11

วิชา

ไฟฟ้ารถยนต์
และการป้องกันน้ำ

หลักสูตรช่างซ่อมรถยนต์ทหาร

และการป้องกันน้ำยานยนต์

วิชา

ไฟฟ้ารถยนต์
และการป้องกันน้ำ

หลักสูตรช่างซ่อมรถยนต์ทหาร
และการป้องกันน้ำยานยนต์

วิชาไฟฟ้ารถยนต์ และการป้องกันน้ำ

๑. ไฟฟ้ามูลฐาน

๒. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

๓. เครื่องกำหนดอัตราประจุ

๔. แบตเตอรี่แบบตะกั่วกลด

๕. ไดนาโมหรือเยนเนอเรเตอร์

๖. ระบบชาร์จไฟ

๗. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

๘. คัทเอ้าท์เร็กกูเรเตอร์

๙. สตาร์ทเตอร์

๑๐. ข้อขัดข้องและการแก้ไขของมอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

๑๑. การป้องกันน้ำ

๑๑.๑ การเตรียมการป้องกันน้ำ

๑๑.๒ การเลิกการป้องกันน้ำ

๑๑.๓ การขับรถในน้ำและบนทราย

๑๑.๔ การบรรทุกลงเรือใหญ่

๑๑.๕ การขนถ่าย

๑๑.๖ การปฏิบัติการยกพลขึ้นบก

ว.ม.อ.ธ.ศ. ๕-

ไฟฟ้ามูลฐาน

ชื่อเรื่อง ไฟฟ้ามูลฐาน

ความมุ่งหมาย ๑. เพื่อให้นักเรียนรู้จักส่วนประกอบของสสาร

๒. เพื่อให้นักเรียนรู้จักหน่วยต่าง ๆ ของไฟฟ้า และกฎของโอห์ม

เนื้อเรื่อง อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าของรถยนต์ต่างมีโครงสร้างที่สลับซับซ้อน แต่มีกฎมาตรฐานที่จะทำหน้าที่ต่าง ๆ กันได้ โดยได้รับกำลังงานหรือการไหลของกระแสไฟฟ้า

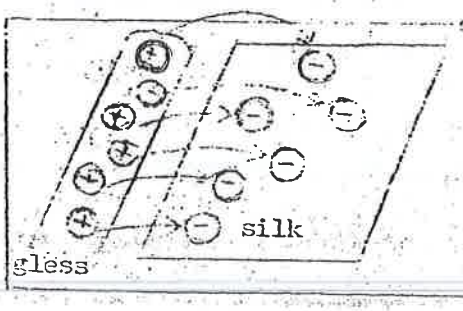
ดังนั้นก่อนที่เราจะศึกษากันถึงเรื่องโครงสร้างและการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เราควรจะมาทบทวนถึงหลักการเบื้องต้นของระบบไฟฟ้าเสียก่อน

ไฟฟ้าคืออะไร มวลสารทั้งหลายต่างประกอบขึ้นด้วยอนุภาคเล็ก ๆ จำนวนมากมายประกอบกันขึ้นเป็นโครงสร้างของสารนั้น ๆ และในแต่ละอนุภาคของมวลสารยังประกอบไปด้วยโครงสร้างที่เล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าอีกจำนวนหนึ่งที่เราเรียกว่า "อะตอม" ในแต่ละอะตอมจะประกอบไปด้วยนิวเคลียส นิวตรอน โปรตรอน อิเลคตรอน และอิเลคตรอนอิสระจำนวนหนึ่ง โดยมีนิวเคลียสเป็นศูนย์กลาง และมีอิเลคตรอนซึ่งมีค่าประจุเป็นลบ (-) วิ่งวนเป็นวงโคจรรอบ ๆ นิวเคลียสประกอบไปด้วยโปรตรอน ซึ่งมีค่าประจุเป็นบวก (+) และนิวตรอนซึ่งไม่มีค่าประจุใด ๆ

ตามปกติอะตอมแต่ละตัวจะต้องมีจำนวนของนิวตรอน โปรตรอน และอิเลคตรอนเท่า ๆ กันจึงจะเรียกว่าอยู่ในภาวะสมดุลย์ หากอะตอมใดมีจำนวนของอิเลคตรอนหรือโปรตรอนมากน้อยกว่ากัน อะตอมตัวนั้นจะไม่อยู่ในภาวะสมดุลย์ทันที ตัวอย่างเช่น ถ้ามีจำนวนอิเลคตรอนมากกว่าอะตอมตัวนั้นก็จะมีค่าประจุเป็นลบ (-) แต่ในทางตรงกันข้ามถ้ามีจำนวนอิเลคตรอนน้อยกว่าโปรตรอน อะตอมตัวนั้นก็จะมีค่าประจุเป็น (+) บวก

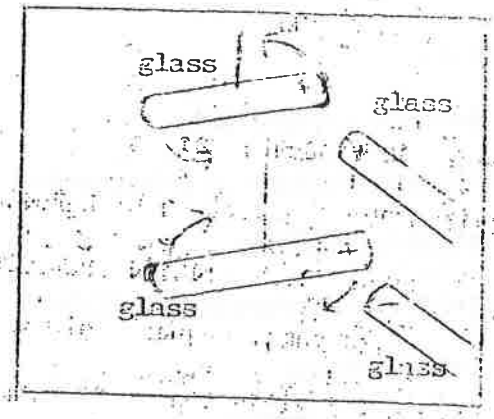
เนื่องจากคุณสมบัติของนิวตรอนและโปรตรอนจะคงที่อยู่เสมอ ดังนั้นในแต่ละอะตอมจะมีเพียงอิเลคตรอนเท่านั้น ที่วิ่งเป็นวงโคจรอยู่รอบ ๆ และจะมีอิเลคตรอนจำนวนหนึ่งวิ่งอยู่ในวงโคจรรอบนอกสุด ซึ่งเราเรียกว่าอิเลคตรอนอิสระ เพราะมันไม่สามารถที่จะหลุดออกไปจากวงโคจรได้โดยง่ายเมื่อมีแรงใด ๆ ภายนอกมากระทำต่ออะตอม

ดังนั้น ถ้าอะตอมของมวลสารใด ๆ สูญเสียอิเลคตรอนอิสระของมันไปเนื่องจากผลของการกระทำจากภายนอก มวลสารนั้นก็จะมีค่าเป็นประจุบวก ในทางตรงกันข้ามถ้าอะตอมของมวลสารนั้นได้รับอิเลคตรอนอิสระจากแหล่งอื่นภายนอก มวลสารนั้นก็จะมีค่าประจุเป็นลบ

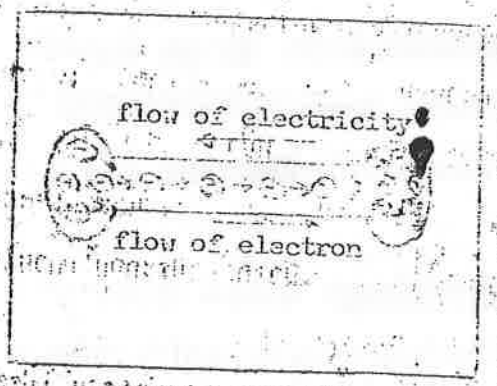


การกำเนิดไฟฟ้า ถ้าเราทำเอาแท่งแก้วแห้ง ๆ ไปขัดถูกับผ้าไหมอย่างรวดเร็ว อิเลคตรอนอิสระจากแท่งแก้วจะหลุดออกไปอยู่กับผ้าไหมทำให้แท่งแก้วนั้นมีค่าประจุเป็นบวก เนื่องจากมีจำนวนของโปรตรอนมากกว่าอิเลคตรอน แต่ถ้าเราทำเอาแท่งอีโบไนท์ไปขัดถูกับผ้าสักหลาด อิเลคตรอนอิสระจากผ้าสักหลาด

ก็จะดูดกันก็จะดูดออกไปหากันแทนอีโบไนท์ ทำให้แท่งอีโบไนท์ดำประจุเป็นลบ การกระทำเช่นนี้ทำให้เกิดสิ่งที่เราเรียกว่าไฟฟ้าสถิต



สถิตกรรมของการประจุไฟฟ้า เมื่อเราเอาแท่งแก้วที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวกเหมือนกันมาแขวนใกล้ ๆ กัน แท่งแก้วทั้งสองจะเกิดอาการผลักแยกออกจากกัน และในทำนองเดียวกัน หากนำแท่งแก้วอีโบไนท์ที่มีประจุเป็นลบ ๒ แท่งมาแขวนไว้ใกล้กัน ก็จะเกิดอาการผลักกันเช่นเดียวกัน แต่ถ้าเอาแท่งแก้วและแท่งอีโบไนท์ที่มีประจุต่างกันมาแขวนไว้ใกล้กัน มันจะเกิดอาการดูดเข้าหากัน ปรากฏการเช่นนี้ทำให้เราทราบว่า ไฟฟ้าที่มีประจุเหมือนกันจะผลักกัน แต่ไฟฟ้าที่มีประจุต่างกันจะดูดเข้าหากัน



การไหลของอิเลคตรอน ไฟฟ้าสามารถผลิตขึ้นมาได้โดยการไหลของอิเลคตรอน ซึ่งเราอาจทำได้โดยการนำเอาวัตถุที่มีประจุเป็นบวกและประจุเป็นลบมาต่อเข้าด้วยกันด้วยสายลวดโลหะ วัตถุที่มีประจุเป็นบวกก็เพราะมีจำนวนอิเลคตรอนไม่เพียงพอ ในทางตรงกันข้าม วัตถุที่มีประจุเป็นลบก็เพราะมีจำนวนอิเลคตรอนมากเกินไป ดังนั้นเมื่อเราเอาวัตถุที่มีประจุต่างกันทั้งสองชนิดมาต่อเข้าด้วยกันด้วยลวดโลหะ อิเลคตรอนที่มีจำนวนมากในวัตถุที่มีประจุเป็นลบก็จะถูกดึงเข้าไปเสริมในวัตถุที่มีประจุเป็นบวก เพื่อให้เกิดความสมดุลย์ เป็นเหตุให้เกิดการไหลของอิเลคตรอนขึ้น

การไหลของอิเลคตรอนนี้คือการไหลของกระแสไฟฟ้า อย่างไรก็ตามในสมัยก่อนเรายังไม่ทราบว่าไฟฟ้าเกิดขึ้นได้ด้วยการไหลของอิเลคตรอน ดังนั้น จึงสมมุติขึ้นว่า ไฟฟ้าไหลจากด้านบวก (+) ซึ่งมีประจุเป็นบวกไปยังด้านลบ (−) ซึ่งมีประจุเป็นลบ จากความคิดนี้ เราก็ยังสามารถใช้ได้อยู่โดยไม่มีปัญหาใด ๆ ในปัจจุบัน ดังนั้นเพื่อความสะดวกเราจึงถือว่ากระแสไฟไหลจากด้านบวก (+) ไปหาด้านลบ (−)

สารที่เป็นตัวนำและที่ไม่เป็นตัวนำ ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้ด้วยการไหลของอิเลคตรอน ผ่านทางวัตถุที่คั่นระหว่างวัตถุที่มีประจุต่างกันนั้น ๒ ชนิด แต่มีวัตถุบางชนิดเท่านั้นที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าหรืออิเลคตรอนไหลผ่านได้ และก็มีวัตถุอีกบางชนิดที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน วัตถุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้นั้น เราเรียกว่า " สารตัวนำ " และวัตถุที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้นั้น เราเรียกว่า " สารที่ไม่เป็นตัวนำ " การต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า เราเรียกว่า " การต้านทาน " โดยทั่วไปเราจะใช้สารที่ไม่เป็นตัวนำมาใช้เพื่อการต้านทาน เราเรียกสารนั้นว่า " ฉนวน "

วัสดุบางชนิดยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ไม่ดีเท่ากับสารตัวนำ แต่ที่ไม่เป็นตัวนำ เราเรียกสารชนิดนี้ว่า " สารกึ่งตัวนำ " ดังนั้นเราจึงแยกสารที่เป็นสารทางออกได้ ๓ ชนิดคือ

๑. สารตัวนำ ได้แก่ เงิน ทองแดง อลูมิเนียม เหล็ก สารที่เป็นโลหะอื่น ๆ คาร์บอน ส่วนผสมของน้ำกรด อัลคาไล เกลือ และร่างกายมนุษย์

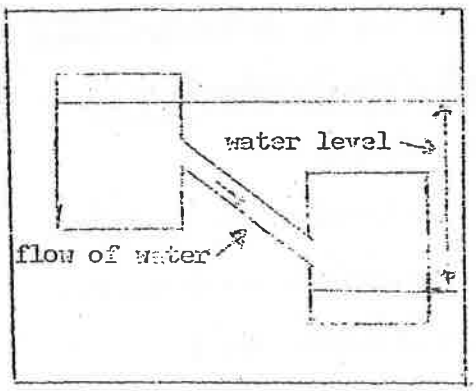
๒. สารกึ่งตัวนำ ได้แก่ ยอรมันเนียม และซิลิคอน แต่ ส่วนใหญ่ทางด้าน

๓. สารที่ไม่เป็นตัวนำ ได้แก่ ยาง กระดาษ ผ้า ผ้าไหม แก้ว ส่วนผสมของยางสน และอากาศ

โลกของเราเป็นสารตัวนำก้อนใหญ่ก้อนหนึ่ง ถ้าเรานำเอาวัตถุที่เป็นประจุไฟฟ้าไปต่อเข้ากับโลกด้วยสารที่เป็นตัวนำ กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านไปยังโลกได้ วิธีการต่อตัวนำเข้ากับโลกนี้เรียกว่า " การลงดิน "

ยาง ผ้า กระดาษ และวัสดุที่นำมาทำการฉนวนอื่น ๆ ในรถยนต์ ยังไม่เป็นฉนวนอย่างสมบูรณ์ มันยังสามารถยอมให้กระแสไฟฟ้าจำนวนเล็กน้อยรั่วไหลหรือผ่านไปได้ เช่นกระแสไฟฟ้าที่รั่วที่สายคอยล์จุดระเบิด หรือสายหัวเทียน

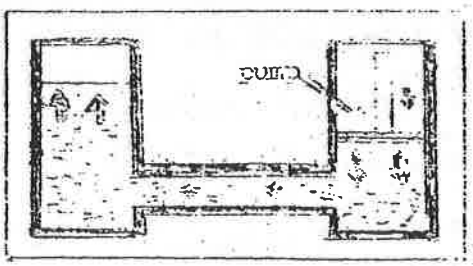
การไหลของกระแสไฟฟ้า



การไหลของกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้ก็เนื่องมาจากมีความแตกต่างกันระหว่างด้านบวก (+) และด้านลบ (−) โดยปกติเราสามารถนำการไหลของกระแสไฟฟ้าไปเปรียบเทียบกับการไหลของกระแสน้ำได้

จากรูปจะเห็นว่ามีถังน้ำอยู่ ๒ ถังซึ่งมีระดับต่างกัน ถ้าเรานำเอาท่อน้ำไปต่อเข้าระหว่างถังทั้งสอง น้ำจากถังที่มีระดับสูงกว่าจะไหลลงไปสู่ถังที่มีระดับต่ำกว่า นี่ก็เป็นเพราะว่าน้ำมีพลังงานแฝงอยู่ ดังนั้นเมื่อมีความแตกต่างกันในความสูงของน้ำ นั่นก็คือความต่างระดับของน้ำ จึงเป็นเหตุให้เกิดการไหลของน้ำขึ้น

แรงดันไฟฟ้า



ความต่างศักย์นี้เราเรียกว่าแรงดันของไฟฟ้า ซึ่งจำเป็นสำหรับทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า สิ่งที่มีลักษณะเหมือนกับกำลังดันของน้ำนี้เราเรียกว่าแรงดัน หรือแรงเคลื่อนไฟฟ้า

สมมุติว่าเรามีถังน้ำอยู่ ๒ ใบ ซึ่งเติมน้ำไว้ในระดับเท่ากันและต่อท่อน้ำเข้ากับถังทั้งสองจะไม่มีการไหลไปหากัน เพราะไม่มีความแตกต่างของระดับน้ำและแรงดัน แต่ถ้าเราเอาปั๊มไปติดตั้งยังถังหนึ่งและทำการปั๊มน้ำในถังนั้นมีแรงดันสูงขึ้น ทำให้เกิดความแตกต่างของแรงดันระหว่างถังทั้งสอง น้ำจากถังที่มีแรงดันสูงกว่า

ก็จะไหลไปสู่ถังที่มีแรงดันต่ำกว่าเสมอ ปริมาณน้ำที่ไหลนี้จะแปรผันโดยตรงกับแรงดันของปั๊ม

โดยลักษณะเดียวกัน การไหลของกระแสไฟฟ้า ก็จะเป็นไปตามความต่างศักย์ นั่นก็คือ แรงดันหรือแรงเคลื่อนไฟฟ้า จะไหลจากด้านที่มีศักย์สูงกว่าไปยังด้านที่มีศักย์ต่ำกว่า

น้ำจะมีการไหลจากถังที่มีระดับสูงกว่า ไปสู่ถังที่มีระดับต่ำกว่า จนกระทั่งถังทั้ง ๒ ใบมีระดับน้ำเท่ากัน จึงจะหยุดไหล ไฟฟ้าก็เช่นเดียวกัน จะไหลจากด้านบวก (+) ไปสู่ด้านลบ (−) จนกระทั่งไม่มีความต่างศักย์อีกต่อไป

ชนิดของไฟฟ้า ไฟฟ้าที่เราใช้กันอยู่โดยทั่วไปมีอยู่ ๒ ชนิด คือ ไฟฟ้ากระแสตรง และไฟฟ้ากระแสสลับ ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C.) เช่น ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่รถยนต์ ถ่านไฟฉาย ไฟฟ้าจากพลังงานแสงแดด ฯลฯ จะมีขนาดและทิศทางเดียวกันตลอดเวลา ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบ แต่ไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C.) เช่น ไฟฟ้าตามบ้านเรือนและโรงงานต่าง ๆ จะมีทิศทางการไหล แรงดัน และขั้ว เปลี่ยนแปลงไปอยู่ตลอดเวลา เพราะการใช้พลังงานทางกลมาทำการผลิตไฟฟ้านั้น การเกิดไฟฟ้ากระแสสลับเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้กับรถยนต์ จึงต้องมีอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ทำการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรงเสียก่อนจึงจะนำเข้าไปประจุเข้าในแบตเตอรี่

หน่วยวัดทางไฟฟ้า เช่นเดียวกับความยาวเรามีหน่วยวัดเป็นไมล์ น้ำหนักเรามีหน่วยวัดเป็นกิโลกรัม ในทางไฟฟ้าเราก็มีหน่วยวัดโดยเฉพาะเช่นเดียวกัน หน่วยวัดไฟฟ้าที่จำเป็นมีดังนี้

แอมแปร์ หน่วยวัดขนาดหรือจำนวนของกระแสที่ไหลในวงจร ใช้อักษรตัว (เอ.) เป็นสัญลักษณ์ การวัดกระแสนี้จะทำได้โดยการต่อแอมมิเตอร์เข้าไปในวงจร

โวลท์ หน่วยวัดแรงดันหรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการไหลของกระแส ใช้อักษร (วี.) เป็นสัญลักษณ์ การวัดกระทำได้โดยใช้โวลท์มิเตอร์ (แรงดันไฟฟ้าที่สามารถทำให้กระแสจำนวนหนึ่งแอมแปร์ไหลผ่านตัวนำที่มีความต้านทานหนึ่งโอห์ม เรียกว่า มีแรงดันหนึ่งโวลท์)

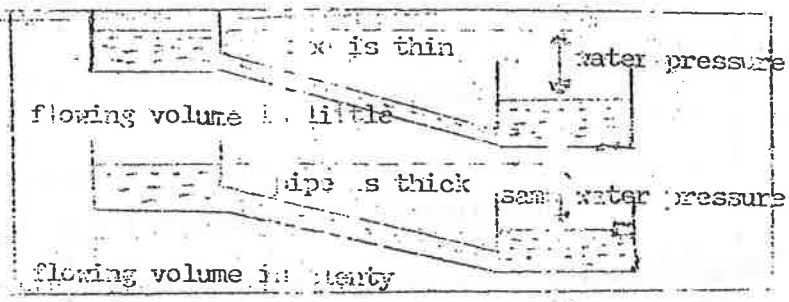
โอห์ม หน่วยวัดความต้านทานในวงจรไฟฟ้า ใช้ตัว Ω (โอเมก้า) เป็นสัญลักษณ์ สามารถวัดได้โดยใช้โอห์มมิเตอร์

วัตต์ หน่วยวัดกำลังงานไฟฟ้า ใช้อักษร (ดับเบิ้ลยู) เป็นสัญลักษณ์ สามารถหาได้โดยการคำนวณดังนี้

กำลังไฟฟ้า (w) = แรงดันไฟฟ้า (v) คูณ กระแส (a)

ความต้านทานทางไฟฟ้า ความต้านทานทางไฟฟ้าคล้ายกับการไหลของน้ำภายในท่อ ซึ่งจะมีความฝืดเกิดขึ้นต้านทานการไหลของน้ำภายในท่อ กระแสไฟฟ้าก็เช่นเดียวกัน จะมีความต้านทานเกิดขึ้น เมื่อมีกระแสไหลผ่านตัวนำ ซึ่งเราเรียกว่า ความต้านทานไฟฟ้า (electrical resistance)

ความต้านทานในรูปของตัวนำ



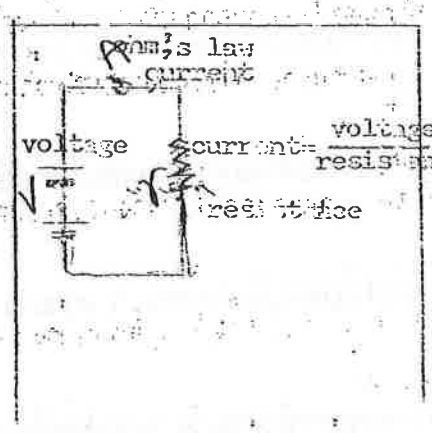
การไหลของกระแสไฟฟ้าก็เช่นเดียวกับการไหลของน้ำในท่อ ซึ่งจะไหลได้สะดวกกว่าและมากกว่าในท่อที่มีขนาดใหญ่กว่า ขนาดของท่อที่ใกล้เคียงกันกับขนาดของสายไฟ

ในกรณีของไฟฟ้า ตัวนำชนิดเดียวกันจะยอมให้กระแสไฟไหลผ่านได้ดีกว่าเมื่อมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า เนื่องจากมีความต้านทานน้อยกว่า เมื่อมีความโตเพิ่มขึ้น และความยาวลดลง ส่วนชนิดความยาวมากกว่าจะมีความต้านทานเพิ่มขึ้น ดังนั้นกระแสไฟจึงไหลได้น้อยกว่า สิ่งเหล่านี้เราเรียกว่า " ความต้านทานในรูปของตัวนำ " ความต้านทานในรูปของตัวนำจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความยาว และเป็นปฏิภาคโดยกลับกับพื้นที่หน้าตัด

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความต้านทาน ถึงแม้ว่าชนิดของวัตถุจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ความต้านทานไฟฟ้าของวัตถุนั้น ๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงไป ตัวอย่างเช่น วัตถุจำพวกโลหะจะมีความต้านทานสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และการบอนและสารกึ่งตัวนำจะมีความต้านทานลดลง

ความต้านทานที่ผิวหน้าสัมผัส เมื่อนำตัวนำ ๒ ตัวมาต่อเข้าด้วยกัน จะเกิดความต้านทานขึ้นระหว่างผิวหน้าสัมผัสระหว่างตัวนำทั้ง ๒ ซึ่งขวางการไหลของกระแสทำให้เกิดความร้อนและไหม้ขึ้นที่ผิว น้ำทั้งสองเนื่องความต้านทานมากยิ่งขึ้นจนกระแสไม่อาจไหลผ่านได้ เราเรียกว่า " ความต้านทานที่ผิวหน้าสัมผัส " นี้สามารถแก้ไขได้โดยการทำความสะอาดผิวหน้าสัมผัสหรือบัดกรีไล่แทน

กฎของโอห์ม



กฎของโอห์ม ได้แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแส และความต้านทาน กระแสที่ไหลผ่านตัวนำจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่ตัวนำ และเป็นปฏิภาคกลับกับความต้านทานในตัวนำ ซึ่งสามารถเขียนสูตรได้ดังนี้

$$I = \frac{e}{r}$$

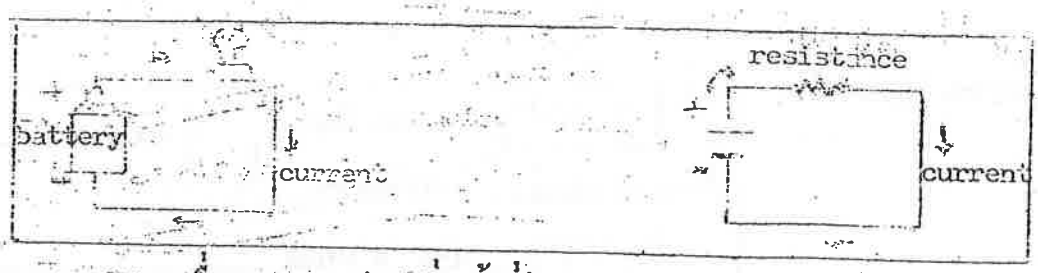
เมื่อ I = กระแส (A)

e = แรงดันไฟฟ้า (V)

r = ความต้านทาน (Ω)

วงจรไฟฟ้า ถึงแม้เราจะมีแรงดันไฟฟ้าอยู่แล้ว เราก็ไม่สามารถจะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าได้ ถ้าไม่มีทางให้กระแสไฟฟ้าไหลไปได้ ทางเดินของกระแสไฟฟ้านี้เราเรียกว่า " วงจรไฟฟ้า "

วงจรไฟฟ้า



เมื่อเราต่อสายไฟจากขั้วบวก (+) ของแบตเตอรี่ไปยังหลอดไฟ และจากหลอดไฟต่อกลับไปยังขั้วลบ (−) ของแบตเตอรี่ จะสามารถทำให้กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วบวกไปขั้วลบได้ ทำให้หลอดไฟติดสว่างขึ้น เรียกว่าการไหลของกระแสไฟฟ้าครบวงจร

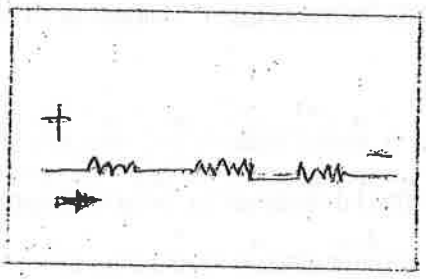
การต่อวงจรไฟฟ้านี้สามารถต่อได้เป็น ๓ แบบ คือ

๑. การต่อแบบอนุกรม (series connection)

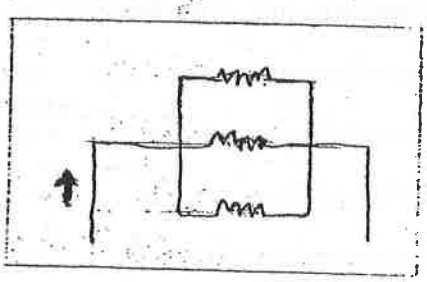
๒. การต่อแบบขนาน (parallel connection)

๓. การต่อแบบผสม

การต่อแบบอนุกรมหรืออันดับ



การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน



การต่อแบบอนุกรมจะมีคุณสมบัติดังนี้

๑. กระแสที่ไหลในวงจรจะเท่ากัน

๒. ความต้านทานในวงจรจะเท่ากับผลรวมของความต้านทานทั้งหมด

๓. ผลรวมของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่ความต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากับแรงดันของแหล่งจ่ายพลังงาน

การต่อแบบขนานมีคุณสมบัติดังนี้

๑. แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากับแรงดันจากแหล่งจ่ายพลังงาน

๒. กระแสที่จ่ายออกจากแหล่งจ่ายพลังงานเท่ากับผลรวมของกระแสที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัว

๓. ความต้านทานรวมของวงจรน้อยกว่าความต้านทานของแต่ละตัว

การต่อไฟแบบขนานนี้ จะใช้อยู่ในรถยนต์เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากสามารถใช้ตัวถังของรถยนต์เป็นสายดินได้ในตัว จึงทำให้สามารถประหยัดสายไฟไปได้มาก

พฤติกรรมของไฟฟ้า การไหลของกระแสไฟฟ้าก่อให้เกิดพฤติกรรมต่าง ๆ มากมาย ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็นหัวข้อใหญ่ ๆ ได้ ๓ ประการคือ

๑. พฤติกรรมทางความร้อน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน จะทำให้เกิดความร้อนขึ้น ตัวอย่างเช่นหลอดไฟแสงสว่าง เตารีดไฟฟ้า เตาไฟฟ้า เป็นต้น

๒. พฤติกรรมทางเคมี เมื่อนำเอาขั้วไฟฟ้า ๒ ขั้วไปจุ่มไว้ในสารละลายของเกลือ และน้ำกรดกำมะถันเจือจาง จะทำให้เกิดปฏิกริยาทางเคมีที่ขั้วไฟฟ้าทั้ง ๒ ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่ การชุบผิวโลหะ เป็นต้น

อันเธอแนเตอร์ (ระบบ) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

๗ ประโยค

๓. พฤติกรรมทางแม่เหล็ก เมื่อปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดตัวนำ หรือขดลวดตัวนำ จะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ เส้นลวด หรือขดลวดนั้น ตัวอย่างเช่น รีเลย์ มอเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า แตร เป็นต้น

แรงดันไฟฟ้าพอที่จะสรุปได้ดังข้อต่อไปนี้

๑. ไฟฟ้าเกิดจากการเสียดทาน คือ เอาวัสดุสองชนิดมาถูกัน หรือขัดสีกันก็จะทำให้เกิดไฟฟ้าขึ้นได้

๒. ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้โดยการกดดัน คือโดยการประยุกต์ความกดดันเข้ากับผลึกของวัตถุบางอย่าง

๓. ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้โดยการให้ความร้อนแก่รอยต่อ ของโลหะสองชนิดที่ต่อเข้าด้วยกัน ด้วยกัน ในลักษณะควบคุมความร้อน

๔. ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้โดยการใช้แสงสว่างไปกระทบกับวัสดุไวแสง

๕. ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้โดยปฏิกิริยาทางเคมี เช่นในเซลไฟฟ้า หรือแบตเตอรี่

๖. ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้ด้วยการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของแม่เหล็กกับเส้นลวดตัวนำในการตัดเส้นแรงแม่เหล็ก

คำนิยามต่าง ๆ เกี่ยวกับหลักไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบันและเราควรทราบ

๑. ตัวนำ คือวัตถุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย เราเรียกว่า ตัวนำไฟฟ้า ไฟฟ้านั้นไหลผ่านวัตถุต่าง ๆ ได้ยากง่ายแตกต่างกัน ซึ่งไฟฟ้าอาจไหลผ่านวัตถุหนึ่งได้ดีกว่าอีกวัตถุหนึ่ง วัตถุใดที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้โดยง่าย เรียกวัตถุนั้นว่า เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เช่น เงิน เป็นตัวนำที่ดีมาก แต่มีราคาแพงจึงไม่นำมาใช้ประโยชน์ทางไฟฟ้ามากนัก ทองแดง เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีรองลงมา และได้นำมาใช้ประโยชน์ทางไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลาย และราคาก็ถูกกว่าเงิน น้ำก็เป็นตัวนำไฟฟ้าเช่นเดียวกัน ฉะนั้นการปฏิบัติเกี่ยวกับไฟฟ้าจึงไม่ควรปฏิบัติในที่เปียกชื้น ซึ่งจะเป็นผลที่ให้ไฟฟ้าดูด และเป็นอันตรายได้

๒. ฉนวน วัตถุใดก็ตามที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านออกมาจากตัวนำ ดังนั้นสายไฟจึงต้องหุ้มห่อด้วยฉนวน เช่นยาง ไหม ฯ แต่ถึงแม้จะหุ้มแล้วจึงจะปลอดภัย ความชื้นเป็นตัวทำลายของวัตถุนั้น

๓. ความต้านทาน วัตถุทุกอย่างมีความต้านทานต่อการไหลของกระแสไฟฟ้ามากหรือน้อยแตกต่างกันไป การที่วัตถุต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า เราเรียกวัตถุนั้นว่า ความต้านทาน ซึ่งถ้าเปรียบเทียบก็เหมือนกับการเสียดสีของวัตถุสองชิ้นที่เกิดการเสียดสีกันและกันนั่นเอง การตรวจหาความต้านทานในวงจรไฟฟ้านั้นใช้หน่วยวัดค่าเป็น โอห์ม และในเครื่องวัดมิเตอร์ต้องมีแมกเนตอร์เป็นส่วนประกอบในการใช้วัด การใช้โอห์มมิเตอร์วัดหาค่าความต้านทานของกระแสไฟฟ้าในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ตลอดจนหาค่าของความต้านทานในวงจรจุดระเบิดภายในคอยล์ หรือภายในคอนเดนเซอร์ หรือภายในความต้านทานต่าง ๆ ก็เพื่อหาความต้านทานที่แน่นอน และเป็นการป้องกันการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้า อีกด้วย

R คือ I ก่อน

R ก่อน I คือ

๔. แรงเคลื่อนไฟฟ้า หมายถึงแรงดันที่ทำให้ไฟฟ้าไหลไปรอบ ๆ วงจร หรือไหลไปตามเส้นลวดตัวนำ ก่อนที่ไฟฟ้าจะไหลหรือเกิดการเคลื่อนที่ จะต้องมีแรง ๆ หนึ่งมาทำการผลักดันให้กระแสไฟฟ้าไหลไปรอบวงจรได้ แรงดันนี้เกิดจากความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วบวกและขั้วลบของเซลไฟฟ้า เมื่อต่อเส้นลวดเข้ากับขั้วทั้งสองนั่นเอง ในหม้อไฟฟ้าเราถือเสียว่า ศักดาไฟฟ้าด้านขั้วบวกสูงกว่าศักดาไฟฟ้าด้านขั้วลบ จึงเป็นเหตุให้กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วบวกไปหาลบ และค่าของแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลไฟฟ้า ก็คือความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วทั้งสองของเซลไฟฟ้าเมื่อวงจรเปิด

๕. เป็นหน่วยวัดความต่างศักดาไฟฟ้า โดยกำหนดไว้ว่า เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้า ๑ แอมแปร์ ไหลผ่านเส้นลวดตัวนำที่มีความต้านทาน ๑ โอห์ม เรียกความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างปลายเส้นลวดทั้งสองนี้ว่า มีความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็น ๑ โวลท์ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเส้นลวดตัวนำด้วยแรงดัน ๑ โวลท์เสมอ

๖. แอมแปร์ เป็นหน่วยวัดกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไว้ว่า เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าจำนวนค่าคงที่ค่าหนึ่งไหลผ่านสารละลายเงินไนเตรตที่มีความเข้มจำนวนหนึ่ง กระแสไฟฟ้าสามารถแยกเนื้อเงินออกมาจากสารละลายน้ำหนักได้ ๐.๐๐๑๑๑๘ กรัม ใน ๑ วินาที เรียกกระแสไฟฟ้าชนิดนี้ว่า ๑ แอมแปร์

๗. กระแสไฟฟ้า เมื่อทำการต่อลวดตัวนำเข้ากับขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่ โดยผ่านหลอดไฟฟ้า จะปรากฏว่ามีแสงสว่างเกิดขึ้นที่หลอด การที่มีแสงสว่างเกิดขึ้นนั้นเนื่องจากเกิดอำนาจชนิดหนึ่งไหลไปตามเส้นลวดตัวนำไปยังหลอด อำนาจอันนี้เรียกว่ากระแสไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลจากขั้วบวกของแบตเตอรี่ผ่านเส้นลวดตัวนำ ผ่านหลอดไฟไปยังขั้วลบ และจากขั้วลบไหลผ่านน้ำยากลับคืนไปยังแผ่นบวก จำนวนกระแสไฟฟ้าจะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับขนาดของเส้นลวดตัวนำและความต้าน ซึ่งเรียกว่า โวลเตจ

๘. วงจรไฟฟ้า คือทางเดินของกระแสไฟฟ้า จากต้นกำเนิดแห่งเดียวกันแล้วไหลไปตามทางต่าง ๆ ถ้าทางเดินหรือวงจรไว้ให้และมันจะไหลกลับไปที่วงจรเดิมอีก ตัวอย่าง เช่น ไฟแสงสว่างของรถยนต์ เมื่อต่อวงจรกระแสไฟจะเริ่มไหลออกจากแบตเตอรี่ทางขั้วบวกไปตามสายไฟ และผ่านหลอดไฟต่าง ๆ ตามความมุ่งประสงค์ของผู้ใช้งาน และแล้วจะไหลกลับไปที่ต้นกำเนิด คือ แบตเตอรี่ ทางด้านขั้วลบ วงจรไฟฟ้าทุกอย่าง จะต้องเป็นวงจรบรรจบกัน จะขาดลงในตอนใดตอนหนึ่งไม่ได้ วงจรที่ตอระหว่างขั้วทั้งสอง คือ จากขั้วบวกผ่านเส้นลวดไปยังขั้วลบ เรียกว่า วงจรภายนอก ส่วนที่อยู่ภายในแบตเตอรี่ คือ ตั้งแต่ขั้วลบ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านน้ำยา และแล้วผ่านไปทางขั้วบวก เรียกว่า วงจรภายใน ถ้าเราทำให้วงจรตอนใดตอนหนึ่งขาดออกจากกัน เรียกว่า วงจรเปิด ถ้าต้องการที่จะให้กระแสไฟฟ้าเดินไปตามวงจรเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ เรียกว่า วงจรปิด แต่ละวงจรมีวงจรหนึ่ง ซึ่งกระแสไฟฟ้าสามารถไหลกลับไปยังต้นกำเนิดเดิมได้ โดยไม่ผ่านวงจรที่ถูกต้องแล้ว ทางที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านกลับเรียกว่า วงจรลัดหรือลัดวงจร

1 แรงม้า = 746 W/s

50/60 Hz

จากการที่เราศึกษาเรื่องอะตอมมาแล้วพอสรุปได้ว่า

๑. สสาร นั้นมีคุณสมบัติเกี่ยวกับการที่อยู่และมีน้ำหนัก ซึ่งทุกสิ่งทุกอย่างล้วนเป็นสสารทั้งสิ้น สสารนั้นมี ๓ ชนิดคือ

๑.๑ ของแข็ง มีรูปร่างและปริมาตรที่แน่นอน

๑.๒ ของเหลว ไม่มีรูปร่าง แต่ปริมาตรที่แน่นอนขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ

๑.๓ ก๊าซ ไม่มีรูปร่าง และปริมาตรไม่คงที่

๒. ธาตุ คือสสารที่ไม่สามารถจะแบ่งออกไปเป็นสารอื่นได้อีกนอกจากตัวของมันเอง ธาตุในปัจจุบันมีหลายชนิด เช่น ออกซิเจน เหล็ก ทอง ไฮโดรเจน แมกนีเซียม สังกะสี ฯ ล ฯ

๓. อณู คือส่วนภาคที่เล็กที่สุดของสสารที่สามารถแบ่งออกได้โดยไม่ทำลายคุณสมบัติของสารเดิม และอณูนั้นมีการรวมตัวของปรมาณูตั้งแต่ ๒ ปรมาณูขึ้นไป

๔. ปรมาณู หรืออะตอม คือส่วนภาคที่เล็กที่สุดของธาตุที่สามารถทำปฏิกิริยาเคมีได้โดยไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเดิม ปรมาณูของธาตุใดธาตุหนึ่งจะมีรูปร่างและขนาดเหมือนกันหมด โครงสร้างของปรมาณูเปรียบได้เหมือนกับระบบสุริยะจักรวาล

๕. โปรตรอน นิวตรอน อิเลคตรอน นิวเคลียส

๕.๑ โปรตรอน คือส่วนภาคที่หนักและมีประจุไฟฟ้าเป็น บวก อยู่ในนิวเคลียส

๕.๒ นิวตรอน คือส่วนภาคที่หนักและเป็นกลางในนิวเคลียส ประกอบด้วยโปรตรอนและอิเลคตรอนอยู่ติดกัน คือบวก – ลบ

๕.๓ อิเลคตรอน คือส่วนภาคที่เล็กมากมีประจุไฟฟ้าเป็น ลบ อิเลคตรอนนี้เกือบไม่มีน้ำหนักเลย และวิ่งโคจรอยู่รอบนิวเคลียส

๕.๔ นิวเคลียส คือส่วนที่หนักที่สุดของปรมาณู เคลื่อนที่ไม่ได้

๖. อิเลคตรอนแบ่งออกเป็น ๒ ประเภทคือ

๖.๑ อิเลคตรอนวาเลนซ์ คืออิเลคตรอนที่อยู่ในวงโคจรใกล้ ๆ นิวเคลียส จะถูกแรงดึงดูดของนิวเคลียสดึงไว้ จึงทำให้หลุดออกจากวงโคจรได้ยาก

๖.๒ อิเลคตรอนนอกเวเลนซ์ หรืออิเลคตรอนอิสระ คืออิเลคตรอนที่อยู่ในวงโคจรนอก ๆ จึงทำให้ได้รับแรงดึงดูดจากนิวเคลียสน้อย ทำให้หลุดออกจากวงโคจรได้ง่าย

๗. ไฟฟ้า คือการสำแดงผลของการเคลื่อนที่ของอิเลคตรอนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หรือการเปลี่ยนตำแหน่งของอิเลคตรอนอิสระจากอะตอมหนึ่งไปยังอะตอมหนึ่ง ถ้าอะตอมมีอิเลคตรอนและโปรตรอนเท่ากันจะไม่มีประจุและคงตัว ถ้าอะตอมมีอิเลคตรอนเกินจำนวนจะมีประจุเป็นลบ ถ้าอะตอมมีอิเลคตรอนขาดจำนวนจะมีประจุเป็นบวก อะตอมที่มีประจุสามารถประจุได้โดยทำให้อิเลคตรอนเพิ่มขึ้นหรือขาดจำนวนไป กระแสไฟฟ้านั้นจะไหลจากประจุบวกไปยังประจุลบ

๘. แรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

๘.๑ ความเร็วของตัวนำที่ตัดกับสนามแม่เหล็ก

๘.๒ จำนวนรอบของขดลวดตัวนำ

๘.๓ ความเข้มของสนามแม่เหล็ก

๙. วงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

๙.๑ วงจรอนุกรมหรือวงจรอันดับ

๙.๑.๑ เป็นวงจรทางเดียวจากขั้นกำเนิดไปยังภาระ และจากภาระมายังขั้นกำเนิด

๙.๑.๒ กำลังดันไฟตกจะถูกแบ่งออกไปตามความต้านทานแต่ละตัว ผลรวมของกำลังดันจะเท่ากับขั้นกำเนิด

๙.๑.๓ กระแสทางเดินทางเดียวไปยังทุกส่วนของวงจร สามารถวัดด้วยแอมมิเตอร์ได้ทุกจุดจะมีค่าเท่ากัน

๙.๑.๔ ความต้านทานทั้งหมดเท่ากับผลรวมของความต้านทานทุกตัว

๙.๑.๕ แรงเคลื่อนในความต้านทานจะเป็นสัดส่วนกับความต้านทาน

๙.๑.๖ ข้อเสียของวงจรนี้คือ เมื่อภาระตัวใดขาดวงจรจะไม่ทำงาน

๙.๒ วงจรขนาน

๙.๒.๑ เป็นวงจรหลายทาง ตั้งแต่สองทางขึ้นไป

๙.๒.๒ กำลังดันของภาระทุกส่วนเท่ากับขั้นกำเนิด

๙.๒.๓ กระแสในวงจรเป็นสัดส่วนกับความต้านทาน กระแสในความต้านทานจะเป็นสัดส่วนกับความต้านทาน

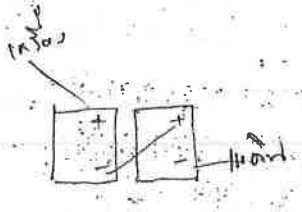
๙.๒.๔ กระแสรวมเท่ากับผลบวกของกระแสในความต้านทานทุกตัว

๙.๒.๕ ข้อดีของวงจรนี้คือ เมื่อภาระตัวใดขาดวงจรสามารถทำงานต่อไปได้

๙.๓ วงจรผสม

๙.๓.๑ เป็นการรวมวงจรอนุกรมและวงจรขนานเข้าด้วยกัน

๙.๓.๒ การหากำลังดันและกระแสของวงจร ให้คิดแยกเป็นวงจรอนุกรม วงจรขนาน แล้วนำมารวมกัน



เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง DC

ร.ท อรพงษ์

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เป็นเครื่องใช้ฉันเปลี่ยนพลังงานจากเครื่องกลไกมาเป็นพลังงานไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง(DC)ส่วนมากที่ใช้กันในปัจจุบัน ตัวอาร์เมเจอร์เป็นตัวหมุน ขาแม่เหล็กเป็นตัวอยู่กับที่ แต่เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ(AC)ส่วนมากเกือบทุกแบบ ขาแม่เหล็กเป็นตัวหมุน ตัวอาร์เมเจอร์เป็นตัวอยู่กับที่ไม่เคลื่อนไหว ฉะนั้นเพื่อมิให้เกิดความฉงนสนเท่ห์จึงได้ตั้งชื่อเรียกเสียใหม่ กล่าวคือ ตัวที่เคลื่อนที่จะเป็นเองเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงหรือกระแสสลับก็ตามเราเรียกว่าตัวหมุน – (rotors) ตัวที่อยู่ประจำที่ไม่เคลื่อนไหวเราเรียกว่า ตัวเรือนเครื่องไฟฟ้า (stators) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะจ่ายกำลังงานไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลาเมื่อเครื่องยนต์ทำงาน หรืออาจกล่าวได้ว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะจ่ายกำลังงานไฟฟ้าออกสู่วงจรภายนอกอยู่ตลอดเวลาก็ต้องอาศัยเครื่องกลไกส่งกำลังมาหมุนเพลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลาเช่นเดียวกัน อย่าไปคิดว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเดินไปได้เองโดยไม่ต้องใช้เครื่องกลไกภายนอกมาหมุนเพลาให้มัน กำลังงานของเครื่องกลไกที่นำมาใช้หมุน rotors นั้นเรียกว่า เครื่องขับ (prime mover) เครื่องขับที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายชนิด เช่น เครื่องกังหันไอน้ำ เครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์น้ำมันใส ฯลฯ

ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงที่เราควรทราบคือ

๑. โครงเครื่องไฟฟ้า (yoke or frame) โครงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีหน้าที่ ๒ ประการ คือ เป็นสื่อให้เส้นแรงแม่เหล็กเดินครบวงจร และเป็นโครงรองรับส่วนประกอบของเครื่องอื่น ๆ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กโครงเครื่องไฟฟ้าประกอบเป็นท่อนเดียวกัน แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่จะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ตัวโครง และขาแม่เหล็ก ทั้งสองอันนี้ประกอบยึดติดกันด้วยสลัก ขาแม่เหล็กและโครงเป็นสื่อตัวนำอย่างดีที่ทำให้เกิดวงจรแม่เหล็ก ขั้วแม่เหล็กและแกนรวมกันเรียกว่าขาแม่เหล็ก ซึ่งประกอบติดอยู่ภายในโครงเครื่องไฟฟ้า ขาแม่เหล็กทำด้วยแผ่นเหล็กอ่อนบาง ๆ นำมาอัดซ้อนกันเป็นแผง ที่ทำเช่นนี้เพื่อความประสงค์เพื่อลดความเสียหายอันเกิดจากกระแสวนเวียน ความเข้มของเส้นแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นได้โดยกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดที่พันขาแม่เหล็กนี้

๒. ขดลวดขาแม่เหล็ก เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวนไฟฟ้า (insulated wire) นำมาพันให้แน่นเข้ากับขาแม่เหล็กเป็นจำนวนมากรอบ ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดนี้จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นระหว่างขดลวดและขาแม่เหล็กไฟฟ้าจะเดินติดต่อถึงกันไม่ได้ ขาแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีขั้วสลับกัน เรายังคับให้เกิดเป็นขั้วสลับกันได้โดยวิธีการพันขดลวดนั่นเอง หรือจะกล่าวให้เข้าใจอีกนัยหนึ่งก็คือ ท่านเริ่มต้นลำดับตั้งแต่ขั้วเหนือแล้วพันไปรอบโครงเครื่องไฟฟ้าจะไปในทิศทางเข็มนาฬิกา หรือตรงกันข้าม

ก็ตาม ขั้วถัดไปจะเป็นขั้วใดแล้วก็ขั้วเหนือสลับกันตามลำดับ จำนวนขาแม่เหล็กจะต้องเป็นจำนวนคู่เสมอ

๓. อาร์เมเจอร์ (armature) ตัวอาร์เมเจอร์จะหมุนอยู่ภายในโครงเครื่องไฟฟ้าอันประกอบด้วยขาแม่เหล็กล้อมรอบทั้งสองปลายของอาร์เมเจอร์ทำเพลาเป็นออกไป ที่ปลายเพลาทั้งสองจะมีแบริ่งรองรับและแบริ่งวางสวมอยู่กับโครง โครงจึงเป็นฐานรองรับอาร์เมเจอร์นั่นเอง อาร์เมเจอร์ทำด้วยเหล็กออกบาง ๆ แล้วนำมาอัดซ้อนกัน ที่ผิวนอกของอาร์เมเจอร์เซาะเป็นร่อง (slots) ห่วงลวดตัวนำจะพันฝังลงในร่องอาร์เมเจอร์เหล่านี้ การพันห่วงลวดตัวนำยึดแน่นอยู่ได้โดยมีลิ่มไฟเบอร์หรือลิ่มไม้ขัดไว้ การพันอาร์เมเจอร์ ครั้งแรกนำกระดาษ (fish paper) สอดลงไปในช่อง (slots) เสียก่อนเป็นฉนวนบังคับไฟฟ้าไหลรั่วลงไปที่แกนอาร์เมเจอร์ได้ แล้วจึงนำห่วงลวดตัวนำบรรจุลงในช่องนั้น ขัดให้แน่นด้วยลิ่ม ปลายของห่วงลวดตัวนำยึดกับรีดกับชิ้นของคอมมิวเตเตอร์ซึ่งวางเรียงไว้ถูกต้องแล้ว

๔. คอมมิวเตเตอร์ (commutator) เป็นเครื่องประกอบส่วนหนึ่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอยู่ที่ปลายข้างหนึ่งของอาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ประกอบด้วยชิ้นทองแดงมีลักษณะคล้ายหางเหยี่ยว ระหว่างแผ่นชิ้นทองแดงใช้ไมก้าแผ่นบาง ๆ กั้นเป็นฉนวน ชิ้นทองแดงรูปหางเหยี่ยวนำมาสอดเรียงรอบกระบอกเหล็กกลม เสร็จแล้วจึงนำวงแหวนหน้าแปลนมาสวมที่ปลายของปลอกเหล็กนี้แล้วกวดสลักให้แน่นเพื่อยึดไม่ให้ชิ้นทองแดงหลุดออกมา ปลายห่วงลวดอาร์เมเจอร์ที่ยื่นออกมาก็จะประสานติดกับชิ้นทองแดงเหล่านี้

๕. แปรง (brushes) แปรงนี้จะกดอยู่บนผิวของคอมมิวเตเตอร์ เพื่อทำหน้าที่เป็นสะพานไฟฟ้าระหว่างห่วงลวดตัวนำในอาร์เมเจอร์และวงจรภายนอก แปรงทำด้วยถ่านชนิดดีที่สุด แปรงนี้จะวางอยู่ในช่องยึดแปรงและมีฉนวนกั้นไม่ให้ไฟรั่วลงไปยังโครงเครื่องไฟฟ้าได้ แปรงแต่ละตัวสามารถเลื่อนขึ้น – ลง ภายในแปรงยึดของได้ ณะนั้นแปรงต่าง ๆ เหล่านี้อาจจะสัมผัสบนผิวคอมมิวเตเตอร์ในตำแหน่งไม่ถูกต้องก็ได้ ลวดทองแดงถัก (pig tail) มีลักษณะอ่อนโค้งงับไปมาได้เป็นตัวนำไฟฟ้า ซึ่งปลายข้างหนึ่งติดที่แปรงอีกข้างหนึ่งต่อกับวงจรภายนอก แปรงนั้นกดคอมมิวเตเตอร์อยู่ตลอดเวลา โดยมีแหนบสปริงคอยกดหลังแปรงอีกข้างหนึ่ง ซึ่งมีกำลังกดระหว่าง ๑ ๑/๒ – ๒ ๑/๒ ปอนด์/ตารางนิ้ว ของเนื้อที่หน้าตัดแปรง เราสามารถแต่งสปริงให้อ่อนหรือแข็งได้ ช่องจับแปรงถ่านยึดติดกับโครงเครื่องไฟฟ้า (yoke) และก็สามารถแต่งเลื่อนขึ้นลงได้

ประเภทของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (type of direct - current cenerators)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เราจัดแบ่งประเภทออกตามวิธีการที่กระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดพันขาแม่เหล็ก การแบ่งประเภทด้วยวิธีการเช่นนี้ จัดแบ่งเป็น ๒ ประเภท

ประเภทแรก ขดลวดสนามแม่เหล็กได้รับกระแสไฟตรงจากภายนอก หมายความว่ากระแสไฟฟ้า

ที่ไหลเข้าขดลวดฟันขาแม่เหล็กนั้นมิได้เกิดขึ้นหรือมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของมันเอง ดังนั้นเราจึงเรียกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทนี้ว่า " เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟจากภายนอกมาเข้าขดลวดฟันขาแม่เหล็ก " (separately excited) กระแสไฟตรงที่มาเข้าขดลวดฟันขาแม่เหล็กนั้นได้มาจากเครื่องกำเนิดไฟตรงเล็ก ๆ ทำหน้าที่เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าช่วยจ่ายไฟเข้าขดลวดฟันขาแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดใหญ่ เราเรียกเครื่องกำเนิดไฟตรงชนิดนี้ว่าเป็นตัว ..exciter.... และเครื่องกำเนิดไฟช่วยนี้จัดอยู่ในประเภทที่ใช้กระแสไฟจากตัวของมันเองเข้าขดลวดฟันขาแม่เหล็กของตัวมันเองด้วย

ประเภทที่สอง ประเภทนี้กระแสไฟฟ้าที่มาเข้าขดลวดฟันขาแม่เหล็ก (field winding) ได้มาจากตัวของมันเอง และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทนี้ได้จัดแบ่งออกเป็น ๓ แบบคือ แบบ shount แบบ..series..... และแบบ .compound.....

๑. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ shount คือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่วงจรขดลวดฟันขาแม่เหล็กต่อขนานกับอาร์เมเจอร์

๒. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ series คือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่วงจรขดลวดฟันขาแม่เหล็กต่ออันดับ (series) กับอาร์เมเจอร์

๓. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ compound คือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่วงจรขดลวดฟันขาแม่เหล็กต่อขนานและอันดับกับอาร์เมเจอร์

หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ( )

จากหลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามกฎของฟาราเดย์ ซึ่งกล่าวไว้ว่า เมื่อนำเอาตัวนำไปตัดผ่านเส้นแรงแม่เหล็ก จะเกิดการผลิตแรงดันไฟฟ้าขึ้นในตัวนำอันนั้น ปรากฏการณ์นี้เราเรียกว่า การเหนี่ยวนำของแม่เหล็กไฟฟ้า

ดังนั้น หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็คือ การนำเอาตัวนำไปตัดผ่านเส้นแรงแม่เหล็ก ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง หรือไดนาโม ขดลวดตัวนำที่ทำหน้าที่ผลิตแรงดันไฟฟ้าออกมาเรียกว่า อาร์เมเจอร์ จะหมุนอยู่ในสนามแม่เหล็กระหว่างขั้วเหนือและขั้วใต้ของแม่เหล็ก กระแสไฟที่ถูกผลิตออกมาจากขดลวดอาร์เมเจอร์ จะถูกเปลี่ยนให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงโดยคอมมิวเตเตอร์และแปรงถ่าน สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับหรืออัลเทอร์เนเตอร์ ขดลวดตัวนำซึ่งทำหน้าที่ผลิตแรงดันไฟฟ้าออกมาเรียกว่าสเตเตอร์ จะติดตั้งตายตัวอยู่กับที่โดยที่มีหมุนแม่เหล็กหรือขดลวด ซึ่งทำหน้าที่ผลิตสนามแม่เหล็กเรียกว่าโรเตอร์เป็นตัวหมุนอยู่ภายในระหว่างขดลวดสเตเตอร์ แต่เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตออกมาจากขดลวดสเตเตอร์เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ จึงต้องมีอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับที่ผลิตออกมาให้เป็นไฟกระแสตรงเสียก่อน เพื่อที่จะนำเข้าไปประจุในแบตเตอรี่ได้ อุปกรณ์ชุดนี้เรียกว่าชุดแปลงไฟ ซึ่งทำมาจากสารกึ่งตัวนำเรียกว่า " ไดโอด "

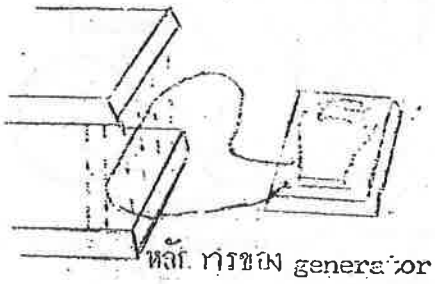
Generator เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานกล (จากเครื่องยนต์) เป็นพลังงานไฟฟ้า Generator ในรถยนต์ ได้จ่ายพลังงานไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อนำกระแสไฟจากแบตเตอรี่ไปใช้งานในการสตาร์ทเครื่องยนต์ (Cranking Engine) นอกจากนั้น Generator ยังจ่ายพลังงาน (LOAD) ไปให้กับระบบแสงสว่าง (Lighting System) ระบบจุดระเบิด (Ignition System) ในวงจรวิทยุ (Radio) และอื่น ๆ อีกมาก ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานอยู่

ตามปกติ Generator นั้นจะติดตั้งไว้บนหรือข้าง ๆ ของเครื่องยนต์ โดยอาศัยสายพานของพัดลมของเครื่องยนต์ (Engine Fan) เป็นตัวขับ Generator และ Generator แบบใหม่ ๆ มักจะมีระบบระบายความร้อน โดยการติดตั้งชุดพัดลมไว้ (Fan Assembled) บนส่วนปลายใต้ลอกสายพานของ Generator (Drive Pulley Fan) รอกสายพานพัดลมอันนี้จะดูดเอากระแสอากาศให้ผ่านเข้าไปใน และในขณะเดียวกัน ก็จะดูดเอาความร้อนที่เกิดขึ้นภายใน Generator นั้นออกไปด้วย ความร้อนที่เกิดขึ้นใน Generator นั้นเกิดจากการที่กระแสไฟฟ้า (Current) ไหลผ่านเข้าไปในขดลวดตัวนำ (Conductor) ของ Armature และขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field) การหมุนเวียนของกระแสอากาศต้องเพิ่มขึ้นตามขนาดของ

generator และกายจำนวนที่กระแสไฟฟ้าที่ generator ผลิตออกมา เพื่อเป็นการป้องกันมิให้อุณหภูมิใน generator สูงเกินขีดจำกัด

หลักการทั่ว ๆ ไปของ generator

ถ้าเราเอาเส้นลวดตัวนำ (conductor) ผ่านเข้าไปในสนามแม่เหล็ก (magnetic field) จะทำให้กระแสไฟไหลภายในขดลวดตัวนำนั้น ซึ่งความจริงข้อนี้เราสามารถพิสูจน์ได้โดยเอาขดลวดตัวนำต่อเข้ากับเครื่องวัด ซึ่งเรียกว่า sensitive ammeter หรือ galvanometer แล้วเอาขดลวดตัวนำนั้นผ่านเข้าไปในระหว่างขั้วสนามแม่เหล็กถาวร และดึงขดลวดนั้นให้ผ่านไปมาอยู่ระหว่างกลางของเส้นแรงแม่เหล็ก จะปรากฏว่าเข็มของเครื่องมือวัดเกิดการเคลื่อนไหว นั่นแสดงให้เห็นว่า มีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดตัวนำนั้น กระแสไฟฟ้าจะไหลอยู่ภายในเส้นลวดตัวนำนี้ตลอดไป หรือว่าเอาขดลวดตัวนำอยู่กับที่ และให้เส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านขดลวดตัวนำ ก็จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดตัวนำนั้นเหมือนกัน กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดตัวนำ เรียกว่า กระแสไฟฟ้าชักนำ (induced current) และต้นกำเนิดที่ทำให้กระแสไฟฟ้าชักนำขึ้นนั้น เรียกว่า ไฟฟ้าที่เกิดจากอำนาจแม่เหล็ก (electricity is by magnetism)



จากรูปทางด้านขวามือแสดงให้เห็นถึงว่า เมื่อเส้นลวดตัวนำผ่านเข้าออกระหว่างขั้วแม่เหล็กจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดนั้น

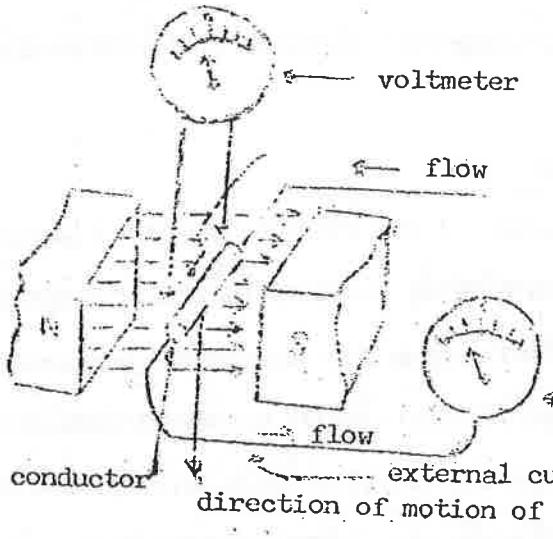
หลักการของ generator (generator principle)

generator มักจะพันด้วยเส้นลวดตัวนำขนาดใหญ่ ๆ และพันรอบกันเป็นขด ๆ อยู่รอบ ๆ แกนเหล็กอ่อน (iron core) และปลายของเส้นลวดตัวนำทุกเส้นที่พันอยู่จะถูกต่อเข้ากับชิ้นของคอมมิวเตเตอร์ (commutator) ชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้เรียกว่าอาเมเจอร์ (armature) ตัวอาเมเจอร์ (armature) จะประกอบอยู่บนแกนเพลาเดียวกันตลอด ซึ่งจะถูกขับให้หมุนอยู่ระหว่างกลางของสนามแม่เหล็ก ดังนั้นเส้นลวดตัวนำทุกเส้นที่ใช้พัน จึงเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ ตัวของมันเอง กระแสไฟอันเกิดจากการขับระหว่างเส้นลวดซึ่งมีจำนวนหลาย ๆ เส้นรวมกัน จึงสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าเส้นลวดตัวนำเพียงเส้นเดียว

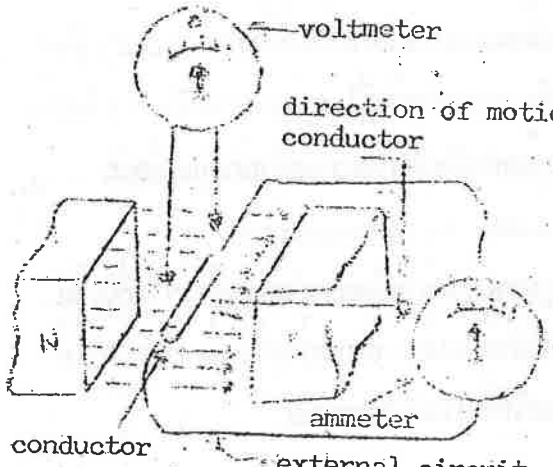
ส่วนประกอบของ generator ส่วนประกอบใหญ่ ๆ ของ generator ก็คือ

๑. โครงตัวเรือน (circular field frame)
๒. ขั้วแม่เหล็ก (pole shoe)
๓. อาเมเจอร์ (armature)
๔. ฝาท้าย และหัว (end frame , endplate)

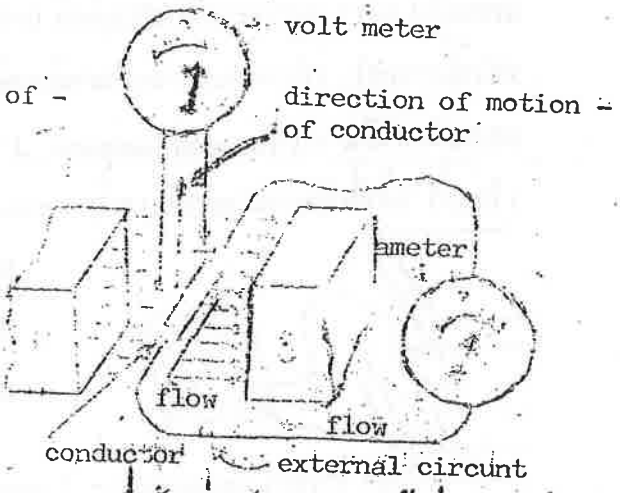
เพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น ให้ดูรูปประกอบคำอธิบายเพื่อที่จะได้ทราบหลักการของ เยนเนอร์เรเตอร์



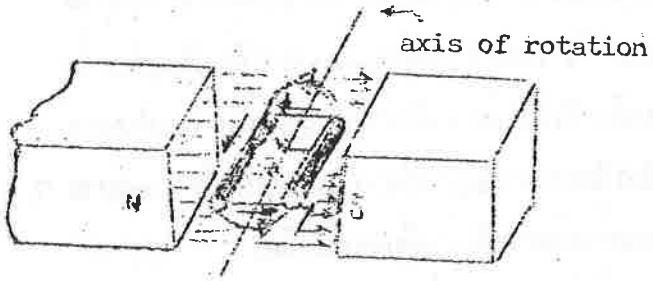
จากรูปทางด้านซ้าย เมื่อตัวนำเคลื่อนที่ทำมุมฉาก (๙๐°) กับเส้นแรงแม่เหล็ก จะมีการผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้นจากตัวนำนั้น ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำไปยังวงจรภายนอก



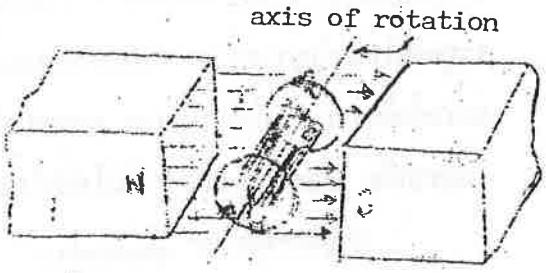
เมื่อตัวนำเคลื่อนที่ขนานกับเส้นแรงแม่เหล็ก ไฟฟ้าจะไม่เกิดขึ้น กระแสจึงไม่ไหล เพราะไม่มีการการตัดเส้นแรงแม่เหล็ก



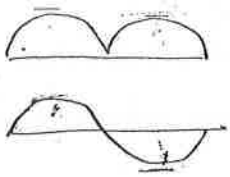
เมื่อขั้วแม่เหล็กเหนือและใต้อยู่ในตำแหน่งซ้าย และขวาเช่นเดียวกัน แต่เมื่อตัวนำเคลื่อนที่ขนานทำมุมฉากกับเส้นแรงแม่เหล็ก กระแสจะไหลกลับกันในทิศทางตรงกันข้าม



นำตัวนำมาต่อเป็นขดลวด ๑ ขด เมื่อขดลวดหมุนตัดเส้นแรงแม่เหล็ก จะเกิดไฟฟ้าขึ้น อันเป็นหลักการเบื้องต้นของเยนเนอร์เรเตอร์ ทิศทางการไหลของกระแสเป็นเช่นดังลูกศร นั่นคือตัวนำด้านซ้ายมือกระแสจะไหลเข้าหาตัวเรา



เมื่อขดลวดหมุนไปครบ ๑/๔ รอบ (๙๐°) ตัวนำจะเคลื่อนที่ขนานกับเส้นแรงแม่เหล็ก ไฟฟ้าจะไม่เกิดขึ้นเพราะไม่มีการตัดเส้นแรงแม่เหล็ก หลังจากนั้นเมื่อหมุนไปอีก ๑/๔ รอบ (๙๐°) ขดลวดก็จะมาอยู่ในตำแหน่งเดิมอีกครั้ง

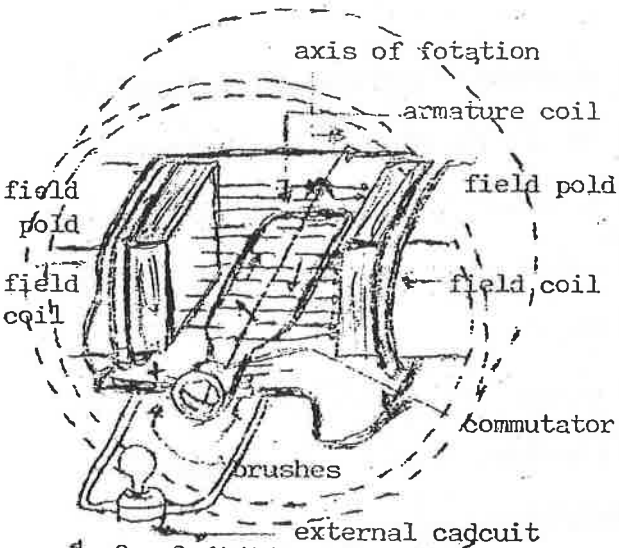


ส่วนตัวนำขวามือกระแสจะไหลไปจากตัวเรา

ในตำแหน่งนี้ จะเกิดแรงดันไฟฟ้าสูงสุด เพราะตัวนำตัดเป็นมุมฉาก จึงตัดจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กแรงแม่เหล็กสูงสุด

เพื่อให้เกิดการเข้าใจในหลักการของเยนเนอร์เรเตอร์มายิ่งขึ้น พึงจำไว้ว่า เมื่อขดลวดหมุนตัดกับเส้นแรงแม่เหล็ก จากตำแหน่งขดลวดขนานไปยังตำแหน่งตั้งฉาก จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กที่ถูกตัดจะค่อย ๆ เพิ่มจำนวนขึ้น จากไม่มีการตัดเลย จนถึงสูงสุด แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะค่อย ๆ เพิ่มจำนวนจากศูนย์ (o) ไปจนกระทั่งสูงสุด ในทำนองเดียวกัน เมื่อขดลวดหมุนตัดเส้นแรงแม่เหล็กจากตำแหน่งขดลวดตั้งฉาก ไปยังตำแหน่งขนาน จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กที่ถูกตัดก็จะค่อย ๆ ลดลงจากสูงสุดจะลดลงมาจนกระทั่งไม่มีการตัดเลย แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจึงค่อย ๆ ลดลงจากสูงสุด จนลงมาเหลือศูนย์ (o)ZERO ONE TWO

จากการที่เราได้ศึกษามาแล้ว ลองมาประยุกต์กับเครื่องไฟฟ้ากระแสตรงแบบง่าย ๆ ซึ่งมีขดลวดอาร์เมเจอร์ เพียงเส้นเดียว ตามรูปข้างล่าง



จากรูปเป็นโครงสร้างแบบง่าย ๆ ประกอบด้วย ขดลวด อาร์เมเจอร์หนึ่งขด อยู่บนลองของแกนเหล็กกลม ซึ่งเป็นแกนเหล็กที่อัดแผ่นเป็นชั้น ๆ แกนเหล็กกลมนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า อาร์เมเจอร์ ที่ปลายขดลวดแต่ละข้าง จะบัคกรีติดกับวงแหวนทองแดงครึ่งซีก วงแหวนนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า คอมมิวเตเตอร์ แต่ละซีกของ คอมมิวเตเตอร์ จะมีฉนวนกั้นไว้ไม่ให้ถึงกัน ที่คอมมิวเตเตอร์นี้แปลงถ่านกดอยู่โดยแปลงถ่านจะยึดอยู่กับที่ไม่ยอม และมีสปริงกดให้สัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ตลอดเวลา อาร์เมเจอร์ จะหมุนไปพร้อมกับ คอมมิวเตเตอร์

สนามแม่เหล็ก เกิดขึ้นด้วยวิธีทางไฟฟ้า ด้วยการพันขดลวด สิลค์คอยล์รอบ ๆ แกนเหล็ก ขดลวดทั้งสองขดที่พันรอบแกนเหล็กต่อกันเป็นแบบอันดับ ที่ปลายขดลวดแต่ละข้างต่อเข้ากับแปลงถ่าน วงจรภายนอกก็ต่อเข้าที่แปลงถ่านเช่นเดียวกัน

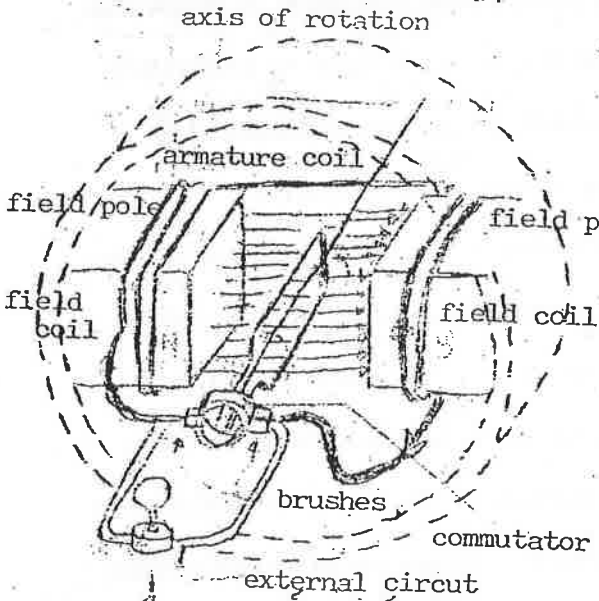
ถึงแม้ว่าที่ขั้วของ อาร์เมเจอร์ จะทำด้วยเหล็กอ่อนก็ตาม ก็ยังคงเหลืออยู่บ้างเล็กน้อย นอกจากเป็น เยนเนอร์เรเตอร์ใหม่ก่อนใช้งานครั้งแรกจึงจำเป็นต้องต่อแบตเตอรี่เข้าไปชั่วระยะหนึ่ง เพื่อให้เกิดสนามแม่เหล็ก

เมื่อขดลวดหมุนครั้งแรก

เมื่อขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนครั้งแรก ก็จะเกิดแรงดันไฟฟ้าเพียงเล็กน้อยขึ้นก่อน กระแสที่เกิดขึ้นเล็กน้อยนี้จะไหลไปตามขดลวดพันขั้วแม่เหล็ก กระแสที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กมีความเข้มมากยิ่งขึ้นในเวลาเพียง ๒ – ๓ วินาที แรงดันไฟฟ้าที่เยนเนอเรเตอร์ผลิตขึ้น จึงสูงขึ้นจนกระทั่งมีค่าใช้งานได้ตามปกติ เยนเนอเรเตอร์ก็จะพร้อมจ่ายกระแสออกไปใช้งานภายนอกได้

ถ้าสังเกตุให้ดีจะพบว่า วงจรฟิลด์และวงจรภายนอกต่อขนานกันอยู่ ดังนั้น กระแสที่ผลิตขึ้นด้วยขดลวดอาร์เมเจอร์ จะถูกแบ่งที่ปลายขั้ว ในเยนเนอเรเตอร์ทั่วไป กระแสประมาณ ๑/๑๕ ที่ผลิตได้จะไปเลี้ยงวงจรฟิลด์ นอกนั้นที่เหลือจึงจ่ายไปใช้งานยังวงจรภายนอก เยนเนอเรเตอร์ที่วงจรฟิลด์และวงจรภายนอกต่อขนานกัน จะมีชื่อเรียกเฉพาะของเยนเนอเรเตอร์แบบนี้ว่า shunt generator

กระแสจะไหลไปสู่วงจรภายนอกโดยผ่านแปลงถ่านบวก (+) และกลับเข้าขั้วลบของเยนเนอเรเตอร์ ผ่านแปลงถ่านลบ (-) และเมื่อขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนไปอีกครึ่งรอบ ขดลวดด้านขวามือและด้านซ้ายมือจะเปลี่ยนตำแหน่งกัน แต่กระแสไฟฟ้ายังคงไหลอย่างต่อเนื่อง เพราะกระแสไฟฟ้าจ่ายไปยังวงจรภายนอกและไหลเข้าจ่ายเข้าที่แปลงถ่านเดิม และคงเป็นเช่นนี้เรื่อย ๆ ในแต่ละครึ่งรอบที่หมุนต่อไป ด้วยเหตุนี้เองจึงเรียกว่า " เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง " เพราะกระแสและแรงดันจะไหลไปในทิศทางเดียวกันตลอดเวลา



เมื่อขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนไปอีกตำแหน่งเดิมอีก ๑/๔ รอบ ตำแหน่งขดลวดอาร์เมเจอร์จะเคลื่อนไปสู่ตำแหน่งขนานกับเส้นแรงแม่เหล็ก ดังนั้นแรงดันของกระแสจะเริ่มลดลง จนกระทั่งเป็นศูนย์ (๐)

เมื่อหมุนไปอีก ๑/๔ รอบ แรงดันและกระแสจะเริ่มเพิ่มขึ้นจากศูนย์ (๐) จนกระทั่งสูงสุด

กลับกันไปมาเช่นนี้ตลอดไป

แรงดันและกระแสจะเพิ่มขึ้นและลดลงตลอดเวลา เมื่อขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนไปครบ ๓ รอบ (หมุนครึ่งรอบ ๖ ครั้ง) กระแสไฟฟ้าจะไม่เรียบเพราะจะมีขดลวดอาร์เมเจอร์เพียงขดเดียว (เมื่ออาร์เมเจอร์หมุน ๑ รอบ จะมีรูกลื่นไฟฟ้า ๒ ลูก) เพื่อให้กระแสเรียบขึ้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มจำนวนขดลวดอาร์เมเจอร์ เยนเนอเรเตอร์ที่ใช้มีจำนวนขดลวดอาร์เมเจอร์มากถึง ๒๐ ขด

แต่ในทางปฏิบัติ การใช้ขดลวดอาร์เมเจอร์หลาย ๆ ขด ไม่ว่า ๑๐ หรือ ๒๐ ขด ก็ตาม แล้วต่อลงที่คอมมิวเตเตอร์ดังกล่าว มีข้อเสียที่สำคัญอยู่ ๒ ประการ

ประการแรก มีขดลวดเพียงหนึ่งหรือสองเท่านั้น ที่อยู่กับซี่คอมมิวเตเตอร์ แล้วมีแปลงถ่านกดแบบซี่คอมมิวเตเตอร์นั่นอยู่ ซึ่งสามารถที่จะจ่ายกระแสได้ นอกจากนั้นขดลวดอื่น ๆ ซึ่งคิดกับเส้นแรงแม่เหล็ก ไม่สามารถจ่ายไฟได้ เพราะไม่ได้สัมผัสกับแปลงถ่าน

ประการที่สอง เมื่อซี่คอมมิวเตเตอร์ที่ขดลวดอาร์เมเจอร์ต่ออยู่ หมุนผ่านแปลงถ่านไป จะเกิดการอาร์คอย่างรุนแรงระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์กับแปลงถ่าน ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากความจริงที่ขดลวดอาร์เมเจอร์จะผลิตแรงดันสูงสุดเมื่อวงจรถูกตัด ซี่คอมมิวเตเตอร์จึงไหม้และถ่านสึกเร็วมาก ทำให้มีอายุการใช้งานสั้น

ปัญหาทั้งสองประการดังกล่าว ได้รับการแก้ไขโดยการต่อปลายและข้างของขดลวดอาร์เมเจอร์ที่ซี่คอมมิวเตเตอร์ที่อยู่ถัดไป

ในเยนเนอร์เรเตอร์ทั่วไป ขดลวดอาร์เมเจอร์แต่ละขด แทนที่จะพันเพียงรอบเดียว กลับพันถึง ๔ รอบ หรือมากกว่า เพื่อเพิ่มแรงดันหรือกระแสที่จ่ายออก เมื่อพัน ๔ รอบ จะทำให้แรงดันเพิ่มเป็น ๔ เท่า เพราะเส้นแรงแม่เหล็กที่ถูกตัดจะเพิ่มเป็น ๔ เท่า ดังนั้นจึงจ่ายกระแสได้เป็น ๔ เท่า เมื่อเทียบกับขดลวดอาร์เมเจอร์ที่พันเพียงรอบเดียว

แปรงถ่านนั้นจะหนากว่าความกว้างของซี่คอมมิวเตเตอร์ ดังนั้น แปรงถ่านจะสัมผัสกับซี่คอมมิวเตเตอร์ใหม่ก่อนที่จะพ้นไปจากซี่คอมมิวเตเตอร์เก่า ทำให้วงจรยังคงต่ออยู่ ไม่ถูกตัด การอาร์คที่แปรงถ่านจึงถูกขจัดไป นอกจากเสียว่าจุดสัมผัสระหว่างแปรงถ่านกับซี่คอมมิวเตเตอร์จะไม่แนบสนิทกัน อันเนื่องมาจากฝุ่น น้ำมัน ซี่คอมมิวเตเตอร์สึกไม่เรียบ สปริงกดถ่านอ่อน ปรือถ่านติดอยู่ในช่อง

เราได้ศึกษาวิชาไฟฟ้าเบื้องต้นมาแล้วว่า " แม่เหล็กที่ขั้วต่างกันจะดูดกัน ส่วนขั้วที่เหมือนกันจะผลักกัน " เมื่อเราเอาสนามแม่เหล็กของฟิลด์และอาร์เมเจอร์มารวมกันจริง ๆ จะเกิดการบิดตัวของเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งแรงจากการดูดจะมากกว่าแรงจากการผลักกัน ดังนั้น เยนเนอร์เรเตอร์จึงต้องการกำลังจากเครื่องยนต์มาชนะแรงการดูดนี้เพื่อทำให้อาร์เมเจอร์หมุน

โครงสร้างของเยนเนอร์เรเตอร์ (generator construction)

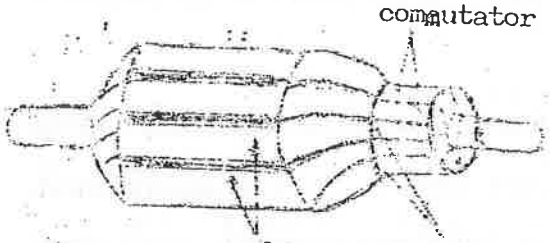
เยนเนอร์เรเตอร์ที่ใช้ในรถยนต์โดยทั่ว ๆ ไป จะมีขาแม่เหล็ก ๒ ขา และแปรงถ่าน ๒ แปรง แต่ถ้าเป็นเยนเนอร์เรเตอร์ขนาดใหญ่ ๆ ที่ใช้กับรถบรรทุกหรือรถเมล์ อาจมีขาแม่เหล็ก ๔,๖ ขา และมีจำนวนแปรงถ่านเท่ากับจำนวนขาแม่เหล็ก

วงจรเยนเนอร์เรเตอร์ กระแสที่ผลิตโดยอาร์เมเจอร์ จะส่งไปยังแปรงถ่าน จากนั้นกระแสเกือบทั้งหมดจะไปที่ขั้วอาร์เมเจอร์ (เอ) เพื่อจ่ายไปเลี้ยงวงจรภายนอก (แบตเตอรี่, ระบบแสงสว่าง ฯ) กระแสที่เหลือเพียงเล็กน้อย จะส่งไปเลี้ยงวงจรฟิลด์ซึ่งต่อขนานกับภาระ เพื่อทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กที่ขาแม่เหล็ก และวงจรฟิลด์นี้เป็นวงจรลงดิน

เยนเนอร์เรเตอร์ที่ใช้กับรถยนต์ จะมีขดลวดซึ่งมีลักษณะเป็นครีบ อยู่ทางหลังพูลเลย์ขับ ออกแบบ

ให้เป็นแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง อากาศจึงถูกดูดจากด้านหลังเยนเนอเรเตอร์มายังด้านหน้าแล้วเหวี่ยงออก เป็นการระบายความร้อนให้กับอาร์เมเจอร์ ดังนั้นเยนเนอเรเตอร์จึงผลิตกระแสไฟมากขึ้น

เหตุที่เยนเนอเรเตอร์ผลิตกระแสไฟเพิ่มขึ้น เป็นเพราะง่าย ๆ นั่นก็คือ อาร์เมเจอร์ยิ่งผลิตกระแสไฟมากเท่าใด ความร้อนของขดลวดอาร์เมเจอร์ก็ยิ่งมากขึ้นเท่านั้น เนื่องจากการไหลของกระแสถ้ากระแสที่อาร์เมเจอร์มากเกินค่าที่กำหนด อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ฉนวนชำรุดเสียหาย แต่การระบายความร้อนที่ดี จะทำให้อุณหภูมิลดลง ดังนั้น อาร์เมเจอร์ที่มีการระบายความร้อนจึงผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงกว่าอาร์เมเจอร์ที่ไม่มีการระบายความร้อน โดยไม่ทำให้ฉนวนเสียหาย พูลเลย์ขับจะสวมอยู่กับเพลาอาร์เมเจอร์ และยึดแน่นโดยนัตและแหวนล็อค



แกนอาเมเจอร์ ทำจากแผ่นเหล็กกลมอัดซ้อนกัน (core laminations) มีรูกลางสวมอยู่กับเพลา แผ่นเหล็กแต่ละแผ่นจะมีฉนวนกั้น อาจเป็นวาร์นิชหรือกระดาษบาง ๆ ด้านนอกเซาะเป็นร่องยาวรอบแกน สำหรับไว้พันขดลวด ระยะห่างระหว่างแกนกับขาแม่เหล็กจะน้อยมาก ลวดที่พันอยู่ในร่องจะมีกระดาษกั้นไว้เป็นฉนวน เพื่อป้องกันการรั่วลงดิน ในร่องยาวจะมีแหวนไฟเบอร์หรือไม้อัดอยู่บนขดลวดกันปากร่อง เพื่อกันมิให้ขดลวดเหวี่ยงออกมาเมื่อหมุนด้วยความเร็วสูง คอมมิวเตเตอร์เป็นชิ้นทองแดง (commutator bars) ยึดเป็นรูปทรงกระบอกอยู่กับหัวด้านหนึ่งของแกน ระหว่างชิ้นคอมมิวเตเตอร์จะมีแผ่นไมก้า (mica) คั่นไว้ไม่ให้แต่ละชิ้นสัมผัสกันและรั่วลงแกนเหล็ก ปลายชิ้นคอมมิวเตเตอร์ด้านในเซาะเป็นร่อง เพื่อต่อปลายขดลวดอาร์เมเจอร์และบัดกรี (soldered connections) อย่างดี ขดลวดแต่ละขดจะต่อกันเป็นวงจรอันดับ ปลายเพลาจะมีบุช หรือลูกปืนรองรับเพื่อให้หมุนคล่องและไร้ศูนย์ ลูกปืนหรือบุชอยู่ที่ฝาปิดหัวท้าย ปลายเพลาด้านตรงข้ามกับคอมมิวเตเตอร์จะมีพูลเลย์และพัดลมระบายความร้อน

การต่อ generator เข้ากับวงจรไฟฟ้าในรถยนต์

generator ที่ต่อเข้ากับแบตเตอรี่นั้นต้องผ่านอุปกรณ์สองชนิด คือ cutout reley ซึ่งมักจะเรียกกันว่า circuit breaker และอีกชนิดหนึ่งก็คือแอมมิเตอร์ (ammeter) cutout reley จะปิดหรือเปิดวงจรระหว่าง generator กับแบตเตอรี่ในขณะที่ generator ทำงานหรือหยุดทำงานเมื่อ cutout reley ปิดวงจรก็เพื่อจะให้ generator นำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตออกมาได้ไปบรรจุ (charge) ให้กับแบตเตอรี่ ในขณะที่ generator ทำงานและมันจะเปิดวงจร เมื่อ generator หยุดทำงานเพื่อป้องกันมิให้กระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่ไหลย้อนไป (discharge) ให้กับ generator ส่วนแอมมิเตอร์ (ammeter) เป็นอุปกรณ์สำหรับในการที่จะพิจารณา

ดูการประจุ (charge) โดยขั้วหน้าปัทม์จะเครื่องหมายกลับกัน ยังอีกด้านหนึ่ง ซึ่งจะแสดงให้ทราบว่าขณะนี้แบตเตอรี่กำลังได้รับการประจุ (charge) หรือกำลังคลายประจุ (discharge)

๑๐ cutout releyเป็นสวิทช์แบบหนึ่ง ทำงานโดยอาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า (electro - magnetic) และมีชุดหน้าสัมผัส (contact) คิดตั้งอยู่ เป็นแบบ (close) หรือเปิด (open) ขึ้นอยู่กับจำนวนแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ผ่านขดลวด cutout relcy จะบรรจุอยู่ในกล่องเหล็กแบน ๆ เรียกว่า armature) ภายในชุดนี้จะประกอบไปด้วย ชุดหน้าสัมผัส (contact point) และ armature ซึ่งติดตั้งอยู่จะแยกห่างจากกันกับขดลวด reley (reley winding) ด้วยสปริงอันหนึ่งในขณะเมื่อ generator ยังไม่ทำงาน cutout reley ประกอบด้วยขดลวดจำนวนสองขด คือ ขดควบคุมกระแสไฟฟ้า current หรือ series winding ซึ่งพันด้วยเส้นลวดขนาดใหญ่แต่พันไว้จำนวนน้อยรอบ และขดลวดควบคุมแรงเครื่องไฟฟ้า (voltage) หรือ shunt winding ซึ่งพันไว้ด้วยเส้นลวดขนาดเล็ก และพันไว้จำนวนมากรอบ เมื่อ generator ทำงาน จะมีแรงเครื่องไฟฟ้า (voltage) เข้าไปที่ขดลวดทั้งสองชุดของ cutout reley ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก แล้วดูดเอา armature เข้ามาติดขณะที่ generator มีแรงเครื่องไฟฟ้าเท่านี้ อำนาจการดูดจะมีมากขึ้น และแรงเครื่องไฟฟ้า (voltage) ที่เพิ่มขึ้นจะสูงจนกระทั่งขณะเวียงนี้จะมีกระแสไฟฟ้าไปประจุแบตเตอรี่ (charge อำนาจแม่เหล็กจำมีกำลังสูงพอที่จะชนะแรงดึงของสปริง ทำให้ armature เคลื่อนที่จากขดลวด ซึ่งตัว armature นี้จะถูกดึงลงมา ทำให้หน้าสัมผัส (contact point) เกิดสัมผัสกันหน้า contact ตัวที่อยู่กับที่ (stationary point) สำหรับหน้า contact ตัวนี้อยู่กับที่จะติดตั้งไว้อย่างถาวรกับแบตเตอรี่ เมื่อ contact ของ armature แตะกับ contact ตัวที่ติดอยู่กับที่ (stationary point) จะทำให้ครบวงจรระหว่าง generator กับแบตเตอรี่ จึงทำให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าไปยังแบตเตอรี่ โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดควบคุมกระแส (current winding) ทำให้อำนาจแม่เหล็กเพิ่มขึ้นและทำให้ contact แตะกัน ซึ่งเป็นลักษณะวงจร (close circuit) การขดลวดนี้ให้ทำงานเมื่อ generator หยุดทำงาน กระแสเริ่มไหลจากแบตเตอรี่ไปยัง generatorซึ่งเราจะเห็นได้ว่ากระแสไฟฟ้าไหลกลับทิศทางในขดลวดควบคุมกระแส (current winding) ก็จะทำให้สนามแม่เหล็ก (magnetic field) ภายในชุดนี้กลับทิศทางเช่นเดียวกัน ขดลวดควบคุมกระแส (current winding) จะมีปลายด้านหนึ่งต่อลงดิน (ground) ดังนั้นสนามแม่เหล็กของขดลวดทั้งสองจึงเสริมกัน แต่ตัดล้างกันเมื่อได้กันแล้ว อำนาจของสนามแม่เหล็กก็จะหมดไป (total magnetic field) และอำนาจแม่เหล็กนี้จะต่ำกว่าแรงดึงสปริง ดังนั้นสปริงจึงสามารถดึงเอาตัว armature ให้ออกจากขดลวดได้ หน้า contact(contact point) ก็จะแยกออกจากกัน ทำให้วงจรแบตเตอรี่ generator เปิดวงจร (open circuit)

เราจะเห็นได้ว่า cutout reley เป็นสวิทแม่เหล็กอย่างหนึ่ง โดยใช้หลักการเกี่ยวกันกับการเกิดสนามแม่เหล็กแบบอื่น ๆ (magnetic divice) เหมือนกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับแบตเตอรี่ได้

๒. แอมมิเตอร์ รีเวอร์ชิบิลิเคเตอร์ (the ammeter or charge indicator) ตัวนี้จะต่ออยู่ระหว่าง cutout reley (ใน regulator) กับแบตเตอรี่ แอมมิเตอร์ (ammeter) นี้ไว้เพื่อตรวจสอบการทำงานของ generator ซึ่งภายใน ammetor จะประกอบไปด้วย แผ่นเหล็ก armature (steel armature) ซึ่งติดตั้งอยู่บนแกนเพลาอันเดียวกันกับเข็มชี้ (pointer) และมีแม่เหล็กเกือกม้าวางจะเป็นที่รองรับตัว armature ไว้ในตำแหน่งให้เข็มชี้ที่ศูนย์ (zero) เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแอมมิเตอร์ (armature) และเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแอมมิเตอร์ (ammeter) มันจะไหลผ่านแผ่นเหล็ก (plate) หรือตัวนำ (conductor) ซึ่งต่ออยู่ระหว่างขั้วทั้งสองของแอมมิเตอร์ เมื่อไกระแสไฟฟ้าไหลก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กอันที่สองขึ้น (secondary magnetic field) ซึ่งขัดขวางกับสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวร สนามแม่เหล็กอันที่สองนี้จะไปกระทำต่อแผ่นเหล็ก armature (steel armature) บนแกนเพลาของเข็มชี้ (pointer shaft) ทำให้เข็มชี้เคลื่อนที่ไปจากศูนย์ (zero) อาการที่เข็มชี้เคลื่อนที่ไปนั้น เนื่องมาจากแรงดึงดูดของสนามแม่เหล็กอันที่สอง (secondary magnetic field) มีมากกว่าซึ่งจะพิจารณาได้จากจำนวนกระแสไหลนั่นเอง เมื่อกระแสไหลไปทางหนึ่งจาก generator ไปยังแบตเตอรี่เข็มชี้จะเคลื่อนที่ไปทางด้านประจุ (charge side) เมื่อแบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้าไปใช้กับระบบแสงสว่างเข็มชี้ (pointer) จะเคลื่อนที่ไปอีกทางหนึ่งคือทางด้านคลายประจุ (discharge side) ถ้าพิจารณาดูการคลายประจุ (discharge) ก็เปรียบเสมือนกับการนำเอาเข็มทิศแม่เหล็กวางไว้ใกล้ตัวนำ (conductor) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลจากทิศทางหนึ่งไปยังอีกทิศทางหนึ่ง เข็มทิศจะหมุนไปทางหนึ่ง แสดงให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านกลับทางเสีย เข็มทิศก็จะหันกลับไปอีกทิศทางหนึ่ง

วิชา ไฟฟ้ารถยนต์

ชื่อเรื่อง เครื่องกำหนดอัตราประจุ

เนื้อเรื่อง ก่อนที่เราจะเรียนกันนั้น จะขอกล่าวถึงชิ้นส่วนที่สำคัญ ๓ ชิ้นส่วนคือ

๑. คัทเอ้าท์รีเลย์ คัทเอ้าท์รีเลย์ เป็นสวิทช์เปิด – ปิด ด้วยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งต่ออยู่ในวงจรระหว่าง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและแบตเตอรี่

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนด้วยความเร็วพอ จะทำการประจุได้ คัทเอ้าท์รีเลย์จะต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับแบตเตอรี่

เมื่อเครื่องยนต์หมุนช้าลง คัทเอ้าท์รีเลย์จะเปิดวงจร เพื่อป้องกันแบตเตอรี่ป้อนไฟกลับให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

๒. โวลท์เทจรีเลย์ โวลท์เทจรีเลย์ได้รับการออกแบบเพื่อป้องกันมิให้กำลังดันไฟฟ้าในวงจรแบตเตอรี่เกินอัตรา เมื่อโวลท์เทจรีเลย์ทำงานจะต่อความต้านทานโดยอัตโนมัติให้แก่วงจรขดลวดพันขาแม่เหล็ก เมื่อมีความต้านทานในวงจรขอลวดพันขาแม่เหล็ก กำลังดันของเครื่องกำเนิดจะลดลง

๓. เคอเรนรีเลย์ เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายกระแสถึงพิกัด เคอเร้นรีเลย์จะเป็นตัวควบคุมเพื่อป้องกันมิให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเสียหาย

หน้าที่ของเครื่องกำหนดอัตราประจุ เครื่องกำหนดอัตราประจุมีหน้าที่เพียงประการเดียวเท่านั้น นั่นคือทำหน้าที่ควบคุมอัตราการประจุไฟฟ้าในวงจรเยนเนอเรเตอร์กับแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่มีประจุไฟฟ้าต่ำ เครื่องกำหนดอัตราประจุจะเพิ่มอัตราการประจุขึ้นโดยอัตโนมัติ จนกระทั่งแบตเตอรี่มีประจุไฟเต็มก็จะลดอัตราการประจุลงโดยอัตโนมัติ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วคือ หน้าที่ของเครื่องกำหนดอัตราประจุนั้นอาจกล่าวได้ว่ามีหน้าที่ในการตัดต่อวงจรไฟฟ้านั่นเอง

หลักการทำงานของเครื่องกำหนดอัตราประจุ การทำงานของเครื่องกำหนดอัตราประจุก็คือการตัดและต่อความต้านทานเข้าไปในวงจร เพื่อลดหรือเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็กในวงจรฟิลด์ของเยนเนอเรเตอร์โดยอัตโนมัติ

ก. การทำงานของชุดคัทเอ้าท์รีเลย์ คัทเอ้าท์รีเลย์จะตัดวงจรเพื่อป้องกันไม่ให้ไฟจากแบตเตอรี่ไหลผ่านเยนเนอเรเตอร์ลงดินขณะดับเครื่อง หรือความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำ ๆ ซึ่งเมื่อเครื่องยนต์มีความเร็วรอบต่ำความดันของเยนเนอเรเตอร์จะต่ำกว่าแรงดันของแบตเตอรี่ แต่เมื่อแรงดันของเยนเนอเรเตอร์สูง ๆ สูงกว่าแบตเตอรี่ คัทเอ้าท์รีลย์ก็จะต่อวงจร ดังนั้นเยนเนอเรเตอร์จึงจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ระบบได้

ข. การทำงานของชุดควบคุมแรงดัน (โวลท์เทจรีเลย์) ชุดควบคุมแรงดันจำจำกัดค่าแรงดันในวงจรประจุไฟให้อยู่ในค่าที่ปลอดภัย การควบคุมอัตราการประจุของเยนเนอเรเตอร์ขึ้นอยู่กับสภาพของแบตเตอรี่และกระแสที่ใช้ เมื่อแบตเตอรี่มีประจุไฟต่ำ เยนเนอเรเตอร์ก็จะทำการผลิตจนเกือบ

ถึงจุดสูงสุด แต่เมื่อแบตเตอรี่มีประจุสูงขึ้นและความต้องการใช้กระแสลดลง ชุดควบคุมแรงดันก็จะทำงานโดยการจำกัดแรงดันเพื่อลดการผลิตของเยนเนอเรเตอร์ เป็นการป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่มีการประจุไฟสูงเกินไป และแรงดันในระบบสูงเกินไป

ก. การทำงานของชุดควบคุมกระแส (เคอร์เร้นรีเลย์) ชุดควบคุมกระแสจะควบคุมการผลิตกระแสไฟสูงสุดของเยนเนอเรเตอร์โดยอัตโนมัติ เมื่อความต้องการใช้กระแสในระบบมีมาก และแบตเตอรี่มีการประจุต่ำ ชุดควบคุมกระแสจะทำงานเพื่อป้องกันเยนเนอเรเตอร์ทำงานเกินกำลัง โดยการจำกัดกระแสสูงสุดให้อยู่ในค่าที่ปลอดภัยค่าหนึ่ง

ชุดควบคุมกระแสจะทำงานเฉพาะเมื่อสภาพของแบตเตอรี่ และภาวะจำเป็นของเยนเนอเรเตอร์จะต้องผลิตกระแสสูงสุด เมื่อความต้องการในการใช้กระแสเพียงเล็กน้อย การควบคุมการผลิตของเยนเนอเรเตอร์จะควบคุมโดยชุดควบคุมแรงดัน ดังนั้นการทำงานของชุดควบคุมแรงดัน กับชุดควบคุมกระแส จะทำงานกันคนละเวลา โอกาสที่จะทำงานพร้อมกันจึงไม่มีเลย

วิชา ไฟฟ้าบูลฐาน

ชื่อเรื่อง แบตเตอรี่รถยนต์

ความมุ่งหมาย ๑. เพื่อให้นักเรียนได้รู้ถึงประวัติความเป็นมาของแบตเตอรี่

๒. เพื่อให้นักเรียนได้รู้ถึงชนิด การใช้ และข้อขัดข้องต่าง ๆ

หลักฐานอ้างอิง หนังสือระบบไฟฟ้ารถยนต์ วิทยาลัยช่างกลประทุมวัน

เนื้อเรื่อง แบตเตอรี่ (BATTERY) ประวัติความเป็นมาของแบตเตอรี่ ซึ่งใช้ในปัจจุบันนี้ อันที่จริงแล้วนักวิทยาศาสตร์ได้ทำการค้นพบมาตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๓๔๓ โดยนักวิทยาศาสตร์คนแรกที่ค้นพบชื่อ วอลต้า (VOLTA) เป็นชาวอิตาเลียน และในสองปีต่อมา โกทีรอท (Geutherot) ได้ทำการค้นพบวิธีการสร้างขึ้นใหม่อีก และได้มีการคิดค้นดัดแปลงแก้ไขมาเรื่อย ๆ จนกระทั่งปี พ.ศ. ๒๔๐๓ ได้มีนักวิทยาศาสตร์ ชื่อพลันเต้ (PLANTE) ค้นพบวิธีการสร้างแบตเตอรี่ตามแบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แต่ถึงอย่างไรก็ตาม ผลที่ได้ยังไม่ดีเท่าที่ควรและการออกแบบสร้างลำบาก ค่าใช้จ่ายสูง จนกระทั่งปี พ.ศ. ๒๔๒๔ มีนักวิทยาศาสตร์ ชื่อโฟร์ (FAURE) ได้คิดดัดแปลงแก้ไขให้ดีขึ้นตามแ ตามแบบที่ได้ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

แบตเตอรี่ (BATTERY) คือหม้อไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้นระหว่างกรดกำมะถัน น้ำ ตะกั่วซัลเฟต และตะกั่วเพอออกไซด์ ตามที่กล่าวมานี้เป็นส่วนผสมทางเคมี คือ ประกอบด้วยธาตุหลายอย่าง ยกเว้นตะกั่วบริสุทธิ์ที่ประกอบอยู่ภายในแบตเตอรี่เท่านั้นเพราะเป็นธาตุแท้ นอกนั้นเป็นธาตุผสม ซึ่งธาตุผสมเหล่านี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยการเข้าแทนที่ซึ่งกันและกัน เป็นเหตุทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น และได้นำกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้ไปใช้ประโยชน์ดังนี้

๑. ใช้ในการเริ่มเดินเครื่องยนต์ขนาดเล็ก และขนาดปานกลาง

๒. ใช้เป็นไฟแสงสว่างของรถยนต์ เรือยนต์ และจักรยานยนต์

๓. ใช้เป็นตะเกียงกันน้ำสำหรับจับปลา ซึ่งเรียกว่า แฮนด์แลมเทิน

๔. ใช้ทำเป็นตะเกียง หรือโคมฉาย สำหรับชุดแร่

๕. ใช้กับวิทยุสนาม และโทรศัพท์สนามของทางราชการทหาร

๖. ใช้เป็นไฟแสงสว่างภายในรถไฟ

๗. ใช้เป็นรถที่ขับเคลื่อนด้วยกำลังไฟจากแบตเตอรี่ ซึ่งเรียกว่า รถแบตเตอรี่

๘. เป็นไฟฟ้ากำลังของสถานีโทรเลข

๙. เป็นไฟฟ้ากำลังภายในห้องทดลองวิทยาศาสตร์

๑๐. เป็นไฟฟ้ากำลังไปหมุนมอเตอร์ ของรถยนต์ เรือ ฯ ล ฯ

แบตเตอรี่ ถ้าจะแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ แล้ว สามารถแบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภทคือ

๑. แบตเตอรี่แห้ง (Dry Cell)

๒. แบตเตอรี่เปียก หรือแบตเตอรี่ประเภทตะกั่ว – กรด

แบตเตอรี่แห้ง (Dry Cell) คือ แบตเตอรี่จำพวกถ่านไฟฉาย ตามปกติแล้วแบตเตอรี่ประเภทนี้ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เครื่องที่ใช้ ไฟกระแสตรงในการเคลื่อนย้ายไม่ต้องระวังน้ำยาซึ่งอยู่ภายในจะหกออกมา แบตเตอรี่แห้งนี้เป็นแบบ เซล (Cell) ปฐมภูมิซึ่งมีน้ำยา หรือ(Electrolyte) มีลักษณะเป็นแป้งเปียก (ยางเหนียว) ในรูปของ ๆ เหลว เซลล์ปฐมภูมิได้ผลิตออกใช้งานเป็นไปอย่างกว้างขวางแพร่หลายที่สุด ภายในเซลล์มีส่วนประกอบที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และในขณะเดียวกันก็ทำหน้าที่เป็นแอโนด คือขั้วลบด้วย ถัดเข้าไปอีกชั้นจะมีแผ่นกระดาษซับ (Paperlining) ม้วนเป็นรูปทรงกระบอก ตามรูปของกระบอกสังกะสี ทำหน้าที่เป็นเปลือกหุ้มส่วนประกอบอื่น ๆ ซึ่งอยู่ภายในด้วย แท่งถ่าน (Carbon Electrode) จะตั้งอยู่ตอนกึ่งกลางของกระบอกสังกะสี ทำหน้าที่เป็นแคโทด หรือขั้วบวก ช่องว่างระหว่างแท่งถ่านกับกระดาษซับจะเป็นที่บรรจุน้ำยา หรือตัวที่ทำให้เกิดปฏิกริยาทางเคมี Electrolyte ซึ่งประกอบด้วยแป้งเปียกของ Sal Ammonial สังกะสีคลอไรด์ (Zinc Chloride) แมงกานีสไดออกไซด์ (Manganese Dioxidg) และถ่านบด แป้งเปียกนี้จะเปียกชื้นอยู่เสมอ ซึ่งถ้าแป้งเปียกนี้แห้งไป เซลล์ก็จะไม่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเลย ซาลแอมโมเนียค (Sal Ammonial) เป็นน้ำยา (Electrolyte) สังกะสีคลอไรด์ที่บรรจุเข้าไปจะช่วยทำให้เกิดปฏิกริยาทางเคมีดีขึ้น และแมงกานีสไดออกไซด์เป็นตัวทำให้เกิดออกซิเจนอิสระ ออกซิเจนอิสระนี้จะเข้าไปรวมกับไฮโดรเจน ซึ่งถ้าเราปล่อยไฮโดรเจนไว้มันจะเข้าไปรวมหรือผสมอยู่กับแท่งถ่าน จะเป็นเหตุทำให้เพิ่มความต้านทานภายในเซลล์ไอออนลบของคลอไรด์จะสูญเสียอิเล็กตรอนส์ให้กับสังกะสี ไอออนบวกของแอมโมเนียจะได้รับอิเล็กตรอนจากแท่งถ่านเป็นประจุไฟฟ้าบวก เซลล์แห้งแต่ละเซลล์จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ ๑.๕ โวลท์ และมีความต้านทานภายในประมาณ ๐.๑๕ โอห์ม และเมื่อทำการวัดด้วยแอมมิเตอร์จะได้กระแสไฟฟ้าประมาณ ๓๐ แอมแปร์หรือน้อยกว่าเล็กน้อย

แบตเตอรี่เปียก หรือประเภทที่ใช้ตะกั่ว – กรด (A LEAD – ACID STORAGE BATTERY) แบตเตอรี่ประเภทนี้ได้ผลิตออกมาเพื่อใช้เป็นส่วนรวม ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องยนต์ต่าง ๆ ตลอดจนการใช้เป็นไฟฟ้ากำลัง และแสงสว่างอีกด้วย แบตเตอรี่ประเภทนี้มีส่วนประกอบที่สำคัญซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และเป็นผลทำให้เกิดไฟฟ้าขึ้นนั้น ประกอบด้วย แผ่นตะกั่วและน้ำกรดกำมะถันอย่างเจือจาง ซึ่งบรรจุอยู่ในอ่างแก้วหรือกระเบื้องเคลือบ ในการค้นคว้าสมัยแรก ๆ คือระหว่างปี พ.ศ.๒๓๙๓ ถึง พ.ศ.๒๔๐๓ พลันเต่ (PLANTE) นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นคว้าโดยใช้ใช้แผ่นตะกั่วจำนวนสองแผ่น แช่ลงไปในน้ำกรดกำมะถันอย่างเจือจาง โดยไม่ให้แผ่นตะกั่วทั้งสองสัมผัสกัน แผ่นตะกั่วทั้งสองจะเกิดปฏิกริยาทางเคมีกับกรดกำมะถัน ในชั่วระยะเวลาหนึ่งแล้วก็หยุด ภายหลังจากตะกั่วและกรดกำมะถันหยุดทำปฏิกริยาซึ่งกันและกันแล้ว จะปรากฏว่าตะกั่วทั้งสองแผ่นเกิดเป็นตะกั่วซัลเฟส มีลักษณะเป็นชั้นบาง ๆ ชั้นรอบ ๆ แผ่นตะกั่วทั้งสอง และถ้ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านแผ่นตะกั่วทั้งสอง โดยให้แผ่นหนึ่งของตะกั่วเป็นขั้วลบ หรือแผ่นแคโทด และอีกแผ่นหนึ่งเป็นขั้วบวก หรือแอโนด

สอง โดยให้ตะกั่วของแผ่นหนึ่งเป็นขั้วบวก และอีกแผ่นหนึ่งเป็นขั้วลบ จะปรากฏว่า ตะกั่วซัลเฟต ทางด้านแผ่นบวกจะกลายเป็นตะกั่วเพอออกไซด์ ส่วนตะกั่ว างด้านแผ่นลบจะกลายเป็นตะกั่วบริสุทธิ หรือในลักษณะของตะกั่วฟรุน และภายหลังที่ได้ทำการประจุไฟ คือ ให้กระแสไฟไหลผ่านแล้ว ถ้าทิ้งไว้ หลาย ๆ วัน จะทำให้ตะกั่วนั้นเกิดเป็นซัลเฟตมากขึ้นทั้งสองแผ่น ในการที่ได้ทำการประจุไฟเข้าไป และก คลายไฟในแบตเตอรี่ออกมา โดยวิธีการนำเอากระแสไฟฟ้าออกไปใช้งาน หรือวิธีอื่นใดก็ตามลักษณะการ เช่นนี้เรียกว่า การฟอร์มแผ่นแร่ การฟอร์มแผ่นแร่คือการทำให้แผ่นตะกั่วทั้งสองได้มีโอกาสเปลี่ยนแปลง ปฏิกริยาทางเคมีนั่นเอง ซึ่งถ้าปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแผ่นตะกั่วทั้งสอง ยิ่งใช้เวลานาน ๆ ตัวที่ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีก็จะมีเพิ่มมากขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ในทางทฤษฎี ถ้าทำการปล่อย ปล่อยกระแสไฟในแบตเตอรี่ออกให้หมด โดยไม่ให้มีกระแสไฟฟ้าอยู่เลย แล้วทำการตรวจสอบและทดลอง น้ำยาหรือกรดกำมะถัน จะปรากฏว่าน้ำยานั้นกลายเป็นน้ำบริสุทธิ์ และแผ่นแร่ทั้งสองจะกลายเป็นตะกั่วขาว ขาว หรือตะกั่วซัลเฟตไป แต่ในลักษณะตรงกันข้าม ถ้าให้กระแสไฟฟ้าผ่าน หรือเรียกว่าทำการประจุ ไฟจนกระทั่งมีกระแสไฟเต็ม แล้วทำการทดลองและตรวจสอบดู จะพบว่าขณะนั้นน้ำยาจะประกอบไปด้วย น้ำและกรดกำมะถัน โดยมีกำมะถันประมาณ ๓๐ เปอร์เซ็นต์ และน้ำ ๗๐ เปอร์เซ็นต์ แผ่นแร่ลบจะกลาย เป็นตะกั่วบริสุทธิ์ในรูปของฟองน้ำ และแผ่นแร่บวกจะกลายเป็นตะกั่วเพอออกไซด์

ตามที่กล่าวมานี้เป็นผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด ซึ่ง ที่แท้คือการเปลี่ยนแปลงของกรดกำมะถัน น้ำ ตะกั่วซัลเฟต และตะกั่วเพอออกไซด์นั่นเอง ยกเว้นตะกั่ว บริสุทธิ์จะกลายเป็นธาตุแท้ นอกนั้นเป็นส่วนผสมทางเคมี คือประกอบไปด้วยธาตุหลายอย่าง เช่น กรดกำมะถันก็จะประกอบไปด้วย แก๊สไฮโดรเจน ๒ ส่วน กำมะถัน ๑ ส่วน และออกซิเจนอีก ๔ ส่วน ซึ่งเมื่อธาตุเหล่านี้รวมตัวกันเข้าก็จะกลายเป็นกรดกำมะถัน ซึ่งเขียนสัญญลักษณ์ได้ดังนี้ H_2SO_4 (Sulphuric cid) น้ำซึ่งเป็นของเหลว ประกอบไปด้วย ไฮโดรเจน ๒ ส่วน และออกซิเจน ๑ ส่วน เขียนสัญญลักษณ์ว่า H_2O (Water) ตะกั่วเป็นธาตุแท้ไม่มีส่วนผสม เขียน สัญญลักษณ์ได้ดังนี้ Pb (LEAD) ตะกั่วซัลเฟตประกอบด้วย กะกั่ว ๑ ส่วน กรดกำมะถัน ๑ ส่วน และออกซิเจน ๔ ส่วน โดยมีสัญญลักษณ์ดังนี้ $PbSO_4$ และตะกั่วเพอออกไซด์เป็นของแข็ง ประกอบด้วย ตะกั่ว ๑ ส่วน และออกซิเจน ๒ ส่วน เขียนว่า PbO_2 ในการเปลี่ยนแปลงของธาตุ ดังกล่าวแล้ว เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยธาตุต่าง ๆ เข้าไปแทนที่ซึ่งกันและกัน ประกอบด้วย ธาตุ ๔ อย่าง เป็นแก๊ส ๒ อย่าง และเป็นของแข็ง ๒ อย่างคือ ของแข็งมีตะกั่วและกำมะถัน ส่วนแก๊สมี ออกซิเจนและไฮโดรเจน

ถ้าพิจารณาดูว่า แบตเตอรี่หนึ่งช่อง ซึ่งมีน้ำยาโดยใช้กรดกำมะถันอย่างเจือจาง และมีแผ่นแร่ บวกหนึ่งแผ่น แผ่นแร่ลบอีกหนึ่งแผ่น เมื่อทำการประจุไฟเต็มที่ แผ่นแร่ลบจะกลายเป็นตะกั่วบริสุทธิ์ และ แผ่นแร่บวกจะกลายเป็นตะกั่วเพอออกไซด์ และน้ำยาจะเป็นกรดกำมะถันอย่างเจือจาง จะเกิดการเปลี่ยน แปลงทางเคมีขึ้นเมื่อทำการปล่อยไฟ และจะได้ผลลัพธ์หลังจากเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีดังนี้

ก. ที่แผ่นแร่บวก ตะกั่วเพอออกไซด์และกรดกำมะถัน จะเปลี่ยนเป็นตะกั่วซัลเฟต น้ำ และออกซิเจน ดังสมการต่อไปนี้ $PBO_2 + H_2SO_4 = PBSO_4 + H_2O + O$

ข. ที่แผ่นแร่ลบ ตะกั่วบริสุทธิ์ และกรดกำมะถัน จะเปลี่ยนเป็นตะกั่วซัลเฟต และไฮโดรเจน ซึ่งเขียนสมการได้ดังนี้ $PB + H_2SO_4 = PBSO_4 + H_2$

ออกซิเจน (OXYGEN) ในสมการ ก. และไฮโดรเจนในสมการ ข. เมื่อผสมกันแล้วจะเกิดเป็นน้ำ ดังแสดงให้เห็นโดยเอาสมการทั้งสองมารวมกันเข้าเป็นการแสดงให้เห็นขณะทำการปล่อยไฟและเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ดังสมการต่อไปนี้

ค. $PBO_2 + PB + H_2SO_4 = 2\ PBSO_4 + 2\ H_2O$

สรุปแล้วจะเห็นได้ว่าขณะทำการปล่อยกระแสไฟออกจากแบตเตอรี่ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยแผ่นแร่ทั้งสองคือ แผ่นแร่บวก และแผ่นแร่รบจะเป็นตะกั่วซัลเฟต กรดกำมะถันอย่างเจือจาง และน้ำ โดนกรดกำมะถันที่มีอยู่เดิมจะแทรกซึมเข้าไปรวมอยู่ภายในแผ่นแร่ทั้งสอง

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีดังที่กล่าวมาแล้ว ในสมการ ก.ข. และ ค. ไม่เป็นการแน่นอนเสมอไป ขณะที่ทำการประจุไฟเต็มที่ แผ่นบวกจะกลายเป็นตะกั่วเพอออกไซด์ แผ่นลบจะเป็นตะกั่วบริสุทธิ์ และน้ำยาจะเป็นกรดกำมะถันอย่างเจือจาง แต่เมื่อปล่อยกระแสไฟออกจากหม้อแบตเตอรี่ การเปลี่ยนแปลงที่แผ่นแร่บวก แผ่นแร่ลบ และน้ำยา จะไม่เปลี่ยนแปลงปฏิกริยาโดยทันทีทันใด แต่จะเริ่มเปลี่ยนแปลงไปทีละน้อย ๆ เรื่อยไป จนกระทั่งตะกั่วเพอออกไซด์ ตะกั่วบริสุทธิ์ และกรดกำมะถันที่เหลือจะหมดไป

ถ้าเอาแบตเตอรี่ที่ได้ปล่อยไฟออกหมดแล้วต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้วปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน โดยผ่านจากแผ่นแร่บวก แล้วออกจากแผ่นแร่ลบ การทำเช่นนี้เรียกว่าการประจุไฟให้กับแบตเตอรี่ เตอรี่ ตะกั่วซัลเฟตและน้ำจะเริ่มเปลี่ยนไปเป็นตะกั่วบริสุทธิ์ ตะกั่วเพอออกไซด์ และกรดกำมะถันอีก โดยตะกั่วซัลเฟตบนแผ่นลบจะเป็นตะกั่วบริสุทธิ์ ตะกั่วซัลเฟตบนแผ่นบวกจะเป็นตะกั่วซัลเฟตและน้ำจะกลายกลายเป็นตะกั่วเพอออกไซด์ กรด กำมะถันและ ไฮโดรเจน ซึ่งเขียนสมการได้ดังนี้

$$PBSO_4 + 2\ H_2O = PBO_2 + H_2SO_4 + H_2$$

ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางด้านแผ่นแร่ลบ ก็คือ ตะกั่วซัลเฟตและน้ำจะกลายเป็นตะกั่วบริสุทธิ์ กรดกำมะถันและออกซิเจน ซึ่งเขียนสมการได้ดังนี้

$$PBSO_4 + H_2O = PB + H_2SO_4 + O$$

ไฮโดรเจนที่เกิดจากแผ่นแร่บวก และออกซิเจนจากแผ่นแร่ลบจะรวมกันกลายเป็นน้ำ ดังสมการดังนี้ $2PBSO_4 + 2\ H_2O = PBO_2 + PB + 2\ H_2SO_4 + H_2O$

จากสมการนี้ เริ่มด้วยตะกั่วซัลเฟตและน้ำ เมื่อขณะปล่อยไฟ ซัลเฟตที่เกิดขึ้นบนแผ่นแร่ทั้งสองจะแยกไปรวมกับน้ำกลายเป็นกรดกำมะถันเมื่อทำการประจุไฟ นั่นก็คือเมื่อทำการประจุไฟกรดซึ่งรวมอยู่กับแผ่นแรจะออกจากแผ่นแรมารวมกับน้ำนั่นเอง

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้วยการส่งกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านเข้าไปในแบตเตอรี่ทีละน้อย ๆ ถ้าส่งกระแสเข้าไปมาก การเปลี่ยนแปลงจะเร็วขึ้น เมื่อตะกั่วซัลเฟตได้เปลี่ยนแปลงไปหมดแล้วก็หมายความว่า ไม่ต้องการกระแสไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนแปลงซัลเฟตอีก ซึ่งถ้ายังขืนส่งกระแสเข้าไปอีกเมื่อประจุไฟเต็มที่แล้ว น้ำยาในแบตเตอรี่ก็จะแยกตัวออกเป็นไฮโดรเจนกับออกซิเจน ซึ่งเป็นแก๊สจะระเหยขึ้นหนีออกจากแบตเตอรี่ ในการนี้เรียกว่าแก๊สระเหย เป็นการแสดงให้รู้ว่าแบตเตอรี่ได้รับการชาร์จเต็มที่แล้ว

ส่วนประกอบของแบตเตอรี่

๑. แผ่นแร่ (PLATE)
๒. แผ่นกั้น (SEPARATOR)
๓. น้ำยา (ELECTROLYTE)
๔. เปลือกหม้อและฝาปิด (CONTAINER AND COVER)
๕. สะพานไฟและขั้ว (INTERCELL CONNECTOR AND POST)
๖. ยางผสม (SEALING COMPOUND)

๑. แผ่นแร่ (PLATE) แผ่นแร่ประกอบด้วยโครงตะกั่วและวัตถุที่ทำให้เกิดปฏิกริยา

ก. โครงตะกั่ว (GRID) เป็นที่สำหรับรองรับให้วัตถุที่เกิดปฏิกริยาให้เกาะตัวเป็นรูปแผ่นขึ้น โครงตะกั่วของแผ่นแร่บวกเป็นส่วนสำคัญในการที่จะเป็นสื่อสำหรับให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปสู่วัตถุที่ทำให้เกิดปฏิกริยาได้โดยทั่วถึง ขณะเมื่อทำการประจุไฟแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้ก็คือวัตถุที่เกิดปฏิกริยาก็จะล่วงหลุดออกจากแผ่นแร่ โครงตะกั่วที่เบาหรือมีน้ำหนักน้อย โดยทั่ว ๆ ไปออกแบบไว้สำหรับแบตเตอรี่ใช้ชั่วระยะเวลาหนึ่งมีอายุการใช้งานน้อย และถ้าต้องการให้มีอายุการใช้งานได้คงทนจึงต้องสร้างโครงตะกั่วให้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น โครงตะกั่วชนิดนี้สร้างขึ้นด้วยส่วนผสมระหว่างตะกั่วบริสุทธิ์กับแอนติโมนี (ANTIMONY) ส่วนรูปร่างแล้วแต่ผู้ออกแบบสร้าง แต่โดยมากมักจะเป็นช่องเล็ก ๆ เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน แต่ความมุ่งหมายก็คือ ต้องการให้วัตถุที่เกิดปฏิกริยาเกาะกันได้แน่นเท่านั้น อย่างไรก็ตามโครงตะกั่วสำหรับแผ่นแร่บวกและแผ่นแร่ลบโดยทั่ว ๆไปออกแบบสร้างรูปร่างคล้อยจะมีน้ำหนักมักจะคล้าย ๆ กัน แต่ที่เหมือนกันที่การออกแบบของโครงตะกั่วแผ่นแร่ลบเบากว่าโครงตะกั่วของแผ่นแร่บวก เพราะโครงตะกั่วแผ่นแร่ลบไม่ค่อยจะสึกกร่อนง่าย และไม่ค่อยสำคัญในการเป็นตัวนำไฟฟ้าเหมือนแผ่นแร่บวก

๒. แผ่นกั้น (SEPARATOR) แผ่นกั้นสำหรับแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด มีรูปร่างเป็นแผ่นบาง ๆ มีรูสำหรับให้น้ำยาซึมผ่านได้แต่วัตถุผ่านไม่ได้ ใช้สอดลงไปในระหว่างแผ่นแร่บวก และแผ่นแร่ลบสลับกันไป เพื่อไม่ให้แผ่นแร่บวกและแผ่นแร่ลบสัมผัสกัน เดิมทีเดียวแผ่นกั้นทำเป็นแผ่นบาง ๆ

และทำการเจาะรูหรือทำเป็นแท่งแก้ว หรือยางแข็งกรม ๆ หรือยางแข็งที่เป็นลูกฟูกแล้วสอดเข้าไประหว่างแผ่นแรบวกและแผ่นแรลบ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกระแสไฟลัดวงจรขึ้นระหว่างแผ่น ในเมื่อแผ่นแรโค้งงอ แต่การทำเช่นนี้ไม่รัดกุมพอ เพราะปรากฏว่าเมื่อใช้แบตเตอรี่ไปนาน ๆ ก็เกิดกระแสไฟเดินลัดวงจรขึ้นได้ ทั้งนี้เพราะเกิดซัลเฟตจับแล้วทำให้เป็นผลึกร่วงกันได้ ดังนั้นต่อมาจึงได้ทำการค้นคว้าดัดแปลงและหาวิธีป้องกัน จนกระทั่งปัจจุบันนี้แผ่นกั้นที่ใช้กันมากที่สุด แผ่นกั้นไม้ ยางแข็งบางชนิดที่มีรูแต่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า สาลีแก้วและพลาสติค ดังจะอธิบายดังต่อไปนี้

๒.๑ แผ่นกั้นไม้ ไม้ที่ใช้ทำแผ่นกั้นมีหลายชนิด แต่ที่ใช้กันมากก็คือ ไม้ปอปปลา ไม้สนบางชนิด ไม้ดักกลาส ไม้เซอร์ ไม้ซีด้า ไม้ไซเพรส และไม้เรดวูด สำหรับในประเทศเรายังไม่ได้มีการค้นคว้าไม้ชนิดใชนิดใดว่าพอจะใช้ได้บ้าง

วิธีทำก็คือเอาไม้ที่ต้องการตัดให้เป็นท่อน แล้วทำให้เป็นแผ่นบาง ๆ ตามยาวของเนื้อไม้ ต่อจากนั้นตัดออกเป็นตามความกว้าง ยาวตามต้องการ แล้วนำไปไสให้เป็นร่อง ๆ ด้านหนึ่ง ส่วนอีกด้านหนึ่งปล่อยให้เรียบ ไม้ที่ใช้ทำแผ่นกั้นยังแบ่งออกเป็นสองชนิดคือไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็ง หลังจากคัดไม้ได้ตามรูปและขนาดที่ต้องการ แล้ว จะต้องนำไปทำความสะอาด เพราะในเนื้อไม้ย่อมมียางหรือสิ่งที่ไม่บริสุทธิ์ ซึ่งไม่เหมาะสำหรับใช้กับแบตเตอรี่ การที่จะทำไม้ให้บริสุทธิ์มีอยู่หลายวิธีด้วยกัน แต่ในที่นี้จะกล่าวแต่วิธีง่าย ๆ โดยการเอาไม้ไปต้มในน้ำเดือดให้นานพอควร แล้วใช้ด่างบางอย่างใส่ลงไป เช่น กอสติคโซดา โซเดียมไบคาบอเนต โซเดียมไบซัลเฟต โซเดียมซัลไฟด์ และกรดกำมะถันเป็นต้น ถ้าต้องการให้แผ่นกั้นมีสีขาวสะอาดก็นำไปแช่ในน้ำกรดกำมะถันอย่างเจือจาง แล้วนำไปล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง การทำแผ่นกั้นให้บริสุทธิ์ก็เพื่อให้แผ่นกั้นเหล่านั้นมีความต้านทานไฟฟ้าสูง เพื่อไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านถึงกันได้

๒.๒ แผ่นกั้นยางแข็ง เป็นแผ่นยางแข็งมีรูเล็ก ๆ หรือทำเป็นรูสี่เหลี่ยมทั่วทั้งแผ่น มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้วัตถุที่เกิดปฏิกริยาของแผ่นแรร่วงหล่นลงไป หรือป้องกันมิให้แผ่นกั้นไม้เสียเร็ว เพราะแผ่นกั้นยางนี้จะต้องใช้รวมกับแผ่นกั้นไม้เสมอ เวลาสอบแผ่นกั้นยางแข็งจะต้องเอาไว้ทางแผ่นบวก

๒.๓ แผ่นกั้นสาลีแก้ว แผ่นกั้นชนิดนี้ทำด้วยแก้วเทียม โดยทำเป็นเส้นเล็ก ๆ คล้ายเส้นด้ายสั้น ๆ แล้วเอามาทำเป็นแผ่นคล้ายสาลี เวลาใช้งานต้องใช้ร่วมกับแผ่นยางหรือแผ่นกั้นไม้หรือแผ่นกั้นยางแข็ง มีประโยชน์ช่วยในการทำให้วัตถุที่เกิดปฏิกริยาไม่ร่วงหล่นได้ ทำให้แผ่นแรแนบสนิทกับแผ่นกั้นได้ดี ข้อสำคัญในการประกอบแผ่นกั้นไม่ว่าจะเป็นชนิดใดก็ตาม ทางด้านชนิดที่เป็นร่องจะต้องอยู่ทางด้านแผ่นบวกเสมอ เพื่อความสะดวกในการหมุนเวียนของกรดกำมะถัน

๓. น้ำยา (ELECTROLYTE) การเตรียมน้ำยาเพื่อนำไปใช้กับแบตเตอรี่ชนิดใช้กรดกำมะถันอย่างเจือจาง โดยอาศัยส่วนผสมระหว่างกรดกำมะถันกับน้ำบริสุทธิ์ ใช้กรดกำมะถันที่เข้มข้นซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ ๑.๘๓๕ หรือ ๑.๕๔๐ หรือกรดกำมะถันที่เจือจางแล้ว และมีความถ่วงจำเพาะ

มีความถ่วงจำเพาะ ๑.๘๐๐ ซึ่งถ้าเอารถกำมะถันที่เข้มจัดมากเกินไป ขณะที่ทำการผสมระหว่างกรดกับน้ำจะทำให้เกิดความร้อนมาก จะทำให้เกิดอันตรายขึ้นได้ ในการผสมน้ำยานั้น จะต้องจำไว้เสมอว่าจะต้องเอากรดเทผสมกับน้ำเสมอ ห้ามไม่ให้เทน้ำลงในกรดเป็นอันขาด เพราะจะเกิดอันตรายกับผู้ผสมเอง ขณะทำการผสมจะต้องทำการกวนให้เข้ากันตลอดเวลาเพราะกรดหนักกว่าน้ำ เมื่อเทกรดลงไปมันจะไม่นอนก้นภาชนะเสมอ ขณะทำการผสมจะเกิดความร้อนสูง ถึงแม้จะทำการผสมเพียงเล็กน้อย ภาชนะที่ใช้ในการผสมจะต้องใช้อย่างแก้ว หรือกระเบื้องเคลือบ ซึ่งอาจจะเกิดการแตกล้าวได้ อันเนื่องมาจากความร้อนขณะที่ทำการผสม ดังนั้นถ้าจะทำการผสมคราวละมาก ๆ จึงควรใช้ถังไม้บุด้วยตะกั่ว หลังจากที่ผสมแล้วจะต้องทำการกวนต่อไปหรือคอยจนกว่าน้ำยาที่ผสมมีอุณหภูมิลดลงจนเย็น จึงนำไปชดเบตเตอรี่ได้ เพราะถ้าเอาไปเติมขณะที่ยังร้อยอยู่จะทำให้แผ่นแรหรือแผ่นกั้นเสีย การที่จะทำให้น้ำยาเย็นลงได้เร็ว ๆ ส่วนมากใช้ลมเป่าลงไปในถัง แต่ลมที่ใช้ก็ต้องเป็นลมที่บริสุทธิ์ด้วย เนื่องจากกรดเมื่อผสมกับน้ำจะทำให้เกิดความร้อนสูง ในกรณีเช่นนี้เพื่อไม่ให้เกิดความร้อนสูงมาก บางครั้งต้องใช้น้ำแข็ง ซึ่งทำมาจากน้ำกลั่นแล้วนำมาผสมกับกรดกำมะถันในลักษณะเช่นนี้ความเย็นของน้ำแข็งที่ละลายจะเท่ากับความร้อนของกรดกำมะถันที่ผสมน้ำ

การเติมน้ำยาลงไปในแบตเตอรี่ น้ำยาที่ใช้เติมจะมีความถ่วงจำเพาะ ๑.๒๕๐ ขณะที่ทำการเติมเติมน้ำยา แผ่นแรและแผ่นกั้นจะดูดเอาน้ำยาไว้จนกระทั่งอิ่มตัว และขณะนี้จะเกิดปฏิกริยาทางเคมีทำให้เดือดและมีความร้อนสูงขึ้นประมาณ ๔๕ องศาเซ็นติเกรด ถ้าเอาโวลท์มิเตอร์วัดดูจะปรากฏว่ามีแรงเคลื่อนไฟฟ้า ๑.๓๕ โวลท์ และความถ่วงจำเพาะประมาณ ๑.๑๗๕ เมื่อเติมน้ำยาเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ทิ้งไว้ประมาณ ๑๒ ชม. เพื่อให้ความร้อนของแบตเตอรี่แต่ละเซลล์ลดลงเหลือที่อุณหภูมิประมาณ ๓๕ องศาเซ็นติเกรด จึงนำแบตเตอรี่ไปประจุไฟครั้งแรก ภายหลังที่ได้ทิ้งไว้ ๑๒ ชม. ถ้าวัดแรงเคลื่อนดู้จะปรากฏว่ามีแรงเคลื่อน ๑.๙๕ และความถ่วงจำเพาะประมาณ ๑.๑๐๐ ความร้อนแต่ละเซลล์จะได้ ๓๕ องศาเซ็นติเกรด

๔. เปลือกหุ้ม (CONTAINER AND COVER) เปลือกหุ้มและแบตเตอรี่ที่ใช้ในการเติมเครื่องยนต์ และใช้แสงสว่าง โดยทั่วไปมักทำด้วยแผ่นยางอบแข็ง วิธีทำง่าย ๆ ก็คือการนำเอายางสดมาทำการนวดด้วยเกรียงให้เข้ากันดีจึงเอาวัตถุทางเคมีมาผสมเข้าด้วยกัน และนำไปนวดอีกครั้งหนึ่งจนเข้ากันดีแล้วจึงนำไปรีดเป็นแผ่นหนาตามความต้องการ ที่หนาประมาณ ๑๐ – ๒๐ ม.ม. แล้วจึงตัดออกเป็นชิ้น ๆ ตามแบบ ต่อจากนั้นนำแผ่นยางเข้าแบบเหล็กแล้วนำเข้าอบด้วยไอน้ำซึ่งมีกำลังดัน ๗๕ ปอนด์/ตรน. เป็นเวลา ๔๐ นาที

๕. สะพานไฟและขั้ว (INTER CELL CONNECTOR) ขั้วและสะพานไฟของแบตเตอรี่ทำด้วยตะกั่วบริสุทธิ์ สะพานไฟมีหน้าที่สำหรับต่อระหว่างเซลล์ต่อเซลล์ของแบตเตอรี่ขนาดจะต้องใหญ่พอประมาณ เพื่อที่จะให้กระแสไฟไหลได้สะดวกแบบจะไม่จองคำนึงถึงความต้านทานเลย

ขั้วคือตะกั่วที่หล่อมาเป็นแท่ง มีอยู่ด้วยกัน ๒ อย่างคือ ขั้วมีบ่าและขั้วไม่มีบ่า มีหน้าที่เชื่อมแผ่นแร่รวมกันเป็นหมู่ ส่วนการหล่อทำเช่นเดียวกับสะพานไฟ ผิดกันแต่เฉพาะรูปร่างและขั้วยังมีหน้าที่สำหรับต่อวงจรออกไปใช้งานอีกด้วย

๖. ยางผสม (SEALING COMPOUND) คือส่วนผสมของเศษน้ำมันที่ขจัดจากการกลั่นแล้วของน้ำมันดิบ แต่ถึงจะเป็นอย่างอื่นก็ได้ ขอให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการคือ เมื่อเทลงไประหว่างฝาระหว่างใกล้กับเปลือกหม้อแล้ว จะต้องเป็นวัตถุที่ผนึกฝาปิดกับเปลือกหม้อให้แน่นกันไม่ให้น้ำยาภายในแบตเตอรี่ซึมออกมาได้ มีความแข็งและเหนียว ไม่อ่อนตัวหรือแตกร้าวได้ง่ายเกินไปเมื่ออุณหภูมิของแบตเตอรี่สูงขึ้นและไม่ละลายกันน้ำยาของแบตเตอรี่

การประจุไฟและการคลายไฟ การประจุครั้งแรก (First Charge) แบตเตอรี่ที่ได้การประกอบใหม่ที่ยังไม่ได้เติมน้ำยา (Electrolyte) เมื่อจะนำไปใช้งาน จะต้องทำการประจุไฟครั้งแรกก่อน เพราะแบตเตอรี่ที่ได้ประกอบสมบูรณ์แล้ว แผ่นลบจะเป็นตะกั่วบริสุทธิ์หรือตะกั่วพรุน (PB) แต่ถ้าทิ้งไว้ถูกกับอากาศจะเปลี่ยนเป็นริทาคหรือเสนเหลือง (PBO) และเมื่อถูกอากาศชื้นยิ่งจะเปลี่ยนแปลงไปเร็วมากดังนั้นเมื่อได้เติมน้ำยาลงไปแล้ว แผ่นแรลบจะเปลี่ยนเป็นตะกั่วซัลเฟต ($PB\ SO_4$) และเมื่อทำการประจุไฟครั้งแรกจะเปลี่ยนจากตะกั่วซัลเฟต ($PB\ SO_4$) เป็นตะกั่วพรุน (PB) อีกที ฉะนั้นการประจุไฟครั้งแรกจึงต้องใช้เวลาประจุนานกว่าธรรมดา โดยใช้กระประจุด้วยอัตรา ๒๐ ชม. เวลาที่ใช้จึงนานกว่าธรรมดาประมาณ ๔ – ๕ เท่า ซึ่งเป็นเวลานานถึง ๗๒ ชั่วโมง ส่วนแผ่นแรยวก เป็นตะกั่วเพออกไซด์ (PB_2) ไม่เกิดปฏิกิริยากับอากาศ ดังนั้นแผ่นบวกจึงไม่จำเป็นในการประจุไฟครั้งแรก

การประจุไฟครั้งแรก ไม่ต้องทำการประจุไฟครั้งแรกก็ได้ ในเมื่อได้ทำแผ่นลบเสร็จเรียบร้อยให้ใช้เซลลาฟินหรือพวกฟิมทาผิวหน้าทั้งสองด้านของแผ่นแรลบให้หั่วเพื่อกันไม่ให้วัตถุที่เกิดปฏิกิริยากับอากาศได้ หรือใช้วัตถุเคมีอะไรก็ได้ที่กันไม่ให้อากาศมาทำปฏิกิริยากับแผ่นลบหรือจะเก็บแผ่นแรลบไว้ในที่อากาศเข้าไม่ได้ ถ้าทำได้เช่นนี้ก็ไม่มีความจำเป็นในการประจุไฟครั้งแรก แต่การป้องกันไม่ให้อากาศทำปฏิกิริยากับแผ่นแรลบนั้นทำได้ยากมาก ซึ่งทางที่ดีแล้วควรทำการประจุไฟครั้งแรกเสียครั้งหนึ่งก่อน แล้วต่อไปจึงทำการประจุไฟตามปกติเป็นวิธีปลอดภัยที่สุด และเพื่อความถาวรของแบตเตอรี่ด้วย

วิธีเรียงแบตเตอรี่เพื่อรับการประจุ เมื่อได้ทำการเติมน้ำยาซึ่งมีความจำเพาะ ๑.๒๘๐ ตามเกณฑ์แล้ว อุณหภูมิของแบตเตอรี่จะสูงขึ้นประมาณ ๔๕° อันเนื่องมาจากเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีนั่นเอง และอุณหภูมิของแบตเตอรี่จะลอยๆ ลดลง เมื่ออุณหภูมิของแบตเตอรี่ลดลงเหลือ ๓๖° จึงค่อยนำไปรับการประจุ แต่ก่อนที่จะทำการประจุ ถ้ามีแบตเตอรี่หลายชุดก็จำเป็นจะต้องนำมาเรียงเพื่อรับการประจุพร้อมๆ กัน แต่ทั้งนี้จะต้องเป็นแบตเตอรี่ขนาดเดียวกันเท่านั้น แล้วนำมาต่อกันเข้าเป็นอันดับ จะเป็น ๒ แถว หรือ ๓ แถว แล้วแต่จำนวนหม้อจะมีมากน้อยเท่าใด แล้วจึงนำมาต่อขนานกันอีกทีหนึ่ง ถ้าเครื่องประจุไฟฟ้าสามารถให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเพียงพอ ซึ่งตามปกติแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเครื่องประจุจะต้องมากกว่าแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่ และเซลล์ประมาณ ๒.๔๐ โวลท์ ถึง ๒.๖๐ โวลท์

ถ้าเอาแบตเตอรี่ขนาดเท่ากันมาเรียงต่อกันเป็นอันดับเป็นหนึ่งหมู่ แล้วเอาระหว่างหมู่มาต่อขนานกัน ถ้าแต่ละหมู่มีจำนวนหม้อไฟเท่ากัน ซึ่งเป็นเหตุให้หยุดการประจุไฟพร้อมกันดังนั้นควรใส่ความต้านทานหมู่ที่จำนวนน้อยกว่า เพื่อให้จำนวนกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้เท่ากันเสีย จึงจะทำให้การหยุดประจุไฟได้พร้อมกัน

สมมุติว่ามีแบตเตอรี่หลายชนิด เช่น ขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ เอามาประจุไฟฟ้าด้วยเครื่องประจุอันเดียวกันแล้ว จะทำให้แบตเตอรี่เกิดการเสียหายขึ้นได้ เช่น เอาขนาด ๔๐ แอมแปร์/ชั่วโมง มาต่อเข้ากับหม้อขนาด ๖๐ แอมแปร์/ชั่วโมง ประจุไฟฟ้าเข้าด้วยกันอัตรากระแสไฟฟ้าที่ประจุจะไม่เท่ากันคือ ขนาด ๔๐ แอมแปร์/ชั่วโมง ใช้อัตราการประจุ ๔ แอมแปร์ ส่วนขนาด ๖๐ แอมแปร์/ชั่วโมง ใช้อัตราการประจุเพียง ๓ แอมแปร์ ถ้าใช้กระแสไฟประจุ ๔ แอมแปร์ จะทำให้ขนาดเล็กเสียหายได้ โดยกระแสไฟเข้ามากเกินไป ถ้าใช้กระแสไฟประจุเพียง ๓ แอมแปร์ เมื่อถึงเวลาหยุดการประจุไฟแบตเตอรี่ขนาดใหญ่ ประจุไฟไม่เต็ม จะต้องประจุไฟต่อไปอีก ซึ่งจะเป็นเหตุให้หม้อเล็กเสียหาย ดังนั้นจึงไม่ค่อยทำกัน เพราะยุ่งยากแต่ถ้าจำเป็นก็ให้ทำการประจุด้วยอัตราต่ำกว่าแล้วหมั่นตรวจดูหม้อแบตเตอรี่ขนาดเล็กเสมอ ๆ ถ้าเห็นว่าเต็มแล้วก็ปลดออก แล้วจึงทำการประจุหม้อใหญ่ต่อไป

อัตราการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่มีขนาดไม่เท่ากัน ดังนั้นอัตราในการประจุจึงไม่เท่ากันรายการใช้กระแสไฟในการประจุครั้งแรกมีดังนี้

ที่	หม้อขนาด – โวลท์	แอมแปร์ / ช.ม.	ประจุไฟครั้งแรก แอมแปร์
๑	๒	๓๐	๒
๒	๒	๑๕๐	๕ ½
๓	๒	๒๐	๘
๔	๒	๑๕	๑
๕	๖	๖๐ – ๗๕	๓
๖	๖	๑๐๕	๔ ½
๗	๖	๑๒๐	๕
๘	๖	๑๓๕ – ๑๕๐	๕ ½
๙	๖	๗๕ – ๑๘๐ – ๒๑๐	๘
๑๐	๖	๓๒๐ – ๓๕๐	๑๔
๑๑	๘	๘๐๐	๒๕
๑๒	๑๐	๘๐	๔
๑๓	๑๐	๑๕๐	๕ ½

ที่	หม้อขนาด ÷ โวลท์	แอมแปร์ / ช.ม.	ประจุไฟครั้งแรก แอมแปร์
๑๕	๑๖	๒๔ ÷ ๔๐	๒
๑๕	๑๒	๖๐ – ๗๕	๓
๑๖	๑๒	๑๐๕	๔ ๑/๒
๑๗	๑๒	๑๓๕ – ๑๕๐	๕ ๑/๒
๑๘	๑๒	๑๗๕ – ๒๘๐ – ๑๒๐	๘
๑๙	๑๖	๑๕๐	๕ ๑/๒
๒๐	๑๐๐	๒	๑/๒

หมายเหตุ การประจุไฟครั้งแรกใช้กระแสไฟ ๕ แอมแปร์ คูณด้วยจำนวนแผ่นลบต่อหนึ่งเซลล์ และการประจุไฟครั้งแรกนี้ใช้กระแสไฟในการประจุอัตราเดียวตลอดไป จนกระทั่งแบตเตอรี่เต็ม ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการประจุประมาณ ๗๒ ชั่วโมง

ตารางการประจุแบตเตอรี่แบบธรรมดาโดยทั่ว ๆ ไป

จำนวนแผ่นธาตุ	แอมแปร์ – ชั่วโมง	ประจุไฟครั้งแรก แอมแปร์ – ชั่วโมง	ประจุไฟเพิ่มเติม แอมแปร์ – ชั่วโมง
๗	๔๐	๓	๔
๙	๖๐	๓.๕	๕
๑๑	๘๐	๔.๕	๖
๑๓	๑๐๐	๕	๗.๕
๑๕	๑๒๐	๖	๙
๑๗	๑๔๐	๗	๑๐
๑๙	๑๕๐	๘	๑๒
๒๑	๑๖๐	๙	๑๓.๕
๒๕	๑๗๐	๑๐	๑๕
๒๗	๑๘๐	๑๒	๑๕

เมื่อทำการประจุไฟในระยะแรก ๆ ควรทำการตรวจทุก ๆ ๒ ชั่วโมง แต่เมื่อเกิดแก๊สขึ้นแล้ว ควรกระทำการตรวจทุก ๆ ๑ ชั่วโมง เมื่อวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแต่ละเซลล์ด้วยโวลล์มิเตอร์แรงเคลื่อน

ไฟฟ้าจะได้ประมาณ ๒.๕ โวลท์ และความถ่วงจำเพาะของน้ำกรดจะต้องได้ ๑.๒๕๐ และควรทำการประจุต่อไปอีกประมาณ ๒ – ๓ ชั่วโมง ก็เลิกทำการประจุได้ แต่ถ้าได้แก๊สมากและแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ความถ่วงจำเพาะของน้ำกรดยังไม่ได้ตามเกณฑ์ ซึ่งอาจจะเป็นเพราะน้ำกรดเจือจางมากเกินไป ให้ทำการปรับระดับของน้ำกรดภายในแบตเตอรี่ให้ได้ตามเกณฑ์กำหนดคือ ๑.๒๕๐ แล้วทำการประจุไฟอีกครั้งหนึ่ง โดยประจุทิ้งไว้ประมาณ ๑ ชั่วโมง เป็นอันใช้ได้

ขณะที่ทำการประจุไฟ จะต้องหมั่นตรวจสอบแบตเตอรี่อยู่ตลอดเวลา และต้องวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแต่ละเซลล์ ซึ่งจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งขึ้นสูงสุดคือ ประมาณ ๒.๕๐ โวลท์ ถึง ๒.๖๐ โวลท์ ความถ่วงจำเพาะของแต่ละเซลล์จะเพิ่มมากขึ้นจนถึง ๑.๒๘๐ ความร้อนของแต่ละเซลล์จะต้องสูงไม่เกิน ๔๕°

คำแนะนำในการประจุไฟครั้งแรก

๑. ใช้กรดกำมะถันซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ ๑.๒๕๐ เมื่ออุณหภูมิ ๓๐° เป็นอีเลคโทรไลท์ (Electrolyte) สำหรับเติมลงในแบตเตอรี่

๒. กรดกำมะถันต้องบริสุทธิ์และเหมาะกับการใช้แบตเตอรี่

๓. เติมอีเลคโทรไลท์ลงไปทุกช่อง จนท่วมแผ่นแรและสูงเหนือแผ่นแร่ ๑ ซ.ม. แล้วทิ้งไว้เฉยๆ ไม่น้อยกว่า ๑๑ ช.ม.

๔. ใช้กระแสไฟในการประจุตามตาราง จนกระทั่งโวลท์และความถ่วงจำเพาะของอีเลคโทรไลท์ขึ้นสูงสุดเวลาประจุประมาณ ๔๘ ช.ม. ใช้เวลารวดเดียว

๕. ระหว่างทำการประจุระวังอย่าให้อุณหภูมิของน้ำสูงกว่า ๕๐° ถ้าสูงเกินกว่า ๕๐° ให้ลดกระแสไฟลง

๖. เมื่อประจุไฟจวนเสร็จ ให้แก้ระดับของน้ำยาให้มีความถ่วงจำเพาะ ๑.๒๕๐ เมื่ออุณหภูมิ ๓๐°

การประจุไฟเพิ่มเติม ในการที่จะรักษาอายุของแบตเตอรี่ให้ถาวรและได้ผลดี ควรเอาใจใส่ในเรื่องของการประจุไฟ ซึ่งจำเป็นที่จะต้องถูกต้องตามวิธีการของแบตเตอรี่ การประจุไฟเพิ่มเติมจะต้องกระทำเมื่อ

๑. เมื่อได้ทำการจ่ายไฟไปจนถึงจุดกำหนด คือจุดสุดท้ายของการจ่ายไฟ โดยวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแต่ละเซลล์จะต้องไม่ต่ำกว่า ๑.๗๐ โวลท์ด้วย High Discharge Test

๒. เมื่อได้ทำการจ่ายไฟไป

หาความจุของแบตเตอรี่เหลือ ๕๐ เปอร์เซ็นต์ของความจุทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามเป็นแต่เพียงการกำหนดในทางทฤษฎีเท่านั้น ส่วนในทางปฏิบัติอาจ

จะเกิดไอเสียมาก และเพื่อยืดอายุของแบตเตอรี่ลงทุกครั้งควรทำ

๓. เมื่อแบตเตอรี่ถูกทิ้งไว้นาน ๆ โดยไม่ได้นำมาใช้งาน

๔. เมื่อความชุ่มชื้นของน้ำยามีน้อยกว่าธรรมดา แต่เนื่องจากแบตเตอรี่มีหลายชนิดต่าง ๆ กัน ซึ่งใช้ความเข้มข้นของน้ำยาไม่เท่ากัน ดังนั้นจะกล่าวให้แน่นอนลงไปไม่ได้ ซึ่งถ้าไม่ทราบแน่นอนว่าแบตเตอรี่ใช้น้ำยาที่มีความถ่วงจำเพาะเท่าใด และได้จ่ายไฟไปแล้วนานเท่าใด ให้อาศัยหลักการคำนวณ โดยวัดความถ่วงจำเพาะของน้ำยาดู ถ้าอ่านได้ต่ำกว่าที่สุทธิหายไปมาก ๓๐๖๖ กรัม ก็แสดงว่าแบตเตอรี่ได้ทำการจ่ายไฟไปแล้ว ๑ แอมแปร์/ชั่วโมง

๕. เมื่อวงจรเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ทำงานผิดปกติ โดยแบตเตอรี่ถูกทิ้งไว้เฉย ๆ เป็นเวลานาน ๆ ทำให้ไฟฟ้าลัดวงจรไปเกิดขึ้น

๖. เมื่อสังเกตุเห็นว่า แผ่นแรเป็นสีขาว ซึ่งจะต้องรีบทำการประจุไฟทันที เพราะถ้ายังปล่อยทิ้งไว้จะทำให้เกิดซัลเฟตมากขึ้น ทำให้ยากต่อการประจุ

๗. แบตเตอรี่ที่ทิ้งไว้เฉย ๆ เป็นเวลานานโดยไม่ได้ใช้งานควรทำการประจุอย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง แล้วจึงทิ้งไว้เฉย ๆ แต่ถ้าทำได้ควรประจุสองครั้งต่อหนึ่งเดือน จะทำให้แบตเตอรี่มีอายุมากขึ้น

การประจุไฟชดเชย (TRICKLE) หมายถึงการประจุไฟด้วยอัตราต่ำ เพื่อชดเชยให้กับแบตเตอรี่ที่จ่ายไฟภายในตัวมันเอง หรือแบตเตอรี่ใช้งานเล็ก ๆ น้อย ๆ หรือนาน ๆ จึงจะนำมาใช้สักครั้งหนึ่ง จะต้องจะต้องทำการประจุไฟเพื่อชดเชยอยู่เรื่อย ๆ เพื่อป้องกันการเกิดซัลเฟต ซึ่งจะเป็นผลเสียหายเกี่ยวกับแบตเตอรี่ได้

การประจุไฟแห้ง (Dry Charge) หมายถึงแบตเตอรี่ที่พร้อมจะใช้งานได้เลยทีเดียว เมื่อเติมน้ำยาที่มีความชุ่มชื้นประมาณ ๑๒๕๐ - ๑๒๘๐ ลงไป แล้วทิ้งแบตเตอรี่ไว้ประมาณ ๑ ชั่วโมง จึงค่อยทำการปรับระดับของน้ำยาของเซลล์ให้ได้ระดับที่ต้องการ และให้อุณหภูมิลดเหลือประมาณ ๗๖° จึงจะนำไปใช้งานได้ แต่ทางที่ดีเพื่อความแน่ใจของแบตเตอรี่ ควรทำการประจุไฟครั้งแรกเสียก่อน เพื่อทำการไล่ซัลเฟตที่ผิวหน้าของแผ่นแรประมาณ ๔ - ๑๐ ชั่วโมง ภายหลังที่ได้เติมน้ำยา และไว้นิ่งไว้ ๑๒ ชั่วโมง ถ้าไม่ได้ใช้งานก็ให้ทำการประจุเสีย

วิธีทำแผ่นแรให้เป็นแบบ Dry Charge ภายหลังที่ได้ฟอร์มแผ่นแรสเร็จแล้วแผ่นแรลบจะกลายเป็นตะกั่วฟรุ้น ซึ่งจะถูกกับอากาศไม่ได้ เพราะเมื่อถูกอากาศจะกลายเป็นตะกั่วซัลเฟต ดังนั้นหลังจากเอาขึ้นจากถังฟอร์มจะต้องรีบเอาแผ่นแรไปล้างด้วยน้ำกลั่น เมื่อล้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำเข้าเครื่องดูดอากาศ (Vaccum) ทำการดูดอากาศออกจากแผ่นแรโดยใช้กำลังดูดประมาณ ๒๕ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในขณะเดียวกันให้ปล่อยความร้อนเข้าไปภายในนั้นด้วยกำลังดัน ๒ ปอนด์ต่อตารางนิ้วในเวลาประมาณ ๑ ชั่วโมง เมื่อเสร็จแล้วนำเก็บไว้ในที่อับอากาศ แผ่นแรที่ทำเป็นแบบ Dry Charge นี้ ห้ามถูกกับน้ำเด็ดขาด

ความจุของแบตเตอรี่ คือ ผลคูณของกระแสไฟฟ้าที่ใช้กับจำนวนชั่วโมงที่ใช้กระแสไฟ หน่วยใช้วัดความจุของแบตเตอรี่เรียกว่า แอมแปร์ – ชั่วโมง ถ้าปล่อยกระแสไฟฟ้า ๑๐ แอมแปร์ในเวลา ๘ ชั่วโมง แบตเตอรี่นั้นมีความจุ ๘๐ แอมแปร์ – ชั่วโมง หรือถ้าปล่อยกระแสไฟเพียง ๔ แอมแปร์ จะต้องใช้เวลาในการปล่อย ๘ ชั่วโมง หรือจะพูดอีกนัยหนึ่งว่า จะใช้กระแสไฟที่แอมแปร์คูณด้วยจำนวนชั่วโมงที่ใช้ ก็เป็นจำนวนความจุของแบตเตอรี่ แต่กระแสไฟต้องคงที่เสมอ

วิธีการต่อแบตเตอรี่เพื่อใช้งาน

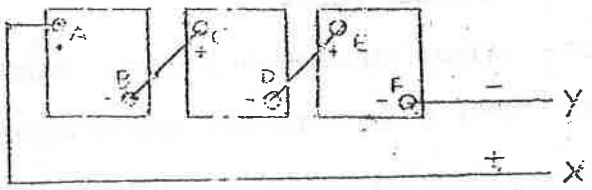
การต่อแบตเตอรี่เพื่อใช้งาน มี ๓ วิธีด้วยกัน คือ

๑. ต่ออย่างอันดับ (IN SERIES)

๒. ต่อย่างขนาน (IN PRARLLEL)

๓. ต่อย่างผสม (IN SERIES PARALLEL)

๑. วิธีต่ออย่างอันดับ วิธีการทำโดยเอาขั้วลบของแบตเตอรี่หม้อที่ ๑ ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่หม้อที่ ๒ และเอาขั้วลบของแบตเตอรี่หม้อที่ ๒ ต่อกับขั้วบวกของหม้อที่ ๓ เช่นนี้เรื่อยไปจนครบกับความต้องการ ดังนั้นขั้วบวกของแบตเตอรี่หม้อที่ ๑ กับขั้วลบของแบตเตอรี่หม้อสุดท้าย ก็จะเป็นขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่ชุดนั้น การต่อแบตเตอรี่แบบนี้แรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ จะเท่ากับจำนวนหม้อแบตเตอรี่คูณด้วยจำนวนแรงเคลื่อนของหนึ่งหม้อส่วนกระแสไฟหรือความจุของแบตเตอรี่ จะเท่ากับความจุของหนึ่งหม้อ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

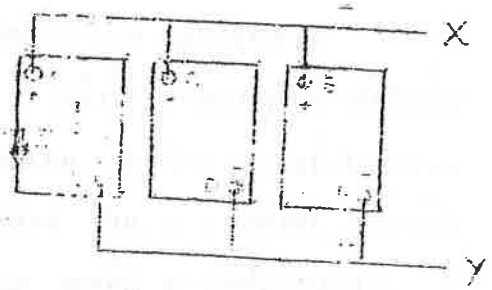


ให้ E เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่หนึ่งหม้อ ดังนั้นความต่างศักดาจาก A ถึง B ก็เท่ากับ E VOLTS แต่ B ต่อเข้ากับ C โดยตัวนำที่ไม่มีความต้านทานเลย ฉะนั้นศักดาที่ B และ C ย่อมเท่ากัน เพราะฉะนั้นความต่างศักดาที่ C ถึง D ก็เท่ากับ E VOLTS ดังนั้นความต่างศักดาจาก A ถึง D ก็เท่ากับ ๒ VOLTS และเนื่องจาก D ต่อเข้ากับ E โดยตัวนำที่ไม่มีความต้านทานเช่นกัน ฉะนั้น ศักดาที่ D และ E ย่อมเท่ากัน ดังนั้นความต่างศักดาจาก A ถึง E ก็เท่ากับ E VOLTS ในทำนองเดียวกับความต่างศักดาจาก A ถึง F ก็เท่ากับ ๓ E VOLTS เราจึงได้แบตเตอรี่จำนวน ๓ หม้อ จะได้แรงเคลื่อน ๓E VOLTS

๒. วิธีการต่ออย่างขนาน (IN PARALLEL)

การต่อแบบนี้ โดยเอาขั้วบวกของหม้อแบตเตอรี่ทุก ๆ หม้อมารวมเข้าด้วยกันและให้เป็นขั้วบวกของแบตเตอรี่ชุดนั้น แล้วขั้วลบของทุก ๆ หม้อก็รวมกันเช่นเดียวกับขั้วบวกและใช้เป็นขั้วลบของแบตเตอรี่ชุดนั้น ดังรูป

ส รอแบตเตอรี่แบบขนานนี้ แร:



เคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ จะเท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้า ของแบตเตอรี่เพียงหม้อเดียว ส่วนกระแสหรือความจุของแบตเตอรี่ จะเท่ากับความจุของแบตเตอรี่หนึ่งหม้อ คูณด้วยจำนวนแบตเตอรี่ที่ใช้ต่อรวมกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

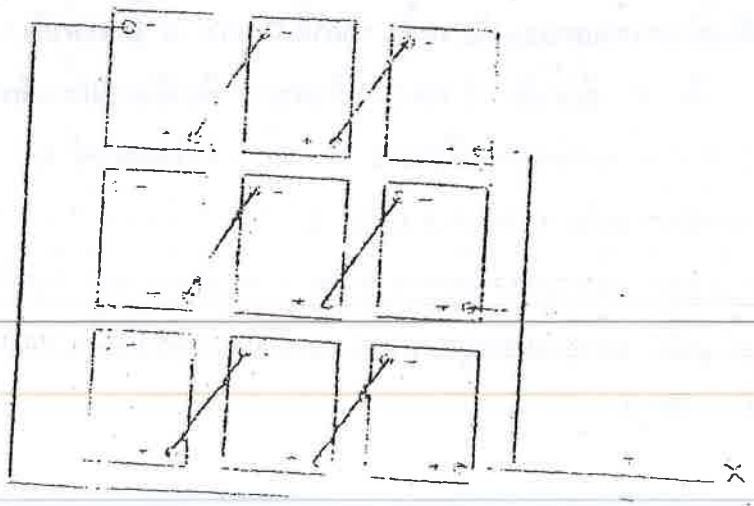
ให้ E เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่หนึ่งหม้อ ความต่างศักดาจาก A ถึง B และ C ถึง D และ E ถึง F เท่ากันหมด และต่างก็เท่ากัน E VOLTS แต่ขั้ว A ขั้ว C และขั้ว E ต่างก็ติดต่อกันถึงกันหมด จนถึงจุด X ขั้วของแบตเตอรี่ โดยการต่อด้วนำซึ่งไม่มีความต้านทาน ดังนั้นศักย์ของขั้วต่าง ๆ เหล่านี้ย่อมเท่ากัน ในทำนองเดียวกันศักย์ที่ขั้ว B – D และ F ก็ย่อมเท่ากันด้วยจนกระทั่งถึงจุด Y ฉะนั้นความต่างศักดาของขั้วแบตเตอรี่ระหว่างขั้ว X และ Y ก็ต้องเท่ากับ E VOLTS นั่นคือแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบขนานแล้ว จะเท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่เพียงหม้อเดียว

๓. วิธีการต่อแบบผสม (IN SERIES PARALLEL)

การต่อแบตเตอรี่แบบผสมนี้ใช้ได้เฉพาะ เมื่อจำนวนของแบตเตอรี่สามารถที่จัดแยกออกมาได้เป็นพวก ๆ และมีจำนวนเท่า ๆ กัน เช่น ๔ – ๙ – ๑๒ เป็นต้น

ตามรูปมีแบตเตอรี่ทั้งหมด ๔ หม้อ ต่อกันแบบอันดับและขนาน เป็น ๒ แถว ๆ ละ ๒ หม้อ และให้ X และ Y เป็นขั้วนอกและขั้วลบตามลำดับ การต่อแบบนี้แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความจุของแบตเตอรี่จะได้ดังนี้

สมมุติในแถวหนึ่งมีจำนวน N หม้อ ฉะนั้นแรงเคลื่อนไฟฟ้าในแถวหนึ่ง ๆ เท่ากับ NE VOLTS ส่วนความจุของแบตเตอรี่ลงเท่ากับความจุของแบตเตอรี่เพียงหม้อเดียว แต่แถวต่าง ๆ ได้ต่อขนานกัน ฉะนั้นเมื่อต่อกันเข้าแล้วแรงเคลื่อนไฟฟ้าจึงไม่เปลี่ยนแปลง แต่ความจุของแบตเตอรี่ได้เปลี่ยนแปลงไปคือ เท่ากับความจุของแบตเตอรี่คูณด้วยจำนวนแถว ส่วนแรงเคลื่อนไฟฟ้าก็เท่ากับ NE VOLTS คือ เท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของหนึ่งแถวนั่นเอง



การระวังรักษาแบตเตอรี่ ในทางปฏิบัติ แบตเตอรี่จะมีอายุของการใช้งานลงหาก เมื่อได้ปฏิบัติในการบำรุงรักษาให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ดังนั้นให้ถือปฏิบัติดังต่อไปนี้

๑. ต้องเก็บและรักษาแบตเตอรี่ไว้ในที่แห้งและสะอาดเสมอ

๒. ต้องคอยตรวจทำความสะอาดที่เก็บแบตเตอรี่เป็นครั้งคราว

๓. ต้องไม่วางสิ่งซึ่งเป็นโลหะหรือสิ่งอะไรก็ตามขึ้นบนแบตเตอรี่

๔. ต้องเก็บแบตเตอรี่ต้องมีอากาศถ่ายเทได้พอสมควร

๕. ส่วนบนของแบตเตอรี่ต้องแห้งและสะอาดอยู่เสมอ

๖. ขั้ว – สลักเกลียวและสายไฟแบตเตอรี่ต้องหมั่นทำความสะอาดเป็นครั้งคราว

๗. ต้องตรวจดูรูระบายก๊าซบนฝาจุกแบตเตอรี่ต้องไม่ตันและก๊าซระเหยผ่านได้

๘. แบตเตอรี่ที่ใช้ในที่ระเทือนต้องยึดให้แน่น

๙. สายไฟที่ขั้วแบตเตอรี่ต้องยาวและหย่อนพอสมควร ไม่ตึงเกินไป และสายไฟที่ต่อขั้วแบตเตอรี่ต้องประกอบให้แน่นปราศจากซัลเฟต และไม่เป็นสนิมผุกร่อน

๑๐. ต้องตรวจและรักษาระดับน้ำยาให้ถูกต้องอยู่เสมอ อย่างน้อยอาทิตย์ละหนึ่งครั้ง

๑๑. ระดับของน้ำยาต้องสูงกว่าแผ่นแรงประมาณ ½ นิ้ว

๑๒. ถ้าระดับน้ำยาต่ำกว่าระดับ ½ นิ้ว ต้องเติมน้ำกลั่นเท่านั้น และต้องเติมก่อนทำการประจุไฟ ห้ามใช้น้ำกรดเติมเป็นอันขาด

๑๓. เมื่อเติมน้ำกลั่นแล้วต้องประจุไฟทันที และประจุไฟในอัตราที่กำหนดไว้แต่ต้องไม่ยอมให้เกิดก๊าซมากเกินไป

๑๔. อย่าวางแบตเตอรี่ไว้ใกล้ส่วนที่ร้อนจัดของเครื่องยนต์

๑๕. อย่าประจุไฟในอัตราสูงเมื่อไม่จำเป็น

๑๖. ต้องคอยตรวจความเข้มข้นของน้ำยาอาทิตย์ละครั้ง

๑๗. ความเข้มข้นของน้ำยาเป็นเครื่องชี้ให้ทราบว่า แบตเตอรี่มีประจุไฟเต็มหรือไม่มีความเข้มข้นของน้ำยา ๑.๒๖๐ – ๑.๒๖๐ แสดงว่าประจุไฟเต็มที่ ๑.๒๖๐ – ๑.๒๐๐ แสดงว่าประจุไฟปานกลาง ๑.๒๐๐ – ๑.๑๕๐ มีประจุไฟน้อย และถ้าต่ำกว่า ๑.๑๕๐ แสดงว่าไม่มีไฟเลย

๑๘. เมื่อความเข้มข้นของน้ำยาต่ำกว่า ๑.๑๕๐ ต้องทำการประจุไฟทันที เมื่อแบตเตอรี่เกิดแก๊สแล้วต้องลดอัตราการประจุไฟลงน้อยลง หรือถ้าอุณหภูมิของน้ำยาสูงขึ้นถึง ๔๐° แต่ต้องไม่ยอมให้สูงขึ้นถึง ๕๐°

๑๙. อย่าทำการตรวจความเข้มข้นของน้ำยา หลังจากเติมน้ำกลั่นให้ทำการตรวจก่อนทำการเติมน้ำกลั่น

๒๐. ขณะทำการตรวจความเข้มข้นของน้ำยาพยายามอย่าให้หยดลงบนแบตเตอรี่

๒๑. อุณหภูมิของน้ำยาต้องรักษาอย่าให้เกิน ๔๕° หรือ ๑๒๕° ขณะทำการประจุ

๒๒. แบตเตอรี่ที่ไม่ได้ใช้งานต้องเติมน้ำกลั่นให้ได้ระดับ และประจุไฟให้เต็มที่ ตรวจความเข้มข้นให้ได้ตามเกณฑ์และปลดสายไฟออกด้วย

๒๓. ต้องทำการประจุไฟให้เต็มที่ทุก ๆ เดือน ๆ ละหนึ่งครั้ง

๒๔. เมื่อได้ทำการจ่ายไฟแบตเตอรี่ถึงจุดกำหนดแล้วก็ต้องทำการประจุไฟใหม่ภายใน ๒๔ ช.ม. อย่าปล่อยทิ้งไว้จะเกิดเสียหายขึ้น

๒๕. ต้องไม่ชงมแบตเตอรี่ขณะทำการประจุไฟหรือคลายไฟ

๒๖. ขณะทำการผสมน้ำ ห้ามเติมน้ำลงไปในกรดจะเกิดการระเบิดขึ้น จงเทน้ำกรดลงในน้ำอย่างช้า ๆ และช้า ๆ ต้องระวังผิวหนังและนัยตาอย่าให้ถูกน้ำกรด ควรสวมแว่นตาถุงมือยาง และรองเท้ายาง

เหตุขัดข้องและการแก้ไข

๑. น้ำยาในแบตเตอรี่แห้ง จะรู้ได้ก็โดยการใช้ไฮโดรมิเตอร์ทำการดูดน้ำยา ถ้าไม่สามารถทำการดูดได้หรือได้น้อยแสดงว่าน้ำยาแห้ง ผลอันนี้จะทำให้ความจุของแบตเตอรี่ลดน้อยลง เนื่องจากกระดับของน้ำยาลงไปทำให้การถ่ายเทของน้ำยาข้างลงเมื่อทำการจ่ายไฟและแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่จะลดลงโดยรวดเร็วด้วย เพราะความต้านทานภายในหวีขึ้น บางทีถ้าทำการจ่ายไฟในอัตราสูง จะทำให้อุณหภูมิของน้ำยาสูงขึ้นด้วย ถ้าปล่อยให้ระดับน้ำยาต่ำกว่าแผ่นแร่แล้ว วัตถุที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีทางแผ่นแร่ลบโผล่พ้นขึ้นมาจะทำปฏิกิริยากับอากาศ เป็นเหตุทำให้แผ่นแร่ลบเป็นซัลเฟตแข็งมากผิดปกติไปจะต้องทำการประจุไฟ และจ่ายไฟช้า ๆ รอบจนกว่าซัลเฟตที่แผ่นลบจะกลับเข้าสู่สภาพเดิม

สาเหตุ ที่ทำให้ระดับน้ำยาต่ำกว่าระดับนั้นเกิดจากผู้ใช้งานไม่ได้เติมน้ำกลั่นตามระยะเวลาที่กำหนดไว้หรือใช้แบตเตอรี่ในที่มีอากาศร้อนเกินไป หรือปล่อยให้เกิดแก๊สระเหยออกไปขณะทำการประจุไฟมากเกินไปหรือปิดปลอกหม้อร้าว

วิธีแก้ไข ให้ทำการเติมน้ำกลั่นให้ได้ระดับที่ถูกต้องเสียก่อนแล้วจึงนำไปประจุไฟ ถ้าระดับน้ำยาลดต่ำลงอีกต้องตรวจดูอุณหภูมิของน้ำยาและการระเหยของแก๊ส ถ้าเกิดแก๊สมากจะต้องลดกระแสไฟในการประจุลง และระดับน้ำยาลดลงอีกให้ตรวจดูรอยร้าวของปลอกหม้อ ซึ่งร้าวเปื่อยพังร้าวจะมีน้ำและเป็นกลิ่นกรดบริเวณนั้นด้วยก็จำเป็นต้องเปลี่ยนปลอกหม้อใหม่

๒. ความเข้มข้นของน้ำยาต่ำ จะรู้ได้โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดน้ำยาดูผลอันนี้จะทำให้ความจุของแบตเตอรี่ลดน้อยลงและแรงเคลื่อนไฟฟ้าก็จะลดน้อยลงด้วย ทั้งทางประจุไฟและจ่ายไฟ

สาเหตุ ที่ทำให้ความเข้มข้นของน้ำยาต่ำเนื่องจากการเติมน้ำกลั่นมากเกินไปและแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในขณะประจุจะไม่สูงขึ้นถึงค่าปกติ และความเข้มข้นของน้ำยาต่ำโดยเกิดจากแผ่นแร่ โดยแผ่นแร่เป็นซัลเฟตผิดปกติขึ้นมาแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะสูงมากขณะทำการประจุบางที่พอเริ่มประจุไฟแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะขึ้นถึง ๒.๔๐ โวลท์ หรืออาจเนื่องมาจากใช้อัตราในการประจุไฟสูงเกินไปทำให้เกิดแก๊สระเหยมาก ขณะระเหยกรดก็จะกระเซ็นตามออกมาด้วยเป็นเหตุให้ต้องทำการเติมน้ำกลั่นบ่อย ๆ หรืออีกอย่างหนึ่งที่เป็นเหตุทำให้ความเข้มข้นต่ำ โดยการมีสิ่งไม่บริสุทธิ์เจือปนอยู่ในน้ำกรดเป็นเหตุทำให้เกิดการจ่ายไฟโดยตนเองขึ้น หรืออาจเป็นเพราะแผ่นกั้นชำรุดทำให้แผ่นบวกและแผ่นลบสัมผัสกันทำให้เกิดการลัดวงจรขึ้น

วิธีแก้ไข วิธีที่ดีที่สุดในการที่จะทำให้น้ำยามีความเข้มข้นสูงขึ้นดังเดิมนั้นก็ได้แก่การประจุไฟและจ่ายไฟหลาย ๆ ครั้งติดต่อกันไปโดยใช้อัตราการประจุต่ำ ๆ และใช้เวลาในการประจุนาน ๆ ปล่อยให้แก๊สระเหยเป็นอิสระในอัตราช้า จะไม่เกิดผลเสียอย่างใด ๆ กับแบตเตอรี่เลย ถ้าได้ทำเช่นนี้แล้วความเข้มข้นของน้ำยายังไม่สูงขึ้นตามเกณฑ์ให้ใช้น้ำกรดกำมะถัน ซึ่งมีความจำเพาะไม่เกิน ๑.๔๐๐ เติมลงไปในหม้อแบตเตอรี่ ในขณะประจุไฟเต็มที่แล้วและมีแก๊สระเหยโดยอิสระ การนี้จะทำให้น้ำยาที่เจือจางผสมกับน้ำยาที่มีความเข้มข้นซึ่งได้เติมลงไปใหม่ เป็นการป้องกันมิให้เกิดการเสียขึ้นกับแผ่นแร่ลงได้ เมื่อได้ทำดังกล่าวแล้วแต่ยังปรากฏว่าความเข้มข้นของน้ำยายังลดลงทำอีก ให้น้ำยามาวิเคราะห์ดูว่ามีสิ่งที่ไม่บริสุทธิ์เจือปนอยู่หรือไม่ ถ้ามีก็ทำการเปลี่ยนน้ำยาใหม่

๓. ความเข้มข้นของน้ำยาสูงเกินไป จะทราบได้โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดความเข้มข้นของน้ำยาเมื่อได้ประจุไฟเต็มที่แล้ว ความเข้มข้นของน้ำยาจะต้องสูงไม่เกินกว่า ๑.๓๐๐ เป็นอันขาด แต่อย่างไรก็ตามทางที่ดีควรใช้น้ำยาที่มีความเข้มข้นตามคำแนะนำของบริษัทผู้สร้างเป็นดีที่สุด ถ้าทำการจ่ายไฟหลังจากการประจุไฟแล้วจะทำให้เกิดการจ่ายไฟโดยตนเองมากขึ้น จึงเป็นเหตุทำให้ความจุของแบตเตอรี่ขณะนั้นสูงขึ้น แต่ถ้าได้ประจุไฟแล้วปล่อยทิ้งไว้เฉย ๆ เป็นเวลานาน ๆ ก็จะทำให้เกิดการจ่ายไฟด้วยตัวมันเอง จึงเป็นเหตุทำให้ความจุของแบตเตอรี่ลดลง จึงไม่ควรปล่อยให้น้ำยามีความเข้มสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเพราะจะทำให้แผ่นกั้นไม้และแผ่นแร่เสียเร็วกว่าปกติ

สาเหตุ การที่ความเข้มข้นของน้ำยาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดนั้นก็เนื่องมาจากความเฉื่อยหรือรู้เท่าไม่ถึงการณ์เป็นส่วนมาก โดยผู้ใช้เติมน้ำกรดลงไปในหม้อแบตเตอรี่เพื่อเพิ่มระดับของน้ำยา หรือเพื่อทำให้ความเข้มข้นของน้ำยาสูงขึ้น โดยไม่ได้ทำการประจุไฟให้เต็มที่เสียก่อน บางทีผู้ใช้อาจจะใช้น้ำกรดที่มีความเข้มข้นสูงเติมลงไปในหม้อแบตเตอรี่ แทนการประจุไฟใหม่โดยไม่คำนึงถึงผลเสียหาย ซึ่งถ้าทำเช่นนั้นแล้วจะเกิดผลเสียหายอย่างร้ายแรงที่สุดในการใช้แบตเตอรี่

วิธีแก้ไข ในกรณีที่เติมน้ำกลั่นแล้วทำการประจุไฟเกินอัตราจนกระทั่งเกิดการระเหยของแก๊สขึ้นโดยอิสระ เพื่อให้น้ำยาผสมเข้ากันได้ดีถึงเมื่อประจุไฟเต็มที่แล้วยังปรากฏว่าความเข้มข้นของน้ำยายัง

สูงอยู่ให้ดูดน้ำยาออกเสียบ้างแล้วเติมน้ำกลั่นเข้าแทนที่ แล้วทำการประจุไฟใหม่ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกว่าน้ำยาจะอยู่ในเกณฑ์ปกติ

๔. แผ่นแรเกิดซัลเฟตไม่ปกติ ซัลเฟตชนิดนี้มีลักษณะเกี่ยวกับซัลเฟตที่เกิดขึ้นกับแผ่นแรในขณะทำการปล่อยกระแสไฟ แต่ถ้าปล่อยซัลเฟตชนิดนี้สะสมกันมากขึ้นเป็นเวลานาน ๆ แล้วมันจะกลายเป็นผลึกหยาบและทึบ ซึ่งเป็นการยากในการที่จะใช้ไฟเข้าไปประจุเพื่อทำให้เกิดการสลายตัวกลายเป็นซัลเฟตชนิดปกติ ซัลเฟตชนิดนี้เป็นต้นเหตุทำให้วัตถุที่ทำให้ปฏิกิริยาทางเคมีเกิดขึ้นได้ยาก และทำให้แผ่นแรงอโค้งทำให้ความจุของแบตเตอรี่ลดน้อยลง เมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านจะทำให้เกิดความร้อนสูง

เมื่อเกิดซัลเฟตชนิดไม่ปกติเกิดขึ้นจะแสดงให้เรารู้ได้โดยความจุของแบตเตอรี่ลดน้อยลงกว่าปกติ เวลาใช้เปลือกหม้อชนิดใสจะเห็นแผ่นแรบวกเปลี่ยนสีจากสีน้ำตาลไหม้กลายเป็นสีขาว ๆ ปกคลุมอยู่เต็มหน้าแผ่นแร ส่วนแผ่นแรลบจะเปลี่ยนจากสีเทาเป็นสีเทาหม่นชืด ๆ

สาเหตุที่ทำให้เกิดซัลเฟตชนิดที่ไม่ปกติเกิดขึ้น ก็เนื่องมาจากผู้ใช้ไม่ได้ทำการประจุไฟแบตเตอรี่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ได้ปฏิบัติตามกฎที่เกี่ยวกับการใช้กระแสไฟเช่น เมื่อได้จ่ายไฟในอัตรา ๑๐ แอมแปร์ชั่วโมง แล้วปล่อยให้แบตเตอรี่ทิ้งไว้เฉย ๆ เกินกว่า ๑ วัน โดยไม่ได้รับการประจุเป็นทำให้ซัลเฟตที่เกาะอยู่ตามแผ่นแรนั้นแข็งขึ้น แบตเตอรี่ที่จ่ายไฟในอัตราต่ำมาก ๆ และเป็นเวลานาน ๆ จะเกิดซัลเฟตอย่างผิดปกติขึ้นที่แผ่นแรลบ และถ้าทำการประจุในอัตราต่ำหลังจากได้จ่ายไฟในอัตราต่ำจนหมดแล้วจะทำให้ซัลเฟตมีโอกาสแข็งตัวได้เหมือนกัน ดังนั้นควรจะเริ่มทำการประจุไฟในอัตราสูงตามคำแนะนำของผู้สร้างที่กำหนดไว้ แล้วจึงค่อยลดกระแสไฟที่หลัง และเมื่ออุณหภูมิของน้ำยาสูงขึ้นกว่าปกติหรือเกิดการระเหยของแก๊สมากขึ้นเกินควร ถ้าน้ำยาที่มีความเข้มข้นมากเกินไปก็จะเป็นเหตุทำให้เกิดซัลเฟตชนิดไม่ปกติได้เหมือนกัน โดยเฉพาะจะเกิดขึ้นที่แผ่นแรลบเป็นส่วนมาก ซัลเฟตที่เกิดขึ้นในตอนแรก ๆ จะมีสีขาว และถ้าเกิดขึ้นที่แผ่นแรลบจะทำให้สีที่แผ่นแรค่อย ๆ เปลี่ยนไป และถ้าปล่อยให้เกิดขึ้นบ่อย ๆ จะเป็นเกล็ดและผลึกเล็ก ๆ สีขาว ซึ่งเป็นผลเสียแก่แผ่นแรอย่างมาก และความจุของแบตเตอรี่จะค่อย ๆ ลดลง

วิธีแก้ไข ถ้าเกิดซัลเฟตชนิดไม่ปกติเกิดขึ้นเป็นจำนวนไม่มากนัก หรือยังไม่ได้ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งเป็นผลึกแข็ง ก็ยังสามารถแก้ไขได้ โดยการประจุไฟฟ้าเกินกว่าเมื่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าถึงจุดที่กำหนดไว้แล้วก็ยังทำการประจุไฟต่อไปอีกด้วยกระแสไฟในอัตราต่ำเป็นเวลา ๖ ชั่วโมง ปล่อยแก๊สระเหยโดยอิสระในการนี้ถ้าทำการจ่ายไฟและประจุไฟติดต่อกันหลาย ๆ ครั้งแล้วก็จะทำให้แผ่นแรที่เกิดซัลเฟตคืนเข้าสู่สภาพปกติได้ดียิ่งขึ้น ในการที่จะรู้ได้ว่าซัลเฟตบนแผ่นแรหมดหรือยังก็โดยการใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดดูความถ่วงจำเพาะของน้ำยา ถ้าความเข้มข้นอยู่ในสภาพปกติก็แสดงว่าซัลเฟตได้ถูกขจัดจนสลายตัวแล้ว ในบางครั้งถ้าเปลือกหม้อทำด้วยยางแข็งแล้วก็ยิ่งง่ายเข้าที่จะกำจัดซัลเฟตที่เกิดขึ้นโดยเอาแบตเตอรี่แช่ลงในน้ำอุ่นซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ ๖๐° แล้วทำการประจุไฟด้วยอัตราสูงจนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำยาขึ้นสูง ๔๐° แล้วจึงลดกระแสไฟลงจากกระทั่งอุณหภูมิของน้ำยาลดลงเหลือ ๓๘° ก็ทำการเพิ่มกระแสไฟขึ้นอีก

แต่ต้องระวังอย่าให้อุณหภูมิสูงมากจะเป็นเหตุทำให้วัตถุที่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีร่วงหล่นออกจากแผ่นแรและจะทำให้แผ่นกั้นไม่ชำรุด

อีกวิธีหนึ่งจัดว่าได้ผลดีกว่าวิธีประจุไฟโดยเทน้ำยาเก่าออก แล้วเอาน้ำกลั่นใส่แทนและเทน้ำกลั่นออก จึงเติมน้ำยาใส่แทน แล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ ๑ – ๒ ชั่วโมง ต่อจากนั้นนำไปประจุไฟต่อไปอีก ๑๐ ชั่วโมง เมื่อครบ ๑๐ ชั่วโมงแล้ววัดดูความเข้มข้นของน้ำยา ถ้าเข้มข้นอยู่ให้ใช้น้ำกรดซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ ๑.๔๐๐ เติมลงไปแต่ความเข้มข้นให้ได้ตามเกณฑ์แล้วทำการประจุต่ออีก ๑ ชั่วโมง และถ้าปรากฏว่าความเข้มข้นสูงไปก็ให้ดูดออกเสียบ้างแล้วเติมน้ำกลั่นลงไปแทน จนกระทั่งเห็นว่าความเข้มข้นได้ตามเกณฑ์ปกติ วิธีนี้เป็นวิธีที่ทำได้ผลดีที่สุดและเร็วกว่าวิธีอื่น ๆ การที่ประจุไฟแล้วจ่ายไฟถ้าทำติดต่อกันไปหลาย ๆ ครั้งจะเป็นโทษ ถ้าโครงตะกั่วของแผ่นแรบวกจะกร่อน

๕. วัตถุที่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีร่วงออกจากแผ่นแร แผ่นแรที่ใช้งานไปเป็นเวลางาน ๆ จะมีความจุน้อยลง เนื่องจากวัตถุที่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีของแผ่นแรร่วง เช่นแผ่นบวกจะเกิดขึ้นทางแผ่นแรบวก และถ้าปล่อยไว้เป็นเวลานาน ๆ แล้วความเข้มของแอคเตอร์จะลดน้อยลงทุกที จนในที่สุดแอคเตอร์จะอยู่ในสภาพที่ใช้การไม่ได้ แผ่นแรจะเริ่มบางลงเรื่อย ๆ และส่วนที่ร่วงจะทับถมตะกอนสูงขึ้นมา จนกระทั่งสัมผัสกันแผ่นแรเป็นเหตุทำให้เกิดการลัดวงจรขึ้น ขณะทำการประจุไฟจะปรากฏว่าน้ำยาขุ่นเป็นโคลน

สาเหตุ การร่วงหล่นของวัตถุที่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีนี้มักจะเกิดขึ้นขณะประจุไฟเพื่อไล่ซัลเฟตในอัตราการประจุสูง เมื่อตอนที่เกิดการระเหยของฟองแก๊ส ซึ่งฟองแก๊สจะช่วยเป่าวัตถุที่เกิดปฏิกิริยาที่อยู่ผิวหน้าของแผ่นแรหลุดออกได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อน้ำยามีอุณหภูมิสูงแล้วไม่ได้ลดอัตราการประจุลง หรือบางทีก็เกิดมาจากส่วนผสมของวัตถุที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาไม่ได้ตามเกณฑ์ หรือใช้เวลาการอบแผ่นแรใช้เวลาเร็วเกินไป

วิธีแก้ไข ควบคุมตรวจอัตราการประจุของกระแสไฟ อย่าใช้กระแสไฟในการประจุเกินอัตราที่กำหนดไว้ และเมื่ออุณหภูมิของน้ำยาสูงถึง ๔๐° ให้ลดกระแสไฟในการประจุให้ต่ำลง ระวังการเกิดแก๊สอย่าให้รุนแรงตลอดเวลาที่ทำการประจุ

๖. แผ่นแรแอ่นโค้ง การเปลี่ยนรูปของแผ่นแรดังกล่าวนี้ บางทีเห็นได้ด้วยตาเปล่าการแอ่นโค้งของแผ่นแรจะทำให้แผ่นกั้นชำรุดได้ง่าย เมื่อแผ่นกั้นชำรุดแล้วแผ่นแรจะสัมผัสกัน ทำให้เกิดการลัดวงจรขึ้นภายในเซลแอคเตอร์

สาเหตุ ประกอบหนูแผ่นแรแล้วใส่ลงไปในเซลแอคเตอร์ที่มีขนาดคับหรือเลือกเซลขนาดเล็กเกินไป เมื่อแผ่นแรเกิดการขยายตัวจะทำการประจุหรือคายประจุโดยใช้อัตราการประจุและคายประจุสูงเกินไป เป็นเหตุให้น้ำยามีอุณหภูมิสูงขึ้นด้วย จึงทำให้แผ่นแรเกิดการแอ่นโค้งขึ้นได้ หรือขณะที่ทำการฟอร์มเซลนั้นมีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ในแผ่นแรก็จะทำให้เกิดอาการดังกล่าว

วิธีแก้ไข เอาน้ำยาขาแยกขาดุตรวจหาเหตุที่เจือปนอยู่ เช่น พวกไนเตรทคลอไรด์ ถ้าปรากฏว่ามีสิ่งเหล่านี้เจือปนอยู่ต้องเทน้ำยาเก่าทิ้ง แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น ต่อจากนั้นจึงเติมน้ำกรดให้มีความถ่วงจำเพาะตามเดิม แล้วทำการประจุไฟ ถ้าแผ่นเพลทโค้งมากจะต้องรื้อออกมาแล้วรีดให้เรียบจนเข้ารูปเดิม โดยใช้ลูกกลิ้ง ๆ ไสบนแผ่นแรกที่แอ่นโค้งนั้น

วิธีเก็บแบตเตอรี่

แบตเตอรี่หลังจากไม่ใช้งานแล้ว วิธีเก็บมี ๒ วิธีด้วยกัน คือ

๑. วิธีเปียก

๒. วิธีแห้ง

เก็บอย่างเปียก คือ เอาแบตเตอรี่ใส่น้ำกรดไว้เต็มอัตรา ส่วนวิธีเก็บแห้งนั้นเทน้ำกรดออกมา การที่จะเก็บวิธีแห้งหรือวิธีเปียกนั้น เกี่ยวกับระยะเวลาที่เก็บ ว่าจะเก็บไว้นานหรือจะเก็บไว้เร็วประมาณเท่าใด หรือสภาพของแบตเตอรี่เป็นอย่างไร ถ้าแบตเตอรี่นั้นต้องการเก็บไว้นานกว่าหนึ่งปี ก็ต้องเก็บอย่างแห้ง ถ้าแบตเตอรี่นั้นต้องการเก็บไว้น้อยกว่าหนึ่งปี และแบตเตอรี่อยู่ในสภาพดีก็ต้องเก็บอย่างเปียก แต่ถ้าแบตเตอรี่นั้นจะต้องทำการชาร์จใหม่ ก็ต้องเก็บอย่างแห้ง ถึงแม้ว่าจะเก็บน้อยกว่าหนึ่งปีก็ตาม

เมื่อแบตเตอรี่จะเอามาเก็บต้องตรวจสภาพของแบตเตอรี่ด้วยความรอบครอบเสียก่อนว่า

ก. สิ่งที่ปรากฏทั่วไปหรือสภาพของเปลือกหุ้มสะพานไฟ ส่วนผสมของยาง ฯ ล ฯ อยู่ในฐานะอย่างไร

ข. ความเข้มข้นของน้ำกรดทุกช่อง

ค. อายุของแบตเตอรี่ ถ้าแบตเตอรี่ยังใช้ได้ไม่ถึงหนึ่งปี และอยู่ในสภาพดีดี และจะต้องเก็บไว้ไม่เกินหนึ่งปีก็เก็บอย่างเปียกได้ แต่ถ้าแบตเตอรี่ใช้มากกว่าหนึ่งหนึ่งปีแล้วจะต้องเก็บไว้อย่างแห้ง

ภายหลังจากได้ตรวจดูสภาพของแบตเตอรี่แล้ว ต้องทำความสะอาดแบตเตอรี่ตรวจดูน้ำยาของแบตเตอรี่ว่าระดับถูกต้องหรือเปล่า ถ้าเปล่า ก็เติมน้ำกลั่นให้ได้ระดับที่ถูกต้องแล้วเอาแบตเตอรี่เข้าโต๊ะที่ประจุไฟ แล้วทำการประจุไฟให้เต็ม ขณะที่ประจุไฟต้องทำการตรวจดูสภาพของแบตเตอรี่ไปด้วยว่าอุณหภูมิแรงเคลื่อนไฟฟ้า ความเข้มข้นของน้ำยา การเกิดแก๊สว่าถูกต้องดีหรือเปล่า ถ้าเมื่อประจุไฟแบตเตอรี่อยู่ในสภาพปกติ ให้เอาแบตเตอรี่ออกทำการปล่อยไฟตามอัตราการปล่อยไฟจนแรงเคลื่อนลดลง เหลือ ๑.๗ โวลท์ ใช้เวลาปล่อยไฟประมาณ ๔ ช.ม. ถ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของช่องใดช่องหนึ่ง ลดลงเร็วผิดกว่าปกติกว่าช่องอื่น จะต้องทำการตรวจแก้ไขเสียก่อน ถ้าแรงเคลื่อนทุกช่องลดลงถึง ๑.๘ โวลท์ ในเวลา ๓ ช.ม. หรือน้อยกว่าแบตเตอรี่จะต้องเก็บอย่างแห้ง ภายหลังจากการปล่อยไฟเรียบร้อยแล้วต้องทำการประจุไฟให้เต็มที่ แล้วต้องทำการเก็บตามกรรมวิธีที่ได้วางไว้

ในขณะที่ทำการประจุไฟและปล่อยไฟนั้น ถ้าทุกสิ่งทุกอย่างถูกต้องตามเกณฑ์ควรทำการเก็บอย่างเปียก ถ้าไม่ถูกต้องตามเกณฑ์ควรทำการเก็บอย่างแห้ง

การเก็บอย่างเปียก

๑. เก็บแบตเตอรี่วางไว้บนโต๊ะหรือชั้นที่สะดวกต่อการตรวจและก๊วางฝา ตลอดจนมีอากาศถ่ายเทได้ตลอด

๒. ใต้แบตเตอรี่ควรมีแผ่นไม้วางรอง

๓. ต้องเอาวาสลีนทาตามขั้ว หรือถ้ามีลวดทองแดงเชื่อมติดกับขั้ว ก็ต้องทำลวดทองแดงด้วย ถ้าลวดทองแดงไม่ได้เชื่อมติดกับขั้ว ก็สุมถอดออก

๔. แบตเตอรี่ที่เก็บอย่างเปียก ควรประจุไฟในวิธีที่ถูกต้อง ประจุไฟเป็นระยะอย่างธรรมดา

๕. วิธีประจุไฟอย่างธรรมดา ต้องประจุไฟ ๑ เดือนต่อ ๑ ครั้ง เติมน้ำกลั่นให้ได้ระดับที่ถูกต้อง แล้วทำการประจุไฟอย่างปกติ

๖. วิธีประจุไฟแบบ TRICKLE คือทำการประจุไฟอย่างเรื่อย ๆ ไป โดยใช้กระแสไฟในอัตราต่ำ ซึ่งทำให้ไม่เกิดแก๊สและเป็นการรักษาแบตเตอรี่ให้อยู่ในสภาพที่ดี ในกรณีนี้จะเห็นได้ว่าการประจุไฟโดยวิธี Trickle นี้สะดวกกว่าการประจุไฟโดยวิธีธรรมดา และสังเกตุเห็นได้ว่าแบตเตอรี่ที่เก็บขังนี้มีสภาพดีกว่าด้วย วิธีประจุไฟแบบ Trickle นี้ ครั้งแรกต้องเอาแบตเตอรี่วางไว้บนโต๊ะประจุไฟให้เรียบร้อยและถูกต้อง แล้วต่อวงจรเป็นอันดับและกระแสไฟที่เอามาประจุไฟ ประกอบด้วยหลอดไฟที่กำหนดกระแสไฟ และต่อเป็นอันดับกับแบตเตอรี่ด้วย กระแสไฟที่ใช้ในการประจุไฟนี้ ใช้จำนวนประมาณ ๐.๐๕ แอมแปร์ ถึง ๐.๑๕ แอมแปร์ แล้วแต่ขนาดของแบตเตอรี่ ตามตารางข้างล่างนี้ กำหนดควงโคมไฟ ๑๑๐ โวลท์ ตามต้องการ

ในกรณีที่ควงโคมต่อเป็นอันดับกับแบตเตอรี่ ควงโคม ๒ – ๑๕ วัตต์ ต่อขนานกันรายการในตาราง ต่อเป็นขนานกันเอง แต่ต้องเป็นอันดับกับแบตเตอรี่ควงโคม ๓ – ๒๕ วัตต์ ก็เป็นอย่างเดียวกัน

ตารางแรงเครื่องไฟฟ้า ๑๑๕ โวลท์ ต่ออันดับ

แอมแปร์ – ชั่วโมง ความจุ	แอมแปร์	จำนวนแบตเตอรี่ที่ต่ออันดับกับไฟ ๑๑๐ โวลท	จำนวนควงโคมที่ต้องการ ๑๑๕ โวลท
๕๐ หรือ น้อยกว่า	๐.๐๕	๓	๕ – ๑๕ วัตต์ ต่ออันดับ
๕๐ " "	๐.๐๕	๓๐	๒ – ๑๕ " "
๕๐ " "	๐.๐๕	๘๓	๑ – ๑๕ " "
๕๐ " "	๐.๑๐	๓	๓ – ๑๕ " "
๕๐ " "	๐.๑๐	๓๐	๑ – ๒๕ " "
๕๐ " "	๐.๑๐	๔๕	๒ – ๒๕ " ต่อขนาน
๑๐๐ " มากกว่า	๐.๑๕	๓	๒ – ๒๕ " ต่ออันดับ
๑๐๐ " "	๐.๑๕	๓๐	๑ – ๒๕ " "
๑๐๐ " "	๐.๑๓	๔๕	๓ – ๒๕ " ต่อขนาน

ทุก ๆ ๒ เดือนที่ทำการประจุไฟแบบ INDICAL ต้องทำการเติมน้ำกลั่น ให้ได้ระดับที่ถูกต้อง ก่อนที่จะเอาแบตเตอรี่ไปใช้งาน ต้องตรวจดูระดับน้ำยา และความเข้มข้นของน้ำยาเสียก่อน ถ้าจำเป็นก็ควรเอาไปประจุไฟอย่างธรรมดา เพื่อแลงความเข้มข้นของน้ำยาให้ถูกต้อง

เก็บอย่างแห้ง คือ การเก็บชนิดไม่มีน้ำยาอยู่ในแบตเตอรี่ จะต้องปฏิบัติดังนี้ –

๑. แบตเตอรี่ ต้องทำการประจุไฟให้เต็มที่ แล้วเทน้ำยาออกแยกหมู่แผ่นแรออกจากกัน ล้างแผ่นแร่ให้สะอาด รวม ทั้งทำการขัดกัดปิ้เสียก่อน

๒. เอาแผ่นแรแช่น้ำบริสุทธิ์ประมาณ ๑๐ ชั่วโมง ถ้าแผ่นแรบวกและแผ่นแรลบแยกออกจากกันไม่ได้แช่ลงไปในน้ำที่สะอาดที่ไหลผ่านคอย ๆ

๓. เอาแผ่นแรขึ้นจากน้ำแล้วทิ้งให้แห้ง แผ่นแรลบจะร้อนขึ้นเมื่อโดนกับอากาศ เมื่อมันมีอาการเช่นนี้ ต้องเอาลงไปแช่น้ำอีก เพื่อให้มันเย็น ต้องทำอยู่เช่นนี้จนมันไม่ร้อนแล้วจึงทิ้งไว้ให้แห้ง

๔. เอาแผ่นกั้นออกทิ้งไป ทำความสะอาดฝาและขั้ว ล้างเปลือกหม้อแล้วทำให้แห้ง แล้วตรวจดูเปลือกหม้อด้วยว่ารั่วหรือชำรุดหรือเปล่า

๕. เมื่อแผ่นแรแห้งดีแล้ว เอาแผ่นแรบวกและแผ่นแรลบสวมเข้าหากัน แล้วเอาแผ่นกั้นสอดระหว่างแร่ ใส่ลงไปในเปลือกหม้อแบตเตอรี่

๖. เอายางมิดสวม แต่ไม่ต้องเทส่วนผสมของยาง

๗. ผูกขั้วและสะพานไฟไว้บนฝาพร้อมด้วยลวด

๘. เช็ดแบตเตอรี่ไว้ในที่แห้ง

๙. เมื่อจะเอาแบตเตอรี่มาใช้งานอีกต้องใส่แผ่นกั้นใหม่ แล้วประกอบเข้า แต่เมื่อเติมน้ำยาควรใช้น้ำยาที่มีความเข้มข้น ประมาณ ๑.๓๑๐ แล้วแช่ทิ้งไว้ ๑๐ – ๑๒ ชั่วโมงแล้วจึงเอาไปประจุไฟ โดยใช้กระแสไฟครึ่งหนึ่งของการประจุไฟธรรมดา จนกระทั่งความเข้มข้นของน้ำยาวัดแล้วประจุไฟต่อไป อีก ๕ ชั่วโมง เวลาที่ใช้ในการประจุไฟนี้รวมทั้งสิ้นประมาณ ๑ วัน ต้องระวังอุณหภูมิของน้ำยาไว้มาก ถ้าอุณหภูมิขึ้นถึง ๔๓° ต้องหยุดการประจุไฟจนกว่าน้ำยาเย็น

๑๐. ความเข้มข้นของน้ำยา จะลดลงในตอนแรกของการประจุไฟ เนื่องด้วยแผ่นกั้นใหม่ แต่ตอนสุดท้ายของการประจุไฟ ความเข้มข้นของน้ำยาจะเป็น ๑.๒๓๐ – ๑.๓๐๐ ถ้ามันไม่เป็นไปตามนี้ ต้องทำการแลงน้ำยา โดยการเติมน้ำกลั่น เมื่อความเข้มข้นสูง หรือเติมน้ำกรด ๑.๔๐๐ เมื่อความเข้มข้นต่ำ แล้วทำการทดลองประจุไฟ

ร.ท. ชัยพร

วิชา ไฟฟ้ารถยนต์

ชื่อเรื่อง ไดนาโมหรือเยนเนอร์เรเตอร์ Generator

ความมุ่งหมาย เพื่อให้นักเรียนได้รู้ถึงส่วนประกอบและการทำงาน

หลักฐานอ้างอิง ๑. คู่มือการปรับเครื่องยนต์ วิทยาเขาพระนครเหนือ

๒. ระบบไฟฟ้ารถยนต์ วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน

เนื้อเรื่อง เยนเนอร์เรเตอร์ (Generator) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานกล (จากเครื่องยนต์) ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เยนเนอร์เรเตอร์ในรถยนต์ ได้จ่ายพลังงานไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อนำกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปใช้งานในการสตาร์ทเครื่องยนต์ (Cranking Engine) นอกจากนั้นเยนเนอร์เรเตอร์ยังจ่ายกำลังงาน (Load) ไปใช้ในระบบแสงหวาง ระบบจุดระเบิด ในวงจรวิทยุ และอื่น ๆ อีกมาก ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานอยู่

โดยปกติแล้วแยนเนอร์เรเตอร์นั้นจะติดตั้งไว้บนหรือข้าง ๆ เครื่องยนต์ โดยอาศัยสายพานของรถยนต์ (Engine Fan) เป็นตัวขับเยนเนอร์เรเตอร์ และเยนเนอร์เรเตอร์แบบใหม่ ๆ มักจะมีระบบระบายความร้อนโดยการติดตั้งพัดลมไว้ (Fan Assembled) บนส่วนปลายใกล้รอกสายพานของเยนเนอร์เรเตอร์ รอกสายพานพัดลมอันนี้จะดูดเอากระแสอากาศให้ไหลผ่านเข้าไปในเยนเนอร์เรเตอร์ และในขณะเดียวกันก็จะดึงเอาความร้อนที่เกิดขึ้นภายในเยนเนอร์เรเตอร์ออกไปด้วย ความร้อนที่เกิดขึ้นในเยนเนอร์เรเตอร์นั้น เกิดจากการที่กระแสไฟฟ้า (Current) ไหลผ่านเข้าไปในขดลวดตัวนำ (Conductor) ของอาเมเจอร์ และขดลวดสนามแม่เหล็กเหล็ก (Field) การหมุนเวียนของกระแสอากาศต้องเพิ่มขึ้นตามขนาดของเยนเนอร์เรเตอร์ และจำนวนกระแสไฟฟ้าที่เยนเนอร์เรเตอร์ผลิตออกมา เพื่อเป็นการป้องกันมิให้อุณหภูมิในเยนเนอร์เรเตอร์สูงเกินขีดจำกัด

จำนวนกระแสไฟฟ้าจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยเพียงใดนั้น จะขึ้นอยู่กับความเร็วของขดลวดที่หมุนตัดสนามแม่เหล็ก ในทางใช้การจริง ๆ จะต้องมีขดลวดหลาย ๆ ขด และเพื่อที่จะให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กมีมาก จึงต้องพันขดลวดทับบนขั้วแม่เหล็ก ซึ่งเรียกว่า ฟิลคอย (Field Coil) โดยนำกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจำนวนหนึ่งไหลผ่านฟิลคอย (Field Coil) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิลคอย จะทำให้ขั้วแม่เหล็กมีสนามแม่เหล็กเพิ่มมากขึ้น

ส่วนประกอบของไดนาโมหรือเยนเนอร์เรเตอร์ ส่วนประกอบที่สำคัญนั้นมีหลายอย่าง และมีหน้าที่ดังนี้

๑. โครงไดนาโม (Frame) มีหน้าที่ในการยึดส่วนประกอบทั้งหมดของเยนเนอร์เรเตอร์ และเป็นที่ให้สนามแม่เหล็กครบวงจรด้วย

๒. ขั้วแม่เหล็ก (Field pole) โดยทั่ว ๆ ไปจะมีอยู่ ๒ ขั้ว ในเยนเนอร์เรเตอร์บางชนิดอาจมีถึง ๔ ขั้ว ซึ่งติดอยู่กับโครงของเยนเนอร์เรเตอร์โดยใช้สกรูยึด ขั้วแม่เหล็กนี้

จะเป็นชนิดที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กเพียงเล็กน้อย (

๓. ฟิลคอยล์ (Field Coil) คือ ขดลวดที่พันทับอยู่บนขั้วแม่เหล็ก มีหน้าที่เพิ่มสนามแม่เหล็ก เมื่ออาร์เมเจอร์หมุนแล้ว

๔. อาร์เมเจอร์ (Armature) หมุนอยู่ในระหว่างขั้วแม่เหล็ก เป็นแกนเหล็กอ่อนแผ่นบาง ๆ ซ้อนกันเป็นจำนวนมาก และมีขดลวดพันทับอยู่หลายขด เมื่ออาร์เมเจอร์หมุนตัดสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดนี้ การที่ใช้เหล็กอ่อนแผ่นบาง ๆ ซ้อนกันก็เพื่อทำอาร์เมเจอร์นี้ จุดประสงค์ก็เพื่อป้องกันการเกิดกระแสไฟลวน (Eddy Current)

๕. คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ส่วนอยู่บนเพลาเดียวกับอาร์เมเจอร์ แต่ไม่ติดต่อกันในทางไฟฟ้า ประกอบด้วยซี่ทองแดงเป็นซี่ ๆ และกั้นระหว่างซี่ด้วยฉนวนคือ ไมก้า (Mica) จำนวนซี่ของคอมมิวเตเตอร์นี้จะเป็นสองเท่าของจำนวน Slot ที่อาร์เมเจอร์ ปลายของขดลวดที่พันบนอาร์เมเจอร์แล้วจะจะมาลงที่คอมมิวเตเตอร์นี้ ทำหน้าที่เรียงกระแสไฟที่เกิดในเส้นลวดให้เป็นกระแสตรง (D.C.) และเป็นวงที่จะนำกระแสไฟออกไปใช้งานข้างนอก

๖. แปรงถ่าน (Brush) ในเยนเนอร์เรเตอร์ส่วนมากจะมีแปรงถ่าน ๒ แปรง ทำด้วยกราไฟต์ (Graphite) เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี และกดอยู่บนหน้าคอมมิวเตเตอร์โดยมีสปริงดันอยู่ แปรงตัวหนึ่งจะต่อกับดิน

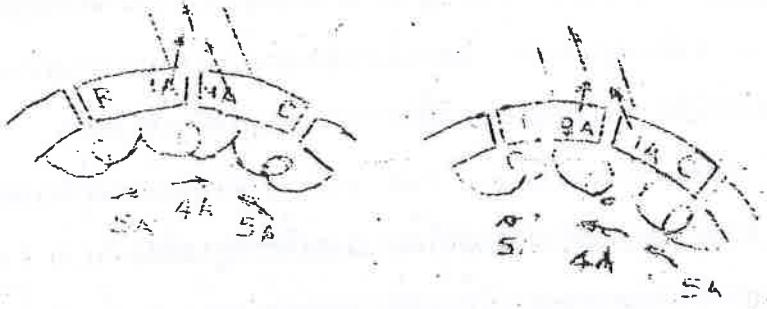
หลักการทั่ว ๆ ไปของเยนเนอร์เรเตอร์ ถ้าเอาขดลวดตัวนำ (Conductor) ผ่านเข้าไปในสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลภายในขดลวดตัวนำนั้น ตามที่กล่าวมาจนี้เราพิสูจน์ได้โดยเอาตัวนำต่อเข้ากับเครื่องมือวัด ซึ่งเรียกว่า Sensitive Ammeter หรือ Galvanometer แล้วเอาขดลวดตัวนำอันหนึ่งผ่านเข้าไประหว่างขั้วของสนามแม่เหล็กถาวร และดึงขดลวดอันนั้นให้ผ่านไปมาอยู่ระหว่างกลางของเส้นแรงแม่เหล็ก จะปรากฏว่าเข็มของเครื่องมือวัดเกิดการเคลื่อนไหว นั่นแสดงว่า มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดตัวนำนั้น กระแสไฟฟ้าจะไหลอยู่ภายในเส้นลวดตัวนำนี้ตลอดไป จนกว่าเส้นลวดตัวนำนั้นจะผ่านพ้นเส้นแรงแม่เหล็กออกไป หรือถ้าเอาขดลวดตัวนำอยู่กับที่ และให้เส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านขดลวดตัวนำ ก็จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในขดลวดตัวนำนั้นเหมือนกัน กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นและไหลผ่านในขดลวดตัวนำ เรียกว่า กระแสไฟฟ้าชักนำ (Induced Current) และต้นกำเนิดที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าชักนำขึ้นนั้น เรียกว่า ไฟฟ้าที่เกิดจากอำนาจแม่เหล็ก (Electricity is by Magnetism)

หลักการของเยนเนอเรเตอร์ (Generator principle) เยนเนอเรเตอร์โดยทั่ว ๆ ไปโดยมากมักจะพันด้วยเส้นลวดตัวนำขนาดใหญ่ และพันซ้อนกันเป็นขด ๆ อยู่รอบ ๆ แกนเหล็กอ่อน (Iron Core) และปลายเส้นลวดตัวนำทุกเส้นที่ใช้พันจะถูกต่อเข้ากับซี่คอมมูเตเตอร์ (Commutator) ชิ้นส่วนประกอบทั้งหมดที่กล่าวมานี้เรียกว่าอาร์เมเจอร์ (Armature)

ตัวอาร์เมเจอร์ (Armature) จะประกอบอยู่บ... เพลาอันเดียวกันตลอด ซึ่งจะถูกขับให้หมุนอยู่ระหว่างกลางของสนามแม่เหล็ก ดังนั้นเส้นลวดส่วนนำ... เส้นที่ใช้พัน จึงเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ ตัวมันเอง กระแสไฟฟ้าอันเกิดจากการชักนำร... เส้นลวดซึ่งมีจำนวนหลาย ๆ เส้นรวมกัน จึงสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าการใช้เส้นลวดตัวนำเพียงเส้นเดียวแล้วให้เคลื่อนที่ตัดกับสนามแม่เหล็ก

การนำขดลวดตัวนำหลาย ๆ ขดมาต่อเข้ากับคอมมิวเตเตอร์นั้น กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดทุก ๆ ขด โดยเข้าทางแปลงถ่านด้านหน้า ดังนั้นถ้าเราแบ่งกระแสไฟฟ้าออกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งของกระแสไฟฟ้าไหลเข้าผ่านขดลวดชุดแรกทางหนึ่งของแปลงถ่าน และอีกส่วนหนึ่งจะไหลออกจากขดลวดตัวนำอีกทางด้านหนึ่งของแปลงถ่าน ตามที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่า จำนวนกระแสไฟฟ้าที่ผลิตออกมาได้ทั้งหมดจะไหลออกทางด้านแปรงถ่านออก ซึ่งเยนเนอร์เรเตอร์ก็เปรียบเสมือนปั๊มตัวหนึ่ง ซึ่งมีหน้าที่ปั๊มเอาอีเล็กตรอน (Electrons) ออกมานั่นเอง จำนวนแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะมีมากหรือน้อยนั้นจึงขึ้นอยู่กับความเข้มของเส้นแรงแม่เหล็กที่ถูกเส้นลวดตัวนำตัดผ่านในหนึ่งวินาที และถ้าหากอาร์เมเจอร์มีความเร็วรอบสูงขึ้น ก็จะทำให้เส้นลวดตัวนำมีโอกาสตัดเส้นแรงแม่เหล็กได้มากขึ้นในหนึ่งวินาที จึงเป็นผลให้ได้รับกระแสไฟฟ้าอันเกิดจากการชักนำเพิ่มมากขึ้น จะเห็นได้ว่าสนามแม่เหล็กมีความเข้มข้นมากเท่าใด เยนเนอร์เรเตอร์ก็จะผลิตกระแสออกมาได้มากเท่านั้น

คอมมูเทชั่น (Commutation) ทุกครั้งที่ส่วนของซี่คอมมูเตเตอร์ทางด้านหนึ่งหมุนผ่านไปหาแปรงถ่านอีกด้านหนึ่ง กระแสไฟก็จะไหลผ่านขดลวด จากด้านแปรงถ่านอันแรก ตรงไปในทิศทางเดียวกัน จนกระทั่งไหลเข้าแปลงถ่านอันหลัง หรืออาจจะพูดได้ว่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนทิศทางการไหล โดยซี่คอมมูเตเตอร์ซึ่งต่อกับปลายขดลวดและสัมผัสกับแปรงถ่าน ในเมื่อขดลวดของอาร์เมเจอร์หมุนไป เช่น เมื่อขดลวด บี ได้เคลื่อนที่ไปถึงตำแหน่งขดลวด ซี อยู่ กระแส



ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนทิศทางการไหลในทิศทางตรงกันข้าม (เพราะเหตุว่าเส้นลวดตัวนำได้เคลื่อนที่ไป และและตัดกับเส้นแรงแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้าม) ด้วยเหตุที่กระแสไฟฟ้าเกิดการไหลกลับในทิศทางตรงกันข้ามนี้เรียกว่า คอมมูเทชั่น (Commutation) ดังนั้นคอมมูเทชั่น จะสมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อการไหลของกระแสไฟฟ้าจากส่วนซี่ของคอมมูเตเตอร์ทางด้านหนึ่ง ไปหาอีกด้านหนึ่งของแปรงถ่าน

หรืออาจกล่าวได้ว่า คอมมูเทชั่น ก็คือการเปลี่ยนแปรงกระแสไฟฟ้าสลับให้กลายเป็นกระแสไฟตรง โดยผ่านซี่คอมมูเตเตอร์นั่นเอง

ตามรูปหน้า ๓ เมื่อขดลวด บี เริ่มหมุนไปตามทิศทางการหมุนของเข็มนาฬิกา และซี่คอมมูเตเตอร์ของขดลวด บี ก็เริ่มจะสัมผัสกับแปรงถ่าน แต่ก่อนที่คอมมูเตเตอร์ของขดลวด บี จะสัมผัสกับแปรงถ่าน กระแสไฟฟ้าในขดลวด บี จะมีค่าเท่ากับไฟฟ้าในขดลวดอื่น ๆ ที่ไม่ได้สัมผัสกับแปรงถ่าน แต่เมื่อซี่ของคอมมูเตเตอร์ของขดลวด บี เริ่มสัมผัสกับแปรงถ่าน ขดลวด บี ก็จะถูกลัดวงจร กระแสไฟฟ้าในขดลวด บี ก็เริ่มเปลี่ยนค่า ในลักษณะการเช่นนี้กระแสไฟฟ้าในขดลวด บี จะค่อย ๆ ลดลงจนถึงระยะกึ่งกลางของอาการคอมมูเทชั่น จำนวนกระแสไฟฟ้าในขดลวด บี จะมีค่าเท่ากับศูนย์ สมมุติว่าค่าของกระแสไฟฟ้าในขดลวด บี เท่ากับ ๑๐ แอมแปร์ แต่เมื่อมันได้ลดลงถึงศูนย์แล้ว ต่อจากนั้นกระแสไฟฟ้าในขดลวด บี จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางเดิม จนกระทั่งถึงจุดอันที่ซี่คอมมูเตเตอร์ ซี จะเลื่อนจากแปรงถ่าน ณ จุดนี้ขดลวด บี พร้อมที่จะเปิดวงจรและเลื่อนไปสู่อีกทางด้านหนึ่งของแปรงถ่าน ซึ่งมีกระแสไฟฟ้าไหล ๑๐ แอมแปร์ ในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางเดิม แต่ถ้าซี่คอมมูเตเตอร์ของขดลวด บี และขดลวด ซี เลื่อนมาตรงบริเวณกึ่งกลางของแปรงถ่านด้านละครึ่งแล้ว จะไม่มีกระแสไหลในขดลวด บี และ ซี เลย เพราะเกิดการลัดวงจรโดยแปรงถ่านเป็นตัวต่อครอมอยู่

การแก้อาการคอมมูเทชั่น ถ้าได้วางแปรงถ่านทั้งสองไว้ถูกต้องดีแล้ว ปฏิกริยาการไหลของกระแสไฟฟ้าและการเปลี่ยนทิศทางการไหลจะเป็นไปอย่างสมบูรณ์ โดยจะไม่มีประกายไฟอันจะทำให้เกิดอาการอาร์กระหว่างแปรงถ่านกับซี่คอมมูเตเตอร์ ซึ่งจะทำความเสียหายให้กับคอมมูเตเตอร์อย่างมาก แต่ในทางปฏิบัติแล้วเราไม่สามารถที่จะวางแปรงถ่านไว้ในตำแหน่งที่ถูกต้องจริง ๆ ดังกล่าวได้ ทั้งนี้เนื่องจากเยนเนอเรเตอร์ของรถยนต์นั้นจะต้องมีการเปลี่ยนแปรงความเร็วอยู่เสมอ ดังนั้นกำลังงานที่ได้จึงมีการเปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วของเครื่องยนต์ที่ขับเยนเนอเรเตอร์ด้วย แต่อย่างไรก็ตามการวางแปรงถ่านจะต้องวางไว้ในตำแหน่งที่การคอมมูเทชั่นทำงานได้สมบูรณ์ที่สุด ในขณะที่แปรงถ่านอยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ บนคอมมูเตเตอร์ และเมื่อเครื่องยนต์ได้เปลี่ยนความเร็วแต่ละความเร็ว ซึ่งตามปกติแล้วการวางแปรงถ่านถือหลักโดยเอาผลเฉลี่ยของการคอมมูเทชั่นเป็นเกณฑ์

ดังนั้นความเร็วคงที่และกำลังงาน (Cut out) ที่ได้จะต้องอยู่ในเกณฑ์ที่น่านอนด้วย ขณะเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดตัวนำจำทำให้ครอวงจรที่คอมมูเทชั่นเซกเม้น (Commutator Segment) โดยปลายทั้งสองของขดลวดได้ต่ออยู่ที่คอมมูเตเตอร์ และที่แปรงถ่านวางอยู่บนคอมมูเทชั่นเซกเม้น (Commutator Segment ของแต่ละด้านอีกทีหนึ่ง ดังนั้นประกายไฟที่เกิดอาร์คในบริเวณนี้จึงเปลี่ยนเป็นให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเลยไปในขดลวด ตามที่กล่าวมานี้เป็นการออกแบบสร้างเยนเนอเรเตอร์ขนาดเล็ก ๆ ซึ่งไม่ต้องกังวลมากนักที่จะต้องเลื่อนตำแหน่งของแปรงถ่าน

การเกิดสนามแม่เหล็ก (Producting The Magnetic Field) ขณะที่ขดลวดตัวนำหมุนอยู่ระหว่างสนามแม่เหล็ก และทำให้มีกระแสไฟฟ้าอันเกิดจากการชักนำไหลผ่านขดลวดตัวนำ ฉะนั้น

การออกแบบสร้างเยนเนอร์เรเตอร์ จึงอาศัยสนามแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวร แต่ว่ากระแสไฟฟ้าที่ได้รับจากสนามแม่เหล็กถาวรนี้ จะไม่มีมากนักและไม่สามารถควบคุมกำลังงานที่ได้ให้บรรลุผลสำเร็จตามความปรารถนาของผู้ใช้งานได้ในขณะที่เยนเนอร์เรเตอร์มีความเร็วรอบสูง ๆ ตามธรรมดาแล้วจะต้องคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก และกำลังงาน ที่ออกจากเยนเนอร์เรเตอร์ได้ เพื่อความปลอดภัยดังนั้นเพื่อให้เป็นไปตามหลักการนี้ จึงต้องนำเอาขดลวดพันขั้วแม่เหล็กเข้าร่วมด้วย ขดลวดพันขั้วแม่เหล็กจะต่อร่วมอยู่กับแปรงถ่านของเยนเนอร์เรเตอร์ คือแปรงที่มีกระแสไฟฟ้าจากอาร์เมเจอร์ไหลออกมา ด้วยเหตุนี้ขดลวดที่พันขั้วแม่เหล็ก จึงมีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเพิ่มกำลังมากขึ้นเท่ากับอาร์เมเจอร์ จะสามารถรับมาจากเส้นลวดตัวนำได้

ขณะที่เยนเนอร์เรเตอร์หยุดหมุน จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอาร์เมเจอร์ และขดลวดสนามแม่เหล็กเลย (Field Coil) และสนามแม่เหล็กจะมีลักษณะเป็นแม่เหล็กที่ขั้ว (Pole Shocs) อยู่บางเล็กน้อย เนื่องจากขั้วแม่เหล็กนี้ทำมาจากแม่เหล็กถาวร การเป็นสนามแม่เหล็กเล็กน้อยของขั้วแม่เหล็กนี้เรียกว่า Residual Magnetism การที่ขั้วแม่เหล็กมีลักษณะเช่นนี้ก็เพราะเกิดอำนาจแม่เหล็กตกค้างอยู่ที่ขั้วแม่เหล็ก ภายหลังที่กระแสไฟฟ้าหยุดไหล ซึ่งอำนาจแม่เหล็กตกค้างอันนี้จะมีกำลังพอเพียงที่จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดได้ ในขณะที่อาร์เมเจอร์เริ่มหมุนช้า กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดพันขั้วแม่เหล็กจะช่วยเพิ่มอำนาจแม่เหล็กให้มีความเข้มข้นมากขึ้น และจำนวนของแรงแสไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้น ช่วงระยะเวลาที่ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลได้สูงสุด และเยนเนอร์เรเตอร์หมุนได้ด้วนความเร็วรอบตามกำหนดเรียกว่า Bnil - Bup Time สำหรับเยนเนอร์เรเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้ในรถยนต์ระยะเวลาของการ Bnil - Bup Time ใช้เวลาสั้นมาก คือการสร้างอำนาจแม่เหล็กให้เกิดขึ้นนั่นเอง

เยนเนอร์เรเตอร์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ส่วนใหญ่เป็นแบบ Shunt Wound Generator ซึ่งขดลวดของสนามแม่เหล็กมีความต้านทานสูง และมีการต่อแบบ Shunt หรือการต่อคร่อมแปรงนี้จึงทำให้มีกระแสไฟน้อยที่แปรงถ่าน เยนเนอร์เรเตอร์บางแบบที่ไม่ได้ใช้กับรถยนต์จะมีขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field) ที่มีความต้านทานต่ำต่อเป็นแบบอันดับ (Series) กับอาร์เมเจอร์ ดังนั้นกระแสที่เกิดจากอาร์เมเจอร์ จึงไหลผ่านขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field) ด้วย เยนเนอร์เรเตอร์แบบนี้เรียกว่า Series Wound Generator

เรารทราบแล้วว่า Out Put ของ Shunt Generator ควรมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดถ้าปราศจากระบบควบคุม (Control) เพื่อจำกัดค่าที่สูงสุดที่เกิดขึ้นนั้น ผลที่เกิดขึ้นก็เพราะว่าขณะที่ Out Put และ Voltage เพิ่มขึ้น สนามแม่เหล็กจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จะเป็นเหตุทำให้ Out Put นั้นเพิ่มขึ้นอีกและจะเป็นอย่างนี้เรื่อย ๆ ไป Out Put นั้นจะสูงขึ้นถึงค่า ๆ หนึ่ง ซึ่งเป็นการจำกัดถึงขุดอิ่มตัวของเหล็กและอีกประการหนึ่ง เหล็กยอมให้เส้นแรงแม่เหล็กผ่านได้ด้วยอาการดังกล่าว แรงแสจำนวนมากจะยังผลทำให้เกิดความร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะ

ทำให้เยนเนอร์เรเตอร์ได้รับความเสียหายและถ้านำเอาเยนเนอร์เรเตอร์มาต่อเข้ากับระบบไฟฟ้ารถยนต์ จะทำให้แบตเตอรี่เกิดการ Over Charge อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ จะชำรุดเสียหายเนื่องจากสาเหตุดังกล่าว จึงต้องใช้อุปกรณ์สำหรับจำกัด Generator Voltage และ Cut Out ที่เยนเนอร์เรเตอร์ผลิตออกมามาก ทั้งนี้ก็เพื่อป้องกันมิให้เกิดความร้อนในเยนเนอร์เรเตอร์ หรือทำอันตรายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ให้ชำรุดได้

เยนเนอร์เรเตอร์แบบ Shunt ชนิดสองแปรงมีใช้กันมากในรถยนต์ ทั้งนี้เพราะว่ามันสามารถสร้างกำลังงานได้ง่ายในขณะที่ความเร็วเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และไม่ต้องมีแปรงที่สามเพื่อปรับแรงเคลื่อนไฟฟ้า หรือกำลังงานในความเร็วสูงขึ้น เยนเนอร์เรเตอร์แบบ Shunt ทั้งหมดใช้ระบบการควบคุมกระแสไฟฟ้าเพื่อป้องกันกำลังงานไม่ให้มีค่ามากเกินไป หรือมากเกินกว่าขีดความสามารถของเยนเนอร์เรเตอร์ การควบคุมกำลังงานของเยนเนอร์เรเตอร์ภายในรถยนต์ ทำได้ด้วยการเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าในขดลวดสนามแม่เหล็ก ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปรงความเข้าของสนามแม่เหล็กและกำลังงานที่เกิดขึ้น การควบคุมด้วยแปรงที่สามของเยนเนอร์เรเตอร์แบบสามแปรงในการลดกระแสไฟฟ้าของขดลวดสนามแม่เหล็ก เพื่อป้องกันมิให้กำลังงานของเยนเนอเรเตอร์มากเกินควร และการควบคุมแบบอื่น ๆ ก็ทำให้เกิดผลอย่างเดียวกัน โดยการเพิ่มความต้านทานเข้าไปในวงจรขอลวดสนามแม่เหล็กของเยนเนอร์เรเตอร์ จะทำให้กระแสไฟฟ้าในขดลวดสนามแม่เหล็กของเยนเนอร์เรเตอร์ลดลงในที่สุด

สวิทช์ตัดต่อและแอมมิเตอร์ (Cut Out Relay And Ammeter) เยนเนอร์เรเตอร์ที่ต่อเข้ากับแบตเตอรี่นั้นจะต้องผ่านอุปกรณ์สองชนิด คือ Cut Out Relay ซึ่งมักจะเรียกกันว่า Circuit Breaker และอีกชนิดหนึ่งคือแอมมิเตอร์ Cut Out Relay จะปิดวงจรหรือเปิดวงจรระหว่างเยนเนอร์เรเตอร์กับแบตเตอรี่ในขณะที่เยนเนอร์เรเตอร์ทำงานหรือหยุดทำงาน เมื่อ Cut Out Relay เปิดวงจรเพื่อที่จะให้เยนเนอร์เรเตอร์นำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตออกมาได้ไปประจุ (Charge) ให้กับแบตเตอรี่ ในขณะที่เยนเนอร์เรเตอร์ทำงานมันจะปิดวงจร และเมื่อเยนเนอร์เรเตอร์เพื่อป้องกันมิให้กระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่จ่ายไฟให้กับเยนเนอร์เรเตอร์ ส่วนแอมมิเตอร์เป็นเป็นอุปกรณ์สำคัญในการที่จะพิจารณาในการประจุ โดยเข็มที่หน้าปัดจะเคลื่อนที่จากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง ซึ่งเป็นการแสดงให้ทราบว่าขณะนี้แบตเตอรี่กำลังได้รับการประจุ หรือกำลังคลายประจุ

๑. Cut Out Relay เป็นสวิทช์แบบหนึ่ง ที่ทำงานโดยอาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า และมีชุดหน้าสัมผัสต่ออยู่ เพื่อเปิด หรือปิด ซึ่งขึ้นอยู่กับอำนาจแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด เมื่อเยนเนอร์เรเตอร์ทำงาน จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเข้าไปที่ขดลวดทั้งสองชุดของ Cut Out Relay ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก แล้วดูดเอาอาร์เม็เจอร์เข้ามาติด ขณะที่เยนเนอร์เรเตอร์มีแรงเคลื่อนเพิ่มขึ้นอำนาจการดูดก็จะมีมากขึ้น และแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่สูงขึ้นนี้จะสูงจนกระทั่งพอเพียงที่จะมี

กระแสไฟฟ้าไปประจุแบตเตอรี่ อำนาจแม่เหล็กจะมีกำลังสูงพอที่จะชนะแรงดึงของสปริง ทำให้อาร์เมเจอร์เคลื่อนที่ออกจากขดลวด ซึ่งตัวอาร์เมเจอร์นี้จะถูกแขวนลงมา ทำให้หน้าสัมผัสสัมผัสกับหน้าคอนแทกตัวที่อยู่กับที่ สำหรับหน้าคอนแทกตัวที่อยู่กับที่นี้จะติดตั้งไว้อย่างถาวรกับแบตเตอรี่ เมื่อคอนแทกของอาร์มเจอร์แตะกับคอนแทกตัวที่อยู่กับที่ จะทำให้ครบวงจรระหว่างแบตเตอรี่กับเยนเนอร์เรเตอร์ จึงทำให้กระแสไฟฟ้าไหลไปยังแบตเตอรี่ โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดควบคุมกระแส ทำให้อำนาจแม่เหล็กเพิ่มขึ้นและทำให้คอนแทกแตะกัน ซึ่งเป็นลักษณะวงจร เมื่อเยนเนอร์เรเตอร์หยุดทำงาน กระแสไฟจะเริ่มไหลจากแบตเตอรี่ไปยังเยนเนอร์เรเตอร์ ซึ่งเราจะเห็นได้ชัดว่ากระแสไฟฟ้าไหลกลับทิศทางในขดลวดควบคุมกระแส ก็จะทำให้สนามแม่เหล็กภายในชุดนี้กลับทิศทางเช่นเดียวกัน ขดลวดควบคุมกระแสจะมีหลายร้านหนึ่งต่อลงดิน ดังนั้นสนามแม่เหล็กของขดลวดทั้งสองจะไม่เสริมกัน แต่จะหักล้างซึ่งกันและกันผลที่ได้รับก็คือ อำนาจของสนามแม่เหล็กก็หดไป และอำนาจแม่เหล็กนี้จะลดลงเหลือน้อยกว่ากว่าแรงดึงของสปริง ดังนั้นสปริงจึงดึงเอาตัวอาร์เมเจอร์ให้ออกไปจากขดลวดได้ หน้าคอนแทกก็จะแยกออกจากกันทำให้วงจรของแบตเตอรี่กับเยนเนอร์เรเตอร์เปิดวงจร

๒. แอมมิเตอร์ (ammeter) จะต่ออยู่ระหว่าง คัทเอ้าท์รีเลย์ กับ แบตเตอรี่ ซึ่งมีไว้เพื่อตรวจสอบการทำงานของเยนเนอร์เรเตอร์ ซึ่งภายในแอมมิเตอร์จะประกอบด้วยแผ่นเหล็กอาร์เมเจอร์ ซึ่งติดตั้งอยู่บนเพลาแกนเดียวกับเข็มชี้ และมีแม่เหล็กเกือกม้าถาวรเป็นที่รองรับตัวอาร์เมเจอร์ไว้ในตำแหน่งเข็มชี้ที่ศูนย์ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแอมมิเตอร์ และเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแอมมิเตอร์นั้นก็จะไหลผ่านแผ่นเหล็กหรือตัวนำ ซึ่งต่ออยู่ระหว่างขั้วทั้งสองของแอมมิเตอร์ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กอันที่สองขึ้น ซึ่งขัดขวางกับสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวร สนามแม่เหล็กทั้งสองอันนี้จะไปกระทำต่อแผ่นเหล็กอาร์เมเจอร์บนแกนเพลาของเข็มชี้ ทำให้เข็มชี้เคลื่อนที่ไปจากศูนย์ อาการที่เข็มชี้เคลื่อนที่ไปนั้น เนื่องมาจากแรงดึงดูดของสนามแม่เหล็กอันที่สองมีมากกว่า ซึ่งจะพิจารณาได้จากจำนวนกระแสที่ไหลนั่นเอง เมื่อกระแสไหลในทิศทางหนึ่งจากเยนเนอร์เรเตอร์ไปยังแบตเตอรี่ เข็มชี้จะเคลื่อนที่ไปทางด้านประจุ เมื่อแบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟอาร์เมเจอร์เข็มชี้ก็จะเคลื่อนที่ไปอีกทิศทางหนึ่ง คือทางด้านคลายประจุ

การบริการเยนเนอร์เรเตอร์ เยนเนอร์เรเตอร์ไม่ชาร์จ เป็นปัญหาที่พบอยู่เสมอ ขั้นตอนในการหาสาเหตุมีดังนี้

๑. ต้องตรวจจุดต่อทั้งหมดของเยนเนอร์เรเตอร์ และเร็กกูเรเตอร์ เพื่อให้มั่นใจว่าสะอาดและแน่นพอ (ติดเครื่องยนต์ เดินรอบให้สูงกว่าความเร็วเดินเบาเล็กน้อย ถ้าไฟยังไม่ชาร์จจึงค่อยทำในขั้นตอนที่สอง) แต่ถ้าไฟชาร์จแสดงว่าจุดต่อจาง ๆ ในวงจรดี

๒. ถ้าเยนเนอร์เรเตอร์เป็นวงจรแบบฟิลด์ลงดินภายใน ต่อสายตรงจากอาร์เมเจอร์ของเร็กกูเรเตอร์ไปยังฟิลด์ ถ้าเยนเนอร์เรเตอร์เป็นแบบวงจรฟิลด์ลงดินภายนอก (ลงดินที่ตัวเร็กกูเรเตอร์) จึงต่อสายตรงที่ขั้วฟิลด์เพื่อให้ลงดินที่ฐานเร็กกูเรเตอร์ ทั้งสองกรณีนี้ทำเพื่อตัดเร็กกูเรเตอร์

กระแสไฟฟ้าไปประจุแบตเตอรี่ อำนาจแม่เหล็กจะมีกำลังสูงพอที่จะชนะแรงดึงของสปริง ทำให้อาร์เมเจอร์เคลื่อนที่ออกจากขดลวด ซึ่งตัวอาร์เมเจอร์นี้จะถูกแขวนลงมา ทำให้หน้าสัมผัสสัมผัสกับหน้าคอนแทกตัวที่อยู่กับที่ สำหรับหน้าคอนแทกตัวที่อยู่กับที่นี้จะติดตั้งไว้อย่างถาวรกับแบตเตอรี่ เมื่อคอนแทกของอาร์เมเจอร์และกับคอนแทกตัวที่อยู่กับที่ จะทำให้ครบวงจรระหว่างแบตเตอรี่กับเยนเนอเรเตอร์ จึงทำให้กระแสไฟฟ้าไหลไปยังแบตเตอรี่ โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดควบคุมกระแส ทำให้อำนาจแม่เหล็กเพิ่มขึ้นและทำให้คอนแทกแตะกัน ซึ่งเป็นลักษณะวงจร เมื่อเยนเนอเรเตอร์หยุดทำงาน กระแสไฟจะเริ่มไหลจากแบตเตอรี่ไปยังเยนเนอเรเตอร์ ซึ่งเราจะเห็นได้ชัดว่ากระแสไฟฟ้าไหลกลับทิศทางในขดลวดควบคุมกระแส ก็จะทำให้สนามแม่เหล็กภายในชุดนี้กลับทิศทางเช่นเดียวกัน ขดลวดควบคุมกระแสจะมีหลายร้านหนึ่งต่อลงดิน ดังนั้นสนามแม่เหล็กของขดลวดทั้งสองจะไม่เสริมกัน แต่จะหักล้างซึ่งกันและกันผลลัพธ์ที่ได้รับก็คือ อำนาจของสนามแม่เหล็กก็หมดไป และอำนาจแม่เหล็กนี้จะลดลงเหลือน้อยกว่ากว่าแรงดึงของสปริง ดังนั้นสปริงจึงดึงเอาตัวอาร์เมเจอร์ให้ออกไปจากขดลวดได้ หน้าคอนแทกก็จะแยกออกจากกันทำให้วงจรของแบตเตอรี่กับเยนเนอเรเตอร์เปิดวงจร

๒. แอมมิเตอร์ (ammeter) จะต่ออยู่ระหว่าง คัทเอ้าท์รีเลย์ กับ แบตเตอรี่ ซึ่งมีไว้เพื่อตรวจสอบการทำงานของเยนเนอเรเตอร์ ซึ่งภายในแอมมิเตอร์จะประกอบด้วยแผ่นเหล็กอาร์เมเจอร์ ซึ่งติดตั้งอยู่บนเพลาแกนเดียวกับเข็มชี้ และมีแม่เหล็กเกือกม้าถาวรเป็นที่รองรับตัวอาร์เมเจอร์ไว้ในตำแหน่งเข็มชี้ที่ศูนย์ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแอมมิเตอร์ และเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแอมมิเตอร์นั้นก็จะไหลผ่านแผ่นเหล็กหรือตัวนำ ซึ่งต่ออยู่ระหว่างขั้วทั้งสองของแอมมิเตอร์ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กอันที่สองขึ้น ซึ่งขัดขวางกับสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวร สนามแม่เหล็กทั้งสองอันนี้จะไปกระทำต่อแผ่นเหล็กอาร์เมเจอร์บนแกนเพลาของเข็มชี้ ทำให้เข็มชี้เคลื่อนที่ไปจากศูนย์ อาการที่เข็มชี้เคลื่อนที่ไปนั้น เนื่องมาจากแรงดึงดูดของสนามแม่เหล็กอันที่สองมีมากกว่า ซึ่งจะพิจารณาได้จากจำนวนกระแสที่ไหลนั่นเอง เมื่อกระแสไหลในทิศทางหนึ่งจากเยนเนอเรเตอร์ไปยังแบตเตอรี่ เข็มชี้จะเคลื่อนที่ไปทางด้านประจุ เมื่อแบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟอาร์เมเจอร์เข็มชี้ก็จะเคลื่อนที่ไปอีกทิศทางหนึ่ง คือทางด้านคลายประจุ

การบริการเยนเนอเรเตอร์ เยนเนอเรเตอร์ไม่ชาร์จ เป็นปัญหาที่พบอยู่เสมอ ขั้นตอนในการหาสาเหตุมีดังนี้

๑. ต้องตรวจจุดต่อทั้งหมดของเยนเนอเรเตอร์ และเร็กกูเรเตอร์ เพื่อให้มั่นใจว่าสะอาดและแน่นพอ (ติดเครื่องยนต์ เดินรอบให้สูงกว่าความเร็วเดินเบาเล็กน้อย ถ้าไม่ชาร์จจึงค่อยทำในขั้นตอนที่สอง) แต่ถ้าไฟชาร์จแสดงว่าจุดต่อจาง ๆ ในวงจรดี

๒. ถ้าเยนเนอเรเตอร์เป็นวงจรแบบฟิลด์ลงดินภายใน ต่อสายตรงจากอาร์เมเจอร์ของเร็กกูเรเตอร์ไปยังฟิลด์ ถ้าเยนเนอเรเตอร์เป็นแบบวงจรฟิลด์ลงดินภายนอก (ลงดินที่ตัวเร็กกูเรเตอร์) จึงต่อสายตรงที่ขั้วฟิลด์เพื่อให้ลงดินที่ฐานเร็กกูเรเตอร์ ทั้งสองกรณีนี้ทำเพื่อตัดเร็กกูเรเตอร์

วิชา ไฟฟ้ารถยนต์

ชื่อเรื่อง ระบบชาร์จไฟ

ความมุ่งหมาย เพื่อให้นักเรียนได้รู้ถึงวิธีการและส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบชาร์จไฟ

หลักฐานอ้างอิง หนังสือระบบไฟฟ้ารถยนต์ วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน

เนื้อเรื่อง ระบบชาร์จไฟ (CHARGING SYSTEM) อุปกรณ์ที่ใช้กระแสไฟทั้งหมดในรถย
ในรถยนต์นั้น ใช้กระแสจากแบตเตอรี่ทั้งนั้น เมื่อแบตเตอรี่จำเป็นต้องจ่ายกระแสไฟไปมาก ๆ เช่นนี้
ย่อมจะหมดเร็ว เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบหนึ่งสำหรับสร้างกระแสไฟฟ้าขึ้นมา และส่งเข้า
ไปประจุในหม้อแบตเตอรี่เพื่อให้แบตเตอรี่มีไฟเต็มอยู่เสมอ ระบบที่ทำหน้าที่อันนี้ก็คือ ระบบชาร์จไฟ
ขณะที่เครื่องยนต์หมุนด้วยความเร็วสูงนั้น ระบบนี้จะทำหน้าที่จ่ายไฟให้แก่อุปกรณ์ที่ต้องการกระแสไฟ
ทั้งหมดแทนแบตเตอรี่ ในกรณีเช่นนี้จะไม่ต้องการกระแสไฟจากแบตเตอรี่อีก จนกว่าเครื่องยนต์จะหมุน
ช้าลง ส่วนประกอบของระบบชาร์จไฟมีดังนี้

๑. แบตเตอรี่ (BATTERY)
๒. แอมมิเตอร์ (AMMETER)
๓. ไดนาโมหรือเยนเนอร์เรเตอร์ (DYNAMO OR GENERATOR)
๔. คัทเอ้าท์เรกกูเรเตอร์ (CUT OUT REGULATOR)

๑. แบตเตอรี่ (BATTERY) คือเครื่องมือที่เปลี่ยนแปลงพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ทำหน้าที่เป็นตัวยืนได้ทุกวงจรมีกระแสไฟใช้อยู่เสมอ ประโยชน์ของแบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์มีหลายอย่าง เช่น ใช้สตาร์ทเครื่องยนต์ จ่ายไฟให้กับระบบแสงสว่าง วิทยุ แตร เครื่องปาดน้ำฝน รวมทั้งระบบจุดระเบิด และเครื่องมือทุกชนิดที่ใช้กระแสไฟฟ้าในรถยนต์

๒. แอมมิเตอร์ (AMMETER) เป็นเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้เกือบทั้งหมดในรถยนต์ ทุกระบบที่ใช้กระแสไฟฟ้าจะต่อกับแอมมิเตอร์นี้ นอกจากสตาร์ทเตอร์และแตรเท่านั้น ขณะที่เครื่องยนต์ดับนั้น ถ้าเข็มแอมป์แปรชี้ไปทางลบ แสดงว่าเอากระแสไฟจากแบตเตอรี่ไปใช้ ถ้าเข็มชี้ไปทางบวก แสดงว่าไดนาโมหรือเยนเนอร์เรเตอร์ชาร์จไฟเข้าไปยังแบตเตอรี่

๓. ไดนาโมหรือเยนเนอร์เรเตอร์ (DYNAMO OR GENERATOR) ไดนาโมหรือเยนเนอร์เรเตอร์ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานกล (จากเครื่องยนต์) เป็นพลังงานไฟฟ้า เยนเนอร์เรเตอร์ในรถยนต์ ได้จ่ายพลังงานไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อนำเอากระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปใช้งานในระบบต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ ตามปกติแล้วเยนเนอร์เรเตอร์จะติดตั้งไว้ข้าง ๆ เครื่องยนต์ โดยอาศัยสายพานพัดลมของเครื่องยนต์เป็นตัวขับเพื่อให้เกิดการผลิตกระแสไฟฟ้า

๔. คัทเอ้าท์เรกกูเรเตอร์ (CUTOUT REGULATOR) คัทเอ้าท์เรกกูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า มีการทำงานเช่นเดียวกับ คัทเอ้าท์เลย์ และมีไว้เพื่อควบคุมกำลังงานของเยนเนอเรเตอร์

โดยมีลักษณะเป็นสวิทช์แม่เหล็ก ซึ่งจะทำการเปิด หรือปิด ได้ด้วยแม่เหล็ก เร็กกูเรเตอร์มี ๒ แบบ คือเร็กกูเรเตอร์ควบคุมแรงเคลื่อน และเร็กกูเรเตอร์ควบคุมกระแสไฟฟ้า โดยโวลท์เทดเร็กกูเรเตอร์จะทำการควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้าภายในระบบไม่ให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงเกินไป ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดเสียหาย และป้องกันมิให้แบตเตอรี่ได้รับประจุเกินอัตรา ส่วนเซอเร้นเร็กกูเรเตอร์ จะเป็นตัวควบคุมหรือป้องกันกำลังงาน หรือกระแสไฟฟ้าที่ผลิตออกมา

ลักษณะของการชาร์จไฟ ต้องเป็นไปตามลักษณะต่อไปนี้ เยนเนอเรเตอร์ที่ต่อเข้ากับแบตเตอรี่นั้นจะต้องผ่านอุปกรณ์อยู่ ๒ ชนิดคือ คัทเอ้าท์รีเลย์ ซึ่งมักจะเรียกกันว่า เรอกิทเบเกอร์ และอีกชนิดหนึ่งคือ แอมมิเตอร์ คัทเอ้าท์รีเลย์จะปิดหรือเปิดวงจรระหว่าง เยนเนอเรเตอร์ กับแบตเตอรี่ในขณะที่เยนเนอเรเตอร์หยุดทำงานหรือขณะทำงาน เมื่อคัทเอ้าท์รีเลย์ปิดวงจรก็เพื่อที่จะให้เยนเนอเรเตอร์นำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตออกมาได้ไปประจุให้กับแบตเตอรี่ ในขณะที่เยนเนอเรเตอร์ทำงานและมันจะเปิดวงจร เมื่อเยนเนอเรเตอร์หยุดทำงานเพื่อป้องกันมิให้กระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่จ่ายไฟให้กับเยนเนอเรเตอร์ ส่วนแอมมิเตอร์เป็นอุปกรณ์สำคัญในการที่จะพิจารณาดูการประจุ โดยเข็มที่หน้าปัทม์จะเคลื่อนที่จากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง ซึ่งเป็นการแสดงให้ทราบว่า ขณะนี้แบตเตอรี่กำลังได้รับการประจุ หรือกำลังคลายประจุ

คัทเอ้าท์รีเลย์ เป็นสวิทช์แบบหนึ่ง ทำงานโดยอาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า และมีชุดหน้าสัมผัสติดตั้งอยู่ เพื่อปิด หรือเปิด ซึ่งขึ้นอยู่กับอำนาจแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด ซึ่งคัทเอ้าท์รีเลย์นี้จะบรรจุอยู่มรกล่องแบน ๆ ซึ่งภายในชุดนี้จะประกอบไปด้วย ชุดหน้าสัมผัส และอาร์เมเจอร์ ซึ่งติดตั้งอยู่จะแยกห่างจากกันกับขดลวดรีเลย์ด้วยสปริงอันหนึ่ง ในขณะเมื่อเยนเนอเรเตอร์ยังไม่ทำงาน ตัวคัทเอ้าท์รีเลย์นี้ประกอบด้วยขดลวด ๒ ชด คือขดลวดควบคุมกระแสไฟฟ้าซึ่งพันด้วยเส้นลาวขนาดใหญ่แต่พันไว้จำนวนน้อยรอบ และขดลวดควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้าซึ่งพันด้วยเส้นลวดขนาดเล็กและพันไว้จำนวนมากรอบ

เมื่อเยนเนอเรเตอร์เริ่มทำงาน จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเข้าไปที่ขดลวดทั้งสองชุดของคัทเอ้าท์รีเลย์ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก แล้วดูดเอาอาร์เมเจอร์เข้าไปติด ขณะที่เยนเนอเรเตอร์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้ามากขึ้น อำนาจการดูดก็จะมีมากขึ้นด้วย และแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่สูงขึ้นนี้จะสูงจนกระทั่งพอเพียงที่จะมีกระแสไฟฟ้าไปประจุแบตเตอรี่ อำนาจแม่เหล็กจะมีกำลังสูงพอที่จะชนะกำลังแรงดึงของสปริง ทำให้อาร์เมเจอร์เคลื่อนที่ออกจากขดลวด ซึ่งตัวอาร์เมเจอร์จะถูกดึงลงมา ทำให้หน้าสัมผัส สัมผัสกับหน้าคอนแทกตัวที่อยู่กับที่ สำหรับหน้าคอนแทกตัวที่อยู่กับที่นี้จะติดตั้งไว้ถาวรกับแบตเตอรี่ เมื่อคอนแทกของอาร์เมเจอร์แตะกับคอนแทกตัวที่อยู่กับที่ จะทำให้กระบวงจรระหว่าง เยนเนอเรเตอร์กับแบตเตอรี่จึงทำให้กระแสไฟฟ้าไหลไปยังแบตเตอรี่ โดยกระแสไฟจะไหลผ่านขดลวดควบคุมกระแส ทำให้อำนาจแม่เหล็กเพิ่มขึ้นและทำให้คอนแทกแตะกัน ซึ่งเป็นลักษณะวงจร การพิจารณาการพันขดลวดนี้ให้นำเอากฎ

มือช้ายมาประกอบการพิจารณา

เมื่อเยนเนอเรเตอร์หยุดทำงาน กระแสจะเริ่มไหลจากแบตเตอรี่ไปยังเยนเนอเรเตอร์ ซึ่งเราจะเห็นได้ว่ากระแสไฟฟ้าไหลกลับทิศทางในขดลวดควบคุมกระแส ก็จะทำให้สนามแม่เหล็กภายในชุดนี้กลับทิศทางเช่นเดียวกัน ขดลวดควบคุมกระแสจะมีปลายด้านหนึ่งต่อลงดิน ดังนั้นสนามแม่เหล็กของขดลวดทั้งสองจะไม่เสริมกัน แต่จะหักล้างซึ่งกันและกันผลลัพธ์ก็คือ อำนาจของสนามแม่เหล็กก็หมดไป และอำนาจแม่เหล็กนี้จะลดลงเหลือน้อยกว่าแรงดึงของสปริง ดังนั้นสปริงจึงสามารถดึงตัวเองดึงเอาอาร์เมเจอร์ให้ออกไปจากขดลวดได้ หน้าคอนแทกก็จะแยกออกจากกันทำให้วงจรของแบตเตอรี่กับเยนเนอเรเตอร์ปิดวงจร

เราจะเห็นได้ว่า คัทเอ้าท์รีเลย์ เป็นสวิทช์แม่เหล็กอย่างหนึ่ง โดยใช้หลักการเดียวกันกับการเกิดสนามแม่เหล็กแบบอื่น ๆ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับเยนเนอเรเตอร์ และแบตเตอรี่ได้

แอมมิเตอร์หรือชาร์ชอินดิเคเตอร์ จะติดอยู่ระหว่าง คัทเอ้าท์รีเลย์กับแบตเตอรี่ มีไว้เพื่อตรวจตรวจสอบการทำงานของเยนเนอเรเตอร์ ซึ่งภายในแอมมิเตอร์ จะประกอบไปด้วย แผ่นเหล็กอาร์เมเจอร์ ซึ่งติดตั้งอยู่บนแกนเพลาอันเดียวกันกับเข็มชี้ และมีแม่เหล็กเกือกม้าถาวรเป็นตัวรองรับตัวอาร์เมเจอร์ไว้ในตำแหน่งให้เข็มชี้ที่ศูนย์ เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแอมมิเตอร์ และเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแอมมิเตอร์ มันก็จะไหลผ่านแผ่นเหล็กหรือตัวนำ ซึ่งต่ออยู่ระหว่างขั้วทั้งสองของแอมมิเตอร์ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กอันที่สองขึ้น ซึ่งขัดขวางกับสนามแม่เหล็กถาวร สนามแม่เหล็กอันที่สองนี้จะไปกระทำต่อแผ่นเหล็กอาร์เมเจอร์บนแกนเพลาเข็มชี้ ทำให้เข็มชี้เคลื่อนที่ไปจากศูนย์ อาการที่เข็มชี้เคลื่อนที่ไปนั้น เนื่องมากจากแรงดึงดูดของสนามแม่เหล็กอันที่สองมีมากกว่า ซึ่งจะพิจารณาได้จากจำนวนกระแสที่ไหลนั่นเอง เมื่อกระแสไฟไหลจากทิศทางหนึ่งจากเยนเนอเรเตอร์ไปยังแบตเตอรี่ เข็มชี้ก็จะเคลื่อนที่ไปทางด้านประจุ เมื่อแบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านแอมมิเตอร์ เช่น จ่ายให้กับระบบแสงสว่างเข็มชี้ก็จะเคลื่อนที่ไปอีกทางหนึ่ง คือทางด้านคลายประจุ ถ้าพิจารณาดูการคลายประจุ ก็เปรียบเสมือนการเอาเข็มทิศแม่เหล็กวางไว้ใต้ตัวนำ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลจากทางหนึ่งไปยังอีกทางหนึ่ง เข็มทิศจะหมุนไปทางหนึ่ง แต่ถ้าให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านกลับทิศทางเดิม เข็มทิศก็จะหันไปอีกทางหนึ่ง

ส.ว. ๑ รพคุ

วิชา ไฟฟ้ารถยนต์

ชื่อเรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C. GENERATOR OR ALTERATOR)

ความมุ่งหมาย เพื่อให้นักเรียนได้รู้ถึงชิ้นส่วน และการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

หลักฐานอ้างอิง ๑. หนังสือ วิชาไฟฟ้ารถยนต์ กองวิชาการ ยศ.ทร.

๒. ระบบไฟฟ้ารถยนต์ วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน

๓. ระบบไฟฟ้ารถยนต์ เรียบเรียงโดย สุจิตต์ สนองคุณ

เนื้อเรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับนั้นจะต้องคำนึงถึงส่วนประกอบที่สำคัญ ๔ อย่าง คือ เรือนเครื่องไฟฟ้า (STATOR) อาร์เมเจอร์ (ARMATURE) วงแหวน (SLIP RINGS) และแปรง (BRUSHES)

เรือนไฟฟ้า คือขาแม่เหล็กถาวร ๒ ขา ขาหนึ่งคือขั้วเหนือ อีกขาหนึ่งคือขั้วใต้ วางไว้ในทางตรงกันข้าม ขั้วทั้งสองจะเกิดสนามแม่เหล็ก ซึ่งเส้นแรงแม่เหล็กจะออกจากขั้วเหนือไปสู่ขั้วใต้

อาร์เมเจอร์ อาร์เมเจอร์ คือเส้นลวดตัวนำ เอามาโค้งให้เป็นโครงสี่เหลี่ยม ปล่อยปลายของโครงลวดยื่นออกมาไปในทางเดียวกันทั้งสองปลาย ฉีกหนึ่งของโครงลวดตัวนำให้เครื่องหมายสีขาว อีกครึ่งหนึ่งสีดำ นำอาร์เมเจอร์มาวางระหว่างขาแม่เหล็กทั้งสอง ฉะนั้นหากอาร์เมเจอร์ตัวนี้หมุนได้มันก็จะตัดกับเส้นแรงแม่เหล็ก

วงแหวน วงแหวนรับไฟฟ้ามี ๒ วง คือ วงแหวนดำ และวงแหวนขาว บัดกรีปลายลวดตัวนำขาวติดกับวงแหวนขาว บัดกรีปลายลวดตัวนำอีกดำติดกับวงแหวนดำ รวบวงแหวนทั้งสองมาติดกับเพลาท่อนหนึ่ง ถ้าเพลานี้หมุนได้ วงขดลวดตัวนำก็จะหมุนไปด้วย (เพลาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบันหมุนได้โดยต่อติดกับเพลาเครื่องยนต์)

แปรง ทำด้วยแท่งถ่านตัดเป็นท่อนสี่เหลี่ยม นำขาสวมลงในฮอลแปรงถ่าน ปลายของแปรงถ่านด้านหนึ่งกดติดกับวงแหวนรับไฟฟ้า โดยมีแหนบสปริงกดบังคับที่ปลายอีกข้างหนึ่ง ทั้งนี้ก็เพื่อให้แปรงถ่านแนบกับวงแหวนตลอดเวลา

AC. Generator

อัลเทอเนเตอร์ เป็นเยนเนอเรเตอร์แบบพิเศษที่ทำให้เกิดไฟสลับแทนที่จะเกิดไฟตรงดังเช่นเยนเนอเรเตอร์ คือเยนเนอเรเตอร์นั้นกระแสไหลไปในทิศทางเดียว ส่วนกระแสไฟสลับนั้นกระแสไฟจะสลับกันไปมา คือการเปลี่ยนทิศทางการไหลของกระแสในขดลวดอาร์เมเจอร์ ขณะที่อาร์เมเจอร์หมุน แต่เยนเนอเรเตอร์ใช้คอมมิวเตเตอร์ในการเปลี่ยนไฟสลับให้เป็นไฟตรง

ระบบไฟฟ้าในรถยนต์นั้นไม่มีการใช้ไฟสลับเลย ที่ต้องใช้ไฟตรงก็เพื่อใช้ในการประจุเข้าไปในแบตเตอรี่ ใช้ในระบบจุดระเบิด และอื่น ๆ อีกมากซึ่งใช้ระบบไฟตรงทั้งสิ้น เยนเนอเรเตอร์กระแสไฟตรงมีอุปสรรค หรือขีดจำกัดหลายอย่าง ดังนั้นจึงต้องหันมาใช้อัลเทอเนเตอร์แทน เพราะอัลเทอเนเตอร์นั้น เมื่อเครื่องยนต์มีความเร็วรอบต่ำ ๆ ก็สามารถผลิตกำลังงานออกมาได้สูง ซึ่งสามารถจ่ายกระแสไฟได้สูงถึง ๑๘๐ แอมแปร์ ในขณะที่เครื่องยนต์มีความเร็วต่ำ ซึ่งกระแสไฟที่เกิดจากอัลเทอเนเตอร์นี้เป็นกระแสไฟสลับ แล้วนำมาแปลงให้กลายเป็นกระแสไฟตรงโดยผ่านเครื่องแปรงกระแสไฟฟ้า

เรียกว่า RECTIFIER ส่วนระบบต่าง ๆ ที่ใช้ก็ยังมีเครื่องกำบุคุม เช่นเดียวกับระบบไฟตรง

ส่วนประกอบและการทำงานของอัลเทอร์เนเตอร์ เมื่อพิจารณาดูรูปของอัลเทอร์เนเตอร์แล้ว ก็ดูคล้าย ๆ กับระบบเนอร์เรเตอร์ แต่ว่าภายในนั้นมีสิ่งที่แตกต่างกันไปมาก ภายในอัลเทอร์เนเตอร์ จะมีขดลวดที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า มันไม่ได้หมุนแต่มันจะติดอยู่กับที่ STATOR หรือตัวที่อยู่กับที่ คือโครง แต่ขดลวดสนามแม่เหล็กที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กจะเป็นตัวหมุนไป โดยมันจะติดตั้งอยู่บน ROTOR ฉะนั้นขดลวดทั้งสองของอัลเทอร์เนเตอร์ คือขดลวดที่ทำให้เกิดกระแส และขดลวดที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กจึงอยู่ในตำแหน่งที่กลับกัน

ส่วนปลายของขดลวดพันขั้วแม่เหล็ก (FIELD WINDING) ซึ่งติดตั้งอยู่ในโรเตอร์ จะติดอยู่กับ SLIP RING และแปรงจะวางอยู่บน SLIP RING เมื่ออัลเทอร์เนเตอร์ทำงานแปรงถ่านจะต่อเข้ากับแบตเตอรี่ ฉะนั้นกระแสไฟจากแบตเตอรี่จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นในตัวของโรเตอร์ เมื่อโรเตอร์หมุนสนามแม่เหล็กก็จะหมุนตามไปด้วย สนามแม่เหล็กที่หมุนตามไปนั้นจะตัดกับเส้นลวดตัวนำนั้นซึ่งมีขนาดใหญ่ที่พันไว้ในตัวสเตเตอร์ ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวดตัวนำนั้น เมื่อขั้วเหนือและขั้วใต้เคลื่อนที่ผ่านตัวนำ และกระแสไฟในตัวนำจะเปลี่ยนแปลงไป เมื่อโรเตอร์ยิ่งหมุนเร็วขึ้น กระแสไฟฟ้าก็เปลี่ยนแปรงเร็วขึ้น และทำให้เกิดกระแสมากขึ้น

ในรถยนต์สมัยใหม่นิยมใช้อัลเทอร์เนเตอร์แทนเจนเนอร์เรเตอร์ เนื่องจากว่ารถยนต์ในปัจจุบันใช้ไฟมากขึ้น เนื่องจากมีอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้ามากขึ้น เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับสามารถให้กระแสได้ทุกขณะทั้งความเร็วต่ำและความเร็วสูง

๑. ส่วนที่เคลื่อนไหวเรียกว่า โรเตอร์ ประกอบด้วยชิ้นส่วนขาแม่เหล็กคู่หนึ่งหรือมากกว่าประกบกับขดลวดตัวนำที่เรียกว่า ELECTROMAGNETIC WINDING ประกอบอยู่บน SHAFT ซึ่งปลาย SHAFT ข้างหนึ่งมีวงแหวนคู่หนึ่งสำหรับวางแปรงถ่านประกอบอยู่ เรียกว่า SLIP RING

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าเส้นลวดตัวนำ (ELECTROMAGNETIC WINDING) จะทำให้เกิดกระแสแม่เหล็กไฟฟ้า กำลังของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้ จะทำให้ขาแม่เหล็กทั้งคู่กลายเป็นขาแม่เหล็กขั้วเหนือและขั้วใต้ กระแสที่จ่ายให้กับขดลวดตัวนำ (ELECTROMAGNETIC WINDING) นั้นจ่ายออกจากแบตเตอรี่ผ่านแปรงสู่วงแหวนเข้าสู่ขดลวดตัวนำซึ่งต่อกับวงแหวนอีกทีหนึ่ง เนื่องจากวงแหวนประกอบติดอยู่กับ SHAFT จึงหมุนไปโดยมีแปรงวางอยู่ข้างบน

๒. ส่วนที่อยู่กับที่เรียกว่าสเตเตอร์ ซึ่งมีเส้นลวดตัวนำพันอยู่ในร่องฟันต่อกันไปเป็นขดลวดจำนวนมาก และเมื่อกระแสถูกชักนำขึ้นในขดลวดทั้งหมด จะได้กระแสไฟสลับออกมาแล้วเข้า RECTIFIER เปลี่ยนจากกระแสสลับออกมาเป็นกระแสตรง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับจะผลิตกระแสไฟสลับออกมา แต่ว่าในแบตเตอรี่ IGNITION SYSTEM และอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดอื่น ๆ ไม่สามารถใช้กระแสไฟสลับได้ ดังนั้นพลังไฟฟ้าที่ผลิตออกมาจึงต้องแปรงให้เป็นกระแสไฟตรงเสียก่อน

อัลเทอร์เนเตอร์ที่ใช้กับรถยนต์ มักจะต้องประกอบอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนกระแสไฟสลับให้เป็นกระแสไฟตรงไว้กับตัวอัลเทอร์เนเตอร์เอง เรียกว่าไดโอด ซึ่งตัวไดโอดนี้เป็นอุปกรณ์อีเล็กโทรนิกชนิดหนึ่ง ที่มีคุณสมบัติยอมให้กระแสไหลได้ทางเดียว ไดโอดจึงถูกนำเข้ามาใช้เปลี่ยนกระแสไฟสลับให้เป็นกระแสไฟตรง

กระแสไฟฟ้าที่อัลเทอร์เนเตอร์ผลิตออกมานั้นจะต้องเดินเรียบ ดังนั้นจึงต้องใช้สเตเตอร์ที่พันด้วยขดลวด ๓ ขด เรียกว่าแบบ ๓ (PHASE) อัลเทอร์เนเตอร์แบบ ๓ Phase นี้ กระแสไฟจะออกตลอดเวลา ไม่มีการขาดเป็นห้วง ๆ ทุก ๆ Phase เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะถูก Rectified เป็นกระแสไฟตรงตลอดเวลา โดยแต่ละชุด (PHASE จะมีไดโอด ๒ ตัว ดังนั้น ๓ ชุด จึงมีไดโอด ๖ ตัว

DIODE HEAT SINKS ตามปกติไดโอดตัวนี้จะยึดด้านวงแหวนปลายข้างหนึ่งของอัลเทอร์เนเตอร์ ทำด้วยโลหะให้มีพื้นที่ผิวใหญ่ เพื่อช่วยดูดความร้อนจากตัวไดโอด เพราะเมื่อไดโอดทำงาน จะเกิดความร้อนที่ตัวของมัน จึงต้องมีการระบายความร้อนออกจากตัวไดโอด โดยใช้ตัวไดโอดเป็นตัวดูดความร้อนจาก Heat Sink แล้วกระจายออกสู่ภายนอกทำให้ไดโอดไม่ร้อนเกินไป

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (RECTIFIER) ประกอบไปด้วยโลหะแผ่นบาง ๆ ที่มีคุณสมบัติทางเคมีแตกต่างกัน นำมาต่อกันเป็นแบบอันดับ จากการทางเคมีจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ในทิศทางเดียว และมันจะขัดขวางการไหลของกระแสไฟฟ้าในอีกด้านหนึ่ง เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าในระบบนี้จะทำงานเช่นเดียวกันกับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าในเครื่องประจุ (แบตเตอรี่โดยกระแสไฟฟ้าสลับจะไหลเข้าไปในเครื่องแปลงไฟ (RECTIFIER) แล้วแปลงให้เป็นกระแสไฟตรงออกมา

เครื่องควบคุมไฟฟ้า (REGULATOR) การทำงานของเครื่องควบคุมไฟฟ้าคงเป็นเช่นเดียวกับเครื่องควบคุมไฟฟ้ากระแสตรงนั่นเอง

จากที่เราได้ศึกษามาแล้วอาจกล่าวถึงคุณลักษณะของอัลเทอร์เนเตอร์ได้ว่า

๑. เนื่องจากอัลเทอร์เนเตอร์ แปลงกระแสไฟโดยใช้ไดโอดในตัวของมันเอง จึงไม่ต้องใช้คอมมิวเตเตอร์ และแปรงถ่าน แต่มี SLIP RING แทนแปรงถ่านเพื่อนำกระแสเพียงไปเลี้ยงแม่เหล็ก จึงสามารถใช้งานความเร็วสูงได้ อายุของแปรงยืนนาน เสียงรบกวนวิทยุมีน้อยมาก และมีเสียงเงียบดี

๒. อัลเทอร์เนเตอร์ ได้ออกแบบไว้ให้สามารถประจุไฟฟ้าได้แม้แต่เครื่องเดินเบา (IDLE SPEED) ดังนั้นการที่แบตเตอรี่จ่ายไฟออกไปมาก เนื่องจากการวิ่งในเมืองใหญ่ ๆ เพราะรถวิ่งด้วยความเร็วต่ำจะลดลงมากทำให้แบตเตอรี่อายุยืน

๓. เนื่องจากใช้ RECTIFIER จึงทำให้กระแสไฟจากแบตเตอรี่ไม่ไหลเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ถึงแม้ว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ำก็ตาม เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

จึงไม่ต้องมี Cutout Relay

๔. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงในขนาด Out put เท่ากัน จะมีน้ำหนักเพียง ๖ ใน ๓ เท่านั้น น้ำหนักรถจึงลดลง

รูปลักษณะภายนอกของไดโอด ซึ่งบางแบบตัวเรือน (Case) ของไดโอดจะเป็นบวกและสายจะเป็นลบ บางแบบจะกลับกัน น้อยเหตุนี้จึงอาจจำแนก Silicon Diode ออกเป็น ๒ ชนิดด้วยกันคือ

Plus Didde แบบนี้จะยอมให้กระแสจากสายไหลเข้าสู่ Case แต่จะไม่ยอมให้กระแสจาก Case เดินไปสาย Stem

Minus Diode จะยอมให้กระแสจาก Case (ดิน) เดินไปสาย แต่จะไม่ยอมให้กระแสจากสายเดินไป Case

หลักการสังเกตุว่า ไดโอดแบบใดเป็นแบบ Plus Diode และแบบใดเป็นแบบ Minus Diode คือ

๑. สี โดยการสังเกตุสีที่ทาอยู่ที่ฐานที่ขั้วของไดโอด ทาสีแดงหรือสีดำ ถ้าทาสีแดงเป็นบวก ทาสีดำเป็นลบ

๒. เครื่องหมายบวกหรือลบ โดยการสังเกตุที่ฐานหรือขั้วของไดโอด ว่ามีเครื่องหมายใด หากมีเครื่องหมายบวกก็แสดงว่า ฐานเป็นบวก หากมีเครื่องหมายลบก็แสดงว่าฐานนั้นเป็นลบ

๓. เกลียว ไดโอดที่ใช้ขันเข้าโดยที่ตัวจะเป็นเกลียว ก็จะสังเกตุได้ที่เกลียว เกลียวซ้ายแสดงว่าไดโอดเป็นบวก เกลียวขวาแสดงว่าไดโอดเป็นลบ

๕. คู่มือ โดยเราสังเกตุจากคู่มือที่โรงงานผลิตจะมีเครื่องหมายกำกับมาว่าหมายเลขนี้จะมีขั้วเป็นบวกหรือลบอย่างชัดเจน

๖. เครื่องวัด โดยใช้โอห์มมิเตอร์วัดว่าทางใดเป็นทางบวก โดยอาศัยการไหลของกระแสไฟฟ้าจากมิเตอร์นั้น จะมีกระแสไหลออกมา จากลบไปหาบวก

ข้อควรระวัง

๑. เครื่องกำเนิด RELAY , แบตเตอรี่, และอุปกรณ์อื่น ๆ ข้อต่อต่าง ๆ ควรจะแน่น ขั้วแบตเตอรี่จะต้องลงดินถูกต้อง มิฉะนั้นกระแสจากแบตเตอรี่จะไหลย้อนเข้าเครื่องกำเนิดอย่างมาก และไดโอดจะชำรุด

๒. ขั้วกราว (GROUND ของ RELAY จะต้องแน่นดี ถ้า RELAY ลงกราวด์ไม่ดี อัตราการประจุไฟฟ้าจะเปลี่ยนไป

๓. เมื่อถอดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าออกก่อน ห้ามใช้ MEGGER เป็นตัวตรวจสอบการลงดิน เพราะไดโอดจะเสียได้

๔. ห้ามถอดขั้ว เอ ของเร็กกูเรเตอร์ออกขณะเดินเครื่อง เพราะจะเกิด HIGH VOLTAGE ชาร์จ ทำให้ไดโอดเสียได้

๕. ถ้าใช้เครื่อง Quick Charge จะต้องถอดขั้วแบตเตอรี่ขั้วใดขั้วหนึ่ง หรือขั้ว เอ ที่เร็กกูเรเตอร์ออก มิฉะนั้นไดโอดอาจชำรุดได้

๖. ถ้าดับเครื่องแล้วจะต้องปิดสวิทช์กุญแจ เพราะกระแสไฟจะเดินเข้า Fild Coil ได้

๗. ในการล้างเครื่อง ระวังอย่าให้เปียก Alternator โดยเฉพาะการใช้ Stem Cleaner เพราะไดโอดจะไม่เกิดกระแสไฟฟ้าเมื่อเปียก

๘. ถ้าอุณหภูมิของเครื่องมากกว่า ๘๐ องศาเซ็นติเกรด ไดโอดอาจเสื่อมได้

๙. ถ้าน้ำมันเปื้อน COMMUTATOR ให้เช็ดออกให้หมด เพราะอัลเทอร์เนเตอร์ไม่มี COMMUTATOR นั่นมันจะกลายเป็นฉนวนกันไม่ให้ไฟเดิน

ข้อขัดข้องและการตรวจสอบ

ไฟชาร์จมากเกินไป (OVER CHARGE)

๑. ตั้ง CONSTANT VOLTAGE RELAY ไว้มากเกินไป

๒. GROUND ไม่ดี

๓. หน้าของ CONTACT เป็นฝ้า (OXIDE)

๔. สายความต้านทาน R_2 เกิดการลัดวงจร

๕. DISCHARGE มากเกินไป (OVER DISCHARGE)

๑. CONSTANT VOLTAGE RELAY ปรับไว้ต่ำเกินไป

๒. เครื่องกำเนิดมี OUT PUT ไม่พอ

๓. เดินทางกลางคืนประจำ

๔. ใช้ LOAD พิเศษมากเกินไป

ในการตรวจสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็เช่นเดียวกับแบบกระแสตรง คือหาว่า เสียที่อัลเทอร์เนเตอร์ หรือเร็กกูเรเตอร์ เดินเครื่องให้อัลเทอร์เนเตอร์หมุนประมาณ ๒๐๐ รอบต่อนาที ดูอัตราการประจุไฟ ถอดสายออกจากขั้ว เอฟ ของ RELAY แล้วแตะที่ขั้ว เอ ถ้าอัตราการประจุเพิ่มขึ้นแสดงว่า อัลเทอร์เนเตอร์ดี ถ้าไม่เพิ่มขึ้นอัลเทอร์เนเตอร์ไม่ดี แต่ถ้าอัตราการประจุเพิ่มขึ้นอย่างมากมายเมื่อแตะสาย เอฟ เข้าที่ขั้ว เอ แสดงว่า RELAY เสีย

ความแตกต่างระหว่าง DC. GENERATOR และ ALTERNATOR

๑. DC. GENERATOR จะใช้ขดลวด (ARMATURE) หมุนตัดสนามแม่เหล็ก กระแสไฟจะเกิดขึ้นที่ขดลวดที่หมุนนั้น ส่วน ALTERNATOR จะให้ FIELD COIL หมุนตัดเส้นลวด กระแสไฟจะเกิดที่ชุดขดลวดที่อยู่กับที่ (STATOR) ส่วนกระแสที่ไปเลี้ยง

FIELD COIL ก็ใช้น้อยมาก ประมาณ ๒ แอมแปร์เท่านั้น

๒. DC. GENERATOR มี COMMUTATOR ส่วน ALTERNATOR ใช้ SLIP RING ทำให้หลักการ ARC ได้ เพราะหน้าสัมผัสเรียบกว่า

๓. FIELD COIL ของ DC GENERATOR มีสนามแม่เหล็กเพียงเล็กน้อย ส่วนของ ALTERNATOR ไม่มี ดังนั้นจึงปล่อยกระแสไฟจากแบตเตอรี่ไหลเข้าไปยัง FIELD COIL ก่อน ALTERNATOR จึงปล่อยกระแสได้

๔. DC. GENERATOR ต้องใช้ CUT OUT RELAY แต่ ALTERNATOR ไม่จำเป็นต้องมี เพราะ DIODE จะทำหน้าที่กันมิให้กระแสไฟจากแบตเตอรี่ไหลเข้าไปยัง ALTERNATOR ได้

๕. DC. GENERATOR ไม่ต้องมี RECTIFIER ส่วน ALTERNATOR นั้นจำเป็นต้องมี

จากการที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วจะขอกล่าวเพื่อสรุปให้นักเรียนได้ทราบถึง หลักการทำงานและส่วนประกอบ เพื่อที่จะให้เข้าใจยิ่งขึ้นดังต่อไปนี้

หลักการทำงานของ ALTERNATOR มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ ๒ ส่วน คือ ROTOR (ตัวที่หมุนและทำหน้าที่เป็น FIELD COIL) และ STATOR (ขดลวดชุดที่อยู่กับที่และเกิดกระแสเหนี่ยวนำในขดลวดชุดนี้) เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ผ่านแปรงถ่าน, ผ่าน SLIP RINGS และเข้าไปในขดลวดใน ROTOR ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่ ROTOR โดยทางซ้ายมือจะเป็นขั้วเหนือ และทางขวามือจะเป็นขั้วใต้ เมื่อหมุน ROTOR ตามเข็มนาฬิกา จะทำให้สนามแม่เหล็กตัดกับขดลวด STATOR ทำให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำไหลในวงจรของขดลวด STATOR ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เมื่อ ROTOR หมุนไปได้ ๑๘๐ องศา

เมื่อ ROTOR หมุนไปได้ ๑๘๐ องศาตามที่กล่าวมาแล้ว ขั้วเอส จะมาแทนตำแหน่งขั้วเอ็น และเมื่อหมุนไปจนครบ ๓๖๐ องศา คือ ๑ รอบ จะทำให้กระแสไหลกลับทิศทางเดิม

จากหลักการที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า กระแสจะไหลกลับทิศทางอยู่เสมอ คือมีขั้วไม่แน่นอน จึงเรียกว่า กระแสไฟสลับ

ถ้าใช้ขดลวด STATOR เพียงชุดเดียว หรือที่เรียกว่า SINGLE PHASE จะทำให้กระแสไฟเดินไม่เรียบ ดังนั้นในทางใช้งานจริงแล้วจึงต้องจัดให้มีขดลวด STATOR ถึง ๓ ขด หรือเรียกว่า THREE PHASE ทั้งนี้เพื่อให้กระแสไฟฟ้าเดินเรียบไม่กระตุก ซึ่งขดลวดทั้ง ๓ ขดนี้จะวางทำมุม ๑๒๐ องศา ซึ่งกันและกัน ดังนั้นทุก ๆ ๑๒๐ องศา ที่ ROTOR หมุน จะทำให้สนามแม่เหล็กตัดกับขดลวด ๑ ครั้ง ซึ่งจะทำให้ได้แรงเคลื่อนสูงขึ้น และทำให้กระไฟฟ้าเดินเรียบ

ส่วนประกอบของ ALTERNATOR นั้น มีส่วนประกอบที่สำคัญพอสรุปได้ว่า

๑. ROTOR เป็นตัวที่หมุนทำหน้าที่เป็น FIELD COIL มีขดลวดพันอยู่บนแกนเหล็กอ่อน ปลายของขดลวดทั้งสองจะไปต่ออยู่กับ SLIP RING และมี POLE PIECE เป็นเครื่องหุ้มขดลวดนี้ POLE PIECE จะขวางเยื้องกันมิให้ขดลวดถูกเหวี่ยงออกไป เมื่อหมุนด้วยความเร็วสูง

๒. SLIP RING เป็นวงแหวนทองเหลือง สวมอยู่บนเพลาของ ROTOR มี ๒ ตัว และมีฉนวนกั้นไว้ไม่ให้ถูกกัน และระหว่าง SLIP RING กับเพลาก็ต้องมีฉนวนกั้นไว้ด้วยด้วย เพื่อมิให้ถูกกันในทางไฟฟ้า

๓. แปรงถ่าน กดอยู่ที่ผิวหน้าของ SLIP RING มี ๒ ตัวเช่นเดียวกัน ตัวหนึ่งคือแปรงถ่านที่ไม่ลงดินต่อจากขั้ว เอฟ ส่วนอีกขั้วหนึ่งเป็นแปรงถ่านลงดิน

๔. STATOR คือตัวที่อยู่กับที่มีขดลวดอยู่ ๓ ชุด พันอยู่ภายใน FRAME (โครง) ขดลวดทั้ง ๓ ชุดนี้มักจะต่อเป็นแบบวาย หรือ STAR คือจะต่อสามปลายรวมกันซึ่งก็คือจุดเอ็น หรือ NEUTRAL อีกสามปลายที่เหลือจะนำไปต่อกับชุด RECTIFIER

๕. RECTIFIER คือชุดที่ทำหน้าที่เรียงกระแสสลับให้เป็นไฟตรง ประกอบด้วย DIODE หกตัว ซึ่ง DIODE นี้มีคุณสมบัติให้กระแสไหลผ่านทางเดียว มักจะสร้างด้วย MAGNESIUM COPPER SULPHIDE , SELENIUM และ SILICON ปัจจุบันนิยมสร้างด้วย SILICON เพราะว่าสร้างได้ขนาดเล็กและทนกระแสได้สูง ในวงการรถยนต์ใช้ POSITIVESILICONสามตัว และ NEGATIVE SILICON อีกสามตัว ส่วนมาก POSITIVE SILICON จะอัดติดอยู่กับ HEAT SINK และมีฉนวนกั้นไว้ ส่วน NEGATIVE SILICON จะอัดติดกับ END PLATE ซึ่งเป็นดินโดยตรง กระแสสลับเมื่อเรียงเป็นกระแสตรงแล้ว จะส่งไปยังขั้วบี ที่ฝาปิดด้านท้ายของ ALTERNATOR

ส.ท. ชัยศักดิ์ ช.

วิชา ไฟฟ้ารถยนต์

ชื่อเรื่อง เรกกูเรเตอร์

ความมุ่งหมาย เพื่อให้นักเรียนได้รู้ถึงหน้าที่และการทำงานของเรกกูเรเตอร์

เนื้อเรื่อง เรกกูเรเตอร์ (REGULATOR) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่อาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTRO MAGNETIC) มีการทำงานเช่นเดียวกับ CUT OUT RELAY และมีการควบคุม (CONTROL) กำลังงาน (OUT PUT) ของเยนเนอเรเตอร์ โดยมีลักษณะเป็นแบบสวิทช์แม่เหล็ก (MAGNETIC SWITCH) ซึ่งจะทำการปิด (CLOSE) หรือเปิด (OPEN) ได้ด้วยแม่เหล็ก (MAGNETIC) เรกกูเรเตอร์มีสองแบบคือ เรกกูเรเตอร์แบบควบคุมแรงเคลื่อน (VOLTAGE REGULATOR) และเรกกูเรเตอร์แบบควบคุมกระแสไฟฟ้า (CURRENT REGULATOR). โดย VOLTAGE REGULATOR จะทำการควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้าภายในระบบไม่ให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า (VOLTAGE) สูงเกินไป ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดเสียหาย และป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่รับประจุเกินอัตรา (OVER CHARGE) ส่วน CURRENT REGULATOR จะเป็นตัวควบคุมหรือป้องกันกำลังงาน (OUT PUT) หรือกระแสที่ผลิตออกมาได้

โครงสร้างของเรกกูเรเตอร์ (REGULATOR CONSTRUCTION) โครงสร้างประกอบไปด้วยขดลวดรีเลย์ และตัวความต้านทาน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในขดลวดรีเลย์แกนเหล็กออนก็จะเกิดอำนาจแม่เหล็กดูดแขนสปริงลงมาทำให้หน้าทองขาวมีการเคลื่อนที่ ซึ่งการเคลื่อนที่ของหน้าทองขาวนี้จะมีมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับอำนาจแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากขดลวดรีเลย์ กล่าวคือ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในขดลวดรีเลย์มาก อำนาจแม่เหล็กก็จะเกิดมากขึ้น และดูดแขนสปริงลงไปได้มาก ซึ่งมีผลทำให้หน้าทองขาวเคลื่อนที่ได้มากด้วย ถ้ากระแสไหลเข้าไปในขดลวดรีเลย์น้อยอำนาจแม่เหล็กที่เกิดขึ้นก็จะน้อยไปด้วย

ในชุดของเรกกูเรเตอร์จะมีขดลวดอยู่สองชุด ชุดที่หนึ่ง คือ รีเลย์ควบคุมการผลิตแรงดันไฟฟ้า (VOLTAGE REGULATOR) อีกชุดหนึ่งเป็นรีเลย์เตือนไฟชาร์จ (CHARGING WARNING LAMP RELAY) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของหลอดไฟเตือนไฟชาร์จที่แผงหน้าปัทม์ของรถยนต์ และอีกหน้าที่หนึ่ง คือ ทำการตัดตอกระแสไฟที่เข้าไปเลี้ยงขดลวดรีเลย์ควบคุมแรงดันไฟชาร์จ

หน้าที่ของเรกกูเรเตอร์ (PURPOSE OF REGULATOR) เรกกูเรเตอร์ มีหน้าที่เพียงประการเดียวเท่านั้น นั่นก็คือ ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการประจุไฟฟ้า (CHARGING RATE) ในวงจรของเยนเนอเรเตอร์กับแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่มีประจุไฟฟ้าต่ำเรกกูเรเตอร์จะเพิ่มอัตราการประจุขึ้นโดยอัตโนมัติ จนกระทั่งแบตเตอรี่มีการประจุไฟเต็ม เรกกูเรเตอร์จะลดอัตราการประจุลงโดยอัตโนมัติ ดังที่กล่าวมาแล้ว คือ หน้าที่หลักของเรกกูเรเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวตัดและต่อวงจร (CUT OUT RELAY , CIRCUIT , BREAKER)

เรกกูเรเตอร์ ที่ใช้กับรถยนต์โดยทั่ว ๆ ไปมี ๒ แบบ คือ

๑. แบบ ๒ ยูนิต (TWO UNIT REGULATOR) จะเป็น
   ๑.๑ ชุดคัทเอาต์รีเลย์ (CUT OUT RELAY UNIT)
   ๑.๒ ชุดควบคุมแรงดัน (VOLTAGE UNIT)
๒. แบบ ๓ ยูนิต (THREE UNIT REGULATOR) จะเป็น
   ๒.๑ ชุดคัทเอาต์รีเลย์ (CUT OUT RELAY UNIT)
   ๒.๒ ชุดควบคุมแรงดัน (VOLTAGE UNIT)
   ๒.๓ ชุดควบคุมกระแส (CURRENT UNIT)

เรกกูเรเตอร์แบบ ๓ ยูนิตนี้ เหมือนมีสวิทช์แม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ ๓ ตัว ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรโดยอัตโนมัติในช่วงเวลาที่ถูกต้อง ในการตัดต่อวงจรไฟฟ้านี้ แม่เหล็กกระทำกับแผ่นบานพับสปริง แผ่นสปริงนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า อาร์เมเจอร์ ดังนั้นจึงมีการตัดและต่อหน้าทองขาวตามค่าแรงดันและกระแสที่กำหนด

หลักการทำงานของเรกกูเรเตอร์ (HOW A REGULATOR WORKS) การทำงานของเรกกูเรเตอร์ก็คือ การตัดและการต่อความต้านทานเข้าไปในวงจรเพื่อลดหรือเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็กในวงจรฟิลด์ของเยนเนอเรเตอร์โดยอัตโนมัติ

การทำงานของเรกกูเรเตอร์ (OPERATION OF REGULATOR) เมื่อบิดกุญแจสวิทช์ไปตำแหน่ง ออน (ON) กระแสไฟจากแบตเตอรี่จะไหลผ่านสวิทช์จุดระเบิดผ่านฟิวส์ไฟชาร์จ ผ่านหลอดไฟเตือนไฟชาร์จไปเข้าขั้ว แอล (L) ของเรกกูเรเตอร์ ผ่านหน้าทองขาวของรีเลย์เตือนไฟชาร์จลงดิน หลอดไฟเตือนไฟชาร์จจึงติดสว่างขึ้น เพื่อเตือนว่าขณะนี้ยังไม่มีการผลิตไฟออกมาจากยังเยนเนอเรเตอร์

การะแสไฟอีกส่วนหนึ่งจากสวิทช์จุดระเบิดจะไหลผ่านฟิวส์เครื่องยนต์เข้าขั้ว ไอจี (IG) ของเรกกูเรเตอร์ ผ่านหน้าทองขาวออกไปที่ขั้ว เอฟ (F) ของเรกกูเรเตอร์ เข้าขั้ว เอฟ ขดมอเตอร์ ผ่านแปรงถ่านและวงแหวนสลิปริง เข้าไปในขดลวดโรเตอร์ และผ่านวงแหวนสลิปริงและแปรงถ่านอีกชุดออกมาลงดินที่ขั้ว อี (E) ของอัลเทอเนเตอร์ ในขณะนี้จะมีกระแสไฟฟ้าเข้าไปในของขดลวดโรเตอร์เต็มที่ ทำให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กมีมาก แต่เนื่องจากขณะนี้เครื่องยนต์ยังไม่ปุน อัลเทอเนเตอร์จึงยังไม่มีการผลิตไฟฟ้าออกมา แต่ก็พร้อมที่จะผลิตไฟฟ้าออกมาเมื่ออัลเทอเนเตอร์ถูกฉุดหรือหมุนโดยเครื่องยนต์

เมื่อเครื่องยนต์เริ่มทำงาน เมื่อเครื่องยนต์ฉุดอัลเทอเนเตอร์ให้หมุน เส้นแรงแม่เหล็กจากโรเตอร์จะหมุนไปตัดกับขดลวดสเตเตอร์ ทำให้ขดลวดสเตเตอร์ผลิตแรงดันไฟฟ้าออกมา ผ่านไดโอดแปลงเป็นกระแสไฟฟ้ากระแสตรงออกมาที่ขั้ว บี (B) ของอัลเทอเนเตอร์ แต่ในขณะเริ่มผลิตแรงดันไฟฟ้าออกมานี้ ยังมีแรงดันยังไม่สูงนัก และในขณะเดียวกัน จะมีแรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้นที่จุดต่อร่วมของขดลวดอัลเทอเนเตอร์ เกิดขึ้นประมาณครึ่งหนึ่งของแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดสเตเตอร์ ในประมาณ ๔.๕ โวลท์ ไหลออกมาที่ขั้ว เอ็น (N) ของอัลเทอเนเตอร์ [illegible] ของเรกกูเรเตอร์ ผ่าน

เทอเนเ ตอร์เกิดขึ้นประมาณครึ่งหนึ่งของแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดสเตเตอร์ คือ ประมาณ ๔.๐ – ๔.๘ โวลท์ ไหลออกมาที่ขั้ว เอ็น ของอัลเทอเนเตอร์ แล้วไหลต่อไปยังขั้ว เอ็น ของเร็กกูเรเตอร์ ผ่านขดลวดรีเลย์เตือนไฟชาร์จลงดิน รีเลย์เตือนไฟชาร์จก็จะเริ่มทำงานโดยดูดหน้าทองขาวตัวกลางให้ลงมาต่อเข้ากับหน้าทองขาวตัวล่าง ซึ่งจะทำให้หลอดไฟเตือนไฟชาร์จดับ และในขณะเดียวกัน ก็เป็นการต่อแรงดันไฟฟ้าจากขั้ว บี ให้เข้าไปกระตุ้นการทำงานของขดลวดรีเลย์โวลท์เตจเร็กกูเรเตอร์ เพื่อให้เริ่มการตรวจจับแรงดันไฟฟ้าที่ถูกผลิตขึ้นที่ขั้ว บี

เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น แต่การผลิตไฟฟ้าของอัลเทอเนเตอร์ยังมีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนด คือ ๑๓.๒ – ๑๔.๘ โวลท์ ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าไปในขดลวดรีเรย์โวลท์เตจเร็กกูเรเตอร์ก็จะยังน้อยอยู่ อำนาจแม่เหล็กที่เกิดขึ้นยังไม่สามารถที่จะเอาชนะแรงสปริงของหน้าทองขาวได้ ดังนั้นหน้าทองขาวทั้งตัวบนและตัวล่างจึงยังต่อกันอยู่ กระแสไฟก็จะสามารถไหลผ่านหน้าทองขาวเข้าไปยังขดลวดโรเตอร์ได้โดยตรง และเนื่องจากมีปริมาณของกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปในขดลวดโรเตอร์เป็นจำนวนมาก สนามแม่เหล็กก็จะมีความเข้มมาก การผลิตของกระแสไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้น จนกระทั่งเต็มกำลังการผลิตของอัลเทอเนเตอร์

เมื่อแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าค่าที่กำหนด เมื่อการผลิตแรงดันไฟฟ้าของอัลเทอเนเตอร์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งแรงดันไฟฟ้าที่ถูกผลิตขึ้นเกินกว่าค่าที่กำหนด ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่เข้าไปในขดลวดโวลเตจเรกกูเรเตอร์ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้อำนาจแม่เหล็กของขดลวดโวลเตจเร็กกูเรเตอร์สูงขึ้น สามารถเอาชนะแรงสปริงดูดหน้าทองขาวบนและล่างให้แยกจากกัน ในขณะนี้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถจะไหลผ่านหน้าทองขาวทั้งสองได้โดยตรง กระแสไฟฟ้าจึงต้องไหลผ่านความต้านทาน อาร์ ทำให้ประมาณของกระแสไฟที่ไหลเข้าไปในขดลวดโรเตอร์ลดลง และถ้าการผลิตไฟฟ้าลดสูงต่ำกว่าระดับที่กำหนด หน้าทองขาวตัวบนและตัวล่างก็จะต่อเข้ากันอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้แรงดันเพิ่มขึ้น การตัดต่อของหน้าทองขาวตัวบนและตัวล่างนี้ ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตออกมาจากขั้ว บี ของอัลเทอเนเตอร์ ดังนั้น การทำงานของหน้าทองขาวตัวบนและตัวล่างนี้ จึงเป็นการควบคุมรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าที่อัลเทอเนเตอร์ผลิตออกมาให้มีค่าคงที่ในเกณฑ์ที่กำหนด แต่อย่างไรก็ตาม การควบคุมการผลิตไฟฟ้าโดยลดกระแสไฟที่เข้าไปในขดลวดโรเตอร์ด้วยความต้านทานนั้น จำกัดอยู่ที่ความเร็วรอบย่านหนึ่ง และปริมาณการเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวนหนึ่งเท่านั้น

เมื่อเครื่องยนต์อยู่ในย่านความเร็วรอบสูง (พี ๑. คือหน้าทองขาวอันบน, พี ๒ คือหน้าทองขาวตัวล่าง, พี ๓ คือหน้าทองขาวที่ต่อลงดิน) เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นจนถึงย่านความเร็วสูง ถึงแม้ความต้านทานจะลดลงคือลดปริมาณกระแสในขดลวดโรเตอร์แล้วก็ตาม แต่ความเข้มของสนามแม่เหล็กจะยังคงมีความแรงอยู่มาก การผลิตไฟฟ้า ก็จะเพิ่มขึ้นจนเกินกว่าระดับที่กำหนด ปริมาณที่กระแสไฟไฟที่เข้าไปเลี้ยงขดลวดโวลท์เตจเร็กกูเรเตอร์ก็จะเพิ่มมากขึ้น อำนาจแม่เหล็กก็จะแรงขึ้นจนกระทั่งดูด

หน้าทองขาวตัวล่าง ให้ลงมาต่อกับหน้าทองขาวซึ่งต่อลงดิน ดังนั้นแทนที่กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าไปในขดลวดลวดโรเตอร์ ก็จะไหลลงดินที่หน้าทองขาว พี ๓ เมื่อขดลวดโรเตอร์ไม่มีกระแสไฟไหลผ่านหนามแม่เหล็กก็จะยุบตัวลง การผลิตไฟฟ้าก็จะตกลงด้วย หน้าทองขาวตัวล่าง (พี ๒) ก็จะถูกดูดกลับด้วยแรงสปริง ทำให้ทำให้มีกระแสไฟไหลเข้าไปในขดลวดโรเตอร์อีกครั้ง การผลิตไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้นมาอีก และเมื่อแรงดันที่ผลิตออกมาสูงเกินค่าที่กำหนด หน้าทองขาวตัวบน (พี ๒) ก็จะถูกดูดเข้ากับหน้าทองขาวลงดิน (พี ๓) และแยกออกจากกัน สลับกันไปเช่นนี้อยู่ตลอดเวลา ดังนั้นที่ความเร็วรอบสูงจะเห็นว่าหน้าทองขาวตัวบน (พี ๒) สั่นไปมาสัมผัสกับหน้าทองขาวลงดิน (พี ๓) ด้วยความถี่สูง เพื่อควบคุมการผลิตไฟฟ้าของอัลเทอเนเตอร์ให้อยู่ในค่าที่กำหนด

การปรับแต่งเรกกูเรเตอร์ เนื่องจากการควบคุมการผลิตไฟฟ้าของอัลเทอเนเตอร์มีการทำงานอยู่ในย่านการทำงานที่ความเร็ว ๒ ระดับ คือที่ย่านความเร็วต่ำ และที่ย่านความเร็วสูง ที่ย่านความเร็วต่ำ การควบคุมการผลิตแรงดันไฟฟ้าของเรกกูเรเตอร์เป็นการทำงานของหน้าทองขาวตัวบน (พี ๑) และ ตัวล่าง (พี ๒) โดยมีตัวความต้านทาน อาร์ เป็นตัวจำกัดกระแสในขดลวดโรเตอร์ ที่ความเร็วสูง การควบคุมจะเป็นการทำงานระหว่างหน้าทองขาวตัวล่าง (พี ๒) และหน้าทองขาวลงดิน (พี ๓) โดยที่หน้าทองขาวลงดิน (พี ๓) เป็นตัวต่อลงดิน เพื่อลัดวงจรการไหลของกระแสไฟฟ้าในขดลวดโรเตอร์

การปรับแต่งเรกกูเรเตอร์จึงจำเป็นต้องปรับแต่งที่ความเร็วรอบต่ำและความเร็วรอบสูง เพื่อเพื่อให้การผลิตไฟฟ้าอยู่ในค่าที่กำหนด คือ ประมาณ ๑๓.๔ – ๑๔.๔ โวลท์ ในรถยนต์ที่ใช้ระบบไฟฟ้า ๑๒ โวลท์

สำหรับรถยนต์ที่ใช้ระบบไฟฟ้า ๒๔ โวลท์ แรงดันที่ขั้ว บี ของอัลเทอเนเตอร์จะถูกควบคุมให้อยู่ให้อยู่ในช่วงประมาณ ๒๗ – ๒๙ โวลท์ และแรงดันที่ขั้ว เอ็น จะมีค่าประมาณ ๑๓.๕ – ๑๔.๕ โวลท์

คำแนะนำในการบริการเรกกูเรเตอร์

๑. อย่าพยายามปรับแต่งเรกกูเรเตอร์โดยเด็ดขาด นอกจากมีความชำนาญ ประสพการณ์ รู้หลักการอย่างดีและมีมิเตอร์ที่เที่ยงตรง

ถ้าการปรับพลาดแม้แต่เพียงเล็กน้อย จะเป็นสาเหตุให้การทำงานไม่ถูกต้อง อาจเป็นผลให้แบตเตอรี่ไฟหมด หรือการประจุไฟสูงเกินไป หรืออาจทำให้เยนเนอเรเตอร์ หรือเรกกูเรอเตอร์ชำรุดเสียหาย

๒. ในการทดสอบ ควรหลีกเลี่ยงต่อสายทดสอบที่ขั้วเรกกูเรเตอร์ ถ้าสามารถทำได้ เช่น การทดสอบการจ่ายของเยนเนอเรเตอร์ ขณะควบคุมแรงดันของเรกกูเรเตอร์เป็นแบบหน้าทองขาวเดียว (วงจรฟิลด์ลงดินภายนอก) ควรต่อขั้วฟิลด์ลงดินที่เยนเนอเรเตอร์จะดีกว่าต่อลงดินที่เรกกูเรเตอร์ เพราะอาจทำให้เกิดการลงดินด้วยการลัดวงจรผ่านขั้วแบตเตอรี่ของเรกกูเรเตอร์ด้วยไขควงขณะทำงาน

ซึ่งจะทำให้เร็กกูเรเตอร์ชำรุดเสียหาย

ข้อควรระวัง ถ้าทำการทดสอบการจ่ายไฟกับเร็กกูเรเตอร์ชนิดควบคุมแรงดันเป็นแบบทองขาวคู่ ต้องปลดสายฟิลด์ออกจากเยนเนอเรเตอร์แล้วต่อลงดินที่โครงเยนเนอเรเตอร์

๓. ไฟส่องควรต่อที่ขั้วโซลีนอยด์ของมอเตอร์สตาร์ท จะดีกว่าต่อที่ขั้วแบตเตอรี่ของเร็กกูเรเตอร์ เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายที่จะเกิดจากปากคีบเลื่อนไถลไปแตะกับขั้วแบตเตอรี่และขั้วฟิลด์ของเรกกูเรเตอร์

๔. ก่อนทำการทดสอบหรือปรับเร็กกูเรเตอร์? ต้องแน่ใจว่าจุดต่อทั้งหมดในวงจรประจุไฟสะอาดและไม่หลวม และแบตเตอรี่ต้องอยู่ในสภาพที่ประจุไฟเต็ม การทดสอบการจ่ายไฟ ต้องแน่ใจว่าเร็กกูเรเตอร์ที่ใช้ถูกต้องกับเยนเนอเรเตอร์นั้น นั่นคือมีระบบลงดินเดียวกัน (บวกลงดิน หรือ ลบลงดิน)

๕. ควรทดสอบชุดควบคุมแรงดันก่อนชุดควบคุมกระแสเสมอ ในการเปิดหรือปิดฝากรอบเร็กกูเรเตอร์อย่าให้ฝาไปแตะกับส่วนประกอบของเร็กกูเรเตอร์ เพราะอาจทำให้ลัดวงจร ซึ่งจะทำให้เร็กกูเรเตอร์เสียหาย

๖. เร็กกูเรเตอร์ จะมีสัญลักษณ์แตกต่างกันตามแต่บริษัทผู้สร้าง

๗. อย่ากดชุดหน้าทองขาวของคัทเอ้าท์ลีเรย์ด้วยมือ เพราะอาจทำให้หน้าทองขาวไหม้หรือเชื่อมติดกัน

๘. ในการปรับหรือทดสอบเร็กกูเรเตอร์จะต้องถึงอุณหภูมิใช้งาน

๙. อย่าต่อคอนเดนเซอร์ป้องกันการรบกวนคลื่นวิทยุที่ขั้ว เอฟ โดยเด็ดขาด จะทำให้หน้าทองขาวไหม้ ต้องต่อที่ขั้ว เอ

๑๐. ก่อนทำการทดสอบ ต้องแน่ใจว่าหน้าทองขาวเรียบ ไม่ขรุขระ ถ้าไม่ทำความสะอาดก่อน ค่าที่อ่านจะผิดพลาด

๑๑. หลังการปรับเร็กกูเรเตอร์ทุกครั้ง ก่อนทดสอบต้อง ไซเกิล ทุกครั้ง เพื่อให้ส่วนเคลื่อนไหวต่าง ๆ ไม่เบี้ยดหรือบิดตัว โดยการลดความเร็วให้ถึงรอบเดินเบา แล้วเร่งความเร็วตามกำหนดใหม่อีกครั้ง

๑๒. หลังจากปรับแรงดัน ก่อนทดสอบต้องคลอบฝาทุกครั้ง เพื่อให้มีอุณหภูมิเท่าการใช้งานจริง

๑๓. หลังการปรับเร็กกูเรเตอร์ ต้องประจุขั้วแม่เหล็กอีกครั้ง ด้วยวิธีดังกล่าวมาแล้ว

๑๔. การทดสอบเร็กกูเรเตอร์โดยทั่วไปมี ๓ ประการ

๑๔.๑ ทดสอบคัทเอ้าท์ลีเรย์

๑๔.๒ ทดสอบการควบคุมแรงดัน

๑๔.๓ ทดสอบการควบคุมกระแส

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า เรกกูเรเตอร์นั้นต่ออยู่ระหว่างไดนาโมกับแบตเตอรี่ มีหน้าที่ดังนี้คือ

๑. เมื่อเครื่องยนต์มีความเร็วสูงขึ้น ไดนาโมมีโวลท์เตจสูงพอ มันจะทำหน้าที่ต่อทางไฟระหว่างไดนาโมกับแบตเตอรี่เข้าด้วยกัน เพื่อให้ไฟจากไดนาโมชาร์จเข้าแบตเตอรี่ได้

๒. เมื่อเครื่องยนต์มีความเร็วต่ำ หรือดับ มันจะทำหน้าที่ตัดต่อทางไฟระหว่างแบตเตอรี่กับไดนาโมออก เป็นการป้องกันมิให้กระแสไฟจากแบตเตอรี่ไหลเข้าไปยังไดนาโม ซึ่งจะเป็นเหตุให้ไดนาโมไหม้ หรือไฟแบตเตอรี่หมดได้

๓. ทำหน้าที่ควบคุมการชาร์จของไดนาโม ให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยอยู่เสมอ คือ ควบคุมทั้งโวลท์และกระแสไฟฟ้าที่จะไปชาร์แบตเตอรี่ให้อยู่ในขีดที่จำกัดอันอื่นอีก ซึ่งเป็นการป้องกันตัวไดนาโมเอง และแบตเตอรี่มิให้ชำรุดเสียหาย

การตั้งเรกกูเรเตอร์นั้น ตามธรรมดาเรกกูเรเตอร์ที่นำมาขายอยู่ทั่ว ๆไปนั้น จะได้รับการตั้งมาจากโรงงานแล้ว เพราะฉะนั้นถ้าไม่จำเป็นก็ไม่ควรตั้ง แต่บางครั้งก็อาจมีการตั้งเรกกูเรเตอร์เหมือนกัน เช่น กรณีที่ไฟชาร์จน้อย ซึ่งการตั้งเรกกูเรเตอร์นั้นจะต้องใช้โวลท์มิเตอร์ และแอมมิเตอร์ร่วมด้วย จึงจะสามารถตั้งได้แน่นอน การตั้งเรกกูเรเตอร์ก็คือการตั้งความแข็งของสปริงนั่นเอง เนื่องจากว่าสปริงมีหน้าที่ทำให้หน้าคอนแทกเปิดในกรณีของคัทเอาท์รีเลย์ และมีหน้าที่ทำให้หน้าคอนแทกปิดในกรณีของเรกกูเรเตอร์ การปิดหรือเปิดช้า – เร็วของคอนแทกจะมีผลต่อการไหลของกระแสไฟฟ้าโดยตรง

การระวังรักษาเรกกูเรเตอร์โดยทั่ว ๆไป

๑. ตรวจและปรับความห่างของ คอนแทกชุดกัทเอาท์รีเลย์ให้ได้ตามที่บริษัทกำหนด ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ ๐.๐๒๕ – ๐.๐๓๕ นิ้ว

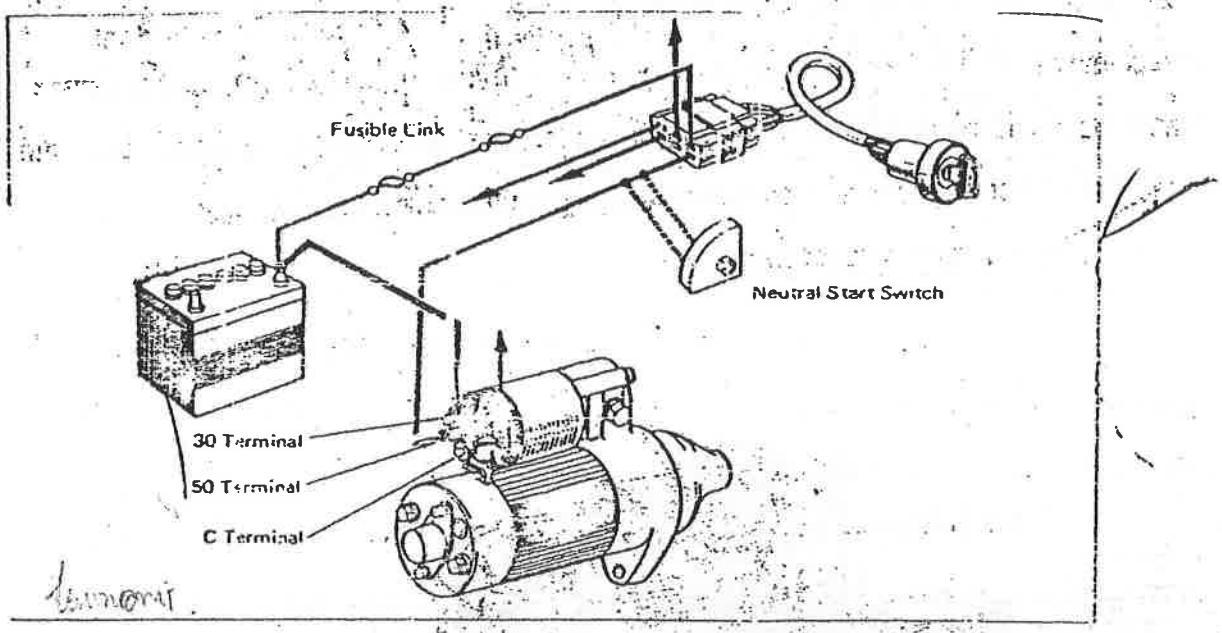
๒. อย่าถอดฝาปิดเรกกูเรเตอร์ออกจะทำให้ฝุ่นจับ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เรกกูเรเตอร์ทำงานผิดพลาด

๓. ใช้เรกกูเรเตอร์ชนิดเดียวกับไดนาโมนั้น ๆ เช่นไดนาโม ๖ โวลท์ เรกกูเรเตอร์ต้องเป็นชนิด ๖ โวลท์ด้วย หรือไดนาโมชนิดวงจรพิลังคินายในก็จะต้องใช้เรกกูเรเตอร์ให้ถูกชนิดด้วย จะใช้สับเปลี่ยนกันไม่ได้

๔. ถ้าระบบไฟฟ้าของรถคันนั้นเป็นชนิดเอาขั้วบวกลงดิน เรกกูเรเตอร์ก็จะต้องเป็นชนิดบวกลงดินด้วย ซึ่งจะรู้ได้จากคำแนะนำประจำเรกกูเรเตอร์นั้น ๆ

๕. หลังจากซ่อมไดนาโมแล้ว ก่อนใช้จะต้องโพลาไรซ์ทุกครั้งเพื่อให้ขั้วถูกต้อง

มอเตอร์สตาร์ท



เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า เครื่องยนต์เบาไม่ว่าชนิดใด ๆ ก็ตามไม่สามารถที่จะเริ่มการทำงานได้ด้วยตัวของมันเองได้ ถึงแม้ว่าจะจ่ายเชื้อเพลิงและอากาศเข้าไปภายในแล้วก็ตาม ก็จะต้องอาศัยแรงบางอย่างจากภายนอกมาทำการหมุนให้เพลาข้อเหวี่ยงหมุนไปเพื่อดูดเชื้อผสมของเชื้อเพลิงเข้าไปอัดให้มีแรงสูงขึ้น แล้วจึงทำการจุดระเบิดให้เครื่องยนต์เริ่มต้นการทำงานด้วยตัวของมันเองต่อไป

วิธีการทำให้เครื่องยนต์หมุนครั้งแรกนั้น มีอยู่หลายวิธี เช่น การหมุนด้วยมือหรือการใช้เชือกกระตุก การเข็น การถีบ การใช้ประโยชน์จากกำลังดันไฮดรอลิก นั่นก็คือการใช้กำลังงานจากแบตเตอรี่และมอเตอร์สตาร์ท ซึ่งรถยนต์ในปัจจุบันใช้วิธีการสตาร์ทเครื่องยนต์ด้วยวิธีนี้

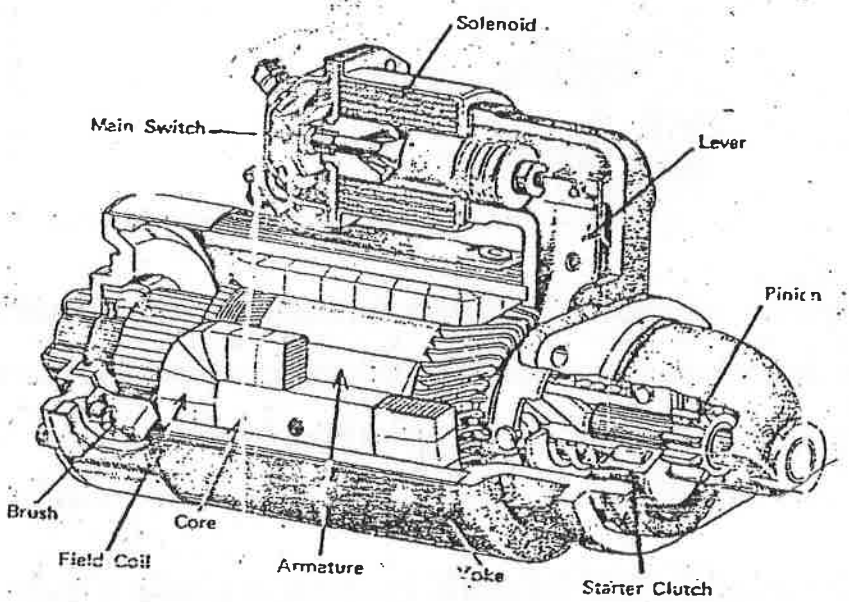
การที่จะให้เครื่องยนต์สามารถสตาร์ทติดได้ดีนั้น จะต้องทำให้เพลาข้อเหวี่ยงมีรอบในการหมุนที่เหมาะกับเครื่องยนต์นั้น ๆ เสียก่อน ดังนั้น มอเตอร์ที่นำมาใช้กับ มอเตอร์สตาร์ท จึงจำเป็นต้องมีกำลังและมีความเร็วรอบสัมพันธ์กับขนาดและชนิดของเครื่องยนต์นั้นด้วย

ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ขณะทำการสตาร์ท

ชนิดของเครื่องยนต์	จำนวนสูบ (หรือความจุกระบอกสูบ)	ความเร็วรอบ/นาที
เครื่องยนต์เบนซิน	๑ – ๒ สูบ (๕๐๐ ซีซี)	๑๒๐
	๔ – ๖ สูบ (๑,๐๐๑ – ๒,๐๐๐ ซีซี)	๔๐ – ๖๐
เครื่องยนต์ดีเซล	๔ สูบ	๘๐
	๖ สูบ	๑๐๐

ก่อนอื่นเราน่าพิจารณาดูว่า มอเตอร์สตาร์ทจำเป็นต้องมีอะไรบ้าง ประการแรก มันจะต้องมีแรงบิดมากพอที่จะขับเครื่องยนต์ให้หมุนได้ ด้วยเหตุนี้ มอเตอร์กระแสตรงที่มีขดลวดพันต่อกันแบบอันดับ หรือที่เรียกว่า เซียรีสมอเตอร์ จึงถูกเลือกมาใช้ทำมอเตอร์สตาร์ท ประการที่ ๒ มันจะต้องมีความเร็วรอบในการหมุนพอที่จะทำให้เครื่องยนต์ติดได้ ถึงแม้จะมีอากาศเย็นจัด และกำลังของมอเตอร์สตาร์ทจะต้องพอเหมาะกับเครื่องยนต์เพื่อทำให้เครื่องยนต์ติด ประการที่ ๓ มันจะต้องมีการขบเข้ากับเครื่องยนต์และคืนกลับได้ด้วยความนิ่มนวล ประการสุดท้าย จะต้องมีขนาดกระทัดรัดและน้ำหนักเบา

โครงสร้างของมอเตอร์สตาร์ท



มอเตอร์สตาร์ทประกอบด้วยโครงสร้างหลักใหญ่ ๆ ๒ ส่วน คือ ตัวมอเตอร์ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้เกิดแรงบิดจากการหมุน และสวิทแม่เหล็กหรือโซลินอยด์ สำหรับการเคลื่อนเฟืองขับและชุดคลัทช์ของมอเตอร์เข้าไปขบกับเฟืองล้อช่วยแรงของเครื่องยนต์ เพื่อสามารถให้เครื่องยนต์หมุน

ตัวมอเตอร์สตาร์ทประกอบไปด้วยหุ้มอาร์เมเจอร์ ขดลวดสนามแม่เหล็กและกลไกถ่ายถอดกำลังงาน คือ ชุดคลัทช์ และเฟืองขับ

มอเตอร์สตาร์ทที่ใช้กันอยู่ในรถยนต์โดยทั่วไปนั้น จะมีโครงสร้างและการทำงานที่เหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันที่ขนาด แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ และจำนวนขดลวดสนามแม่เหล็กหรือแปลงวาน

ต่อไปนี้จะได้กล่าว[illegible]ของวงจรสนาม และโครงสร้าง[illegible]มอเตอร์สตาร์ท

ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ (STARTING OR CRANKING SYSTEM)

ระบบสตาร์ทมีหน้าที่หมุนเครื่องยนต์ เพื่อให้เครื่องติด เมื่อเครื่องยนต์ติดแล้วระบบนี้จะไม่ทำงาน ซึ่งระบบสตาร์ทเครื่องยนต์นี้จะประกอบไปด้วย

๑. แบตเตอรี่ (BATTERY)

๒. สตาร์ทเตอร์ (STARTER)

๓. สวิทช์โซลินอยด์ (SWITCH SOLINOID)

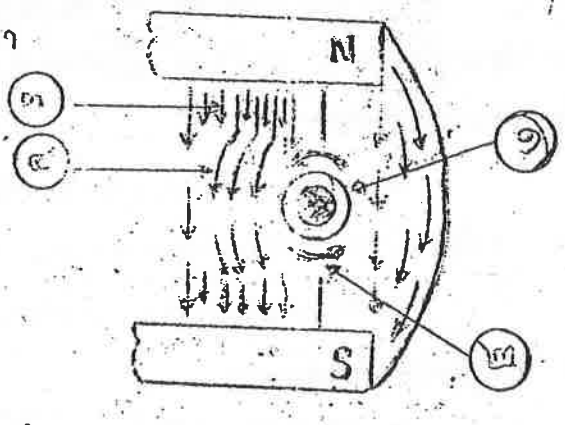
๔. สวิทช์สตาร์ท (STARTING SWITCH)

วงจรและการทำงานของระบบสตาร์ทนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของสตาร์ทเตอร์นั้น ๆ

สตาร์ทเตอร์ (STARTER OR CRANKING MOTOR) คือเครื่องมอเตอร์ชนิดหนึ่ง และเป็นมอเตอร์ (MOTOR) แบบพิเศษ ที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้กับงานหนัก ๆ และกินกระแสมาก หลักการของสตาร์ทเตอร์นั้นจะตรงกันข้ามกับไดนาโม ไดนาโมนั้นเมื่อหมุนขดลวดตัดกับสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นมา ส่วนสตาร์ทเตอร์นั้นถ้าปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปที่ขดลวด จะทำให้ขดลวดนั้นหมุนได้

แสดงการเกิด DISTORTION ของสนามแม่เหล็ก

ด้านขวามือจะไม่มีแรงกระทำ ส่วนทางด้านซ้ายมือ สนามแม่เหล็กเสริมกำลังกัน ทำให้ผลักตัวนำไปทางขวา ผลักคือตัวนำหมุน



๑. ตัวนำ (CONDUCTOR)

๒. สนามแม่เหล็กเกิดจากตัวนำ

๓. สนามแม่เหล็กเกิดจากขั้วแม่เหล็ก

๔. DISTORTION ของสนามแม่เหล็ก

หลักการทำงาน จากรูปด้านบน เมื่อปล่อยกระแสเข้าไปในตัวนำ (ในทิศทางไหลเข้าหาตัวผู้อ่าน) กระแสไฟฟ้าจะทำให้ตัวนำเกิดสนามแม่เหล็ก ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กเนื่องจากตัวนำแสดงด้วยลูกศรโค้งเส้นใหญ่ ส่วนขั้วแม่เหล็กจะส่งเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้ว N ไปยังขั้ว S จากรูปจะเห็นว่า สนามแม่เหล็กเกิด DISTORTION ทางขวามือของตัวนำทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กจะหักล้างกัน นั่นคือไม่มีแรงกระทำที่ด้านขวามือของตัวนำเลย ส่วนทางด้านซ้ายมือของตัวนำ ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กจะเสริมกัน และมีแรงกระทำที่ด้านนี้มาก เพราะฉะนั้นสนามแม่เหล็กจะผลักตัวนำไปทางขวามือ และถ้าจัดให้ตัวนำนี้มีจุดหมุนที่กลางตัว ตัวนำนี้จะหมุนได้ ซึ่งเป็นหลักการของมอเตอร์

ชนิดของสตาร์ทเตอร์ สตาร์ทเตอร์ที่ใช้งานจริง ๆ จะมีตัวนำหลาย ๆ ตัว เป็นลวดเส้นโต ๆ และพันอยู่รอบแกนเหล็กอ่อน เรียกรวมกันทั้งหมดว่า อาเมเจอร์ (ARMATURE)

และเพื่อที่จะเพิ่มแรงให้แก่ขั้วแม่เหล็กให้สูงขึ้น จึงหาโดยการพันทับขั้วแม่เหล็กอีกทีหนึ่ง ขดลวดที่พันทับขั้วแม่เหล็กนี้เรียกว่าฟิลกอลย์ (FIELD COIL) การต่อขดลวดที่พันบนอาเมเจอร์กับขดลวดของฟิลกอลย์ก็มีหลายแบบ และจะเรียกตามชนิดที่ต่อนั้น ๆ เช่นต่อแบบอันกับ (SERIES) แบบขนาน (SHUNT) และแบบผสม (COMPOUND) เป็นต้น สำหรับสตาร์ทเตอร์ในรถยนต์จะต่อขดลวดที่พันบนอาเมเจอร์กับฟิลกอลย์เป็นแบบอันดับ (SERIES WOUND TYPE) ทั้งหมด ทั้งนี้ก็เพราะว่าการต่อแบบอันดับ จะทำให้สตาร์ทเตอร์มี TORQUE สูงที่สุด และสามารถหมุนได้ที่ FULL LOAD ได้ดีกว่าแบบอื่น ๆ ส่วนการต่อแบบขนานนั้น จะมีเริ่มแรกต่ำ และใช้ในเมื่อมีความต้องการความเร็วคงที่เท่านั้น

แปรงถ่านที่ใช้ในสตาร์ทเตอร์ทำด้วยทองแดง และมี ๒ ถึง ๔ อัน แปรงถ่านยิ่งมากจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้สะดวกเท่านั้น อีกประการหนึ่งสตาร์ทเตอร์นี้จะต้องการกระแสสูงมาก (สตาร์ทเตอร์สำหรับรถยนต์โดยทั่วไป จะกินกระแสประมาณ ๔๐๐ – ๕๐๐ แอมป์) แปรงถ่านจะต้องทนต่อกระแสสูง ๆ ได้ ส่วนขั้วแม่เหล็กนั้นจะเป็นชนิด ๒ – ๔ ขั้วเช่นเดียวกัน แต่ส่วนมากที่สุดใช้ ๔ ขั้ว

ส่วนประกอบของสตาร์ทเตอร์ สตาร์ทเตอร์กับไดนาโมมีส่วนประกอบที่เหมือนกันแทบทุกอย่าง มีบางอย่างเท่านั้นที่ไม่เหมือนกับไดนาโม เพราะฉะนั้นในข้อนี้จะกล่าวเฉพาะส่วนที่สตาร์ทเตอร์แตกต่างจากไดนาโมเท่านั้น

๑. สตาร์ทเตอร์นั้นทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล คือถ้าปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปจะทำให้หมุนได้ ส่วนไดนาโมนั้นทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า คือถ้าหมุน มันจะจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมา

๒. เส้นลวดที่พันอาเมเจอร์และฟิลกอลย์ของสตาร์ทเตอร์ เป็นเส้นลวดที่โตกว่าไดนาโมมาก ทั้งนี้ก็เพราะสตาร์ทเตอร์กินกระแสมาก

๓. ขดลวดอาเมเจอร์ และฟิลกอลย์ของสตาร์ทเตอร์ จะต่อกันเป็นแบบอันดับทั้งหมด ส่วนไดนาโมนั้นต่อกับแบบขนาน

๔. แปรงถ่านของสตาร์ทเตอร์ทำด้วยทองแดง เพื่อให้สามารถกระแสได้สูง ๆ ได้ ส่วนมากจะมี ๔ แปรง ส่วนไดนาโมนั้นจะทำด้วย กราไฟต์ และส่วนมากมี ๒ แปรง

๕. สตาร์ทเตอร์มีชุดของเฟืองขับติดอยู่บนเพลาอาเมเจอร์ ส่วนไดนาโมไม่มี

วิธีการขับเครื่องยนต์ (DRIVE MECHANISM) มอเตอร์มีหน้าที่ทำให้เกิดการหมุนเพียงอย่างเดียว การที่จะนำกำลังงานของการหมุนไปขับเครื่องยนต์นั้น จะต้องใส่ชุดเฟืองขับลงไปบนเพลาอาเมเจอร์ อัตราส่วนของเฟืองขับนี้โดยมากใช้ ๑๕ ต่อ ๑ คือถ้าเพลาอาเมเจอร์หมุน ๑๕ รอบ เพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์จะหมุน ๑ รอบ เพราะฉะนั้นถ้าต้องการให้เครื่องยนต์หมุน ๒๐๐ รอบ / นาที เพลาของสตาร์ทเตอร์จะหมุน ๓๐๐๐ รอบ / นาที ชุดของเฟืองขับนี้จะต้องออกแบบให้ถอยหลังกลับอย่างรวดเร็ว เมื่อเครื่องยนต์ติดแล้ว ถ้าเฟืองค้างอยู่แต่เครื่องยนต์หมุนด้วยความ

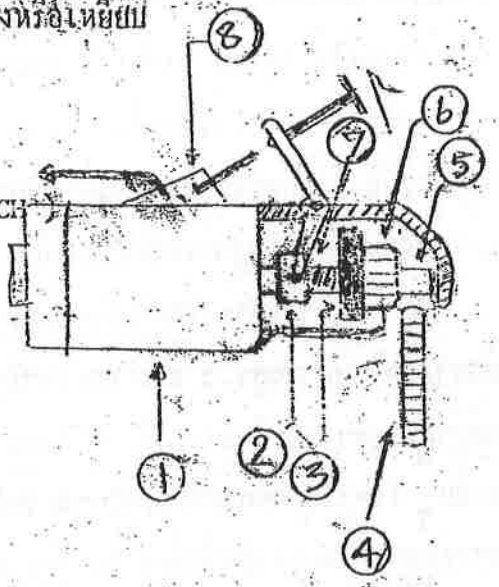
๑๐๐๐ รอบ/นาที เพลาของสตาร์ทเตอร์จะหมุนด้วยความเร็วสูงถึง ๑๕๐๐๐ รอบ/นาที ซึ่งเป็นอันตรายต่อสตาร์ทเตอร์มาก วิธีการขับเครื่องยนต์ที่นิยมใช้กันมากในรถเก๋งปัจจุบันนี้คือ

๑. แบบโอเวอร์รันนิ่งคลัทช์ (OVER RUNNING CLUTCH)

๒. แบบแบนดิกไดร์ฟ (BENDIX DRIVE)

๑. แบบโอเวอร์รันนิ่งคลัท (OVER RUNNING CLUTCH) วิธีสตาร์ทของระบบนี้ที่ ๒ อย่าง คือใช้ดึงสตาร์ท และใช้ปุ่มกด หรือสวิทช์กุญแจสตาร์ท

การขับแบบโอเวอร์รันนิ่งคลัทช์ สตาร์ทด้วยวิธีดึงหรือเหยียบ



๑. ตัวสตาร์ทเตอร์ (STARTER)

๒. สลิฟ (SLEEVE)

๓. โอเวอร์รันนิ่งคลัท (OVER RUNNING CLUTCH

๔. เฟืองฟลายวิล (

๕. เพลาสตาร์ทเตอร์ (STARTER SHAFT)

๖. เฟืองขับ (PINION)

๗. สปริง (

๘. สวิทช์ตอทางไฟแบตเตอรี่ (SWITCH)

๙. ต่อไปที่แบตเตอรี่ เพื่อรับกระแสไฟ

หลักการทำงาน จากรูปจะเห็นว่าส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบการขับแบบนี้ ที่เพลาของสตาร์ทเตอร์จะเซาะเป็นร่อง ( ) รอบเพลาไปตามความยาวของเพลา ส่วนที่ตัวโอเวอร์รันนิ่งคลัทช์ ก็จะเซาะเป็นร่องเช่นเดียวกัน และสวมอยู่บนเพลาของสตาร์ทเตอร์ เพราะฉะนั้น โอเวอร์รันนิ่งคลัทช์จะสามารถเลื่อนไปมาตามเพลาได้ แต่จะต้องหมุนไปด้วยกัน ตัวเฟืองขับ ( ) จะติดอยู่กับโอเวอร์รันนิ่งคลัท ตามธรรมดาเฟืองขับจะยังไม่กินกับเฟืองฟลายวิล เมื่อดึงหรือเหยียบคันสตาร์ทนั้นจะทำให้เกิดอาการ ๒ อย่างพร้อมกันคือ

๑. คอสวิทช์ให้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เข้าไปยังสตาร์ทเตอร์ ทั้งนี้ก็เพื่อให้สตาร์ทเตอร์หมุน

๒. พร้อมกันนั้นคันกดสวิทช์จะดันให้สลิฟผลักโอเวอร์รันนิ่งคลัท ทำให้เฟืองขับไปกินกับเฟืองฟลายวิล ทำให้ขับเครื่องยนต์ให้หมุน เมื่อเครื่องยนต์ติดแล้ว จะปล่อยคันดึงสตาร์ทสวิทช์ไฟจะตัดไม่ให้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เข้าไปยังสตาร์ทเตอร์อีก ทำให้สตาร์ทเตอร์หยุดหมุน ตอนนี้เครื่องยนต์จะเป็นตัวขับสตาร์ทเตอร์และเฟืองขับก็จะเลื่อนห่างจากฟันเฟืองของฟลายวิล

ภายในชุดโอเวอร์รันนิ่งคลัทช์จะมีลูกปืนและสปริงดันอยู่ ในทิศทางที่เพลาขับ ๆ เครื่องยนต์นั้น ตัวโอเวอร์รันนิ่งคลัทช์จะแน่นกับเพลา และหมุนไปพร้อม ๆ กับเพลา เนื่องจากการทำงานของลูกปืน แต่เมื่อเครื่องติดแล้ว เครื่องยนต์จะขับโอเวอร์รันนิ่งคลัทช์ ทำให้โอเวอร์รันนิ่งคลัทช์หมุนฟรีกับเพลาขับได้

โซลินอยด์ที่ใช้กับระบบสตาร์ทแบบเยนคิกไดร้ ... หน้าที่ของโซลินอยด์ในระบบสตาร์ท
ก็คือ เพื่อที่จะให้การต่อระหว่างแบตเตอรี่กับสตาร์ทเตอร์สั้นที่สุดเท่าที่จะสั้นได้ ทำให้เกิดการสูญเสีย
ในทางไฟฟ้าน้อยที่สุด ... ทำให้กระแสไหลได้มากที่สุด และสตาร์ทเตอร์จะมีกำลังมากที่สุดด้วย
โซลินอยด์แบบนี้ประกอบด้วยขดลวดกลวงอยู่ ๒ ... และมีพลันเจอร์ที่สามารถเลื่อนไป – มาได้ภายใน
ตามธรรมดาจะมีสปริงดันให้พลันเจอร์เลื่อนขึ้นเพื่อให้สวิทช์ไม่ต่อกันอยู่เสมอ เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้า
ไปในขดลวดโซลินอยด์จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น และดึงพลันเจอร์ให้เลื่อนลง โดยชนะแรงดันของสปริง
ทำให้สะพานไฟต่อระหว่างขั้วแบต กับขั้วที่ต่อเข้ากับสตาร์ทเตอร์ กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะไหลเข้า
สตาร์ทเตอร์ได้ ... ครบวงจร เมื่อเครื่องยนต์ติดแล้ว จะปิดสวิทช์สตาร์ท อำนาจสนามแม่เหล็กจะหมดไป สปริง
สปริงจะดันให้พลันเจอร์เลื่อนขึ้น วงจรระหว่างขั้วแบตเตอรี่ กับสตาร์ทเตอร์จะขาดลงสตาร์ทเตอร์
จะหยุดหมุน จากหลักการจะเห็นว่าโซลินอยด์แบบนี้จะทำหน้าที่เป็นเพียงสวิทช์ตอนทางเดินของกระแสไฟฟ้า
ระหว่างแบตเตอรี่กับสตาร์ทเตอร์เท่านั้น

๕. การบำรุงรักษาและการตรวจสตาร์ทเตอร์ สตาร์ทเตอร์เป็นมอเตอร์แบบพิเศษ ที่สร้าง
ขึ้นมาเพื่อให้มีกำลังสูง ๆ และกินกระแสไฟมาก และมักจะถูกให้ทำงาน OVER LOAD เสมอ ๆ
แม้ว่ามันจะทำงานเพียงระยะสั้น ๆ ก็ตาม เนื่องจากต้องใช้กำลังและความร้อนเกิดขึ้นสูงมาก เพราะ
ฉะนั้น จึงทำให้รักษาความสึกหรอได้อย่างรวดเร็ว (1) การรักษาสตาร์ทเตอร์วิธีแรกและดีที่สุดก็คือ ควรใช้
สตาร์ทเตอร์ในเวลาอันสั้นที่สุด คือ ใช้เวลาสตาร์ทประมาณ ๔ – ๕ วินาทีต่อครั้งก็พอ ถ้าระบบทุกอย่าง
ของเครื่องยนต์อยู่ในสภาพเรียบร้อย เวลาขนาดนี้ก็เพียงพอที่จะทำให้เครื่องยนต์ติดได้ การทำเช่นนี้
เป็นประจำ จะทำให้ลดการสึกหรอและเวลาในการซ่อมสตาร์ทเตอร์ลงได้มาก การตรวจสตาร์ทเตอร์
ควรกระทำทุก ๕,๐๐๐ ไมล์ แต่ถ้าใช้รถยนต์ในพื้นที่ที่มีฝุ่นมาก ควรถอดสตาร์ทเตอร์ออกมาตรวจที่ระยะ
เวลาอันสั้นกว่านี้ การตรวจสภาพของสตาร์ทเตอร์นั้นก็ได้แก่การตรวจสภาพของแปรงถ่าน, ซีลคอลย
อาร์เมเจอร์, คอมมิวเตเตอร์ และชุดเฟืองขับ เป็นต้น

๑. แปรงถ่าน โดยทั่ว ๆ ไปก็ได้แก่การตรวจการสึก, ผิวหน้าสัมผัสและการรั่ว เป็นต้น
ถ้าแปรงถ่านสึกเกิน ๒/๓ ของความยาวเดิม ควรเปลี่ยนใหม่ ทดลองใช้มือกดและปล่อยสลับกันดูแปรง
ถ่านควรเลื่อนเข้า – ออกได้โดยอิสระ แต่ในทำนองเดียวกันมันจะต้องไม่หลวมในช่องของมันเกินไป
ซึ่งจะทำให้หน้าสัมผัสไม่เรียบ ตรวจดูแปรงถ่านด้วยหลอดตรวจหรือโอห์มมิเตอร์ก็ได้ แปรงที่ลงดิน
จะต้องเป็นดินโดยสมบูรณ์ ส่วนตัวที่ไม่ลงดินจะต้องไม่มีการรั่วเลย ความสะอาดก็เป็นเรื่องที่สำคัญ
เหมือนกัน ส่วนมากแปรงถ่านมักจะเลอะด้วยน้ำมันเครื่องและฝุ่นหรือเขม่า จัดการล้างให้สะอาดด้วย
น้ำมันเบ็นซิน และเช็ดให้แห้งจึงค่อยทำการตรวจ

๒. สปริงกดแปรงถ่าน ให้ตรวจดูรอยไหม้และความเป็นสปริงของมัน ถ้าปรากฏว่ามี
รอยไหม้ให้จัดการเปลี่ยนใหม่ เพราะนั่นแสดงว่าสปริงเสียความแข็งแล้ว ความแข็งของสปริงมีผลต่อ
สตาร์ทเตอร์มาก ถ้าหากว่าสปริงอ่อนไป แปรงจะสัมผัสกับหน้าคอมมิวเตเตอร์ไม่สนิท ทำให้เกิดการ

ระบบการขับแบบโอเวอร์รันนิ่งคลัทช์ ถ้าไม่ใช้สตาร์ทด้วยวิธีดึง ก็อาจใช้วิธีกดปุ่มสตาร์ท หรือสตาร์ทด้วยกุญแจก็ได้ แต่ต้องใช้โซลินอยด์ชนิดที่ใช้กับสตาร์ทแบบนี้โดยเฉพาะ

โซลินอยด์ที่ใช้กับระบบการขับแบบโอเวอร์รันนิ่งคลัทช์ มีหลักการทำงานดังนี้คือ โซลินอยด์แบบนี้จะประกอบด้วยขดลวด ๒ ชุดคือ โฮลดิ้นคอยล์ และพูลอินคอยล์ ซึ่งมีจำนวนรอบประมาณเท่ากัน และพูลอินคอยล์จะพันด้วยขดลวดที่โตกว่า ขดลวดทั้งสองชุดนี้จะให้กำเนิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมาภายในได้ ตามธรรมดาธรรมชาติจะดันให้สวิทช์หางจากกันอยู่เสมอ เมื่อโซลสวิทช์กุญแจเพื่อสตาร์ทเครื่องยนต์จะทำให้กระแสไฟจากแบตเตอรี่ ไหลผ่านขดลวดโฮลดิ้นคอยล์และพูลอินคอยล์พร้อมกัน เนื่องจากทิศทางไหลของกระแสไปทางเดียวกัน เพราะฉะนั้นจึงทำให้เกิดสนามแม่เหล็กเหมือนกันและก็จะดันชุดพลันเยอร์ให้เลื่อนไปทางขวา จะทำให้เกิดอาการ ๒ อย่างคือ

๑. ดันให้เฟืองขับเลื่อนไปกินกับเฟืองฟลายวีล

๒. ทำให้สวิทช์ต่อกัน

เมื่อสวิทช์ต่อกัน จะทำให้กระแสไฟจากแบตเตอรี่ไหลเข้าสตาร์ทเตอร์โดยตรง (ไม่ผ่านสวิทช์กุญแจ) พร้อมกันนั้นขดลวดพูลอินคอยล์จะ SHOT OUT คือไม่มีกระแสไหลผ่าน ขดลวดเหลือโฮลอินคอยล์อย่างเดียวก็พอเพียงที่จะดึงให้พลันเยอร์ต่อสวิทช์ได้

เมื่อเครื่องยนต์ติดแล้ว จะหยุดสตาร์ท (ปิดสวิทช์กุญแจ) กระแสไฟจากแบตเตอรี่จะไหลผ่านสวิทช์ (ขั้วบวกที่นั้นสวิทช์ยังต่อกันอยู่) ผ่านขดลวดพูลอินคอยล์และไฟครบวงจรที่โฮลอินคอยล์ ขณะนี้จะเห็นว่ากระแสไฟที่ไหลผ่านพูลอินคอยล์นั้นจะกลับทิศทางกับครั้งแรก ส่วนในโฮลอินคอยล์นั้นจะไหลในทิศทางเดิม เพราะฉะนั้นจึงทำให้เกิดการหักล้างกันในทางสนามแม่เหล็ก สปริงดันพลันเยอร์กลับไปอยู่ตำแหน่งเดิม สวิทช์ก็จะห่างออก กระแสไฟจากแบตเตอรี่จะไหลเข้าสตาร์ทเตอร์ไม่ได้ สตาร์ทเตอร์ก็จะหยุดหมุน

๒. แบบเบนดิกไดร์ฟ (BENDIX DRIVE) ระบบการขับเครื่องยนต์แบบเบนดิกไดร์ฟนี้ เฟืองขับจะเลื่อนไปกินกับเฟืองของฟลายวีลโดยใช้แรงเฉื่อย

หลักการทำงาน เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปในสตาร์ทเตอร์ เพลาของสตาร์ทเตอร์จะหมุน และทำให้เพลาขับหมุนด้วย ทำให้เฟืองขับซึ่งกินอยู่กับเฟืองที่หนอนบนเพลาขับ ถูกเหวี่ยงออกไปด้วยแรงเฉื่อย และแล้วเฟืองขับก็จะกินเข้ากับเฟืองฟลายวีล ทำให้ขับเครื่องยนต์ให้หมุนได้ เมื่อเครื่องยนต์ติดแล้วจะหยุดสตาร์ท นั่นคือจะหยุดปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังสตาร์ทเตอร์ ทำให้สตาร์ทเตอร์หยุดหมุน เพราะฉะนั้น ขณะนี้เครื่องยนต์ก็จะเป็นตัวขับเฟืองสตาร์ท ซึ่งเครื่องยนต์ขับเฟืองสตาร์ทเตอร์ซึ่งเป็นอาการกลับกันกับครั้งแรก จะทำให้เฟืองขับถอยกลับไปตามเฟืองตัวหนอน และในที่สุดก็ไม่กินกับเฟืองฟลายวีล สตาร์ทเตอร์ก็จะหยุดนิ่ง

ระบบการขับแบบเบนดิกไดร์ฟนี้ สตาร์ทได้โดยใช้สวิทช์กุญแจหรือปุ่มกด และใช้ร่วมกับโซลินอยด์เสมอไป แต่โซลินอยด์แบบนี้จะไม่เหมือนกับแบบโอเวอร์รันนิ่งคลัทช์

กระโดดของไฟและจียกำลังไป แต่ในทำนองเดียวกัน ถ้าสปริงแข็งเกินไปจะทำให้ทั้งคอมมิวเตเตอร์และปรงสึกอย่างรวดเร็ว

๓. ฟิลคอล์ย ฟิลคอล์ยของสตาร์ทเตอร์เป็นชนิด SERIES เพราะฉะนั้น ถ้าฟิลคอล์ยชอร์ทรอบแม้แต่เพียงรอบเดียว หรือเกิดการรั่วลงดินได้ จะทำให้สตาร์ทเตอร์นั้นไม่มีกำลังทันที ตรวจดูผ้าพันฟิลคอล์ยจะต้องไม่ขาด ถ้าขาดให้จัดการรื้อออกมาทำใหม่ หลังจากนั้นอาบด้วย V.RNICH และอบให้แห้งสนิท จึงประกอบ

๔. ขั้วแม่เหล็ก จะต้องยึดให้แน่นสนิทกับโครงสตาร์ทเตอร์ ตรวจดูสกรูที่ยึดขั้วแม่เหล็กด้วย ถ้าหลวมให้หมุนสกรูยึดขั้วแม่เหล็กให้แน่น มิฉะนั้นจะทำให้อาร์เมเจอร์ถูกับขั้วแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้สตาร์ทเตอร์ไม่มีกำลัง

๕. คอมมิวเตเตอร์ ตรวจความสึกและความไม่กลม ถ้าเห็นว่าไม่เรียบ ควรนำไปกลึงให้เรียบ หลังจากนั้นควรเซาะล่องไมก้าให้ต่ำกว่าคอมมิวเตเตอร์ประมาณ ๑/๓๒ นิ้ว ตรวจดูการรั่วลงดินโดยใช้หลอดไฟตรวจ ถ้าคอมมิวเตเตอร์รั่วลงดินจาจเปลี่ยนเฉพาะคอมมิวเตเตอร์ใหม่ หรือเปลี่ยนอาเมเจอร์ทั้งชุดก็ได้

๖. อาเมเจอร์ ได้แก่การตรวจการชอร์ทรอบของขดลวดที่พันบนอาเมเจอร์ โดยใช้โกล์เลอร์ และตรวจดูเพลาอาเมเจอร์ว่าคดหรือไม่ โดยนำเอาเพลาอาเมเจอร์จับเข้ากับเครื่องกลึงจับให้ได้ศูนย์

๗. บูชและลูกปืน ถ้าบูชและลูกปืนสึก จะทำให้อาเมเจอร์ขัดถูกับขั้วแม่เหล็กได้ ต้องถอดออกมาใหม่ ควรสังเกตุผิวหน้าของขั้วแม่เหล็กด้วย ถ้ามีลอยขัดสีแสดงว่าบูชสึกจริง เพื่อความแน่ใจลองหมุนเพลาสตาร์ทเตอร์ในบูชและขยับขึ้น – ลง ถ้าหลวมให้จัดการเปลี่ยนใหม่

๘. ชุดของเฟืองขับ ชุดเฟืองขับแบบเบนดิกไดรฟ์ไม่ควรใส่จารบี เพราะจะทำให้ฝืด ควรจะใช้น้ำมันเครื่องอย่างใสหยอดเพื่อการหล่อลื่น เฟืองขับไม่ควรจะให้อยู่ใกล้เฟืองฟลายวีลนัก เพราะจะมีโอกาสทำให้เฟืองขับถูกกับเฟืองฟลายวีลได้ง่าย ข้อบกพร่องของชุดเฟืองขับก็ได้แก่ สปริงขับหัก, เฟืองแตก, และเพลาคด เป็นต้น สำหรับแบบโอเวอร์รันนิ่งคลัชท์นั้นให้ทดลองเลื่อนสลิปไป – มาตามเพลาขับ ซึ่งมันจะต้องเลื่อนไป – มาได้อย่างสะดวก และเมื่อทดลองหมุนเพลาขับดูในทิศทางที่ขับเครื่องยนต์ของชุดโอเวอร์รันนิ่งคลัชท์ จะต้องหมุนไปด้วยแต่ถ้าหมุนกลับกัน โอเวอร์รันนิ่งคลัชท์จะต้องฟรีกับเพลาขับ ถ้าไม่เป็นไปตามข้อนี้แสดงถึงข้อบกพร่อง

๙. สวิทช์สตาร์ท และโซลินอยด์ สวิทช์สตาร์ทหรือโซลินอยเสีย สตาร์ทเตอร์จะไม่ทำงาน วิธีการตรวจมีดังนี้

<u>สำหรับการขับแบบเบนดิกไดรฟ์</u>

ก. หาสายไฟมาต่อระหว่างขั้วทั้งสองของสวิทช์สตาร์ทเข้าด้วยกัน ถ้าสตาร์ทเตอร์ทำงาน แสดงว่าสวิทช์สตาร์ทไม่ทำงาน อาจเสียที่โซลินอยด์หรือขั้วของสตาร์ทเตอร์ก็ได้

ข. หาแอมมิเตอร์ที่มีสเกลการอ่าน ๐ – ๑ แอมแปร์ ต่อมาเป็นอันดับถัดมาของสวิทช์สตาร์ท และเปิดสวิทช์ลองดู เข็มแอมมิเตอร์ควรจะอ่านค่าประมาณ ๓ – ๔ แอมแปร์ ถ้าไม่ได้ตามนี้ ให้เปลี่ยนโซลินอยด์ใหม่

ค. หาโวลท์มิเตอร์ที่มีสเกลอ่าน ๐ – ๒๐ โวลท์ เอาสายหนึ่งของโวลท์มิเตอร์ต่อกับดิน อีกสายหนึ่งต่อเข้ากับขั้วของโซลินอยด์ตรงที่สายสวิทช์สตาร์ทต่อ แล้วเปิดสวิทช์สตาร์ท ถ้าเข็มไม่ขึ้นแสดงแสดงว่าสวิทช์สตาร์ทเสีย

ง. หาโวลท์มิเตอร์มาต่อเช่นเดียวกันกับข้อ (ค) ถ้าสวิทช์สตาร์ทดีเข็มจะชี้จำนวนโวลท์และเมื่อโซลินอยด์ทำงาน คือสวิทช์ต่อเข้ากับขั้วแบตกับขั้วที่ต่อเข้าสตาร์ทเตอร์ แล้วเข็มของโวลท์มิเตอร์จะค่อย ๆ ลดลงจนถึงศูนย์ (๐) ถ้าไม่เป็นไปตามนี้จะต้องเปลี่ยนโซลินอยด์ใหม่

หรือ (จ) เมื่อเปิดสวิทช์ สตาร์ทเตอร์ไม่ทำงาน แต่เมื่อหาสายมาต่อที่ขั้วแบตกับขั้วที่จะต่อเข้าที่สตาร์ทเตอร์ของโซลินอยด์แล้วปรากฏว่าสตาร์ทเตอร์ทำงาน แสดงว่าโซลินอยด์เสียจริง

สำหรับแบบโอเวอร์รันนิ่งคลัทช์ ถ้าเป็นแบบใช้โซลินอยด์ การตรวจให้ทำเช่นเดียวกับแบบเบนดิกไดรฟ์ แต่ถ้าเป็นแบบสตาร์ทด้วยการดึงหรือเหยียบ ถ้าสตาร์ทแล้วสตาร์ทเตอร์ไม่ทำงาน ให้หาสายมาต่อรับไฟที่แบตเตอรี่ เข้ากับขั้วของสตาร์ทเตอร์ ถ้าสตาร์ททำงานแสดงว่าสวิทช์เสีย

การตรวจโดยหาสายต่อระหว่างแบตเตอรี่กับขั้วของสตาร์ทเตอร์นั้น สายจะต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะให้กระแสไฟจำนวนหลายร้อยแอมแปร์ผ่านได้ ถ้าหากสายเล็ก ๆ จะทำให้สายไหม้ เพราะฉะนั้นควรใช้สายขนาดเดียวกับสายของแบตเตอรี่

ข้อขัดข้องของสตาร์ทเตอร์ ข้อขัดข้องนี้ จะมีตามหัวข้อใหญ่ ที่กล่าวต่อไปนี้ คือ สตาร์ทเตอร์ไม่หมุน ไม่มีกำลัง และหมุนเครื่องยนต์ไม่ได้

๑. เครื่องยนต์ฝืดมาก (มักจะเกิดขึ้นหลังจากปรับเครื่องเสร็จใหม่ ๆ) ให้ทดลองหมุนด้วยมือก็จะหรามได้ แต่ถ้าใช้มือหมุนได้ สาเหตุเพราะหัวข้อต่อไปนี้

๒. แบตเตอรี่ไม่มีไฟ หรือมีไฟอ่อน

๓. สายแบตเตอรี่เข้าสตาร์ทเตอร์หลวม – ไม่แน่นหรือหลุด

๔. คอมมิวเตเตอร์สกปรก มีจารบีหรือน้ำมันเครื่อง หรือความสกปรกอื่นติดอยู่ที่ผิวหน้า

๕. แปรงสึกและหลวมในรองมากเกินไป

๖. แปรงค้าง ไม่สามารถเลื่อนเข้า – ออกโดยอิสระหรือแรงกดของสปริงไม่เพียงพอ

๗. เกิดการลัดวงจรของกระแสไฟฟ้าที่ใดที่หนึ่งในสตาร์ทเตอร์ เช่นที่ฟิลคอยล์ แปรงถ่านและที่ขั้ว เป็นต้น

๘. ฟิลคอยล์ตรวจหรอบ

๙. เพลาอาเมเจอร์งอ, บูชสึก ทำให้อาเมเจอร์ถูกกับขั้วแม่เหล็ก

๑๐. ขั้วแม่เหล็กหลวม ยึดไม่แน่น

๑๑. เฟืองขับของสตาร์ทเตอร์ค้าง

สตาร์ทเตอร์มีเสียงดังเกิดจาก

๑. เฟืองแตก, ชำรุด

๒. ยึดสตาร์ทไม่แน่นกับตัวเครื่องยนต์

๓. บูรก หรือลูกปืนรก ทำให้อาเมเจอร์หมุนถูกับขั้วแม่เหล็กได้

๔. เพลาอาเมเจอร์งอ

สตาร์ทเตอร์หมุนแต่เครื่องยนต์ไม่หมุน เกิดจาก

๑. เฟืองขับเลื่อนไม่ถึงเฟืองฟลายวีล เนื่องจากสลิพสกปรกมาก

๒. ชุดของเฟืองขับชำรุด

เฟืองขับไม่กลับเมื่อเครื่องยนต์ติดแล้ว

๑. เฟืองขับค้างกับเฟืองฟลายวีล เนื่องจากสกปรกมาก

๒. ระบบขับของสตาร์ทเตอร์ชำรุด

๓. เสียที่โซลินอยด์ เช่น รอรทรอบที่พูลอินคอยล์ พลันเยอร์ค้าง โฮลอินคอยล์ขาด

การบำรุงรักษามอเตอร์สตาร์ท มอเตอร์สตาร์ท โมวเตอร์ที่เขาพยายามสร้างขึ้นมาเพื่อให้มีกำลังสูง และกินกระแสไฟมาก และมักจะถูกทำงานให้เต็มกำลังอยู่เสมอ แม้ว่ามันจะทำงานเพียงระยะสั้น ๆ ก็ตาม เนื่องจากต้องใช้กำลังความร้อนเกิดขึ้นสูงมาก เพราะฉะนั้นจึงทำให้เกิดการสึกหรออย่างรวดเร็ว การรักษามอเตอร์สตาร์ทที่แรกก็คือ ควรใช้เวลาในการสตาร์ทเครื่องยนต์ให้สั้นที่สุด ข้อ ใช้เวลาในการสตาร์ทประมาณ ๔ – ๕ วินาที ต่อครั้งก็พอ ถ้าระบบทุกอย่างของเครื่องยนต์อยู่ในสภาพเรียบร้อย เวลาขนาดนี้ก็เพียงพอที่จะทำให้เครื่องยนต์ติดได้ การทำเช่นนี้ประจำจะทำให้ลดการสึกหรอและเวลาในการชุบมอเตอร์สตาร์ทลงได้มาก การตรวจมอเตอร์สตาร์ท ควรทำทุกระยะ ๕,๐๐๐ ไมล์ แต่ถ้าใช้รถในพื้นที่ ๆ มีฝุ่นมาก ควรจะถอดออกตรวจที่ระยะเร็วกว่านี้ การตรวจสภาพของมอเตอร์สตาร์ทนั้น ก็ได้แก่การตรวจสภาพของแปรงถ่าน ซึ่งเคยอธิบายมาแล้วในตอนที่ว่าด้วยอาเมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ และชุดเฟืองขับเป็นต้น

๑. แปรงถ่าน โดยทั่ว ๆ ไปก็คือ การตรวจดูการสึกที่ผิวหน้าสัมผัสและการสั้นเป็นต้น ถ้าแปรงถ่านสึกเกิน ๒/๓ ของความยาวเดิม ควรเปลี่ยนใหม่ หลอดใช้มือกดและปล่อยสลับกับดูแปรงถ่านจะเลื่อนเข้า – ออกได้โดยอิสระ แต่ไม่ควรตำนองเดียวกัน มันจะทำให้ไม่หลวมในช่องของมันจนเกินไป ซึ่งจะทำให้หน้าสัมผัสไม่เรียบ การตรวจแปรงถ่านอาจตรวจด้วยหลอดไฟหรือโอห์มมิเตอร์ก็ได้ แปลงที่ลงดิน จะต้องเป็นดินโดยสมบูรณ์ และส่วนที่ไม่ลงดินจะต้องไม่มีการรั่วซึม ความสะอาดเป็นเรื่องสำคัญอีกเรื่องหนึ่ง ส่วนมากแปรงถ่านมักจะสกปรกด้วยน้ำมันเครื่องและฝุ่นเขม่า ซึ่งจะต้องล้างให้สะอาดด้วยน้ำมันเบนซิน แล้วเป่าให้แห้งจึงเริ่มทำการตรวจ

๒. สปริงแผ่นแปรงถ่าน ให้ตรวจดูรอยไหม้และความเปราะบางของมัน ถ้าปรากฏว่ามีรอยไหม้ให้ทำการเปลี่ยนใหม่ เพราะสปริงขาดความแข็งแรงไป ความแข็งแรงของสปริงมีผลต่อมอเตอร์สตาร์ทมาก ถ้าสปริงอ่อนเกินไป แปรงถ่านจะสัมผัสกับหน้าคอมมิวเตเตอร์ไม่สนิท ทำให้เกิดอาการกระโดดของไฟระหว่างแปรงถ่านกับคอมมิวเตเตอร์ และในทำนองเดียวกัน ถ้าสปริงแข็งมากเกินไปก็จะทำให้คอมมิวเตเตอร์สึกเร็ว

๓. ฟิลด์คอยล์ ฟิลด์คอยล์ของมอเตอร์สตาร์ทเป็นแบบขดทุกรอบ เพราะฉะนั้นถ้าฟิลด์คอยล์ชำรุดเพียงรอบเดียว หรือเกิดการรั่วลงดินได้ จะทำให้มอเตอร์สตาร์ทไม่มีกำลังทันที เราจะดูว่าที่ขั้นฟิลด์คอยล์ว่าขาดหรือไม่ ถ้าขาดก็รื้อออกมาขดใหม่ หลังจากที่ขดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ทาด้วยวานิชและอบให้แห้งสนิทจึงประกอบเข้าที่เดิม

๔. ขั้วแม่เหล็ก จะต้องยึดติดแน่นกับโครงของมอเตอร์สตาร์ท ตรวจดูสกรูยึดขั้วแม่เหล็กด้วย ถ้าหลวมให้ขันสกรูยึดขั้วแม่เหล็กให้แน่น มิฉะนั้นแล้วจะทำให้อาเมเจอร์ถูกกับขั้วแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้มอเตอร์สตาร์ทไม่มีกำลัง

๕. คอมมิวเตเตอร์ ตรวจดูความสึกหรอและความไม่กลม ถ้าเห็นว่าไม่เรียบให้นำไปกลึงให้เรียบ หลังจากนั้นควรเซาะร่องใหม่ให้ลึกกว่าระดับคอมมิวเตเตอร์ ๑/๓๒ นิ้ว ตรวจการรั่วลงดินโดยใช้หลอดไฟตรวจ ถ้าคอมมิวเตเตอร์รั่วลงดิน อาจเปลี่ยนคอมมิวเตเตอร์ใหม่ หรือเปลี่ยนอาเมเจอร์ทั้งชุดก็ได้

๖. อาร์เมเจอร์ใช้แกนของสนามแม่เหล็กของขดลวดอยู่บนอาร์มาเจอร์ และลากจูงเพลาอาร์เมเจอร์ว่าเดหรือไม่

๗. บุชและลูกปืน ถ้าบุชหรือลูกปืนสึกจะทำให้อาเมเจอร์เข้าแม่เหล็กได้ คนที่เราจะดออกมาควรมีเกลียวหยาบและขัวแม่เหล็กด้วย ถ้ามีรอยขัดสีแสดงว่าบุชนี้ เพื่อความแน่ใจให้ทดลองหมุนเพลาสตาร์ทเตอร์โดยให้เฟืองสวมอยู่ในบุช และทำการขยับขึ้น – ลง ถ้าหลวมให้เปลี่ยนบุชใหม่

๘. ชุดของเฟืองขับ ชุดเฟืองขับแบบเบนดิกไดร์ฟไม่ควรใช้จารบี เพราะจะทำให้ฝืด ควรจะใช้น้ำมันเครื่องอย่างใสหยอดเพื่อการหล่อลื่น ข้อบกพร่องของชุดเฟืองขับอาจได้แก่ เฟืองขับหัก เฟืองแตก แหลก เป็นต้น สำหรับโอเวอร์รันนิ่งคลัทช์นั้นให้ทดลองเลื่อน สลิพ ไปมา ถ้าเพลาขับทดลองดูมันจะเลื่อนไปมา ได้สะดวก และเมื่อออกหมุนเพลาขับไปในทิศทางที่ขับเครื่องยนต์ ชุดของโอเวอร์รันนิ่งคลัทช์ จะต้องหมุนไปด้วย แต่เมื่อหมุนกลับ โอเวอร์รันนิ่งคลัทช์จะต้องฟรีกับเฟืองขับ ถ้าไม่เป็นไปตามนี้แสดงว่าชำรุด

ข้อขัดข้องของมอเตอร์สตาร์ท

มอเตอร์สตาร์ทไม่มีกำลังและหมุนเครื่องไม่ได้

๑. เครื่องยนต์ฝืดมาก ให้ทดลองหมุนเครื่องยนต์ด้วยมือ ถ้าใช้มือหมุนได้แสดงว่า

๑.๑ แบตเตอรี่ไฟอ่อน

๑.๒ สายแบตเตอรี่ สายมอเตอร์สตาร์ทหลวม หรือไม่แน่น หรือหลุด

๑.๓ คอมมิวเตเตอร์สกปรก

๑.๔ แปรงถ่านสึกหรือหลวมในรองมากเกินไป

๑.๕ แปรงถ่านค้าง ไม่สามารถเลื่อน เข้า – ออก ได้โดยเสรี

๑.๖ เกิดการรั่วของกระแสไฟฟ้าที่ใดที่หนึ่งในมอเตอร์สตาร์ท

๑.๗ เพลาอาร์เมเจอร์คด บุชสึก ทำให้อาเมเจอร์ดูดกับขั้วแม่เหล็ก

๑.๘ ซีลคอยล์ขอร์หลวม

๑.๙ ขั้วแม่เหล็กหลวม

๑.๑๐ เฟืองขับและขอบเตอร์สตาร์ทค้าง

มอเตอร์สตาร์ทมีกำลังแต่

๑. เฟืองขับแตกชำรุด ๒. ยึดสตาร์ทเตอร์ไม่แน่นกับตัวเครื่องยนต์

๓. บุชหรือลูกปืนสึกทำให้อาร์เมเจอร์ดูดกับขั้วแม่เหล็ก ๔. เพลาอาร์เมเจอร์คด

มอเตอร์สตาร์ทหมุนแต่เครื่องยนต์ไม่หมุน

๑. เฟืองขับเคลื่อนไม่ถึงเฟืองฟลายวีล ๒. ชุดเฟืองขับชำรุด

เฟืองขับไม่กลับเมื่อเครื่องยนต์ติดแล้ว

๑. เฟืองขับค้างกับฟลายวีลเนื่องจากฝืดมาก ๒. ระบบรับของมอเตอร์สตาร์ทชำรุด

๓. โซลินอยเสีย เช่น คอยล์หลุดหรือขาดเป็นต้น

ชื่อกระทรวง วิชา ไฟฟ้ารถยนต์

ชื่อเรื่อง ข้อขัดข้องและการแก้ไขของมอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

เนื้อเรื่อง –

ข้อบกพร่อง	สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้	การแก้ไข
เกิดประกายไฟที่แปรงของมอเตอร์หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	๑. แปรงแต่ละชุดวางระยะไม่เท่ากัน	ก. หยุดเครื่อง ตั้งตำแหน่งที่วางแปรงใหม่ให้ถูกต้องโดยการนับซี่คอมมิวเตเตอร์ หรือวัดระยะบนคอมมิวเตเตอร์
		ข. อาจแต่งได้ในขณะที่เครื่องกำเนิดเดินอยู่โดยเลื่อนวงของแปรง จนกระทั่งแปรงด้านหนึ่งเกิดประกายไฟน้อยที่สุด แล้วจึงปรับแต่งอันอื่นๆจนไม่เกิดประกายไฟ
	๒. แปรงไม่ได้วางตรงจุดแนวที่กำเนิด	ก. ให้ขยับเลื่อนวงของแปรงกลับไปกลับมาๆ จนกระทั่งหมดประกายไฟ
	๓. แปรงไม่เรียบ	ข. ก่อนเดินเครื่องให้ปรับแต่งหน้าแปรงให้เรียบ ถ้าแปรงมีอยู่ ๒ อัน หรือมากกว่า ให้ถอดออกมาแต่งทีละอัน
	๔. แปรงวางไม่ได้แนว	ก. ให้แต่งแต่ละอันจนกระทั่งผิวหน้าแปรงอยู่ในแนวเดียวกัน และมีลักษณะเป็นกรอบสี่เหลี่ยมกับคอมมิวเตเตอร์
	๕. แปรงไม่สัมผัสแบบสนิทกับคอมมิวเตเตอร์	ก. ให้ทำความสะอาดคอมมิวเตเตอร์ปราศจากน้ำมัน และเศษผงขี้ฝุ่น เสร็จแล้วตรวจดูการสัมผัสของแปรง
		ข. แต่งสกรูและกำลังดันสปริง เพื่อให้แปรงสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์
	๖. คอมมิวเตเตอร์ชำรุดระเล็กน้อย หรือสึกเป็นร่องหรือริ้วบางๆ หรือเบี้ยวเล็กน้อย	ก. ใช้กระดาษทรายชนิดละเอียดหาบกับคอมมิวเตเตอร์ และรองด้วยไม้แบนที่เว้าเป็นส่วนโค้ง ขัดคอมไปบนผิวคอมมิวเตเตอร์
	๗. คอมมิวเตเตอร์ชำรุดระเป็นร่องหรือริ้วกว้างลึกชำรุดมาก หรือเบี้ยวงกลม	ก. ถ้าหากคอมมิวเตเตอร์ชำรุดมาก ให้ถอดอาเมาเจอร์ออกจากโครงแล้วยกขึ้นเครื่องกลึงปาดให้เรียบหรืออาจจะไม่ถอดก็ได้โดยให้อาเมาเจอร์หมุนอยู่บนเพลาในตัวของมันเอง ใช้เครื่องมือกลึงพิเศษปาดให้เรียบ โดยหมุนอาเมาเจอร์ช้าๆ

ข้อบกพร่อง	สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้	การแก้ไข
		หมายเหตุ ขณะที่ทำการหมุน อาบาเจอร์ควรให้มีระยะเลื่อนตัวไปยังหัวท้ายได้ประมาณ ๑/๑๖ " ถึง ๑/๔ " เพื่อให้คอมมิวเตเตอร์ลื่นเรียบสม่ำเสมอ
	๘.ขี้คอมมิวเตเตอร์โผล่สูงขึ้นมา	ก. ใช้ขอนไม้เคาะแล้งคอมมิวเตเตอร์ให้ขี้ที่สูงยื่นขึ้นมาเข้าที่แล้วจึงกวดสลักฝาอัดที่ปลายให้แน่นหรือมิฉะนั้นก็ใช้ตะไบหรือกลึงปาดออกขี้คอมมิวเตเตอร์ที่สูงขึ้นฝานั้น จะทำให้เกิดเสียงขึ้น ดูสาเหตุที่ ๗
	๙.ขี้คอมมิวเตเตอร์บางขี้ทำยุบลงไป	ก. เจียรนัยหรือปาดกลึงคอมมิวเตเตอร์ลงไปจนเสมอผิวหน้าของขี้คอมมิวเตเตอร์ที่ทำสุด โดยใช้ช่างที่ชำนาญเท่านั้น
เกิดประกายไฟที่แปรงเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	๑.ขี้สนามแม่เหล็กอ่อนกำลัง	ก. ขดลวดสนามแม่เหล็กแตกชำรุดไฟรั่วลงเนื้อเรือนได้ถ้าชำรุดภายนอกให้ซ่อมแก้ไข ถ้าชำรุดภายในให้พันใหม่ ข. เกิดไฟลัดวงจรที่ขดลวดสนามแม่เหล็ก ถ้าเกิดชำรุดภายนอกให้ซ่อมทำ ถ้าเกิดภายในให้พันใหม่ ค. การขันลวดของเครื่องไม่ถูกต้อง หรือ แผ่นเหล็กขำมาประกอบเป็นแกนมีจำนวนไม่ถูกต้อง ไม่มีทางแก้ไขนอกจากเปลี่ยนเครื่องใหม่หรือเปลี่ยนใช้ขั้วอื่นแทน
	๒.มีกระแสไฟฟ้าไหลในอาบาเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากขึ้น ก. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายภาระมากเกินไป ข. ไฟลัดวงจรรั่วลงดินได้ ค. เกิดไฟลัดวงจร	ก. ลดจำนวนดวงโคมแสงสว่างหรือมอเตอร์ที่ใช้ไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นให้น้อยลง ข. ตรวจซ่อมสาย เมื่อซ่อมให้ซ่อมทำให้เรียบร้อย ค. ถ้าไส้กิดลัดวงจร ฟิวส์ขาด ให้หยุดเครื่องตรวจหาตรงที่ชำรุดแล้วซ่อมแก้ไข เปลี่ยนฟิวส์ใหม่ก่อนเริ่มเดินเครื่อง
	ง. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายแรงเคลื่อนมากเกินไป	ง. ก่อนอื่นให้ตรวจดูว่ากระแสไฟที่จ่ายไปถูกต้องและตรวจดูเครื่องขับเคลื่อนเดินด้วยความเร็วที่ถูกต้องแล้วจึงแก้ขดลวดควบคุม ให้แรงเคลื่อนตามต้องการ

ข้อบกพร่อง	สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้	การแก้ไข
	จ.มีกระแสมากเกินไปโดยกระแสที่ไหลในสายหนึ่งคงที่	จ. ตรวจดูเครื่องควบคุม ฯลฯ ต้องมีความต้องการพอเหมาะ
	ฉ. เกิดไฟลัดวงจรในขดลวดอามาเจอร์	ฉ. แก้ไขเช่นเดียวกับสาเหตุที่ ๑๓
	ช. เกิดต่อกรวมขึ้นในขดลวดอามาเจอร์	ช. บังเกิดผลเช่นเดียวกับไฟลัดวงจร ดูสาเหตุที่ ๑๓ ตรวจสอบขดลวดทุกๆขดเพื่อหาการต่อกรวมหรือรั่วลงเนื้อ
เกิดประกายไฟที่แปรงเฉพาะเครื่องมอเตอร์เท่านั้น	๑๒. มีกระแสไฟไหลในมอเตอร์มากเกินไป เนื่องจาก	
	ก. มอเตอร์มีภาระมากเกินไป	ก. ให้ลดจำนวนภาระลงให้พอดีกับกำลังของมอเตอร์ที่ทำได้หรือน้อยกว่า ดูสาเหตุที่ ๓, ๓๕, ๓๖
	ข. มอเตอร์มีความ...มากเกินไป หรือภาระของมอเตอร์มากเกินไป	ข. ตรวจสอบมอเตอร์และที่ภาระ หาต้นเหตุที่เกิดความขัดหรือที่สิ่งกีดขวางอื่นๆ
	ค. เกิดไฟลัดวงจรในอามาเจอร์	ค. แก้ไขเช่นเดียวกับสาเหตุที่ ๑๓
	ง. เกิดต่อกรวมขึ้นในอามาเจอร์	ง. บังเกิดผลเช่นเดียวกับไฟลัดวงจร ดูสาเหตุที่ ๑๓ สอบวัดขดลวดทุกๆขด เพื่อหาการต่อกรวมหรือไฟรั่วลงเนื้อ
เกิดประกายไฟที่แปรงมอเตอร์หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างรุนแรง	๑๓. เกิดไฟลัดวงจรในขดลวดอามาเจอร์ เนื่องจาก	
	ก. เกิดไฟรั่วที่ผิวนอกระหว่างซี่คอมมิวเตเตอร์	ก. ขัดระผงทองแดง, ผงคะกั่วบัดกรี, หรือผงโลหะอื่นๆ ที่สะสมกีดค้างอยู่ในช่องระหว่างซี่คอมมิวเตเตอร์
	ข. เกิดไฟรั่วภายในระหว่างซี่คอมมิวเตเตอร์	ข. ตรวจดูวงแหวนฝาอัดอยู่เป็นอิสระ และมีฉนวนกั้นกับซี่คอมมิวเตเตอร์ ตรวจดูไม่มีผงทองแดงหรือผงถ่านซึ่งอาจเกิดไฟรั่วข้ามระหว่างซี่คอมมิวเตเตอร์ได้
	ค. ไฟลัดวงจรที่ขดลวด	ค. ตรวจดูไฟลัดวงจรที่ขดลวดทุกขดถ้าขยับให้พันขดลวดอามาเจอร์ใหม่
	ง. ขดลวดต่อกรวมกับขดลวดอื่น	ง. จะเกิดผลเช่นเดียวกับไฟลัดวงจร แก้ไขเช่นเดียวกับดูในข้อ ก., ข. ให้ตรวจขดลวดที่จะขดอย่าให้เกิดต่อกรวมหรือรั่วลงเนื้อ
	จ. ขดลวดต่อกรวมกับขดลวดอื่น	จ. ตรวจดูว่าฉนวนกั้นอยู่ที่ช่องแปรงเรียบร้อยและไม่มี

ข้อบกพร่อง	สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้	การแก้ไข
	ค้านคอมมิวเตเตอร์	ผงทองแดง, ถ่าน, น้ำมัน หรือผงฝุ่นเกาะอยู่ อันจะเป็นเหตุให้ไฟรั่วได้
	๑๔. ขดลวดอามาเจอร์ขาดเนื่องจาก	
	ก. ปลายสายขดลวดขาดออกมาจากซี่คอมมิวเตเตอร์	ก. หยุดเครื่องโดยเร็วที่สุด แล้วซ่อมก่อนที่หลวมหรือรอยต่อที่ขาดกับซี่คอมมิวเตเตอร์
	ข. วงขดลวดขาดภายใน	ข. หยุดเครื่อง ถ้าขดลวดขาดภายใน วิธีแก้ไขที่แน่นอนที่สุดคือ การพันขดลวดใหม่ หรืออาจจะซ่อมแก้ไขชั่วคราวโดยปลดสายไฟทั้งสองข้างของขดลวดที่ชำรุดขาดออกจากซี่คอมมิวเตเตอร์ทั้งสองซี่ เสร็จแล้วใช้เส้นลวดที่เรียกว่า จัมเปอร์ต่อระหว่างซี่คอมมิวเตเตอร์ทั้งสองที่กล่าว ในการนี้ต้องตรวจให้แน่นอนว่าไม่มีไฟลัดวงจรหรือลัดกราวน์ที่ผิดเกิดขึ้น ดูข้อ ๑๓
อามาเจอร์ของมอเตอร์หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าร้อน	๑๕. เครื่องทำงานเกินกำลัง	ก. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายกระแสมากเกินไปหรือมอเตอร์มีภาระมากเกินไป ถ้าเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ลดจำนวนหลอดโคมหรือมอเตอร์ที่ใช้อยู่ ถ้าเป็นมอเตอร์ให้ลดภาระลง ดูข้อ ๑๑, ๑๒, ๑๓, ๑๔
	๑๖. เกิดไฟลัดวงจรในอามาเจอร์	ก. โดยทั่วไปแล้วเกิดจากเศษโลหะสิ่งสกปรกติดค้างในระหว่างซี่คอมมิวเตเตอร์ ดูสาเหตุที่ ๑๑, ๑๒, ๑๓, ๑๔
	๑๗. วงจรในอามาเจอร์ขาด	ก. มักเนื่องมาจากแบนด์หลวมหรือขาด ดูสาเหตุที่ ๕
	๑๘. แกนอามาเจอร์เกิดกัดกร่อน	ก. มักเนื่องมาจากขดลวดที่หลวมไปเสียดสีกับขดลวดอีกวงหนึ่ง หรือเสียดสีกับแกนอามาเจอร์ ดูสาเหตุที่ ๑๒, ๑๓
	๑๙. เกิดกระแสไหลวนเวียนในแกนอามาเจอร์	ก. สังเกตุได้จากแกนอามาเจอร์ร้อนกว่าขดลวดเมื่อเดินเครื่องแล้ว เกิดจากการสร้างไม่ถูกต้อง แกนควรทำเป็นแผ่นออกจากกันใหม่
	๒๐. เกิดความร้อนขึ้นในขดลวด	ก. ทำให้แห้งได้โดยใช้ความร้อนแต่พอประมาณ ทำโดยปล่อยกระแสไฟฟ้าจำนวนน้อยผ่านหรือเดินเครื่องช้าๆ ให้เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าแต่เพียงเล็กน้อย
	๒๑. เกิดความฝืด	ก. หินแบริ่งหรือส่วนของเพลาตรงแบริ่งรองรับอาจจะเกิดผลกระทบกระเทือนต่ออามาเจอร์ได้ ดูสาเหตุที่ ๒๒ – ๒๓

ข้อบกพร่อง	สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้	การแก้ไข
ขดลวดสนามแม่เหล็กของมอเตอร์หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารอนจัด	๒๒. กระแสไฟไหลผ่านขดลวดสนามแม่เหล็กมากเกินไป	
	ก. มอเตอร์หรือเครื่องกำเนิดซึ่งเป็นแบบขนาน	ก. ให้ลดแรงเคลื่อนที่จ่ายออกไปโดยลดความเร็ว (เฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเท่านั้น) หรือเพิ่มความต้านทานขดลวดรีโอสตัส โดยใช้ขดลวดเส้นเล็กกว่าแทน หรือใส่ความต้านทานให้เป็นอันดับกับขดลวดสนามแม่เหล็ก
	ข. ในมอเตอร์หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งเป็นแบบอนุกรม	ข. ลดกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดสนามแม่เหล็ก โดยต่อขนานเข้ากับขดลวดสนามแม่เหล็กหรือตัดเอาบางส่วนของสนามแม่เหล็กออก หรือพันขดลวดสนามแม่เหล็กใหม่โดยใช้สายลวดให้เล็กลง
	๒๓. เกิดกระแสไหลวน	ก. แกนขาแม่เหล็กร้อนกว่าขดลวดสนามแม่เหล็กภายหลังที่เดินเครื่องด้วยเวลาเพียงเล็กน้อย เนื่องจากสร้างเครื่องไม่ถูกต้อง หรือมีฉนั้นอาจเกิดกระแสไฟไหลไม่สม่ำเสมอ ถ้าเกิดโดยกรณีหลังให้แก้ไขกระแสไฟให้สม่ำเสมอ
	๒๔. เกิดความชื้นในขดลวดสนามแม่เหล็ก	ก. ถ้าทำการตรวจวัดฉนวนของขดลวดสนามแม่เหล็กแล้วจะเห็นความต้านทานน้อยกว่าปกติอาจไฟลัดวงจรหรือลวดตัวนำอาจจะสัมผัสกับแกนเหล็กของขาแม่เหล็กได้ ถ้าเกิดความชื้นขึ้น ให้อบให้แห้ง ดูสาเหตุที่ ๒๐
ร้อนของมอเตอร์หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	๒๕. น้ำมันหล่อลื่นไม่เพียงพอ หรือน้ำมันเลว	ก. อย่าให้เครื่องแปลกเอาภาระออกหรือถ้าหากแบริ่งร้อนจัดอาจจะเกาะติดกับเพลาที่แบริ่งรองรับ ระบายสิ่งสกปรกออกจากแบริ่งโดยใช้น้ำมันที่สะอาดและใหม่ไหลผ่าน จนกระทั่งอุณหภูมิของแบริ่งเป็นปกติ ทำความสะอาดชักน้ำมันที่เกาะตามผิวคอมมิวเตเตอร์, แบริ่ง และอามาเจอร์ออกให้หมด ถ้าหากเพลาที่แบริ่งรองรับเกิดติด จะต้องถอดส่วนประกอบของเครื่องออก ขัดเพลาให้เรียบ เปลี่ยนแบริ่งใหม่
	๒๖. ฝุ่นหรือขี้เลื่อยในแบริ่ง	ก. ล้างขี้เลื่อยออกด้วยน้ำมันขณะที่เครื่องกำลังหมุนแล้วทำความสะอาดใช้น้ำมันหล่อลื่นใหม่ ต้องคอยระมัดระวัง

ข้อบกพร่อง	สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้	การแก้ไข
		น้ำมันกระเด็นไปเกาะคอมมิวเตเตอร์และของแปรงได้
		ข. ถอดส่วนประกอบของเครื่องทำความสะอาดขัดส่วนของเพลารองรับแบริ่งและแบริ่งแล้วประกอบเข้าที่เดิมตรวจดูว่าสิ่งอื่นๆเคลื่อนไหวได้คล่องและมีน้ำมันหล่อลื่น
		ค. มีขี้ผงในน้ำมันจารบีอัดอยู่ในบอลแบริ่ง ให้ถอดบอลแบริ่งออกทำความสะอาด จนกระทั่งหมดขี้ผง ถ้าผิวของแบริ่งมีสิ่งชำรุดให้ใช้ของใหม่เปลี่ยนแทน เสร็จแล้วประกอบเข้าที่เดิม อัดน้ำมันจารบีที่สะอาดใหม่
	๒๗. ส่วนของเพลาตรงที่รับแบริ่ง	ก. ยกขึ้นเครื่องกลึงปาดให้เรียบ ปาดเอาส่วนที่ร้อน รอยถลอก รอยขีดของเครื่องมือ ฯลฯ ออกเสร็จแล้ว...
	๒๘. แบริ่งคับเกินไป	ก. คลายสลักฝาครอบแบริ่งออกใส่รองๆแล้วกวดสลักเข้าที่เดิมจนหมุนได้คล่อง ถ้ามีความจำเป็นอาจจะขูดขยายแต่งผิวแบริ่งด้วยหรืออาจจะต้องเปลี่ยนเพลาหรือแบริ่งใหม่ก็ได้
	๒๙. เพลาคด	ก. นำเพลาไปดัดหรือยกขึ้นเครื่องกลึงปาดหรือเจียรนัยใหม่จะใส่รองหรือขูด, ควาน ตามความจำเป็นหรืออาจจะต้องเปลี่ยนเพลาหรือแบริ่งใหม่ก็ได้
	๓๐. แบริ่งไม่ได้แนวเดียวกัน	ก. คลายสลักฝาครอบแบริ่งออกเพื่อหาศูนย์ใหม่จนกระทั่งอามาเจอร์อยู่กึ่งกลางระหว่างขาแม่เหล็ก ให้ควานเจาะรูสลักฝาครอบแบริ่งใหม่ แล้วประกอบเข้าที่รูเจาะใหม่
	๓๑. เกิดความกดที่ปลายศูนย์กลางเพลาปุลเลย์หรือปลอกเพลา	ก. ตรวจดูฐานให้ได้ระดับอามาเจอร์ต้องเคลื่อนตัวเลื่อนไปทางหัวท้ายได้เล็กน้อย
		ข. ถ้าไม่สามารถเคลื่อนตัวไปหัวท้ายได้ ใช้ตะไบหรือกลึงปลายเพลาที่รองรับแบริ่งจนเลื่อนตัวไปยังหัวท้ายได้คล่อง
		ก. วางเพลาให้ได้ระดับเดียวกัน และสายพานต้องได้แนวด้วย ทั้งนี้ไม่ต้องการให้เกิดคุลหมุนปลายเพลา เมื่อเครื่องเดินใช้งานเพลาอามาเจอร์สามารถเคลื่อนตัว ขยับเล็กน้อยไปทางหัวท้ายได้คล่อง

ข้อพร่อง	สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้	การแก้ไข
	๓๒. สายพานตึงเกินไป	ก. ให้การะลงมาจนสายพานหย่อนตัวแต่ยังไม่ถึงกับลื่นตัวได้ ถ้าไม่จำเป็นแล้วอย่าใช้สายพานใบแหว่งครึ่งครง
		ข. ให้เปลือกปลูเลย์ที่มีขนาดใหญ่ สายพานที่มีขนาดกว้างและยาวให้ครบหย่อนอยู่บนสายพานที่หมุนอย่างกระชับ และสั่นนั้น จะทำให้แสงที่ตรงไปมีไฟเกิดวูบวาบและกระพริบ
	๓๓. อาร์เจอร์ตั้งไม่ได้ตึงกลางระหว่างขาแม่เหล็ก	ก. แบริ่งชำรุดทำให้วางไม่ได้ตึงกลาง จำเป็นต้องเปลี่ยนแบริ่งใหม่ ดูสาเหตุที่ ๓๐
		ข. ให้แต่งแบริ่งจนศูนย์กลางอาร์เจอร์อยู่ตึงกลางของที่ระหว่างขาแม่เหล็ก ดูสาเหตุที่ ๓๐
		ค. ให้เลื่อนขาแม่เหล็กเข้าหรือห่างออกจากอาร์เจอร์ วิธีนี้ทำยาก แต่สามารถแต่งได้ให้เครื่องไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่
เกิดเสียงดังในมอเตอร์หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	๓๔. อาร์เจอร์หรือปลูเลย์ไม่ได้ศูนย์ถ่วง	ก. การสร้างผิดพลาด อาร์เจอร์และปลูเลย์ควรจะได้สอบหาศูนย์ถ่วงและแก้ไขมาแล้วที่เรียกว่า
	๓๕. อาร์เจอร์เสียดสีหรือกระทบกับขาแม่เหล็ก	ก. ให้ตัดหรือมีเขตลวดที่ยื่นออกมาแล้วทำปลอกรัดให้แน่น
		ข. ตะไบขอบแกนหน้าขาแม่เหล็กตรงส่วนที่อาร์เจอร์เสียดสี ดูสาเหตุที่ ๓๐, ๓๓
	๓๖. ปลอกหรือบาลิตบนเพลากระทบกับหรือเสียดสีกับหีบแบริ่ง	ก. แบริ่งอาจสึกชำรุดหรือหลวม ฉะนั้นควรเปลี่ยนแบริ่งใหม่ ดูสาเหตุที่ ๓๐, ๓๓
	๓๗. สลักยึดฝาแบริ่งหลวม	ก. ต้องหมั่นตรวจดูทุกวันให้สลักยึดทุกตัวกวดให้แน่น
	๓๘. เกิดเสียงที่แปรง	ก. ให้เคี่ยนเครื่องแล้วแต่งหน้าผิวคอมมิวเตเตอร์ให้เรียบด้วยผ้าใบขัดมันเป็นหมอนหรือกระดาษทรายละเอียด
		ข. ขยับแปรงเข้าและออกภายในของแปรงเพื่อให้เรียบมีความกดเบาพอเหมาะเสียงดังก็จะหายไป ดูสาเหตุที่ ๒, ๖, ๗, ๘, ๕, ๓๑
	๓๙. สายพานพุ่นกระชาก	ก. พยายามใช้สายพานชนิดที่ไม่ร้อยต่อ ถ้าหากจำเป็นต้องใช้สายพานชนิดร้อยต่อแล้วปลายที่จะต่อต้องตัดให้ทั้งได้ฉากกับตัวสายพานและต่อด้วยความปราณีต

ขอบกพร่อง	สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้	การแก้ไข
	๔๐. สายพานลื่น	ก. กวดสายพานให้ตึงหรือลดภาระให้น้อยลง ดูที่ ๓๒
	๔๑. เกิดเสียงดังที่ชุดสลิปอาบาเจอร์	ก. ให้เอียงอันหนึ่งที่หน้าขาแม่เหล็กเพื่อไม่ให้อาบาเจอร์ผ่านขอบหน้าขาแม่เหล็กพร้อมกัน ข. ลดอำนาจแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กหรือให้อำนาจแม่เหล็กที่ชุดอาบาเจอร์เพิ่มขึ้น
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนด้วยความเร็วสูงเกินไป	๔๒. เครื่องควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ชักของไม่สามารถที่จะแก้ให้เหมาะกับภาระที่เปลี่ยนแปลง	ก. แก้เครื่องควบคุมความเร็วเครื่องยนต์ให้ถูกต้องเสียใหม่เมื่อภาระเพิ่มขึ้น
มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูงเกินไป	๔๓. มอเตอร์แบบอนุกรมมีกระแสไฟฟ้าให้ขาดเกินไป	ก. ถ้าใช้อยู่กับกระแสไฟที่จ่ายกระแสไฟตรงที่แล้ว ๑. ใส่ขดลวดแบบขนานลงไปเพื่อแต่งให้กระแสไฟไหลในขดลวดสนามแม่เหล็กถูกต้อง ๒. ใช้เครื่องแต่งหรือเครื่องควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ บังคับเส้นแรงแม่เหล็กให้พอเหมาะกับภาระที่เปลี่ยนแปลง ข. ถ้าใช้อยู่กับสายไฟที่มีแรงเคลื่อนที่ตรงที่ ๑. ต่อความต้านทานขึ้นเพื่อลดกระแสลง ๒. ใช้เครื่องแต่งหรือสวิทช์ควบคุมที่ถูกต้อง ๓. เปลี่ยนใช้มอเตอร์ชนิดที่แต่งความเร็วโดยอัตโนมัติ
	๔๔. มอเตอร์แบบต่อขนานมีความเร็วสูงเกินไปเพราะ, ก. ขดลวดความฝืดสนามแม่เหล็กแต่งไว้ไม่ถูกต้อง	ก. แต่งขดลวดความฝืดเสียใหม่ให้ถูกต้อง
	ข. มอเตอร์ได้รับกำลังจากต้นกำลัง	ข. มอเตอร์ต้องได้รับกระแสไฟจากไฟที่มีแรงเคลื่อนถูกต้อง ถ้าไม่เป็นอย่างอื่นใช้ขดลวดความฝืดแต่งให้ถูกต้อง
	ก. มอเตอร์ที่นำมาใช้ไม่เหมาะกับงาน,	ก. ใช้มอเตอร์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับงานนั้น
	๔๕. เครื่องยนต์ชักของไม่สามารถแต่งเปลี่ยนแปลง	ก. แต่งเครื่องควบคุมความเร็วเครื่องยนต์ให้ถูกต้องเสียใหม่ จากไม่มีภาระจนถึงมีภาระเต็มที่

ข้อบกพร่อง	สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้	การแก้ไข
	๔๖. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานเกินกำลัง	ก. หยุดมอเตอร์หรือปลดวงโฮมที่ยังไม่จำเป็นลงเพื่อเนื้อภาระ ดูสาเหตุที่ ๑๑
เตอร์หมุนด้วยความว่ำเกินไป	๔๗. เกิดไฟลัดวงจรในขดลวดอาเมาเจอร์	ก. สาเหตุและการแก้ไข ข้อที่ ๑๓
	๔๘. อาเมาเจอร์เกิดเสียดสีกับขาแม่เหล็ก	ก. สาเหตุและการแก้ไข ข้อที่ ๒๕ – ๓๓
	๔๙. เกิดความฝืด	ก. สาเหตุและการแก้ไข ข้อที่ ๒๕ – ๓๓
	๕๐. เส้นแรงขนานแม่เหล็กอ่อน	ก. สาเหตุและการแก้ไข ดูข้อที่ ๑๐
เตอร์หยุดนิ่งหรือ นด้วยความเร็วต่ำมาก	๕๑. มอเตอร์ทำงานเกินกำลังมาก	ก. สาเหตุและการแก้ไข ดูข้อที่ ๑๒
	๕๒. มอเตอร์ได้รับความฝืดมากเกินไป	ก. สาเหตุและการแก้ไข ดูข้อที่ ๒๕, ๓๓, ๓๕
		หมายเหตุ ขณะที่มอเตอร์หยุดนิ่งหรือเกือบจะหยุดหมุนนั้น ในลักษณะนี้วิสต์อาจจะขาดหรือมีฉนั้นขดลวดอาเมาเจอร์อาจจะไหม้ ถ้าเกิดโดยเหตุนี้ก่อนอื่นให้ปลดสวิทช์จ่ายไปเข้ามอเตอร์ก่อนและหมุนพวงมือขดลวดอยู่ในตำแหน่งเลิกเครื่อง ห้ามสวิทช์จนกว่าจะแก้ไขมอเตอร์เรียบร้อยแล้ว
เตอร์ไม่หมุน	๕๓. วงจรทางไฟของมอเตอร์ขาดเนื่องจาก	
	ก. ฟิวส์ขาดหรือไม่สับสวิทช์	ก. ปลดสวิทช์ตรวจหาข้อบกพร่องจัดการซ่อมแก้ไข ดูข้อ ๑๔
	ข. เส้นลวดตัวนำขาดหรือปลายต่อสายทาง ฯหลุด	ข. ปลดสวิทช์ตรวจหาข้อบกพร่องจักการซ่อมแก้ไข ดูข้อ ๑๔
	ค. แปรงไม่สัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์	ค. ปลดสวิทช์ และแต่งหน้าแปรง ดูข้อ ๕
	ง. ต้นกำลังไฟขัดข้องหรือสถานีจ่ายไฟไม่ส่งไฟมา	ง. ปลดสวิทช์แล้วหมุนคันเร่ไปไว้ในตำแหน่งปลดคอยจนกว่าจะมีกระแสไฟมา
	๕๔. เกิดไฟลัดวงจรในขดลวดสนามแม่เหล็ก	ก. ฉนวนหุ้มสายออขดลวดอาเมาเจอร์ชำรุด มีขี้น้ำมันผงทองแดง; ถ่าน จับอยู่อันเป็นผลให้เกิดไฟลัดวงจรขึ้นได้ การแก้ไขดูข้อ ๑๓
	๕๕. เกิดไฟลัดวงจรในสวิทช์	ก. ปลดวงจรไฟฟ้ากำลังก่อนถึงที่สวิทช์ชำรุด ทำการตรวจด้วยโฮมเตอร์เพื่อหาตำแหน่งที่ไฟฟ้าลัดวงจรและจัดการซ่อมแก้ไข ดูบทว่าด้วยเครื่องควบคุม

ข้อบกพร่อง	สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้	การแก้ไข
มิเตอร์หมุนกลับทาง	๕๖. ต่อสายผิด	๑. ปลดภาระออกจากมอเตอร์แล้วต่อสายใหม่ให้ถูกต้องตามแผนภาพ ถ้าหากไม่มีแผนภาพก็ให้กลับทางสายไฟเข้าอาเจอร์ (ที่แปรง) หรือสลับสายไฟขดลวดแม่เหล็กแล้วมอเตอร์จะหมุนถูกทาง

เนื้อเรื่อง

๑. เรื่องที่สำคัญที่นำมาฝึกสอนเจ้าหน้าที่ขนส่งเทคนิคเกี่ยวกับการเตรียมรถยนต์เพื่อความสำเร็จในการลุยน้ำ ต้องการความเข้มงวดกวดขันในเรื่องการควบคุมการตรวจของเจ้าหน้าที่ทุกคน ที่สมทบไปกับรถกำลังยกพลขึ้นบก

๒. ในระหว่างการเตรียมการหรือก่อนการตรวจก่อนการบรรทุกลงเรือใหญ่ สิ่งที่สำคัญอันหนึ่งที่จะต้องระลึกเสมอว่า ในการยกกำลังขึ้นบกนั้นการปฏิบัติงานของยานพาหนะแต่ละคันต้องแน่ใจได้ ความเชื่ออันนี้จะสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อได้แต่ละคันเจ้าหน้าที่ที่ได้รับการฝึกสอนมาอย่างดี ทำการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง

๓. การเรียนแบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน เริ่มจากการเตรียมการในการลุยน้ำ

ก. ในการสอนขั้นแรกนี้จะสอนเกี่ยวกับส่วนประกอบที่จะนำมาประกอบในการป้องกันน้ำ ซึ่งทำจากวัตถุกันน้ำและเทปกันน้ำ ส่วนประกอบเหล่านี้ จะนำมาประกอบเพื่อลุยน้ำโดยพลขับแต่จะไม่สามารถกันน้ำได้ในระเวลานาน ๆ ครูจะชี้ให้เห็นถึงจุดที่จะต้องทำการตรวจและปรนนิบัติบำรุงเพื่อให้แน่ใจว่าลุยน้ำได้

ข. ในการสอนขั้นที่สอง จะเป็นการสอนเกี่ยวกับการขับรถบนหาดและในน้ำ ขั้นนี้จะเริ่มตั้งแต่เมื่อได้รับคำสั่งจนถึงเมื่อรถเข้าหาดและเข้ามาสู่ฝั่งแผ่นดินแล้ว จะต้องดำเนินการตามขั้นตอนในการเตรียมรถบรรทุกลงเรือใหญ่ ขนถ่ายไปยังเรือลำเรียง ลุยน้ำขึ้นบนหาด และผ่านหาดเข้าไปสู่แผ่นดิน

ค. ขั้นสุดท้ายในการสอน ก็คือการดำเนินการหลังจากที่ได้ลุยน้ำแล้ว และจำทำอย่างไรจึงจะรักษาสภาพรถให้อยู่ในสภาพดีที่สุดหลังจากที่ได้แช่ในน้ำเค็ม

การเตรียมการในการลุยน้ำ

๑. แบตเตอรี่

ก. ก่อนที่จะใช้วัตถุกันน้ำ (อุดซีลหรือพอก) ตามรอยสายไฟหรือขั้วแบตเตอรี่ จะต้องทาด้วยเชลแลค น้ำมันวานิส หรือยางที่ทาแล้วแห้งเร็วเป็นฐานก่อนที่จะทำหรือพอกด้วยวัตถุกันน้ำ

ข. ขั้วแบตเตอรี่จะต้องถอดออกเพื่อทำความสะอาด ถ้าหากชำรุดต้องเปลี่ยนใหม่แล้วขันเข้าที่ให้แน่น

ค. วัตถุกันน้ำใช้ในการป้องกันสนิมจะเกิดจากการที่รอยต่อต่าง ๆ ถูกน้ำเค็ม

ง. ก่อนที่จะใช้วัตถุกันน้ำทาหรือพอก จะต้องทำความสะอาดผิวของส่วนนั้นก่อน และแน่ใจว่าส่วนนั้น ๆ ห้างจนหลังจากทำการซีลจนกระทั่งน้ำไม่สามารถเข้าได้

๒. แผงหน้าปัทม์

ก. ตรวจเกจต่าง ๆ ว่ากระจกไม่แตก ถ้าแตกให้เปลี่ยนเกจนั้น ๆ ใหม่ ส่วนของกระจก

ที่สัมผัสกับโลหะให้ใช้วัตถุกันน้ำซีล

ข. ซีลสวิทสตาร์ท สวิทไฟแสงสว่างและปุ่มเดแตรด้วยวัตถุกันน้ำ

ค. สายที่ต่อจากเกจต่าง ๆ ใช้วัตถุกันน้ำพอกเพื่อกันน้ำ

๓. จานจ่าย

ก. สายลมสำหรับปักน้ำฝนกระจกหน้าขนาด ๑/๔ นิ้ว ยาว ๔ นิ้ว ที่ทำด้วยทองแดง และต่อเข้ากับสายยาง ซึ่งยาวประมาณ ๗ ฟุต จะใช้สำหรับระบายอากาศของจานจ่ายขณะทำการลุยน้ำ การระบายอากาศ เพื่อป้องกันอากาศกลั่นตัวเป็นหยดน้ำทำให้เกิดการชอตในขดลวด

ข. แต่งสายระบายภายนอกให้พอดีกับฝารู ระวังอย่าให้ยื่นเข้าไปมากจนชนกับหัวนำกระจอกหรือให้เกิดหักได้ ขณะสอดสายระบายอากาศเข้าไปต้องทำอย่างระมัดระวัง ใช้วัตถุกันน้ำพอกระหว่างสายระบายอากาศกับฝาจานจ่าย

ค. หลังจากที่ได้ต่อท่อระบายอากาศแล้วใช้วัตถุกันน้ำพอกรอบ ๆ จานจ่าย เพื่อป้องกันน้ำเข้าจานจ่าย

๔. หัวเทียนและสาย

ก. ตรวจหัวเทียนว่าฉนวนที่หุ้มไม่แตกร้าว โดยเฉพาะรอยต่อกับกระเบื้องเคลือบชั้นให้แน่น ตรวจเปลี่ยนสายไฟแรงสูงที่เก่าหรือชำรุด ซีลหัวเทียนและรอยต่อสายไฟด้วยวัตถุกันน้ำ

ข. ใช้วัตถุกันน้ำพอกที่ส่วนบนของคอยล์ ต้องแน่ใจว่าได้ทำการซีลรอยต่อระหว่างรวด

๕. เยนเนอเรเตอร์

ใช้เทปกันน้ำพันรอบเหล็กรองรับสายมัดข้าวต้ม ซีลรอยต่อสายไฟต่าง ๆ ด้วยวัตถุกันน้ำ ใช้เทปกันน้ำพันทางด้านหน้าของเยนเนอเรเตอร์ แล้วพอกด้วยวัตถุกันน้ำอีกครั้งหนึ่ง

๖. คัทเอ้าท์

คัทเอ้าท์เป็นส่วนสำคัญในระบบชาร์ทไฟซึ่งมีการซีลที่ดีอยู่แล้วทั้งตัวเรือนและฐาน มีบ่อยครั้งที่ซีลของคัทเอ้าท์ขาดและทำให้น้ำเข้าคัทเอ้าท์ได้ขณะที่ลุยน้ำ เมื่อจะลุยน้ำให้ใช้วัตถุกันน้ำพอกที่ขั้วและนอตยึดฝาครอบคัทเอ้าท์

๗. สตาร์ทเตอร์

ก. ใช้เทปกันน้ำปิดที่ปลายมัดข้าวต้ม และใช้วัตถุกันน้ำที่ขอบอีกชั้นหนึ่ง

ข. ใช้วัตถุกันน้ำทารอบ ๆ รอยต่อของสายไฟต่าง ๆ เพื่อป้องกันการกัดสนิม

๘. ไฟ

ก. ใช้เทปกันน้ำทารอบเหล็กยึดโคมไฟ ใช้วัตถุกันน้ำทารอยต่อระหว่างกระจกกับโคมไฟ

ข. ใช้วัตถุกันน้ำทารอบสายไฟที่รอดเข้าไปในโคมไฟ

ค. ซีลขั้วต่อไฟที่พวงเหลเลอร์ด้วยเทปกันน้ำและใช้วัตถุกันน้ำทาอีกชั้นหนึ่ง

ง. ซีลรอยต่อสายไฟต่าง ๆ ด้วยวัตถุกันน้ำ

ง. ซีลข้อต่อไฟล่าง ๓ ด้วยวัตถุกันน้ำ

จ. ซีลปุ่มสตอปเปอร์ด้วยเทปกันน้ำแล้วใช้วัตถุกันน้ำพอกอีกชั้นหนึ่ง

ฉ. อาจถอดแคร่เก็บไว้ก็ได้ ถ้าไม่ถอดเก็บต้องมีวิธีป้องกันโดยการพันเทปกันน้ำรอบปากกระปุกแคร่แล้วซีลรอยต่างๆ และรอยต่อของสายไฟด้วยวัตถุกันน้ำ

๙. ถังน้ำมันเชื้อเพลิงและฝา

ก. ฝาถังน้ำมันถ้าขันข้าให้แน่นแล้วจะป้องกันน้ำได้

ข. ตรวจว่ายางที่ถังยังอยู่และไม่ชำรุด ถ้าตรวจพบว่าชำรุดต้องเปลี่ยนใหม่

(๑) ข้อควรระวัง ฝาถังน้ำมันต้องขันให้แน่นก่อนลุยน้ำเท่านั้น ถ้าฝาถังถูกขันให้แน่นและทิ้งไว้ตากแดดหรือปล่อยไว้ข้ามคืนจะเกิดความเสียหาย กล่าวคือน้ำมันจะขยายตัวเข้าไปในน้องยางรี

๑๐. ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

ปั๊มน้ำมันที่ต่อกับเครื่อง และระบายด้วยในด้วยวัตถุกันน้ำ คันปั๊มจะถูกกดลงในขณะที่ทำการสตาร์ท

๑๑. คาร์บูเรเตอร์

ในการซีลคาร์บูเรเตอร์ใช้เทปกันน้ำพันรอบทั้งอัน ในการพันอย่าให้ขัดต่อการทำงานของคาร์บูเรเตอร์ หลังจากพันด้วยเทปกันน้ำแล้วใช้วัตถุกันน้ำพอกรอบ ๆ อีกครั้งหนึ่ง ใช้วัตถุกันน้ำพอกรอบ ๆ ท่อยางที่ต่อจากคาร์บูเรเตอร์เข้ากรองอากาศที่ด้านหัว – ท้าย

๑๒. ปั๊มเบรค

ที่ป้องกันน้ำเข้าเบรค ระบายอากาศจะต้องอุดด้วยวัตถุกันน้ำ และจะต้องเอาวัตถุกันน้ำออกทันทีเมื่อขึ้นจากน้ำแล้ว เพื่อให้เบรคทำงานได้ตามปกติ สวิทช์ไฟเบรคจะต้องซีลด้วยวัตถุกันน้ำ

๑๓. หัวเรือนครัชท์

มีอยู่ ๓ จุดที่น้ำเข้าได้คือ ทางสายครัชท์ ระบายอากาศ และระบายไฟตัวเรือนครัชท์ เราจะต้องตรวจดูว่ารูเหล่านี้เปิดหรือไม่ ถ้าเปิดต้องทำการซีลด้วยวัตถุกันน้ำและเทปกันน้ำ

๑๔. เกียร์

ก. ยกฝาเกียร์กันฝุ่นขึ้นแล้วใช้เทปกันน้ำพันรอบ ๆ แล้วใช้วัตถุกันน้ำซีลรอบ ๆ คันเกียร์

ข. ใช้วัตถุกันน้ำซีลช่องระบายอากาศ ซีลรูระบายอากาศทั้งด้านหน้าและด้านหลัง

๑๕. ที่เติมน้ำมันเครื่อง

ใช้เทปกันน้ำพันรอบ ๆ ฝาครอบท่อเติมน้ำมันเครื่องให้สนิทกับท่อ แล้วใช้วัตถุกันน้ำซีลอีกชั้นหนึ่ง

๑๖. ท่อจากาศดีและเสียง

ก. ในการซีลท่อไอดี ถอดท่ออากาศดีอันเก่าออกจากคาร์บูเรเตอร์ ใช้ท่อยางสวมเข้าที่

ท่ออากาศของคาร์บูเรเตอร์แล้วรัดเข็มขัดให้แน่น แล้วพอกด้วยวัตถุกันน้ำ

ข. สอดท่ออากาศเข้าทางด้านขวาของกระโปรงแล้วติดเข้ากับส่วนบนของกรอบกระจก

ค. พอกส่วนที่เป็นรูด้วยวัตถุกันน้ำ

ง. ท่อไอเสียอะไหล่สามารถนำมาต่อให้ยาวขึ้น แต่ความยาวต้องมากกว่าความลึกของน้ำที่คาดหมายว่าจะลุย

จ. ในการติดตั้งท่อไอเสีย อันดับแรกจะต้องเชื่อมปลายท่อไอเสียให้เป็นหน้าแปลน แล้วทำท่อต่อให้เป็นหน้าแปลนด้วย แล้วต่อเข้าด้วยกันกวดน็อตยึดให้แน่นและใช้แก๊สเย็บขอบ แล้วทำการตรวจว่าป้องกันน้ำได้ ที่ใดมีรูใช้วัตถุกันน้ำซีล

๑๗. สายไฟ และรอยต่อต่าง ๆ

ตรวจดูว่าสายไฟจะต้องไม่ขาด และรอยต่อจะต้องแน่น จงจำไว้ว่า หากส่วนใดส่วนหนึ่งหลงหูหลงตาไม่ได้ทำการซีล อาจทำให้รถเสียในระหว่างที่ทำการลุยน้ำลึก ๆ ได้

สรุป จุดต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องทำการตรวจเช็คคือ

๑. แบตเตอรี่ ๒. แป้งหน้าปัทม์ ๓. จานจ่าย ๔. หัวเทียนและสายหัว
๕. ไดชาร์จ ๖. กิ๊ปเอ้าท์ ๗. สตาร์ทเตอร์ ๘. ไฟ
๙. ฝาถังน้ำมัน ๑๐. ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ๑๑. คาร์บูเรเตอร์ ๑๒. แม่ปั๊มเบรค
๑๓. ตัวเรือนดรัชท์ ๑๔. เกียร์ ๑๕. ที่เติมน้ำมันเครื่อง
๑๖. ท่ออากาศดี และท่ออากาศเสีย

Please show me your hand.

การเลิกการป้องกันน้ำ

๑. สิ่งแรกที่จะต้องทำหลังจากพ้นน้ำแล้วก็คือ การเอาเทปและวัตถุกันน้ำออกจากไดชาร์ท ที่เติมน้ำมันเครื่อง แม่ปั๊มเบรก ฝาแบตเตอรี่และขั้ว และขันสายพายให้ตึง ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะให้ส่วนต่าง ๆ มีการระบายอากาศ และทำงานเป็นปกติ

๒. ลูมยางต้องเติมให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

๓. ทุกส่วนที่ใช้เทปพันและทาด้วยวัตถุกันน้ำจะต้องเอาออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งตรงรอยต่อของสายไฟต่าง ๆ เพราะความชื้นของน้ำเค็มจะทำให้เกิดสนิมซึ่งจะทำให้เกิดไฟช็อต ทำให้รถเสียได้

๔. ตรวจน้ำมันเครื่องว่ามีน้ำปนหรือไม่ โดยการสังเกตุสีของน้ำมันเครื่อง ถ้าหากว่าเป็นสีเทาจนถึงขาวเป็นน้ำนมแสดงว่ามีน้ำปนจะต้องรีบเปลี่ยน ถ้าหากว่าจอดรถไว้กลางดินตรวจการเลยปลั๊กเพราะน้ำหนักน้ำมัน เมื่อเปิดเลยปลั๊กแล้วน้ำจะไหลออกมาแต่เพียงสอง สามหยด แสดงว่าต้องเปลี่ยนน้ำมันเครื่องใหม่ ถ้าหากว่าเปลี่ยนน้ำมันเครื่องต้องเปลี่ยนกรองน้ำมันเครื่องด้วย แต่ถ้าไม่มีกรองน้ำมันเครื่องเปลี่ยนก็ให้ทิ้งกรองน้ำมันเครื่องเก่านั้นทิ้งไป เพราะถ้าใช้กรองอันเก่าอีกน้ำก็จะไหลออกมาจากกรองน้ำมันเครื่องอีก อย่างไรก็ตามถ้าจะเปลี่ยนน้ำมันเครื่องก็จะต้องตรวจให้แน่ใจเสียก่อนว่าปั๊มน้ำมันเครื่องเปลี่ยน

จากกรองน้ำมันเครื่องอีก แต่อย่างไรก็ตามก่อนที่จะเปลี่ยนน้ำมันเครื่องก็จะต้องตรวจให้แน่ใจเสียก่อนว่ามีน้ำมันเครื่องเปลี่ยน

๕. ทำให้สตาร์ทเตอร์แห้ง โดยการสตาร์ทเครื่องไว้สวิทช์อยู่ในตำแหน่งออฟ เพื่อให้ความร้อนไล่ความชื้นออก การสตาร์ทให้สตาร์ท ๑๕ วินาทีต่อครั้ง และทำเช่นนี้ ๔ – ๕ ครั้ง

๖. การทำให้เบรคแห้งในขณะรถเครื่องที่ โดยการเหยียบเบรค ๑๐ วินาที แล้วเว้น ๑๐ วินาที ทำเช่นนี้ ๔ – ๕ ครั้ง และจะต้องทำเช่นนี้ทุกครั้งถึงแม้ว่าจะลุยน้ำตื้นก็ตาม

๗. การล้างรถ ถอดฝาครอบกระจกออกแล้วล้างรถทั้งคันด้วยน้ำจืด เพื่อชำระล้างน้ำทะเลซึ่งจะทำให้เกิดสนิมออก ให้เพ่งเร็งจุดยิวของโลหะที่ไม่ได้ทาสี ซึ่งเป็นจุดอ่อนที่จะทำให้เกิดสนิมได้ง่าย การล้างนี้จะต้องทำการล้างให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเร็วได้ แต่ถ้าไม่สามารถหาน้ำจืดได้ก็ให้ใช้น้ำยาล้างรถ น้ำมันดีเซลหรือน้ำเครื่องก็ได้ โดยการใช้ผ้าชุบแล้วถูให้รอบโดยทั่วตัวรถ

๘. ตากผ้าใบ โดยการผึ่งลมให้แห้งก่อนที่จะใส่ครุมรถ

๙. สถานที่เลิกป้องกันน้ำ จะต้องแจ้งสถานที่ที่จะเลิกป้องกันน้ำหลังจากที่ได้ขึ้นบกแล้ว และถ้าสถานการณ์อำนวยให้ รถทุกคันต้องมาพื้นที่นี้เพื่อเลิกป้องกันน้ำ

๑๐. ท่อต่าง ๆ ที่ติดไว้เพื่อการป้องกันน้ำต้องถอดออก ถ้าไม่ถอดออกแล้วอาจเกี่ยวกิ่งไม้ทำให้เกิดการเสียหายแก่รถเต่ และอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ กรณีของท่อไอเสียอาจเกิดสนิมเร็วถ้าหากว่าปล่อยทิ้งไว้

๑๑. การหล่อลื่น จะต้องมีการหล่อลื่น ณ สถานที่เลิกป้องกันน้ำ เช่น จัดจาระบี ถ่านน้ำมันเครื่อง ฯ ล ฯ การตรวจว่าน้ำเข้าไปในน้ำมันเครื่อง หรือเกียร์นั้น ตรวจได้โดยการดูสีของน้ำมัน

๑๒. พวงมาลัย กระปุกพวงมาลัยเป็นอีกจุดหนึ่งที่น้ำสามารถเข้าได้ต้องว่าลืมจุดนี้

๑๓. การหล่อลื่น ต้องทำการหล่อลื่นรถทั้งคันเพื่อขับไล่น้ำ และทรายที่เข้าไปตามส่วนต่าง ๆ ได้ เช่นข้อต่อต่าง ๆ หูแหนบ คันส่ง ต้องหยอดน้ำมันตามจุดต่าง ๆ ที่สมควรเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความฝืด และสนิม

๑๔. ขั้นสุดท้ายของการเลิกการป้องกันน้ำ เป็นการปรนนิบัติบำรุงในโรงซ่อม ซึ่งจะเป็นหนึ่งวัน หรือสองวัน ซึ่งจะต้องทำการปรนนิบัติบำรุงรถยนต์หลังที่ลุยน้ำ และทำโดยช่างเครื่องยนต์ที่มีความสามารถ การซ่อมนี้รวมถึงการถอดล้อออกล้าง พร้อมทั้งการอัดจาระบีใหม่ ตรวจดูลูกเบรคแต่ละล้อ ตรวจระบบไฟ ปรับเครื่องยนต์ แต่งพวงมาลัย ตรวจล้อ ตรวจเพลาขับ ยอย ขันน็อตต่าง ๆ ให้แน่น ตรวจความเสียหายต่าง ๆ

การขับรถในน้ำและบนทราย

ก. เมื่อหน่วยได้รับคำสั่งให้ทำการยกพลขึ้นบก มีมาตราการหลายประการที่จะต้องกระทำเพื่อที่จะให้สำเร็จการกิจที่ได้รับมอบ แต่มาตราการที่สำคัญ ๓ อย่าง ที่เจ้าหน้าที่ขนส่งจะต้องคำนึงถึงก็คือ

๑. ใช้รถยนต์ที่ดี

๒. มีการปรนนิบัติบำรุงที่ดี

๓. ใช้พลขับที่ได้รับการฝึกฝนอย่างดี

ข. การตรวจรถ จะต้องทำการตรวจรถเพื่อพิจารณาว่าจะใช้รถยนต์คันไหนไปกับกองลาดตระเวนที่หนึ่งและกองลาดตระเวนที่สอง และรถส่วนที่เหลือไปกับส่วนหลัง รถยนต์ที่มีสภาพดีที่สุดให้ไปกับกองลาดตระเวนหน้า การเลือกว่ารถยนต์คันใดดีที่สุดนั้นอาจพิจารณาได้จากสภาพของรถยนต์ หรือดูได้จากประวัติการซ่อมทำของรถยนต์คันนั้น ๆ และในการเลือกรถนี้จะต้องคำนึงถึงชิ้นส่วนที่จะต้องทำการซ่อมทำว่ามีอะไหล่หรือไม่ (เช่น รถยนต์คันที่ดีที่สุดควรมีจุดรองนั่งที่จะต้องทำการซ่อมทำเพียงแห่งเดียว แต่ถ้าไม่มีเครื่องอะไหล่ที่ว่านั้นก็ไม่ควรจะเลือกรถยนต์คันนั้น)

ค. การปรนนิบัติบำรุง ทันทีที่เลือกรถยนต์แล้ว จะต้องทำความสะอาดและทำการปรนนิบัติบำรุงในขั้นต้นระยะ ๑๒,๐๐๐ ไมล์ ทำการพ่นสีและซ่อมใหญ่ เครื่องยนต์จะต้องอยู่ในสภาพดี ทำการถ่ายจาระบี เปลี่ยนน้ำมันเครื่อง ส่วนที่ชำรุดสึกหรอต้องซ่อมทำ หรือเปลี่ยนใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่ต้องซีลเพื่อป้องกันน้ำเข้า และการบรรทุกอุปกรณ์จะต้องระลึกเสมอว่าบรรทุกได้ ๓/๔ ของน้ำหนักที่กำหนดไว้เท่านั้น เพราะอุปกรณ์บางชนิดอาจลอยได้ และทำให้เกิดความยากลำบากในการบังคับรถในขณะที่บรรทุกนั้นต้องทำการผูกมัดให้แน่นเพื่อป้องกันการลอย

การขับรถในน้ำนั้น เมื่อเราประกอบเครื่องที่ใช้ป้องกันน้ำแล้วก็จะเป็นส่วนประกอบของรถไป และรถยนต์ก็จะสามารถลุยข้ามน้ำได้ในระยะเวลาอันหนึ่งเท่านั้นโดยที่เครื่องยนต์ไม่ชำรุดเสียหาย แต่อย่างไรก็ตาม การขับรถในน้ำนั้นจะต้องเลือกใช้เกียร์ให้เหมาะสม และอย่าเปลี่ยนเกียร์ในขณะที่ลุยข้ามน้ำ และเมื่อขึ้นบกแล้วจะต้องอุปกรณ์ที่ลุยข้ามน้ำนั้นออกเพื่อป้องกันอันตราย เช่น การเกี่ยวกับกิ่งไม้อันจะเป็นผลทำให้รถยนต์ชำรุด

เมื่อพลขับขับรถจากน้ำขึ้นบกแล้วก็จะพบกับทราย ซึ่งบางที่อาจจะเป็นทรายที่พื้นอ่อน หรือเป็นหลุมเป็นบ่อ ฉะนั้นพลขับจะต้องมีความชำนาญในการเลือกเส้นทางที่จะผ่านพื้นที่ทรายนั้น และจะต้องเลือกใช้เกียร์ให้เหมาะสม ถ้าจำเป็นต้องเปลี่ยนเกียร์ต้องเปลี่ยนอย่างรวดเร็ว และต้องหลีกเลี่ยงการออกรถอย่างรวดเร็ว และการเหยียบห้ามล้อเพื่อหยุดรถโดยทันทีทันใดถึงแม้ว่าพลขับจะมีความชำนาญแล้วก็ตาม ตามธรรมดาการขับรถในทรายจะช่วยให้รถเคลื่อนที่ไปได้ในเมื่อใช้ความเร็วพอประมาณ อย่างไรก็ดีแรงฉุดย่อมจำกัดเพราะว่าพื้นที่ทราย พราะว่าพื้นที่ทรายจะทำให้เกิดการเลี้ยวและลื่น ในขณะเมื่อล้อขับจากแรงหมุนยอมชุดทรายให้ลึกลงไปอย่างรวดเร็ว พลขับจะต้องทราบหรือได้รับคำชี้แจงว่าอย่าได้พยายามนำรถให้พ้นจากหลุมทรายด้วยการใช้รถของตนเองในขณะที่ติดหลุมทรายเพราะจะทำให้ล้อขับจมลึกลงไปอีก และการนำรถขึ้นจากหลุมทรายก็จะลำบากยิ่งขึ้น

การขับในพื้นที่ทรายนั้น เมื่อแรงฉุดเสียไป หัวข้อต่อไปนี้อาจเป็นหัวข้อที่ทำให้เกิดแรงฉุดได้คือ

๑. หลีกเลี่ยงการเปลี่ยนเกียร์ โดยการเลือกเกียร์ให้เหมาะสมในการที่จะผ่านพื้นที่นั้น ๆ

๒. อย่าเร่งรถหยุดไปที่ล้อมีรายข้างบนมักจะอ่อนและข้างล่างมักจะแข็ง ทำให้ล้อข้างขวาแข็งล้อซ้ายหมุนเร็วกว่า เพราะทำให้รถเคลื่อนที่ ในขณะที่รถเคลื่อนที่อยู่ ล้อก็คงจะหมุนเร็วไปข้างหลังปล่อยให้ดูดตัวของมันเองขึ้นมา

๓. เลือกใช้เส้นทางที่พื้นแน่น เพื่อมิให้รถลื่นควรใช้เส้นทางเดียวกับรถคันที่ไปก่อน รางล้อซึ่งจะทำให้ส่วนล่างของรถครูดไปกับพื้นก็ควรจะขับลงทางด้านเดียวและยึดด้านหนึ่งคอยมิให้ แต่อย่างไรก็ตามควรทำในกรณีที่พื้นข้าง ๆ แข็งเท่านั้น เพราะเสียความชำนาญอย่างเดียวเท่านี้ ผู้ขับจะใช้ที่จะเลือกเส้นทางให้เหมาะสมในการขับในพื้นที่ทราย

๔. เพิ่มพื้นที่รองยางขึ้นเพื่อการลดความดันของลมยางลง เพื่อให้ยางมีพื้นที่ในการรับน้ำหนักมากขึ้น

๕. โดยการปรับพื้นที่ใช้ลวดตาข่ายหรือผ้าใบหนา ๆ ปูลงบนพื้นที่ทรายจะยอมทำให้รถสามารถผ่านไปได้ หากการคราดสามารถขึ้นควรให้มีความหนาเพิ่มขึ้นอีก ๑ เท่า หรือถ้าจะทำทรายให้เปียก หรือจะรวมตัวกันเป็นพื้นแน่นขึ้นทำให้สามารถรถผ่านไปได้

การนำรถขึ้นจากพื้นที่ทราย เมื่อรถติดอยู่ในหลุมทราย พลขับหรือคนใดคนหนึ่งต้องลงไปสำรวจพื้นที่บริเวณข้างหน้าหรือทางข้างเพื่อหาพื้นที่แข็งที่อยู่ใกล้ที่สุด เมื่อหาได้แล้วใช้เสียมหรือเครื่องมืออื่น ๆ และพื้นที่มีอยู่ แล้วพิจารณาอย่างรอบคอบว่าจะเดินหน้าหรือถอยหลัง ขุดดินข้างหน้าออก ถ้าจะถอยหลังขุดดินด้านหลังแล้วเอาเสื่อรองให้ได้ระดับกับพื้นยาง ถ้าไม่ทำเช่นนี้จะทำให้รถเคลื่อนที่ไม่ได้

การบรรทุกลงเรือใหญ่

ก. เมื่อบรรทุกลงเรือใหญ่แล้วจะต้องทำการลงรถให้ลึกกับพื้นเรือให้แน่นและควรหาผ้าป้องกันไฟไหม้อันเกิดจากไฟฟ้าลัดวงจร การขนขึ้นเรือหลายวันจำเป็นต้องถ่ายออกเพื่อป้องกันการเกิดไฟไหม้

ข. ระหว่างที่อยู่บนเรือใหญ่ต้องทำการปรนนิบัติบำรุงเพื่อให้รถอยู่พร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา บางอย่างแม้แบตเตอรี่อาจหมดไฟ กรัชท์อาจติด เป็นต้น เพื่อให้รถพร้อมที่จะใช้ได้ตลอดเวลาต้องทำการตรวจรถบ่อย ๆ อย่างเช่น ต้องทำการติดเครื่องยนต์อย่างน้อยอาทิตย์ละครั้ง และต้องกรั้งที่จะให้น้ำมันเครื่องหมุนเวียนแทรกอยู่ตลอดเวลา

การขนถ่าย

ก. ในการขนถ่ายรถบรรทุกไปขึ้นเรือ เช่น แอล.ซี.เอ็ม. หรือยกเข้าไปในโถงของเรือ เช่น เรือสก็อต (แอล.ซี.วี.พี. หรือแอล.ซี.วี.พี.) ก็สามารถออกรถเองไปขึ้นได้เลย

ข. ถ้าจะขนถ่ายจากเรือใหญ่ จะต้องทำการติดเครื่องยนต์ทุกคันเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเข้า

จะต้องปล่อยลมออกประมาณ ๕๐ เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักบรรทุก เป็นอีกอย่างหนึ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาในการปล่อยลมยางว่าควรปล่อยออกเท่าไร การปล่อยลมยางก็เพื่อให้พื้นที่หน้าสัมผัสของยางมีมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ยางจับกับพื้นทราย ฝาถังน้ำมันเชื้อเพลิงจะต้องขันให้แน่นและทำการซีลด้วยวัตถุกันน้ำ ตรวจท่อไอดี ไอเสียว่าไม่รั่ว และพร้อมที่จะติดเครื่องเพื่อขนถ่ายจากเรือใหญ่ไปยังเรือลำเรียง

ค. เมื่อรถยนต์อยู่บนเรือลำเรียงแล้วต้องทำการตรวจท่อต่าง ๆ ว่าชำรุดอันอาจเนื่องมาจากสลิงหรือไม่ ถ้าชำรุดต้องทำการเปลี่ยนใหม่ ก่อนที่จะนำรถลุยน้ำพลขับต้องติดเครื่องและอุ่นเครื่องโดยการติดเครื่องเดินเบาจนกระทั่งเครื่องยนต์เดินเรียบ แล้วไปใช้คันเร่งมือโดยการดึงคันเร่งมือออกมาประมาณ ๓/๔ หรือให้เครื่องยนต์เดินประมาณ ๑,๘๐๐ รอบ/นาที เพื่อกันเครื่องยนต์ดับขณะลุยน้ำ สิ่งที่ต้องดำเนินการอีกอย่างหนึ่งก็คือดึงโช๊คออกมาเล็กน้อยเพื่อให้ส่วนผสมของน้ำมันหนาขึ้น เพราะขณะลุยน้ำเครื่องยนต์จะเย็นและอาจทำให้เครื่องยนต์ดับ การดึงโช๊คช่วยนี้มากน้อยเพียงใดอาจสังเกตุได้จากควันที่ออกจากท่อไอเสียก็ได้ หากควันดำแสดงว่าน้ำมันเหลือจากการเผาไหม้มากเกินไป ในการใช้เกียร์ที่จะขับนั้นให้ใช้เกียร์เดียวเริ่มตั้งแต่ออกจากเรือจนกระทั่งถึงหาด และก่อนที่จะออกจากเรือนั้นให้ใช้เกียร์สโลว์ช่วย

ง. เมื่อรถออกจากเรือเพื่อจะลุยน้ำให้ใช้เบรคและคลัชช่วยในการลงน้ำ การลงน้ำนั้นอย่าพุ่งลงจากแรมเพราะอาจทำให้น้ำเข้ากามท่อต่าง ๆ และอย่าลมอย่าให้เครื่องยนต์ดับ

จ. ขณะที่รถยนต์แล่นอยู่ในน้ำให้ใช้ความเร็วประมาณ ๓ – ๔ ไมล์/ชม. ซึ่งความเร็วนี้เป็นความเร็วที่เร่งไว้ด้วยกันเร่งมือ และความเร็วนี้เป็นความเร็วที่ไม่ทำให้คลื่นพัดเข้าด้านหน้าในขณะที่ลอยอยู่ในน้ำ อย่าเปลี่ยนเกียร์และอย่าใช้คลัชในขณะที่อยู่ในน้ำนอกจากฉุกเฉินจริง ๆ หรือนอกจากจะเลี่ยงเพื่อไม่ให้เครื่องยนต์ดับ ตัวรถต้องเคลื่อนที่ไปตามคลื่น ถ้าฝ่างคลื่นอาจทำให้รถคว่ำได้ ถ้าหากทำได้ควรมีคนเดินนำหน้ารถเพื่อที่จะทราบว่าที่ใดมีหลุม หรือสิ่งกีดขวางใต้น้ำบ้าง ซึ่งคนเดินนำหน้ารถนี้จะต้องอยู่ห่างรถพอสมควรที่จะไม่ขัดขวางความเร็วของรถ ถ้าหากว่าเครื่องยนต์ดับต้องพยายามติดเครื่องทันทีซึ่งอาจต้องดึงโช๊คเพิ่มขึ้นเพื่อให้เครื่องยนต์ติด

ฉ. หลังจากการลุยน้ำได้สิ้นสุดลงแล้ว สิ่งที่ต้องกระทำก็คือต้องเอาเทปและวัตถุกันน้ำออกจากไดชาร์จ และปรับสายพานให้ตึง เอาเทปและวัตถุกันน้ำออกจากขั้วแบตเตอรี่ และฝาจุกแบตเตอรี่ และแม่ปั๊มเบรค บางครั้งในช่วง ๑๐๐ เมตรแรกทรายอาจแข็งและแน่นอาจเปลี่ยนเป็นเกียร์สูงและใช้ความเร็วเพิ่มขึ้นได้ แต่เมื่อถึงบริเวณทรายร่วนจะต้องใช้เกียร์เดียวคือ เกียร์ต่ำ (ห้ามเปลี่ยนเกียร์) และหลีกเลี่ยงการใช้คลัช จนกว่าจะพ้นพื้นที่ชายหาดและเข้าพื้นที่ดินแข็ง ในขณะที่ขับรถอยู่ที่ชายหาดถ้าจำเป็นต้องเลี้ยวเพื่อเปลี่ยนทิศทางให้เลี้ยวด้วยมุมกว้าง ถ้าเลี้ยวด้วยมุมแคบแล้วอาจทำให้รถติดทรายได้ จงระลึกเสมอว่าขณะที่ขับรถในทรายนั้นรถอาจติดได้ถ้าหากว่าขับรถด้วยความเร็วไม่สม่ำเสมอ หรือมีการเปลี่ยนเกียร์บ่อย ๆ ให้เปลี่ยนเกียร์เมื่อเข้าพื้นที่ที่เป็นดินแข็งแล้ว

ช. หลังจากที่พลขับได้ดำเนินการตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ต้องดำเนินการสิ่งเหล่านี้ให้เร็วที่สุดคือ เติมลมยาง กลายฝาถังน้ำมันเชื้อเพลิง ตรวจน้ำมันหล่อลื่นต่าง ๆ แล้วทำการล้างรถตลอดทั้งคันโดยใช้น้ำจืด

การปฏิบัติการยกพลขึ้นบก

๑. กล่าวโดยทั่วไป หลักการทั่วไปในการใช้ยานพาหนะเพื่อปฏิบัติการยกพลขึ้นบก ให้ปฏิบัติตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และปฏิบัติตามคู่มือทางเทคนิคของรถคันนั้น ๆ

๒. การเตรียมการเพื่อขึ้นสู่เรือ ก่อนที่จะนำรถยนต์ขึ้นสู่เรือ ผบ.หน่วยเข้าส่งจะต้องประสานกับ นายทหารการขึ้นสู่เรือ และ นายทหารการบรรทุก ของทางเรือเกี่ยวกับการปฏิบัติในการบรรทุก การขนถ่าย และการดูแลรักษารถยนต์ในขณะที่อยู่บนเรือใหญ่

ยานพาหนะที่ใช้ในการปฏิบัติการฝึกหรือการรบ นอกจากจะต้องปรนนิบัติบำรุงตามระยะเวลาแล้วยังต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้

ก. พับโครงหลังคาเข้ากับตัวรถให้เรียบร้อย

ข. การปรนนิบัติบำรุงส่วนที่ชำรุด โดยเฉพาะปะเก็น และเครื่องกันน้ำที่ถูกถอดออกจะต้องจัดการเปลี่ยนใหม่ หรือประกอบเข้าที่ให้เรียบร้อย

ค. ตรวจและทดสอบ ระบบไฟฟ้า ยางล้อ และแบริ่ง ระบบหล่อลื่น ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง และระบบระบายความร้อนของรถยนต์

ง. เติมน้ำมันไม่เกิน ๓ ใน ๔ ของถังเชื้อเพลิง และประกอบถังอะไหล่ไว้กับยานพาหนะด้วย

จ. ลิ้นปิดการระบายของห้องข้อเสือ ต้องทำงานโดยถูกต้อง

ฉ. สายโซ่และลิ้นปิด ต้องจะไล้ด้วยน้ำมัน และส่วนที่ปั่นโลหะเคลือบด้วยจารบี

ช. ให้พับกระจกบังลมหน้ารถลงถ้าทำได้

ซ. ผูกรัดสัมภาระบนยานพาหนะ โดยความสูงของสัมภาระไม่ควรสูงเกินความสูงของรถคันนั้น

ฌ. ทำเครื่องหายด้วยชอล์กหรือดินสอขาว ไว้ที่กันชนแต่ละด้านของยานพาหนะเพื่อแสดงหมายเลขเรือ ชั้นดาดฟ้าที่เก็บยานพาหนะ หายเลขความเร่งด่วนในการขนถ่าย หมายเลขลำดับในการยกพลขึ้นบก และลบเครื่องหมายดังกล่าวออกเมื่อขนถ่ายยานพาหนะออกจากเรือแล้ว เตรียมยานพาหนะในเรืออื่น ๆ ตามที่ทางเรือกำหนด

๓. การปฏิบัติระหว่างเดินทางไปสู่ที่หมาย โดยการตรวจรถยนต์เพื่อให้มั่นใจว่ารถยนต์นั้น ๆ สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง การเข้าไปทำการตรวจยานพาหนะในที่เก็บนั้นจะต้องติดต่อขออนุญาตจากทางเรือก่อน และให้ทำการตรวจเกี่ยวกับ การป้องกันน้ำของรถยนต์ ภาระรั่วซึมของน้ำมันหรือแก๊สแบตเตอรี่ การยึดครึ่งยานพาหนะว่าอยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ซึ่งตามปกติแล้วเป็นความรับผิดชอบร่วมกันกับทางเรือ

การปรนนิบัติบำรุง ต้องทำการเช็ดถูทำความสะอาดยานพาหนะนั้น ๆ ติดเครื่องยนต์ทุกวัน ๆ ประมาณ ๑๐ นาที หากยานพาหนะนั้นไม่ได้เก็บบนดาดฟ้า ผู้จะขอของออนุญาตจาก ผบ. เรือ ได้รับมอบหมายเสียก่อน และมีการระบายอากาศได้ดี

๔. การลุยน้ำลึก

๔.๑ การลุยข้ามน้ำของรถนั้นจะทำได้ในความลึกที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เป็นไปตามสามารถของรถยนต์นั้น ๆ

๔.๒ เมื่อจะลุยข้ามน้ำจะต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้ คือ

ก. ก่อนลุยข้ามน้ำ ตรวจส่วนประกอบเครื่องที่ติดตั้งลุยข้ามน้ำว่าเรียบร้อย หมุนฝาน้ำมันเชื้อเพลิงไปในตำแหน่งลุยข้ามน้ำ (ปิดให้แน่น) ปล่อยลมยางออกประมาณ ๕๐% ของอัตราดันลมปกติ ดึงคันบังคับเลื่อนลุยข้ามน้ำ

ข. อุ่นเครื่องยนต์จนถึงอุณหภูมิที่ทำงานที่ถูกต้อง

ค. ก่อนลุยข้ามน้ำปรับลิ้นเร่งให้เครื่องยนต์เดินเร็วกว่าปกติและเรียบ และขับด้วยเกียร์ ๑

จ. เมื่อล้อของรถยนต์สัมผัสพื้นทรายทั้งหมด ให้รักษาความเร็วระหว่าง ๓ – ๕ ไมล์ จนถึงหาด ควรหลีกเลี่ยงการใช้เบรค รักษาความเร็วไปข้างหน้าโดยสม่ำเสมอ อย่าเปลี่ยนเกียร์กว่าจะถึงฝั่ง

ฉ. ไม่หันด้านกว้างของรถยนต์เข้าหาคลื่น

ช. รถยนต์ที่มีกว้านหน้าให้ปล่อยสายกว้านไว้ประมาณ ๑๐ ฟุต (ประมาณ ๓ ม.) และวางหรือขดไว้ที่ฝากระโปรง และปลายของสายกว้านวางไว้บนพื้นที่ส่วนหน้าของรถ ทั้งนี้เพื่อสะดวกต่อการลากจูงเมื่อเครื่องยนต์กับ หรือติดหล่ม

ซ. หย่อนกะบะท้ายลง และผูกมัดสัมภาระให้เรียบร้อย