



แบบเสนอโครงร่างปริญญานิพนธ์

- นักศึกษากลุ่ม : ☒ ปกติ ☐ สมทบ
- ประเภทของโครงการ : ☒ โครงการนวัตกรรม (section 1) ☐ โครงการวิจัย (section 2)
- ลักษณะโครงการ : ☐ พัฒนาจากโครงการเดิม ☒ โครงการใหม่
- เทคโนโลยีโครงการ : ☒ Smart City ☐ Smart Farm ☐ Smart Med. ☐ Smart Lab.
: ☐ อื่น ๆ

ชื่อเรื่องภาษาไทย.....การป้องกันสนิมด้วยแคโทด.....
.....

ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ.....Cathodic Protection.....
.....

ผู้จัดทำ

1. นายต้นธนะ ลิขสกุลวงศ์ รหัสนักศึกษา.....16440413001-0.....โทร. 0979950941
2. นายธนวัฒน์ ศรีนอง รหัสนักศึกษา16440413001-5.....โทร. 0836592514

เสนอต่อ

หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1. ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย

ในปัจจุบัน โลหะถูกนำมาใช้เป็นโครงสร้างหลักในหลายๆ สิ่งในงานระบบไฟฟ้า เช่น ตัวเครื่องจักรกลไฟฟ้า, หม้อแปลงไฟฟ้า, ตู้ MDB, และตัวถังคอมเพรสเซอร์แอร์ อย่างไรก็ตามพบว่าเครื่องจักรกลไฟฟ้า, ตู้ MDB, และตัวถังคอมเพรสเซอร์แอร์มักประสบปัญหาการกัดกร่อนจากสนิมที่ได้รับไอทะเล ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายและ ทำให้ระยะเวลาการใช้งานลดลง นอกจากนี้ยังทำให้ระบบไฟฟ้าได้รับความเสียหายและเพิ่มค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงบ่อยขึ้น โดยเฉพาะหม้อแปลงไฟฟ้าและตัวถังคอมเพรสเซอร์แอร์มักถูกกัดกร่อนจากไอทะเลมากที่สุด

ไอเกลือที่เกิดจากน้ำทะเลจะ เร่งปฏิกิริยาการเกิดสนิมโดยการเพิ่มการนำไฟฟ้าบนพื้นผิวโลหะและทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดเร็วขึ้นได้ ดังนี้ การเพิ่มการนำไฟฟ้า: เมื่อไอเกลือที่มีโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เกาะบนพื้นผิวโลหะ เกลือจะละลายในความชื้นของอากาศ กลายเป็นไอออนของโซเดียม (Na^+) และคลอไรด์ (Cl^-) ซึ่งช่วยเพิ่มการนำไฟฟ้าระหว่างโลหะกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้ง่ายและเร็วขึ้นการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน: คลอไรด์ไอออน (Cl^-) จะช่วยเร่งกระบวนการออกซิเดชัน โดยทำให้เหล็กสูญเสียอิเล็กตรอนได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้เหล็กทำปฏิกิริยากับออกซิเจนกลายเป็นเหล็กออกไซด์ (สนิม) ได้เร็วขึ้น [1]



ภาพที่ 1 เครื่องคอยล์ร้อนแอร์ที่อาคาร 58 อาคารศูนย์วิทยะบริการ มทร.สงขลา

คณะผู้จัดทำจึงตระหนักถึงความสำคัญของการหาวิธีชะลอการกัดกร่อนจากไอเกลือทะเล เพื่อเพิ่มระยะเวลาในการใช้งานของอุปกรณ์เหล่านี้ให้ยาวนานขึ้น

คณะผู้จัดทำจึงเลือกใช้ระบบ Impressed Current Cathodic Protection (ICCP) ซึ่งจะได้รับพลังงานจากระบบโซลาร์เซลล์และแบตเตอรี่ เพื่อใช้เป็นพลังงานทางเลือกให้กับระบบ เนื่องจาก ปัจจุบันระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในท้องตลาดมีราคาถูกลง

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 2.1 เพื่อป้องกันการเกิดสนิมอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่มีโลหะเป็นโครงสร้างภายนอก
- 2.2 เพื่อยืดอายุของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่มีโลหะที่มีการชุบหรือทาสีกันสนิมให้มีอายุยาวนานขึ้น
- 2.3 ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนโครงสร้างที่เป็นโลหะที่มีการเกิดสนิม

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 3.1 ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนโครงสร้างโลหะที่มีการเกิดสนิม
- 3.2 อุปกรณ์ทางไฟฟ้าหรือโครงสร้าง จะไม่เกิดการเป็นสนิมขึ้น
- 3.3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง

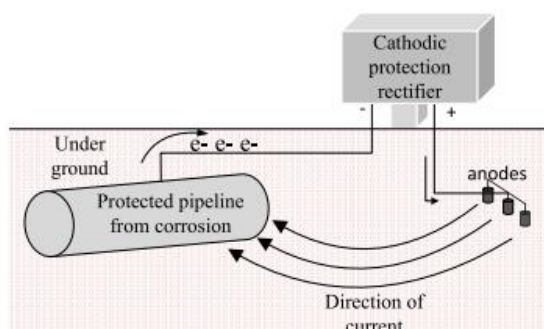
4. ทฤษฎีและหลักการ

- 4.1 งานวิจัยที่ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมของหลักการ (ICCP) มีการศึกษาด้านระบบป้องกันสนิมจำนวน 5 งาน

ในปี 2023 Offshore Structural Corner ได้นำเสนอระบบ ICCP [2] เป็นระบบกันสนิมที่กำลังเป็นที่นิยมมากขึ้นเรื่อยๆ สำหรับแท่นกลางทะเลที่รักษาสีสิ่งแวดล้อม โดยระบบนี้ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงจากแหล่งกำเนิดปล่อยอิเล็กตรอนแทนเพื่อชดเชยส่วนที่เหล็กสูญเสียไปหรือก็คือปล่อยกระแสไฟฟ้ามาเป็นเกาะป้องกัน (Shielding Dome) ไม่ให้โครงสร้างเหล็กถูกกัดกร่อน คือทำให้เหล็กมีสภาพเป็น Cathode รับอิเล็กตรอนแทน โดยติดตั้ง Reference Electrode ไว้วัดความต่างศักย์ของกระแสไฟฟ้า จากนั้นใช้ Rectifier ส่งกระแสไฟลงมาทดแทน โดยเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับจากแหล่งกำเนิดเป็นกระแสตรงแล้วปล่อยลงตามสายไฟและหัวจ่ายที่เห็นในรูป ซึ่งจะติดตั้งตามโครงสร้างที่ต้องการจะปกป้องจากการกัดกร่อน ระบบนี้มีประสิทธิภาพมากสำหรับพื้นที่ที่มีความต้านทานไฟฟ้าสูง และพื้นที่ที่ต้องการปกป้องกว้างมาก แต่ข้อเสียคือบำรุงรักษายากและราคาแพง แต่ปัจจุบันได้รับความนิยมมากกับอุตสาหกรรม Offshore Wind Energy เนื่องจากเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากกว่า

ในปี 2021 Shokoufeh ValadKhani และคณะ ได้นำเสนอ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า สลับเอาต์พุตแบบแปรผันสำหรับการใช้งานป้องกันแคโทดิกด้วย DC-DC ความถี่แปรผันและรอบ หน้าถี่ตัวแปลงฟูลบริดจ์ [3] เป็นการป้องกันการเกิดสนิมโดยใช้แคโทด (Cathodic Protection, CP) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการกัดกร่อนของโครงสร้างโลหะสำคัญ เช่น ท่อใต้ดิน สะพาน และโครงสร้างใต้น้ำ การตรวจสอบ CP อย่างถาวรจำเป็นสำหรับโครงสร้างสำคัญ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ ท่อขนส่งน้ำมันและก๊าซเป็นตัวอย่างที่ชัดเจนของภัยคุกคามนี้ ท่อที่ฝังอยู่สามารถป้องกันการกัดกร่อนได้ด้วยการเคลือบฉนวนและ CP โดยการฉีดกระแสไฟฟ้า กระแสตรง (dc) หรือแรงดันไฟฟ้าเข้าไปในท่อ การทำ CP จะเกิดขึ้นโดยการบังคับให้กระแสไฟฟ้า ไหลผ่านอิเล็กโทรไลต์ ผลการทดลองของ Shokoufeh Valadkhani และทีมในปี 2021 พบว่า เครื่องแปลงไฟฟ้าต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถรักษาประสิทธิภาพสูงได้ในช่วงกำลังไฟที่หลากหลาย โดยตัวแปลงสามารถปรับความถี่และรอบการทำงานของพัลส์ได้ตามความต้องการของระบบ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานป้องกันการกัดกร่อนแบบแคโทดิกได้จริง

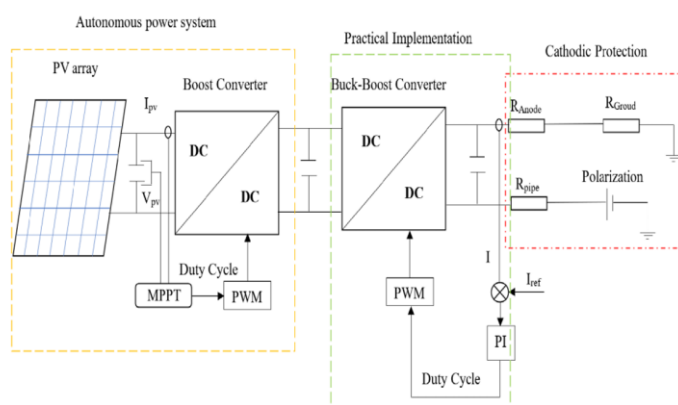


ภาพที่ 2 หลักการทำงาน

ในปี 2020 Hao Liu, และคณะ [4] ได้เสนอการออกแบบป้องกันสนิมแบบขั้นเดียว มักนำไปสู่การเกิดการกัดกร่อนอย่างรุนแรงในบางส่วนของเสาส่งสัญญาณไฟฟ้า จากลักษณะการกระจายตัวของปัจจัยที่ทำให้เกิดสนิม โดยบทความนี้ได้นำเสนอแนวคิดการออกแบบป้องกันสนิมแบบแบ่งระดับสำหรับเสาส่งไฟฟ้า และให้ข้อเสนอแนะเฉพาะสำหรับการรักษาป้องกันสนิม บทความนี้ใช้เสาส่งไฟฟ้าเป็นตัวอย่างในการออกแบบป้องกันสนิมแบบแบ่งระดับ และดำเนินการมาตรการการรักษาในลักษณะเดียวกัน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าแผนการออกแบบนี้สามารถรับประกันอายุการป้องกันสนิมของเสาทั้งหมดได้เท่าที่จะเป็นไปได้

ในปี 2021 Xiaoping Guo และคณะ [5] ได้นำเสนอ สมรรถนะการกัดกร่อนและกลไกการแปลงสปีชีส์ของการเคลือบทนต่อพื้นผิวอีพ็อกซีที่ดัดแปลงด้วยกราฟีน โดยเคลือบอีพ็อกซีที่ปรับปรุงด้วยกราฟีน (Graphene Modified Epoxy Surface Tolerant Coating) ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดการกัดกร่อนบนพื้นผิวเหล็กที่มีสนิมอยู่ก่อนแล้ว โดยมีการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการแปลงสปีชีส์และการป้องกันการกัดกร่อนของสารเคลือบชนิดนี้บนพื้นผิวเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีสนิมอยู่เดิม โดยผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการเคลือบพื้นผิวอีพ็อกซีที่ปรับปรุงด้วยกราฟีน (Graphene Modified Epoxy Surface Tolerant Coating) มีประสิทธิภาพในการป้องกันการกัดกร่อนบนเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีสนิม โดยทำให้สนิมส่วนใหญ่ละลายและเปลี่ยนสภาพด้วยปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอริก ซึ่งช่วยให้เกิดการเคลือบผิวที่แน่นและมีความทนทานมากขึ้น

ในปี 2024 AREZKI FEKIK และคณะ [6] ได้นำเสนอ Hardware Implementation of a Solar-Powered Buck-Boost Converter for Enhanced Cathodic Protection Using Texas Instruments C2000 Board โดยบทความนี้มีวัตถุประสงค์หลักในการนำเสนอการนำฮาร์ดแวร์ของตัวแปลง buck-boost ที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบ Cathodic Protection โดยเน้นถึงข้อดีของการรวมบอร์ด Texas Instruments C2000 และมีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซลาร์เซลล์ที่เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียน ซึ่งช่วยเพิ่มระยะเวลาการเกิดสนิมของโครงสร้างโลหะและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้งานฮาร์ดแวร์มีประสิทธิภาพในการควบคุม กระแสขาออกของตัวแปลง Buck-Boost เพื่อการปกป้องแคโทดที่น่าเชื่อถือ



ภาพที่ 3 วงจรการทำงาน

4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การคำนวณกระแสไฟฟ้าเพื่อป้องกันการเกิดสนิมในระบบ Cathodic Protection เป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบระบบเพื่อให้แน่ใจว่าโครงสร้างโลหะที่ต้องการป้องกันได้รับกระแสไฟฟ้าเพียงพอในการป้องกันการกัดกร่อน โดยทั่วไปมีขั้นตอนการคำนวณและปัจจัยที่ต้องพิจารณาดังนี้:

1. การหากระแสป้องกัน (Protective Current)

กระแสไฟฟ้าที่ต้องใช้เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของโครงสร้างโลหะ สามารถคำนวณได้จากสมการพื้นฐาน ดังนี้:

$$I = A \times J$$

- I คือ กระแสไฟฟ้าที่ต้องใช้เพื่อป้องกันการกัดกร่อน (หน่วยเป็นแอมแปร์, A)
- A คือ พื้นที่ผิวของโลหะที่สัมผัสกับสารกัดกร่อน (หน่วยเป็นตารางเมตร, m²)
- J คือ ความหนาแน่นของกระแสป้องกัน (Current Density) ที่จำเป็น (หน่วยเป็นแอมแปร์ต่อตารางเมตร, A/m²)

2. การกำหนดค่าความหนาแน่นของกระแสป้องกัน (J)

ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าป้องกันที่จำเป็นในการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะจะขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะและสภาพแวดล้อมที่โลหะสัมผัส เช่น น้ำทะเล น้ำจืด หรือดิน โดยมีตัวอย่างค่าความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าในสถานการณ์ต่าง ๆ ดังนี้:

- น้ำทะเล (Sea Water):
 - เหล็ก (Steel): 0.1 – 0.2 A/m²
 - ทองแดง (Copper): 0.02 – 0.05 A/m²
- น้ำจืด (Fresh Water):
 - เหล็ก (Steel): 0.02 – 0.05 A/m²
- ในดิน (Soil):

- เหล็ก (Steel): $0.01 - 0.02 \text{ A/m}^2$

3. การคำนวณพื้นที่ผิวของโลหะ (A)

ในการคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ต้องการต่อตารางพื้นที่ผิว ของโลหะที่ต้องการป้องกัน (A) โดยคิดเฉพาะพื้นที่สัมผัสกับสารกัดกร่อน เช่น น้ำหรือดิน

4. ตัวอย่างการคำนวณ

สมมติว่าเรามีโครงสร้างเป็นท่อเหล็กที่ฝังอยู่ในดิน โดยมีข้อมูลดังนี้:

-เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ = 0.5 เมตร (ดังนั้น รัศมี = 0.25 เมตร)

-ความยาวของท่อ = 100 เมตร

-ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าป้องกันสำหรับเหล็กในดิน = 0.02 A/m^2

ขั้นตอนการคำนวณ:

1.คำนวณพื้นที่ผิวของท่อ (A):

$$A = 2\pi rL = 2 \times 3.1416 \times 0.25 \times 100 = 157.08 \text{ m}^2$$

2.คำนวณกระแสไฟฟ้าที่ต้องใช้ (I):

$$I = A \times J = 157.08 \text{ m}^2 \times 0.02 \text{ A/m}^2 = 3.14 \text{ A}$$

ดังนั้น กระแสไฟฟ้าที่ต้องใช้เพื่อป้องกันการเกิดสนิมบนท่อเหล็กนี้คือ 3.14 แอมแปร์ [7]

การหาขนาดแบตเตอรี่และแผงโซลาร์เซลล์สำหรับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ต้องอิงกับปริมาณพลังงานที่ต้องการใช้งานในแต่ละวัน และจำนวนชั่วโมงแสงแดดที่เพียงพอในพื้นที่ที่ติดตั้งโซลาร์เซลล์ วิธีคำนวณคร่าว ๆ มีดังนี้:

1. การหาขนาดแบตเตอรี่

แบตเตอรี่จะต้องเก็บพลังงานเพียงพอสำหรับการใช้งานในช่วงที่ไม่มีแสงแดด เช่น ตอนกลางคืนหรือในวันที่มีเมฆมาก

ขั้นตอนการคำนวณขนาดแบตเตอรี่:

คำนวณการใช้พลังงานต่อวัน (Watt-hour หรือ Wh)

การใช้พลังงานต่อวัน (Wh) = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (W) x จำนวนชั่วโมง (hr)

$$\text{คำนวณความจุแบตเตอรี่ที่ต้องการ (Ah)} = \frac{\text{พลังงานที่ใช้ต่อวัน (wh)}}{\text{แรงดันของระบบ (V)}} \times \frac{1}{\text{ความลึกในการคายประจุ (DoD)}}$$

DoD คือค่าที่บอกว่าแบตเตอรี่จะถูกคายประจุได้มากน้อยเพียงใด โดยทั่วไปใช้ DoD ประมาณ 0.8 หรือ 80%

2. การหาขนาดแผงโซลาร์เซลล์

แผงโซลาร์เซลล์ต้องผลิตพลังงานเพียงพอที่จะชดเชยการใช้พลังงานทั้งหมดในแต่ละวัน

ขั้นตอนการคำนวณขนาดแผงโซลาร์เซลล์:

1. คำนวณการใช้พลังงานต่อวัน (Wh) เหมือนกับขั้นตอนหาขนาดแบตเตอรี่
2. หาจำนวนชั่วโมงที่แสงแดดมีความเข้มพอที่จะผลิตไฟฟ้าได้ (ชั่วโมงแสงแดดเฉลี่ยต่อวันในพื้นที่)
3. คำนวณกำลังไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ที่ต้องการ (W)

$$\text{ขนาดแผงโซลาร์เซลล์ (W)} = \frac{\text{พลังงานที่ใช้ต่อวัน (wh)}}{\text{จำนวนชั่วโมงแสงแดด (hr)} \times \text{ประสิทธิภาพของระบบ}}$$

โดยทั่วไปใช้ประสิทธิภาพระบบประมาณ 0.75 ถึง 0.85 เพื่อพิจารณาการสูญเสียต่าง ๆ เช่น การสูญเสียในสายไฟ และอุปกรณ์ควบคุมการชาร์จ

ตัวอย่างการคำนวณ:

สมมติว่าคุณมีอุปกรณ์ใช้พลังงานรวม 1,200 Wh ต่อวัน และแสงแดดเพียงพอในพื้นที่เฉลี่ย 5 ชั่วโมงต่อวัน

ขนาดแบตเตอรี่:

-แรงดันระบบ 12V

-DoD 80%

$$\text{ขนาดแบตเตอรี่ (Ah)} = \frac{1200}{12} \times \frac{1}{0.8} = 125 \text{ Ah} \text{ ขนาดแผงโซลาร์เซลล์:}$$

-ประสิทธิภาพระบบ 0.8

$$\text{ขนาดแผงโซลาร์เซลล์ (W)} = \frac{1200}{5 \times 8} = 300 \text{ W}$$

ดังนั้น คุณจะต้องใช้แบตเตอรี่ที่มีความจุประมาณ 125 Ah และแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 300 W [8]

4.3 อุปกรณ์ที่สำคัญ

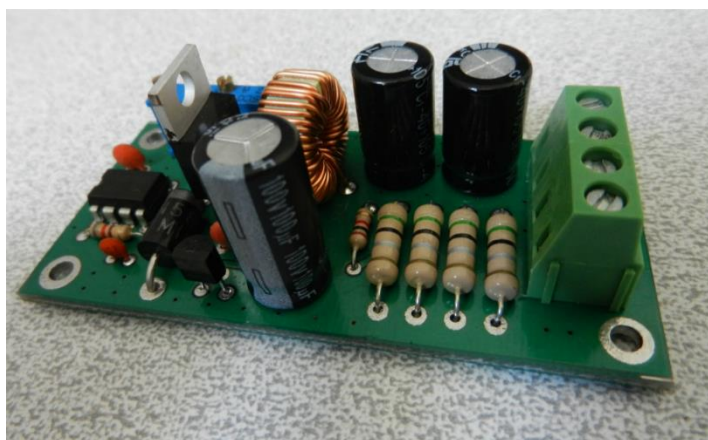
4.3.1 วงจร Buck-Boost Converter 12v

วงจร Buck-Boost Converter เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) โดยมีคุณสมบัติที่สามารถปรับแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลงตามความต้องการได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยมี 2 โหมดหลักคือ:

1. Buck (Step-down): ใช้ลดแรงดันไฟฟ้าขาออกให้ต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าขาเข้า

2. Boost (Step-up): ใช้เพิ่มแรงดันไฟฟ้าขาออกให้สูงกว่าแรงดันไฟฟ้าขาเข้าการทำงาน

วงจร Buck-Boost จะสลับการทำงานของสวิตช์ระหว่างเปิดและปิดอย่างรวดเร็ว โดยการควบคุมการเปิด-ปิดนี้จะปรับอัตราการแปลงแรงดัน ซึ่งการทำงานขึ้นอยู่กับอัตราการนำไฟฟ้าของสวิตช์ (Duty Cycle)



ภาพที่ 4 วงจร Buck-Boost Converter 12v

4.3.2 แท่งอลูมิเนียม

ใช้เป็นตัวนำทางด้านแอโนด เนื่องจากอลูมิเนียมมีคุณสมบัติที่สามารถปล่อยอิเล็กตรอนและสละตัวเองเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของโลหะที่เป็นแคโทดได้ดี



ภาพที่ 5 แท่งอลูมิเนียม

4.3.3 แบตเตอรี่ลิเทียม 12v 20ah

แบตเตอรี่ลิเทียม (Lithium-ion battery) เป็นแบตเตอรี่ชนิดหนึ่งที่ใช้ลิเทียมเป็นวัสดุสำคัญในการทำปฏิกิริยาเคมี เพื่อเก็บและปล่อยพลังงานไฟฟ้า แบตเตอรี่ชนิดนี้ มีความหนาแน่นพลังงานสูง ไม่จำเป็นต้องกระตุ้นก่อนที่จะใช้หลังจากเก็บมาเป็นเวลานาน มีอัตราการคายประจุของตัวเองต่ำ และไม่จำเป็นต้องดูแลรักษามาก แต่ยังมีข้อจำกัดอยู่คือจำเป็นต้องใช้วงจรป้องกันแรงดัน และกระแสให้อยู่ในเขตปลอดภัย มีการเสื่อมอายุตามเวลาแม้ว่าจะไม่มีการใช้งาน และยังมีอัตราการจ่ายกระแสไม่สูงมาก ไม่เหมาะสมกับงานที่ใช้โหลดหนักๆ



ภาพที่ 6 แบตเตอรี่ลิเทียม 12v 20ah

4.3.4 แผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 12v 80w

แผงโซลาร์เซลล์ เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานได้ มีหลายประเภท ซึ่งประเภทที่นิยมกัน คือ แบบใช้สารกึ่งตัวนำซิลิคอน (Silicon Semiconductor) มีหน้าที่เป็นตัวดูดซับพลังงานจากแสงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนพลังงานเป็นกระแสไฟฟ้าแบบ DC



ภาพที่ 7 แผงโซลาร์เซลล์ 80w

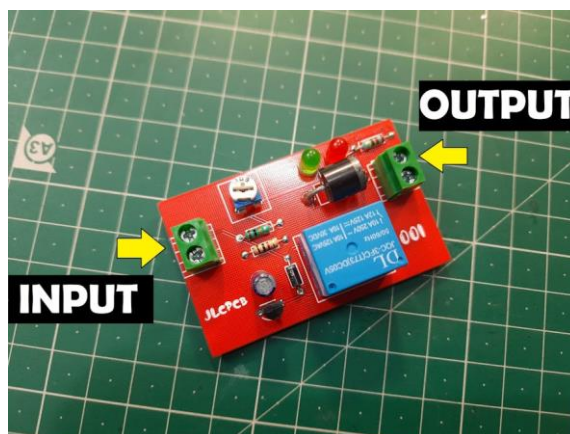
4.3.5 ตู้กั้นน้ำพลาสติก



ภาพที่ 8 ตู้กั้นน้ำพลาสติก

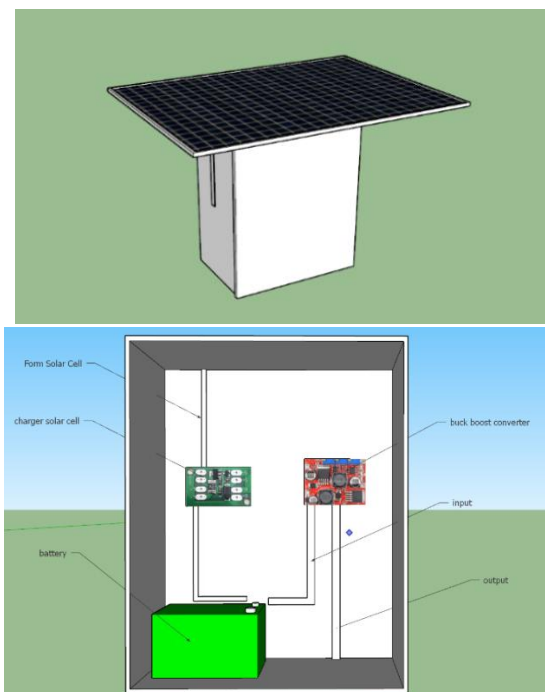
4.3.6 วงจรชาร์จแบตเตอรี่จากโซลาร์เซลล์

วงจรชาร์จแบตเตอรี่ เป็นวงจร รีเลย์ ซึ่งใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดวงจรไฟฟ้าที่มีแรงดันสูงหรือกระแสสูง โดยใช้สัญญาณควบคุมแรงดันต่ำ เมื่อแบตเตอรี่เต็มวงจรจะตัดการทำงาน เพื่อหยุดชาร์จแบตเตอรี่



ภาพที่ 9 วงจรรีเลย์ชาร์จแบตเตอรี่จากโซลาร์เซลล์

4.4 การออกแบบชิ้นงาน



ภาพที่ 10 การออกแบบชิ้นงาน

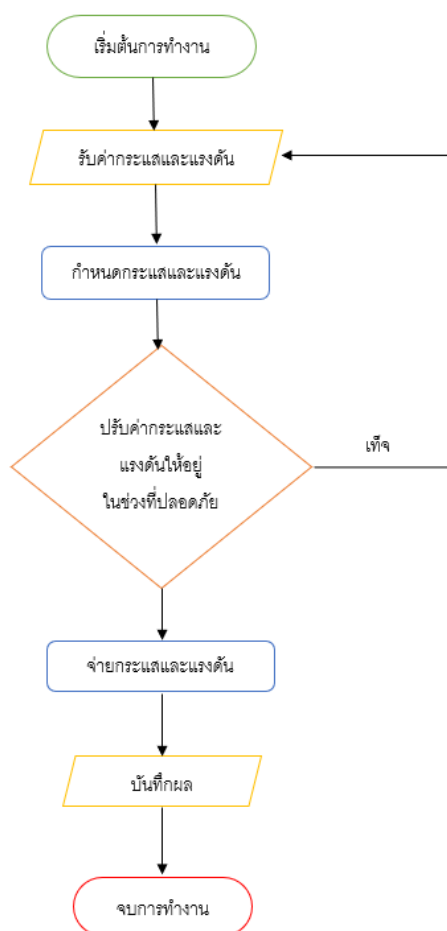
4.5 หลักการทำงาน

การป้องกันการกัดกร่อนด้วยวิธีแคโทด (Cathodic Protection) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการควบคุมการกัดกร่อนของพื้นผิวโลหะ โดยทำให้โลหะนั้นกลายเป็นแคโทดและแอโนด โดยการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอกเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้า โดยแคโทดจะเป็นตัวโลหะที่เราต้องการป้องกัน ส่วนแอโนดจะเป็นแอโนดเสียสละ โดยจะเป็นสนิมแทนโลหะ ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ใช้จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยการป้องกันการกัดกร่อนนี้กระแสไฟฟ้าที่ใช้ จะคำนวณได้จาก พื้นผิวของโลหะ สภาพแวดล้อม ประเภทของโลหะ โดยใช้สูตร

กระแสไฟฟ้าทั้งหมด (Total Current) = พื้นที่ผิว (Surface Area) × ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า (Current Density)

โดยความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้ามาจากสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่นหากแคโทดฝังดิน จะใช้ความหนาแน่นที่ ดินแห้ง: 0.5-2 mA/ft² ,ดินชื้น: 1-5 mA/ft² ,ดินมีรากไม้มาก: 5-10 mA/ft² ส่วนของวงจรที่ใช้จะใช้เป็นวงจร Buck-Boost Converter มาควบคุมกระแสและแรงดัน ในวงจรนี้ได้ทำการเพิ่มระบบโซล่าเซลล์เข้ามา เพื่อใช้เป็นแหล่งจ่าย จากเดิมที่ใช้เป็นวงจรแปลงกระแสไฟฟ้าจาก ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ทำให้มีการจ่ายไฟฟ้าไว้ตลอด เพื่อป้องกัน จะทำให้เกิดการสิ้นเปลืองค่าไฟ ซึ่งการใช้ระบบโซล่าเซลล์มาจ่ายกระแสไฟฟ้าแทน ทำให้ลดการเสียค่าไฟ และยังสำรองไฟไว้จ่ายกับระบบได้หากโซล่าเซลล์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้า

Flowchart ขั้นตอนการทำงานของระบบ



ภาพที่ 11 Flowchart ขั้นตอนการทำงานของระบบ

4.6 วิธีการทดลอง

ชุดทดลองจะใช้แหล่งพลังงานจากโซล่าเซลล์ และแบ่งลักษณะการทดลองย่อยๆ ออกเป็น ดังนี้

4.6.1ทดลองโดยใช้แหล่งพลังงานจากโซล่าเซลล์โดยมีแบตเตอรี่สำรอง จะทดลองโดยจ่ายแรงดันออกเป็น 3 ชุด คือ

- 9 V 10 mAmp
- 9 V 20 mAmp
- 9 V 30 mAmp

4.6.2 ทดลองโดยใช้แหล่งพลังงานจากโซล่าเซลล์โดยไม่มีแบตเตอรี่สำรอง
จะ ทดลองโดยจ่ายแรงดันออกเป็น 1 ชุด คือ

- 9 V 30 mAmp

4.6.3 ทดลองโดยไม่มีการใช้ชุดลอง Cathodic Protection จำนวน 1 ชุด

5. ขอบเขตของการวิจัย

- 1.ออกแบบและสร้างระบบป้องกันสนิม
- 2.สามารถป้องกันการกัดกร่อนของโลหะจากการเกิดสนิมอย่างเห็นได้ชัดจากการทดสอบ
ภายในเวลาไม่น้อยกว่า 2 เดือน
- 3.ชุดทดลองจะใช้แหล่งพลังงานจากโซล่าเซลล์ โดยใช้กระแสและแรงดัน อยู่ในช่วง 9V
กระแสอยู่ที่ 10 – 30 mAmp
- 4.ชุดทดลองจะใช้โครงสร้างโลหะ เป็นเหล็กดำ หรือที่เรียกทั่วไปว่าเหล็กรูปพรรณ หรือ
เหล็กรูปพรรณดำ โดยเป็นเหล็กที่ไม่ได้รับการเคลือบการป้องกันการกัดกร่อน

6. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินโครงการ

1. ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ
2. เข้าปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
3. ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ที่นำมาทำโครงการ
4. ศึกษาการทำงานของระบบป้องกันสนิมด้วยไฟฟ้า
5. สอบหัวข้อโครงการ
6. จัดซื้ออุปกรณ์ และเริ่มทำชุดจ่ายกระแสและแรงดัน
7. รายงานความก้าวหน้า
8. ทดสอบการทำงาน
9. แก้ไขข้อผิดพลาด
10. สรุปผลการทำงาน
11. จัดทำปริญญานิพนธ์
12. สอบจบโครงการ

7	สรุปผลการทดลอง										
8	เขียนบทความตีพิมพ์/ขออนุญาติสิทธิบัตร										
9	เขียนสรุปโครงการ										

8. เอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

- [1] Jones, D.A. 1996. จาก Principles and Prevention of Corrosion.
- [2] Offshore Structural Corner 2023 หลักการทำงาน ICCP สำหรับแท่นกลางทะเล รูปแบบที่สามารถติดตั้งได้ สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน 2567 จาก เว็บไซต์ kkurojjanawong.worldpress
- [3] Shokoufeh ValadKhani และคณะ 2021 ได้นำเสนอ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสลับ เอาต์พุตแบบแปรผันสำหรับการใช้งานป้องกันแคโทดิก จาก IEEE Xplore
- [4] Hao Liu,และคณะ 2020 ได้เสนอการออกแบบป้องกันสนิมแบบชั้นเดียวมักนำไปสู่การเกิด การกัดกร่อนอย่างรุนแรง จาก IEEE Xplore
- [5] Xiaoping Guo และคณะ 2021 ได้นำเสนอ สมรรถนะการกัดกร่อนและกลไกการแปลงสนิม ของการเคลือบทนต่อพื้นผิวอีพ็อกซีที่ดัดแปลงด้วยกราฟีน โดยเคลือบอีพ็อกซีที่ปรับปรุงด้วย กราฟีน จาก Frontiers
- [6] Arezki Fekik, 2024 Hardware Implementation of a Solar-Powered Buck-Boost Converter for Enhanced Cathodic Protection Using Texas Instruments C2000 Board จาก IEEE Xplore
- [7] A W Peabody,Ronald Bianchetti 2001 จาก Text Book Peabody's Control of Pipeline corrosion (2nd Edition)
- [8] Michael Boxwell 2021 จาก The Solar Electricity Handbook

9.งบประมาณ

ที่	รายการ	จำนวน	ราคา	ราคา รวม
1	วงจร Buck-Boost Converter	4	200	800
2	แท่งอลูมิเนียม 22mm.	6	212	1,272
3	แผงโซลาร์เซลล์ 80w	1	720	720
4	แบตเตอรี่ลิเธียม 20ah	1	809	800
5	ตู้กั้นน้ำพลาสติก	2	105	210
6	วงจรรีเลย์ควบคุมการ ชาร์จแบตเตอรี่	1	100	100
รวม				3,902

ลงชื่อ.....*ณัฏฐ์*..... (นักศึกษา)

ลงชื่อ.....*กัทธนา*..... (นักศึกษา)

ลงชื่อ.....*25*..... (อาจารย์ที่ปรึกษา)