# การพัฒนาชุดปฏิบัติการทำงานรีเลย์กระแสเกินประวิงเวลา

# Development of Time -Delay Overcurrent Relay Characteristic Laboratory

**พสวีร์ ศรีโหมด เอกชัย ดีศิริ**

วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม pasawee.sr@spu.ac.th , akekachai.de@spu.ac.th

## บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาชุดปฏิบัติการทำงานรีเลย์กระแสเกินประวิงเวลาตามมาตรฐานIEC60255 เพื่อเป็นชุดทดลองและเรียนรู้คุณลักษณะการทำงานของรีเลย์กระแสเกิน ผู้เรียนสามารถปรับตั้งและทดสอบรีเลย์กระแสเกิน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ถึงคุณลักษณะการทำงานของรีเลย์กระแสเกินตามมาตรฐานIEC และทดลองปรับตั้งค่าการทำงานของรีเลย์กระแสเกินให้ทำงานประสานกันกับรีเลย์ตัวอื่นๆ ในระบบได้ จากการประเมินผลกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนสามารถทำคะแนนแบบทดสอบได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 76.54 ของคะแนนรวมทั้งหมด และด้านความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดปฏิบัติการฯ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.15 สามารถแปลผลได้ว่ามีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

**คำสำคัญ:** รีเลย์กระแสเกิน ,การป้องกันกระแสเกิน ,การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง

## Abstract

This paper presents the development of laboratory set for time-delay overcurrent relay to IEC60255 standard. A laboratory set to experiment and learn the operating characteristics of overcurrent relay. Learners set configure and test the overcurrent relay to study about characteristics of the overcurrent relay according to IEC standard and experiment with setting the overcurrent relay to work in coordination with other relays in the system. In the evaluation of the learning process, the learners were able to score correctly on the test with an average of 76.54 percent of the total score, and the satisfaction of the learners towards the laboratory set with an average of 4.15, which can be interpreted as having overall satisfaction at a high level.

**Keywords:** Overcurrent Relay, Overcurrent Protection, Power System Protection

## 1. ข้อมูลทั่วไป

โดยทั่วไปการป้องกันระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ เช่น ระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลัง ระบบไฟฟ้าในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เป็นต้น ต้องการอุปกรณ์ป้องกันที่มีความแม่นยำ และสามารถปรับตั้งค่าการป้องกันตามกระแสลัดวงจรที่ต้องการได้ รวมไปถึงการปรับตั้งเวลาการป้องกันเพื่อให้เกิดการใช้งานที่ประสานกันกับอุปกรณ์ป้องกันอื่นๆ ในระบบได้ โดยวัตถุประสงค์ของการป้องกันเพื่อให้ระบบไฟฟ้าทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือ ลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

การป้องกันกระแสเกินหรือกระแสลัดวงจรถือว่าเป็นการป้องกันพื้นฐานในระบบไฟฟ้ากำลัง เมื่อรีเลย์กระแสเกินได้รับสัญญาณกระแสจากอุปกรณ์ตรวจจับ แล้วพบว่ามีค่ากระแสสูงเกินกว่าที่กำหนดไว้ รีเลย์จะต้องส่งสัญญาณไปยังเบรกเกอร์เพื่อตัดวงจรส่วนที่เกิดความบกพร่องนั้นออกจากระบบ โดยทั่วไปแล้วรีเลย์กระแสเกินที่นิยมใช้งานจะมีคุณลักษณะการทำงานแบบแปรผกผันกับเวลาโดยอ้างอิงมาตรฐาน IEEE C37.112 [1] และ IEC60255 [2]

ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันระบบไฟฟ้ากำลังจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง โดยผู้เรียนต้องมีความเข้าใจในการป้องกันระบบไฟฟ้ากำลังและพื้นฐานหลักการทำงานของรีเลย์กระแสเกิน สามารถทำความเข้าใจในการปรับตั้งค่าการทำงานของรีเลย์ป้องกันกระแสเกินได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม แต่ชุดจำลองและทดสอบคุณลักษณะการทำงานของรีเลย์ที่ใช้ในงานจริงมีราคาค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ต้องการความแม่นยำและความเที่ยงตรงสูง ดังนั้นการพัฒนาสร้างชุดจำลองและทดลองที่สามารถทำงานในลักษณะเดียวกันแต่มีความซับซ้อนน้อยลงและราคาที่ถูกลงจึงเป็นประโยชน์อย่างมาก[3,4]

คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาออกแบบและสร้างชุดทดลองปฏิบัติการทำงานของรีเลย์กระแสเกินประวิงเวลาตามมาตรฐาน IEC60255 เพื่อให้เป็นชุดสาธิตการทำงานของรีเลย์ โดยผู้เรียนสามารถทดสอบการทำงานของรีเลย์กระแสเกิน และเกิดการเรียนรู้ถึงคุณลักษณะการทำงานของรีเลย์ในแบบต่างๆ รวมถึงหลักการปรับตั้งเพื่อการใช้งานประสานกันของอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ ในระบบได้

## 2. รีเลย์กระแสเกินแบบประวิงเวลามาตรฐานIEC60255

ในการออกแบบชุดปฏิบัติการทำงานรีเลย์กระแสเกินประวิงเวลาหรือเรียกว่ารีเลย์กระแสเกินแบบแปรผกผันกับเวลา จะใช้รีเลย์กระแสเกินตามมาตรฐานIEC60255 ซึ่งจะมีคุณลักษณะการทำงานของรีเลย์ที่สามารถแสดงได้ดังสมการ

$$t = \frac{K}{I^n - 1} \cdot TMS \qquad (1)$$

โดยที่

$$I = \frac{I_R}{I_P} \quad (2)$$

เมื่อ

$t$ เป็นเวลาที่หน่วงของรีเลย์ (วินาที)

$I$ เป็นค่ากระแสที่ไหลผ่านรีเลย์ ซึ่งจะแสดงเป็นสัดส่วนของกระแสเริ่มต้นทำงานของรีเลย์ เป็นค่าต่อหน่วย (per unit) ในมาตรฐาน IEC เรียกว่า ค่าหมุดตัวคูณปรับตั้ง (Plug Setting Multiplier, PSM)

$I_R$ เป็นค่ากระแสที่ไหลผ่านรีเลย์ (จากหม้อแปลงกระแส) (A)

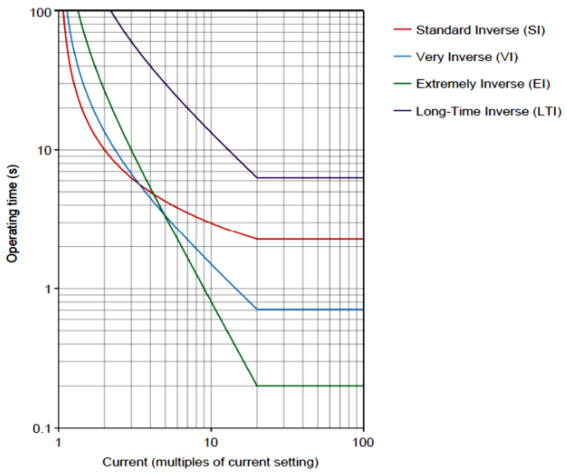
$I_P$ เป็นค่ากระแสเริ่มต้นทำงานของรีเลย์ ในมาตรฐาน IEC เรียกว่า ค่ากระแสปรับตั้งรีเลย์ (Relay Current Setting)

$K, n$ เป็นค่าคงที่ของคุณสมบัติรีเลย์

$TMS$ เป็นค่าการปรับค่าตัวคูณประวิงเวลา (Time Multiplier Setting)

รีเลย์กระแสเกินแบบประวิงเวลาจะทำงานเมื่อรีเลย์ได้รับสัญญาณกระแสเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้หรือเรียกว่าค่ากระแสเริ่มต้นทำงาน(Pick up current, Plug Setting, $I_p$) โดยเวลาที่รีเลย์ใช้ในการทำงานสั่งให้เบรกเกอร์ตัดวงจรจะขึ้นอยู่กับค่ากระแสที่เกินเทียบกับกระแสเริ่มต้นทำงานว่ามีค่ามากเท่าใด(Plug Setting Multiplier, PSM) โดยเวลาที่ใช้ในการทำงานจะลดลงเมื่อกระแสเกินมีค่ามากขึ้น

ในการป้องกันกระแสเกินตามมาตรฐานIEC60255 จะมีการแบ่งตามกราฟคุณลักษณะของการป้องกันออกเป็น 4 คุณลักษณะ คือ Standard inverse(SI) ,Very Inverse(VI) ,Extremely Inverse(EI) และ Long-Time Inverse(LTI) โดยมีกราฟคุณลักษณะเวลา-กระแส(Time- Current Curve,TCC) แสดงดังรูปที่ 1 และค่าคงที่ $K, n$ ของคุณสมบัติของรีเลย์ตามมาตรฐาน IEC60255 ($t = \frac{K}{I^n - 1} \cdot TMS$) ทั้ง 4 คุณลักษณะสามารถแสดงค่าได้ดังตารางที่ 1




รูปที่ 1 ตัวอย่าง Time- Current Curve คุณลักษณะของรีเลย์กระแสเกินแบบประวิงเวลาตามมาตรฐานIEC

ตารางที่ 1 แสดงค่าคงที่คุณสมบัติของรีเลย์ตามมาตรฐานIEC60255

| Charateristic | *K* | *n* |
|---|---|---|
| Standard Inverse | 0.14 | 0.02 |
| Very Inverse | 13.5 | 1 |
| Extremely Inverse | 80 | 2 |
| Long Inverse | 120 | 1 |

## 3. การออกแบบชุดปฏิบัติการทำงานรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน

ในการออกแบบชุดปฏิบัติการฯนั้น จำลองการจัดบัสระบบไฟฟ้าแบบ Single Bus Scheme และใช้รีเลย์ป้องกันกระแสเกินแบบ Digital Relay ยี่ห้อ ALSTOM รุ่น KCGG 140 [5] โดยติดตั้งตำแหน่งรีเลย์ทำการป้องกัน 2 ส่วนคือด้าน Incoming(CB1) และด้าน Outgoing1(CB2) และตั้งสมมุติฐานให้เกิดเหตุการเกิดกระแสลัดวงจร 2 จุดในระบบ(ตำแหน่ง Set Fault1 และSet Fault2) ซึ่งผู้เรียนสามารถทดลองปรับตั้งค่าการทำงานของรีเลย์ เพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกันได้อย่างเหมาะสม ชุดการทดลองนี้มีอุปกรณ์หลักประกอบต่างๆ ดังนี้ (แสดงภาพชุดปฏิบัติการฯ ดังรูปที่ 2)

1. Digital relay ALSTOM รุ่น KCGG 140 เป็นรีเลย์กระแสเกินแบบประวิงเวลา จำนวน 2 ตัว (Relay O/C1- O/C2)

2. Amp Meter สำหรับแสดงค่ากระแสที่จ่ายให้กับรีเลย์

3. Timer สำหรับนับเวลาและแสดงผลเวลาของรีเลย์ในการออกคำสั่ง Trip CB

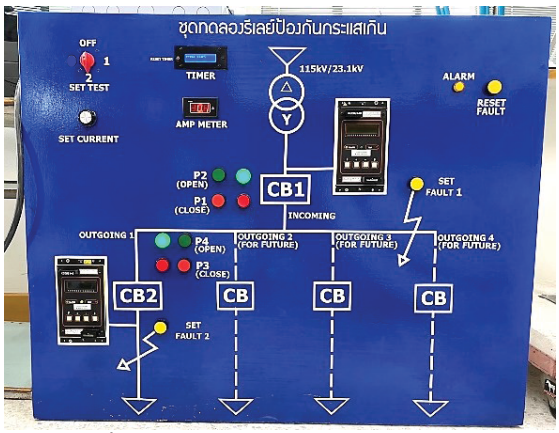
4. Latching Relay เป็นอุปกรณ์จำลองการทำงานแทน Circuit Breaker (CB1- CB2)

5. ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Adjust Current Setting) ใช้สำหรับปรับตั้งค่ากระแสลัดวงจรตามที่การทดลองกำหนด

6. Push button switch Set Fault 1 และ 2 ใช้จำลองการเกิดกระแสลัดวงจร ที่ Main Bus และ Outgoing 1

7. Selector Switch (Set Test) เป็นการเลือกหัวข้อการทดลอง โดยออกแบบการทดลองไว้ทั้งหมด 2 หัวข้อ

8. หลอด LED แสดงสถานะของ CB (สีแดง= Close,สีเขียว = Open)

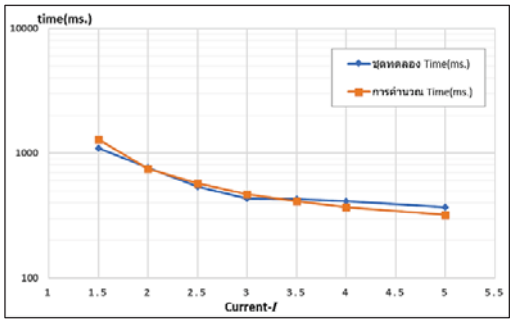



รูปที่ 2 ชุดปฏิบัติการทำงานรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน

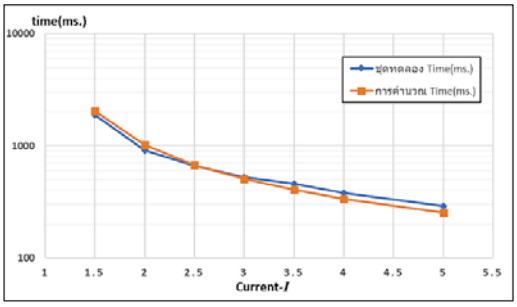
## 4. การทดลองและผลการทดสอบชุดปฏิบัติการฯ

### 4.1 การทดลองที่1 การปรับตั้งรีเลย์กระแสเกินตามคุณลักษณะ

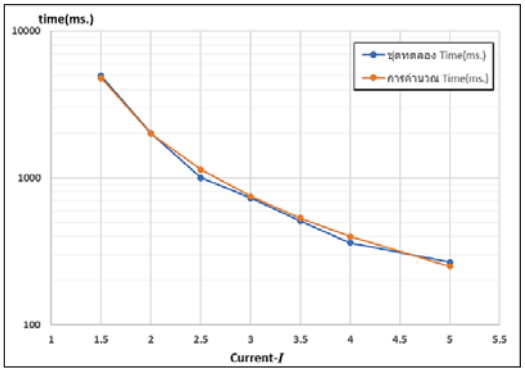
วัตถุประสงค์หัวข้อการทดลองที่1 เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานและทำการปรับตั้งรีเลย์กระแสเกินแบบประวิงเวลาตามมาตรฐาน IEC60255 ที่นิยมใช้งานทั้ง 3แบบได้แก่ Standard Inverse ,Very Inverse และ Extremely Inverse โดยผู้เรียนต้องทำกำหนดค่า TMS และคำนวณเวลาที่หน่วงของรีเลย์($t$) จากสมการที่(1) ตามค่ากระแส $I$ ที่กำหนดให้ในการทดลอง พร้อมทั้งตั้งค่ารีเลย์และกระแสลัดวงจรที่ตำแหน่งที่1(Set Fault1) ตามเงื่อนไขการทดลองข้างต้น หลังจากนั้นทำการทดลองเพื่อบันทึกค่าเวลา $t$ ตามขั้นตอน เพื่อศึกษาความแตกต่างของคุณลักษณะการทำงานของรีเลย์ที่แปรผกผันกับเวลาทั้ง 3 แบบ ซึ่งสามารถแสดงผลการทดลองเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา $t$ กับค่ากระแส $I$ ดังรูปที่ 3




(a) Standard Inverse




(b) Very Inverse




(c) Extremely Inverse

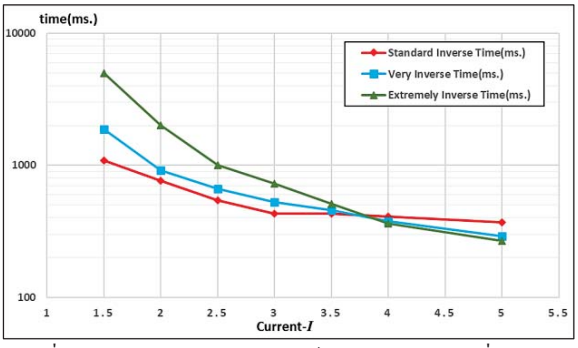
รูปที่ 3 ผลการทดลองหาเวลาที่หน่วงของรีเลย์($t$) จากชุดปฏิบัติการฯ เปรียบเทียบกับการคำนวณตามมาตรฐานIEC60255 (TMS=0.075)

การเปรียบเทียบค่าเวลา $t$ ที่ได้จากค่าที่เกิดขึ้นจริงของการทำงานรีเลย์ในชุดปฏิบัติการฯ เทียบกับค่าการคำนวณ มีเปอร์เซ็นต์ความคาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 5.72 – 8.92 % แสดงผลการทดลองดังตารางที่ 2

ตารางที่2 ค่าความคลาดเคลื่อนเวลาในการหน่วงของรีเลย์($t$) ระหว่างผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบด้วยชุดปฏิบัติการฯเปรียบเทียบกับการคำนวณตามมาตรฐาน IEC60255 (TMS=0.075)

| Characteristic | ผลต่างเวลา(ms.) | | | % ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| | ต่ำสุด | สูงสุด | ค่าเฉลี่ย | |
| **Standard Inverse** | 20 | 198 | 55.3 | 8.79% |
| **Very Inverse** | 10 | 160 | 60 | 8.95% |
| **Extremely Inverse** | 17 | 177 | 62 | 5.72% |

หลังจากทดลอง ผู้เรียนจะสามารถทำความเข้าใจในหลักการทำงานและเห็นถึงความแตกต่างของคุณลักษณะรีเลย์กระแสเกินแบบประวิงเวลาทั้ง 3 แบบ โดยเมื่อนำผลการทดลองจากการทำงานของรีเลย์ในชุดปฏิบัติการฯ มาเปรียบเทียบด้วยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา $t$ ในการหน่วงของรีเลย์กับค่ากระแส $I$ จะแสดงได้ดังรูป 4



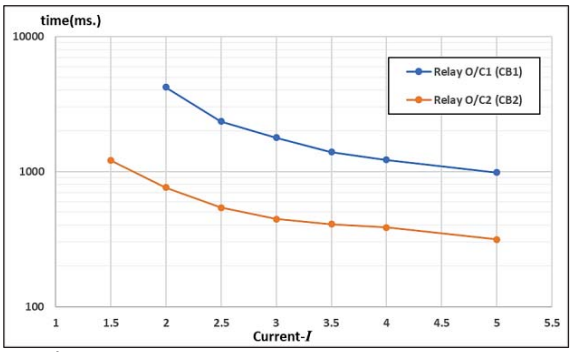

รูปที่ 4 Time-Current Curve ของรีเลย์จากชุดปฏิบัติการฯ เมื่อทำการเปรียบเทียบตามคุณลักษณะการทำงานทั้ง 3 แบบ

### 4.2 การทดลองที่2 การวิเคราะห์การทำงานของรีเลย์ในการป้องกันประสานกัน

วัตถุประสงค์ในการทดลองที่2 เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในการปรับตั้งค่าการทำงานของรีเลย์ในการป้องกันระบบ โดยให้ทำงานสัมพันธ์หรือประสานกันเรียกว่า Coordination กับรีเลย์ตัวอื่นๆ ในระบบ ซึ่งต้องออกแบบปรับตั้งค่า TMS ที่เหมาะสม เพื่อให้รีเลย์ที่สามารถตรวจวัดกระแสลัดวงจรและอยู่ใกล้ตำแหน่งที่เกิดลัดวงจรมากที่สุดทำงานก่อน

ในการทดลองนี้ ให้ผู้เรียนปรับตั้งค่ารีเลย์ทั้ง 2 ตัวในการทำงานแบบ Standard inverse และจำลองการเกิดกระแสฟอลต์ 2 ตำแหน่งคือที่ Main Bus(ตำแหน่ง Set Fault1) และ Outgoing 1(ตำแหน่ง Set Fault2) พร้อมทั้งออกแบบการปรับตั้งค่า TMS ที่แตกต่างกัน(Relay O/C1 = 0.175

Sec.และ Relay O/C2 =0.075 Sec.) เพื่อให้เกิดการทำงานแบบประสานกันระหว่างรีเลย์ป้องกันกระแสเกินทั้ง 2 ตัว และทำการทดสอบเพื่อหากราฟ Time- Current Curve ของรีเลย์ทั้ง 2 ตัว เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าอุปกรณ์ป้องกันมีการทำงานร่วมกันได้อย่างเหมาะสม(ผลการทดลองดังรูปที่ 5)




รูปที่ 5 Time-Current Curve ของรีเลย์จากชุดปฏิบัติการฯ แสดงการ Coordination ของ Relay O/C1และ Relay O/C2

## 5. การประเมินผลประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

จากการประเมินประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทำงานรีเลย์ป้องกันกระแสเกินประวิงเวลา โดยนักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ชั้นปีที่ 4 จำนวนทั้งสิ้น 26 คน ที่ได้ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาปฏิบัติการระบบไฟฟ้ากำลัง แบ่งออกเป็น 2 ด้านได้แก่ด้านกระบวนการเรียนรู้ และด้านความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดปฏิบัติการฯ

ด้านกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างสามารถทำคะแนนแบบทดสอบ ได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 76.54 ของคะแนนรวมทั้งหมด ซึ่งแสดงว่าชุดปฏิบัติการทำงานรีเลย์กระแสเกินแบบประวิงเวลาที่ทีมงานออกแบบและได้พัฒนาจัดสร้างขึ้นมานั้น มีประสิทธิภาพในการนำมาสร้างความเข้าใจและการเรียนรู้ในระบบป้องกันไฟฟ้ากำลังได้

ด้านความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดปฏิบัติการฯ จากตารางผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน(ดังแสดงในตาราง 3) มีคำถามจำนวน 7 ข้อ ได้ผลค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.56 – 4.65 ซึ่งสามารถแปลผลได้ว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด และค่าเฉลี่ยรวมมีค่าเท่ากับ 4.15 สามารถแปลผลได้ว่ามีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 3 แสดงระดับคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างด้านความพึงพอใจต่อชุด ปฏิบัติการฯ

| ข้อ | รายการประเมิน | ค่าเฉลี่ย | S.D. | แปลผล |
|---|---|---|---|---|
| 1 | มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | 3.9 | 0.43 | มาก |
| 2 | สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ | 4.52 | 0.14 | มากที่สุด |
| 3 | มีความสอดคล้องในการใช้งานร่วมกับใบงานการทดลอง | 4.65 | 0.27 | มากที่สุด |
| 4 | เหมาะสมกับระดับชั้นปีของผู้เรียน | 4.18 | 0.36 | มาก |
| 5 | เหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน(5 คน) | 3.56 | 0.67 | มาก |
| 6 | มีความน่าสนใจในการใช้งาน | 3.78 | 0.43 | มาก |
| 7 | มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน | 4.43 | 0.14 | มากที่สุด |
| | **เฉลี่ย** | **4.15** | **0.35** | **มาก** |

## 6. สรุป

การพัฒนาออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการทำงานของรีเลย์กระแสเกินแบบประวิงเวลา เพื่อเป็นชุดทดลองและเรียนรู้คุณลักษณะทำงานของรีเลย์ตามมาตรฐานIEC60255 ซึ่งชุดปฏิบัติการฯสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการระบบไฟฟ้ากำลังที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันระบบไฟฟ้ากำลังด้วยรีเลย์กระแสเกินได้ โดยในการทดลองที่1 เรื่องการปรับตั้งรีเลย์กระแสเกิน ผู้เรียนสามารถปรับตั้งและทดสอบการทำงานของรีเลย์กระแสเกิน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ถึงคุณลักษณะการทำงานของรีเลย์กระแสเกินทั้ง 3แบบ ได้แก่ Standard Inverse ,Very Inverse และ Extremely Inverse และจากผลการทดลองเวลาที่หน่วงของรีเลย์($t$) ที่ได้จากค่าของรีเลย์ในชุดปฏิบัติการฯ เทียบกับค่าการคำนวณ มีเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดเฉลี่ย 5.72 – 8.92% และการทดลองที่2 การวิเคราะห์การทำงานของรีเลย์ในการป้องกันประสานกัน(Coordination) จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจหลักการปรับตั้งเพื่อการใช้งานประสานกันกับรีเลย์ตัวอื่นๆ ในระบบได้ และจากการประเมินประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทำงานรีเลย์ป้องกันกระแสเกินที่พัฒนาขึ้นโดยการประเมินผลด้านกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างสามารถทำคะแนนแบบทดสอบได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 76.54 ของคะแนนรวมทั้งหมด และด้านความพึงพอใจของผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดปฏิบัติการฯ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.15 สามารถแปลผลได้ว่ามีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

**เอกสารอ้างอิง**

[1] IEEE STANDARD C37.112-1996 - IEEE Standard Inverse-Time Characteristic Equations for Overcurrent RelaysIEEE Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems, 2001, (IEEE Buff Book)

[2] IEC-60255:2009, Measuring Relays and Protection Equipment.

[3] นายศิวพงษ์ วงศ์สิวะวิลาศ, การจำลองแบบรีเลย์ป้องกันสำหรับใช้ในการสอนการป้องกันระบบไฟฟ้า, วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550

[4] สุธี ไกรสุนทรเลิศ, เพชร นันทิวัฒนา, พศวีร์ ศรีโหมด และ กีรติ ชยะกุลคีรี, “ชุดปฏิบัติการการทำงานของรีเลย์กระแสเกินประวิงเวลาตามมาตรฐาน IEC60255” ,การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่40(EECON-40), 15-17 พ.ย. 2560

[5] คู่มือรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน ALSTOM KCGG140 Overcurrent Relay Manual