

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
การทดสอบรีเลย์ด้วยโปรแกรม OMICRON TEST UNIVERSE

โดย

นายกิตติษฐ์ สาลีสี

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5801011621022

ปฏิบัติงาน ณ

บริษัท คอลเลคทีฟ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษารายวิชา 010113440 สหกิจศึกษา
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2561

Co-operative Report
Relay Testing using OMICRON TEST UNIVERSE

Present

Mr.Kittitach Saleesee

Student ID 5801011621022

Manufacturer at

Collective Engineering Co., Ltd.

A CO-OPERATIVE REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS 010113440 CO-OPERATIVE FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT OF
ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY NORTH BANGKOK
ACADEMIC YEAR 2018

รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ประจำปีการศึกษา 2561

ชื่อเรื่องรายงาน/โครงการ	: การทดสอบเบอร์เลดี้ด้วยโปรแกรม
OMICRON TEST UNIVERSE	
ชื่อผู้จัดทำรายงาน	: นายกิตติธัช สาลีสี
ชื่อสถานประกอบการ	: บริษัท คอลเลคทีฟ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
ที่อยู่	: 105/36 หมู่ 7 ต. คลองหนึ่ง อ. คลองหลวง ปทุมธานี 12120
ชื่อผู้นิเทศงาน/พนักงานที่ปรึกษา	: นายประเสริฐ เกิดรักษ์
ตำแหน่ง	: วิศวกรไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

..... หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นก柳 วิวัฒโนสกุล) และคอมพิวเตอร์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสุทธิ์ วงศ์คุณารักษ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์องค์อร รัตนนาถถาวร)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ

Co-operative Report

Academic year 2018

Project Title : Relay Testing using OMICRON TEST UNIVERSE
Name : Mr.Kittitach Saleesee
Manufacturer : Collective Engineering Co., Ltd.
Address : 105/36 Moo 7, T. Klongnueng, A. Klongluang, Pathumthani 12120
Job Advisor : Mr. Praset Koetrak
Position : Electrical Engineering

Accepted by the Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Bachelor of Electrical Engineering.

.....


(Asst. Prof. Dr. Nophadon Wiwatcharagoses) Chairperson of Department of

.....


(Asst. Prof. Wisute Ongcunarak) Chairperson

.....


(Ms. Ongorn Rattananartthaworn) Member

Copyright of the Department of Electrical and Computer Engineering Faculty of Engineering

King Mongkut's University of Technology North Bangkok

บทคัดย่อ

เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของความต้องการกำลังไฟฟ้า ระบบไฟฟ้ากำลังจำเป็นต้องมีระบบและอุปกรณ์ที่เข้ามาป้องกันการเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ ที่ต้องการความเสถียรภาพและความรวดเร็วในการตัดสินใจ และอุปกรณ์ที่ใช้กันแพร่หลายในขณะนี้คือรีเลย์(Relay) รีเลย์ซึ่งมีความสามารถสำคัญอย่างมากกับระบบป้องกันไฟฟ้ากำลัง เมื่อมีการนำอุปกรณ์ป้องกันมาใช้งานจำเป็นต้องมีการทดสอบอุปกรณ์ทั้งก่อนและหลังการนำมาใช้งานเพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์จะทำงานได้อย่างถูกต้อง เครื่องมือที่เป็นที่นิยมสำหรับทดสอบ คือ เครื่องมือของบริษัท OMICRON ซึ่งจะมีโปรแกรมไว้สำหรับทดสอบรีเลย์เต็มชนิดจัดเตรียมไว้

บริษัทฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างองค์ความรู้ให้กับสถานประกอบการและใช้เป็นคู่มือในการใช้งานโปรแกรม OMICRON Test Universe เพื่อทดสอบรีเลย์ ในบริษัทฯ นับเป็นเครื่องล้ำๆ ได้กล่าวถึงการเตรียมการโปรแกรมก่อนการทดสอบ การทดสอบรีเลย์ชนิดป้องกันกระแสเกิน ชนิดระยะทาง และชนิดผลต่างกระแส เพื่อให้สามารถนำมาใช้ปฏิบัติการทำงานได้ถูกต้องไม่เกิดข้อผิดพลาด ในส่วนงานของการทดสอบและส่งมอบ และพร้อมสำหรับการส่งมอบให้กับลูกค้า

Abstract

Due to the increase in demand for electricity. Power systems require systems and equipment to prevent abnormal events that require stability and speed in making decisions. The devices that are widely used are relays. Relays are therefore very important to protection systems. When using protective device, it is necessary to test the equipment before and after use to ensure that the device will work properly. A popular tool for testing is the tool of the OMICRON company, which provides programs for testing each type of relay.

This thesis has objective for the purpose of build knowledge to manufacture and used as handbook in using of OMICRON Test Universe program for testing relays. The thesis comprises two main section such as preparation before the test and testing each type of relays in order to work follow condition of protection without mistake for test and commissioning and ready for transfer to customer.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรชั้นบัน្តेลា สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณ หลายท่าน ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสุทธิ์ องค์คุณรักษา และ อาจารย์องค์อธิการบดี ที่เคยให้คำปรึกษาและเสริมสร้างแนวคิดต่าง ๆ ขอขอบพระคุณ คุณธรรมรักษ์ธรรม กาญจนานุกูลพงศ์ ที่ให้โอกาสในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาที่ บริษัท คอลเลคทีฟ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด และเคยให้คำปรึกษาด้านต่าง ๆ ขอขอบพระคุณ คุณประเสริฐ เกิดรักษา และวิศวกรที่บริษัท คอลเลคทีฟ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ที่เคยให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิค เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการทำงานมาใช้ในปริญญาบัตรชั้นบัน្តៃ

ขอขอบพระคุณบุคลากรของภาควิชา รุ่นพี่ และเพื่อน ๆ ที่เคยให้คำปรึกษาและกำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้ผู้จัดทำโครงการประสบความสำเร็จ

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนในเรื่องการศึกษาเล่าเรียนเสมอมา และหวังว่าปริญญาบัตรชั้นบัน្តៃจะเป็นประโยชน์แก่ทุกท่านและสถานประกอบการ รวมไปถึงแนวทางในการพัฒนาต่อไปในอนาคตสืบไป

กิตติธัช สาลีสี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	๑
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๒
กิตติกรรมประกาศ	๓
สารบัญภาพ	๔
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 ที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2. ทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ระบบป้องกันเบื้องต้น	3
2.2 หม้อแปลงกระแส	3
2.3 หม้อแปลงแรงดัน	5
2.4 ขอบเขตการป้องกัน	5
2.5 รีเลย์ป้องกันกระแสไฟฟ้า	6
2.6 การทำงานร่วมกัน	6
2.7 การกำหนด Pickup ของรีเลย์ป้องกันกระแสไฟฟ้า และกระแสราดเดิน	7
2.8 รีเลย์ผลต่าง	7
2.9 ผลรวมเตอร์คูป	8
2.10 ผลของกระแสฟูจิเช้า	8
2.11 รีเลย์ผลต่างไนโตรส	9
2.12 การป้องกันมัสตาร์ด	10
2.13 การป้องกันสายสั่ง	11
2.14 ขอบเขตการป้องกันของรีเลย์ระยะทาง	14
2.15 เบรกเกอร์เฟล	15
2.16 รีเลย์ป้องกันกระแสไฟฟ้าแบบมีพิษทาง	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3. การเตรียมโปรแกรมก่อนการทดสอบบริเลย์	17
3.1 การตั้งค่าอุปกรณ์ทดสอบในโปรแกรม OMICRON Test Universe	17
3.2 การตั้งค่าเครื่องมือทดสอบ	21
บทที่ 4. การใช้โปรแกรม OMICRON Test Universe เพื่อทดสอบบริเลย์	26
4.1 การทดสอบบริเลย์ป้องกันกระแสเกิน	26
4.2 การทดสอบบริเลย์ระยะทาง	33
4.3 การทดสอบบริเลย์ผลต่าง	42
4.4 ตัวอย่างการทดสอบบริเลย์ป้องกันกระแสเกิน	73
บทที่ 5. สรุป วิจารณ์ผล และข้อเสนอแนะ	77
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก ก บันทึกการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	
ประวัติผู้แต่ง	

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 การเบ่งขอบเขตการป้องกัน	6
2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสผลต่างกับกระแสไฟฟ้า	9
2-3 แผนภาพค่าความต้านทานกับค่าเรียกแตกต่าง	12
2-4 แผนภาพขอบเขตการป้องกันแบบโน้ม	12
2-5 แผนภาพขอบเขตการป้องกันแบบเลนส์	13
2-6 แผนภาพขอบเขตการป้องกันแบบบูรณาลีม	13
2-7 ขอบเขตการป้องกันของวีเลียร์ยะทาง	14
3-1 แสดงตำแหน่งของปุ่ม New Test Document	17
3-2 หน้าต่างการใช้งาน Omicron Control Center	18
3-3 หน้าต่างการใช้งาน Test Object	18
3-4 หน้าต่าง Device Setting	19
3-5 แสดงตำแหน่งของปุ่ม Add...	20
3-6 หน้าต่างแสดงการเพิ่มฟังก์ชันใน Test Object	20
3-7 แสดงตำแหน่งของ Hardware Configuration	21
3-8 หน้าต่าง Hardware Configuration	22
3-9 แสดงตำแหน่งของปุ่ม Details...	22
3-10 หน้าต่างการตั้งค่าการจ่ายกระแสและแรงดันของเครื่องมือทดสอบ	23
3-11 แสดงตำแหน่งของแบบ Analog Output, Analog/Binary Input และ Binary Input	24
3-12 หน้าต่าง Analog Outputs	24
3-13 หน้าต่าง Analog/Binary Inputs	25
3-14 หน้าต่าง Binary Outputs	25
4-1 แสดงตำแหน่งของปุ่ม Overcurrent	27
4-2 แสดงตำแหน่งของปุ่ม Test Object	27
4-3 แสดงตำแหน่งของปุ่ม Edit...	28
4-4 หน้าต่างการทำหนดค่าเรียลย์ป้องกันกระแสเกิน	29
4-5 การกำหนดค่าเรียลย์ป้องกันกระแสเกิน	30
4-6 หน้าต่างการทำทดสอบกระแส Pick-up และ Drop-off ของเรียลย์ป้องกันกระแสเกิน	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-7 ผลการทดสอบกระแส Pick-up และ Drop-off ของรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน	31
4-8 หน้าต่างการทดสอบคุณลักษณะการกำจัดกระแสของรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน	32
4-9 การแสดงตำแหน่งการกำหนดค่าและผลในการทดสอบ	32
4-10 ตำแหน่งโมดูล Advanced Distance	33
4-11 แสดงตำแหน่ง Test Object ในหน้าต่างโมดูล Advanced Distance	34
4-12 แสดงตำแหน่งปุ่ม Edit.. ของส่วน Distance	34
4-13 หน้าต่าง System Settings	35
4-14 หน้าต่าง Zone Settings	36
4-15 การสร้างโซนป้องกันคุณลักษณะแบบ Quadrilateral	37
4-16 การสร้างโซนป้องกันคุณลักษณะแบบ Mho	38
4-17 การตั้งค่าอิมพีเดนซ์ที่ใช้ทดสอบใน Search Test	39
4-18 การตั้งค่าอิมพีเดนซ์ที่ใช้ทดสอบในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์	40
4-19 แสดงตำแหน่งการเพิ่มเส้นทดสอบของรีเลย์ระยะทาง	40
4-20 การเพิ่มเส้นทดสอบ hely ในครั้งเดียว	41
4-21 การกำหนดค่าการทดสอบเวลาในการทำงาน	42
4-22 แสดงตำแหน่งการตั้งค่ารีเลย์ผลต่าง	42
4-23 หน้าต่างการตั้งค่าการเลือกอุปกรณ์ที่ทำการป้องกัน	43
4-24 หน้าต่างการตั้งค่ารีเลย์ผลต่าง	44
4-25 หน้าต่างการตั้งค่าหมวดแปลงกระแส	45
4-26 หน้าต่างการตั้งค่ารีเลย์ผลต่าง	46
4-27 การตั้งค่ากราฟคุณลักษณะเวลา	47
4-28 การตั้งค่าคุณลักษณะกระแสกับเวลาในช่วงของชาร์มอนิกส์	48
4-29 แสดงตำแหน่งโมดูล Ramping	49
4-30 แบบเครื่องมือ Ramps ในหน้าต่างโมดูล Ramping	50
4-31 หน้าต่างการทดสอบโดยใช้โมดูล Ramping	50
4-32 หน้าต่างการใช้งาน Ramp Assessment ในโมดูล Ramping	51
4-33 การทดสอบโดยใช้โมดูล State Sequence	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-34 แสดงตำแหน่งโนมูล State Sequence	53
4-35 แบบ State ในโนมูล State Sequence	53
4-36 หน้าต่างการทดสอบโดยใช้โนมูล State Sequence	54
4-37 หน้าต่างการกำหนดเงื่อนไขการหยุดในแบบ Trigger	55
4-38 แสดงตำแหน่งโนมูล Advanced Differential	56
4-39 การตั้งค่าการทดสอบโดยใช้ Search Test	57
4-40 การเพิ่มเส้นทดสอบหลายเส้นในรอบเดียว	58
4-41 การทดสอบโดยใช้ Shot Test	59
4-42 แสดงตำแหน่งโนมูล Ramping	60
4-43 แบบเครื่องมือ Ramps ในโนมูล Ramping	61
4-44 หน้าต่างการทดสอบโดยใช้ Ramping	61
4-45 หน้าต่าง Ramp Assessment	62
4-46 หน้าต่างการทดสอบโดยใช้ State Sequence	63
4-47 แสดงตำแหน่งโนมูล State Sequence	64
4-48 แบบเครื่องมือ State ในโนมูล State Sequence	64
4-49 การทดสอบเวลาในการของรีเลย์ผลต่างโดยใช้โนมูล State Sequence	65
4-50 การกำหนดเงื่อนไขการหยุดทำงานในแบบ Trigger	66
4-51 แสดงตำแหน่งโนมูล Diff Configuration และ Diff Operating Characteristic	67
4-52 การกำหนดค่าการทดสอบคุณลักษณะเวลา กับ กระแส	68
4-53 การกำหนดเงื่อนไขการหยุดทดสอบ	69
4-54 การทดสอบแบบ Search Test ของรีเลย์ผลต่างหม้อแปลง	70
4-55 การกำหนดค่าเพื่อเพิ่มเส้นทดสอบหลายเส้นในคราวเดียว	70
4-56 การทดสอบแบบ Shot Test ของรีเลย์ผลต่างหม้อแปลง	71
4-57 การกำหนดค่าการทดสอบการป้องกันกระแสจากชาร์มอนิกส์	72
4-58 การแสดงผลการทดสอบการป้องกันกระแสจากชาร์มอนิกส์	72
4-59 หน้าต่างการทดสอบรีเลย์ Alstom P143	73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-60 ผลลัพธ์การทดสอบกระระยะเริ่มและหยุดทำงานแบบแบร์อกผันกับเวลาของรีเลย์ AlstomP143	73
4-61 ผลลัพธ์การทดสอบคุณลักษณะเวลา กับ กระระยะแบบแบร์อกผันกับเวลาของรีเลย์ Alstom P143	74
4-62 ผลลัพธ์การทดสอบกระระยะเริ่มและหยุดทำงานแบบทันทีทันใดของรีเลย์ Alstom P143	74
4-63 ผลลัพธ์การทดสอบคุณลักษณะเวลา กับ กระระยะแบบทันทีทันใดของรีเลย์ Alstom P143	75
4-64 ผลลัพธ์การทดสอบคุณลักษณะเวลา กับ กระระยะที่ค่ากระระยะสูงสุด ของรีเลย์ Alstom P143	75

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของโครงการ

ระบบไฟฟ้ากำลังจำเป็นต้องมีระบบและอุปกรณ์ที่เข้ามาป้องกันการเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ ที่ต้องการความเสถียรภาพและความรวดเร็วในการตัดสินใจ และอุปกรณ์ที่ใช้กันแพร่หลายในขณะนี้ คือรีเลย์(Relay) รีเลย์จึงมีความสำคัญอย่างมากกับระบบป้องกันไฟฟ้ากำลัง ไม่ว่าจะเป็นในโรงงาน อุตสาหกรรม โรงพยาบาล หรือสถานีไฟฟ้าย่อย จะมีรีเลย์อยู่ในระบบป้องกันไฟฟ้ากำลัง เพื่อใช้ในการตัดสินใจเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติได้อย่างถูกต้องและเชื่อถือได้ เมื่อมีการนำอุปกรณ์ป้องกันมาใช้งานจำเป็นต้องมีการทดสอบอุปกรณ์ทั้งก่อนและหลังการนำมาใช้งานเพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์จะทำงานได้อย่างถูกต้อง ซึ่งในขณะนี้เครื่องมือเพื่อทดสอบรีเลย์ที่มีประสิทธิภาพสูงและได้รับการยอมรับ เป็นของบริษัท Omicron จึงได้มีการศึกษาการทดสอบรีเลย์ในส่วนของการใช้โปรแกรมทดสอบ Omicron เพื่อสร้างองค์ความรู้และความเข้าใจอย่างถูกต้องในการใช้งานและสามารถนำไปใช้ในการอบรมพนักงานใหม่ที่จะเข้ามาทำงานในส่วนงานของการทดสอบรีเลย์ ให้กับบริษัทเพื่อลดระยะเวลาในการฝึกพนักงานใหม่

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาการใช้งานโปรแกรมทดสอบรีเลย์ Omicron

1.2.2 เพื่อศึกษาการทดสอบการทำงานของรีเลย์

1.2.3 สร้างเป็นองค์ความรู้เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่สถานประกอบการ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 การใช้งานโปรแกรม Omicron เพื่อทดสอบฟังก์ชันรีเลย์ได้แก่ ป้องกันกระแสเกิน (Overcurrent), ระยะทาง (Distance), ผลต่างกระแสของบัสบาร์ (Busbar Differential) และ ผลต่างกระแสของหม้อแปลง (Transformer Differential)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 เข้าใจเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม Omicron ในการทดสอบรีเลย์
- 1.4.2 เข้าใจเกี่ยวกับการทดสอบการทำงานของรีเลย์
- 1.4.3 เป็นองค์ความรู้ที่ทำให้เกิดประโยชน์ต่อสถานประกอบการ

บทที่ 2

ทฤษฎีและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบป้องกันเบื้องต้น

รีเลย์ป้องกัน(Protective Relay) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ในระดับแรงดันสูง และทำงานสั่งปลดวงจรที่อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดปัญหาออกจากระบบไฟฟ้า เพื่อ "ไม่ให้อุปกรณ์เกิดความเสียหาย โดยต้องมีคุณสมบัติดังนี้"

1. ความน่าเชื่อถือ (Reliability) คือ รีเลย์สามารถทำงานได้ถูกต้อง แบ่งได้ 2 อย่าง ได้แก่
 - 1.1 ความพึ่งพาได้ (Dependability) คือ การที่รีเลย์ทำงานตามหน้าที่ที่กำหนด "ไม่ทำเกินหน้าที่"
 - 1.2 ความปลอดภัย (Security) คือ รีเลย์ต้องปลอดภัย "ไม่สร้างอันตรายแก่ผู้ใช้งาน"
2. ความเร็ว (Speed) คือ รีเลย์ต้องมีความเร็วในการสั่งปลดวงจร หรืออุปกรณ์ตามที่ตั้งค่าไว้
3. ความสามารถในการแยกแยะได้ (Selectivity) คือ รีเลย์สามารถแยกแยะกระแสที่ใช้งาน กับกระแสที่ผิดพร่องได้
4. ความสะดวกและง่ายในการใช้งาน (Simplicity) คือ รีเลย์ต้องทำมาให้เข้าถึงง่าย และมีไม่ซับซ้อนในการใช้งาน

รีเลย์สามารถรับรู้ความผิดปกติของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยอาศัยเครื่องมือวัด 2 ชนิด คือ หม้อแปลงกระแส (Current Transformer) และหม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)

2.2 หม้อแปลงกระแส (Current Transformer)

เป็นอุปกรณ์แปลงกระแสให้มีปริมาณเล็กลง เพื่อจ่ายให้กับรีเลย์โดยมีอัตราส่วน (Ratio) ให้เลือกใช้งานทั้งแบบอัตราส่วนเดียว (Single Ratio) และหลายอัตราส่วน (Multi Ratio) เช่น 600/1 แอมป์ หรือ 100-2000/1 แอมป์ ในหม้อแปลงกระแส 1 เฟส (Phase) อาจมี 1 แกน (Core) หรือมากกว่า 1 แกน โดยแต่ละแกนจะมีอัตราส่วนแยกกัน

ข้อควรระวัง ห้ามเปิดวงจรทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงกระแส ในขณะที่มีกระแสไฟลอดผ่านด้านปฐมภูมิเนื่องจากเมื่อแปลงให้กระแสลดลง จะทำให้มีแรงดันมากขึ้นซึ่งอาจเกิดอันตรายได้ดังนี้ จึงต้องทำการลัดวงจรหม้อแปลงกระแส โดยมีหลักการดังนี้

2.2.1 แบบหมายแก่น หากแก่นใดที่ไม่ได้ใช้งานให้ทำการลัดวงจรไว้

2.2.2 แบบหมายอัตราส่วน หากมีการใช้งานอัตราส่วนใดอัตราส่วนหนึ่ง ไม่จำเป็นต้องลัดวงจร การต่อใช้งานหม้อแปลงกระแส ปกติจะใช้การแปลงกระแสทั้ง 3 เฟส เพื่อส่งให้รีเลย์ จะมี 3 แบบ

แบบวาย ใช้หม้อแปลงกระแส 3 ตัวตรวจจับการผิดพร่องได้ทุกเฟส

แบบวี ใช้หม้อแปลงกระแส 2 ตัวตรวจจับการผิดพร่องเฉพาะเฟสที่มีหม้อแปลงกระแส

แบบเดลต้า ใช้หม้อแปลงกระแส 3 ตัวต่อแบบเดลต้า ซึ่งจะทำให้กระแสด้านทุติยภูมิมีนุ่ม เฟสเดือนไปจากการแปลงกระแส ปฐมภูมิ และขนาดของกระแสมีค่า $\sqrt{3}$ เท่าของกระแสที่แปลงด้วย อัตราส่วนปกติ

การอิ่มตัวของหม้อแปลงกระแส เนื่องจากไม่สามารถจ่ายกระแสให้โหลดทางด้านทุติยภูมิได้ ส่งผลให้กระแสด้านทุติยภูมิไม่เป็นไปตามอัตราส่วนที่กำหนด ซึ่งมีค่าน้อยลง หรือไม่มีกระแส โหลดออก

สาเหตุที่ทำให้ หม้อแปลงกระแสอิ่มตัว ได้แก่

- ค่าการทางไฟฟ้า (Burden) หรือ โหลดที่ต้องทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงกระแส มีค่า สูงกว่าค่าโหลดมาตรฐาน (Standard Burden) ของหม้อแปลงกระแส

- ค่ากระแสผิดพร่อง มีองค์ประกอบกระแสตรง (DC Component) ขณะเกิดการผิดพร่องที่ มีค่าสูง

- ค่า Knee point ของหม้อแปลงกระแส มีค่าต่ำกว่าแรงดันที่เกิดด้านทุติยภูมิของหม้อ แปลงกระแส ขณะเกิดกระแสผิดพร่องสูงสุด ซึ่งค่า knee point มาจาก Current Transformer Excitation Curve

การหาค่าโหลดมาตรฐาน และกระแสผิดพร่องสูงสุด ทราบได้จาก Current Transformer Accuracy Class เช่น หม้อแปลงกระแสพิกัด 15 VA Class 5P20 (Accuracy Class เป็นไปตาม มาตรฐาน IEC)

โดย ค่า荷ลดามาตรฐาน คือ 15 VA

5 คือ ค่าผิดพลาด ไม่เกิน 5%

P คือ คลาสการป้องกัน (Protection Class) ซึ่งบ่งบอกว่า ไว้ใช้สำหรับป้องกัน

20 คือ ค่า ALF (Accuracy Limit Factor) เป็นจำนวนเท่าของกระแสที่ผ่าน หม้อแปลงกระแส เทียบกับกระแสใช้งานปกติของหม้อแปลงกระแสที่มากที่สุดที่จะทำให้ หม้อแปลงกระแส ผิดพลาด ไม่เกิน 5% (ค่านี้ยิ่งมากยิ่งดี บ่งบอกถึงความยากในการอิ่มตัวของหม้อแปลงกระแส)

2.3 หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)

เป็นอุปกรณ์แปลงแรงดันให้มีปริมาณลดลงเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานของรีเลย์ การวัด แรงดันของหม้อแปลงแรงดัน จะวัดในลักษณะเฟสเทียบกราวด์เสมอ ดังนั้นในระบบไฟฟ้า เช่น 115 kV อัตราส่วนหม้อแปลงแรงดันที่ใช้จะเป็น $115/\sqrt{3}$ kV / $115/\sqrt{3}$ V เป็นต้น บางครั้งจะพบว่า มีการใช้ CCVT (Coupling Capacitor Voltage Transformer) เป็นอุปกรณ์ลดแรงดันให้กับรีเลย์แทน หม้อแปลงแรงดัน

ข้อควรระวัง ห้ามลัดวงจรด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงแรงดัน ขณะมีแรงดันทางด้านปฐมภูมิ ของหม้อแปลงแรงดัน

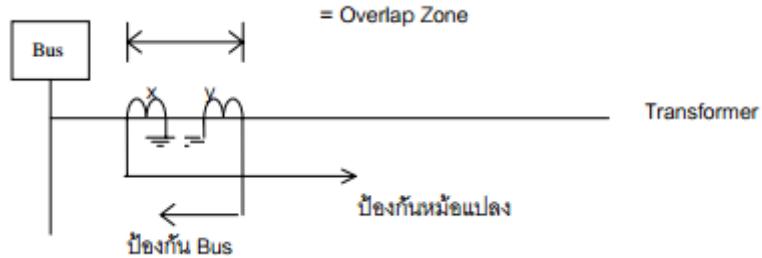
การต่อใช้งานของหม้อแปลงแรงดัน ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งาน บางครั้งใช้วัดแรงดัน เฟสเดียว บางครั้งต่อใช้งานทั้ง 3 เฟส กรณีต่อแบบ 3 เฟสจะมีการต่อใช้งานดังนี้

แบบวาย ต่อหม้อแปลงแรงดันครบทุกเฟส โดยด้านทุติยภูมิต่อแบบสตาร์

แบบเดลต้าเปิดวงจร ต่อด้านปฐมภูมิเป็นแบบสตาร์ แต่ด้านทุติยภูมิต่อแบบเดลต้า พบรอยใน การใช้ตรวจจับการผิดพร่องลงกราวด์กับระบบไฟฟ้าแบบไม่มีกราวด์

2.4 ขอบเขตการป้องกัน (Zone of Protection)

เป็นการแบ่งพื้นที่การรับผิดชอบของรีเลย์เป็นส่วน ๆ เพื่อให้รีเลย์แยกແບະส่วนที่เกิดการผิดพร่องและตัดส่วนของระบบไฟฟ้าออกเท่าที่จำเป็น ทั่วไปจะใช้ตำแหน่งของ หม้อแปลงกระแส เป็นจุดกำหนดขอบเขตของแต่ละพื้นที่ และการกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสม ควรมีขอบเขตการป้องกัน ควบคู่กัน (Overlap Zone) เพื่อป้องกันไม่ให้มีจุดบอดในระบบ



ภาพที่ 2-1 การแบ่งขอบเขตการป้องกัน

(ที่มา : <http://www.aida-engineering.co.th/download/subs/ch10.pdf>)

2.5 รีเลย์ป้องกันกระแสเกิน (Overcurrent Relay)

การทำงานของรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน คือ รีเลย์จะให้อาตพุต เมื่อมีกระแสเข้าตัวรีเลย์เกินค่าที่ตั้งค่าไว้ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

2.5.1 รีเลย์ป้องกันกระแสเกินแบบทันทีทันใจ (Instantaneous Overcurrent Relay)

เป็นรีเลย์ที่ทำงานเมื่อกระแสเกินค่าตั้งค่า และให้อาตพุตโดยไม่มีการหน่วงเวลา เวลาในการทำงาน (Operating time) ประมาณ 50-100 ms ใช้ป้องกันอุปกรณ์ทั่วไปที่ไม่ต้องรอเวลาเพื่อทำงานร่วมกับรีเลย์ตัวอื่น เช่น หม้อแปลง มอเตอร์

2.5.2 รีเลย์ป้องกันกระแสเกินแบบหน่วงเวลา (Time Delay Overcurrent)

เมื่อกระแสเกินค่าตั้งค่า จะมีการหน่วงเวลาก่อนให้อาตพุตออกมา แบ่งได้เป็น

- เวลาไม่ขึ้นกับกระแส (Definite Time)
- เวลาแปรผกผันกับกระแส (Inverse Time) ซึ่งมีลักษณะของความโถ้งแบบต่าง ๆ เช่น Normal, Standard Inverse, Extremely Inverse, Very Inverse เป็นต้น

ค่าที่ต้องตั้งค่าในรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน มีค่ากระแสตั้งค่าของรีเลย์ (Pickup) และตัวกำหนดค่าการหน่วงเวลาให้อาตพุตของรีเลย์ (Time Multiple)

2.6 การทำงานร่วมกัน (Co-ordination)

เป็นการกำหนดให้รีเลย์ทำงานร่วมกันตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยกำหนดลำดับการทำงานก่อนหลัง คือ ตัวที่อยู่ใกล้การผิดพร่องการกำจัดการผิดพร่องก่อน ขณะเดียวกันรีเลย์ในตำแหน่งที่ห่างออกมาก ต้องรอเวลาหนึ่ง ถ้ารีเลย์ใกล้การผิดพร่องไม่สามารถกำจัดการผิดพร่องโดยการเปิดวงจร

เบรคเกอร์ตัวแรกໄດ້ ຕັດມາຄື່ງຈະກຳນົດພິບປອງ ໂດຍເປີດວົງຈະເບຣກເກອຮ໌ຕັ້ງທີ່ 2 ເວລາ ຮະຫວ່າງຮູ້ເລີຍໆ 2 ຕຸວນີ້ເຮັດວຽກ ມາດ Margin Time ທີ່ວ່າງ Coordination Time Interval (CTI) ຜົ່ງຖຸກກຳນົດຈາກ

- ເວລາການເປີດວົງຈະກຳນົດເບຣກເກອຮ໌ (Circuit Breaker Open Time)
- ເວລາການອາຮັກ (Arcing Time)
- ເວລາການກຳນົດຂອງຮູ້ເລີຍໆ (Relay Operating Time)

2.7 ການກຳນົດ Pickup ຂອງຮູ້ເລີຍໆປຶ້ອງກັນກະຮະແສຟເກີນ (Phase Overcurrent) ແລະ ກະຮະແສກາວດໍາເກີນ (Ground Overcurrent)

ຮູ້ເລີຍໆປຶ້ອງກັນກະຮະແສຟເກີນ – ຄ່າ Pickup ບື້ນອູ້ກັບໂຫດຂອງສິ່ງທີ່ປຶ້ອງກັນ ມັກຈະໃຊ້ກະຮະແສ ໂຫດຕົ້ນ (Full Load) ເປັນຕົວກຳນົດ ເຊັ່ນ 120% ຂອງກະຮະແສໂຫດຕົ້ນ ເປັນຕົ້ນ

ຮູ້ເລີຍໆປຶ້ອງກັນກະຮະແສກາວດໍາເກີນ – ຄ່າ Pickup ຈະກຳນົດໄວ້ຕໍ່າ ເພື່ອໃຫ້ໄວ້ຕ່ອງການພິດພ່ອງລົງ ກາວດໍາເຕັ້ມຕົ້ນສູງກວ່າກະຮະແສໄໝ່ສົມດຸດ (Unbalance Current)

2.8 ຮູ້ເລີຍໆຜລຕ່າງ (Differential Relay)

ໜ້າທີ່ໜັກ ຄື່ອ ຕຽບສອບຄວາມແຕກຕ່າງຂອງກະຮະແສທີ່ໄຫລເຂົ້າແລະອອກຈາກອຸປະກອນທີ່ຮູ້ເລີຍໆ ປຶ້ອງກັນອູ້ດ້າແຕກຕ່າງກັນ ໂກນີ້ເກີນຄ່າທີ່ດັ່ງກ່າວໄວ້ໜ້າຍລຶ່ງ ໄນມີການພິດພ່ອງເນື່ອງຈາກຮູ້ເລີຍໆໃຊ້ກະຮະແສຈາກ ໜ້ຳອໝາຍແປ່ງທັງ 2 ດ້ານ ດັ່ງນັ້ນຕໍ່າແນ່ນໜ້ຳອໝາຍແປ່ງກະຮະແສ ຈຶ່ງເປັນຕົວກຳນົດພື້ນທີ່ກຳນົດປຶ້ອງກັນ

ການຕຽບສອບຄ່າກະຮະແສທີ່ແຕກຕ່າງກັນຂອງຮູ້ເລີຍໆ ໄນໄດ້ເຫັນແວ່ນາດຂອງກະຮະແສ ແຕ່ຕ້ອງເຫັນມູນ ຂອງກະຮະແສດ້ວຍ ເພຣະການຕ່ອ້າມ້ອໝາຍແປ່ງແບບທີ່ໄນ້ໃຊ້ ເຄລຕ້າ-ເຄລຕ້າ ອົງລົງ ສຕາර-ສຕາර ມີເຮືອງຂອງມູນ ເຟສເລື່ອນດ້ວຍ ດັ່ງນັ້ນການຕ່ອ້າມ້ອໝາຍແປ່ງກະຮະແສຂອງແຕ່ລະຝ່າງມາເຂົ້າຮູ້ເລີຍໆຈຶ່ງຕ້ອງແກ້ໄຂເຮືອງ ມູນເຟສ ເລື່ອນເສມອ ມີໜັກດັ່ງນີ້

2.8.1 ເມື່ອໜ້ຳອໝາຍແປ່ງຕ່ອບແບບສຕາර ໃຫ້ກຳນົດຕ່ອ້າມ້ອໝາຍແປ່ງກະຮະແສແບບເຄລຕ້າ

2.8.2 ເມື່ອໜ້ຳອໝາຍແປ່ງຕ່ອບແບບເຄລຕ້າ ໃຫ້ກຳນົດຕ່ອ້າມ້ອໝາຍແປ່ງກະຮະແສແບບສຕາර

ໃນກຣັນທີ່ໄໝສາມາດຫາອັຕຣາສ່ວນໜ້ຳອໝາຍແປ່ງກະຮະແສທີ່ເທົ່າກັນ ເພື່ອລົດນາດຂອງກະຮະແສເຂົ້າຮູ້ເລີຍໆ ຈໍາເປັນຕົອງໃໝ່ ໜ້ຳອໝາຍແປ່ງກະຮະແສ ຕັ້ງໜ້າຍ (Aux. CT) ມາໜ້າຍປ່ຽນນາດໃຫ້ເໜັນສົມ (ຫາກເປັນຮູ້ເລີຍໆ ແບບດິຈິທັກ ໄນຈຳເປັນຕົອງໃໝ່ ເນື່ອຈາກມີຄ່າພາຣາມີເຕອຮ່ື່ງສາມາດທົດແທນກັນໄດ້ໃຫ້ຕັ້ງຄ່າ) ຕັ້ງຢ່າງ ການກຳນົດ

ให้ห้าอัตราส่วนหม้อแปลงกระแสหม้อแปลงกระแส และอัตราส่วนหม้อแปลงกระแสหม้อแปลงกระแสตัวช่วย เพื่อให้มีกระแสเข้ารีเลย์ฟิล์ม 5 A หม้อแปลงขนาด 115 kV / 22 kV, Dyn1, 50 MVA

$$\text{จาก } I_{\text{Full Load}} = \frac{\text{MVA}}{\sqrt{3}\text{kV}}$$

$I_{\text{Full Load}}$ ด้านแรงดันสูง เท่ากับ 251 A

$I_{\text{Full Load}}$ ด้านแรงดันต่ำ เท่ากับ 1312 A

เลือกใช้อัตราส่วนหม้อแปลงกระแสด้านแรงดันสูง 400/5 ต่อแบบสตาร์

อัตราส่วนหม้อแปลงกระแสด้านแรงดันต่ำ 2000/5 ต่อแบบสตาร์

ในกรณีนี้จะใช้ หม้อแปลงกระแสตัวช่วยในการปรับขนาดและมุมกระแส จึงใช้การต่อแบบสตาร์ทั้ง 2 ด้าน

2.9 ผลของเวกเตอร์กรุ๊ป (Vector Group)

จากการที่ขดลวดของหม้อแปลงมีการต่อแบบต่างๆ เช่น สตาร์-เดลต้า ทำให้แรงดันและกระแสทั้ง 2 ฝั่งของหม้อแปลงมีการเปลี่ยนแปลงมุมทางไฟฟ้าไปด้วย ตัวอย่างเช่น หม้อแปลง Yd1 จะมีมุมทางไฟฟ้าดังนี้ (ด้านแรงดันต่ำ จะล้าหลัง (Lag) ด้านแรงดันสูง อยู่ 1 นาพิกา หรือ 30 องศา)

$$I_A \text{ มุม } 0 \text{ องศา } I_a \text{ มุม } -30 \text{ องศา}$$

$$I_B \text{ มุม } -120 \text{ องศา } I_b \text{ มุม } -150 \text{ องศา}$$

$$I_C \text{ มุม } 120 \text{ องศา } I_c \text{ มุม } 90 \text{ องศา}$$

จะเห็นว่าถ้าไม่มีการแก้เรื่องมุมเลื่อนเฟส (Phase Shift) และกระแสที่เข้า Relay ทั้ง 2 ฝั่ง จะมีมุมต่างกัน ทำให้มีผลต่างกระแสอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นสาเหตุให้รีเลย์ทำงานผิดพลาดได้

2.10 ผลของกระแสพุ่งเข้า (Inrush Current)

กระแสพุ่งเข้าเป็นกระแสชนิดหนึ่งที่เกิดตอนที่มีการปิดวงจรด้วยเบรกเกอร์ทางด้านแรงดันสูง เพื่อจ่ายไฟให้หม้อแปลงขณะไม่มีโหลด (จ่ายไฟด้านเดียวให้หม้อแปลง และเบรกเกอร์ด้านแรงดันต่ำอยู่) กระแสชนิดนี้มีองค์ประกอบเป็นชาร์มอนิกอันดับที่ 2 (Second harmonic) เป็นส่วนใหญ่ (100 Hz) เนื่องจากเป็นกระแสที่เกิดด้านเดียวของหม้อแปลงที่เบรกเกอร์มีการปิดวงจรจึงอาจทำให้รีเลย์ผลต่าง ซึ่งวัดผลต่างของกระแส 2 ด้านทำงานผิดได้ (อีกด้านไม่มีกระแส) ดังนั้นรีเลย์ที่ดี

จึงต้องมีคุณสมบัติแยกแยะกระแสนี้ออกจากกระแสพิเศษได้ คือ ถ้ามีกระแสผลต่าง (Diff. Current) จากกระแสพิเศษเริ่มเดย์ต้องเปิดวงจรได้ แต่ถ้าเป็นผลต่างกระแสจากกระแสพุ่งเข้าไปเริ่มเดย์จะต้องปิดกันการเปิดวงจนเนื่องจากไม่ใช่กระแสพิเศษ

2.11 รีเลย์ผลต่างไบแอส (Bias Differential Relay)

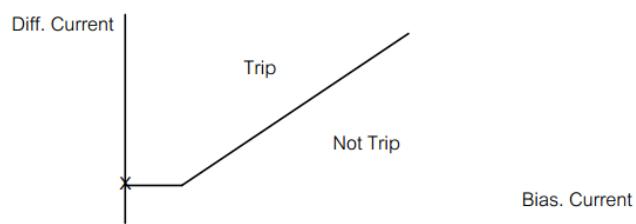
เนื่องจากการทำงานของรีเลย์ผลต่างอาศัยผลต่างของกระแส 2 ด้านของหม้อแปลงมาเปรียบเทียบกับค่าตั้งค่า ซึ่งมักจะตั้งไว้ประมาณ 30% ของกระแสใช้งานสูงสุดของรีเลย์ ซึ่งไม่สูงมากนัก บางครั้งอาจจะมีตัวประกอบอื่น ๆ ที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้โดยไม่มีการผิดพลาด คือ

2.11.1 ค่าคาดคะเนของหม้อแปลงกระแสทั้ง 2 ฝั่งต่างกัน

2.11.2 การเกิด CT Mismatch เนื่องจากอัตราส่วนหม้อแปลงกระแส และหม้อแปลงกระแสตัวช่วย ในของจริงไม่ตรงกับที่คำนวณ

2.11.3 การทำงานปกติ เช่น การเปลี่ยนขดลวดหม้อแปลง ซึ่งมักจะเปลี่ยนเพียงด้านเดียวของหม้อแปลง

ผลทั้ง 3 นี้จะนำไปสู่การทำงานผิดพลาดของรีเลย์ได้ รีเลย์จึงต้องมีคุณสมบัติที่เรียกว่าความชัน (Slope) ขึ้นมา โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของกระแสไบแอส และกระแสผลต่าง ก่อนให้อาต์พุตออกไป แทนการพิจารณาแต่กระแสผลต่างอย่างเดียว



ภาพที่ 2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสผลต่างกับกระแสไบแอส

(ที่มา : <http://www.aida-engineering.co.th/download/subs/ch10.pdf>)

Diff. Current คือ ผลต่างของกระแสระหว่าง 2 ฝั่งของหม้อแปลง (กระแสด้านแรงดันสูง ลบด้วยกระแสด้านแรงดันต่ำ)

Bias. Current คือ ผลเฉลี่ยของกระแสระหว่าง 2 ฝั่งของ母ข้อแปลง (กระแสด้านแรงสูงรวมกับกระแสด้านแรงต่ำ แล้วนำมาหาร 2)

จากภาพที่ 2-2 ค่าการทำงานของรีเลย์จะสูงขึ้นตามกระแสที่ผ่าน母ข้อแปลง (Through Current) เช่นเมื่อตอนจ่ายโหลดปกติ หรือเกิดการผิดพร่องนอกขอบเขตป้องกันทำให้รีเลย์มีเต็มอิ่มราษฎร์ขึ้น หลักการทำงานเปิดวงจรผิดได้

2.12 การป้องกันบัสบาร์ (Busbar Protection)

บัสบาร์ (Busbar) เป็นจุดเชื่อมต่อของอุปกรณ์ในสถานีไฟฟ้า ดังนั้นมีเกิดการผิดพร่องขึ้นที่บัส (Bus) จึงเป็นจุดที่มีกระแสผิดพร่องสูงสุด รีเลย์ที่ใช้ป้องกันบัสจึงต้องเป็นรีเลย์ที่มีความน่าเชื่อถือสูงมากเพื่อให้แยกแยะระหว่างการผิดพร่องภายในบัสและนอกบัสได้ ลักษณะของรีเลย์ผลต่างบัสบาร์ (Bus Differential Relay) แบ่งได้ 2 แบบคือ

2.12.1 แบบอิมพีเดนซ์สูง (High Impedance)

เป็นรีเลย์ที่มีโครงสร้างภายใน เป็นอิมพีเดนซ์สูง โดยตรวจจับกระแสจากทุก เบย์ (Bay) นาร่วมกันที่ตัวรีเลย์ ในลักษณะนานาหม้อแปลงกระแสของแต่ละเฟส ดังนี้ในแต่ละเบย์ในภาวะปกติกระแสจะรวมกันกันเป็นศูนย์ แต่เมื่อเกิดการผิดพร่องที่บัสผลการรวมกันจะไม่เป็นศูนย์ เพราะมีแต่กระแสไหลเข้าบัสอย่างเดียวไม่มีกระแสออกจากบัส จึงต้องใช้อัตราส่วนหม้อแปลงกระแสเท่ากัน คลาสเดียวกัน และควรเป็นอัตราส่วนสูงสุดของหม้อแปลงกระแสแต่ละเบย์ด้วย

การตั้งค่ารีเลย์จะสมมุติให้หม้อแปลงกระแสตัวหนึ่งเกิดการอิ่มตัว และคำนวณแรงดันต่อกครรุ่นรีเลย์จนถึงหม้อแปลงกระแสตัวนั้น ดังนั้นข้อมูลที่ต้องรู้เพื่อนำมาคำนวณ คือ

CT Internal Resistance

ความยาวและความด้านทานของสาย ทางทุกดิยภูมิของหม้อแปลงกระแสmanyรีเลย์

กระแสผิดพร่อง (ค่าผิดพร่องต่ำสุดที่รีเลย์จะทำงาน ได้ขึ้นกับจำนวนหม้อแปลงกระแสที่นำมาขนาดนานกัน)

เมื่อคำนวณได้แล้วก็สามารถตั้งค่าแรงดันเริ่มทำ (Voltage Pick Up) ให้สูงกว่าค่าที่คำนวณได้เพื่อหลีกเลี่ยงการทำงานผิดของรีเลย์ กรณีเกิดการผิดพร่องภายนอก แล้วมีหม้อแปลงกระแสอิ่มตัวเกิดขึ้น แต่ถ้าเป็นการผิดพร่องภายใน แรงดันที่เกิดขึ้นกรรุ่นรีเลย์จะมีค่าสูงกว่าค่า

ที่ตั้งไว้มาก ทำให้รีเลย์สั่งเปิดวงจรได้ โดยทั่วไปมักจะมีแวริสเตอร์ต่อขนาดกับตัวรีเลย์ผลต่างบัส บาร์ไว้เพื่อจำกัดแรงดันไม่ให้ตัวรีเลย์เสียหาย

2.12.2 แบบอิมพีเดนซ์ต่ำ (Low Impedance)

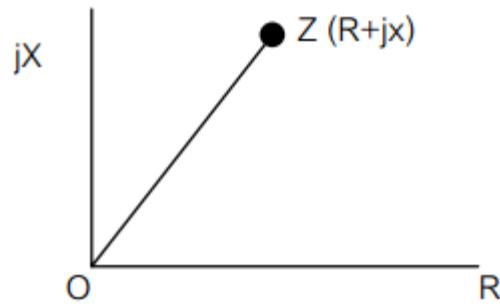
ตรวจสอบผลรวมของกระแสที่เข้าและออกบัสที่ป้องกันอยู่ โดยอาศัยการนำกระแสทุกตัวของหม้อแปลงกระแสแต่ละเบย์เข้ามาร่วมกันภายในรีเลย์ (แต่ไม่มีการขนาดหม้อแปลงกระแสเหมือนแบบอิมพีเดนซ์ต่ำ) ดังนั้นอัตราส่วนหม้อแปลงกระแสของแต่ละเบย์ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน เนื่องจากจะมีหม้อแปลงขับคู่ (Matching Transformer) (คล้ายหม้อแปลงกระแสตัวช่วย) อยู่ภายใน เพื่อปรับขนาดอยู่แล้ว มักจะพบรีเลย์ประเภทนี้กับการจัดบัสแบบ 2 บัสบาร์ 1 เบรกเกอร์ (Double Bus Single Breaker) ซึ่งต้องมีการทำสวิตช์ชิ้ง (Switching) ย้ายบัสอยู่บ่อย ๆ

การทำงานของรีเลย์ผลต่างบัสบาร์ทั้ง 2 ประเภท จะให้อาต์พุตออกมาลงรีเลย์ล็อกอาต์ (86B) เพื่อนำมา เปิดวงจรหรืออินเตอร์ล็อกเบรกเกอร์ทุกตัวที่ติดกับบัสที่ผิดพร่อง แต่จะมีการจัดบัสในรูปบัสบาร์วงแหวน (Ring Bus) แบบเดียวที่ไม่จำเป็นต้องใช้รีเลย์ผลต่างบัสบาร์

2.13 การป้องกันสายสั่ง (Transmission Line Protection)

ในการป้องกันสายสั่งที่มีค่าอิมพีเดนซ์ (Impedance) ประมาณขนาดของความยาวของสายสั่ง นั้นเราจะใช้รีเลย์ระยะทาง (Distance Relay, 21) เป็นตัวป้องกัน โดยต้องมีอินพุตมาให้รีเลย์ 2 ชนิด คือ แรงดันจากหม้อแปลงแรงดันและกระแสจากหม้อแปลงกระแส ในอีกด้านการป้องกันสายสั่งมักจะใช้รีเลย์ป้องกันกระแสเกิน แต่เมื่อระบบขยายตัวขึ้นก็พบว่ารีเลย์ป้องกันกระแสเกินไม่สามารถป้องกันได้ จึงเปลี่ยนมาใช้รีเลย์ระยะทางแทนเนื่องจากง่ายในการทำการทำงานร่วมกันในระบบที่เป็นสายแบบลูป (Loop Line) และมีหลายแหล่งจ่าย ขณะเดียวกันก็ไม่ต้องคำนวณค่า การตั้งค่าและการทำงานร่วมกันใหม่เมื่อกระแสผิดพร่องเปลี่ยนไปด้วย

เนื่องจากค่าอิมพีเดนซ์ของสายสั่งประกอบด้วยค่าความต้านทาน (Resistance) และค่ารีแอคтанซ์ (Reactance) ดังนั้นสามารถพล็อต (Plot) ค่าของสายสั่งลงในแผนภาพค่าความต้านทานกับค่ารีแอคแทนซ์ (R-X Diagram) ได้ ดังนี้

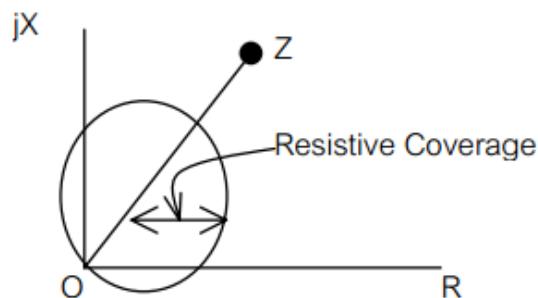


ภาพที่ 2-3 แผนภาพค่าความต้านทานกับค่ารีแอคเตนท์

(ที่มา : <http://www.aida-engineering.co.th/download/subs/ch10.pdf>)

รีเลย์ที่ใช้ป้องกันสายส่งมีคุณลักษณะแบบต่าง ๆ ดังนี้

2.13.1 แบบโอม (Mho)

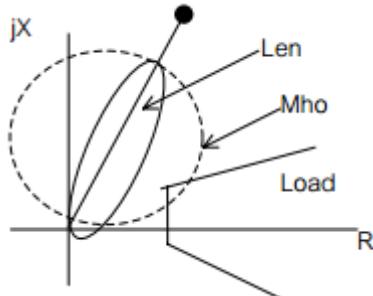


ภาพที่ 2-4 แผนภาพขอบเขตการป้องกันแบบโอม

(ที่มา : <http://www.aida-engineering.co.th/download/subs/ch10.pdf>)

ใช้ป้องกันสายส่งระยะกลางถึงยาว ไม่เหมาะสมกับสายสั้น เนื่องจากจะมีการครอบคลุมค่าความต้านทาน (Resistive Coverage) แคบลงและให้ค่าคลาดเคลื่อนที่สูง

2.13.2 แบบเลนส์ (Lenticular)

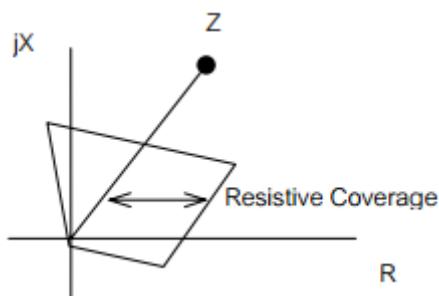


ภาพที่ 2-5 แผนภาพของเขตการป้องกันแบบเลนส์

(ที่มา : <http://www.aida-engineering.co.th/download/subs/ch10.pdf>)

เป็นรูปเลนส์ไว้แก้ปัญหาที่เกิดกับแบบโโน่ กรณีที่สายส่งยาวมากจะทำให้เปิดวงจรได้เมื่อมีโหลดสูงๆ แบบเลนส์สามารถตั้งค่าของเขตการป้องกันสายส่งได้เท่าเดิม โดยลดผลกระทบของโหลดได้แต่ทั้งแบบโโน่ และแบบเลนส์ไม่สามารถป้องกันการเปิดวงจรเมื่อเกิดการแกว่งของกำลัง (Power Swing) ที่เข้ามานำไปของเขตการป้องกันได้ ต้องมีรีเลย์ป้องกันการแกว่งของกำลังเป็นตัวป้องกันอีกด้วย

2.13.3 แบบควาด (Quadrilateral)



ภาพที่ 2-6 แผนภาพของเขตการป้องกันแบบรูปสี่เหลี่ยม

(ที่มา : <http://www.aida-engineering.co.th/download/subs/ch10.pdf>)

เป็นรีเลย์ที่สามารถปรับค่าการครอบคลุมค่าความด้านทานให้กว้างตามความเหมาะสม กับค่าความด้านทานขณะอาร์คได้ตลอดความยาวของสายส่ง

ในการใช้งานรีเลย์ระยะทางทุกประเภทมีข้อจำกัด คือ ใช้กับสายส่งสั้น ๆ ไม่ได้ เนื่องจาก การตั้งค่าพารามิเตอร์ของรีเลย์อาจมีค่าคลาดเคลื่อนสูง เมื่อเกิดการผิดพร่องแบบ 3 เฟส ใกล้ ๆ อาจจะทำงานผิดพลาด ถ้าไม่มีฟังก์ชันการจดจำ (Memory Function) และการจัด องค์ประกอบของสายส่งอาจส่งผลต่อรีเลย์

เนื่องจากรีเลย์ระยะทางใช้ป้องกันสายส่ง ซึ่งมีค่าอิมพีเดนซ์สายอยู่ในระดับสูง ดังนั้นจึงต้อง แปลงค่าอิมพีเดนซ์ให้อยู่ในรูปที่สามารถตั้งค่าในรีเลย์ได้

$$Z_{\text{Secondary}} = Z_{\text{Primary}} \times \frac{CT_{\text{Ratio}}}{VT_{\text{Ratio}}}$$

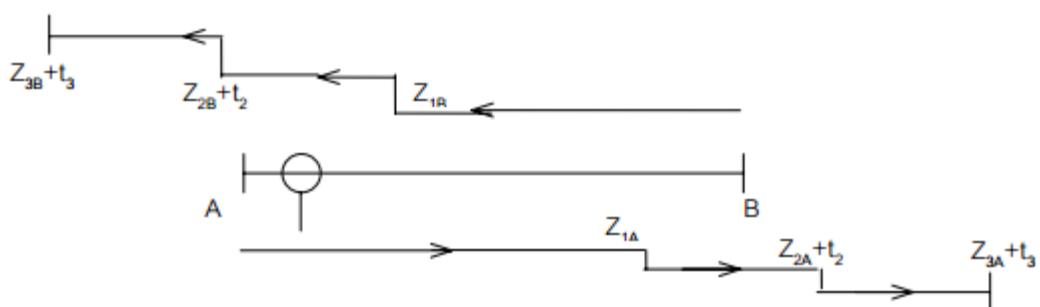
เมื่อ $Z_{\text{Secondary}}$ คือ อิมพีเดนซ์ผ่านทุติยภูมิ

Z_{Primary} คือ อิมพีเดนซ์ผ่านทุติยภูมิ

CT_{Ratio} คือ อัตราส่วนหม้อแปลงกระแส

VT_{Ratio} คือ อัตราส่วนหม้อแปลงแรงดัน

2.14 ขอบเขตการป้องกันของรีเลย์ระยะทาง



ภาพที่ 2-7 ขอบเขตการป้องกันของรีเลย์ระยะทาง

(ที่มา : <http://www.aida-engineering.co.th/download/subs/ch10.pdf>)

จากบัส A มองไปที่บัส จะมี 3 ขอบเขตการป้องกัน (และ B มองไปที่ A จะมี 3 ขอบเขตการป้องกันเช่นกัน) เมื่อขอบการป้องกันที่ 1 (Z_{1A}, Z_{1B}) เห็นการผิดพร่องจะทำการเปิดวงจรทันที ในขณะขอบเขตการป้องกันที่ 2 และ ขอบเขตการป้องกันที่ 3 จะมีการหน่วงเวลา

ขอบเขตการป้องกันที่ 1 จะตั้งค่าไม่เกิน 80% ถึง 90% ของอิมพีเดนซ์สายส่ง เนื่องจากไม่ต้องการให้เกิดการเปิดวงจรจากการมองเกิน (Overreach Trip) ขณะเกิดการผิดพร่องในสายส่งส่วนถัดไป

ขอบเขตการป้องกันที่ 2 จะตั้งค่าประมาณ 120% ถึง 150% ของอิมพีเดนซ์สายส่ง เพื่อเป็นการป้องกันสำรองให้กับขอบเขตการป้องกันที่ 1 และส่วนที่ขอบเขตการป้องกันที่ 1 มองไม่เห็น แต่ต้องตรวจสอบว่าค่าที่ตั้งไว้ไม่ครอบคลุมถึงหม้อแปลง เนื่องจากจะเป็นการทำงานเกินหน้าที่

ขอบเขตการป้องกันที่ 3 ควรตั้งค่ามากกว่าขอบเขตการป้องกันที่ 2 เพื่อเป็นการป้องกันสำรองให้กับทั้ง 2 ขอบเขตการป้องกัน

เนื่องจากสถานส่งลั่น ๆ จะมีปัญหาในการตั้งค่าและการทำงานของวีเลเยอร์ระยะทาง จึงใช้วีเลเยอร์ผลต่างกระแสสายส่ง (Line Current Differential) แทน เนื่องจากมีความสามารถในการแยกแยะที่ดีกว่า

การเกิดการผิดพร่องแบบ หนึ่งเฟลสลงกราวด์ (Single Line to Ground Fault) จะมีค่าความต้านทานดินมากกว่าข้องด้วย จึงต้องมีการชดเชยค่านี้ออกໄไป เพื่อให้รีเลย์เห็นความต้านทานของสายส่งเพียงอย่างเดียว โดยค่าชดเชย จะเป็นองค์ประกอบตัวหนึ่ง เรียกว่า K_0 หรือ K_N (Residual Compensation Factor)

$$K_0 = \frac{1}{3} \left(\frac{Z_0}{Z_1} - 1 \right)$$

เมื่อ Z_0 คือ อิมพีเดนซ์ลำดับเฟลสูนของสายส่ง

Z_1 คือ อิมพีเดนซ์ลำดับเฟลสูบกของสายส่ง

2.15 เบรกเกอร์ไฟล (Breaker Failure)

เป็นการป้องกันสำรองในกรณีที่การป้องกันหลักสั่งเปิดวงจร แต่การผิดพร่องยังไม่ถูกกำจัดเนื่องจากเบรกเกอร์ไม่สามารถปิดวงจรได้ จึงต้องมีระบบป้องกันไม่ให้กระแสผิดพร่องไหลไปยังเบรกเกอร์ที่ชำรุดและจุดที่เกิดการผิดพร่อง โดยสั่งเปิดวงจรเบรกเกอร์ทุกตัวที่เกี่ยวข้อง

2.16 รีเลย์ป้องกันกระแสเกินแบบมีทิศทาง (Directional O/C Relay)

เป็นรีเลย์ป้องกันกระแสเกินที่มีทิศทาง คือ สามารถเลือกทิศทางการปิดวงจรได้ว่าต้องการให้ปิดวงจรเมื่อกระแสผิดพร่องอยู่ด้านใด หลักการทำงาน คือ การเปรียบเทียบมุมทางไฟฟ้าของกระแสที่เข้ามากับปริมาณที่มีทิศทางคงที่ เรียกว่า ปริมาณที่มีข้อ (Polarizing Quantity) ซึ่งอาจเป็นกระแสหรือแรงดันก็ได้ ถ้ากระแสที่เข้าตัวรีเลย์ทำมุมกับปริมาณที่มีข้อ ตามเงื่อนไขที่สามารถปิดวงจรได้ โดยค่ากระแสต้องมากกว่าค่ากระแสเริ่มทำงานของรีเลย์

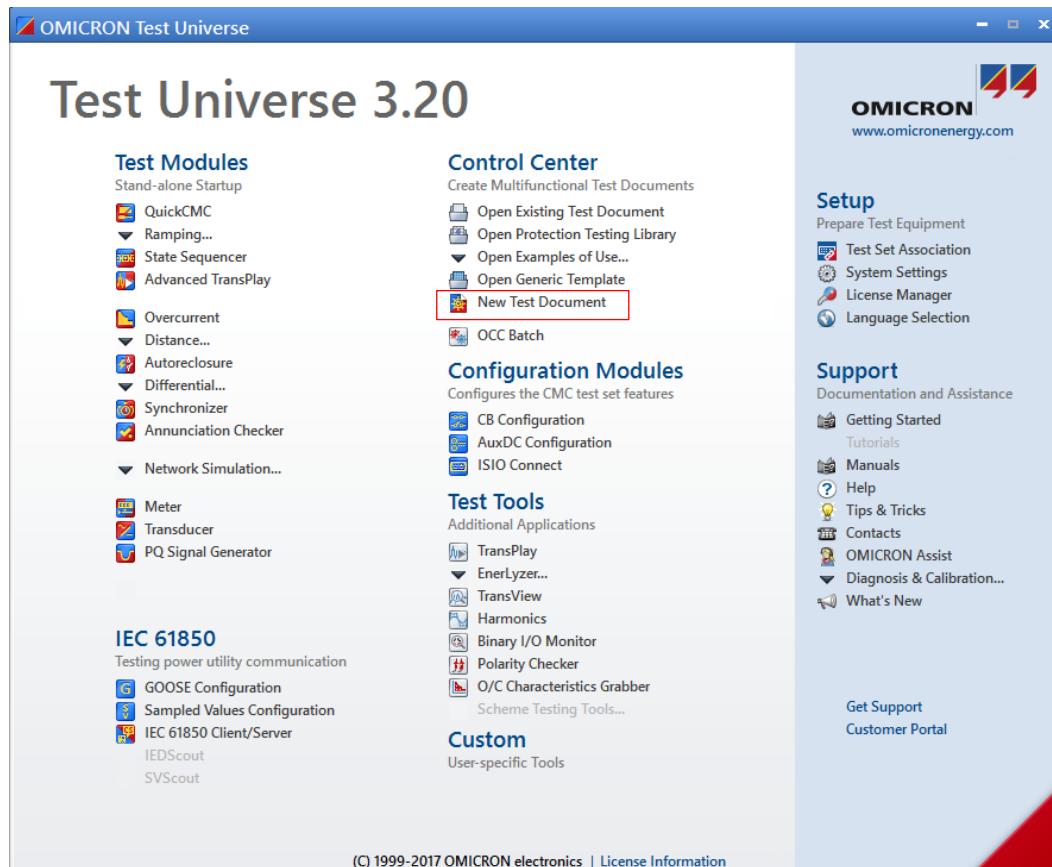
บทที่ 3

การเตรียมโปรแกรมก่อนการทดสอบรีเลย์

3.1 การตั้งค่าอุปกรณ์ทดสอบในโปรแกรม Test Universe

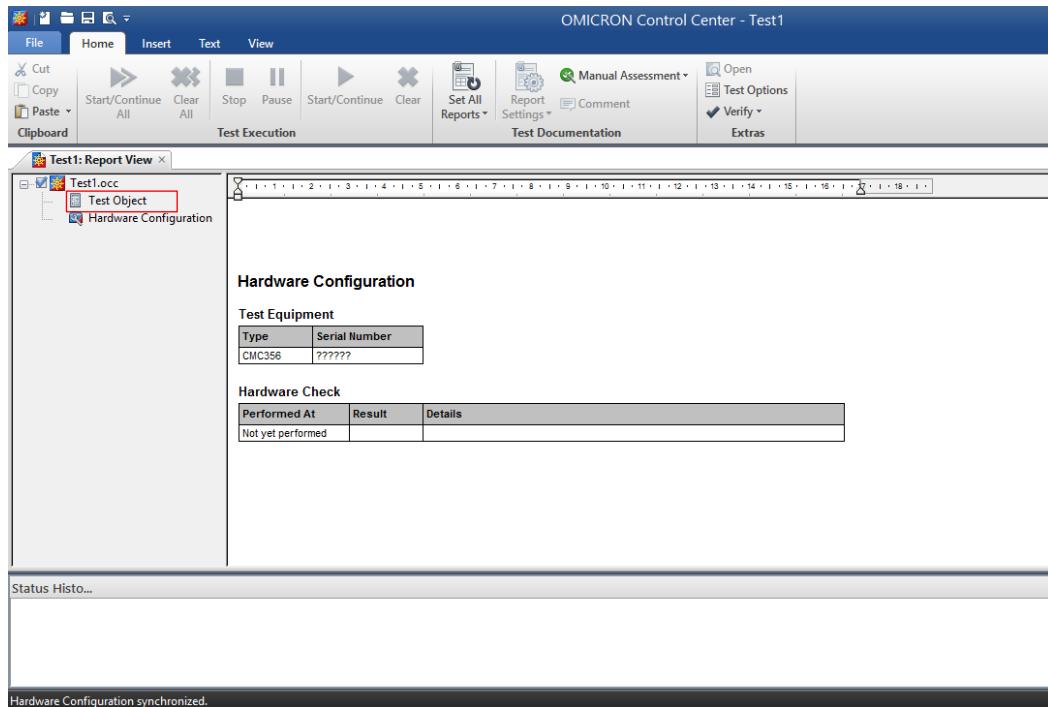
โปรแกรมที่ใช้งาน จะเป็นโปรแกรมที่มีชื่อว่า Omicron Test Universe เมื่อเปิดโปรแกรมจะแสดงหน้าต่างเพื่อใช้งานรูปแบบต่างๆ เพื่อการจัดเก็บการทดสอบอย่างเป็นรูปแบบ และสามารถแยกหมวดหมู่การทดสอบได้ จึงใช้ Omicron Control Center ในการสร้างไฟล์ทดสอบ โดยมีขั้นตอนในการสร้างไฟล์และตั้งค่าทั่วไปในการทดสอบดังนี้

กดที่ New Test Document เพื่อสร้างไฟล์ .OCC(Omicron Control Center)



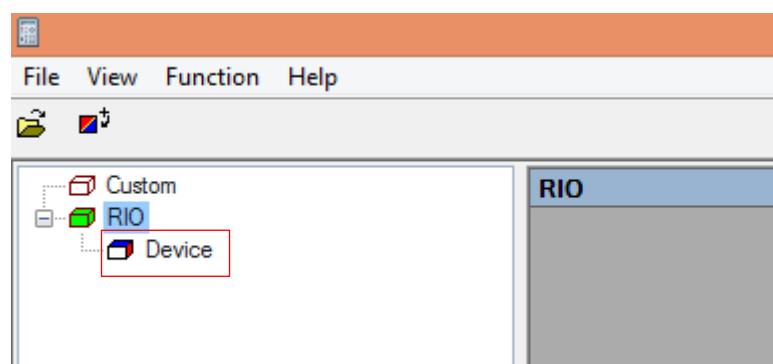
ภาพที่ 3-1 แสดงตำแหน่งของปุ่ม New Test Document

ทำการตั้งค่ารีเลย์ที่ทดสอบให้ตรงตามที่ระบุ โดยดับเบิลคลิกที่ Test Object



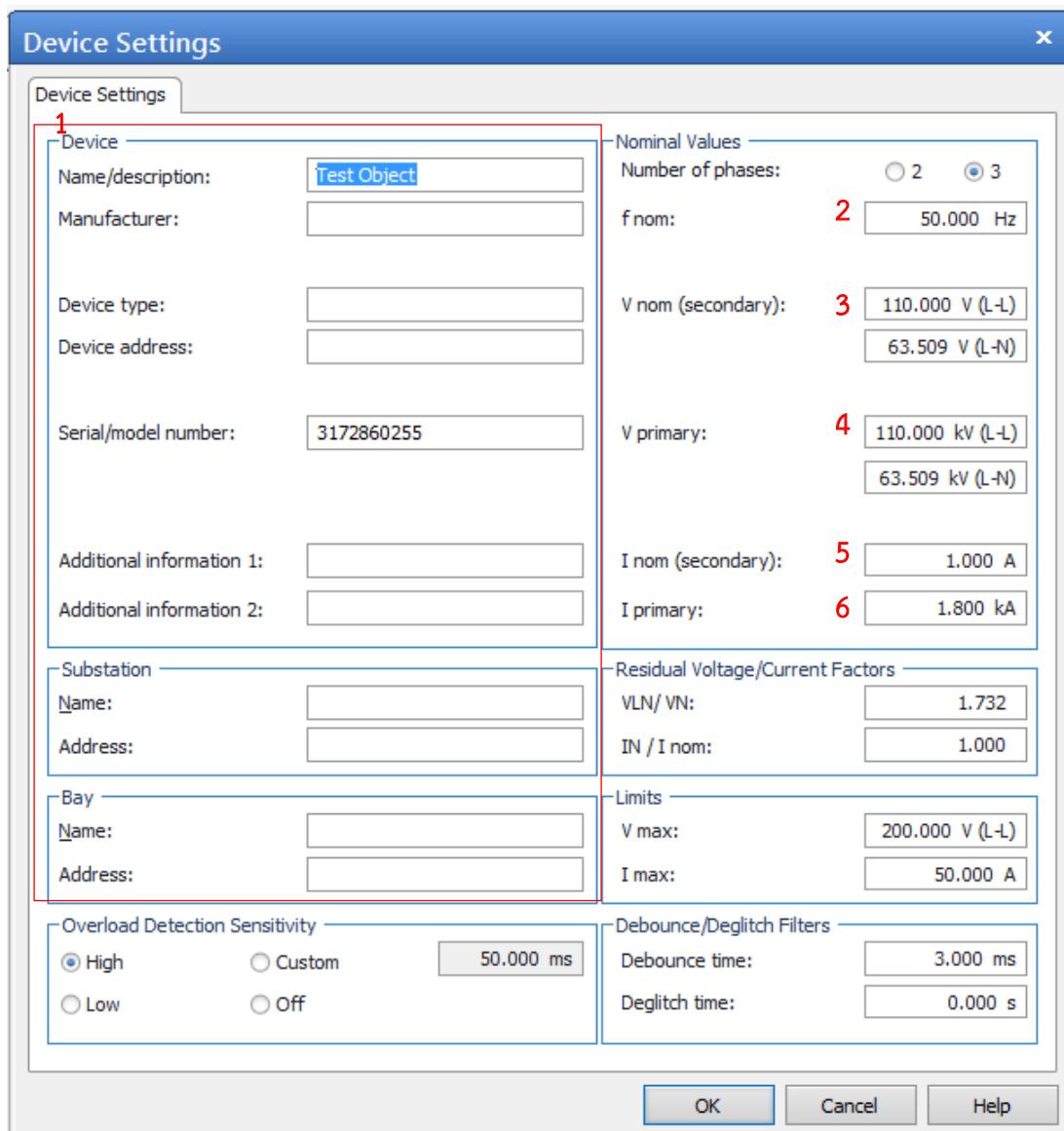
ภาพที่ 3-2 หน้าต่างการใช้งาน Omicron Control Center

จากนั้น ดับเบิลคลิกที่ Device



ภาพที่ 3-3 หน้าต่างการใช้งาน Test Object

จะได้หน้าต่างดังภาพที่ 3-4



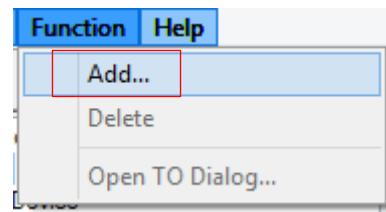
ภาพที่ 3-4 หน้าต่าง Device Setting

- โดย 1.) ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย ชื่อ ผู้ผลิต ประเภทของอุปกรณ์ หมายเดิมผลิตภัณฑ์ และข้อมูลเพิ่มเติม
- 2.) ความถี่ที่ใช้งาน
 - 3.) แรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)
 - 4.) แรงดันด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)

5.) กระแสด้านทุติยกมิของหม้อแปลงกระแส (Current Transformer)

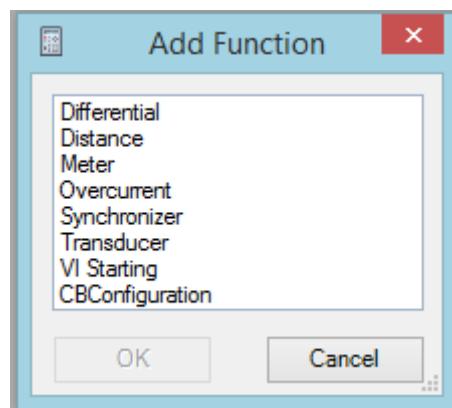
6.) กระแสด้านปฐมกมิของหม้อแปลงกระแส (Current Transformer)

ทำการเลือกฟังก์ชันของอุปกรณ์ที่ต้องการทำทดสอบ(สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ฟังก์ชัน) โดยกดที่เดบ Function จากนั้นกดปุ่ม Add..



ภาพที่ 3-5 แสดงตำแหน่งของปุ่ม Add...

จะปรากฏหน้าต่างดังภาพที่ 3-6 เลือกฟังก์ชันที่ต้องการทำทดสอบ (การตั้งค่าของแต่ละฟังก์ชัน จะอธิบายในบทถัดไป)

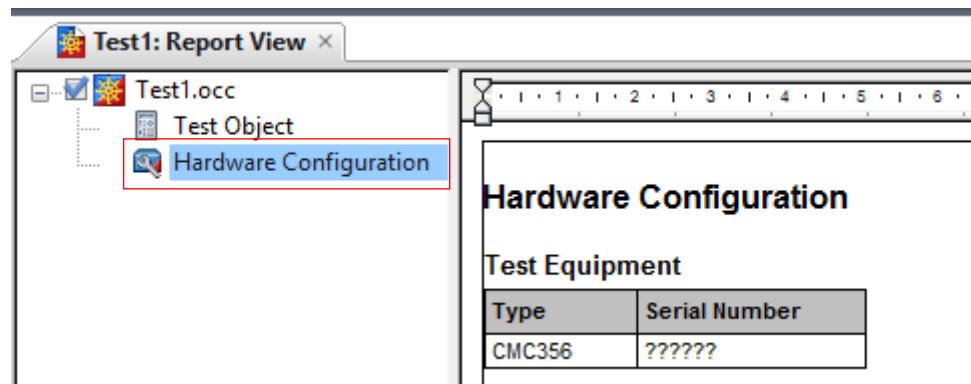


ภาพที่ 3-6 หน้าต่างแสดงการเพิ่มฟังก์ชันใน Test Object

3.2 การตั้งค่าเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์

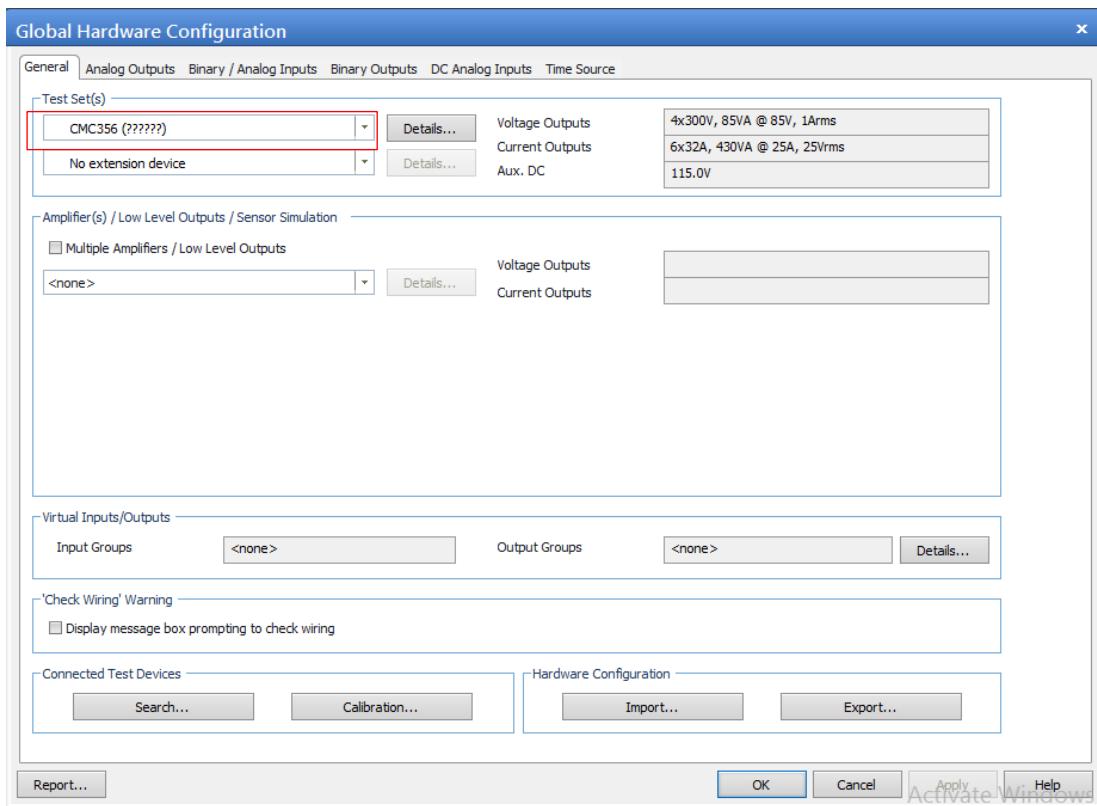
ก่อนการทดสอบนอกจากตั้งค่าอุปกรณ์ที่ต้องการทดสอบ จำเป็นต้องตั้งค่าเครื่องมือที่ใช้ทดสอบเพื่อให้โปรแกรมสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง มีขั้นตอนในการตั้งค่าดังนี้ตั้งค่าการใช้งานเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ โดยดับเบิลคลิกที่ Hardware Configuration

ตั้งค่าการใช้งานเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ โดยดับเบิลคลิกที่ Hardware Configuration



ภาพที่ 3-7 แสดงตำแหน่งของ Hardware Configuration

ทำการเลือกเครื่องมือที่จะใช้งาน ที่ช่อง Test Set(s) ดังภาพที่ 3-8 (อ้างอิงจากการทดสอบที่สถานีไฟฟ้าอยู่ปัจจุบัน ใช้เครื่อง Omicron CMC356 ในการทดสอบ)



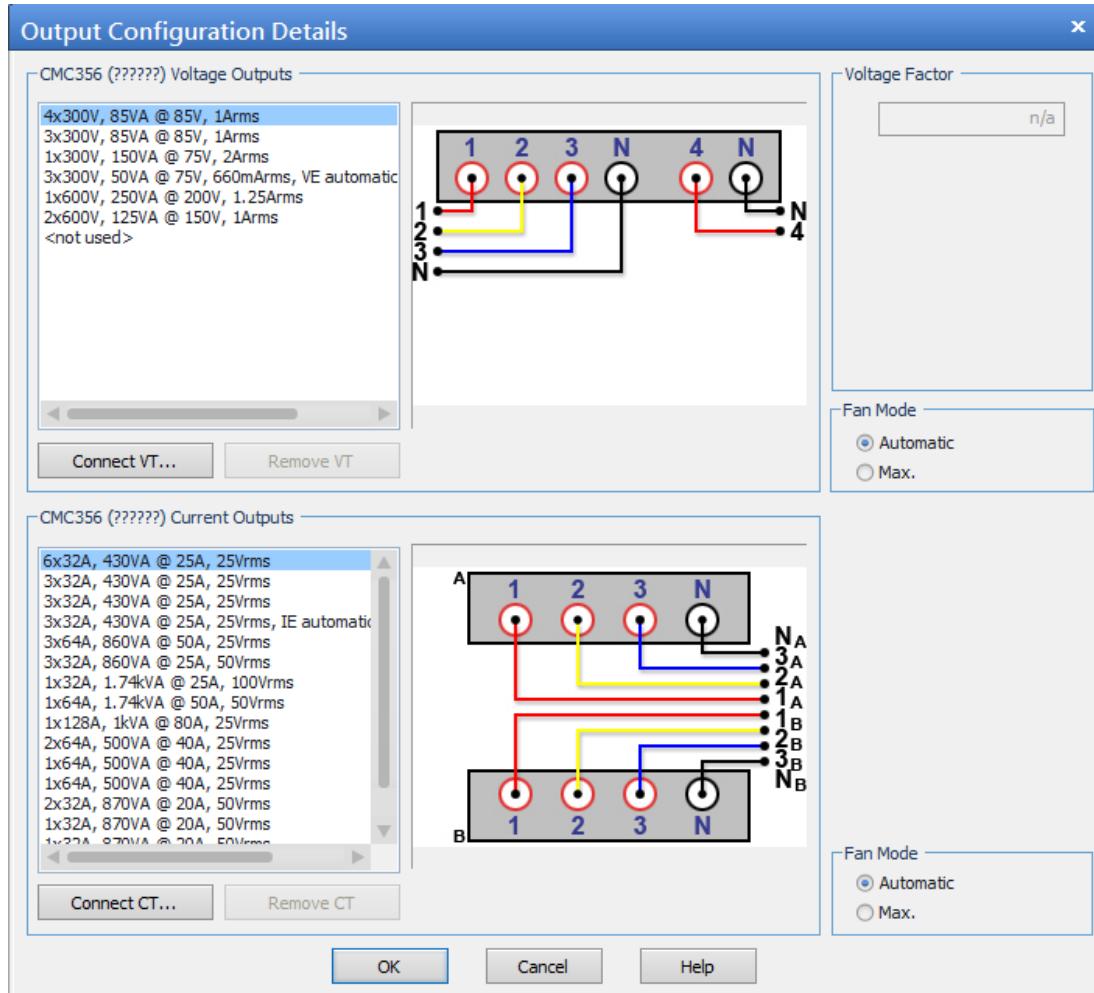
ภาพที่ 3-8 หน้าต่าง Hardware Configuration

จากนั้นกดที่ Details... เพื่อตั้งค่าการจ่ายกระแสและแรงดันของเครื่องมือ (ขึ้นอยู่กับวิธีการที่ผู้ทดสอบใช้ทำการทดสอบ)



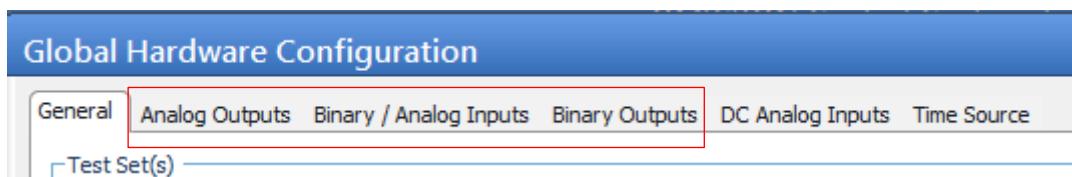
ภาพที่ 3-9 แสดงตำแหน่งของปุ่ม Details...

จะได้หน้าต่างดังภาพที่ 3-10



ภาพที่ 3-10 หน้าต่างการตั้งค่าการจ่ายกระแสและแรงดันของเครื่องมือทดสอบ

ตั้งค่าเอาต์พุตและอินพุตของเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ (ขึ้นอยู่กับพอร์ตของรีเลย์ เครื่อง Omicron ที่ใช้งาน และวิธีการที่ผู้ทดสอบใช้ทำการทดสอบ) สามารถตั้งค่าได้ในแบบ Analog Output, Analog/Binary Input, Binary Input



ภาพที่ 3-11 แสดงตำแหน่งของแดป Analog Output, Analog/Binary Input และ Binary Input

แดป Analog Outputs จะใช้กำหนดแรงดันและกระแสที่ต้องการจ่ายออกจากเครื่อง CMC ซึ่งสามารถเลือกพอร์ตที่ต้องการจ่ายแรงดัน หรือกระแสออกได้โดย ทำเครื่องหมาย ที่พอร์ตที่ต้องการจ่ายออก ตัวอย่างในภาพที่ 3-12 เมื่อมีการใช้งาน V L1-E จะจ่ายแรงดันออกที่พอร์ต VA ช่องที่ 1 ของเครื่อง CMC356

		CMC356 V A ??????			CMC356 V B ??????		CMC356 I A ??????				CMC356 I B ??????				
Display Name	Connection Terminal	1	2	3	N	1	N	1	2	3	N	1	2	3	N
V L1-E		X													
V L2-E			X												
V L3-E				X											
V(2)-1					X										
I L1							X								
I L2								X							
I L3									X						
I(2)-1											X				
I(2)-2												X			
I(2)-3													X		

ภาพที่ 3-12 หน้าต่าง Analog Outputs

แดป Analog/Binary Inputs ใช้กำหนดอินพุตที่มาจากการอ่านอก ซึ่งสามารถเลือกพอร์ตที่ต้องการใช้เป็นอินพุตของเครื่อง CMC ได้โดยทำเครื่องหมาย ที่พอร์ตที่ต้องการรับค่าเข้า ตัวอย่างในภาพที่ 3-13 หากมีการส่งสัญญาณเข้ามาที่พอร์ต Binary Input 1(ผิ่งบวก) สัญญาณที่ Bin. in 1 จะมีค่าเช่นเดียวกับพอร์ต Binary Input 1(ผิ่งบวก)

CMC356 ??????																			
		Function	Binary																
		Potential Free	<input checked="" type="checkbox"/>																
		Nominal Range																	
		Clamp Ratio																	
		Threshold																	
Display Name	Connection Terminal	1+	1-	2+	2-	3+	3-	4+	4-	5+	5-	6+	6-	7+	7-	8+	8-	9+	9-
Bin. in 1		X																	
Bin. in 2			X																
Bin. in 3				X															
Bin. in 4					X														
Bin. in 5						X													
Bin. in 6							X												
Bin. in 7								X											
Bin. in 8									X										
Bin. in 9										X									
Bin. in 10											X								
Bin. in 11												X							
Bin. in 12													X						

ภาพที่ 3-13 หน้าต่าง Analog/Binary Inputs

แบบ Binary Outputs ใช้กำหนดพอร์ตไบนารี่ที่ต้องการนำไปใช้งานโดยทำเครื่องหมาย ที่พอร์ตที่ต้องการใช้งาน ตัวอย่างในภาพที่ 3-14 ถ้ามีการใช้งาน Bin. out 1 จะส่งสัญญาณไบนารี่ออกที่พอร์ต Binary Output 1 (ฝั่งขวา)

		CMC356 ??????												
Display Name	Connection Terminal	Relay Outputs								Transistor Outputs				
		1+	1-	2+	2-	3+	3-	4+	4-	11	12	13	14	N
Bin. out 1		X												
Bin. out 2			X											
Bin. out 3				X										
Bin. out 4					X									
Bin. out 5						X								
Bin. out 6							X							
Bin. out 7								X						
Bin. out 8									X					

ภาพที่ 3-14 หน้าต่าง Binary Outputs

บทที่ 4

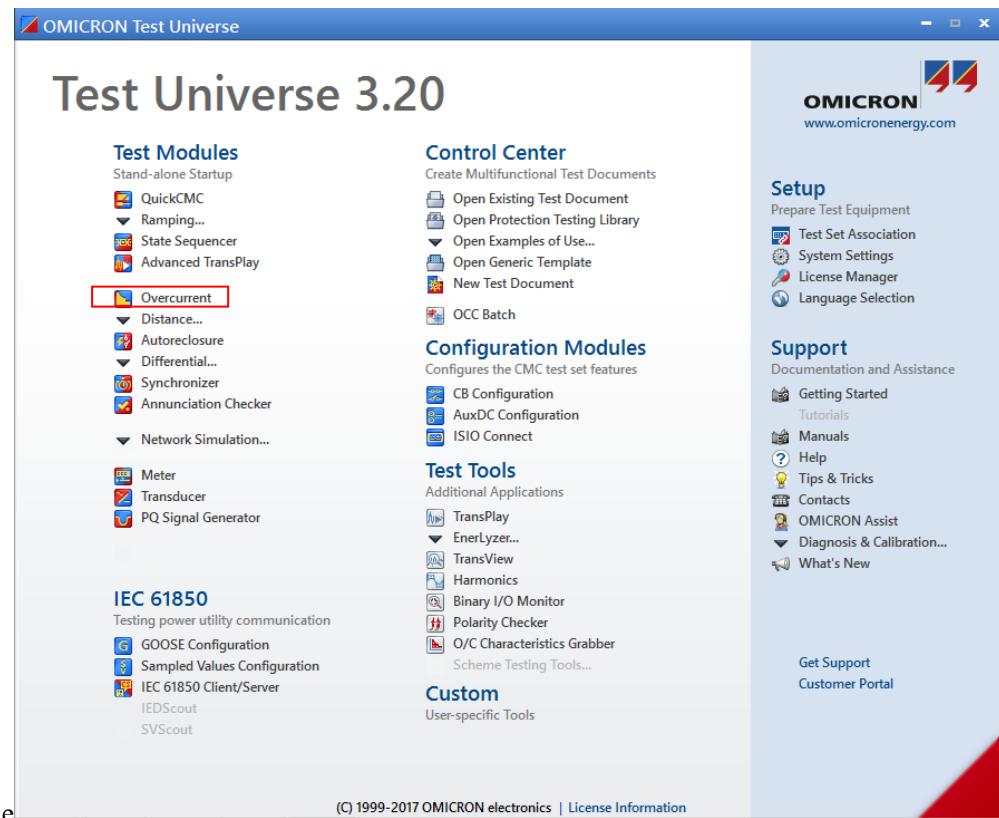
การใช้โปรแกรม OMICRON Test Universe เพื่อทดสอบรีเลย์

4.1 การทดสอบรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน (Overcurrent Relay)

ในการทดสอบรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน จะทำการทดสอบการทำงานของรีเลย์ว่าสามารถป้องกันกระแสพิเศษได้ตามที่ตั้งค่าไว้หรือไม่ โดยการป้อนกระแสพิเศษร่วงให้กับรีเลย์รีเลย์ต้องจำจัดกระแสพิเศษร่วงตามเวลาที่กำหนด เครื่องมือที่ใช้ทดสอบมีหลากหลายยี่ห้อ ในที่นี้เลือกใช้การทดสอบด้วยเครื่องมือทดสอบรีเลย์ Omicron CMC 356 โดยเป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ร่วมกับเครื่องมือซึ่งโปรแกรมที่ใช้คือ OMICRON Test Universe 3.20 โปรแกรมนี้จะมีเค้าโครงรูปแบบในการทดสอบรีเลย์แต่ละชนิดไว้ให้ใช้งานสะดวกยิ่งขึ้น

การทดสอบรีเลย์ป้องกันกระแสเกินมีจุดประสงค์การทดสอบหลักคือ ทดสอบเพื่อหากระแสเริ่มทำงาน และทดสอบเพื่อหาจุดการตัดกระแสพิเศษร่วงตามค่าที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ยังมีการทดสอบฟังก์ชันการทำงานอื่นร่วมกับรีเลย์อิก เช่น ฟังก์ชันเบรกเกอร์เฟล (Breaker Failure:50BF อ้างอิงจากสถานีไฟฟ้ายอยปทุมวัน)

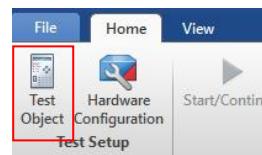
ในการทดสอบจะใช้งานโปรแกรมในส่วนของโมดูล Overcurrent ก่อนที่จะทำการทดสอบต้องทำการกำหนดค่ารีเลย์ป้องกันกระแสเกินตามที่ตั้งค่าไว้ในรีเลย์



ภาพที่ 4-1 แสดงตำแหน่งของโมดูล Overcurrent

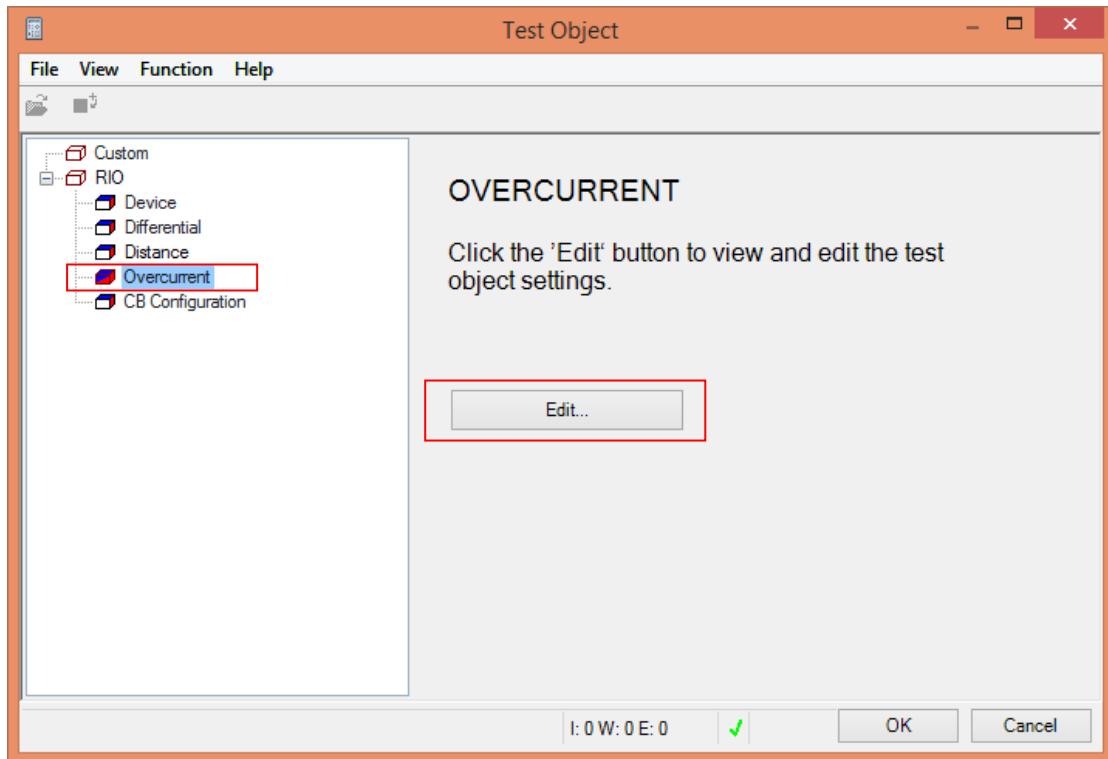
มีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

เปิดใช้งานโมดูล Overcurrent และกดปุ่ม Test Object เพื่อกำหนດค่าการตั้งค่าของรีเลย์



ภาพที่ 4-2 แสดงตำแหน่งของปุ่ม Test Object

เลือก Overcurrent และกดที่ Edit...

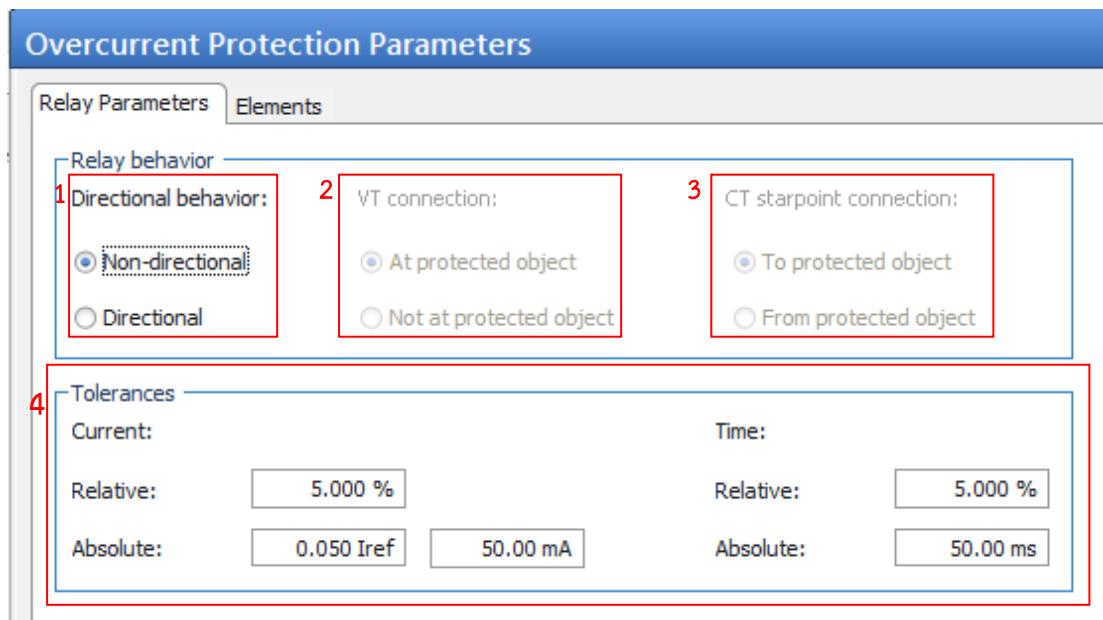


ภาพที่ 4-3 แสดงตำแหน่งของปุ่ม Edit...

จะปรากฏหน้าต่างดังภาพที่ 4-4 ซึ่งในแบบ Relay Parameters จะมีรายละเอียดดังนี้

1. รีเลย์ป้องกันกระแสเกิน เลือก Non-directional หากเป็นรีเลย์ป้องกันกระแสเกินแบบมีทิศทาง (Directional Overcurrent Relay) เลือก Directional
2. การต่อหม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer) หากเลือก At protected object ทดสอบโดยการจ่ายกระแสผ่านเซร์วิส จะไม่มีการจ่ายแรงดันปกติให้กับรีเลย์ แต่ถ้าหากเลือก Not at protected object เมื่อทดสอบเสร์วิสจะทำการจ่ายแรงดันใช้งานปกติให้กับรีเลย์ก่อนสิ้นสุดการทดสอบ
3. การต่อจุดรวมหม้อแปลงกระแส หากต่อที่ขั้วกระแสเข้า หม้อแปลงกระแส เลือก From Protected Object หากต่อที่ขั้วกระแสออกจากหม้อแปลงกระแส เลือก To Protected Object ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการติดตั้งสายจากขั้วของ CT เข้ารีเลย์

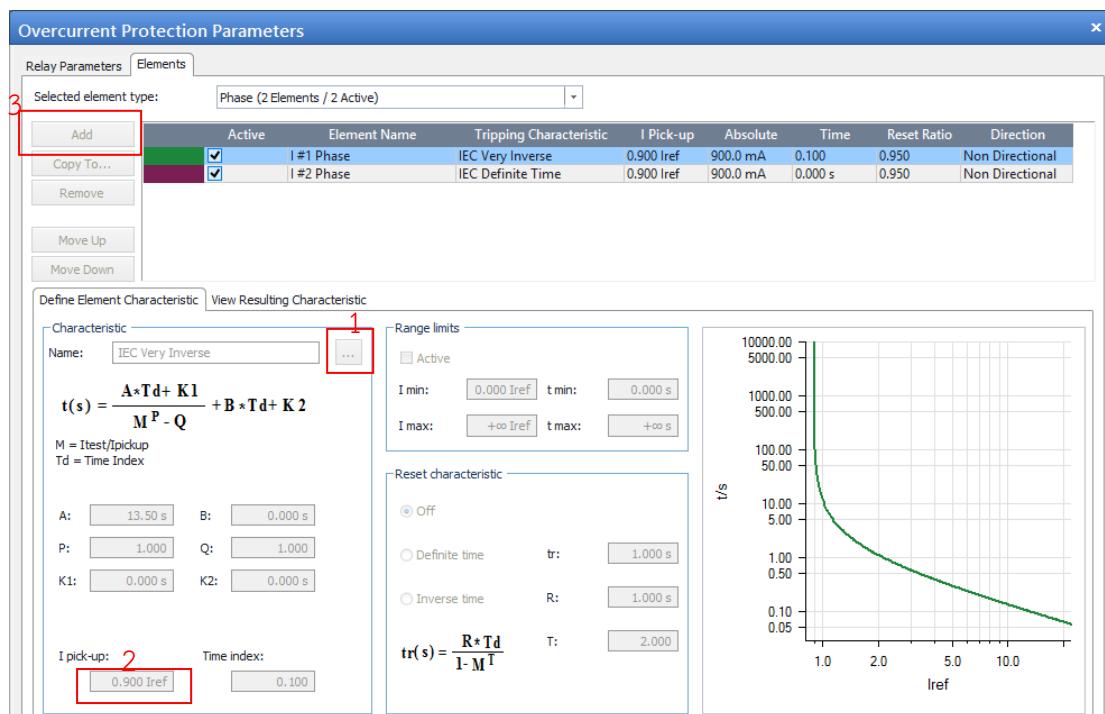
4. ค่าความเพื่อ ค่าที่ได้จากการทดสอบส่วนใหญ่มีค่าคลาดเคลื่อนจึงต้องกำหนดค่าความเพื่อที่ยอมรับได้ มิให้กำหนดทั้งกระแส และเวลา สามารถกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ในช่อง Relative หากต้องการกำหนดเป็นค่าคงที่ สามารถกำหนดได้ในช่อง Absolute



ภาพที่ 4-4 หน้าต่างการกำหนดค่าวีเลย์ป้องกันกระแสเกิน

ในแบบ Element เป็นการกำหนดคุณลักษณะการกำจัดกระแสผิดพร่องมีรายละเอียด ดังนี้

1. กำหนดคุณลักษณะ โดยสามารถเลือกคุณลักษณะมาตรฐานได้ 4 รูปแบบ คือ IEC Definite Time (หรืออีกชื่อคือ IEC Long Time Inverse), IEC Normal Inverse, IEC Very Inverse และ IEC Extreme Inverse
2. กระแสเริ่มทำงาน (Pick-up Current) กำหนดเป็นจำนวนท่าของกระแสปกติ
3. เพิ่มคุณลักษณะ เมื่อค่าจะเป็นการเพิ่มคุณลักษณะการกำจัดกระแสผิดพร่อง



ภาพที่ 4-5 การกำหนดค่ารีเลย์ป้องกันกระแสเกิน

หัวข้อในการทดสอบหลัก ๆ มีดังนี้

กระแสเริ่มและหยุดทำงานของรีเลย์ (Pick-up/Drop-off)

คุณลักษณะเวลาในการจำกัดกระแส (Time characteristic)

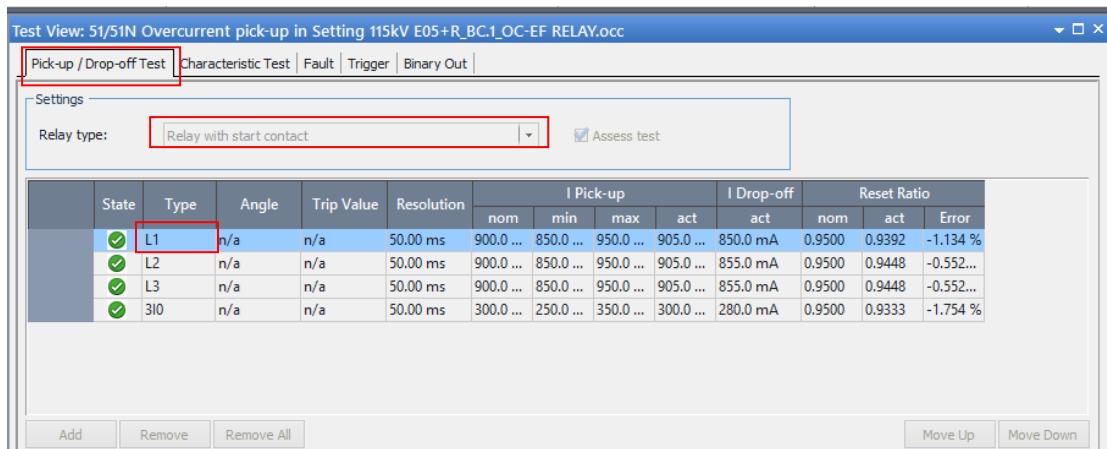
4.1.1 การทดสอบกระแสเริ่มทำงานและหยุดทำงานของรีเลย์ (Pick-up/Drop-off)

ใช้งานในส่วนของ Pick-up/Drop-off Test มีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

เลือกแบบ Pick-up / Drop-off Test เลือกชนิดของรีเลย์ซึ่งถ้าเป็นชนิดที่มีหน้าสัมผัส

เริ่มทำงาน ให้เลือกเป็น Relay with start contact หากเป็นรีเลย์ชนิดงานหมุนหรือไม่มีหน้าสัมผัส
เริ่มทำงานให้เลือก EM relay without start contact

กดปุ่ม Add เพื่อเพิ่มการทดสอบจากนั้นกำหนดครูปแบบของกระแสผิดพร่องในช่อง Type
ซึ่งจะมีให้เลือก คือ แบบเฟสสองเฟส แบบบวกเฟส แบบบวกเฟสลงกราวด์ แบบเฟสเดียวไม่ลงกราวด์ แบบ
ลักษณะเฟสลบ (I2) แบบลักษณะเฟสศูนย์ (3I0)



ภาพที่ 4-6 หน้าต่างการทดสอบกระแส Pick-up และ Drop-off ของรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน

จากนั้น กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มการทดสอบ เมื่อทดสอบเสร็จจะแสดงกระแสเริ่มทำงานและกระแสหยุดทำงานที่ทดสอบ ในช่อง act ของ I Pick-up และ I Drop-off ของหน้าต่าง Test View ในแบบ Pick-up/Drop-off Test ดังภาพที่ 4-7

I Pick-up					I Drop-off	
nom	min	max	act	act		
900.0 ...	850.0 ...	950.0 ...	905.0 ...	850.0 mA		
900.0 ...	850.0 ...	950.0 ...	905.0 ...	855.0 mA		
900.0 ...	850.0 ...	950.0 ...	905.0 ...	855.0 mA		
300.0 ...	250.0 ...	350.0 ...	300.0 ...	280.0 mA		

ภาพที่ 4-7 ผลการทดสอบกระแส Pick-up และ Drop-off ของรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน

4.1.2 การทดสอบคุณลักษณะเวลาในการจำกัดกระแส (Time characteristic)

การทดสอบคุณลักษณะเป็นการทดสอบเวลาที่ใช้ในการจำกัดกระแสที่ค่ากระแสต่าง ๆ (ระบุเป็นจำนวนเท่าของกระแสใช้งาน) ใช้ในส่วนของ Characteristic Test

Test View: 51/51N Overcurrent time in Setting 115KV E05+R_BC.1_OC-EF RELAY.occ										
Pick-up / Drop-off Test		Characteristic Test		Fault	Trigger	Binary Out				
Type:	L1-L2	State	Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	t _{nom}	t _{min}	t _{max}
Relative to:	(--)									
Factor:	n/a									
Magnitude:	1.200 A									
Angle:	n/a									
t _{nom} :	2.426 s									
t _{min} :	1.970 s									
t _{max} :	3.102 s									
tact:	Not tested									
Assessment:	Not tested									
		Add	Add multiple...	Remove	Remove All					
						Move Up	Move Down			

ภาพที่ 4-8 หน้าต่างการทดสอบคุณลักษณะการกำจัดกระแสของรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน

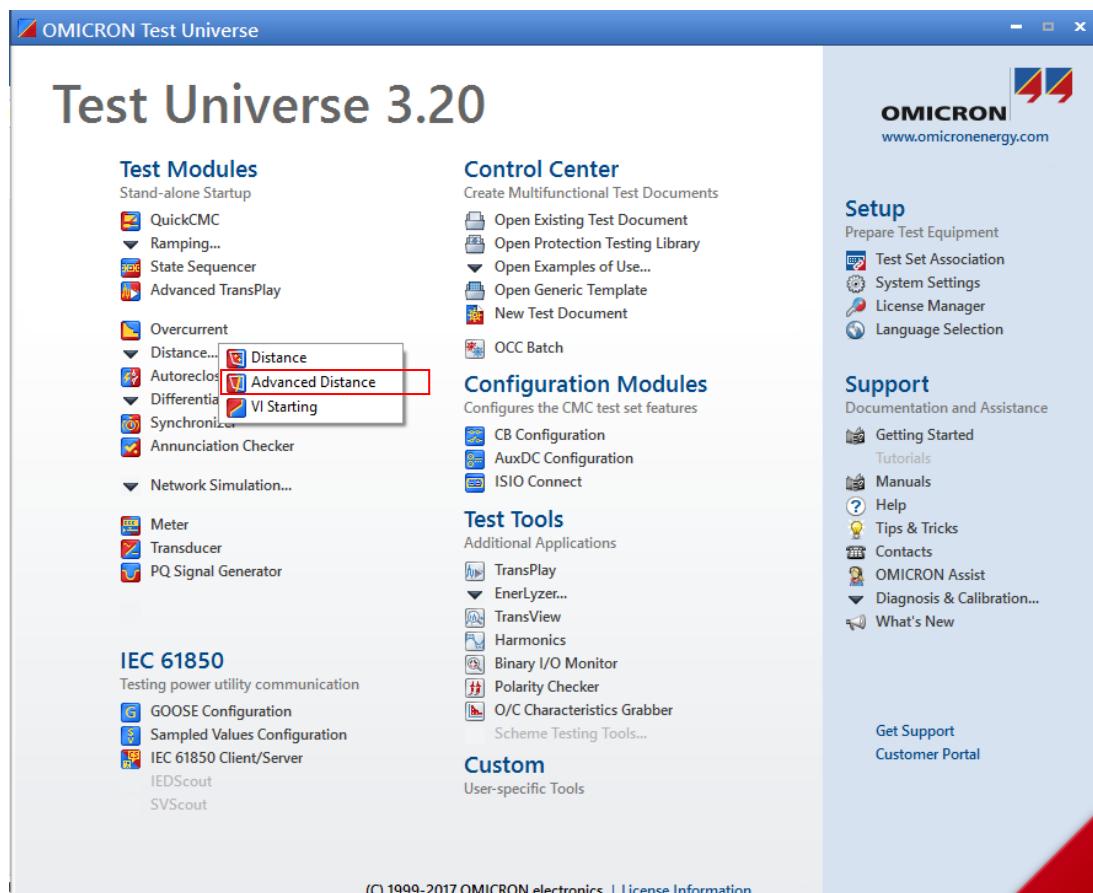
ในหน้าต่าง Test View สามารถเลือกรูปแบบกระแสผิดพร่อง (แบบเฟลสิ่งเฟส แบบ 3 เฟส แบบ 1 เฟสลงกราวด์ แบบเฟสเดียวไม่ลงกราวด์ แบบลำดับเฟสลบ (I2) แบบลำดับเฟสสูญญ์ (3I0)) ที่จะจำลองเพื่อทดสอบได้ในช่อง type (หมายเลข 1) และ จำนวนเท่าของกระแสที่ใช้ในการทดสอบสามารถกำหนดได้ในช่อง Factor (หมายเลข 2) เมื่อกำหนดเสร็จเรียบร้อยโปรแกรมจะคำนวณค่าเวลาในการกำจัดกระแสแสดงในช่อง t_{nom} (หมายเลข 3) และเมื่อทำการทดสอบค่าเวลาในการกำจัดกระแสจะแสดงในช่อง tact (หมายเลข 4)

Test View: 51/51N Overcurrent time in Setting 115KV E05+R_BC.1_OC-EF RELAY.occ										
Pick-up / Drop-off Test		Characteristic Test		Fault	Trigger	Binary Out				
Type:	1 L1-L2	State	Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	t _{nom}	t _{min}	t _{max}
Relative to:	(--)									
Factor:	n/a									
Magnitude:	1.200 A									
Angle:	n/a									
t _{nom} :	2.426 s									
t _{min} :	1.970 s									
t _{max} :	3.102 s									
tact:	Not tested									
Assessment:	Not tested									
		Add	Add multiple...	Remove	Remove All					
						2	3	4		

ภาพที่ 4-9 การแสดงตำแหน่งการกำหนดค่าและผลในการทดสอบ

4.2 การทดสอบรีเลย์ระยะทาง (Distance Relay)

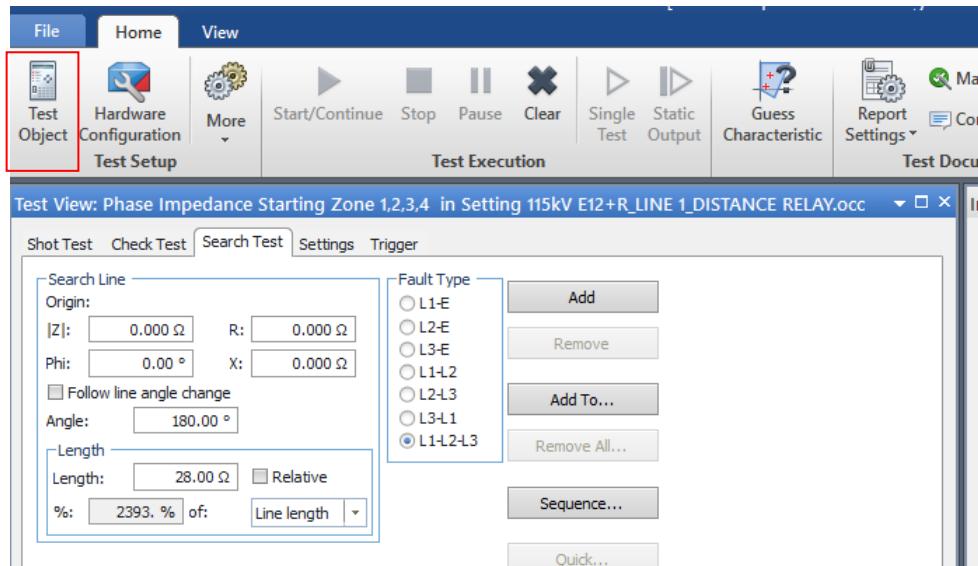
รีเลย์แต่ละชนิดจะประกอบไปด้วยฟังก์ชันที่หลากหลายเพื่อการป้องกันที่ครอบคลุม แต่ในที่นี้จะอธิบายถึงการทดสอบฟังก์ชันหลักของรีเลย์ระยะทาง ซึ่งก็คือฟังก์ชันระยะทาง (Distance Protection) โดยการใช้เครื่องมือ Omicron และ โปรแกรม Omicron Test Universe 3.20 ใช้โนดูล Advanced Distance ในการทดสอบ



ภาพที่ 4-10 ตำแหน่งโนดูล Advanced Distance

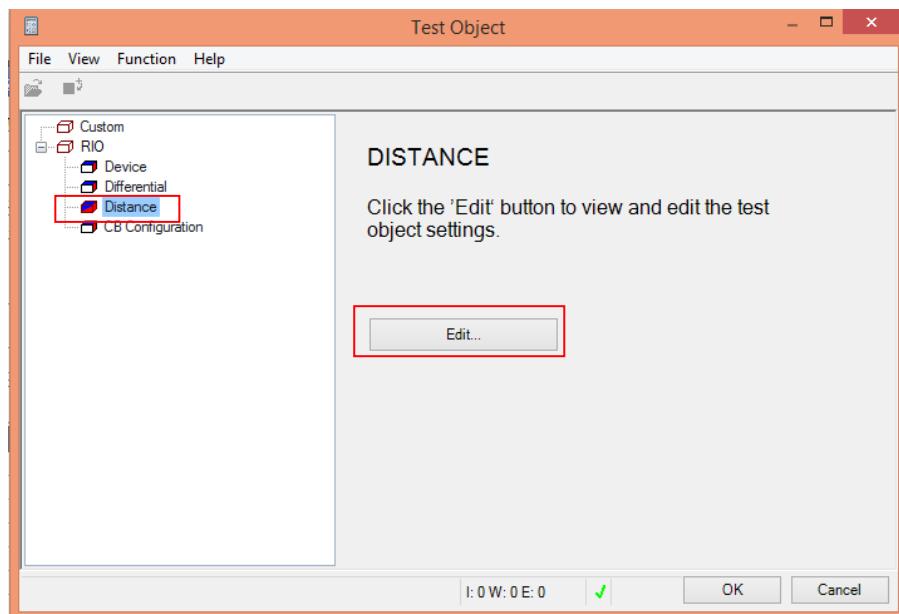
เนื่องจากโนดูลนี้ถูกสร้างมาเพื่อใช้สำหรับทดสอบรีเลย์ระยะทาง ขั้นตอนแรกจะต้องทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของรีเลย์และระบบที่จะทำการทดสอบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

เมื่อเปิดโภมคุลขึ้นมาให้เข้าไปที่ Test Object



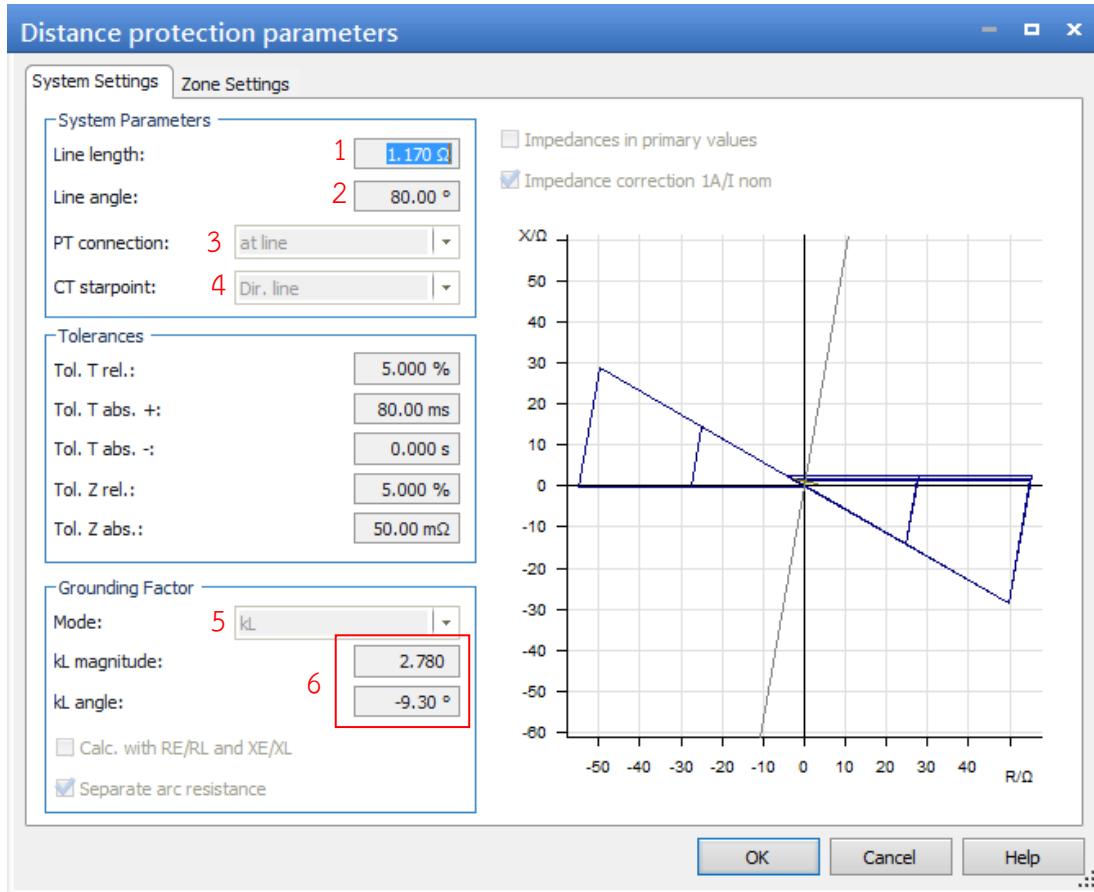
ภาพที่ 4-11 แสดงตำแหน่ง Test Object ในหน้าต่างโภมคุล Advanced Distance

เลือกในส่วนของ Distance และกด Edit... หรือดับเบิลคลิกที่หัวข้อ Distance



ภาพที่ 4-12 แสดงตำแหน่งปุ่ม Edit.. ของส่วน Distance

ที่ແຄນ System Settings กำหนดข้อมูลของสายส่งที่ใช้ป้องกัน



ภาพที่ 4-13 หน้าต่าง System Settings

โดย 1. ขนาดออมพีเดนซ์ของสายส่ง

2. มุนของสายส่ง

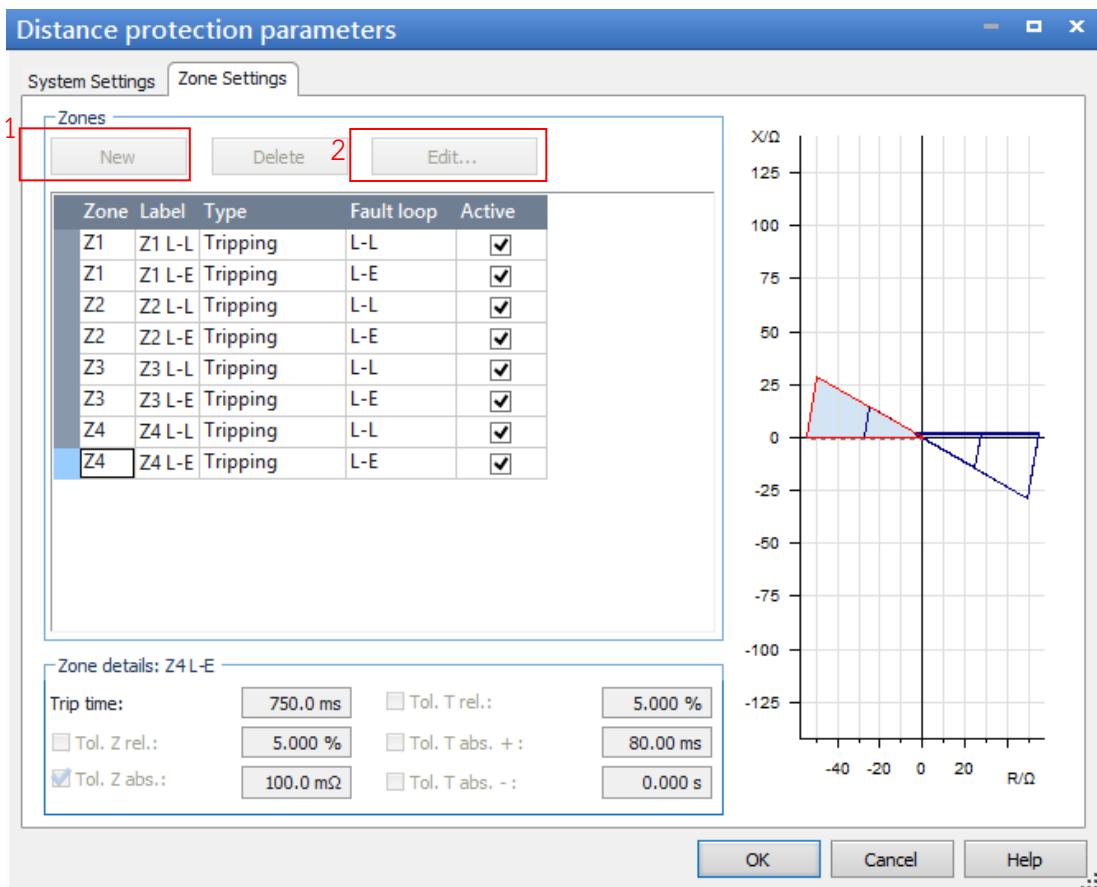
3. ตำแหน่งของหม้อแปลงแรงดัน (Potential Transformer : PT) หากใช้หม้อแปลงแรงดันที่วัดค้านสายส่งให้เลือก at line แต่ถ้าหากใช้หม้อแปลงแรงดันที่บัสบาร์ ให้เลือก at busbar

4. การต่อจุดรวมของหม้อแปลงกระแส หากทิศทางการไหลของกำลังไฟฟ้าไปทางสายส่ง ให้เลือก Dir.line แต่ถ้าหากทิศทางการไหลของกำลังไฟฟ้าไปทางบัสบาร์ Dir.busbar ทั้งนี้เนื่องอยู่กับการออกแบบและติดตั้งหม้อแปลงกระแส

5. โหมดการตั้งค่าการซัดเช็คความด้านทันทันดิน มีให้เลือก 3 โหมด kL, RE/RL กับ XE/XL และ Z0/Z1 ซึ่งการเลือกโหมดเป็นไปตามการตั้งค่าของรีเลย์แต่ละรุ่น เช่น รีเลย์ Alstom ใช้ โหมด kL ซึ่งเป็นค่า ZE/ZL โดย ZE คือ ค่าผิดพร่องลงดิน และ ZL คือ ค่าผิดพร่องในไฟส์

6. ขนาดและมุมของความด้านทันทันดิน

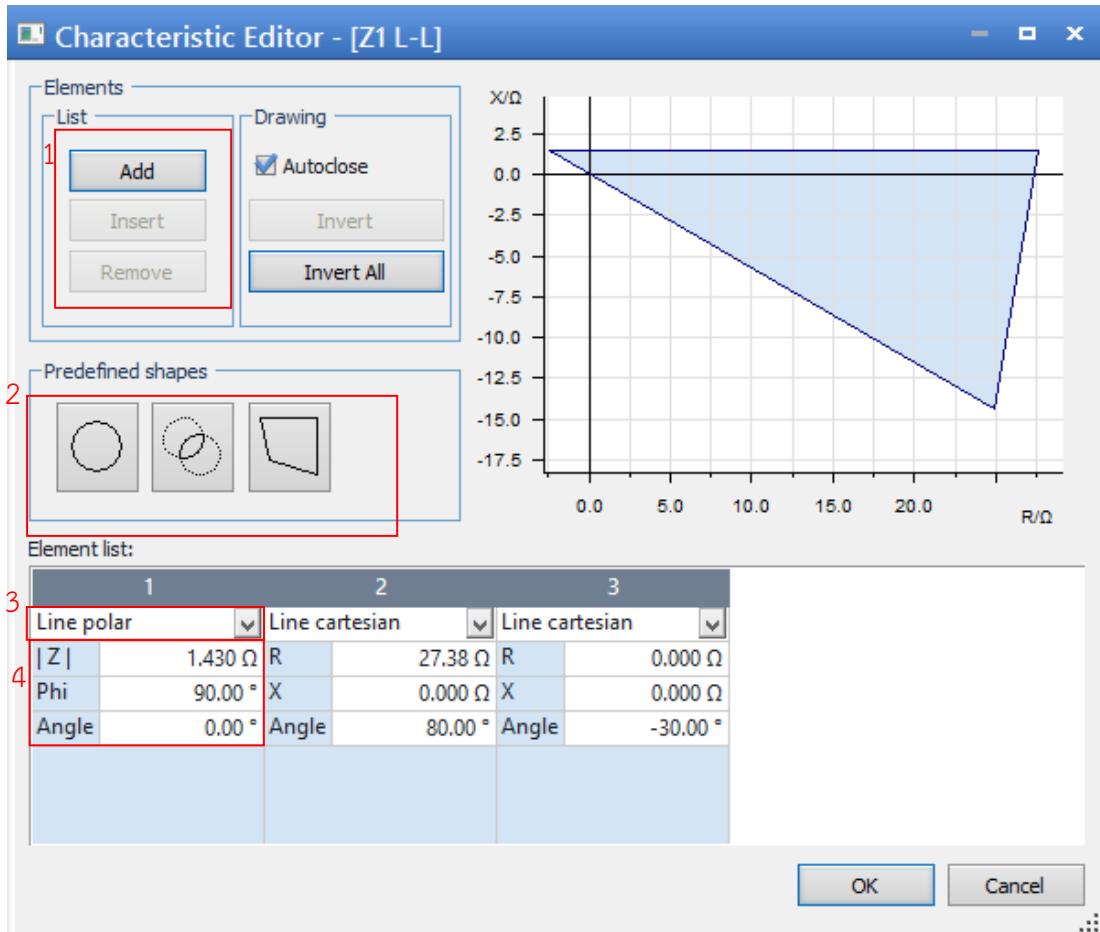
แบบ Zone Settings เป็นการสร้างโซนป้องกันของรีเลย์ระบบทาง หากต้องการเพิ่มโซนป้องกัน ทำได้โดยการกดปุ่ม New(หมายเลข 1) หากต้องการกำหนดค่าข้อมูลโซนป้องกัน ทำได้โดยการกดปุ่ม Edit...(หมายเลข 2)



ภาพที่ 4-14 หน้าต่าง Zone Settings

ในการกำหนดค่าข้อมูลโซนให้เลือกคุณลักษณะของการป้องกันเป็นแบบ Mho หรือ Quadrilateral หากเลือกเป็นคุณลักษณะ Quadrilateral จะกำหนด เป็นลักษณะของเส้นและมุมซึ่งจะ

นำมาลากต่อกันจนเป็นรูปร่าง ซึ่งภายในรูปร่างที่สร้างขึ้นมาก็คือโชนป้องกัน แต่ถ้าหากเลือกคุณลักษณะแบบ Mho จะเป็นการสร้างรูปวงกลม ซึ่งจะมีช่องให้กำหนดค่าขนาดอิมพีเดนซ์และมุม เมื่อกดปุ่ม Edit.. เพื่อที่จะกำหนดค่า จะมีหน้าต่างให้กำหนดค่าดังภาพที่ 4-15 ซึ่งเป็นการกำหนดคุณลักษณะแบบ Quadrilateral

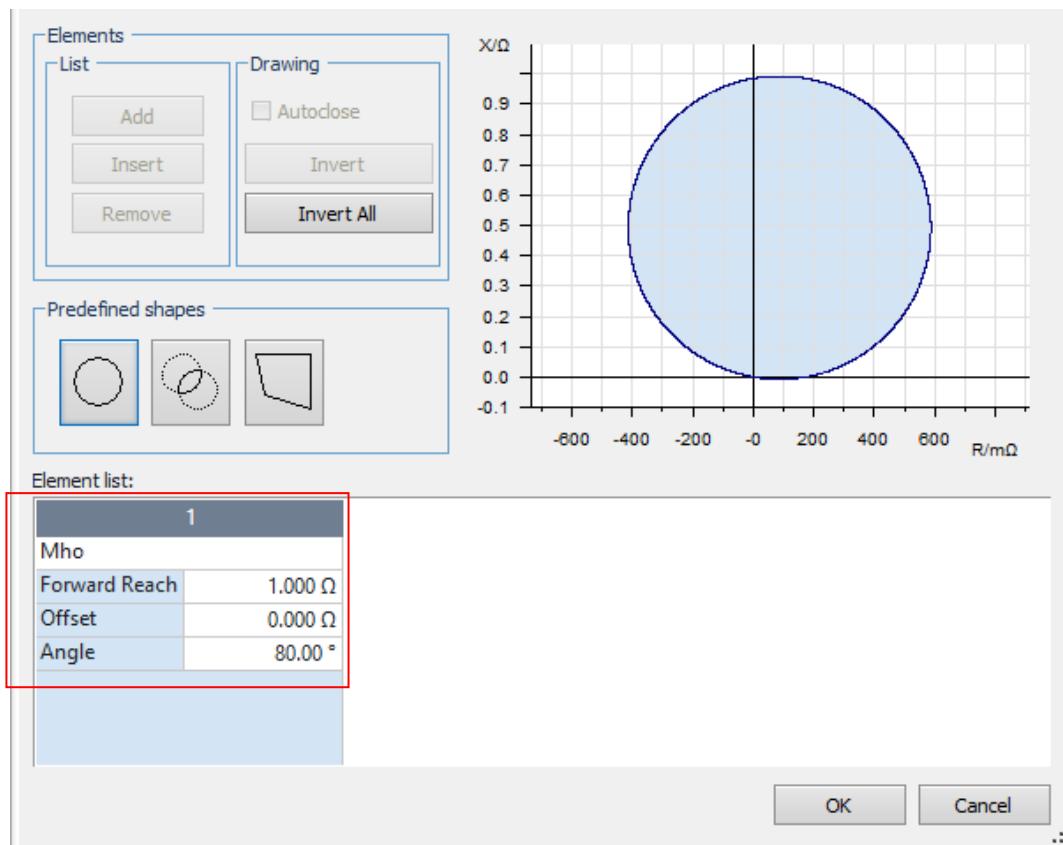


ภาพที่ 4-15 การสร้างโชนป้องกันคุณลักษณะแบบ Quadrilateral

- โดย 1. การจัดการเส้น ซึ่ง Add คือ เพิ่มเส้นเข้าไปต่อจากเส้นสุดท้ายที่สร้างไว้ Insert แทรกเส้นเข้าไปก่อนหน้าเส้นที่เลือกอยู่ Remove ลบเส้นที่เลือกอยู่
2. รูปแบบคุณลักษณะของโชนป้องกัน รูปแบบซ้าย คือ Mho และรูปแบบขวา คือ Quadrilateral

3. รูปแบบการกำหนดค่า Line polar คือ กำหนดเป็นค่าขนาดอิมพีเดนซ์และมุมของโฉนส่วน Line cartesian คือ กำหนดค่าเป็นค่าความต้านทาน (R) และค่ารีแอคแทนซ์ (X) ของโชนป้องกัน

4. ค่าอิมพีเดนซ์ของโชนป้องกัน ซึ่ง Angle จะเป็นมุมที่ของเส้นที่สร้างว่าต้องการให้เอียงกื่องสา ส่วนค่า $|Z|$, Phi หรือ R , X คือจุดตัดแกน R กับ X ซึ่งคำนวณมาจากความยาวสายสั่ง หากเลือกคุณลักษณะเป็นแบบ Mho จะได้หน้าต่างการตั้งค่าดังภาพที่ 4-16 ซึ่งแตกต่างกันเพียงส่วนของการกำหนดค่าโชนป้องกัน



ภาพที่ 4-16 การสร้างโชนป้องกันคุณลักษณะแบบ Mho

โดย Forward Reach คือ ค่าอิมพีเดนซ์ของโชนป้องกันเมื่อมองไปทางสายสั่ง (ป้องกันสายสั่ง) Offset คือ ค่าอิมพีเดนซ์เมื่อมองไปทางบ๊อบบาร์ (ป้องกันบ๊อบบาร์) ใช้เมื่อต้องการตั้งเป็นโชนป้องกันแบบข้อนกลับ

Angle คือ มุมอิมพีเดนซ์ของสายส่ง

การทดสอบฟังก์ชันรีเลย์ระยะทาง มีหัวข้อการทดสอบหลัก ๆ ดังนี้

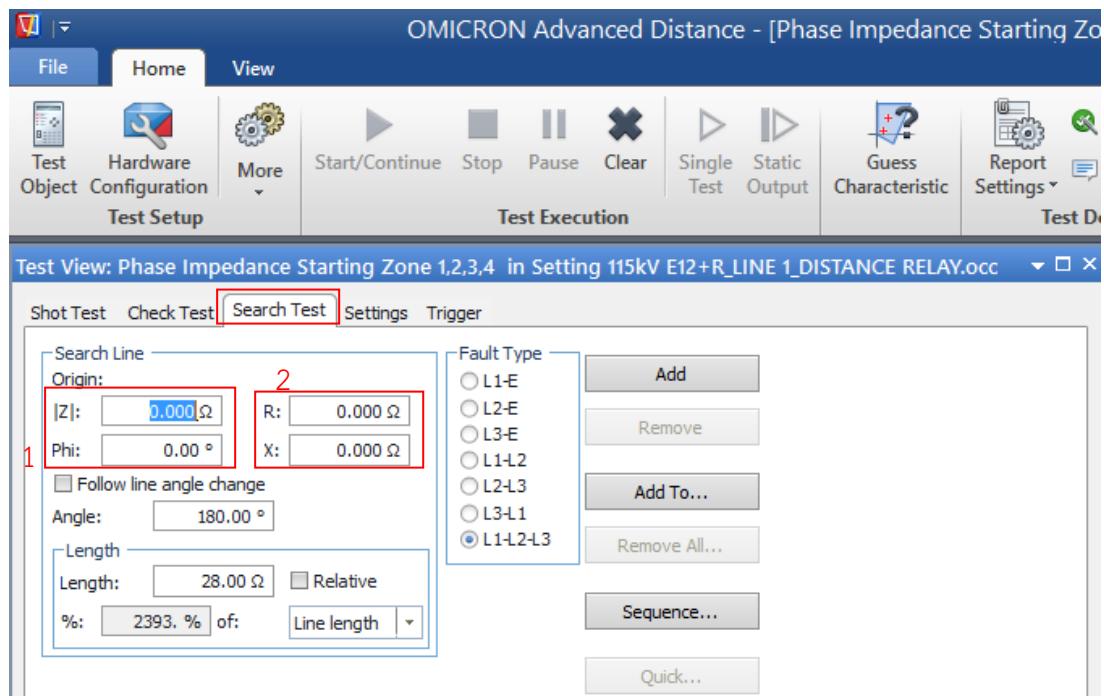
ทดสอบขอบเขตโซนป้องกัน (Zone Boundary)

ทดสอบเวลาในการทำงานของโซน (Zone Operating Time)

4.2.1 ทดสอบขอบเขตโซนป้องกัน (Zone Boundary)

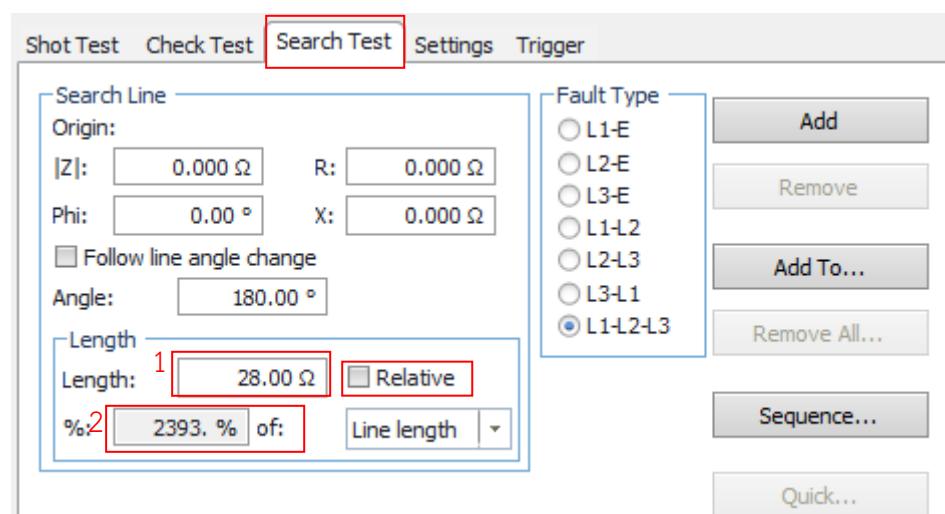
เป็นการทดสอบเพื่อหาค่าที่ขอบของโซนป้องกัน โดยเมื่อเริ่มทดสอบโปรแกรมจะทำการป้อนกระแสและแรงดันเข้าไปที่รีเลย์ซึ่งถูกคำนวณในรูปแบบของค่าอิมพีเดนซ์ โดยมีค่าใกล้เคียงกับขอบโซนเพื่อทดสอบว่า รีเลย์จะเริ่มทำงานตามที่ตั้งไว้ได้

เริ่มจากการใช้โมดูล Advanced Distance และเดือกด้วย Search Test จากนั้นกำหนดจุดเริ่มต้นของการทดสอบ สามารถกำหนดในรูปแบบของขนาดอิมพีเดนซ์กับมุม หรือในรูปแบบค่าความต้านทานกับค่า reactance ก็ได้ หากกำหนดในรูปแบบขนาดอิมพีเดนซ์ จะกำหนดขนาดและมุมในหมายเลข 1 แต่ถ้าหากกำหนดในรูปแบบค่าความต้านทานกับ reactance จะกำหนดในหมายเลข 2



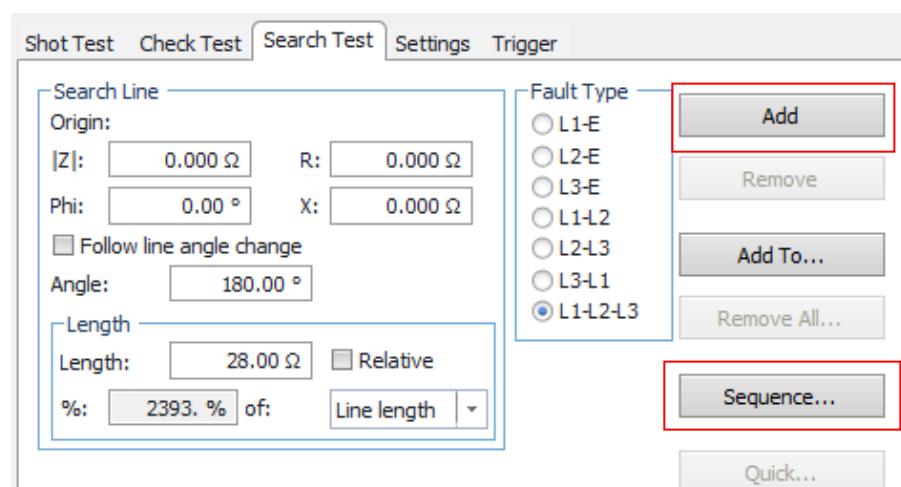
ภาพที่ 4-17 การตั้งค่าอิมพีเดนซ์ที่ใช้ทดสอบใน Search Test

นอกจากนี้ยังต้องกำหนดความยาวของเส้นที่ใช้ทดสอบในรูปแบบของค่าความต้านทาน
 (หมายเลขอ 1) ซึ่งสามารถกำหนดในอิกรูปแบบเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับอัมพีเดนซ์สายล่าง (หมายเลขอ 2) โดยเลือกที่กล่อง Relative และกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ในช่อง %



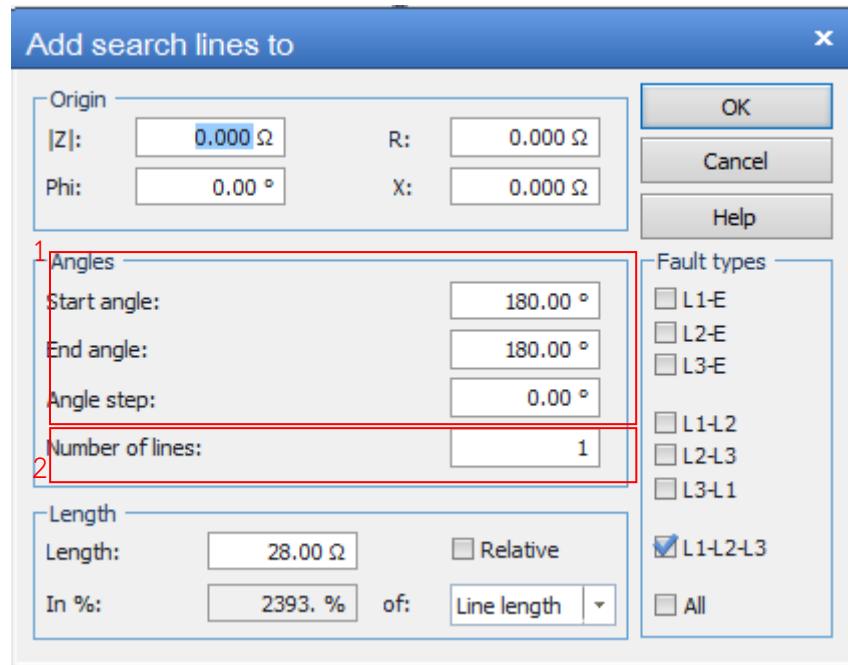
ภาพที่ 4-18 การตั้งค่าอัมพีเดนซ์ที่ใช้ทดสอบในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์

จากนั้นกดปุ่ม Add เพื่อเพิ่มเส้นการทดสอบที่ได้ตั้งค่าไว้ตามขั้นตอนข้างต้น หากต้องการเพิ่มเส้นทดสอบจำนวนมาก ๆ ในรอบเดียว สามารถทำได้โดยกดปุ่ม Sequence...



ภาพที่ 4-19 แสดงตำแหน่งการเพิ่มเส้นทดสอบของรีเลย์ระยะทาง

จากนั้นกำหนดค่าจุดเริ่มต้น และความยาวเส้นทดสอบ เช่นเดียวกับการเพิ่มทิศทางเส้น แต่จะมีส่วนที่เพิ่มเข้ามาคือส่วนของจำนวนเส้น ซึ่งสามารถตั้งมุ่งมองเส้นทดสอบเส้นแรกจะเส้นสุดท้าย มุ่งที่ห่างกันของแต่ละเส้น (หมายเลข 1) โดยโปรแกรมจะคำนวณจำนวนเส้นและแสดงในช่อง Number of lines: (หมายเลข 2)

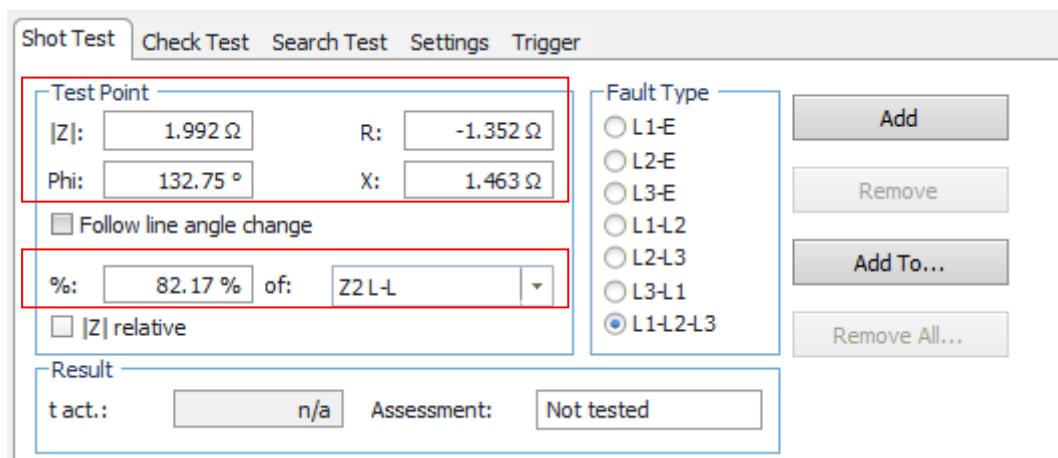


ภาพที่ 4-20 การเพิ่มเส้นทดสอบหลายเส้นในครั้งเดียว

4.2.2 ทดสอบเวลาในการทำงานของโซน (Zone Operating Time)

เป็นการทดสอบเพื่อทราบถึงเวลาการทำงานในแต่ละจุดที่กำหนดสามารถทำงานได้ตามที่ตั้งค่า ในการทดสอบจะใช้ Shot Test ของโมดูล Advance Distance ในการทดสอบ

เริ่มจากใช้งานโมดูล Advance Distance ในแท็บ Shot Test จากนั้นกำหนดจุดทดสอบที่ต้องการโดยกำหนดค่าในส่วนของ Test Point ซึ่งสามารถกำหนดเป็นรูปแบบขนาดอินพีเดนซ์กับมุ่ง หรือรูปแบบค่า R กับ X (หมายเลข 1) นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดเป็นเบอร์เซ็นต์ของความยาวสาย (ในรูปแบบค่าอินพีเดนซ์) หรือเบอร์เซ็นต์ของโซนป้องกัน โดยเลือกที่ช่อง |Z| Relative (หมายเลข 2)

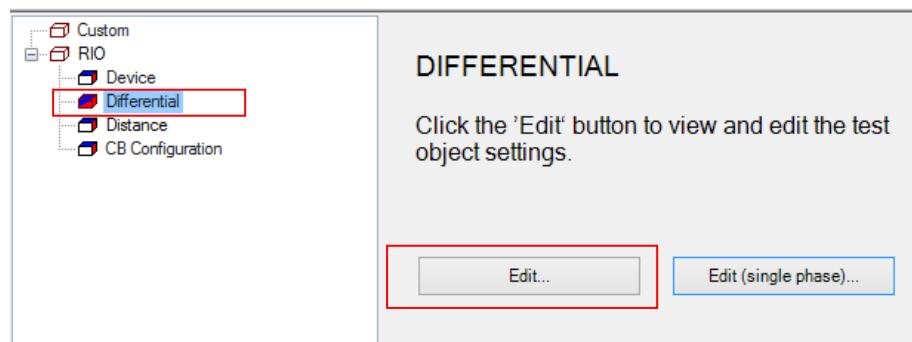


ภาพที่ 4-21 การกำหนดค่าการทดสอบเวลาในการทำงาน

4.3 การทดสอบรีเลย์ผลต่าง (Differential Relay)

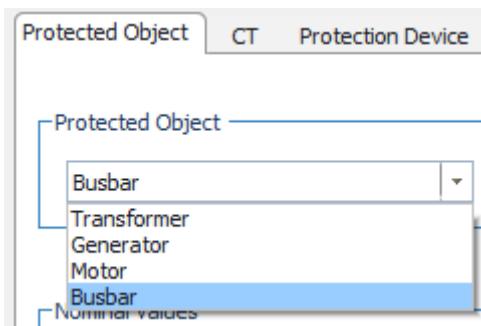
รีเลย์ชนิดนี้มีหน้าที่หลักในการป้องกันเมื่อมีผลต่างของกระแสของ 2 ตำแหน่งเกินค่าที่กำหนดซึ่งในที่นี้ได้ศึกษาอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ รีเลย์ผลต่างบัสบาร์ (Busbar Differential) และรีเลย์ผลต่างหม้อแปลง (Transformer Differential) ในการทดสอบรีเลย์ชนิดนี้จะมีการใช้โมดูลจึงขึ้นอยู่กับผู้ทดสอบ ในที่นี้จะมีการใช้โมดูล Diff Operating

ก่อนทำการทดสอบจำเป็นจะต้องตั้งค่าอุปกรณ์ที่รีเลย์ชนิดนี้ต้องการจะป้องกัน สามารถตั้งค่าได้โดยเปิด Test Object เลือก Differential ในແນວทางซ้ายมือ และกดปุ่ม Edit... (ทำการตั้งค่าทุกเฟสในครั้งเดียว)



ภาพที่ 4-22 แสดงตำแหน่งการตั้งค่ารีเลย์ผลต่าง

ในแบบ Protected Object จะเป็นการกำหนดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของอุปกรณ์ที่ต้องการป้องกัน ซึ่งมีอุปกรณ์ให้เลือก 4 อย่าง คือ 1. หม้อแปลง 2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3. มอเตอร์ 4. บัสบาร์ (ในที่นี้ จะสนใจเพียงหม้อแปลง และบัสบาร์)



ภาพที่ 4-23 หน้าต่างการตั้งค่าการเลือกอุปกรณ์ที่ทำการป้องกัน

เมื่อเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการป้องกันเป็นหม้อแปลง จะมีรายละเอียดของพารามิเตอร์ที่ต้องกำหนดดังนี้

1. Vector Group
2. จำนวนขดหม้อแปลง (2, 3 ขด)
3. แรงดันใช้งาน (Nominal Voltage)
4. กำลังไฟฟ้าของหม้อแปลง (Rated Power)
5. การต่อจุดสตาร์ของหม้อแปลงลงกราวด์ (เฉพาะหม้อแปลงแบบสตาร์)
6. การต่อหม้อแปลงกระแส (Current Transformer)แบบเดลต้า (เฉพาะหม้อแปลงแบบสตาร์)

Protected Object CT Protection Device Characteristic Definition Harmonic

Protected Object	1 Vector Group	2 Number of Windings	
Transformer	DY1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	
Nominal Values			
	Primary	Secondary	Tertiary
Winding/Leg Name:	Primary	Secondary	Tertiary
Voltage:	3 112.00 kV	12.00 kV	30.00 kV
Power:	4 60.00 MVA	60.00 MVA	40.00 MVA
Vector Group:	D	Y1 (Y30°)	Y0 (Y0°)
Starpoint Grounding:	5 No	Yes	No
Current:	309.30 A	2.89 kA	769.80 A
Delta-Connected CT:	6 No	No	

ภาพที่ 4-24 หน้าต่างการตั้งค่ารีเลย์ผลต่าง

ถ้าหากเลือก Protected Object เป็นบัสบาร์ การตั้งค่าในแบบ Protected Object ต่างกันเพียงส่วนของ Vector Group จำนวนขดหม้อแปลง และการต่อหม้อแปลงกระแสแบบเดลต้า จะไม่มีให้เลือก ต่อมานี้เป็นแบบ CT เป็นแบบที่ใช้กำหนดพารามิเตอร์ของหม้อแปลงกระแส โดยจะแบ่งเป็นฝั่งปฐมภูมิ และทุติยภูมิ มีรายละเอียด คือ

1. กระแสปฐมภูมิของหม้อแปลงกระแส (กำหนดทั้งฝั่งปฐมภูมิ และทุติยภูมิของหม้อแปลง หรือบัสบาร์)
2. กระแสทุติยภูมิของหม้อแปลงกระแส (กำหนดทั้งฝั่งปฐมภูมิ และทุติยภูมิของหม้อแปลง หรือบัสบาร์)
3. การต่อจุดสตาร์ลงกระแสของหม้อแปลงกระแส ซึ่งจะมีให้เลือก 2 แบบ คือ Toward Protected Object (ต่อราวด์ที่ข้ามกระแสเข้าหม้อแปลงกระแส) กับ Toward Line (ต่อราวด์ที่ข้ามกระแสออกจากหม้อแปลงกระแส) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการติดตั้งสายจากข้ามของหม้อแปลงกระแส เข้า

รีเลย์ หากทิศทางการไหลของกำลังไฟฟ้าไปทางหน้าแม่ปั๊บสนับสนุน จะใช้ Toward Protected Object แต่ถ้าหากทิศทางการไหลของกำลังไฟฟ้าไปทางสายส่ง จะใช้ Toward Line

	Primary	Secondary	Tertiary
Primary Current:	1 400.00 A	2.00 kA	800.00 A
Secondary Current:	2 1.00 A	1.00 A	1.00 A
Starpoint Grounding:	3 tow. Prot. Obj.	tow. Prot. Obj.	tow. Prot. Obj.

ภาพที่ 4-25 หน้าต่างการตั้งค่าหน้าแม่ปั๊บลงกระแส

แบบ Protective เป็นการกำหนดค่าของรีเลย์ผลต่าง มีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีการคำนวณกระแส Ibias ขึ้นอยู่ผู้ผลิตรีเลย์ซึ่งจะมีวิธีการคำนวณที่แตกต่างกันไป เช่น Alstom จะใช้ วิธี $(|I_p| + |I_s|)/K_1$ โดย I_p, I_s คือ กระแสเด้าน ปฐมภูมิ และทุติยภูมิ ตามลำดับ Factor K1 คือค่าคงที่รีเลย์ Alstom ใช้ค่าเท่ากับ 1 หากเลือกในช่อง No Combined characteristic กราฟคุณลักษณะจะแยกกัน (หากมีกระแสผิดพร่องที่เฟส A จะไม่สั่งเปิดวงจรที่เฟส B)

2. Test Max คือ เวลาที่ใช้ทดสอบแต่ละครั้ง โดยใน 1 ค่าการทดสอบจะจ่ายกระแสหลายครั้ง ถ้าหากการเปิดวงจรเป็นแบบทันทีทันใด จะกำหนดให้มีค่าต่ำ เช่น 0.2s

Delay Time คือ เวลาที่รอระหว่างการจ่ายกระแสแต่ละครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้รีเลย์เกิดการร้อนมากเกิน

3. Reference Winding เป็นการอ้างอิงเดือนที่เกิดกระแสผิดพร่อง ส่วน Reference Current เป็นการอ้างอิงกระแสปกติ หากเลือก Protected Object Nominal Current กระแสปกติ (In) จะเป็นกระแสเดือนหน้าแม่ปั๊บสนับสนุน แต่ถ้าเลือก Current Transformer Nominal Current กระแสปกติ จะเป็นกระแสเดือนทุติยภูมิ ของหน้าแม่ปั๊บลงกระแส

4. เลือกประเภทการกำจัดกระแส Zero Sequence ขึ้นอยู่กับหมวดแปลงว่าในส่วนการติดตั้งอุปกรณ์กำจัดกระแส ถ้าหากไม่มีให้เลือก none
5. กระแส Idiff โดย Idiff> เป็นกระแสเริ่มทำงานของฟังก์ชันซึ่งถ้ากระแสไม่มากกว่าค่านี้รีเลย์จะไม่สั่งเปิดวงจร Idiff>> เป็นผลต่างกระแสสูง ซึ่งกำหนดเป็นจำนวนเท่าของกระแสใช้งานปกติ ถ้าหากกระแสมากเกินค่านี้รีเลย์จะสั่งเปิดวงจรเสมอ
6. เวลาในการทำงานของฟังก์ชันผลต่างกระแส
7. พิกัดความเพื่อของกระแสและเวลา สามารถกำหนดเป็นเปอร์เซ็นเทียบกับค่าปกติ หรือกำหนดเป็นจำนวนเท่าของกระแส

The screenshot shows a software interface for configuring a protection device. The tabs at the top are Protected Object, CT, Protection Device (selected), Characteristic Definition, and Harmonic. The main area is divided into several sections, each with a red number indicating its function:

- Section 1:** Ibias Calculation. Contains a formula input field with $(|Ip| + |Is|) / K1$ and a Factor K1 = 1.00 input field. A checked checkbox for "No combined characteristic".
- Section 2:** Test Time Settings / Transformer Model. Contains Test Max: 0.500 s and Delay Time: 0.500 s.
- Section 3:** Reference Winding. Contains a dropdown menu set to "Primary".
- Section 4:** Reference Current. Contains two radio button options: "Protected Object Nominal Current" (unchecked) and "Current Transformer Nominal Current" (checked).
- Section 5:** Zero Sequence Elimination. Contains three radio button options: "IL - IO" (unchecked), "none" (checked), "YD interposing transformer" (unchecked), and "YDY interposing transformer" (unchecked).
- Section 6:** Diff Current Settings. Contains two input fields: Idiff> 1.00 In and Idiff>> 8.00 In.
- Section 7:** Diff Time Settings. Contains two input fields: tdiff> 0.030 s and tdiff>> 0.030 s.
- Section 8:** Current Tolerances. Contains two input fields: relative 2.00 % and absolute 0.05 In.
- Section 9:** Time Tolerances. Contains two input fields: relative 3.00 % and absolute 0.010 s.

ภาพที่ 4-26 หน้าต่างการตั้งค่ารีเลย์ผลต่าง

ในส่วนของแบบ Characteristic Definition เป็นการกำหนดเส้นคุณลักษณะการทำงานของพึงก์ชันผลต่างกระแส โดยกำหนดเป็นจุดเริ่มต้น (หมายเลข 1) กับจุดสิ้นสุด (หมายเลข 2) Idiff มากจากการตั้งค่ารีเลย์ (ในที่นี้มีเส้นคุณลักษณะความชันค่าเดียวกับจุดเริ่มต้นจึงเป็น $Idiff >$ และจุดสิ้นสุดเป็น $Idiff >>$) ส่วน Ibias มาจากการคำนวณด้วยสมการเส้นตรง $y = mx + c$

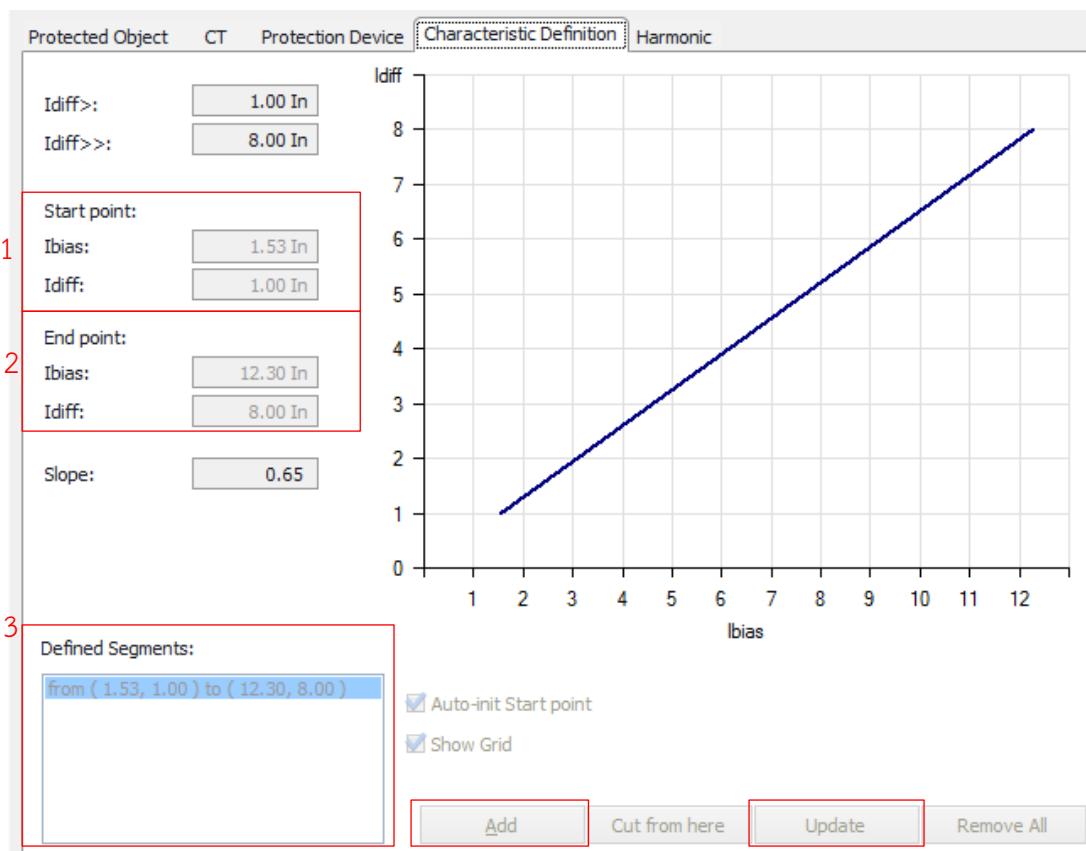
โดย แทน y คือ $Idiff$

แทน x คือ $Ibias$

m คือ ค่า K (Slope) ที่การไฟฟ้ากำหนด

จะได้สมการที่ใช้คำนวณเป็น $Idiff = K*(Ibias) + c$

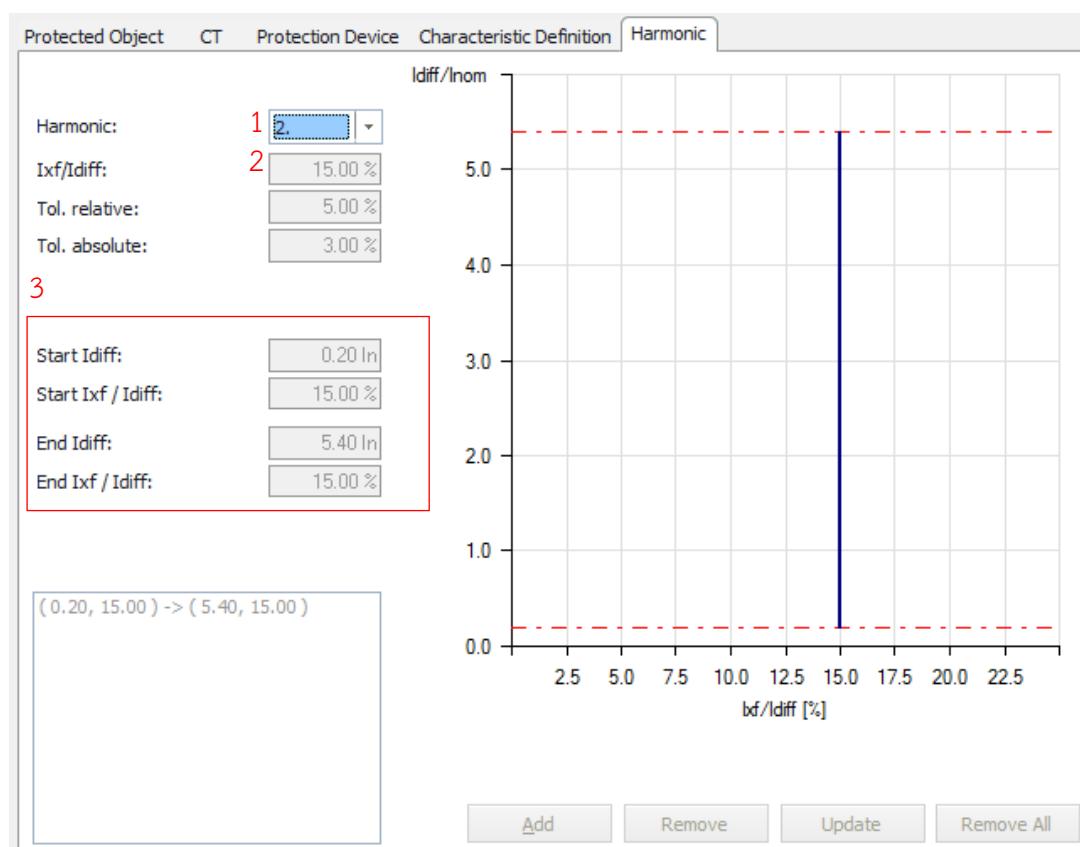
เมื่อกำหนดค่าเสร็จแล้วจึงทำการกดปุ่ม Add เพื่อเพิ่มเส้นคุณลักษณะตามที่กำหนดมาข้างต้น หากต้องการเปลี่ยนแปลงค่า ให้เลือกเส้นที่ต้องการ (หมายเลข 3) กำหนดค่าใหม่แล้วกดปุ่ม Update



ภาพที่ 4-27 การตั้งค่ากราฟคุณลักษณะเวลา

ในแบบ Harmonic เป็นการกำหนดค่าเพื่อป้องกันกระแสที่เกิดจากสาร์มอนิกส์ รายละเอียดมีดังนี้

1. เลือกค่าดับสาร์มอนิกส์ที่ต้องการป้องกัน
2. กำหนดกระแสสาร์มอนิกส์เป็นเปอร์เซ็นต์ของกระแสผลต่าง Idiff (ค่ามาจากการไฟฟ้ากำหนด)
3. จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเส้นคุณลักษณะ



ภาพที่ 4-28 การตั้งค่าคุณลักษณะกระแสกับเวลาในเว็บของสาร์มอนิกส์

4.3.1 รีเลย์ผลต่างบัสบาร์ (Busbar Differential Relay)

รีเลย์ชนิดนี้มีหน้าที่หลักในการป้องกันกระแสลัดวงจรที่ดำเนินผ่านบัสบาร์ มีการทดสอบหลัก ๆ ดังนี้

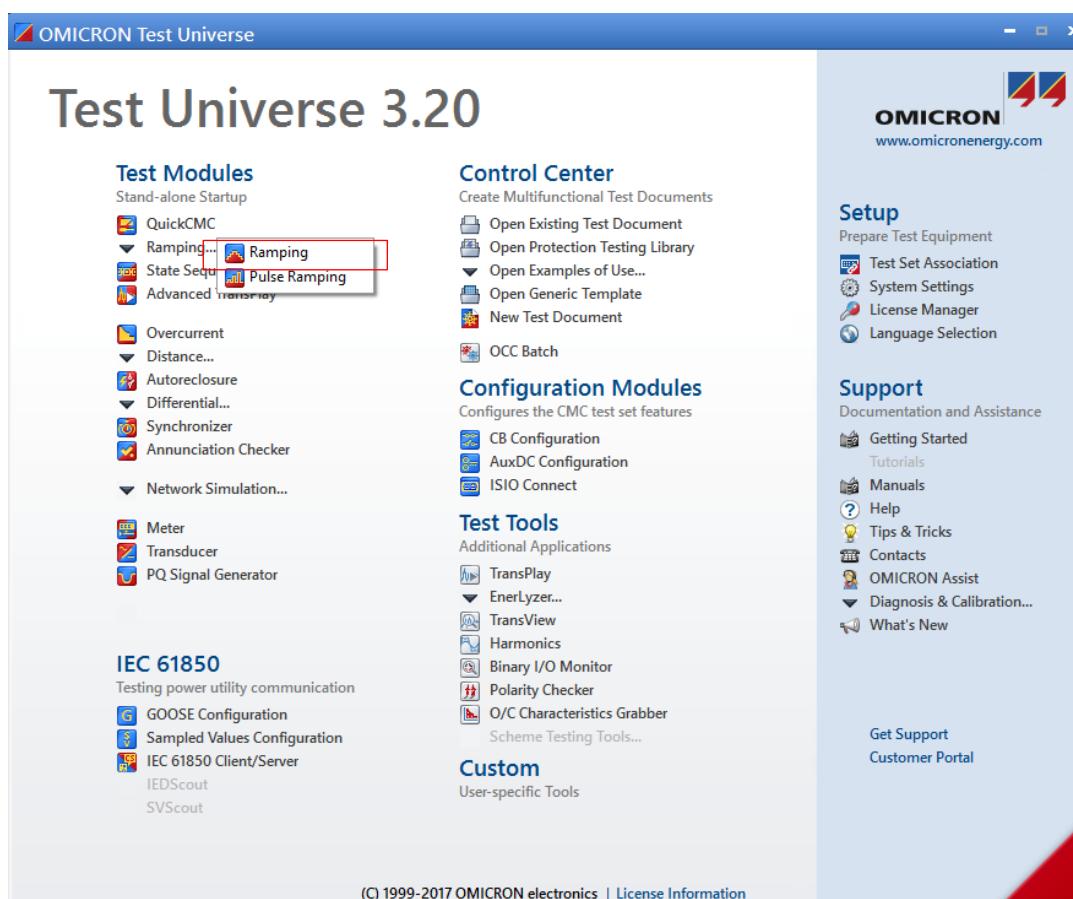
การทดสอบกระแสเริ่มทำงาน (Pick-up Current)

เวลาในการทำงาน (Operating Time)

การทดสอบคุณลักษณะ (Characteristic Test)

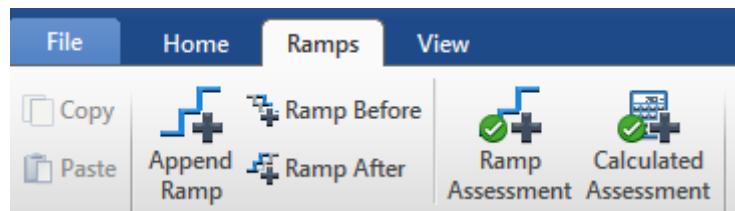
4.3.1.1 การทดสอบกระแสเริ่มทำงาน (Pick-up Current)

เมื่อทำการทดสอบเพื่อตรวจสอบว่า ค่าความชัน (Slope, k) เป็นไปตามที่ตั้งค่าไว้ ซึ่งได้มาจากการคำนวณ โดยจะทดสอบเป็นค่า Ibias ซึ่งกำหนดเป็นจำนวนเท่าของกระแสปกติ (In) โดยการทดสอบจะเริ่มจากการใช้งาน โฉมคุณ Ramping ซึ่งมีการตั้งค่าให้ปรับกระแสเพิ่มอัตราโน้มถ่วง รีเลย์มีการสั่งเปิดวงจร จากนั้นจะทำการปรับกระแสลงอัตราโน้มถ่วงรีเลย์หยุดสั่งคำสั่งเปิดวงจร การทดสอบลักษณะนี้ทดสอบเพื่อทราบถึงกระแสที่รีเลย์เริ่มทำงาน และหยุดทำงาน เริ่มจากเปิดใช้งาน โฉมคุณ Ramping



ภาพที่ 4-29 แสดงตำแหน่งโฉมคุณ Ramping

แบบ Ramps เป็นแบบเครื่องมือต่าง ๆ ในการใช้งานโมดูล มีดังนี้



ภาพที่ 4-30 แบบเครื่องมือ Ramps ในหน้าต่าง โมดูล Ramping

Append Ramp เพิ่มช่วงการเปลี่ยนแปลง

Ramp Before/After เพิ่มช่วงการเปลี่ยนแปลงไว้คำแนะนำก่อนหน้า/หลัง

Ramp/Calculated Assessment เพิ่มตัวประเมินผล ช่วงการเปลี่ยนแปลง/การคำนวณ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเวลา

หน้าต่าง Test View เป็นหน้าต่างในส่วนของการกำหนดค่าทางไฟฟ้า เช่น แรงดัน กระแส ความถี่ เพื่อใช้ทดสอบ มีค่าต่าง ๆ ดังนี้

Test View: BZ1_Current pick_up phase L1 in 115kV E00+R_BUS DIFF RELAY.occ

Ramp States		General						
Set mode:	Direct	Fault type:	n/a					
		Estimated test time: 16.400 s						
Signal 1:	Quantity 1:	Signal 2:	Quantity 2:					
IL1	Magnitude	(none)	Frequency					
Ramp	Signal 1					Stop condition		
	From	To	Delta	dt	d/dt	Steps	Time	
Ramp 1	800.0 mA	1.200 A	10.00 mA	200.0 ms	50.00 mA/s	41	8.200 s	trip Tr.1 0->1
Ramp 2	1.200 A	800.0 mA	-10.00 mA	200.0 ms	-50.00 mA/s	41	8.200 s	trip Tr.1 1->0

ภาพที่ 4-31 หน้าต่างการทดสอบโดยใช้โมดูล Ramping

Set mode โหมดการจ่าย ในที่นี่เลือกเป็นโหมด Direct เพื่อจ่ายกระแส Signal1/ Signal 2 เลือกค่าที่ต้องการให้เปลี่ยนแปลง สามารถเลือกได้ 2 ค่า เช่น แรงดันไฟส กระแสไฟส

Quantity1/ Quantity 2 เลือกชนิดปริมาณของค่าที่ต้องการให้เปลี่ยนแปลง เช่น ขนาด มุมไฟ ความถี่

From/ To กำหนดค่าเริ่มต้น/สิ้นสุดของช่วงการเปลี่ยนแปลง

Delta กำหนดค่าที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละขั้น

dt เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงแต่ละขั้น

d/dt อัตราการเปลี่ยนแปลงต่อเวลา

Steps จำนวนขั้น

Time เวลาที่ใช้

Stop condition เงื่อนไขการทำงาน

หน้าต่าง Ramp Assessment เป็นหน้าต่างเพื่อใช้ในการคุณลักษณะจากการทดสอบ โดยจะแสดงล้วนๆ สำหรับดังนี้

Ramp Assessments: BZ1_Current pick_up phase L2 in 115kV E00+R_BUS DIFF RELAY.occ										
	Ramp Assessments									
Name	Ramp	Condition	Signal	Nom.	Dev.-	Dev.+	Act.	Dev.	Assessment	
1 Pick-up	Ramp 1	trip Tr.1 0->1	IL2	1.000 A	50.00 mA	50.00 mA	1.010 A	10.00 mA	<input checked="" type="checkbox"/>	
2 Drop-off	Ramp 2	trip Tr.1 1->0	IL2		50.00 mA	50.00 mA	1.010 A	10.00 mA	<input type="checkbox"/>	

ภาพที่ 4-32 หน้าต่างการใช้งาน Ramp Assessment ในโมดูล Ramping

Ramp บอกถึงช่วงการเปลี่ยนแปลงที่ใช้งาน

Condition เงื่อนไขการทำงานการทดสอบในช่วงนั้น ๆ

Signal ค่าที่กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลง

Nom. ค่าปกติจากการกำหนด

Dev.- /Dev.+ ค่าความเพื่อที่สามารถยอมรับได้ หากเกินจากค่าปกติรวมกับค่าความเพื่อ การทดสอบจะไม่ผ่านมาตรฐานซึ่ง Dev.- คือค่าความเพื่อทางด้านน้อยกว่าค่าปกติ และ Dev.+ คือค่าความเพื่อทางด้านมากกว่าค่าปกติ

Act. ค่าที่ทดสอบได้จริง

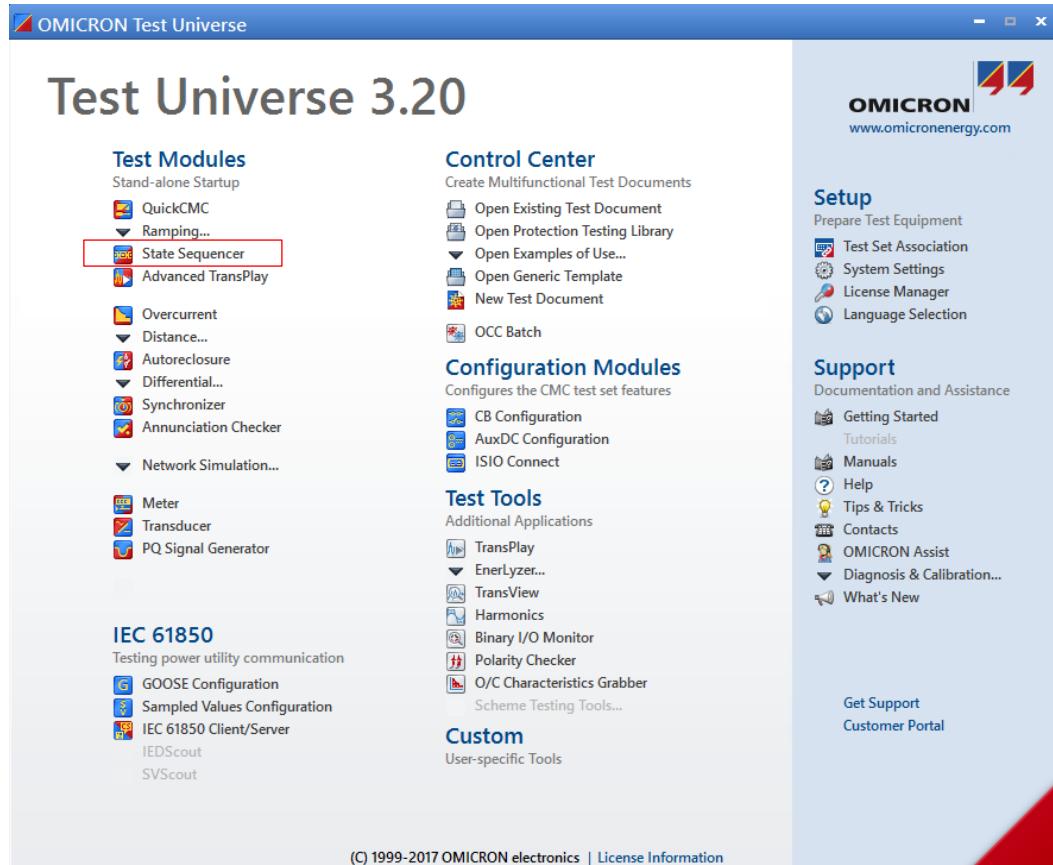
Dev. ความแตกต่างระหว่างค่าปกติกับค่าจริง

4.3.1.2 เวลาในการทำงาน (Operating Time)

ทดสอบเพื่อตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการเปิดวงจรว่า เป็นไปตามที่ตั้งค่าในรีเลย์ โดยใช้โมดูล State Sequence ซึ่งจะเป็นการลดจำนวนโมดูลที่ใช้ในการทดสอบ เนื่องจาก State Sequence สามารถสร้างเพื่อให้ทดสอบได้หลากหลายรูปแบบในครั้งเดียว เช่น การทดสอบต้องทำการทดสอบทั้งกระแสผลิตพร่องแต่ละเฟส และกระแสผลิตพร่อง 3 เฟส หากใช้โมดูล QuickCMC จะต้องทำการเปลี่ยนค่ากระแสแต่ละเฟสทุกครั้งก่อนจะเริ่มทำการทดสอบ แต่ถ้าใช้โมดูล State Sequence จะสามารถสร้างลำดับการทดสอบที่เปลี่ยนค่ากระแสได้ทุกเฟส ดังภาพ

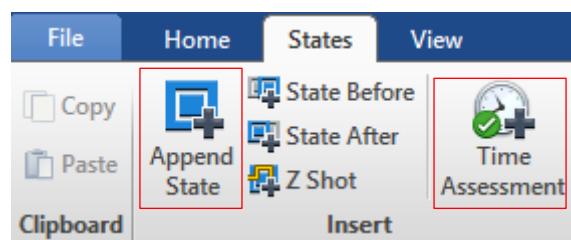
ภาพที่ 4-33 การทดสอบโดยใช้โมดูล State Sequence

เริ่มจากการเปิดใช้งานโมดูล State Sequence



ภาพที่ 4-34 แสดงคำแนะนำโมดูล State Sequence

จากนั้นทำการเพิ่มลำดับการทดสอบโดยกดปุ่ม Append State และเพิ่มตัวจับเวลาโดยกดปุ่ม Time Assessment



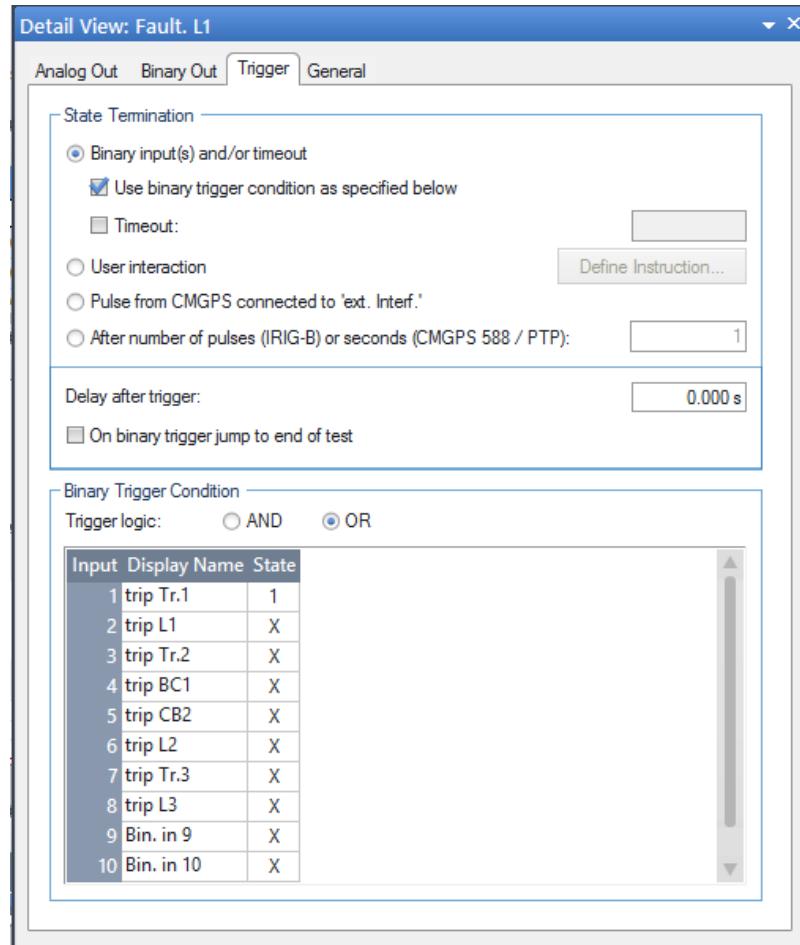
ภาพที่ 4-35 แคน State ในโมดูล State Sequence

ทำการเพิ่มการทดสอบลำดับแรกเป็นสถานะก่อนเกิดกระแสพิเศษ จะกำหนดให้มีกระแส เป็นระยะเวลา 3 วินาที (เนื่องจากต้องเว้นระยะเวลาเพื่อให้แน่ใจว่ากระแสพิเศษ ไม่ตกค้าง และต้องการให้การทดสอบไม่เว้นระยะเวลา จึงใช้เวลา 3 วินาที) จากนั้นสร้างลำดับต่อไปเป็นการจ่ายกระแสพิเศษให้เฟส L1 และกำหนดเงื่อนไขการหยุดจ่ายเมื่อมีการสั่งเปิดวงจรจากวิเคราะห์

Name	1			2		
	Pre.L1			Fault. L1		
IL1	0.000 A	0.00 °	50.000 Hz	2.000 A	0.00 °	50.000 Hz
IL2	0.000 A	-120.00 °	50.000 Hz	0.000 A	-120.00 °	50.000 Hz
IL3	0.000 A	120.00 °	50.000 Hz	0.000 A	120.00 °	50.000 Hz
I(1)-1	0.000 A	0.00 °	50.000 Hz	0.000 A	0.00 °	50.000 Hz
I(1)-2	0.000 A	-120.00 °	50.000 Hz	0.000 A	-120.00 °	50.000 Hz
I(1)-3	0.000 A	120.00 °	50.000 Hz	0.000 A	120.00 °	50.000 Hz
CMC Rel	0 output(s) active			0 output(s) active		
Trigger	⌚	3.000 s		⌚		

ภาพที่ 4-36 หน้าต่างการทดสอบโดยใช้โมดูล State Sequence

โดยกำหนดการหยุดจ่ายกระแสไฟที่หน้าต่าง Detail View และ Trigger ในส่วนของ State Termination ให้เลือก Binary Input(s) and/or timeout และเลือก Use binary trigger condition as specified below จากนั้น ในส่วนของ Binary Trigger Condition ให้เลือก Input ที่รับค่ามาจากคำสั่งเปิดวงจรของรีเลย์ (ขึ้นอยู่กับการตั้งค่าที่ผู้ทดสอบทำไว้) มีค่าเป็น 1

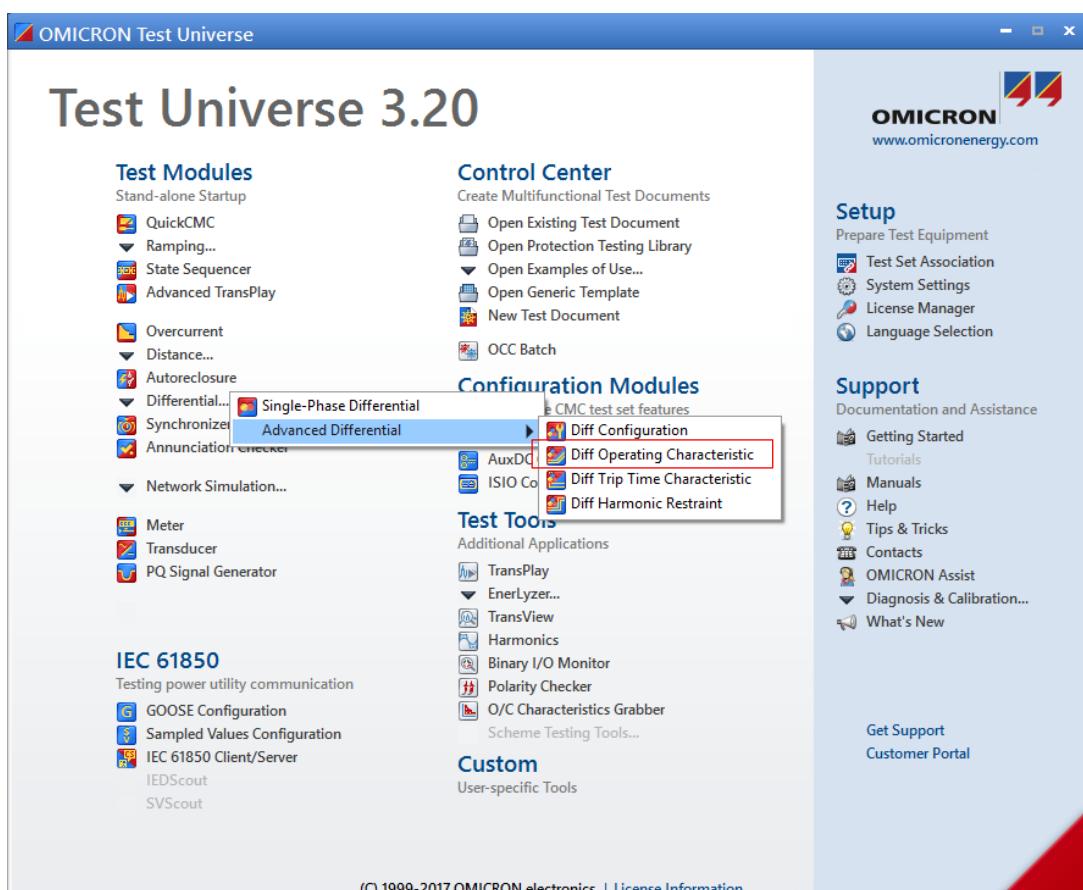


ภาพที่ 4-37 หน้าต่างการกำหนดเงื่อนไขการหยุดในแบบ Trigger

จากนั้นสร้างลำดับการทดสอบแบบเดียวกันจนครบทุกรูปแบบที่ต้องการทดสอบ (กระแสพิคพร่องแต่ละเฟส และกระแสพิคพร่องพร้อมกันทั้ง 3 เฟส)

4.3.1.3 การทดสอบคุณลักษณะ (Characteristic Test)

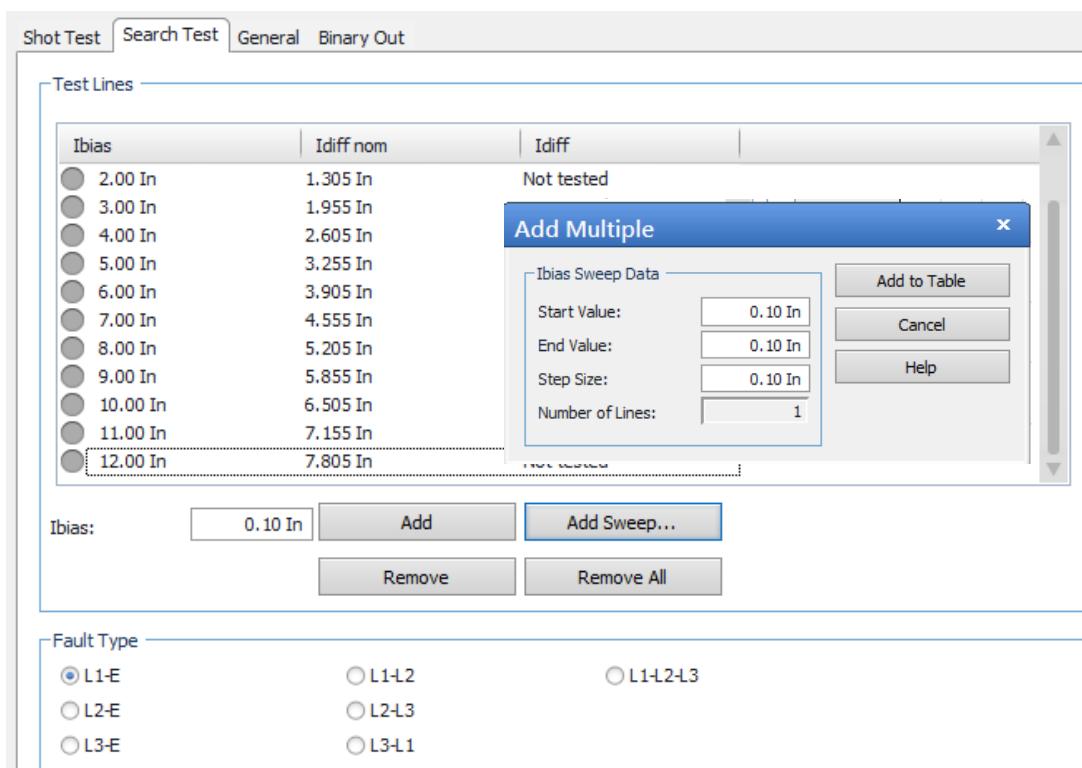
เป็นการทดสอบโดยกำหนดค่า 2 ค่า ค่าหนึ่งจะทำให้เรียลส์สั่งเปิดวงจรซึ่งหมายถึง มีกระแสต่างกันเกินค่าที่กำหนด ส่วนอีกค่าจะทำให้เรียลส์ไม่สั่งเปิดวงจรเบริ่ยบเสมือนกับไม่มีผลต่างของกระแสทั้ง 2 ฟังก์ชัน โดยเริ่มจากใช้งานโมดูล Diff Operating Characteristic ซึ่งเป็นโมดูลย่อยของ Advance Differential การทดสอบจะแบ่งย่อยเป็นอีก 2 รูปแบบ คือ Search Test กับ Shot Test



ภาพที่ 4-38 แสดงคำแนะนำ โมดูล Advanced Differential

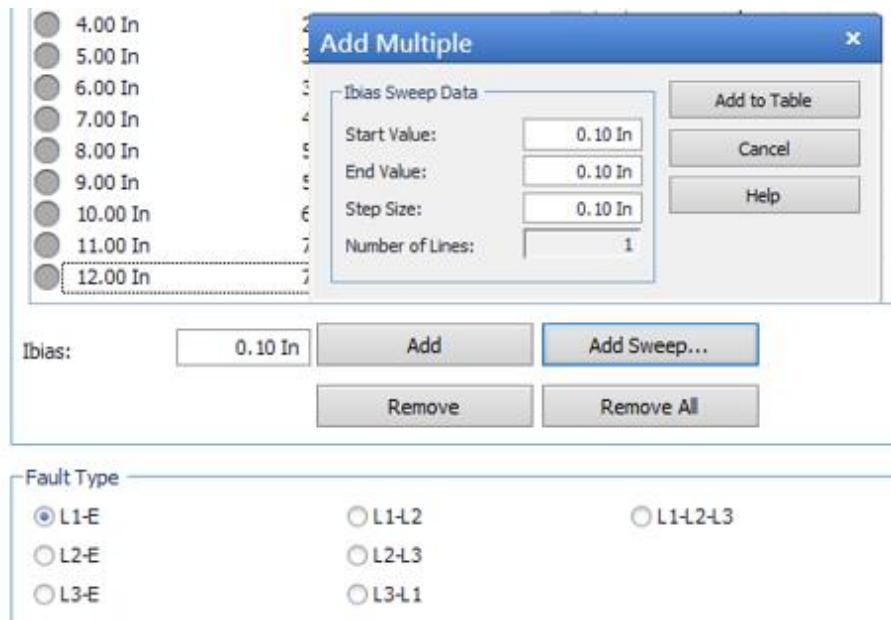
Search Test เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบเมื่อจ่ายกระแสทำให้เกิดกระแส Ibias ที่ต้องการทดสอบ จะเกิด Idiff ตามที่ตั้งค่าในรีเลย์ รายละเอียดการทดสอบมีดังนี้

เลือกແນບ Search Test กำหนดกระแส Ibias ที่ต้องการทดสอบ โปรแกรมจะทำการคำนวณกระแส Idiff ตามที่ได้ตั้งค่าเส้นคุณลักษณะไว้ก่อนหน้านี้ โดยสามารถกำหนดทีละค่าโดยใส่ค่าในช่อง Ibias และกดปุ่ม Add



ภาพที่ 4-39 การตั้งค่าการทดสอบโดยใช้ Search Test

หรือกำหนดหลายค่าในคราวเดียวได้โดย กดปุ่ม Add Sweep... แล้วกำหนดค่าเริ่มต้น ถ้าต้องการตั้งค่าหลายชั้น ให้ในช่อง Start Value, End Value, Step Size ตามลำดับ แล้วจึงกดปุ่ม Add to Table นอกจากนี้ยังสามารถเลือกรูปแบบของกระแสพิเศษที่ต้องการได้ในส่วนของ Fault Type



ภาพที่ 4-40 การเพิ่มเส้นทดสอบหลายเส้นในรอบเดียว

Shot Test เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบจุดการทำงานที่ทำให้เรียลส์สั่งเปิดวงจร และไม่เปิดวงจร โดยเริ่มจากการใช้งานแบบ Shot Test จากนั้นกำหนดค่ากระแส Idiff และ Ibias ตามที่ต้องการทดสอบ การกำหนดค่าจะกำหนดจาก Ibias ก่อนหลังจากนั้นจะทำการกำหนด Idiff ตามซึ่งจะกำหนดให้จุดทดสอบอยู่ในตำแหน่งที่เรียลส์สั่งเปิดวงจร และไม่สั่งเปิดวงจร เพื่อทดสอบการทำงานของเนื้องจาก Idiff เป็นตัวกำหนดให้เรียลส์สั่งเปิดวงจรหรือไม่สั่งเปิดวงจร

Test Points			
Idiff	Ibias	tact	t _{nom}
0.90 In	1.30 In	Not tested	N/T
1.10 In	1.30 In	Not tested	0.03 s
1.30 In	2.20 In	Not tested	N/T
1.60 In	2.20 In	Not tested	0.03 s
2.50 In	4.20 In	Not tested	N/T
2.90 In	4.20 In	Not tested	0.03 s
4.00 In	6.50 In	Not tested	N/T
4.50 In	6.50 In	Not tested	0.03 s
5.80 In	9.40 In	Not tested	N/T
6.50 In	9.40 In	Not tested	0.03 s
7.10 In	11.50 In	Not tested	N/T
7.80 In	11.40 In	Not tested	0.03 s

Idiff	0.90 In	Add	
Ibias	1.30 In	Remove	Remove All

Fault Type
<input checked="" type="radio"/> L1-E <input type="radio"/> L1-L2 <input type="radio"/> L1-L2-L3
<input type="radio"/> L2-E <input type="radio"/> L2-L3 <input type="radio"/>
<input type="radio"/> L3-E <input type="radio"/> L3-L1 <input type="radio"/>

ภาพที่ 4-41 การทดสอบโดยใช้ Shot Test

4.3.2 รีเลย์ผลต่างหม้อแปลง (Transformer Differential Relay)

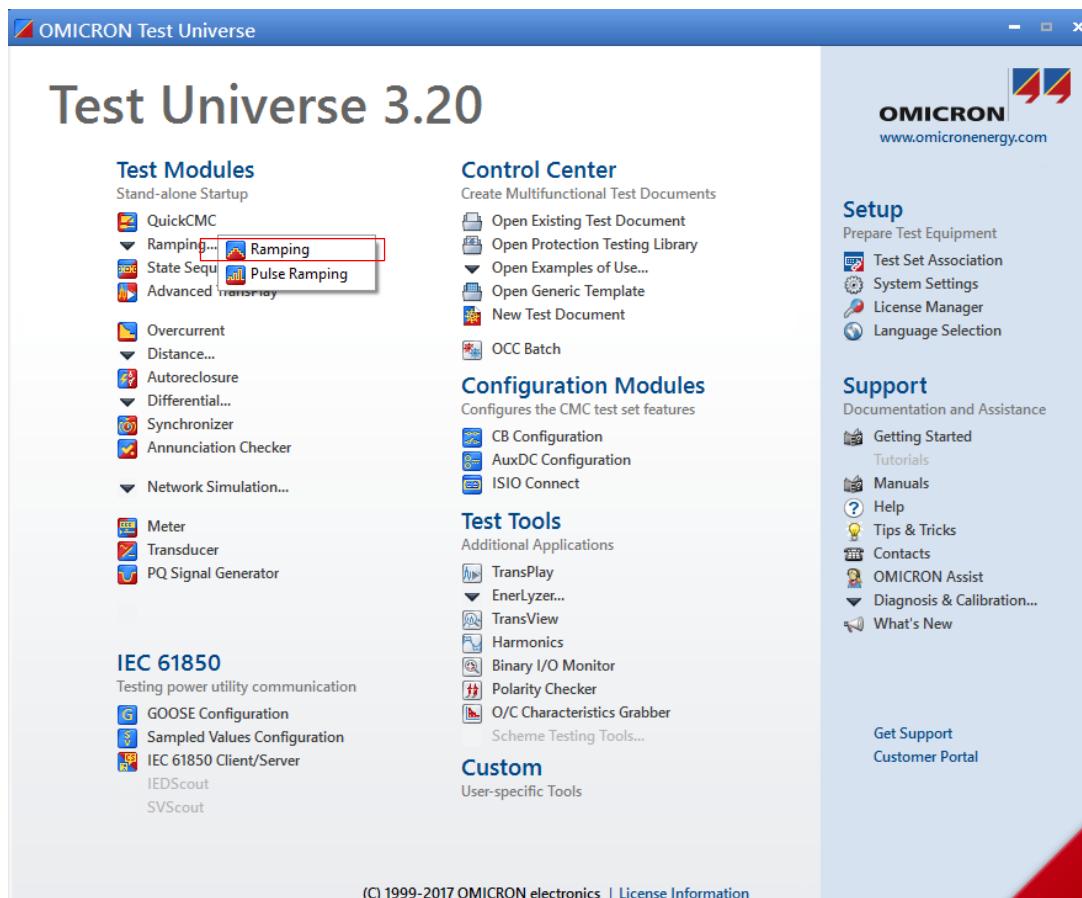
รีเลย์ชนิดนี้มีหน้าหลักในการป้องกันการผิดพร่องที่หม้อแปลง โดยจะใช้การตรวจวัดกระแสทั้งผู้เรցดันสูงของหม้อแปลง และผู้เรցดันต่ำของหม้อแปลง และนำมาลบกัน หากหม้อแปลงปกติกระแสผลต่างต้องมีค่าเป็นศูนย์หรือใกล้เคียง มีการทดสอบหลัก ๆ ดังนี้

- การทดสอบกระแสเริ่มทำงาน (Pick-up Current Test)
- การทดสอบเวลาในการทำงาน (Operating Time Test)
- การทดสอบคุณลักษณะ (Characteristic Test)
- การทดสอบกระแสต่อก้างจากสาร์มอนิกส์ (Harmonic Restraint)

4.3.2.1 การทดสอบกระแสเริ่มทำงาน (Pick-up Current)

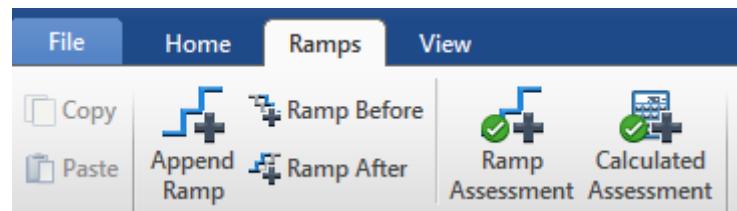
เป็นการทดสอบเพื่อหาค่ากระแสเริ่มทำงานของฟังก์ชันรีเลย์ ซึ่งจะต้องทำการทดสอบทั้งฝั่งแรงดันสูงและแรงดันต่ำ

โดยการทดสอบจะเริ่มจากการใช้งานโฉนด Ramping ซึ่งมีการตั้งค่าให้ปรับกระแสเพิ่มอัตโนมัติจนรีเลย์มีการสั่งเปิดวงจร จากนั้นจะทำการปรับกระแสลงอัตโนมัติจนรีเลย์หยุดสั่งคำสั่งเปิดวงจร การทดสอบลักษณะนี้ทดสอบเพื่อทราบถึงกระแสที่รีเลย์เริ่มทำงาน และหยุดทำงาน เริ่มจากเปิดใช้งานโฉนด Ramping



ภาพที่ 4-42 แสดงตำแหน่งโฉนด Ramping

แดบ Ramps เป็นแดบเครื่องมือต่าง ๆ ในการใช้งานโโนดูล มีดังนี้



ภาพที่ 4-43 แดบเครื่องมือ Ramps ในโโนดูล Ramping

Append Ramp เพิ่มช่วงการเปลี่ยนแปลง

Ramp Before/After เพิ่มช่วงการเปลี่ยนแปลงไว้ตัวแทน่งก่อนหน้า/หลัง

Ramp/Calculated Assessment เพิ่มตัวประเมินผล ช่วงการเปลี่ยนแปลง/การคำนวณ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเวลา

หน้าต่าง Test View เป็นหน้าต่างในส่วนของการกำหนดค่าทางไฟฟ้า เช่น แรงดันกระแส ความถี่ เพื่อใช้ทดสอบ มีค่าต่าง ๆ ดังนี้

Ramp States		General						
Set mode:	Fault type:	Estimated test time:						
Direct	n/a	20.200 s						
Signal 1:	Quantity 1:	Signal 2:	Quantity 2:					
IL1-HV	Magnitude	(none)	Frequency					
Ramp	From	To	Delta	dt	d/dt	Steps	Time	Stop condition
Ramp 1	100.0 mA	200.0 mA	1.000 mA	100.0 ms	10.00 mA/s	101	10.100 s	TRIP 1 HV 0->1 and TRIP 2 HV 0->1 and TRIP 1 MV 0->1 and INT 86T 0->1 and TRIP 2 ...
Ramp 2	200.0 mA	100.0 mA	-1.000 mA	100.0 ms	-10.00 mA/s	101	10.100 s	TRIP 1 HV 1->0 and TRIP 2 HV 1->0

ภาพที่ 4-44 หน้าต่างการทดสอบโดยใช้ Ramping

Set mode โหมดการจ่าย ในที่นี่เลือกเป็นโหมด Direct เพื่อจ่ายกระแส

Signal1/Signal 2 เลือกค่าที่ต้องการให้เปลี่ยนแปลง สามารถเลือกได้ 2 ค่า เช่น แรงดันไฟส กระแสไฟส

Quantity1/Quantity 2 เลือกชนิดปริมาณของค่าที่ต้องการให้เปลี่ยนแปลง เช่น ขนาด មุมไฟส ความถี่

From/ To กำหนดค่าเริ่มต้น/สิ้นสุดของช่วงการเปลี่ยนแปลง
 Delta กำหนดค่าที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละขั้น
 dt เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงแต่ละขั้น
 d/dt อัตราการเปลี่ยนแปลงต่อเวลา
 Steps จำนวนขั้น
 Time เวลาที่ใช้
 Stop condition เงื่อนไขการทำงาน
 หน้าต่าง Ramp Assessment เป็นหน้าต่างเพื่อใช้ในการดูผลลัพธ์จากการทดสอบ
 โดยจะแสดงส่วนสำคัญดังนี้

Ramp Assessments											
	Name	Ramp	Condition	Signal	Nom.	Dev.-	Dev.+	Act.	Dev.	Assessment	Tact
1	Pick-up	Ramp 1	TRIP 1 HV 0->...	IL1-HV	154.6 mA	10.00 mA	10.00 mA	155.0 mA	400.0 μ A		70.80 ms
2	Drop-off	Ramp 2	TRIP 1 HV 1->...	IL1-HV		10.00 mA	10.00 mA	147.0 mA			29.20 ms

ภาพที่ 4-45 หน้าต่าง Ramp Assessment

Ramp บอกถึงช่วงการเปลี่ยนแปลงที่ใช้งาน
 Condition เงื่อนไขการทำงานการทดสอบในช่วงนั้น ๆ
 Signal ค่าที่กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลง
 Nom. ค่าปกติจากการกำหนด
 Dev.- /Dev.+ ค่าความเพื่อที่สามารถรับได้ หากเกินจากค่าปกติรวมกับค่าความเพื่อ การทดสอบจะไม่ผ่านมาตรฐานซึ่ง Dev.- คือค่าความเพื่อทางด้านน้อยกว่าค่าปกติ และ Dev.+ คือค่าความเพื่อทางด้านมากกว่าค่าปกติ
 Act. ค่าที่ทดสอบได้จริง
 Dev. ความแตกต่างระหว่างค่าปกติกับค่าจริง

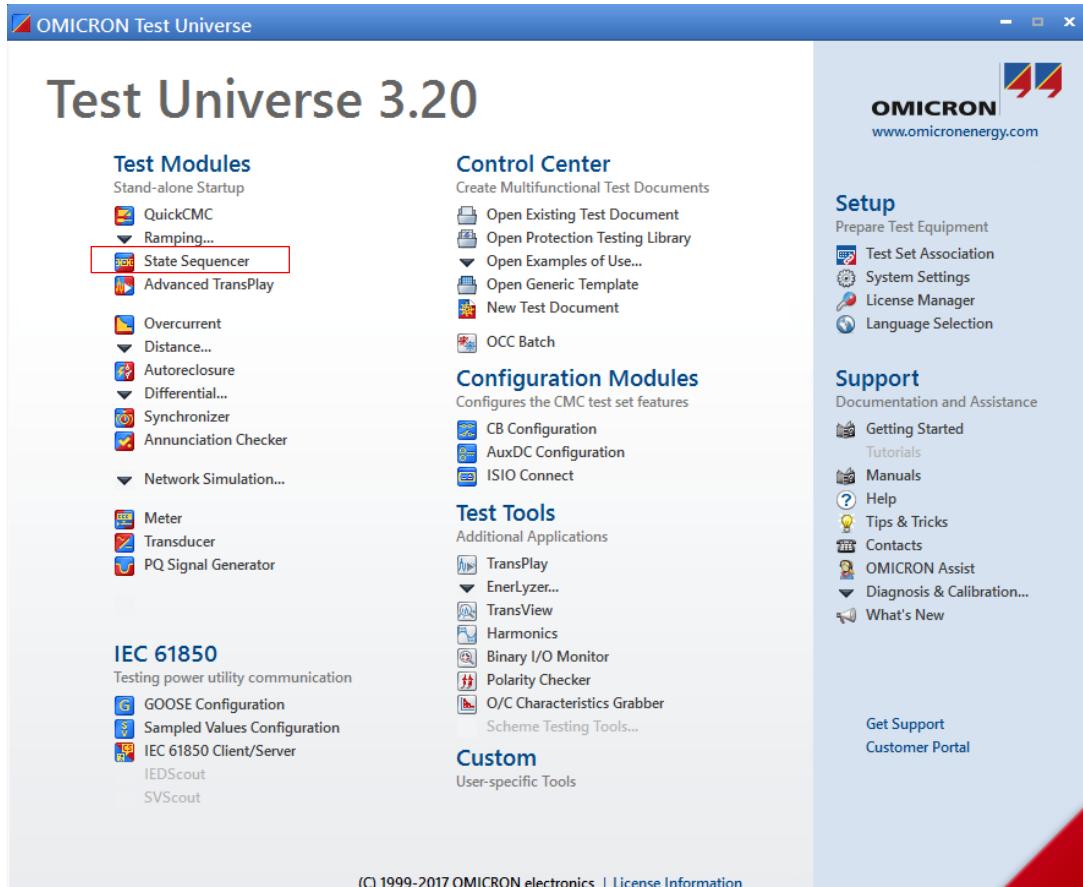
4.3.2.2 เวลาในการทำงาน (Operating Time)

ทดสอบเพื่อตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการเปิดวงจรว่า เป็นไปตามที่ตั้งค่าในรีเลย์ โดยใช้โน้มูล State Sequence ซึ่งจะเป็นการลดจำนวนโน้มูลที่ใช้ในการทดสอบ เนื่องจาก State Sequence สามารถสร้างเพื่อให้ทดสอบได้หลากหลายรูปแบบในครั้งเดียว เช่น การทดสอบต้องทำการทดสอบทั้งกระแสผลิตพร่องแต่ละเฟส และกระแสผลิตพร่อง 3 เฟส หากใช้โน้มูล QuickCMC จะต้องทำการเปลี่ยนค่ากระแสแต่ละเฟสทุกครั้งก่อนจะเริ่มทำการทดสอบ แต่ถ้าใช้โน้มูล State Sequence จะสามารถสร้างลำดับการทดสอบที่เปลี่ยนค่ากระแสได้ทุกเฟส ดังภาพ

Table View: HV_Operating time in Setting 115kV E13+R_TR.1_DIFF RELAY.ocd												
Name	Prefault L1			Fault L1			Prefault L2			Fault L2		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
IL1-HV	0.000 A	0.00 °	50.000 Hz	300.0 mA	0.00 °	50.000 Hz	0.000 A	0.00 °	50.000 Hz	0.000 A	0.00 °	50.000 Hz
IL2-HV	0.000 A	-120.00 °	50.000 Hz	0.000 A	-120.00 °	50.000 Hz	0.000 A	-120.00 °	50.000 Hz	300.0 mA	-120.00 °	50.000 Hz
IL3-HV	0.000 A	120.00 °	50.000 Hz	0.000 A	120.00 °	50.000 Hz	0.000 A	120.00 °	50.000 Hz	0.000 A	120.00 °	50.000 Hz
IL1-LV	0.000 A	150.00 °	50.000 Hz	0.000 A	150.00 °	50.000 Hz	0.000 A	150.00 °	50.000 Hz	0.000 A	150.00 °	50.000 Hz
IL2-LV	0.000 A	30.00 °	50.000 Hz	0.000 A	30.00 °	50.000 Hz	0.000 A	30.00 °	50.000 Hz	0.000 A	30.00 °	50.000 Hz
IL3-LV	0.000 A	-90.00 °	50.000 Hz	0.000 A	-90.00 °	50.000 Hz	0.000 A	-90.00 °	50.000 Hz	0.000 A	-90.00 °	50.000 Hz
CMC Rel Trigger	0 output(s) active	⌚	3.000 s	0 output(s) active	⌚	3.000 s	0 output(s) active	⌚	3.000 s	0 output(s) active	⌚	3.000 s

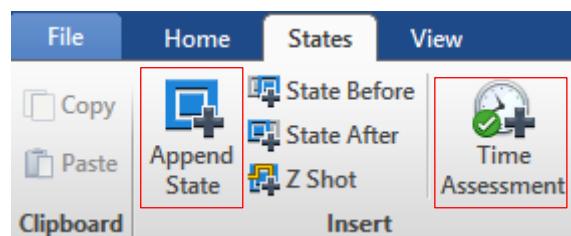
ภาพที่ 4-46 หน้าต่างการทดสอบโดยใช้ State Sequence

เริ่มจากการเปิดใช้งานโมดูล State Sequence



ภาพที่ 4-47 แสดงตำแหน่งโมดูล State Sequence

จากนั้นทำการเพิ่มลำดับการทดสอบโดยกดปุ่ม Append State และเพิ่มตัวจับเวลา โดยกดปุ่ม Time Assessment



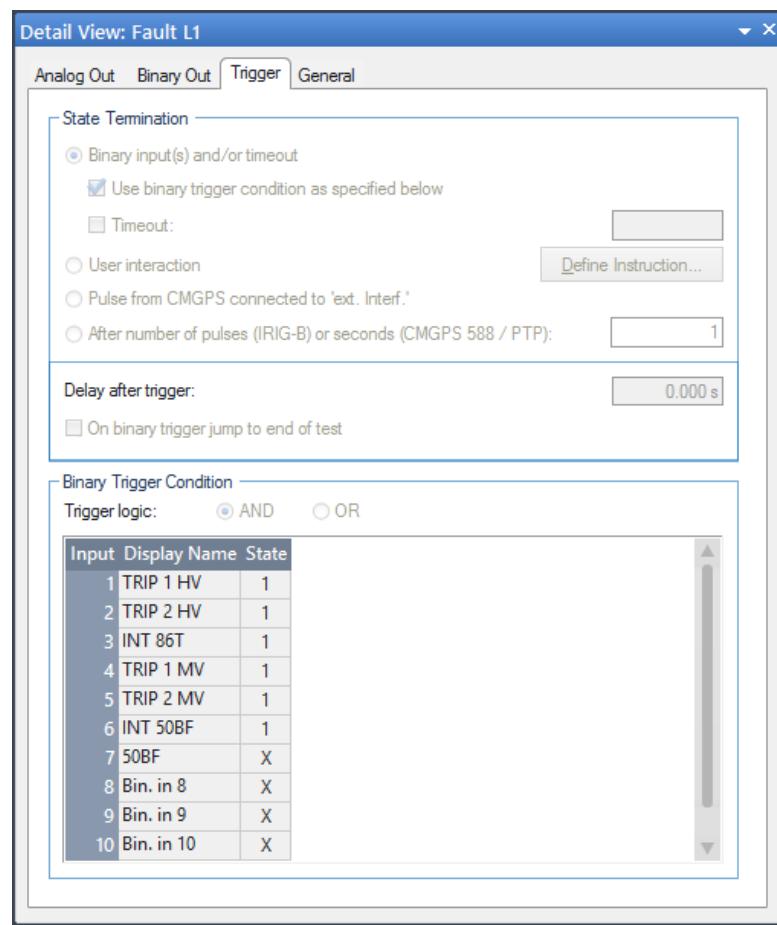
ภาพที่ 4-48 操控เครื่องมือ State ในโมดูล State Sequence

ทำการเพิ่มการทดสอบลำดับแรกเป็นสถานะก่อนเกิดกระแสผิดพร่อง จะกำหนดให้ไม่มีกระแส เป็นระยะเวลา 3 วินาที (เนื่องจากต้องเว้นระยะเวลาเพื่อให้แน่ใจว่ากระแสผิดพร่องไม่ตกค้าง และต้องการให้การทดสอบไม่เว้นระยะเวลา จึงใช้เวลา 3 วินาที) จากนั้นสร้างลำดับต่อไปเป็นการจ่ายกระแสผิดพร่องให้เฟส L1 และกำหนดเงื่อนไขการหยุดจ่ายเมื่อมีการสั่งเปิดวงจรจากรีเลย์

Table View: HV_Operating time in Setting 115kV E13+R_TR.1_DIFF RELAY.occ						
	1			2		
Name	Prefault L1			Fault L1		
IL1-HV	0.000 A	0.00 °	50.000 Hz	300.0 mA	0.00 °	50.000 Hz
IL2-HV	0.000 A	-120.00 °	50.000 Hz	0.000 A	-120.00 °	50.000 Hz
IL3-HV	0.000 A	120.00 °	50.000 Hz	0.000 A	120.00 °	50.000 Hz
IL1-LV	0.000 A	150.00 °	50.000 Hz	0.000 A	150.00 °	50.000 Hz
IL2-LV	0.000 A	30.00 °	50.000 Hz	0.000 A	30.00 °	50.000 Hz
IL3-LV	0.000 A	-90.00 °	50.000 Hz	0.000 A	-90.00 °	50.000 Hz
CMC Rel	0 output(s) active			0 output(s) active		
Trigger	⌚	3.000 s		⌚		

ภาพที่ 4-49 การทดสอบเวลาในการของรีเลย์ผลต่าง โดยใช้โมดูล State Sequence

โดยกำหนดการหยุดจ่ายกระแสได้ที่หน้าต่าง Detail View และ Trigger ในส่วนของ State Termination ให้เลือก Binary Input(s) and/or timeout และเลือก Use binary trigger condition as specified below จากนั้นในส่วนของ Binary Trigger Condition ให้เลือก Input ที่รับค่ามาจากคำสั่งเปิดวงจรของรีเลย์ (ขึ้นอยู่กับการตั้งค่าที่ผูกทดสอบทำไว้) มีค่าเป็น 1

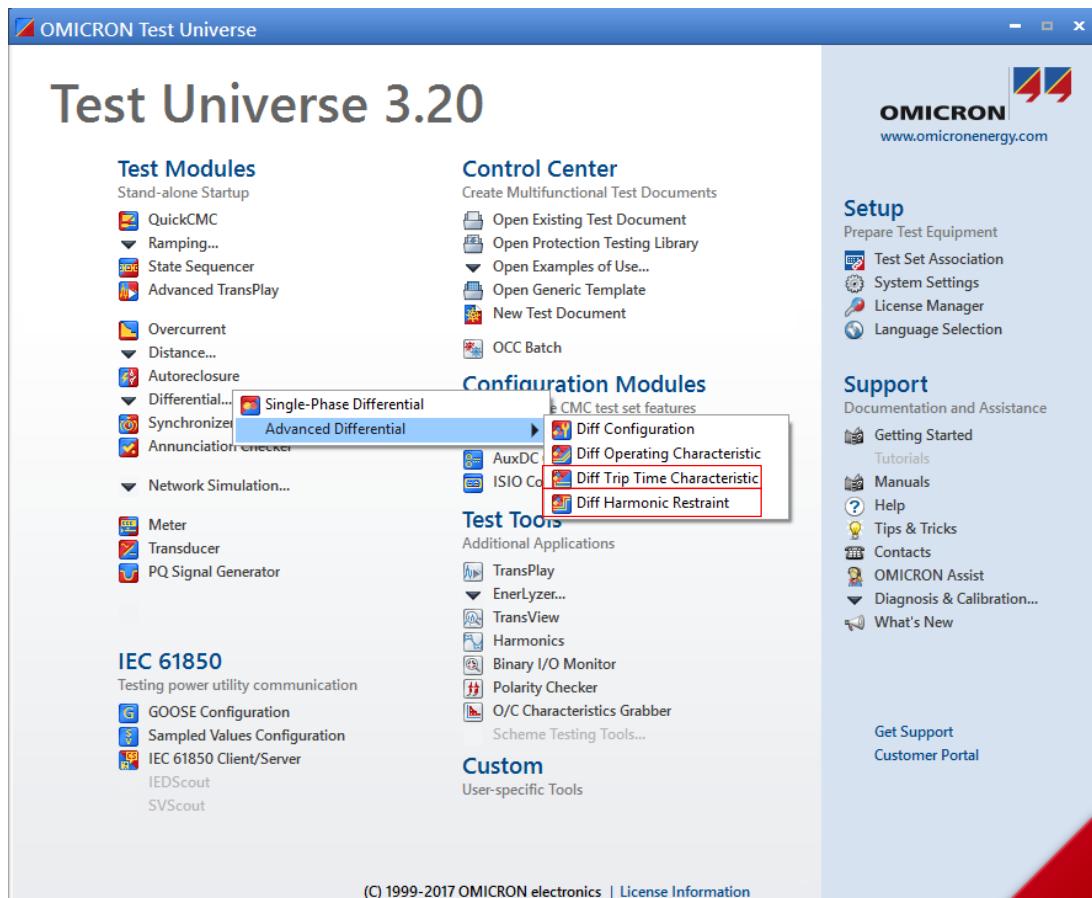


ภาพที่ 4-50 การกำหนดเงื่อนไขการหยุดทำงานในแบบ Trigger

จากนั้นสร้างลำดับการทดสอบแบบเดียวกันจนครบทุกรูปแบบที่ต้องการทดสอบ
(กระแสผิดพร่องแต่ละเฟส และกระแสผิดพร่องพร้อมกันทั้ง 3 เฟส)

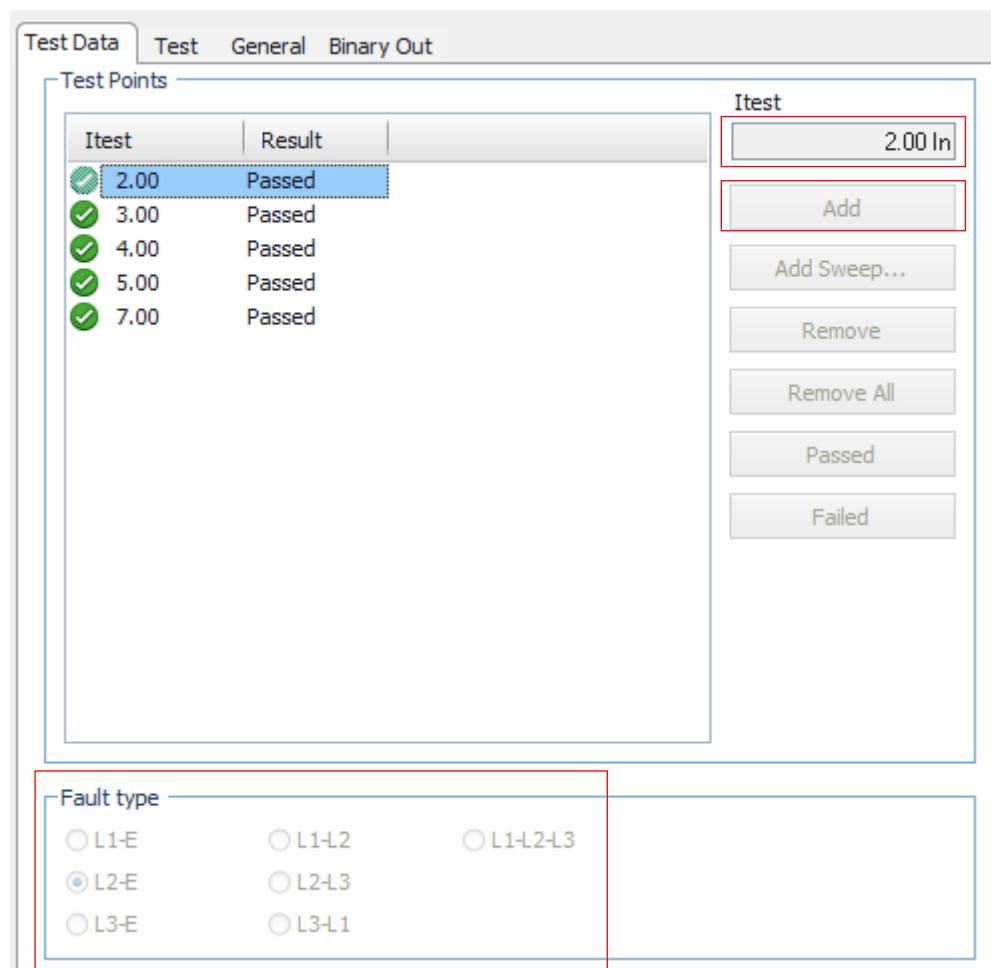
4.3.2.3 การทดสอบคุณลักษณะ (Characteristic Test)

เป็นการทดสอบโดยกำหนดค่า 2 ค่า ค่าหนึ่งจะทำให้เรียบร้อยไม่ส่งเปิดวงจรซึ่งหมายถึงมีกระแสต่างกันเกินค่าที่กำหนด ส่วนอีกค่าจะทำให้เรียบร้อยไม่ส่งเปิดวงจรเบร์ยนเสมิองกับไม่มีผลต่างของกระแสทั้ง 2 ฝั่ง โดยเริ่มจากใช้งานโมดูล Diff Configuration จากนั้นใช้ Diff Operating Characteristic ซึ่งเป็นโมดูลย่อยของ Advance Differential การทดสอบจะแบ่งย่อยเป็นอีก 2 รูปแบบคือ Search Test กับ Shot Test



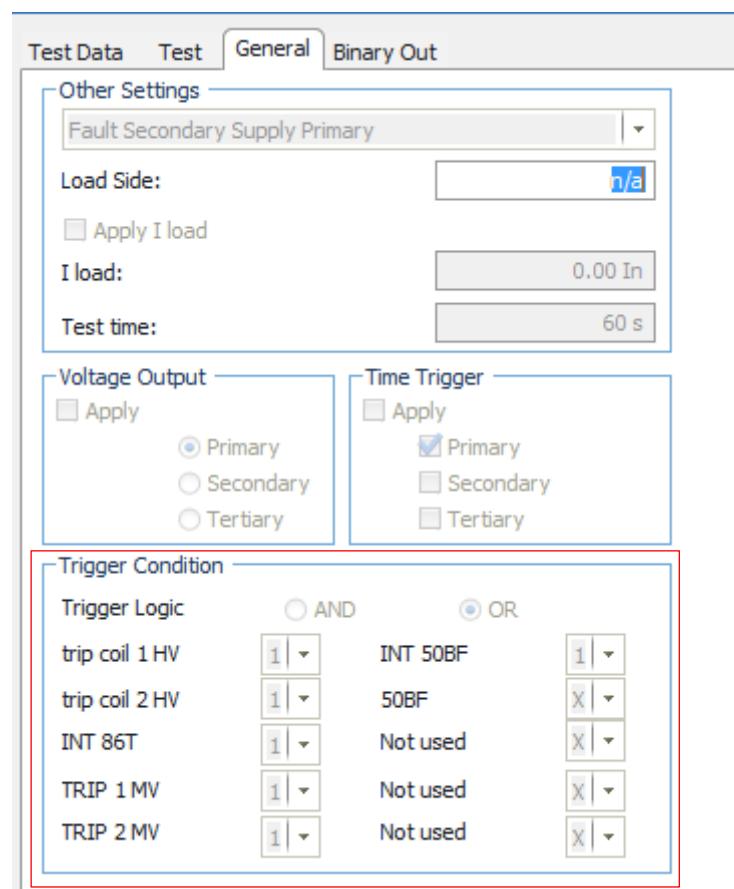
ภาพที่ 4-51 แสดงตำแหน่งโมดูล Diff Configuration และ Diff Operating Characteristic

Diff Configuration เพื่อตรวจสอบการทำงานของฟังก์ชันว่ากำจัดกระแสได้ตามที่ตั้งค่าในรีเลย์ โดยจะกำหนดกราฟแสดงค่าที่ทำการทดสอบในช่อง Itest จากนั้นกด Add เพื่อเพิ่มสำหรับการทดสอบ นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องเลือกรูปแบบกราฟและพิเศษในส่วนของ Fault Type



ภาพที่ 4-52 การกำหนดค่าการทดสอบคุณลักษณะเวลา กับกระแส

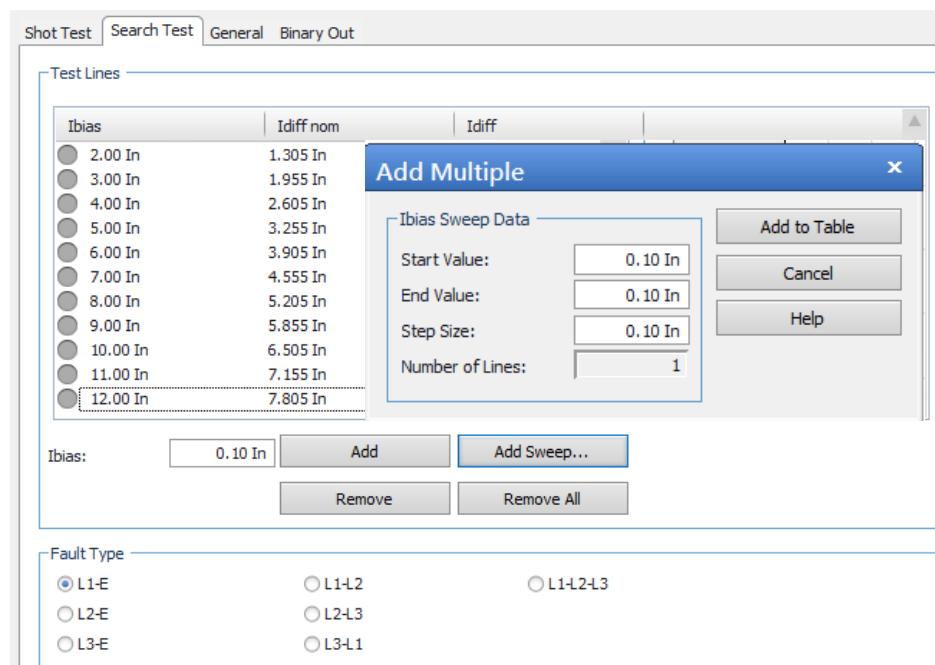
การทดสอบจะทำการจ่ายกระแสที่ค่าทดสอบจนกว่าจะได้รับเงื่อนไขการหยุดจ่ายกระแส ซึ่งกำหนดไว้ในแบบ General



ภาพที่ 4-53 การกำหนดเงื่อนไขการทดสอบ

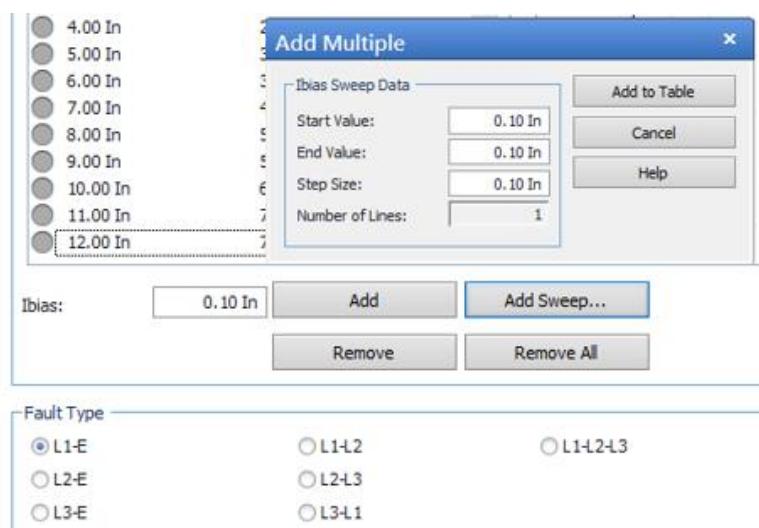
Search Test เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบเมื่อจ่ายกระแสทำให้เกิดกระแส Ibias ที่ต้องการทดสอบ จะเกิด Idiff ตามที่ตั้งค่าในรีเลย์ รายละเอียดการทดสอบมีดังนี้

เลือกแบบ Search Test กำหนดกระแส Ibias ที่ต้องการทดสอบ โปรแกรมจะทำการคำนวณกระแส Idiff ตามที่ได้ตั้งค่าเส้นคุณลักษณะไว้ก่อนหน้านี้ โดยสามารถกำหนดทีละค่าโดยใส่ค่าในช่อง Ibias และกดปุ่ม Add



ภาพที่ 4-54 การทดสอบแบบ Search Test ของรีเลย์ผลต่างหนื้นแปลง

หรือกำหนดคลายค่าในคราวเดียวได้โดย กดปุ่ม Add Sweep... แล้วกำหนด ค่า เริ่มต้น ลิ้นสุด ความห่างของแต่ละขั้น ได้ในช่อง Start Value, End Value, Step Size ตามลำดับ แล้ว จึงกดปุ่ม Add to Table นอกจากนี้ยังสามารถเลือกรูปแบบของกระแสผิดพร่อง ได้ในส่วนของ Fault Type



ภาพที่ 4-55 การกำหนดค่าเพื่อเพิ่มเส้นทดสอบคลายเส้นในคราวเดียว

Shot Test เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบวุคการทำงานที่ทำให้เรียลส์สั่งเปิดวงจร และไม่เปิดวงจร โดยเริ่มจากการใช้งานแบบ Shot Test จากนั้นกำหนดค่ากระแส Idiff และ Ibias ตามที่ต้องการทดสอบ การกำหนดค่าจะกำหนดจาก Ibias ก่อนหลังจากนั้นจะทำการกำหนด Idiff ตามซึ่งจะกำหนดให้กับทดสอบอยู่ในตำแหน่งที่เรียลส์สั่งเปิดวงจร และไม่สั่งเปิดวงจร เพื่อทดสอบการทำงานของเน็องจาก Idiff เป็นตัวกำหนดให้เรียลส์สั่งเปิดวงจรหรือไม่สั่งเปิดวงจร

Shot Test				
Search Test General Binary Out				
Test Points				
Idiff	Ibias	tact	tnom	
0.90 In	1.30 In	Not tested	N/T	
1.10 In	1.30 In	Not tested	0.03 s	
1.30 In	2.20 In	Not tested	N/T	
1.60 In	2.20 In	Not tested	0.03 s	
2.50 In	4.20 In	Not tested	N/T	
2.90 In	4.20 In	Not tested	0.03 s	
4.00 In	6.50 In	Not tested	N/T	
4.50 In	6.50 In	Not tested	0.03 s	
5.80 In	9.40 In	Not tested	N/T	
6.50 In	9.40 In	Not tested	0.03 s	
7.10 In	11.50 In	Not tested	N/T	
7.80 In	11.40 In	Not tested	0.03 s	

Idiff	0.90 In	Add
Ibias	1.30 In	Remove Remove All

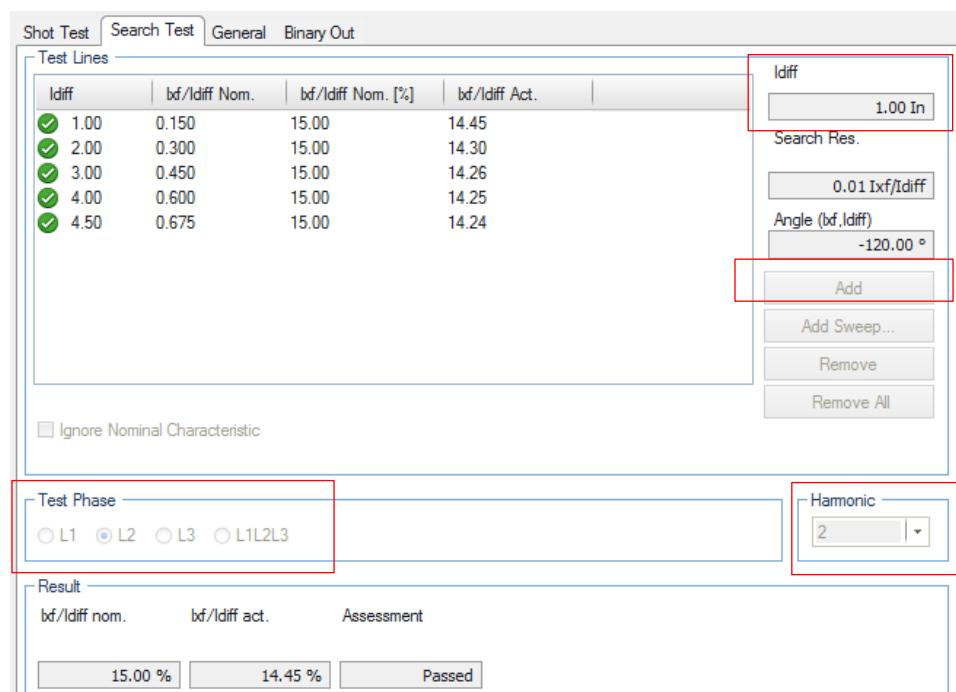
Fault Type		
<input checked="" type="radio"/> L1-E	<input type="radio"/> L1-L2	<input type="radio"/> L1-L2-L3
<input type="radio"/> L2-E	<input type="radio"/> L2-L3	
<input type="radio"/> L3-E	<input type="radio"/> L3-L1	

ภาพที่ 4-56 การทดสอบแบบ Shot Test ของเรียลส์ผลต่างหนื้อแปลง

4.3.2.4 การทดสอบกระแสต่อกันจากอาร์มอนิกส์ (Harmonic Restraint)

เป็นการทดสอบผลของอาร์มอนิกส์ ซึ่งจะใช้โมดูล Diff Harmonic Restraint ในส่วน Search Test สำหรับทดสอบ เพื่อทำการหาตรวจสอบว่าค่ากระแสที่เกิดจากอาร์มอนิกส์ มีค่า

เป็นไปตามที่ตั้งค่าไว้ในรีเลย์ (หาร์มอนิกส์ที่ 2 ตั้งค่าไว้ที่ 15% ของ Idiff และหาร์มอนิกส์ที่ 5 ตั้งค่าไว้ที่ 30% ของ Idiff) เริ่มโดยการเปิดโมดูล Diff Harmonic Restraint และเลือกแบบ Search Test จากนั้นกำหนดกระแส Idiff ที่ต้องการทดสอบในช่อง Idiff และกด Add เพื่อเพิ่มการทดสอบนอกจากนี้ต้องกำหนดเฟสที่ทำการทดสอบในส่วนของ Test Phase และกำหนดลำดับของหาร์มอนิกส์ในช่องหาร์มอนิกส์



ภาพที่ 4-57 การกำหนดค่าการทดสอบการป้องกันกระแสจากหาร์มอนิกส์

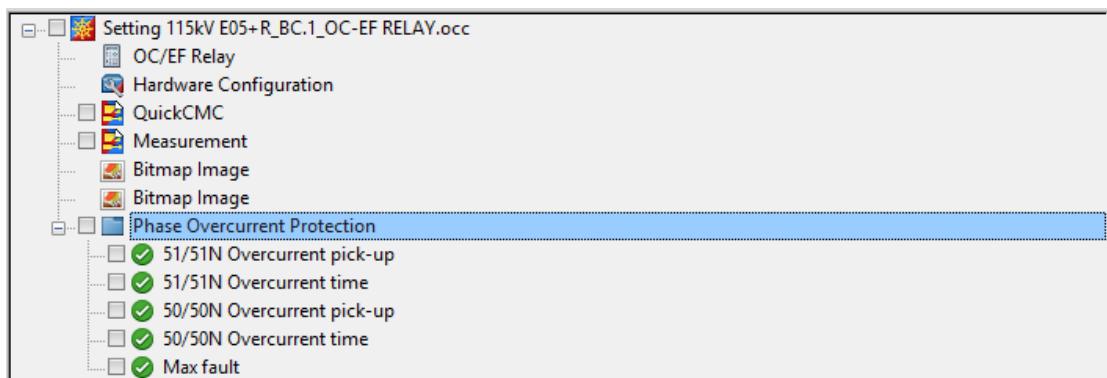
เมื่อทดสอบเสร็จ ค่ากระแสคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับ Idiff จะแสดงในช่อง Ixf/Idiff Act.

Idiff	Ixf/Idiff Nom.	Ixf/Idiff Nom. [%]	Ixf/Idiff Act.
1.00	0.150	15.00	14.45
2.00	0.300	15.00	14.30
3.00	0.450	15.00	14.26
4.00	0.600	15.00	14.25
4.50	0.675	15.00	14.24

ภาพที่ 4-58 การแสดงผลการทดสอบการป้องกันกระแสจากหาร์มอนิกส์

4.4 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมเพื่อทดสอบรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน

ในการทดสอบนี้ เป็นการทดสอบรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน Alstom P143 ที่ใช้ป้องกันทางด้าน 115 kV ของฟังก์ชันกระแสไฟฟ้า เกิน มีหน้าต่างการใช้งาน OMICRON Control Center ดังภาพ



ภาพที่ 4-59 หน้าต่างการทดสอบรีเลย์ Alstom P143

ขั้นตอนที่ 1 จะทำการทดสอบฟังก์ชันป้องกันกระแสไฟฟ้า เกิน ด้วยโมดูล Overcurrent ซึ่งจะทำการทดสอบหาค่ากระแสเริ่มทำงานของการป้องกันแบบ Time Overcurrent ได้ผลการทดสอบในช่อง act ดังภาพ

Pick-up / Drop-off Test Results:

Type	Angle	I Pick-up		I Drop-off	Reset Ratio			Result
		nom	act	act	nom	act	Error	
L1	n/a	900.0 m A	0.91 A	850.0 m A	950.0 m A	939.2 m A	-1.134 %	Passed
L2	n/a	900.0 m A	0.91 A	855.0 m A	950.0 m A	944.8 m A	-552.5 m %	Passed
L3	n/a	900.0 m A	0.91 A	855.0 m A	950.0 m A	944.8 m A	-552.5 m %	Passed
3IO	n/a	300.0 m A	0.30 A	280.0 m A	950.0 m A	933.3 m A	-1.754 %	Passed

ภาพที่ 4-60 ผลลัพธ์การทดสอบกระแสเริ่มและหยุดทำงานแบบเบรรกผันกับเวลาของรีเลย์ Alstom P143

จากผลการทดสอบ ค่าจากการทดสอบการผิดพร่องแบบ 1 เฟส (L1, L2, L3) คือ 0.91 A เมื่อเทียบกับค่าปกติ คือ 0.9 A แตกต่างกัน 10 mA ซึ่งไม่เกินพิกัดความเพื่อที่กำหนด (50 mA) สรุป ค่าจากการทดสอบการผิดพร่องแบบลำดับเฟสสูนย์ (3I0) คือ 0.3 ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าปกติ การทดสอบนี้จึงผ่าน

ขั้นตอนที่ 2 ทำการทดสอบคุณลักษณะเวลาต่อกระแส เพื่อตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ว่าสามารถจำจัดกระแสได้ตามที่ตั้งค่า ได้ผลการทดสอบในช่อง tact ดังภาพ

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	tnom	tact	Deviation	Overload	Result
L1	I#1 Phase	2.000	1.800 A	n/a	1.003 s	1.028 s	2.493 %	No	Passed
L2	I#1 Phase	2.000	1.800 A	n/a	1.003 s	1.023 s	1.994 %	No	Passed
L3	I#1 Phase	2.000	1.800 A	n/a	1.003 s	1.029 s	2.632 %	No	Passed
L1	I#1 Phase	3.000	2.700 A	n/a	630.2 ms	654.7 ms	3.889 %	No	Passed
L2	I#1 Phase	3.000	2.700 A	n/a	630.2 ms	645.9 ms	2.492 %	No	Passed
L3	I#1 Phase	3.000	2.700 A	n/a	630.2 ms	652.1 ms	3.476 %	No	Passed
L1	I#1 Phase	4.000	3.600 A	n/a	498.0 ms	522.9 ms	5.005 %	No	Passed
L2	I#1 Phase	4.000	3.600 A	n/a	498.0 ms	519.6 ms	4.343 %	No	Passed
L3	I#1 Phase	4.000	3.600 A	n/a	498.0 ms	522.5 ms	4.925 %	No	Passed
3I0	I#1 Residual	3.000	900.0 m A	n/a	630.2 ms	659.0 ms	4.571 %	No	Passed
3I0	I#1 Residual	4.000	1.200 A	n/a	498.0 ms	520.3 ms	4.483 %	No	Passed
3I0	I#1 Residual	4.000	1.200 A	n/a	498.0 ms	516.1 ms	3.640 %	No	Passed

ภาพที่ 4-61 ผลลัพธ์การทดสอบคุณลักษณะเวลา กับกระแสแบบแบร์เพอร์เพนกับเวลาของรีเลย์

Alstom P143

จากผลการทดสอบ การผิดพร่องทั้ง 4 รูปแบบ (L1, L2, L3, 3I0) ที่ค่ากระแส 2, 3, 4 เท่า พบร่วมกับการทดสอบ มีค่าไม่เกินพิกัดความเพื่อที่กำหนด (50 ms) การทดสอบนี้จึงผ่าน

ขั้นตอนที่ 3 จะทำการทดสอบฟังก์ชันป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน ซึ่งจะทำการทดสอบหาค่ากระแสเริ่มทำงาน ของการป้องกันแบบ Instantaneous Overcurrent ได้ผลการทดสอบในช่อง act ดังภาพ

Type	Angle	I Pick-up		I Drop-off	Reset Ratio			Result
		nom	act	act	nom	act	Error	
L1	n/a	900.0 m A	0.91 A	850.0 m A	950.0 m	939.2 m	-1.134 %	Passed
L2	n/a	900.0 m A	0.91 A	855.0 m A	950.0 m	944.8 m	-552.5 m %	Passed
L3	n/a	900.0 m A	0.90 A	850.0 m A	950.0 m	944.4 m	-584.8 m %	Passed
3I0	n/a	300.0 m A	0.30 A	280.0 m A	950.0 m	933.3 m	-1.754 %	Passed

ภาพที่ 4-62 ผลลัพธ์การทดสอบกระแสเริ่มและหยุดทำงานแบบทันทีทันใดของรีเลย์ Alstom P143

จากผลการทดสอบ ค่าจากการทดสอบการผิดพร่องแบบ 1 เฟส (L1, L2, L3) คือ 0.91 A เมื่อเทียบกับค่าปกติ คือ 0.9 A แตกต่างกัน 10 mA ซึ่งไม่เกินพิกัดความเพื่อที่กำหนด (50 mA) สรุป ค่าจากการทดสอบการผิดพร่องแบบลำดับเฟสสูนย์ (3I0) คือ 0.3 ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าปกติ การทดสอบนี้จึงผ่าน

ขั้นตอนที่ 4 ทำการทดสอบคุณลักษณะเวลาต่อกระแส เพื่อตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ว่า สามารถจำกัดกระแสได้ตามที่ตั้งค่า ได้ผลการทดสอบในช่อง tact ดังภาพ

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	t _{nom}	tact	Deviation	Overload	Result
L1	I#2 Phase	2.000	1.800 A	n/a	0.000 s	31.50 ms	n/a	No	Passed
L2	I#2 Phase	2.000	1.800 A	n/a	0.000 s	30.90 ms	n/a	No	Passed
L3	I#2 Phase	2.000	1.800 A	n/a	0.000 s	27.00 ms	n/a	No	Passed
L1	I#2 Phase	3.000	2.700 A	n/a	0.000 s	18.10 ms	n/a	No	Passed
L2	I#2 Phase	3.000	2.700 A	n/a	0.000 s	22.20 ms	n/a	No	Passed
L3	I#2 Phase	3.000	2.700 A	n/a	0.000 s	17.50 ms	n/a	No	Passed
L1	I#2 Phase	4.000	3.600 A	n/a	0.000 s	15.40 ms	n/a	No	Passed
L2	I#2 Phase	4.000	3.600 A	n/a	0.000 s	15.80 ms	n/a	No	Passed
L3	I#2 Phase	4.000	3.600 A	n/a	0.000 s	20.60 ms	n/a	No	Passed
3I0	I#2 Residual	2.000	600.0 m A	n/a	0.000 s	30.20 ms	n/a	No	Passed
3I0	I#2 Residual	3.000	900.0 m A	n/a	0.000 s	18.00 ms	n/a	No	Passed
3I0	I#2 Residual	4.000	1.200 A	n/a	0.000 s	22.50 ms	n/a	No	Passed

ภาพที่ 4-63 ผลลัพธ์การทดสอบคุณลักษณะเวลาต่อกระแสแบบทันทีทันใจของรีเลย์ Alstom P143

จากผลการทดสอบ การผิดพร่องทั้ง 4 รูปแบบ (L1, L2, L3, 3I0) ที่ค่ากระแส 2, 3, 4 เท่า พบร่วมกับการทดสอบ มีค่าไม่เกินพิกัดความเพื่อที่กำหนด (50 ms) การทดสอบนี้จึงผ่าน

ขั้นตอนที่ 5 ทำการทดสอบคุณลักษณะเวลาต่อกระแสที่ค่ากระแสผิดพร่องสูงสุด เพื่อตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ว่า สามารถจำกัดกระแสได้ตามที่ตั้งค่า ได้ผลการทดสอบในช่อง tact ดังภาพ

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	t _{nom}	tact	Deviation	Overload	Result
L1-L2	I#1 Phase	5.746	5.171 A	n/a	393.4 ms	420.9 ms	6.995 %	No	Passed
L2-L3	I#1 Phase	5.746	5.171 A	n/a	393.4 ms	417.6 ms	6.156 %	No	Passed
L3-L1	I#1 Phase	5.746	5.171 A	n/a	393.4 ms	422.1 ms	7.300 %	No	Passed
L1-L2-L3	I#1 Phase	3.831	3.448 A	n/a	514.2 ms	539.6 ms	4.939 %	No	Passed
L1-E	I#1 Residual	3.831	1.149 A	n/a	514.2 ms	537.4 ms	4.511 %	No	Passed
L1-E	I#1 Residual	3.831	1.149 A	n/a	514.2 ms	538.7 ms	4.764 %	No	Passed
L3-E	I#1 Residual	3.831	1.149 A	n/a	514.2 ms	536.2 ms	4.278 %	No	Passed

ภาพที่ 4-64 ผลลัพธ์การทดสอบคุณลักษณะเวลาต่อกระแสที่ค่ากระแสผิดพร่องสูงสุดของรีเลย์ Alstom P143

จากผลการทดสอบการพิคพร่อง 3 แบบ (Line to Line, 3 Phase, Single Line to Ground) พบว่า มีค่าจากการทดสอบไม่เกินค่าความเพื่อที่กำหนดไว้ (50 ms) การทดสอบนี้จึงผ่าน

บทที่ 5

สรุป วิจารณ์ผลและข้อเสนอแนะ

ในการทดสอบบริเลย์แต่ละชนิดจำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงาน เพื่อให้เข้าใจถึงการทำงานที่ถูกต้องของบริเลย์ชนิดนั้น ๆ นอกจากนี้ยังต้องศึกษาการใช้งานโปรแกรม และชุดสอบ สอบโดยต้องเตรียมการก่อนการทดสอบ ไม่ว่าจะเป็นการสร้างไฟล์ทดสอบ หรือการจัดเก็บไฟล์ทดสอบ ผู้ทำการทดสอบจึงต้องศึกษาให้มั่นใจ เพื่อทำการทดสอบอย่างถูกต้อง

บริษัทฯ เล็มนี้ได้แสดงให้เห็นถึงทฤษฎีและหลักการทำงานของบริเลย์แต่ละชนิดด้วย โปรแกรม OMICRON Test Universe ซึ่งถือว่ามีความสำคัญในการทดสอบ เนื่องจากถ้าเกิดความผิดพลาดของซอฟต์แวร์ไฟฟ้าให้กับผู้ใช้งานจะสร้างความเสียหายกับระบบและอุปกรณ์ ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมของระบบ นอกจากนี้ยังมีขั้นตอนการสร้างไฟล์และจัดเก็บไฟล์ เพื่อป้องกันความสับสนขณะทำการทดสอบ ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับผู้รับผิดชอบศึกษาการทดสอบบริเลย์ และผู้ที่สนใจ

เอกสารอ้างอิง

1. บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (2544). คู่มือการทำวิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ : 21 เซ็นจูรี.
2. บทที่ 10 Protection ระบบป้องกันเบื้องต้น. [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 20 เมษายน 2562]. จาก <http://www.aida-engineering.co.th/download/subs/ch10.pdf>
3. GEC Alsthom measurements limited. (1987). PROTECTIVE RELAYS Application Guide. (n.p.)
4. OMICRON electronics GmbH. (2015 a). Testing Directional Overcurrent Protection. (n.p.).
5. OMICRON electronics GmbH. (2015 b). Testing Distance Protection. (n.p.).
6. OMICRON electronics GmbH. (2015 c). Testing Transformer Differential Protection. (n.p.).

ภาคผนวก ก

รายงานปฏิบัติงานรายสัปดาห์



หมายเหตุเอกสาร ECE-COOP-07
ไม่ใช้ร่างที่.....]
บันทึกในร่าง.....

บันทึกการปฏิบัติงานห้องศึกษาฯประจำปีภาคการเรียน ภาคที่ 1

ชื่อชั้น นางกิตติรัตน์ สารสกุล รหัสประจำตัวนักเรียน 5801011621022 ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อสถานประกอบการ COLLECTIVE ENGINEERING

วันเดือนปี	เวลาที่ลงงาน	เวลาเดินทาง	จำนวนเดินทาง	ภาระหน้าที่เดินทาง	ภาระหน้าที่เดินทาง	หมายเหตุ
ทุกวัน 01/06/61	8.00 น.	17.00 น.	"บุรุษที่ สามีไฟฟ้าทุนรุน"	-	-	สถานที่ทำงานทุกวัน กม.
เสาร์ 02/06/61	-	-	-	-	-	หยุดงาน

นาย สารสกุล สารสกุล
(นาย สารสกุล สารสกุล)
บันทึกการปฏิบัติงาน
วันที่ 1 สิงหาคม 2561

ผู้ดูแล
(นางสาวศรีรัตน์ ใจรักษ์)
ผู้ดูแล Marketing and Operation manager
วันที่ 1 สิงหาคม 2561

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี ให้บริการคอมพิวเตอร์และเครื่องคอมพิวเตอร์

151 ถนนประชาราษฎร์ 1 บ้านท่าทราย ตำบลท่าทราย อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 10800 โทรศัพท์ 0-2555-2000 แฟกซ์ 8518, 8519 โทรสาร 0-2585-7350



หน้าขออนุมัติ ECE-COOP-07	
เจ้าหน้าที่
ผู้รับผิดชอบ
วันที่รับผิดชอบ

บันทึกการปฏิบัติงานเดือนพฤษภาคมประจำปี ๒๕๖๑

วันที่ _____ ๒๕ พฤษภาคม พ.ศ.๒๕๖๑ รหัสงาน _____ ๕๘๐๑๑๖๒๐๒๒ กานทริช วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ และ วิศวกรรมสารเคมี
ชื่อสถานประกอบการ COLLECTIVE ENGINEERING

วัน/เดือน/ปี	เวลาที่เข้า	เวลาออกงาน	งานที่ได้รับคือ	ภาระทางเดินทาง	ภาระทางกายภาพ
๒๕/๕/๖๑	๘.๐๐ น	๑๗.๐๐ น	ซ่อมแซมไฟฟ้าของสถานที่ในพื้นที่บ้าน	-	-
๒๖/๕/๖๑	๘.๐๐ น	๑๗.๐๐ น	ทดสอบนิ้วเดียว	-	-
๒๗/๕/๖๑	๘.๐๐ น	๑๗.๐๐ น	ทดสอบมิเตอร์ + Check external wiring	-	-
๒๘/๕/๖๑	๘.๐๐ น	๑๗.๐๐ น	Check external wiring	-	-
๒๙/๕/๖๑	๘.๐๐ น	๑๗.๐๐ น	Check external wiring	-	-
๓๐/๕/๖๑	๘.๐๐ น	๑๗.๐๐ น	Check external wiring	-	-
๓๑/๕/๖๑	๘.๐๐ น	๑๗.๐๐ น	Check external wiring	-	-

ลงชื่อ _____ ลงนาม _____
(๑๕๘ กิตติศักดิ์ สารสกุล)
ผู้จัดการฝ่ายขาย
วันที่ _____ ๗ พฤษภาคม ๒๕๖๑

ลงชื่อ _____ ลงนาม _____
(๑๕๘ นพพล ใจดี)
ผู้จัดการฝ่ายการตลาด
วันที่ _____ ๗ พฤษภาคม ๒๕๖๑

ภาคธุรกิจการไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ แนววิศวกรรมไฟฟ้า ในประเทศไทยและต่างประเทศทั่วโลก

๑๕๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงจตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐ โทรฟิก ๐๒-๕๕๕-๒๐๐๐ โทร ๘๕๑-๘๕๑-๙๗๗๗ โทรสาร ๐-๒๕๘๕-๓๕๕๐



หมายเหตุเอกสาร ECE-COOP-07
แบบฟอร์มที่ใช้:
ผู้ลงนาม:
วันที่ลงนาม:

บันทึกการปฏิบัติงานเชิงศึกษาโรงจอดรถ สำได้ สาขาที่ ๓

ชื่อเจ้าที่ นางกิตติศักดิ์ สารสีรักษ์ประภาก้าว 5801011621022 ภาคธุรกิจ วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อสถานประกอบการ COLLECTIVE ENGINEERING

วันที่/เดือนปี	เวลาที่ทำงาน	รายการงาน	งานที่ปฏิบัติโดย	เงินเดือนทุบตรงคร	กราบ呈	หมายเหตุ
11/06/61	8.00 น	17.00 น	Check external wiring	-	-	สถาปัตย์ที่ไม่บันทึก
12/06/61	8.00 น	17.00 น	ซ่อมงานเอกสารเบี้ยน้ำ	-	-	ดำเนินงานใหญ่
13/06/61	8.00 น	17.00 น	ติดตั้ง继电器 setting เน้นทางฯ	-	-	ดำเนินงานใหญ่
14/06/61	8.00 น	17.00 น	ทดสอบเมมโมรี่ Contract resistance test GIS	-	-	สถาปัตย์ที่ไม่บันทึก
15/06/61	8.00 น	17.00 น	ติดตั้งงานการติดต่อ relay service setting	-	-	สถาปัตย์ที่ไม่บันทึก
16/06/61	8.00 น	17.00 น	ติดตั้งงานการติดต่อ relay service setting	-	-	สถาปัตย์ที่ไม่บันทึก

ลงชื่อ _____ ลงชื่อ _____
(นาย กิตติศักดิ์ สารสีรักษ์)
นางสาวกิตติศักดิ์ สารสีรักษ์
บังคับบัญชาที่ศูนย์ฯ
วันที่ 16 กันยายน 2561

ลงชื่อ _____ ลงชื่อ _____
(นาย มนต์รัตน์ ลิ้นกานต์)
มนต์รัตน์ ลิ้นกานต์
ผู้อำนวยการฝ่ายการตลาด
วันที่ 16 กันยายน 2561

ภาคธุรกิจ วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ศูนย์ ภาคธุรกิจ วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ บริษัท แม่บ้านอิเลคทรอนิกส์ จำกัด (มหาชน)

1518 ถนนไชยวัฒน์ 1 แขวงจตุจักร กรุงเทพฯ 10800 โทรศัพท์ ๐-๒๕๕๕-๒๐๐๐ โทร ๘๕๑๘, ๘๕๑๙ โทร ๐-๒๘๘-๗๗๓๐



หมายเหตุเอกสาร ECE-COOP-07
แผนผังที่ตั้ง 1.....
บันทึกงานที่ตั้ง.....

บันทึกการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาประจำเดือนฯ ตั้งแต่วันที่ 4

วันที่ ๔ นาย วิจิตร พานิช รหัสประจำตัว 5801011621022 ก้าวเข้า วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อสถานประกอบการ COLLECTIVE ENGINEERING

วันที่เดินปี	เวลาทำงาน	ก้าวเดินทาง	งานที่ปฏิบัติโดย	ที่มาทดสอบครั้ง	การดำเนิน	หมายเหตุ
18/06/61	8.00 น	17.00 น	Check external wiring	-	-	สถานที่ท่องเที่ยวทั่วไป.
19/06/61	8.00 น	17.00 น	งานพื้น mark สถาห้อง switch gear	-	-	สถานที่ท่องเที่ยวทั่วไป.
20/06/61	8.00 น	17.00 น	งานพื้น mark สถาห้อง switch gear	-	-	สถานที่ท่องเที่ยวทั่วไป.
21/06/61	8.00 น	17.00 น	งานพื้น mark สถาห้อง switch gear	-	-	สถานที่ท่องเที่ยวทั่วไป.
22/06/61	8.00 น	17.00 น	งานพื้น mark สถาห้อง switch gear	-	-	สถานที่ท่องเที่ยวทั่วไป.
23/06/61	8.00 น	17.00 น	Check external wiring	-	-	สถานที่ท่องเที่ยวทั่วไป.

ลงชื่อ _____ ลงนาม _____ ลงนาม _____
(นาย วิจิตร พานิช)
บันทึกงานที่ตั้ง _____ บันทึกงานที่ตั้ง _____
ลงชื่อ _____ ลงนาม _____ ลงนาม _____
(นางสาวอรุณรัตน์ ภานุ)
บันทึก _____ ลงนาม _____ ลงนาม _____
(นางสาวอรุณรัตน์ ภานุ)

ลงชื่อ _____ ลงนาม _____ ลงนาม _____
(นางสาวอรุณรัตน์ ภานุ)
บันทึกงานที่ตั้ง _____ บันทึกงานที่ตั้ง _____
ลงชื่อ _____ ลงนาม _____ ลงนาม _____
(นางสาวอรุณรัตน์ ภานุ)
บันทึก _____ ลงนาม _____ ลงนาม _____
(นางสาวอรุณรัตน์ ภานุ)

ภาควิชาการประจำเดือนฯ นักศึกษา จำนวน 1 คน
ภาควิชาการที่ต้องรับผิดชอบ จำนวน 1 คน

1518 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร 10230 โทรศัพท์ 0-2235-2000 โทร 8518, 8519 โทรสาร 0-2235-7350



หมายเหตุเอกสาร ECE-COOP-07
แบบบัญชีรับ และจ่ายเงินสด
จำนวนเงินที่ได้รับ
จำนวนเงินที่จ่าย

บันทึกการบัญชีงานเดิมที่เคยประดิษฐ์สำหรับห้องเรียน

ผู้เข้าร่วม นาบริศรัตน์ สารัสวดีประชารัตน์ 5801011621022 ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อสถาบันประยุกต์ COLLECTIVE ENGINEERING

วันที่บันทึก	เวลาที่บันทึก	เวลาที่ออก	จำนวนเงินที่ได้รับ	จำนวนเงินที่จ่าย	จำนวนเงินคงเหลือ	รายการ	หมายเหตุ
25/06/61	8.00 น	17.00 น	-	ค่าน้ำยา Service setting relay	-	-	สำรับงานใหญ่
26/06/61	8.00 น	17.00 น	-	ค่าน้ำยา Service setting relay	-	-	สำรับงานใหญ่
27/06/61	8.00 น	17.00 น	-	ค่าน้ำยา Service setting relay	-	-	สำรับงานใหญ่
28/06/61	8.00 น	17.00 น	-	ค่าน้ำยา Service setting relay	-	-	สำรับงานใหญ่
29/06/61	8.00 น	17.00 น	-	ค่าน้ำยา Service setting relay	-	-	สำรับงานใหญ่
30/06/61	8.00 น	17.00 น	-	ค่าน้ำยา Service setting relay	-	-	สำรับงานใหญ่

ลงชื่อ _____ ลงนาม _____
(นาย นิษิต ภูมิ)
บังคับหนังสือที่ทราบ
วันที่ 30 มิถุนายน 2561

ลงชื่อ _____ ลงนาม _____
(นราภรณ์ มนัสวนิช)
ผู้อำนวยการฝ่ายการตลาด
วันที่ 30 มิถุนายน 2561

ภาควิชาการบัญชีและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

1518 ถนนไชยวัฒน์ แขวงจอมพล เขตจอมพล กรุงเทพฯ 10800 โทรศัพท์ 0-2555-2000 โทร 8518, 8519 โทรสาร 0-2585-7350



ແມ່ນບັນທຶກການປິດຈົນສະກິດສຶກປະບັດໄດ້

ການວິຊາວິຊາງານ ໄທ້ນະເຂດອນວິຄວຕອນ ກົດລົງການມາການ
ມາຫວັງມາດຫຼັກໂນເລື່ອຮັບຮອມພໍາລົງຮຽນການເນື້ອ

ບັນທຶກການປິດຈົນສະກິດສຶກປະບັດໄດ້ ສັດໄດ້ທີ 6

ບັນທຶກທີ ນາຍ ດິດຕັ້ນ ຕະລົສ ທັກປະທັບທິດ 5801011621022 ການຈົບ ວິຊາການໄຟແລະຄອນພິວຕອນ ຖະນະ ວິທະຍາການ

ຮ້ອສຕານປະກາດຄອນກາ

COLLECTIVE ENGINEERING

ວັນ/ເດືອນ/ປີ	ເລັດທຳການ	ເຄົາອອກຈານ	ຈາກເຖິງຢູ່ໃຫ້ໂຄຍດອ	ກ່ຽວແບນອກກາງຈານສໍາງວັດທະນາໄຟ	ນິ້ມຫາລະຫຸດຜະລາດ	ການເຫັນ	ໜານເຫດ
02/07/61	8.00 ນ	17.00 ນ		ທ່ຽງແບນອກກາງຈານສໍາງວັດທະນາໄຟ	-	-	ສໍານັກນາໄຫຍ່
03/07/61	8.00 ນ	17.00 ນ		ທ່ຽງແບນອກກາງຈານສໍາງວັດທະນາໄຟ + ດ້ວຍຄວາມຄົງ	-	-	ສໍານັກນາໄຫຍ່
04/07/61	8.00 ນ	17.00 ນ		ທ່ຽງແບນອກກາງຈານສໍາງວັດທະນາໄຟ + ດ້ວຍຄວາມຄົງ	-	-	ສໍານັກນາໄຫຍ່
05/07/61	8.00 ນ	17.00 ນ		ທ່ຽງແບນອກກາງຈານສໍາງວັດທະນາໄຟ	-	-	ສໍານັກນາໄຫຍ່
06/07/61	8.00 ນ	17.00 ນ		ທ່ຽງແບນອກກາງຈານສໍາງວັດທະນາໄຟ + ດ້ວຍຄວາມຄົງ	-	-	ສໍານັກນາໄຫຍ່
07/07/61	8.00 ນ	17.00 ນ		ຄ້ານາງ Cable tension	-	-	ສໍານັກນາໄຫຍ່

ນາຍ ຕິດຕັ້ນ ຕະລົສ
(ນະຄົນ ດິດຕັ້ນ ຕະລົສ)
ນິກຶ່ານາງການກົດສຶກປະບັດ
ວັນທີ 7 ກ່າງກົມພານ 2561

ນາຍ ຕິດຕັ້ນ ຕະລົສ
(ນະຄົນ ດິດຕັ້ນ ຕະລົສ)
ນິກຶ່ານາງການປະກາດຄອນກາ
ວັນທີ 7 ກ່າງກົມພານ 2561

ການຈົບວິຊາການໄຟແລະຄອນພິວຕອນ ຄະດີການການມາດຫຼັກໂນເລື່ອຮັບຮອມພໍາລົງຮຽນການເນື້ອ

1518 ດັນນັບປະຈາການຢູ່ ນາງຫຼີ ການພາໄລ 10860 ໄກສອນທີ່ C2-2555-2000 ລວມ 8518, 8519 ໄກສອນ 0-2585-7350



หมายเหตุของภารกิจ
แบบบัญชีฯ
ผู้ที่ลงนาม.....
ผู้ที่รับมอบอำนาจ.....

บันทึกการปฏิบัติงานเดินติดตามประจำเดือนฯ ตั้งแต่วันที่ 7

ชื่อเจ้า นาคร ใจดีชัย รหัสประจำตัว 5801011621022 ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อสถานประกอบการ COLLECTIVE ENGINEERING

วัน/เดือน/ปี	เวลาที่เข้ามา	เวลาออกจาก	งานที่เข้าไปทำโดยทั่วไป	วัสดุและอุปกรณ์	การเก็บ	หมายเหตุ
9/07/61	8.00 น	20.00 น	ทดสอบ CT (Excited test) + ติดตั้งไฟฟ้าฟลังก์	-	-	สถานีไฟฟ้าจังหวัด อุบลฯ
10/07/61	8.00 น	20.00 น	AC DC board test (Trip test)	-	-	สถานีไฟฟ้าพัฒนาค้าง
11/07/61	8.00 น	20.00 น	AC DC board test (Withstand test)	-	-	สถานีไฟฟ้าพัฒนาค้าง
12/07/61	8.00 น	22.00 น	AC DC board test (Withstand test) + Timing breaker Capacitor banks test	-	-	สถานีไฟฟ้าพัฒนาค้าง
13/06/61	8.00 น	21.00 น	Battery charger test + Capacitor and Reactor test + AC DC board test (Withstand test)	-	-	สถานีไฟฟ้าพัฒนาค้าง
14/06/61	8.00 น	24.00 น	Battery charger test + ทดสอบการเบรกเกอร์ 宦泰奇 breaker and arrester + AC DC board test (Withstand test)	-	-	สถานีไฟฟ้าพัฒนาค้าง

ลงชื่อ _____ ลงชื่อ _____
(นาย คิมรัตน์ ชัยสิน)
นักศึกษาผู้รับผิดชอบ
วันที่ _____ 14 กรกฎาคม 2561

ลงชื่อ _____ ลงชื่อ _____
(นางสาวอรอนงค์ นิตยาอรุณ)
ผู้ดูแล Marketing and Operation manager
วันที่ _____ 14 กรกฎาคม 2561

ภารกิจบริการไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอ趁着 ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561

1518 ถนนไชยวัฒนาราม บ้านท่อ กม. 10860 โทรศัพท์ ๐๔๒-๕๕๕๖-๒๐๐๐ โทร. ๘๕๑๘, ๘๕๑๙ โทรสาร ๐๔๒-๕๘๕-๗๕๐



หนังสือขอทราบ ECE-COOP-07
แบบร่างที่.....
วันที่ออกใบ.....

บันทึกการปฏิบัติงานทดสอบคุณภาพชั้นต่อไป สัปดาห์ที่ 8

ข้าพเจ้า นาย วิวัฒน์ สาระสกุล ประจำที่เลขที่ 580/01162/1022 ภาคธรา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ กอง วิศวกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ COLLECTIVE ENGINEERING

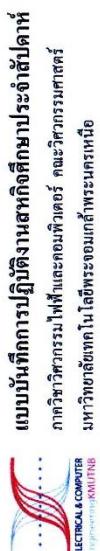
วัน/เดือน/ปี	เวลาทำงาน	เวลาอพยพ	ดำเนินการที่ได้ผลลัพธ์	ถูกตรวจสอบโดย	การปฏิบัติ	หมายเหตุ
16/07/61	8.00 น	17.00 น	ดำเนินการทดสอบไฟฟ้าของ ชุดแม่กลำ	-	-	สถานีไฟฟ้าห้อง ขอบแม่น้ำ
17/07/61	8.00 น	17.00 น	AC DC board test (Withstand test)	-	-	สถานีไฟฟ้าห้อง ขอบแม่น้ำ
18/07/61	8.00 น	17.00 น	AC DC board test (Withstand test) + Test ratio CT	-	-	สถานีไฟฟ้าห้อง ขอบแม่น้ำ
19/07/61	8.00 น	17.00 น	Test ratio CT + Test excited CT	-	-	สถานีไฟฟ้าห้อง ขอบแม่น้ำ
20/07/61	8.00 น	20.00 น	Test excited CT + Test winding CT	-	-	สถานีไฟฟ้าห้อง ขอบแม่น้ำ
21/07/61	8.00 น	17.00 น	Test winding CT + Test ratio VT + Test winding VT + ทดสอบกระแสเร็วไฟลามง养 VT	-	-	สถานีไฟฟ้าห้อง ขอบแม่น้ำ

ลงชื่อ _____ วันที่ _____
(นาย วิวัฒน์ สาระสกุล)
หัวหน้าผู้管คนที่รับผิดชอบ
หัวหน้า _____ 21 กันยายน 2561

ลงชื่อ _____ วันที่ _____
(นาย ประเสริฐ เกียรติ)
ผู้ดูแล Marketing and Operation manager
หัวหน้า _____ 21 กันยายน 2561

กองวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ กองวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ

1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงช่องนนทรี กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2555-2000 โทร 8518, 8519 โทรสาร 0-2585-7350



แบบบันทึกการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาประจำเดือนที่ ๙

ชั้นปีที่ ๓ สาขาวิชาการไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อสถานประกอบการ COLLECTIVE ENGINEERING

วัน/เดือน/ปี	เวลาเข้าทำงาน	เวลาออกงาน	งานที่ปฏิบัติโดยรอบ	ภาระงานและผู้ดูแล	การปฏิบัติ	หมายเหตุ
23/07/61	8.00 น	17.00 น	CT and VT insulation test	-	-	สถานีไฟฟ้ากำลง ชุมชนกิน
23/07/61	8.00 น	17.00 น	ทดสอบความถูกต้องของ CB + Contact CB test + Load break SW test	-	-	สถานีไฟฟ้ากำลง ชุมชนกิน
24/07/61	8.00 น	17.00 น	Contact GND (ES) test + Contact DS test + พัฒนาค่าความถูกต้องของ DS	-	-	สถานีไฟฟ้ากำลง ชุมชนกิน
25/07/61	8.00 น	17.00 น	ทดสอบ lightning arrester risepole	-	-	สถานีไฟฟ้ากำลง ชุมชนกิน
26/07/61	8.00 น	17.00 น	ทดสอบ lightning arrester risepole + ตรวจสอบ switch gear	-	-	สถานีไฟฟ้ากำลง ชุมชนกิน
27/07/61	-	-	-	-	-	รับทราบปรับปรุง
28/07/61	-	-	-	-	-	

ลงชื่อ _____ ลงชื่อ _____
 (_____
 นายนิติชัย สารสกุล_____
 นักศึกษานักศึกษา
 รับผิดชอบ
 รับผิดชอบ _____)
 ลงชื่อ _____ ลงชื่อ _____
 (_____
 นายไชยวัฒน์ กิตติมศักดิ์_____
 ผู้สอน
 ผู้สอน _____)
 ลงชื่อ _____ ลงชื่อ _____
 (_____
 นางสาวอรอนงค์ ภานุราษฎร์_____
 ผู้สอน _____)

ลงชื่อ _____ ลงชื่อ _____
 (_____
 นายนพวงศ์ เกตุวงศ์_____
 ผู้สอน _____)
 ผู้สอน _____
 ลงชื่อ _____ ลงชื่อ _____
 (_____
 นางสาวอรอนงค์ ภานุราษฎร์_____
 ผู้สอน _____)

ภาควิชาการภาคฤดูร้อนที่ ๑ ประจำปี พ.ศ.๒๕๕๕ ภาคปีที่ ๖-๒๕๕๕-๒๐๐๐ ถนนสุขุมวิท ๘๕/๑๘ แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพฯ ๑๐๑๖๐ โทรศัพท์ ๐๒-๒๕๕๕-๒๐๐๐ โทร ๘๕๑๘, ๘๕๑๙ โทรสาร ๐๒-๒๕๘๕-๒๓๕๐

1518 ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงทรายทอง เขตพญาไท กรุงเทพฯ ๑๐๒๔๐ โทรศัพท์ ๐๒-๒๕๕๕-๒๐๐๐ โทร ๘๕๑๘, ๘๕๑๙ โทรสาร ๐๒-๒๕๘๕-๒๓๕๐



หมายเหตุ	ECE-COOP-07
หน้าที่รับผิดชอบ
ผู้รับผิดชอบ

บันทึกการปฏิรังสานเดือนที่สองประจำเดือนที่ 10

ผู้เขียน นาย พิชิตชัย สารสกปรก ประจำที่ 580101621022 การบริหาร วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
 ชื่อสถานประกอบการ COLLECTIVE ENGINEERING

วัน/เดือน/ปี	เวลาที่ลง	เวลาลงทุน	รายการที่ลง	รายการที่ลงโดยคำขอ	รายการที่	รายการที่
จันทร์ 30/07/61	8.00 น	17.00 น	Contact bus test	-	-	สถานีไฟฟ้าห้อง อบน้ำกัน
อังคาร 31/07/61	8.00 น	17.00 น	Transformer service test	-	-	สถานีไฟฟ้าห้อง อบน้ำกัน

ลงชื่อ นายพิชิตชัย สารสกปรก
 (_____
 บัญชี กิตติศักดิ์ สารสกปรก
 ผู้ดูแลระบบคอมพิวเตอร์)
 วันที่ 31 กรกฎาคม 2561

ดร. สุรศักดิ์ คงมาศ
 (_____
 ผู้อำนวยการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
 ผู้ดูแล Marketing and Operation manager
 วันที่ 31 กรกฎาคม 2561

ภาควิชาการ ไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ให้ความเรียนแก่ครูและบุคลากร

1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงห้วยขวาง เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร 10800 โทรศัพท์ 0-2255-2000 โทร 8518, 8519 โทรสาร 0-2583-7350



หมายเหตุเอกสาร ECE-COP-07
แก้ไขครั้งที่ 1
ฉบับปรับปรุง

บันทึกการปฏิบัติตามสกัดเชือกฯ ประจำเดือนที่ ๑

ผู้เข้ามา นายนิติพัฒน์ ภานุวงศ์ รหัสประจำตัว 5801011621022 กองวิชาฯ วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อสถานประกอบการ COLLECTIVE ENGINEERING

วัน/เดือน/ปี	เวลา/ชั่วโมง	รายการงาน	จำนวนหน่วยงาน	จำนวนและค่าแรง	การดำเนิน	หมายเหตุ
7/01/62	8.00 น.	งานที่เกี่ยวกับไฟฟ้า	ศึกษาข้อมูลรีเลย์	-	-	ดำเนินงานปกติ
8/01/62	8.00 น.	งานที่เกี่ยวกับไฟฟ้า	ศึกษาข้อมูลรีเลย์	-	-	ดำเนินงานปกติ
08/01/62	8.00 น.	17.00 น.	Binary output test relay	-	-	ดำเนินไฟฟ้าบ้าน กอน.
09/01/62	8.00 น.	17.00 น.	Binary output test relay	-	-	ดำเนินไฟฟ้าบ้าน กอน.
10/01/62	8.00 น.	17.00 น.	Binary output test relay	-	-	ดำเนินไฟฟ้าบ้าน กอน.
11/01/62	8.00 น.	17.00 น.	ไฟฟ้าบ้าน control 24KV	จำนวนงานจะหัก掉ไฟฟ้าขาด	ดำเนินไฟฟ้าบ้าน กอน.	ดำเนินไฟฟ้าบ้าน กอน.
12/01/62	8.00 น.	17.00 น.	Binary output test relay	-	-	ดำเนินไฟฟ้าบ้าน กอน.



นายมานะ ภานุวงศ์ (ผู้ดูแลระบบ)
ผู้ดูแลระบบ ไฟฟ้า
ผู้ดูแลระบบ คอมพิวเตอร์

ผู้ดูแลระบบ ไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๒

15/18 ถนนกรุงธนบุรี แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐ โทรศัพท์ ๐-๒๕๕๕-๒๐๐๐ โทร ๘๙๓๘-๘๙๑๙ โทรสาร ๐-๒๘๘-๗๕๕๐

กองวิชาการ ไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ให้ความเห็นชอบในเดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๒



หมายเหตุของผู้ขาย ECE-COOP-07
แบบฟอร์มที่
บันทึกครุภัณฑ์
วันที่ _____

บันทึกการปฏิบัติงานเดือนธันวาคม ประจำเดือน ธันวาคม ปี ๑๒

ที่มา : นายพิพัฒน์ กะรีฟ รหัสประจำตัว 501011621022 ก地址 บริษัท บริษัท บริษัท พลังงานทดแทน จำกัด (มหาชน)
ชื่อสถานประกอบการ COLLECTIVE ENGINEERING

วันเดือนปี	รายการ	จำนวนเงิน	รายการ	จำนวนเงิน	รายการ	จำนวนเงิน
๑๙/๑/๖๒	แบตเตอรี่ 8.00 น.	17.00 น.	แบตเตอรี่เดียว	แบตเตอรี่เดียว	-	-
๒๖/๑/๖๒	ถังน้ำ 8.00 น.	17.00 น.	ถังน้ำเดียว	ถังน้ำเดียว	-	-
๓๑/๑/๖๒	ผู้ช่าง 8.00 น.	17.00 น.	ผู้ช่าง AVR	ผู้ช่าง AVR	-	-
๗/๒/๖๒	หม้อหุงต้ม 8.00 น.	17.00 น.	หม้อหุงต้มไฟฟ้าหุงต้ม	หม้อหุงต้มไฟฟ้าหุงต้ม	-	-
๑๔/๒/๖๒	ตุ๊กตา 8.00 น.	18.00 น.	ตุ๊กตาไฟฟ้าแต่งบ้าน	ตุ๊กตาไฟฟ้าแต่งบ้าน	-	-
๒๑/๒/๖๒	เบ้าร์	-	-	-	-	-

CECO
Collective Engineering Co., Ltd.
นายพิพัฒน์ กะรีฟ
(_____ นายนะเดช ใจรักษา)
ผู้ดูแล Marketing and Operation manager

บันทึก _____ 18 ม.ค. 62
นายพิพัฒน์ กะรีฟ
(_____ นายนะเดช ใจรักษา)
ผู้ดูแล Marketing and Operation manager

1518 ถนนประชาราษฎร์ บ้านชื่อ ท่าแพ 10800 โทรศัพท์ ๐-๒๕๘๕-๒๐๐๐ ถ. ๓๕๑๘, ๘๕๑๙ โทร. ๐-๒๕๘๕-๗๓๕๐
ก地址 บริษัท บริษัท พลังงานทดแทน จำกัด (มหาชน) สำนักงานใหญ่ สำนักงานใหญ่ สำนักงานใหญ่ สำนักงานใหญ่



รายงานยอดคงเหลือสต็อก ECE-COOP-07
แก้ไขครั้งที่ ๑
วันที่ออกบัญชี ๒๖ มกราคม ๒๕๖๒

บัญชีการบันทุณสต็อกประจำเดือนเดือน มกราคม ๒๕๖๒ สำเนาที่ ๑๓

ที่มาที่ ๑ นาย พิษิษฐ์ คำสีรี รหัสประจำตัว ๕๘๐๑๐๑๖๒๑๐๒๒ ภารกิจ บริษัท คิวบ์ เทคโนโลยี พัฒนาธุรกิจ จำกัด วิชาการรวมศูนย์

ช่องทาง บริษัท คิวบ์ จำกัด ๑๗๙/๑๔ หมู่ ๑๗ ถนนสุขุมวิท แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ๑๐๑๑๐๐๐

วัน/เดือน/ปี	รายการ	รายการ	รายการ	รายการ	รายการ
๑๗/๐๑/๖๒	8.00 น.	17.00 น.	ศึกษาทดสอบรีเลย์ SEL 311C	-	-
๑๗/๐๑/๖๒	8.00 น.	19.00 น.	ลอกสายไฟฟ้าเบรนชู	-	-
๒๒/๐๑/๖๒	8.00 น.	17.00 น.	ศึกษาเรื่องน้ำยาบิน Omicron	-	-
๒๓/๐๑/๖๒	8.00 น.	17.00 น.	ศึกษาเรื่องเบนซินและ ถังยานพาหนะของรถ	-	-
๒๔/๐๑/๖๒	8.00 น.	18.00 น.	ทดลอง load battery	-	-
๒๕/๐๑/๖๒	8.00 น.	17.00 น.	ศึกษาถังน้ำรีด	-	-
๒๖/๐๑/๖๒	8.00 น.	17.00 น.	เก็บพอยน์ 11.5KV	-	-

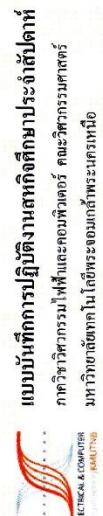
CECO
Collective Engineering Co., Ltd.

นาย _____ ผู้จัดการ
(_____ นายนะสัมฤทธิ์ บุญเจริญ)

ผู้ดูแล Marketing and Operation manager
วันที่ 26 ม.ค. ๖๒

158 ถนนเพชรบุรี ๑ แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ๑๐๑๑๐๐๐ โทร ๐๒-๒๕๕๕-๒๐๐๐ โทร ๐๘๕๑.๘๕๑.๘๕๑ โทร ๐๘๑-๐๒๘๘-๗๕๕๐

ภาควิชาการรวมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิชาการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลในเมืองธรรมชาติแห่งประเทศไทย



หมายเหตุเอกสาร ECL-COOP-07
แก้ไขครั้งที่ 1.....
วันที่แก้ไขครั้งที่ 1.....

บัญชีกิจการบัญชีด้านสนับสนุนศึกษาประถัมภ์ ประจำปีที่ 14

ข้อบัญชี นำ กิจกรรม รหัส ห้องเรียน 580101621022 ภาควิชา วิชาการในไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
ชื่อกิจกรรม ภาคการ COLLECTIVE ENGINEERING

วัน เดือน ปี	เวลาทำงาน	เวลาทำงาน	งานที่ปฏิบัติโดย	ผู้ทบทวนและผู้ตรวจสอบ	การแก้ไข	หมายเหตุ
28/01/62	8.00 น	17.00 น	แก้ไขแบบ 115KV	-	-	ดำเนินไฟฟ้าบุรีรัตน์ กม.
29/01/62	8.00 น	17.00 น	ตรวจสอบภาระในชุด 115KV	-	-	ดำเนินไฟฟ้าบุรีรัตน์ กม.
30/01/62	8.00 น	17.00 น	แก้ไขแบบ 24 KV และศักยภาพ vector group	-	-	ดำเนินไฟฟ้าบุรีรัตน์ กม.
31/01/62	8.00 น	17.00 น	Check external wiring	-	-	ดำเนินไฟฟ้าบุรีรัตน์ กม.
1/02/62	8.00 น	18.00 น	ศึกษาภาระ omnicon	-	-	ดำเนินไฟฟ้าบุรีรัตน์ กม.
2/02/62	8.00 น	17.00 น	ศึกษาภาระ omnicon	-	-	ดำเนินไฟฟ้าบุรีรัตน์ กม.

CECO

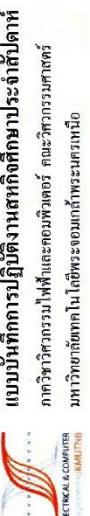
Collective Engineering Co., Ltd.

ลงชื่อ _____ ลงนาม _____
นาย นิติเดช ธรรม _____
นักศึกษาบริษัทฯ

ลงชื่อ _____ ลงนาม _____
นายนรรบศักดิ์ เกตเอย _____
ผู้จัดการฝ่ายการตลาด
วันที่ _____ 2 ก.พ. 62

จังหวัดเชียงราย ถนนสันติสุข บ้านที่ ๗ ตำบลแม่ลาว อำเภอแม่ลาว แขวงแม่ลาว จังหวัดเชียงราย ๔๗๐ โทรศัพท์ ๐๕๒๘๙-๗๕๕๐ โทรสาร ๐๕๒๘๙-๗๕๕๑ โทรสาร ๐๕๒๘๙-๗๕๕๐

ภาควิชาการในไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่



หมายเหตุ ECE-COOP-07
แบบฟอร์มที่
นับวันเดือนปี พ.ศ. 1 ..
นับวันเดือนปี พ.ศ.

บันทึกการปฏิบัติงานศักย์ต้องสืบทอดไปร่วมกับผู้ดูแล ผู้ดูแลที่ 15

ข้อที่ ๑ นายนิติธรรม ศรีเสือ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๕๘๐๑๐๑๖๒๑๐๒๒ ก炔วิชา วิชาการไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อสถาบัน/ประเทศสถาบัน COLLECTIVE ENGINEERING

วันเดือน/ปี	รายการงาน	รายการติดต่อ	ผู้ทดสอบและผู้ตรวจสอบ	ผู้ติดต่อ	หมายเหตุ
๗/๐๒/๖๒	๘.๐๐ น ๑๗.๐๐ น	BI BO test Line 1 + บล๊อก mark สาย Control Line1	-	-	สถานีไฟฟ้าบูรพา ถนน.
๘/๐๒/๖๒	๘.๐๐ น ๒๐.๐๐ น	BI BO test Line 2 + บล๊อก mark สาย Control Line2	-	-	สถานีไฟฟ้าบูรพา ถนน.
๙/๐๒/๖๒	๘.๐๐ น ๒๐.๐๐ น	BI BO test 24kV + บล๊อก mark สาย Control Line2	-	-	สถานีไฟฟ้าบูรพา ถนน.
๑๐/๐๒/๖๒	๘.๐๐ น ๒๐.๐๐ น	BI BO test 24kV	-	-	สถานีไฟฟ้าบูรพา ถนน.
๑๑/๐๒/๖๒	๘.๐๐ น ๑๗.๐๐ น	BI BO test 24kV	-	-	สถานีไฟฟ้าบูรพา ถนน.
๑๒/๐๒/๖๒	๘.๐๐ น ๑๗.๐๐ น	BI BO test 24kV	-	-	สถานีไฟฟ้าบูรพา ถนน.

CECO

Collective Engineering Co., Ltd.
นาย _____ ผู้ดูแล
(_____
นายนิติธรรม ศรีเสือ)
ผู้ทดสอบและผู้ตรวจสอบ

นาย _____ ผู้ดูแล
(_____
นายนิติธรรม ศรีเสือ)
ผู้ทดสอบและผู้ตรวจสอบ

ก炔วิชาการไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิชาการคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

๑๕๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงทราย Moran ๑๐๘๐ โทรศัพท์ ๐-๒๕๕๕-๒๐๐๐ โทรสาร ๐-๘๓๑๘-๘๓๑๙ โทรสาร ๐-๒๕๘-๕๗๕๐



หมายเหตุเอกสาร ECE-COP-07
แก้ไขครั้งที่
วันที่แก้ไขครั้งที่

บัญชีการปฏิบัติงานสนับสนุนเชิงประปั้นบดินทร์ สำนักที่ 16

ข้อพิจารณา
นายบัญชีธง ราษฎร์ บันไดชั้นที่ 580/01/62/1022 ภาคฯ บริษัทฯ สำนักงานใหญ่และศูนย์พัฒนาฯ ศูนย์วิเคราะห์ฯ
สำนักงานประกัน COLLECTIVE ENGINEERING

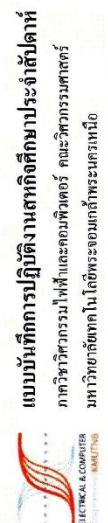
วันเดือนปี	เวลาทำงาน	เวลาออกงาน	รายการ	จำนวนและค่าใช้จ่าย	การดำเนิน	หมายเหตุ
11/02/62	8.00 น	20.00 น	BI BO test 24kV	-	-	สถานีไฟฟ้าบุรุณรัตน์ กม.
12/02/62	8.00 น	20.00 น	BI BO test 24kV	-	-	สถานีไฟฟ้าบุรุณรัตน์ กม.
13/02/62	8.00 น	20.00 น	BI BO test 24kV	-	-	สถานีไฟฟ้าบุรุณรัตน์ กม.
14/02/62	8.00 น	20.00 น	BI BO test 24kV	-	-	สถานีไฟฟ้าบุรุณรัตน์ กม.
15/02/62	8.00 น	20.00 น	BI BO test 24kV	-	-	สถานีไฟฟ้าบุรุณรัตน์ กม.
16/02/62	8.00 น	20.00 น	BI BO test 24kV	-	-	สถานีไฟฟ้าบุรุณรัตน์ กม.

CECO
Collective Engineering Co., Ltd.

ลงนาม _____ ลงนาม _____
(นาย บัญชีธง ราษฎร์)
ผู้ดูแลเอกสารที่ใช้งาน
ลงนาม _____ ลงนาม _____
(ผู้ดูแล Marketing and Operation manager)
ผู้ดูแล _____ ผู้ดูแล _____
ลงนาม _____ ลงนาม _____
(ผู้ดูแล _____ ผู้ดูแล _____)

ภาคฯ บริษัทฯ จำกัด สำนักงานใหญ่ฯ สำนักงานพัฒนาฯ ศูนย์วิเคราะห์ฯ สำนักงานฯ

1/18 ถนนบัวขาว แขวงบางเขน เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10200 โทรศัพท์ 0-2555-2000 โทร 8518, 8319 โทรสาร 0-2385-7550



หมายเหตุทั่วไป ECE-COOP-07
แบบบัญชีด้านสหกิจข้อมูลงบเดือน
ภาควิชาความไม่สงบเพื่อการบริหารฯ คณิตศาสตร์
น้ำท่วมภาคใต้ เล่มที่สองของผู้สอนรายปี
นักศึกษาภาคตากลับศึกษาประจำเดือนที่ 17

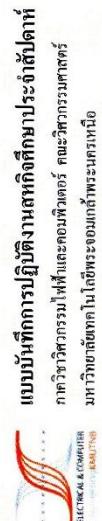
ผู้รับ
นาย วิวัฒน์ ภู่วิษัย รหัสประจำตัว 5801011621022 ก้าววิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
วิจัยสถาบันเทคโนโลยี
นักศึกษาภาคตากลับศึกษาประจำเดือนที่ 17

บันทึกการบัญชีบัญชีประจำเดือนที่ 17

วันเดือนปี	รายการ	จำนวนเงิน	รายการ	จำนวนเงินเดือน	รายการ	จำนวนเงินเดือน	รายการ
17/01/62	เงินเดือน	8.00 น	20.00 น	เงินเดือน control 24kV	-	-	สถานที่ทำงานวัน ก.m.
เงินเดือน	-	-	-	-	-	-	ทดสอบความต้อง
19/02/62	เงินเดือน	8.00 น	17.00 น	เงินเดือน control 24kV	-	-	สถานที่ทำงานวัน ก.m.
พนักงานเดือน	8.00 น	17.00 น	พนักงานเดือน	-	-	-	สำนักงานใหญ่
21/02/62	เงินเดือน	8.00 น	17.00 น	สำนักงานใหญ่เดือน	-	-	สำนักงานใหญ่และ
หุ้น	8.00 น	17.00 น	หุ้นเดือน	-	-	-	หุ้น Unipower
เบี้ยรักษา	8.00 น	17.00 น	เบี้ยรักษาเดือน	-	-	-	สำนักงานใหญ่
23/02/62	เงินเดือน	8.00 น	23.00 น	เงินเดือนเดือนที่ 17	-	-	สำนักงานใหญ่

CECO
Collective Engineering Co., Ltd.
นาย _____ ผู้จัดการ
นาง _____ ผู้จัดการ
ผู้จัดการฝ่ายการตลาด
ผู้จัดการฝ่ายการผลิต
ผู้จัดการฝ่ายการขาย
ผู้จัดการฝ่ายการบริการ

15/8 ถนนเพชรบุรี 1 แขวงท่าขี้เหล็ก กรุงเทพฯ 10800 โทรศัพท์ 0-2555-2000 โทร 8518, 8519 โทรสาร 0-2585-7550
ภาควิชาการรวมใจให้ความคิดเห็นดี คณาจารย์ นักวิชาการและนักศึกษาในพื้นที่ทางตอนใต้แห่งประเทศไทย



รายงานผลการ ECE-COP-07
แก้ไขครั้งที่ ๑
วันที่บันทึกนี้ ๒ แผ่น

บันทึกการปฏิบัติงานสหกิจกรรมประจำเดือนเดือนที่ ๑๘

ชื่อผู้เข้า
นาย พิษณุ ลักษณ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๕๘๐๑๐๑๖๒๑๐๒๒ กذاขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อสถานประกอบการ COLLECTIVE ENGINEERING

วัน/เดือน/ปี	เวลาทำงาน	รายการงาน	ราบบบัญชีติดต่อ	วิธีบันทึกบัญชี	การนำไปใช้
วันที่ ๒๕/๐๒/๖๒	๘.๐๐ น.	๒๐.๐๐ น.	แม่ข่าย control 24kV	-	ถูกบันทึกไว้ในบัญชีรายรับ กม.
วันที่ ๒๖/๐๒/๖๒	๘.๐๐ น.	๒๐.๐๐ น.	ทดสอบผล TCIS ของเส้น ๑๑๕KV + ส่งไฟฟ้าผ่านเครื่องสกัดไฟฟ้า ๑๑๕KV	-	ถูกบันทึกไว้ในบัญชีรายรับ กม.
วันที่ ๒๗/๐๒/๖๒	๘.๐๐ น.	๑๗.๐๐ น.	ศึกษาทดสอบไฟฟ้าในโรงงาน OMICRON Test Universe ไฟฟ้าดูดซูบเส้น	-	เขียนบันทึก
วันที่ ๒๘/๐๒/๖๒	๘.๐๐ น.	๑๗.๐๐ น.	ศึกษาทดสอบไฟฟ้าในโรงงาน OMICRON Test Universe ไฟฟ้าดูดซูบเส้น	-	เขียนบันทึก
วันที่ ๐๑/๐๒/๖๒	๘.๐๐ น.	๑๗.๐๐ น.	ศึกษาทดสอบไฟฟ้าในโรงงาน OMICRON Test Universe ไฟฟ้าดูดซูบเส้น	-	เขียนบันทึก
วันที่ ๐๒/๐๒/๖๒	๘.๐๐ น.	๑๗.๐๐ น.	ศึกษาทดสอบไฟฟ้าในโรงงาน OMICRON Test Universe ไฟฟ้าดูดซูบเส้น	-	เขียนบันทึก

CECO

Collective Engineering Co., Ltd.
นาย _____ ผู้จัดการ
(_____ บัญชีรายรับ บัญชีรายจ่าย)
ผู้ดูแล Marketing and Operation manager

ลงชื่อ _____
(นาย พิษณุ ลักษณ์ รหัส _____)
ผู้ดูแลบัญชีรายรับ

วันที่ ๒ ปี ๒๕๖๒

ภาควิชาการรวมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประเทศไทย

๑๘๘ ถนนบริพัตรเจ้า บ้านชื่อ ๑๘๘ ถนนพิษ ๐-๒๕๕๕-๒๐๐๙ ๘๕๑๘, ๘๕๑๙ โทร ๐-๒๕๘๕-๗๕๕๐



หมายเหตุเอกสาร ECE-COP-07
แก้ไขครั้งที่
วันที่ออกใช้

บันทึกการณ์ภัยต่างสหกิจศึกษาประจำเดือน สัปดาห์ที่ 19

ข้อที่ นา กิตติศักดิ์ ภานุสินธ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา 501011621022 ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ช่องทางร่วมกับ COLLECTIVE ENGINEERING

วันเดือนปี	เวลาที่ใช้	รายการ	สาเหตุ	ผู้ทดสอบ	การดำเนิน
7/03/62	8.00 น	20.00 น	ทดสอบไฟฟ้าตัดออก Breaker Failure ไฟฟ้า 115KV	-	สถานีไฟฟ้าบูรพาฯ กม.
8/03/62	8.00 น	20.00 น	ทดสอบไฟฟ้าตัดออก Breaker Failure ไฟฟ้า 115KV	-	สถานีไฟฟ้าบูรพาฯ กม.
9/03/62	8.00 น	20.00 น	ทดสอบไฟฟ้าตัดออก PT Transfer ไฟฟ้า 115KV	-	สถานีไฟฟ้าบูรพาฯ กม.
10/03/62	8.00 น	20.00 น	ทดสอบไฟฟ้าตัดออก PT Transfer ไฟฟ้า 115KV	-	สถานีไฟฟ้าบูรพาฯ กม.
11/03/62	8.00 น	20.00 น	ทดสอบไฟฟ้าตัดออก CIO	-	สถานีไฟฟ้าบูรพาฯ กม.
12/03/62	8.00 น	17.00 น	ทดสอบไฟฟ้าตัดออก CIO	-	สถานีไฟฟ้าบูรพาฯ กม.

CECO
Collective Engineering Co., Ltd.

นาย กิตติศักดิ์ ภานุสินธ์ (..... นายนะสินธ์ ภานุสินธ์),
ผู้ดูแล Marketing and Operation manager
วันที่ 9 มี.ค. 62

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในสังกัด ขอสงวนสิทธิ์สงวนไว้
1518 ถนนประชาราษฎร์ บูรณะ แขวงลาดพร้าว กรุงเทพฯ 10600 โทรศัพท์ 0-2555-2000 โทร 3518, 8519 โทรสาร 0-2585-7350



หมายเหตุของสาร ECE-COP-07
แก้ไขครั้งที่ _____
วันที่ _____

บัญชีการเงินด้านสหกิจศึกษาประจำเดือน สังคมที่ 20

ชื่อเจ้า นายนิติชัย สารสืบ รหัสประจำตัว 5801011621022 กារบริหารธุรกิจและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อกลาง ประภานนท์ COLLECTIVE ENGINEERING

วัน/เดือน/ปี	เวลาที่งาน	เวลาลงงาน	รายการเดือน	รายการเดือนก่อน	การเปลี่ยน	หมายเหตุ
11/03/62	8.00 น	20.00 น	ทดสอบไฟฟ้าผ่าน CTO	-	-	สถานที่ทำงานร้อน กbm.
12/03/62	8.00 น	20.00 น	ทดสอบไฟฟ้าผ่าน LTO	-	-	สถานที่ทำงานร้อน กbm.
13/03/62	8.00 น	20.00 น	ทดสอบไฟฟ้าผ่าน LTO + คำแนะนำ setting ของเครื่องซัพพลาย	-	-	สถานที่ทำงานร้อน กbm.
14/03/62	8.00 น	20.00 น	ทิ้งงาน PT transfer	-	-	สถานที่ทำงานร้อน กbm.
15/03/62	8.00 น	20.00 น	Loop 12 kV CT (secondary)	-	-	สถานที่ทำงานร้อน กbm.
16/03/62	8.00 น	17.00 น	Loop 12 kV CT (secondary)	-	-	สถานที่ทำงานร้อน กbm.

CECO

Collective Engineering Co., Ltd.

นาย นิติชัย สารสืบ
ผู้ดูแลระบบคอมพิวเตอร์

ผู้ดูแลระบบคอมพิวเตอร์
Marketing and Operation manager
วันที่ 16 มี.ค. 62

15/03/62 ณ สำนักงานใหญ่ บริษัทฯ นราธิวาส ถนนพหลโยธิน 10800 โทรศัพท์ 0-2555-2000 โทร 8518, 8519 โทรสาร 0-2585-750

99



แบบบัญชีการปฏิบัติงานเดือนกิจกรรมประจำเดือนที่

ก้าววิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บัญชีการปฏิบัติงานเดือนกิจกรรมประจำเดือนที่ 21

วันที่ _____ นายนิติชัย ลักษณ์ รหัสประจำตัว 5801011621022 ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชานักออกแบบ

ชื่อผู้ลงนาม _____

วัน/เดือน/ปี	เวลาเข้า/ออก	เวลาออกงาน	งานที่ได้รับมอบหมาย	ผู้จัดแจ้งและผู้ตรวจสอบ	การดำเนินการ	หมายเหตุ
18/03/62	8.00 น.	20.00 น.	ทดสอบไฟกัน BF และ BTIO 12kV	-	-	สถานที่ทำงานร่วม กม.
19/03/62	8.00 น.	20.00 น.	ทดสอบไฟฟ้า BTIO 12kV	-	-	สถานที่ทำงานร่วม กม.
20/03/62	8.00 น.	20.00 น.	ทดสอบไฟฟ้า BTIO 12kV	-	-	สถานที่ทำงานร่วม กม.
21/03/62	8.00 น.	20.00 น.	ทดสอบไฟฟ้า BTIO 12kV และ Under frequency 12kV	voltage phase B ไม่ถูกต้องที่ส่วน แม่กระหาย CB เหลืออยู่	แก้ไข	สถานที่ทำงานร่วม กม.
22/03/62	8.00 น.	20.00 น.	ทดสอบไฟฟ้า BTIO 12kV	-	-	สถานที่ทำงานร่วม กม.
23/03/62	8.00 น.	20.00 น.	ทดสอบไฟฟ้า BTIO 12kV	-	-	สถานที่ทำงานร่วม กม.

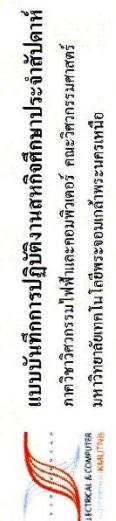
CECO

Collective Engineering Co., Ltd.
นาย _____ อธิบดี _____ ผู้อำนวยการ
นางสาว _____ อรุณรัตน์ _____ ผู้อำนวยการบริหาร

นางสาว _____ อรุณรัตน์ _____ ผู้อำนวยการบริหาร
นายนิติชัย ลักษณ์ _____ ผู้อำนวยการบริหาร

ก้าววิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

15/8 ถนนประชาราษฎร์ ทางรัชดาภิเษก แขวงลาดพร้าว กรุงเทพฯ 10800 โทรศัพท์ 0-2555-2000 โทร 8318, 8319 โทรสาร 0-2585-7350



ໝາຍຄົມພູດກາງ ECE-COOP-07
ແຫ່ງທີ່..... |
ວັນທີ.....

ນັ້ນທີ່ການປົນຕົວນສທິທິການໄວ່ຈຳເປັດໄທ ສັບຕາທີ່ 22

ໜ້າຫ່າຍ : ນາຍ ດິລື້ຈີ້ສ ກົງເຊີ້ນ ວິໄກຈະຈົ້າທີ່ 580/011621022 ການວິຊາ ອົກກາຣນໄພແລະຄອມພິລົງໂຄຣ ຄະບຸ ອົກກາຣນຄາທີ່
ຮ່ອດການປະກາຍອງ COLLECTIVE ENGINEERING

ລັດທີ່ອາງີ	ເວລາທີ່ງວານ	ເວລາທີ່ງວານ	ຈຳນວດໃຈຕັດເຄືຍ	ໃຫ້ຫາຜະລຸງສົກຮັກ	ການຕັ້ງ	ໜົມຫຼຸດ
ພິທົງ	8.00 ພ	17.00 ນ	ຫຼັກສົນຫຼັງເຄືຍ Capacitor control	-	-	ສານີ້ພິທົງນັ້ນ ກມ.
ຝຶງກັງ	8.00 ພ	17.00 ນ	ເຕີຍນັກ loop CT 12kV (secondary)	-	-	ສານີ້ພິທົງນັ້ນ ກມ.
ຟິບ	8.00 ພ	17.00 ນ	loop CT 12kV (secondary)	-	-	ສານີ້ພິທົງນັ້ນ ກມ.
ພຸດທະນິດ	8.00 ພ	20.00 ນ	loop CT 12kV (secondary)	-	-	ສານີ້ພິທົງນັ້ນ ກມ.
28/03/62						
ໜີກັງ	8.00 ພ	17.00 ນ	loop CT 12kV (secondary)	-	-	ສານີ້ພິທົງນັ້ນ ກມ.
29/03/62						
ເມັງ	8.00 ພ	17.00 ນ	loop CT 12kV (secondary)	-	-	ສານີ້ພິທົງນັ້ນ ກມ.
30/03/62						

CESCO
Collective Engineering Co., Ltd.

ນັ້ນທີ່ _____ ປົມຫຼຸດ
(_____ ມະ ດິລື້ຈີ້ສ ກົງເຊີ້ນ)
ນັ້ນທີ່ _____ ປົມຫຼຸດ
(_____ ນາງເນັດສິຈິ ໂທິສິ້ນ)
ນັ້ນທີ່ _____ ປົມຫຼຸດ
(_____ ດົກທະນາຄານ Marketing and Operation manager)
ວັນທີ _____ 30 ມ.ອ. 62
ວັນທີ _____ 30 ມ.ອ. 62

ກາງວິຊາກຽມຄາທີ່ໃຫ້ໃນເຄືອກພໍາລົດ ຄະບຸ ອົກກາຣນໄພແລະຄອມພິລົງໂຄຣ ໂດຍຫຼັງຈາກໄດ້ກຳນົດການນີ້

15/8 ດັນນະກະຫຼາຍງົງ 1 ນາງຂອງ ຖະໜາຍພະ 10800 ໂຮງໝໍ 0-2555-2000 ອຸ 3518, 8519 ໂຮງ 011-0-2585-7350



แบบบัญชีทรัพย์สิน
ก่อสร้างและเครื่องจักรกล
น้ำร้าวและอุปกรณ์

บัญชีการบัญชีประจำเดือนที่ ๒๓

ข้าพเจ้า นาบ กิตติศักดิ์ สารสกุล บ้านเลขที่ ๕๘๐/๑๐๖/๐๒๒ กذاวิชา วิภาวดี แขวงทุ่งสองห้อง เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร ๑๐๑๕๐
จัดทำโดย บริษัทฯ จำกัด

ชื่อผู้จัดทำ COLLECTIVE ENGINEERING

วันเดือน/ปี	เวลาที่บันทึก	รายการงาน	จำนวนเงินบาท	จำนวนเงินบาทต่อหน่วย	หมายเหตุ
พิมพ์ 1/04/62	8.00 น	17.00 น	Loop CT CAP (secondary)	-	สถานไฟฟ้าบ่มัน กทม.
ธง 2/04/62	8.00 น	17.00 น	หลอดไฟซึ่งตั้ง Cap PF control	-	สถานไฟฟ้าบ่มัน กทม.
ธง 3/04/62	8.00 น	20.00 น	Loop VT 12kV (secondary)	-	สถานไฟฟ้าบ่มัน กทม.
พุ่ง 4/04/62	8.00 น	20.00 น	Loop VT 12kV (secondary)	-	สถานไฟฟ้าบ่มัน กทม.
ธง 5/04/62	8.00 น	17.00 น	Loop VT 12kV (secondary)	-	สถานไฟฟ้าบ่มัน กทม.
ธง 6/04/62	-	-	-	-	ทดสอบ

CECO
Collective Engineering Co., Ltd.

นาย
กิตติศักดิ์ สารสกุล
(_____)
นักศึกษาบริษัทฯ

วันที่ 6 เมษายน ๖๒

นาย
กิตติศักดิ์ สารสกุล
(_____)
ผู้จัดทำ
ผู้จัดทำ
Marketing and Operation manager

วันที่ 6 เมษายน ๖๒

ภาควิชาการรับผิดชอบดูแลห้องเรียน ห้องเรียนที่ต้องดูแลห้องเรียน

1518 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ แขวงคลองตันเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร ๑๐๑๕๐ โทรศัพท์ ๐-๒๕๘๕-๗๓๕๐

ประวัติผู้แต่ง

ปริญญาบัณฑิตเรื่อง : การใช้งานโปรแกรม OMICRON Test Universe เพื่อทดสอบรีเลอร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา : วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

ชื่อ : นายกิตติธัช สาลีสี

ประวัติ

เกิดเมื่อวันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2539 ภูมิลำเนาบ้านเลขที่ 82/313 ถนนทหาร แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ จากโรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2557 และสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2561 ในโครงการสหกิจศึกษา ซึ่งได้ออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษากับบริษัท คอลเลคทีฟ อิ็นจิเนียริ่ง จำกัด ในฐานะวิศวกรไฟฟ้า