



EE03-แบบรายงานความก้าวหน้า

นักศึกษา ☒ ปกติ ☐ สมทบ

รายงานความก้าวหน้าโครงการวิศวกรรมไฟฟ้า

หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

รหัสโครงการ : S1-663-IN1

ชื่อโครงการ

ระบบวัดค่าความต้านทานการต่อลงดินแบบเรียลไทม์

The Real-time system for Grounding measurement

ผู้จัดทำ

นายกิตติพงษ์ มั่งมี รหัสนักศึกษา 163404130034 โทร. 0993263214

นายเทพฤทธิ์ เสงี่ยม รหัสนักศึกษา 163404130026 โทร. 0808094085

ความเห็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ได้ตรวจโครงการแล้ว เห็นควร ☐ อนุมัติให้สอบได้ ☐ ปรับปรุงเนื้อหาหรือรูปแบบใหม่ ลงชื่อ (.....)	ความเห็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ได้ตรวจโครงการแล้ว เห็นควร ☐ อนุมัติให้สอบได้ ☐ ปรับปรุงเนื้อหาหรือรูปแบบใหม่ ลงชื่อ (.....)
--	--

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 1

บทนำ

1.ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย

โกมล มะแก้ว.(2020). การเปรียบเทียบค่าความต้านทานของสายดินในระบบไฟฟ้า[1] การศึกษาความต้านทานดินเกิดขึ้นเนื่องจากในระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการเชื่อมต่อกับดิน ระบบต่อลงดินเป็นส่วนหนึ่งของการป้องกันระบบไฟฟ้าจากไฟฟ้าสถิต การโอเวอร์โวลตและฟ้าผ่า โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อค่าความต้านทานดิน การวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการในการตรวจสอบและทำความเข้าใจถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานดินในฤดูกาลต่างๆ เพื่อพัฒนาแนวทางการติดตั้งและบำรุงรักษาระบบต่อลงดินให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม

จากที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้จัดทำเล็งเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าที่มีการต่อลงดิน ซึ่งหากความต้านทานดินไม่คงที่หรือเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล อาจทำให้ระบบการป้องกันไฟฟ้าไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในช่วงที่มีความชื้นหรือฝนตกหนักที่ทำให้ความต้านทานดินลดลง ส่งผลให้การกระจายกระแสไฟฟ้าสู่ดินไม่เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ หรือในช่วงที่ดินแห้ง ซึ่งทำให้ค่าความต้านทานดินสูงขึ้น อาจลดประสิทธิภาพการระบายไฟฟ้าเหลือเกินขีดจำกัดที่ปลอดภัยได้

1.2 วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาและออกแบบ ระบบทดสอบค่าความต้านทานการต่อลงดินแบบเรียลไทม์
- 2.2 เพื่อเพิ่มความสะดวกและลดเวลาให้กับการทดสอบระบบความต้านทานดิน
- 2.3 เพื่อที่จะเพิ่มความแม่นยำในการทดสอบความต้านทานดิน

1.3 ขอบเขตโครงการ

- 1.3.1 ออกแบบและสร้างเครื่องวัดความต้านทานดินแบบ real time 1 ชุด
- 1.3.2 สามารถวัดค่าความต้านทานแบบ online ด้วยวิธี FOP โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับการวัดแบบ offline ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์
- 1.3.3สามารถตรวจวัด แสดงผลและบันทึกค่า วัน เวลา ความต้านทาน และ วัดความชื้นอุณหภูมิดินโดยอัตโนมัติในแต่ละวัน สามารถอ่านค่าประวัติค่าความต้านทานย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี
- 1.3.4 มีสัญญาณแจ้งเตือนค่าความต้านทานมากกว่า 25 โอห์ม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 3.1 ได้ความรู้เกี่ยวกับระบบทดสอบความต้านทานดินแบบเรียลไทม์
- 3.2 ความสะดวกในการทดสอบ
- 3.3 สามารถตรวจวัด แสดงผลและบันทึกค่า วัน เวลา ความต้านทาน และ วัดความชื้นอุณหภูมิดินโดยอัตโนมัติในแต่ละวัน สามารถอ่านค่าประวัติค่าความต้านทานย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี
- 3.4 ความแม่นยำในการทดสอบ

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

- 1.5.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ
- 1.5.2 เข้าปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
- 1.5.3 ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ที่นำมาทำโครงการ
- 1.5.4 เรียนรู้หลักการทำงานและเขียนโปรแกรมการทำงาน
- 1.5.5 ออกแบบวงจร สร้างวงจร และ ทดสอบวงจร
- 1.5.6 บันทึกผลการทำงาน
- 1.5.7 รายงานความก้าวหน้า
- 1.5.8 ทดสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของโครงการ
- 1.5.9 สรุปผลการทำงาน
- 1.5.10 จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

1.6 แผนการดำเนินการ

[illegible]

บทที่ 2

ทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรม

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

praguynakorn.(2018). การวัดความต้านทานดิน [2] หลักดินทำหน้าที่ต่อระหว่างวงจรหรืออุปกรณ์ไฟฟ้ากับดิน เพื่อให้เป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้าลงดิน ความต้านทานระหว่าง หลักดินกับดินต้องมีค่าต่ำที่สุด เพื่อให้กระแสไหลง่ายและแรงดันของสายนิวทรัลเข้าใกล้ศูนย์มากที่สุด โดยได้กำหนดค่าความต้านทานการต่อดินไว้ไม่เกิน 5 โอห์ม เมื่อมีกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน จะมีแรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้นในดินรอบ ๆ หลักดิน โดยเฉพาะบริเวณผิวเนื่องจากกระแสไฟฟ้ามีความหนาแน่นสูงสุด โดยใช้หลักดินที่มีลักษณะยาวเป็นแท่งหรือเป็นเส้น ซึ่งให้ค่าความต้านทานต่ำกว่าหลักดินที่มีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมแม้จะมีพื้นที่เท่ากัน ถ้าความต้านทานการต่อดินสูงเกินไปสามารถลดความต้านทานได้โดยการเพิ่มจำนวนหลักดิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปร่างของหลักดินที่ใช้ประเภทของหลักดิน

ระบบกราวด์หรือระบบดินเปรียบประหนึ่งดังแหล่งที่ใช้สำหรับทิ้งขยะทางไฟฟ้า เช่น สัญญาณรบกวน (Noise) ตลอดถึงกำลังไฟฟ้าเกินชั่วขณะที่ไม่พึงประสงค์ศักยภาพในการทำงานของระบบดิน ก็จะขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานหรือค่าอิมพีแดนซ์ของระบบดินเอง ยิ่งระบบดินมีค่าความต้านทานหรือค่าอิมพีแดนซ์สูงเท่าไรย่อมส่งผลร้ายต่อระบบงานโดยตรง ซึ่งสามารถพิจารณาอย่างง่าย ๆ โดยอาศัยกฎของโอห์ม นั่นก็คือ ระบบดินมีค่าความต้านทานหรือค่าอิมพีแดนซ์อยู่ค่าหนึ่งจึงส่งผลให้เกิดศักย์ ไฟฟ้าปรากฏที่ระบบดินในช่วงเวลานั้น

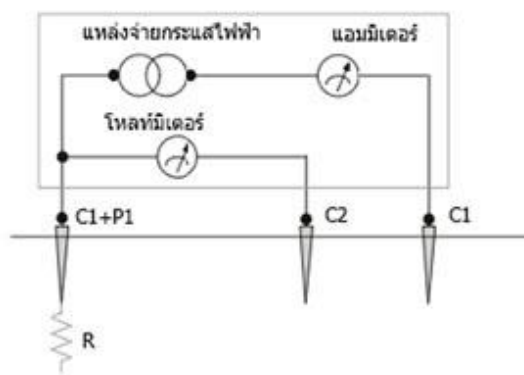
ประโยชน์ของการติดตั้งสายความต้านทานดินลงสู่พื้นดิน (สายกราวด์)

ป้องกันไฟฟ้ารั่วไหลลงสู่ร่างกายมนุษย์ เช่น ไฟดูด ไฟช็อต

ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าลัดวงจร

ป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า

หลักการทำงานของเครื่องมือวัดค่าความต้านทานดิน สามารถอธิบายได้ว่า เครื่องมือวัดค่าความต้านทานดิน จะจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านทางหลักทดสอบ C1 (สายยาวสุด)ลงสู่ระบบดิน กระแสไฟฟ้าที่ถูกจ่ายออกมานี้ ก็จะไหลกลับมาครบวงจรที่หลักทดสอบร่วม (G) หรือเป็นจุดที่ต้องการวัดค่าความต้านทานดินนั่นเอง เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านระบบดิน แน่นนอนที่สุดว่า ย่อมจะต้องเกิดแรงดันไฟฟ้าค่าหนึ่งปรากฏตกคร่อมอยู่ที่ระบบดิน ณ ขณะนั้นซึ่งค่าแรงดันที่ปรากฏก็就会被ดำเนินการตรวจวัดโดยเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้า (Voltmeter) ที่อยู่ภายในเครื่องมือวัดค่าความต้านทานดิน



ภาพที่ 2-1 การวัดความต้านทานดิน [2]

2.2 ทบทวนวรรณกรรม

ต.ตรวจบ้าน (2022).การตรวจวัดค่าความต้านทานหลักดิน.[3]



ภาพที่ 2-2 การตรวจวัดค่าความต้านทานหลักดินแบบเครื่องวัดความต้านในดินแบบปล่อยกระแสและแรงดันลงในพื้นที่ [3]



ภาพที่ 2-3 หลักรดินจะอยู่ในบ่อพักสายดิน [3]

หลักรดินจะอยู่ในบ่อพักสายดิน บริเวณรอบบ้าน โดยในบ่อจะมีหลักรดินและสายกราวด์ที่ต่อมาจากตู้ไฟ ภายในบ้าน อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจ คือ Earth Tester ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการหาความต้านทานของหลักรดิน โดยมีขั้นตอนในการตรวจวัด ดังนี้

1. นำสายสีดำต่อกับเครื่อง และคิบลักรดินที่ต้องการวัดค่า



ภาพที่ 2-4 การตรวจวัดค่าความต้านทานหลักรดิน นำสายสีดำต่อกับเครื่อง [3]

2. นำสายสีเหลืองคิบบหมดที่ปักระยะห่างจากหลักดิน 5 เมตร



ภาพที่ 2-5 ระยะห่างจากหลักดิน 5 เมตร สายสีเหลืองจะเป็นสายที่ปล่อยแรงดัน [3]

3. นำสายสีแดงคิบบหมดที่ปักระยะห่างจากหลักดิน 10 เมตร



ภาพที่ 2-6 ระยะห่างจากหลักดิน 10 เมตร สายสีแดงจะเป็นสายที่ปล่อยกระแส [3]

4. กดปุ่ม Measure เพื่อทำการวัดค่า



ภาพที่ 2-7 เมื่อนำสายทั้ง 3 ไปปักที่หมดจึงกดปุ่ม measure เพื่อทำการอ่านค่าความต้านทาน [3]

5. ค่าที่วัดได้จะแสดงผ่านหน้าจอ ซึ่งตามค่ามาตรฐานของค่าความต้านทานหลักดินที่กำหนด ต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม



ภาพที่ 2-8 ค่าโอห์มไม่ควรเกิน 5 โอห์มตามมาตรฐานการไฟฟ้า [3]

jak electronic.(2020). ชนิดของเครื่องวัดความต้านทานดินทั้งหมด [4]



ภาพที่ 2-9 เครื่องทดสอบความต้านทานดิน [4]

V Two-line Method

(1) เงื่อนไข

จะต้องมีพื้นดินที่ดี เช่น PEN ผลที่วัดได้คือผลรวมของความต้านทานของบริเวณที่วัดได้และที่ทราบ หากทราบว่ากราวด์มีขนาดเล็กกว่าความต้านทานของกราวด์ที่วัดได้มาก สามารถใช้ผลการวัดเป็นผลของกราวด์ที่วัดได้

(2) การใช้งาน

พื้นที่ที่มีอาคารหนาแน่นหรือพื้นคอนกรีตไม่สามารถใช้เป็นเสาเข็มดินได้

(3) การเดินสายไฟ

E ES เชื่อมต่อกับกราวด์ที่วัดได้ H S เชื่อมต่อกับกราวด์ที่รู้จัก

VI Three-line Method

(1) เงื่อนไข

จะต้องมีแท่งกราวด์สองอัน: กราวด์เสริมและอิเล็กโทรดตรวจจับ ระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรดกราวด์แต่ละอันต้องไม่น้อยกว่า 20 เมตร

(2) หลักการ

กระแสไฟฟ้าจะถูกเพิ่มระหว่างกราวด์เสริมกับกราวด์ที่วัดเพื่อวัดแรงดันไฟฟ้าตกระหว่างกราวด์ที่วัดได้และอิเล็กทรอนิกส์ตรวจสอบ ผลการวัดรวมถึงความต้านทานของสายเคเบิลด้วย

(3) แอปพลิเคชัน

การต่อลงดินการต่อลงดินในสถานที่ก่อสร้างและการต่อสายล่อฟ้า QPZ

(4) การเดินสายไฟ

S เชื่อมต่อกับอิเล็กทรอนิกส์ตรวจสอบ H เชื่อมต่อกับกราวด์เสริม และ E และ ES เชื่อมต่อกับกราวด์ที่วัดได้

VII Four-line Method

วิธีสี่สายโดยพื้นฐานแล้วจะเหมือนกับวิธีสามสาย แทนที่วิธีสามบรรทัดในการวัดความต้านทานกราวด์ต่ำ และกำจัดผลกระทบของความต้านทานของสายเคเบิลการวัดต่อผลการวัด E และ ES ต้องเชื่อมต่อโดยตรงกับกราวด์จึงจะวัดแยกกันได้ วิธีนี้มีความแม่นยำที่สุดในบรรดาวิธีการวัดความต้านทานกราวด์ทั้งหมด



ภาพที่ 2-10 การทดสอบความต้านทานดิน [4]

VIII Single Clamp Measurement

(1) เงื่อนไข

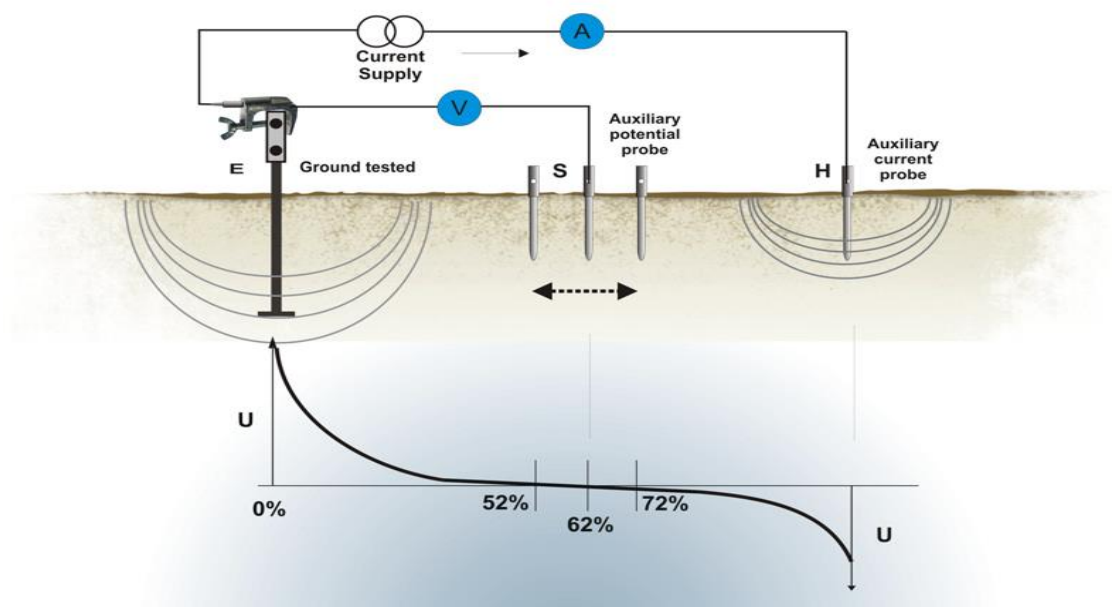
วัดความต้านทานกราวด์ของแต่ละจุดกราวด์ในกราวด์หลายจุด อย่าถอดการเชื่อมต่อสายดินเพื่อป้องกันอันตราย

(2) แอปพลิเคชัน

การต่อลงดินแบบหลายจุด อย่าตัดการเชื่อมต่อ วัดความต้านทานของจุดกราวด์แต่ละจุด

(3) การเดินสายไฟ

ใช้แคลมป์กระแสไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบกระแสที่จุดกราวด์ที่วัดได้



ภาพที่ 2-11 การทดสอบแคลมป์ความต้านทานพื้นดินบนขาของหอคอย [4]

IX Double Clamp Method

(1) เงื่อนไข

การต่อลงดินหลายจุดโดยไม่ต้องวัดเสากราวด์เสริม วัดการต่อลงดินจุดเดียว

(2) การเดินสายไฟ

ใช้แคลมป์กระแสไฟฟ้าที่ระบุโดยผู้ผลิตเพื่อเชื่อมต่อกับตัวรับที่เกี่ยวข้อง และยึดแคลมป์สองตัวบนตัวนำกราวด์ ระยะห่างระหว่างที่หนีบทั้งสองควรมากกว่า 0.25 เมตร

ห้องไฟฟ้า.(2020). การลดค่าความต้านทานของการต่อลงดิน. [5]

#หากค่าความต้านทานดินในพื้นที่นั้นสูง ไม่สามารถทำให้ความต้านทานดินต่ำลงได้ สามารถปรับปรุงดินด้วยวิธีไหนได้บ้าง

ก่อนอื่นต้องเข้าใจก่อนกว่า ค่าความต้านทานดิน (R) ขึ้นอยู่กับตัวแปร หลายปัจจัย แต่จะมีปัจจัยหลัก คือ 2 ข้อ

1. ค่าความต้านทานจำเพาะของดินแต่ละแบบ แต่ละพื้นที่ (p)
2. ค่ารูปร่างของตัวนำรากดินที่เราปักหรือฝังลงไป在地 (A)

ตามสูตรที่ว่า

$$\#ค่าความต้านทานดิน (R) = ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน (p) / พื้นที่ผิวของรากดินหรือหลักดิน (A)$$

จะเห็นว่า หากเราจะลดค่าความต้านทานดินลงมานั้น เราทำได้ 2 อย่างคือ

1. ลดค่าความต้านทานจำเพาะของดิน กับ
2. เพิ่มผิวสัมผัสของตัวนำรากดินให้มีพื้นที่สัมผัสดินให้มากขึ้น

แล้วเราจะลดหรือเพิ่มค่าทั้งสองนี้ด้วยวิธีใด

- การลดค่าความต้านทานจำเพาะของดิน มันคือการปรับปรุงดิน โดยเติมสารหรือผสมสารบางอย่างเพื่อให้ค่าความต้านทานดินลดลง ซึ่งก็มีอยู่หลายวิธี

- แต่เดิมที่เคยได้ยินตั้งแต่ทำงานใหม่ๆ คือการเติมเกลือลงไป ซึ่งเกลือจะช่วยให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินลดลง หรือแม้แต่ใช้ถ่านหรือใช้ผงซีเมนต์ หรือเติมสารเคมี หรืออื่นๆ

- แต่การทำหรือเติมสารที่ว่าดังกล่าวข้างต้นนั้น ในเวลาผ่านไปก็อาจจะเกิดการชะล้างของน้ำฝนและสารที่เติมไปก็จะลดลงหรือหมดไป ทำให้ค่าความต้านทานดินในจุดนั้นกลับมาสูงเช่นเดิม ซึ่งจะต้องคอยเติมเป็นประจำ และความเค็มของดินก็จะเร่งให้หลักดินหรือรากดินเกิดการกัดกร่อนเร็วขึ้นด้วย

- ต่อมามาตรฐาน IEC 62305-5 จึงได้ออกมาตรฐานแนะนำให้ใช้สารปรับปรุงดิน โดยสารที่จะมีเติมหรือผสมนี้ IEC 62561-7 ระบุว่า “สารประกอบปรับปรุงดิน จะต้องได้รับการประยุกต์ใช้ออกแบบและก่อสร้างที่ใช้ในสภาพปกติ สมรรถนะมีความเชื่อถือได้สูง โดยไม่มีอันตรายต่อบุคคลและสิ่งแวดล้อม” และเป็นไปตาม IEEE-80-2000 ด้วย

- โดยวัสดุของสารประกอบปรับปรุงนี้ จะต้องเป็นสารทางเคมีที่จะเข้าไปผสมในชั้นดิน หรือห่อหุ้มตัวนำรากดินหรือตัวหลักดินไว้ โดยไม่มีอันตรายต่อบุคคลและสิ่งแวดล้อม และมีคุณสมบัติทางเคมีทำให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินที่เติมสารนี้ต่ำลง และต้องไม่กัดกร่อนต่อหลักดินด้วย โดยเป็นไปตามมาตรฐาน

- ซึ่งสารปรับปรุงดินนี้จะมีค่าความต้านทานจำเพาะประมาณ 0.03 ohm-m ซึ่งต่ำกว่าดินปกติที่มีค่าความต้านทานดินประมาณ 200-300 ohm-m หรือหินที่มีความต้านทานจำเพาะสูงถึง 2,000 ohm-m

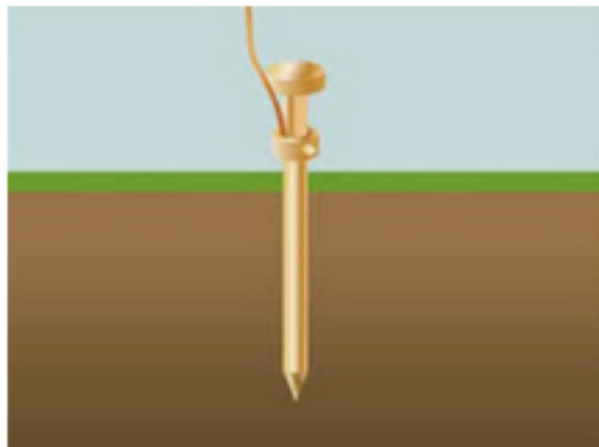
- และอาคารขนาดใหญ่ที่ใช้ฐานรากเป็นระบบรากสายดิน ก็เป็นอีกวิธีหนึ่ง ในการลดค่าความต้านทานดิน ซึ่งค่าความต้านทานของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กโครงสร้างอยู่นั้นโดยปกติจะมีค่าความต้านทานจำเพาะอยู่ประมาณ 30 ohm-m และระบบรากสายดินที่ต่อเชื่อมถึงกันเป็นโครงตาข่ายของฐานรากของอาคาร ก็จะเท่ากับเพิ่มพื้นที่ผิว

ของรากสายดินไปด้วยทำให้เมื่อมองจากสูตรข้างต้น ดังนั้นการใช้คอนกรีตหุ้มระบบรากดินและใช้โครงสร้างฐานรากของอาคารเป็นระบบรากดินก็เป็นอีกวิธีที่จะช่วยทำให้ค่าความต้านทานดินต่ำลงได้ เช่นกัน

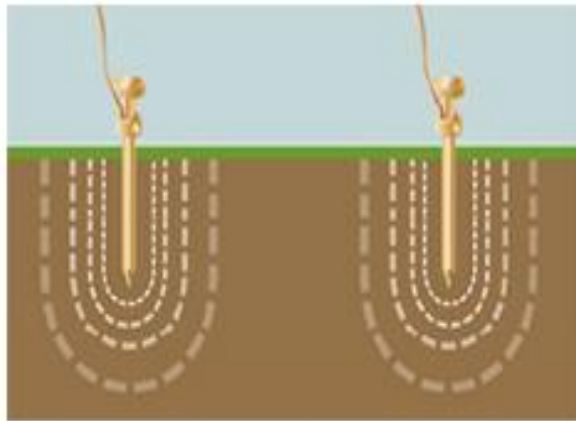
บริษัท แสงชัยมิเตอร์ จำกัด.(2018).การออกแบบระบบกราวด์ต้องพิจารณาอะไรบ้าง. [6]

- 1.ความยาวและความลึกของแท่งกราวด์ไฟฟ้า
- 2.เส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งกราวด์ไฟฟ้า
- 3.จำนวนแท่งกราวด์ไฟฟ้า
- 4.รูปแบบการติดตั้งแท่งกราวด์ไฟฟ้า

ในอุดมคติเราต้องการให้กระแสไฟฟ้าที่รั่วไหลนั้นไหลลงไปที่ดิน การออกแบบระบบกราวด์จึงทำโดยพยายามทำให้แท่งกราวด์ไฟฟ้าลงไปถึงพื้นดินให้มากที่สุด แต่ในทางปฏิบัตินั้นทำได้ยากและมีค่าใช้จ่ายสูง ทำให้เกิดการออกแบบระบบกราวด์แบบหลายจุด การออกแบบเช่นนี้จะทำการปักแท่งกราวด์ไฟฟ้าลงไปหลายๆอันในพื้นที่ดินและเชื่อมต่อแบบขนาน และเพื่อให้มีประสิทธิภาพ ระยะห่างระหว่างแท่งกราวด์ไฟฟ้าจะต้องเป็นระยะที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้รัศมีทำการทับซ้อนกัน โดยทั่วไปกำหนดให้ห่างเท่ากับความลึกของแท่งกราวด์ไฟฟ้าเป็นอย่างน้อย



ภาพที่ 2-12 การลงกราวด์แบบจุดเดียว พยายามลงดินให้ลึกที่สุด [6]



ภาพที่ 2-13 การลงกราวด์แบบหลายจุด เพื่อลดค่าความต้านทานโดยเชื่อมต่อแบบขนาน [6]

ค่าความต้านทานดินมีความจำเป็นที่จะต้องทำการวัดและออกแบบก่อนที่จะมีการติดตั้งระบบไฟฟ้า องค์ประกอบของดิน ความชื้นและอุณหภูมิ ล้วนมีผลต่อค่าความต้านทานดินทั้งสิ้น เราจำเป็นต้องเอาองค์ประกอบเหล่านี้มาพิจารณาเพื่อหาพื้นที่ที่มีความต้านทานต่ำที่สุดในการลงกราวด์

บทที่ 3

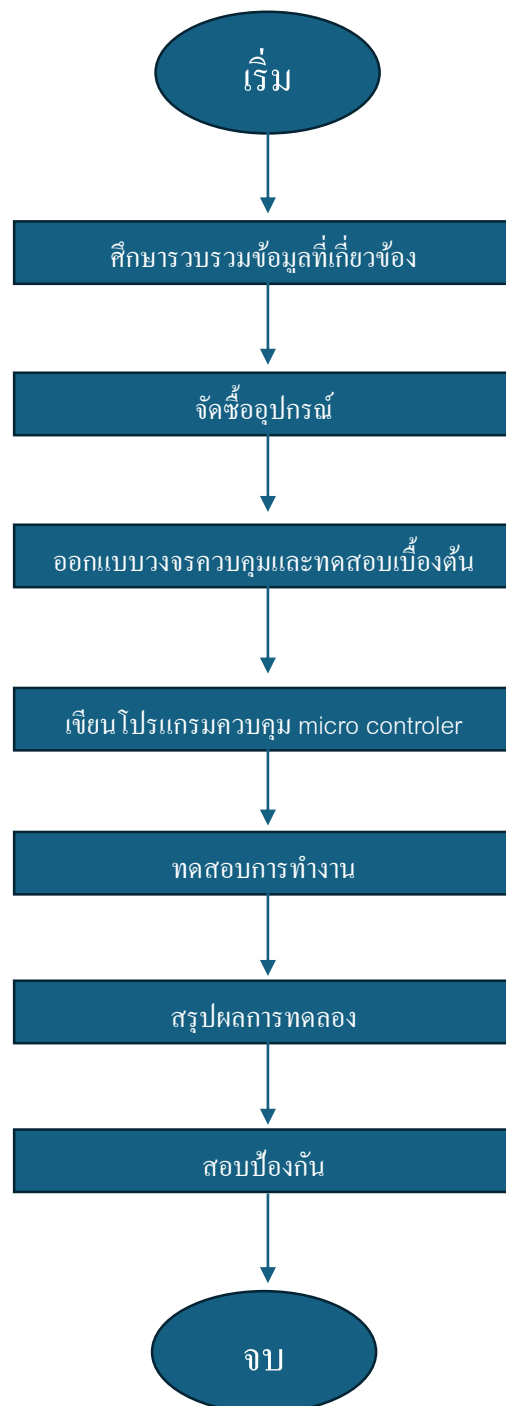
วิธีดำเนินงาน

การดำเนินงานของโครงการเครื่องวัดความต้านทานดินแบบเรียลไทม์ เริ่มศึกษาวิธีการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ประกอบไปด้วย วิธีการใช้บอร์ด raspberry pi 4 วิธีการใช้งานรีเลย์ การใช้ตัววัดอุณหภูมิและความชื้นการเขียนโปรแกรมเขียนโค้ด python และ Arduino เพื่อนำไปใช้ออกแบบและควบคุมในการสร้างเครื่องวัดความต้านทานดินแบบเรียลไทม์ ขั้นตอนดำเนินงาน การเลือกใช้อุปกรณ์ วงจรการทำงาน รวมไปถึงการสร้างและประกอบโครงสร้างเครื่องวัดความต้านทานดินแบบเรียลไทม์ เพื่อให้เป็นไปตามขอบเขตของโครงการที่วางไว้

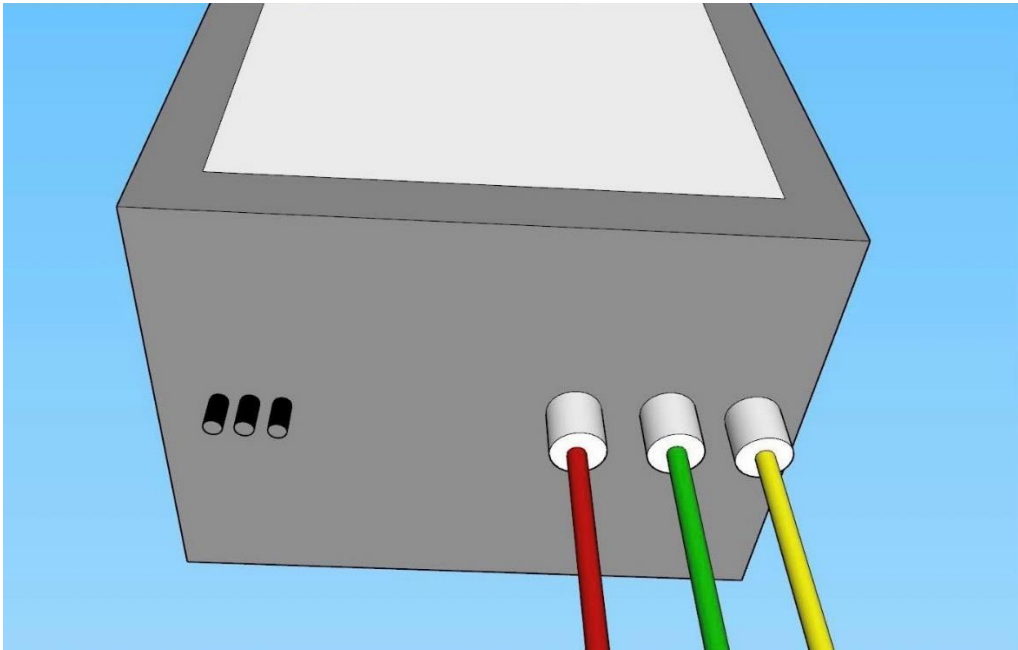
คณะผู้จัดทำโครงการจึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องวัดความต้านทานดินแบบเรียลไทม์ ตามขั้นตอน ดังนี้

- 1.ออกแบบและสร้างเครื่องวัดความต้านทานดินแบบ real time 1 ชุด
- 2.สามารถวัดค่าความต้านทานแบบ online ด้วยวิธี FOP โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับการวัดแบบ offline ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์
- 3.สามารถตรวจวัด แสดงผลและบันทึกค่า วัน เวลา ความต้านทาน และ วัดความชื้นอุณหภูมิดินโดยอัตโนมัติในแต่ละวัน สามารถอ่านค่าประวัติค่าความต้านทานย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี
4. มีสัญญาณแจ้งเตือนค่าความต้านทานมากกว่า 25 โอห์ม

3.1 การดำเนินโครงการสามารถเขียนแผนผังขั้นตอนการทำงานได้ดังแสดงในภาพที่

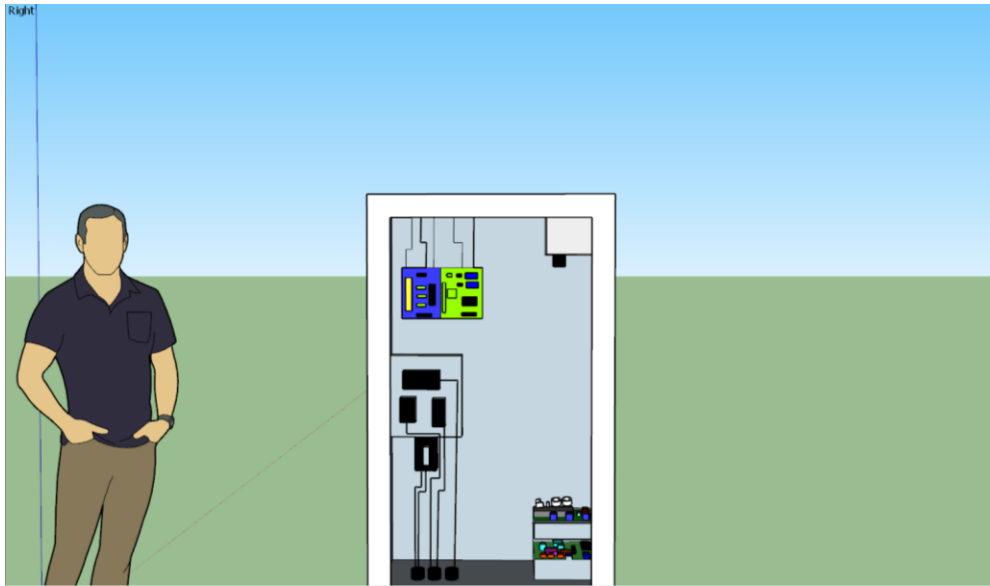


3.2 การออกแบบเครื่องวัดความต้านทานดินแบบเรียลไทม์



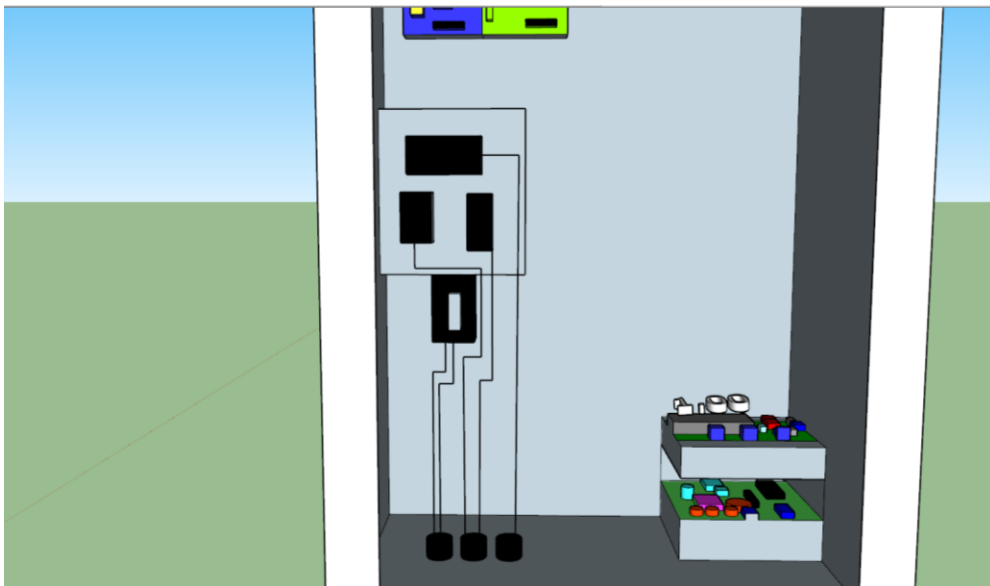
ภาพที่ 3-1 รูปด้านใต้ของตัวเครื่อง

รูปนี้แสดงด้านใต้ตัวเครื่องจะเป็นทางออกของสายวัดความต้านทานดินและอุณหภูมิความชื้น สายวัดความต้านทานดินประกอบไปด้วย 3 สาย เขียว เหลือง แดง ส่วนอีก 2 สาย จะเป็นสายวัดความชื้นและอุณหภูมิ



ภาพที่ 3-2 รูปจากมุมมองดูอุปกรณ์ภายในตัวเครื่อง

รูปมุมมองภายในตัวเครื่องจะเห็นอุปกรณ์ทางไกล ประกอบไปด้วยอะแดปเตอร์จำนวนหนึ่งและแผงอิเล็กทรอนิกส์จำนวนหนึ่ง จะเห็นได้ว่ามุมมองไกลๆจะไม่ค่อยเห็นอุปกรณ์ได้ชัดเจนแต่สามารถเห็นอุปกรณ์สำคัญๆและสามารถรู้ได้จากระยะไกล



ภาพที่ 3-3 รูปมุมมองใกล้ตัวเครื่อง

รูปมูมใกล้จะเห็นอุปกรณ์ภายในได้ง่ายขึ้น ข้างในจะประกอบไปด้วยเบรกเกอร์ อะแดปเตอร์ บอร์ด micro controller เป็น Arduino และ raspberry pi 4 จะสามารถเห็นได้ใกล้ขึ้นและอะแดปเตอร์ 5v 9v 12v dc ส่งกระแส 9v กับ 12v ไปยังตัวเครื่องวัดส่วน 5v จะส่งไปยัง Arduino และ raspberry

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำเครื่องวัดความต้านทานดินแบบเรียลไทม์

3.3.1 แท่งดิน (Ground Rods)

เป็นแบบที่นิยมกันมากที่สุด เพราะราคาถูก ติดตั้งง่าย ใช้ได้ดีกับดินที่มีชั้นหินอยู่ลึกเกิน 10 ฟุต โดยขนาดแท่งดิน ต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 5/8" ยาวไม่น้อยกว่า 8 ฟุต การใช้แท่งดินที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางโตขึ้น จะลดความต้านทานลงได้ไม่มากนัก แต่จะมีผลด้านความแข็งแรงและทนการสึกกร่อนได้ดี การตอกแท่งดินที่มีความยาว ลึกลงไปในดินจะให้ผลดีกว่าการตอกแท่งดินสั้น ๆ หลายแท่ง เพราะที่ระดับลึก ๆ ความต้านทานดินจะยิ่งลดลง แท่งดินที่ทำด้วยทองแดง จะทนต่อการสึกกร่อนได้ดีที่สุดแต่อาจมีราคามีแพงและอ่อนตัว อย่างไรก็ตามสามารถใช้แท่งดินที่ทำด้วยเหล็กหุ้มทองแดง (Copper clad) แทนได้



ภาพที่ 3-5 แท่งกราวด์ ชุบทองแดง 30 cm [7]

3.3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ดอาคูอิน์ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติมพัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วยความง่ายของบอร์ดอาคูอิน์ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆคือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา/I/O ของบอร์ดหรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม(Arduino Shield) ประเภท

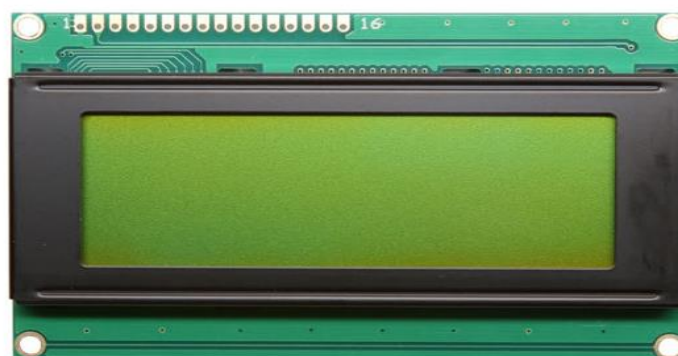
ต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino GPRSShield เป็นต้นมาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ดArduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย



ภาพที่ 3-6 บอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARDUINO UNO [8]

3.3.3 จอแสดงผล Liquid Crystal Display (LCD) 20x4

เป็นจอแสดงผลรูปแบบหนึ่งที่ยิมนำมาใช้งานกัน กับระบบสมองกลฝังตัวอย่างแพร่หลาย จอ LCD มีทั้งแบบแสดงผลเป็นตัวอักษรเรียกว่า Character LCD ซึ่งมีการกำหนดตัวอักษรหรืออักขระที่สามารถแสดงผลไว้ได้ อยู่แล้ว และแบบที่ สามารถแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานเรียกว่า Graphic LCD นอกจากนี้บางชนิดเป็นจอที่มีการผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะงานทำให้มีรูปแบบและรูปร่างเฉพาะเจาะจงใน การแสดงผล เช่น นาฬิกาดิจิตอล เครื่องคิดเลข หรือหน้าปัดวิทยุ เป็นต้น โครงสร้างของ LCD ทั่วไปจะประกอบขึ้น ด้วยแผ่นแก้ว 2 แผ่นประกบกันอยู่ โดยเว้นช่องว่างตรงกลาง ไว้ 6-10 ไมโครเมตร ผิวด้านในของแผ่นแก้วจะ เคลือบด้วยตัวนำไฟฟ้าแบบใสเพื่อใช้แสดงตัวอักษร ตรงกลางระหว่างตัวนำไฟฟ้าแบบใสกับผลึกเหลวจะมีชั้นของ สารที่ทำให้โมเลกุลของผลึกรวมตัวกัน 36 ในทิศทางที่แสงส่องมากระทบเรียกว่า Alignment Layer และผลึกเหลวที่ใช้



ภาพที่ 3-7 LCD 2004A LCD (Yellow Screen) 20x4 LCD with backlight [9]

3.3.4 หมุดตัวนำ



ภาพที่ 3-8 แท่งกราวด์ Kyoritsu สำหรับ เครื่องทดสอบความต้านทานดิน [10]

ใช้เป็นตัวกลางในการปล่อยกระแสและแรงดันของเครื่องวัดความต้านทานดิน จะใช้ทฤษฎีกฎของโอห์ม $R=V/I$ เมื่อเราทราบกระแสและแรงดันจะทำให้รู้ค่า R จึงทำให้รู้ถึงค่าความต้านทานของดิน

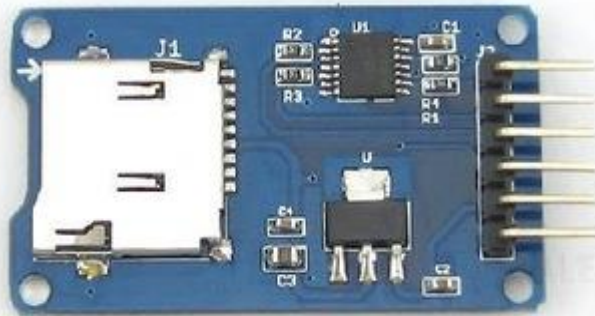
3.3.5 เครื่องวัดความต้านทานดิน



ภาพที่ 3-9 Earth testers [11]

คือ เครื่องมือที่ใช้วัดความต้านทานดินของระบบกราวด์ว่ามีค่าเท่าไร และยังอยู่ในค่าที่มีความปลอดภัยหรือไม่ ค่าความต้านทานดินที่การไฟฟ้าอนุมัติ คือ 5 โอห์ม

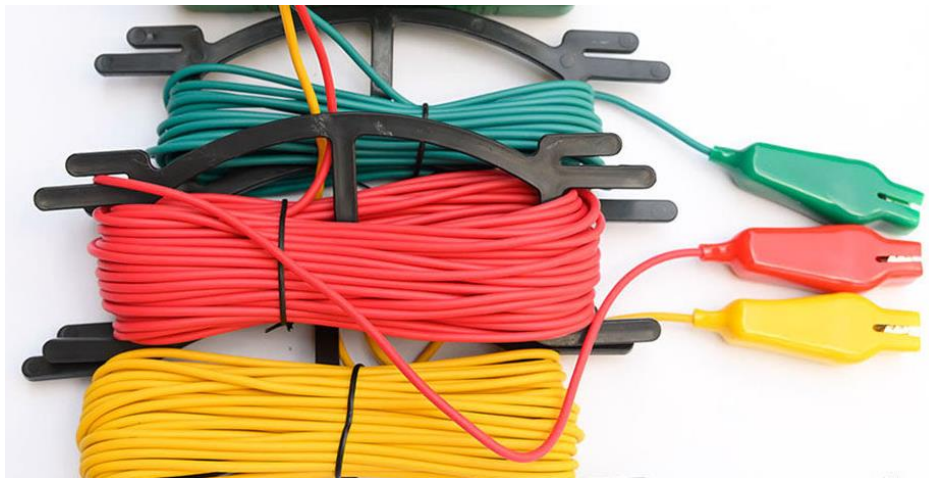
3.3.6 ไมโคร sd card



ภาพที่ 3-10 SD CARD ARDUINO [12]

การ์ดเก็บความจำที่ต่อเข้ากับบอร์ดอาร์ดูโน้ ใช้เพื่อเก็บค่าความต้านทาน รายสัปดาห์ รายเดือน รายปี และ ความชื้น อุณหภูมิวันที่เวลาตามที่ต้องการและสามารถเก็บข้อมูลอื่นๆเพิ่มเติมได้

3.3.7 สายวัดความต้านทานดิน



ภาพที่ 3-11 สายวัดความต้านทานดิน [13]

ใช้เพื่อต่อเข้ากับเครื่องวัดความต้านทานดิน สีเขียวจะต่อเข้ากับแท่งกราว ส่วนสีแดงและสีเหลืองจะต่อเข้ากับแท่งหมุดตัวนำอิเล็กทรอนิกส์เพื่อจ่ายกระแสและแรงดันทดสอบดิน

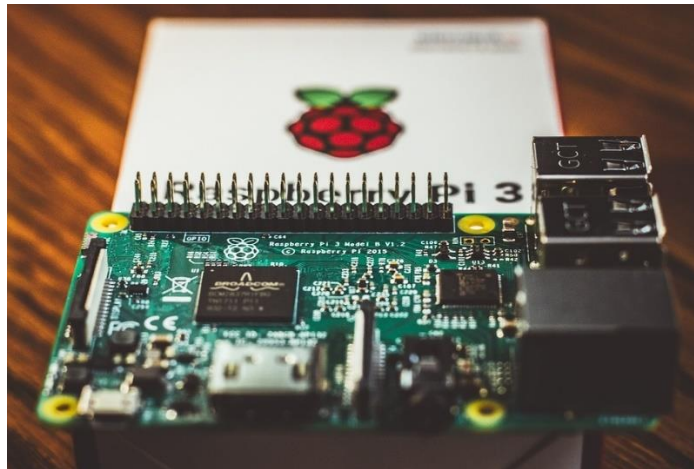
3.3.8 รีเลย์



ภาพที่ 3-12 โมดูลรีเลย์ 1 ช่อง 5V [14]

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า Relay มีหลายประเภท ตั้งแต่ Relay ขนาดเล็กที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป จนถึง Relay ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานไฟฟ้าแรงสูง โดยมีรูปร่างหน้าตาแตกต่างกันออกไป แต่มีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน สำหรับการนำ Relay ไปใช้งาน จะใช้ในการตัดต่อวงจร ทั้งนี้ Relay ยังสามารถเลือกใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ สามารถนำไปควบคุมเปิด/ปิดแหล่งจ่ายไฟต่าง ๆ ได้ ทั้งไฟ DC และ AC ตามสเปคของ relay เช่น ไฟ 12VDC หรือไฟ 220VAC จะควบคุมไฟแรงดัน/กระแสจ่ายไฟต่าง ๆ ได้

3.3.9 บอร์ด raspberry pi



ภาพที่ 3-13 Raspberry Pi คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสำหรับด้านการศึกษา [15]

Raspberry Pi เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กพัฒนาขึ้นโดยมูลนิธิ Raspberry Pi ซึ่งเป็นองค์กรการกุศลของสหราชอาณาจักร ที่ทำงานเพื่อนำพลังด้านดิจิทัลเข้าสู่ผู้ใช้งานทั่วโลก ดังนั้นผู้ใช้งานสามารถทำความเข้าใจและสร้างโลกดิจิทัลเพิ่มขึ้นได้โดยง่าย สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่สำคัญได้และเตรียมพร้อมสำหรับงานในอนาคต ซึ่ง Raspberry Pi เป็นคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ราคาประหยัด และมีประสิทธิภาพสูงที่ผู้คนใช้เพื่อเรียนรู้ในการแก้ปัญหาและได้รับความสนุกสนาน อีกทั้งมีชุมชนออนไลน์พัฒนาแหล่งข้อมูลฟรี เช่น บทความ, ตัวอย่างโครงการ เพื่อช่วยให้ผู้คนเรียนรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และวิธีการทำสิ่งต่าง ๆ กับคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะใช้งานด้านทั่วไป หรือ ทักษะการเขียนโปรแกรม ซึ่งสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการเรียนรู้โดยเฉพาะการเขียนโปรแกรม

3.3.10 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DS18B20 Full Waterproof Temperature Sensor



ภาพที่ 3-14 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำ ในดิน แบบโพรบสแตนเลสกันน้ำ DS18B20 [16]

DS18B20 Digital Temperature Sensor เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัล ซึ่งมีความแม่นยำและความเสถียรสูง เหมาะสำหรับการใช้งานในโปรเจกต์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่ต้องการการวัดอุณหภูมิอย่างแม่นยำ เช่น ระบบอัตโนมัติ การวัดอุณหภูมิในดิน หรือตรวจสอบอุณหภูมิในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

การอ่านค่าอุณหภูมิ

เซ็นเซอร์สามารถส่งข้อมูลอุณหภูมิในรูปแบบดิจิทัลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง ไม่จำเป็นต้องใช้วงจรแปลงสัญญาณใดๆ ซึ่งช่วยลดความซับซ้อนในการออกแบบวงจร

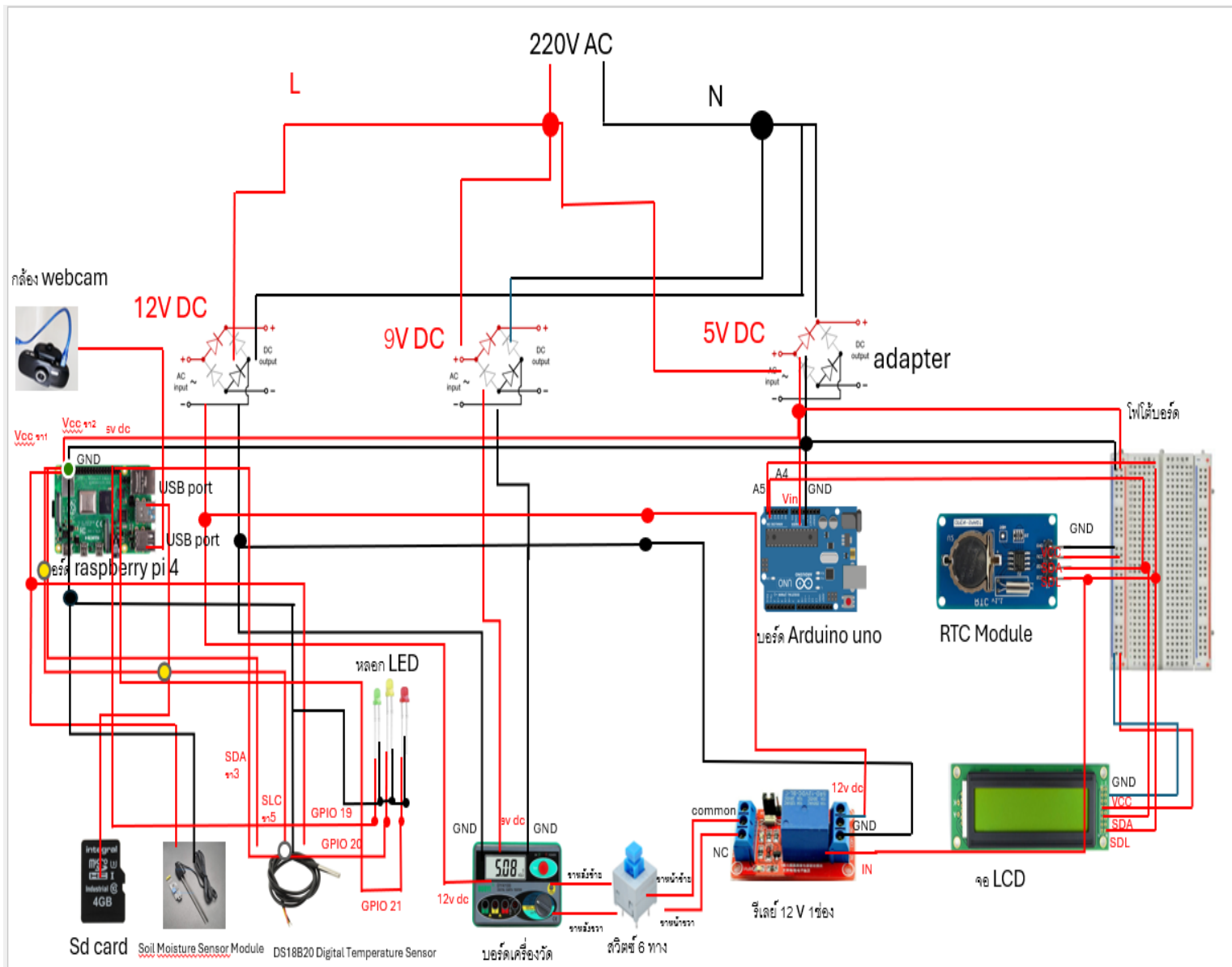
3.3.11 โมดูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินแบบโลหะ ยาว 1.3 ม. Soil Moisture Sensor Module 1.3m SNP-00030



ภาพที่ 3-15 High Quality Soil (Moisture) Sensor Module [17]

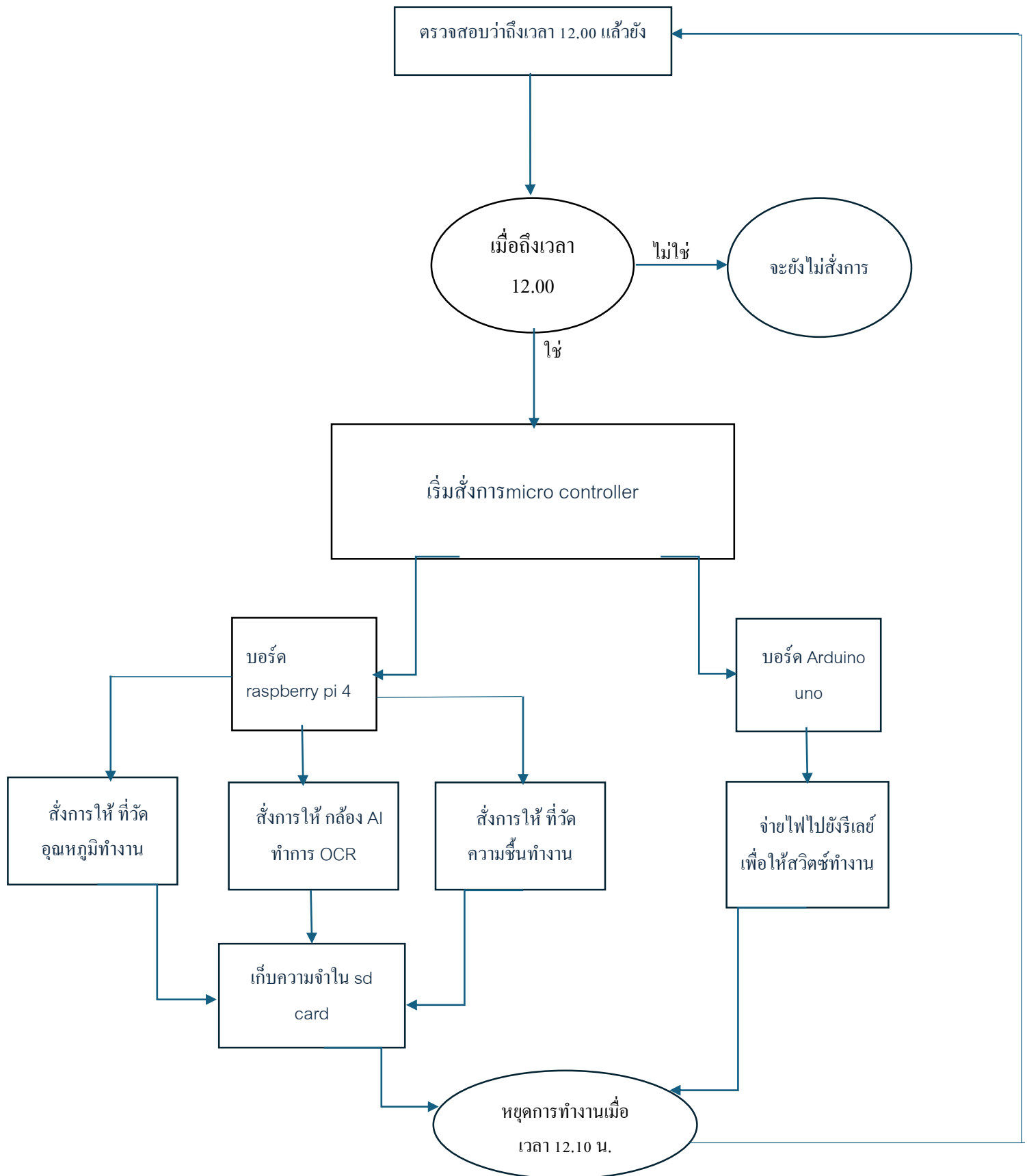
Soil Moisture Sensor Module SNP-00030 เป็นโมดูลเซ็นเซอร์ที่ออกแบบมาเพื่อวัดความชื้นในดิน โดยเซ็นเซอร์นี้มาพร้อมกับโพรบโลหะที่มีความยาว 1.3 เมตร ซึ่งทำให้สามารถตรวจสอบความชื้นในดินได้อย่างลึกซึ้งในระดับที่แตกต่างกัน

3.4 วงจรการต่อใช้งานของเครื่องวัดความต้านทานดินแบบเรียลไทม์



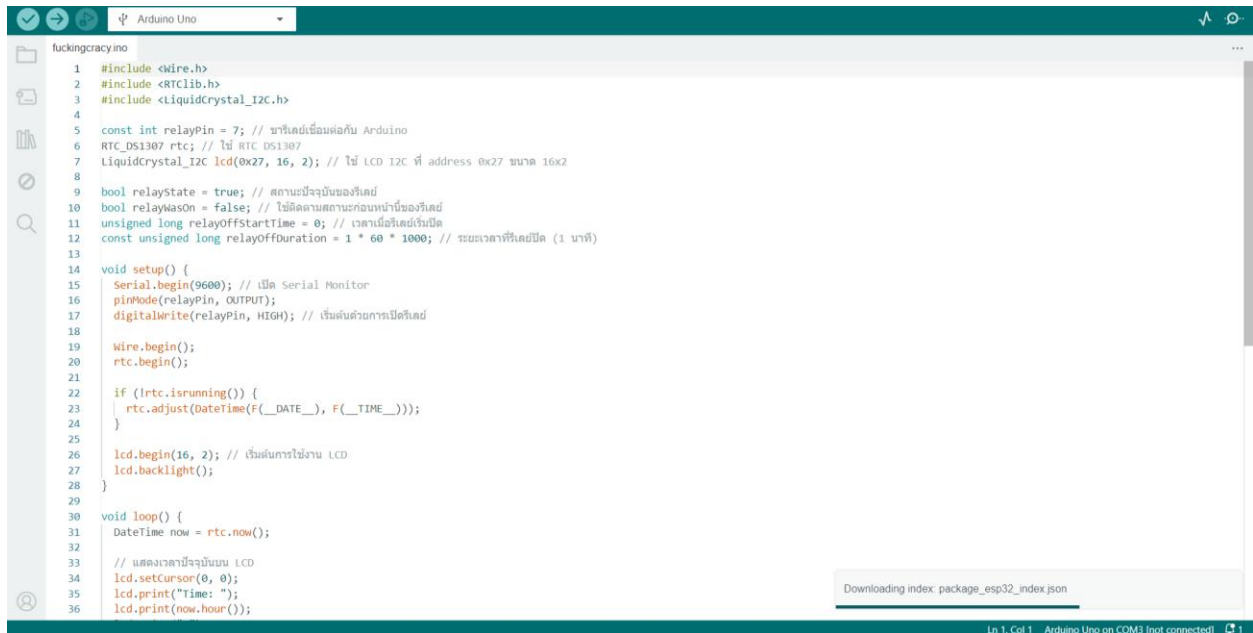
ภาพที่ 3-16 ภาพการต่อใช้งานของเครื่องวัดความต้านทานดินแบบเรียลไทม์

3.5 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องวัดความต้านทานดินแบบเรียลไทม์



3.6 โค้ดโปรแกรมในการรันของ Arduino และ raspberry pi

ส่วนที่ 1 ควบคุมสวิตช์อัตโนมัติ ใช้ Arduino ide



```
1 #include <Wire.h>
2 #include <RTClib.h>
3 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
4
5 const int relayPin = 7; // ขาที่เชื่อมต่อกับ Arduino
6 RTC_DS1307 rtc; // ใช้ RTC DS1307
7 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // ใช้ LCD I2C ที่ address 0x27 ขนาด 16x2
8
9 bool relayState = true; // สถานะปัจจุบันของรีเลย์
10 bool relayWasOn = false; // ใช้ติดตามสถานะก่อนหน้าของรีเลย์
11 unsigned long relayOffStartTime = 0; // เวลาเมื่อรีเลย์เริ่มปิด
12 const unsigned long relayOffDuration = 1 * 60 * 1000; // ระยะเวลาที่รีเลย์ปิด (1 นาที)
13
14 void setup() {
15   Serial.begin(9600); // เปิด Serial Monitor
16   pinMode(relayPin, OUTPUT);
17   digitalWrite(relayPin, HIGH); // เริ่มต้นด้วยการเปิดรีเลย์
18
19   Wire.begin();
20   rtc.begin();
21
22   if (!rtc.isrunning()) {
23     rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
24   }
25
26   lcd.begin(16, 2); // เริ่มต้นการใช้งาน LCD
27   lcd.backlight();
28 }
29
30 void loop() {
31   DateTime now = rtc.now();
32
33   // แสดงเวลาปัจจุบันบน LCD
34   lcd.setCursor(0, 0);
35   lcd.print("Time: ");
36   lcd.print(now.hour());
```

ภาพที่ 3-17 ควบคุมสวิตช์อัตโนมัติ



```
36   lcd.print(now.hour());
37   lcd.print(":");
38   if (now.minute() < 10) lcd.print("0");
39   lcd.print(now.minute());
40   lcd.print(":");
41   if (now.second() < 10) lcd.print("0");
42   lcd.print(now.second());
43
44   // แสดงเวลาบน Serial Monitor
45   Serial.print("Time: ");
46   Serial.print(now.hour());
47   Serial.print(":");
48   if (now.minute() < 10) Serial.print("0");
49   Serial.print(now.minute());
50   Serial.print(":");
51   if (now.second() < 10) Serial.print("0");
52   Serial.println(now.second());
53
54   // ตรวจสอบว่าเวลาปัจจุบันเป็น 22:32 หรือไม่
55   if (now.hour() == 11 && now.minute() == 55 && relayState) {
56     relayState = false;
57     relayOffStartTime = millis(); // เก็บเวลาเมื่อรีเลย์เริ่มปิด
58     digitalWrite(relayPin, LOW); // ปิดรีเลย์ (หรือ กลับสู่สถานะเปิด)
59     Serial.println("Relay OFF");
60   }
61
62   // ตรวจสอบว่าเวลาปัจจุบันเป็น 22:33 หรือไม่
63   if (now.hour() == 12 && now.minute() == 10 && !relayState) {
64     relayState = true;
65     digitalWrite(relayPin, HIGH); // เปิดรีเลย์ (หรือ กลับสู่สถานะเปิด)
66     Serial.println("Relay ON");
67   }
68
69   delay(1000); // ทดลองเวลา 1 วินาทีเพื่อไม่ให้ loop ทำงานเร็วเกินไป
70 }
71
```

ภาพที่ 3-18 ควบคุมสวิตช์อัตโนมัติ

ส่วนที่ 2 python ควบคุม raspberry pi

```
*codecr - Notepad
File Edit Format View Help
import os # นำเข้าโมดูล OS สำหรับการทำงานกับระบบปฏิบัติการ เช่นการรันคำสั่ง
import csv # นำเข้าโมดูล csv เพื่อจัดการกับไฟล์ CSV
import glob # นำเข้าโมดูล glob สำหรับการค้นหาไฟล์ในระบบ
import time # นำเข้าโมดูล time สำหรับจัดการกับเวลา
from time import strftime # นำเข้า strftime จาก time เพื่อใช้ในการฟอร์แมตวันที่และเวลา
import board # นำเข้าโมดูล board สำหรับการจัดการ GPIO หรือ I2C ของบอร์ด Raspberry Pi
import busio # นำเข้า busio สำหรับสื่อสารผ่าน I2C หรือ SPI บนบอร์ด Raspberry Pi
import adafruit_ads1x15.ads1115 as ADS # นำเข้าไลบรารี ads1115 จาก Adafruit สำหรับใช้กับ Analog to Digital Converter (ADC)
from adafruit_ads1x15.analog_in import AnalogIn # นำเข้า AnalogIn สำหรับการอ่านค่าจากช่องสัญญาณ ADC
import cv2 # นำเข้า OpenCV สำหรับประมวลผลภาพ
import numpy as np # นำเข้า numpy สำหรับคำนวณเชิงคณิตศาสตร์
import pytesseract # นำเข้า pytesseract สำหรับการทำ OCR (Optical Character Recognition)
import RPi.GPIO as GPIO # นำเข้าโมดูล RPi.GPIO เพื่อควบคุม GPIO บนบอร์ด Raspberry Pi

# Start ds18b20
os.system('modprobe w1-gpio') # รันคำสั่ง modprobe เพื่อโหลดโมดูล w1-gpio สำหรับการเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ DS18B20
os.system('modprobe w1-therm') # รันคำสั่ง modprobe เพื่อโหลดโมดูล w1-therm สำหรับเซ็นเซอร์อุณหภูมิ DS18B20

base_dir = '/sys/bus/w1/devices/' # กำหนดไลบรารีฐานของอุปกรณ์ที่มีชื่อต่อหน้า w1
device_folder = glob.glob(base_dir + '28*')[0] # ค้นหาไดเรกทอรีที่มีข้อมูลจากเซ็นเซอร์ DS18B20
device_file = device_folder + '/w1_slave' # ระบุไฟล์ที่เกี่ยวข้องจากเซ็นเซอร์ DS18B20

def map(value,fromLow,fromHigh,toLow,toHigh): # ฟังก์ชันแปลงค่าจากช่วงหนึ่งไปอีกช่วงหนึ่ง
    return (value - fromLow) * (toHigh - toLow) / (fromHigh - fromLow) + toLow

def most_frequent(List): # ฟังก์ชันหาค่าที่พบบ่อยที่สุดใน List
    return max(set(List), key = List.count)

def read_temp_raw(): # ฟังก์ชันอ่านข้อมูลดิบจากไฟล์เซ็นเซอร์ DS18B20
    f = open(device_file, 'r') # เปิดไฟล์ที่เกี่ยวข้องกับเซ็นเซอร์
    lines = f.readlines() # อ่านบรรทัดทั้งหมดในไฟล์
    f.close() # ปิดไฟล์
    return lines # คืนค่าบรรทัดที่อ่านได้

def read_temp(): # ฟังก์ชันอ่านอุณหภูมิจาก DS18B20
    lines = read_temp_raw() # อ่านข้อมูลดิบจากเซ็นเซอร์
    while lines[0].strip()[:-3] != 'YES': # ตรวจสอบว่าการอ่านข้อมูลเสร็จสมบูรณ์หรือไม่
        time.sleep(0.2) # หากไม่สมบูรณ์ รอ 0.2 วินาทีแล้วอ่านใหม่
    lines = read_temp_raw()
    equals_pos = lines[1].find('=') # ค้นหาตำแหน่งที่เท่ากับเครื่องหมาย
    if equals_pos != -1:
        temp_string = lines[1][equals_pos+2:] # ตัดค่าอุณหภูมิออกมาเป็นสตริง
```

ภาพที่ 3-19 python ควบคุม raspberry pi

```

'codeocr - Notepad
File Edit Format View Help
temp_c = float(temp_string) / 1000.0 # แปลงค่าเป็นหน่วยเซนติเกรด
temp_f = temp_c * 9.0 / 5.0 + 32.0 # แปลงค่าเป็นหน่วยฟาเรนไฮต์
return temp_c # คืนค่าอุณหภูมิเป็นหน่วยเซนติเกรด
# End ds18b20

# Start ads1115
i2c = busio.I2C(board.SCL, board.SDA) # สร้างอินเทอร์เฟซ I2C สำหรับการเชื่อมต่อกับ ADC (ADS1115)
ads = ADS.ADS1115(i2c) # สร้างวัตถุ ADS1115 เพื่อเชื่อมต่อกับ ADC
channel = AnalogIn(ads, ADS.P0) # กำหนดช่องสัญญาณอุณหภูมิของตัวแปลงค่า (Pin 0)
# End ads1115

def preprocess_image(image): # ฟังก์ชันประมวลผลภาพจากกล้อง
    gray = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY) # แปลงภาพสีเป็นภาพขาวดำ
    thresh = cv2.adaptiveThreshold(gray, 255, cv2.ADAPTIVE_THRESH_MEAN_C, cv2.THRESH_BINARY_INV, 11, 2) # ทำ Threshold กับภาพเพื่อเน้นขอบเขต

    crop = thresh[265:390, 640:820] # ตัดส่วนของภาพที่ต้องการประมวลผล
    mask = cv2.morphologyEx(crop, cv2.MORPH_CLOSE, np.ones((3, 3), np.uint8)) # ใช้ Morphology เพื่อลบรูปร่าง (เพื่อลบการสเกิร์)
    mask = cv2.morphologyEx(mask, cv2.MORPH_OPEN, np.ones((3, 3), np.uint8)) # ใช้ Morphology เพื่อลบรูปร่าง (เพื่อลบการสเกิร์)

    contours, _ = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_NONE) # ค้นหาเส้นขอบในภาพ

    if len(contours) > 0: # หากพบเส้นขอบ
        for i, c in enumerate(contours):
            area_tresh = 100 # กำหนดพื้นที่ของรูปร่างที่ต้องการ
            area = cv2.contourArea(c) # หาพื้นที่ของรูปร่าง
            if area < area_tresh: # หากพื้นที่ของรูปร่างน้อยกว่าที่กำหนด
                cv2.drawContours(mask, contours, i, 0, cv2.FILLED)
        return mask # คืนค่าภาพหลังจากประมวลผลแล้ว
    else:
        return None # หากไม่พบเส้นขอบก็คืนค่า None
# End camera

# Main
GPIO.setmode(GPIO.BCM) # กำหนดโหมดของ GPIO ให้ใช้เลขพินตามบอร์ด BCM

GPIO.setup(12, GPIO.OUT) # กำหนดเอาต์พุต GPIO 12 เป็นเอาต์พุต Output
GPIO.output(12, GPIO.HIGH) # ส่งสัญญาณ HIGH ไปยัง GPIO 12

GPIO.setup(19, GPIO.OUT) # กำหนดเอาต์พุต GPIO 19 เป็นเอาต์พุต Output (LED สีฟ้า)
GPIO.output(19, GPIO.LOW) # ส่งสัญญาณ LOW ไปยัง GPIO 19 (ดับไฟ LED)

GPIO.setup(20, GPIO.OUT) # กำหนดเอาต์พุต GPIO 20 เป็นเอาต์พุต Output (LED สีเหลือง)

```

ภาพที่ 3-20 python ควควบคุม raspberry pi

```

'codeocr - Notepad
File Edit Format View Help
GPIO.output(20, GPIO.LOW) # ส่งสัญญาณ LOW ไปยัง GPIO 20 (ดับไฟ LED)

GPIO.setup(21, GPIO.OUT) # กำหนดเอาต์พุต GPIO 21 เป็นเอาต์พุต Output (LED สีแดง)
GPIO.output(21, GPIO.LOW) # ส่งสัญญาณ LOW ไปยัง GPIO 21 (ดับไฟ LED)

while(True): # เริ่มลูปการทำงาน
    temp = read_temp() # อ่านค่าอุณหภูมิจากเซ็นเซอร์
    print(temp) # แสดงค่าอุณหภูมิที่อ่านได้

    print("Analog Value: ", channel.value, "Voltage: ", channel.voltage) # แสดงค่าจาก ADC (ค่าที่อ่านได้เป็นค่าที่แท้จริง)
    print(round(map(channel.value, 0, 32767, 100, 0), 0)) # แปลงค่า ADC ให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของการวัดอุณหภูมิ

    try:
        vid = cv2.VideoCapture(0) # เปิดกล้องเพื่อใช้ในการถ่ายภาพ

        ret, frame = vid.read() # อ่านเฟรมภาพจากกล้อง
        segment_img = preprocess_image(frame) # ประมวลผลภาพที่ได้จากกล้อง
        segment_img = cv2.rotate(segment_img, cv2.ROTATE_180) # หมุนภาพ 180 องศา
        cv2.imshow('segment_img', segment_img) # แสดงผลภาพหลังจากประมวลผลแล้ว

        if segment_img is not None: # หากภาพที่ประมวลผลแล้วมีค่าไม่ None
            text = pytesseract.image_to_string(segment_img, config='--psm 9 -l ssd') # ทำ OCR เพื่ออ่านตัวเลขจากภาพ
            if len(text) == 4: # หากมีตัวเลข 4 หลัก
                print(f"Recognized number: {text}") # แสดงค่าที่อ่านได้
                digit = int(text) / 10 # แปลงค่าที่อ่านได้เป็นจำนวนเต็ม
                if digit > 25.0: # ถ้าค่าที่อ่านได้มากกว่า 25.0 ให้ดับไฟ LED สีแดง
                    GPIO.output(19, GPIO.LOW)
                    GPIO.output(20, GPIO.LOW)
                    GPIO.output(21, GPIO.HIGH)
                else:
                    if digit < 5.0: # ถ้าค่าที่อ่านได้ต่ำกว่า 5.0 ให้ดับไฟ LED สีเขียว
                        GPIO.output(19, GPIO.HIGH)
                        GPIO.output(20, GPIO.LOW)
                        GPIO.output(21, GPIO.LOW)
                    else: # ถ้าค่าที่อ่านได้ระหว่าง 5.0 - 25.0 ให้ดับไฟ LED สีเหลือง
                        GPIO.output(19, GPIO.LOW)
                        GPIO.output(20, GPIO.HIGH)
                        GPIO.output(21, GPIO.LOW)

            if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'): # หากกดปุ่ม 'q' จะออกจากลูป
                break

```

ภาพที่ 3-21 python ควควบคุม raspberry pi

```
except Exception as e: # จับข้อผิดพลาด
    print(str(e)) # แสดงข้อผิดพลาด

vid.release() # ปิดหน้าต่างกล้องวิดีโอ
cv2.destroyAllWindows() # ปิดหน้าต่างโปรแกรม OpenCV
```

ภาพที่ 3-22 python ควบคุม raspberry pi

3.7 ขั้นตอนและวิธีการทดลองเครื่องวัดความต้านทานดินเรลใหม่

3.7.1 ผลการ OCR ของ AI



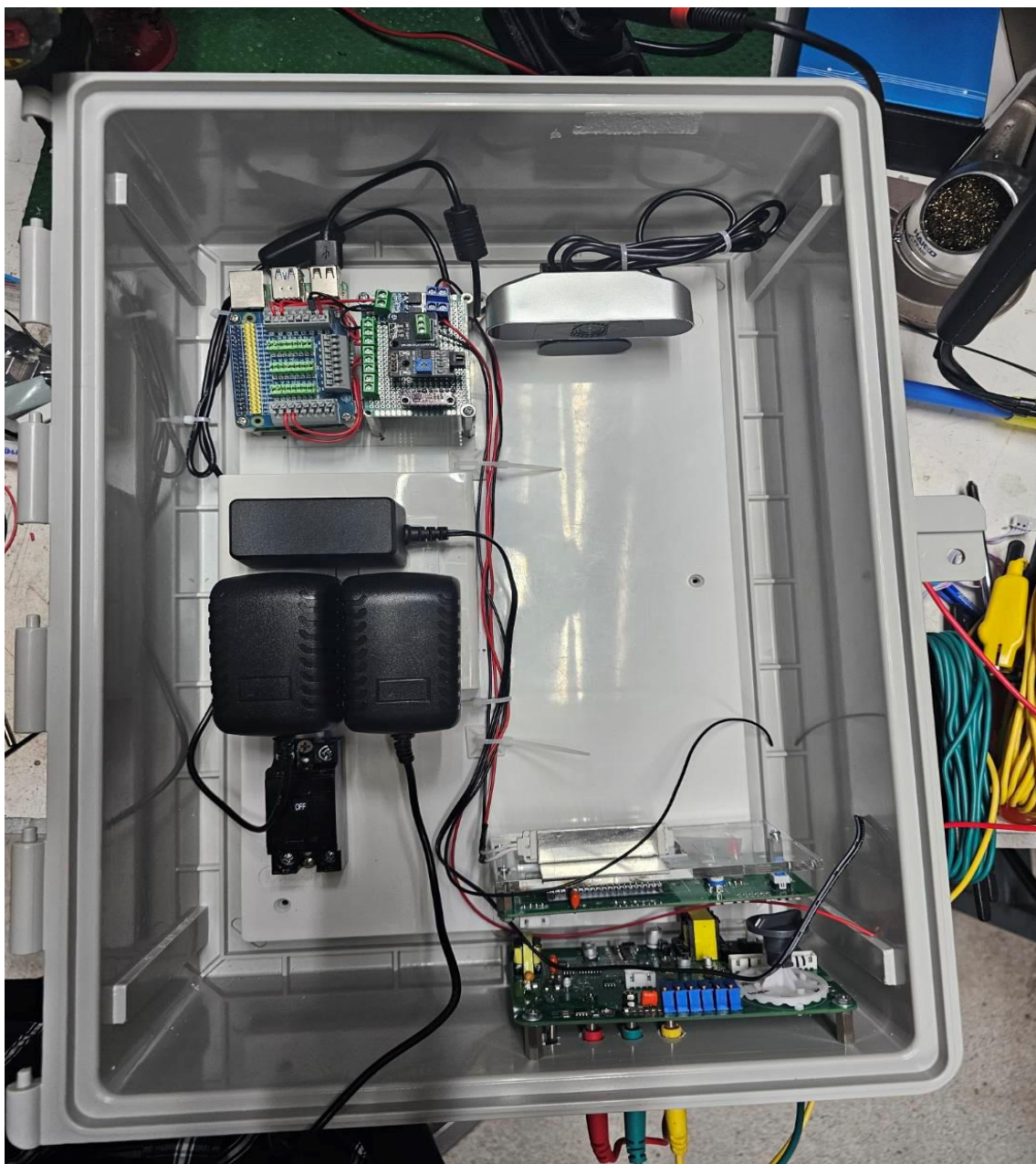
ภาพที่ 3-23 ภาพขณะกดวัดตัวเครื่อง

Ai ทดสอบการอ่านหน้าจอของเครื่องวัดเป็นเวลา 10 นาที สามารถจับเลข ได้อย่างแม่นยำ อ่านตัวเลขบนหน้าจอแล้วแปลงเป็นรหัสดิจิทัล



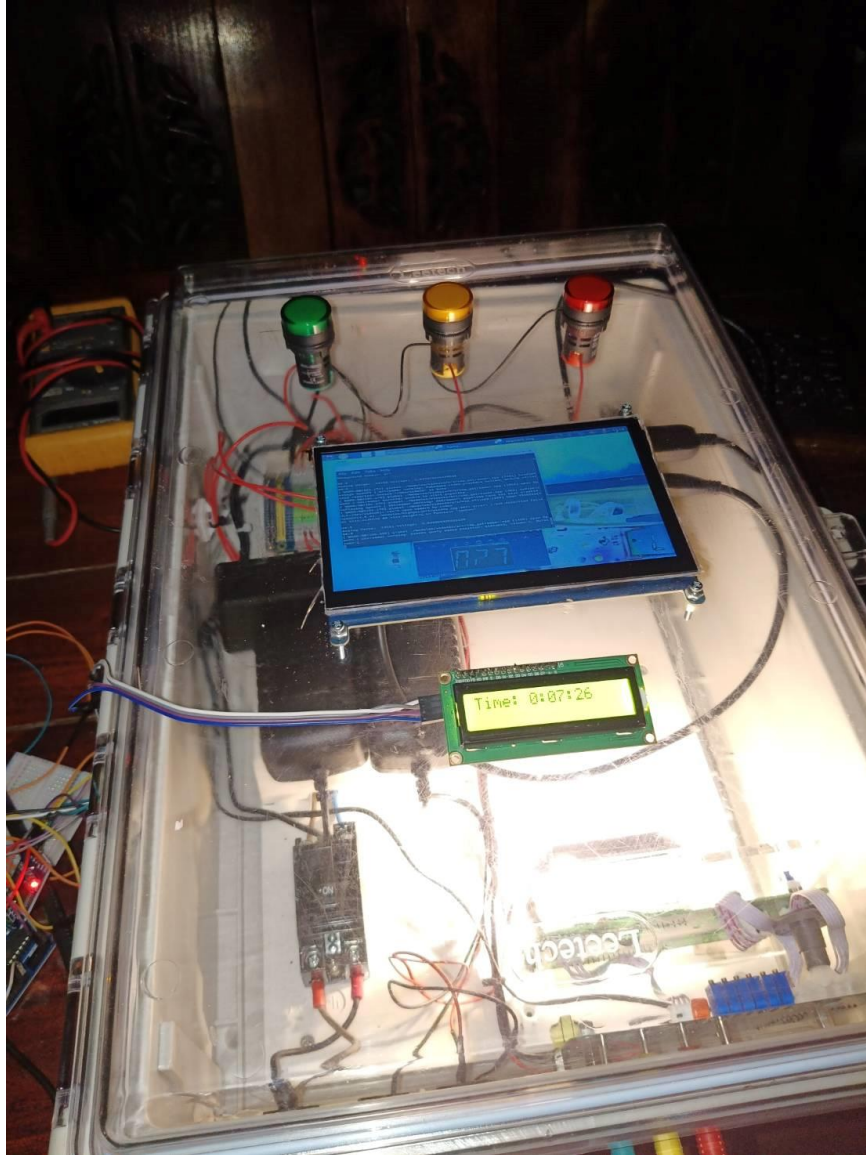
ภาพที่ 3-24 เมื่อกดหยุดเครื่องวัด

เมื่อหยุดกดปุ่มวัดตัวเครื่องทำให้ตัวเลขแฉ่งแต่ ai ก็สามารถจับภาพได้ทุกตัวเลขที่แสดงบนหน้าจอ



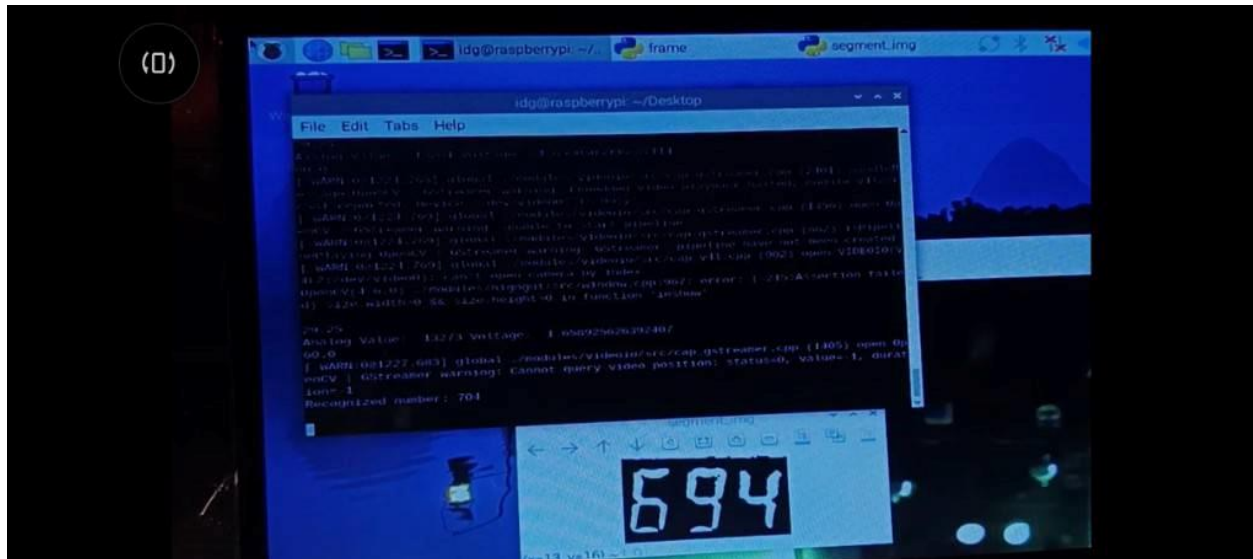
ภาพที่ 3-25 รูปอุปกรณ์ภายในและการจัดวาง

ภายในเครื่องจะมีอุปกรณ์ ประกอบไปด้วย อะแดปเตอร์ เบรกเกอร์ และ บอร์ด micro controller และ web cam



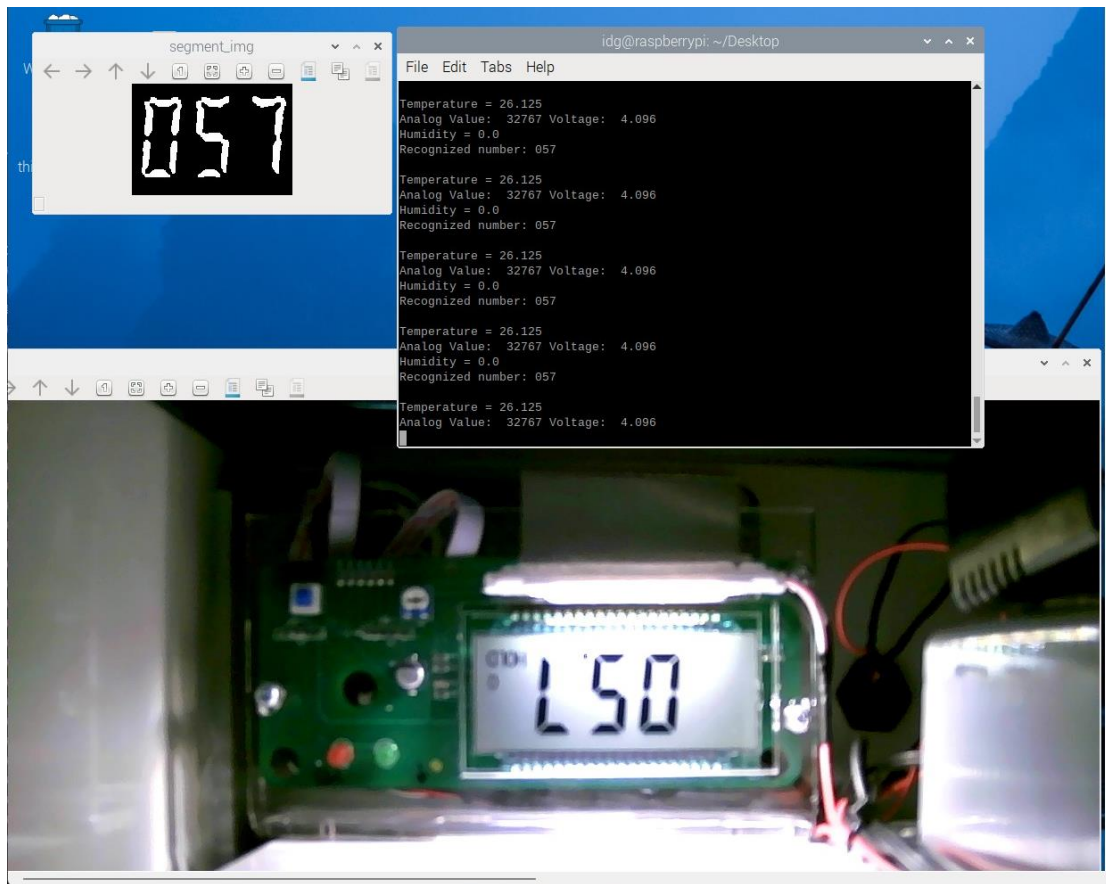
ภาพที่ 3-26 แสดงหน้าจอตัวเครื่องและอุปกรณ์

ภาพภายนอกตัวเครื่องจะประกอบไปด้วยหน้าจอ LED และ LCD จอ LED จะมีไว้เพื่อการ set ค่าและรันโปรแกรมตัวเครื่อง ส่วน LCD จะบอกเวลา



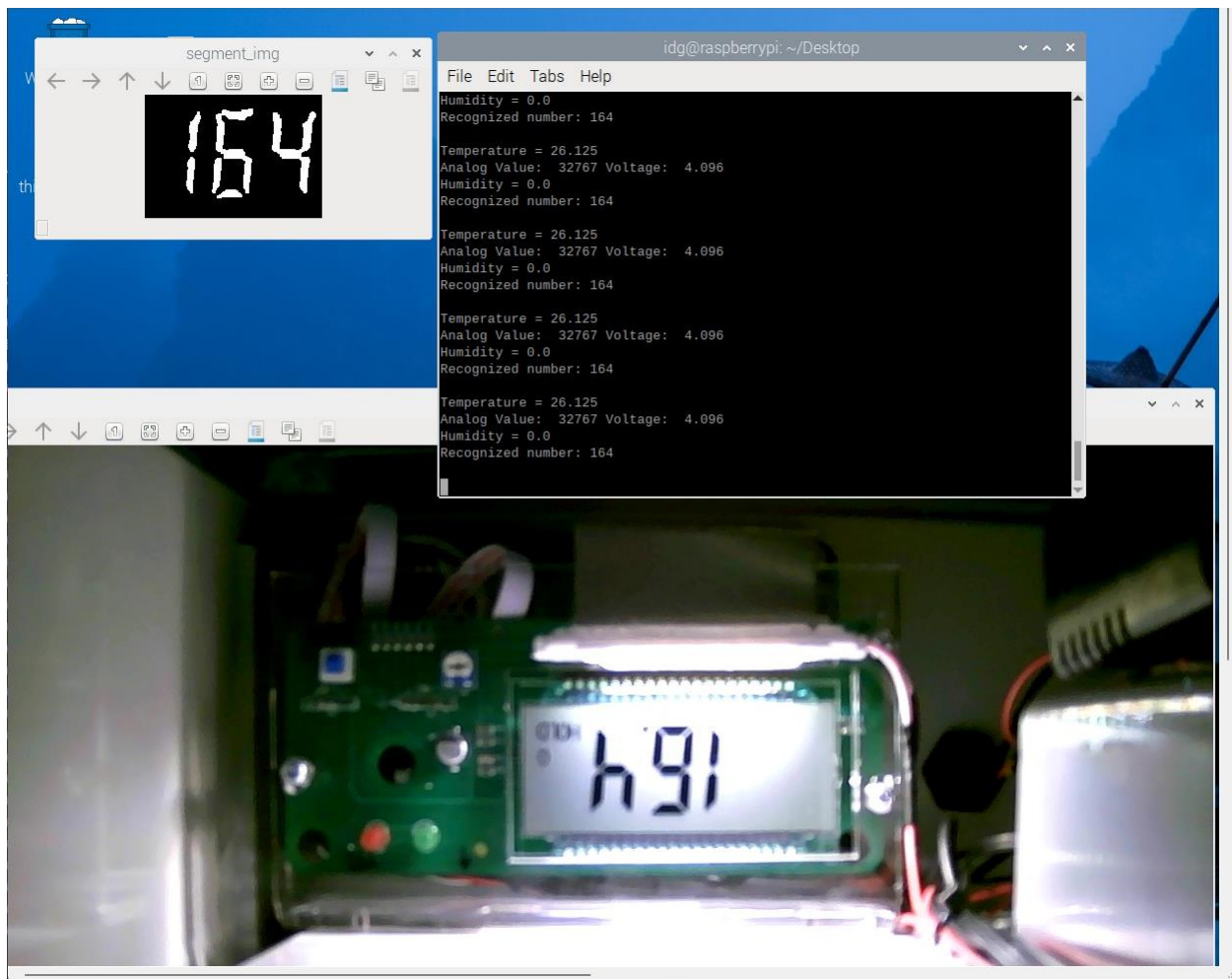
ภาพที่ 3-27 แสดงค่า ocr อุณหภูมิความชื้นบนหน้าจอ

หน้าจอจะแสดงค่า อุณหภูมิ วันที่เวลา ความชื้น และผลการ ocr ทั้งหมดนี้จะทำการวัดค่าเองเมื่อเวลา 12.00 น. ของทุกวันและเมื่อเวลาผ่านไป10นาที่ จะทำการเก็บความจำทั้งหมดลง sd card แบบนี้วนไปทุกวัน เมื่อ 12.00น. ของวันถัดไปจะเริ่มทำการวัดค่าและเก็บข้อมูลใหม่ ข้อมูลที่เก็บวันที่และเวลาจะไม่เกิน 3 ปี ข้อมูลอันไหนที่มีอายุเกิน 3 ปี จะทำการลบอัตโนมัติด้วยตัวของมันเอง



ภาพที่ 3-28 แสดงค่า ocr อุณหภูมิความชื้นบนหน้าจอพร้อมกัน

จะเห็นได้ว่าค่าที่โชว์ใน command จะแสดงค่า ความต้านทาน อุณหภูมิ ความชื้น ไปพร้อมๆกัน ค่าทั้งหมดมาจากการสแกนหน้าจอเครื่องวัด และการวัดอุณหภูมิความชื้น



ภาพที่ 3-29 แสดงค่า ocr อุณหภูมิความชื้นบนหน้าจอพร้อมกัน

จะเห็นได้ว่าค่าอุณหภูมิและความชื้นนี้ ส่วน ocr จะเปลี่ยนเมื่อค่าความต้านทานเปลี่ยนทั้งคู่ต้องสอดคล้องกันแสดงถึงความแม่นยำ



ภาพที่ 3-30 การเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัด

จะเห็นว่า ค่าที่ทำการตรวจวัดจะคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.5 % เมื่อวัดเทียบกับเครื่องระดับโลกอย่าง Kyoritsu ตัวเครื่องวัด duoyi ก็ไม่ได้ด้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด สามารถใช้แทนกันได้ ภาพนี้แสดงการวัดความต้านทานดินที่เดียวกันและทดสอบความใกล้เคียงกัน Kyoritsu จะได้ 26.6 แต่ duoyi จะได้ 27.1 โอห์ม

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองของเครื่องวัดความต้านทานดิน จะมีผลการทดลองของการ ocr จาก ai และอุณหภูมิ ความชื้น ค่าโอห์มความต้านทานดิน ทั้งนี้เพื่อทดสอบถึงความแม่นยำและความถูกต้องของค่าทั้งหมด

4.1 วิธีการทดสอบ

4.1.1 ทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนของ 2 ยี่ห้อเครื่องวัด kyo และ duo

4.1.2 วัดความแม่นยำการ OCR ของ ai บอร์ด raspberry pi

4.1.3 วัดอุณหภูมิและความชื้น

4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 ผลการทดลองเทียบ 2 ยี่ห้อของเครื่องวัด

แท่งกราวด์ขนาน	KYO	DUO	AB ERROR
1M	2.3 ohm	1.9 ohm	0.4
2M	2.8 ohm	2.9 ohm	-0.1
3M	3.0 ohm	3.1 ohm	-0.1
4M	3.2 ohm	3.3 ohm	-0.1
5M	3.26 ohm	3.51 ohm	-0.25
6M	3.40 ohm	3.66 ohm	-0.26
7M	3.57 ohm	3.85 ohm	-0.28
8M	3.75 ohm	4 ohm	-0.25
9M	3.92 ohm	4.21 ohm	-0.29
10M	4.13 ohm	4.43 ohm	-0.33

จะเห็นได้ว่าการทดสอบตัวเครื่องระหว่าง 2 ยี่ห้อนี้จะมีความคลาดเคลื่อนกันอยู่บ้างแต่ไม่ได้ด้อยกว่ากัน
สักเท่าไรนี่คือค่าที่ทดสอบในระยะทางที่ห่างกันเรื่อยๆของแท่งกราวด์ ตั้งแต่ 1-10M และค่าความคลาดเคลื่อนใน
แต่ละครั้งไม่เกิน 5 %

แท่งกราวด์เดี่ยว	KYO	DUO	AB ERROR
1M	20.4 ohm	20.9 ohm	-0.5
2M	22.8 ohm	22.6 ohm	0.2
3M	25.1 ohm	24.8 ohm	0.3
4M	26.1 ohm	26.6 ohm	-0.5
5M	26.2 ohm	26.7 ohm	-0.5
6M	26.3 ohm	26.8 ohm	-0.5
7M	26.5 ohm	27 ohm	-0.5
8M	26.6 ohm	27.1 ohm	-0.5
9M	26.6 ohm	27 ohm	-0.4
10M	26.6 ohm	27.1 ohm	-0.5

จะเห็นได้ว่าการทดสอบตัวเครื่องระหว่าง 2 ยี่ห้อนี้จะมีค่าความคลาดเคลื่อนกันอยู่บ้างแต่ไม่ได้ด้อยกว่ากัน
 สักเท่าไรนี่คือค่าที่ทดสอบในระยะทางที่ห่างกันเรื่อยๆของแท่งกราวด์ ตั้งแต่ 1-10M และค่าความคลาดเคลื่อนใน
 แต่ละครั้งไม่เกิน 5 %

4.2.2 ผลการวัดความแม่นยำของการ OCR

รอบของการวัด	หน้าจอ เครื่องวัด	หน้าจอ AI OCR
1	2.52	2.52
2	0.00	0.100
3	0.00	0.00
4	70.6	70.9

ผลของการ OCR จะมีความแม่นยำสูงเมื่อเลขค่าความต้านทานมีเลขที่มากกว่า 0 แต่เมื่อเลขเท่ากับ 0 จะมีบางครั้งที่เพี้ยนได้แต่ถึงอย่างนั้นโอกาสเพี้ยนก็มีน้อยนับครั้งได้จากการทดสอบ จัดว่าความแม่นยำ 95 %

4.2.3 ผลการวัดอุณหภูมิและความชื้น

รอบของการวัด	ค่าอุณหภูมิ	ค่าความชื้น
1	26.125	4.096
2	26.125	4.096
3	26.125	4.096
4	26.125	4.096

ผลจากการวัดอุณหภูมิความชื้นค่อนข้าง 100 % ค่ามีความเที่ยงตรงเพราะอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานและมีมาอย่างยาวนานแล้วจึงทำให้ประสิทธิภาพน่าเชื่อถือ โปรเจคอื่นๆหรืองานวิจัยอื่นๆก็จะใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ตัวนี้กันค่อนข้างเยอะ

4.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองทั้งหมดมีการวัดค่าความต้านทานดินเทียบกับเครื่องตัวราคาแพง และผล OCR อุณหภูมิ ความชื้น การวัดเทียบตัวเครื่องมีทั้งหมด 20 ครั้ง ทั้งแบบขนาดแท่งกราวด์และแท่งกราวด์เดี่ยว จะเห็นได้ว่าค่า error ไม่ห่างกันมากนัก ไม่เกิน 0.5 โอห์ม การทดลอง ocr นั้นมีจำนวน 8 ครั้งแต่เขียนใส่ตารางมี 4 ครั้ง จะเห็นได้ว่าหากตัวเครื่องค่าที่แกว่งก็จะแกว่งตามแต่ผลการ ocr ค่อนข้างแม่นยำ ไม่ห่างจากค่าที่เป็นจริงมากนัก

ส่วนอุณหภูมิและความชื้น 2 สิ่งนี้ไม่มีการแกว่งมากเพราะอุณหภูมิและความชื้นเป็นสิ่งที่ไม่ได้เปลี่ยนแปลงได้เร็วค่าที่อ่านได้จึงไม่ค่อยแกว่ง

จากการทดลองทั้งหมดจึงทำให้รู้ค่าทั้งหมดนั้นจะมีการแกว่งที่น้อยนอกจาก ค่า การocr แต่ถึงกระนั้นก็ยังมีความแม่นยำไม่เกินความเป็นจริงมาก ค่าอุณหภูมิและความชื้นจะนิ่ง ค่าความต้านทานก็นิ่งเช่นกันแต่จะมีค่า ERROR ไม่เกิน $\pm 0.5\%$

เอกสารอ้างอิง

- [1] โกมล มะแก้ว. (2020). การเปรียบเทียบค่าความต้านทานของสายดินในระบบไฟฟ้า. <https://e-research.siam.edu/wp-content/uploads/2020/03/M-Eng-2020-IS-Comparing-the-Resistance-of-Ground-Wires-in-Electrical-Systems.pdf>. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2567
- [2] Praguynakorn. (2018). การวัดความต้านทานดิน. <http://www.praguynakorn.com/tips/12/>. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2566
- [3] ต.ตรวจบ้าน. (2022). การตรวจวัดค่าความต้านทานหลักดิน. https://www.thomeinspector.com/article/detail?news_id=160. สืบค้นเมื่อ 14 ธันวาคม 2566
- [4] Jak Electronic. (2020). ชนิดของเครื่องวัดความต้านทานดินทั้งหมด. <https://www.jakelectronics.com/blog/how-to-measure-ground-resistance>. สืบค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2566
- [5] ห้องไฟฟ้า. (2020). การลดค่าความต้านทานของการต่อลงดิน. https://www.facebook.com/ElectricalRm/posts/3387138731299503/?locale=th_TH&_rdc=1&_rdr. สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2567
- [6] บริษัท แสงชัยมิเตอร์ จำกัด. (2018). การออกแบบระบบกราวด์ต้องพิจารณาอะไรบ้าง. https://www.sangchaimeter.com/support_detail/TM-05-18. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2566
- [7] Shopee (ม.ป.ป). แท่งกราวด์ ชูบทองแดง 30 cm. <https://shopee.co.th/แท่งกราวด์-ชูบทองแดง-30-cm-i.35320888.3318671276>. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2566
- [8] The Invention (2021). บอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARDUINO UNO. <https://www.ai-corporation.net/2021/11/19/arduino-uno-r3/>. สืบค้นเมื่อ 21 ธันวาคม 2566
- [9] Mcucity (2021). LCD 2004A LCD (Yellow Screen) 20x4 LCD with backlight . <https://www.mcucity.com/product/946/lcd-2004a-lcd-yellow-screen-20x4-lcd-with-backlight>. สืบค้นเมื่อ 29 ธันวาคม 2566
- [10] Lazada (ม.ป.ป). แท่งกราวด์ Kyoritsu สำหรับ เครื่องทดสอบความต้านทานดิน. <https://www.lazada.co.th/products/kyoritsu-i1419460273.html>. สืบค้นเมื่อ 23 พฤศจิกายน 2566
- [11] Scma (ม.ป.ป). Earth testers (เครื่องทดสอบความต้านทานดิน). <http://www.scmashopping.com/category/36/electronic-test-measurement-multimeters-clamp-meters-oscilloscopes/1-4-earth-testers-%>. สืบค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2566

[12] CyberTice (ม.ป.ป). **โมดูลบันทึกข้อมูล Micro SD Card Module.**

https://www.cybertice.com/product/43/%E0%B9%82%E0%B8%A1%E0%B8%94%E0%B8%B9%E0%B8%A5%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%97%E0%B8%B6%E0%B8%81%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A1%E0%B8%B9%E0%B8%A5-micro-sd-card-module?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwg-24BhB_EiwA1ZOx8lOHIMxFz4QbB3-vMLJZYlXEg90STYKnoprF8QgxPWfi--vxtP1DMBoC6YAQAvD_BwE. สืบค้นเมื่อ 29 พฤศจิกายน 2566

[13] Shopee (ม.ป.ป). **เครื่องทดสอบความต้านทานกราวด์ฉนวนดิจิตอล Megger Meter ความต้านทานกราวด์เครื่องทดสอบโอห์ม.**

https://shopee.co.th/product/893649366/25981354005?gads_t_sig=VTJGc2RHVmtYMTlxTFVSVVRr dENkWWp3RFo3Mkw5czd4Z0hzdEF1WVFibVJJVTR2Uldza1NFd3UxT0lQcXNjYmpRVnZ6TnUrNVI1ZG1xNDE1L2M3L0pGcWtreUcxOEZsUy8xN3JWOFhtMWZHaEVCTkNLMHJHVUEa1lyS2lrWXg&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwg-24BhB_EiwA1ZOx8pek28p-me4l1inPxEdfpz2Ala9ecYn_Hmdrhf7NSDw-luKq3EMWzxoC_rAQAvD_BwE. สืบค้นเมื่อ 24 พฤศจิกายน 2566

[14] LNW SHOP (ม.ป.ป). **โมดูลรีเลย์ 1 ช่อง 5V.**

<http://www.scmashopping.com/category/36/electronic-test-measurement-multimeters-clamp-meters-oscilloscopes/1-4-earth-testers-%>. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2567

[15] Scimath (2018). **Raspberry Pi คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสำหรับการศึกษา.**

<https://www.scimath.org/article-technology/item/9104-raspberry-pi>. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2567

[16] LNW SHOP (2023). **เซนเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำ ในดิน แบบโพรบสเดนเลสกันน้ำ DS18B20 สายยาว 1 เมตร(Digital Temperature Sensor Probe Waterproof).** <https://www.scimath.org/article-technology/item/9104-raspberry-pi>. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2567

[17] LNW SHOP (ม.ป.ป). **High Quality Soil (Moisture) Sensor Module.**

<https://www.arduitronics.com/product/2359/%E0%B8%84%E0%B8%B8%E0%B8%93%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%9E%E0%B8%AA%E0%B8%B9%E0%B8%87-high-quality-soil-moisture-sensor-module>. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2567

