



แบบเสนอโครงร่างปริญญานิพนธ์

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

ระบบปรับระยะห่างของอิเล็กโทรดในห้องปฏิบัติการไฟฟ้าแรงสูง

ELECTRODE DISTANCE ADJUSTMENT SYSTEM FOR HIGH VOLTAGE LAB

ผู้จัดทำ

1. นายกิตติศักดิ์ คงรอด รหัสนักศึกษา 164404130006 โทร. 0616297036
2. นายธนาภัทร ชุมพล รหัสนักศึกษา 164404130016 โทร. 0822688457

เสนอต่อ

หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



หัวข้อการนำเสนอ

1. ความสำคัญและที่มาของหัวข้อโครงการ

ในการเรียนรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง ส่วนหนึ่งของเนื้อหาวิชาจะเป็นการทดลองเรื่องคุณลักษณะของสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งการทดลองนี้เป็นการศึกษาความเครียดสนามไฟฟ้าที่มีโอกาสเกิดขึ้นในกรณีที่อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้ามีการใช้งานอยู่ในระบบ[1]

ที่ผ่านมาอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการจะเป็นระบบปรับระยะแก้ผ่าน App Invertor ผ่าน WiFi [2] ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวในปัจจุบันมีการใช้งานมาระยะหนึ่งปรากฏว่ามีปัญหาในเรื่องของการเชื่อมต่อสัญญาณบลูทูธ ซึ่งทำการเชื่อมต่อได้ยากและสั่งการปรับระยะแก้ได้ไม่ตรงตามต้องการนอกจากนี้แอปที่สร้างขึ้นมานั้นงานดังกล่าวไม่สามารถดาวน์โหลดลงในสมาร์ทโฟนทุกรุ่นจึงทำให้เกิดปัญหาในการทดลองในห้องปฏิบัติการดังกล่าว

ดังนั้นโครงการนี้จึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องปรับระยะแก้โดยใช้หลักการควบคุมด้วย เทคโนโลยี ลอรา (LoRa) มาแทนอุปกรณ์เดิมซึ่งเป็นการควบคุมผ่านสัญญาณ WiFi เนื่องจากเทคโนโลยีลอรา มี จุดเด่นในเรื่องระยะทางในการสื่อสาร สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ในระยะไกล 5-10 กิโลเมตร สามารถเชื่อมต่อเข้ากับโหนดนับล้าน มีอายุการใช้งานแบตเตอรี่นานกว่า 10 ปี อีกทั้งประหยัดพลังงานจาก การใช้พลังงานในช่วงรับ-ส่งข้อมูลค่อนข้างต่ำ ในช่วงที่ไม่ส่งข้อมูล สามารถกำหนดให้อุปกรณ์ เข้าสู่โหมดประหยัดพลังงานได้ [3] ซึ่งทางผู้ทำโครงการตั้งสมมุติฐานไว้ว่าถ้าใช้เทคโนโลยีนี้จะสามารถลดปัญหาในการเชื่อมต่ออุปกรณ์สื่อสารและปรับระยะแก้ได้ดีและแม่นยำกว่าเดิม

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 2.1 เพื่อศึกษาทฤษฎีและหลักการการออกแบบใช้งานบอร์ด ESP32 ควบคู่กับ LoRa ในการควบคุมการทำงานของ “ระบบปรับระยะห่างของอิเล็กทรอนิกส์ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง”
- 2.2 เพื่อศึกษาหลักการทำงานและหลักการออกแบบ “ระบบปรับระยะห่างของอิเล็กทรอนิกส์ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูงโดยผ่านรีโมทคอนโทรล” จำนวน 1 เครื่อง
- 2.3 เพื่อสร้างระบบปรับระยะห่างอิเล็กทรอนิกส์ที่อำนวยความสะดวกและมีความปลอดภัยมาใช้ในการห้องปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 2.1 มีความรู้และความเข้าใจพื้นฐานของบอร์ด ESP32 ควบคู่กับ LoRa ในการควบคุมการทำงานของ “ระบบปรับระยะห่างของอิเล็กทรอนิกส์ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง”
- 2.2 สามารถออกแบบระบบปรับระยะห่างของอิเล็กทรอนิกส์ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูงโดยผ่านรีโมทคอนโทรล” จำนวน 1 เครื่องได้
- 2.3 สามารถใช้งานระบบปรับระยะห่างอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสะดวกและมีความปลอดภัยใช้ในการห้องปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง



4. ทฤษฎีและหลักการ

4.1 ทบทวนวรรณกรรม

ธนศ คณะดี และ ศราวุธ ชัยมูล. 2565. **การประยุกต์ใช้ระบบเครือข่าย LoRaWAN สำหรับการตรวจสอบพลังงานไฟฟ้าและการจัดเก็บข้อมูลในอาคารอัจฉริยะ** เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งบนพื้นฐานเครือข่ายบริเวณกว้าง LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) ที่ใช้พลังงานต่ำเหมาะกับการใช้งานสำหรับเครื่องมือวัดและระบบการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าจากมาตรวัดแบบดั้งเดิมพัฒนาไปเป็นมาตรวัดแบบอัจฉริยะสำหรับระบบการตรวจวัดพลังงานของหม้อแปลงไฟฟ้าโนระบบจำหน่าย โรงงานและอาคารอัจฉริยะโดยเครือข่าย LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) เป็นหนึ่งในเทคโนโลยี LPWAN ที่มีบทบาทสำคัญและเหมาะสำหรับใช้ในการเชื่อมต่อเครือข่าย LoT ในการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าอัจฉริยะเพราะสามารถสื่อสารได้ในระยะทางไกลใช้ความถี่ที่ไม่มีใบอนุญาต และราคาต้นทุนต่ำ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการประยุกต์ใช้ระบบเครือข่าย LoRaWAN สำหรับการตรวจสอบพลังงานไฟฟ้าและการจัดเก็บข้อมูลในอาคารอัจฉริยะ เพื่อตรวจสอบและจัดการการใช้พลังงานในอาคารอัจฉริยะ โดยใช้โมเด็มเซเซอร์ (มาตรไฟฟ้าแบบดิจิทัลรวมกับโมดูลสื่อสาร LoRa) วางไว้ในแต่ละชั้นของอาคารและใช้เกตเวย์ LoRaWAN แบบหลายช่องสัญญาณ โดยในการประเมินประสิทธิภาพของระบบที่นำเสนอได้ทำการวัดและคำนวณตัวบ่งชี้ 3 ตัว คือ ความแรงของสัญญาณที่ได้รับ (RSSI) อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (SNR) และอัตราการส่งข้อมูลสำเร็จ (PDR) โดยผลการวัดทดสอบพบว่า ค่า RSSI ในแต่ละชั้นจากชั้นที่ไกลที่สุดจนถึงชั้นเดียวกับเกตเวย์มีค่าเฉลี่ย -110 ถึง -33 เดซิเบลมิลลิวัตต์ ขณะที่ สูงสุดคือ 12.08 SNR เดซิเบล และ SNR ต่ำสุดคือ -5.28 เดซิเบล ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า เกตเวย์ 8 ช่องสัญญาณเพียงตัวเดียวสามารถครอบคลุมอาคาร 8 ชั้น โดยที่มีอัตราการส่งข้อมูลสำเร็จมีค่ามากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพและสามารถครอบคลุมของสถานที่ทดสอบทั้งหมด จากการวิเคราะห์ผลผ่านพารามิเตอร์ RSSI SNR และ PDR ที่เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพเครือข่าย LoRaWAN พบว่า การประยุกต์ใช้เครือข่าย LoRaWAN สำหรับการตรวจสอบพลังงานไฟฟ้า และการจัดเก็บข้อมูลในอาคารอัจฉริยะสามารถเพิ่มความเชื่อมั่นและความน่าเชื่อถือของระบบการตรวจสอบพลังงานไฟฟ้าอัจฉริยะ [4]

ธนทรศน์ แซ่ลิ้มและคณะ. 2564. **การออกแบบและประเมินประสิทธิภาพของระบบติดตามตำแหน่งสำหรับปฏิบัติการด้านยุทธการและการข่าวด้วยเทคโนโลยี LoRaWAN** บทความวิจัยนี้จึงเป็นการนำเสนอการออกแบบพัฒนาและประเมินผลประสิทธิภาพของระบบติดตามตำแหน่งเจ้าหน้าที่สำหรับปฏิบัติการด้านยุทธการและการข่าวด้วยเครือข่ายสื่อสารข้อมูลกำลังต่ำแบบไร้สายระยะไกล (LoRaWAN) ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวถูกออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ตัวของเจ้าหน้าที่หรือยานพาหนะสำหรับใช้ในการติดตามตำแหน่งและรายงานสถานะของเจ้าหน้าที่เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติการกิจต่าง ๆ ทางทหาร เช่น การกิจลาดตระเวน ฝึกรวบรวม ปิดล้อมจับกุม หรือ หาข่าว เป็นต้น โดยหลักการทำงานของระบบติดตามตำแหน่งจะมีระบบประมวลผลกลางทำหน้าที่ในการอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์ต่าง ๆ ได้แก่ เซนเซอร์บอกพิกัดผ่านดาวเทียม เซนเซอร์ตรวจวัดความเร่ง 3 แกน เซนเซอร์ตรวจวัด ความดัน



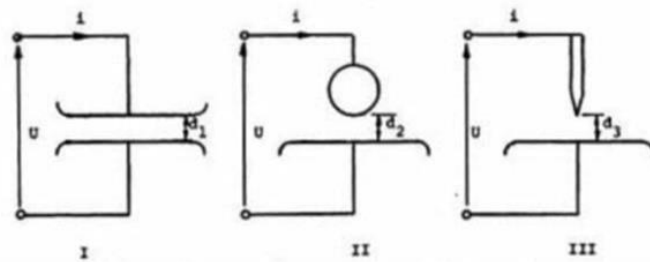
อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ระดับพลังงาน และส่งข้อมูลดังกล่าวด้วยเทคโนโลยี LoRaWAN ไปยังศูนย์บัญชาการและควบคุมผ่านเกตเวย์ เพื่อประมวลผลและแสดงผลข้อมูลบนแผนที่สถานการณ์ ซึ่งจะทำให้ศูนย์บัญชาการและควบคุมหัวหน้าชุดปฏิบัติการ ทราบถึงภาพรวมของตำแหน่งและสถานะของเจ้าหน้าที่ในแต่ละหน่วยที่เข้าร่วมในการปฏิบัติการ ทำให้สามารถสั่งการและตัดสินใจได้อย่างถูกต้องแม่นยำรวมถึงเพิ่มอัตราความสำเร็จและลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับเจ้าหน้าที่ทหารในการปฏิบัติการอีกด้วย[5]

รองศาสตราจารย์ ดร. อรรถพร ห่มนัสกุล. 2562. **การสื่อสารด้วยเทคโนโลยี LoRa ภายในเครือข่ายไร้สายเฉพาะกิจสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ** การศึกษาวิจัยในโครงการนี้ได้ทำการออกแบบและใช้งานสำหรับการสื่อสารด้วยเทคโนโลยี LoRa ภายในเครือข่ายไร้สายเฉพาะกิจสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ ด้วยรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ (Things) และรับส่งข้อมูลภายในเครือข่าย LoRa โดยทางผู้วิจัยได้ออกแบบการสื่อสารด้วยเทคโนโลยี LoRa ภายในเครือข่ายไร้สายเฉพาะกิจสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ (กรณีศึกษา ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในฟาร์มนกแอ่นกินรัง) ด้วยการทดลองการออกแบบและทดลองกับอาคารภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ก่อนที่จะนำไปประยุกต์ใช้จริงในฟาร์มนกแอ่นกินรังของศูนย์การเรียนรู้และการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำฟาร์มนกแอ่นกินรัง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอบ้านแพรก จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยผลจากการวิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ที่สามารถรองรับการส่งข้อมูลภายในเครือข่ายเฉพาะกิจ (Private Network) ด้วยเทคโนโลยี LoRaWAN ที่ระบบสามารถเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์อุณหภูมิความชื้น และคำนวณการใช้พลังงานได้ รวมถึงสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังตลอดเวลา เพื่อควบคุมการถ่ายเทอากาศตามหลักการการเกษตรแบบแม่นยำ และนำไปประยุกต์ใช้ในฟาร์มนกแอ่นกินรังเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อม และหาข้อสรุปของตัวแปรที่เป็นปัจจัยสำคัญของสภาพแวดล้อมภายในฟาร์มนกแอ่นกินรัง เพื่อนำไปออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมสภาพแวดล้อม ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ข้อมูลมหภาค (Big Data) และปัญญาประดิษฐ์ (AI) ต่อไป[6]



4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4.2.1 ลักษณะรูปแบบสนามไฟฟ้า (electric field configuration) โดยทั่วไป ลักษณะรูปแบบสนามไฟฟ้าอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ และ สนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ ชนิดไม่สม่ำเสมอนี้แบ่งเป็น 2 แบบคือ แบบไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย และ แบบไม่สม่ำเสมอสูง สนามไฟฟ้าจะเป็นแบบไหนขึ้นอยู่กับรูปลักษณะของอิเล็กโตรดดังรูปที่ 1[7]



รูปที่ 1 อิเล็กโตรดที่มีลักษณะสนามไฟฟ้าแบบต่างๆ กัน

- 1 : สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (uniform field)
- 2: สนามไฟฟ้าที่ไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย (slightly nonuniform field)
- 3 : สนามไฟฟ้าที่ไม่สม่ำเสมอสูง (highly nonuniform field)

4.2.1.1 สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (แบบ 1)

สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ หมายถึง สนามไฟฟ้าเท่ากันทุกจุด ดังเช่นในช่องระหว่างอิเล็กโตรด ระนาบ- ระนาบ ซึ่งคำนวณได้จากความสัมพันธ์[8]

$$E_{max} = E = U/d$$

เมื่อ U คือ แรงดันที่ป้อนเข้าไประหว่างอิเล็กโตรด

d คือ ระยะห่างระหว่างอิเล็กโตรด

E คือ ความเครียดสนามไฟฟ้า ณ จุดใดๆ ระหว่างอิเล็กโตรด

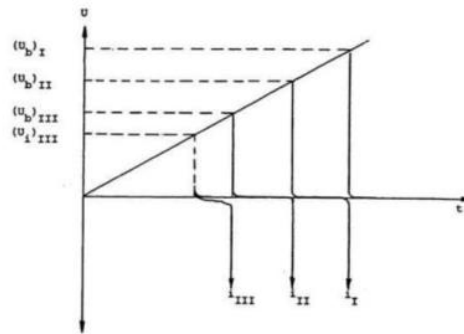
E_{max} คือ ความเครียดสนามไฟฟ้าสูงสุด

ดังในรูปที่ 2 (แบบ 1) และค่าความเครียดสนามไฟฟ้าที่เกิดจากแรงดันขณะเกิดเบรกดาวน์นี้ ก็คือ ค่าความคงทนทางไฟฟ้า (dielectric strength) หรือความคงทนต่อความเครียดสนามไฟฟ้าของการ ฉนวนนั่นเอง ซึ่งคำนวณได้จาก

$$E_b = (U_b)/d$$

เมื่อ U_b คือ แรงดันที่ทำให้เกิดเบรกดาวน์ด้วยสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

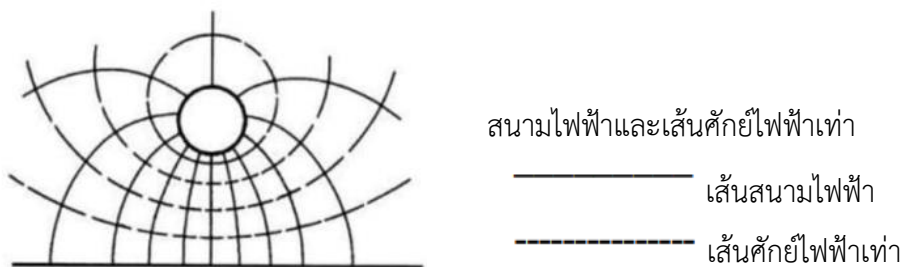
E_b คือ ความเครียดสนามไฟฟ้าที่ทำให้เกิดเบรกดาวน์ ซึ่งเรียกว่าความคงทนทางไฟฟ้าของฉนวน



รูปที่ 2 การเปรียบเทียบแรงดันที่ทำให้เกิดเบรกตาวนในไดโอดอิเล็กทริกตามลักษณะทางไฟฟ้า[9]

4.2.1.2 สนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ (แบบ 1, แบบ 2)

สนามไฟฟ้าแบบไม่สม่ำเสมอ คือ ความเครียดสนามไฟฟ้าแต่ละจุดมีค่าแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ ตำแหน่งของจุดนั้น ความแตกต่างกัน ณ จุดต่างๆ จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับลักษณะแห่งเรขาคณิตของ อิเล็กโตรด ที่มีสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอมากหรือน้อย ดังเช่น อิเล็กโตรดในรูปที่ 2 ถ้าเขียนเส้น สนามไฟฟ้า และเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่า จะได้ดังในรูปที่ 4[9]



ในรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าความเครียดสนามไฟฟ้าสูงสุดจะเกิดขึ้นที่ผิวของอิเล็กโตรดทรงกลม ซึ่งอาจ คำนวณได้จากสมการ

$$E_{max} = U/(d\eta)^*$$

เมื่อ η^* คือ แฟกเตอร์สนามไฟฟ้า (field utilization factor) มีนิยามว่า

$$\eta^* = E_{av}/E_{max} \quad 0 < \eta^* \leq 1$$

โดยที่ E_{av} คือ ค่าเฉลี่ยของสนามไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ U/d

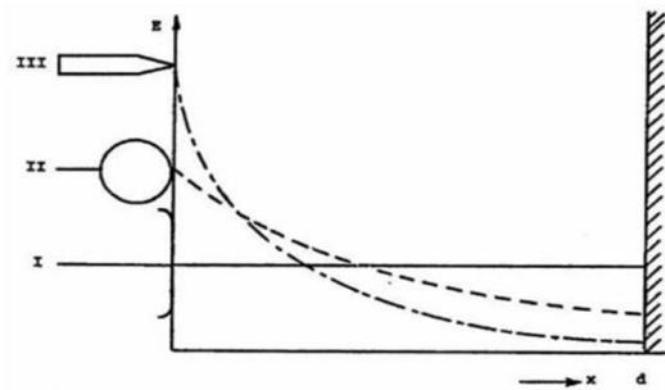
จึงอาจกล่าวได้ว่า η^* ก็คือ ดรรชนีแสดงให้เห็นทราบว่าอิเล็กโตรดนั้น มีลักษณะสนามไฟฟ้า สม่ำเสมอ มากน้อยเพียงใด และโดยอาศัยแฟกเตอร์สนามไฟฟ้านี้เอง จึงคำนวณหาความเครียดสนามไฟฟ้าเบรกตาวน ของฉนวนในสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย (แบบ 2) ได้คือ[10]

$$E_b = U_b/(d \cdot \eta^*)$$



และค่าแรงดันเบรกดาวน

$$U_b = E_b \cdot d \cdot \eta^*$$



รูปที่ 4 สนามไฟฟ้ากระจายเปรียบเทียบของอิเล็กทรอนิกส์ลักษณะต่างๆ[10]

4.2.2 เทคโนโลยี LoRa



รูปที่ 5 LoRa Module

LoRa คือชื่อเรียกของเทคโนโลยีการมอดูเลชัน เพื่อเข้ารหัสข้อมูลกับสัญญาณทางไฟฟ้าส่งออกในรูปแบบของคลื่นความถี่วิทยุ โดยวิธีการนี้เป็นลิขสิทธิ์ของบริษัท Semtech และเป็นผู้ผลิตชิพ สำหรับส่งข้อมูลสื่อสารไร้สายแบบ LoRa คำว่า LoRa ย่อมาจากคำว่า Long Range = LoRa เป็นชื่อที่ใช้เรียกอุปกรณ์ที่มีการสื่อสารแบบ LoRa ซึ่งสามารถสร้างการสื่อสารแบบนี้ได้โดยใช้ชิพ Semtech LoRa Chip เทคนิคการมอดูเลชัน LoRa นี้ช่วยให้สามารถสื่อสารข้อมูลในปริมาณน้อยหรือแบนด์วิธต่ำ ได้ในระยะไกล มีความสามารถในการป้องกันสัญญาณรบกวนได้สูง และใช้พลังงานต่ำ



สื่อสารได้ไกล



ข้อมูลจำนวนน้อย



ป้องกันสัญญาณรบกวน



ใช้พลังงานต่ำ

รูปที่ 6 การสื่อสารแบบ LoRa



4.2.2.1 ความถี่ของ LoRa

LoRa ใช้ความถี่ที่ไม่มีลิขสิทธิ์ ซึ่งแต่ละที่จะมีช่องความถี่ที่อนุญาตให้ใช้งาน แตกต่างกันไป

1. 868 MHz สำหรับยุโรป
2. 915 MHz สำหรับอเมริกาเหนือ
3. 433 MHz สำหรับเอเชีย

4.2.2.2 LoRa แอปพลิเคชัน

LoRa ส่งข้อมูลได้ระยะไกล ใช้พลังงานน้อย พีเจอนี้เหมาะเป็นอย่างมากสำหรับเซนเซอร์ที่ใช้พลังงานต่ำ เช่น IoT, สมาร์ทฟาร์ม, การสื่อสารระหว่างเครื่องจักร ดังนั้น LoRa จึงเป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับ โหนดเซนเซอร์ ทำงานได้เพียงแค่แบตเตอรี่ก้อนเล็ก ๆ ก้อนเดียว หรือแม้กระทั่งใช้พลังงานจากโซล่าเซลล์ ก็สามารถส่งข้อมูลข้อมูลเล็ก ๆ ระหว่างอุปกรณ์ได้

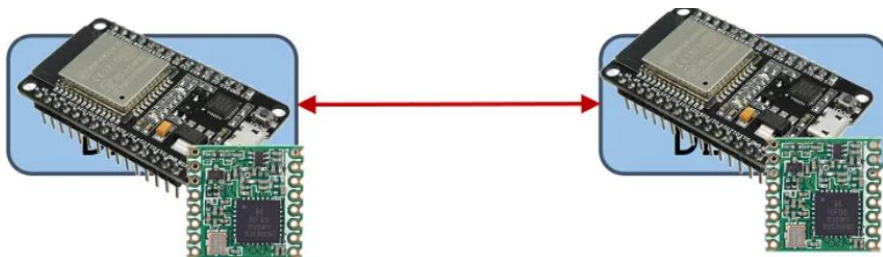


รูปที่ 7 LoRa แอปพลิเคชัน[11]

4.2.2.3 รูปแบบการใช้งาน LoRa สามารถใช้ LoRa ในรูปแบบ

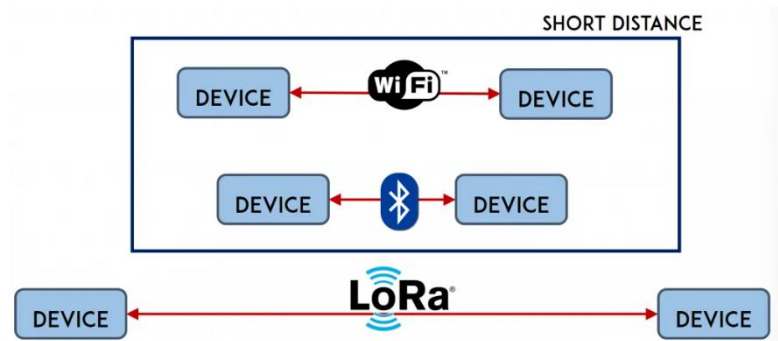
1. สื่อสารแบบ Point to Point
2. สื่อสารแบบเครือข่าย LoRa network โดยใช้ LoRaWAN

1. การสื่อสารแบบ Point to Point



รูปที่ 8 การสื่อสารแบบ Point to Point

การสื่อสารแบบ LoRa สามารถส่งข้อมูลได้ไกลกว่า Wi-Fi หรือ Bluetooth การส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi ได้โดยทั่วไปได้ระยะประมาณ 100-200 เมตร ในขณะที่ LoRa สามารถส่งข้อมูลได้มากกว่า 5 กิโลเมตร



รูปที่ 9 การสื่อสารแบบ LoRa สามารถส่งข้อมูล

2. สื่อสารแบบเครือข่าย LoRa network โดยใช้ LoRaWAN

โพรโตคอล LoRaWAN เป็นข้อกำหนดด้านเครือข่ายพลังงานต่ำ (LPWAN) ที่ได้จากเทคโนโลยี LoRa ที่ได้รับการรับรองโดย LoRa Alliance[11]



รูปที่ 10 สื่อสารแบบเครือข่าย LoRa network โดยใช้ LoRaWAN

4.2.2.4 สถาปัตยกรรม LoRaWAN Network LoRa network ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

1. Device : อุปกรณ์/เซนเซอร์ ส่งสัญญาณแบบ LoRa
2. gateways : อุปกรณ์รับข้อมูลแบบ LoRa
3. Network server : สำหรับส่งข้อมูลขึ้นบน server
4. Application : สำหรับประมวลผล/แสดงผลข้อมูล[11]



4.2.3 บอร์ด ESP32

บอร์ด ESP32 มีความสามารถในการเชื่อมต่อไวไฟและมีการใช้งานแพร่หลายในงาน IoT เช่น การเชื่อมต่อผ่านแอปพลิเคชัน Blynk หรือการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Line เป็นต้น ESP32 มีจำนวนขา Analog และขา Digital มากกว่า ESP8266 นอกจากนี้ ESP32 ยังมีความละเอียดของ Analog Input ที่ 12-bit ซึ่งมีความละเอียดมากกว่า Arduino UNO R3 (10-bit) และ ESP8266 (10-bit) ใช้แรงดันไฟฟ้า 3.3 V ในโหมด Sleep ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง $2.5 \mu A$ โดยตัวไอซี ESP32 มีสเปกโดยละเอียด ดังนี้

1. ซีพียูใช้สถาปัตยกรรม Tensilica LX6 แบบ 2 แกนสมอง สัญญาณนาฬิกา 240 MHz
2. มีแรมในตัว 512 KB
3. รองรับการเชื่อมต่อรอมภายนอกสูงสุด 16 MB
4. มาพร้อมกับ Wi-Fi มาตรฐาน 802.11 b/g/n รองรับการใช้งานทั้งในโหมด Station soft AP และ Wi-Fi direct
5. มีบลูทูธในตัว รองรับการใช้งานในโหมด 2.0 และโหมด 4.0 BLE
6. ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 2.6 V ถึง 3 V
7. ทำงานได้ที่อุณหภูมิ $-40^{\circ}C$ ถึง $125^{\circ}C$ [12]

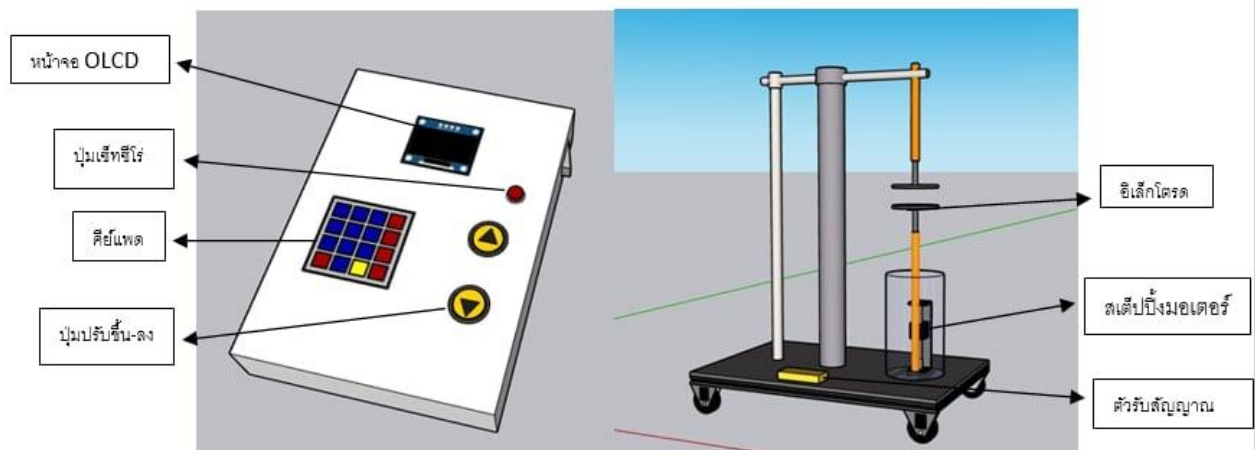


รูปที่ 11 บอร์ด ESP32



4.3 ออกแบบชิ้นงาน

- ระบบปรับระยะห่างของอิเล็กโตรดในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง



รูปที่ 12 ออกแบบโครงสร้างระบบปรับระยะห่างของอิเล็กโตรดในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง

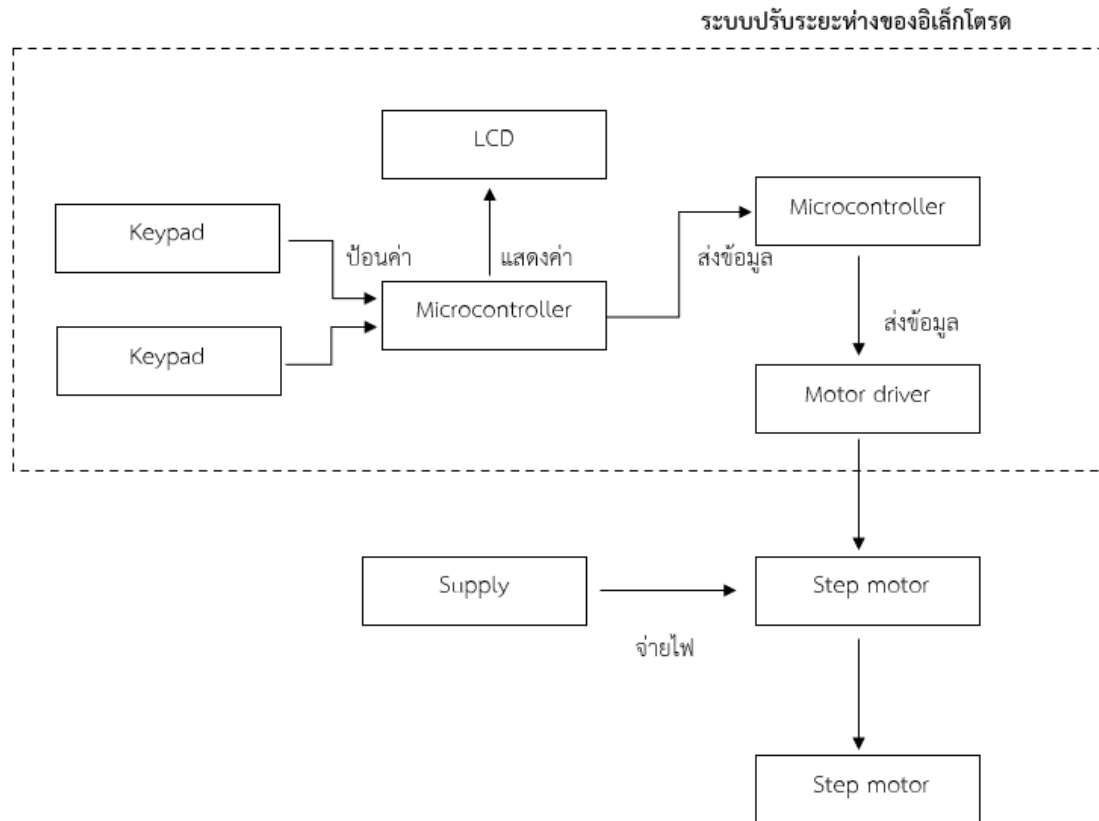
4.4 อุปกรณ์ที่สำคัญ

อุปกรณ์ที่สำคัญประกอบด้วย

1. ESP32
2. LoRa SX1278 LoRa wireless module 433MHz Ra-01
3. จอแสดงผล OLED 128x64 แบบ I2C
4. Push Button switch
5. ไตรเวอร์มอเตอร์ (Motor driver)
6. ควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์ (Stepping motor)
7. บอลสกรู (ball screw linear)
8. อิเล็กโตรด



4.5 หลักการทำงาน



รูปที่ 13 Block Diagram ของระบบ

หลักการทำงานของเครื่องปรับระยะห่างอิเล็กทรอนิกส์ แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 รีโมทคอนโทรล

โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวรับค่าหรือประมวลผลการทำงาน และใช้โมดูลหน้าจอเพื่อแสดงค่า ที่ได้รับค่ามาจาก คีย์แพท(Keypad) หรือ สวิตช์กดติดปล่อยดับ(push button switch) และไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูล

ส่วนที่ 2 สเต็ปมอเตอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวรับข้อมูล ประมวลผลข้อมูลที่ได้รับ ส่งสัญญาณไปยัง ไดรเวอร์มอเตอร์(Motor driver) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไปควบคุมสเต็ปมอเตอร์(Stepping motor) เพื่อขับเคลื่อนบอลสกรู(ball screw linear) ตามระยะที่ส่งข้อมูล



5. ขอบเขตของโครงการ

- 5.1 ออกแบบและสร้างระบบปรับระยะห่างของอิเล็กโตรดในห้องปฏิบัติการไฟฟ้าแรงสูง จำนวน 1 ชุด
- 5.2 สามารถปรับระยะได้ 2 แบบ 1.ปรับแบบใส่ค่า 2.ปรับแบบกดปุ่มขึ้นลง
- 5.3 ความละเอียดในการปรับระยะห่างของอิเล็กโตรดที่ 0.1 cm. ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์

6. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินโครงการ

- 6.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ
- 6.2 ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
- 6.3 ออกแบบโครงสร้างและหลักการทำงาน
- 6.4 สอบหัวข้อปริญญานิพนธ์
- 6.5 สร้างชิ้นงานและเขียนโปรแกรมการควบคุม
- 6.6 ทดสอบการทำงาน
- 6.7 รายงานความก้าวหน้า
- 6.8 แก้ไขข้อบกพร่อง
- 6.9 จัดทำปริญญานิพนธ์
- 6.10 สอบจบโครงการ



7. แผนการดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินงาน	พ.ย. 67	ธ.ค. 67	ม.ค. 68	ก.พ. 68	มี.ค. 68	เม.ย. 68	พ.ค. 68	มิ.ย. 68	ก.ค. 68	ส.ค. 68	ก.ย. 68	ต.ค. 68
ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับโครงงาน												
ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน												
ออกแบบโครงสร้างและหลักการทำงาน												
สอบหัวข้อปริญญานิพนธ์												
สร้างชิ้นงานและเขียนโปรแกรมควบคุม												
ทดสอบการทำงาน												
รายงานความก้าวหน้า												
แก้ไขข้อบกพร่อง												
จัดทำปริญญานิพนธ์												
สอบจบโครงงาน												

8. เอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

- [1] ดร.สำรวย สังข์สะอาด, “(บทที่ 4 ความเครียดสนามไฟฟ้าและความคงทนของฉนวน)”, (เอกสารประกอบการสอน วิชาวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง, 2549) หน้า 4-1 ถึง 4-8
- [2] พ.อ.อ.กิตติพันธ์ รักกิจ, 2565. ระบบปรับระยะห่างของอิเล็กทรอนิกส์ในห้องปฏิบัติการไฟฟ้าแรงสูง. สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
- [3] Success Network and Communication Co.,Ltd. [LoRa คืออะไร? เกี่ยวข้องอย่างไรกับ IoT].ค้นหาเมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2567
- [4] ธเนศ คณะดี และศราวุธ ชัยมูล, 2565. การประยุกต์ใช้ระบบเครือข่าย LoRaWAN สำหรับการตรวจสอบพลังงานไฟฟ้าและการจัดเก็บข้อมูลในอาคารอัจฉริยะไฟฟ้าแรงสูง. สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



- [5] ธนทรศน์ แซ่ลิ้มและคณะ, 2564. การออกแบบและประเมินประสิทธิภาพของระบบติดตามตำแหน่งสำหรับปฏิบัติการด้านยุทธการและการข่าวด้วยเทคโนโลยี LoRaWAN. ส่วนงานวิศวกรรมควบคุมและการสื่อสาร- RCC สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ
- [6] รองศาสตราจารย์ ดร. อรรถนพ หมั่นสกุล. 2562. การสื่อสารด้วยเทคโนโลยี LoRa ภายในเครือข่ายไร้สายเฉพาะกิจสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ. สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
- [7] ดร.สำรวย สังข์สะอาด, “(บทที่ 4 ความเครียดสนามไฟฟ้าและความคงทนของฉนวน)”, (เอกสารประกอบการสอน วิชาวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง, 2549) หน้า 4-4
- [8] ดร.สำรวย สังข์สะอาด, “(บทที่ 4 ความเครียดสนามไฟฟ้าและความคงทนของฉนวน)”, (เอกสารประกอบการสอน วิชาวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง, 2549) หน้า 4-5
- [9] ดร.สำรวย สังข์สะอาด, “(บทที่ 4 ความเครียดสนามไฟฟ้าและความคงทนของฉนวน)”, (เอกสารประกอบการสอน วิชาวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง, 2549) หน้า 4-6
- [10] ดร.สำรวย สังข์สะอาด, “(บทที่ 4 ความเครียดสนามไฟฟ้าและความคงทนของฉนวน)”, (เอกสารประกอบการสอน วิชาวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง, 2549) หน้า 4-7
- [11] AllNewStep. (2561). [LoRa Arduino ESP8266 ESP32 IoT อะไรคือ LoRa ใช้งาน LoRa อย่างไร]. สืบค้นเมื่อ 27 กรกฎาคม 2567
- [12] บริษัท อาร์ทรอน ซอป จำกัด. (2564). [ESP32 เบื้องต้น :: บทที่ 1 แนะนำ ESP32]. ค้นหาเมื่อวันที่ 12 กันยายน 2567. จาก <https://www.artronshop.co.th/article/51/esp32>



สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

9. งบประมาณ

ประมาณการค่าใช้จ่ายในโครงการ	ค่าวัสดุ	11,000	บาท
	ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	1,000	บาท
	รวมค่าใช้จ่ายในโครงการ	12,000	บาท

ลงชื่อ..... (นักศึกษา)

ลงชื่อ..... (นักศึกษา)

ลงชื่อ..... (อาจารย์ที่ปรึกษา)

หมายเหตุ

1. ตรวจสอบชื่อโครงงานให้ถูกต้อง โครงงานปริญญานิพนธ์ ควรมีจำนวนหน้าไม่ต่ำกว่า 10 หน้า และไม่ควรมากเกิน 15 หน้า
2. ให้นักศึกษาจัดพิมพ์เป็นรายงานโดยปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา เสนอโครงการหัวข้อย่อตามแบบฟอร์มนี้ อธิบายรายละเอียดให้เห็นภาพชัดเจนว่าต้องการทำอะไร มีทฤษฎีหรืองานวิจัยอะไรรองรับ (อาจมีภาพประกอบบ้าง) วางแผนการทำงานอย่างไร ทำแล้วคาดหวังจะได้อะไร