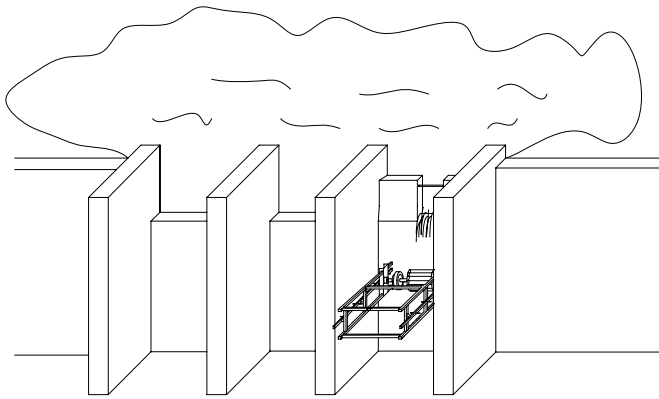


บทที่ 3

การออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

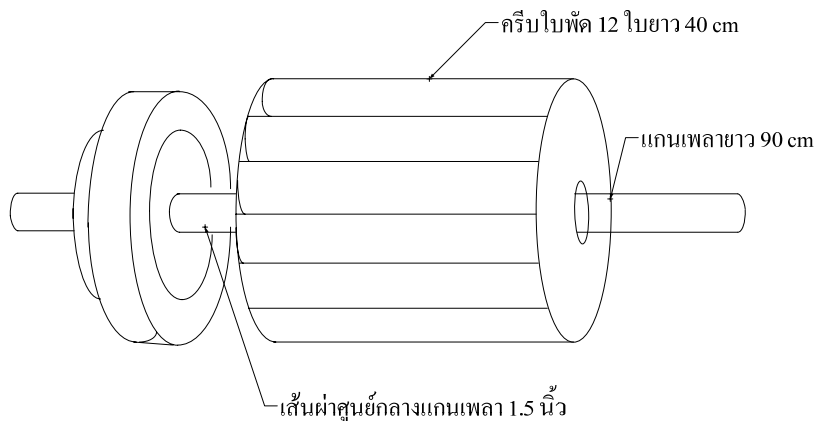
3.1 การออกแบบโครงสร้างกังหันน้ำ

การออกแบบกังหันน้ำจะต้องอาศัยหลักการเคลื่อนที่ของน้ำ แรงดันน้ำบนสันฝายน้ำล้น ขณะที่ไหลอยู่ที่ความสูงของระดับน้ำ ความดันของอากาศภายนอกมาเป็นส่วนประกอบในการสร้างตัวกังหัน



ภาพที่ 3.1 การทำงานของกังหันน้ำ

การออกแบบตัวกังหันและโครงสร้างกังหันแบบแรงกระแทก มีใบพัดรับน้ำ 12 ใบพัด ความยาวกังหัน 0.4 เมตร ใช้แกนเพลาดียวติดตั้งในแนวนอนแกนเพลายาว 0.9 เมตร สำหรับติดตั้งเครื่องกำเนิด ความสูงของกังหันจากพื้นถึงขอบบนของกังหัน 0.45 เมตร ตัวจ่ายน้ำใช้การไหลของฝายน้ำล้น โดยมีความสูงจากสันฝายถึงกังหันมีความสูง 2.5 เมตร เพื่อเพิ่มแรงกระแทกระหว่างน้ำกับกังหันให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังแสดงตามภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 โครงสร้างกังหันน้ำ



ภาพที่ 3.3 ตัวกังหันที่สร้างตามแบบ

3.2 การออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่ออกแบบเป็นชนิดขั้วแม่เหล็กถาวร การพันคอยล์ ขดลวดเป็นแบบฟูลพิกซ์เพราะไม่มีช่องสล็อต ให้ตัวโรเตอร์เป็นตัวทำสนามแม่เหล็กหมุนและให้ตัว สเตเตอร์ทำหน้าที่ผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โดยใช้เรซินเป็นตัวจับยึดคอยล์ขดลวด อาร์เมเจอร์

3.2.1 การออกแบบตัวโรเตอร์

ขนาดที่ได้กำหนด จำนวนขั้วแม่เหล็กจำนวน 12 ขั้วแม่เหล็ก ชนิด นิโอดีเมียม ทำจาก นิโอดีเมียม เหล็ก และ โบรอน ซึ่งมีชื่อเสียงในเรื่องคุณภาพ คุณสมบัติของค่าความคงทนของเส้นแรงแม่เหล็ก และความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กที่ดีเยี่ยม จึงใช้ขั้วแม่เหล็กถาวรขนาด $40 \times 25 \times 10$ มิลลิเมตร รัศมีโรเตอร์ 12 นิ้ว จะได้ขั้วแม่เหล็กวางห่างกัน

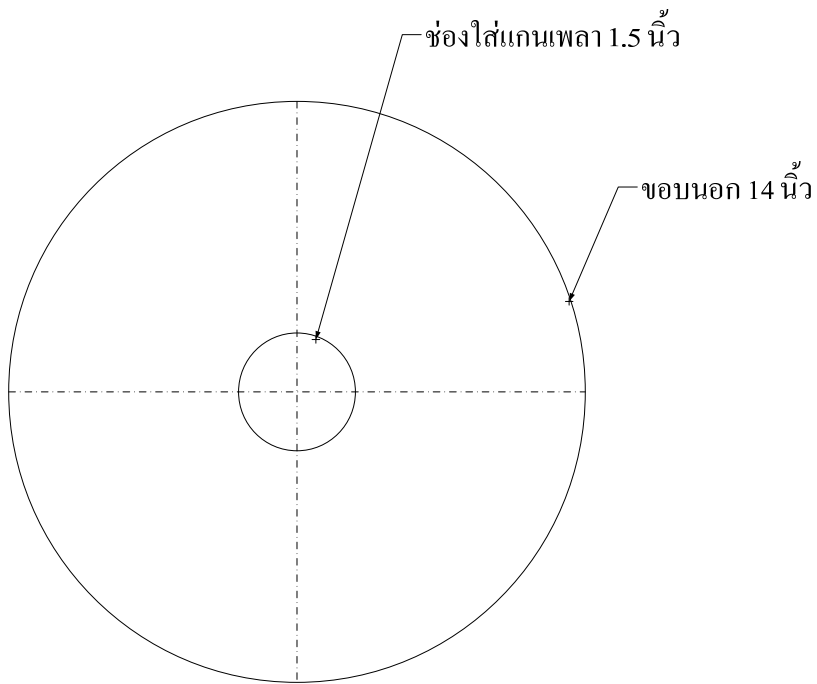
$$\begin{aligned} \text{ระยะการวางขั้วแม่เหล็ก} &= 360^\circ / 12 \\ &= 30 \text{ องศา} \end{aligned}$$

เนื่องจากไม่ทราบขนาดของฟลักซ์แม่เหล็ก จึงทำการทดสอบด้วยการพันคอยล์ด้วย ลวดทองแดง เบอร์ 17 swg จำนวน 160 รอบ ความกว้างของขอบคอยล์ลวดทองแดงที่พัน 25 มิลลิเมตร ความเร็วที่ใช้หมุนโรเตอร์ 300 rpm ซึ่งจะได้แรงดัน 5 โวลต์

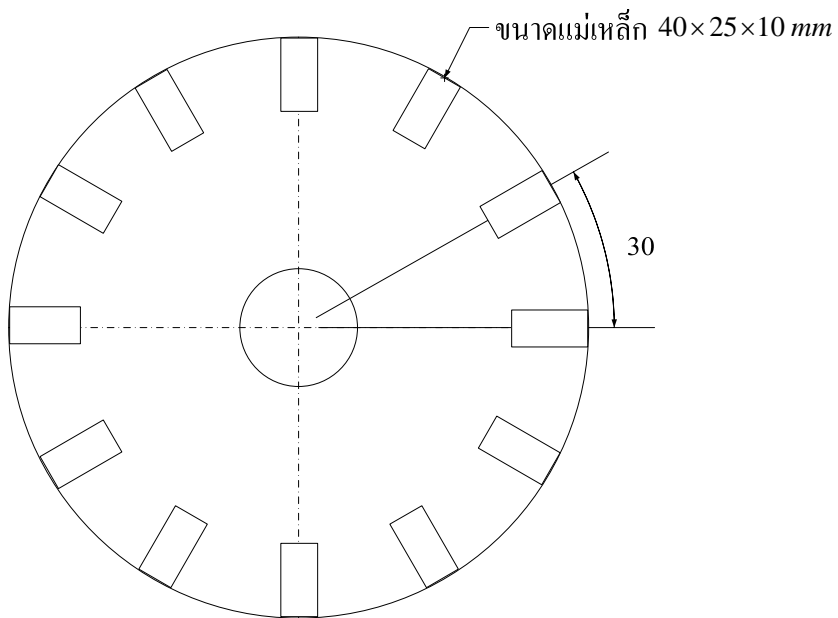
$$\begin{aligned} f &= \frac{N \cdot P}{120} & (3.1) \\ &= \frac{300 \times 12}{120} \\ &= 30 \text{ Hz} \end{aligned}$$

จะได้จำนวนเส้นแรงแม่เหล็ก

$$\begin{aligned} E &= 4.44 \phi N f & (3.2) \\ 5 &= (4.44) \phi (160) (30) \\ \phi &= \frac{5}{21312} \\ &= 0.23 \text{ mWb} \end{aligned}$$



ภาพที่ 3.4 ขนาดแผ่นเหล็กงานโรเตอร์



ภาพที่ 3.5 แบบร่างการติดตั้งขั้วแม่เหล็ก



ภาพที่ 3.6 ทำแบบจำลองใช้ในการติดตั้งขั้วแม่เหล็ก



ภาพที่ 3.7 การติดตั้งขั้วแม่เหล็กบนจานโรเตอร์

ก่อนทำการติดตั้งขั้วแม่เหล็กที่แผ่นเหล็กงานโรเตอร์จะต้องคำนวณหาค่าองศาในการวางขั้วแม่เหล็กอย่างละเอียดตามภาพที่ 3.5 จะเป็นการวางขั้วแม่เหล็กห่างกันที่ 30 องศา แล้ววาดแบบที่ได้ลงบนกระดาษก่อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องจากนั้นนำแบบกระดาษที่ได้มาตัดตามภาพที่ 3.6 แล้วติดทับลงบนแผ่นเหล็กเพื่อติดตั้งขั้วแม่เหล็กตามตำแหน่งที่ตัดกระดาษการติดขั้วแม่เหล็กให้ติด

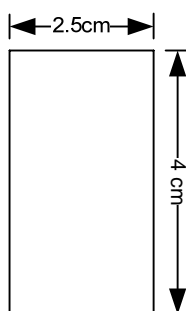
หันหน้าสลับขั้วเหนือขั้วใต้เรียงตามกันไปจากนั้นเทเรชั่นบริเวณช่องว่างระหว่างขั้วแม่เหล็ก เพื่อช่วยจับยึดขั้วแม่เหล็กกับแผ่นเหล็ก จะได้แผ่นจาน โรเตอร์ที่สมบูรณ์ตามภาพที่ 3.7

3.2.2 การออกแบบตัวสเตเตอร์

ตำแหน่งการวางคอยล์ขดลวดอาร์เมเจอร์ที่ตัวสเตเตอร์ อ้างอิงตามความยาวของขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์ จะต้องวางที่ตำแหน่งความยาวรัศมีที่ 14 นิ้ว ความกว้างของคอยล์ขดลวดที่พัน อ้างอิงตามขนาดความกว้างขั้วแม่เหล็กขนาด 25 มิลลิเมตร ความยาวของคอยล์วางในอยู่ที่ 50 มิลลิเมตร กำหนดให้ผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้า 3 เฟส ดังนั้นจะมีคอยล์ขดลวดทั้งหมด 9 คอยล์ โดยแบ่งเป็นเฟสละ 3 คอยล์ แต่ละคอยล์จะวางอยู่ในพื้นที่ $360/9 = 40$ องศา ขนาดของลวดทองแดงที่ใช้เป็นเบอร์ 17 Swg เนื่องจากมีค่า การส่งผ่านกระแสไฟฟ้าสูงสุด อยู่ที่ 4.7 แอมป์ และมีค่า ทนต่อกระแสไฟฟ้าสูงสุด อยู่ที่ 28 แอมป์ กำหนดความเร็วของโรเตอร์ที่ 300 รอบต่อนาที แรงดันที่ต้องการ 15 volt/phase เส้นแรงแม่เหล็ก 0.23 mWb ความถี่ 30 Hz สามารถหาจำนวนรอบของขดลวดได้ดังนี้

$$\begin{aligned} E &= 4.44 \phi f T \\ 15 &= (4.44) (0.23 \times 10^{-3}) (30) T \\ T &= 490 \text{ Turn/Phase} \end{aligned}$$

ใน 1 เฟสจะมี 3 คอยล์ ดังนั้นใน 1 คอยล์จะพันตัวนำทั้งหมด $490/3 = 163 \text{ Turn/ Coil}$



ภาพที่ 3.8 ขนาดของฟอร์มคอยล์

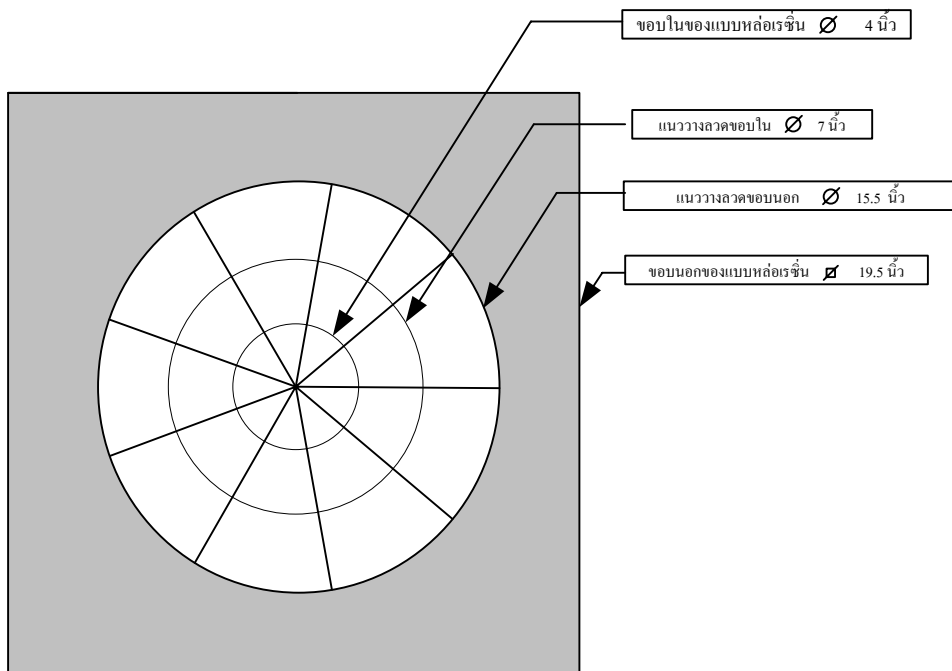


ภาพที่ 3.9 ฟอรั่มคอยล์ที่สร้างขึ้นจากไม้



ภาพที่ 3.10 คอลย์ขดลวดทองแดงที่ได้จากการพันด้วยฟอรั่มคอยล์

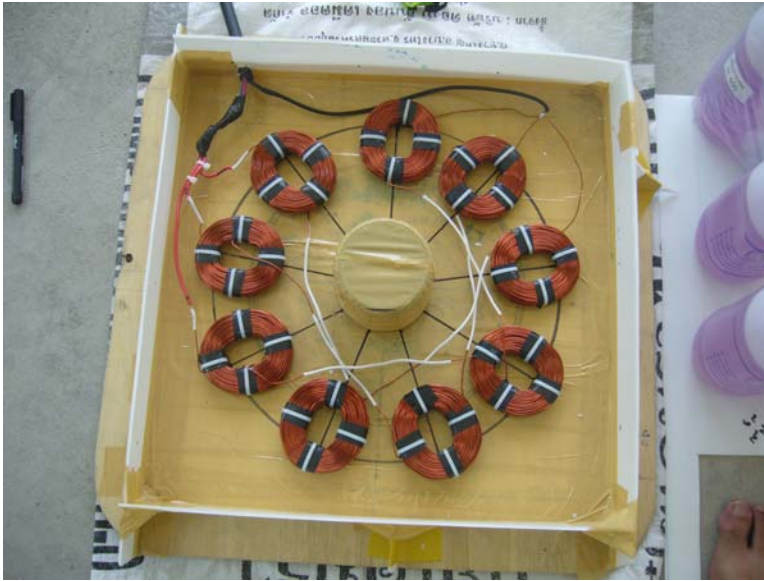
เมื่อพันขดลวดครบทั้ง 9 ขดแล้วต่อไปจะเป็นการสร้างตัวอยู่กับที่ของเครื่องกำเนิด เริ่มต้นจากการสร้างแบบพิมพ์โดยการร่างแบบขึ้นมาก่อนตามรูปที่ 3.11 ต่อจากนั้นใช้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดสร้างตัวแบบพิมพ์ แล้วนำขดลวดที่พันมาติดตั้งตามตำแหน่งที่ร่างไว้แล้วต่อวงจรของขดลวดแต่ละเฟส หลังจากนั้นให้ใช้เชือกสำหรับมัดลวดทองแดง มามัดขดลวดแต่ละขดให้ติดกันแน่นเพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของขดลวดแล้วนำเรซินที่ผสมไว้มาเทลงในแบบพิมพ์ที่สร้างขึ้น



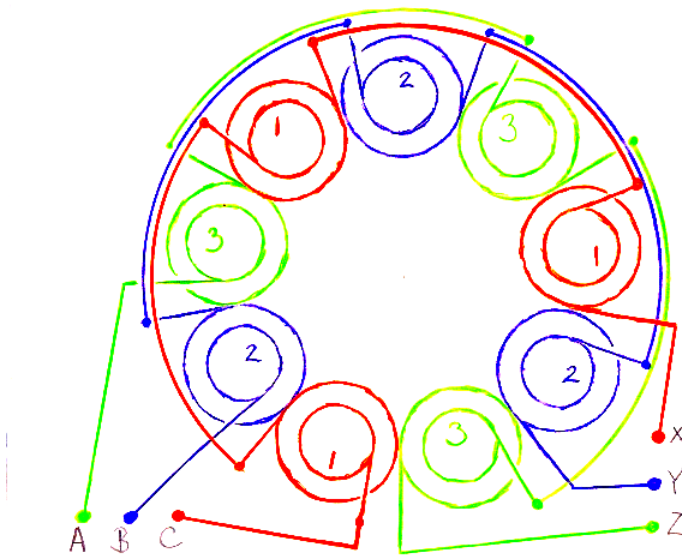
ภาพที่ 3.11 แบบร่างสำหรับสร้างตัวอยู่กับที่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



ภาพที่ 3.12 แบบพิมพ์ตัวอยู่กับที่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับหล่อเรซิน



ภาพที่ 3.13 การวางขดลวดทองแดงในแบบพิมพ์ที่เตรียมไว้



ภาพที่ 3.14 วงจรการต่อขดลวดแต่ละเฟสของตัวอยู่กับที่ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



ภาพที่ 3.15 ตัวอยู่กับที่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลังเทเรซีน



ภาพที่ 3.16 ตัวอยู่กับที่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.2.3 การออกแบบวงจรเรียงกระแส [5]

ใช้วงจรเรียงกระแส 3 เฟสด้วยไดโอด 6 ตัวสำหรับประจุแบตเตอรี่โดยกำหนดแรงดันประจุที่ 15 โวลต์ สามารถคำนวณค่าต่าง ๆ ตามการต่อวงจรที่ 2.3 ได้ดังนี้

$$V_0 = 0.955 V_{m_{L-L}} \quad (3.3)$$

$$15 = 0.955 V_{m_{L-L}}$$

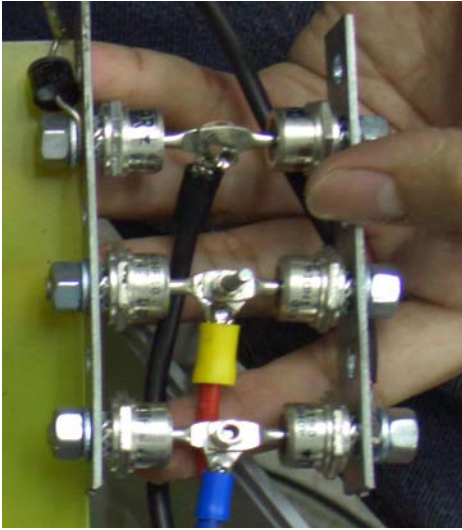
$$\begin{aligned} V_{m_{L-L}} &= \frac{15}{0.955} \\ &= 15.706 \text{ V} \end{aligned}$$

$$V_{m_{L-L}} = \sqrt{2} V_{m_{L-L}} \quad (3.4)$$

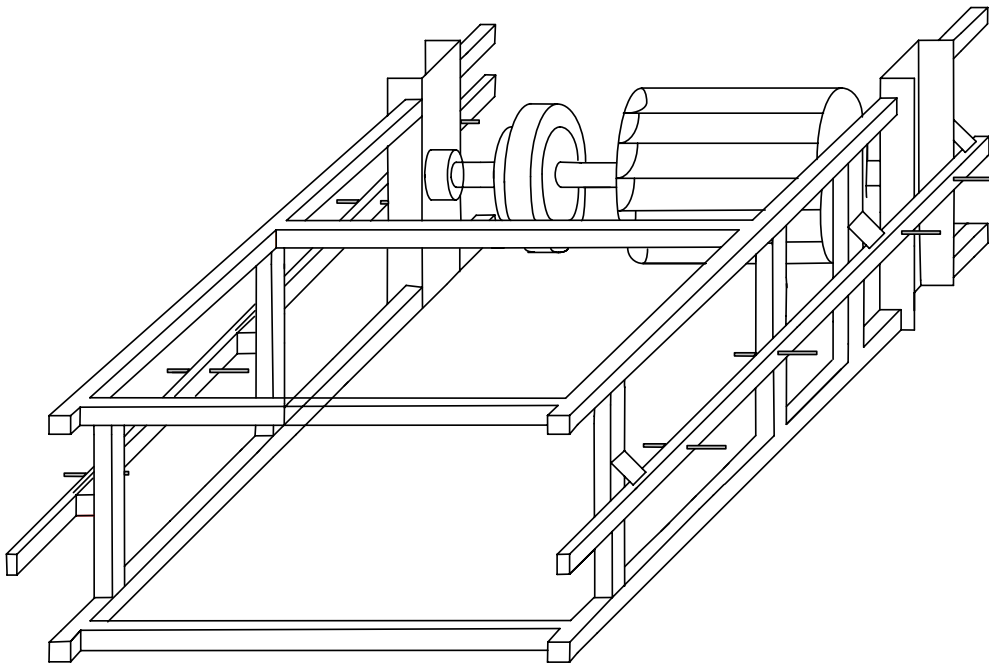
$$\begin{aligned} V_{m_{L-L}} &= \frac{15.706}{\sqrt{2}} \\ &= 11.1058 \text{ V} \end{aligned}$$

$$V_{L-L_{rms}} = \sqrt{3} V_{\rho_{rms}} \quad (3.5)$$

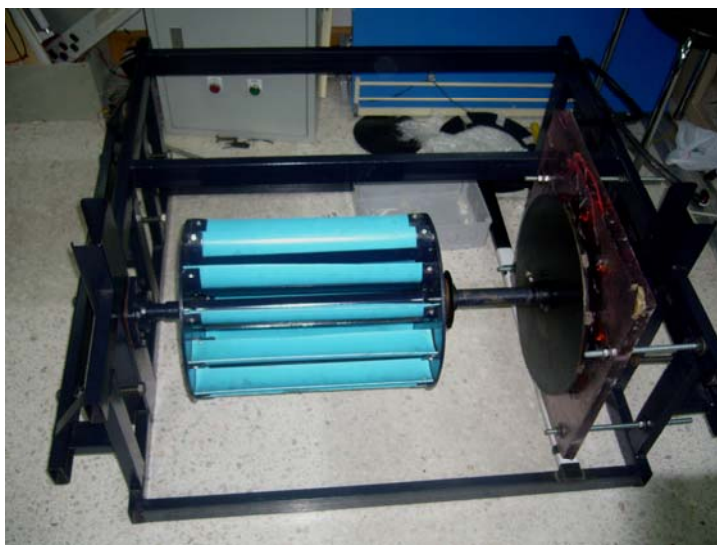
$$\begin{aligned} V_{\rho_{rms}} &= \frac{11.1058}{\sqrt{3}} \\ &= 6.4121 \text{ V} \end{aligned}$$



ภาพที่ 3.17 ภาพการทำงานจริงของวงจรเรียงกระแส



ภาพที่ 3.18 แบบร่างโครงสร้างทั้งหมดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก



ภาพที่ 3.19 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กที่ประกอบเสร็จแล้ว

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กที่ออกแบบและสร้างขึ้นมามีส่วนประกอบหลักคือ ตัวเครื่องกำเนิดที่ใช้แม่เหล็กถาวรเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็ก ชุดวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าสลับ 3 เฟส แบบไดโอด โดยไดโอดที่ใช้ต้องสามารถทนต่อกระแสไฟฟ้าที่สูงได้ และส่วนประที่สำคัญอีกอย่างก็คือ ตัวกั้นน้ำและมีตุ้กตาที่ใช้เป็นตัวลือกเพลลาประกอบตัวกั้นกับแกนเพลลาจะต้องตั้งศูนย์ ถ่วงด้วยเพื่อป้องกันกั้นแกว่งเวลาหมุน