



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า
Development of Integrity Checking Template on Control Panels

นางสาวจิตติมา วัฒนชัยนันท์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า
ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวจิตติมา วัฒนชัยนันท์
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะนาถ สมมณี
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายฉะนันท์ ทองเงิน
ชื่อสถานประกอบการ บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย Grid Automation หน่วยบริหารธุรกิจ Power Grids บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า อย่างไรก็ตามการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Paper-based ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานและเกิดความผิดพลาดในการกรอกข้อมูล โครงการสหกิจศึกษานี้จึงพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 ขั้นตอนการศึกษา ได้แก่ (1) ศึกษาขั้นตอนการตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แบบ Stock Movement, แบบ Delta Check Material และแบบ List of Terminal (2) ออกแบบและสร้างแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 และ (3) ทดสอบและเปรียบเทียบการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าระหว่างประเภท Paper-based และประเภท Electronic ผลการทดสอบพบว่าผู้ทดสอบการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic มีความพึงพอใจเพราะใช้งานง่าย สามารถแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนย้าย อุปกรณ์ที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหาย ตลอดจนเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ซึ่งช่วยลดเวลาในการทำงานและลดความผิดพลาดในการกรอกข้อมูลได้

คำสำคัญ: แบบตรวจสอบความสมบูรณ์ ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า Microsoft Excel 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Co-operative Title: Development of Integrity Checking Template on Control Panels
Student Intern Name: Miss Jitima Watthanachainan
Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering
Advisor Name: Assistant.Prof.Dr.Piyanart Sommani
Mentor Name: Mr. Chanan Thongngoen
Company: ABB Limited, Thailand

ABSTRACT

The production control department, under grid automation division within power grids business of the ABB Limited, Thailand, is responsible for checking correctness and completeness of equipment related-control panels. However, the use of paper-based integrity checking template on control panels might affect the delay of working time and error of filling out data. Accordingly, the cooperative education project has developed the electronic-based integrity checking template on control panels by using Microsoft Excel 2016. The study procedures consist of: (1) study on the process of integrity checking on control panels and its related document, including the paper-based stock movement template, delta check material template, and list of terminal template; (2) design and create the electronic-based integrity checking template on control panels by using Microsoft Excel 2016; and (3) test and compare the use of integrity checking template on control panels between the paper-based and electronic-based types. The test results showed that

the template test candidates satisfy with the electronic-based integrity checking template on control panels since the new template is easy to use and it can correctly and completely report the equipment that were removed or missed, as well as terminal blocks and their related products, leading to the reduction of working time and the minimization of human error in filling out data.

Keywords: Integrity Checking Template, Control Panels, Microsoft Excel 2016

กิตติกรรมประกาศ

โครงการสหกิจศึกษาเรื่องการพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าสามารถดำเนินการจนสำเร็จ เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และการสนับสนุนจากแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย Grid Automation (GA) หน่วยบริหารธุรกิจ Power Grids (PG) บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด (ABB Limited, Thailand) และคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบคุณ คุณฉะนัน ทองเงิน หัวหน้าแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย GA หน่วย PG บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้คำปรึกษา และให้ความรู้เกี่ยวกับตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าและวิธีการตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ปิยะนาถ สมมณี อาจารย์นิเทศโครงการสหกิจศึกษา ซึ่งให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำโครงการ พร้อมทั้งชี้แนะแนวทาง โครงการสหกิจศึกษา นี้จึงสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่าน ที่ให้ความรู้ซึ่งสามารถนำไปเป็นพื้นฐานในการทำโครงการสหกิจศึกษา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ โดยเฉพาะนางสาวกัญญารัตน์ วิเชียรโชติ นางสาวอัจฉรา ปีกขุนทด และนางสาวศิริดา เจียรพงศ์ปรกรณ์ ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือในการทำโครงการสหกิจศึกษา

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอมา หากโครงการสหกิจศึกษานี้มีข้อผิดพลาดประการใด ต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นางสาวจิตติมา วัฒนชัยนันท์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.4 วิธีดำเนินการศึกษา	4
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 สถานีไฟฟ้า	6
2.2 ระบบป้องกันระบบไฟฟ้า	8
2.3 ผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	10
2.4 โปรแกรม Microsoft Excel 2016	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา	16
3.1 การศึกษาขั้นตอนตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	16
3.2 การออกแบบและการสร้างแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	17
3.3 การทดสอบการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	20
บทที่ 4 ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล	25
4.1 ข้อมูลการตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์	25
4.2 การใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	28
4.3 ผลการทดสอบการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	36
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	39
5.1 สรุปผลการศึกษา	39
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	42
ภาคผนวก ก.....	43
ภาคผนวก ข.....	53
ภาคผนวก ค.....	56
ประวัติผู้เขียน.....	57



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินโครงการงานสหกิจศึกษา 2562.....	4
2.1 รีเลย์ป้องกันชนิด Numerical Relay.....	8
2.2 ตัวอย่างรหัสรีเลย์ป้องกันสำหรับรีเลย์ป้องกันชนิด Numerical Relay.....	10
2.3 ตัวอย่างอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้า.....	12
2.4 ฟังก์ชัน สูตร และคำสั่งที่ใช้ในโครงการงานสหกิจศึกษา.....	14
3.1 กลุ่มแผนงาน ฟังก์ชัน สูตร และคำสั่งที่ใช้ในแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า.....	18
3.2 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของโครงการ I ที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1.....	20
3.3 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของโครงการ I, II และ III ที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2.....	22
4.1 วิธีการใช้งาน ข้อมูลสำคัญ และข้อบกพร่องของแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Paper-based.....	27
4.2 การใช้งานและการแสดงผลการทำงานของแบบ Stock Movement ประเภท Electronic.....	32
4.3 การใช้งานและการแสดงผลการทำงานของแบบ Delta Check Material ประเภท Electronic.....	33
4.4 การใช้งานและการแสดงผลการทำงานของแบบ List of Terminal ประเภท Electronic.....	35
4.5 ผลการทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อการปรับปรุง/แก้ไขแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic.....	36
4.6 ผลการทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อทดสอบเวลาการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Paper-based และประเภท Electronic.....	37
ข.1 ฟังก์ชัน สูตร และคำสั่งการทำงานในแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า.....	53

สารบัญรูป

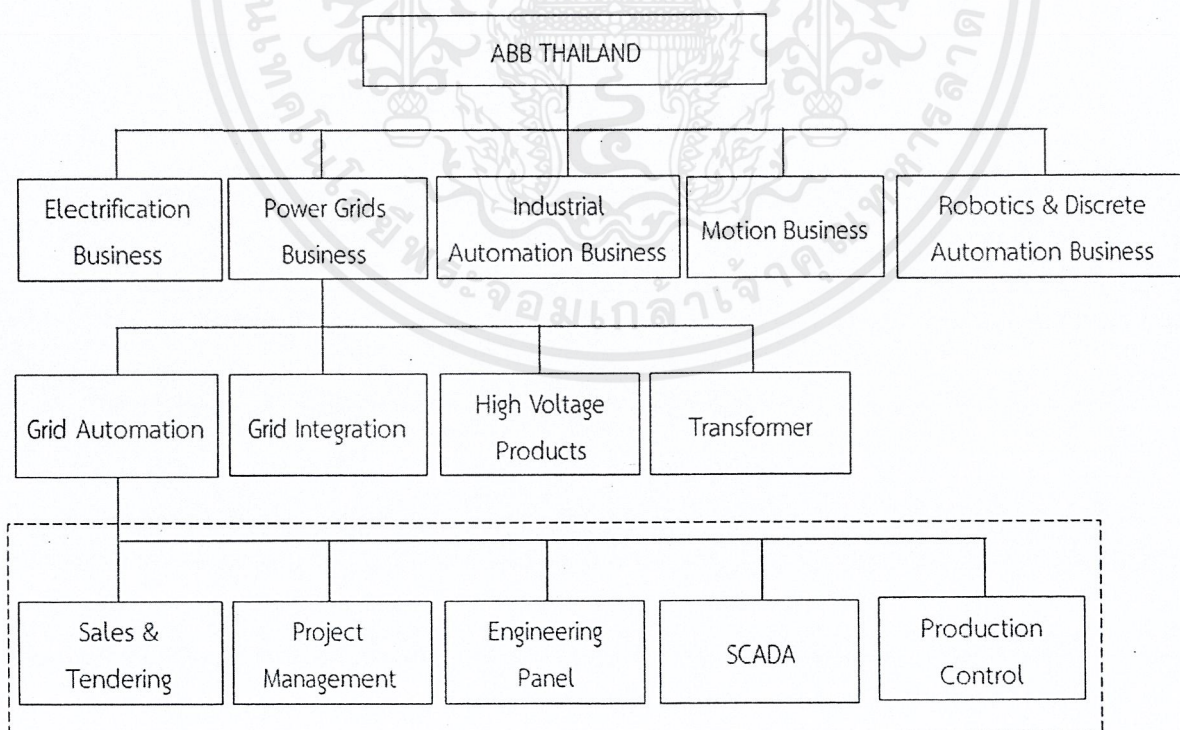
รูปที่	หน้า
1.1 แผนผังองค์กรของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด.....	1
2.1 สถานีไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.2 อุปกรณ์หลักของสถานีไฟฟ้า.....	7
2.3 การทำงานของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า.....	11
2.4 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเทอร์มินอลบล็อก.....	14
3.1 วิธีการดำเนินการศึกษาเพื่อพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า.....	16
3.2 ผังงานการทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อการปรับปรุง/แก้ไขแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า.....	21
3.3 ผังงานการทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อทดสอบเวลาการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Paper-based และประเภท Electronic.....	23
4.1 ผังงานการตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า.....	26
4.2 ผังงานการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic.....	29
ก.1 ข้อมูลเชิงเทคนิคของรีเลย์สำหรับป้องกันและควบคุมสายป้อน ยี่ห้อ ABB รุ่น Relion Class 615.....	43
ก.2 ข้อมูลเชิงเทคนิคของรีเลย์สำหรับป้องกันและควบคุมหม้อแปลง ยี่ห้อ ABB รุ่น Relion Class 620.....	45
ก.3 ข้อมูลเชิงเทคนิคของรีเลย์สำหรับป้องกันและควบคุมหม้อแปลง ยี่ห้อ ABB รุ่น Relion Class 670.....	46
ก.4 ข้อมูลเชิงเทคนิคของรีเลย์สำหรับป้องกันและควบคุมสายส่ง ยี่ห้อ ABB รุ่น Relion Class 670.....	47
ก.5 ข้อมูลเชิงเทคนิคของรีเลย์ช่วย ยี่ห้อ ABB รุ่น RX.....	48
ก.6 ข้อมูลเชิงเทคนิคของเทอร์มินอลบล็อก ยี่ห้อ ABB รุ่น Entrelac ชนิด Screw Clamp.....	49
ก.7 ข้อมูลเชิงเทคนิคของเทอร์มินอลบล็อก ยี่ห้อ ABB รุ่น Entrelac ชนิด Spring Clamp.....	50
ก.8 ข้อมูลเชิงเทคนิคของแผงแสดงผล ยี่ห้อ ABB รุ่น SACO 16D1.....	51
ก.9 ข้อมูลเชิงเทคนิคของเครื่องมือวัด ยี่ห้อ CEWE รุ่น Elite 440.....	52
ค.1 หน้าปกคู่มือการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า.....	56

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ (ABB. 2020a)

บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด (ABB Limited, Thailand) ประกอบกิจการนำเข้า ผลิต ส่งออก และจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าและระบบอัตโนมัติ โดยมีโครงสร้างการบริหารงาน คือ หน่วยบริหารกลาง (Support Unit) ทำหน้าที่สนับสนุนการดำเนินงานของหน่วยบริหารธุรกิจ (Business Unit) จำนวน 5 ธุรกิจ ซึ่งจำแนกตามชนิดผลิตภัณฑ์ (รูปที่ 1.1) ได้แก่ Electrification Business (EL), Power Grids Business (PG), Industrial Automation Business (IA), Motion Business (MO) และ Robotics and Discrete Automation Business (RA) หน่วยบริหารธุรกิจ PG ทำหน้าที่นำเข้า ผลิต ส่งออก และจำหน่ายผลิตภัณฑ์ประเภทตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์แรงดันสูงประเภทต่าง ๆ หม้อแปลงไฟฟ้า และการให้บริการเพื่อรองรับการออกแบบระบบไฟฟ้าของลูกค้า ประกอบด้วย 4 ฝ่าย คือ Grid Automation (GA), Grid Integration (GI), High Voltage Products (HV) และ Transformer (TR) และภายในฝ่าย GA แบ่งออกเป็น 5 แผนก ได้แก่ แผนกขายและประเมินราคา (Sales and Tendering) แผนกบริหารโครงการ (Project Management) แผนกออกแบบระบบไฟฟ้า (Engineering Panel) แผนกสกาตา (SCADA) และแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ (Production Control) (เส้นประของรูปที่ 1.1)



รูปที่ 1.1 แผนผังองค์กรของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของแผนกต่าง ๆ 5 แผนก ในฝ่าย GA ของหน่วยบริหารธุรกิจ PG บริษัท เอปียี (ประเทศไทย) จำกัด (เส้นประของรูปที่ 1.1) มีดังนี้

(1) แผนกขายและประเมินราคาติดต่อลูกค้าเพื่อรับ/เสนองานโครงการ

(2) แผนกบริหารโครงการรับข้อมูลโครงการจากแผนกขายและประเมินราคา และจัดทำแผนแม่บทร่วมกับแผนกออกแบบระบบไฟฟ้า แผนกสกาตา และแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ เพื่อกำหนดระยะเวลาทำงาน

(3) แผนกออกแบบระบบไฟฟ้าจัดทำและส่งแบบไฟฟ้าให้แผนกบริหารโครงการ แผนกสกาตาและแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ เพื่อให้แต่ละแผนกตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของแบบไฟฟ้าตามลักษณะงานของแผนก ดังนี้

ก. แผนกบริหารโครงการตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของแบบไฟฟ้าให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า และให้ปฏิบัติดังนี้

- กรณีที่พบข้อบกพร่อง ให้แจ้งแผนกออกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อปรับปรุงแก้ไข
- กรณีที่ไม่พบข้อบกพร่อง ให้สั่งซื้ออุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าเพื่อส่งให้แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

ข. แผนกสกาตาตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของแบบไฟฟ้าส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบ SCADA และให้ปฏิบัติดังนี้

- กรณีที่พบข้อบกพร่อง ให้แจ้งแผนกออกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อปรับปรุงแก้ไข
- กรณีที่ไม่พบข้อบกพร่อง ให้ติดต่อแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์เพื่อยืนยันความถูกต้องของแบบไฟฟ้าส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบ SCADA

ค. แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของแบบไฟฟ้ารวมถึงอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่ได้รับจากแผนกบริหารโครงการ และให้ปฏิบัติดังนี้

- กรณีที่พบข้อบกพร่อง ให้แจ้งการเคลื่อนย้ายและสั่งซื้ออุปกรณ์ที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหาย (Missing Equipment) ของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า และสั่งซื้อเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่แผนกบริหารโครงการ

- กรณีที่ไม่พบข้อบกพร่อง ให้แจ้งการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าและสั่งซื้อเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่แผนกบริหารโครงการ

(4) แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ส่งอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่ได้รับจากแผนกบริหารโครงการให้ผู้รับเหมาประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า และระหว่างผู้รับเหมาประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ต้องตรวจสอบการทำงานของผู้รับเหมาเป็นระยะ ๆ

(5) ผู้รับเหมาประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าแล้วเสร็จ และส่งตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าให้แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ เพื่อให้แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ตรวจสอบและจัดทำรายงานการตรวจสอบก่อนได้รับการยอมรับจากโรงงาน (Pre-Factory Acceptance Test Report: Pre-FAT Report)

(6) แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ส่ง Pre-FAT Report ให้ลูกค้าก่อนทำการตรวจสอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าร่วมกัน จากนั้นจัดทำรายงานการตรวจสอบที่ได้รับการยอมรับจากโรงงาน (Factory Acceptance Test Report: FAT Report)

- กรณีที่ลูกค้าไม่ยอมรับ FAT Report ลูกค้าจะจัดทำรายการแก้ไข (Punch List) และส่งให้แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์เพื่อปรับปรุงแก้ไขตู้ควบคุมระบบไฟฟ้านั้น เมื่อแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ปรับปรุงแก้ไขตามรายการแก้ไขแล้วเสร็จ จะจัดทำรายงานการตรวจสอบที่ได้รับการยอมรับจากโรงงานหลังการแก้ไข (After Factory Acceptance Test Report: After FAT Report) และส่ง After FAT Report, Punch List และ FAT Report ให้ลูกค้า

- กรณีที่ลูกค้ายอมรับ FAT Report แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์จะส่ง FAT Report ให้ลูกค้า

(7) แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์จัดส่งตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าให้ลูกค้า

โรงงานสหกิจศึกษานี้ได้รับความอนุเคราะห์การดำเนินงานจากแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย GA หน่วยบริหารธุรกิจ PG บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด และจากการศึกษาการทำงานของแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ พบว่าการทำงานในข้อ (3) ค. นั้น พนักงานระดับวิศวกรใช้แบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าซึ่งเป็นเอกสารประเภท Paper-based ได้แก่ แบบ Stock Movement, แบบ Delta Check Material และแบบ List of Terminal เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ข้อจำกัดของการใช้เอกสารประเภท Paper-based คือ ต้องกรอกข้อมูลและคำนวณข้อมูลที่จำเป็นด้วยตนเอง ทำให้เกิดความล่าช้าและความผิดพลาดในการกรอกข้อมูล ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อโอกาสทางธุรกิจ โรงงานสหกิจศึกษานี้จึงพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าให้เป็นเอกสารประเภท Electronic โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 เพื่อลดเวลาในการทำงานและลดความผิดพลาดในการกรอกข้อมูลของพนักงานระดับวิศวกรประจำแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าภายใต้การดำเนินงานของแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย GA หน่วยบริหารธุรกิจ PG บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด

1.2.2 สร้างแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2016 เพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้า (Control and Protection Panel), ตู้มิเตอร์ไฟฟ้า (Meter Panel), ตู้ควบคุมและหน่วยทำงานระยะไกล (RTU Panel), ตู้ควบคุมระบบโทรมาตร (SCADA Panel), ตู้ FOX Communication, และตู้ Marshalling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 แบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าซึ่งเป็นเอกสารประเภท Paper-based ได้แก่ แบบ Stock Movement, แบบ Delta Check Material และแบบ List of Terminal

1.3.3 ข้อมูลโครงการสร้างสถานีไฟฟ้าระบบ 66-500 kV ที่แล้วเสร็จ 10 โครงการ สำหรับใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลที่จำเป็น

1.3.4 โปรแกรม Microsoft Excel 2016 ได้แก่ การทำงาน การกำหนดฟังก์ชัน สูตร และคำสั่ง และการแสดงผลการทำงานของการทำงาน

1.4 วิธีดำเนินการศึกษา

โครงการสหกิจศึกษาเรื่องการพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามีขั้นตอนการดำเนินงานดังตารางที่ 1.1 ระหว่าง 5 สิงหาคม-22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 16 สัปดาห์

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินโครงการสหกิจศึกษา 2562

วิธีดำเนินโครงการ	สัปดาห์ที่															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.4.1 ทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง		←-----→														
1.4.2 วางแผนการดำเนินงาน			←-----→													
1.4.3 ศึกษาขั้นตอนการทำงานของแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์และการทำงานระหว่างแผนก				←-----→												
1.4.4 ออกแบบและสร้างแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016						←-----→										
1.4.5 ทดสอบการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า									←-----→							
1.4.6 สรุปผลและจัดทำรูปเล่มรายงานสหกิจฉบับสมบูรณ์					←-----→											

หมายเหตุ ←-----→ หมายถึง การวางแผน

←-----→ หมายถึง การปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย GA หน่วยบริหารธุรกิจ PG บริษัท เอปียี (ประเทศไทย) จำกัด ได้รับประโยชน์จากการพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ดังนี้

1.5.1 แบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic ที่ช่วยลดเวลาการทำงานและลดความผิดพลาดในการกรอกข้อมูลของพนักงานระดับวิศวกรประจำแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์

1.5.2 แนวทางการพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของอุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีลักษณะการใช้ฐานข้อมูลคล้ายแบบ Stock Movement, แบบ Delta Check Material หรือแบบ List of Terminal



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

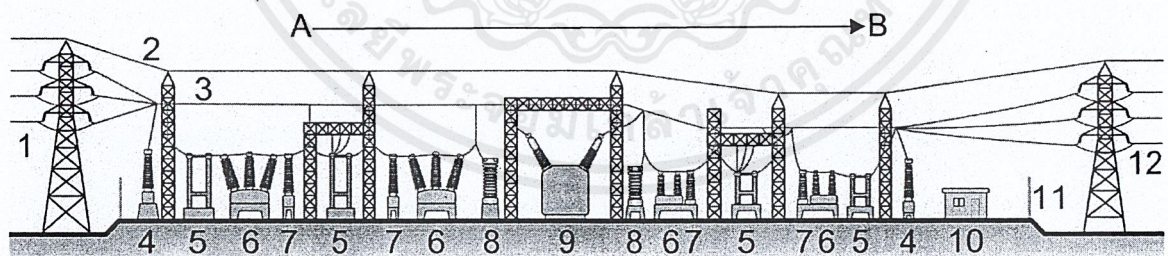
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบไฟฟ้ากำลัง (Electrical Power System) ทำหน้าที่ในการผลิต ส่งจ่าย และจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าไปยังผู้ใช้ไฟฟ้า ระบบไฟฟ้ากำลังประกอบด้วยระบบผลิตไฟฟ้า (Generating System) ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า (Transmission System) และระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Distribution System) กรณีการส่งจ่ายและการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าต้องอาศัยสถานีไฟฟ้า (Substation) อย่างไรก็ตามพบว่าสถานีผลิตไฟฟ้ามักห่างไกลชุมชนทำให้เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าตก สูญเสียกำลังไฟฟ้า และส่งผลให้ส่งจ่ายไฟฟ้าได้ลดลง ดังนั้นสถานีไฟฟ้าจึงทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นสำหรับระบบส่งจ่ายไฟฟ้า และทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าจากระบบส่งจ่ายไฟฟ้าให้อยู่ที่พิกัดแรงดันที่เหมาะสมเพื่อจำหน่ายไฟฟ้าไปยังผู้ใช้ไฟฟ้า

โครงการสหกิจศึกษานี้ต้องการพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าซึ่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของสถานีไฟฟ้าเพื่อให้เกิดความปลอดภัย บทนี้จึงกล่าวถึงทฤษฎีเกี่ยวกับสถานีไฟฟ้า ระบบป้องกันระบบไฟฟ้า ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า และโปรแกรม Microsoft Excel 2016

2.1 สถานีไฟฟ้า (กิริติ ชยะกุลศิริ. 2561; ธนวัฒน์ ฉลาดสกุล. 2547; สภาวิศวกร. มปป.; Engis Commerce and Development. n.d.; WatElectrical. 2019)

สถานีไฟฟ้า (Substation) ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้ไฟฟ้า รวมถึงควบคุมและป้องกันระบบส่งจ่ายไฟฟ้าให้มั่นคงและปลอดภัย สถานีไฟฟ้าประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่แตกต่างกันดังรูปที่ 2.1 ซึ่งแสดงตามลำดับการส่งจ่ายไฟฟ้า



A	ไฟฟ้าปฐมภูมิ (Primary)	6	เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)
B	ไฟฟ้าทุติยภูมิ (Secondary)	7	หม้อแปลงกระแส (Current Transformer)
1	สายส่งไฟฟ้าปฐมภูมิ (Primary Power Lines)	8	กัณฑ์ฟ้าผ่า (Lightning Arrester)
2	สายดิน (Ground Wire)	9	หม้อแปลงไฟฟ้าหลัก (Main Transformer)
3	สายส่งเหนือศีรษะ (Overhead Line)	10	อาคารควบคุม (Control Building)
4	หม้อแปลงไฟฟ้าเครื่องมือวัด (Instrument Transformer)	11	รั้วป้องกันความปลอดภัย (Security Fence)
5	สวิตช์ตัดตอน (Disconnect Switch)	12	สายส่งไฟฟ้าทุติยภูมิ (Secondary Power Lines)

รูปที่ 2.1 สถานีไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง (WatElectrical. 2019)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์หลักของสถานีไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 2.2 และประกอบด้วย

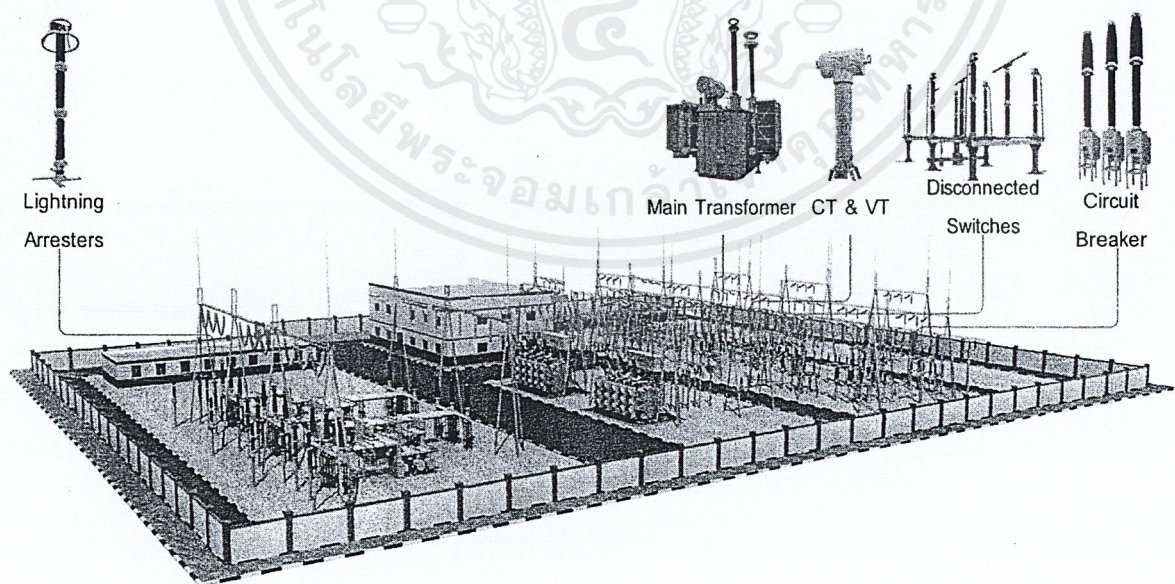
2.1.1 หม้อแปลงไฟฟ้าหลัก (Main Transformer) (สภาวะวิศวกรรม. มปป.) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าขึ้น/ลงที่ความถี่เท่าเดิม อาศัยหลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กผ่านขดลวดและแกนเหล็ก พลังงานไฟฟ้าถ่ายทอดจากขดลวดด้านจ่ายไฟเข้าหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยขดลวด 2 ชุด คือ ขดลวดปฐมภูมิ (Primary Winding) และขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Winding)

2.1.2 สวิตช์ตัดตอน (Disconnected Switch) (ธนวัฒน์ ฉลาดสกุล. 2547) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปิดและปิดวงจรไฟฟ้าด้านไฟฟ้าแรงสูง โดยติดตั้งบนสายป้อน (Feeder) เมื่อเกิดความผิดปกติ เช่น ความผิดปกติ (Fault) สวิตช์ตัดตอนทำหน้าที่ปลดสายป้อนเพื่อแยกส่วนที่เกิดความผิดปกติออกจากระบบ ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานของสวิตช์ตัดตอนแบบ Manual หรือแบบ Remote

2.1.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) (ธนวัฒน์ ฉลาดสกุล. 2547) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปิดและปิดวงจรไฟฟ้าเพื่อป้องกันความเสียหายในระบบไฟฟ้าเมื่อเกิดความผิดปกติ

2.1.4 หม้อแปลงเครื่องมือวัด (Instrument Transformer) (กิริติ ชยะกุลศิริ. 2561) ได้แก่ หม้อแปลงกระแส (Current Transformer: CT) และหม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer: VT, Potential Transformer: PT) สำหรับแปลงกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าสูงเป็นกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าต่ำตามลำดับ เพื่อให้กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าเหมาะสมกับเครื่องมือวัดและรีเลย์ป้องกัน

2.1.5 กับดีกฟ้าผ่า (Lightning Arrester) (ธนวัฒน์ ฉลาดสกุล. 2547) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ลดความรุนแรงของฟ้าผ่าที่ผ่าลงสายไฟแรงสูงในระบบไฟฟ้า หากฟ้าผ่ามีแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดจะส่งผลให้กับดักฟ้าผ่าชำรุดเสียหายได้ จึงต้องติดตั้งร่วมกับสายล่อฟ้า



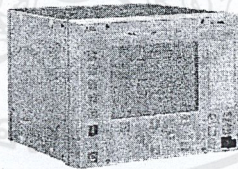
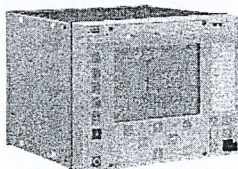
รูปที่ 2.2 อุปกรณ์หลักของสถานีไฟฟ้า (Engis Commerce and Development. n.d.)

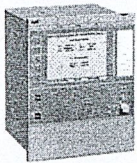
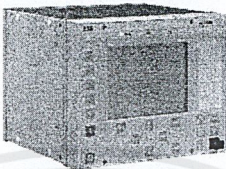
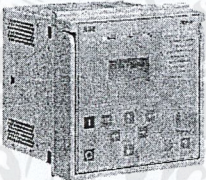
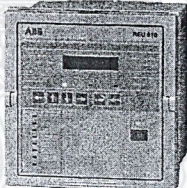
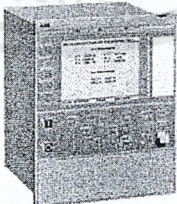
2.2 ระบบป้องกันระบบไฟฟ้า (ธนบูรณ์ ศศิกานูเดช. 2552; ABB. 2020b)

ระบบป้องกันระบบไฟฟ้า (ธนบูรณ์ ศศิกานูเดช. 2552) มีหน้าที่ตัดระบบไฟฟ้าออกจากวงจรอย่างรวดเร็วแบบอัตโนมัติเมื่อเกิดความผิดปกติ ระบบป้องกันระบบไฟฟ้ามีเขตการป้องกัน (Zone of Protection) 5 เขต ได้แก่ เขตการป้องกันเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เขตการป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้า เขตการป้องกันบัส เขตการป้องกันสายส่งไฟฟ้า และเขตการป้องกันมอเตอร์ เขตการป้องกันสามารถป้องกัน 2 ลักษณะ คือ การป้องกันหลัก (Primary Protection) และการป้องกันสำรอง (Backup Protection) การป้องกันหลักทำหน้าที่แยกส่วนของวงจรที่เกิดความผิดปกติออกจากระบบโดยเร็วที่สุด และการป้องกันสำรองทำหน้าที่กรณีที่ระบบป้องกันหลักไม่ทำงาน

ระบบป้องกันระบบไฟฟ้ามีอุปกรณ์หลักที่ทำหน้าที่ควบคุมของเขตการป้องกัน คือ รีเลย์ป้องกัน โดยทำหน้าที่ตรวจสอบความผิดปกติของระบบไฟฟ้าและสั่งการให้เซอร์กิตเบรกเกอร์เปิดวงจร เพื่อให้ระบบไฟฟ้าอื่นที่ไม่ผิดปกติสามารถทำงานต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะเฉพาะที่สำคัญของรีเลย์ป้องกัน คือ ความไว (Sensitivity) ความเชื่อถือ (Reliability) ความง่าย (Simplicity) ความสามารถแยกแยะ (Selectivity) และความเร็ว (Speed) ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) กับรีเลย์ป้องกันเพื่อเพิ่มความหลากหลายของฟังก์ชันการใช้งานเรียกว่า Numerical Relay รีเลย์ป้องกันชนิด Numerical Relay ที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ของสถานีไฟฟ้าและได้รับความนิยมของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 รีเลย์ป้องกันชนิด Numerical Relay (ABB. 2020b)

ประเภท	รุ่น	คลาส
รีเลย์ป้องกันและควบคุมแหล่งจ่าย	REF - Relion Feeder Protection and Control 	REF605, REF611, REF615, REF620, REF630, REF640
รีเลย์ป้องกันและควบคุมหม้อแปลงไฟฟ้า	RET - Relion Transformer Protection and Control 	RET615, RET620, RET630, RET640, RET650, RET670
รีเลย์ป้องกันและควบคุมสายส่ง	REL - Relion Line Distance Protection and Control	REL640, REL650, REL670

ประเภท	รุ่น	คลาส
		
	RED - Relion Line Differential Protection and Control 	RED615, RED640, RED650, RED670
รีเลย์ป้องกันและควบคุมบัสบาร์	REB - Relion Busbar Protection and Control 	REB500, REB611, REB640, REB650, REB670
รีเลย์ป้องกันแรงดันไฟฟ้า	REU - Relion Voltage Protection 	REU610, REU611, REU615
รีเลย์ป้องกันเบรกเกอร์	REQ - Relion Breaker Protection 	REQ650

รหัสรีเลย์ป้องกันที่ได้รับความนิยมสำหรับรีเลย์ป้องกันชนิด Numerical Relay ในการควบคุมอุปกรณ์ของสถานีไฟฟ้าแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างรหัสรีเลย์ป้องกันสำหรับรีเลย์ป้องกันชนิด Numerical Relay

ชื่อ	รหัส	หน้าที่
รีเลย์ป้องกันระยะทาง (Distance Relay)	21	ป้องกันสายส่งไฟฟ้า
รีเลย์ป้องกันซิงโครไนซ์ (Synchronism Check and Synchronizing Relay)	25	ป้องกันความถี่ แรงดันไฟฟ้า มุมเฟสของแรงดันไฟฟ้าของระบบที่จะขนานกัน
รีเลย์ป้องกันแรงดันต่ำ (Undervoltage Relay)	27	ป้องกันแรงดันตก
รีเลย์ป้องกันกระแสเกิน (Overcurrent Relay)	50/50N	ป้องกันกระแสเกินแบบทำงานทันทีทันทีที่สายเฟสและสายนิวทรัล (Neutral) ตามลำดับ
	51/51N	ป้องกันกระแสเกินแบบทำงานโดยมีการหน่วงเวลาที่สายเฟสและสายนิวทรัล (Neutral) ตามลำดับ
รีเลย์ป้องกันแรงดันเกิน (Overvoltage Relay)	59	ป้องกันแรงดันเกิน
รีเลย์ป้องกันกระแสเกินแบบมีทิศทาง (Directional Overcurrent Relay)	67	ป้องกันกระแสไฟฟ้าที่ไหลผิดทิศทาง
รีเลย์ป้องกันความถี่ (Frequency Relay)	81	ป้องกันความถี่ของระบบไฟฟ้า

2.3 **ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า** (ABB. 2020b; ESP Technologies Ltd. 2018; Phoenix Contact. 2020) แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย GA บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด แบ่งประเภทตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าดังนี้

2.3.1 ประเภทของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ได้แก่

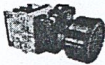








2.3.1.1 ตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้า (Control and Protection Panel) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในสถานีไฟฟ้า ตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าแบ่งเป็น 4 ชนิด ซึ่งมีการติดตั้งรีเลย์ป้องกันตามชนิดของตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าหรือตามความต้องการของลูกค้า ได้แก่

- 1) ตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าของบัส (Bus Protection Panel: BZP)
- 2) ตู้ควบคุมและป้องกันการเชื่อมต่อระหว่างบัส (Bus Coupler Control and Protection Panel: BCP)
- 3) ตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าของสายส่งไฟฟ้า (Line Control and Protection: LCCP)
- 4) ตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer Control and Protection: TCCP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 อุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้า เนื่องจากตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้า เป็นตู้ที่ได้รับความนิยมของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด โครงการงานสหกิจศึกษาจึงกล่าวเฉพาะอุปกรณ์ ประกอบตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้า (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้า (ABB. 2020b; ESP Technologies Ltd. 2018)

อุปกรณ์	ชนิด	รหัสอุปกรณ์	หน้าที่
สวิตช์ (Switch)	Push Button Switch 	NPB22-R13-A11	ตัดต่อวงจรไฟฟ้าของตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้า
	Selector Switch 	NSS22-2L-11	
	Limit Switch 	NLZ-15GW22-B	
	Cam Switch 	NCS-20M1	
	Discrepancy Switch 	NDCS20-4-24-SF	
เครื่องทำความร้อนและอุปกรณ์ควบคุม (Heater and Heater Controller)	Thermostat 	NTH-1C-S	ควบคุมความชื้นของตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้า
	Hygrostat 	NMH	
	Space Heater 	NSH01-050	
ไฟแสดงสถานะ (Indication)	High Brightness LED Bulb 	NLB-BA9S-R13-10	แสดงสถานะการทำงานของตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์	ชนิด	รหัสอุปกรณ์	หน้าที่
	Semaphore Indicator 	NSI22WE13	
	Pilot Light 	NPL22-R13-LD	
	Miniature Buzzer 	NBZ-130	
แผงแสดงผล (Annunciator)	SACO 	SACO 16D1	แสดงสถานะของการทำงานของรีเลย์ป้องกัน
เสียงสัญญาณเตือน (Audible Alarm Sound)	Power Buzzer 	PBZ-A13-R	ส่งสัญญาณแจ้งเตือนด้วยเสียงเมื่อรีเลย์ป้องกันตรวจพบความผิดปกติ
	Universal Vibrating Horn 	VH-U	

2.3.4 เทอร์มินอลบล็อก (Terminal Block) (Phoenix Contact. 2020) ที่จัดเป็นอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ทำหน้าที่เชื่อมต่อสายไฟของแหล่งจ่ายไฟและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า เพื่อลดความเสียหายของขั้วอุปกรณ์ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดอาร์คและความสวดกในการซ่อมบำรุง

2.3.4.1 ประเภทของเทอร์มินอลบล็อกที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่

1) Open Type เป็นเทอร์มินอลบล็อกที่ไม่ได้รับมาตรฐาน IP20 ไม่ทนอุณหภูมิสูงและไม่สามารถป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าได้หากมีการสัมผัส

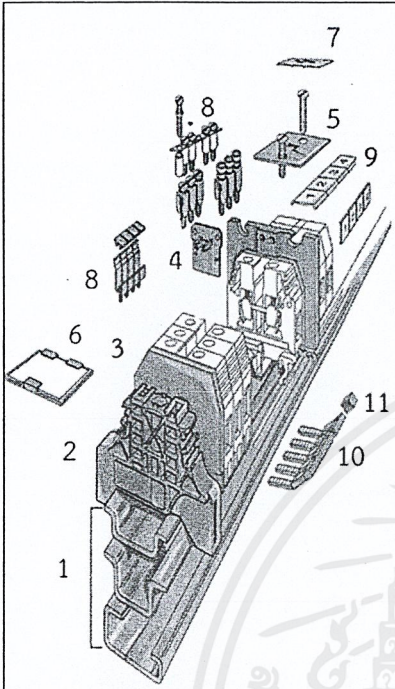
2) European Type เป็นเทอร์มินอลบล็อกที่ได้รับมาตรฐาน IP20 แบ่งตามลักษณะการเข้าสายเพื่อรัดสายไฟ ดังนี้

ก. ชนิดสกรู (Screw Type) มีลักษณะการใช้งานแบบขันสกรู ไม่เหมาะสำหรับงานที่มีการสั่นสะเทือน

ข. ชนิดสปริง (Spring Type) มีลักษณะการใช้งานแบบสปริง สามารถเข้าสายง่าย สามารถเข้า-ถอดสายได้หลายครั้ง เหมาะสำหรับงานที่มีการสั่นสะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเทอร์มินอลบล็อก ทำหน้าที่สนับสนุนการทำงานของเทอร์มินอลบล็อกให้ถูกต้องตามวงจรไฟฟ้าและเพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุง รายละเอียดของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องแสดงดังรูปที่ 2.4



ชื่อ	รายละเอียด
1. Rail	รางสำหรับยึดเทอร์มินอลบล็อก
2. End Stop	ตัวยึดส่วนหัว-ท้ายของเทอร์มินอลบล็อก
3. End Section	แผ่นกันจัดสัดส่วนเพื่อแยกเทอร์มินอลบล็อก
4. Circuit Separator	แยกวงจรไฟฟ้าเพื่อป้องกันการลัดวงจร
5. Protection Label	ป้องกันการสัมผัสขั้วไฟฟ้า 2 ขั้วขึ้นไป
6. Marker-Holder for End Stop	ป้ายแสดงกลุ่มเทอร์มินอลบล็อกที่ตัวยึดหัวของเทอร์มินอลบล็อก
7. Single Pole Protection Label	ป้องกันการสัมผัสขั้วไฟฟ้าสำหรับ 1 ขั้ว
8. Jumper Bar	เชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างด้านบนบนเทอร์มินอลบล็อก 2 จุดขึ้นไป
9. Marker	ป้ายแสดงลำดับเทอร์มินอลบล็อก
10. Comb Type Jumper Bar	เชื่อมต่อระหว่างด้านข้างเทอร์มินอลบล็อก 2 จุดขึ้นไป
11. Insulating Comb Tip	ฉนวนป้องกันการลัดวงจรของ Comb Type Jumper Bar

รูปที่ 2.4 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเทอร์มินอลบล็อก

2.4 โปรแกรม Microsoft Excel 2016 (Microsoft. 2020; ดวงพร เกียงคำ. 2560)

โปรแกรม Microsoft Excel 2016 เป็นโปรแกรมประเภทสเปรดชีต (Spreadsheets) หรือโปรแกรมตารางงาน เซลล์ (Cell) ในตารางงานมีชื่อประจำเซลล์ ทำให้ง่ายต่อการป้อนและแก้ไขข้อมูล มีความสะดวกในการคำนวณ และการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ รวมทั้งการจัดข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่และเป็นระเบียบ การประยุกต์ใช้งานข้อมูลมักมีการใช้งานฟังก์ชัน (Function) สูตร (Formula) และ/หรือคำสั่ง (Command) ของโปรแกรม Microsoft Excel 2016 เพื่อให้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 ทำงานตามฟังก์ชัน สูตร และคำสั่ง และแสดงผลข้อมูลที่วิเคราะห์ ตารางที่ 2.4 แสดงฟังก์ชัน สูตร และคำสั่งที่ใช้ในโครงการสหกิจศึกษา

ตารางที่ 2.4 ฟังก์ชัน สูตร และคำสั่งที่ใช้ในโครงการสหกิจศึกษา (Microsoft. 2020)

ฟังก์ชัน สูตร และคำสั่ง	รายละเอียด
DATA VALIDATION	สร้างรายการตรรกะ
IF	ทดสอบตรรกะที่เป็นเงื่อนไข
ROW	ส่งกลับหมายเลขแถวของการอ้างอิง
VLOOKUP	ค้นหาและแสดงข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

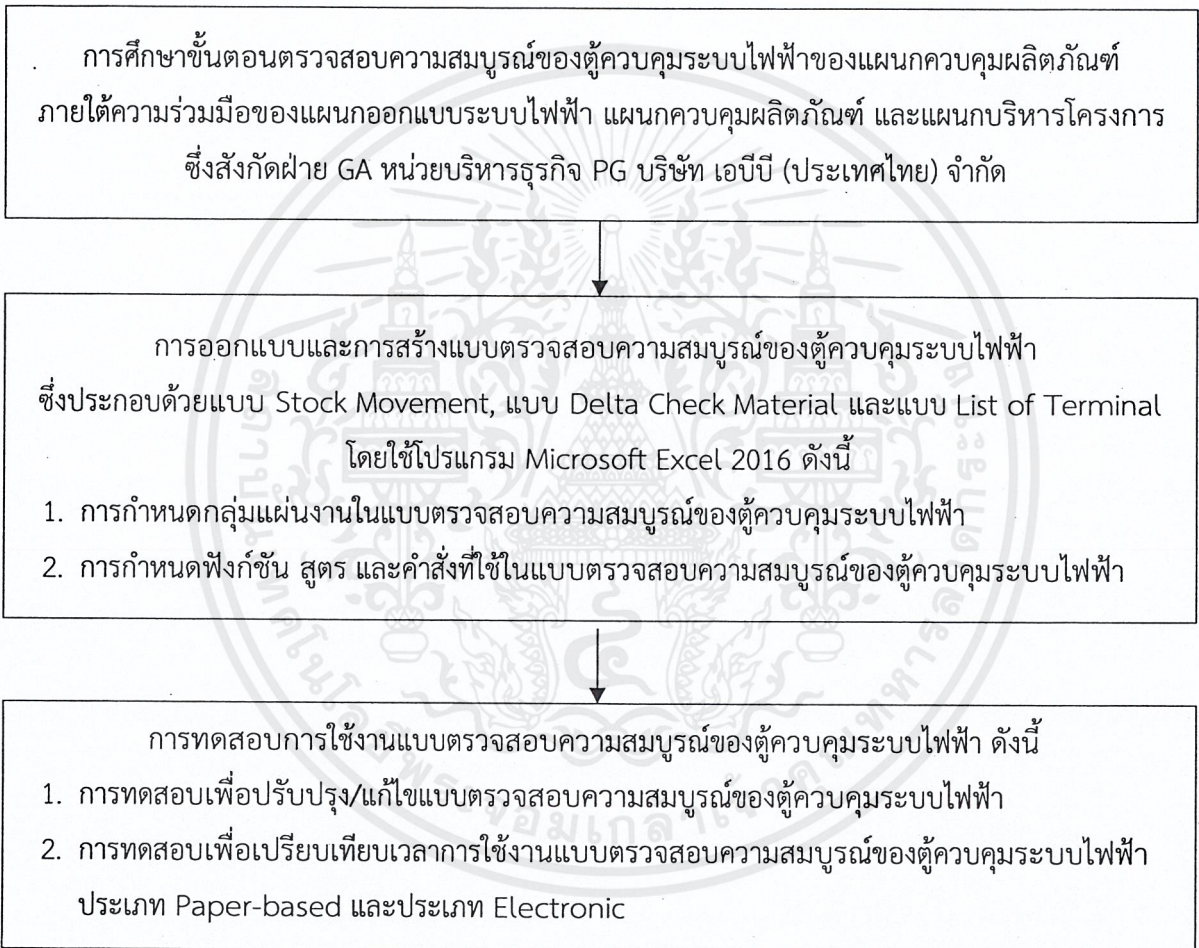
ฟังก์ชัน สูตร และคำสั่ง	รายละเอียด
SUM	หาผลรวมของตัวเลข
Visual Basic for Application (VBA)	การสร้างคำสั่งการทำงาน
INDIRECT	ส่งกลับค่าอ้างอิงที่ถูกระบุในเซลล์
ROUNDUP	ปัดเศษขึ้น
INDEX	ส่งกลับค่าขององค์ประกอบในตารางที่เลือกโดยดัชนีหมายเลขแถวและคอลัมน์
MATCH	ค้นหารายการที่ระบุใน ช่วง ของเซลล์ต่างๆ จากนั้นจะส่งกลับตำแหน่งสัมพันธ์ของรายการดังกล่าวในช่วงนั้น
DEFINE NAME	ประกาศชื่อเพื่อกำหนดกลุ่มของข้อมูล



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

โครงการสหกิจศึกษาเรื่องการพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic ได้รับความอนุเคราะห์การดำเนินงานจากแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย Grid Automation (GA) หน่วยบริหารธุรกิจ Power Grids (PG) บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ภาพรวมของวิธีการดำเนินการศึกษาแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 วิธีการดำเนินการศึกษาเพื่อพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

3.1 การศึกษาขั้นตอนตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาขั้นตอนตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าและเอกสารที่เกี่ยวข้องของแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ สำหรับใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและการสร้างแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic ให้รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 การทำงานของแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ได้แก่ ขั้นตอนการทำงาน และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.1.2 การศึกษาวิธีการใช้งาน ข้อมูลสำคัญ และข้อบกพร่องของเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

3.2 การออกแบบและการสร้างแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

โครงการสหกิจศึกษาออกแบบและสร้างแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ประเภท Electronic ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2016 โดยพัฒนาจากเอกสารประเภท Paper-based เพื่อให้แบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic สามารถแสดงรายละเอียดการตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้จริง เพื่อลดเวลาในการทำงานและลดความผิดพลาดในการกรอกข้อมูลของพนักงานระดับวิศวกร แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการออกแบบและการสร้างแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ามี่ดังนี้

3.2.1 การกำหนดกลุ่มแผ่นงานในแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic ได้แก่ แบบ Stock Movement, แบบ Delta Check Material และแบบ List of Terminal (ตามข้อ 3.1.1) ซึ่งแบ่งเป็นแผ่นงานหลัก (Worksheet) และแผ่นงานฐานข้อมูล (Database Worksheet) ดังนี้

3.2.1.1 แผ่นงานหลัก เป็นแผ่นงานที่ใช้แสดงผลการทำงานของฟังก์ชัน (Function) และ/หรือสูตร (Formula) และ/หรือคำสั่ง (Command) รวมถึงอ้างอิงข้อมูลจากแผ่นงานฐานข้อมูลที่ถูกกำหนดไว้ และส่งออกข้อมูลเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล .pdf

1) แผ่นงานหลัก Stock Movement Template เป็นแผ่นงานแสดงการเคลื่อนย้ายของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ได้แก่ การเบิก การโอน การยืม และการคืนอุปกรณ์

2) แผ่นงานหลัก Delta Check Material Template 1 และ 2 เป็นแผ่นงานแสดงอุปกรณ์ที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหาย (Missing Equipment) สำหรับการประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ได้แก่

ก. แผ่นงานหลัก Delta Check Material Template 1 ให้พิจารณาตามจำนวนตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ซึ่งกำหนดจำนวนตู้สูงสุดที่ 30 ตู้/โครงการ

ข. แผ่นงานหลัก Delta Check Material Template 2 ให้พิจารณาตามชนิดของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ซึ่งกำหนดชนิดสูงสุดที่ 10 ชนิด/โครงการ แต่ไม่กำหนดจำนวนสูงสุดของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

3) แผ่นงานหลัก List of Terminal Template เป็นแผ่นงานแสดงชนิด จำนวน และราคาโดยประมาณของเทอร์มินอลบล็อก (Terminal Block) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง สำหรับการประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

3.2.1.2 แผ่นงานฐานข้อมูล เป็นแผ่นงานที่รวบรวมข้อมูลของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า และเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับแผ่นงานหลัก การจัดทำแผ่นงานฐานข้อมูลดำเนินการโดยรวบรวมและศึกษาส่วนของ Bill of Material (BOM) ในแบบไฟฟ้าของโครงการสร้างสถานีไฟฟาระบบ 66-500 kV ที่แล้วเสร็จ 10 โครงการ ได้แก่

1) แผ่นงานฐานข้อมูล Equipment Data เป็นแผ่นงานที่รวบรวมข้อมูลอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับแผ่นงานหลัก Stock Movement Template รวมถึงแผ่นงานหลัก Delta Check Material Template 1 และ 2 และกำหนดให้เรียงข้อมูลใน Equipment Data ตามรหัสอุปกรณ์ (Ordering Number) ชื่อผู้ผลิต (Manufacturer) และรายละเอียดอุปกรณ์ (Description) ตามลำดับ ตัวอย่างข้อมูลเชิงเทคนิคของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าแสดงในภาคผนวก ก

2) แผ่นงานฐานข้อมูล List of Terminal Data เป็นแผ่นงานที่รวบรวมข้อมูลเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับแผ่นงานหลัก List of Terminal Template และกำหนดให้เรียงข้อมูลใน List of Terminal Data ตามประเภทเทอร์มินอลบล็อกที่นิยมใช้งาน ชนิดเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ชื่อผู้ผลิต รูป ราคาต่อชิ้น และข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องตามลำดับ

3.2.2 การกำหนดฟังก์ชัน สูตร และคำสั่งที่ใช้ในแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic ได้แก่ แบบ Stock Movement, แบบ Delta Check Material และแบบ List of Terminal ซึ่งแบ่งเป็นแผ่นงานหลักและแผ่นงานฐานข้อมูลตามข้อ 3.2.1 รายละเอียดของการกำหนดฟังก์ชัน สูตร และคำสั่งที่ใช้ในแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic แสดงดังตารางที่ 3.1 สำหรับรายละเอียดของฟังก์ชัน สูตร และคำสั่งการทำงานที่ใช้ในแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าแสดงในภาคผนวก ข)

ตารางที่ 3.1 กลุ่มแผ่นงาน ฟังก์ชัน สูตร และคำสั่งที่ใช้ในแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

ฟังก์ชัน	สูตร	คำสั่ง
1. แบบ Stock Movement		
- แผ่นงานหลัก: Stock Movement Template		
-	- IF และ ROW แสดงลำดับของอุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนย้ายโดยอัตโนมัติ	- Data Validation เลือกรหัสอุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนย้าย
- แผ่นงานฐานข้อมูล: Equipment Data		
-	- IF และ ROW แสดงลำดับของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	-

ฟังก์ชัน	สูตร	คำสั่ง
2. แบบ Delta Check Material		
- แผ่นงานหลัก: Delta Check Material Template 1 และ 2		
- IF แสดงชื่อผู้ผลิต รหัสอุปกรณ์ และรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหายโดยอัตโนมัติ	- IF และ ROW แสดงลำดับของอุปกรณ์ที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหายโดยอัตโนมัติ - IF และ VLOOKUP แสดงชื่อผู้ผลิตและรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหายโดยอัตโนมัติ - IF และ SUM แสดงผลรวมจำนวนของอุปกรณ์ที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหายแต่ละชนิดโดยอัตโนมัติ	- Data Validation เลือกรหัสอุปกรณ์ที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหาย - Visual Basic for Application (VBA) ล้างข้อมูลแผ่นงาน
- แผ่นงานฐานข้อมูล: Equipment Data		
-	- IF และ ROW แสดงลำดับของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	-
3. แบบ List of Terminal		
- แผ่นงานหลัก: List of Terminal Template		
- IF แสดงราคาของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยอัตโนมัติ - SUM แสดงผลรวมราคาโดยประมาณของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่มีการใช้งานโดยอัตโนมัติ	- IF และ ROW แสดงลำดับของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยอัตโนมัติ - IF และ VLOOKUP แสดงรายละเอียด ชนิด ชื่อผู้ผลิต จำนวนที่ใช้งาน ราคา และข้อมูลจำเพาะของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยอัตโนมัติ	- Data Validation เลือกประเภทของเทอร์มินอลบล็อก - INDIRECT อ้างอิงข้อมูลในกลุ่มข้อมูลของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่มีการใช้งานโดยอัตโนมัติ - VBA ล้างข้อมูลแผ่นงาน
- แผ่นงานฐานข้อมูล: List of Terminal Data		
- IF แสดงผลรวมราคาของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องแต่ละชนิดที่มีการใช้งานโดยอัตโนมัติ - ROUNDUP บัดเศษจำนวนของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่มีการใช้งานขึ้นเป็นจำนวนเต็มโดยอัตโนมัติ	- IF และ ROW แสดงลำดับของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยอัตโนมัติ - INDEX และ MATCH แสดงจำนวนของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่มีการใช้งานโดยอัตโนมัติ	- VBA เพิ่มรูปเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3.3 การทดสอบการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

การทดสอบการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ครั้ง ดังนี้

3.3.1 การทดสอบครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic เพื่อการปรับปรุง/แก้ไข ให้ปฏิบัติดังนี้

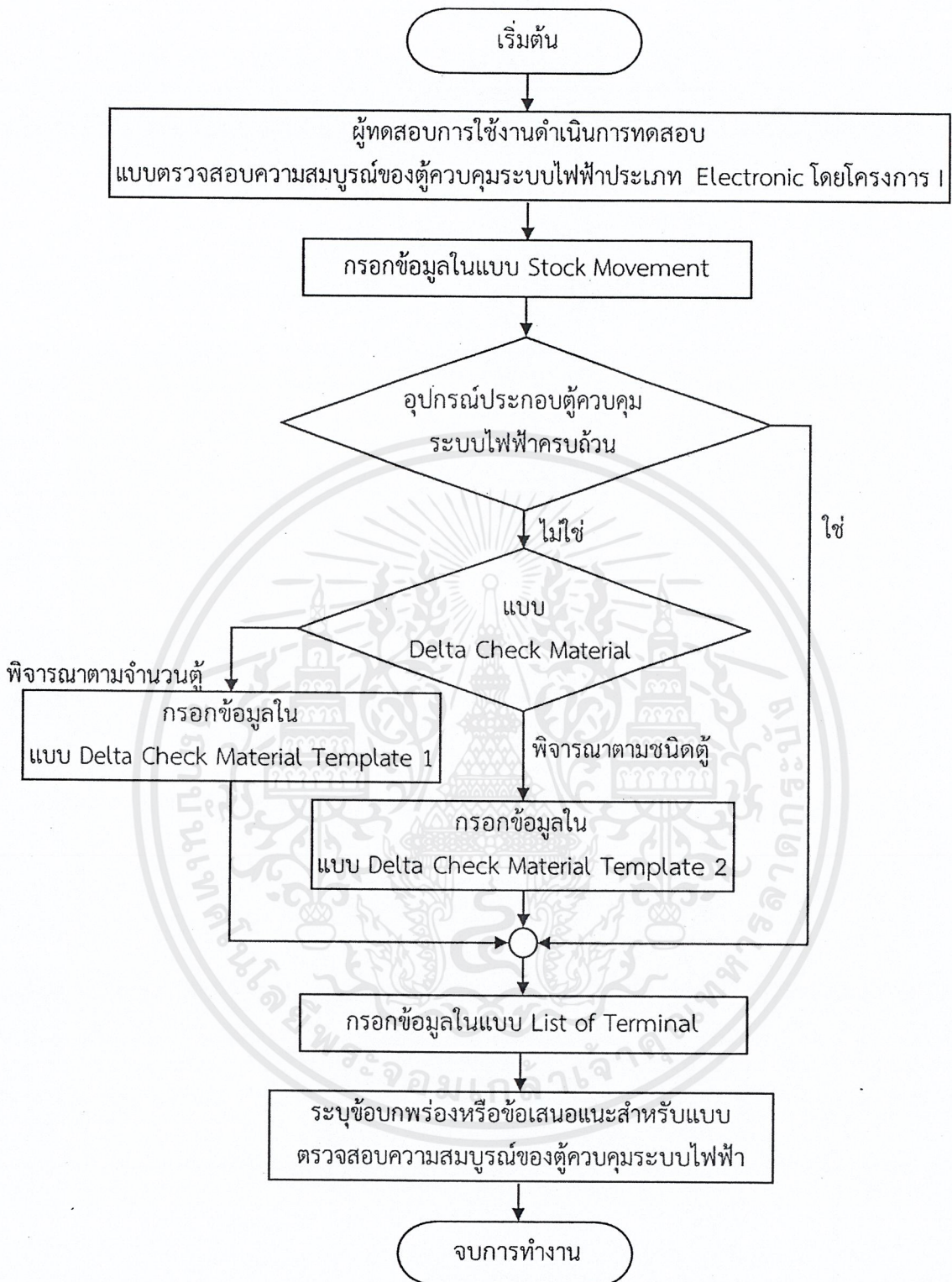
3.3.1.1 กำหนดให้ผู้ทดสอบการใช้งาน คือ พนักงานระดับวิศวกร แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย GA หน่วยบริหารธุรกิจ PG บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 1 ท่าน

3.3.1.2 ทดสอบการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic โดยใช้ข้อมูลโครงการ I ซึ่งเป็นโครงการสร้างสถานีไฟฟ้าระบบ 115/22 kV (ตารางที่ 3.2) และให้ปฏิบัติตามรูปที่ 3.2 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและครบถ้วนของอุปกรณ์ประกอบผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าในโครงการ I

3.3.1.3 สัมภาษณ์ผู้ทดสอบการใช้งานเพื่อระบุข้อบกพร่องหรือข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุง/แก้ไขแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

ตารางที่ 3.2 ผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของโครงการ I ที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1

ผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	จำนวน
ผู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าของบัส (BZP): รีเลย์ REB670	2
ผู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าของสายส่งไฟฟ้า (LCPP): รีเลย์ RED670 และ REL670	1
ผู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า (TCPP): รีเลย์ RET630 และ REF630	1
ผู้ระบบโทรมาตร (SCADA)	1
รวม	5



รูปที่ 3.2 ผังงานการทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อการปรับปรุง/แก้ไขแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

3.3.2 การทดสอบครั้งที่ 2 เป็นการทดสอบเวลาการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า เพื่อเปรียบเทียบเวลาในการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าระหว่างประเภท Paper-based และประเภท Electronic ให้ปฏิบัติดังนี้

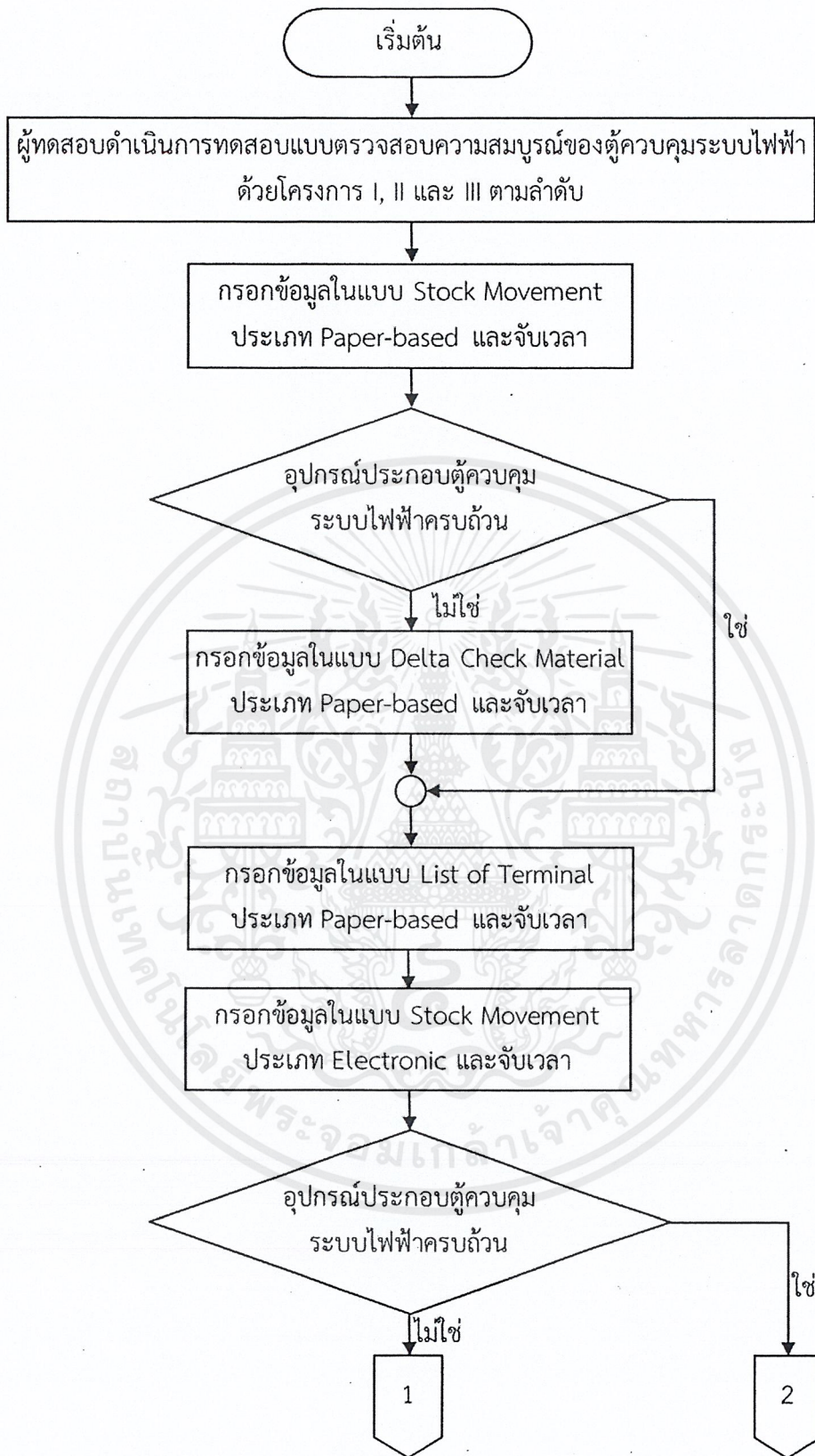
3.3.2.1 กำหนดให้ผู้ทดสอบการใช้งาน คือ นักศึกษาฝึกงาน แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย GA หน่วยบริหารธุรกิจ บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 1 ท่าน

3.3.2.2 ทดสอบการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Paper-based และประเภท Electronic โดยใช้ข้อมูลโครงการ I, II และ III ซึ่งเป็นโครงการสร้างสถานีไฟฟ้าระบบ 115/22 kV จำนวน 2 โครงการ และโครงการสร้างสถานีไฟฟ้าระบบ 500/230 kV จำนวน 1 โครงการ ตามลำดับ (ตารางที่ 3.3) และให้ปฏิบัติตามรูปที่ 3.3 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและครบถ้วนของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าในโครงการ I, II และ III

3.3.2.3 จับเวลาและเปรียบเทียบเวลาการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Paper-based และประเภท Electronic

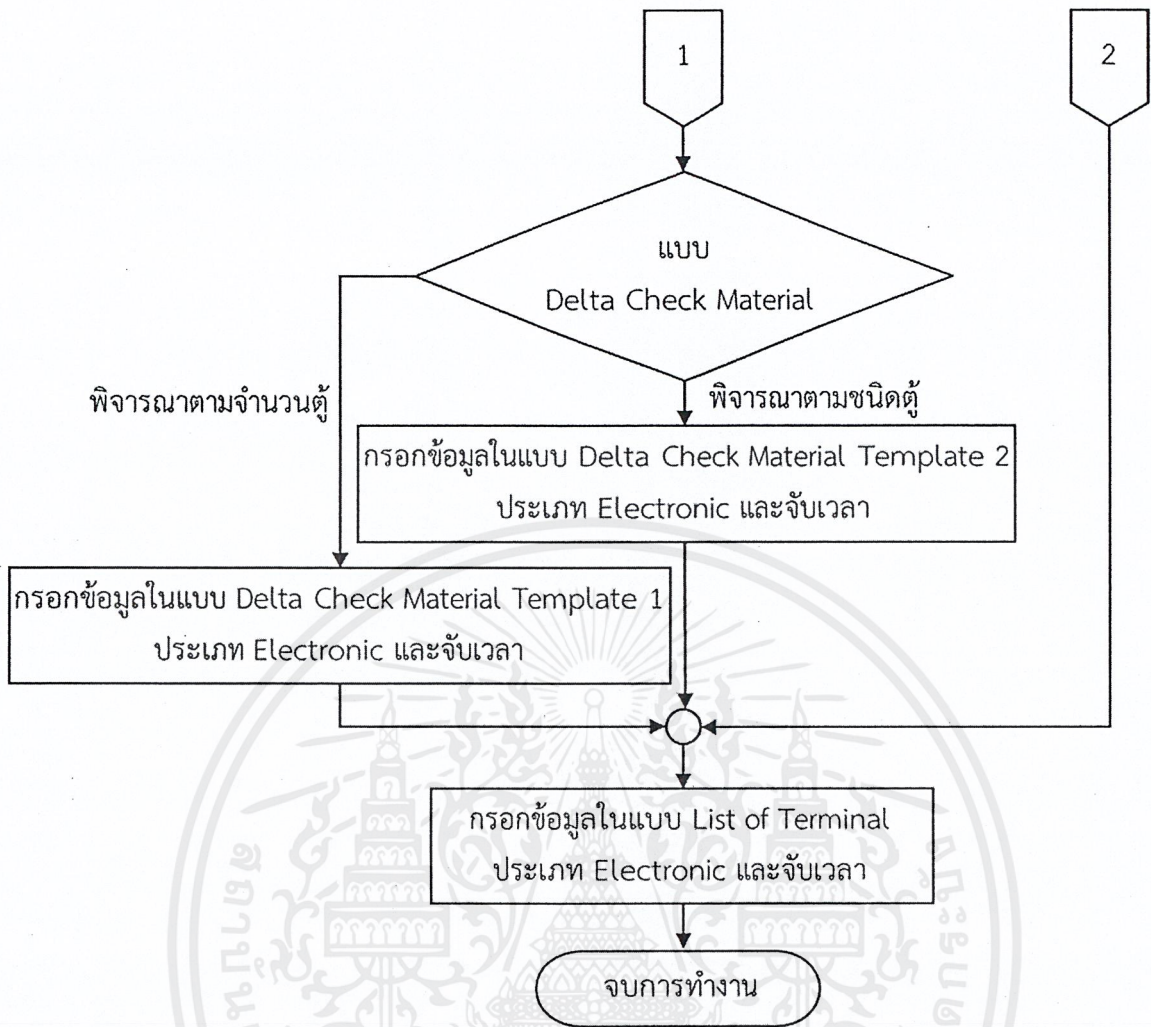
ตารางที่ 3.3 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของโครงการ I, II และ III ที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2

ชนิดตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	จำนวน
โครงการ I: ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า 4 ชนิด	
ตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าของบัส (BZP): รีเลย์ REB670	2
ตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าของสายส่งไฟฟ้า (LCPP): รีเลย์ RED670 และ REL670	1
ตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า (TCPP): รีเลย์ RET630 และ REF630	1
ตู้ระบบโทรมาตร (SCADA)	1
รวม	5
โครงการ II: ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า 3 ชนิด	
ตู้ควบคุมและป้องกันการเชื่อมต่อระหว่างบัส (BCP): รีเลย์ REF620 และ REU615	1
ตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าของสายส่งไฟฟ้า: รีเลย์ RED670	4
ตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า: รีเลย์ RET670 และ REF620	2
รวม	7
โครงการ III: ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า 4 ชนิด	
ตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าของบัส: รีเลย์ REB650	4
ตู้ควบคุมและป้องกันการเชื่อมต่อระหว่างบัส: รีเลย์ REF620 และ REU615	4
ตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าของสายส่งไฟฟ้า: รีเลย์ REL670 และ REQ650	12
ตู้ควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า: รีเลย์ RET650	12
รวม	32



รูปที่ 3.3 ผังงานการทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อทดสอบเวลาการใช้งาน

แบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Paper-based และประเภท Electronic



รูปที่ 3.3 ผังงานการทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อทดสอบเวลาการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Paper-based และประเภท Electronic (ต่อ)

บทที่ 4

ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

โครงการสหกิจศึกษาเรื่องการพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าได้รับความอนุเคราะห์การดำเนินงานจากแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย Grid Automation (GA) หน่วยบริหารธุรกิจ Power Grids (PG) บริษัท เอปียี (ประเทศไทย) จำกัด ทำให้สามารถรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างฐานข้อมูลและสร้างแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 จนสามารถตอบสนองการใช้งานดังต่อไปนี้

4.1 ข้อมูลการตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์

การทำงานร่วมกันระหว่างแผนกขายและประเมินราคา แผนกออกแบบระบบไฟฟ้า แผนกบริหารโครงการ แผนกสกาดา และแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ซึ่งสังกัดฝ่าย GA ของหน่วยบริหารธุรกิจ PG บริษัท เอปียี (ประเทศไทย) จำกัด แสดงรายละเอียดในบทที่ 1 และสรุปในรูปที่ 4.1 สำหรับส่วนความรับผิดชอบของแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าสามารถสรุปได้ดังนี้

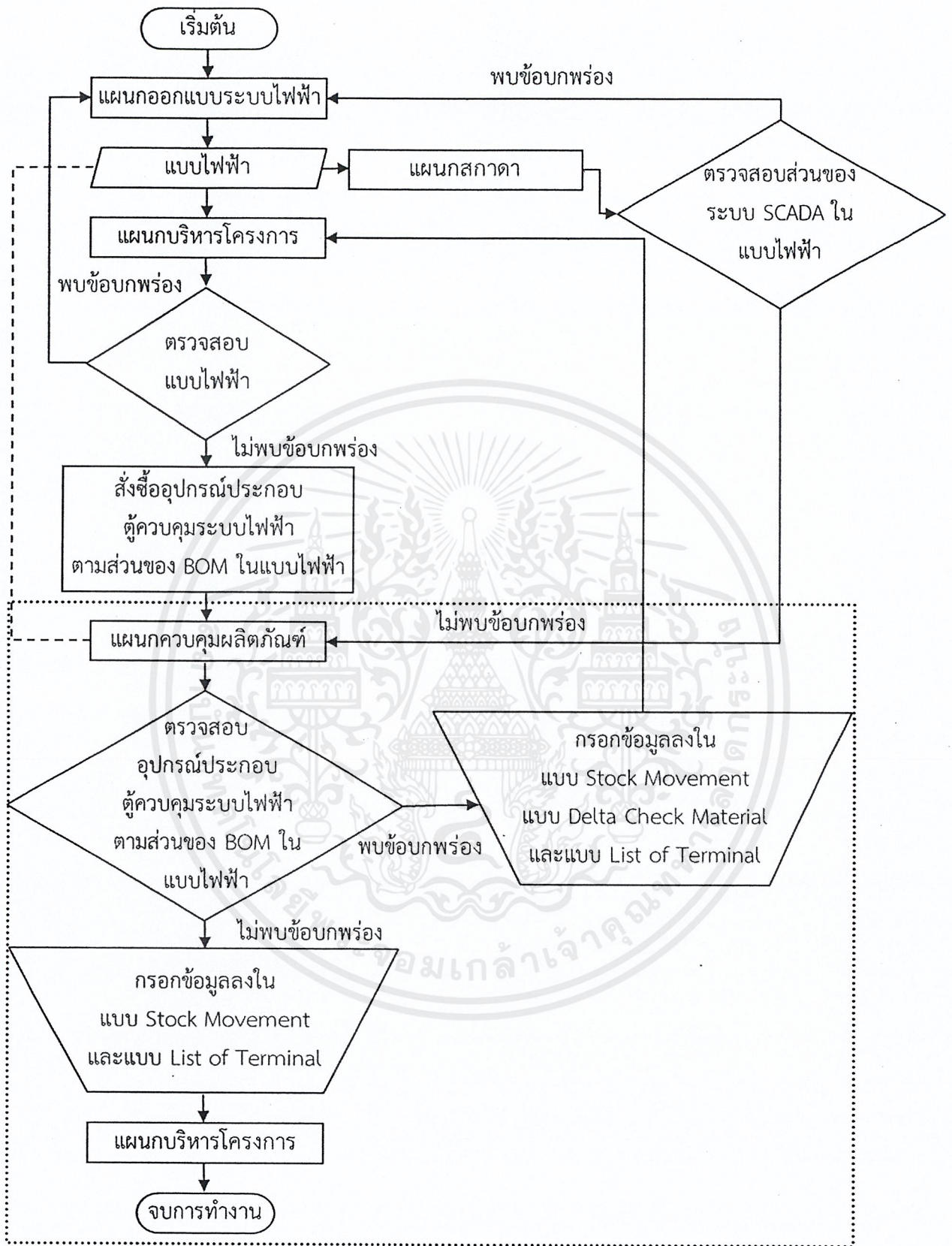
4.1.1 การทำงานของแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าสามารถแสดงตามเส้นประชนิดกลมของรูปที่ 4.1 ดังนี้ พนักงานระดับวิศวกร แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ใช้ข้อมูลส่วนของ Bill of Material (BOM) ในแบบไฟฟ้า เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ประกอบผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่พื้นที่ปฏิบัติงานหรือห้องรับสินค้า จากนั้นกรอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของอุปกรณ์ประกอบผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหรือเรียกว่า “การตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า” ในเอกสารประเภท Paper-based ซึ่งแบ่งตามการทำงาน ดังนี้

4.1.1.1 แบบ Stock Movement เป็นแบบแสดงการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ประกอบผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ได้แก่ การเบิก การโอน การยืม และการคืนอุปกรณ์

4.1.1.2 แบบ Delta Check Material เป็นแบบตรวจสอบอุปกรณ์ที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหาย (Missing Equipment) สำหรับการประกอบผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

4.1.1.3 แบบ List of Terminal เป็นแบบแสดงชนิดและจำนวนของเทอร์มินอลบล็อก (Terminal Block) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการประกอบผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า เนื่องจากเทอร์มินอลบล็อกมีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องหลายชนิดและหลายรุ่น ทั้งยังถูกใช้งานเป็นจำนวนมากในทุกโครงการ ดังนั้นแผนกบริหารโครงการและแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย GA หน่วยบริหารธุรกิจ PG บริษัท เอปียี (ประเทศไทย) จำกัด จึงตกลงร่วมกันให้แยกแบบ List of Terminal ออกจากแบบ Delta Check Material เพื่อความสะดวกต่อการสั่งซื้อเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องของฝ่ายบริหารโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ผังงานการตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

4.1.2 การใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Paper-based ทั้ง 3 ชนิด ดำเนินการโดยพนักงานระดับวิศวกร แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ซึ่งต้องกรอกข้อมูลในแบบ Stock Movement, แบบ Delta Check Material และแบบ List of Terminal ด้วยตนเอง และคำนวณจำนวนของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่ไม่ครบหรือสูญหาย และเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเพื่อระบุในแบบ Delta Check Material และแบบ List of Terminal ตามลำดับ เนื่องจากเอกสารเหล่านี้เป็นเอกสารประเภท Paper-based จึงไม่สามารถประมวลผลได้โดยอัตโนมัติ ตารางที่ 4.1 สรุปวิธีการใช้งาน ข้อมูลสำคัญ และข้อบกพร่องของแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Paper-based

ตารางที่ 4.1 วิธีการใช้งาน ข้อมูลสำคัญ และข้อบกพร่องของแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Paper-based

วิธีการใช้งาน	ข้อมูลสำคัญ	ข้อบกพร่อง
ลำดับที่ 1: ส่วนของ BOM ในแบบไฟฟ้า		
- ใช้ข้อมูลเพื่ออ้างอิงชื่อผู้ผลิต รหัสอุปกรณ์ รายละเอียดและจำนวนของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในการประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	- ชื่อผู้ผลิตอุปกรณ์ - รหัสอุปกรณ์ - รายละเอียดอุปกรณ์ - จำนวนอุปกรณ์	- ชื่อผู้ผลิต รหัสอุปกรณ์ รายละเอียดและจำนวนอุปกรณ์บางชนิดไม่สัมพันธ์กับการใช้งานจริง
ลำดับที่ 2: แบบ Stock Movement		
- กรอกข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแสดงข้อมูลการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า - 1 แผ่น/ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	- หมายเลขเอกสาร - ชื่อโครงการ - รหัส WBS* - วัน/เดือน/ปี ที่ตรวจสอบ - ชนิดและจำนวนของอุปกรณ์ที่มีการเบิก การโอน การยืม และการคืนอุปกรณ์ - ชื่อผู้ติดต่อ ผู้จัดการ และผู้อนุมัติ	- ขาดฐานข้อมูลของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า - การทำงานมีความซ้ำซ้อน
ลำดับที่ 3: แบบ Delta Check Material		
- กรอกข้อมูลและคำนวณจำนวนของอุปกรณ์ ด้วยตนเองเพื่อแสดงข้อมูลของอุปกรณ์ที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหายของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า - 1 แผ่น/โครงการ	- หมายเลขเอกสาร - ชื่อโครงการ - รหัส WBS* - วัน/เดือน/ปี ที่ตรวจสอบ - ชื่อผู้ผลิต รหัสอุปกรณ์ รายละเอียดและจำนวนของอุปกรณ์ที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหาย	- ขาดฐานข้อมูลของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า - ขาดการแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหายในแต่ละตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า - ความผิดพลาดในการคำนวณ - การทำงานมีความซ้ำซ้อน

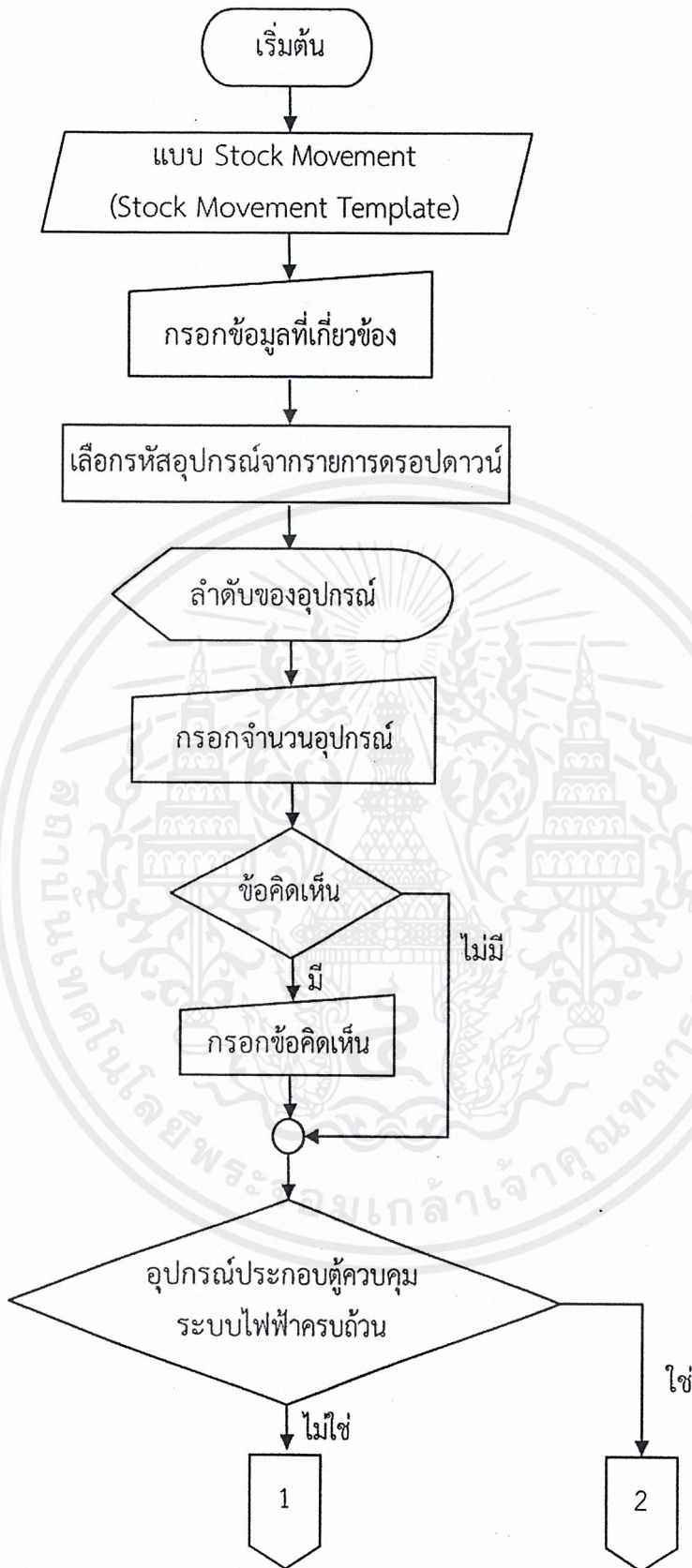
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการใช้งาน	ข้อมูลสำคัญ	ข้อบกพร่อง
ลำดับที่ 4: แบบ List of Terminal		
<ul style="list-style-type: none"> - กรอกข้อมูลและคำนวณจำนวนของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องด้วยตนเองที่ใช้ในการประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า - 1 แผ่น/โครงการ 	<ul style="list-style-type: none"> - ชื่อโครงการ - รหัส WBS* - ชื่อผู้ผลิต ชนิด และจำนวนของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการประกอบตู้ควบคุมตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า 	<ul style="list-style-type: none"> - ขาดฐานข้อมูลของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง - ขาดการแสดงรายละเอียดของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในแต่ละตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า - ความผิดพลาดในการคำนวณ - การทำงานมีความซ้ำซ้อน

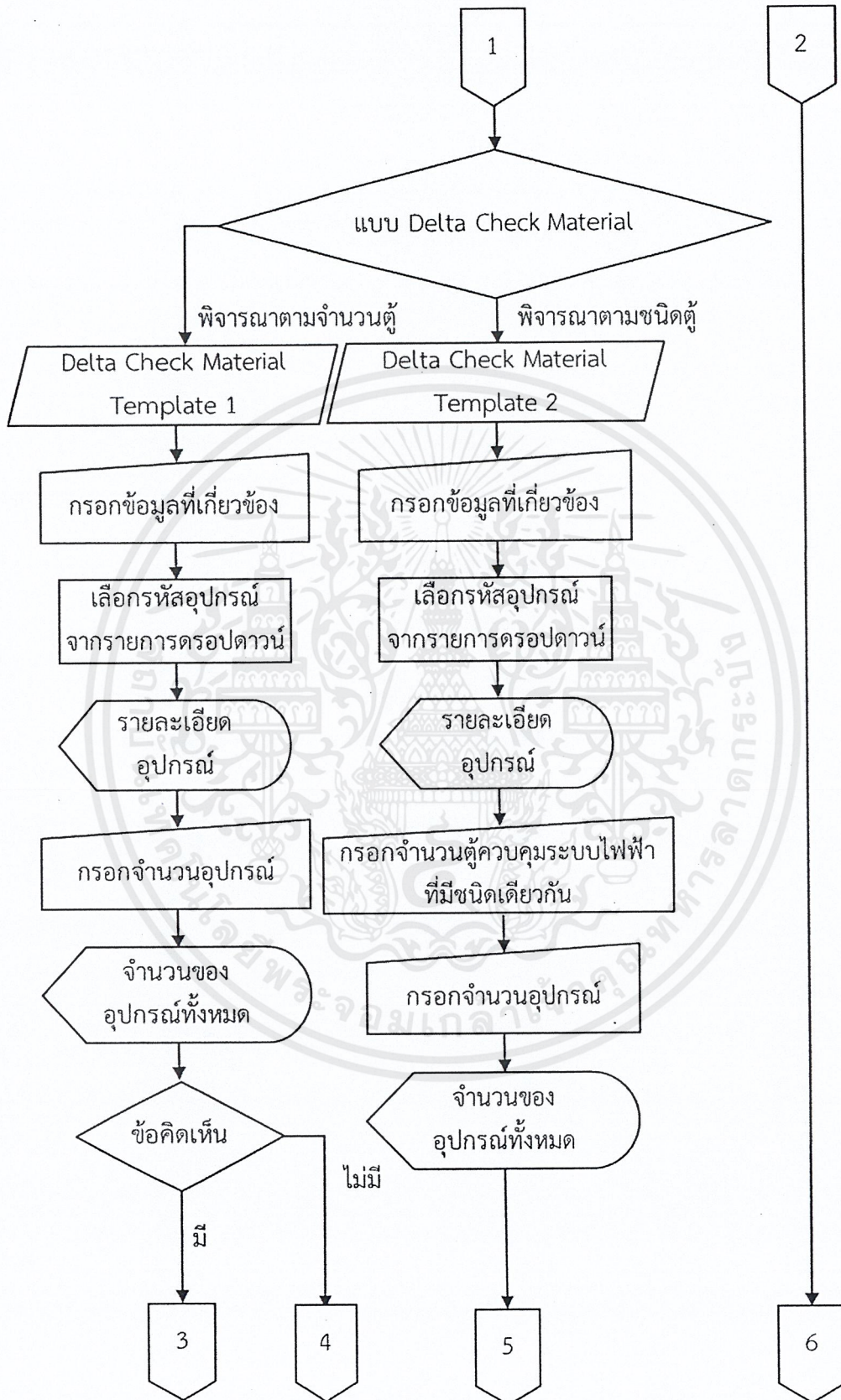
หมายเหตุ รหัส WBS* หมายถึง Work Breakdown Structure หรือรหัสประจำโครงการที่ฝ่าย GA กำหนดขึ้น

4.2 การใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

แบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic ซึ่งสร้างโดยโปรแกรม Microsoft Excel 2016 ประกอบด้วยแบบ Stock Movement, แบบ Delta Check Material และแบบ List of Terminal ภาพรวมของลำดับการใช้งานและการแสดงผลการทำงานของแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 4.2

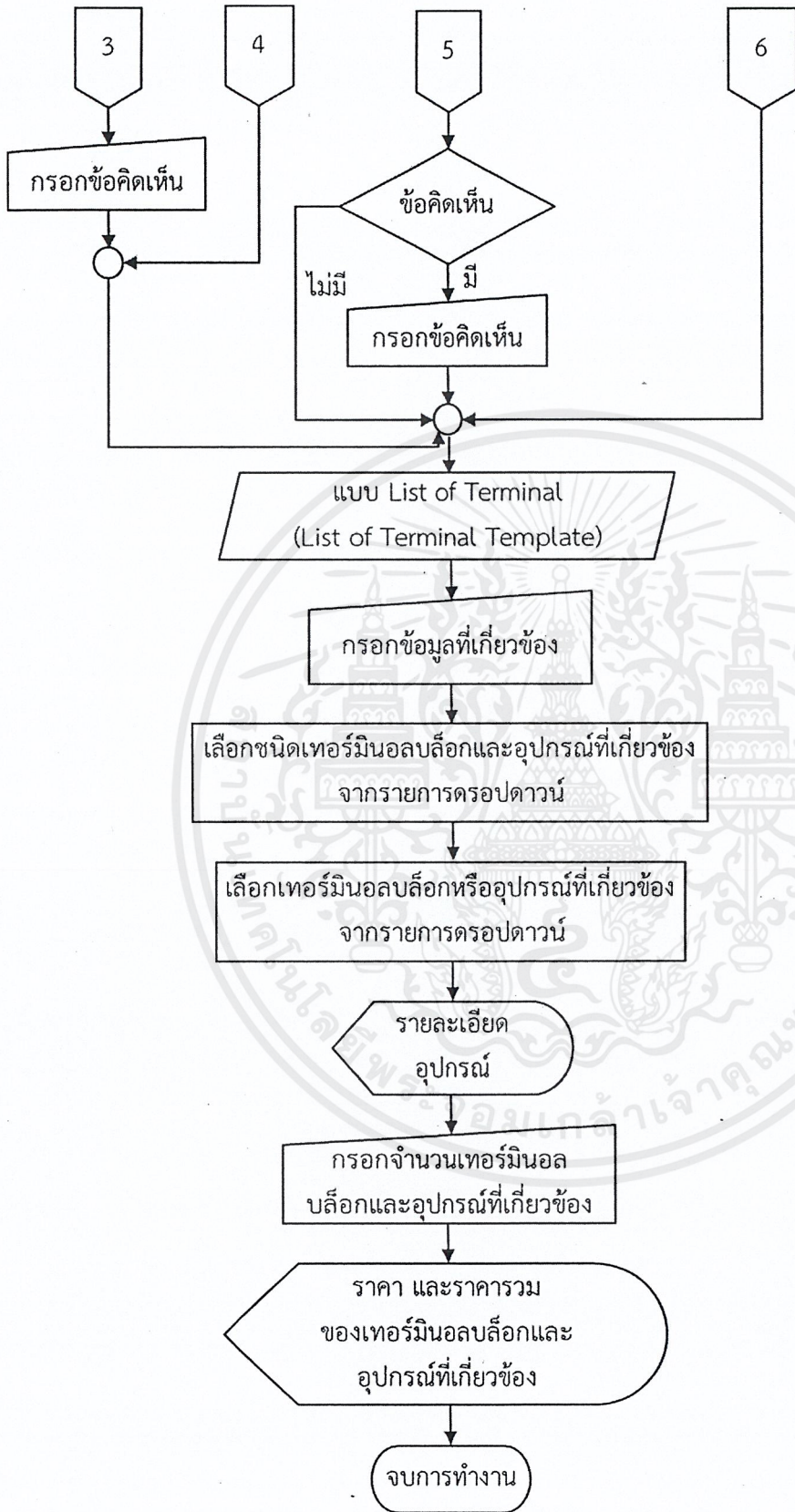


รูปที่ 4.2 ผังงานการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic



รูปที่ 4.2 ผังงานการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ผังงานการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 วิธีการใช้งานและการแสดงผลการทำงานของแบบ Stock Movement ประเภท Electronic ในแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การใช้งานและการแสดงผลการทำงานของแบบ Stock Movement ประเภท Electronic

การใช้งานและการแสดงผลการทำงานของ																			
1. แผ่นงานหลัก: Stock Movement Template																			
- การใช้งาน	<p>(1) กรอกหมายเลขเอกสาร ชื่อผู้ติดต่อ ชื่อโครงการ รหัส WBS และวันที่ตรวจสอบอุปกรณ์ตามลำดับ</p> <p>(2) เลือกรหัสอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่มีการเคลื่อนย้ายจากรายการตรวจปิดาวน์ใน Stock Movement Template ซึ่งอ้างอิงจากแผ่นงานฐานข้อมูล Equipment Data จากนั้นลำดับของอุปกรณ์ดังกล่าวจะแสดงโดยอัตโนมัติ</p> <p>(3) กรอกจำนวนของอุปกรณ์ดังกล่าวที่มีการเคลื่อนย้าย ได้แก่ เบิก โอน ยืม คืน</p> <p>(4) กรอกข้อคิดเห็นเพิ่มเติม (ถ้ามี)</p> <p>(5) สามารถล้างข้อมูลโดยใช้ปุ่ม Clear All</p>																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">ABB Stock Movement Request</p> <p>ABB Limited - Power Systems Business</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> Withdrawal Materials (เบิกวัสดุ) / WM <input type="checkbox"/> Borrow Materials (ยืมวัสดุ) / BM <input type="checkbox"/> Transfer Materials (โอนวัสดุ) / TM <input type="checkbox"/> Return Materials (คืนวัสดุ) / RM </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Doc.No :</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div>Requested By : ๑</div> <div>Date (D / M / Y) : ๑-Jan-๑๑</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div>Project Name / Customer Name : ๑</div> <div>Project No / SD No : ๑</div> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Material No.</th> <th>Material Description</th> <th>Unit</th> <th>Withdrawal เบิก</th> <th>Transfer โอน</th> <th>Borrow ยืม</th> <th>Return คืน</th> <th>Remark</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">(2)</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">(3)</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">(4)</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;">(5) Clear All</div> </div> </div>		Item	Material No.	Material Description	Unit	Withdrawal เบิก	Transfer โอน	Borrow ยืม	Return คืน	Remark			(2)			(3)			(4)
Item	Material No.	Material Description	Unit	Withdrawal เบิก	Transfer โอน	Borrow ยืม	Return คืน	Remark											
		(2)			(3)			(4)											
- การแสดงผล	<p>(6) แสดงรายละเอียดของชนิดและจำนวนของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่มีการเคลื่อนย้าย และส่งออกข้อมูลเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล .pdf</p>																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">ABB Stock Movement Request</p> <p>ABB Limited - Power Systems Business</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> Withdrawal Materials (เบิกวัสดุ) / WM <input type="checkbox"/> Borrow Materials (ยืมวัสดุ) / BM <input type="checkbox"/> Transfer Materials (โอนวัสดุ) / TM <input type="checkbox"/> Return Materials (คืนวัสดุ) / RM </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Doc.No :</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div>Requested By : ๑</div> <div>Date (D / M / Y) : ๑-Jan-๑๑</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div>Project Name / Customer Name : ๑</div> <div>Project No / SD No : ๑</div> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Material No.</th> <th>Material Description</th> <th>Unit</th> <th>Withdrawal เบิก</th> <th>Transfer โอน</th> <th>Borrow ยืม</th> <th>Return คืน</th> <th>Remark</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 30%;"> <p style="text-align: center;">Customer / User</p> <p>Requested by :</p> <p>Date :</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p style="text-align: center;">Store Keeper</p> <p>Issued by :</p> <p>Date :</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p style="text-align: center;">Production</p> <p>Approved by :</p> <p>Date :</p> </div> </div> <p style="text-align: right; font-size: small;">Form PS-MF-OP-251-001, REV.01</p> </div>		Item	Material No.	Material Description	Unit	Withdrawal เบิก	Transfer โอน	Borrow ยืม	Return คืน	Remark									
Item	Material No.	Material Description	Unit	Withdrawal เบิก	Transfer โอน	Borrow ยืม	Return คืน	Remark											

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานและการแสดงผลการทำงาน

2. แผ่นงานฐานข้อมูล: Equipment Data

การใช้งาน ฐานข้อมูลของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่ใช้ในการสร้างรายการตรวจดาวน์ใน Stock Movement Template รวมถึง Delta Check Material Template 1 และ 2

ORDERING NUMBER	MANUFACTURER	DESCRIPTION
S201C6A	ABB	1-POLE MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S201CO.5	ABB	1-POLE MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S202CO.5	ABB	2-POLE MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S202-C16	ABB	MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S202C6A	ABB	2-POLE MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S202K6	ABB	2-POLE MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S202M-C1	ABB	MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S202M-C6	ABB	MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S203CO.5	ABB	3-POLE MINIATURE CIRCUIT BREAKER

4.2.2 วิธีการใช้งานและการแสดงผลการทำงานของแบบ Delta Check Material ประเภท Electronic ในแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การใช้งานและการแสดงผลการทำงานของแบบ Delta Check Material ประเภท Electronic

การใช้งานและการแสดงผลการทำงาน

1. แผ่นงานหลัก: Delta Check Material Template 1 และ 2

- การใช้งาน
- (1) กรอกชื่อโครงการ รหัส WBS วันที่ตรวจสอบอุปกรณ์ และชื่อตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าตามลำดับ
 - (2) เลือกรหัสอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหายจากรายการตรวจดาวน์ใน Delta Check Material Template 1 หรือ 2 ซึ่งอ้างอิงจากแผ่นงานฐานข้อมูล Equipment Data จากนั้นรายละเอียดอุปกรณ์ ได้แก่ ชื่อผู้ผลิต และรายละเอียดของอุปกรณ์ดังกล่าวจะแสดงโดยอัตโนมัติ
 - (3) กรอกจำนวนของอุปกรณ์ดังกล่าวซึ่งแตกต่างกันตามแผ่นงานที่ใช้งาน จากนั้นจำนวนของอุปกรณ์ดังกล่าวที่มีชนิดเดียวกันทั้งหมดจะแสดงโดยอัตโนมัติ
 - Delta Check Material Template 1 ให้กรอกจำนวนของอุปกรณ์ดังกล่าวที่ละตู้เหมาะสำหรับตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่มีอุปกรณ์ที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหายทุกกรณีสูงสุด 30 ตู้
 - Delta Check Material Template 2 ให้กรอกจำนวนตู้ตามชนิดของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าและกรอกจำนวนของอุปกรณ์ดังกล่าว ที่คอลัมน์ Panel และ Missing ตามลำดับเหมาะสำหรับตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าชนิดเดียวกันที่มีอุปกรณ์ดังกล่าวชนิดเดียวกันและจำนวนเท่ากันเท่านั้น ไม่จำกัดจำนวนตู้
 - (4) กรอกข้อคิดเห็นเพิ่มเติม (ถ้ามี)
 - (5) สามารถล้างข้อมูลโดยใช้ปุ่ม Clear All

การใช้งานและการแสดงผลการทำงาน

Delta Check Material Template 1

DELTA CHECK MATERIAL 1										Project:				
Project:			WBS:			Check Date:			0-Jan-00	WBS:				
No.	Description			Panel 1 (QTY)		-	Panel 20 (QTY)		Total Missing	Mismatch	Remark	Check Date:	(1)	(QTY)
	MANUFACTURER	CATALOG	DESCRIPTION	Missing	Missing	Missing				Device - BOM				(QTY)
	(2)				(3)					(4)				(QTY)
												(5)Clear All	(QTY)	

Delta Check Material Template 2

DELTA CHECK MATERIAL 2												Project:		
Project:			WBS:			Check Date:			0-Jan-00	WBS:				
No.	Description			Panel TYPE 1 (QTY)		-	Panel TYPE 10 (QTY)		Total Missing	Mismatch	Remark	Check Date:	(1)	(QTY)
	MANUFACTURER	CATALOG	DESCRIPTION	Panel	Missing	Panel	Missing	Panel	Missing		Device - BOM			(QTY)
	(2)					(3)					(4)			(QTY)
												(5)Clear All	(QTY)	

- การแสดงผลลัพธ์ (6) แสดงรายละเอียดของชนิดและจำนวนของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหายโดยพิจารณาตามจำนวนและชนิดของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าตามลำดับ และสามารถแสดงผลการคำนวณจำนวนรวมของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่ไม่ครบถ้วนหรือสูญหายที่เป็นชนิดเดียวกันโดยอัตโนมัติ และส่งออกข้อมูลเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล .pdf

Delta Check Material					
Project:	WBS:		Check:	0-Jan-00	
No.	Description		Missing	Mismatch	Remark
				Device - BOM	
			(6)		

2. แผนงานฐานข้อมูล: Equipment Data

การใช้งาน ฐานข้อมูลของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่ใช้ในการสร้างรายการตรวจรอบดาวนใน Stock Movement Template รวมถึง Delta Check Material Template 1 และ 2

ORDERING NUMBER	MANUFACTURER	DESCRIPTION
S201C6A	ABB	1-POLE MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S201CO.5	ABB	1-POLE MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S202CO.5	ABB	2-POLE MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S202-C16	ABB	MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S202C6A	ABB	2-POLE MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S202K6	ABB	2-POLE MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S202M-C1	ABB	MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S202M-C6	ABB	MINIATURE CIRCUIT BREAKER
S203CO.5	ABB	3-POLE MINIATURE CIRCUIT BREAKER

4.2.3 วิธีการใช้งานและการแสดงผลการทำงานของแบบ List of Terminal ประเภท Electronic ในแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การใช้งานและการแสดงผลการทำงานของแบบ List of Terminal ประเภท Electronic

การใช้งานและการแสดงผลการทำงานของ																																																																													
1. แผ่นงานหลัก: List of Terminal																																																																													
- การใช้งาน	(1) กรอกชื่อโครงการ และรหัส WBS ตามลำดับ (2) เลือกชนิดของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องจากรายการตรวจรอบด้านใน List of Terminal Template ซึ่งอ้างอิงจากแผ่นงานฐานข้อมูล List of Terminal Data (3) เลือกเทอร์มินอลบล็อกหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องจากรายการตรวจรอบด้านใน List of Terminal Template ซึ่งอ้างอิงจากแผ่นงานฐานข้อมูล List of Terminal Data จากนั้นรายละเอียดอุปกรณ์ ได้แก่ ลำดับ รายละเอียด รหัสอุปกรณ์ ชื่อผู้ผลิต ราคาต่อชิ้น และข้อมูลเพิ่มเติมของเทอร์มินอลบล็อกหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องจะแสดงโดยอัตโนมัติ หากเลือก Marker Number จากรายการตรวจรอบด้าน ให้ข้ามไปขั้นตอนที่ (5) (4) กรอกจำนวนของอุปกรณ์ดังกล่าว จากนั้นราคาและราคารวมจะแสดงโดยอัตโนมัติ (5) สามารถล้างข้อมูลโดยใช้ปุ่ม Clear All																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">List of Terminal</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Project :</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Project :</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">WBS :</td> <td colspan="6" style="text-align: center;">(1)</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NO.</td> <td style="text-align: center;">Terminal Type</td> <td style="text-align: center;">Description</td> <td style="text-align: center;">Ordering Number</td> <td style="text-align: center;">MFG</td> <td style="text-align: center;">Qty.</td> <td style="text-align: center;">TG (DF Name)</td> <td style="text-align: center;">Specific Type</td> <td style="text-align: center;">Qty.</td> <td style="text-align: center;">Price/Pc</td> <td style="text-align: center;">Price</td> <td style="text-align: center;">Remark</td> <td style="text-align: center;">QTY. (Plate)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">(2)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">(3)</td> <td style="text-align: center;">(4)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: right;">Total Price (Bath)</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> (5) Clear All </div>													List of Terminal							Project :						Project :			WBS :		(1)								NO.	Terminal Type	Description	Ordering Number	MFG	Qty.	TG (DF Name)	Specific Type	Qty.	Price/Pc	Price	Remark	QTY. (Plate)	(2)							(3)	(4)					Total Price (Bath)										0		
List of Terminal							Project :																																																																						
Project :			WBS :		(1)																																																																								
NO.	Terminal Type	Description	Ordering Number	MFG	Qty.	TG (DF Name)	Specific Type	Qty.	Price/Pc	Price	Remark	QTY. (Plate)																																																																	
(2)							(3)	(4)																																																																					
Total Price (Bath)										0																																																																			
- การแสดงผล	(6) แสดงรายละเอียดของชนิดและจำนวนของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ที่เป็นชนิดเดียวกันรวมถึง ชื่อผู้ผลิตและราคาโดยประมาณอย่างอัตโนมัติ และส่งออกข้อมูลเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล .pdf																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="13" style="text-align: center;">List of Terminal</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">Project :</td> <td colspan="6" style="text-align: center;">WBS :</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NO.</td> <td style="text-align: center;">Terminal Type</td> <td style="text-align: center;">Description</td> <td style="text-align: center;">Ordering Number</td> <td style="text-align: center;">MFG</td> <td style="text-align: center;">Qty.</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">(6)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="6"></td> </tr> </table>													List of Terminal													Project :							WBS :						NO.	Terminal Type	Description	Ordering Number	MFG	Qty.									(6)																								
List of Terminal																																																																													
Project :							WBS :																																																																						
NO.	Terminal Type	Description	Ordering Number	MFG	Qty.																																																																								
		(6)																																																																											

การใช้งานและการแสดงผลการทำงาน

2. แผนงานฐานข้อมูล: List of Terminal Data

การใช้งาน ฐานข้อมูลของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการสร้างรายการตรวจวัดและ การอ้างอิงข้อมูลโดยอัตโนมัติใน List of Terminal Template

List of Terminal Data																			
NAME	DF name	NO.	Description	Type	MFG	Pkt.	Qty.	Number of uses (Pcs)	Replaces	Once	Remarks	Ordered (Pcs)	Pics/Row	Number of uses (Rows)	Number of Copies (Rows)	ADD PICTURE			
UK 6 N	UK6N	1	TERMINAL	UK 6 N	Phoenix					XX									
		2	END COVER	D-UK 4/10	Phoenix					XX									
		3	FIXED BRIDGE	FBI 2-8	Phoenix					XX									
		4	FIXED BRIDGE	FBI 10-8	Phoenix					XX									
		5	MARKER NUMBER	UCT-7M 8	Phoenix					XX		1 Terminal/2 Pcs (P&I)	Minimum Order = 10 Plates (1 Box)	0	42	0	0		

4.3 ผลการทดสอบการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

ผลการทดสอบการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic แสดงดังนี้

4.3.1 ผลการทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อการปรับปรุง/แก้ไขแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic ผลการสัมภาษณ์พบว่าผู้ทดสอบการใช้งานซึ่งเป็นพนักงานระดับวิศวกรแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย GA หน่วยบริหารธุรกิจ PG บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุง/แก้ไขข้อบกพร่องที่พบในแบบ Stock Movement, แบบ Delta Check Material และแบบ List of Terminal ประเภท Electronic ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อการปรับปรุง/แก้ไขแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic

ข้อบกพร่อง	ผลการปรับปรุง/แก้ไข
1. แบบ Stock Movement	
- แผนงานหลัก: Stock Movement Template	
- ความไม่เรียบร้อยในการจัดรูปแบบของแผนงาน	- ตรวจสอบความเรียบร้อยของรูปแบบในแผนงานให้ครบถ้วนและสมบูรณ์
- แผนงานฐานข้อมูล: Equipment Data	
- การไม่เรียงลำดับรหัสอุปกรณ์	- ปรับลำดับรหัสอุปกรณ์ที่ใช้ในแผนงานให้ครบถ้วนและสมบูรณ์
2. แบบ Delta Check Material	
- แผนงานหลัก: Delta Check Material Template 1 และ 2	
- ความไม่เรียบร้อยในการจัดรูปแบบของแผนงาน	- ตรวจสอบความเรียบร้อยของรูปแบบในแผนงานให้ครบถ้วนและสมบูรณ์
- แผนงานฐานข้อมูล: Equipment Data	
- การไม่เรียงลำดับรหัสอุปกรณ์	- ปรับลำดับรหัสอุปกรณ์ที่ใช้ในแผนงานให้ครบถ้วนและสมบูรณ์

ข้อบกพร่อง	ผลการปรับปรุง/แก้ไข
3. แบบ List of Terminal	
- แผ่นงานหลัก: List of Terminal Template	
- ความซ้ำซ้อนของการกรอกข้อมูลของแผ่นงานหลักและแผ่นงานฐานข้อมูล	- กำหนดให้กรอกข้อมูลในแผ่นงานหลักเพียงแผ่นงานเดียว
- ความไม่เรียบร้อยในการจัดรูปแบบของแผ่นงาน	- ตรวจสอบความเรียบร้อยของรูปแบบในแผ่นงานให้ครบถ้วนและสมบูรณ์
- แผ่นงานฐานข้อมูล: List of Terminal Data	
- ข้อมูลของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องไม่ครบถ้วน เช่น ราคา รูปโครงสร้างภายนอก	- เพิ่มข้อมูลของเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้ครบถ้วนและสมบูรณ์
- ไม่สามารถคำนวณจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องของเทอร์มินอลบล็อกโดยอัตโนมัติ	- เพิ่มฟังก์ชัน SUM เพื่อคำนวณจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องของเทอร์มินอลบล็อกโดยอัตโนมัติ
- ความไม่เรียบร้อยในการจัดรูปแบบของแผ่นงาน	- ตรวจสอบความเรียบร้อยของรูปแบบในแผ่นงานให้ครบถ้วนและสมบูรณ์

4.3.2 ผลการทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบเวลาการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าระหว่างประเภท Paper-based และประเภท Electronic พบว่าผู้ทดสอบการใช้งานพึงพอใจกับแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic เนื่องจากมีฐานข้อมูลอุปกรณ์และการกำหนดฟังก์ชัน สูตร และคำสั่ง ทำให้ลดเวลาการทำงาน ลดความผิดพลาดในการกรอกข้อมูล และสามารถคำนวณจำนวนของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่มีชนิดเดียวกันโดยอัตโนมัติและรวดเร็ว

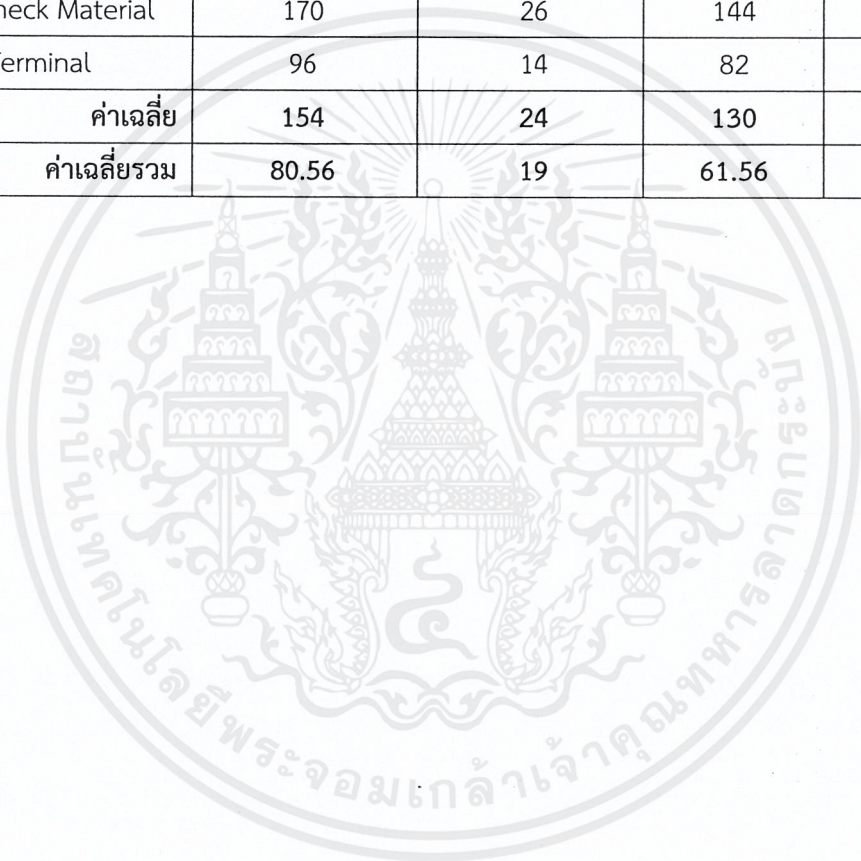
แบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic สามารถลดเวลาการทำงานของผู้ใช้งานโดยเฉพาะกรณีโครงการที่มีข้อมูลปริมาณมาก ตารางที่ 4.6 แสดงถึงเวลาที่ลดลงในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าในโครงการ III กับโครงการ I และ II คือ 86.67% กับ 62.60% และ 62.14% ตามลำดับ คิดเป็นเวลาเฉลี่ย 61.56 นาที หรือ 76.41%

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อทดสอบเวลาการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Paper-based และประเภท Electronic

แบบตรวจสอบความสมบูรณ์ ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (นาที)		เวลาที่ลดลง	
	Paper-based	Electronic	(นาที)	(%)
โครงการ I				
แบบ Stock Movement	40	25	15	37.50
แบบ Delta Check Material	51	12	39	76.47
แบบ List of Terminal	32	9	21	71.88
ค่าเฉลี่ย	41	15.33	25	62.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบตรวจสอบความสมบูรณ์ ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (นาที)		เวลาที่ลดลง	
	Paper-based	Electronic	(นาที)	(%)
โครงการ II				
แบบ Stock Movement	38	22	16	42.11
แบบ Delta Check Material	48	22	26	54.17
แบบ List of Terminal	54	9	45	83.33
ค่าเฉลี่ย	46.67	17.67	29	62.14
โครงการ III				
แบบ Stock Movement	196	32	164	83.67
แบบ Delta Check Material	170	26	144	84.71
แบบ List of Terminal	96	14	82	85.42
ค่าเฉลี่ย	154	24	130	86.67
ค่าเฉลี่ยรวม	80.56	19	61.56	76.41



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

โครงการสหกิจศึกษาได้ดำเนินการพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 ภายใต้ความอนุเคราะห์การดำเนินงานจากแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย Grid Automation (GA) หน่วยบริหารธุรกิจ Power Grids (PG) บริษัท เอปียี (ประเทศไทย) จำกัด และได้ส่งมอบแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic และคู่มือการใช้งาน (ภาคผนวก ค) เมื่อเสร็จสิ้นโครงการ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 พนักงานระดับวิศวกร แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Paper-based ซึ่งประกอบด้วย แบบ Stock Movement, แบบ Delta Check Material และแบบ List of Terminal เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า อย่างไรก็ตามการใช้เอกสารประเภท Paper-based มีข้อจำกัด คือ พนักงานต้องกรอกข้อมูลและคำนวณข้อมูลที่จำเป็นด้วยตนเอง ทำให้เกิดความล่าช้าและความผิดพลาดในการกรอกข้อมูล

5.1.2 โครงการสหกิจศึกษาจึงพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 และกำหนดกลุ่มแผ่นงาน ดังนี้

5.1.2.1 แผ่นงานหลัก เป็นแผ่นงานที่ใช้แสดงผลการทำงานของฟังก์ชัน (Function) และ/หรือสูตร (Formula) และ/หรือคำสั่ง (Command) โดยอ้างอิงข้อมูลจากแผ่นงานฐานข้อมูลที่ถูกกำหนดไว้ แผ่นงานหลักประกอบด้วย Stock Movement Template, Delta Check Material Template 1 และ 2 และ List of Terminal Template

5.1.2.2 แผ่นงานฐานข้อมูล เป็นแผ่นงานที่รวบรวมข้อมูลของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า และเทอร์มินอลบล็อกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับแผ่นงานหลัก แผ่นงานฐานข้อมูลประกอบด้วย Equipment Data และ List of Terminal Data

5.1.3 ผู้ทดสอบการใช้งานมีความพึงพอใจแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic เพราะช่วยลดเวลาการทำงาน ลดความผิดพลาดในการกรอกข้อมูล และสามารถคำนวณจำนวนของอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่มีชนิดเดียวกันโดยอัตโนมัติและรวดเร็ว เนื่องจากแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic มีฐานข้อมูลอุปกรณ์และการกำหนดฟังก์ชัน สูตร และคำสั่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าประเภท Electronic กับโครงการที่มีข้อมูลปริมาณมาก จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ใช้งานอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ผู้ใช้งานควรปรับปรุง/แก้ไขฐานข้อมูลเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น กรณีการเพิ่ม/การลด/การยกเลิกอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า เพื่อความถูกต้อง ครบถ้วน และสมบูรณ์ของฐานข้อมูล

5.2.2 ผู้ใช้งานสามารถพัฒนาแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของอุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีการใช้งานฐานข้อมูลลักษณะเดียวกับแบบ Stock Movement, แบบ Delta Check Material หรือแบบ List of Terminal เพื่อลดเวลาในการจัดทำเอกสารและลดความผิดพลาดในการกรอกข้อมูล



บรรณานุกรม

- กิริติ ชยะกุลคีรี. 2561. การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ดวงพร เกียงคำ. 2560. คู่มือใช้งาน Excel 2016. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด
- ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. 2552. การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง (Electrical Power System Protection). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น
- ธนวัฒน์ ฉลาดสกุล. 2547. การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง (Power System Analysis). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- สภาวิศวกร. มปป. บทความเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer). [Online]. Available: http://www.coe.or.th/http_public/download/Articles/EE/EE8.pdf
- ABB. 2020a. Power-grids. [Online]. Available: <https://new.abb.com/about/our-businesses/power-grids>
- ABB. 2020b. Substation Automation Protection & Control, Solutions and Services. [Online]. Available: <https://new.abb.com/substation-automation>
- CEWE. 2019. Elite 440. [Online]. Available: <http://cewesecondary.se/index.php/products-and-services/generation/elite-440>
- Engis Commerce and Development Ltd.. n.d. Conventional Power Stations Equipment. [Online]. Available: <https://en.engis.co.il/equipment/conventional-power-stations-equipment>
- ESP Technologies Ltd. 2018. Product Catalog 2018: Nova Indication Warning & Control Applications. [Online]. Available: <http://www.esptechno.com/Catalog/NOVA%20Catalog.pdf>
- Phoenix Contact GmbH and Co. KG. 2020. Terminal blocks. [Online]. Available: https://www.phoenixcontact.com/online/portal/pi?1dmy&urile=wcm%3Apath%3A/pien/web/main/products/subcategory_pages/Terminal_blocks_P-15/4784f273-1e2b-4a34-8da7-709d3af232aa
- WatElectrical. 2019. Electrical Substation Components and their Workings. [Online]. Available: <https://www.watelectrical.com/electrical-substation-components/#instrument-transformer>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

ตัวอย่างอุปกรณ์ประกอบตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

1. รีเลย์ป้องกัน เช่น

1.1 รีเลย์สำหรับป้องกันและควบคุมสายป้อน ยี่ห้อ ABB รุ่น Relion Class 615 (REF 615)

Feeder Protection and Control	1MRS756379 T
REF615	
Product version: 5.0 FP1	

21. Technical data

Table 6. Dimensions

Description	Value
Width	Frame 177 mm
	Case 164 mm
Height	Frame 177 mm (4U)
	Case 160 mm
Depth	201 mm (153 + 48 mm)
Weight	Complete protection relay 4.1 kg
	Plug-in unit only 2.1 kg

Table 7. Power supply

Description	Type 1	Type 2
Nominal auxiliary voltage U_n	100, 110, 120, 220, 240 V AC, 50 and 60 Hz 48, 60, 110, 125, 220, 250 V DC	24, 30, 48, 60 V DC
Maximum interruption time in the auxiliary DC voltage without resetting the relay	50 ms at U_n	
Auxiliary voltage variation	38...110% of U_n (38...264 V AC)	50...120% of U_n (12...72 V DC)
	80...120% of U_n (38.4...300 V DC)	
Start-up threshold		19.2 V DC (24 V DC × 80%)
Burden of auxiliary voltage supply under quiescent (P_q)/operating condition	DC <13.0 W (nominal)/<18.0 W (max.) AC <16.0 W (nominal)/<21.0 W (max.)	DC <13.0 W (nominal)/<18.0 W (max.)
Ripple in the DC auxiliary voltage	Max 15% of the DC value (at frequency of 100 Hz)	
Fuse type	T4A/250 V	

Table 8. Energizing inputs

Description	Value	
Rated frequency	50/60 Hz	
Current inputs	Rated current, I_n	0.2/1 A ¹⁾ / 1/5 A ²⁾
	Thermal withstand capability:	
	• Continuously	4 A / 20 A
	• For 1 s	100 A / 500 A
	Dynamic current withstand:	
	• Half-wave value	250 A / 1250 A
	Input impedance	<100 mΩ / <20 mΩ
Voltage inputs	Rated voltage	60...210 V AC
	Voltage withstand:	
	• Continuous	240 V AC
	• For 10 s	360 V AC
Burden at rated voltage	<0.05 VA	

1) Energizing option for residual current input

2) Residual current and/or phase current

รูปที่ ก.1 ข้อมูลเชิงเทคนิคของรีเลย์สำหรับป้องกันและควบคุมสายป้อน ยี่ห้อ ABB รุ่น Relion Class 615 (ABB. 2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 9. Energizing inputs (sensors)

Description	Value	
Current sensor input	Rated current voltage (in secondary side)	75 mV...9000 mV ¹⁾
	Continuous voltage withstand	125 V
	Input impedance at 50/60 Hz	2...3 MΩ ²⁾
Voltage sensor input	Rated voltage	6 kV...30 kV ³⁾
	Continuous voltage withstand	50 V
	Input impedance at 50/60 Hz	3 MΩ

1) Equals the current range of JC...4000 A with a 80 A, 3 mV/VHz Rogowski
 2) Depending on the used nominal current (hardware gain)
 3) This range is covered (up to 2nd rated) with sensor division ratio of 10 000:1

Table 10. Binary inputs

Description	Value
Operating range	±20% of the rated voltage
Rated voltage	24...250 V DC
Current drain	1.6...1.9 mA
Power consumption	31.0...570.0 mW
Threshold voltage	16...176 V DC
Reaction time	<3 ms

Table 11. RTD/mA measurement (XRGGIO130)

Description	Value			
RTD inputs	Supported RTD sensors	100 Ω platinum 250 Ω platinum 100 Ω nickel 120 Ω nickel 250 Ω nickel 10 Ω copper	TCR 0.00385 (DIN 43760) TCR 0.00385 TCR 0.00618 (DIN 43760) TCR 0.00618 TCR 0.00618 TCR 0.00427	
	Supported resistance range	0...2 kΩ		
	Maximum lead resistance (three-wire measurement)	25 Ω per lead		
	Isolation	2 kV (inputs to protective earth)		
	Response time	<4 s		
	RTD/resistance sensing current	Maximum 0.33 mA rms		
	Operation accuracy	Resistance	± 2.0% or ±1 Ω	Temperature ±1°C 10 Ω copper: ±2°C
		Temperature		
	mA inputs	Supported current range	0...20 mA	
		Current input impedance	44 Ω ± 0.1%	
Operation accuracy		±0.5% or ±0.01 mA		

Table 10. Binary inputs

Description	Value
Operating range	±20% of the rated voltage
Rated voltage	24...250 V DC
Current drain	1.6...1.9 mA
Power consumption	31.0...570.0 mW
Threshold voltage	16...176 V DC
Reaction time	<3 ms

Table 11. RTD/mA measurement (XRGGIO130)

Description	Value			
RTD inputs	Supported RTD sensors	100 Ω platinum 250 Ω platinum 100 Ω nickel 120 Ω nickel 250 Ω nickel 10 Ω copper	TCR 0.00385 (DIN 43760) TCR 0.00385 TCR 0.00618 (DIN 43760) TCR 0.00618 TCR 0.00618 TCR 0.00427	
	Supported resistance range	0...2 kΩ		
	Maximum lead resistance (three-wire measurement)	25 Ω per lead		
	Isolation	2 kV (inputs to protective earth)		
	Response time	<4 s		
	RTD/resistance sensing current	Maximum 0.33 mA rms		
	Operation accuracy	Resistance	± 2.0% or ±1 Ω	Temperature ±1°C 10 Ω copper: ±2°C
		Temperature		
	mA inputs	Supported current range	0...20 mA	
		Current input impedance	44 Ω ± 0.1%	
Operation accuracy		±0.5% or ±0.01 mA		

รูปที่ ก.1 ข้อมูลเชิงเทคนิคของรีเลย์สำหรับป้องกันและควบคุมสายป้อน ยี่ห้อ ABB รุ่น Relion Class 615 (ABB, 2020) (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 รีเลย์สำหรับป้องกันและควบคุมหม้อแปลง ยี่ห้อ ABB รุ่น Relion Class 620 (RET 620)

Transformer Protection and Control	1MRS757846 F
RET620	
Product version: 2.0 FP1	

20. Technical data

Table 5. Dimensions

Description	Value
Width	Frame 262.2 mm
	Case 246 mm
Height	Frame 177 mm, 4U
	Case 160 mm
Depth	201 mm
Weight	Complete protection relay max. 5.5 kg
	Plug-in unit only max. 3.0 kg

Table 6. Power supply

Description	Type 1	Type 2
U _{aux} nominal	100, 110, 120, 220, 240 V AC, 50 and 60 Hz 48, 60, 110, 125, 220, 250 V DC	24, 30, 48, 60 V DC
Maximum interruption time in the auxiliary DC voltage without resetting the relay	50 ms at U _n rated	
U _{aux} variation	38...110% of U _n (38...264 V AC)	50...120% of U _n (12...72 V DC)
	80...120% of U _n (38.4...300 V DC)	
Start-up threshold		19.2 V DC (24 V DC × 80%)
Burden of auxiliary voltage supply under quiescent (P ₀)/operating condition	DC <18.0 W (nominal ¹⁾)/<22.5 W (max ²⁾) AC <19.0 W (nominal ¹⁾)/<23.0 W (max ²⁾)	DC <18.5 W (nominal ¹⁾)/<22.5 W (max ²⁾)
Ripple in the DC auxiliary voltage	Max 15% of the DC value (at frequency of 100 Hz)	
Fuse type	T4A/250 V	

1) During the power consumption measurement, the relay is powered at rated auxiliary energizing voltage and the energizing quantities are energized without any binary output being active
2) During the power consumption measurement, the relay is powered at rated auxiliary energizing voltage and the energizing quantities are energized to activate at least half of the binary outputs

Table 7. Energizing inputs

Description	Value	
Rated frequency	50/60 Hz ± 5 Hz	
Current inputs	Rated current, I _n	1/5 A ¹⁾
	Thermal withstand capability:	
	• Continuously	20 A
	• For 1 s	500 A
	Dynamic current withstand:	
• Half-wave value	1250 A	
Input impedance	<20 mΩ	
Voltage inputs	Rated voltage	60...210 V AC
	Voltage withstand:	
	• Continuous	240 V AC
	• For 10 s	360 V AC
Burden at rated voltage	<0.05 VA	

1) Residual current and/or phase current

Table 8. Binary inputs

Description	Value
Operating range	±20% of the rated voltage
Rated voltage	24...250 V DC
Current drain	1.6...1.9 mA
Power consumption	31.0...570.0 mW
Threshold voltage	16...176 V DC
Reaction time	<3 ms

รูปที่ ก.2 ข้อมูลเชิงเทคนิคของรีเลย์สำหรับป้องกันและควบคุมหม้อแปลง ยี่ห้อ ABB รุ่น Relion Class 620 (ABB. 2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 รีเลย์สำหรับป้องกันและควบคุมหม้อแปลง ยี่ห้อ ABB รุ่น Relion Class 670 (RET 670)

Energizing quantities, rated values and limits

Analog inputs

Table 6: TRM - Energizing quantities, rated values and limits

Quantity	Rated value	Nominal range
Current	$I_r = 1 \text{ or } 5 \text{ A}$	$(0.2-40) \times I_r$
Operative range	$(0.02-100) \times I_r$	
Permissible overload	$4 \times I_r \text{ cont.}$ $100 \times I_r \text{ for } 1 \text{ s}^*)$	
Burden	$< 0.25 \text{ VA at } I_r = 1 \text{ or } 5 \text{ A}$	
Ac voltage	$U_r = 110 \text{ V}$	0.5–288 V
Operative range	$(0-340) \text{ V}$	
Permissible overload	420 V cont. 450 V 10 s	
Burden	$< 0.2 \text{ VA at } 220 \text{ V}$ $< 0.1 \text{ VA at } 110 \text{ V}$	
Frequency	$f_r = 50/60 \text{ Hz}$	$\pm 5\%$

^{*)} max. 350 A for 1 s when COMBITEST test switch is included.

Table 7: MIM - mA input module

Quantity:	Rated value:	Nominal range:
Input range	$\pm 5, \pm 10, \pm 20 \text{ mA}$ 0-5, 0-10, 0-20, 4-20 mA	-
Input resistance	$R_{in} = 194 \text{ Ohm}$	-
Power consumption each mA-board each mA input	$\leq 4 \text{ W}$ $\leq 0.1 \text{ W}$	-

Auxiliary DC voltage

Table 8: PSM - Power supply module

Quantity	Rated value	Nominal range
Auxiliary dc voltage, EL (input)	EL = (24 - 60) V EL = (90 - 250) V	EL $\pm 20\%$ EL $\pm 20\%$
Power consumption	50 W typically	-
Auxiliary DC power in-rush	$< 5 \text{ A during } 0.1 \text{ s}$	-

Binary inputs and outputs

Table 9: BIM - Binary input module

Quantity	Rated value	Nominal range
Binary inputs	16	-
DC voltage, RL	RL24 (24/40) V RL48 (48/60) V RL110 (110/125) V RL220 (220/250) V	RL $\pm 20\%$ RL $\pm 20\%$ RL $\pm 20\%$ RL $\pm 20\%$

รูปที่ ก.3 ข้อมูลเชิงเทคนิคของรีเลย์สำหรับป้องกันและควบคุมหม้อแปลง
ยี่ห้อ ABB รุ่น Relion Class 670 (ABB. 2020)

1.4 รีเลย์สำหรับป้องกันและควบคุมสายส่ง ยี่ห้อ ABB รุ่น Relion Class 670 (RED 670)

Energizing quantities, rated values and limits

Analog inputs

Table 6: TRM - Energizing quantities, rated values and limits

Quantity	Rated value	Nominal range
Current	$I_r = 1$ or 5 A	$(0.2-40) \times I_r$
Operative range	$(0.02-100) \times I_r$	
Permissible overload	$4 \times I_r$ cont. $100 \times I_r$ for 1 s ¹⁾	
Burden	< 0.25 VA at $I_r = 1$ or 5 A	
Ac voltage	$U_r = 110$ V	$0.5-288$ V
Operative range	$(0-340)$ V	
Permissible overload	420 V cont. 450 V 10 s	
Burden	< 0.2 VA at 220 V < 0.1 VA at 110 V	
Frequency	$f_r = 50/60$ Hz	$\pm 5\%$

¹⁾ max. 350 A for 1 s when COMBITEST test switch is included.

Table 7: MIM - mA input module

Quantity:	Rated value:	Nominal range:
Input range	$\pm 5, \pm 10, \pm 20$ mA $0-5, 0-10, 0-20, 4-20$ mA	-
Input resistance	$R_{in} = 194$ Ohm	-
Power consumption		-
each mA-board	≤ 4 W	
each mA input	≤ 0.1 W	

Auxiliary DC voltage

Table 8: PSM - Power supply module

Quantity	Rated value	Nominal range
Auxiliary dc voltage, EL (input)	$EL = (24 - 60)$ V $EL = (90 - 250)$ V	$EL \pm 20\%$ $EL \pm 20\%$
Power consumption	50 W typically	-
Auxiliary DC power in-rush	< 5 A during 0.1 s	-

Binary inputs and outputs

Table 9: BIM - Binary input module

Quantity	Rated value	Nominal range
Binary inputs	16	-
DC voltage, RL	RL24 (24/40) V RL48 (48/60) V RL110 (110/125) V RL220 (220/250) V	$RL \pm 20\%$ $RL \pm 20\%$ $RL \pm 20\%$ $RL \pm 20\%$

รูปที่ ก.4 ข้อมูลเชิงเทคนิคของรีเลย์สำหรับป้องกันและควบคุมสายส่ง ยี่ห้อ ABB รุ่น Relion Class 670 (ABB. 2020)

2. รีเลย์ช่วย ยี่ห้อ ABB รุ่น RX

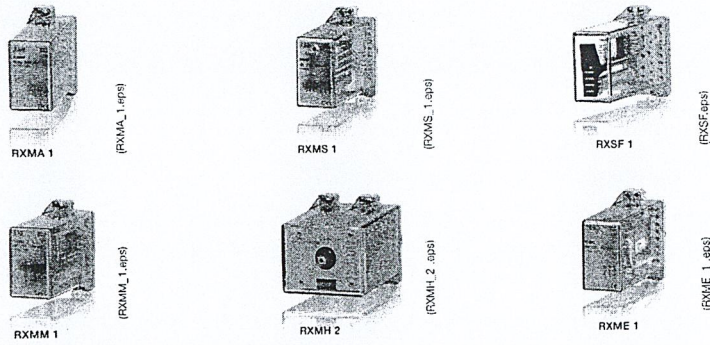


Table 1: Dimensioning the series resistor for obtaining shorter pick-up times
D.c. supplied auxiliary relays with supply voltage U = 110, 125, 220 and 250 V.
(The table contains information also for some non-standard voltages for relays available on request.)

Relay		Pick-up time 1)		U = 110 V			U = 125 V			Max. permitted connection time		
type	operating value group	Break contact ms	Make contact ms	Relay with rated voltage V	Series resistance, r Ω	Wattage of r W	Wattage of r + R W	Relay with rated voltage V	Series resistance, r Ω		Wattage of r W	Wattage of r + R W
RXME 1		10	20	24	630	9	13	24	750	11	15	5 min.
		7	15	12	400	21	25	12	450	25	30	5 min.
RXMH 2		10	25	24	500	14	19	24	600	17	21	Cont.
		6	15	12	160	48	60	12	200	54	65	5 min.
RXMA 1	1-3	5	10	12	2000	5	6	12	2250	6	7	Cont.
RXMA 2	6	8	13	12	330	25	30	12	400	28	33	Cont.

Relay		Pick-up time 1)		U = 220 V			U = 250 V			Max. permitted connection time		
type	operating value group	Break contact ms	Make contact ms	Relay with rated voltage V	Series resistance, r Ω	Wattage of r W	Wattage of r + R W	Relay with rated voltage V	Series resistance, r Ω		Wattage of r W	Wattage of r + R W
RXME 1		10	20	48-55	2500	9	13	48-55	3000	11	15	5 min.
		7	15	24	1600	21	25	24	1800	26	30	5 min.
RXMH 2		10	25	48	2000	15	19	48	2300	18	22	Cont.
		6	15	24	630	50	62	24	750	57	69	5 min.
RXMA 1	1-3	5	10	24	8000	5	6	24	9000	6	7	Cont.
RXMA 2	6	8	13	24	1600	22	26	24	1800	26	30	Cont.

1) The dispersion of the pick-up time is about ±20%, ±50%, if considering voltage range variations

Table 2: Coil resistance, relays with twin contacts
(The table contains information also for some non-standard voltages for relays available on request.)

Rated voltage V	Relays with twin contacts					RXMS 1, dc		
	RXMA 1	RXMA 2, dc	RXMM 1	RXMS 1, dc		Variant B		
	dc op. v. gr. ¹⁾ 1-3	op. v. gr. ¹⁾ G	cc	Variant A, E		Coil resistance Ω	Series resistance Ω	Total resistance Ω
12	110	70	140	6,3	18	21	27	48
24	460	270	460	21	72	82	110	192
30-36	625	375	735	-	-	-	-	-
36	-	-	-	40	156	210	240	450
48	-	-	-	108	320	360	410	770
48-55	2020	1070	2050	-	-	-	-	-
55	-	-	-	108	360	465	570	1035
110	-	-	-	380	1430	1920	2070	3990
110-125	9680	6120	10800	-	-	-	-	-
125	-	-	-	610	2000	2450	2900	5370
220	-	-	-	1520	5700	7220	6090	14510
220-250	39200	19300	40000	-	-	-	-	-
250	-	-	-	1920	8000	9920	8670	19370

1) op. v. gr. = Operating value group

รูปที่ ก.5 ข้อมูลเชิงเทคนิคของรีเลย์ช่วย ยี่ห้อ ABB รุ่น RX (ABB. 2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เทอร์มินอลบล็อก เช่น

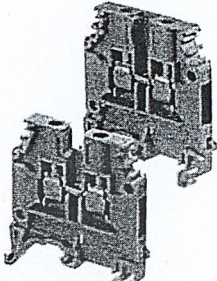
3.1 เทอร์มินอลบล็อก ยี่ห้อ ABB รุ่น Entrelac ชนิด Screw Clamp

160T01005

Standard terminal blocks

Screw clamp

DIN 1 - 3



refer to the section "Special Applications" for part numbers and characteristics.

Test connector : refer to section connectors

End stop	th. 9 mm	BADL	1SNA 399 903 F0203
End stop	th. 10 mm	BAM2	1SNA 206 351 R1600
End stop	th. 10 mm	BAR	1SNA 164 338 F0600
Rail	35 x 7,5 x 1	PR3.Z2	1SNA 174 300 R1700
Rail	35 x 15 x 2,3	PR4	1SNA 168 500 R1200
Rail	35 x 15 x 1,5	PR5	1SNA 168 700 P2200
Rail	32 x 15 x 1,5	PR1.Z2	1SNA 163 050 F0400

Other end stops, rails and accessories: see section on accessories.

Characteristics

Wire size	IEC		UL	CSA
	NFC	DIN		
Screw	Rigid	0,2-4 mm ²	24-10 AWG	24-10 AWG
clamp	Flexible	0,22-4 mm ²	24-10 AWG	24-10 AWG

Voltage			
Rated	1000 V	600 V	600 V
Impulse withstand	8 kV		
Pollution degree	3		

Current			
Rated	32 A	30 A	30 A

Wire size			
Rated / Gauge	4 mm ² / A4	10 AWG	10 AWG

Wire strip length	Recomm. Screwdriver	Recomm. torque	Protection
9,5 mm	4 mm	0,5-0,8 Nm	IP 20
.37"	.157"	4,4-7,1 lb.in.	NEMA 1

Notes

The use of some accessories may decrease the block's voltage rating. For more information, consult us.

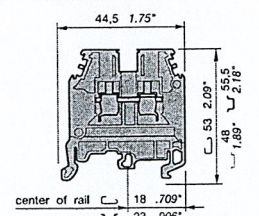
BJDP1 permits the interconnection with a terminal block series "M" spacing 16 mm.

BJDP3 permits the interconnection with a terminal block series "M" spacing 12 mm.

BJDP4 permits the interconnection with a terminal block series "D" spacing 8 mm or a terminal block series "M" spacing 8 or 10 mm.

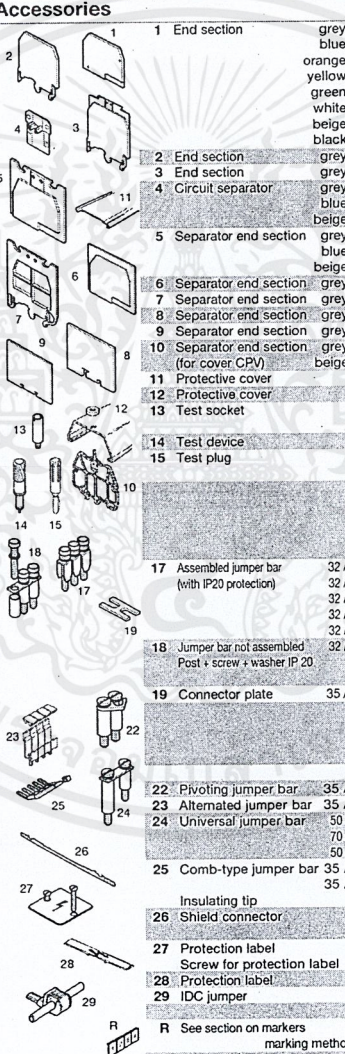
M 4/6...

Spacing 6 mm + 0,05 (.238")



Standard 6 mm block 1SNA 115 116 F0700

Accessories



Accessories	Type	Part numbers
1 End section	grey	FEM6 th. 2,8 mm 1SNA 118 368 R1600
	blue	FEM6 th. 2,8 mm 1SNA 128 368 R1000
	orange	FEM6 th. 2,8 mm 1SNA 103 128 R1600
	yellow	FEM6 th. 2,8 mm 1SNA 103 062 P2100
	green	FEM6 th. 2,8 mm 1SNA 103 125 R1500
	white	FEM6 th. 2,8 mm 1SNA 103 312 P2000
	beige	FEM6 th. 2,8 mm 1SNA 198 368 R1700
	black	FEM6 th. 2,8 mm 1SNA 107 005 F2500
2 End section	grey	FEM61 (3) th. 3,0 mm 1SNA 114 776 F2300
3 End section	grey	FEM6C (3) th. 3,0 mm 1SNA 114 777 F2400
4 Circuit separator	grey	SCM6 1SNA 113 003 R1000
	blue	SCM6 1SNA 123 003 R1200
	beige	SCM6 1SNA 183 003 R1100
5 Separator end section	grey	SCF6 th. 3,0 mm 1SNA 118 707 F0300
	blue	SCF6 th. 3,0 mm 1SNA 128 707 R0500
	beige	SCF6 th. 3,0 mm 1SNA 198 707 F0400
6 Separator end section	grey	SCF61 th. 3,0 mm 1SNA 114 202 R2500
7 Separator end section	grey	SCF61 (3) th. 3,0 mm 1SNA 114 825 F0500
8 Separator end section	grey	SCFEX1 (3) th. 2,4 mm 1SNA 103 619 R0400
9 Separator end section	grey	SCFCX3 (3) th. 2,4 mm 1SNA 103 620 F0100
10 Separator end section (for cover CPV)	grey	SCFCV1-2 (3) th. 3,0 mm 1SNA 116 795 R1100
	beige	SCFCV1-2 (3) th. 3,0 mm 1SNA 196 795 R1200
11 Protective cover		CPM (for FEM6C, SCF6 and SCF61) 1SNA 187 312 R1400
12 Protective cover		CPV1-2 (for SCFCV1-2) 1SNA 176 816 R1200
13 Test socket		AL2 (1) DIA. 2 mm 1SNA 163 043 R2100
		AL3 (1) DIA. 3 mm 1SNA 163 261 F0000
14 Test device		DCJ yellow 1SNA 173 059 R0300
15 Test plug		FC2 DIA. 2 mm 1SNA 007 865 R2600
		FC4 DIA. 4 mm 1SNA 167 860 F0100
17 Assembled jumper bar (with IP20 protection)	32 A	BJM6 (1) 2 poles 1SNA 176 663 F0000
	32 A	BJM6 (1) 3 poles 1SNA 176 664 F0100
	32 A	BJM6 (1) 4 poles 1SNA 176 665 F0200
	32 A	BJM6 (1) 5 poles 1SNA 176 666 F0300
	32 A	BJM6 (1) 10 poles 1SNA 176 667 F0400
18 Jumper bar not assembled Post + screw + washer IP 20	32 A	BJS6 (1) 20 poles 1SNA 174 784 F2000
		EV6I 1SNA 206 394 F0200
19 Connector plate	35 A	EL6 1SNA 173 627 R2100
22 Pivoting jumper bar	35 A	BJP6 (1) 1SNA 174 413 R1400
23 Alternated jumper bar	35 A	BJA6 (1) 10 poles 1SNA 116 541 R1200
24 Universal jumper bar	50 A	BJDP1 (1)(2) spacing 6 <-> spacing 16 1SNA 179 623 F0300
	70 A	BJDP3 (1)(2) spacing 6 <-> spacing 12 1SNA 179 625 F0500
	50 A	BJDP4 (1)(2) spacing 6 <-> spacing 8 or 10 1SNA 174 781 R2500
25 Comb-type jumper bar	35 A	PC6 (4) 2 poles 1SNA 113 548 R1400
	35 A	PC6 (4) 10 poles 1SNA 113 548 R2600
		EIP 1SNA 113 550 P2400
26 Shield connector		CBM5 th. 0,5 mm 1SNA 178 745 R1400
		CBM8 th. 0,8 mm 1SNA 178 746 R1500
27 Protection label		EP6 4 blocks 1SNA 163 427 R1700
Screw for protection label		VSP6 1SNA 163 433 R1500
28 Protection label		EPU6 1SNA 107 038 R2500
29 IDC jumper		AD2,5 1SNA 114 205 F2000

R See section on markers marking method RC65 - RC610 RC1610

Note: (1) A circuit separator SC may be required with the use of these accessories. (2) See "Notes". (3) End sections and separators snapped on rails. (4) See section: "Accessories" for other configurations of poles.

Colour	Type	Part numbers
Standard blocks		
Grey	M 4/6	1SNA 115 116 F0700
Blue	M 4/6.N	1SNA 125 116 F0100
Orange	M 4/6	1SNA 105 002 R2000
Yellow	M 4/6	1SNA 105 116 R1600
Green	M 4/6	1SNA 105 001 P2700
Red	M 4/6	1SNA 105 032 R1500
Black	M 4/6	1SNA 105 031 R1400
White	M 4/6	1SNA 105 051 P2000
Brown	M 4/6	1SNA 105 209 R1400
Purple	M 4/6	1SNA 206 404 F0500
Beige	M 4/6	1SNA 195 116 F0000

รูปที่ ก.6 ข้อมูลเชิงเทคนิคของเทอร์มินอลบล็อก ยี่ห้อ ABB รุ่น Entrelac ชนิด Screw Clamp

(ABB. 2020)


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เทอร์มินอลบล็อก ยี่ห้อ ABB รุ่น Entrelac ชนิด Spring Clamp

160T02036

Terminal blocks spring clamp

Standard
DIN 3



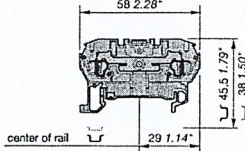
refer to the section "Special Applications" for part numbers and characteristics.

End stop	th. 9 mm	BADL	1SNA 399 903 F0200
End stop	th. 10 mm	BAM2	1SNA 399 967 F0100
Rail	35 x 7.5 x 1	PR3.Z2	1SNA 174 300 F1100
Rail	35 x 15 x 2.3	PR4	1SNA 168 500 R1200
Rail	35 x 15 x 1.5	PR5	1SNA 168 700 F2200

Other end stops, rails and accessories: see section on accessories.

D 2,5/5.2L

Spacing 5 mm +0,05 .198"



Terminal blocks with 2 springs.

Grey 1SNA 290 021 F2700

Color	Type	Part numbers
Standard blocks		
Orange	D 2,5/5.2L	1SNA 290 022 F2000
Blue	D 2,5/5.N.2L	1SNA 290 023 F2100
Red	D 2,5/5.2L	1SNA 290 024 F2200
White	D 2,5/5.2L	1SNA 290 025 F2300
Brown	D 2,5/5.2L	1SNA 290 464 F0000
Black	D 2,5/5.2L	1SNA 290 026 F2400
Yellow	D 2,5/5.2L	1SNA 290 027 F2500
Green	D 2,5/5.2L	1SNA 290 028 F0600
Violet	D 2,5/5.2L	1SNA 290 465 F0100

Accessories

Type	Part numbers
1 End section	grey orange FED5.2L th. 2.5 mm 1SNA 291 061 F2400 FED5.2L th. 2.5 mm 1SNA 291 062 F2500
2 Separator	grey orange SCD5.2L th. 2.5 mm 1SNA 291 351 F0300 SCD5.2L th. 2.5 mm 1SNA 291 352 F0400
3 Test plug	black FC2.MC DIA. 2.0 mm 1SNA 107 239 F0300
4 Jumper bar	orange IP 20 - 24 A BJDL5.2 2 poles 1SNA 291 102 F2300 BJDL5.3 3 poles 1SNA 291 103 F2400 BJDL5.4 4 poles 1SNA 291 104 F2500 BJDL5.5 5 poles 1SNA 291 105 F2600 BJDL5.6 6 poles 1SNA 291 106 F2700 BJDL5.7 7 poles 1SNA 291 107 F2000 BJDL5.8 8 poles 1SNA 291 108 F0100 BJDL5.9 9 poles 1SNA 291 109 F0200 BJDL5.10 10 poles 1SNA 291 110 F2600
5 Jumper bar	orange For blocks of different spacing - spacing 5 and 6 mm IP 20 - 24 A - spacing 5 and 8 mm IP 20 - 24 A - spacing 5 and 10 mm IP 20 - 24 A BJDPL56 (1) 1SNA 291 150 F0600 BJDPL58 (1) 1SNA 291 160 F0000 BJDPL510 (1) 1SNA 291 480 F2200
6 Shielding connector	CBD5.2L th. 0.5 mm 1SNA 291 077 F2400

R See section on markers marking method
On top: RC 510 or RPC
On side: RC 55
(1) End section must be inserted between 2 interconnected blocks.

Characteristics

Wire size	IEC		UL/CSA
	NFC	DIN	
Rigid	0,12-4 mm ²		26-12 AWG
Flexible	0,12-2,5 mm ²		26-12 AWG
With isolated ferrule	0,5-2,5 mm ²		

Voltage		
Rated	900 V	600 V
Impulse withstand	8 kV	
Pollution degree	3	

Current		
Rated	24 A	15 A

Wire size			
Rated / Gauge	2,5 mm ² / A2		12 AWG
Wire strip length	Recomm. screwdriver	Weight	Protection
9,5 mm .37"	3,5 mm .14"	6 g .21 oz	IP20 NEMA 1

Notes

The use of some accessories may decrease the block's voltage rating. For more information, consult us.

* entelec® spring connection terminal blocks comply with IEC 947-1 standard for 2.5 mm² rated wire size. Never the less, our spring terminal blocks can be connected to 4 mm² rigid wires.

One wire per spring.

รูปที่ ก.7 ข้อมูลเชิงเทคนิคของเทอร์มินอลบล็อก ยี่ห้อ ABB รุ่น Entrelac ชนิด Spring Clamp

(ABB, 2020)

4. แผงแสดงผล ยี่ห้อ ABB รุ่น SACO 16D1

Features	<p>SACO 16D1 is a self-contained microprocessor based multi channel alarm annunciator unit</p> <p>16 contact operated on/off alarm or pulse counting channels per unit</p> <p>Four output relays of which two user configurable</p> <p>Relay output for audible alarm and self supervision</p> <p>LEDs for visual alarm indication</p> <p>Fully programmable by means of push-buttons on the front panel or via the serial communication interface</p>	<p>Numerical display for first out alarm indication, event sequence reporting and programming</p> <p>Event register for the 50 latest events</p> <p>Serial communication interface for easy connection of the annunciator unit to a monitoring and/or control system.</p> <p>Improved system reliability backed up by a sophisticated self-supervision function comprising both hardware and software watchdog functions</p> <p>High immunity against electrical interference and an enclosure to IP 54 when panel mounted</p>
Technical data	<p>Alarm channels</p> <p>Number of alarm channels</p> <p>Type of field contact signal</p> <p>Internally generated field contact voltage</p> <p>Loop current of closed field contact circuit</p> <p>Channel input and reset delay time, field-selectable</p> <p>Max. counting frequency for pulse counter</p> <p>*) = factory settings</p> <p>External acknowledge/reset inputs</p> <p>Channel acknowledge/ reset</p> <p>Reset of audible device</p> <p>The control voltage for the acknowledge/reset circuits is taken from the internal supply</p> <p>Reflash signal outputs</p> <p>Reflash group alarm outputs</p> <p>Audible device output</p> <p>Internal self-supervision output</p> <p>Output relay contact types</p> <p>Rated contact current/breaking voltage</p> <p>Breaking capacity for dc currents when the load time-constant L/ R < 40 ms at the voltage levels 48/110/220 V dc</p>	<p>16 channels</p> <p>Normally open contact *) Normally closed contact Raising and/or falling edge Pulse counter</p> <p>48 V dc + 20 %</p> <p>4 mA ±20%</p> <p>5 ms, 20 ms *), 100 ms, 1 s, 5 s, 20 s, 60 s or 160 s Other values possible over the serial communication</p> <p>3 Hz</p> <p>Closing contact Closing contact</p> <p>48 V dc + 20 %</p> <p>2 relays 1 relay 1 relay Normally open contacts, changeable to normally closed contacts</p> <p>3 A/250 V</p> <p>3 A/0.25 A/0.15 A</p>

รูปที่ ก.8 ข้อมูลเชิงเทคนิคของแผงแสดงผล ยี่ห้อ ABB รุ่น SACO 16D1 (ABB. 2020)

5. เครื่องมือวัด ยี่ห้อ CEWE รุ่น Elite 440

Technical specifications

Electrical

Connection type (Aux. supply)	Common product for HT3/ HT4/ LT application
Wiring configuration	Common product for 3 P-3 W and 3 P-4 W application
Voltage range :	
<i>Measurement voltage range</i>	57.7 V (100V) - 300 V (520V) AC 3 phase 4 wire (3 phase 3 wire)
<i>Aux power supply range</i>	80 VAC/DC - 300 VAC/DC or 24 VDC to 60 VDC (Variant)
Current range	Available 1-2A and 5-10 A in single variant (field configurable)
Main frequency	50/60Hz with $\pm 5\%$
Accuracy Class	0.2s available for HT-4 (for 1A/5A Ibasic) 0.2s available for HT-3 (5A Ibasic) 0.5s & 1.0 available for LT-4 (for 1A/5A Ibasic)
Burden	Aux burden 3.5 VA; 8VA when all modules connected. For current ckt, 1 A as base current- 0.05VA per phase, 5 A as base current- 0.25 VA per phase. For voltage ckt- 0.15 VA per phase.

Approvals

Standards	IEC62052-11, IEC62053-23 and IEC62053-22, IEC61010
-----------	--

Mechanical

Dimensions (WXHxD)	96 x 96 x 65 mm (w/o module); 96 x 96 x 110 mm (with module) Cut out size 92 x 92 mm
Weight	0.5 kg (approx)
Enclosure	Poly Carbonate
Terminals	Combicon connector
Max conductor size	2.5 mm ²
Material Used	Plastic material self-extinguishing

Environmental

Ingress protection	IP 52 (front fascia); IP20 (at terminals)
Insulation	4 kV RMS 50 Hz
Impulse withstand	6 kV
Temperature	-20 °C to +60 °C (operating) -25 °C to +80 °C (storage)
Humidity	95% non-condensing

Feature

Favourite page	On / Off
CT/VT primary	Configurable in field through keypad
Communication	RS485 Modbus half duplex (Default) and data will be available in floating point format
Baud rate	from 1200-38400 bps (Default 9600 bps)
Load survey	40 days for 6 parameters @ 30 min IP Options for 15 or 60-minute integration period.

Modules

2 Digital pulse input and output (single module)	Input supports voltage range of 8-40VDC with pre-define duration, Output are normally open type, voltage rating of 230 VAC @ 100mA with pre-defined pulse width.
--	---

Metering Parameter Accuracy

Parameters	Accuracy Class 0.2*	Accuracy Class 0.5
Voltage	0.1	0.1
Current	0.1	0.1
KW	0.2	0.5
KVar	0.2	0.5
KVA	0.2	0.5
KWh	0.2	0.5
Kvarh	0.2	0.5
Power Factor	0.2	0.5
Frequency	0.1	0.1

*0.2s available for HT-3 (5A Ibasic)

รูปที่ ก.9 ข้อมูลเชิงเทคนิคของเครื่องมือวัด ยี่ห้อ CEWE รุ่น Elite 440 (CEWE. 2019)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ฟังก์ชัน สูตร และคำสั่งการทำงานของโปรแกรม Microsoft Excel 2016

โครงการงานสหกิจศึกษา กำหนดฟังก์ชัน สูตร และคำสั่งการทำงานของโปรแกรม Microsoft Excel 2016 ที่ใช้ในกลุ่มแผนงานของแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าดังตารางที่ ข.1

ตารางที่ ข.1 ฟังก์ชัน สูตร และคำสั่งการทำงานในแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

ฟังก์ชัน	สูตร	คำสั่ง
แบบ Stock Movement		
- แผนงานหลัก: Stock Movement Template		
-	- IF และ ROW =IF(เซลล์อ้างอิงที่1="",",ROW(เซลล์อ้างอิงที่2))	- Data Validation =Equipment Data 'ช่วงเซลล์อ้างอิง
- แผนงานฐานข้อมูล: Equipment Data		
-	- IF และ ROW =IF(เซลล์อ้างอิงที่1="",",ROW(เซลล์อ้างอิงที่2))	-
1. แบบ Delta Check Material		
- แผนงานหลัก: Delta Check Material Template 1 และ 2		
- IF =IF(เซลล์อ้างอิงที่1="",", "&เซลล์อ้างอิงที่2&"_&เซลล์อ้างอิงที่1&"_&เซลล์อ้างอิงที่3&"")	- IF และ ROW =IF(เซลล์อ้างอิงที่1="",",ROW(เซลล์อ้างอิงที่2)) - VLOOKUP =IF(เซลล์อ้างอิง="",",VLOOKUP(เซลล์อ้างอิง&"',Equipment Data 'ช่วงเซลล์อ้างอิง,ลำดับคอลัมน์ในช่วงเซลล์อ้างอิง,0)) - IF และ SUM =IF(เซลล์อ้างอิงที่1="",",",SUM(ช่วงเซลล์อ้างอิงที่2)))	- Data Validation =Equipment Data 'ช่วงเซลล์อ้างอิง - Visual Basic for Application (VBA) Sub Clearcells() Range("ช่วงเซลล์อ้างอิง"). ClearContents End Sub

ฟังก์ชัน	สูตร	คำสั่ง
- แผนงานฐานข้อมูล: Equipment Data		
-	- IF และ ROW =IF(เซลล์อ้างอิงที่1="", "", ROW(เซลล์อ้างอิงที่2))	-
2. แบบ List of Material		
- แผนงานหลัก: List of Material Template		
- IF =IF(เซลล์อ้างอิงที่1="", "", เซลล์อ้างอิงที่2*เซลล์อ้างอิงที่3) - SUM =SUM(ช่วงเซลล์อ้างอิง)	- IF และ ROW =IF(เซลล์อ้างอิงที่1="", "", ROW(เซลล์อ้างอิงที่2))IF และ VLOOKUP =IF(เซลล์อ้างอิง="", "", VLOOKUP(เซลล์อ้างอิง & "", 'List of Material Data'!ช่วงเซลล์อ้างอิง, ลำดับคอลัมน์ในช่วงเซลล์อ้างอิง, 0))	- Data Validation ='List of Material Data'!='ช่วงเซลล์อ้างอิง - INDIRECT =INDIRECT(เซลล์อ้างอิง) - VBA Sub Clearcells() Range("ช่วงเซลล์อ้างอิง").ClearContents End Sub
- แผนงานฐานข้อมูล: List of Material Data		
- IF =IF(เซลล์อ้างอิงที่1="", "", เซลล์อ้างอิงที่1*เซลล์อ้างอิงที่2) - ROUNDUP =ROUNDUP(เซลล์อ้างอิงที่1/เซลล์อ้างอิงที่2, ตำแหน่งทศนิยม)	- IF และ ROW =IF(เซลล์อ้างอิงที่1="", "", ROW(เซลล์อ้างอิงที่2)) - INDEX และ MATCH =INDEX("List of Material Template"!ช่วงเซลล์อ้างอิง, MATCH(เซลล์อ้างอิงที่1, 'List of Material Template'!ช่วงเซลล์อ้างอิงที่2, 0))	- VBA Sub add() Dim sPicture As String, pic As Picture sPicture = Application.GetOpenFilename - ("Pictures (*.gif; *.jpg; *.bmp; *.tif), *.gif; *.jpg; *.bmp; *.tif", " "please select picture as you want") If sPicture = "False" Then Exit Sub Set pic = ActiveSheet.Pictures.Insert(sPicture) With pic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชัน	สูตร	คำสั่ง
		<pre> .ShapeRange.LockAspectRatio = msoFalse .Height = ActiveCell.Height .Width = ActiveCell.Width .Top = ActiveCell.Top .Left = ActiveCell.Left .Placement = xlMoveAndSize End With Set pic = Nothing End Sub </pre>

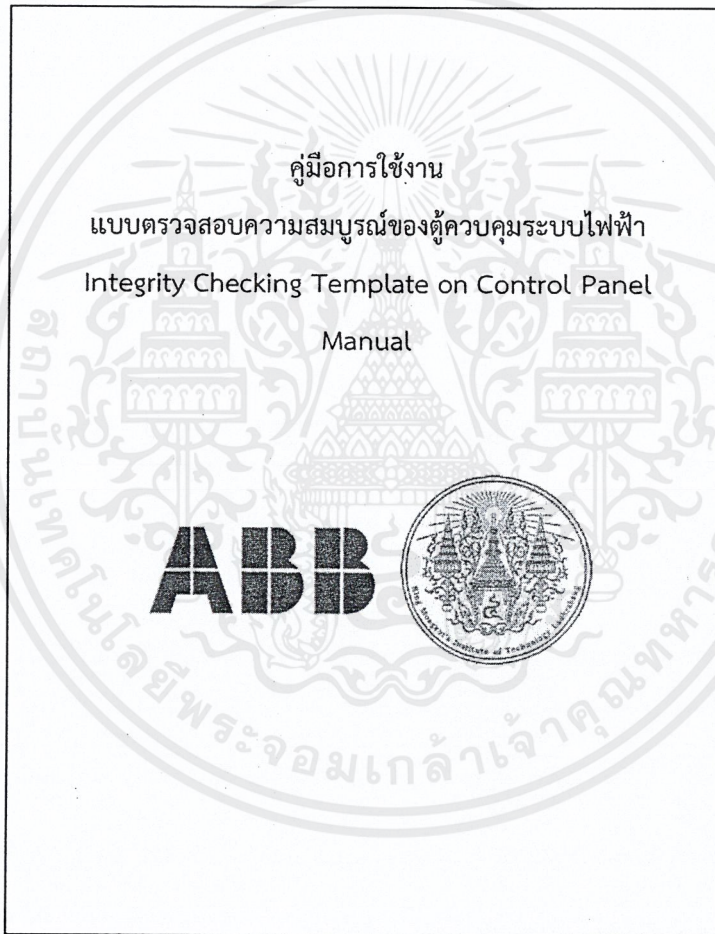


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 55 รัชศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

โครงการสหกิจศึกษาส่งมอบแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า (Development of Integrity Checking Template on Control Panel) และคู่มือการใช้งาน ให้กับแผนกควบคุมผลิตภัณฑ์ ฝ่าย GA หน่วยบริหารธุรกิจ PG ของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด เมื่อเสร็จสิ้นโครงการ ตัวอย่างหน้าปก คู่มือการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ ค.1



รูปที่ ค.1 หน้าปกคู่มือการใช้งานแบบตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 56 ศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวจิตติมา วัฒนชัยนันท์
วัน เดือน ปีเกิด 30 มีนาคม 2541
ที่อยู่ 106 หมู่ที่ 6 ตำบลมะขามล้ม อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี 72150
E-mail juijijie@gmail.com
โทรศัพท์ 083-5587249

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2553-2558 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนสรวงหญิง
- พ.ศ. 2559-ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Sales and Engineering Operation
ฝ่าย Sales and Engineering Operation 4
บริษัท ไทยเมเดนาชา จำกัด
ระหว่างวันที่ 4 มิถุนายน ถึง 31 กรกฎาคม 2562
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา นักศึกษฝึกงาน แผนกควบคุมผลิตภัณฑ์
ฝ่าย Grid Automation หน่วยบริหารธุรกิจ Power Grids
บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด
ระหว่างวันที่ 5 สิงหาคม ถึง 22 พฤศจิกายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้