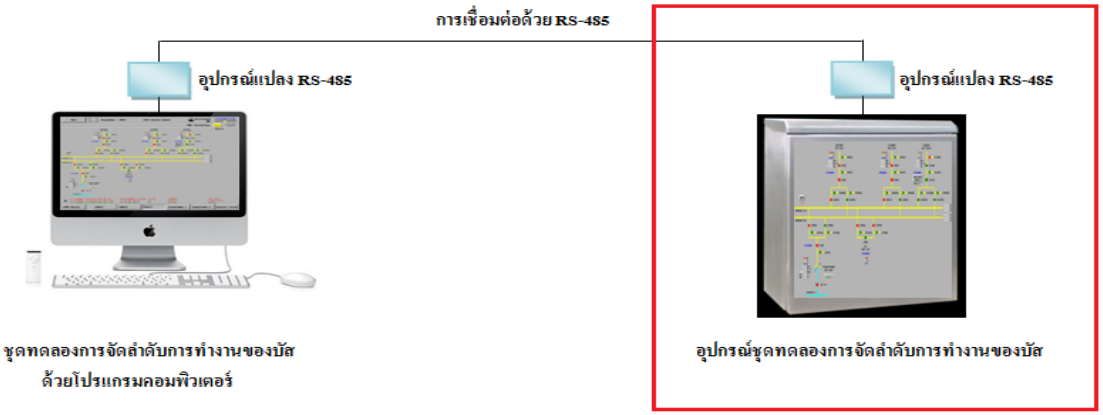
บทที่ 3

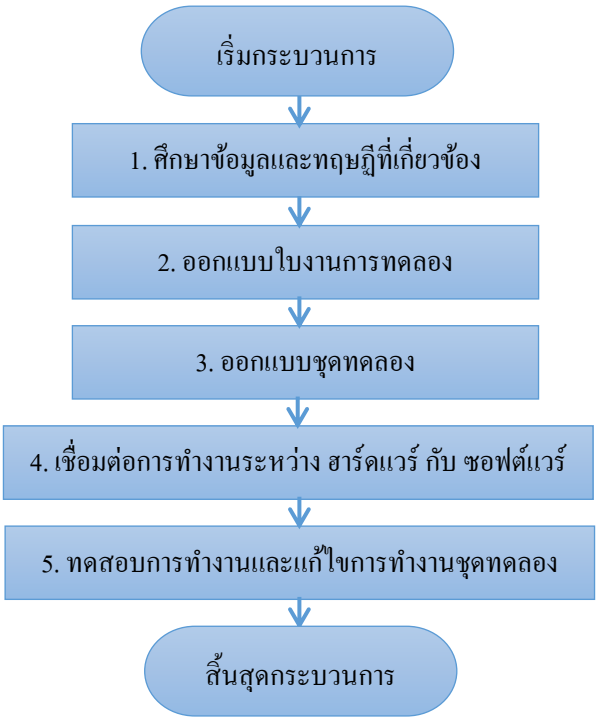
วิธีการดำเนินโครงงาน

การออกแบบในด้านฮาร์ดแวร์

การดำเนินโครงงานจะแบ่งเป็นส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ 1. จัดทำใบงาน 2. จัดทำชุดทดลอง 3. การเชื่อมต่อการทำงานกับซอฟต์แวร์ การทดสอบการทำงานและแก้ไขการทำงาน



ภาพที่ 3.1 องค์ประกอบของโครงงาน



ภาพที่ 3.2 การดำเนินงานของโครงงาน

3.1 ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง (Electrical Power Systems)

3.1.2 สถานีไฟฟ้าย่อย (Substation)

3.1.3 รูปแบบของสถานีไฟฟ้าแรงสูง

3.1.4 การออกแบบการจัดวางระบบตัดตอนกำลังไฟฟ้า

3.1.5 การจัดเรียงระบบตัดตอนกำลังไฟฟ้า

3.1.6 อุปกรณ์และวัสดุสถานีไฟฟ้าแรงสูง

3.1.7 Arduino Mega 2560

3.1.8 การสื่อสารแบบ Modbus Protocol

3.2 จัดทำใบงานการทดลอง

ในการออกแบบใบงานชุดทดลองการจัดลำดับการทำงานของบัสตามหลักปฏิบัติงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ประกอบด้วยการทดลองการจัดบัส 4 แบบ ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลพบว่า การจัดลำดับการทำงานของบัสทั้ง 4 แบบนี้เป็นที่นิยมและพบมากในสถานีไฟฟ้าย่อยและการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยการทดลองจะมีสภาวะ การจ่ายไฟเข้าระบบ การซ่อมบำรุงรักษา Circuit Breaker การซ่อมบำรุงรักษา Main Bus ดังนี้

3.2.1 การทดลองแบบบัสเดี่ยว (Single Bus)

- การจ่ายไฟเข้าระบบ
- การบำรุงรักษา Circuit Breaker 70212
- การบำรุงรักษา Main Bus

3.2.2 การทดลองแบบบัสประธานและบัสโอน (Main and Transfer Bus)

- การจ่ายไฟเข้าระบบ
- การบำรุงรักษา Circuit Breaker 70112
- การบำรุงรักษา Circuit Breaker 70212
- การบำรุงรักษา Circuit Breaker 70412

3.2.3 การทดลองบัสประธานคู่และบัสโอน (Double Main and Transfer Bus)

- การจ่ายไฟเข้าระบบ
- การบำรุงรักษา Circuit Breaker 90512
- การบำรุงรักษา Circuit Breaker 90112
- การบำรุงรักษา Circuit Breaker 90412
- การบำรุงรักษา Bus 1

3.2.4 การทดลองแบบเบรกเกอร์ครึ่ง (Beaker and a Half)

- การจ่ายไฟเข้าระบบ
- การบำรุงรักษา Circuit Breaker 80232
- การบำรุงรักษา Circuit Breaker 80212
- การบำรุงรักษา Circuit Breaker 80112
- การบำรุงรักษา Circuit Breaker 80122
- การบำรุงรักษา Bus 1

ภาพที่ 3.3 หน้าปกใบงานการทดลอง

3.3 การออกแบบในด้านฮาร์ดแวร์

การออกแบบในด้านฮาร์ดแวร์จะเป็นการออกแบบในด้านโครงสร้างและวงจรต่างๆที่ประกอบอยู่ในชุดทดลองแบ่งออกเป็น 4 ส่วน

3.3.1 การออกแบบโครงสร้างโครงงาน

ในการจัดทำชุดทดลองการจัดลำดับการทำงานของบัส โครงสร้างจะมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 80x80 เซนติเมตร ภายในกล่องจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ชุดควบคุม ส่วนภายนอกด้านหน้ากล่องจะเป็นระบบบัสของแต่ระบบบัสที่ประกอบไปด้วยสวิตซ์ควบคุม,หลอดไฟแสดงสถานะและหลอดไฟแสดงการไหลของกำลังไฟฟ้า ซึ่งชุดทดลองแต่ละแบบจะแยกออกเป็นแบบละกล่อง เพื่อสะดวกในการทำการทดลองทั้ง 4 แบบ

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำโครงงาน ได้แก่

1. แผ่นอะคริลิก
2. สว่านและดอกสว่าน
3. โฮลซอเจาะเหล็ก
4. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์
5. เลื่อยเหล็กและเลื่อยจิกซอ
6. คีมปลอกสายไฟ
7. คีมตัดสาย
8. สวิตซ์กดติดปล่อยดับ ขนาด 13mm
9. หลอดไฟ LED 12V ขนาด 22mm
10. หลอดไฟ LED 12V ขนาด 13mm
11. หลอดไฟ LED 12V เส้น
12. สายไฟ
13. สวิตซ์โยก 3 ทาง
14. BUZZER PILOT LAMP 22 m
15. แผ่นปริ้นเอนกประสงค์

การเลือกสวิตซ์และหลอดไฟใช้ในการติดตั้ง

1. สวิตซ์กดติดปล่อยดับ

ภาพที่ 3.4 สวิตช์กดติดปล่อยดับ

รายละเอียด

- Mounting Cut Hole: 16 mm
- Max Switch Rating: 3A/250 VAC

2. ไพลอตแลมป์ NXD-213 แสดงสถานะ Circuit Breaker (CB)

ภาพที่ 3.5 ไพลอตแลมป์ NXD-213 สีแดง DC12V

รายละเอียด

- ไพลอตแลมป์ NXD-213 สีแดง DC12V
- TYPE Equipment Indicator Lights
- Diameter 16 mm
- Color Red
- Input Voltage 12 vdc

- Life $\geq$ 30,000h
- Brightness $\geq$ 60 cd/Square Meters
- Lamp Body Material Copper or Stainless Steel
- Beam Angle 360°

3. ไพลอตแลมป์ NXD-212 แสดงสถานะ Disconnect Switch (DS)

ภาพที่ 3.6 ไพลอตแลมป์ NXD-212 สีแดง DC12V

รายละเอียด

- ไพลอตแลมป์ NXD-212 สีแดง DC12V
- TYPE Equipment Indicator Lights
- Diameter 12 mm
- Color Red
- Input Voltage 12 vdc
- Life $\geq$ 30,000 h
- Brightness $\geq$ 60 cd/Square Meters
- Lamp Body Material Copper or Stainless Steel
- Beam Angle 360°

4. หลอดไฟแอลอีดีแสดงสถานะการไหลของกำลังไฟฟ้า

ภาพที่ 3.7 หลอดไฟแอลอีดี

รายละเอียด

- Voltage 12 V
- Watts 12.96 W
- Lumen 1900 – 2016 lm (Transparent Cover)
- Lifespan More Than 50, 000 Hours

5. บัสเซอร์แอลอีดี 12V

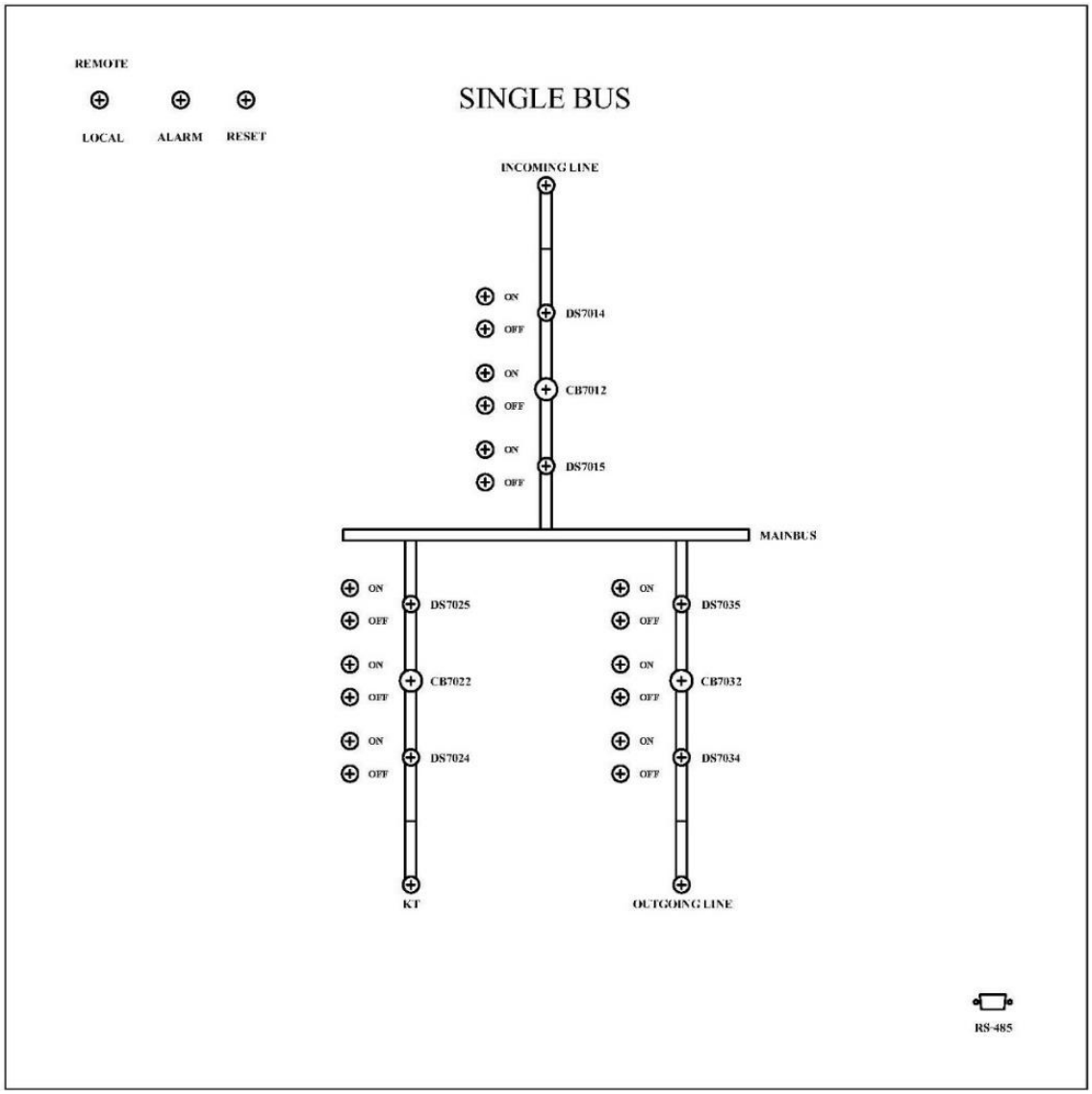
ภาพที่ 3.8 บัสเซอร์แอลอีดี 12V

รายละเอียด

- Product Name : LED Signal Light Buzzer; odal ;LED Light Color : Red
- Light Voltage : AC/DC 12V;Current : 20mA
- Size : 67 x 29mm / 2.6"x 1.1"(L*D);Wire Outlet Die : 6mm/0.24"
- Material : Plastic, Electric Parts; Color : Red, Black
- Weight : 21g;Package Content : 1 Pcs x LED Signal Light

3.3.2 ออกแบบชุดทดลองแบบบัสเดี่ยว

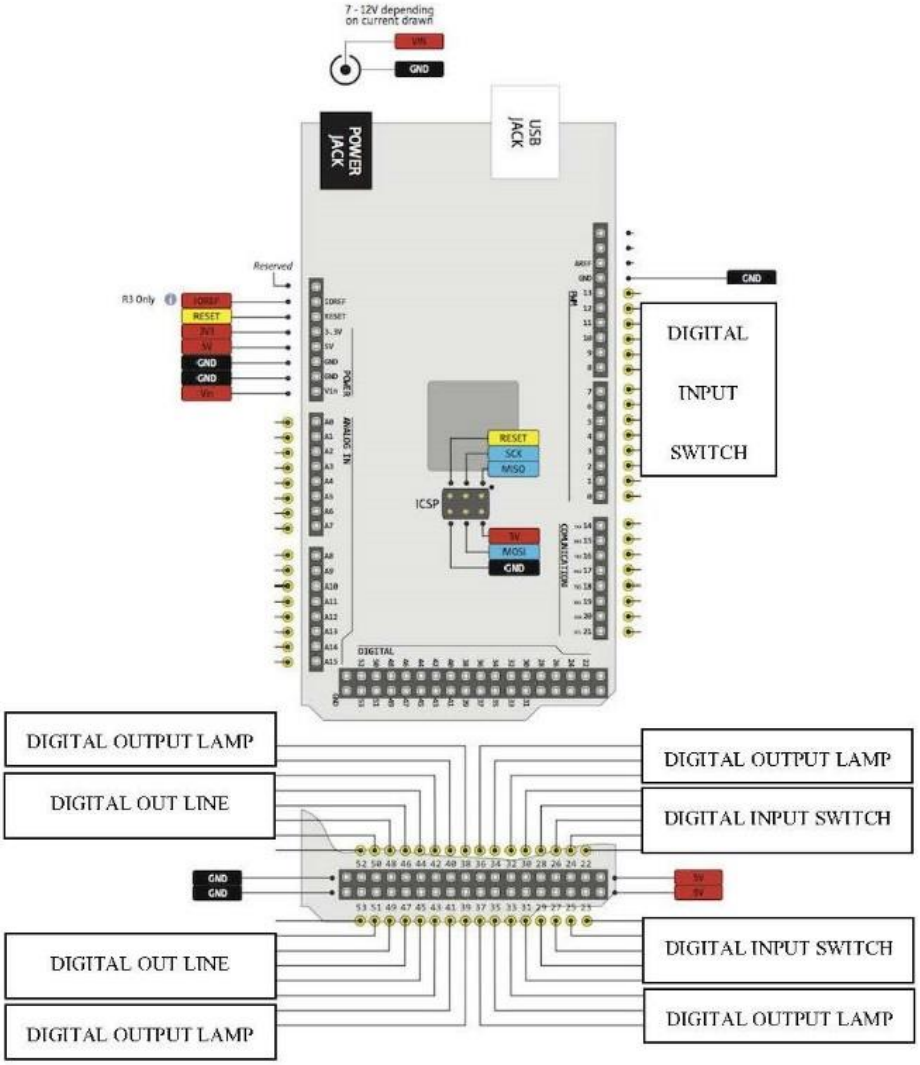
โครงสร้างชุดทดลองแบบบัสเดี่ยวมีอุปกรณ์ คือ Switch ON-OFF Disconnecting ,Switch ON-OFF Circuit Breaker , Switch Reset , Buzzer Pilot Lamp และ LED Display



ภาพที่ 3.9 โครงสร้างชุดทดลองแบบบัสแบบบัสเดี่ยว

3.3.3 วงจรชุดทดลองแบบบัสเดี่ยว

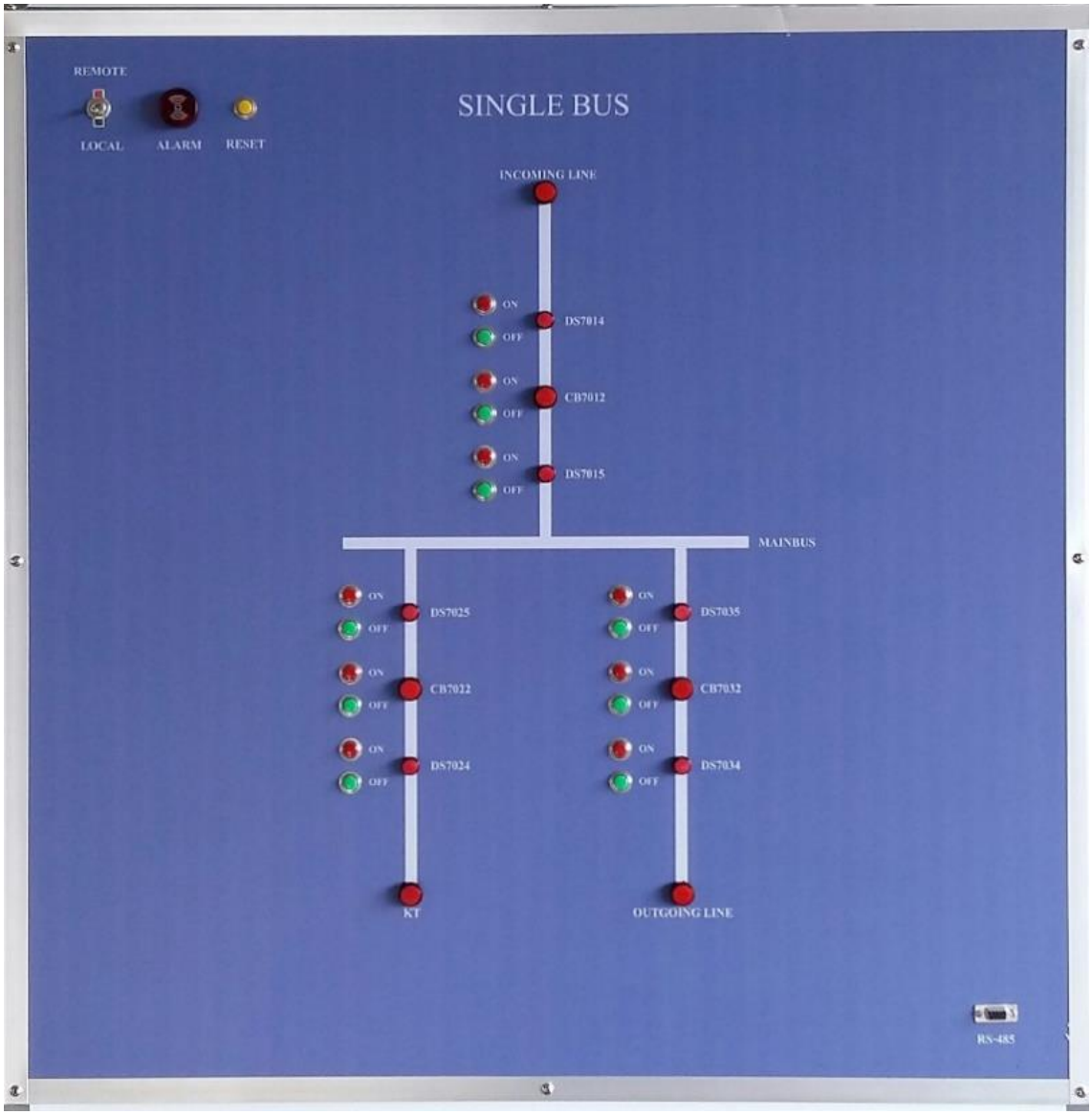
การทำงานของวงจร Switch ON-OFF Disconnecting และ Switch ON-OFF Circuit Breaker เป็นตัวส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรเลอร์จะประมวลผลเพื่อส่งกระแสเอาต์พุตไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์เพื่อที่จะทำให้รีเลย์ทำงานจ่ายเอาต์พุตออกมา



ภาพที่ 3.10 วงจรชุดทดลองแบบบัสเดี่ยว

3.3.4 โครงสร้างของชุดทดลองแบบบัสเดี่ยว

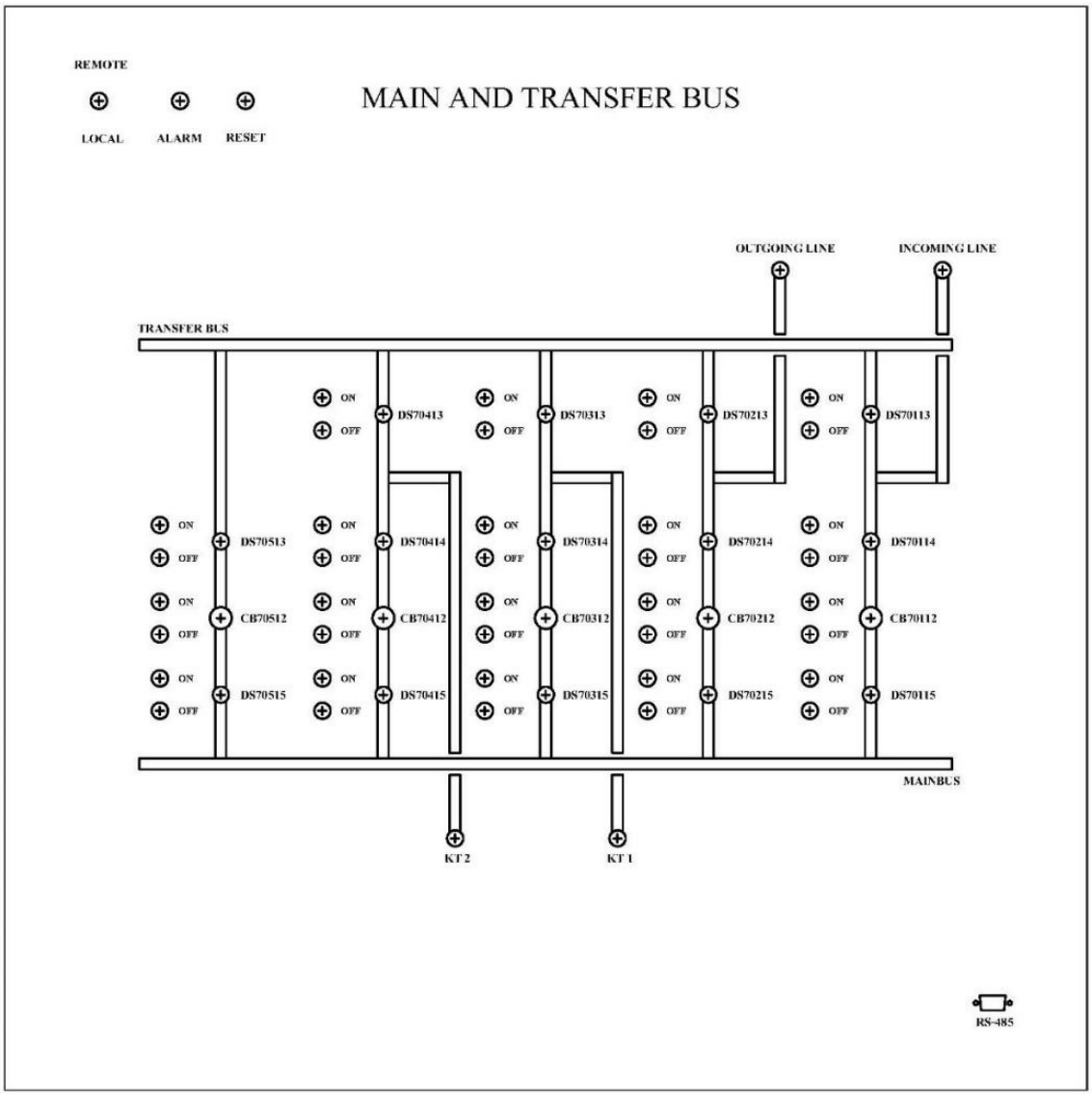
เมื่อทำการออกแบบโครงสร้างชุดทดลองแล้ว เมื่อประกอบชุดทดลองแบบบัสเดี่ยวแสดงดังภาพที่ 3.11 เป็นชุดทดลองที่เสร็จสมบูรณ์พร้อมทดลอง



ภาพที่ 3.11 ชุดทดลองแบบบัสเดี่ยว เมื่อพร้อมใช้งาน

3.3.5 ออกแบบชุดทดลองแบบบัสประธานและบันโอน

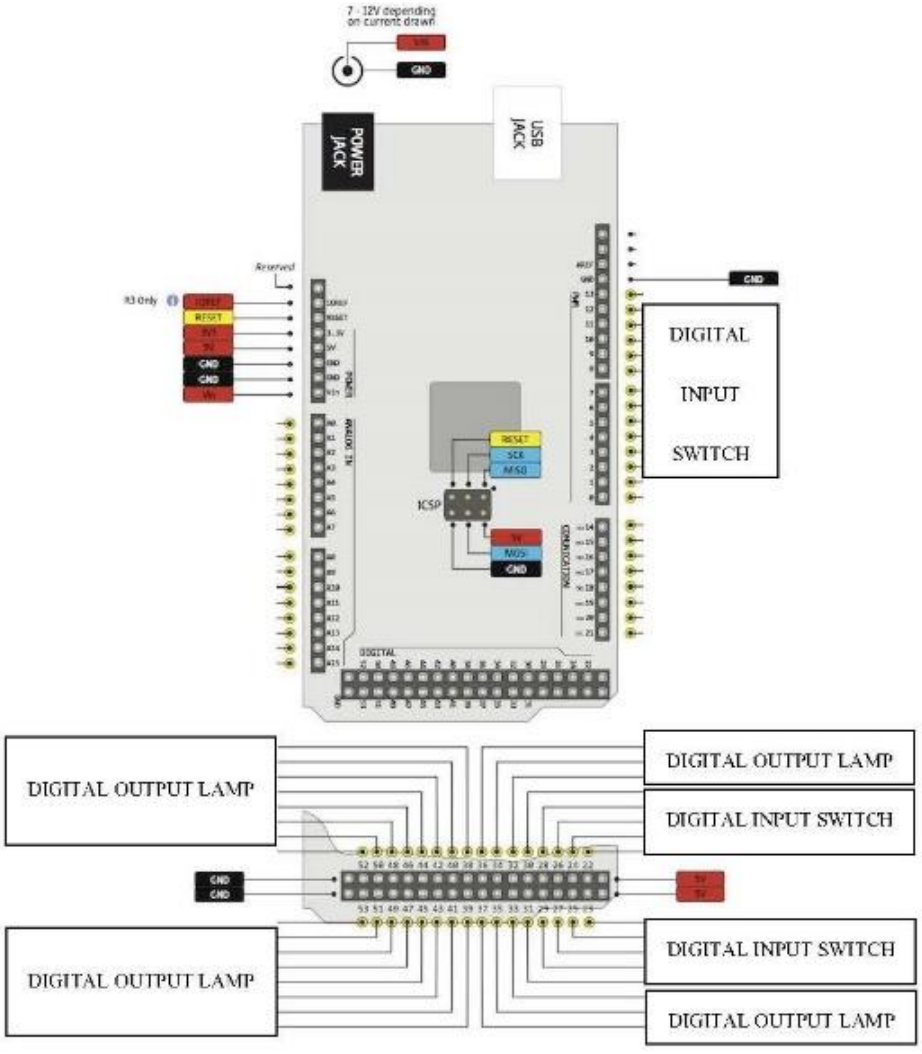
โครงสร้างชุดทดลองแบบบัสประธานและบัสโอน จะมีอุปกรณ์ คือ Switch ON-OFF Disconnecting ,Switch ON-OFF Circuit Breaker , Switch Reset , Buzzer Pilot Lamp และ LED Display



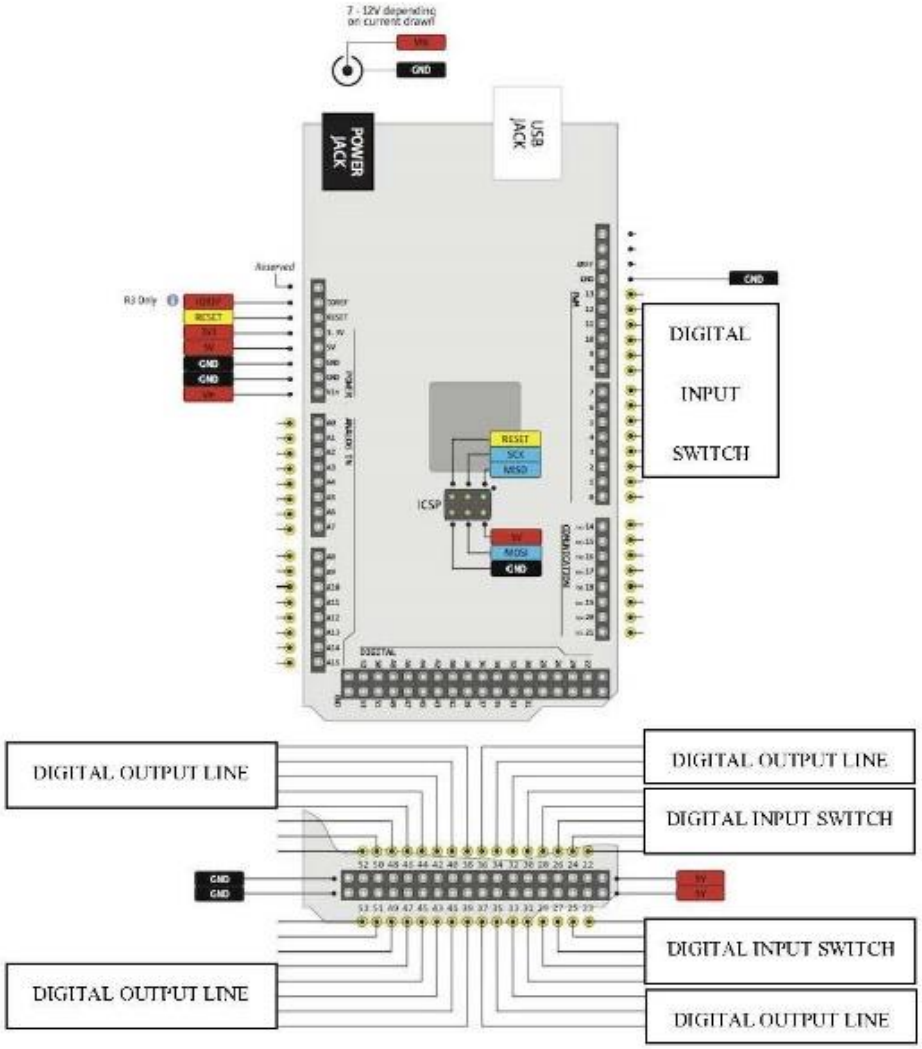
ภาพที่ 3.12 โครงสร้างชุดทดลองแบบบัสประธานและบัสโอน

3.3.6 วงจรชุดทดลองแบบบัสประธานและบัสโอน

การทำงานของวงจร Switch ON-OFF Disconnecting และ Switch ON-OFF Circuit Breaker เป็นตัวส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรเลอร์จะประมวลผลเพื่อส่งกระแสเอาต์พุตไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์เพื่อที่จะทำให้รีเลย์ทำงานจ่ายเอาต์พุตออกมา



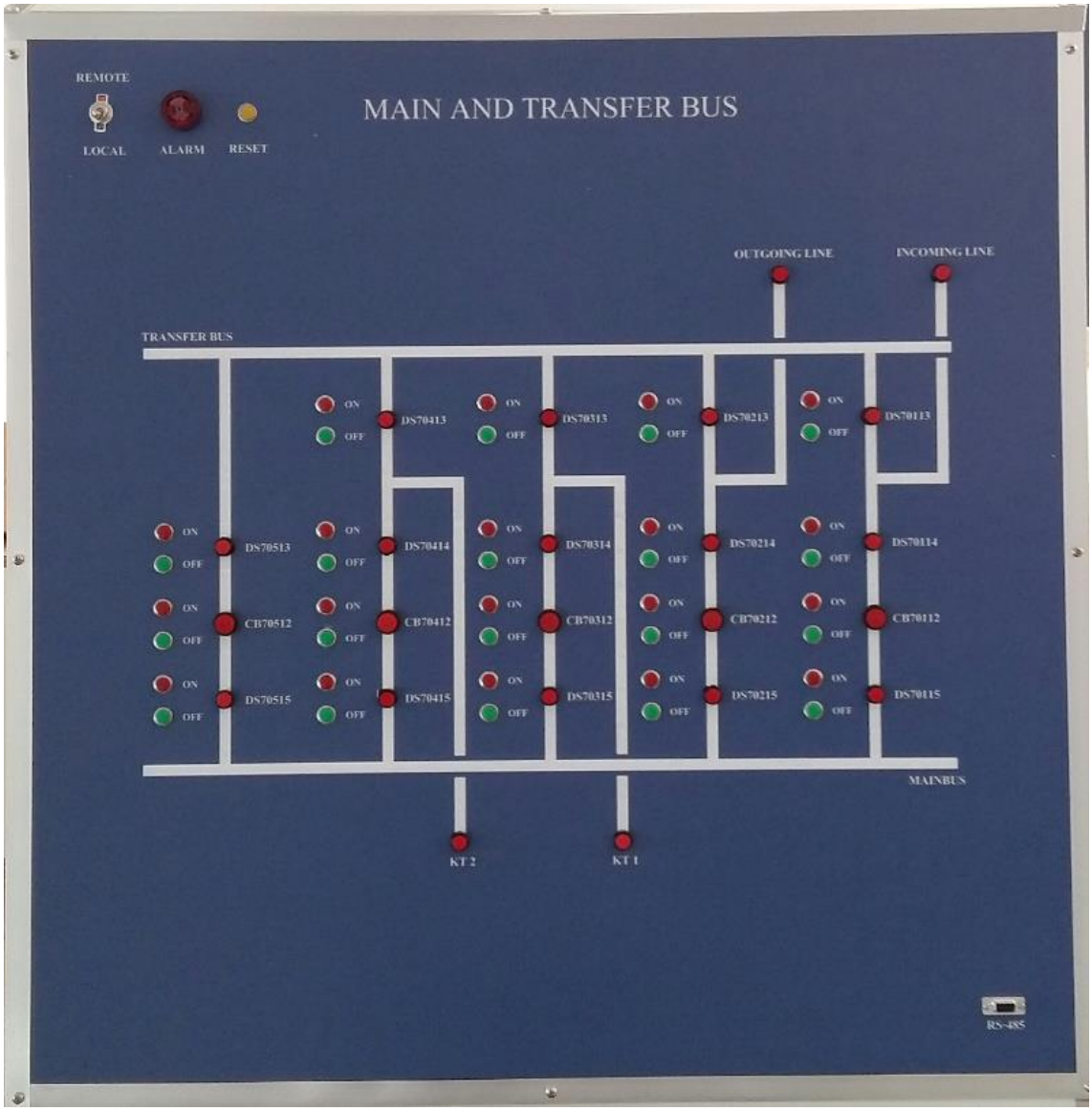
ภาพที่ 3.13 วงจรชุดทดลองแบบบัสประธานและบัสโอน ตัวที่ 1



ภาพที่ 3.14 วงจรชุดทดลองแบบบัสประธานและบัสโอน ตัวที่ 2

3.3.7 โครงสร้างของชุดทดลองแบบบัสประธานและบัสโอน

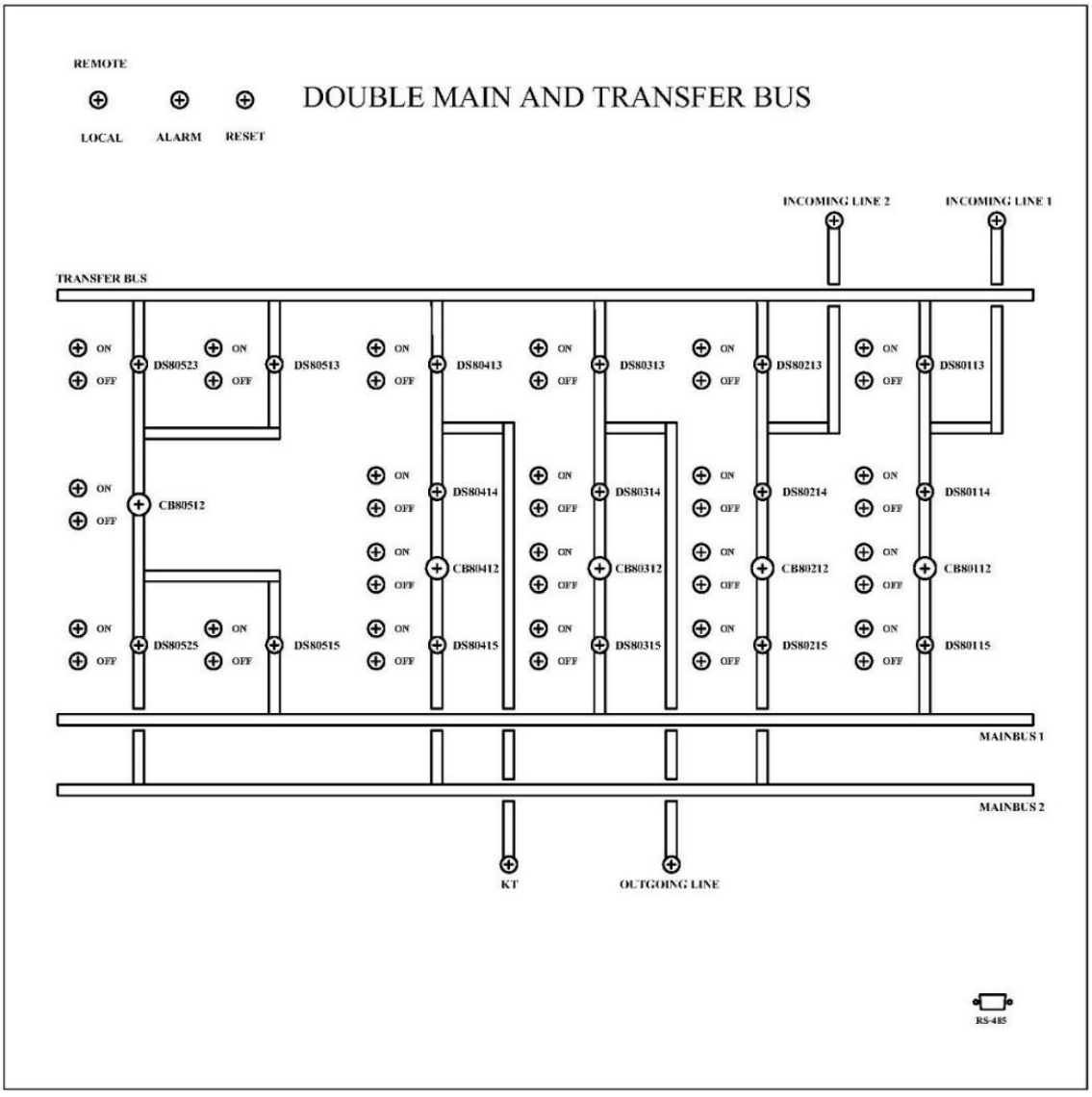
เมื่อทำการออกแบบโครงสร้างชุดทดลองแล้ว เมื่อประกอบชุดทดลองแบบบัสประธานและบัสโอนแสดงดังภาพที่ 3.15 เป็นชุดทดลองที่เสร็จสมบูรณ์พร้อมทดลอง



ภาพที่ 3.15 ชุดทดลองแบบบัสประธานและบัสโอน เมื่อพร้อมใช้งาน

3.3.8 ออกแบบชุดทดลองแบบบัสประธานคู่และบันโอน

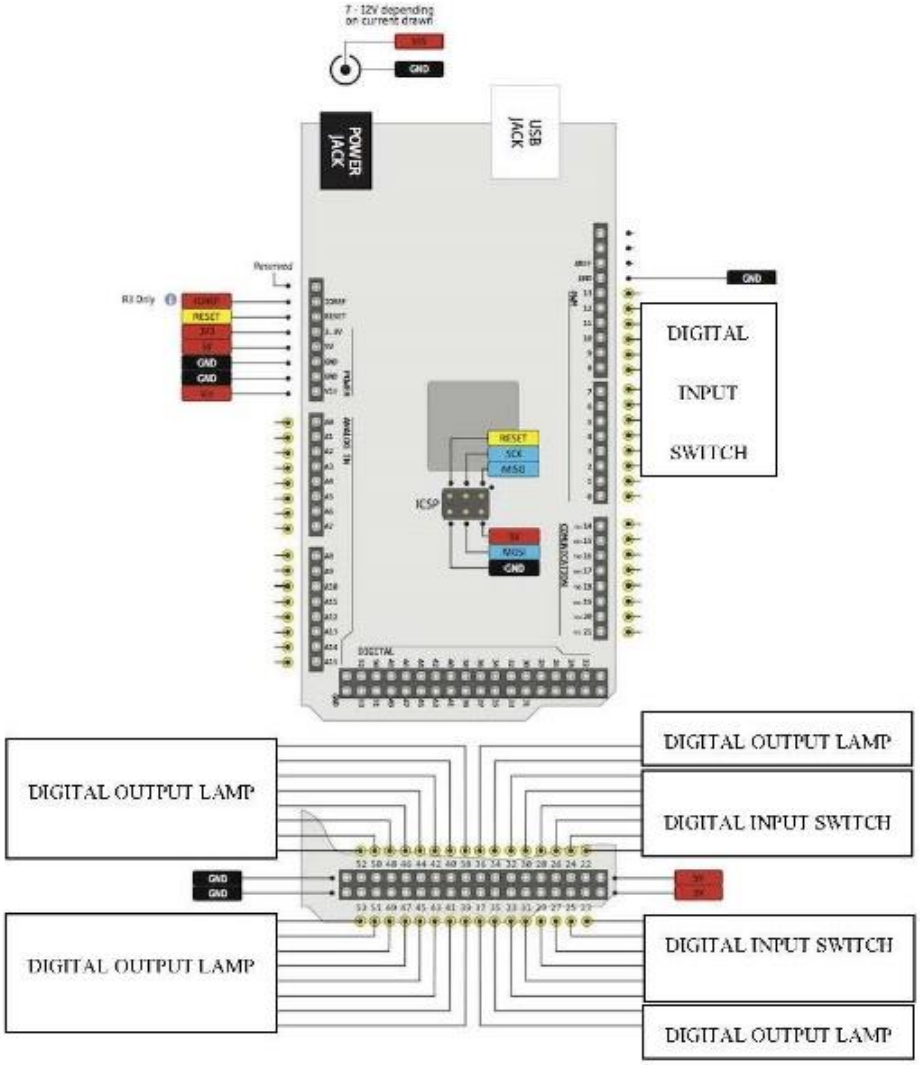
โครงสร้างชุดทดลองแบบบัสประธานคู่และบัสโอน จะมีอุปกรณ์ คือ Switch ON-OFF Disconnecting ,Switch ON-OFF Circuit Breaker , Switch Reset , Buzzer Pilot Lamp และ LED Display



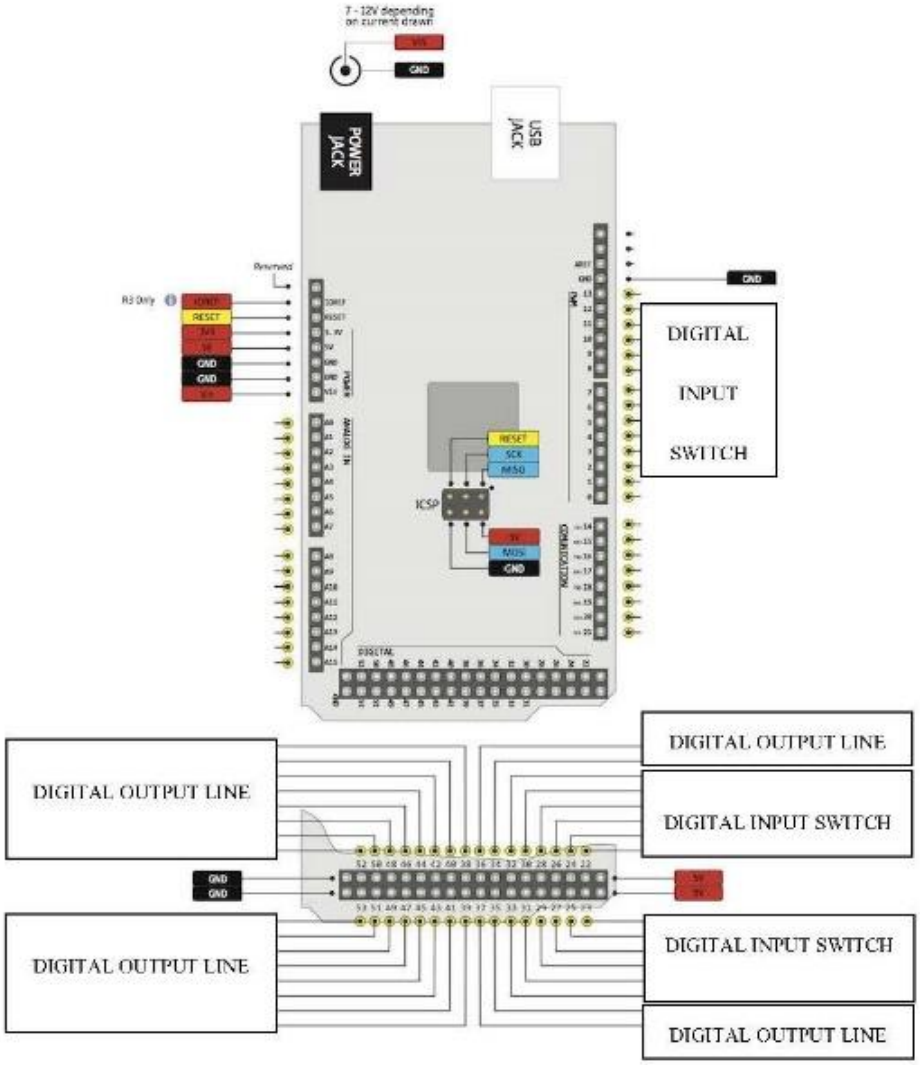
ภาพที่ 3.16 โครงสร้างชุดทดลองแบบบัสประธานคู่และบัสโอน

3.3.9 วงจรชุดทดลองแบบบัสประธานคู่และบัสโอน

การทำงานของวงจร Switch ON-OFF Disconnecting และ Switch ON-OFF Circuit Breaker เป็นตัวส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรเลอร์จะประมวลผลเพื่อส่งกระแสเอาต์พุตไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์เพื่อที่จะทำให้รีเลย์ทำงานจ่ายเอาต์พุตออกมา



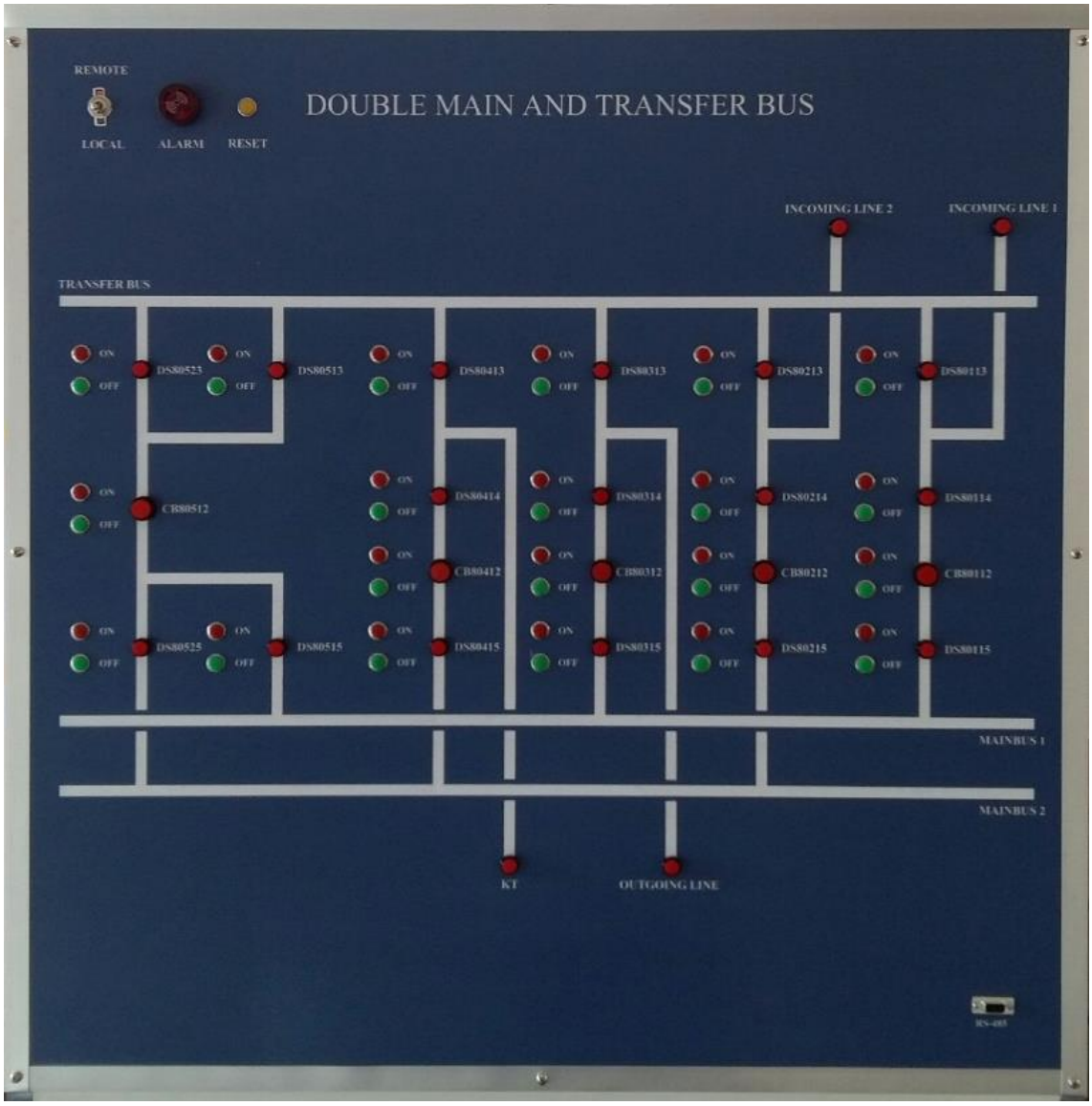
ภาพที่ 3.17 วงจรชุดทดลองแบบบัสประธานคู่และบัสโอน ตัวที่ 1



ภาพที่ 3.18 วงจรชุดทดลองแบบบัสประธานคู่และบัสโอน ตัวที่ 2

3.3.10 โครงสร้างของชุดทดลองแบบบัสประธานคู่และบัสโอน

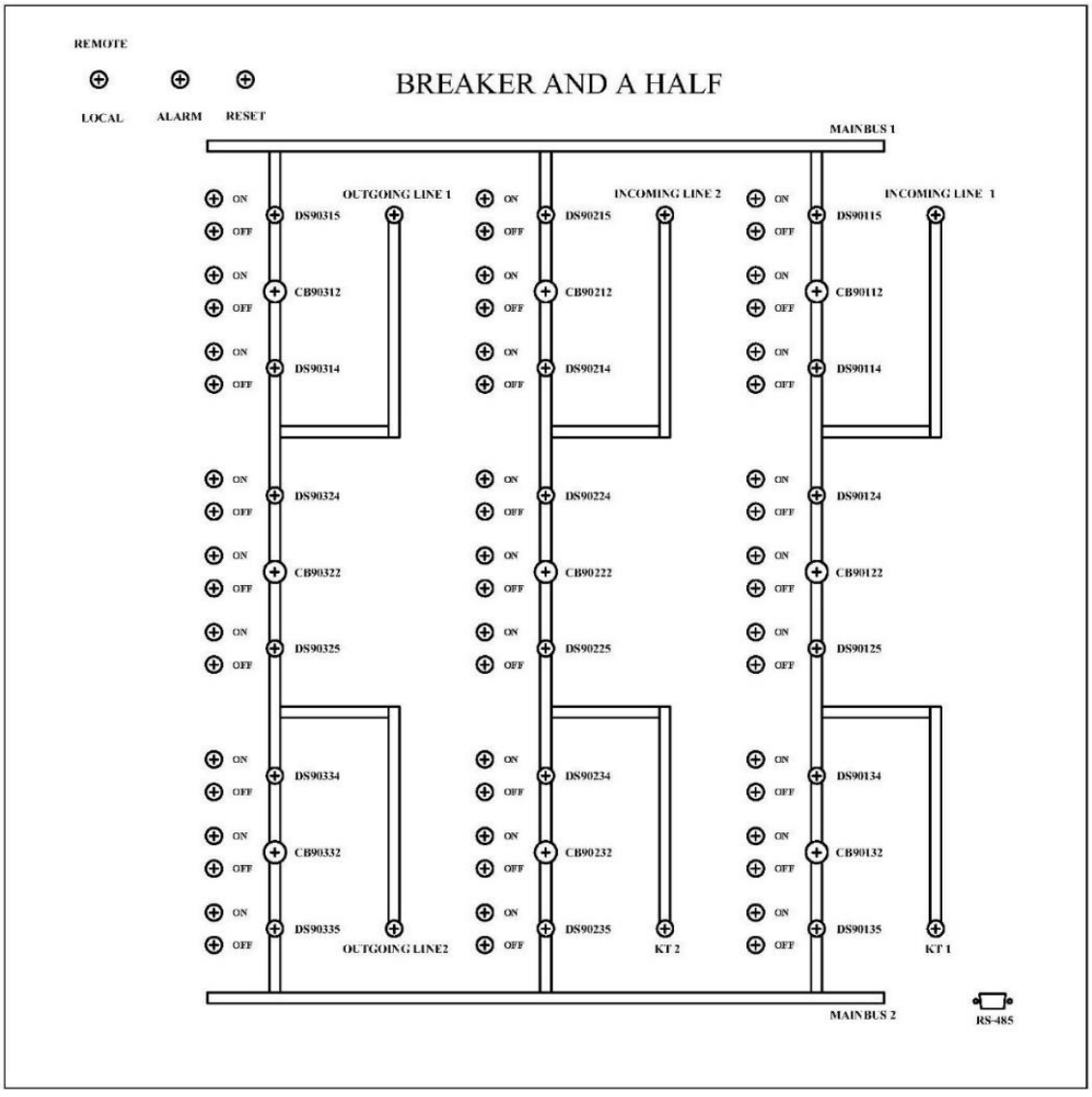
เมื่อทำการออกแบบโครงสร้างชุดทดลองแล้ว เมื่อประกอบชุดทดลองแบบบัสประธานคู่และบัสโอนแสดงดังภาพที่ 3.19 เป็นชุดทดลองที่เสร็จสมบูรณ์พร้อมทดลอง



ภาพที่ 3.19 ชุดทดลองแบบบัสประธานคู่และบัสโอนเมื่อพร้อมใช้งาน

3.3.11 ออกแบบชุดทดลองแบบบัสเบรกเกอร์ครึ่ง

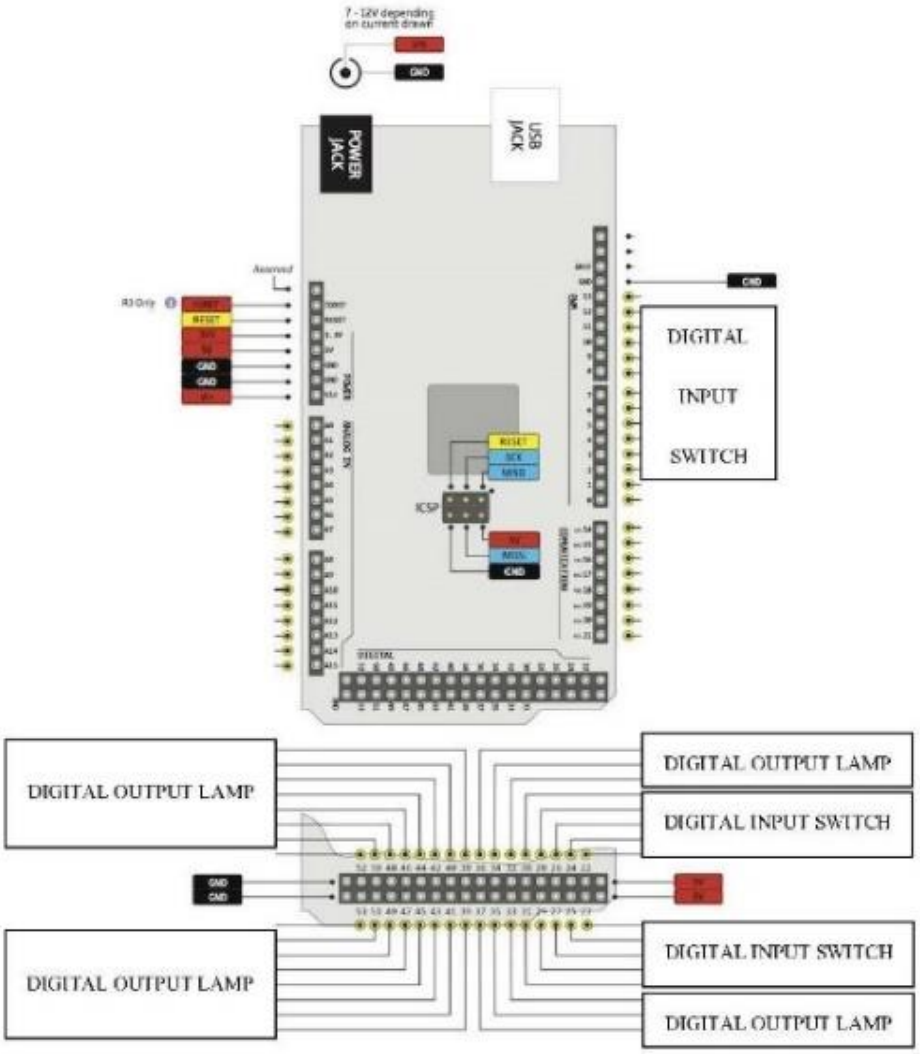
โครงสร้างชุดทดลองแบบบัสประธานคู่และบัสโอน จะมีอุปกรณ์ คือ Switch ON-OFF Disconnecting ,Switch ON-OFF Circuit Breaker , Switch Reset , Buzzer Pilot Lamp และ LED Display



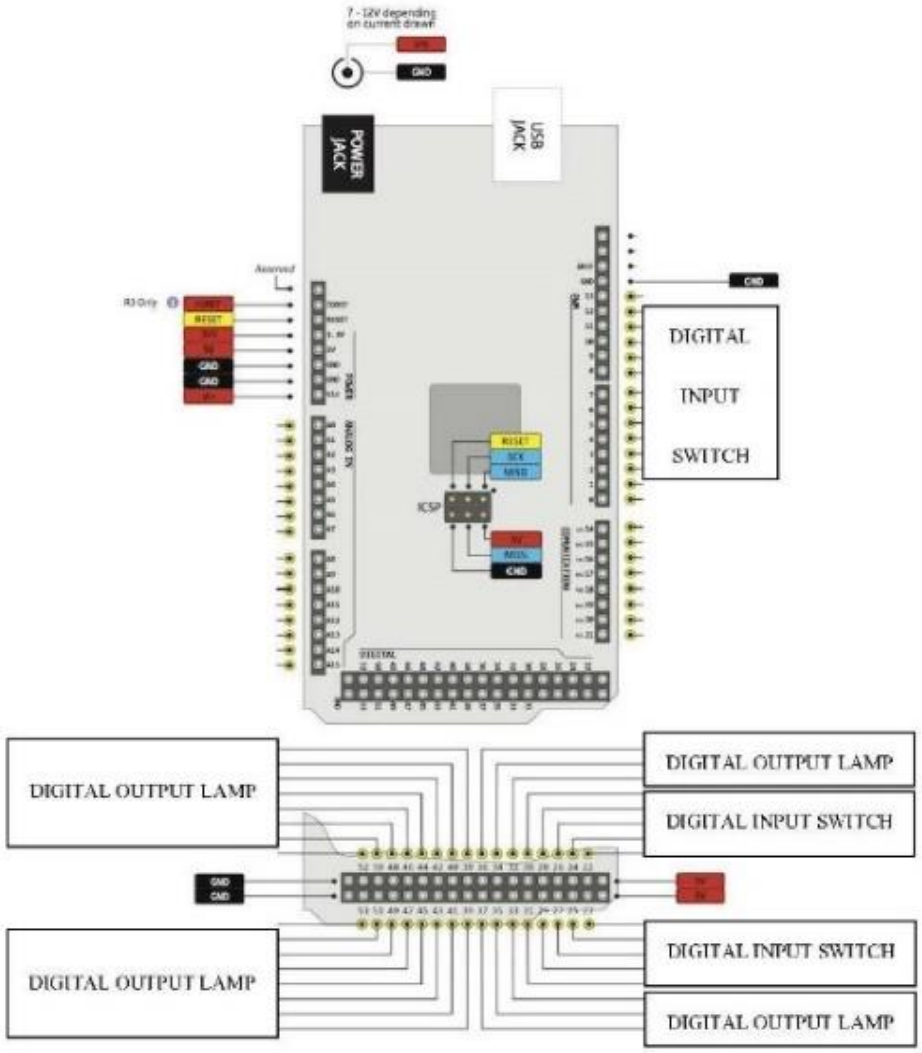
ภาพที่ 3.20 โครงสร้างชุดทดลองแบบบัสเบรกเกอร์ครึ่ง

3.3.12 วงจรชุดทดลองแบบบัสเบรกเกอร์ครึ่ง

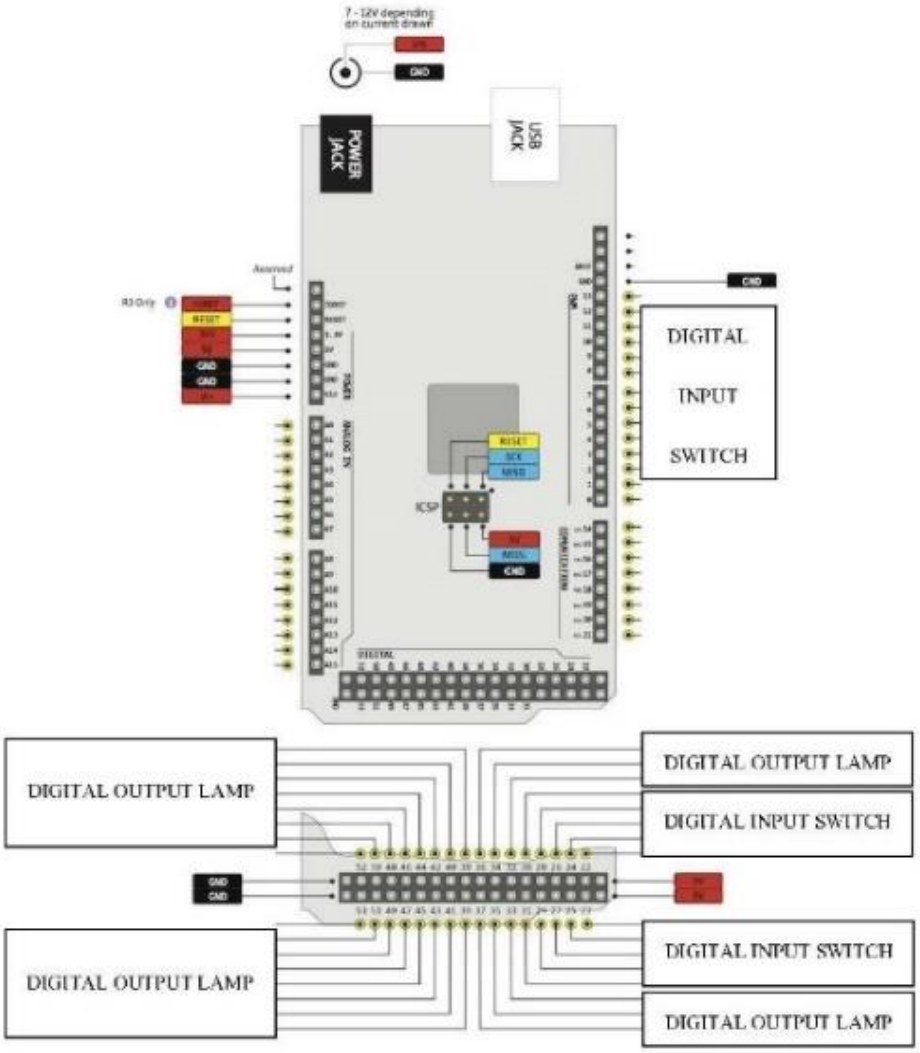
การทำงานของวงจร Switch ON-OFF Disconnecting และ Switch ON-OFF Circuit Breaker เป็นตัวส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรเลอร์จะประมวลผลเพื่อส่งกระแสเอาต์พุตไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์เพื่อที่จะทำให้รีเลย์ทำงานจ่ายเอาต์พุตออกมา



ภาพที่ 3.21 วงจรชุดทดลองแบบบัสเบรกเกอร์ครึ่ง ตัวที่ 1



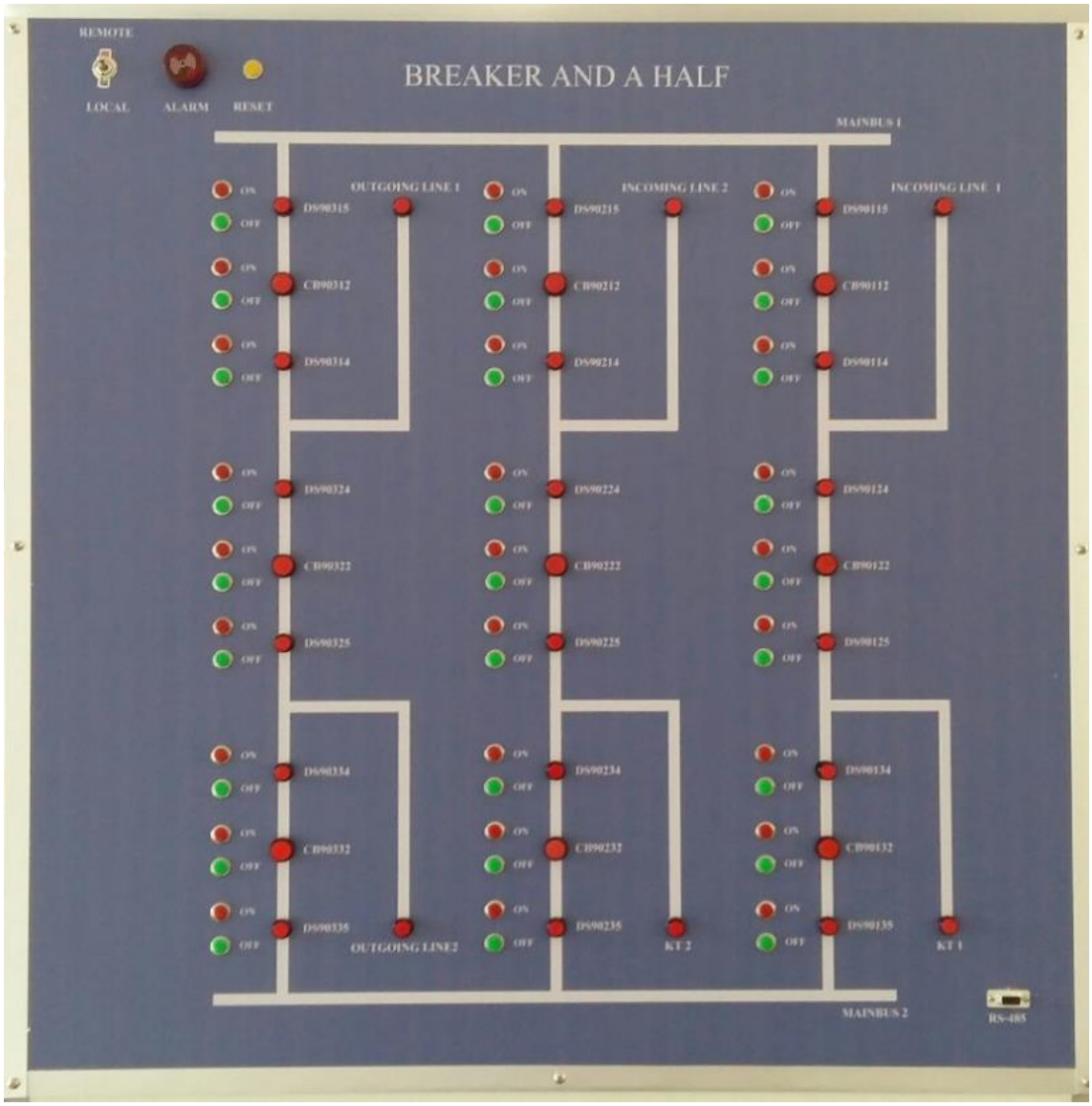
ภาพที่ 3.22 งวงจรชุดทดลองแบบบัสเบรกเกอร์ครึ่ง ตัวที่ 2



ภาพที่ 3.23 วงจรชุดทดลองแบบบัสเบรกเกอร์ครึ่ง ตัวที่ 3

3.3.13 โครงสร้างของชุดทดลองแบบบัสเบรกเกอร์ครึ่ง

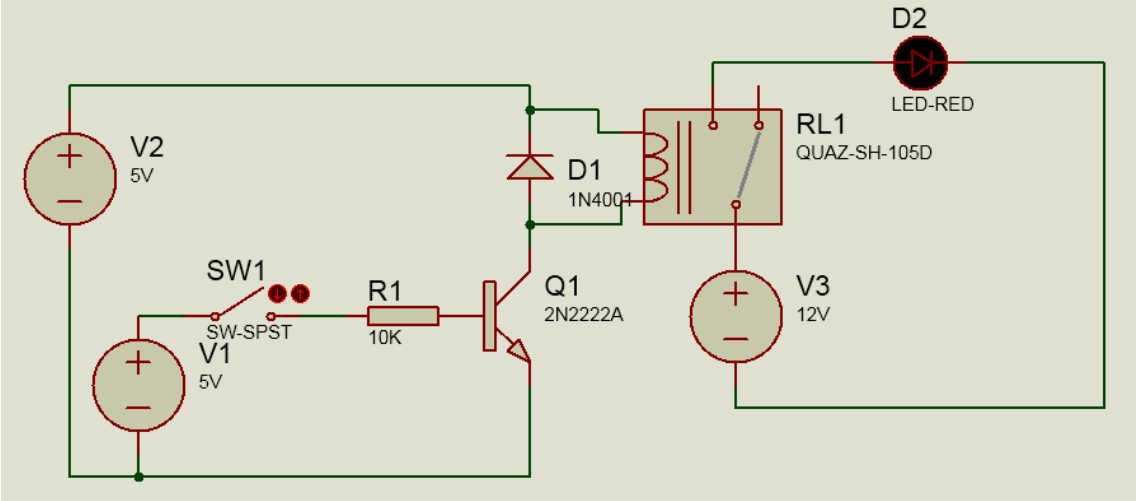
เมื่อทำการออกแบบโครงสร้างชุดทดลองแล้ว เมื่อประกอบชุดทดลองแบบบัสเบรกเกอร์ครึ่งแสดงดังภาพที่ 3.24 เป็นชุดทดลองที่เสร็จสมบูรณ์พร้อมทดลอง



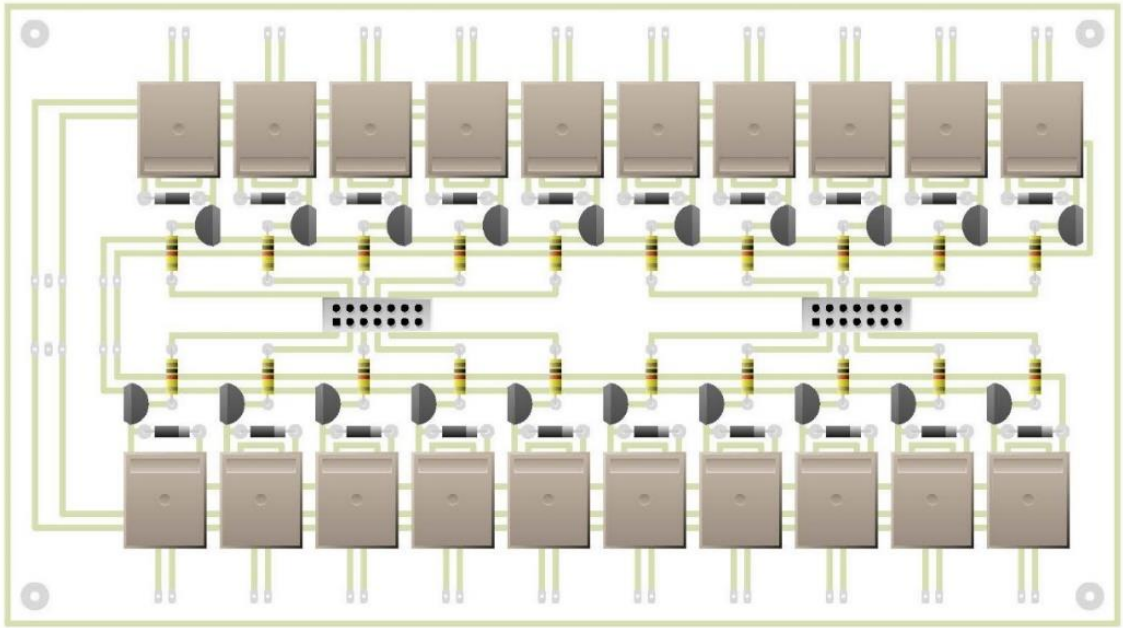
ภาพที่ 3.24 ชุดทดลองแบบบัสเบรกเกอร์ครึ่ง เมื่อพร้อมใช้งาน

3.3.14 การออกแบบวงจรรีเลย์

การออกแบบวงจรรีเลย์ การทำงานจะรับสัญญาณจากไมโครคอลโทรลเลอร์มาที่ขา B (เบส) ของทรานซิสเตอร์ทำให้กระแสไหลจากขา C (คอลเลคเตอร์) มายังขา E (อีมิตเตอร์) ให้รีเลย์ทำงานจ่ายกระแสไปยังหลอด LED



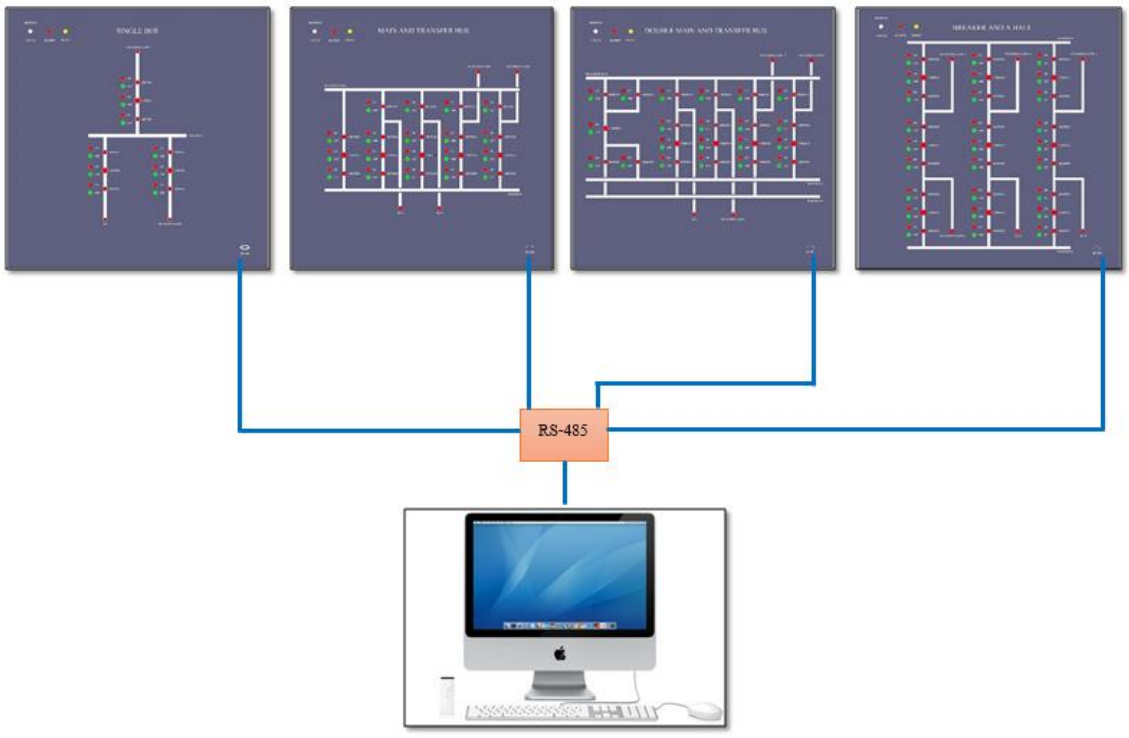
ภาพที่ 3.25 การออกแบบวงจรรีเลย์



ภาพที่ 3.26 การออกแบบแผ่นปริ้นวงจรรีเลย์

3.4 การเชื่อมต่อการทำงานระหว่างฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์

การเชื่อมต่อการทำงานระหว่างฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์นั้นใช้การสื่อสารข้อมูลโดยใช้การเชื่อมต่อแบบพอร์ตอนุกรม RS-485 โดยใช้โปรโตคอลมอดบัส (Protocol Modbus) เพื่อสั่งงานจากคอมพิวเตอร์มาแสดงผลที่ชุดการทดลอง โดยมีอุปกรณ์ตัวหลักในการจัดการ (Master) เพื่อคอยจัดคิวการสื่อสารในระบบโครงข่าย (Network) ซึ่งในโครงงานนี้จะให้คอมพิวเตอร์เป็นตัวจัดการและให้อุปกรณ์คือชุดทดลองการจัดลำดับจะเป็นอุปกรณ์ที่ถูกเรียกดูข้อในการสื่อสาร เป็น สเลฟ (Slave) ซึ่งแต่ละตัวจะมีการกำหนดแอดเดรส (Address) ของตัวเอง โดยที่ทุกตัวจะรับข้อมูลได้เหมือนกันและ จะทำการเช็คดูว่า แอดเดรส (Address) ใช่ของตัวเองหรือไม่ ถ้าเป็น แอดเดรส (Address) ของตัวเองก็จะทำการตอบข้อมูลกลับตามที่ตัวจัดการหลัก หรือ ตัว มาสเตอร์ (Master) ดังภาพ 3.27



ภาพที่ 3.27 การเชื่อมต่อการทำงานระหว่างฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์