รูปที่ 2.27 ยึดสายเฟืองสะพานเข้ากับปากกา

ถอดลูกหมากปลายคันส่ง

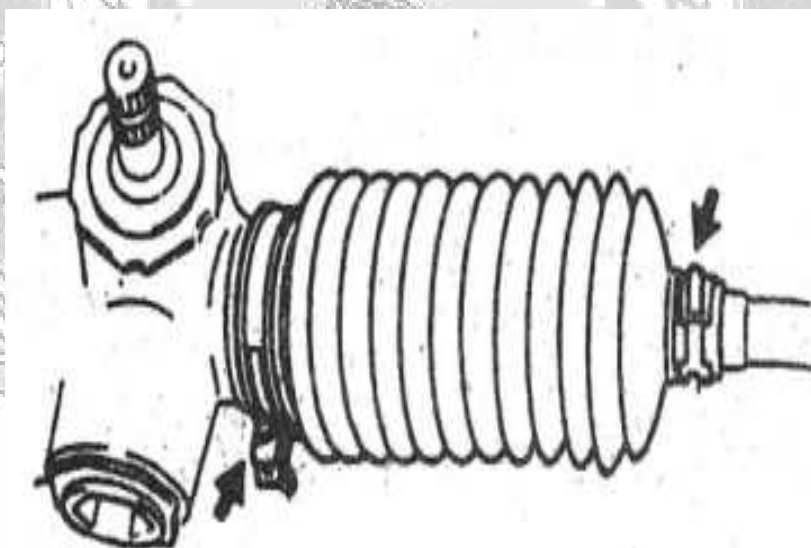
คลายน็อตล็อกและทำเครื่องหมายบนปลายคันส่ง และบนปลายลูกหมากคันส่งถอดลูกหมากคันส่งและน็อตล็อกออก



รูปที่ 2.28 ถอดลูกหมากปลายคันส่ง

ถอดยางกันฝุ่นเฟืองสะพาน

ถอดเหล็กยึดออกถอดยางกันฝุ่นเฟืองสะพานออกทำเครื่องหมายตัวซ้ายและขวาที่ยางกันฝุ่น



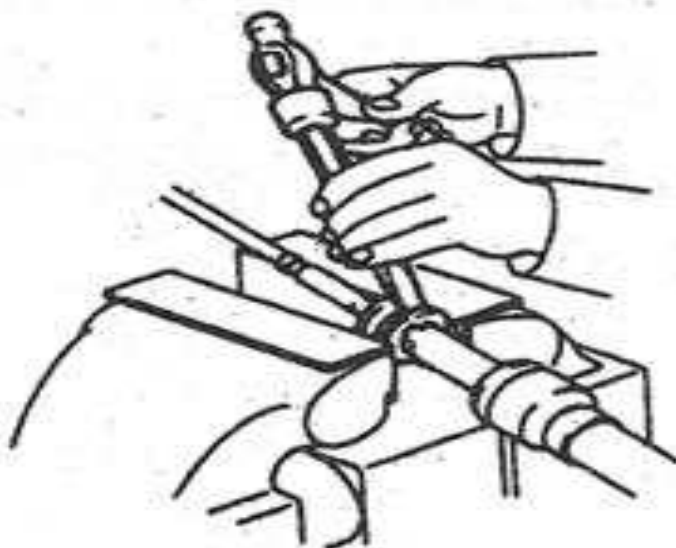
รูปที่ 2.29 ถอดยางกันฝุ่นเฟืองสะพาน

ถอดคันส่งออกจากปลายเฟืองสะพานและแหวนล็อก

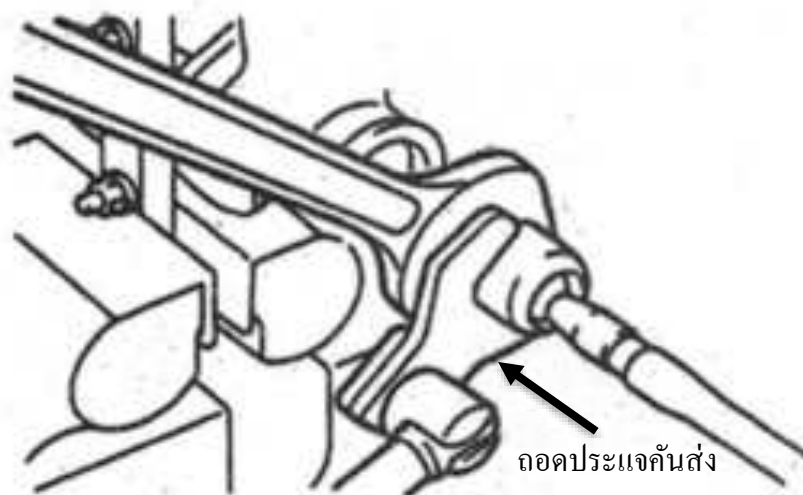
ตอกรอยพับแหวนล็อกออก

ข้อควรระวัง

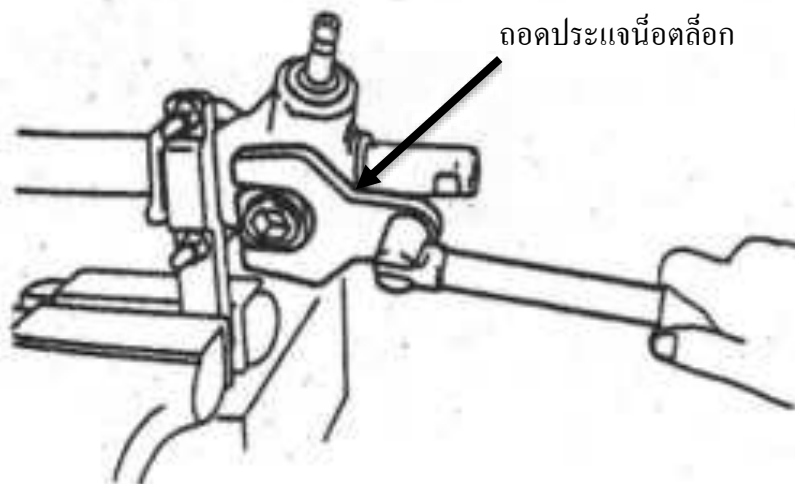
หลีกเลี่ยงการกระแทกใด ๆ ที่เฟืองสะพาน



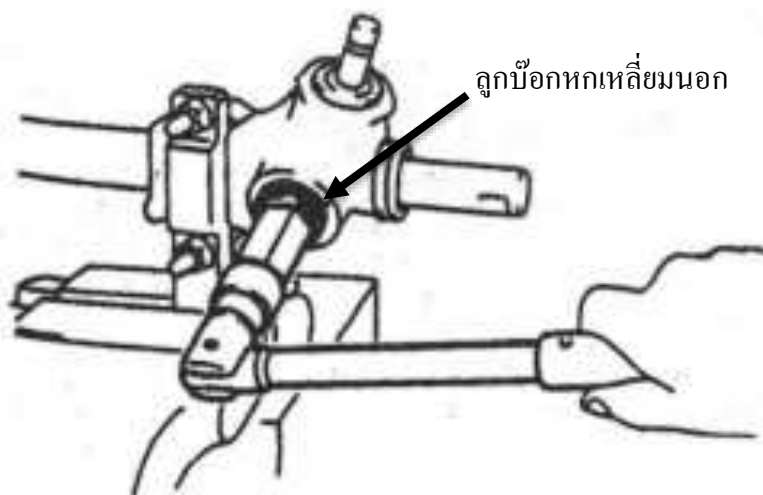
รูปที่ 2.30 ถอดคันส่งออกจากปลายเฟืองสะพานและแหวนล็อก
ใช้ประแจถอดคันส่ง ถอดคันส่งที่ปลายเฟืองสะพานออกทำเครื่องหมายซ้ายและขวาที่ปลายเฟือง
สะพานถอดแหวนล็อกออก



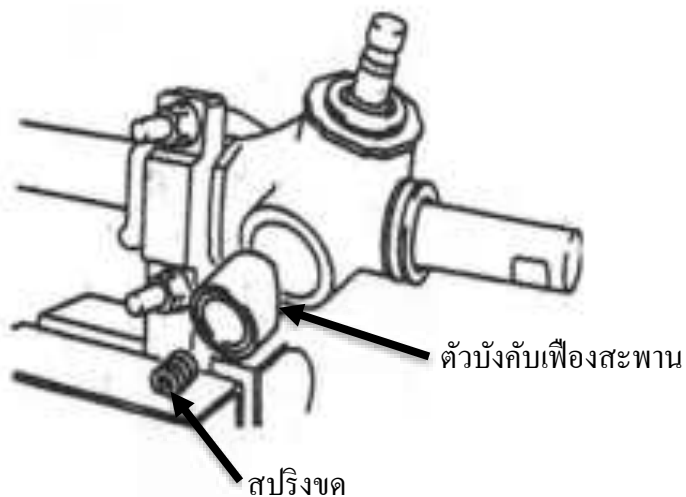
รูปที่ 2.31 ใช้ประแจถอดคันส่ง
ถอดน็อตล็อกฝาครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพาน
คลายน็อตล็อกฝาครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพานด้วยประแจพิเศษถอดน็อตล็อกฝา
ครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพานออก



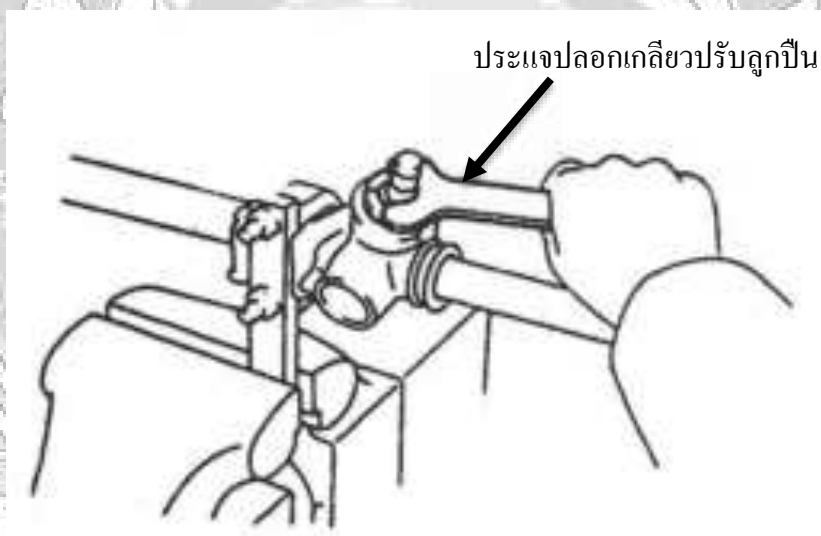
รูปที่ 2.32 ถอดน็อตล็อกฝาครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพาน
ถอดฝาครอบสปริงตัวเฟืองสะพาน
ถอดฝาครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพานออกด้วยลูกบ็อกหกเหลี่ยมนอก



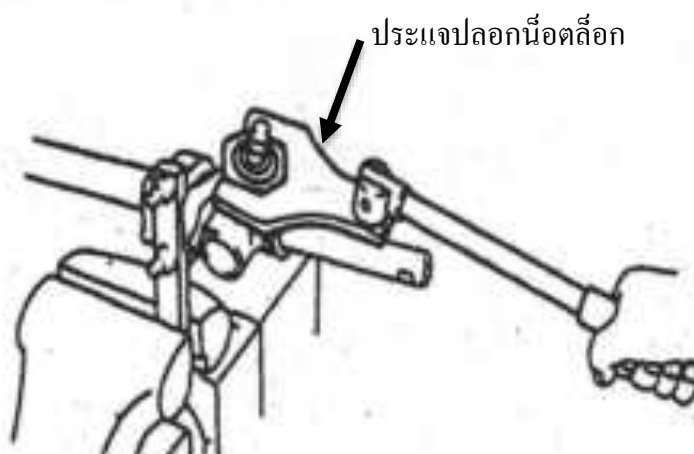
รูปที่ 2.33 ถอดฝาครอบสปริงตัวเฟืองสะพาน
ถอดน็อตล็อกปลอกเกลียวปรับ
ใช้ประแจน็อตคลายน็อตล็อกปลอกเกลียวปรับลูกปืนเฟืองขับออกถอดน็อตล็อกออก



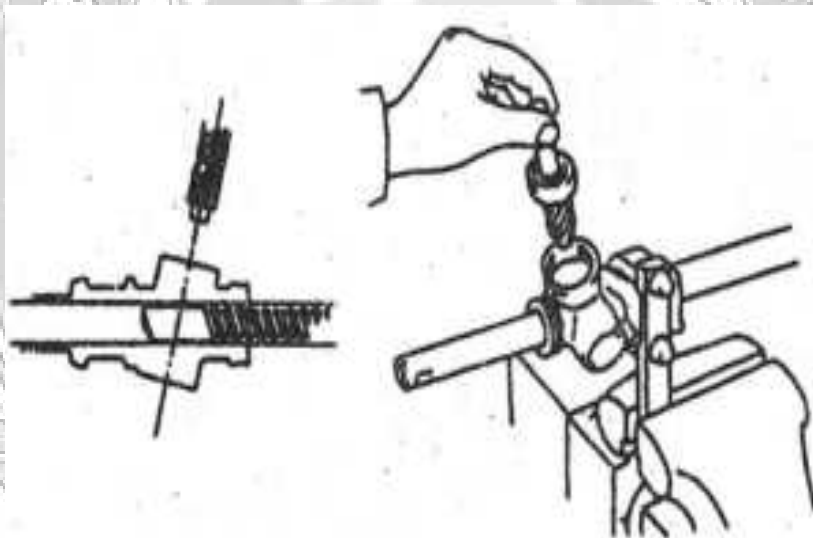
รูปที่ 2.34 ถอดน็อตล็อกปลอกเกลิยวปรับ
 ถอดสปริงและตัวบังคับเฟืองสะพาน
 ถอดสปริงชุด
 ถอดตัวบังคับเฟืองสะพาน



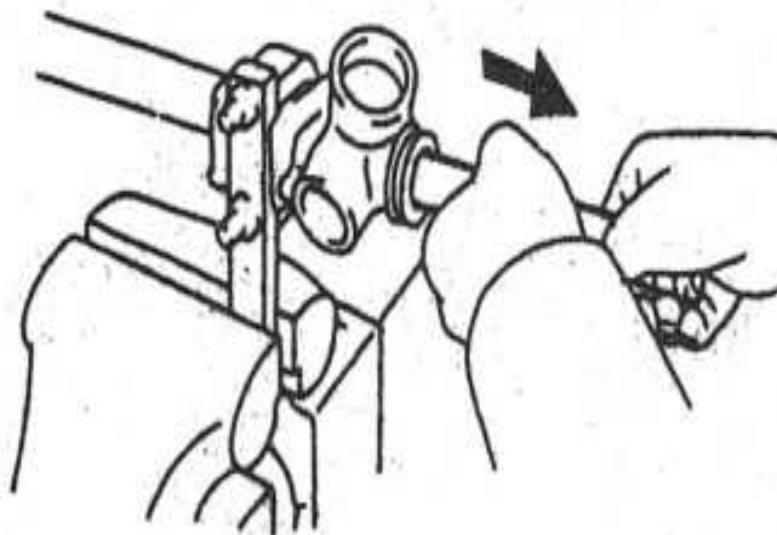
รูปที่ 2.35 ถอดสปริงและตัวบังคับเฟืองสะพาน
 ถอดปลอกเกลิยวปรับลูกปืนเฟืองขับ
 ใช้ประแจปลอกเกลิยวปรับลูกปืนถอดปลอกเกลิยวปรับลูกปืนเฟืองขับออก



รูปที่ 2.36 ถอดปลอกเกลียวปรับลูกปืนเฟืองขับ
 ถอดเฟืองขับพร้อมทั้งตลับลูกปืนตัวบน
 ดึงเฟืองสะพานจากด้านเสื้อเพลาลูกสูบ และจัดรอยบากของเฟืองสะพานให้ตรงกับ
 เฟืองขับถอดเฟืองขับออกมาพร้อมกับตลับลูกปืนตัวบน



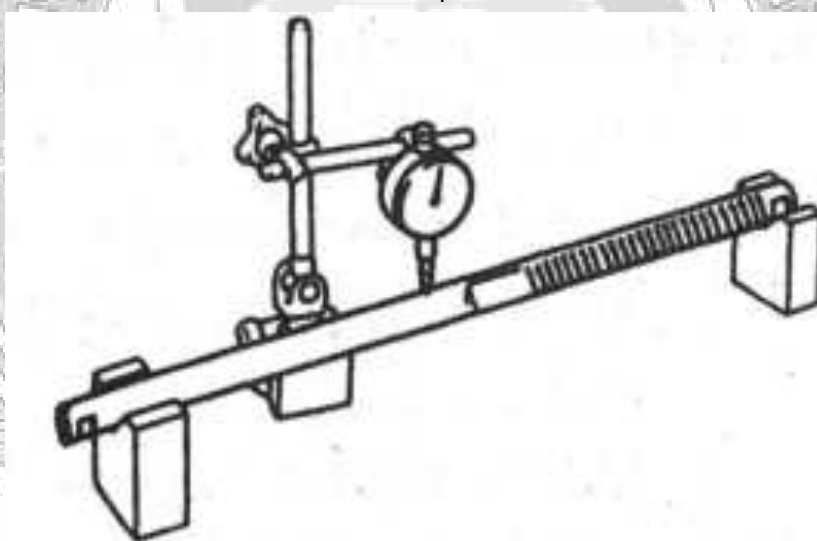
รูปที่ 2.37 ถอดเฟืองขับพร้อมทั้งตลับลูกปืนตัวบน
 ถอดเฟืองสะพาน
 ถอดเฟืองสะพานออกจากด้านเสื้อเพลาลูกสูบ โดยไม่ต้องหมุน
 ข้อควรจำ
 ถ้ายึดเฟืองสะพานออกทางด้านท่อกเฟืองสะพาน อาจทำให้บู๊ชชำรุดเสียหายได้จากฟันเฟือง
 สะพาน



รูปที่ 2.38 ถอดเฟืองสะพาน

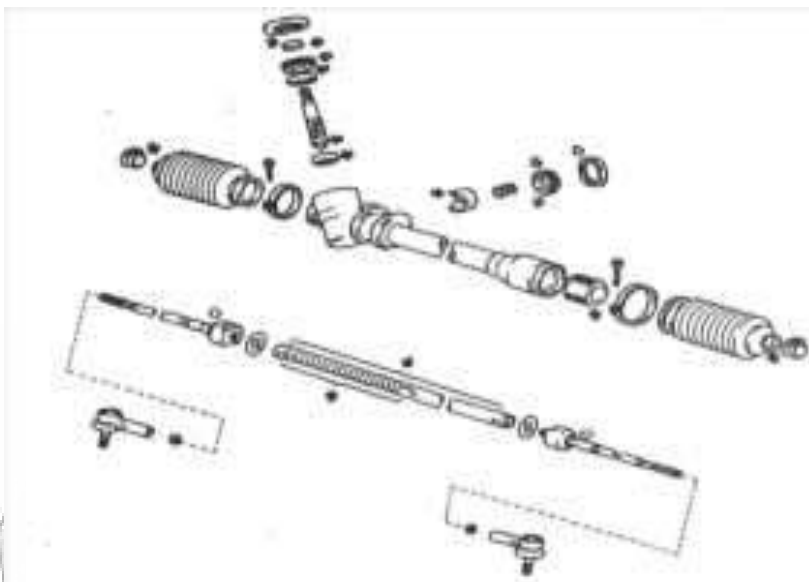
การตรวจเฟืองสะพาน

ตรวจความคดงอ การสึกหรอ หรือ การชำรุดเสียหายของผิวด้านหลัง



รูปที่ 2.39 การตรวจสอบเฟืองสะพาน

การประกอบชุดชิ้นส่วนกระปุกพวงมาลัย



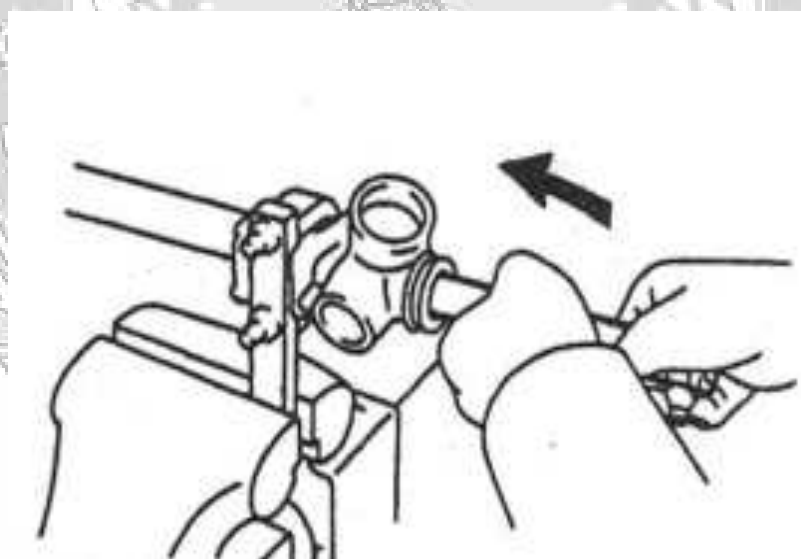
รูปที่ 2.40 การประกอบชุดชิ้นส่วนกระปุกพวงมาลัย

ขั้นตอนการประกอบชุดชิ้นส่วนกระปุกพวงมาลัย

ประกอบเฟืองสะพานเข้ากับเสื่อเฟืองสะพาน

หันฟันเฟืองสะพานไปทางด้านเฟืองจับ สอดเฟืองสะพานเข้าไปในเสื่อเฟืองสะพาน

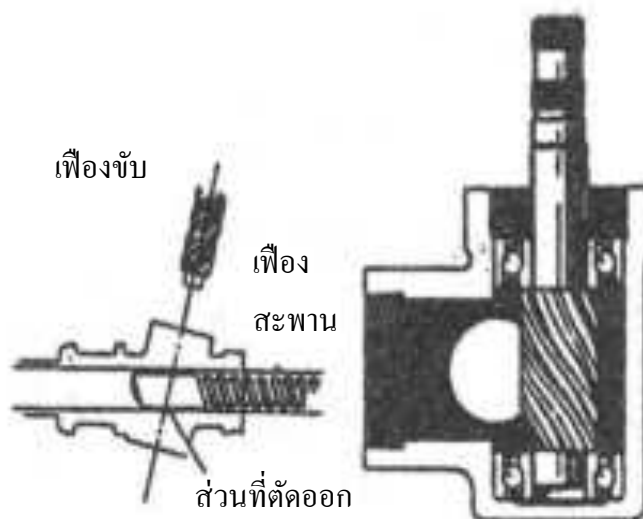
จัดร่องฟันของเฟืองสะพานให้เฟืองจับสามารถประกอบเข้ากันได้



รูปที่ 2.41 ประกอบเฟืองสะพานเข้ากับเสื่อเฟืองสะพาน

ประกอบเฟืองขับเข้ากับเสื้อเฟืองขับ

เฟืองขับต้องสวมเข้ากับตลับลูกปืนตัวล่างพอดี



รูปที่ 2.42 ประกอบเฟืองขับเข้ากับเสื้อเฟืองขับ

ประกอบปลอกเกลียวปรับลูกปืนเฟืองขับ

ทาน้ำยากันรั่วที่ปลอกเกลียวปรับ 2-3 เกลียว

ใช้ประแจปลอกเกลียวปรับขันปลอกเกลียว ปรับลูกปืนเฟืองขับเข้าที่

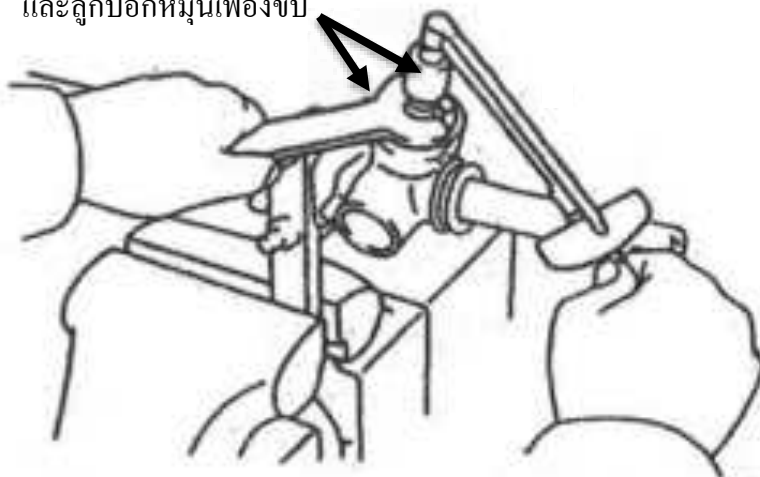


รูปที่ 2.43 ประกอบปลอกเกลียวปรับลูกปืนเฟืองขับ

ปรับความตึงเฟืองขับ

จัดส่วนบางของเฟืองสะพานให้ตรงกับเฟืองขับ ใช้ประแจปลอกเกลียวปรับและลูกบ็อกหมุนเฟืองขับดันปลอกเกลียวปรับลูกปืนเฟืองขับเข้า จนกระทั่งค่าความตึงเริ่มหมุน (preload) ของเฟืองเป็น 3.7 กก.-ซม. ใช้ประแจปลอกเกลียวปรับและลูกบ็อกหมุนเฟืองขับออกจนกระทั่งค่าความตึง (ขณะหมุน) 2.3-3.3 กก.-ซม.

ประแจปลอกเกลียวปรับ
และลูกบ็อกหมุนเฟืองขับ

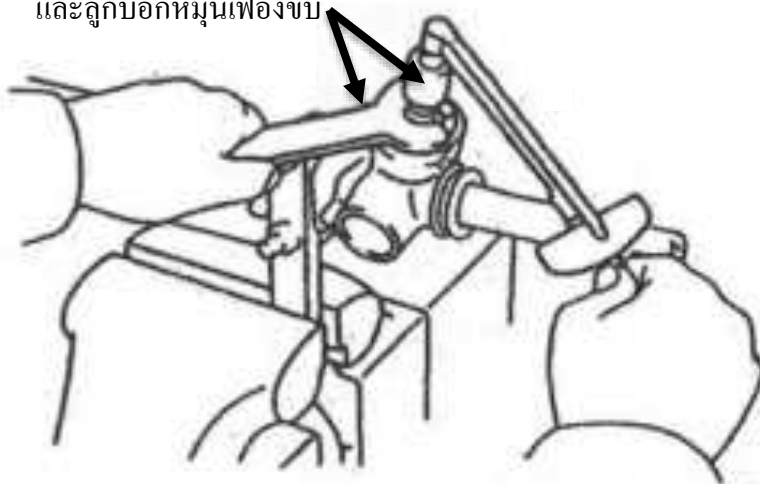


รูปที่ 2.44 ปรับความตึงเฟืองขับ

ประกอบน็อตล็อกปลอกเกลียวปรับลูกปืนเฟืองขับ

ทาน้ำยากันรั่วที่น็อตล็อก 2-3 เกลียวชั้นน็อตล็อกเข้า ค่าแรงขัน : 83 กก.-ชม. ตรวจสอบค่าความตึงอีกครั้ง ถ้าไม่ถูกต้องปรับใหม่ ค่าความตึง (ขณะหมุน) 15-2.5 กก.-ชม.

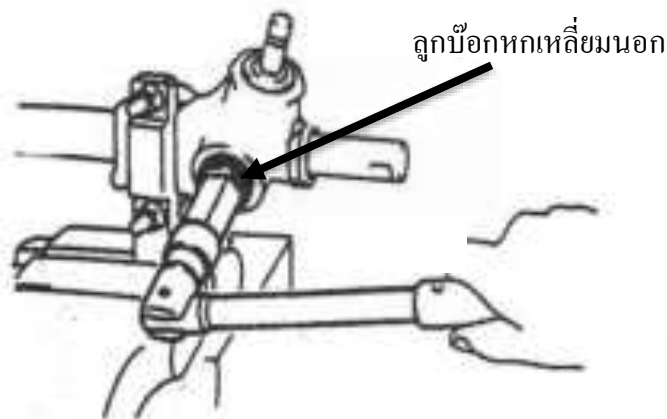
ประแจปลอกเกลียวปรับ
และลูกบ็อกหมุนเฟืองขับ



รูปที่ 2.45 ประกอบน็อตล็อกปลอกเกลียวปรับลูกปืนเฟืองขับ

ประกอบฝาครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพาน

ทาน้ำยากันรั่วที่ฝาครอบ 2 หรือ 3 เกลียวใช้ลูกบ็อกหกเหลี่ยมนอก ชั้นฝาครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพานเข้าชั่วคราว



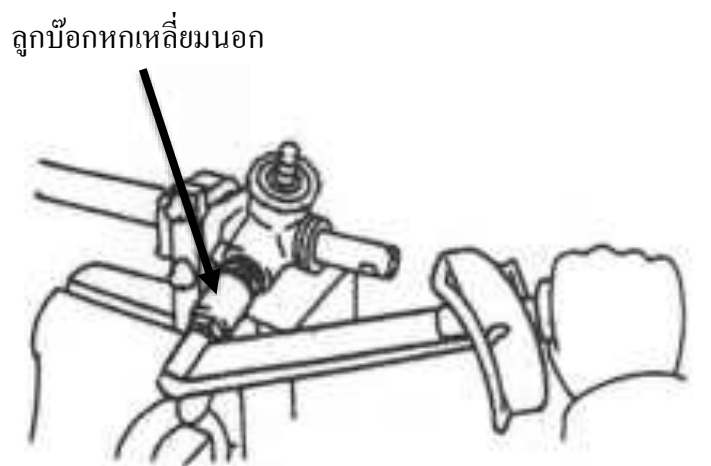
รูปที่ 2.46 ประกอบฝาครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพาน

ปรับความตึงรวม

ใช้ลูกบ็อกหกเหลี่ยมนอก ชั้นฝาครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพานค่าแรงขัน : 250 กก.-ซม. หมุนเฟืองขับไปมาซ้ายขวา 1-2 ครั้งนับจำนวนรอบทั้งหมดที่เฟืองขับสามารถหมุนได้ แล้วหมุนเฟืองขับย้อนกลับครึ่งหนึ่งของจำนวนนั้นใช้ลูกบ็อกหกเหลี่ยมนอกคลายฝาครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพานออกทีละน้อย เพื่อวัดและปรับค่าความตึงในขณะนั้นค่าความตึง (ขณะหมุน) : 5-13 กก.-ซม.

หมายเหตุ

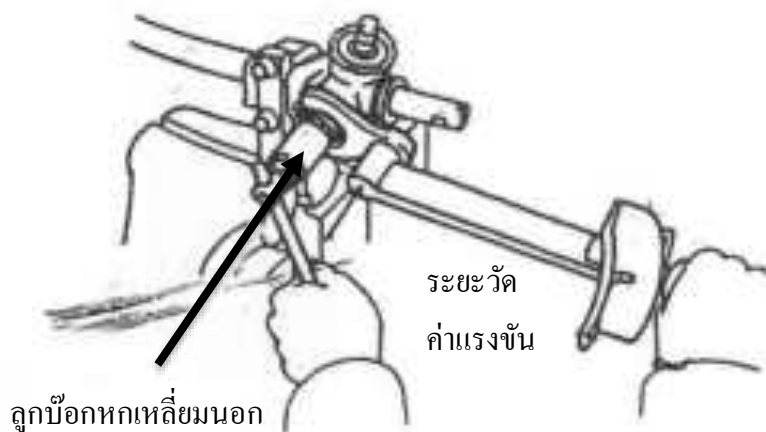
เมื่อทำการวัดค่าความตึง ให้วัดค่าภายในช่วงการหมุนหนึ่งรอบ จากจุดกลางไปทางด้านซ้ายหรือขวาก็ได้



รูปที่ 2.47 ปรับความตึงรวม

ประกอบน็อตล็อกฝาครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพาน

ทาน้ำยากันรั้วที่เกลียวน็อตล็อก 2 หรือ 3 เกลียวใช้เครื่องมือพิเศษขันน็อตล็อก ค่าแรงขัน : 700กก.-ซม. (51 ฟุต-ปอนด์)ตรวจค่าความตึงรวมอีกครั้ง ค่าความตึง (ขณะหมุน) : 5-13 กก.-ซม.

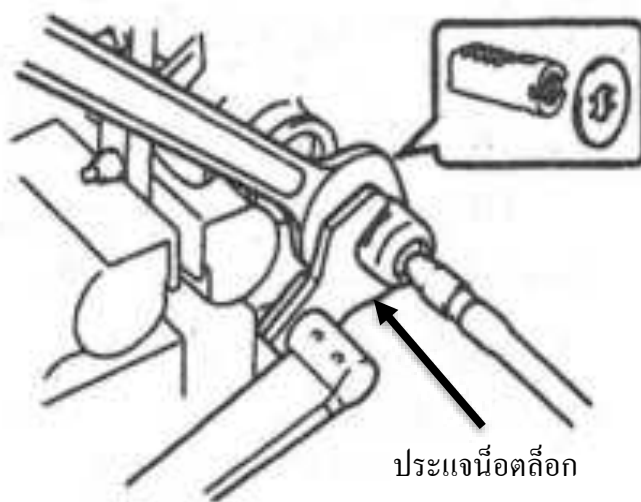


รูปที่ 2.48 ประกอบน็อตล็อกฝาครอบสปริงตัวบังคับเฟืองสะพาน
ประกอบคันส่งปลายเฟืองสะพานและแหวนล็อก

ประกอบแหวนล็อก

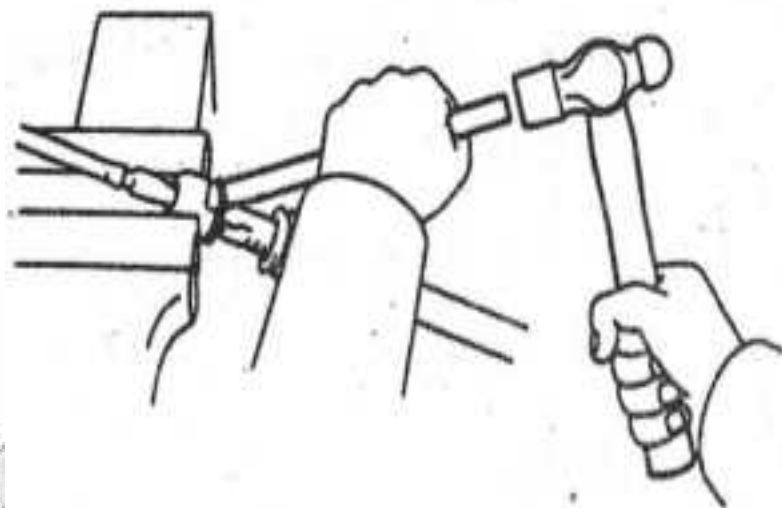
หมายเหตุ

จัดเดือยของแหวนล็อกให้ตรงกับร่องเฟืองสะพานใช้เครื่องมือพิเศษประกอบและขันปลาย
เฟืองสะพาน ค่าแรงขัน : 850 กก.-ซม. (61 ฟุต-ปอนด์)



รูปที่ 2.49 ประกอบคันส่งปลายเฟืองสะพานและแหวนล็อก

ตอกพับแหวนล็อก



รูปที่ 2.50 ตอกพับแหวนล็อก

ประกอบยางกันฝุ่นเฟืองสะพาน

ประกอบยางกันฝุ่นเฟืองสะพาน

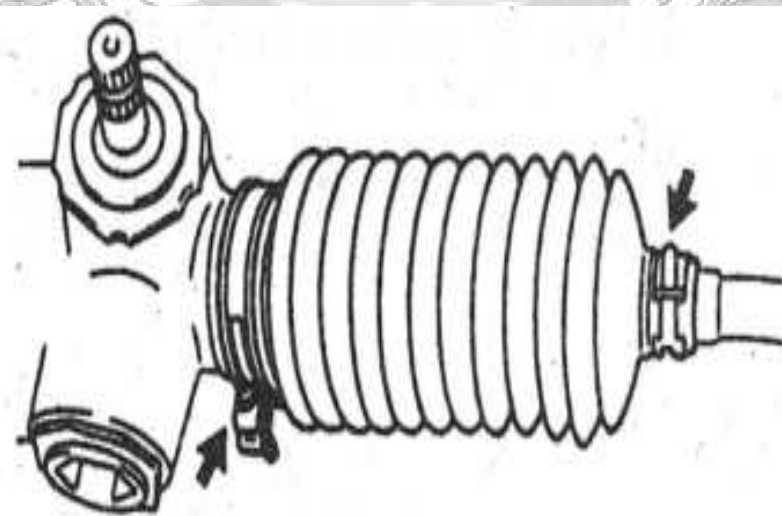
ข้อควรจำ

- ระวังให้ยางกันฝุ่นคงตัวเป็นเส้นตรง อย่าให้ยางกันฝุ่นบิดหรือชำรุดเสียหาย

ประกอบเหล็กยึดยางกันฝุ่น

ข้อสังเกต

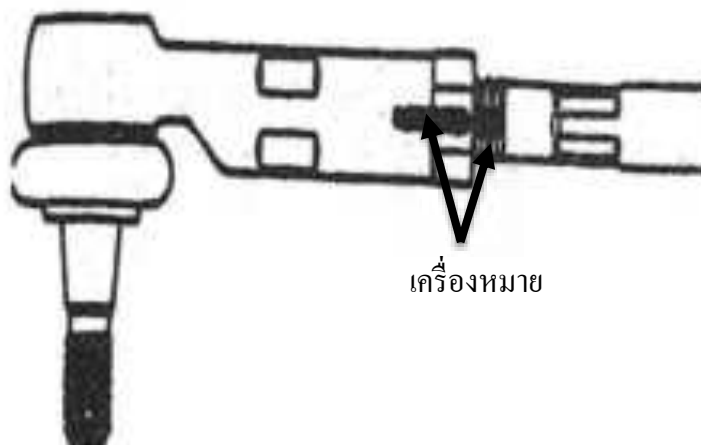
ให้ด้านของจับเหล็กยึดหันออกด้านนอก เพื่อหลีกเลี่ยงการทำให้ยางกันฝุ่นชำรุดเสียหาย



รูปที่ 2.51 ประกอบยางกันฝุ่นเฟืองสะพาน

ประกอบลูกหมากคันส่ง

ขันน็อตล็อกและลูกหมากเข้ากับคันส่งจนกระทั่งเครื่องหมายที่ทำไว้ตรงกันหลังจากปรับโทอินแล้ว ขันน็อตล็อกให้แน่น ค่าแรงขัน 570 กก.-ซม. (41 ฟุต-ปอนด์)



รูปที่ 2.52 ประกอบลูกหมากคันส่ง

2.2 แร็คพวงมาลัยไฟฟ้า

ระบบพวงมาลัยไฟฟ้าช่วยลดแรงที่ใช้ในการหมุนพวงมาลัย และรถยนต์เกือบทั้งหมดในปัจจุบันใช้ระบบนี้ ระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้า หรือ EPS ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อช่วยในการบังคับรถเลี้ยว เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อเทียบกับระบบไฮดรอลิกแบบเดิม อุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) หลักจะรับสัญญาณจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ อาทิเช่น เซ็นเซอร์ตรวจจับความเร็วและแรงบิด เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ให้มีผลการทำงานที่มีประสิทธิภาพ และให้แน่ใจว่ามีการจัดการที่ดีที่สุดและมั่นคงภายใต้ทุกสภาพการขับขี่การทำงานของพวงมาลัยรถยนต์เป็นฟังก์ชันที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของรถโดยตรง ระบบพวงมาลัยไฟฟ้า หรือ EPS จึงต้องมีความน่าเชื่อถือและแม่นยำต่อเนื่อง เพราะมีบทบาทสำคัญในการรองรับระบบการขับขี่ และจำเป็นต้องมีระบบปฏิบัติการสำหรับการล้มเหลว เพื่อสามารถแก้ไขการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในกรณีที่เกิดความผิดปกติขึ้นส่วนประกอบระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้าแบบรวมระบบควบคุมและมอเตอร์เข้าด้วยกันด้วยการปรับใช้แนวคิดการออกแบบโดยให้ตัวควบคุมและมอเตอร์ขับเคลื่อน สามารถทำงานร่วมกันและช่วยในการบังคับเลี้ยวต่อไปได้ถ้าเกิดความผิดปกติในส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบ โครงสร้างที่ทำงานร่วมกันของระบบควบคุมและมอเตอร์ขับเคลื่อนทำให้ระบบควบคุมนี้มีขนาดเล็กลง 30% และมีน้ำหนักเบากว่า 20% โดยมีประสิทธิภาพ ความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2.53 ระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้าแบบรวมระบบควบคุมและมอเตอร์ ชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์สำหรับพวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้า

อุปกรณ์บังคับเลี้ยวพร้อม EUR ระบบการจัดการ EUR ประกอบด้วย เซ็นเซอร์อินพุต หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ตัวกระตุ้น เซ็นเซอร์อินพุต: เซ็นเซอร์มุมพวงมาลัย เซ็นเซอร์แรงบิด พวงมาลัย นอกเหนือจากองค์ประกอบเหล่านี้แล้วระบบควบคุม EUR ใช้ข้อมูลที่มาจกชุดควบคุม ABS (เซ็นเซอร์ความเร็วล้อ) และจากชุดควบคุมเครื่องยนต์ (เซ็นเซอร์ความเร็วเครื่องยนต์) คอมพิวเตอร์ประมวลผลสัญญาณเซ็นเซอร์ตามที่ได้รับคำสั่งให้เริ่มทำงาน ตัวกระตุ้นในบทบาทที่เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าของเครื่องขยายเสียง หลักการทำงานของพวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้า หลักการทำงานของพวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้ามีดังนี้ เมื่อผู้ขับขี่หมุนพวงมาลัยเพลาบิดเกลียวจะบิด ข้อมูลนี้ถูกส่งไปยังชุดควบคุมโดยเซ็นเซอร์แรงบิด คอมพิวเตอร์ประมวลผลข้อมูลเกี่ยวข้องกับการอ่านของเซ็นเซอร์อื่น ๆ และคำนวณแรงที่ต้องใช้เพื่อช่วยให้ผู้ขับขี่หมุนวงล้อ มอเตอร์ไฟฟ้าจะได้รับคำสั่งและทำงานบนเพลลาของคอปวงมาลัยหรือบนแร็คพวงมาลัย



รูปที่ 2.54 ชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์สำหรับพวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้า
มอเตอร์พวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้า

ระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้าดั้งเดิมเป็นแบบไฮดรอลิก ระบบพวงมาลัยไฟฟ้าทำให้ผู้ขับรถยนต์สามารถหมุนพวงมาลัยรถยนต์โดยใช้แรงน้อยลง มอเตอร์พวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้าจะเสริมแรงบิดที่ผู้ขับส่งไปยังพวงมาลัย wheel. ระบบพวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้าจะใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าของระบบเมื่อมีการหมุนพวงมาลัยเท่านั้น เป็นการลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และยังสามารถควบคุมการทำงานของพวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้าได้อย่างแม่นยำมากกว่าระบบพวงมาลัยแบบดั้งเดิมที่เป็นแบบไฮดรอลิก



รูปที่ 2.55 มอเตอร์พวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้า

เซ็นเซอร์ตรวจจับแรงบิดของพวงมาลัย

หลักการการทำงานของเซ็นเซอร์แรงบิดนั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบของเพลापวงมาลัย มันอยู่ที่ความจริงที่ว่าเพลापวงมาลัยแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนใหญ่มักจะเรียกว่าอินพุตเพลาและเอาต์พุตเพลาถูกเชื่อมต่อกัน โดยใช้แรงบิดดั่งที่แสดงในรูป แรงบิดคืออะไร พุดอย่างคร่าวๆนี่คือแท่งเหล็กของเหล็กสปริง มันช่วยให้บิดเล็กน้อยเกี่ยวกับแกนตั้ง และหลังจากนั้นก็กลับสู่ตำแหน่งเดิม ดังนั้นเพลาอินพุตและเอาต์พุตของมอเตอร์ไฟฟ้าจึงเชื่อมต่อกันด้วยแรงบิด ความพยายามใด ๆ ในการหมุนเพลาที่สัมพันธ์กัน มุมสูงสุดของการกระจัดคือหลายองศาในทั้งสองทิศทาง หากเกินขีด จำกัด นี้จะมีการแต่งงานกันอย่างแข็งระหว่างสองส่วนของเพลา โดยวิธีการนี้ต้องขอบคุณแรงบิดซึ่งจะบิดเล็กน้อยเมื่อหมุนจะมีความพยายามบางอย่างบนพวงมาลัยซึ่งจะช่วยให้ผู้ขับขี่รู้สึกดีขึ้นบนท้องถนน เป็นมุมของการกระจัดระหว่างอินพุตและเอาต์พุตเพลาที่เซ็นเซอร์แรงบิด มุมขนาดใหญ่บ่งบอกถึงการบิดที่รุนแรงของแรงบิดนั่นคือแรงที่ใช้กับพวงมาลัย ข้อมูลนี้จะถูกส่งไปยังชุดควบคุมของมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งส่งแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดและขั้วที่เหมาะสมไปยังชุดควบคุมมอเตอร์ นอกจากนี้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ความเร็วจะถูกส่งไปยังชุดควบคุมของมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยเหตุนี้การทำงานจะถูกปรับตามความเร็วรถ รถเคลื่อนที่เร็วขึ้นแรงบิดน้อยลงบนเพลามอเตอร์ และด้วยความเร็วมากกว่า 75 กม./ชม. ยูโรจะถูกปิดอย่างสมบูรณ์โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงาน เซ็นเซอร์อีกตัวที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของ EUR ก็คือเซ็นเซอร์ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง ต้องขอบคุณเพลापวงมาลัยพาวเวอร์ไฟฟ้าทำงานได้เฉพาะเมื่อเครื่องยนต์ทำงานและไม่เพียง แต่หลังจากเปิดสวิตช์ไฟ นี่เป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากการบริ โภค EUR ปัจจุบันไม่น้อยกว่า 50 แอมป์ จำเป็นต้องมีพวงมาลัยพาวเวอร์เพื่อให้ผู้ขับขี่สามารถหมุนพวงมาลัยได้ง่ายขึ้นในขณะที่ขับรถ พวงมาลัยพาวเวอร์ไฟฟ้าช่วยลดความพยายามสร้างช่วงเวลาเพิ่มเติมที่ทำให้สามารถหมุนพวงมาลัยได้ แม้จะมีความจริงที่ว่าในรถยนต์ส่วนใหญ่ในปัจจุบันมีตัวเพิ่มกำลังไฮดรอลิก แต่อุตสาหกรรมยานยนต์ยังคงเดินไกลเท่าไรคุณก็ยังคงพบพวงมาลัยพาวเวอร์ไฟฟ้าบนรถมากขึ้นเท่านั้น



รูปที่ 2.56 เซ็นเซอร์ตรวจจับแรงบิดของพวงมาลัย

2.3 เครื่องมือวิเคราะห์เสียง (Noise Catcher)

ขนาดตัว : ความยาว 100 มม. / ความกว้าง 160 มม. / 50mm ความหนาแหล่งจ่ายไฟ :
 แบตเตอรี่ AA / 8pcs. ใช้เซนเซอร์แบบแม่เหล็ก (L / R) จำนวน : 1 ชุดแม่เหล็กและ ClipSensor (L /
 R) จำนวน : 1 ชุดขยาย Cord3m (L / R) จำนวน : 1 ชุดหูฟัง 1pc. กรณี 1pc. แบตเตอรี่ AA / 8เมื่อ
 จำกััด เสียง, มีงานที่จะแยกแยะเสียงที่เกิดขึ้นในแต่ละเซนเซอร์ผลิตภัณฑ์นี้สวิตซ์เสียงที่ถูกสร้างขึ้น
 จากเซ็นเซอร์แต่ละ โดยการกดปุ่มครั้งเดียว.ง่ายต่อการตัดสินแหล่งที่มาของเสียงรบกวนขวา-ซ้าย
 10(LEDs) แต่ละ (2 สี)ปิดฟังก์ชันอัตโนมัติสำหรับการลิมที่จะลิมเซนเซอร์แบบแม่เหล็กมัน
 สามารถใช้ในสถานที่ที่แม่เหล็กและเซนเซอร์คลิปไม่สามารถใช้และจุดที่แคบคุณสามารถร่างกาย
 แชนวิชโดยตรงกับแม่เหล็กและคลิปเสน (circlip) ถ้ามั่นไม่พอดีคุณสามารถใช้แม่เหล็กและแนบไป
 กับร่างกาย



TECH DIRECTORY

รูปที่ 2.57 เครื่องมือวิเคราะห์เสียง

2.4 ระบบส่งกำลังในรถยนต์

คือการส่งกำลังที่เกิดขึ้นจากเครื่องยนต์ไปขับเคลื่อนล้อรถยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่ไปได้ ในการส่งถ่ายกำลังนี้ จะประกอบด้วยเครื่องยนต์ คลัตช์ เกียร์ เพลากลาง เฟืองท้าย และเพลาขับล้อ ดังนั้นนักเรียนจะต้องศึกษาให้เข้าใจถึงหลักการในการส่งกำลังรถยนต์ เพื่อจะได้มีความรู้ไปปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส่วนประกอบของรถยนต์

ส่วนประกอบของรถยนต์สามารถแบ่งได้ 4 ส่วน คือ

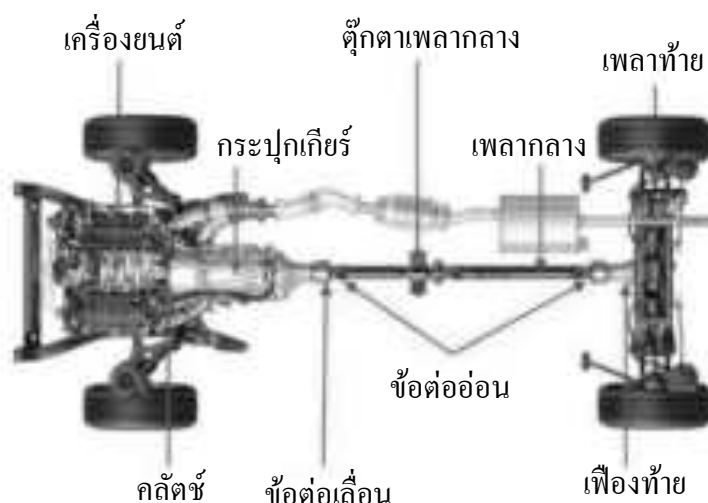
- 1.เครื่องยนต์ ทาหน้าที่ เป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน
- 2.ระบบส่งกำลัง ทาหน้าที่ ถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังล้อ
- 3.โครงรถ ทาหน้าที่ รองรับเครื่องยนต์ ระบบบังคับเลี้ยว ระบบรองรับน้ำหนัก ระบบ พวงมาลัย และตัวถัง
4. ตัวถังรถยนต์ ประกอบด้วย โครงสร้างภายใน รวมถึงที่นั่ง ระบบปรับอากาศ ระบบไฟแสงสว่าง ระบบความปลอดภัย และอื่น ๆ

การออกแบบระบบส่งกำลังในรถยนต์มีจุดประสงค์พื้นฐานอยู่หลายประการดังนี้

- การถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังล้อ
- ตัดและต่อกำลังจากเครื่องยนต์ที่ส่ง ไปยังล้อ
- เปลี่ยนแปลงอัตราความเร็วตามสภาพการใช้งาน
- เปลี่ยนทิศทางการขับเคลื่อนให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าและถอยหลัง

ส่วนประกอบและหน้าที่ของระบบส่งกำลัง

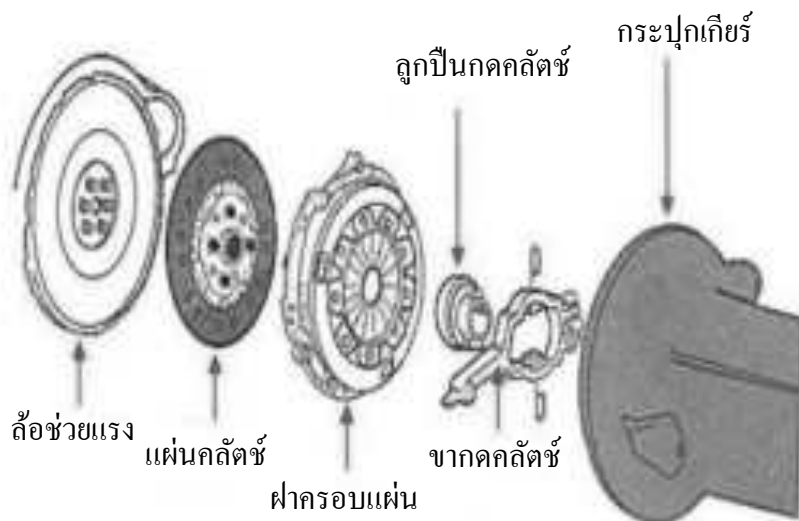
ระบบส่งกำลัง ประกอบด้วย คลัตช์ กระปุกเกียร์ เพลากลาง เฟืองท้าย เพลาท้าย



รูปที่ 2.58 ส่วนประกอบของระบบส่งกำลังรถยนต์

คลัตช์

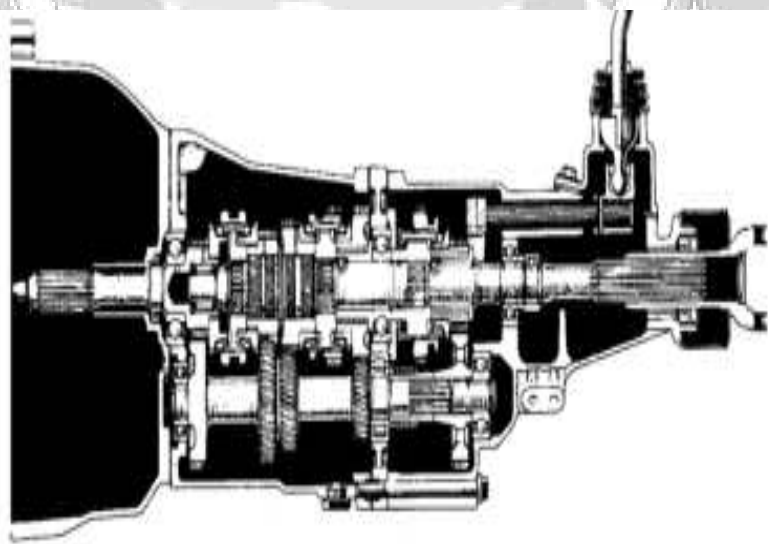
คลัตช์ ทำหน้าที่ตัดและต่อกำลังระหว่างเครื่องยนต์กับกระปุกเกียร์ โดยอาศัยความฝืดของแผ่นคลัตช์และล้อยช่วยแรงในการขับเคลื่อนรถยนต์



รูปที่ 2.59 แสดงลักษณะของชุดคลัตช์

กระปุกเกียร์

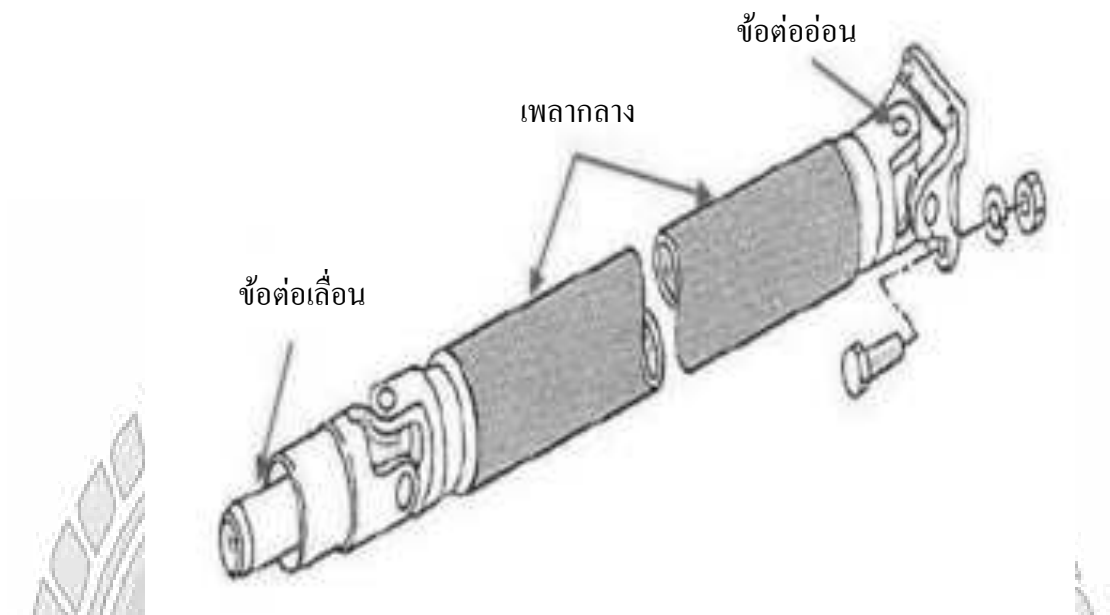
กระปุกเกียร์ ทำหน้าที่เปลี่ยนอัตราทดเพื่อเพิ่มหรือลดแรงบิดให้เหมาะสมกับภาระงาน โดยรับกำลังจากเครื่องยนต์ผ่านแผ่นคลัตช์ส่งมายังชุดเฟืองในกระปุกเกียร์และส่งต่อไปยังล้อ



รูปที่ 2.60 แสดงลักษณะของกระปุกเกียร์

เพลากลาง

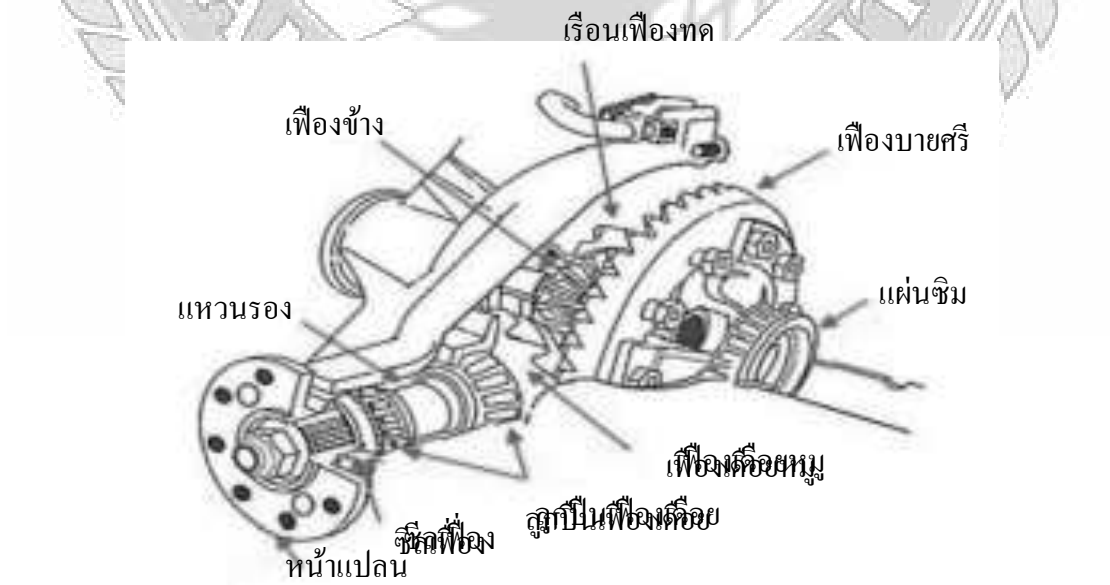
เพลากลาง ทาหน้าที่ส่งกำลังจากกระปุกเกียร์ไปยังเฟืองท้ายในระบบขับเคลื่อน ล้อหลัง ประกอบด้วย ข้อต่อเลื่อน ข้อต่ออ่อน เพลากลาง



รูปที่ 2.61 แสดงลักษณะของเพลากลาง

เฟืองท้าย

เฟืองท้าย ทาหน้าที่รับกำลังจากเพลากลางและส่งกำลังต่อไปยังล้อ ในขณะที่รถวิ่ง ทางตรง เฟืองท้ายจะทำให้ล้อทั้งสองข้างถูกขับให้หมุนด้วยความเร็วเท่ากัน แต่เมื่อรถเลี้ยวโค้ง เฟืองท้าย จะทำให้ล้อด้านนอกหมุนเร็วกว่าล้อด้านใน ทำให้ล้อด้านนอกหมุนเร็วกว่าล้อด้านใน



รูปที่ 2.62 แสดงลักษณะของเฟืองท้าย

เพลาท้าย

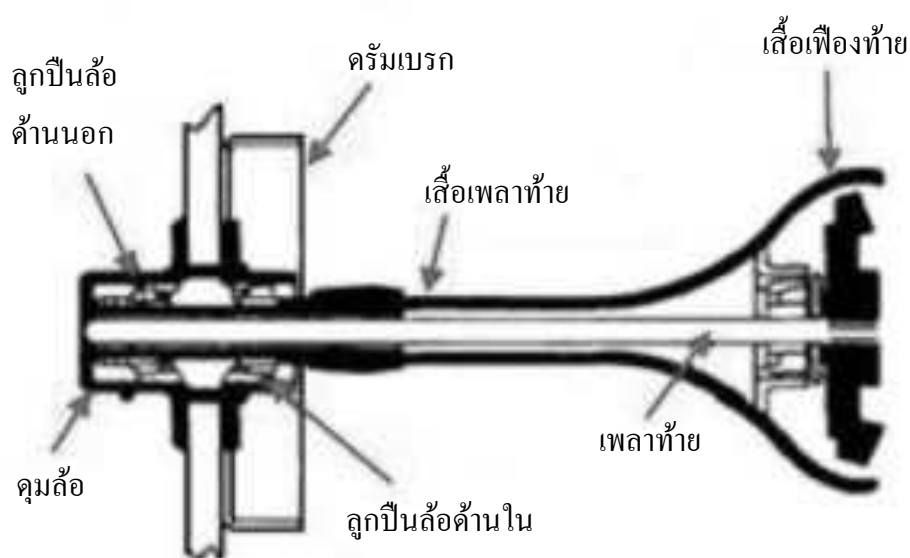
เพลาท้าย ทาหน้าที่ รับน้ำหนักในส่วนท้ายของรถยนต์ เพลาท้ายถูกออกแบบมาใช้งานกับรถยนต์ชนิดต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน ที่ใช้งานปัจจุบันแบ่งออกได้ 3 ชนิด คือเพลาท้ายแบบลอย เพลาท้ายแบบกึ่งลอย เพลาท้ายแบบลอย $\frac{3}{4}$



รูปที่ 2.63 แสดงลักษณะของเพลาท้าย

เพลาท้ายแบบลอย

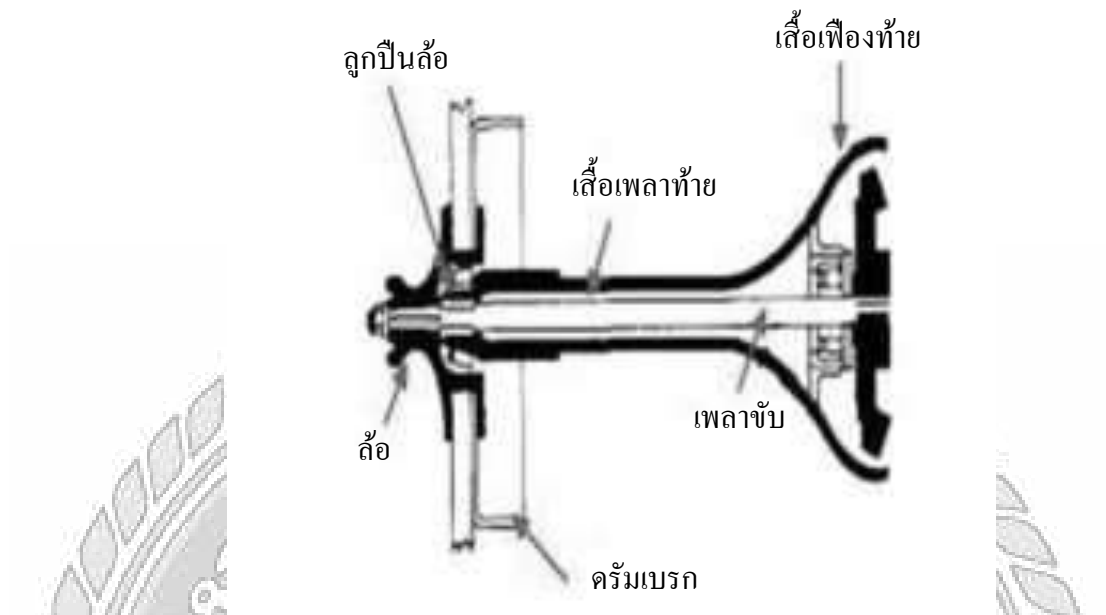
เพลาท้ายแบบลอยมีลูกปืนติดตั้งอยู่บนเสื่อเพลาท้าย โดยเสื่อเพลาท้ายจะรับน้ำหนักทั้งหมดของรถยนต์ เพลาท้ายแบบนี้นิยมใช้กับรถบรรทุกทุกขนาดใหญ่



รูปที่ 2.64 แสดงลักษณะของเพลาท้ายแบบลอย

เพลาท้ายแบบกึ่ง

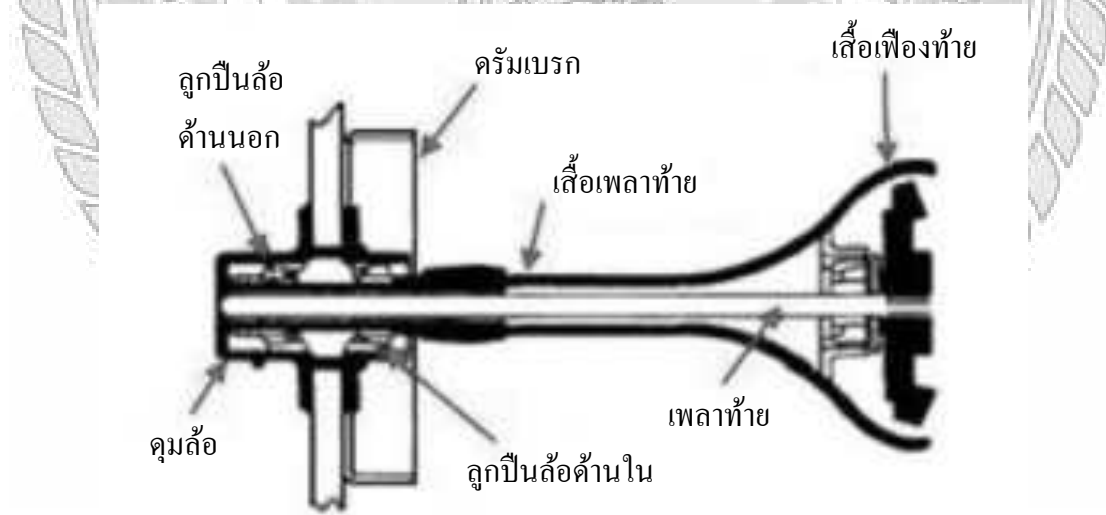
เพลาท้ายแบบกึ่งลอยมีลูกปืนติดตั้งอยู่ที่เสื่อเพลาท้าย เพลาท้ายแบบนี้มีเสื่อเพลาท้ายและเพลาชับจะเฉลี่ยกันรับน้ำหนักของรถยนต์ นิยมใช้กับรถเก๋งและรถบรรทุกขนาดเล็ก



รูปที่ 2.65 แสดงลักษณะของเพลาท้ายแบบกึ่งลอย

เพลาท้ายแบบลอย $\frac{3}{4}$

เพลาท้ายแบบนี้จะใช้กับรถกระบะและรถบรรทุกขนาดกลาง การรับ น้ำหนักเพลาชับจะรับน้ำหนัก $\frac{1}{4}$ ส่วนเสื่อเพลาท้ายจะรับน้ำหนัก $\frac{3}{4}$



รูปที่ 2.66 แสดงลักษณะของเพลาท้ายแบบลอย $\frac{3}{4}$

ชนิดของการส่งกำลัง

การออกแบบการส่งกำลังขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้ การวางตำแหน่งเครื่องยนต์ การวางตำแหน่งเครื่องยนต์ จะมีวิธีการ วางได้ 2 แบบ คือ

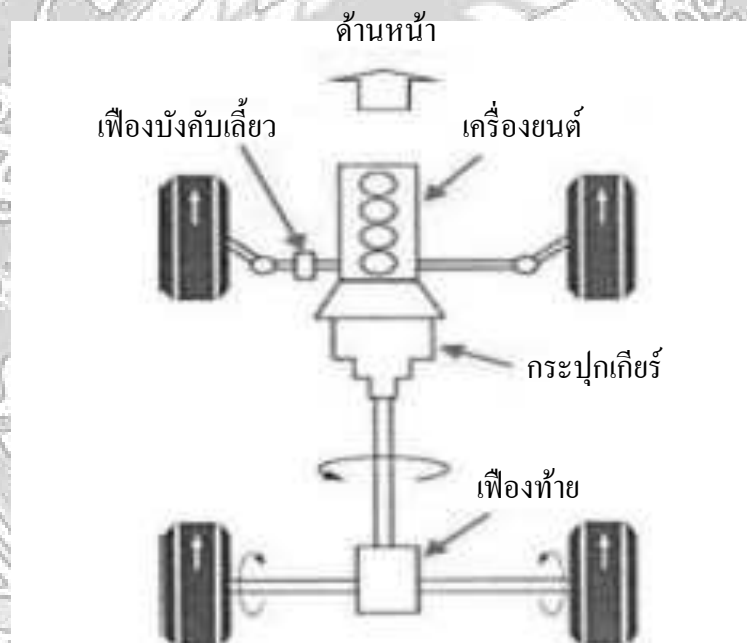
1. การวางตำแหน่งเครื่องยนต์ในแนวตามยาว ลักษณะ การวางจะวางขนานกับโครงรถยนต์
2. การวางตำแหน่งเครื่องยนต์ในแนวขวางลักษณะการ วางจะวางตั้งฉากกับ โครงรถยนต์

ระบบการขับเคลื่อน

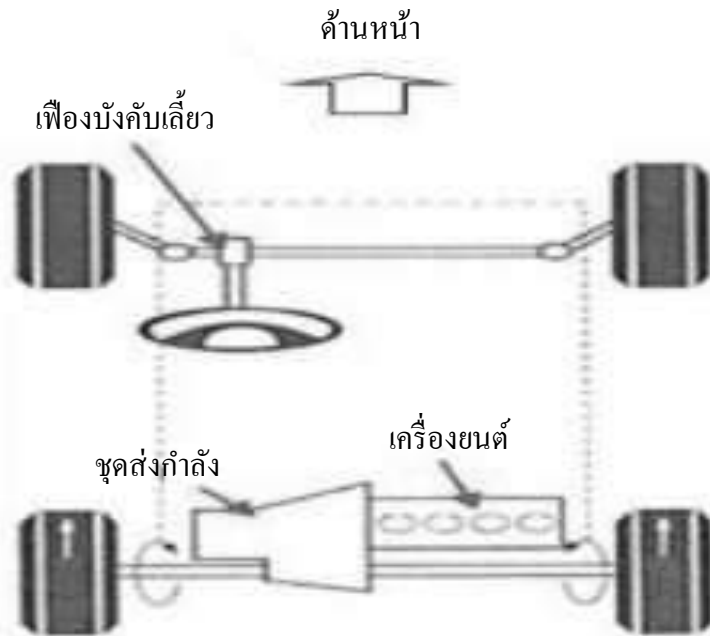
การส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังล้อรถยนต์ แบ่งระบบขับเคลื่อนได้ 3 ชนิด คือ ระบบขับเคลื่อนล้อหลัง

เครื่องยนต์จะส่งกำลังผ่านเกียร์ไปยังล้อขับเคลื่อน ระบบนี้แบ่งได้อีก 3 แบบ คือ

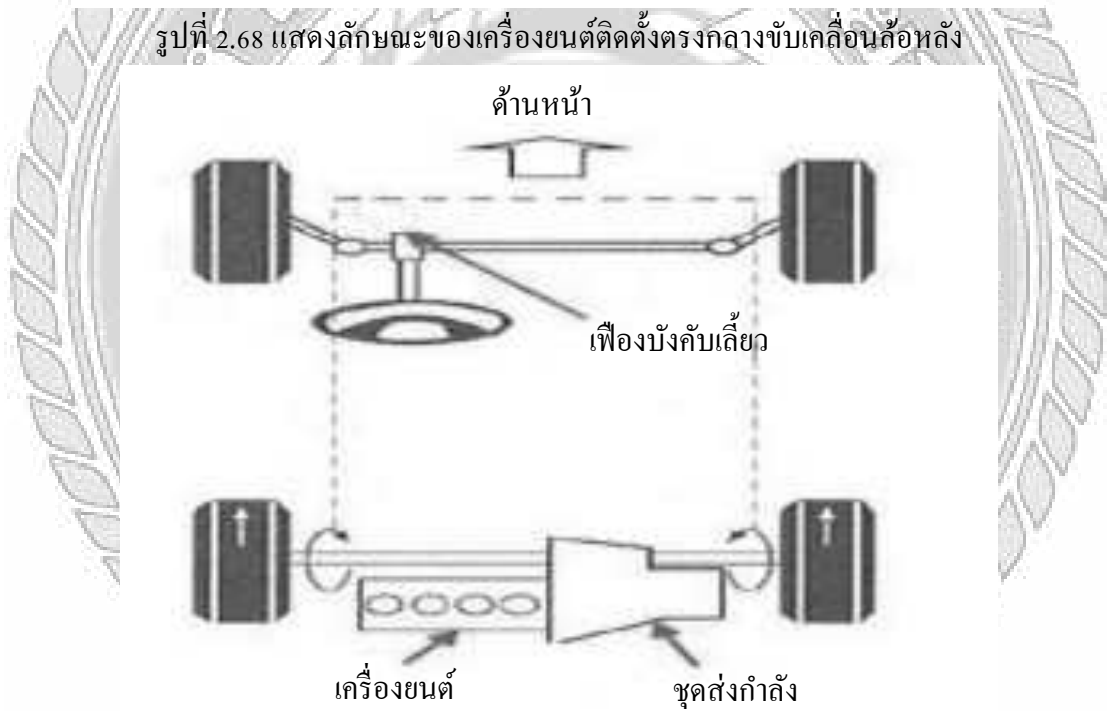
1. เครื่องยนต์ติดตั้งด้านหน้าขับเคลื่อนล้อหลัง
2. เครื่องยนต์ติดตั้งตรงกลางขับเคลื่อนล้อหลัง
3. เครื่องยนต์ติดตั้งด้านหลังขับเคลื่อนล้อหลัง



รูปที่ 2.67 แสดงลักษณะของเครื่องยนต์ติดตั้งด้านหน้าขับเคลื่อนล้อหลัง

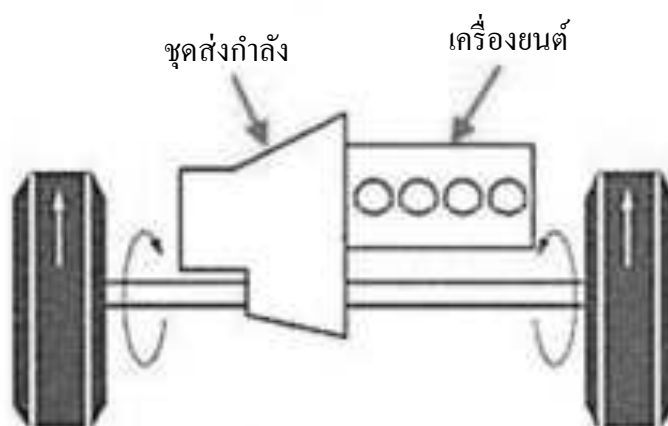


รูปที่ 2.68 แสดงลักษณะของเครื่องยนต์ติดตั้งตรงกลางขับเคลื่อนล้อหลัง

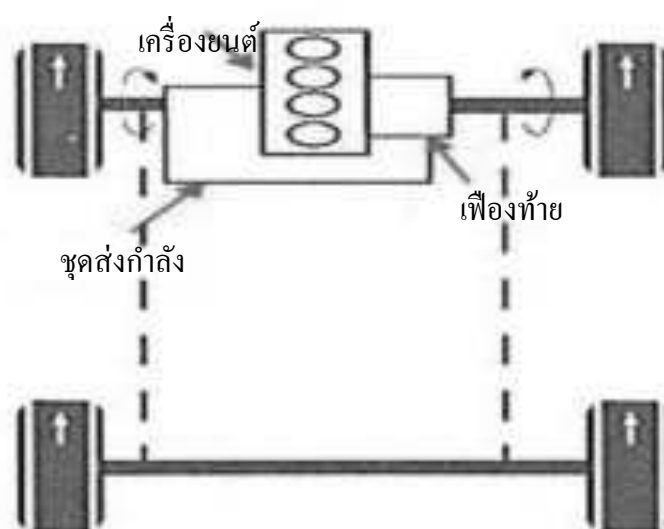


รูปที่ 2.69 แสดงลักษณะของเครื่องยนต์ติดตั้งด้านหลังขับเคลื่อนล้อหลัง ระบบขับเคลื่อนล้อหน้า

ระบบส่งกำลังแบบขับเคลื่อนล้อหน้า เครื่องยนต์จะติดตั้งอยู่ด้านหน้าของรถยนต์ ระบบนี้สามารถแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ เครื่องยนต์วางขวางโครงรถ และเครื่องยนต์วางตามยาวขนานกับโครงรถ ระบบส่งกำลังแบบนี้จะนิยมใช้กันมากในรถยนต์ขนาดเล็ก ขนาดกลาง

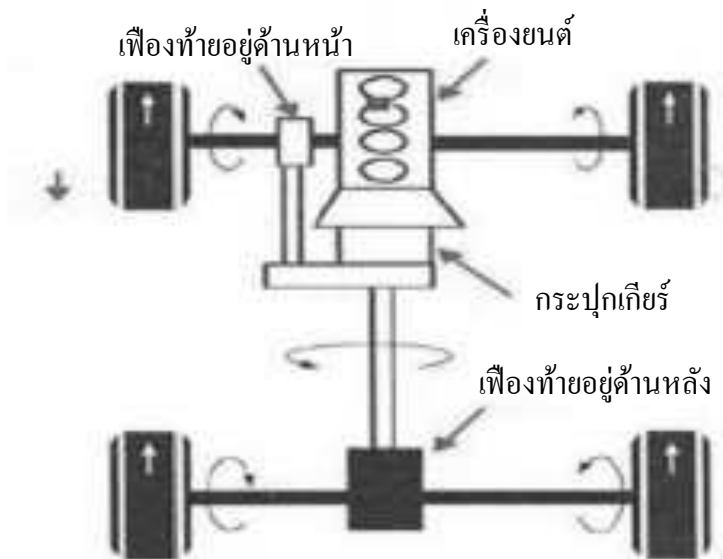


รูปที่ 2.70 แสดงลักษณะของเครื่องยนต์วางขวางตามยาว โครงรถแบบขับเคลื่อนล้อหน้า

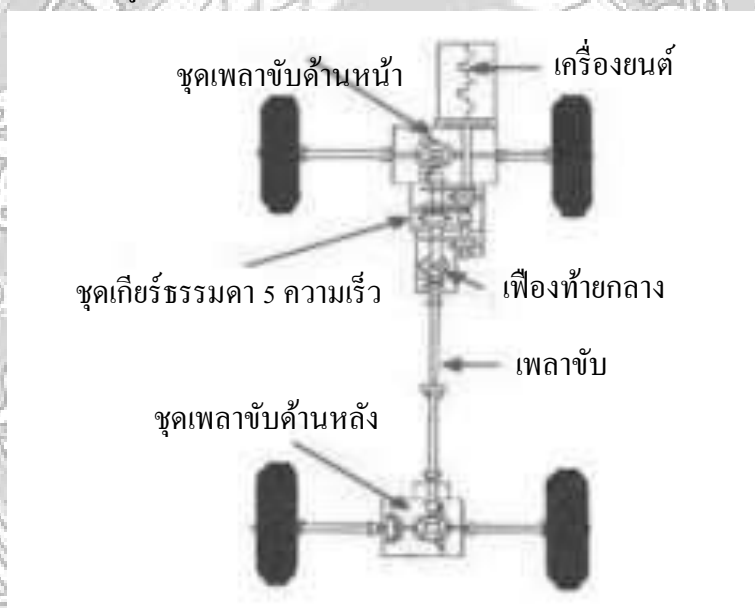


รูปที่ 2.71 แสดงลักษณะของเครื่องยนต์วาง ขนานกับ โครงรถแบบขับเคลื่อนล้อหน้า ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ

ระบบการส่งกำลังแบบขับเคลื่อน 4 ล้อ จะมีการส่งกำลังทั้งล้อหน้าและล้อหลัง ระบบนี้สามารถแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ ระบบขับเคลื่อนแบบบางเวลา และระบบขับเคลื่อนตลอดเวลา ระบบขับเคลื่อนแบบนี้จะนิยมใช้กับรถยนต์ตรวจการณ์ และรถยนต์ที่ใช้ในพื้นที่ทุรกันดาร



รูปที่ 2.72 ลักษณะการขับเคลื่อน 4 ล้อบางเวลา



รูปที่ 2.73 ลักษณะการขับเคลื่อน 4 ล้อตลอดเวลา

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 การควบคุมบังคับเลี้ยวเลียนแบบมนุษย์ด้วยเครือข่ายประสาทเทียมและวิซวลเซอร์โวงานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบควบคุมบังคับเลี้ยวต้นแบบสำหรับใช้งานจริงในยานพาหนะเพื่อหาค่าความเหมาะสมในการควบคุมบังคับเลี้ยวทั้งแบบใช้อุปกรณ์บังคับเลี้ยว (ไม่ใช่พวงมาลัย) และแบบอัตโนมัติโดยใช้ข้อมูลการควบคุมบังคับเลี้ยวจากมนุษย์เป็นต้นแบบข้อมูลดังกล่าวได้จากการกำหนดคิให้มนุษย์เป็นผู้ขับโดยใช้พวงมาลัยบนถนนจริงแล้วให้ระบบทำการเรียนรู้และจดจำลักษณะรูปแบบพฤติกรรมของการควบคุมบังคับเลี้ยวขึ้นด้วยเทคนิควิธีเครือข่ายประสาทเทียม (ANN) และสามารถรับรู้และจำแนกลักษณะรูปแบบพฤติกรรมของการควบคุมบังคับเลี้ยวใหม่ที่ระบบยังไม่เคยเรียนรู้และจดจำมาก่อนได้ทันทีโดยใช้เทคนิควิธีทฤษฎีเรโซแนนซ์แบบปรับตัวได้ (ART) ด้ายข้อมูลที่จำเป็นในการฝึกสอนซึ่ง ได้แก่ คำมุลเลี้ยวลือหน้าและความเร็วของยานพาหนะระบบการควบคุมบังคับเลี้ยวแบบอัตโนมัติที่ได้นี้ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพร่วมในการควบคุมบังคับเลี้ยวอย่างอัตโนมัติด้วยผลที่ได้จากงานวิจัยนี้คือระบบการควบคุมบังคับเลี้ยวต้นแบบสำหรับใช้งานจริงที่มีความเหมาะสมสำหรับการเลี้ยวตามสถานการณ์เสมือนการควบคุมบังคับเลี้ยวจากมนุษย์ด้ายพวงมาลัยจริงพร้อมทั้งสามารถเลือกรูปแบบลักษณะพฤติกรรมของการควบคุมการบังคับเลี้ยวได้ตามการฝึกสอนระบบของคนขับที่มา : การควบคุมบังคับเลี้ยวเลียนแบบมนุษย์ด้วยเครือข่ายประสาทเทียมและวิซวลเซอร์โวงานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<http://www.sut.ac.th>

2.5.2 การออกแบบและวิเคราะห์ระบบบังคับเลี้ยวสำหรับรถยนต์ Mech-UBU formula student

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างระบบบังคับเลี้ยวของรถ Formula student Car โดยระบบบังคับเลี้ยวคำนวณตามทฤษฎีอัคร์แมนต์ซึ่งระบบบังคับเลี้ยวเป็นระบบที่สำคัญในการบังคับรถไปยังทิศทางที่ต้องการในการวิเคราะห์ออกแบบและสร้างระบบบังคับเลี้ยวจะต้องให้มีความเหมาะสมกับตัวรถซึ่งจะทำให้รถมีการเลี้ยวที่คล่องตัวในทุกสภาวะการขับขี่โดยเงื่อนไขการออกแบบจะกำหนดให้การหมุนพวงมาลัย 180 องศา รถยนต์สามารถเลี้ยวได้รัศมี 4 เมตรเพื่อการควบคุมรถที่รวดเร็วและพวงมาลัยไม่หนักขณะเลี้ยวโดยพวงมาลัยจะต้องมีมุมฟรีไม่เกิน 7 องศาเพื่อไม่ให้เกิดการส่ายของล้อหน้าซึ่งอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุขณะขับขี่ได้จากผลการศึกษาและออกแบบตามทฤษฎีอัคร์แมนต์ที่ออกแบบสร้างนั้นจากนั้นนำรถยนต์ไปทดสอบจริงในสนามพบว่า

พวงมาลัยสามารถเลี้ยวได้ในรัศมี 4 เมตร โดยการหมุนพวงมาลัย 180 องศาตามการออกแบบไว้และพวงมาลัยเขาขณะรถอยู่นิ่งหรือที่ความเร็วต่ำพวงมาลัยสามารถควบคุมทิศทางรถเลี้ยวได้ดี

ที่มา : การออกแบบและวิเคราะห์ระบบบังคับเลี้ยวสำหรับรถยนต์ Mech-UBU formula student วิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

<https://www.ubu.ac.th/>

2.5.3 การทดสอบมุมเลี้ยวของรถยนต์

ในการศึกษาครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษามุมเลี้ยวของรถยนต์ (รถยนต์ 4 ล้อขนาดเล็ก) เมื่อเทียบกับ มุมเลี้ยวของรถยนต์ในแบบอ็คเคอร์มันด์และแบบขนาน โดยการนำรถต่างรุ่น ต่างบริษัทผู้ผลิต จำนวน 6 คัน ขึ้นทดสอบ บนแท่นวัดมุมเลี้ยว โดยมีการกำหนดมุมเลี้ยวด้านในที่ 5, 10, 15, 20, 25 องศา และทำการวัดค่ามุมเลี้ยวของล้อด้านนอก และนำไปเปรียบเทียบกับค่ามุมเลี้ยวที่คำนวณตามระบบอ็คเคอร์มันด์ ผลการศึกษาพบว่า รถยนต์ทดสอบจำนวน 6 คัน มีมุมเลี้ยวของล้อด้านนอกมากกว่ามุมเลี้ยวระบบอ็คเคอร์มันด์และเป็นค่ากลางที่อยู่ระหว่าง ระบบบังคับเลี้ยวแบบอ็คเคอร์มันด์ กับ ระบบบังคับเลี้ยวแบบขนาน

ที่มา : การทดสอบมุมเลี้ยวของรถยนต์ ภาควิชาวิศวกรรมยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

<https://siam.edu/>

2.5.4 การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้แนวคิดการผลิตแบบโตโยต้า โรงงานกรณีศึกษา สายการผลิตแกนพวงมาลัยรถยนต์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและประยุกต์หลักการทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมด้วยแนวคิดการผลิตแบบโตโยต้า เพื่อประสิทธิภาพให้กับสายการประกอบแกนพวงมาลัยรถยนต์ของโรงงานกรณีศึกษา ที่ประสบปัญหาประสิทธิภาพการผลิตต่ำกว่าเป้าหมายที่บริษัทกำหนด เนื่องจากเกิดความสูญเปล่าขึ้นในกระบวนการผลิต

ผลที่ได้จากการวิจัย พบว่าภายหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตแล้วทำให้สายการประกอบแกนพวงมาลัยรถยนต์ มีความสูญเสียดังกล่าวของพนักงานลดลงจาก 4.94% เหลือ 0% คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 100% มีความสูญเสียนื่องจากกระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพลดลงจาก 5.41% เหลือ 2.09% คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 6.1.63% มีความสูญเสียนื่องจากการรอคอยการเปลี่ยนอุปกรณ์เพื่อการผลิตต่างรุ่นลดลงจาก 2.75% เหลือ 0.47% คิดเป็น

เปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 82.25% มีประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 86.95% เป็น 97.48% คิดเป็น
เปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น 12.11% และมีผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 1,1006 ชิ้นต่อวัน เป็น 1,240 ชิ้นต่อวัน คิด
เป็นเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น 12.11% คิดเป็นรายรับ 455,600 บาทต่อวัน หรือเทียบเท่า 118,456,000
บาทต่อปี จากการวิจัยปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตนี้ส่งผลให้โรงงานการณศึกษาระบบเป้าหมาย
ในการปรับปรุงการผลิตตามที่คาดหวังไว้

ที่มา : การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้แนวคิดการผลิตแบบโตโยต้า โรงงานการณศึกษา
สายการผลิตแกนพวงมาลัยรถยนต์ สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา

<https://www.buu.ac.th/>

2.5.5 การออกแบบระบบกันสะเทือนและระบบบังคับเลี้ยวสำหรับรถแข่งขนาดเล็ก

การออกแบบระบบช่วงล่างจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายๆอย่าง เช่น การสั่นสะเทือนของ
ตัวรถ การรับน้ำหนัก การเคลื่อนที่ของชิ้นต่อโยงต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งในการคำนวณนั้นมีความ
ซับซ้อนมาก เราจึงนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ เช่น โปรแกรมอดัมส์
(ADAMS) ใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านจลนศาสตร์ พลศาสตร์ และ โปรแกรมอะบาคัส (ABAQUS)
ใช้ในการคำนวณความแข็งแรงของโครงสร้าง เพื่อให้ผลการออกแบบมีความถูกต้อง และสามารถ
ทดสอบได้โดยไม่ต้องสร้างแบบจำลอง ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่าย และมีความถูกต้องมากขึ้น

ที่มา : การออกแบบระบบกันสะเทือนและระบบบังคับเลี้ยวสำหรับรถแข่งขนาดเล็ก ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<https://www1.reg.kmitl.ac.th/>

บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

รายละเอียดของงานที่ปฏิบัติ จะกล่าวถึง ชื่อ-ที่ตั้ง ของสถานประกอบการ ลักษณะโดยรวมของสถานประกอบการ รูปแบบการบริหารองค์กร ตำแหน่งงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน โครงการสหกิจ

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

สำนักงานใหญ่ : บริษัท สาทรฮอนด้าคาร์ส์ จำกัด 101 ถนนสุรศักดิ์ แขวงสีลม เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร 1500

รายละเอียดบริษัท : จำหน่ายรถยนต์ และซ่อมบำรุง

โทรศัพท์ : 02-637-9080

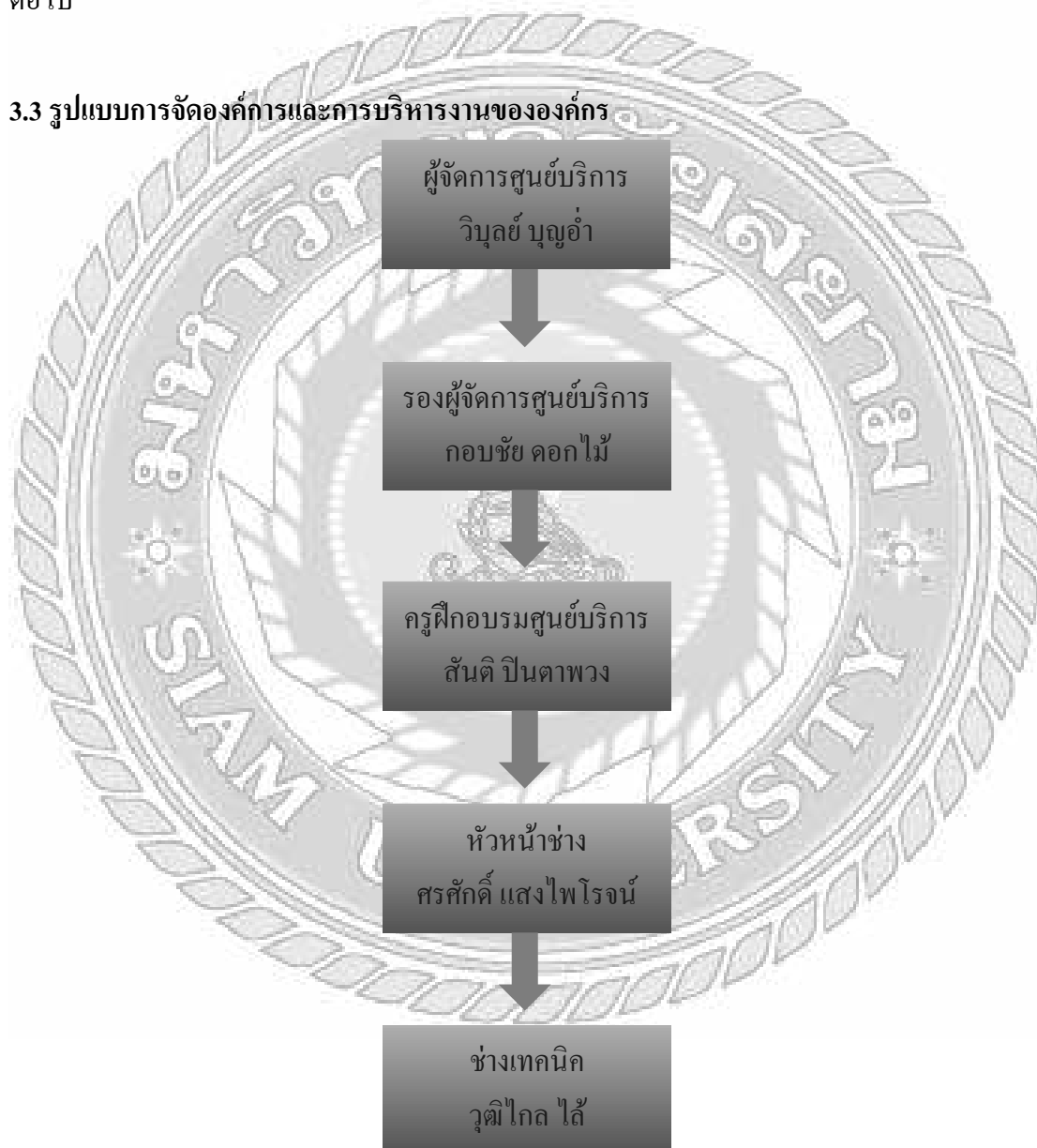


รูปที่ 3.1 ที่ตั้ง บริษัท สาทรฮอนด้าคาร์ส์ จำกัด

3.2 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน

กว่า 20 ปีที่ศูนย์บริการ สาทรสอนดีคาร์ส ได้เปิดให้บริการ โดยเริ่มจากโชว์รูมและศูนย์บริการรถยนต์มาตรฐาน สาขาแรกคือ บริษัท สาทรสอนดีคาร์ส จำกัด ตั้งอยู่บนเนื้อที่กว่า 4 ไร่ ในพื้นที่ธุรกิจสำคัญของประเทศ ห่างจากสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีสุรศักดิ์ ช่องทางออกที่ 1 ประมาณ 100 เมตร หรือเข้าออกได้ทั้งถนนสุรศักดิ์และถนนสาทร ตลอดระยะเวลาที่บริษัทดำเนินกิจการนั้น ได้รับความไว้วางใจและการตอบรับอย่างดีจากลูกค้าจึงได้ขยายโชว์รูมและศูนย์บริการรถยนต์ต่อไป

3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร



ตารางที่ 3.1 แสดงการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : ฝ่ายบริการ
 ลักษณะงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : ช่างซ่อมบำรุง

3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา : นาย สรศักดิ์ แสงไพโรจน์
 ตำแหน่ง : หัวหน้าช่าง (Chief mechanic)
 แผนก : ช่างซ่อมบำรุง (Maintenance Technician)

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

เริ่มปฏิบัติงาน : วันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2562
 สิ้นสุดการปฏิบัติงาน : วันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2563

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

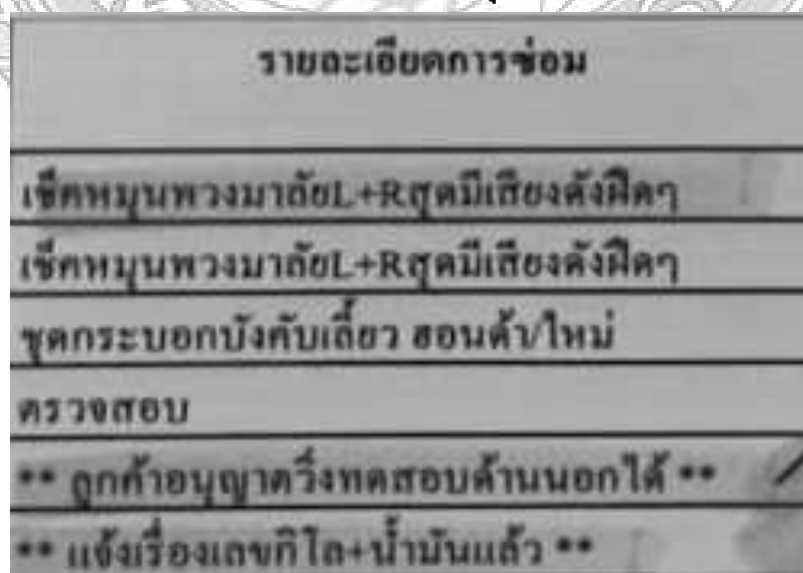
3.7.1 หัวหน้าช่างมอบหมายงาน

หัวหน้าช่างมอบหมายงานในแต่ละวันให้โดยจะดูความเหมาะสมของงาน ระยะเวลาในการทำงานหรืองานปัญหาต่าง ๆ ให้ทันกำหนดการที่ได้รับ

3.7.2 ศึกษารายละเอียดของงาน

พอได้มอบหมายงานให้ดูรายละเอียดใบงานที่ได้รับมอบหมายว่ามีการทำงานอะไรบ้างและไปนำรถกับใบงานเข้ามาทำการซ่อมบำรุง

3.7.3 ทำตามใบงานที่ได้รับมอบหมายให้ครบทุกรายงาน



รูปที่ 3.2 ใบงานที่ได้รับมอบหมาย

3.7.3.1 วิธีการตรวจเช็คแบริคพวงมาลัย

ขั้นตอนที่ 1

นำเครื่องตรวจวิเคราะห์เสียง มาติดตั้งที่ตัวแบริคพวงมาลัยโดยใช้สายสีแดงติดในส่วนของบริเวณตัวแบริคพวงมาลัย



รูปที่ 3.3 การติดตั้งเครื่องวิเคราะห์เสียงผิดปกติส่วนแบริคพวงมาลัย

ขั้นตอนที่ 2

นำเครื่องมือตรวจวิเคราะห์เสียง มาติดตั้งที่ไดคอปวงมาลัยโดยใช้สายสีดำติดในส่วนแกนพวงมาลัย



รูปที่ 3.4 การติดตั้งเครื่องวิเคราะห์เสียงผิดปกติส่วนแกนพวงมาลัย

ขั้นตอนที่ 3

นำตัวเครื่องวิเคราะห์เสียง แล้วเสียบสายสีแดงที่ติดตั้งกับตัวเร็กพวงมาลัยเข้าที่รูสีแดงกับตัวเครื่องวิเคราะห์เสียงผิดปกติและก็นำสายสีดำที่ติดตั้งกับแกนพวงมาลัยมาเสียบกับรูสีดำ



รูปที่ 3.5 การติดตั้งสายเข้ากับตัวเครื่องวิเคราะห์เสียงผิดปกติ

ขั้นตอนที่ 4

หลังการนั้นทำงานเปิดเครื่องวิเคราะห์เสียง ที่ปุ่ม Power และก็ทำงานปรับตั้งค่าตามที่เราต้องการจะให้ข้างไหนดังมากดังน้อยที่ปุ่มหมุนปรับความดังที่ปุ่ม L และ R



รูปที่ 3.6 เปิดเครื่องวิเคราะห์และปรับตั้งค่า

ขั้นตอนที่ 5

ทำการตรวจสอบหมუნพวงมาลัยไปทางซ้ายสุดและขวาสุดและดูตัวเครื่องวิเคราะห์เสียงผิดปกติ ว่ามีเสียงดังหรือจุดไขปลาค้างหรือไม่ ถ้าไฟสีน้ำเงินขึ้นแสดงว่าเร็คพวงมาลัยไม่มีเสียงดัง



รูปที่ 3.7 ทำการตรวจสอบการหมუნพวงมาลัย ไม่พบเสียงดัง

ขั้นตอนที่ 6

ถ้าทำการตรวจสอบการหมუნพวงมาลัยซ้ายสุดและขวาสุดมีไฟสีแดงขึ้นที่ไขปลาค้างแสดงว่าเร็คพวงมาลัยมีปัญหาให้ทำการบันทึกวีดีโอและถ่ายรูปไว้ เพื่อส่งให้ฝ่ายประกันคุณภาพทำเรื่องส่งไปที่สำนักงานสอนค้าสาขาใหญ่หรือทำเรื่องแจ้งลูกค้าถ้าไม่อยู่ในระยะรับประกันคุณภาพ



รูปที่ 3.8 ทำการตรวจสอบการหมუნพวงมาลัย พบว่ามีเสียงดัง

3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

รายละเอียดของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทำโครงการ

1. เครื่องตรวจวิเคราะห์เสียงผิดปกติ (Noise Catcher)
2. โทรศัพท์มือถือ (One Plus)



บทที่ 4

ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

จากการที่ผู้จัดทำ ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการฝึกสหกิจศึกษา ณ บริษัท สาธารณคดีคาร์สต์ จำกัด ในแผนกช่างเทคนิค โดยการทำงานของช่างแต่ละคนแต่ละวันจะแตกต่างกันออกไปตามการให้งานของหัวหน้างานที่ได้มอบหมาย ทางผู้จัดทำได้มีการทราบข้อมูลจากลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการว่ารถยนต์ฮอนด้าซีวิคและรถยนต์ฮอนด้าซีอามีตัวใหม่ทั้ง 2 รุ่นนี้ได้มีการเกิดเสียงดังจากการหมุนพวงมาลัยซ้ายสุดและขวาสุดเป็นจำนวนมากในแต่ละเดือนจะมีลูกค้าเข้ามาทำการให้เช็คอาการหมุนพวงมาลัยซ้ายสุดและขวาสุดมีเสียงดังสาเหตุเกิดจากรีคพวงมาลัยไฟฟ้า และยังมีการทราบว่าการตรวจเช็คของช่างเทคนิคล่าช้าในตรวจสอบและใช้เวลาค่อนข้างนานในการแก้ปัญหาทางผู้จัดทำจึงได้จัดทำการใช้คู่มือเครื่องวิเคราะห์เสียงของรีคพวงมาลัยไฟฟ้า ซึ่งเป็นคู่มือวิธีการใช้งานอย่างถูกต้องและลดเวลาในการตรวจสอบ

4.1 การทดสอบรถยนต์ฮอนด้า

4.1.1 การทดสอบรถยนต์ฮอนด้าซีวิคคันที่ 1

การทดสอบรถยนต์ฮอนด้าซีวิคโดยเครื่องมือวิเคราะห์เสียงรถคันที่ 1 ด้วยการหมุนพวงมาลัยไปซ้ายสุดและขวาสุด ผลการทดสอบไม่พบเสียงผิดปกติ



รูปที่ 4.1 การทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์เสียงคันที่ 1 ไม่พบเสียงผิดปกติ

การทดสอบรถยนต์ฮอนด้าซีวிகันที่ 2

การทดสอบรถยนต์ฮอนด้าซีวิกโดยเครื่องมือวิเคราะห์เสียงรถคันที่ 2 ด้วยการหมุนพวงมาลัยไปซ้ายสุดและขวาสุด ผลการทดสอบพบเสียงผิดปกติระดับที่ปานกลาง



รูปที่ 4.2 การทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์เสียงคันที่ 2 พบเสียงผิดปกติระดับปานกลาง

การทดสอบรถยนต์ฮอนด้าซีวิกคันที่ 3

การทดสอบรถยนต์ฮอนด้าซีวิกโดยเครื่องมือวิเคราะห์เสียงรถคันที่ 3 ด้วยการหมุนพวงมาลัยไปซ้ายสุดและขวาสุด ผลการทดสอบพบเสียงผิดปกติระดับที่ตั้ง



รูปที่ 4.3 การทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์เสียงคันที่ 3 พบเสียงผิดปกติระดับที่ตั้ง

4.1.2 การทดสอบรถยนต์ฮอนด้าซีอาร์วีคันที่ 1

การทดสอบรถยนต์ฮอนด้าซีอาร์วีโดยเครื่องมือวิเคราะห์เสียงรถคันที่ 1 ด้วยการหมุนพวงมาลัยไปซ้ายสุดและขวาสุด ผลการทดสอบพบเสียงผิดปกติระดับที่ตั้งปานกลาง



รูปที่ 4.4 การทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์เสียงคันที่ 1 พบเสียงผิดปกติระดับที่ตั้งการทดสอบรถยนต์ฮอนด้าซีอาร์วีคันที่ 2

การทดสอบรถยนต์ฮอนด้าซีอาร์วีโดยเครื่องมือวิเคราะห์เสียงรถคันที่ 2 ด้วยการหมุนพวงมาลัยไปซ้ายสุดและขวาสุด ผลการทดสอบไม่พบเสียงผิดปกติ



รูปที่ 4.5 การทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์เสียงคันที่ 2 ไม่พบเสียงผิดปกติ

การทดสอบรถยนต์ฮอนด้าซีวிகันที่ 3

การทดสอบรถยนต์ฮอนด้าซีวิกโดยเครื่องมือวิเคราะห์เสียงรถคันที่ 3 ด้วยการหมุนพวงมาลัยไปซ้ายสุดและขวาสุด ผลการทดสอบพบเสียงผิดปกติระดับที่ดังมาก



รูปที่ 4.6 การทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์เสียงคันที่ 3 พบว่ามีเสียงดังมาก

ตารางที่ 4.1.1 การทดสอบแบบไม่ใช้เครื่องมือวิเคราะห์

ลำดับ	ขั้นตอนการทดสอบ	เวลา(นาที)	คน
1	นำรถวิ่งทดสอบ	30	2
2	ทดสอบการหักเลี้ยว	5	-
3	วิเคราะห์การทดสอบ	3	-
4	ผลการทดสอบพบเสียงดังจากเรีคพวงมาลัย	-	-
5	อัปเดตวิดีโอการทดสอบ	2	-
6	ส่งคลิปวิดีโอให้ฝ่ายประกันคุณภาพ	5	-
7	ฝ่ายประกันคุณภาพส่งให้สำนักงานใหญ่	5	1
8	รอผลการอนุมัติ	5	-
	รวม	55	3

จากตารางที่ 4.1.1 การทดสอบแบบไม่ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ พบว่าขั้นตอนที่ 1 นั้นทำให้เสียเวลาค่อนข้างนานในการที่นำรถยนต์ไปวิ่งทดสอบและยังต้องใช้คนทดสอบถึง 2 คน ช่างกับหัวหน้าช่าง

ตารางที่ 4.1.2 การทดสอบแบบใช้เครื่องมือวิเคราะห์

ลำดับ	ขั้นตอนการทดสอบ	เวลา(นาที)	คน
1	ติดตั้งเครื่องวิเคราะห์กับตัวรถ	3	1
2	ติดตั้งสายสีแดงเข้ากับตัวเร็คพวงมาลัย	2	-
3	ติดตั้งสายสีดำเข้ากับตัวแกนพวงมาลัย	2	-
4	ทดสอบการหักเลี้ยวพร้อมอัดวิดีโอ	3	-
5	ส่งคลิปวิดีโอให้ฝ่ายประกันคุณภาพ	5	-
6	ฝ่ายประกันคุณภาพส่งให้สำนักงานใหญ่	5	1
7	รอผลการอนุมัติ	5	-
	รวม	25	2

จากตารางที่ 4.1.2 การทดสอบแบบใช้เครื่องมือวิเคราะห์ พบว่าสามารถลดระยะเวลาในการตรวจสอบได้เท่ากับ 30 นาที หรือคิดเป็น 54.55% เพราะไม่ต้องเสียเวลาในการนำรถยนต์ไปวิ่งทดสอบซึ่งจะใช้เวลาค่อนข้างนานพอสมควรและยังลดช่างในการทดสอบโดยไม่ต้องให้หัวหน้าช่างไปทดสอบ

4.1.3 ตารางการแสดงผลของการตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์

รุ่น	ฮอนด้า CIVIC FC	ฮอนด้า CRV G5
คันที่ 1	ไม่พบเสียงผิดปกติ	พบเสียงผิดปกติ
คันที่ 2	พบเสียงผิดปกติ	ไม่พบเสียงผิดปกติ
คันที่ 3	พบเสียงผิดปกติ	ไม่พบเสียงผิดปกติ

จากตารางที่ 4.1.3 การทดสอบของรถยนต์ทั้ง 2 รุ่น พบรถยนต์ที่เจอเสียงดังเวลาเลี้ยวซ้ายสุดและซ้ายขวาสุด พบว่ารถยนต์ ฮอนด้าซีวิกพบอาการเสียงดัง 2 คัน ส่วนรถยนต์ฮอนด้าซีอาร์วีพบอาการเสียงดัง 2 คัน เช่นกัน และก็ไม่พบอาการเสียงดัง อย่างละ 1 คัน แต่แต่ละคันที่ได้ทำการทดสอบพบได้ว่ารถทุกคันที่ทำการทดสอบนั้น เสียงของแต่ละคันจะดังไม่เท่ากันแตกต่างกัน บางคันก็ดังเล็กน้อยบางคันก็ค่อนข้างดัง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 สรุปผลของโครงการ

คู่มือการใช้เครื่องมือวิเคราะห์เสียงเร็คพวงมาลัยไฟฟ้า สำหรับผู้ที่มีความต้องการที่จะศึกษาข้อมูลการใช้เครื่องมือวิเคราะห์เสียงเร็คพวงมาลัยไฟฟ้า ที่ได้ทำการ รวบรวมข้อมูลในการศึกษา ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือ และวิธีการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถ นำไปใช้ศึกษาด้วยตนเองเป็นความรู้ที่มีต่อการทำงานของตัวเองและคนอื่น และยังเป็นประโยชน์ให้ช่างเทคนิครุ่นน้องให้ได้เข้าใจในใช้เครื่องมือวิเคราะห์เสียงได้ง่ายโดยไม่ต้องเสียเวลาในการเรียกหัวหน้าช่างมาสอน และยังสามารถลดขั้นตอนการตรวจสอบระยะเวลาในการทำงานได้ดีมากขึ้น

5.1.2 ข้อจำกัดหรือปัญหาของโครงการ

5.1.2.1 ระยะเวลาในการศึกษาข้อมูลของเร็คพวงมาลัยไฟฟ้า

5.1.2.2 การศึกษาขั้นตอนการทำงาน การติดตั้ง วิธีการใช้เครื่องมือวิเคราะห์เสียงของรถยนต์ฮอนด้า รุ่นใหม่ๆ

5.1.2.3 ผู้จัดทำโครงการ ยังไม่มีความชำนาญและความรู้เกี่ยวกับระบบเร็คพวงมาลัยไฟฟ้ามากพอ

5.1.3 ข้อเสนอแนะระหว่างการปฏิบัติงาน

5.1.3.1 ควรศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ขั้นตอนการทำงาน วิธีการใช้งานให้เป็นตามลำดับ

5.1.3.2 ควรมีการจัดการวางแผนการทำงานก่อนปฏิบัติงานและระยะเวลาในปฏิบัติการทำงาน

5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

5.2.1 ประโยชน์ในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ในการจัดทำสหกิจศึกษาครั้งนี้ ผู้จัดทำ ได้มีความรู้ความเข้าใจมากขึ้นในการทำงาน และได้มีประสบการณ์ในการศึกษาข้อมูล การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน ทำให้รู้จักการวิเคราะห์และยังสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาข้อมูลการใช้เครื่องมือวิเคราะห์เสียงนั้น ต้องรู้จักการทำงานของเร็คพวงมาลัยไฟฟ้า ชิ้นส่วนต่าง ๆ หลักการทำงาน การติดตั้งอย่างถูกวิธีและให้ได้ประสิทธิภาพให้ได้มากที่สุด และควรทำตามขั้นตอนต่าง ๆ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- โจวจุงจู๊ป. (2563). *หน้าที่การทำงาน ลูกหมากแต่ละชนิด*. เข้าถึงได้จาก <https://www.chowjung.com>
- ประณต กุลประสูติ. (2555). *ระบบส่งกำลังรถยนต์ ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ และระบบขับเคลื่อนทุกล้อ (เครื่องส่งกำลังและชุดเพลาส่งกำลังแบบธรรมดา)*. เข้าถึงได้จาก <https://www.car.chula.ac.th/>
- ลักษณา สุระพล. (2547). *บทที่ 2 ระบบบังคับเลี้ยว*. เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/site/ngankheruxnglangrthynt21012004/home>
- สุรทิน อินทรสกุล. (2561). *ศูนย์ล้อและยาง*. เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/a/n-tech.ac.th/ngan-kheruxng-lang-rthynt-trx/>
- โอภาส เมืองยศ . (2560). *ความรู้รถยนต์เบื้องต้นเรื่องระบบช่วงล่างรถยนต์*. เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/site/opasmuongyot2540/ngan-kheruxng-lang-laea-sng-kalangyan-ynt>
- Oborudow.Ru. (2563). *พวงมาลัยเพาเวอร์ไฟฟ้า*. เข้าถึงได้จาก <https://oborudow.ru/th/>
- Tech Directory Thailand. (2563). *เครื่องตรวจวิเคราะห์เสียงผิดปกติ (Noise Catcher)*. เข้าถึงได้จาก <https://thai.tech-dir.com/th>

ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา 6121100013

ชื่อ-นามสกุล นาย วุฒิไกร ใต้

อีเมล Mossthebad@gmail.com

เบอร์โทรศัพท์ 0917817433

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สาขา เครื่องกลต่อเนือง 2 ปี

ที่อยู่ 1/42 เอกชัย 83 ถนนเอกชัย เขตบางบอน แขวงบางบอน
กรุงเทพมหานคร 10150

ผลงาน คู่มือการใช้เครื่องมือวิเคราะห์แเรคพวงมาลัยไฟฟ้า รุ่น Noise Catcher