เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ

Low Speed Alternator

นายสุเมธ สงวนใจ

รายงานการวิจัยนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป
จากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		ค
กิตติกรรมประกาศ		จ
สารบัญ		ฉ
สารบัญตาราง		ซ
สารบัญภาพ		ฌ
บทที่ 1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
	ขอบเขตของการวิจัย	2
	ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	3
	เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์	3
	โวลเตจเรกูเลเตอร์	4
	เรกติไฟล์เออร์	9
	การใส่ขดลวดลงสล๊อตและการพันขดลวด	12
บทที่ 3	**การออกแบบ และการพัฒนา**	20
	แบบการลงขดลวดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์แบบเดิม	20
	การออกแบบดัดแปลงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ	21
	การดัดแปลงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ	21
บทที่ 4	**การทดสอบและผลการทดสอบ**	28
	การทดสอบและผลการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ	28
บทที่ 5	**สรุปผล ปัญหา การแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ**	31
	สรุปผล	31
	ปัญหาและการแก้ไขปัญหา	32
	ข้อเสนอแนะ	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	33
ภาคผนวก	34
ก การนำผลงานการวิจัยไปใช้ประโยชน์	35
ข ประวัติผู้วิจัย	38

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ผลการทดสอบการประจุแบตเตอรี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
กระแสสลับความเร็วรอบต่ำที่พัฒนาขึ้น 30

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์	4
2.2	วงจรไฟฟ้าของเรกูเลเตอร์แบบ 1 หน่วย	5
2.3	การต่อวงจรไฟชาร์จของเรกูเลเตอร์ 2 หน่วย	6
2.4	โครงสร้างของเรกูเลเตอร์แบบ 2 หน่วย	6
2.5	วงจรไฟฟ้าของเรกูเลเตอร์แบบ 2 หน่วย	7
2.6	ไอซีเรกูเลเตอร์	8
2.7	แสดงการต่อไอซีเรกูเลตอร์	8
2.8	วงจรการเรียงกระแสแบบฮาล์ฟเวฟหรือแบบครึ่งคลื่น	9
2.9	ชุดไดโอดบวกและลบแบบรวม (Mitsubishi)	10
2.10	ชุดไดโอดบวกและลบแบบรวม (Hitachi)	11
2.11	กระแสไฟฟ้าออกมามาก เกิดความราบเรียบของกระแสไฟฟ้า	11
2.12	การต่อขดลวดแบบ Y และต่อเข้ากับไดโอด	12
2.13	การต่อขดลวดแบบเดลต้า และต่อเข้ากับไดโอด	12
2.14	การพันแบบเวฟ	14
2.15	การพันขดลวดแบบแลป และแบบเวฟ	15
2.16	การการพันขดลวดแบบชั้นเดียว และแบบสองชั้น	16
2.17	การพันขดลวดแบบสไปแรล	16
2.18	การพันขดลวดอาเมเจอร์ 1 เฟส 2 ชั้นแบบแล็ป มี 2 ร่องต่อ 1 ขั้วแม่เหล็ก	17
2.19	ขดลวดแต่ละชุดพันเรียงห่างกัน 90 องศาทางไฟฟ้า	17
2.20	ขดลวดอาเมเจอร์แบบ 3 เฟสพัน 2 ชั้นแบบแลปมีคอล์ยพิชเต็ม	18
2.21	การพันขดลวดอาเมเจอร์ 3 เฟสแบบพิชเศษส่วน	19
2.22	แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำของขดลวดแบบพิชเต็ม และแบบพิชเศษส่วน	19
3.1	การลงขดลวดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์แบบเดิม	20
3.1	แบบลงขดลวดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ	21
3.2	การถอดส่วนประกอบออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์	22
3.3	การถอดสเตเตอร์ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์	22

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.4 การรื้อขดลวดออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์เพื่อวัดขนาดช่องสล๊อต	23
3.5 การตัดกระดาษเพื่อรองขดลวด	23
3.6 การลงขดลวดลงช่องสล๊อต	24
3.7 การใส่ไม้ไผ่ลงในช่องสล๊อตเพื่อเพิ่มความแน่นของขดลวด	24
3.8 การมัดเชือกขดลวด	25
3.9 การต่อจงจรเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์แบบวาย (Y)	25
3.10 การอาบน้ำยาวานิชเพื่อเคลือบขดลวดป้องกันการลัดวงจร	26
3.11 การใส่สเตเตอร์ลงในโครงด้านหน้า	26
3.12 การนำชิ้นส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์มาประกอบให้เสร็จสมบูรณ์	27
3.13 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์รอบต่ำที่เสร็จสมบูรณ์	27
4.1 วงจรการต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำเข้ากับชุดเรียงกระแสไฟฟ้าโวลเตจเรกูเลเตอร์ และแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์ชั่วโมง	29
4.2 การต่อวงจรการทดลองและการวัดค่าแรงดันและกระแส	29

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมทุกคนที่ช่วยแนะแนวทางตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนรายงานการวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี และขอขอบใจนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ หมู่เรียน 5211021351 ที่ให้ความร่วมมือในการพัฒนาและทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้งบประมาณในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ขอขอบคุณมา ณ. โอกาสนี้

นายสุเมธ สงวนใจ

ชื่อ : นายสุเมธ สงวนใจ
ชื่อเรื่อง : เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ
Low Speed Alternator
คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร
ปีงบประมาณ : 2555

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบ พัฒนา และทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ โดยการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำเครื่องต้นแบบจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าในรถยนต์ ให้สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ความเร็วรอบต่ำ ด้วยการออกแบบและพันชุดขดลวดสเตเตอร์จากเดิมใช้ขดลวดเบอร์ 15 SWG พันขดลวด 8 รอบต่อ 1 กรุ๊ป เป็นขดลวดเบอร์20 SWG พันขดลวด 28 รอบต่อ 1 กรุ๊ป การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำเครื่องต้นแบบ ด้วยการทดสอบการประจุแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์ชั่วโมง ที่ความเร็วรอบการหมุนของโรเตอร์ 100 รอบต่อนาที ถึง 500 รอบต่อนาที ผลการทดสอบเมื่อหมุนโรเตอร์ที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที ถึง 350 รอบต่อนาที จะมีแรงดันที่แบตเตอรี่ 12.1 โวลต์ และกระแสประจุแบตเตอรี่จะเพิ่มขึ้นระหว่าง 0.09 แอมแปร์ ถึง 1.18 แอมแปร์ ตามความเร็วรอบของการหมุนโรเตอร์ เมื่อความเร็วรอบเพิ่มมากขึ้น 400 รอบต่อนาที ถึง 500 รอบต่อนาที แรงดันและกระแสประจุแบตเตอรี่ จะเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของโรเตอร์ที่เพิ่มขึ้นระหว่าง 12.2 โวลต์ ถึง 12.4 โวลต์ และ 1.85 แอมแปร์ ถึง 2.70 แอมแปร์ ตลอดการทดสอบทุกความเร็วรอบ จะมีกระแสไหลเข้าขดลวดโรเตอร์ค่อนข้างคงที่อยู่ระหว่าง 2.58 แอมแปร์ ถึง 2.67 แอมแปร์

ผลการวิจัยปรากฏว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถประจุกระแสเข้าแบตเตอรี่ได้ดีเมื่อความเร็วรอบการหมุนของโรเตอร์ 400 รอบต่อนาทีขึ้นไป หากจะนำเอาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้กับกังหันลมแนวแกนตั้งขนาดเล็กที่สร้างจากถังน้ำพีวีซี 200 ลิตร ที่มีรอบการหมุนที่แกนกังหัน 100 รอบต่อนาที ต้องทำการทดรอบด้วยล้อสายพาน หรือเฟืองทดรอบในอัตราส่วน 1 ต่อ 4 ก่อนขับเคลื่อนโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

คำสำคัญ : เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ, เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์

Author : Mr. Sumet Sa - nguanjai

Title : Low Speed Alternator

Faculty : Agricultural Technology

Year : 2012

Abstract

The purpose of this study was to design, develop and test the low speed alternator. The low speed alternator model was developed from car alternator to the low speed alternator. The development was: designing and changing the stator from 15 SWG to 20 SWG and then binding 28 rounds for 1 group instead of binding 8 rounds for 1 group.

The low speed alternator model test: by using 12 volt battery charging 5 ampere-hour at a rotor rotational speed 100 rev/min to 500 rev/min. The result of the testing, when rotated the rotor rotational speed 100 rev/min to 350 rev/min, there would be the battery voltage 12.1 volt and the current charge would be raised between 0.09 ampere to 1.18 ampere depended on a speed of rotor rotation. At the speed 400 rev/min to 500 rev/min to 500 rev/min; the battery voltage and the current charge would be raised between 12.2 volt to 12.4 volt and 1.85 ampere to 2.70 ampere.

The current study showed that the low speed alternator model, which was developed, could charge effectively at a speed of a rotor rotation 400 rev/min up. The developed low speed alternator could use with Vertical Axis Turbine (VAWT) which was built from 200 liter PVC water tank and the axis rotated 100 rev/min. Before rotation the speed alternator, using the speed reducer in ratio 1:4.

Keywords: The low speed alternator model, the car alternator

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กังหันลมแนวแกนตั้ง(Vertical Axis Turbine)ขนาดเล็กที่สร้างจากถังน้ำพีวีซีขนาด 200 ลิตรเป็นกังหันลมที่มีข้อดีคือสามารถรับลมได้ทุกทิศทาง มีโครงสร้างและส่วนประกอบที่ไม่ซับซ้อน น้ำหนักเบา สะดวกในการติดตั้ง และสร้างขึ้นจากวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น แต่กังหันลมชนิดนี้มีข้อจำกัดคือมีรอบการหมุนต่ำประมาณ 100 รอบต่อนาที ดังนั้นในการผลิตพลังงานไฟฟ้าต้องใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าที่รอบการหมุน 100 รอบต่อนาที

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ(Alternator)ที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าในรถยนต์จะมีอุปกรณ์ประกอบที่ติดตั้งอยู่บนเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับคืออุปกรณ์เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงและอุปกรณ์ควบคุมระดับแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมในการประจุแบตเตอร์รี่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ในรถยนต์จะผลิตพลังงานไฟฟ้าเมื่อมีรอบการหมุนตั้งแต่ 750 รอบต่อนาทีขึ้นไป หากจะประยุกต์ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าในรถยนต์มาใช้กับกังหันลมแนวแกนตั้งขนาดเล็กที่สร้างจากถังน้ำพีวีซี 200 ลิตร ต้องพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าในรถยนต์ให้สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ในรอบการหมุนต่ำที่ 100 รอบต่อนาที

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าในรถยนต์ให้สามารถใช้ร่วมกับกังหันลมแนวแกนตั้งขนาดเล็กที่สร้างจากถังน้ำพีวีซีขนาด 200 ลิตรในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อประจุให้กับแบตเตอร์รี่ 12 โวลต์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษา และออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ
2. เพื่อพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำเครื่องต้นแบบ
3. เพื่อทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำเครื่องต้นแบบ

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยบรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยเรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำไว้ดังนี้

1. ลักษณะสมบัติของเครื่อง

1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเครื่องต้นแบบสามารถประจุแบตเตอร์รี่ 12 โวลต์ได้ที่รอบการหมุนตั้งแต่ 100 รอบต่อนาทีขึ้นไป

1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเครื่องต้นแบบสามารถหยุดการประจุแบตเตอร์รี่เมื่อแบตเตอร์รี่ได้รับการประจุเต็มแล้ว

2. ส่วนประกอบหลักของเครื่อง

2.1 โครงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

2.2 ขดลวดสเตเตอร์

2.3 โรเตอร์

2.4 ฝาปิดหัวท้าย

2.5 แปลงถ่าน

2.6 อุปกรณ์เรียงกระแส

2.7 อุปกรณ์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า

3. การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำเครื่องต้นแบบ

3.1 การทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับรอบการหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำเครื่องต้นแบบ

3.2 การทดสอบการประจุแบตเตอร์รี่ 12 โวลต์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำเครื่องต้นแบบ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าความเร็วรอบต่ำเครื่องต้นแบบจำนวน 1 เครื่อง
2. เป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้กับกังหันลมแบบอื่นๆ ต่อไป

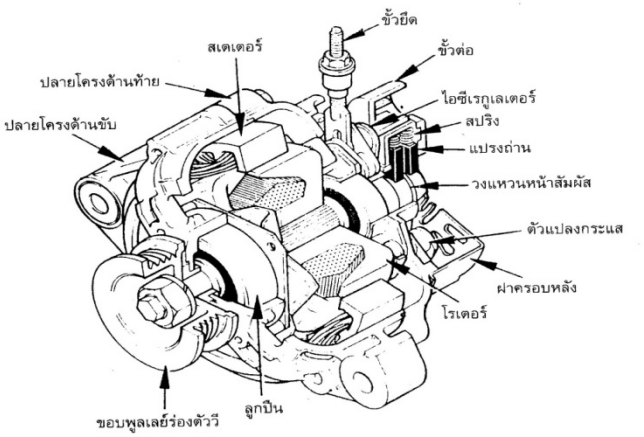
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทนี้ ได้กล่าวถึงเนื้อหาและทฤษฎีต่างๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ เพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ เหมาะสมกับการใช้งาน

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์

รถยนต์จะใช้แบตเตอรี่เป็นต้นกำเนิดพลังงานไฟฟ้าที่นำพลังงานไฟฟ้าจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในรถยนต์ เมื่อมีการนำพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในรถยนต์ จะทำให้แบตเตอรี่หมดพลังงาน ดังนั้นจึงต้องนำแบตเตอรี่รถยนต์ไปทำการประจุพลังงานไฟฟ้าใหม่ทุกครั้ง ซึ่งเป็นความยุ่งยากในการใช้งาน เพื่อเป็นการแก้ปัญหาในการที่จะต้องนำเอาแบตเตอรี่ไปประจุพลังงานไฟฟ้าใหม่ จึงมีการคิดค้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อทำหน้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับจ่ายให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ในรถยนต์ขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน และในเวลาเดียวกันจะทำการประจุพลังงานไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ด้วย ทั้งนี้เพื่อให้มีพลังงานไฟฟ้าสำรองในแบตเตอรี่เพียงพอที่จะใช้งานในขณะที่ไม่ได้สตาร์ทเครื่องยนต์ รถยนต์ในอดีตมีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่มากเมื่อเทียบกับปัจจุบัน ดังนั้นการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าในรถยนต์ในอดีตจะใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระแสตรง(Direct Current Generator) หรือไดนาโม แต่ปัจจุบันสิ่งอำนวยความสะดวกและระบบไฟฟ้าในรถยนต์มีเพิ่มขึ้นมาก ทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของรถยนต์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย เป็นสาเหตุให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระแสตรงไม่เหมาะกับการใช้งาน ทำให้มีการคิดค้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในรถยนต์แบบใหม่คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์(Alternator) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้จะผลิตพลังงานไฟฟ้าออกมาในลักษณะไฟฟ้ากระแสสลับ และทำการเปลี่ยนให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์มีคุณสมบัติในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ดีในรอบเครื่องยนต์ต่ำ ซึ่งเหมาะกับรถยนต์ที่ใช้อยู่ในเมืองเป็นอย่างดี



ภาพที่ 2.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์
ที่มา (พงษ์ศักดิ์ บุญธรรมกุล, 2544)

โวลเตจเรกูเลเตอร์

เรกูเลเตอร์ (regulator) คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ไม่ให้ออกมามากเกินไป ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่ อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆในรถยนต์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์เสียได้ เนื่องจากความเร็วรอบของรถยนต์ไม่คงที่ ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ก็เปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์หรือภาระ (ได้แก่ หลอดไฟ มอเตอร์ปัดน้ำฝน แอร์ และวิทยุเทป) ของรถยนต์มีการเปลี่ยนแปลง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์จะต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาให้มีแรงดันไฟฟ้าคงที่ โดยการใช้เรกูเลเตอร์เป็นตัวควบคุม เรกูเลเตอร์จะควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็กของขดลวดโรเตอร์ โดยการเพิ่มหรือลดกระแสไฟฟ้าที่เข้าไปยังขดลวดโรเตอร์ เพื่อที่จะควบคุมจำนวนแรงดันไฟฟ้าที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ให้อยู่ในค่าที่กำหนดคือ 13.8 ถึง 14.8 โวลต์

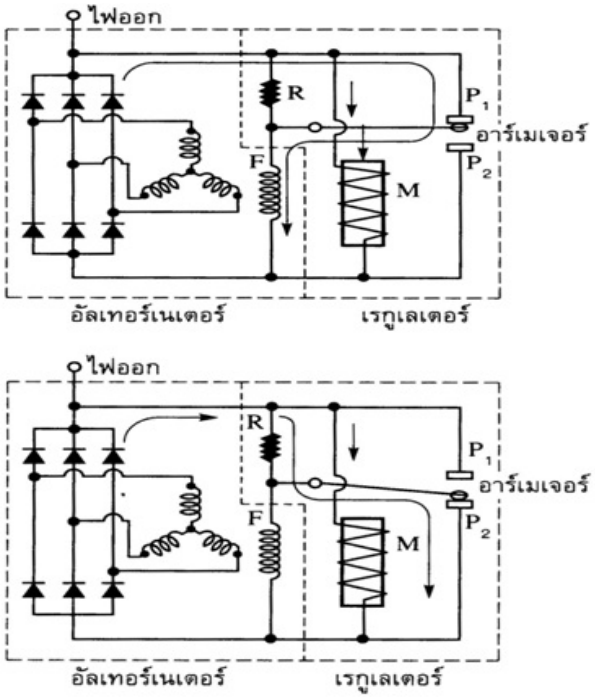
1. เรกูเลเตอร์ (Regulator)

คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ไม่ให้ออกมามากเกินไป ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่ อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในรถยนต์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์เสียได้ เรกูเลเตอร์มีสองชนิดคือ เรกูเลเตอร์หน้าทองขาว และไอซีเรกูเลเตอร์

1.1 เรกูเลเตอร์หน้าทองขาว มี 2 แบบคือเรกูเลเตอร์หน้าทองขาวแบบ 1 หน่วย และเรกูเลเตอร์หน้าทองขาวแบบ 2 หน่วย

1.1.1 เรกูเลเตอร์หน้าทองขาวแบบ 1 หน่วย จากภาพที่ 2.2 การทำงานของเรกูเตอร์หน้าทองขาวแบบ 1 หน่วย โดยหน้าทองขาวที่เคลื่อนที่ติดกับหน้าทองขาว P1 กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะ

ไหลผ่านหน้าทองขาว P1 ผ่านหน้าทองขาวที่เคลื่อนที่ไปยังขดลวดโรเตอร์โดยไม่ผ่านตัวความต้านทาน ทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์มีมาก เมื่อความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์สูงขึ้น ก็ทำให้สนามแม่เหล็กของขดลวดโวลเตจเรกูเลเตอร์มีมากขึ้นจนสามารถดูดหน้าทองขาวให้เคลื่อนลง แต่ยังไม่ติดกับหน้าทองขาว P2 กระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่านตัวความต้านทานไปยังขดลวดโรเตอร์ ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ผลิตแรงดันไฟฟ้าลดลง เมื่อความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ยังคงที่หรือสูงขึ้น ก็จะทำให้ขดลวดโวลเตจเรกูเลเตอร์เกิดสนามแม่เหล็กเพิ่มมากขึ้นจนสามารถดูดหน้าทองขาวที่เคลื่อนที่ให้ลงมาติดกับหน้าทองขาว P2 กระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่านตัวความต้านทานไปหน้าทองขาวที่เคลื่อนที่ผ่านหน้าทองขาว P2 ลงกราวด์ ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังขดลวดโรเตอร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์จะไม่มีแรงดันไฟฟ้าออกมา เป็นการตัดประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ (บุญธรรม ภัทราจารุกุล, 2544)

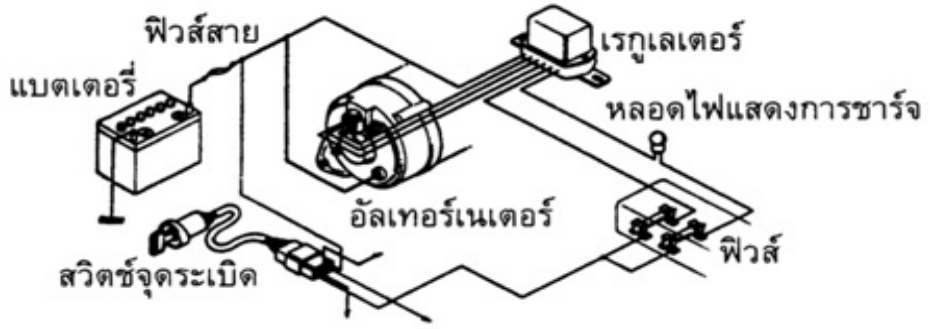


ภาพที่ 2.2 วงจรไฟฟ้าของเรกูเลเตอร์แบบ 1 หน่วย
ที่มา (บุญธรรม ภัทราจารุกุล, 2544)

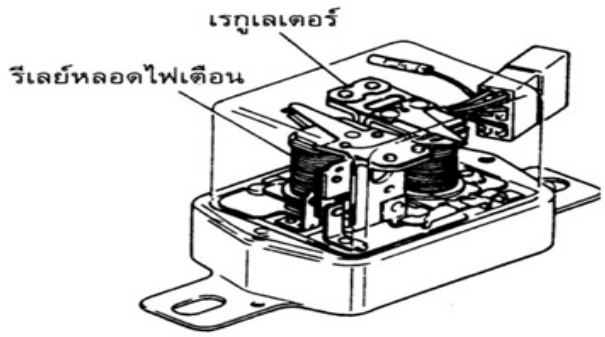
เรกูเลเตอร์แบบนี้สามารถลดค่าความต้านทานของตัวความต้านทานลงได้และเมื่อหน้าทองขาวเปิดและปิด จะเกิดการอาร์คที่หน้าทองขาวลดลงมาก ทำให้หน้าทองขาวมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น การใช้เรกูเลเตอร์แบบ 1 หน่วยนี้จะไม่มีหลอดไฟแสดงการชาร์จบนผังหน้าปัด แต่จะใช้แอมมิเตอร์แสดงแทน

1.1.2 เรกูเลเตอร์หน้าทองขาวแบบ 2 หน่วย

เรกูเรเตอร์ชนิด 2 หน่วยนี้จะมี 2 หน่วยสนามแม่เหล็ก คือโวลเตจเรกูเลเตอร์และรีเลย์ไฟชาร์จ หน่วยโวลเตจเรกูเลเตอร์ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ให้จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ และรีเลย์ไฟชาร์จทำหน้าที่ควบคุมหลอดไฟแสดงการชาร์จ



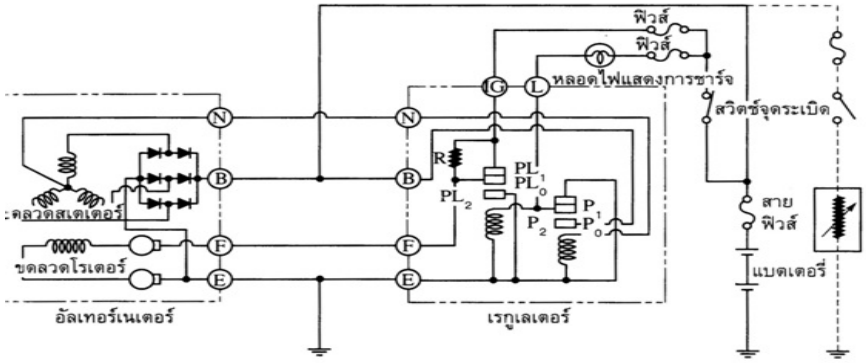
ภาพที่ 2.3 การต่อวงจรไฟชาร์จของเรกูเลเตอร์ 2 หน่วย
ที่มา (บุญธรรม ภัทราจารุกุล, 2544)



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างของเรกูเลเตอร์แบบ 2 หน่วย
ที่มา (บุญธรรม ภัทราจารุกุล, 2544)

การทำงานของเรกูเลเตอร์มีดังนี้ จากภาพที่ 2.5 เมื่อเปิดสวิตช์จุดระเบิด กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้ว IG ของสวิตช์ไปยังขั้ว IG ของเรกูเลเตอร์ผ่านหน้าทองขาว PL1 , PL0 ไปยังขั้ว F และออกจากขั้ว F ของเรกูเลเตอร์เข้าขดลวดโรเตอร์ลงกราวด์ครบวงจร ทำให้ขดลวดโรเตอร์เกิดสนามแม่เหล็ก จากขั้ว IG

ของสวิตช์จุดระเบิดอีกเส้นหนึ่งไปยังหลอดไฟแสดงการชาร์จ เข้าขั้ว L ของเรกูเลเตอร์ไปยังหน้าทองขาว P0 และผ่านหน้าทองขาว P1 ลงกราวด์ครบวงจร ทำให้หลอดไฟแสดงการชาร์จติดสว่าง
(บุญธรรม ภัทราจารุกุล, 2544)



ภาพที่ 2.5 วงจรไฟฟ้าของเรกูเลเตอร์แบบ 2 หน่วย
ที่มา (บุญธรรม ภัทราจารุกุล, 2544)

เมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็วรอบต่ำถึงความเร็วรอบปานกลาง เมื่อทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ เครื่องยนต์อยู่ในตำแหน่งเดินเบา เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ก็หมุนด้วยความเร็วรอบต่ำ ขดลวดโรเตอร์ซึ่งเป็นสนามแม่เหล็กหมุนตัดกับขดลวดสเตเตอร์เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นที่ขั้ว B และขั้ว N (ขั้ว N จะมีเพียงครึ่งหนึ่งของขั้ว B) กระแสไฟฟ้าจากขั้ว N ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์จะไปยังขั้ว N ของเรกูเลเตอร์ เข้าขดลวดรีเลย์ไฟชาร์จลงกราวด์ ทำให้ขดลวดเกิดสนามแม่เหล็กดูดหน้าทองขาว P0ให้ลงมาติดกับหน้าทองขาว P2 กระแสไฟฟ้าจากขั้ว B ของเรกูเลเตอร์ซึ่งรออยู่ที่หน้าทองขาว P2 ก็จะไปติดยังหน้าทองขาว P0 ไปยังขดลวดโวลเตจเรกูเลเตอร์ลงกราวด์ ทำให้ขดลวดโวลเตจเรกูเลเตอร์เกิดสนามแม่เหล็ก ขณะเดียวกันเมื่อกระแสไฟฟ้าจากขั้ว L ผ่านหน้าทองขาว P0 ไปยังขดลวดโวลเตจเรกูเลเตอร์ จะชนกับกระแสไฟฟ้าขั้ว B ทำให้เกิดการสมดุลทางไฟฟ้าหลอดไฟแสดงการชาร์จที่หน้าปัดดับขณะที่แรงดันไฟฟ้าที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ยังมีไม่มาก อำนาจแม่เหล็กของขดลวดโวลเตจเรกูเลเตอร์ก็มีน้อย ไม่สามารถดูดหน้าทองขาว PL0 ให้แยกจาก PL1 ได้ กระแสไฟฟ้าจากขั้ว IG ก็ไปยังขั้ว F โดยไม่ผ่านตัวความต้านทานที่ต่อขนานอยู่กับหน้าทองขาว PL1 , PL0 ทำให้กระแสไฟฟ้าจากขั้ว IG ก็ไปยังขั้ว F เข้าขดลวดโรเตอร์ได้มาก ความเข้มของสนามแม่เหล็กของขดลวดโรเตอร์มีมาก

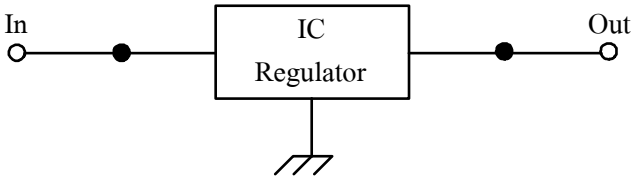
เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มมากขึ้น แรงดันไฟฟ้าที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์มากขึ้นด้วย ทำให้ขดลวดโวลเตจเรกูเลเตอร์มีสนามแม่เหล็กมากขึ้นจนสามารถดูด

หน้าทองขาว PL0 ให้แยกจากหน้าทองขาว PL1 แต่ยังไม่ติดกับหน้าทองขาว PL2 กระแสไฟฟ้าจากขั้ว IG ผ่านหน้าทองขาว PL0 ไม่ได้ ก็ไปผ่านตัวความต้านทานไปยังขั้ว F ของเรกูเลเตอร์แล้วเข้าขั้ว

1.2 ไอซีเรกูเลเตอร์ ทำหน้าที่ควบคุมไฟที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ เพื่อป้องกันแรงดันไฟเกิน และการประจุไฟมากเกินไปที่แบตเตอรี่ เรกูเลเตอร์มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบมีหน้าทองขาวและแบบไม่มีหน้าทองขาว แบบไม่มีหน้าทองขาวเรียกกันว่าไอซีเรกูเลเตอร์ ประกอบด้วยวงจรรวม (วงจรไอซี) แปรงถ่าน ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟให้โรเตอร์เพื่อผลิตสนามแม่เหล็ก แบริ่ง ทำให้ตัวโรเตอร์หมุนได้อย่างคล่องตัวและพัดลมระบายความร้อนให้โรเตอร์ สเตเตอร์และชุดไดโอด (http://www.phithan-toyota.com/th74/article/detail/159/7)

ภาพที่ 2.6 ไอซีเรกูเลเตอร์
ที่มา (http://www.phithan-toyota.com/th74/article/detail/159/7)

ไอซีเรกูเลเตอร์สามขาชนิดจ่ายแรงดันคงที่ ภายในประกอบด้วยวงจรเรกูเลเตอร์แบบอนุกรม มีขาต่อใช้งาน 3 ขา ประกอบด้วยขา อินพุท เอาท์พุท และกราวด์ ซึ่งจะจ่ายแรงดันค่าใดค่าหนึ่งโดยเฉพาะ (http://www.sptc.ac.th/prapruet/devicesweb/books/book_9.htm)

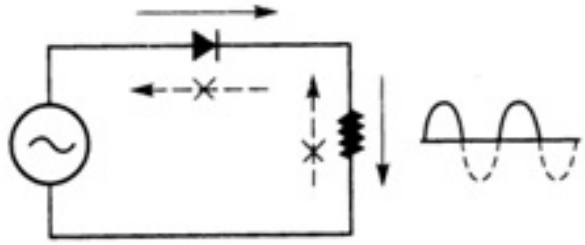


ภาพที่ 2.7 แสดงการต่อไอซีเรกูเลตอร์
ที่มา (http://www.sptc.ac.th/prapruet/devicesweb/books/book_9.htm)

จุดเด่นของไอซีเรกูเลเตอร์ค่าคงที่นี้คือ สามารถต่อวงจรได้ง่ายไม่ต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมมากนัก ในการต่อวงจรบางครั้งจำเป็นต้องต่อไอซีเรกูเลเตอร์ห่างจากแหล่งจ่ายไฟอินพุทเกิน 5 เซนติเมตร ควรใส่ตัวเก็บประจุอิเล็กทรอไลต์ ขนาดประมาณ 10 ไมโครฟารัดไว้ด้านขาเข้า เพื่อป้องกันการเกิดออสซิลเลตที่ความถี่สูง ซึ่งจะทำให้วงจรขาดเสถียรภาพ ขาออกที่ออกจากไอซีเรกูเลเตอร์ จะได้แรงดันเอาท์พุทที่เรียบพอสมควรอยู่แล้ว แต่อาจใส่ตัวเก็บประจุที่มีค่าประมาณ 100 ไมโครฟารัด เพื่อช่วยปรับปรุงแรงดันให้เรียบขึ้น ถึงแม้ว่าแรงดันไอซีเรกูเลเตอร์ชนิดนี้จะให้แรงดันเอาท์พุทคงที่ มีเบอร์ให้เลือกแรงดันเอาท์พุทได้คงที่หลายเบอร์เช่น 5 V, 5.2 V, 6V, 8V, 10V, 12V, 15V, 18V และ 24V กระแสขาออกตั้งแต่ 10 มิลลิแอมแปร์ ถึง 3 แอมแปร์ และมีให้เลือกทั้งชนิดเรกูเลเตอร์ไฟบวกและเรกูเลเตอร์ไฟลบ(http://www.sptc.ac.th/prapruet/devicesweb/books/book_9.htm)

เรกติไฟล์เออร์ (Rectifier)

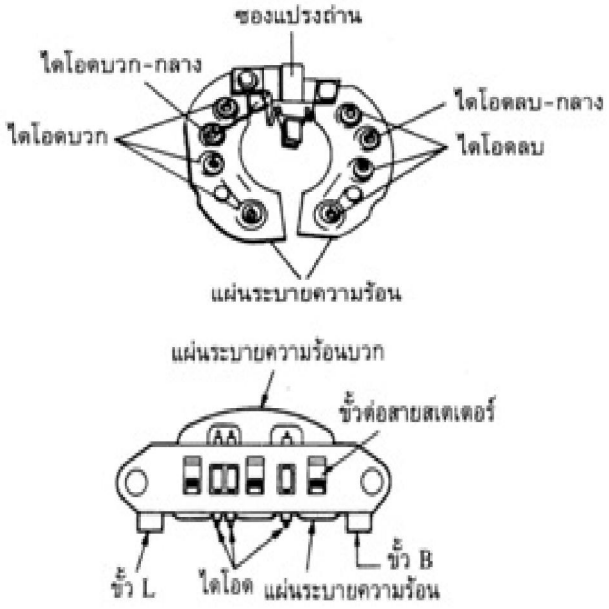
เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ที่มีขดลวดสเตเตอร์เพียงขดเดียวที่ใช้ไดโอดบวกเพียงตัวเดียวเป็นตัวเรียกระแสไฟฟ้า เมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าคลื่นบวกทางด้านบน กระแสไฟฟ้าคลื่นบวกสามารถผ่านไดโอดไปได้ แต่เมื่อคลื่นบวกออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ทางด้านล่างกระแสไฟฟ้าคลื่นบวกไม่สามารถผ่านไดโอดไปได้ จะเห็นได้ว่าเกิดการขาดตอนของกระแสไฟฟ้า จะทำให้กระแสไฟฟ้าที่ออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ไม่เรียบ ซึ่งเป็นการเรียงกระแสไฟฟ้าแบบฮาล์ฟเวฟ (half wave) หรือแบบครึ่งคลื่น (บุญธรรม ภัทราจารุกุล, 2544)



ภาพที่ 2.8 วงจรการเรียงกระแสแบบฮาล์ฟเวฟหรือแบบครึ่งคลื่น
ที่มา (บุญธรรม ภัทราจารุกุล, 2544)

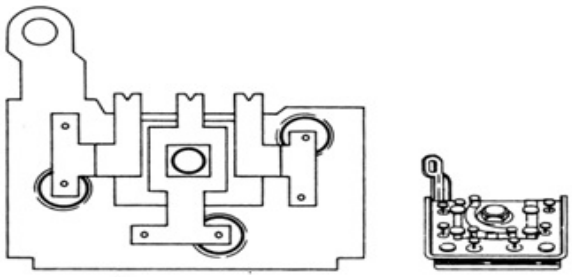
1. การเรียงกระแสของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ การต่อขดลวด และการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์

1.1 การเรียงกระแสของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ เมื่อเรานำไดโอดบวก 2 ตัวและไดโอดลบ 2 ตัวมาต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ที่มีขดลวดสเตเตอร์เพียงหนึ่งขด เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์มีกระแสไฟฟ้าคลื่นบวกออกทางด้านบน คลื่นบวกไม่สามารถผ่านไดโอดบวกเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ทางด้านล่างได้ครบวงจร และเมื่อกระแสไฟฟ้าคลื่นบวกออกทางด้านล่าง ก็ไม่สามารถไหลผ่านไดโอดบวกกลับเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ทางด้านบนได้เมื่อดูกราฟทางคลื่นไฟฟ้า จะเห็นได้ว่าไม่เกิดการขาดตอนของกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์เกิดความราบเรียบไม่ขาดตอน เป็นการแปลงกระแสแบบฟูลเวฟ (full wave) หรือแบบเต็มคลื่น ไดโอดที่ติดกันในวงจรนี้เรียกว่า การต่อไดโอดแบบบริดจ์ (bridge) ไดโอดคืออุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้แปลงกระแสไฟฟ้าสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ชุดไดโอดบวกจะมี 3 ตัว และชุดไดโอดลบก็จะมี 3 ตัวเช่นเดียวกัน แต่เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์บางแบบก็จะมีไดโอดบวก 4 ตัวและไดโอดลบ 4 ตัว กระแสไฟฟ้าจะได้จากไดโอดบวก เพราะฉะนั้นชุดไดโอดบวกจะต้องไม่สัมผัสกับโครงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ ขณะที่ไดโอดทำงานจะเกิดความร้อนขึ้น โครงของไดโอดจะได้รับการระบายความร้อน เพื่อป้องกันไม่ให้ไดโอดเกิดความร้อนสูงเกินไปจนไดโอดเสียได้ ชุดไดโอดจะมีการออกแบบมาใช้งานด้วยกันหลายแบบ แต่จุดประสงค์ในการใช้งานจะเหมือนกัน



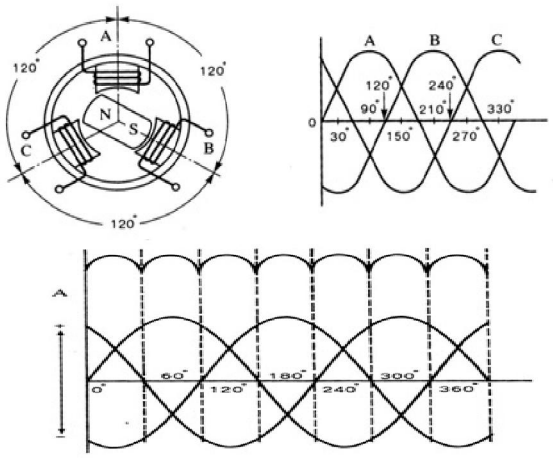
ภาพที่ 2.9 ชุดไดโอดบวกและลบแบบรวม (Mitsubishi)

ที่มา (บุญธรรม ภัทราจารุกุล, 2544)



ภาพที่ 2.10 ชุดไดโอดบวกและลบแบบรวม (Hitachi)
ที่มา (บุญธรรม ภัทราจารุกุล, 2544)

ในการใช้งานจริง เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ที่ใช้ขดลวดสเตเตอร์เพียงขดเดียว ไม่สามารถที่จะจ่ายแรงดันกระแสไฟฟ้าได้เพียงพอกับความต้องการ จึงมีการเพิ่มจำนวนของขดลวดสเตเตอร์เป็น 3 ขดลวด ขดลวดทั้ง 3 จะวางห่างกันทำมุม 120 องศาซึ่งกันและกัน ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขดลวดทั้ง 3 และแม่เหล็ก กระแสไฟฟ้าสลับที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า กระแสไฟฟ้าสลับ 3 เฟส จะเห็นได้ว่ากระแสไฟฟ้าที่ออกมาจากขดลวดทั้ง 3 ซ้อนกันมาก จึงทำให้เกิดความราบเรียบของกระแสไฟฟ้า

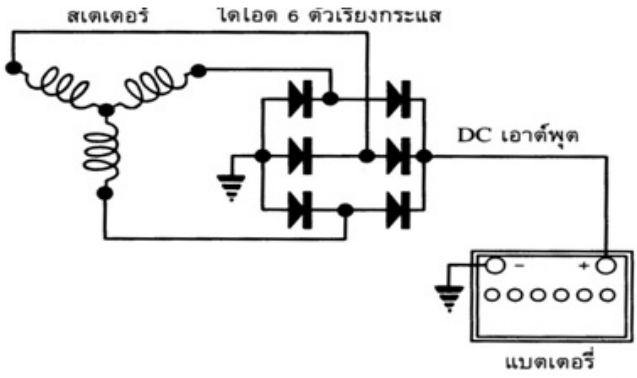


ภาพที่ 2.11 กระแสไฟฟ้าออกมามาก เกิดความราบเรียบของกระแสไฟฟ้า
ที่มา (บุญธรรม ภัทราจารุกุล, 2544)

1.2 การต่อขดลวดทั้ง 3 ขดเข้าด้วยกันในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์มีด้วยกัน 2 แบบคือ

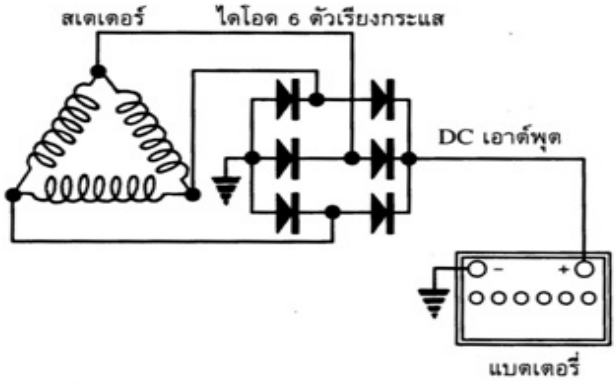
1.2.1 การต่อแบบY หรือสตาร์ (Y or star junction) การต่อขดลวด 3 เฟสแบบนี้ใน

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์เป็นแบบที่นิยมใช้กันมาก โดยขดลวดทั้ง 3 ขด ปลายด้านหนึ่งจะต่อรวมกัน จุดต่อนี้เรียกว่า จุดต่อรวม (neutral junction) หรือขั้ว N



ภาพที่ 2.12 การต่อขดลวดแบบ Y และต่อเข้ากับไดโอด
ที่มา (บุญธรรม ภัทราจารุกุล, 2544)

1.2.2 การต่อแบบเดลต้า (delta junction) การต่อแบบนี้จะไม่มีจุดต่อรวมแบบ Y ส่วนการทำงานและการบำรุงรักษาจะเหมือนกับการต่อแบบ Y



ภาพที่ 2.13 การต่อขดลวดแบบเดลต้า และต่อเข้ากับไดโอด
ที่มา (บุญธรรม ภัทราจารุกุล, 2544)

การใส่ขดลวดลงสล๊อตและการพันขดลวด

การใส่ขดลวดลงสล๊อตและการพันขดลวด ต้องมีการออกแบบอย่างถูกวิธี และการใส่ขดลวดลงในสล๊อตเป็นกรรมวิธีที่ประณีต และสำคัญที่สุดในการซ่อมแซมมอเตอร์หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังนั้นจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะอย่าให้ขดลวดถูกขูดขีดเสียหายเพื่อรักษาสภาพ

ฉนวนให้ได้สมบูรณ์ดีที่สุด เพื่อทำให้มอเตอร์หมุนได้อย่างไม่ติดขัด มีประสิทธิภาพในการใช้งาน และไม่ชำรุดในขณะใช้งานหนัก (พีรศักดิ์ วรสุทโรสถ, 2536)

1. การเตรียมงาน แบบการพันและขั้นตอนการพันขดลวด

1.1 การเตรียมงาน มีขั้นตอนหลักๆอยู่ 7 ขั้นตอนดังนี้

1.1.1 วัดมิติต่างๆของแกนสเตเตอร์ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (D_o) และเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (D_i) ของแกนสเตเตอร์ รวมทั้งวัดเส้นผ่าศูนย์กลางถึงกึ่งกลางความลึกของช่องสล๊อตทั้งสองด้าน (D_m) และระยะความยาวของแกนสเตเตอร์ด้านทรงกระบอก (L)

1.1.2 วัดมิติต่างๆของช่องสล๊อต การวัดใช้คาลิปเปอร์เวอร์เนีย ในการวัดโดยตรงขณะที่แกนซ้อนแผ่นอยู่ทั้งสเตเตอร์ ทำได้ลำบาก สามารถวัดได้โดยวิธีง่ายๆ โดยใช้กระดาษแผ่นหนาปิดทาบหน้าสล๊อตแล้วใช้ค้อนตอกกระดาษให้รูปรอยสล๊อตติดบนกระดาษ แล้วค่อยใช้วัดมิติต่างๆ ตามต้องการ

1.1.3 การออกแบบแกนขึ้นรูปขดลวด สำหรับการพันขดลวดแบบแลป ในการรื้อขดลวดออกได้ให้พยายามคงรูปขดลวดไว้ในสภาพเดิมเท่าที่จะทำได้ซึ่งถ้าพอมีขดลวดที่คงสภาพเดิมอยู่ก็สามารถนำมาใช้เป็นตัวอย่างขึ้นรูปได้ แม้ว่าขดลวดที่รื้อออกมาจะไม่มีสภาพเดิมก็ตามให้วัดความยาวของ 1 รอบของขดลวด

1.1.4 การทำแกนขึ้นรูปพันขดลวด ในการพันแบบแลปใช้แกนขึ้นรูปขนาดเดียวกันมีจำนวนแกนเท่ากับจำนวนขดลวดที่ต่ออนุกรม และแผ่นปิดข้างเท่ากับจำนวนต่ออนุกรมบวกหนึ่งเสมอ

ส่วนในการพันแบบเชนใช้แกนขึ้นรูปขดลวดขนาดต่างกันจากเล็กไปใหญ่โดยมีจำนวนแกนเท่ากับจำนวนขดลวดที่ต้องการต่ออนุกรมในวงจร และแผ่นประกบข้างขนาดต่างๆ กันมีจำนวนมากกว่าจำนวนขดลวดต่ออนุกรมกันอยู่หนึ่งโดยที่มี 2 แผ่นใหญ่สุดมีขนาดเท่ากัน

รูตรงกลางของแกนขึ้นรูปเจาะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสเพื่อกันมิให้แกนขึ้นรูปหมุนฟรีในเครื่องพันขดลวดได้ดังนั้นเพลาของเครื่องพันขดลวดส่วนสวมแกนขึ้นรูปจะต้องมีลักษณะเป็นเพลาสี่เหลี่ยมจัตุรัสด้วย

ร่องบาก s บนแผ่นประกบข้าง ซึ่งชี้ในทิศเดียวกับ A เมื่อประกบมีไว้สำหรับเป็นช่องออกของลวดขณะเริ่มต้น และ เป็นจุดระหว่างขดลวดอนุกรมอันถัดออกไปด้วย ส่วนร่องบาก s ซึ่งชี้อยู่ในทิศทาง 1 มีไว้สำหรับสอดด้ายเพื่อมัดขดลวดให้คงรูปอยู่ก่อนถอดแบบขึ้นรูปออก ก่อนใส่ลงช่องสล๊อต

วัสดุที่ใช้เป็นแกนขึ้นรูปพันขดลวดควรใช้ไม้เนื้อแข็งมากๆ เพื่อกันการเกิดรอยกดยุบเสียรูปของขดลวดส่วนแผ่นประกับข้างใช้วัสดุอะไรก็ได้ที่เห็นเหมาะสม

1.1.5 การทำลิ่มยันขดลวด ลิ่มยันขดลวดซึ่งมีไว้สำหรับอัดให้ขดลวดอยู่ภายในช่องสล๊อต ขนาดความกว้างของลิ่มต้องทำให้กว้างกว่า W_3 แต่แคบกว่า W_2 และยาวกว่าความยาวของตัวสเตเตอร์โดยมีความหนาประมาณ 5 ถึง 7 มม. วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่ควรใช้ไม้ไผ่อบแห้ง หรือไฟเบอร์

1.1.6 การตัดกระดาษฉนวนขนาดมิติของการตัดกระดาษฉนวนให้กะดูตามขนาดมิติของช่องสล๊อต

1.1.7 การพัน และการใส่กระดาษฉนวนลงในช่องสล๊อต

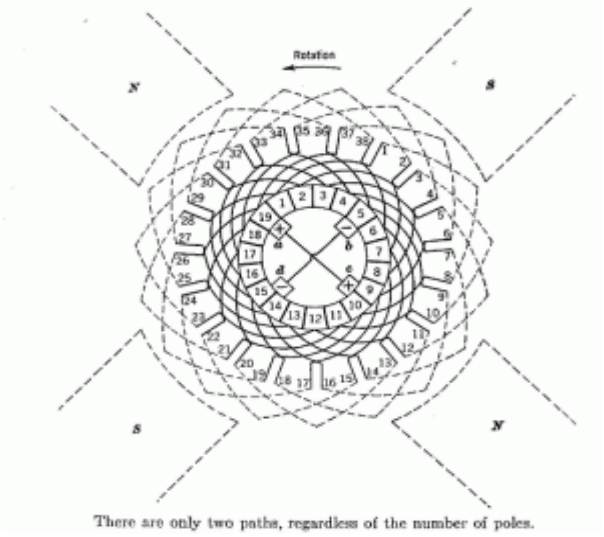
พันกระดาษฉนวนหุ้มสล๊อตให้มีขนาดพอดีสวมเข้ากับความกว้าง W_1 ของช่องสล๊อต และใส่ลงในสล๊อต

1.2 การพันแบบ(Wave Winding) การพันแบบนี้ถ้าจะแปลตามศัพท์ก็เรียกว่า การพันอาร์มาเจอร์แบบคลื่นวิธีพันอาจจะแตกต่างกันแบบแลป อยู่บ้าง แต่ก็แบ่งแยกออกเป็น 3 วิธีด้วยกัน คือ

1.2.1 ซิมเพลกซ์ เวฟ ไวน์ดิ้ง (Simplex Wave Winding)

1.2.2 ดูเพลกซ์ เวฟ ไวน์ดิ้ง (Duplex Wave Winding)

1.2.3 ทริพเพลกซ์ เวฟ ไวน์ดิ้ง (Triplex Wave Winding)



ภาพที่ 2.14 การพันแบบเวฟ

ที่มา (http://www.freewebs.com/epowerdata/epower2007/subject/Alternator/Unit3.pdf)

ข้อแตกต่างในการพันแบบแลปกับแบบเวฟ อยู่ที่ในตำแหน่งของสายลวดที่พันอาร์มาเจอร์ ต่อกับบาร์คอมมิวเตเตอร์ แบบซิมเพลกซ์ แลป ไวน์ดิ้ง การพันตั้งต้นและบรรจบรอบของปลายขดลวดในขดลวดเดียวกัน แต่วิธีพันแบบ เวฟ ไวน์ดิ้ง การพันตั้งต้นและบรรจบรอบของปลายขดลวด จะต่อกับคอมมิวเตเตอร์ ซึ่งอยู่ต่างหากคนละบาร์ และห่างกันออกไปมากทีเดียว

1.3 วิธีการพันแบบเวฟไวน์ดิ้งมีดังนี้

1.3.1 มอเตอร์ชนิด 4 ขั้ว การต่อปลายสายของขดลวดกับบาร์คอมมิวเตเตอร์ จะต่อกันในด้านตรงข้ามของบาร์

1.3.2 มอเตอร์ชนิด 6 ขั้ว การต่อปลายสายขดลวดเป็นแบบ 1-3 ของบาร์คอมมิวเตเตอร์ซึ่งอยู่ต่างห่างกัน

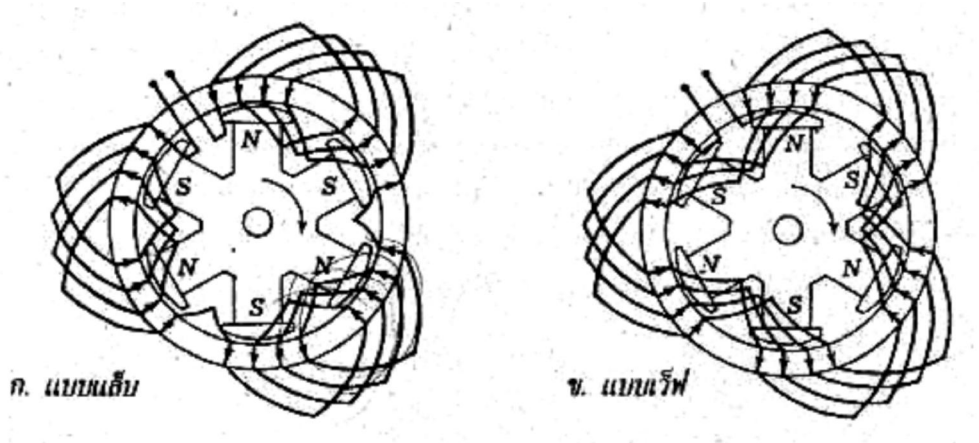
1.3.3 มอเตอร์ชนิด 8 ขั้ว การต่อปลายสายขดลวดเป็นแบบ 1-4 ของบาร์คอมมิวเตเตอร์ซึ่งอยู่ต่างหากกัน

การพันแบบเวฟไวน์ดิ้ง สรุปแล้วเป็นแบบซึ่งให้เริ่มต้น และปลายสายของขดลวดแต่ละสายต่อกับบาร์ต่างหากกันไป ซึ่งสุดแต่จำนวนของขั้วมอเตอร์ และจำนวนของบาร์คอมมิวเตเตอร์ที่มีอยู่

ในการพันขดลวดแบบเวฟไวน์ดิ้งสำหรับมอเตอร์ที่มี 4 ขั้วนั้น กระแสไฟฟ้าจะไหลเรื่อยตลอดไปยังขดลวด อย่างน้อย 2 ขด ก่อนที่จะถึงบาร์คอมมิวเตเตอร์ซึ่งอยู่ติดกับจุดสตาร์ทหรือเริ่มเดินของมอเตอร์ ถ้าเป็นมอเตอร์แบบ 6 ขั้ว กระแสจะไหลเข้าสู่ขดลวด 3 ขดก่อนจะถึงบาร์ที่ติดกับจุดสตาร์ท การพันแบบเวฟไวน์ดิ้งนี้ ไม่ใช้กับมอเตอร์ชนิด 2 ขั้ว

1.4 การพันขดลวดอาเมเจอร์ การออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้สร้างแรงดันเอาต์พุต ได้ตามต้องการ สิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงคือ การพันขดลวดอาเมเจอร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับมีการพันขดลวดอาเมเจอร์แตกต่างกัน โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมีการพันลักษณะวงจรปิด แต่เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเป็นทั้งแบบวงจรเปิด(สตาร์) และวงจรปิด(เดลต้า)

1.4.1 ขดลวดอาเมเจอร์ของเครื่องกำเนิด 1 เฟส(Single Phase Winding)

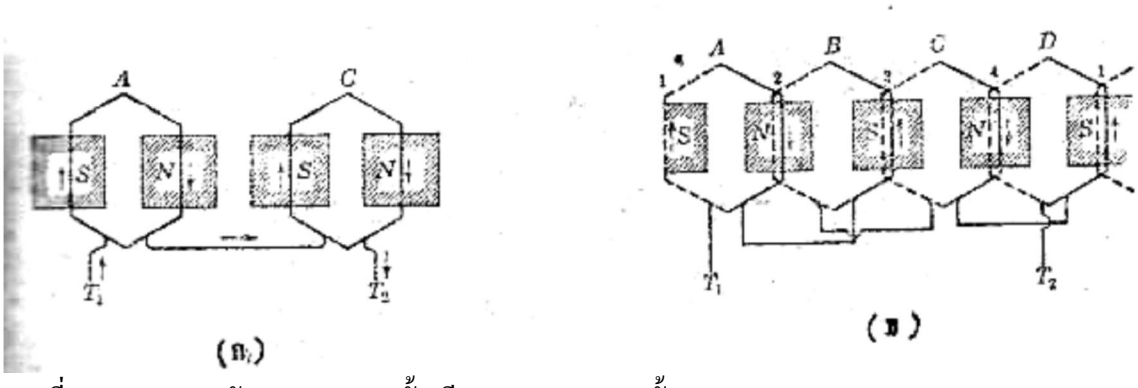


ภาพที่ 2.15 การพันขดลวดแบบแลป และแบบเวฟ

ที่มา (http://www.freewebs.com/epowerdata/epower2007/subject/Alternator/Unit3.pdf)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส จะใช้งานเฉพาะสถานที่ การพันขดลวด 1 เฟสนิยมพันแบบแลป และแบบเวฟ ซึ่งทั้ง 2 แบบให้แรงดันไฟฟ้าเท่ากัน จากภาพที่ 2.15 เป็นการพันแบบแลปและ

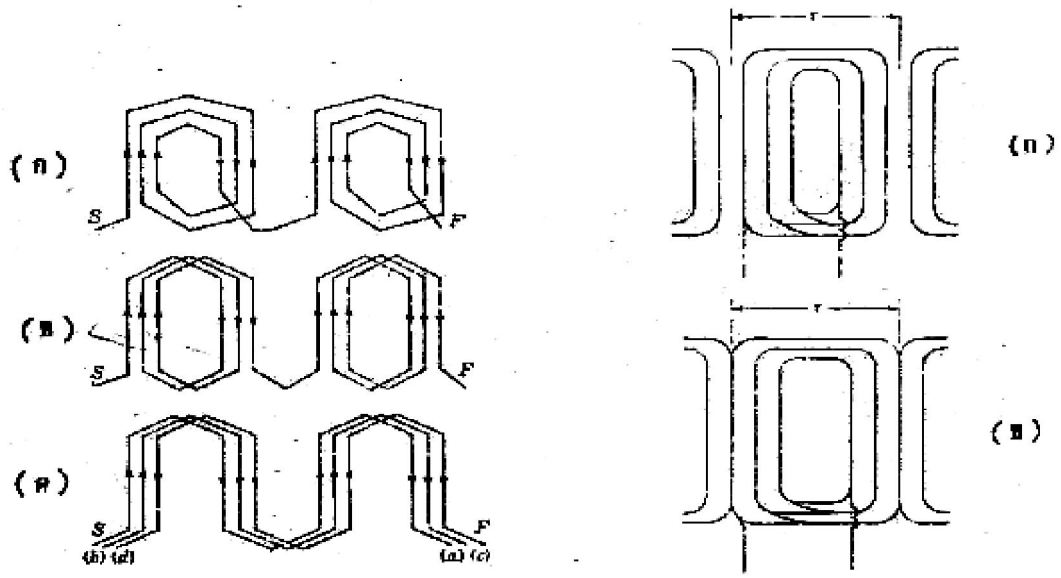
แบบแวฟ แต่การพันแบบแลปทำได้ง่ายกว่าแบบเวฟ จากภาพที่ 2.16 (ก) การพันแบบนี้ใน 1 ร่องสล็อตมี 1 คอล์ยไซด์ เรียกว่า half-coil winding จำนวน coil-group ต่อเฟสเท่ากับครึ่งหนึ่งของขั้วแม่เหล็กการต่อขดลวดแต่ละ coil-group เข้าด้วยกับแบบปลายต่อต้น



ภาพที่ 2.16 การการพันขดลวดแบบชั้นเดียว และแบบสองชั้น

ที่มา (http://www.freewebs.com/epowerdata/epower2007/subject/Alternator/Unit3.pdf)

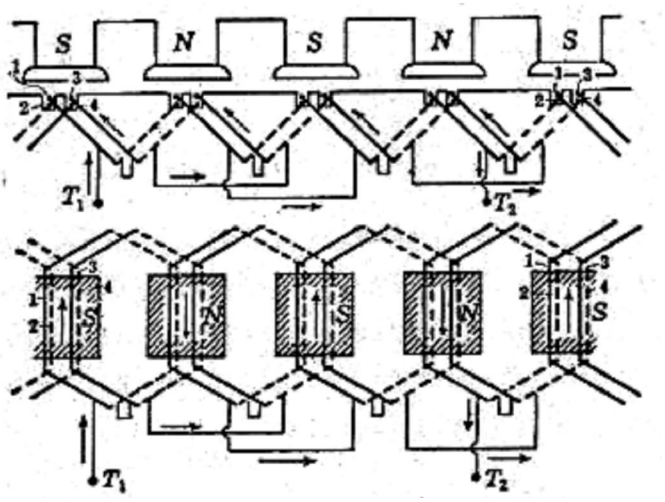
การพันขดลวดอาเมเจอร์แบบแลปและแบบเวฟสองชั้น ในร่องสล็อทมี 2 คอล์ยไซด์ เรียกว่า whole-coil winding จำนวน coil-group ต่อเฟสเท่ากับจำนวนขั้วแม่เหล็ก การต่อขดลวดแต่ละ coilgroup ต่อแบบปลายต่อปลาย ดังภาพที่ 2.16 (ข) อีกแบบหนึ่งที่ใช้ในการพันขดลวด แบบสไปแรล



ภาพที่ 2.17 การพันขดลวดแบบสไปแรล

ที่มา (http://www.freewebs.com/epowerdata/epower2007/subject/Alternator/Unit3.pdf)

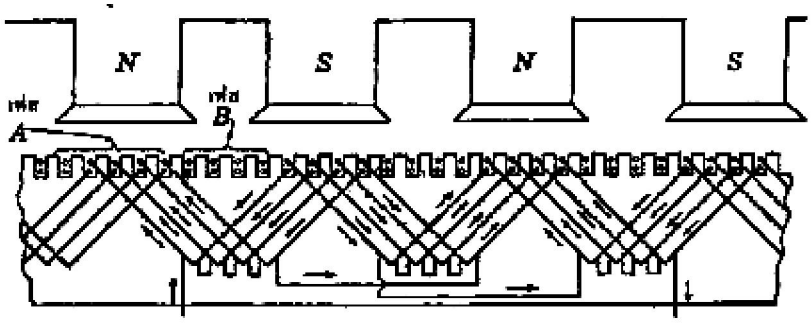
การพันขดลวดอาเมเจอร์แบบแลปและแบบเวฟส่วนใหญ่จะพัน 2 ชั้น มี 2 ร่องต่อหนึ่งขั้วแม่เหล็กหรือ 2 coil/group และมีจำนวน coil-group ทั้งหมด 4 coil group ดังภาพที่ 2.18



ภาพที่ 2.18 การพันขดลวดอาเมเจอร์ 1 เฟส 2 ชั้นแบบแล็ป มี 2 ร่องต่อ 1 ขั้วแม่เหล็ก
ที่มา (http://www.freewebs.com/epowerdata/epower2007/subject/Alternator/Unit3.pdf)

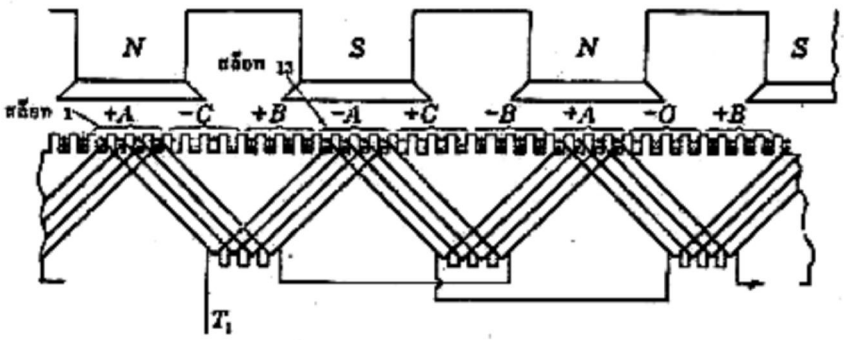
1.4.2 ขดลวดอาเมเจอร์ของเครื่องกำเนิด 2 เฟส(Two Phase Winding)

ลักษณะการพันจะคล้ายกับแบบ 1 เฟส แต่จะมีขดลวดเพิ่มมา 1 เฟส ภายใต้ขั้วแม่เหล็ก 1 ขั้วมีขดลวดพันอยู่ 2 ชุด ขดลวดแต่ละชุดพันเรียงห่างกัน 90 องศาทางไฟฟ้า ดังภาพที่ 2.19



ภาพที่ 2.19 ขดลวดแต่ละชุดพันเรียงห่างกัน 90 องศาทางไฟฟ้า
ที่มา (http://www.freewebs.com/epowerdata/epower2007/subject/Alternator/Unit3.pdf)

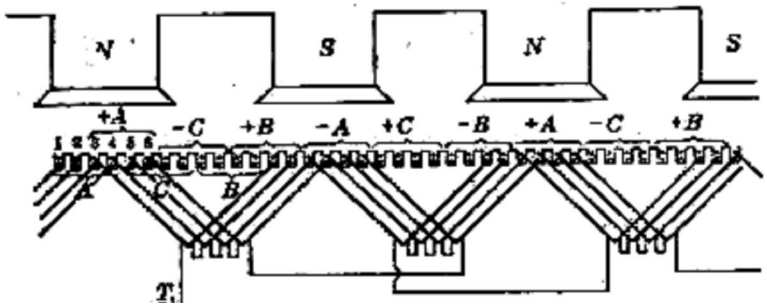
1.4.3 ขดลวดอาเมเจอร์ของเครื่องกำเนิด 3 เฟส(Three Phase Winding) ขดลวดอาเมเจอร์แบบสามเฟส คือขดลวดอาเมเจอร์แบบหนึ่งเฟส 3 ชุดอยู่ในร่องภายใต้ขั้วแม่เหล็ก 1 ขั้ว ดังภาพที่ 2.20 ขดลวดแต่ละชุดจะพันเรียงห่างกัน 120 องศาไฟฟ้าแต่ละ coil-group ประกอบด้วยขดลวด 4 ขดต่ออนุกรมหรือมีจำนวนคอล์ย 4 coil/group



ภาพที่ 2.20 ขดลวดอาเมเจอร์แบบ 3 เฟสพัน 2 ชั้นแบบแลปมีคอล์ยพิชเต็ม
ที่มา (http://www.freewebs.com/epowerdata/epower2007/subject/Alternator/Unit3.pdf)

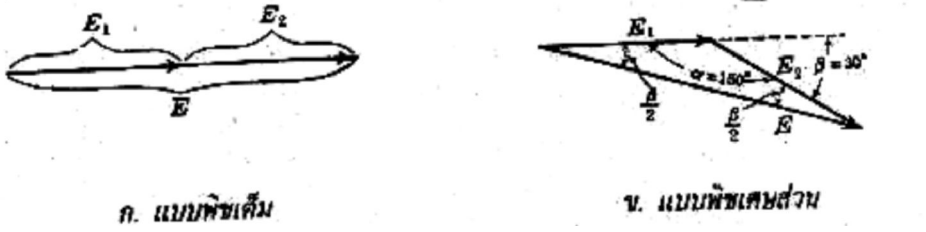
1.4.4 ขดลวดอาเมเจอร์ของเครื่องกำเนิดสามเฟสแบบพิชเต็ม(Full Pitch) จากภาพที่ 2.20 ขดลวดแต่ละชุดจะพันลงในสล๊อตห่างกัน 120 องศาไฟฟ้า จำนวนสล๊อตต่อหนึ่งขั้วแม่เหล็กมีค่าเท่ากับ 12 สล๊อต ดังนั้น จำนวนสล๊อตต่อหนึ่งขั้วแม่เหล็กต่อหนึ่งเฟส มีค่าเท่ากับ 4 สล๊อต และขั้วแม่เหล็ก 1 ขั้วกว้าง 180 องศาไฟฟ้าหรือต้นและปลายของขดลวดเดียวกันพันห่างกัน 180 องศาไฟฟ้า ดังนั้น สล๊อตแต่สล๊อตห่างเท่ากับ 180/12 = 15 องศาไฟฟ้า การพันขดลวดในเฟส a จะเริ่มที่สล๊อตที่ 1 ส่วนปลายของคอยล์ที่ 1 จะพันลงในด้านล่างของสล๊อตที่ 13 ในทำนองเดียวกันต้นของคอยล์ที่ 2 จะเริ่มที่สล๊อตที่ 2 และปลายคอยล์จะลงสล๊อตที่ 14 เป็นอย่างนี้เรื่อย ๆ ไป พันจนหมดทุกเฟส ขดลวดที่พันจะเป็นเฟสเดียวกันทั้งชุดที่อยู่ด้านบนและชุดที่อยู่ด้านล่าง

1.4.5 ขดลวดอาเมเจอร์ของเครื่องกำเนิดสามเฟสแบบพิชเศษส่วน(Short Pitch)คือระยะห่างระหว่างต้นและปลายของคอยล์เดียวกัน ที่พันลงในสล๊อตของขดลวดอาเมเจอร์มีค่าน้อยกว่า 180 องศาไฟฟ้า หรือระยะห่างน้อยกว่า 12 สล๊อต มีระยะห่างเพียง 10 สล๊อต นั่นคือ ระยะห่างหรือพิชเป็น 10/12 = 5/6 ของขดลวดดังภาพที่ 2.21



ภาพที่ 2.21 การพันขดลวดอาเมเจอร์ 3 เฟสแบบพิชเศษส่วน
ที่มา (http://www.freewebs.com/epowerdata/epower2007/subject/Alternator/Unit3.pdf)

จากภาพการพันขดลวดของแต่ละเฟส ต้นของเฟส A มีปลายของเฟส A มาลงเพียง 2 คอยล์ เท่านั้น ส่วนอีกสองสล๊อตต้นของเฟส A ที่เหลือไปทางขวามือจะมีปลายของเฟส C มาลงอีกสองคอยล์ เมื่อนำการพันขดลวดทั้ง 2 แบบไปใช้งานแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตออกมา โดยขดลวดแต่ละชุดจะมีความแตกต่างกันดังภาพที่ 2.22



ภาพที่ 2.22 แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำของขดลวดแบบพิชเต็ม และแบบพิชเศษส่วน
ที่มา (http://www.freewebs.com/epowerdata/epower2007/subject/Alternator/Unit3.pdf)

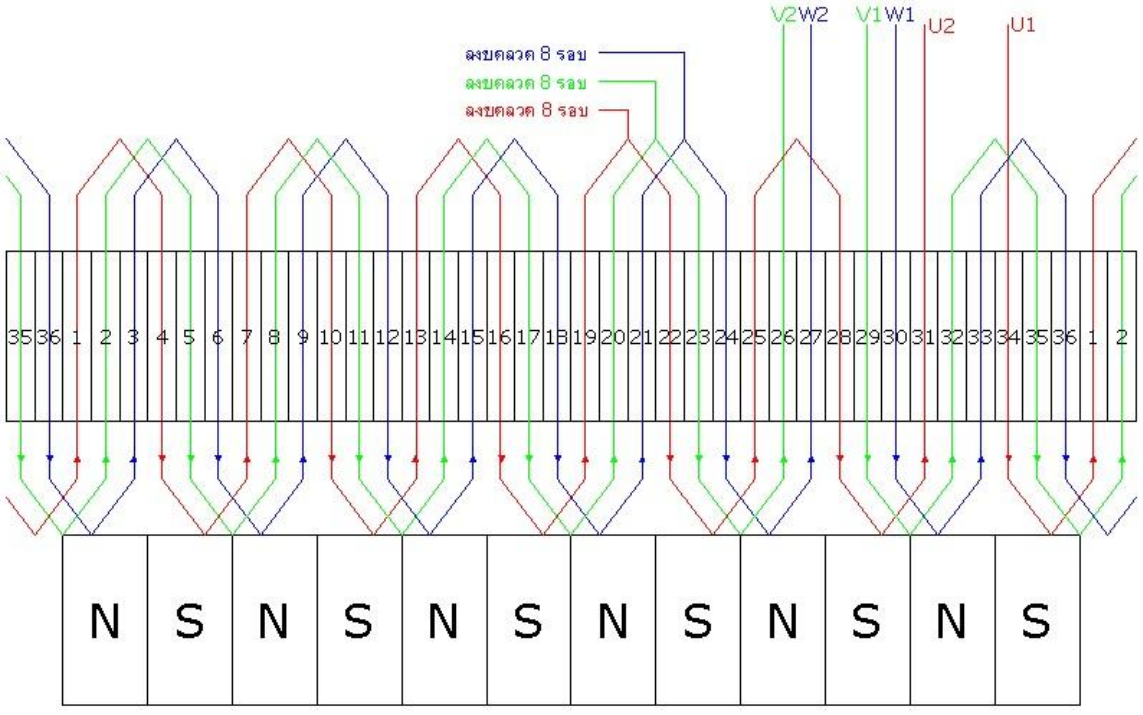
บทที่ 3

การออกแบบ และการพัฒนา

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง การออกแบบและการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ ให้สามารถทำงานที่รอบการหมุนต่ำกว่ารอบการหมุนปกติ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ทั่วไป หรือการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ ให้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ

แบบการลงขดลวดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์แบบเดิม

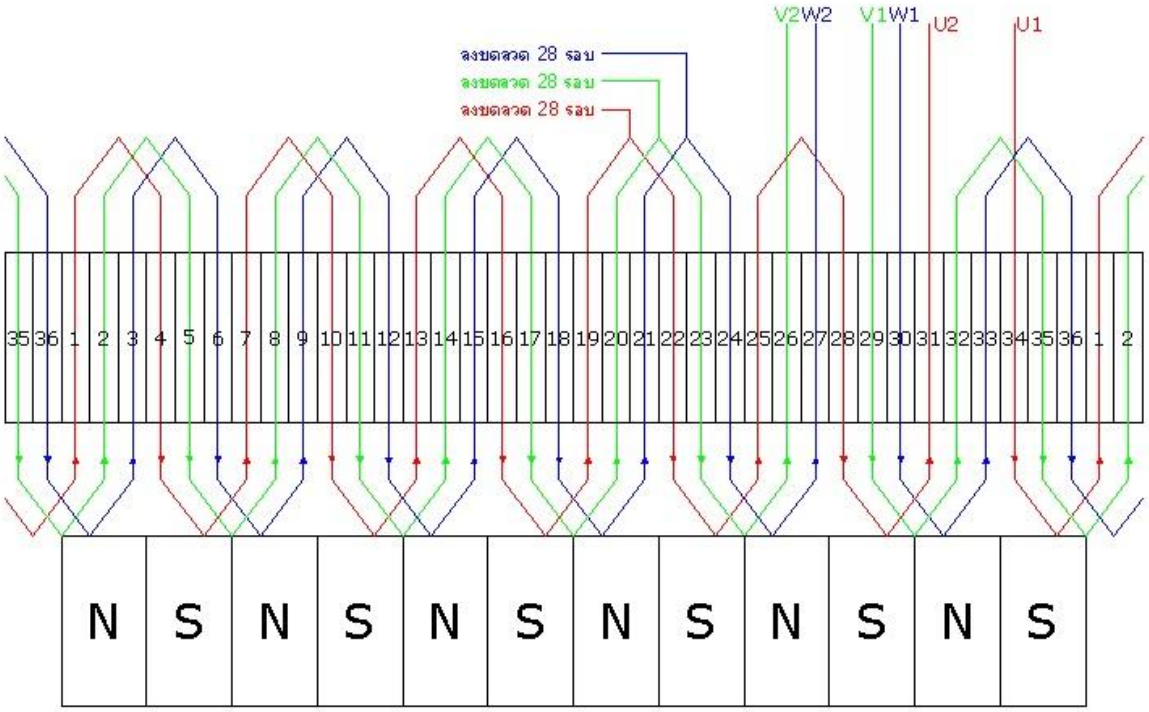
เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ประกอบไปด้วย โรเตอร์ สเตเตอร์ โรเตอร์มีขั้วแม่เหล็ก 12 ขั้ว และสเตเตอร์มีร่องสล๊อต 36 ร่องสล๊อต มีพื้นที่หน้าตัดของร่องสล๊อต 25 ตร.มม. ต่อ 1 ร่องสล๊อต ใช้หลักการพันแบบเวฟ และมีการพันขดลวด 8 รอบต่อ 1 กรุ๊ป ใช้ขดลวด เบอร์ 15 SWG มีชุดขดลวดทั้งหมด 3 กรุ๊ป พันเหมือนกันทั้งหมด แต่ละกรุ๊ป เรียกว่า กรุ๊ป A กรุ๊ป B กรุ๊ป C เป็นการต่อแบบวาย (Y)



ภาพที่ 3.1 การลงขดลวดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์แบบเดิม

การออกแบบดัดแปลงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ

การออกแบบดัดแปลงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ และการลงขดลวดในร่องสล๊อตใหม่ดังนี้ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ประกอบไปด้วยโรเตอร์ สเตเตอร์ โรเตอร์มีขั้วแม่เหล็ก 12 ขั้ว และสเตเตอร์มีร่องสล๊อต 36 ร่องสล๊อต มีพื้นที่หน้าตัดของร่องสล๊อต 25 ตร.มม. ต่อ 1 ร่องสล๊อต ใช้หลักการพันแบบเวฟ และมีการดัดแปลงโดยการพันเพิ่มรอบขดลวดจาก 8 รอบต่อ 1 กรุ๊ป เป็น 28 รอบต่อ 1 กรุ๊ป ใช้ขดลวด เบอร์ 20 SWG โดยในสเตเตอร์มีชุดขดลวดทั้งหมด 3 กรุ๊ป พันเหมือนกันทั้งหมด แต่ละกรุ๊ป เรียกว่า กรุ๊ป A กรุ๊ป B กรุ๊ป C ต่อแบบวาย (Y)



ภาพที่ 3.1 แบบลงขดลวดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ

การดัดแปลงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ

ขั้นตอนการดัดแปลงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำโดยการดัดแปลงตามลำดับดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการดัดแปลงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ความเร็วรอบต่ำ มีขั้นตอนดังนี้

1.การถอดส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์เพื่อนำสเตเตอร์มาลงขดลวดใหม่

ภาพที่ 3.2 การถอดส่วนประกอบออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์

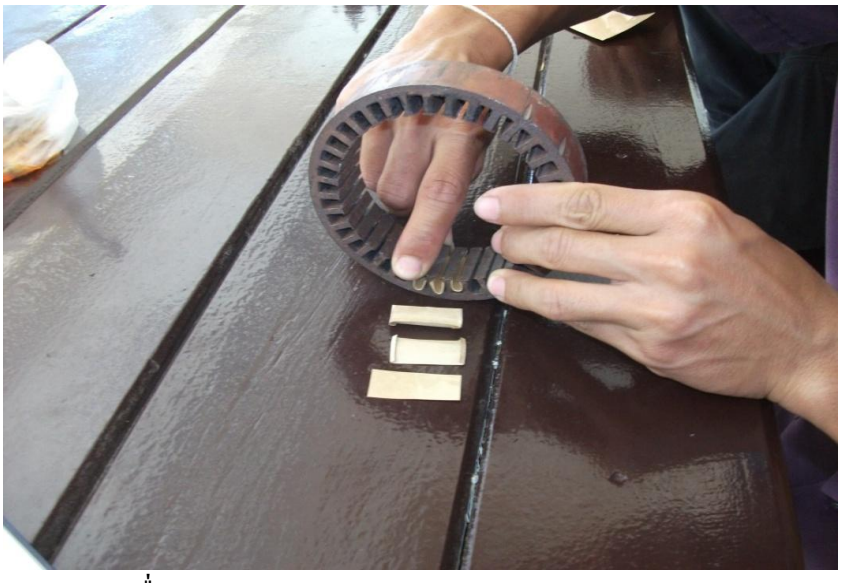
2. การถอดสเตเตอร์ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์

ภาพที่ 3.3 การถอดสเตเตอร์ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์

3. การรื้อขดลวดออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์

ภาพที่ 3.4 การรื้อขดลวดออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์เพื่อวัดขนาดช่องสล๊อต

4. การตัดกระดาษรองช่องสล๊อต

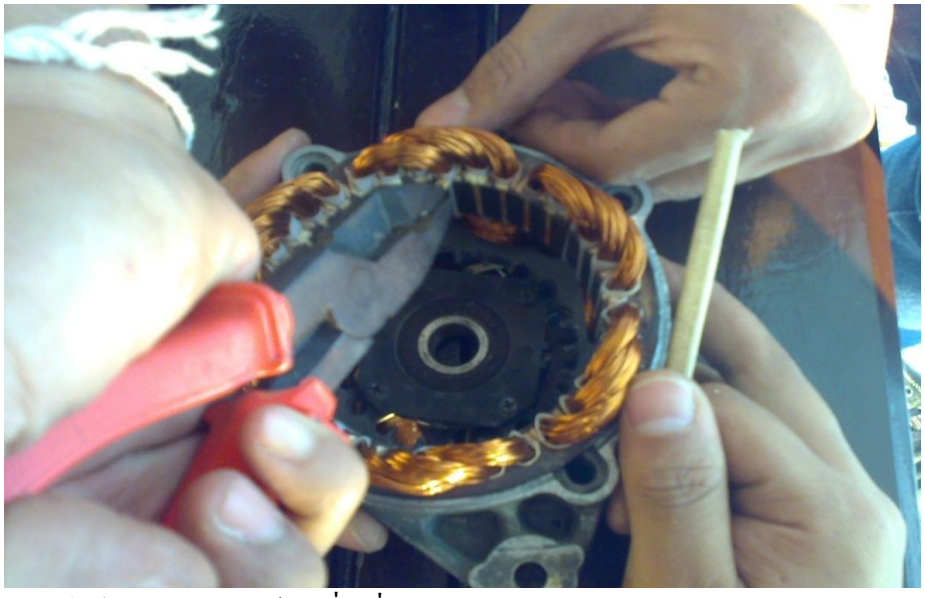


ภาพที่ 3.5 การตัดกระดาษเพื่อรองขดลวด

5. การลงขดลวดลงในช่องสล๊อต

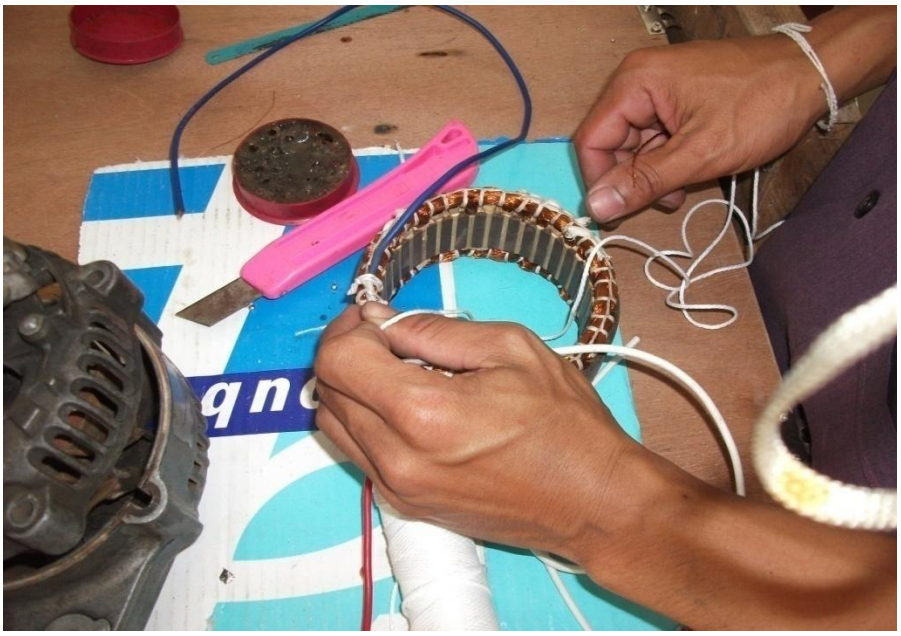
ภาพที่ 3.6 การลงขดลวดลงช่องสล๊อต

6. การใส่ไม้ไผ่ลงในช่องสล๊อต



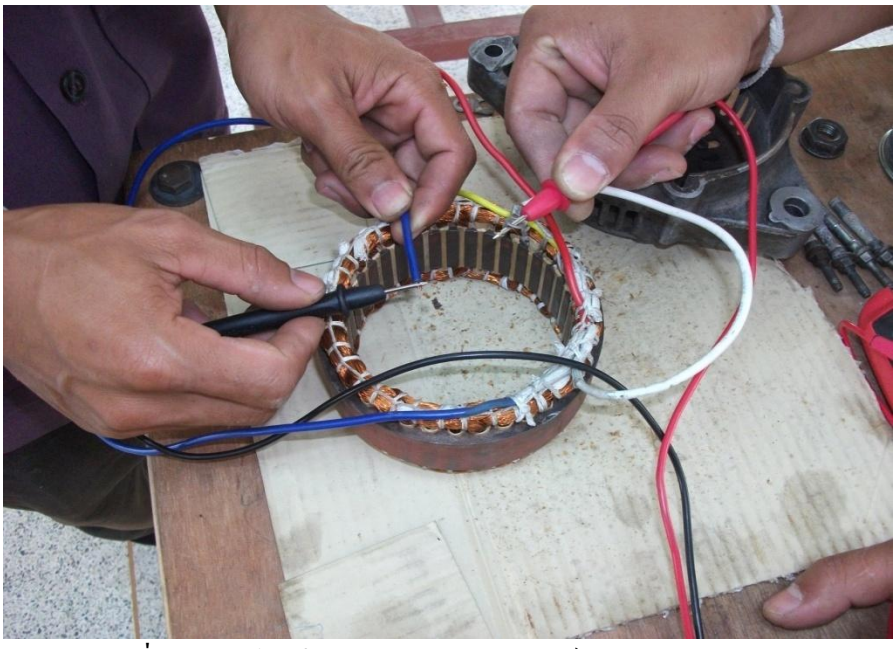
ภาพที่ 3.7 การใส่ไม้ไผ่ลงในช่องสล๊อตเพื่อเพิ่มความแน่นของขดลวด

7. การมัดเชือกขดลวด



ภาพที่ 3.8 การมัดเชือกขดลวด

8. การต่อวงจรเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์



ภาพที่ 3.9 การต่อจงจรเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์แบบวาย (Y)

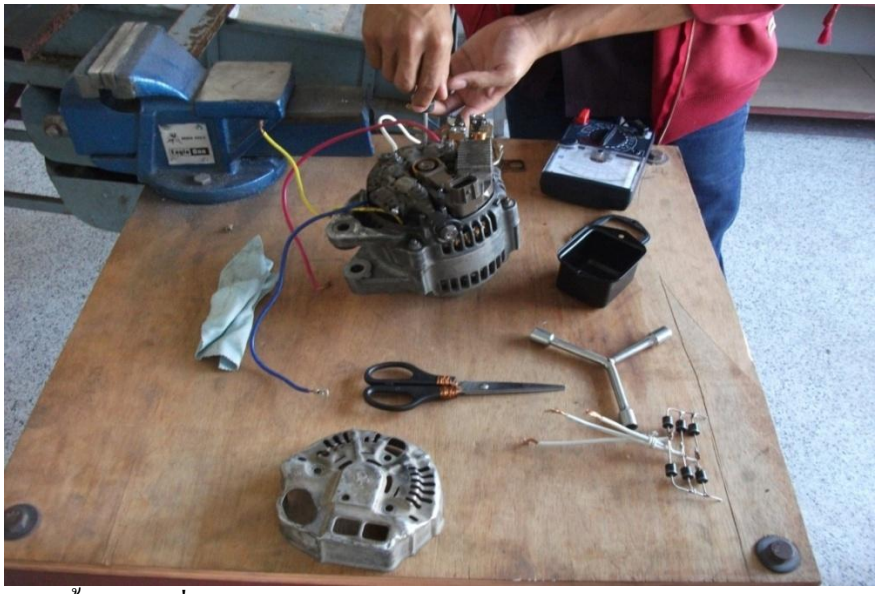
9. การอาบน้ำยาวานิช

ภาพที่ 3.10 การอาบน้ำยาวานิชเพื่อเคลือบขดลวดป้องกันการลัดวงจร

10 . การใส่สเตเตอร์

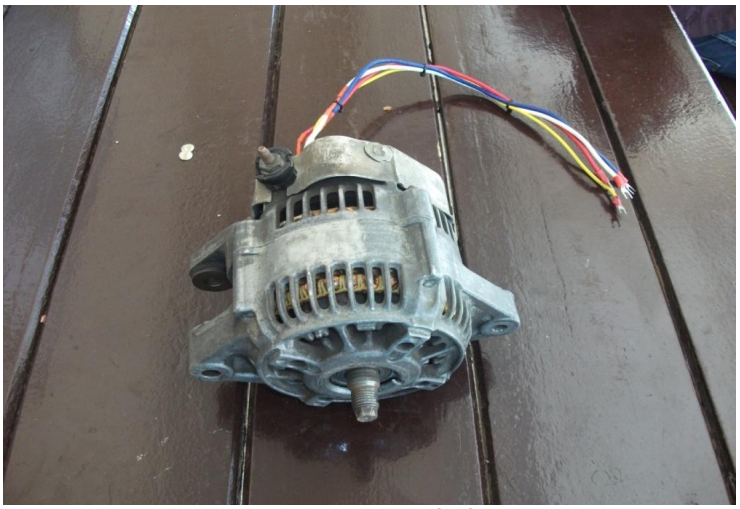
ภาพที่ 3.11 การใส่สเตเตอร์ลงในโครงด้านหน้า

11 . การประกอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์



ภาพที่ 3.12 การนำชิ้นส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์มาประกอบให้เสร็จสมบูรณ์

12. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์



ภาพที่ 3.13 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์รอบต่ำที่เสร็จสมบูรณ์

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ เพื่อทดสอบการประจุแบตเตอรี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำที่พัฒนาขึ้น โดยการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงด้วยไดโอด และควบคุมการประจุแบตเตอรี่ด้วยโวลเตจเรกูเลเตอร์ กำหนดรอบการหมุนของโรเตอร์ให้มีความเร็วรอบที่ 100 ถึง 500 รอบต่อนาที ทำการทดสอบโดยผู้วิจัย

การทดสอบและผลการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ

ทดสอบโดยต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำที่พัฒนาขึ้นเข้ากับชุดเรียงกระแสไฟฟ้าที่ประกอบด้วยไดโอดหกตัว ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ด้วยโวลเตจเรกูเลเตอร์ ประจุเข้าแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์ชั่วโมง

1. วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

เพื่อทดสอบการประจุแบตเตอรี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำที่พัฒนาขึ้น

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดสอบ

2.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ 1 เครื่อง

2.2 มัลติมิเตอร์1 เครื่อง

2.3 สายไฟ ขนาด 1x1.5 จำนวน 10 เส้น

2.4 เครื่องวัดความเร็วรอบแบบดิจิตอล 1 เครื่อง

2.5 แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 5 แอมแปร์ชั่วโมง 1 ลูก

2.6 ไดโอด 6 ตัว

2.7 หลอดไฟ 12 โวลต์ 10 วัตต์ 1 หลอด

2.8 เรกูเลเตอร์แบบหน้าทองขาว 1 เครื่อง

3 ลำดับขั้นตอนการทดสอบ

3.1 ศึกษาการต่อวงจรเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์

3.2 ต่อวงจรตามภาพที่ 4.1

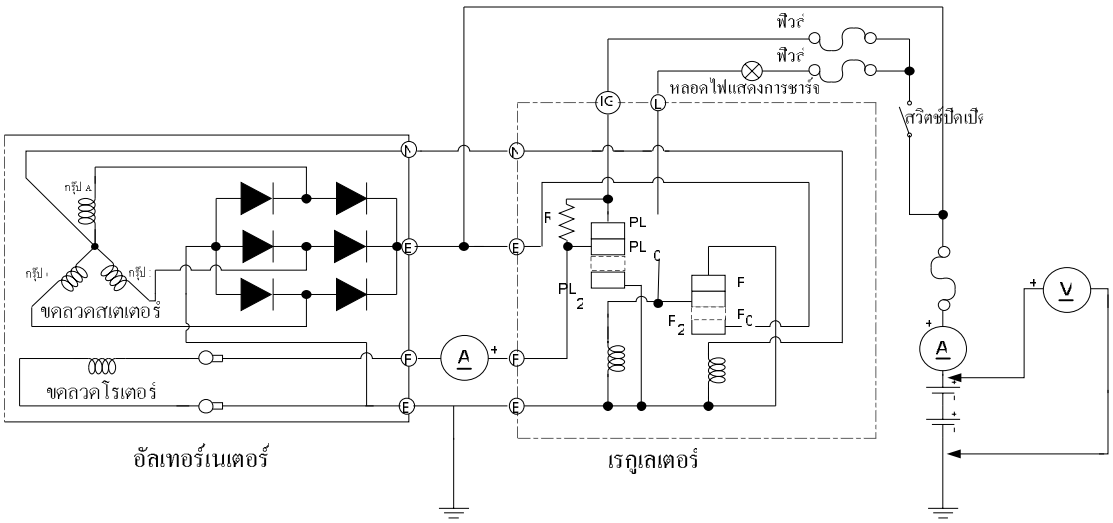
3.3 กำหนดรอบการหมุนของโรเตอร์ที่ 100 ถึง 500 รอบต่อนาที

3.4 สังเกตหลอดไฟ 12 โวลต์ 10 วัตต์ แสดงสภาวะการประจุแบตเตอรี่

3.5 วัดค่าแรงดันที่แบตเตอรี่และบันทึกผลในตารางที่ 4.1

3.6 วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ประจุเข้าแบตเตอรี่และบันทึกผลในตารางที่ 4.1

3.7 วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าขดลวดโรเตอร์และบันทึกผลในตารางที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 วงจรการต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำเข้ากับชุดเรียงกระแสไฟฟ้า โวลเตจเรกูเลเตอร์ และแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์ชั่วโมง

ภาพที่ 4.2 การต่อวงจรการทดลองและการวัดค่าแรงดันและกระแส

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการประจุแบตเตอรี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำที่พัฒนาขึ้น

ครั้งที่	รอบต่อนาที	แรงดันที่แบตเตอรี่ (โวลต์)	การแสไฟฟ้าประจุเข้าแบตเตอรี่ (แอมแปร์)	กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดโรเตอร์ (แอมแปร์)
1	100	12.1	0.09	2.58
2	150	12.1	0.12	2.59
3	200	12.1	0.24	2.60
4	250	12.1	0.58	2.61
5	300	12.1	0.83	2.62
6	350	12.1	1.18	2.63
7	400	12.2	1.85	2.64
8	450	12.3	2.04	2.65
9	500	12.4	2.70	2.67

จากตารางที่ 4.1 การทดสอบครั้งที่ 1 ถึง 6 เมื่อหมุนโรเตอร์ที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที ถึง 350 รอบต่อนาที จะมีแรงดันที่แบตเตอรี่ 12.1 โวลต์ และกระแสประจุแบตเตอรี่จะเพิ่มขึ้นระหว่าง 0.09 แอมแปร์ ถึง 1.18 แอมแปร์ ตามความเร็วรอบของการหมุนโรเตอร์ เมื่อความเร็วรอบเพิ่มมากขึ้น 400 รอบต่อนาที ถึง 500 รอบต่อนาที แรงดันและกระแสประจุแบตเตอรี่จะเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของโรเตอร์ที่เพิ่มขึ้นระหว่าง 12.2 โวลต์ ถึง 12.4 โวลต์ และ 1.85 แอมแปร์ ถึง 2.70 แอมแปร์ โดยการทดสอบทั้ง 6 ครั้งจะมีกระแสไหลเข้าขดลวดโรเตอร์ค่อนข้างคงที่อยู่ระหว่าง 2.58 แอมแปร์ ถึง 2.67 แอมแปร์

บทที่ 5

สรุปผล ปัญหา การแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

การสรุปผล ปัญหา การแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะนั้นได้มาจากการออกแบบ การพัฒนาและการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ ทดสอบการประจุแบตเตอรี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำที่พัฒนาขึ้น โดยการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงด้วยไดโอด และควบคุมการประจุแบตเตอรี่ด้วยโวลเตจเรกูเลเตอร์ กำหนดรอบการหมุนของโรเตอร์ให้มีความเร็วรอบที่ 100 ถึง 500 รอบต่อนาที ทำการทดสอบโดยผู้วิจัย

สรุปผล

จากการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำที่พัฒนาขึ้น ด้วยการกำหนดรอบการหมุนของโรเตอร์ให้มีความเร็วรอบที่ 100 รอบต่อนาที ถึง 500 รอบต่อนาที แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้วยไดโอด และควบคุมการประจุแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์ชั่วโมง ด้วยโวลเตจเรกูเลเตอร์ ผลปรากฏว่าเมื่อหมุนโรเตอร์ที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที ถึง 350 รอบต่อนาที จะมีแรงดันที่แบตเตอรี่ 12.1 โวลต์ กระแสที่ประจุเข้าแบตเตอรี่จะเพิ่มขึ้นระหว่าง 0.09 แอมแปร์ ถึง 1.18 แอมแปร์ ตามความเร็วรอบของการหมุนโรเตอร์ เมื่อความเร็วรอบของโรเตอร์เพิ่มมากขึ้น 400 รอบต่อนาที ถึง 500 รอบต่อนาที แรงดันและกระแสจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของโรเตอร์ที่เพิ่มขึ้นระหว่าง 12.2 โวลต์ ถึง 12.4 โวลต์ และ 1.85 แอมแปร์ ถึง 2.70 แอมแปร์ โดยตลอดการทดสอบจะมีกระแสไหลเข้าขดลวดโรเตอร์ค่อนข้างคงที่อยู่ระหว่าง 2.58 แอมแปร์ ถึง 2.67 แอมแปร์

จากผลการทดสอบจะเห็นว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำที่พัฒนาขึ้น สามารถประจุกระแสเข้าแบตเตอรี่ได้ดีเมื่อความเร็วรอบการหมุนของโรเตอร์ 400 รอบต่อนาทีขึ้นไป หากจะนำเอาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้กับกังหันลมแนวแกนตั้งขนาดเล็กที่สร้างจากถังน้ำพีวีซี 200 ลิตร ที่มีรอบการหมุนที่แกนกังหัน 100 รอบต่อนาที ต้องทำการทดรอบด้วยล้อสายพาน หรือเฟืองทดรอบในอัตราส่วน 1 ต่อ 4 ก่อนขับเคลื่อนโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ปัญหาและการแก้ไขปัญหา

จากการออกแบบ พัฒนา และทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำมีปัญหาและการแก้ไขปัญหาคือ การออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ ให้สามารถกำเนิดแรงดันให้สูงขึ้นโดยที่รอบการหมุนของโรเตอร์ลดลงโดยการเพิ่มรอบของขดลวดสเตเตอร์แต่ต้องลดขนาดของลวดทองแดงที่ใช้พันขดลวดสเตเตอร์ เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่ในร่องสล๊อตของสเตเตอร์ การเพิ่มจำนวนรอบ และลดขนาดของลวดทองแดงลง จะทำให้แรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในขณะที่รอบการหมุนของโรเตอร์เท่าเดิม แต่หากมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลด จะทำให้แรงดันลดลงมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงเพิ่มรอบของขดลวดสเตเตอร์ จาก 8 รอบเป็น 28 รอบ และใช้ลวดทองแดงจากเบอร์ 15 SWG เป็น เบอร์ 20 SWG ทำให้รอบการหมุนของโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำที่พัฒนาขึ้นที่เหมาะสมอยู่ที่ 400 รอบต่อนาที หากนำไปใช้กับกังหันลมแนวแกนตั้งขนาดเล็กที่สร้างจากถังน้ำพีวีซี 200 ลิตร ที่มีรอบการหมุนที่แกนกังหัน 100 รอบต่อนาที ต้องทำการทดรอบด้วยล้อสายพาน หรือเฟืองทดรอบในอัตราส่วน 1 ต่อ 4 ก่อนขับเคลื่อนโรเตอร์ของเครื่องกำเนิด

ข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำที่พัฒนาขึ้น พบว่าขณะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำทำงาน จะมีกระแสไหลเข้าขดลวดโรเตอร์ค่อนข้างคงที่อยู่ระหว่าง 2.58 แอมแปร์ ถึง 2.67 แอมแปร์ เมื่อเทียบกับกระแสที่ประจุเข้าแบตเตอรี่ 1.85 แอมแปร์ ที่รอบการหมุ่นของโรเตอร์ 400 รอบต่อนาที่ ซึ่งมากกว่ากระแสที่ประจุเข้าแบตเตอรี่ถึง 0.82 แอมแปร์ หากพัฒนาให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความเร็วรอบต่ำ ใช้โรเตอร์ที่ไม่ต้องมีกระแสไฟฟ้าเลี้ยงขดลวดสนามแม่เหล็ก โดยใช้แม่เหล็กถาวรแทน จะทำให้ได้กระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่เพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

ณรงค์ ชอนตะวัน. (2546**). เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ.** กรุงเทพฯ : ส่งเสริมอาชีวะ

ธวัชชัย อัตถวิบูลย์กุล. (2543). **เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ.** กรุงเทพฯ : ส่งเสริมอาชีวะ

Alternator and Generator Theory. (2012). [Online]. Available : http://rowand.net/shop/Tech/alternatorGeneratorTheory.htm (Access date : 10 January 2012).

A Short Course on Charging Systems. (2012). [Online]. Available : http://www.familycar.com/Classroom/charging.htm (Access date : 10 January 2012).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ข

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายสุเมธ สงวนใจ

Mr. Sumet Sa - ngunjai

ตำแหน่ง อาจารย์

สังกัด สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ Tel. 0-5673-7060 ต่อ 1704 Mobile. 087-2060-906

ประวัติการศึกษา

ค.อ.ม. (ไฟฟ้า) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ค.อ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาช่างกล