บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองการทำงาน ของเครื่องตรวจสอบไฟฟ้ารั่วไหลของเครื่องทำน้ำอุ่น โดยการทดลองจริง และแสดงผลในภาพถ่าย การทดลองจะทำการทดลอง ทั้งหมด 3 การทดลอง และสรุปผลการทดลอง จะแบ่งการทดลอง ดังต่อไปนี้

1. การทดลองการต่อสาย L-N สลับ และการไม่ได้ต่อสายดิน
2. การทดลองกระแสรั่วโดยให้หลอดไฟ 8 วัตต์
3. การทดลองกระแสรั่วโดยใช้น้ำ

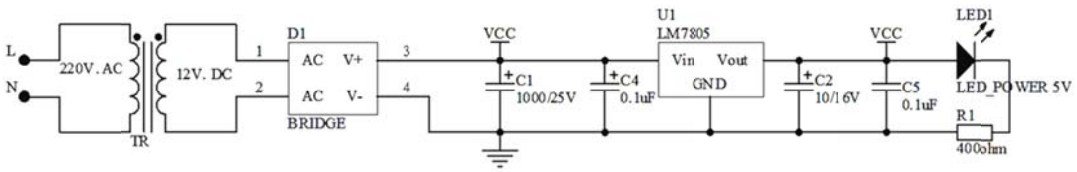
4.1 การทดลองภาคจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง [1] [2]

4.1.1 จุดประสงค์การทดลอง

- เพื่อทดสอบแรงดันไฟฟ้า V_O ของวงจรจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ที่สร้างขึ้น
- เพื่อปรับปรุงและแก้ไขวงจรเพื่อให้มีประสิทธิภาพ

4.1.2 อุปกรณ์

- ดิจิตอลมัลติมิเตอร์
- หม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 12 V
- Regulator LM7805



ภาพที่ 4.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

4.1.3 ขั้นตอนการทดลอง

ต่อวงจรแหล่งจ่ายไฟดังภาพที่ 4.1 จ่ายแรงดันไฟฟ้า 220 V ให้กับวงจร ผ่านหม้อแปลงขนาด 220V/12V ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ วัดค่าและบันทึกผลการทดลอง ตามตารางที่ 4.1

4.1.4 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าแรงดัน Output ของหม้อแปลงไฟฟ้า 220V/12V

ขนาดหม้อแปลง	ทดลองครั้งที่1	ทดลองครั้งที่2	ทดลองครั้งที่3	เฉลี่ย	ค่า ERROR
12 V	12.546 V	12.655 V	12.446 V	12.549 V	3.050 %

ตารางที่ 4.2 ค่าแรงดัน Output ของ LM7805

ค่าแรงดันที่ต้องการ	ทดลองครั้งที่1	ทดลองครั้งที่2	ทดลองครั้งที่3	เฉลี่ย	ค่า ERROR
5 V	5.002 V	4.998 V	5.010 V	5.003 V	0.06%

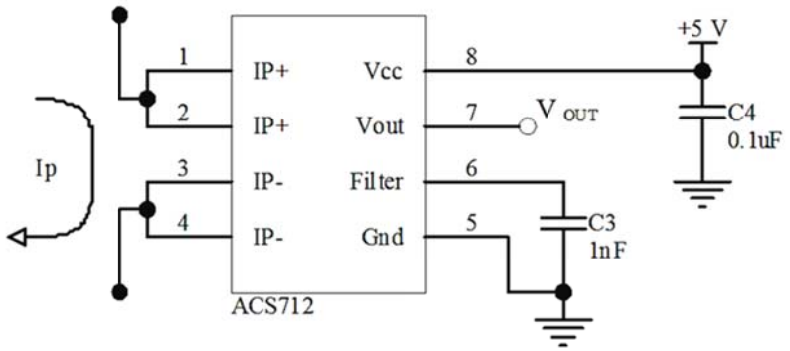
4.2 การทดลองอุปกรณ์ตรวจจับกระแสจาก (Current Sensor) [1] [3] [6] [8]

4.2.1 วัตถุประสงค์

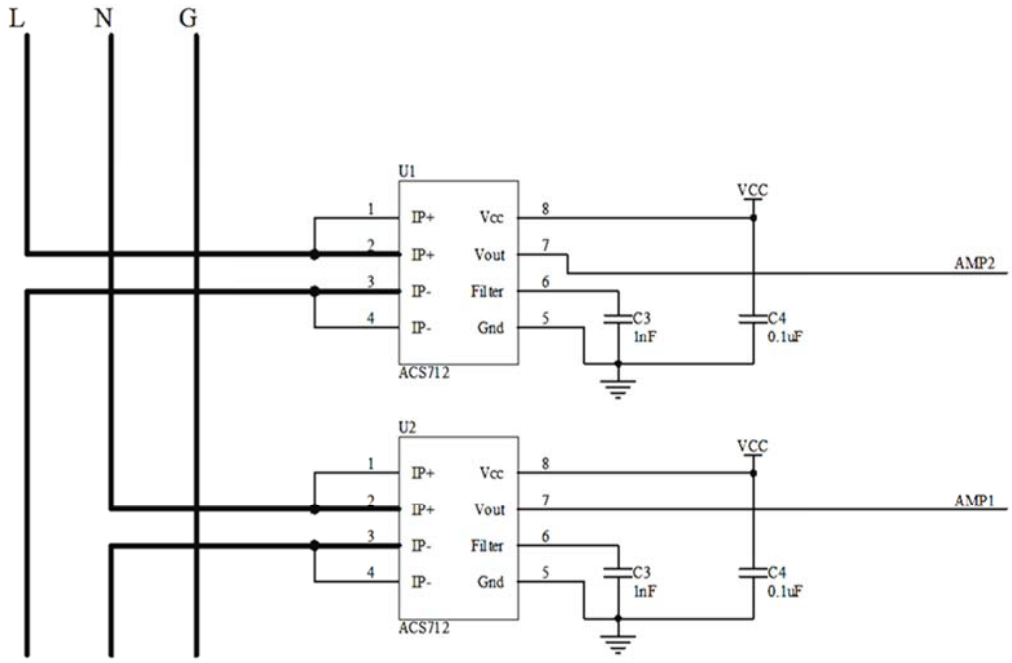
- เพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของกระแสที่ตรวจจับได้จาก Current Sensor
- เพื่อปรับปรุงและแก้ไขวงจรเพื่อให้มีประสิทธิภาพ

4.2.2 อุปกรณ์

- Current Sensor 2 ตัว
- โหลดหลอดไฟ 100 W 1 หลอด
- โหลดหลอดไฟ 60 W 1 หลอด
- โหลดหลอดไฟ 40W 1 หลอด
- โวลต์มิเตอร์ 1 ตัว



ภาพที่ 4.2 วงจรการทดลอง Current Sensor



ภาพที่ 4.3 วงจรการทดลอง Current Sensor

4.2.3 ขั้นตอนการทดลอง

ทำการทดลองต่อวงจรทดสอบของ Current Sensor โดยการจ่ายแรงดัน 5 Vdc เพื่อเป็นไฟเลี้ยงให้กับ Current Sensor จากนั้นทำการจ่ายโหลดหลอดไฟ (Incandescent Lamp) หลอด 100w,60w,40w ตามลำดับ และทำการวัดค่ากระแสที่ไหลเข้าไป Current Sensor และกระแสที่ไหลออกโหลด(หลอดไฟ 100w,60w,40w) ทั้ง L,N จากนั้นก็วัดแรงดันที่ออกจาก Current Sensor ที่ไหลไปเข้า ไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อเทียบแรงดัน

4.2.4 ผลการทดลองในกรณีที่มีกระแสระหว่าง L กับ N ไม่เท่ากัน

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองของการตรวจจับกระแส 100 w

	L (mA)	**N (mA)**
กระแสที่ไหลเข้า Current Sensor	**256**	**234**
กระแสที่ไหลออก Current Sensor	**252**	**247**

	Current Sensor **1** **(V)**	Current Sensor **2** **(V)**	**ERROR (V)**
ครั้งที่1	**2.5**	**2.48**	**0.02**
ครั้งที่2	**2.49**	**2.47**	**0.02**
ครั้งที่3	**2.49**	**2.47**	**0.02**

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองของการตรวจจับกระแส 60 w

	L (mA)	**N (mA)**
กระแสที่ไหลเข้า Current Sensor	**253**	**229**
กระแสที่ไหลออก Current Sensor	**243**	**237**

	Current Sensor **1** **(V)**	Current Sensor **2** **(V)**	**ERROR** **(V)**
ครั้งที่1	**2.5**	**2.48**	**0.02**
ครั้งที่2	**2.49**	**2.48**	**0.01**
ครั้งที่3	**2.51**	**2.49**	**0.02**

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองของการตรวจจับกระแส 40 w

	L **(mA)**	**N** **(mA)**
กระแสที่ไหลเข้า Current Sensor	**167**	**165**
กระแสที่ไหลออก Current Sensor	**162**	**162**

	Current Sensor **1** **(V)**	Current Sensor **2** **(V)**	**ERROR** **(V)**
ครั้งที่1	**2.49**	**2.48**	**0.01**
ครั้งที่2	**2.49**	**2.47**	**0.02**
ครั้งที่3	**2.51**	**2.50**	**0.01**

4.2.4 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองที่ 4.2 จะได้ค่าตามตารางที่ 4.3, 4.4, 4.5 จะเห็นได้ว่า ค่ากระแสที่ไหลเข้าและไหลออก Current Sensor ค่าไม่เท่ากัน แต่แรงดันที่ไหลออกจาก Current Sensor ไปเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ ค่าจะเท่ากันไม่ว่าจะใช้โหลดที่ต่างกัน

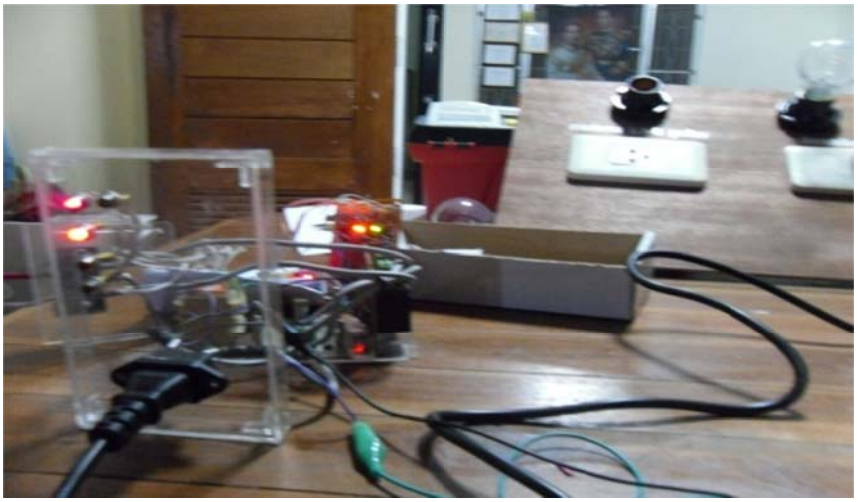
4.3 การทดลองการต่อสายL-N สลับ และการไม่ได้ต่อสายดิน [1] [3] [6] [8]

4.3.1 วัตถุประสงค์

- เพื่อแสดงการต่อสายไฟว่ามีการต่อสายสลับของการต่อสาย L-N
- เพื่อแสดงการต่อสายดินแล้วเกิดการชำรุดของสายดิน
- เพื่อแสดงให้รู้ว่า วงจรสามารถตัดการทำงานทันที เมื่อมีความผิดปกติ ในการต่อสาย

4.3.2 อุปกรณ์

- เครื่องตรวจสอบไฟฟ้ารั่วไหลของเครื่องทำน้ำอุ่น
- เต้ารับชนิดมีสายดิน (Receptacle Outlet) 3 ชุด
- หลอดไฟ 100 วัตต์ 1 หลอด

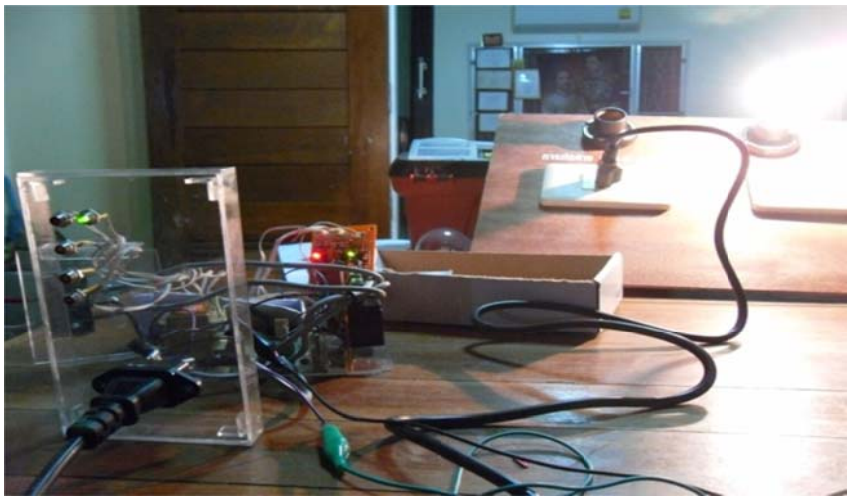


ภาพที่ 4.4 วงจรการทดลอง Current Senso

ผลการทดลอง จากภาพที่ 4.4 จะแสดงให้เห็นว่า เมื่อทำการต่อสาย L-N สลับกัน เครื่องตรวจสอบไฟฟ้ารั่วไหลของเครื่องทำน้ำอุ่น จะทำจากตัดการทำงานของ โหลดหลอดไฟ100 วัตต์ และจะแสดงผลโดย LED สีแดงด้านบนจะติดพร้อมกัน หลอดสีส้มดวงแรก เพื่อแสดงสถานะว่ามีการสลับของสาย L-N

ภาพที่ 4.5 การต่อสายดินหลุดหรือชำรุด

ผลการทดลอง จากภาพที่ 4.5 จะแสดงให้เห็นว่า เมื่อทำการต่อสายดินหลุดหรือชำรุด เครื่องตรวจสอบไฟฟ้ารั่วไหลของเครื่องทำน้ำอุ่นจะทำการตัด การทำงานของโหลด (หลอดไฟ 100 วัตต์) ทันทีและจะแสดงผลโดย LED สีแดงจะติด พร้อมกับหลอดสีส้มดวงที่สองเพื่อแสดงสถานะว่า ไม่มีสายดิน ต่ออยู่ หรือสายดิน เกิดชำรุด



ภาพที่ 4.6 การต่อสายL-N-G ถูกต้อง

ผลการทดลอง จากภาพที่4.6 จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการต่อสาย L-N- G ถูกต้อง โหลด (หลอดไฟ 100วัตต์) จะติดแสดงว่าเครื่องตรวจสอบไฟฟ้ารั่วไหลของเครื่องทำน้ำอุ่นไม่สั่งตัดการทำงาน พร้อมกับขึ้น LED สีเขียว เพื่อแสดงสถานะ การต่อ L-N-G ถูกต้อง

4.3.3 สรุปการทดลอง

จากการทดลองจะสังเกตเห็นได้ว่า เมื่อมีการผิดปกติ ของการการต่อสายL – N และการไม่ได้ต่อสายดิน เครื่องตรวจสอบไฟฟ้ารั่วไหลของเครื่องทำน้ำอุ่น จะทำการตัดวงจร เพื่อไม่ให้โหลดทำงาน และจะแสดงผลผ่านหลอด LED สีแดงและสีส้ม เพื่อบอกสถานะต่างๆ

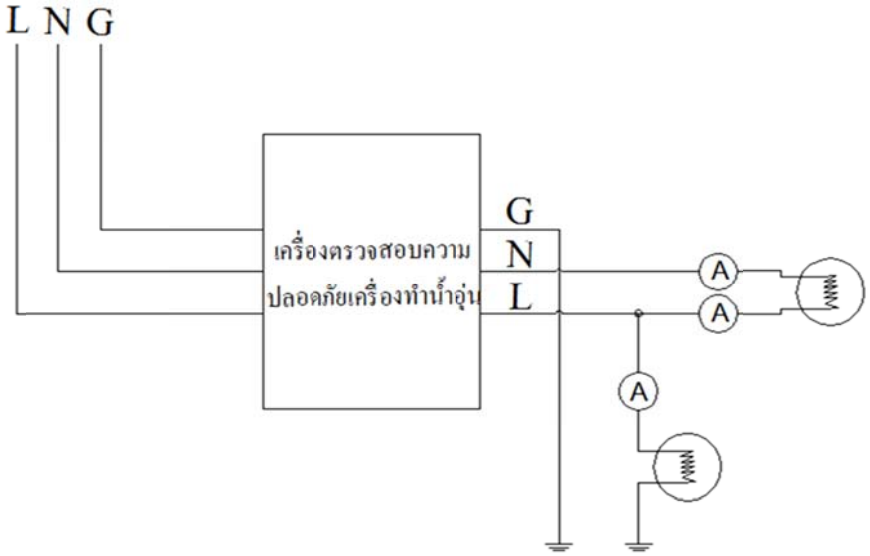
4.4 การทดลองกระแสรั่วโดยใช้หลอดไฟ 8 วัตต์ [1] [3] [6] [8]

4.4.1 วัตถุประสงค์

- เพื่อทดสอบและวัดค่าผลการทดลองของชุดตรวจสอบกระแสรั่ว
- เพื่อทดสอบการตัดวงจรทันที เมื่อมีกระแสรั่ว

4.4.2 อุปกรณ์

- เครื่องตรวจสอบไฟฟ้ารั่วไหลของเครื่องทำน้ำอุ่น
- แท่งต่อดิน 1 เส้น
- แอมป์มิเตอร์ดิจิตอล 1 เครื่อง
- หลอดไฟ 100 วัตต์ 1 หลอด
- หลอดไฟ 8 วัตต์ 1 หลอด



ภาพที่ 4.7 วงจรการทดลองกระแสรั่วโดยใช้หลอด 8 W

4.4.3 ขั้นตอนการทดลอง

ทำการต่อวงจรตามภาพที่4.4 โดยการต่อโหลด หลอดไฟ 100 วัตต์ แล้วต่อไฟเข้าที่เครื่องตรวจสอบไฟฟ้ารั่วไหลเครื่องทำน้ำอุ่น จากนั้นก็ทำการวัดกระแสที่สาย L และ สาย N บันทึกผล แล้วก็ต่อหลอดไฟ 8 วัตต์ กับแท่งต่อดิน ส่วนประกอบสายอีกด้านหนึ่ง ของหลอดไฟ 8 วัตต์ ช็อตเข้าที่สาย L พร้อมวัดกระแส ขณะเชื่อมต่อสาย บันทึกผล

ภาพที่ 4.8 การทดลองต่อเข้าที่วงจรทดลองกระแสรั่ว

I = P/E (สมการที่ใช้ในการทดลองนี้)

(0.03 = 8/220)

ตารางที่ 4.6 ตารางการทดลองกระแสรั่วโดยใช้หลอด 8 วัตต์

สถานะ	I_L (mA)	I_N (mA)	I_G (mA)
คำนวณ	450	450	30
ปกติ	435	432	-
ขณะช็อตสายลงกราวด์	422	395	40

4.4.4 สรุปผลการทดลอง

เมื่อทำการต่อสายไปที่สาม L ประมาณ ¼ วินาที วงจรจะตัดทันที การใช้หลอด 8 วัตต์ ค่า mA จากการคำนวณจะได้ 30 mA พอดี แต่จากการทดลองค่าออกมา 40 mA ค่าจะเปลี่ยนตาม Error ของมิเตอร์และ การใช้หลอด 8 วัตต์ และเครื่องตรวจสอบเครื่องตรวจสอบไฟฟ้ารั่วไหลของเครื่องทำน้ำอุ่น ตัดวงจรจะแสดงผล ที่หลอดLED สีแดงและส้ม ดวงที่สาม

4.5 การทดลองกระแสรั่วโดยใช้น้ำ [1] [3] [6] [8]

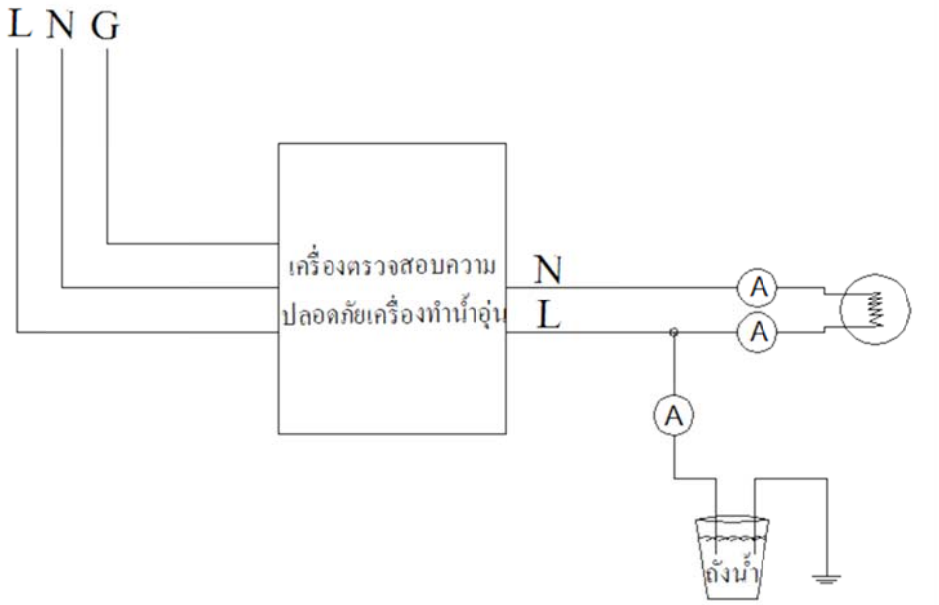
4.5.1 วัตถุประสงค์

- เพื่อทดลองกระแสรั่วโดยใช้น้ำ
- เพื่อตรวจสอบการตัดวงจร ทันที เมื่อมีกระแสรั่วลงน้ำ

4.5.2 อุปกรณ์

- เครื่องตรวจสอบไฟฟ้ารั่วไหลของเครื่องทำน้ำอุ่น

- แท่งต่อดิน	1	เส้น
- แอมป์มิเตอร์ดิจิตอล	1	เครื่อง
- หลอดไฟ	100	วัตต์
- ถังปูนผสมปู	1	ถัง



ภาพที่ 4.9 วงจรการทดลองกระแสรั่วลงน้ำ

ภาพที่ 4.10 การต่อให้ไฟรั่วลงน้ำ

4.5.3 ขั้นตอนการทดลอง

ทำการต่อวงจรตามภาพที่ 4.9 โดยการต่อโหลดหลอดไฟ 100 วัตต์ แล้วต่อไฟเข้าที่เครื่องตรวจสอบไฟฟ้ารั่วไหลของเครื่องทำน้ำอุ่น จากนั้นก็ทำการวัด กระแสที่สาย L และ สาย N บันทึกผล แล้วก็ต่อสายจาก แท่งต่อดินลงน้ำในถัง แล้วนำสายไฟอีกเส้นมา ด้านหนึ่งนำสายจุ่มลงน้ำอีกด้านหนึ่งของถังส่วนสายอีกด้านก็นำมา ต่อที่สาย L วัดกระแส แล้วบันทึกผลการทดลอง

ภาพที่ 4.11 การทดลองกระแสรั่วลงน้ำ

ตารางที่ 4.7 ตารางการทดลองกระแสรั่วโดยใช้น้ำ

สถานะ	I_L(mA)	I_N (mA)	I_G (mA)
ปกติ	433	431	-
เมื่อช็อต สายลงน้ำ	321	315	126

4.5.4 สรุปผล

เมื่อทำการเชื่อมต่อสายลงน้ำ วงจรจะตัดทันที จากการวัด กระแสจะได้ 126 mA และ เมื่อเครื่องตรวจสอบความปลอดภัยของเครื่องทำน้ำอุ่น ตัดวงจรจะแสดงผล ที่หลอด LED สีแดง และสีส้ม ดวงที่สาม