

เตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า
(Electricity produced by incinerators via electromagnetic induction)

โรงเรียนอุทัยวิทยาคม
จังหวัดอุทัยธานี

คณะผู้จัดทำโครงการ

- | | |
|--------------------|------------|
| 1. นางสาวกมลชนก | มีโพธิ์ |
| 2. นางสาวจิรัชญา | วิจิตสุขุม |
| 3. นางสาวอรนรินทร์ | พลอยงาม |

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงงานสาขาวิชาฟิสิกส์
การนำเสนอโครงงานของนักเรียนจากโรงเรียนในโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์
คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เครือข่ายภาคกลางตอนบน
ประจำปีการศึกษา 2566

เตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า
(Electricity produced by incinerators via electromagnetic induction)

โรงเรียนอุทัยวิทยาคม
จังหวัดอุทัยธานี

คณะผู้จัดทำโครงการ

1. นางสาวกมลชนก มีโพธิ์
2. นางสาวจิรัชญา วิจิตสุขุม
3. นางสาวอรนรินทร์ พลอยงาม

ครูที่ปรึกษาโครงการ

1. นางสาววีรณดา บางแบ่ง
2. นายมงคล ทองอ่อน

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการสาขาวิชาฟิสิกส์
การนำเสนอโครงงานของนักเรียนจากโรงเรียนในโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์
คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เครือข่ายภาคกลางตอนบน
ประจำปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำตามกฎฟาราเดย์ 2) ศึกษาปัจจัยในการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และ 3) ประดิษฐ์เตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าโดยใช้หลักการทำงานของเครื่องจักรไอน้ำ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1. การทดลองการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยขดลวดทองแดงกับแท่งแม่เหล็ก 2. การทดลองเปลี่ยนจำนวนรอบขดลวดทองแดงเพื่อศึกษากระแสไฟฟ้าที่ได้ 3. การทดลองการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กเพื่อศึกษากระแสไฟฟ้าที่ได้ และ 4. การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้ขดลวดทองแดงทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ ขดลวดทองแดงจำนวน 200 รอบ, จำนวน 1,000 รอบ และจำนวน 2,000 รอบ สังเกตและบันทึกผลความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

จากการทดลองพบว่า เมื่อแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้า-ออกขดลวดทองแดง จะเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น นอกจากนี้จำนวนรอบของขดลวดทองแดงและความเร็วในการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กมีผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น โดยขดลวดทองแดงจำนวน 2,000 รอบ จะให้ปริมาณความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงที่สุดคือ 0.623 โวลต์ เช่นเดียวกับการเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของแม่เหล็ก โดยความต่างศักย์มอเตอร์จำนวน 3 โวลต์ จะให้ปริมาณความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงที่สุดคือ 1.212 โวลต์ และสามารถนำผลจากการทดลองมาใช้ร่วมกับหลักการทำงานของเครื่องจักรไอน้ำเพื่อประดิษฐ์เตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเตาเผาขยะที่ประดิษฐ์ขึ้นสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าและนำไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ลิเธียม สำหรับนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้งานต่อไป ปริมาณกระแสไฟฟ้าสะสมในแบตเตอรี่ลิเธียมเพิ่มมากขึ้น จะขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการเผาขยะ

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงการเรื่อง “เตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า” สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก คุณครูมงคล ทองอ่อน คุณครูจากกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเป็นคุณครูที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อคิด คำแนะนำ และตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด ทางคณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คุณครูวิรญาดา บางแบ่ง ที่ได้ให้แนวทางในการจัดรูปเล่มโครงการและการจัดทำโครงการ และให้คำปรึกษาในด้านการเลือกโครงการ

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่เป็นกำลังใจและให้โอกาสการศึกษาอันมีค่าอย่างยิ่ง

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน ที่คอยช่วยเหลือในการทำโครงการ และคำปรึกษาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโครงการนี้

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 สมมติฐาน	2
1.4 ตัวแปรที่ศึกษา	2
1.5 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	4
2.2 การสร้างพลังงานไฟฟ้า	5
2.3 เครื่องเหนี่ยวนำให้เกิดความร้อนสำหรับ อุตสาหกรรมครัวเรือนปรับความถี่ได้	8
2.4 ไฟฟ้าและแม่เหล็ก	10
2.5 ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า	11
2.6 เครื่องจักรไอน้ำ	13
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการทดลอง	
3.1 วัสดุอุปกรณ์	14
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การทดลองการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยขดลวดทองแดง กับแท่งแม่เหล็ก	17
4.2 การทดลองเปลี่ยนจำนวนรอบขดลวดทองแดง เพื่อศึกษากระแสไฟฟ้าที่ได้	17
4.3 การทดลองการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเคลื่อนที่ของแม่เหล็ก เพื่อศึกษากระแสไฟฟ้าที่ได้	18
4.4 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาขยะ ผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	18
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	19
5.2 อภิปรายผล	20
5.3 ข้อเสนอแนะ	20
บรรณานุกรม	21
ภาคผนวก	22

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 4.1 ผลของปริมาณความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ได้ จากการเปลี่ยนจำนวนรอบขดลวด	17
ตารางที่ 4.2 ผลของปริมาณความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ได้ จากการเพิ่มความเร็วในการดันแท่งแม่เหล็ก	17
ตารางที่ 4.3 ผลของปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการเผาขยะในระยะเวลาต่างๆ	18
ตารางที่ 4.4 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาขยะ ผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	18

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 2.1 แท่งเหล็กเคลื่อนที่เข้าออกจากขดลวด	4
ภาพที่ 2.2 กระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นบนเส้นลวดที่เคลื่อนที่ตัดเส้นแรงแม่เหล็ก	5
ภาพที่ 2.3 กฎมือขวา	5
ภาพที่ 2.4 การทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า	6
ภาพที่ 2.5 ไดนาโม	6
ภาพที่ 2.6 อัลเตอร์เนเตอร์	7
ภาพที่ 2.7 เอ็กไซเตอร์	7
ภาพที่ 2.8 การให้ความร้อนหลักการเหนี่ยวนำไฟฟ้าอย่างง่าย	8
ภาพที่ 2.9 วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า	9
ภาพที่ 2.10 วงจรสมมูลของขดลวดเหนี่ยวนำกับชิ้นงาน	9
ภาพที่ 2.11 สูตรคำนวณหาค่าความเหนี่ยวนำ	10
ภาพที่ 2.12 สนามแม่เหล็กโลก	10
ภาพที่ 2.13 โซลินอยด์	12
ภาพที่ 2.14 ขดลวดอาเมเจอร์	12
ภาพที่ 2.15 วอยซ์คอยล์	13
ภาพที่ 4.1 ภาพแสดงผลการดันแท่งแม่เหล็กเข้าหาขดลวดทองแดง	17
ภาพที่ 4.2 ภาพแสดงผลการดันแท่งแม่เหล็กออกจากขดลวดทองแดง	17

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันนี้มีปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นอย่างมาก รวมทั้งในประเทศไทยที่มีความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้ามีอัตราที่สูงมาก โดยสถิติการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยปี พ.ศ.2565 ที่ผ่านมา ผู้สื่อข่าวศูนย์ข่าวพลังงาน (Energy News Center-ENC) รายงานว่า ยอดใช้ไฟฟ้าของไทยในระบบการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) พุ่งทำสถิติสูงสุดในรอบปี 2565 เป็นครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 23 เม.ย. 2565 เวลา 20.49 น. โดยมียอดใช้ไฟฟ้าสูงสุด (พีค) อยู่ที่ 30,936.5 เมกะวัตต์ เนื่องจากสภาพอากาศร้อนสะสมต่อเนื่อง (Energy News Center, 2565) คนไทยส่วนมากจึงใช้เครื่องปรับอากาศ พัดลมไอน้ำ และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ช่วยให้อุณหภูมิของอากาศเย็นขึ้น และอีกหนึ่งสาเหตุคือ ด้านเทคโนโลยีที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนา เพราะการจะทำให้เทคโนโลยีมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต้องอาศัยระบบการทำงานที่ดี ซึ่งระบบการทำงานต่าง ๆ ของเทคโนโลยีต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวนมาก เช่น เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม เทคโนโลยีโลกเสมือนจริง ฯลฯ ล้วนแต่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น ด้วยสาเหตุต่าง ๆ นี้ ทำให้เริ่มมีการคิดค้นวิธีการผลิตกระแสไฟฟ้ามากขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของมนุษย์

เมื่อความต้องการไฟฟ้ามีอัตราสูงขึ้น ในขณะที่แหล่งทรัพยากรธรรมชาติซึ่งใช้ในการผลิตไฟฟ้ามีจำนวนลดลง ส่งผลให้เกิดการคิดค้นวิธีการต่าง ๆ ที่สามารถอนุรักษ์แหล่งพลังงานเหล่านี้ได้ และหนึ่งในนั้นคือ การหาแหล่งพลังงานทดแทนในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้โดยหลายวิธี เช่น เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ พายุแลบ พายุผ่า เกิดจากการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า เกิดจากการเปลี่ยนแสงสว่างให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) หรือ โฟโตเซลล์ (Photo Cell) เกิดจากปฏิกิริยาเคมี เกิดจากการเหนี่ยวนำของอำนาจแม่เหล็กโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แต่แนวคิดที่จะผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยการเหนี่ยวนำของอำนาจแม่เหล็กโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นการอาศัยปัจจัยการผลิตที่ไม่สิ้นเปลือง ช่วยลดมลภาวะ รักษาสิ่งแวดล้อม และสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการใช้พลังงานจากการเคลื่อนไหวแบบเครื่องจักร การเคลื่อนที่ของยานพาหนะ หรือการเคลื่อนไหวของมนุษย์ นำมาผสมผสานกับหลักการทางแม่เหล็กไฟฟ้า เรื่องกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดในขดลวดตัวนำ โดยหลักการนี้กล่าวไว้ว่า เมื่อแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าออกจากขดลวด หรือขดลวดเคลื่อนที่เข้าหาหรือออกจากแท่งแม่เหล็ก จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดได้ ซึ่งกระแสที่เกิดขึ้นในขดลวดมีทิศตรงข้าม และเมื่อกลับขั้วของแท่งแม่เหล็กก็จะทำให้กระแสไหลเปลี่ยนทิศไปด้วย นอกจากนี้ยังสามารถนำพลังงานจากการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดมาหมุนเวียนใช้ใหม่ได้ โดยจะนำไปเก็บในเซลล์ทุติยภูมิก่อนจะสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์อื่น ๆ ได้ต่อไป

ทางคณะผู้จัดทำ จึงได้ศึกษาและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแหล่งพลังงานทดแทนในการผลิตกระแสไฟฟ้า ที่ไม่สิ้นเปลืองทรัพยากรธรรมชาติและสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอ

ความต้องการของมนุษย์ คณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะสร้างแหล่งกำเนิดไฟฟ้า โดยใช้วิธีการเหนี่ยวนำ กระแสไฟฟ้า และนำหลักการของเครื่องจักรไอน้ำมาประยุกต์ใช้คือ การทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำ แล้วนำไอน้ำที่มีแรงดันสูงไปขับเคลื่อนลูกสูบให้เคลื่อนที่ ซึ่งจะให้ความร้อนแก่น้ำ โดยการนำขยะมาเป็นเชื้อเพลิง เพื่อลดปัญหาปริมาณขยะในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำตามกฎของฟาราเดย์
- 1.2.2 เพื่อศึกษาปัจจัยในการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- 1.2.3 เพื่อประดิษฐ์เตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าโดยใช้หลักการทำงานของเครื่องจักรไอน้ำ

1.3 สมมติฐาน

เมื่อเพิ่มจำนวนรอบขดลวด และเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของแม่เหล็ก จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำมากขึ้น

1.4 ตัวแปรที่ศึกษา

ตอนที่ 1 การทดลองการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยขดลวดทองแดงกับแท่งแม่เหล็ก

ตัวแปรต้น ทิศทางการดันแท่งแม่เหล็ก

ตัวแปรตาม การเปลี่ยนแปลงของเข็มในแกลแวนอมิเตอร์

ตัวแปรควบคุม ความแรงขั้วของแท่งแม่เหล็ก

ตอนที่ 2 การทดลองเปลี่ยนจำนวนรอบขดลวดทองแดงเพื่อศึกษากระแสไฟฟ้าที่ได้

ตัวแปรต้น จำนวนรอบขดลวด

ตัวแปรตาม ความต่างศักย์ไฟฟ้า

ตัวแปรควบคุม ความแรงขั้วของแท่งแม่เหล็ก

ตอนที่ 3 การทดลองการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กเพื่อศึกษากระแสไฟฟ้าที่ได้

ตัวแปรต้น ความต่างศักย์ของมอเตอร์

ตัวแปรตาม ความต่างศักย์ไฟฟ้า

ตัวแปรควบคุม ความแรงขั้วของแท่งแม่เหล็ก

ตอนที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการ
เหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

ตัวแปรต้น ระยะเวลาในการเผาขยะ

ตัวแปรตาม กระแสไฟฟ้า

ตัวแปรควบคุม ความแรงขั้วของแท่งแม่เหล็กและปริมาณของขยะที่นำมาเผา

1.5 ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 ปัจจัย ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของ
สนามแม่เหล็กรอบตัวนำ, จำนวนรอบขดลวด และความเร็วของแท่งแม่เหล็ก

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 กระแสไฟฟ้าคือ การไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และปริมาณไฟฟ้าที่
ไหลผ่านวงจร มีหน่วยวัดเป็นแอมแปร์ (A) โดยวัดกระแสไฟฟ้าที่แบตเตอรี่ลิเทียมจากแผงวงจร
แบตเตอรี่สำรอง

1.6.2 ความต่างศักย์ไฟฟ้าคือ ความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด ซึ่งทำให้
เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น โดยวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ขดลวดทองแดงจำนวน 200 รอบ, 1,000 รอบ และ
2,000 รอบ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำโครงงานครั้งนี้ทางคณะผู้จัดทำได้ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอรายงานการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.1 กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

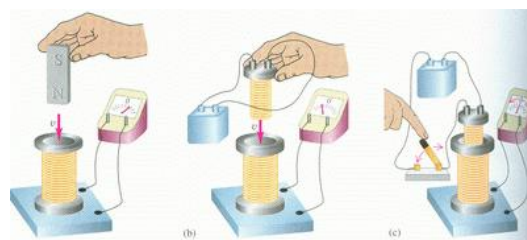
กระแสไฟฟ้าในขดลวดตัวนำเกิดจากการที่มีการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดตัวนำเรียกการทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าลักษณะนี้ว่า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและเรียกกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากวิธีนี้ว่า “กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ”

2.1.2 แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ปลายทั้งสองของเส้นลวดตัวนำมีความต่างศักย์ ดังนั้นถ้าต่อเส้นลวดตัวนำนี้ให้ครบวงจรก็จะมีกระแสไฟฟ้าในวงจร แสดงว่าปลายทั้งสองของเส้นลวดตัวนำทำหน้าที่เหมือนเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า “แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ” หรือ อีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ

2.1.3 กฎของฟาราเดย์

ฟาราเดย์ ได้ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับกระแสเหนี่ยวนำเป็นคนแรก โดยใช้แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าไปในขดลวดโซเลนอยด์ จากการทดลองพบว่าเกิดกระแสขึ้นทุกครั้งที่แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าออกจากขดลวด หรือขดลวดเคลื่อนที่เข้าหาหรือออกจากแท่งแม่เหล็ก ซึ่งกระแสที่เกิดขึ้นในขดลวดมีทิศตรงข้ามและเมื่อกลับขั้วของแท่งแม่เหล็กก็จะทำให้กระแสไหลเปลี่ยนทิศไปด้วย กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า “กระแสเหนี่ยวนำ”

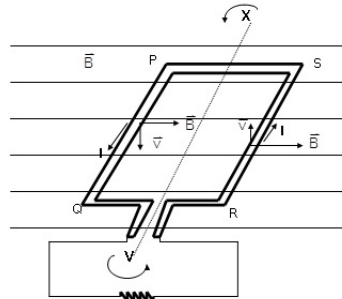


ภาพที่ 2.1 แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าออกจากขดลวด

ที่มา : www.https://il.mahidol.ac.th

ปริมาณของกระแสเหนี่ยวนำจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแรงขั้วของแท่งแม่เหล็กถ้ามีแรงมากก็จะเกิดกระแสมาก ความเร็วของแท่งแม่เหล็กหรือขดลวดถ้าเคลื่อนที่เร็วเกิดกระแสมากและจำนวนรอบของขดลวด จำนวนรอบมากเกิดกระแสมากกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นบนเส้นลวดที่เคลื่อนที่ตัดเส้นแรงแม่เหล็กเมื่อให้ลวดตัวนำเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับฟลักซ์แม่เหล็กจะมีผลทำให้เกิดอีเล็คตรอนที่อยู่ภายในตัวนำเคลื่อนที่ด้วย จึงเกิดแรงกระทำต่ออีเล็คตรอนให้เคลื่อนที่จากปลายด้าน

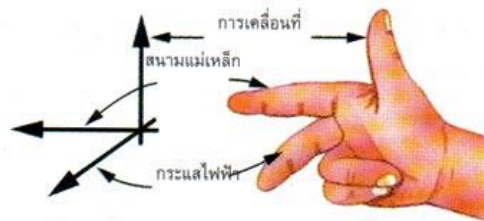
หนึ่งไปยังปลายด้านหนึ่ง เกิดกระแสเหนี่ยวนำขึ้นในลวดนี้ ทิศจากสวนทางกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน



ภาพที่ 2.2 กระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นบนเส้นลวดที่เคลื่อนที่ตัดเส้นแรงแม่เหล็ก

ที่มา : [www.https://sites.google.com](https://sites.google.com)

ถ้าต่อลวดตัวนำให้ครบวงจร ปลายทั้งสองของลวดตัวนำจะทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าซึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เรียกว่า “แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ” การหาทิศของกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในเส้นลวดตัวนำเมื่อต่อครบวงจร หาได้จากกฎมือขวา กำมือขวาจาก v ไปยัง B นิ้วหัวแม่มือตั้งฉากกับนิ้วทั้งสี่จะเป็นทิศของกระแสเหนี่ยวนำในเส้นลวด



ภาพที่ 2.3 กฎมือขวา

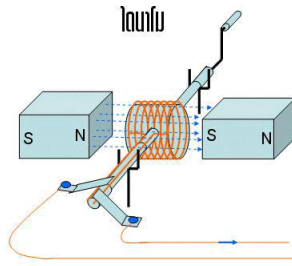
ที่มา : [www.https://sa-thai.com](https://sa-thai.com)

กฎของฟาราเดย์กล่าวว่า “ถ้ามีฟลักซ์แม่เหล็กผ่านขดลวดตัวนำมีค่าเปลี่ยนแปลง จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นในขดลวดตัวนำนั้น” โดยทิศของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำมีทิศตรงข้ามกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าเดิม

2.2 การสร้างพลังงานไฟฟ้า

2.2.1 หลักการผลิตไฟฟ้า

จากกฎของฟาราเดย์ที่ว่าเมื่อหมุนขดลวดตัดสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดความต่างศักย์และเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น จากหลักการนี้เองจึงนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้เชื้อเพลิงประเภทต่างๆเพื่อหมุนกังหัน เช่น กังหันไอน้ำ กังหันแก๊ส ฯลฯ โดยเพลลาของกังหันจะติดกับเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าส่งไปตามสาย



ภาพที่ 2.4 การทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า

ที่มา : [www.https:// slideshare.net](http://www.https://slideshare.net)

2.2.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลมาเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กตามหลักการของไมเคิล ฟาราเดย์คือ การเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำผ่านสนามแม่เหล็กหรือการเคลื่อนที่แม่เหล็กผ่าน ขดลวดตัวนำ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือชนิดกระแสตรงเรียกว่า ไดนาโมและชนิดกระแสสลับเรียกว่า อัลเตอร์เนเตอร์สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้งานในเชิงอุตสาหกรรมนั้น โดยมากจะเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดกระแสสลับ ซึ่งมีทั้งแบบ 1 เฟส และแบบ 3 เฟส โดยเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่ใช้ตามโรงไฟฟ้าจะเป็นเครื่องกำเนิดแบบ 3 เฟส ทั้งหมด เนื่องจากสามารถผลิตและจ่ายกำลังไฟฟ้าได้เป็นสามเท่าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบบ 1 เฟส โดยทั่วไปแล้วเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือส่วนที่เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งจะมีขดลวดตัวนำฝังอยู่ในร่องรอบแกนโรเตอร์ที่ทำจากแผ่นเหล็ก ซิลิคอน ขนาดหนาประมาณ 0.35-0.5 มิลลิเมตร นำมาอัดแน่นโดยระหว่างแผ่นเหล็กซิลิคอนจะมีฉนวนเคลือบ ทั้งนี้เพื่อลดการสูญเสียที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลวน ภายในแกนเหล็กของโรเตอร์จะได้รับไฟฟ้ากระแสตรงจากเอ็กไซเตอร์ เพื่อทำหน้าที่ในการสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น อีกส่วนหนึ่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือส่วนที่อยู่กับที่เรียกว่า สเตเตอร์ ภายในร่องแกนสเตเตอร์มีขดลวดซึ่งทำจากแผ่นเหล็กอัดแน่น เช่นเดียวกับโรเตอร์ฝังอยู่ อาศัยหลักการของการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กผ่านลวดตัวนำจะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าที่สเตเตอร์และนำแรงดันไฟฟ้านี้ไปใช้ต่อไป



ภาพที่ 2.5 ไดนาโม

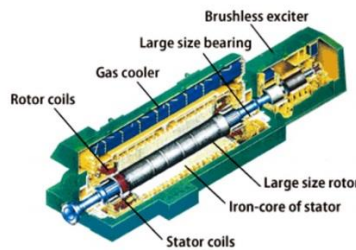
ที่มา : www.https://siamhw.com



ภาพที่ 2.6 อัลเตอร์เนเตอร์

ที่มา : www.https://siamhw.com

อุปกรณ์ประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่คือ เอ็กไซเตอร์อยู่แกนเดียวกับโรเตอร์ ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงป้อนให้แก่โรเตอร์ เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นบนโรเตอร์ชนิดของเอ็กไซเตอร์จะเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรง หรืออาจจะใช้แบบกระแสสลับแล้วผ่านวงจรแปลงไฟฟ้าให้เป็นกระแสตรงก่อนป้อนเข้าสู่โรเตอร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่มักจะใช้เอ็กไซเตอร์ชนิดหลังเป็นส่วนมาก



ภาพที่ 2.7 เอ็กไซเตอร์

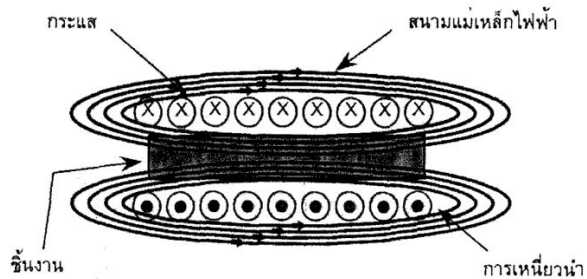
ที่มา : www.https://tooltalking.com

การควบคุมแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถกระทำได้โดยการปรับความเข้มของสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์สร้างขึ้นด้วย การปรับกระแสไฟฟ้าตรงที่ป้อนให้กับโรเตอร์ ส่วนความถี่ของไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่างคือ ความเร็วรอบที่โรเตอร์หมุน ยิ่งหมุนรอบมากความถี่ไฟฟ้าก็จะยิ่งสูง และจำนวนขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าที่สร้างขึ้นบนโรเตอร์ ยิ่งมีขั้วมากเท่าไร ความถี่ไฟฟ้าก็จะมากขึ้นตามด้านประสิทธิภาพมิใช่อยู่ที่ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเท่านั้น ต้องควบคุมการผลิตไฟฟ้าให้ได้ระดับแรงดันและความถี่อยู่ในเกณฑ์กำหนดด้วย ดังนั้นความเร็วรอบหมุนและสนามแม่เหล็กที่สร้างขึ้นบนโรเตอร์จึงต้องได้รับการควบคุมอยู่เสมอ โดยจะมีตัวโวลต์เนอร์ควบคุมความเร็วรอบให้คงที่ ถ้าความเร็วรอบลดลงก็จะส่งสัญญาณไปยังแหล่งต้นกำลังงาน ให้เพิ่มกำลังในการหมุนมากขึ้นเพื่อเข้าสู่สภาวะปกติ

2.3 เครื่องเหนี่ยวนำให้เกิดความร้อนสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือนแบบปรับความถี่ได้

2.3.1 หลักการพื้นฐานของการเหนี่ยวนำความร้อนที่สูง

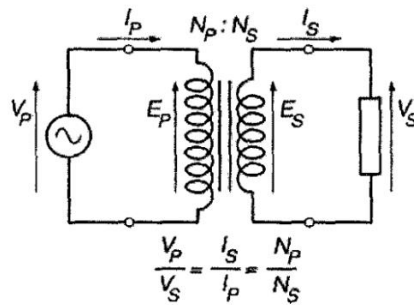
การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำเกิดจากทฤษฎีทางไฟฟ้าและความร้อนร่วมกันโดยมีสาเหตุมาจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าปรากฏการณ์ที่ผิวและการถ่ายเทความร้อน จากปรากฏการณ์ทั้งสามทำให้สามารถอธิบายการให้ความร้อนหลักการแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยย่อได้ดังนี้เมื่อให้ไฟฟ้ากระแสสลับผ่านเข้าสู่ขดลวดเหนี่ยวนำที่มีชิ้นงานที่เป็นโลหะอยู่ภายใน กระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าสู่ขดลวดเหนี่ยวนำจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นในขดลวดคล้องผ่านชิ้นงาน เนื่องจากชิ้นงานเป็นโลหะสนามแม่เหล็กที่คล้องผ่านชิ้นงานจะเหนี่ยวนำให้มีกระแสไฟฟ้าไหล โดยกระแสส่วนมากจะไหลผ่านชิ้นงานในบริเวณความถี่ระดับผิวของชิ้นงานกระแสที่ไหลวนรอบชิ้นงานทำให้เกิดความร้อนขึ้นที่บริเวณผิวของชิ้นงานความร้อนนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสที่เหนี่ยวนำ



ภาพที่ 2.8 การให้ความร้อนหลักการเหนี่ยวนำไฟฟ้าอย่างง่าย

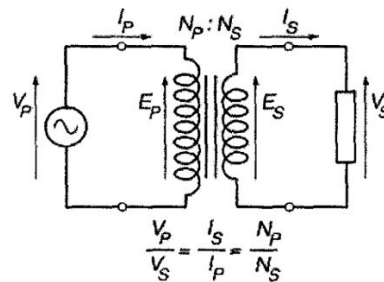
ที่มา : [www.http://sutir.sut.ac.th](http://sutir.sut.ac.th)

จากภาพที่ 2.8 เป็นการแสดงถึงหลักการให้ความร้อนด้วยแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำอย่างง่ายกล่าวคือเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดซึ่งพันอยู่รอบชิ้นงานจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ ขดลวดนั้น ชิ้นงานนั้นจะถูกเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลวนภายในและเกิดความร้อนขึ้น ถ้าพิจารณาทั้งระบบจะพบว่าคล้ายกับเป็นหม้อแปลงชุดหนึ่งโดยที่ขดลวดเหนี่ยวนำจะเป็นเหมือนขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงที่มีจำนวนรอบของขดลวดเหนี่ยวนำ ส่วนชิ้นงานที่เป็นโลหะที่ถูกให้ความร้อนจะถูกเปรียบเหมือนขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงที่มีจำนวนรอบเป็น 1 รอบเท่านั้น เมื่อไฟฟ้ากระแสสลับที่ถูกเหนี่ยวนำขึ้นในชิ้นงานจะไหลอยู่ภายในเนื้อโลหะ ซึ่งสามารถเปรียบได้เป็นภาระทางไฟฟ้าที่มีสภาพเกือบจะลัดวงจรเพราะความต้านทานสมมูลของชิ้นงานโลหะค่อนข้างต่ำมาก จากการอธิบายข้างต้นถ้าจะเขียนเป็นวงจรสมมูลเปรียบเทียบกันระหว่างหม้อแปลงไฟฟ้ากับการให้ความร้อน หลักการแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนในภาพที่ 2.9 แสดงให้เห็นถึงวงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าทั่วไปและภาพที่ 2.10 แสดงถึงลักษณะวงจรสมมูลของขดลวดเหนี่ยวนำและชิ้นงานโลหะ



ภาพที่ 2.9 วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า

ที่มา : [www.http://sutir.sut.ac.th](http://sutir.sut.ac.th)



ภาพที่ 2.10 วงจรสมมูลของขดลวดเหนี่ยวนำกับชิ้นงาน

ที่มา : [www.http://sutir.sut.ac.th](http://sutir.sut.ac.th)

2.3.2 การหาค่าความเหนี่ยวนำ

ค่าความเหนี่ยวนำถูกกำหนดโดยมีปัจจัยคือ จำนวนรอบของขดลวดถ้าตัวเหนี่ยวนำมีจำนวนรอบของขดลวดมากขึ้นสนามแม่เหล็กที่เกิดจากการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าในขดลวดก็จะเกิดขึ้นมากด้วย สนามแม่เหล็กปริมาณมากนี้จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นในตัวเหนี่ยวนำและจากการที่มีเส้นแรงแม่เหล็กจำนวนมากตัดกับขดลวด จึงส่งผลให้ค่าความเหนี่ยวนำมากตามไปด้วย ค่าความเหนี่ยวนำจึงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนรอบของขดลวด พื้นที่ของขดลวดโดยถ้าพื้นที่ของขดลวดเพิ่มขึ้นสำหรับขดลวดที่มีจำนวนรอบใด ๆ จะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กมีจำนวนมากขึ้นด้วยและการมีสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำเพิ่มขึ้นตาม ค่าความเหนี่ยวนำจึงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ของขดลวด ความยาวของขดลวดโดยถ้าทำให้ขดลวดจำนวน 4 รอบขยายพื้นที่ออก ผลรวมของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากขดลวดแต่ละขดจะมีปริมาณลดลงในทางกลับกันถ้าขดลวดที่มีจำนวนเท่าเดิมนำมาพันให้อยู่ชิดกันมากขึ้น ความยาวของขดลวดสั้นลงสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดในแต่ละขดจะเสริมซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่มีปริมาณมากขึ้นทำให้ค่าความเหนี่ยวนำมีค่ามากตามไปด้วย ค่าความเหนี่ยวนำจึงเป็นสัดส่วนผกผันกับความยาวของขดลวด วัสดุที่นำมาใช้ทำขดลวดโดยตัวเหนี่ยวนำส่วนมากมีแกนที่ทำจากวัสดุจำพวกนิกเกิล โคบอลต์ เหล็ก เพอร์ไรต์ หรืออัลลอย ซึ่งแกนเหล่านี้มีคุณสมบัติที่จะช่วยรวมหรือเพิ่มเข้มข้นของสนามแม่เหล็ก ดังนั้นค่าความซึมซาบได้จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่าความเหนี่ยวนำ โดยถ้าค่าความซึมซาบได้ของวัสดุที่ใช้ทำแกนมีค่ามากก็จะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำมีค่ามากตามไปด้วย

$$L = \frac{a^2 N^2}{9a + 10b}$$

ภาพที่ 2.11 สูตรคำนวณหาค่าความเหนี่ยวนำ
ที่มา : [www.http://sutir.sut.ac.th](http://sutir.sut.ac.th)

2.3.3 การออกแบบขดลวดเหนี่ยวนำ

ขดลวดเหนี่ยวนำหรือขดลวดให้ความร้อนคือขดลวดที่สร้างสนามแม่เหล็กไปเหนี่ยวนำให้เกิดความร้อนขึ้นที่ชิ้นงาน การออกแบบรูปร่าง ขนาด หรือจำนวนรอบขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ประการเช่น ขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่างและชนิดของวัสดุที่ใช้ทำขดลวดเหนี่ยวนำและชิ้นงาน ตลอดจนความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ป้อนให้กับขดลวดเหนี่ยวนำ ทั้งประสิทธิภาพและตัวประกอบดังกล่าวข้างต้นหลักการพื้นฐานประกอบไปด้วย ขดลวดเหนี่ยวนำจะต้องอยู่ใกล้ชิ้นงานให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้เพื่อให้เกิดการส่งผ่านพลังงานสูงสุด สามารถอธิบายได้โดยการที่มีจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กตัดผ่านชิ้นงานได้มากขึ้นเมื่ออยู่ใกล้ชิ้นงานมากขึ้น ในกรณีที่ขดลวดเหนี่ยวนำ

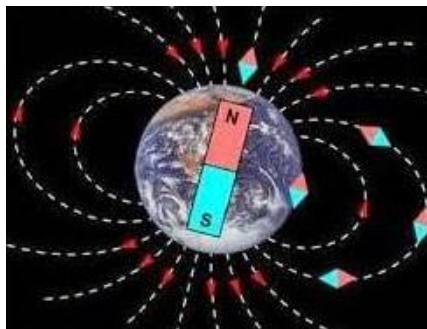
2.4. ไฟฟ้าและแม่เหล็ก

2.4.1 แม่เหล็ก

แม่เหล็กเป็นสารที่สามารถดูดและผลักกันเองและสามารถดูดพวกสารแม่เหล็กได้ โดยการเหนี่ยวนำโดยปกติมี 2 ขั้ว คือ ขั้วเหนือและขั้วใต้

2.4.2 สนามแม่เหล็ก

สนามแม่เหล็กคือบริเวณที่มีอำนาจการกระทำที่เกิดจากแม่เหล็ก อำนาจการกระทำที่ส่งออกมาจากแม่เหล็กนี้มีลักษณะเป็นปริมาณเวกเตอร์มีสัญลักษณ์เวกเตอร์ B เรียกอีกชื่อว่าอำนาจแม่เหล็กชักนำ ซึ่งเป็นอำนาจของเส้นแรงชักนำ ซึ่งเป็นเวกเตอร์ เรียกว่า “ฟลักซ์แม่เหล็ก” มีหน่วยในการวัดเป็นweber



ภาพที่ 2.12 สนามแม่เหล็กโลก

ที่มา : [www.https://scimath.org](https://scimath.org)

อำนาจแม่เหล็กในสนามแม่เหล็กแต่ละแห่งจะมีค่าไม่เท่ากันคือ ในแต่ละแห่งความแรงของสนามแม่เหล็กจะมีค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากสนามแม่เหล็กนั้นเรามองไม่เห็นจึงมีทฤษฎีเกี่ยวกับเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นเช่นเดียวกับทฤษฎีของเส้นแรงไฟฟ้าหลักเกี่ยวกับเส้นแรงแม่เหล็กที่ควรทราบคือภายนอกแท่งแม่เหล็กเส้นแรงแม่เหล็กจะมีทิศพุ่งออกจากขั้วเหนือ (N) และพุ่งเข้าสู่ขั้วใต้ (S) เสมอ ภายในแท่งแม่เหล็ก เส้นแรงแม่เหล็กจะมีทิศจากขั้วใต้ (S) พุ่งเข้าสู่ขั้วเหนือ (N) เสมอ

2.4.3 สนามแม่เหล็กโลก

โลกมีอำนาจแม่เหล็ก ทั้งนี้เพราะแท่งแม่เหล็กที่แขวนไว้ในแนวระดับหรือเข็มทิศจะวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ เสมอ จากการสำรวจสนามแม่เหล็กหรือเส้นแรงแม่เหล็กเราพบว่าโลกทำตัวเหมือนกับมีแท่งแม่เหล็กขนาดใหญ่อยู่ในใจกลางโลก ซึ่งเราเรียกว่า “สนามแม่เหล็กโลก” แม่เหล็กโลกวางตัวโดยเอาขั้วใต้อยู่ทางขั้วโลกเหนือและขั้วเหนืออยู่ทางขั้วโลกใต้ แนวแกนของแม่เหล็กโลกทำมุมเล็กน้อย ประมาณ 17 องศา กับแนวเหนือใต้ภูมิศาสตร์โลก เนื่องจากขั้วแม่เหล็กชนิดเดียวกันจะผลักกันและขั้วแม่เหล็กต่างชนิดกันจะดูดกัน ดังนั้นเข็มทิศซึ่งเป็นแม่เหล็กเมื่อวางไว้ในสนามแม่เหล็กโลก

2.5 ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า

ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้าอย่างหนึ่งเช่น ลวดในรูปของขดลวด(อังกฤษ: coil), รูปเกลียวกันหอยหรือเกลียวสปริงขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าถูกใช้ในวิศวกรรมไฟฟ้า, ในการใช้งานที่กระแสไฟฟ้าจะมีปฏิสัมพันธ์กับสนามแม่เหล็ก, ในอุปกรณ์เช่นตัวเหนี่ยวนำ, แม่เหล็กไฟฟ้า, หม้อแปลง, และขดลวดเซ็นเซอร์ เป็นได้ทั้งกระแสไฟฟ้าจะถูกส่งผ่านลวดของคอยล์เพื่อสร้างสนามแม่เหล็ก หรือตรงกันข้าม สนามแม่เหล็กภายนอกที่แปรตามเวลาพาดผ่านด้านในของขดลวดสร้างEMF (แรงดัน) ในตัวนำ

กระแสไหลในตัวนำใดๆจะสร้างสนามแม่เหล็กวงกลมรอบตัวนำตามกฎของแอมแปร์ ประโยชน์ของการใช้รูปทรงแบบขดม้วนก็คือมันจะเพิ่ม ความแรงของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแส สนามแม่เหล็กที่เกิดจากแต่ละรอบที่แยกจากกันของลวดตัวนำทั้งหมดผ่านศูนย์กลางของขดลวดและซ้อนกัน เพื่อสร้างสนามที่แข็งแกร่งที่นั่น จำนวนรอบของขดลวดยิ่งมาก สนามที่ถูกสร้างขึ้นก็ยิ่งแรงในทางกลับกัน การเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กภายนอกทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าในตัวนำตามกฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ แรงดันไฟฟ้าที่ถูกเหนี่ยวนำสามารถทำให้เพิ่มขึ้นได้โดยพันลวดให้เป็นขด เพราะเส้นสนามจะตัดเส้นลวดหลายครั้ง

ลวดหรือตัวนำที่สร้างเป็นคอยล์ถูกเรียกว่าขดลวด หลุมตรงกลางของขดลวดเรียกว่าพื้นที่แกนหรือแกนหมุน แม่เหล็กแต่ละวงลูปที่พันเรียกว่ารอบ ในขดลวดที่ลวดสัมผัสกัน ลวดต้องถูกทำให้เป็นฉนวนโดยการเคลือบด้วยสารที่ไม่นำไฟฟ้า เช่น พลาสติกหรือสีเคลือบผิวหน้า เพื่อป้องกันกระแสไหลข้ามระหว่างรอบของลวด ขดลวดมักจะถูกรับรอบ"คอยล์ฟอร์ม"ที่ทำจากพลาสติกหรือวัสดุอื่นเพื่อยึดให้อยู่กับที่ปลายของลวดจะถูกนำออกมาและติดอยู่กับวงจรภายนอก ขดลวดอาจมีการเชื่อมต่อไฟฟ้าเพิ่มเติมตามความยาวของมัน จุดแยกเหล่านี้จะเรียกว่า "แทป" ขดลวดที่มีแทปเพียงจุดเดียวตรงกลางของความยาวของมันเรียกว่า center-tap คอยล์สามารถมีมากกว่าหนึ่งขดลวด

เป็นฉนวนแยกจากกัน ถ้ามีสองชุดหรือมากกว่ารอบแกนแม่เหล็กทั่วไป ลวดจะกล่าวว่าเป็น "คู่เหนี่ยวนำ" หรือ "คู่แม่เหล็ก" กระแสที่แปรตามเวลาที่ไหลในขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กที่แปรตามเวลาที่พาดผ่านขดลวดอื่น ซึ่งจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่แปรตามเวลาในขดลวดอื่นนั้น คอยล์นี้เรียกว่า "หม้อแปลง"

2.5.1 ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า

ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นขดลวดที่สร้างสนามแม่เหล็กสำหรับงานภายนอก บางอย่าง มักจะใช้กับกลไกเพื่อบังคับให้ทำอะไรบางอย่างประเภทที่ค่อนข้างชัดเจนได้แก่

2.5.1.1 โซลินอยด์ - ใช้เพื่อเปิดปิดวาล์ว ที่รู้จักดีได้แก่โซลินอยด์วาล์ว, นิวเมติกวาล์ว, ไฮดรอลิกวาล์ว เป็นต้น



ภาพที่ 2.13 โซลินอยด์

ที่มา : www.thaiwatersystem.com/product/35/โซลินอยด์วาล์วทองเหลือง

2.5.2 ขดลวดมอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

แม่เหล็กไฟฟ้าแกนเหล็กบนโรเตอร์หรือสเตเตอร์ของ มอเตอร์ไฟฟ้าและ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่ทำหน้าที่หมุนเพลลา(มอเตอร์) หรือสร้างกระแสไฟฟ้า(เครื่องกำเนิดไฟฟ้า)

2.5.2.1 ขดลวดสนาม - ขดลวดแกนเหล็กซึ่งจะสร้างสนามแม่เหล็กที่มีอย่างต่อเนื่องเพื่อจะกระทำบนขดลวดอาเมเจอร์

2.5.2.2 ขดลวดอาเมเจอร์ - ขดลวดแกนเหล็กที่ถูกกระทำโดย สนามแม่เหล็กของขดลวดสนามเพื่อสร้างแรงบิด (มอเตอร์) หรือเหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันไฟฟ้า เพื่อผลิตกำลังไฟฟ้า(เครื่องกำเนิดไฟฟ้า)



ภาพที่ 2.14 ขดลวดอาเมเจอร์

ที่มา : www.nayoktech.ac.th/webnew/attachments/article/917/

2.5.2.3 ขดลวด Helmholtz, ขดลวด Maxwell – ขดลวดแกนอากาศที่ใช้ในการสร้างสนามแม่เหล็กและการหักล้างสนามแม่เหล็กภายนอกเช่นสนามแม่เหล็กโลก

2.5.2.4 ขดลวด degaussing – ขดลวดที่ใช้ในการล้างอำนาจแม่เหล็กในชิ้นส่วน

2.5.2.5 วอยซ์คอยล์ - ขดลวดที่ใช้ใน moving-coil ของลำโพง, ถูกแขวนระหว่างขั้วของแม่เหล็ก เมื่อสัญญาณเสียงถูกส่งผ่านขดลวด มันจะสั่นซึ่งเป็นการขับกรวยลำโพงที่ติดอยู่ด้วยกันเพื่อสร้างคลื่นเสียง



ภาพที่ 2.15 วอยซ์คอยล์

ที่มา : www.chinasubwoofer.com/speaker-parts/speaker-voice-coil/

2.6 เครื่องจักรไอน้ำ

เครื่องจักรไอน้ำ เป็นเครื่องจักรประเภทสันดาปภายนอก สามารถนำมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ โดยการนำไอน้ำมาหมุนกังหันของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ไดนาโม) เครื่องจักรไอน้ำต้องมีหม้อต้มในการต้มน้ำในการทำให้เกิดไอน้ำ ไอน้ำที่ได้จากการต้ม จะนำไปเป็นแรงในการดันกระบอกสูบหรือกังหัน หลักการทำงานของเครื่องจักรไอน้ำการทำงานของเครื่องจักรไอน้ำ คือจะทำการต้มน้ำให้เดือดใน "หม้อต้มน้ำ (Boiler)" น้ำที่เดือดจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอน้ำที่มีแรงดันสูง แล้วจึงนำเอาไอน้ำที่มีแรงดันสูงนั้นไปใช้ขับเคลื่อนลูกสูบให้ลูกสูบเคลื่อนที่ จนเกิดงาน และนำงานที่ได้ไปใช้เป็นแหล่งต้นกำลังของเครื่องจักรต่างๆ เราจึงเรียกเครื่องยนต์ไอน้ำนี้ว่าเป็น “เครื่องยนต์เผาไหม้ภายนอก (External Combustion Engine)”

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการจัดทำโครงงานเรื่อง เตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า มีวัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง ดังนี้

3.1 วัสดุอุปกรณ์

- 3.1.1 กระจกป้องกันน้ำอัดลม
- 3.1.2 แกลแวนอมิเตอร์ (Galvanometer)
- 3.1.3 ขดลวดทองแดง จำนวน 200 รอบ
- 3.1.4 ขดลวดทองแดง จำนวน 1000 รอบ
- 3.1.5 ขดลวดทองแดง จำนวน 2000 รอบ
- 3.1.6 เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า
- 3.1.7 ไซริงค์ ขนาด 100 ml
- 3.1.8 ถังโลหะ
- 3.1.9 ไดโอด (ซิลิกอนไดโอด 4001)
- 3.1.10 ท่อเหล็ก
- 3.1.11 แบตเตอรี่สำรอง
- 3.1.12 แผ่นซีดี
- 3.1.13 แม่เหล็กกระดุม
- 3.1.14 แม่เหล็กทรงกระบอก ขนาด 8 x 45 มม.(คู่)
- 3.1.15 มัลติมิเตอร์
- 3.1.16 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 3 โวลต์
- 3.1.17 ลวด
- 3.1.18 สายไฟพร้อมปากคิ๊บจระเข้ 2 ข้าง

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.1 การทดลองการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยขดลวดทองแดงกับแท่งแม่เหล็ก

- 3.2.1.1 นำขดลวดทองแดงจำนวน 200 รอบ ต่อสายไฟเข้ากับแกลแวนอมิเตอร์ทั้ง 2 ขั้ว
- 3.2.1.2 ดันแท่งแม่เหล็กให้เคลื่อนที่เข้าขดลวดทองแดงจำนวน 200 รอบ ด้วย สักเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงเข็มของแกลแวนอมิเตอร์

3.2.1.2 จากนั้นดันแท่งแม่เหล็กให้เคลื่อนที่ออกขดลวดทองแดงจำนวน 200 รอบ ด้วย สังเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงเข็มของแกลแวนอมิเตอร์

3.2.2 การทดลองเปลี่ยนจำนวนรอบขดลวดทองแดงเพื่อศึกษากระแสไฟฟ้าที่ได้

3.2.2.1 ต่อสายไฟเข้ากับมัลติมิเตอร์ทั้งสองข้าง และขดลวดทองแดงจำนวน 200 รอบ

3.2.2.2 ดันแท่งแม่เหล็กเข้า-ออกขดลวดทองแดงอย่างรวดเร็ว สังเกตและบันทึกค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้น

3.2.2.3 ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 3.2.2.2-3.2.2.3 อีกจำนวน 2 ครั้ง

3.2.2.4 ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 3.2.2.1-3.2.2.3 แต่เปลี่ยนจากขดลวดทองแดงจำนวน 200 รอบ เป็น 1,000 รอบ และ 2,000 รอบตามลำดับ แล้วหาค่าเฉลี่ย

3.2.3 การทดลองการเปลี่ยนแปลงความเร็วในเคลื่อนที่ของแม่เหล็กเพื่อศึกษากระแสไฟฟ้าที่ได้

3.2.3.1 นำแม่เหล็กกระดุม 2 ชิ้นติดที่แกนหมุนของมอเตอร์ ในลักษณะที่ประกบกัน โดยหันขั้วตรงข้ามเข้าหากัน

3.2.3.2 นำแม่เหล็กกระดุมที่ติดอยู่ที่มอเตอร์สอดไว้ตรงกลางของขดลวดทองแดงจำนวน 2,000 รอบ

3.2.3.3 ต่อสายไฟเข้ากับมัลติมิเตอร์ทั้งสองข้าง และขดลวดทองแดงจำนวน 2,000 รอบ

3.2.3.4 จ่ายไฟให้กับมอเตอร์ที่มีความต่างศักย์ 3 โวลต์ เพื่อให้มอเตอร์หมุน อ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ได้ แล้วบันทึกผล

3.2.3.5 เปลี่ยนความต่างศักย์ของมอเตอร์ให้มีขนาด 2 โวลต์ และ 1 โวลต์ อ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ได้ แล้วบันทึกผล

3.2.4 การประดิษฐ์เตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

3.2.4.1 นำถังโลหะมาเจาะรูตามตำแหน่งต่างๆ โดยตำแหน่งที่ 1 คือด้านข้างถัง ให้เจาะเป็นรูกลมขนาดพอดีกับรูกระป๋องน้ำอัดลม ตำแหน่งที่ 2 คือ ด้านหน้าของถังให้มีขนาดประมาณ 9×11 เซนติเมตร เพื่อเป็นช่องใส่ขยะ

3.2.4.2 นำกระป๋องน้ำอัดลมมาเจาะรูให้มีขนาดเท่ากับท่อเหล็กเพื่อเสียบท่อเหล็ก จากนั้นนำสายยางอีกด้านต่อเข้ากับหัวของไซริงค์

3.2.4.3 นำแท่งแม่เหล็กเชื่อมกับด้านท้ายของไซริงค์ด้วยลวดและนำวงจรการผลิตไฟฟ้าตามทีออกแบบไว้มาต่อ

3.2.4.4 นำแม่เหล็กสอดไว้ตรงกลางของขดลวดทองแดงจำนวน 2,000 รอบ

3.2.4.5 ใช้ปากคีมจะเข้เชื่อมขั้วไฟฟ้าระหว่างขดลวดทองแดงจำนวน 2,000 รอบ กับแผงวงจรแบตเตอรี่สำรอง โดยขั้วบวกต่อเข้ากับขั้วบวกขั้วลบต่อเข้ากับขั้วลบ

**3.2.5 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการ
เหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า**

3.2.5.1 นำขยะมาเผาในช่องเผาขยะเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อน

3.2.5.2 เผาขยะเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นวัดกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแบตเตอรี่
ลิเทียมที่อยู่ในแผงวงจรแบตเตอรี่สำรอง โดยใช้มัลติมิเตอร์ในการวัด สังเกตและบันทึกค่ากระแสไฟฟ้า

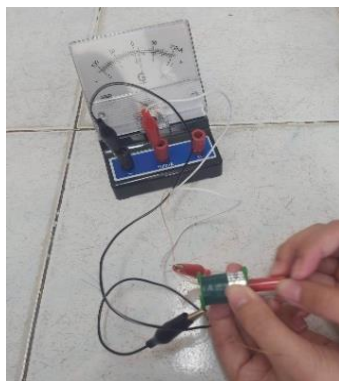
3.2.5.3 ทำซ้ำข้อ 3.2.5.2-3.2.5.3 แต่เปลี่ยนเวลาจาก 15 นาที เป็น 30 นาที และ
45 นาที ตามลำดับ

บทที่ 4

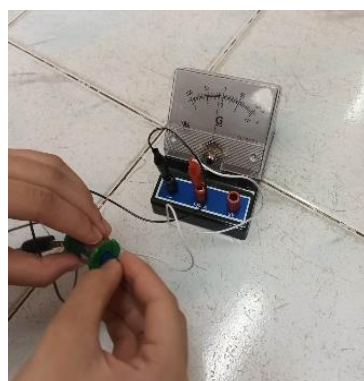
ผลการทดลอง

การจัดทำโครงงานเรื่อง เตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยในการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ คณะผู้จัดทำได้ดำเนินการตามขั้นตอนการดำเนินการ มีผลการทดลองดังนี้

4.1 การทดลองการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยขดลวดทองแดงกับแท่งแม่เหล็ก



ภาพที่ 4.1 ภาพแสดงผลการ
ดันแท่งแม่เหล็กเข้าหาขด
ลวดทองแดง



ภาพที่ 4.2 ภาพแสดงผลการ
ดันแท่งแม่เหล็กออกจากขด
ลวดทองแดง

จากภาพที่ 4.1 พบว่า เมื่อดันแท่งแม่เหล็กเข้าหาขดลวดทองแดง ทำให้เข็มของ
แกลแวนอมิเตอร์เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยจะบิดมาทางขวา แต่จากภาพที่ 4.2 เมื่อดันแท่งแม่เหล็ก
ออกจากขดลวดทองแดงจะทำให้เข็มของแกลแวนอมิเตอร์บิดมาทางซ้าย

4.2 การทดลองเปลี่ยนจำนวนรอบขดลวดทองแดงเพื่อศึกษากระแสไฟฟ้าที่ได้

ตารางที่ 4.1 ผลของปริมาณความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากการเปลี่ยนจำนวนรอบขดลวด

จำนวนรอบขดลวด (รอบ)	ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ได้ (V)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
200	0.171	0.162	0.167	0.167
1,000	0.218	0.256	0.210	0.228
2,000	0.624	0.627	0.618	0.623

จากตารางที่ 4.1 พบว่า เมื่อดันแท่งแม่เหล็กเข้า-ออกขดลวดทองแดงจำนวน 200 รอบ, 1,000 รอบ และ 2,000 รอบ ทั้งหมดอย่างละ 3 ครั้ง พบว่าขดลวดทองแดงจำนวน 2,000 มีค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงที่สุดคือ 0.623 โวลต์ รองลงมาเป็นค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าของขดลวดทองแดงจำนวน 1,000 รอบคือ 0.228 โวลต์ และค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าของขดลวดทองแดงจำนวน 200 รอบคือ 0.167 โวลต์ ตามลำดับ

4.3 การทดลองการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กเพื่อศึกษากระแสไฟฟ้าที่ได้

ตารางที่ 4.2 ผลของปริมาณความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากการเพิ่มความเร็วในการดันแท่งแม่เหล็ก

ความต่างศักย์มอเตอร์ (V)	ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ได้ (V)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1	0.311	0.341	0.349	0.334
2	0.526	0.484	0.518	0.509
3	1.184	1.157	1.296	1.212

จากตารางที่ 4.2 พบว่า เมื่อจ่ายไฟให้มอเตอร์มีความต่างศักย์ 1 โวลต์, 2 โวลต์ และ 3 โวลต์ ทั้งหมดอย่างละ 3 ครั้ง พบว่าความต่างศักย์มอเตอร์จำนวน 3 โวลต์ มีค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงที่สุดคือ 1.212 โวลต์ รองลงมาเป็นค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าของความต่างศักย์มอเตอร์จำนวน 2 โวลต์คือ 0.509 และ ค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าของความต่างศักย์มอเตอร์จำนวน 1 โวลต์คือ 0.334 ตามลำดับ

4.4 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

ตารางที่ 4.3 ผลของปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการเผาขยะในระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลา (นาท)	กระแสไฟฟ้าที่ได้ (A)
15	0.386
30	0.952
45	1.588

จากตารางที่ 4.3 พบว่า เมื่อเผาขยะเป็นระยะเวลา 15 นาที, 30 นาที และ 45 นาที พบว่า ระยะเวลา 15 นาที ได้กระแสไฟฟ้า 0.386 แอมแปร์ ระยะเวลา 30 นาที ได้กระแสไฟฟ้า 0.952 แอมแปร์ และระยะเวลา 45 นาที ได้ กระแสไฟฟ้า 1.588 แอมแปร์

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

โครงการเรื่อง เตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า คณะผู้จัดทำ ดำเนินตามขั้นตอนการดำเนินการ ได้ผลสรุป ดังนี้

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการทดลองการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยขดลวดทองแดงกับแท่งแม่เหล็ก สามารถสรุปผลได้ว่า หากดันขั้วแม่เหล็กเข้าหาขดลวดทองแดง จะทำให้เข็มของแกลแวนอมิเตอร์ เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเข็มจะปัดมาทางขวา แต่เมื่อดันขั้วแม่เหล็กออกจากขดลวดทองแดงจะทำให้เข็มของแกลแวนอมิเตอร์ปัดมาทางซ้าย

5.1.2 ผลการทดลองเปลี่ยนจำนวนรอบขดลวดเพื่อศึกษากระแสไฟฟ้าที่ได้สามารถสรุปผลได้ว่า เมื่อดันแท่งแม่เหล็กเข้า-ออกขดลวดทองแดงจำนวน 200 รอบ, 1,000 รอบ และ 2,000 รอบ ทั้งหมดอย่างละ 3 ครั้ง พบว่าขดลวดทองแดงจำนวน 2,000 มีค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงที่สุดคือ 0.623 โวลต์ รองลงมาเป็นค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าของขดลวดทองแดงจำนวน 1,000 รอบคือ 0.228 โวลต์ และ ค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าของขดลวดทองแดงจำนวน 200 รอบคือ 0.167 โวลต์ ตามลำดับ

5.1.3 ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กเพื่อศึกษากระแสไฟฟ้าที่ได้สามารถสรุปผลได้ว่า เมื่อจ่ายไฟให้มอเตอร์มีความต่างศักย์ 1 โวลต์, 2 โวลต์ และ 3 โวลต์ ทั้งหมดอย่างละ 3 ครั้ง พบว่าความต่างศักย์มอเตอร์จำนวน 3 โวลต์ มีค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงที่สุดคือ 0.334 โวลต์ รองลงมาเป็นค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าของความต่างศักย์มอเตอร์จำนวน 2 โวลต์คือ 0.509 และค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าของความต่างศักย์มอเตอร์จำนวน 1 โวลต์คือ 0.334 ตามลำดับ

5.1.4 ผลการนำเตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและแผงวงจร แบตเตอรี่สำรองมาประกอบเข้าเป็นเตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า และนำมาทดลองใช้งานสามารถสรุปผลได้ว่า เมื่อน้ำในกระป๋องน้ำอัดลมเริ่มเดือด ไชริงค์จะเกิดการขยับ จากนั้นลวดก็จะขยับตาม ทำให้เกิดการเกิดกระแสไฟฟ้าระหว่างขดลวดทองแดงกับแท่งแม่เหล็ก และกระแสนั้นจะไหลเข้าแบตเตอรี่ลิเทียมของแผงวงจรแบตเตอรี่สำรอง

5.1.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถสรุปผลได้ว่า เมื่อเผาขยะเป็นระยะเวลา 15 นาที, 30 นาที และ 45 นาที พบว่าระยะเวลา 15 นาที ได้กระแสไฟฟ้า 0.386 แอมแปร์ ระยะเวลา 30 นาที ได้กระแสไฟฟ้า 0.952 แอมแปร์ และ ระยะเวลา 45 นาที ได้กระแสไฟฟ้า 1.588 แอมแปร์

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำภายในวงปิด เกิดจากการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์สนามแม่เหล็กที่ผ่านพื้นที่รอบด้วยวงปิดนั้น เมื่อแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าขดลวด เข็มของแกลแวนอมิเตอร์จะเบนไปในทิศทางหนึ่ง แต่เมื่อแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ออกจากขดลวด เข็มของแกลแวนอมิเตอร์จะเบนไปในทิศทางตรงข้าม และเมื่อถือแท่งแม่เหล็กนิ่ง ๆ พบว่าไม่มีการเบนของเข็ม ผลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่ามีการเคลื่อนที่ขึ้นโดยไม่ต้องการต่อแบตเตอรี่ เรียกกระแสที่เกิดขึ้นด้วยวิธีนี้ว่า กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ตามกฎของฟาราเดย์

5.2.2 เมื่อเพิ่มจำนวนรอบของขดลวดทองแดงมากขึ้น ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าก็จะเพิ่มมากขึ้น แสดงว่ากระแสไฟฟ้าก็เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน เนื่องจากกฎของโอมที่กล่าวว่า เมื่ออุณหภูมิคงที่ ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านโลหะตัวนำหนึ่งจะมีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำนั้น โดยอัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าย่อมมีค่าคงที่ เรียกว่า ความต้านทาน เพราะฉะนั้นจำนวนรอบของขดลวดทองแดงมีผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

5.2.3 ความเร็วของแท่งแม่เหล็กเมื่อเคลื่อนที่เร็ว ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าก็จะเพิ่มมากขึ้น แสดงว่ากระแสไฟฟ้าก็เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน เนื่องจากกฎของโอมที่กล่าวว่า เมื่ออุณหภูมิคงที่ ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านโลหะตัวนำหนึ่งจะมีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำนั้น โดยอัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าย่อมมีค่าคงที่ เรียกว่า ความต้านทาน เพราะฉะนั้นความเร็วของแท่งแม่เหล็กมีผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

5.2.4 การขยับของไซริงค์เกิดขึ้นได้จากหลักการของเครื่องจักรไอน้ำคือ จะทำการต้มน้ำให้เดือด จากนั้นน้ำที่เดือดจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอน้ำที่มีแรงดันสูง แล้วจึงนำเอาไอน้ำที่มีแรงดันสูงนั้นไปใช้ขับเคลื่อนลูกสูบให้ลูกสูบเคลื่อนที่ ซึ่งในที่นี้ใช้ไซริงค์แทนลูกสูบ จนเกิดงานและงานที่ได้ไปใช้เป็นแหล่งต้นกำลังของเครื่องจักรต่างๆ

5.2.5 เตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาใช้งานได้จริง สังเกตได้จากระยะเวลาที่นานขึ้น จะมีปริมาณกระแสไฟฟ้าสะสมในแบตเตอรี่ลิเทียมที่อยู่ในแบตเตอรี่สำรองเพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าเตาเผาขยะ มีประสิทธิภาพการใช้งานที่เหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 หากต้องการนำเตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้กับอุปกรณ์ที่ต้องการใช้กระแสไฟฟ้ามาก ควรใช้แม่เหล็กแรงสูง เพื่อให้กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมีปริมาณมากขึ้น

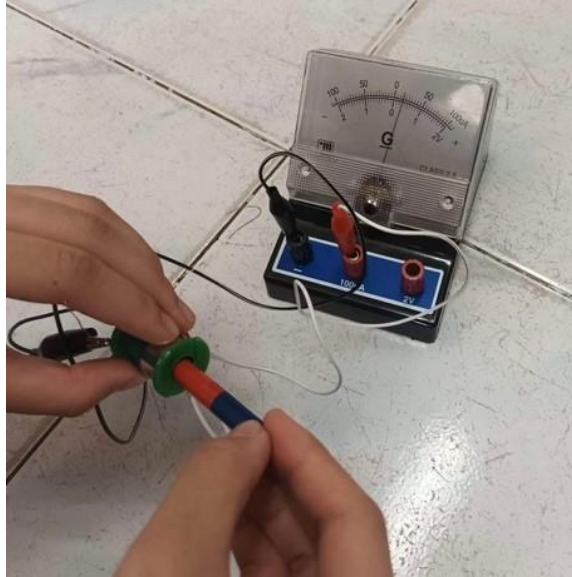
5.3.2 ควรพัฒนาเตาเผาขยะให้เป็นเตาเผาที่ไร้ควัน เพื่อลดมลพิษทางอากาศ

บรรณานุกรม

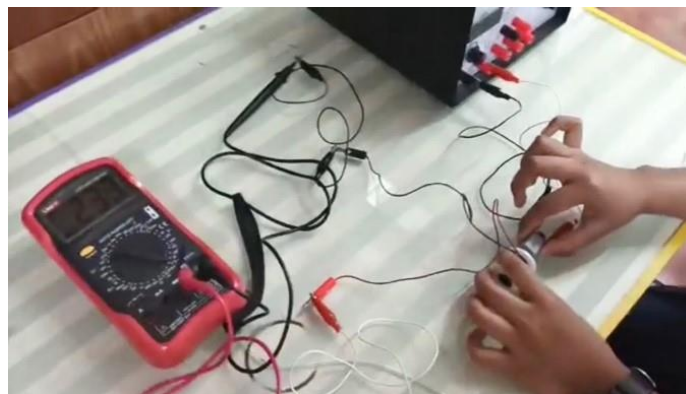
- กัญญา เกื้อกุล. (2564). **ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า**. สืบค้นวันที่ 18 กรกฎาคม 2566,
จาก <https://www.scimath.org/lesson-physics/item/ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า>
- กัญญา เกื้อกุล. (2564). **ไฟฟ้าและแม่เหล็ก**. สืบค้นวันที่ 18 กรกฎาคม 2566,
จาก <https://www.scimath.org/lesson-physics/item/ไฟฟ้าและแม่เหล็กกลุ่มพัฒนาการ>
- ส่งเสริม ขาญชัย ทองโสภณ. (2553). **เครื่องเหนี่ยวนำให้เกิดความร้อน สำหรับอุตสาหกรรม
ครัวเรือนแบบปรับความถี่ได้ [รายงานวิจัยที่ไม่มีการตีพิมพ์]**.
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ชูกิจ ลิมปิจำนงค์, และวนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์. (2563). **หนังสือเรียนฟิสิกส์ เล่ม 4**. พิมพ์ครั้งที่ 1.
สสส. ลาดพร้าว. กรุงเทพมหานคร.
- บริษัท เอส.เอ.เจ.ไอ.(ประเทศไทย) จำกัด. (2564). **การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า**.
สืบค้นวันที่ 18 กรกฎาคม 2566, จาก <https://sa-thai.com/การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า/>
- สุขภาพและการอนามัยสิ่งแวดล้อม. (2565). **กระบวนการผลิตไฟฟ้า**. สืบค้นวันที่ 18 กรกฎาคม
2566, จาก <https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/>
- อนันตชัย กุลวงษ์, และนายอมรเทพ ใจงาม. (2566). **ส่วนประกอบที่สำคัญและหลักการทำงานของ
เครื่องจักรไอน้ำ**. สืบค้นวันที่ 18 กรกฎาคม 2566, จาก <http://sengine.siam2web.com//>
- Germán Portillo. (2559). **กฎของฟาราเดย์**. สืบค้นวันที่ 19 กรกฎาคม 2566,
จาก <https://www.renovablesverdes.com/>
- Laplanche, Phillip A. (1999). **Comprehensive Dictionary of Electrical Engineering**.
Springer. สืบค้นวันที่ 18 กรกฎาคม 2566, จาก <https://th.m.wikipedia.org/wiki/>
- Stauffer, H. Brooke (2002). **NFPA's Pocket Dictionary of Electrical Terms**. สืบค้นวันที่
18 กรกฎาคม 2566, จาก <https://th.m.wikipedia.org/wiki/>

ภาคผนวก

รูปภาพประกอบรายงานโครงงาน



ภาพที่ 1 การวัดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยขดลวดทองแดงกับแท่งแม่เหล็ก

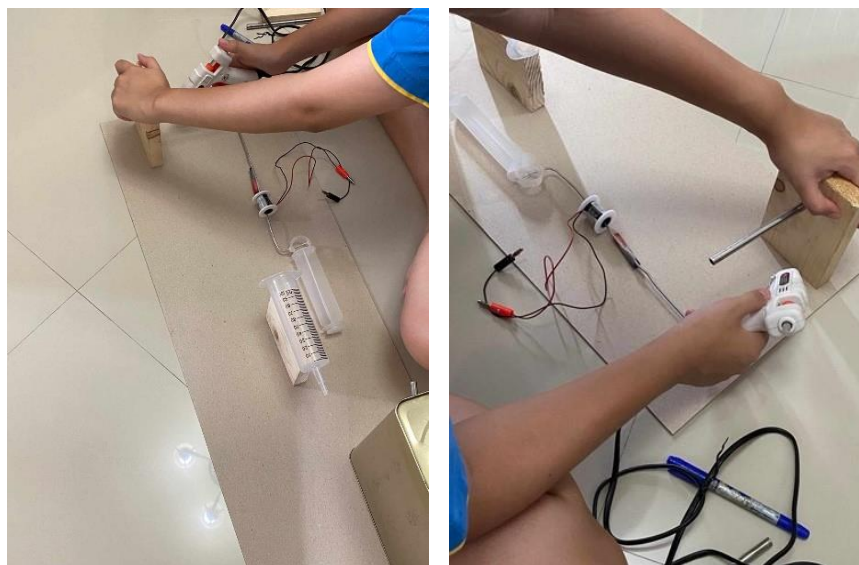


ภาพที่ 2 การวัดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยใช้มอเตอร์ต่อกับแม่เหล็กกระดุม

รูปภาพประกอบรายงานโครงงาน



ภาพที่ 3 ประดิษฐ์เตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

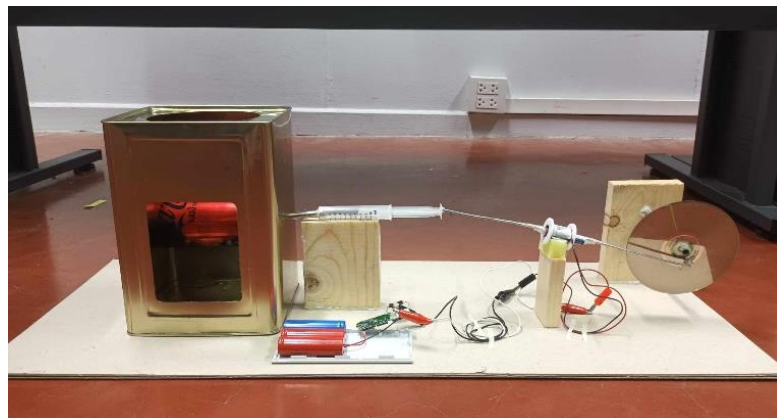


ภาพที่ 4 ประดิษฐ์แบบจำลองเครื่องจักรไอน้ำที่สามารถนำมาใช้กับการผลิตกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้

รูปภาพประกอบรายงานโครงงาน



ภาพที่ 5 ทดลองใช้งานเตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้า
จากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าโดยการให้ความร้อน



ภาพที่ 6 เตาเผาขยะผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า