บทที่ 3

การผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมแบบไจโร

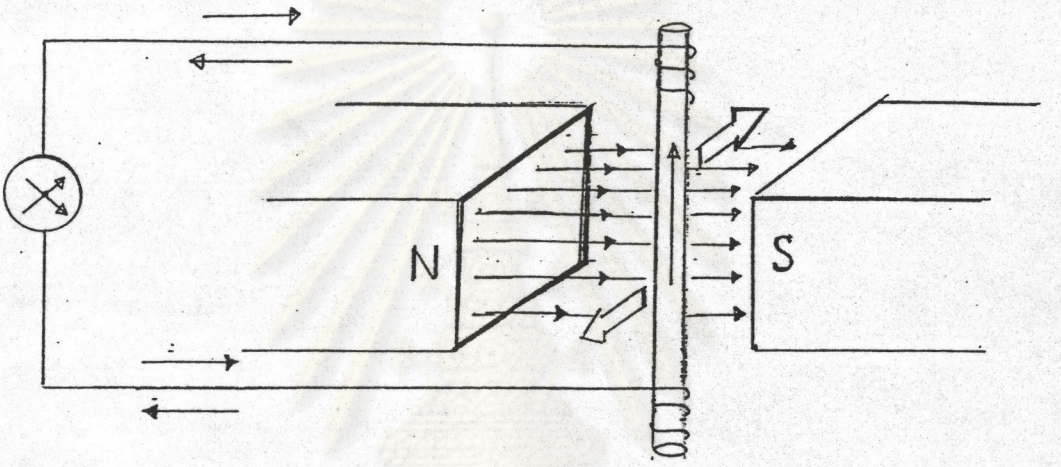
ในการผลิตไฟฟ้าโดยกังหันลมนั้น ไม่สามารถทำได้โดยตรงต้องมีอุปกรณ์ในการเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นพลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยนี้คือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระแสสลับ (Alternating Current Generator) หรือที่เรียกว่า อัลเทอร์เนเตอร์ซึ่งสามารถที่จะผลิตไฟฟ้าได้ที่ความเร็วรอบต่ำๆ และจะมีการจำกัดกระแสอยู่โดยตัวเอง

3.1 หลักการการกำเนิดไฟฟ้า

(Principle of Electricity Generation)

เมื่อนำเอาตัวนำอันหนึ่งไปตัดผ่านเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กจะมีการผลิตไฟฟ้าขึ้นมาจากตัวนำอันนั้นแต่ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในตัวนำอันนั้นจะมีการเปลี่ยนทิศทางเมื่อตัวนำมีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่แต่ถ้านำเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับสนามแม่เหล็ก จะไม่มีการผลิตไฟฟ้าออกมา ซึ่งก็คือ หลักการเบื้องต้นของการผลิตไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



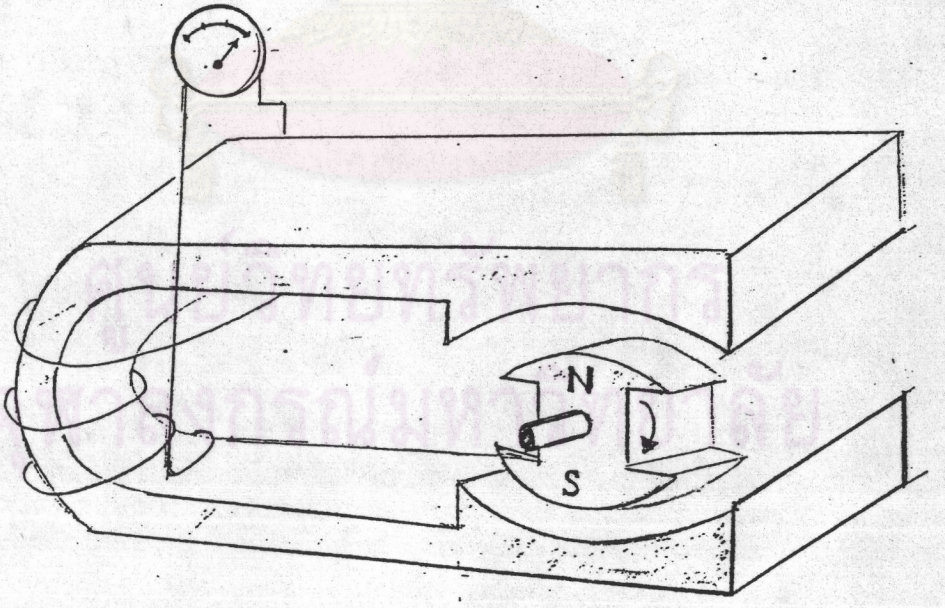
รูปที่ 3.1 แสดงหลักการกำเนิดไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

(Principle of Generator)

หลักของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือ การนำเอาตัวนำไปตัดผ่านเส้นแรงแม่เหล็ก สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับหรืออัลเทอร์เนเตอร์ขดลวดตัวนำที่มีหน้าที่ผลิตแรงดันไฟฟ้าออกมาเรียกว่า ขดลวดสเตเตอร์(Stator Coil) ซึ่งจะติดตายตัวอยู่กับที่ โดยมีทุ่นแม่เหล็กหรือขดลวดซึ่งทำหน้าที่ผลิตสนามแม่เหล็กเรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) แต่เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตออกมาจากขดลวดสเตเตอร์เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ จึงต้องมีอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนกระแสสลับที่ผลิตออกมานี้ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงเสียก่อนก่อนที่จะนำไปใช้งานต่อไป อุปกรณ์ชุดนี้เรียกว่า ชุดแปลงไฟ ซึ่งทำมาจากสารกึ่งตัวนำที่เรียกว่า ไดโอด (Diode)



รูปที่ 3.2 แสดงหลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.3 โครงสร้างของอัลเทอร์เนเตอร์

(Alternator Construction)

โครงสร้างหลักของอัลเทอร์เนเตอร์ประกอบไปด้วย

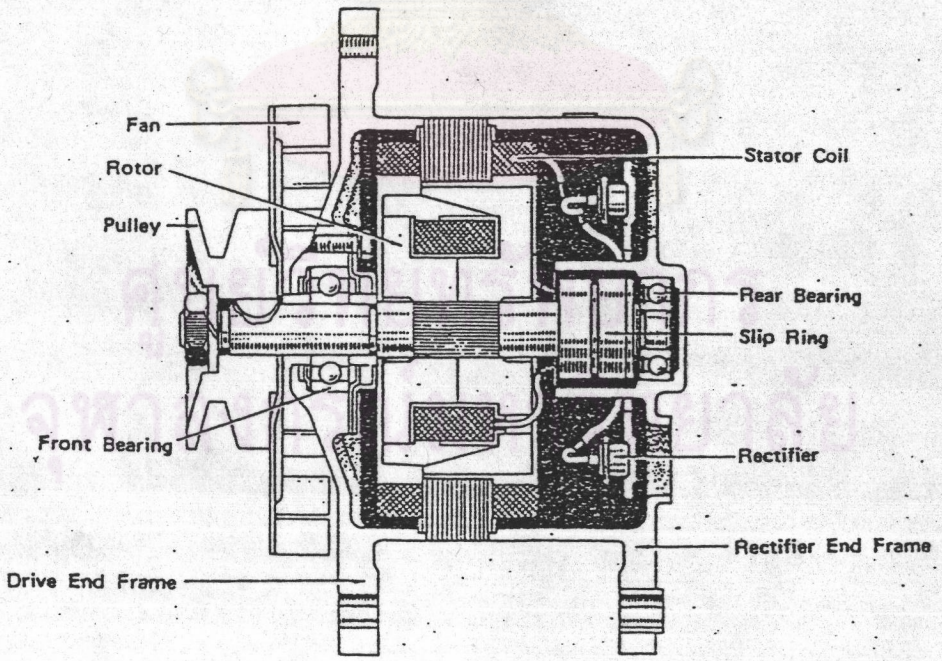
ขดลวดสเตเตอร์ ทำหน้าที่ผลิตกำลังดันไฟฟ้าออกมา

ขดลวดโรเตอร์ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กเพื่อให้เส้นแรงแม่เหล็กไปตัดกับขดลวดสเตเตอร์

ชุดแปลงไฟ ทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟสลับให้เป็นกระแสตรง

วงแหวนสลิปริง ทำหน้าที่เป็นตัวรับกระแสไฟฟ้าจากแปรงถ่านผ่านเข้าไปในขดลวดโรเตอร์เพื่อสร้างสนามแม่เหล็ก

แปลงถ่าน ทำหน้าที่เป็นตัวรับกระแสจาก Power Supply เพื่อส่งผ่านไปยังวงแหวน สลิปริง



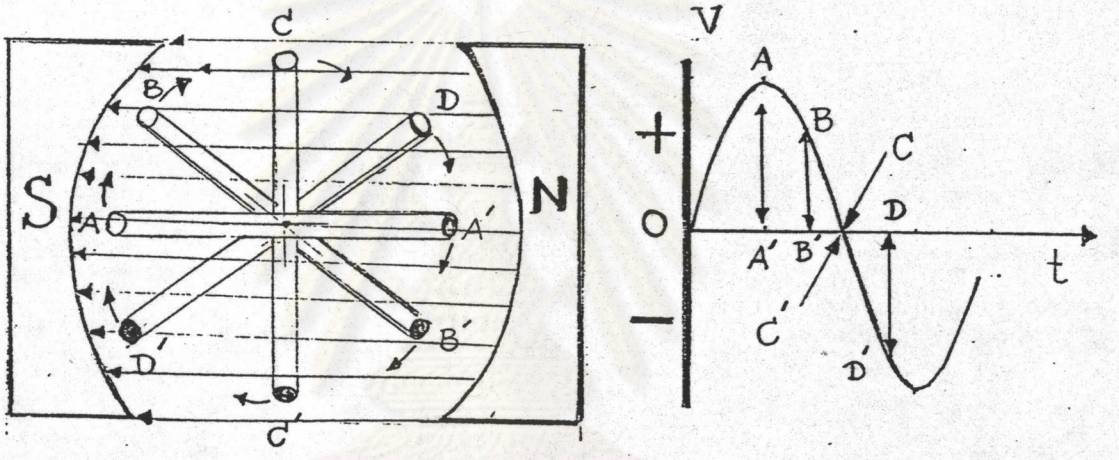
รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างของอัลเทอร์เนเตอร์

3.4 กระแสไฟสลับเฟสเดียว

(Single-phase Alternating Current)

เมื่อนำเอาขดลวดรูปตัวยูไปหมุนตัดผ่านเส้นแรงแม่เหล็ก ทิศทางการไหลของกระแสในขดลวดแต่ละด้านจะมีทิศทางการเกิดขึ้นตรงข้ามกัน แต่อย่างไรก็ตามเพราะว่าตำแหน่งและมุมของตัวนำ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเนื่องจากการหมุนของตัวนำ ทำให้ปริมาณของจำนวนเส้นแรงที่ตัวนำตัดผ่านเปลี่ยนแปลงไปด้วย จึงทำให้ขนาดและทิศทางของไฟฟ้าที่ถูกผลิตขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กัน แรงดันไฟฟ้าที่ถูกผลิตขึ้นมาโดยการหมุนของตัวนำรูปตัวยูภายในสนามแม่เหล็ก จะมีการผันแปรไปอย่างคงที่ตามจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กและมุมของตัวนำที่ตัดผ่านสนามแม่เหล็กกล่าวคือ แรงดันไฟฟ้าที่ถูกผลิตขึ้นได้สูงสุดที่ตำแหน่ง A และ A′ โดยที่ด้าน A จะเป็นขั้วบวกในขณะที่ด้าน A′ เป็นขั้วลบ สำหรับที่ตำแหน่ง C และ C′ จะไม่มีแรงดันไฟฟ้าถูกผลิตขึ้นเนื่องจากตัวนำไม่มีการตัดกับสนามแม่เหล็ก ดังนั้นที่ตำแหน่งนี้แรงดันไฟฟ้าจึงมีค่าเป็นศูนย์และเมื่อตัวนำหมุนต่อไปจนถึงตำแหน่ง D และ D′ ทิศทางของไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเริ่มเปลี่ยนทิศทางโดยที่ด้าน D จะเป็นขั้วลบ และที่ด้าน D′ จะเป็นขั้วบวก ซึ่งเป็นการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



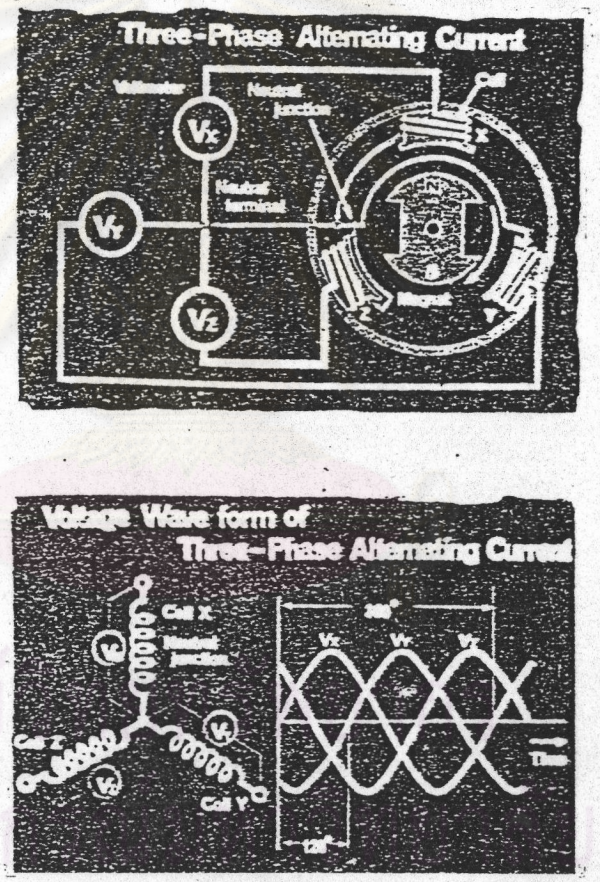
รูปที่ 3.4 แสดงการผลิตกระแสไฟสลับเฟสเดียว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.5 การผลิตไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 3 เฟส

(Three - Phase Alternating Current)

เมื่อนำเอาขดลวดตัวนำ 3 ขด มาวางทำมุมกัน 120° โดยที่แท่งแม่เหล็กหมุนอยู่ภายในระหว่างกลางขดลวดทั้งสาม และนำเอาโวลท์มิเตอร์มาต่อกับขดลวดทั้งสามไว้เพื่อสังเกตุการผลิตไฟฟ้าในขดลวด



รูปที่ 3.5 แสดงการผลิตไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

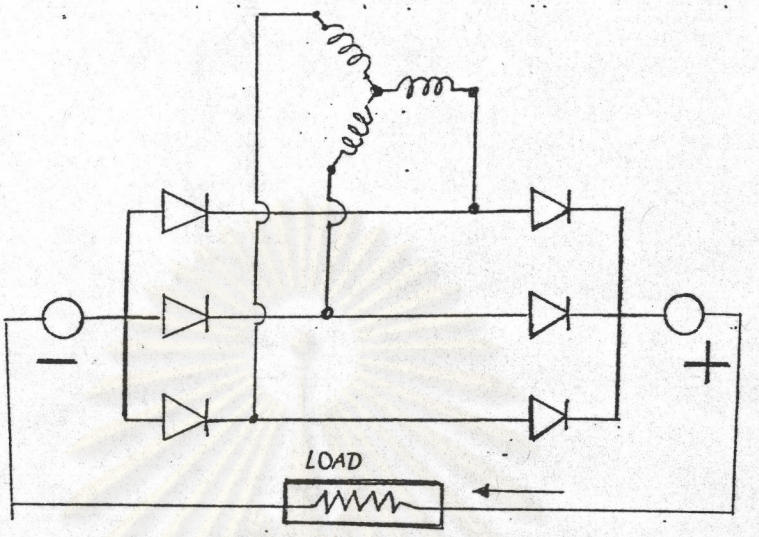
จากการสังเกตการณ์โดยโวลท์มิเตอร์จะเห็นได้ว่า ขดลวดแต่ละขดจะผลิตไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวออกมาในเวลาที่ไม่พร้อมกันแต่จะผลิตออกมาโดยมีช่วงเหลื่อมกัน 120° หรือ 1/3 รอบของการหมุนของแท่งแม่เหล็ก ซึ่งเป็นการผลิตไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

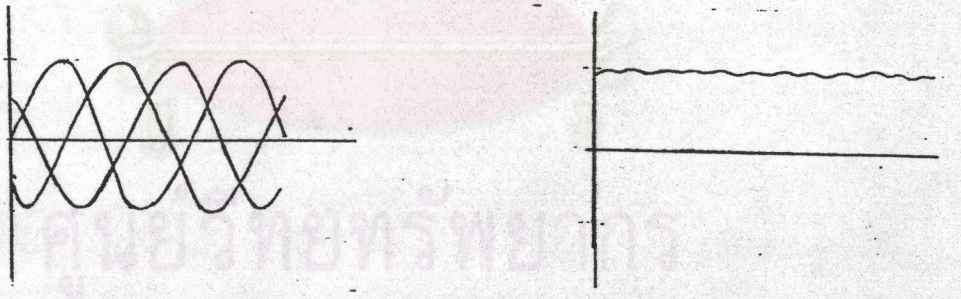
3.6 การแปลงกระแสไฟสลับ 3 เฟส แบบเต็มคลื่น

(Three - Phase Full Wave Rectification)

เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นมาจากขดลวดสเตเตอร์เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้โดยตรง จึงต้องนำไปผ่านอุปกรณ์การแปลงกระแสให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงก่อน อุปกรณ์ที่ใช้แปลงไฟสลับให้เป็นกระแสตรงคือ ไดโอด การแปลงกระแสไฟฟ้าในอัลเทอร์เนเตอร์เป็นการแปลงกระแสแบบเต็มคลื่นทั้ง 3 เฟส โดยใช้ไดโอดจำนวน 6 ตัว โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุด ๆ ละ 3 ตัว ชุดหนึ่งเรียกว่า ไดโอดบวก อีกชุดหนึ่งเรียกว่า ไดโอดลบ จากการตรวจสอบรูปคลื่นของกระแสไฟที่ถูกแปลงจากกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง จะเห็นได้ว่า การแปลงกระแสเต็มคลื่นแบบ 3 เฟส จะให้รูปคลื่นออกมามีความเรียบสม่ำเสมอ โดยกระแสไฟฟ้าที่ถูกแปลงออกมาจะมีความเรียบเกือบเท่ากับไฟฟ้ากระแสตรงจริง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ 3.6 แสดงรูปคลื่นของการแปลงกระแสเต็มคลื่นแบบ 3 เฟส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.7 หลักการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมไจโร

ในการผลิตไฟฟ้าทำได้โดยนำ อัลเทอร์เนเตอร์ ซึ่งมีแกนโรเตอร์ยื่นออกมาเป็นเพลา ทำหัวหมุนติดกับเพลาของอัลเทอร์เนเตอร์ให้มีขนาดโตพอสมควร (ในการทดลองนี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร) จากนั้นนำอัลเทอร์เนเตอร์ไปติดตั้งเข้ากับทางช่วงล่างของระบบกังหัน โดยให้หัวหมุนแนบติดกับล้อยางพอดี เมื่อกังหันหมุนก็จะทำให้ล้อซึ่งยึดติดกับแกนของกังหันหมุนเป็นผลทำให้หัวหมุนหมุนไปด้วย จากนั้นป้อนไฟฟ้ากระแสตรงให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กที่มีขั้วแน่นอน ขณะที่โรเตอร์กำลังหมุนก็จะทำให้สนามแม่เหล็กบนโรเตอร์ตัดกับขดลวดอาร์เมเจอร์ ซึ่งพันอยู่บนสเตเตอร์ ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นภายในขดลวดอาร์เมเจอร์ ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

ในการทดลองนี้ใช้อัลเทอร์เนเตอร์ที่มีชุดแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ ให้เป็นไฟฟ้ากระตรง (Rectifier) อยู่ภายในตัว ดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่ได้จากอัลเทอร์เนเตอร์จึงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย