



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้น

ของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ

Development of Budgetary Price Estimating Template on
Air-insulated Medium Voltage Switchgears

นางสาวกัญญารัตน์ วิเชียรโชติ

นางสาวอัจฉรา ปีกขุนทด

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง
ชนิดฉนวนอากาศ

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวกัญญารัตน์ วิเชียรโชติ
นางสาวอัจฉรา ปีกขุนทด

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะนาถ สมมณี

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายสายชล พรหมดวง
นายธเนศ เนติสุนทรชัย

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท เอปียี (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

บริษัท เอปียี (ประเทศไทย) จำกัด ดำเนินธุรกิจด้านเทคโนโลยีและการจำหน่ายผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ หุ่นยนต์และไดรฟ์ ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม และการผลิตไฟฟ้า ปัจจุบันพนักงานแผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง หน่วยบริหารธุรกิจผลิตไฟฟ้า บริษัท เอปียี (ประเทศไทย) จำกัด มีการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นสำหรับการประเมินราคาโครงการ ข้อจำกัดของแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม คือ ใช้เวลานาน ไม่มีฐานข้อมูล ไม่มีระบบป้องกันข้อมูล และความผิดพลาดของมนุษย์ ดังนั้นโครงการสหกิจศึกษานี้จึงพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นสำหรับสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ ขั้นตอนการศึกษาประกอบด้วย (1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการประเมินราคาโครงการสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางที่แล้วเสร็จระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2562 (2) ศึกษารูปแบบและสูตรการทำงานของแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมซึ่งสร้างจากโปรแกรม Microsoft Excel 2016 (3) พัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 สำหรับสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศที่มีพิกัดแรงดัน 1-24 kV และ (4) ทดสอบการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่ ได้แก่ เวลาการใช้งาน และความแตกต่างของต้นทุน ทั้งนี้พบว่าผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์ในการประเมินราคาโครงการมีความพอใจในแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่ เนื่องจากใช้งานได้ง่าย และราคาที่ประเมินสามารถยอมรับได้ รวมถึงเมื่อเปรียบเทียบกับแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่สามารถลดเวลาการใช้งานและให้ค่าความแตกต่างของต้นทุนของการประเมินราคาโครงการประมาณ 38.57% และ 1.1% ตามลำดับ

คำสำคัญ: สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง, ชนิดฉนวนอากาศ, แบบประเมินราคาเบื้องต้น, Microsoft Excel 2016

Cooperative Title: Development of Budgetary Price Estimating Template on Air-insulated Medium Voltage Switchgears

Student Intern Name: Ms. Kanyarat Wichienchote
Ms. Atchara Peekkhunthod

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

Advisor Name: Assistant.Prof.Dr.Piyanart Sommani

Mentor Name: Mr. Saichon Promduang
Mr. Thanate Netisoonthornchai

Company: ABB Limited, Thailand

ABSTRACT

ABB Limited, Thailand has involved in a technology and supplier of electrotechnical products, robotics and drives, industrial automation, and power generation. The staff of tendering department and sales department, under the electrification business at ABB Limited, Thailand has currently used budgetary price estimating template for project cost estimation. The limitations of this traditional template are time consuming, lack of database, limited security, and human error prone. Therefore, the cooperative project has developed the budgetary price estimating template on air-insulated medium voltage switchgears. The study procedures are as follows: (1) study and collect on the estimated prices and related data of the completed medium voltage switchgear projects during January to July, 2019; (2) study on the formats and formulas of traditional budgetary price estimating template which is an excel template; (3) develop the new budgetary price estimating template by using Microsoft excel 2016. The air-insulated medium voltage switchgears will be considered with rated voltage during 1-24 kV; and (4) test the new budgetary price estimating template in terms of time-spent and cost difference of project cost estimation. As a result, the template test candidates with high experiences on project cost estimation were satisfied due to the easy-to-use and acceptable estimating price of the new template. In addition, when comparing with the traditional template, the new template shows the reduced average time consumption and provides the acceptable average cost difference of project cost estimation at approximately 38.57% and 1.1%, respectively.

Keywords: Medium Voltage Switchgear, Air-insulated Type, Budgetary Price Estimating Template, Microsoft Excel 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการสหกิจศึกษาเรื่องการพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง ชนิดฉนวนอากาศ (Development of Budgetary Price Estimating Template on Air-insulated Medium Voltage Switchgears) ได้รับความอนุเคราะห์การดำเนินงานภายใต้ความร่วมมือระหว่างบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด และภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบคุณคุณสายชล พรหมดวง และคุณธเนศ เนติสุนทรชัย ผู้นิเทศงาน รวมถึงพนักงานทุกท่านที่ อนุเคราะห์ข้อมูล คำแนะนำ และข้อเสนอแนะในการทำโครงการอย่างต่อเนื่องและสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์ปิยะนาถ สมมณี อาจารย์นิเทศ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ ผู้จัดทำตระหนักถึงความตั้งใจและความทุ่มเทของอาจารย์เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้ความรู้และความสามารถ ซึ่งได้ประยุกต์ใช้ในการทำโครงการ

ขอขอบคุณบิดา มารดา และผู้ปกครองที่ให้อำนาจใจและความช่วยเหลือต่าง ๆ ของการทำโครงการนี้ ผู้จัดทำหวังว่าโครงการสหกิจศึกษาเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง และขอมอบส่วนดีทั้งหมด ให้กับผู้นิเทศงานและอาจารย์นิเทศที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาจนโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น ผู้จัดทำขอน้อมรับความผิดและยินดีรับคำแนะนำจากทุกท่าน เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาโครงการต่อไป

นางสาวกัญญารัตน์ วิเชียรโชติ

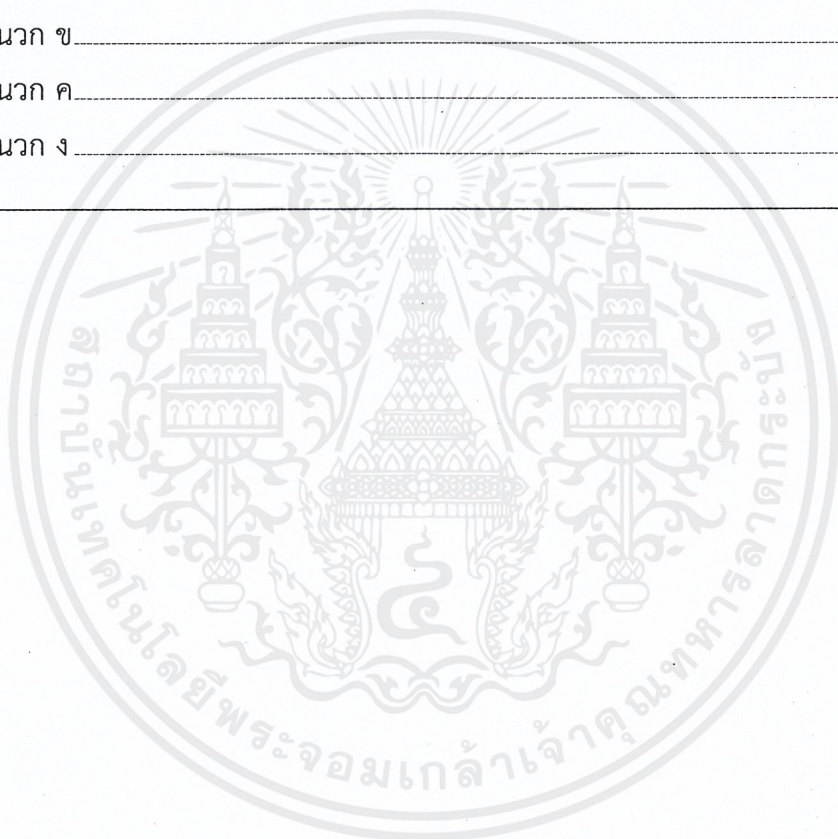
นางสาวอัจฉรา ปีกขุนทด

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	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.4 วิธีดำเนินการศึกษา	3
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด	6
2.2 การประเมินราคาโครงการ	15
2.3 แผนภาพวงจรเส้นเดียว	17
2.4 โปรแกรม Microsoft Excel	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา	23
3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลการประเมินราคาโครงการสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง	24
3.2 การศึกษาแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม	25
3.3 การพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ	25
3.4 การทดสอบการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง ชนิดฉนวนอากาศ	30
บทที่ 4 ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล	32
4.1 ข้อมูลการประเมินราคาโครงการสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง	32
4.2 ผลการศึกษาแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม	33
4.3 การใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ	34
4.4 ผลการทดสอบการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง ชนิดฉนวนอากาศ	41
4.5 ตัวอย่างการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	47
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	47
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	48
บรรณานุกรม.....	49
ภาคผนวก.....	50
ภาคผนวก ก.....	51
ภาคผนวก ข.....	65
ภาคผนวก ค.....	72
ภาคผนวก ง.....	76
ประวัติผู้เขียน.....	77



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินโครงการงานสหกิจศึกษา 2562	3
2.1 สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ (AIS) และชนิดฉนวนก๊าซ (GIS)	8
2.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดสูญญากาศ (VCB) และชนิดก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF ₆)	9
2.3 หม้อแปลงแรงดัน (VT) และหม้อแปลงกระแส (CT)	10
2.4 รหัสรีเลย์ป้องกัน	12
2.5 เครื่องมือวัดที่ได้รับความนิยม	13
2.6 กับดีกไฟฟ้าประเภทมีช่องว่างและกับดีกไฟฟ้าประเภทไม่มีช่องว่าง	14
2.7 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสวิตช์เกียร์	14
2.8 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในแผนภาพวงจรเส้นเดียว	17
2.9 ส่วนประกอบของสูตร	18
2.10 ฟังก์ชันที่ใช้ในโครงการงานสหกิจศึกษา	19
2.11 การสร้างคำสั่ง VBA	22
3.1 ข้อมูลที่รวบรวมและจัดเก็บในฐานข้อมูลสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	24
3.2 กลุ่มแผนงานในแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่	26
3.3 สูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงานที่ใช้ในกลุ่มแผนงาน	29
3.4 การทดสอบการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่	30
4.1 ผลการศึกษาแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม	33
4.2 รายละเอียดข้อมูลโครงการในแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์	35
4.3 ตัวอย่างการเลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์จากรายการดรอปปาว์	36
4.4 ผลการปรับปรุง/แก้ไขแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่	41
4.5 เวลาการใช้งานและความแตกต่างของต้นทุนในแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่	42
4.6 ตัวอย่างข้อมูลโครงการ X	44
4.7 ตัวอย่างข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องของโครงการ X	44
ค.1 สูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงานของโปรแกรม Microsoft Excel 2016	72

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 โครงสร้างการบริหารงานของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด	1
2.1 โครงสร้างภายในของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง	6
2.2 คอนแทกเตอร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดสูญญากาศ	9
2.3 หน้าต่าง Visual Basic Editor สำหรับการสร้างคำสั่ง VBA	22
3.1 ขั้นตอนการศึกษาของโครงการงานสหกิจศึกษา	23
3.2 ผลงานแสดงลำดับการทำงานของแผนงานหลัก	28
4.1 โครงการสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางที่ผ่านการประเมินราคาแล้วเสร็จช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2562	32
4.2 ส่วนข้อมูลโครงการในแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์	34
4.3 ส่วนการเลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์ในแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์	36
4.4 ส่วนการแสดงราคาสวิตช์เกียร์โดยอัตโนมัติในแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์	37
4.5 ส่วนการบันทึกหรือล้างข้อมูลในแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์	37
4.6 แผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์	38
4.7 แผนงานราคาเสนอขาย	39
4.8 แผนงานใบเสนอราคา	39
4.9 ฐานข้อมูล 3 ประเภท	40
4.10 ตัวอย่างแผนภาพวงจรเส้นเดี่ยวของโครงการ X	43
4.11 ตัวอย่างใบเสนอราคาของโครงการ X	46
ก.1 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ ยี่ห้อ ABB รุ่น UniGear ZS1	51
ก.2 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดสูญญากาศยี่ห้อ ABB รุ่น VD4	54
ก.3 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดก๊าซ SF ₆ ยี่ห้อ ABB รุ่น HD4 พิกัดแรงดัน 12 kV	55
ก.4 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดก๊าซ SF ₆ ยี่ห้อ ABB รุ่น HD4 พิกัดแรงดัน 24 kV	56
ก.5 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของคอนแทกเตอร์ยี่ห้อ ABB รุ่น VSC	57
ก.6 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของรีเลย์ป้องกันยี่ห้อ ABB รุ่น Relion	60
ก.7 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของหม้อแปลงเครื่องมือวัด ยี่ห้อ Alce-elektrik	61
ก.8 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของเครื่องมือวัดยี่ห้อ Accuenergy รุ่น Acuvim II Series High Performance Meters	62

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.1 ฝั้งงานแสดงลำดับการทำงานของรายการรอปตาวนข้อมูลโครงการของเมืองที่ติดตั้ง	65
ข.2 ฝั้งงานแสดงลำดับการทำงานของรายการรอปตาวนข้อมูลโครงการของพิกัดสวิตซ์เกียร์	66
ข.3 ฝั้งงานแสดงลำดับการทำงานของรายการรอปตาวนอุปกรณ์สวิตซ์เกียร์	67
ข.4 ฝั้งงานแสดงลำดับการทำงานของรายการรอปตาวนอุปกรณ์ตัดต่อวงจร	68
ข.5 ฝั้งงานแสดงลำดับการทำงานของรายการรอปตาวนอุปกรณ์รีเลย์ป้องกัน	69
ข.6 ฝั้งงานแสดงลำดับการทำงานของรายการรอปตาวนอุปกรณ์หม้อแปลงเครื่องมือวัด	70
ข.7 ฝั้งงานแสดงลำดับการทำงานของรายการรอปตาวนอุปกรณ์เครื่องมือวัด	71
ง.1 หน้าปกคู่มือการใช้งานแบบประเมินราคาสวิตซ์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ	76

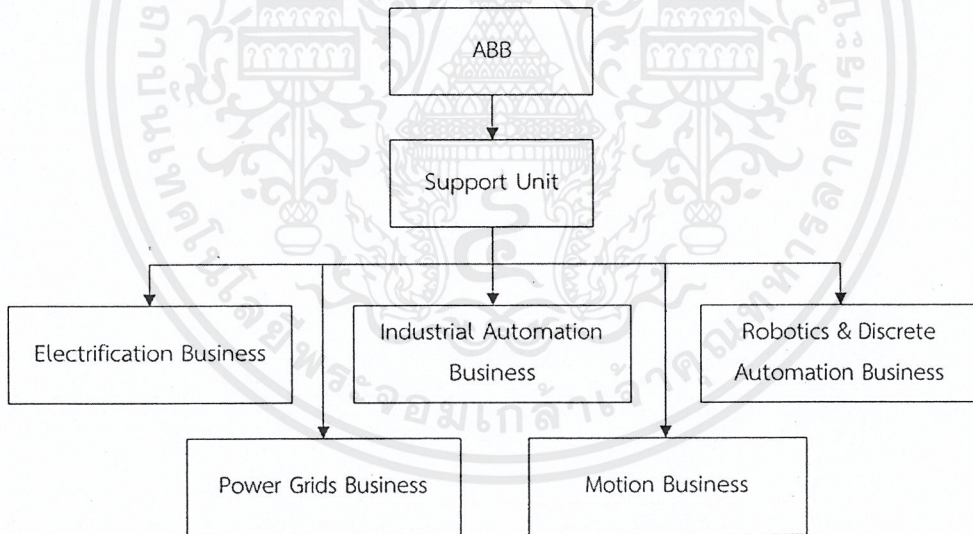


บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ (ABB. 2020a)

บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด (ABB Limited, Thailand) สาขานิคมอุตสาหกรรมบางปู จังหวัดสมุทรปราการ ดำเนินธุรกิจการนำเข้า ผลิต ส่งออกและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทางไฟฟ้า ได้แก่ หม้อแปลงไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า และสวิตช์เกียร์ รวมถึงให้บริการประกอบ ติดตั้ง และซ่อมแซมผลิตภัณฑ์ โครงสร้างการบริหารงานประกอบด้วยหน่วยบริหารกลาง (Support Unit) และหน่วยบริหารธุรกิจ (Business Unit) หน่วยบริหารกลางทำหน้าที่สนับสนุนการดำเนินงานของหน่วยบริหารธุรกิจ 5 ธุรกิจ ซึ่งจำแนกตามผลิตภัณฑ์ ได้แก่ Electrification Business (EL), Power Grids Business (PG), Industrial Automation Business (IA), Motion Business (MO) และ Robotics and Discrete Automation Business (RA) ดังรูปที่ 1.1 ปัจจุบันหน่วยบริหารธุรกิจของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ที่ดำเนินธุรกิจซึ่งประสบความสำเร็จและโดดเด่นในการจำหน่ายสวิตช์เกียร์และหม้อแปลงไฟฟ้า คือ หน่วยบริหารธุรกิจ EL และหน่วยบริหารธุรกิจ PG ตามลำดับ



รูปที่ 1.1 โครงสร้างการบริหารงานของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด

หน่วยบริหารธุรกิจ EL ทำหน้าที่นำเข้า ผลิต ส่งออกและจำหน่ายผลิตภัณฑ์สวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ คอนแทกเตอร์ รีเลย์ป้องกัน ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่โดดเด่นในการจำหน่ายของหน่วยบริหารธุรกิจ EL คือ สวิตช์เกียร์ชนิดฉนวนอากาศ สำหรับการออกแบบสวิตช์เกียร์ชนิดฉนวนอากาศเพื่อจำหน่ายให้เหมาะสมกับความต้องการของลูกค้าในแต่ละโครงการ หน่วยบริหารธุรกิจ EL ต้องเลือกใช้สวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้ถูกต้องตามพิกัดแรงดันและพิกัดกระแสของแต่ละโครงการ และหน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริหารธุรกิจ EL ต้องประเมินราคาของโครงการอย่างถูกต้อง ซึ่งหลายครั้งพบว่าไม่สามารถประเมินราคาของโครงการในเวลาที่ถูกค่าต้องการซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผลประกอบการขององค์กรได้ ทั้งนี้พบว่าข้อจำกัดของการยื่นเสนอราคาโครงการต่อลูกค้า คือ การรอข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคจากลูกค้าในแต่ละโครงการและบริษัทผู้ขายอุปกรณ์ (Supplier) เช่น พิกัดแรงดัน พิกัดกระแสของสวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงราคาอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 3 วัน

โครงการสหกิจศึกษานี้ได้รับความอนุเคราะห์การดำเนินงานจากแผนกประเมินราคาสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง (Tendering Department: Medium Voltage Switchgear) และแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง (Sales Department: Medium Voltage Switchgear) ฝ่าย Distribution Solutions หน่วยบริหารธุรกิจ EL ของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งทำหน้าที่ประเมินราคาและขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางตามลำดับ ปัจจุบันแผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางมีการใช้งานแบบประเมินราคา (Price Estimating Template) ที่แสดงข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเพื่อคำนวณต้นทุน กำไร และราคาเสนอขายของโครงการก่อนเสนอราคาต่อลูกค้า แบบประเมินราคาที่ใช้งานในปัจจุบันแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

(1) แบบประเมินราคาเบื้องต้น (Budgetary Price Estimating Template) ซึ่งแสดงต้นทุน กำไร และราคาเสนอขายโครงการที่ใกล้เคียงกับราคาจริงของโครงการตามความต้องการของลูกค้า

(2) แบบประเมินราคาแบบละเอียด (Firm Price Estimating Template) ซึ่งแสดงราคาจริงของโครงการตามความต้องการของลูกค้า

เนื่องจากทางแผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางพอใจกับการใช้งานแบบประเมินราคาแบบละเอียดแล้ว โครงการสหกิจศึกษานี้จึงพัฒนาเฉพาะแบบประเมินราคาเบื้องต้นเท่านั้น เพราะแบบประเมินราคาเบื้องต้นที่ใช้อยู่ในปัจจุบันหรือ “แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม” มีข้อบกพร่อง คือ พนักงานแผนกประเมินราคาต้องใช้เวลาในการกรอกข้อมูลเนื่องจากมีหลายขั้นตอน รวมถึงไม่มีการจัดทำฐานข้อมูลที่จำเป็น ทำให้พนักงานแผนกประเมินราคาต้องใช้เวลาในการประเมินราคาเบื้องต้น (Budgetary Price) ก่อนการส่งมอบราคาให้พนักงานฝ่ายขาย ซึ่งการใช้เวลาการประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่นานเกินไป อาจทำให้เสียโอกาสทางธุรกิจได้

โครงการสหกิจศึกษานี้พิจารณาการสร้างและออกแบบแบบประเมินราคาเบื้องต้นสำหรับสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศหรือ “แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่” เนื่องจากสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศเป็นชนิดที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันทั้งประเทศไทยและต่างประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาการเลือกใช้สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

1.2.2 พัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศโดย

ใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ข้อมูลโครงการสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางที่ผ่านการประเมินราคาแล้วเสร็จระหว่างเดือนมกราคม-เดือนกรกฎาคม 2562

1.3.2 สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่มีข้อมูลเชิงเทคนิค ดังนี้

1.3.2.1 รองรับพิกัดแรงดัน 1-24 kV ที่ความถี่มาตรฐานของไฟฟ้ากระแสสลับ 50 Hz

1.3.2.2 รองรับกระแสเบสบาร์ 630 ถึง 4000 A

1.3.2.3 รองรับกระแสลัดวงจร 25, 31.5, 40 และ 50 kA

1.3.3 แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมซึ่งสร้างโดยโปรแกรม Microsoft Excel 2016 และใช้งานในแผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง

1.3.4 โปรแกรม Microsoft Excel 2016 ได้แก่ การทำงานและแสดงผลการทำงานของงาน รวมถึงสูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงาน

1.3.5 แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่ซึ่งพัฒนาในโครงการงานสหกิจศึกษานี้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 ได้แก่ ความพอใจของผู้ใช้งาน เวลาในการใช้งาน และความแตกต่างของต้นทุน

1.4 วิธีดำเนินการศึกษา

โครงการงานสหกิจศึกษาเรื่องการพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศมีขั้นตอนการศึกษาและกำหนดระยะเวลาการดำเนินการตั้งแต่ 5 สิงหาคม-22 พฤศจิกายน 2562 รวมทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ (ตารางที่ 1.1) ดังนี้

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินโครงการงานสหกิจศึกษา 2562

ขั้นตอน	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 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลโครงการที่ผ่านการประเมินราคาแล้วเสร็จระหว่างเดือนมกราคม-เดือนกรกฎาคม 2562			←-----→		←-----→		←-----→									
1.4.4 ศึกษาแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม					←-----→		←-----→		←-----→							
1.4.5 พัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์								←-----→		←-----→						

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอน	สัปดาห์ที่															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิด ฉนวนอากาศ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016																
1.4.6 ทดสอบการใช้งานแบบ ประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตซ์ เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิด ฉนวนอากาศ																
1.4.7 สรุปผลและจัดทำรูปเล่ม รายงานโครงการงานสหกิจศึกษา ฉบับสมบูรณ์แบบ																

หมายเหตุ ←-----→ หมายถึง การวางแผน
 ←————→ หมายถึง การปฏิบัติ

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

แผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตซ์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ได้รับประโยชน์จากโครงการงานสหกิจศึกษาการพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตซ์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ ดังนี้

1.5.1 แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่สำหรับใช้งานกับสวิตซ์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ รวมถึงคู่มือการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่

1.5.2 เวลาที่ลดลง รวมถึงความสะดวกและง่ายในการประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตซ์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ ซึ่งช่วยเพิ่มโอกาสการได้งานของโครงการนั้น ๆ

1.5.3 แนวทางการพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตซ์เกียร์ประเภทอื่น เช่น สวิตซ์เกียร์ประเภทแรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศที่พิกัดแรงดันมากกว่า 24 kV สวิตซ์เกียร์ประเภทแรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนก๊าซ หรือสวิตซ์เกียร์ประเภทแรงดันไฟฟ้าต่ำ

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ประเทศไทยมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่ดำเนินการผลิต จัดให้ได้มา จัดส่ง และจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า 3 หน่วยงาน ได้แก่

(1) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตหรือ กฟผ. (Electricity Generating Authority of Thailand: EGAT) เป็นรัฐวิสาหกิจด้านกิจการพลังงานภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงพลังงาน กระทรวงการคลัง ดำเนินธุรกิจหลักในการผลิต จัดให้ได้มา จัดส่ง และจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ผู้ใช้ไฟฟ้าตามกฎหมายกำหนดและประเทศใกล้เคียง พร้อมทั้งธุรกิจอื่น ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับกิจการไฟฟ้าภายใต้กรอบพระราชบัญญัติ กฟผ. (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2561)

(2) การไฟฟ้านครหลวงหรือ กฟน. (Metropolitan Electricity Authority: MEA) เป็นรัฐวิสาหกิจที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงมหาดไทย ดำเนินธุรกิจหลักในการผลิต จัดให้ได้มา และจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าตามกฎหมายกำหนดและประเทศใกล้เคียง พร้อมทั้งธุรกิจอื่น ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับกิจการไฟฟ้า ในพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ ภายใต้กรอบพระราชบัญญัติ กฟน. (การไฟฟ้านครหลวง. 2563)

(3) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือ กฟภ. (Provincial Electricity Authority: PEA) เป็นรัฐวิสาหกิจที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงมหาดไทย ดำเนินธุรกิจหลักในการผลิต จัดให้ได้มา จัดส่ง และจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าในเขตส่วนภูมิภาคซึ่งอยู่นอกเขตท้องที่ที่การไฟฟ้านครหลวงดำเนินการอยู่และในประเทศใกล้เคียง พร้อมทั้งธุรกิจอื่น ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับกิจการไฟฟ้าภายใต้กรอบพระราชบัญญัติ กฟภ. (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. 2562)

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) ประกาศมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 (วสท. 2557) กำหนดให้อาคารหรือสิ่งปลูกสร้างที่ต้องรับไฟฟ้าแรงสูงจาก กฟผ. กฟน. หรือ กฟภ. ต้องติดตั้งบริภัณฑ์ประธานแรงสูงหรือแผงเมนสวิตช์แรงสูงหลังเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเพื่อปลดวงจรทุกสายเส้นไฟออกจากตัวนำประธานแรงสูง และต้องมีการป้องกันระบบไฟฟ้าและบริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงสูงอื่น ๆ ของผู้ใช้ไฟฟ้า โดยจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่เข้าถึงได้โดยสะดวก และในบริเวณใกล้กับหม้อแปลงหรือบริภัณฑ์แรงสูงอื่นๆ ในระยะที่มองเห็นกันได้

บริภัณฑ์ประธาน (Service Equipment) หรือเมนสวิตช์หรือสวิตช์เกียร์ เป็นบริภัณฑ์จำเป็นที่ประกอบด้วยเซอร์กิตเบรกเกอร์ หรือสวิตช์และฟิวส์ และเครื่องประกอบต่าง ๆ โดยตั้งอยู่ใกล้กับจุดทางเข้าของตัวนำประธานเข้าอาคาร โดยมีจุดประสงค์เพื่อควบคุมและตัดวงจรทั้งหมดของระบบจ่ายไฟโครงการงานสหกิจศึกษานี้ สนใจศึกษาสวิตช์เกียร์ที่ระดับแรงดันไฟฟ้าปานกลางหรือในรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์จะเรียกว่า “สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง” และเนื่องจากประเทศไทยใช้ระดับแรงดันไฟฟ้าปานกลางที่ 11, 12, 22, 24, และ 33 kV ดังนั้นการศึกษาสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางจะกำหนดขอบเขตในการรองรับพิกัดแรงดันที่ 1-24 kV เพราะเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด (บริษัท ต.วิซซูกรรม จำกัด. 2559; ABB. 2008 and 2020b)

สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง (Medium Voltage Switchgear) ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้า เพื่อป้องกันและแยกอุปกรณ์ออกจากระบบอื่นเมื่อเกิดข้อผิดพลาด ระดับแรงดันไฟฟ้าปานกลางที่นิยมใช้ของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ได้แก่ 7.2, 12 และ 24 kV ที่ระดับกระแสสูงถึง 4000 A

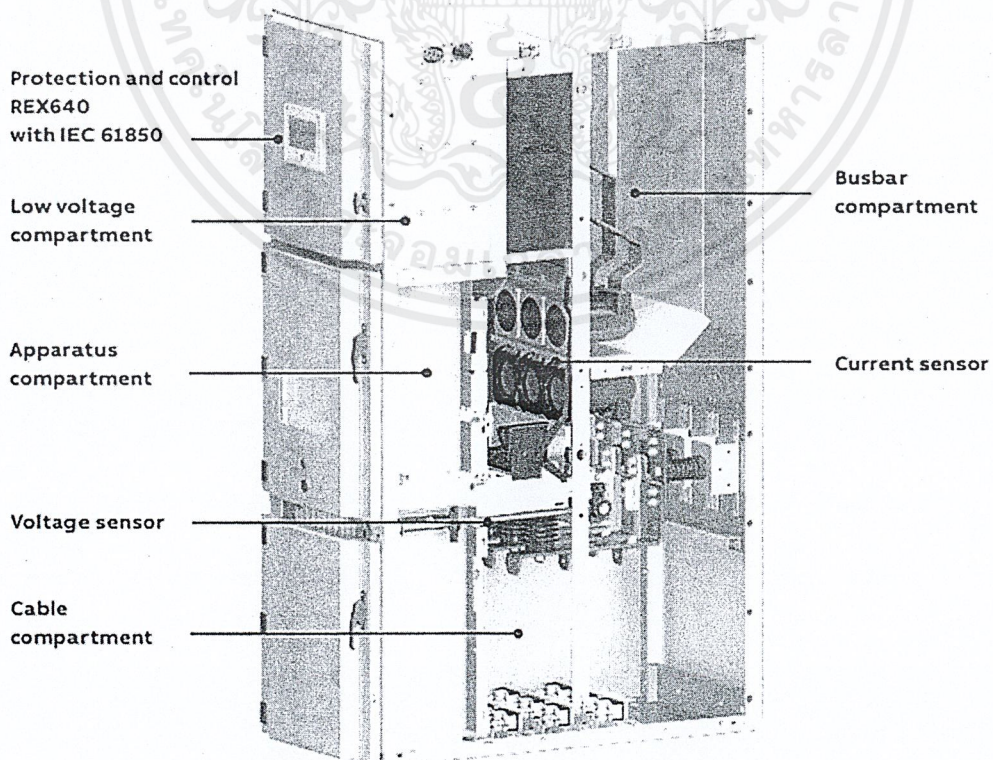
2.1.1 โครงสร้างสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง (ABB. 2020b) เป็นชนิด Metal-clad Switchgear โครงสร้างภายในของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางมีผนังโลหะที่มีฉนวนกันระหว่างจุดต่ออุปกรณ์ ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบไปยังบริเวณอื่น ๆ เมื่อเกิดการลัดวงจรในช่องตู้ (Compartment) ของสวิตช์เกียร์ โครงสร้างภายในแบ่งเป็น 4 ช่องตู้ (รูปที่ 2.1) ดังนี้

2.1.1.1 ช่องตู้บัสบาร์ (Busbar Compartment) เป็นส่วนที่ติดตั้งบัสบาร์

2.1.1.2 ช่องตู้ส่วนแรงต่ำ (Low Voltage Compartment) เป็นส่วนที่ติดตั้งอุปกรณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำ เช่น รีเลย์ป้องกัน เครื่องมือวัด หลอดไฟแสดงสถานะ

2.1.1.3 ช่องตู้อุปกรณ์ (Apparatus Compartment) เป็นส่วนที่ติดตั้งอุปกรณ์ตัดต่อวงจร เช่น เซอร์คิตเบรกเกอร์ คอนแทกเตอร์

2.1.1.4 ช่องตู้สายไฟฟ้าเข้า-ออกสวิตช์เกียร์ (Cable Compartment) เป็นส่วนที่ติดตั้งหม้อแปลงเครื่องมือวัด เช่น หม้อแปลงเครื่องมือวัดแรงดัน หม้อแปลงเครื่องมือวัดกระแส



รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง (ABB. 2020b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด (ABB. 2020b) กำหนดเงื่อนไขการทำงานในสภาวะปกติ ดังนี้

2.1.2.1 อุณหภูมิอากาศแวดล้อมไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส และวัดในช่วง 24 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส และไม่ต่ำกว่า -5 องศาเซลเซียส

2.1.2.2 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์วัดในช่วง 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 95% และวัดในช่วง 1 เดือน ไม่เกิน 90%

2.1.2.3 ค่าเฉลี่ยความดันไอน้ำวัดในช่วง 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 2.2 kPa และวัดในช่วง 1 เดือน ไม่เกิน 1.8 kPa

2.1.2.4 ระดับการป้องกัน IP code ตามมาตรฐาน IEC 60529 ได้แก่ IP4X และ IP2X สำหรับโครงสร้างภายนอกและระยะระหว่างอุปกรณ์ตามลำดับ

2.1.2.5 สีภายนอกตามมาตรฐานของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ได้แก่ RAL7035 Light-Grey และ RAL7032 Pebble-Grey หรือตามความต้องการของลูกค้า

2.1.2.6 ติดตั้ง Interlock Control

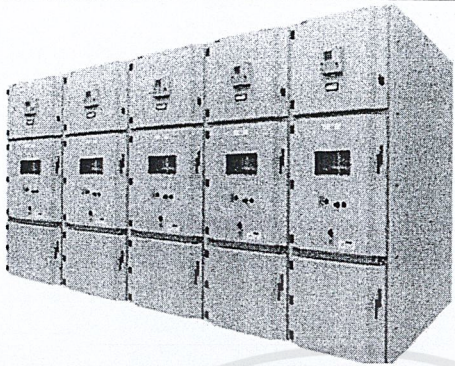
2.1.2.7 สถานที่ติดตั้งปราศจากปัญหาสิ่งแวดล้อม

2.1.2.8 การทดสอบเฉพาะแบบ (Type Tests) ขั้นตอนการทดสอบต่าง ๆ ที่ปฏิบัติตามโดยชุดการทดสอบทั้งหมดจะทำกับมาตรเพียงตัวเดียวหรือมาตรแบบเดียวกันที่มีคุณลักษณะเดียวกัน เพื่อตรวจสอบคุณลักษณะดังนี้

- 1) Short-time and Peak Withstand Current
- 2) Temperature Rise
- 3) Internal Arc Capability
- 4) Dielectric Test
- 5) Making and Breaking Capacity of Circuit Breaker and Contactor
- 6) Earthing Switch Making Capacity
- 7) Mechanical Operations of Circuit Breaker and Earthing Switch
- 8) IP Protection Degree

2.1.3 ประเภทของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง (ABB. 2008) ได้แก่ สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ (Air-insulated Switchgear: AIS) และสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนก๊าซ (Gas-insulated Switchgear: GIS) ตารางที่ 2.1 แสดงความแตกต่างของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางทั้ง 2 ชนิด

ตารางที่ 2.1 สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ (AIS) และชนิดฉนวนก๊าซ (GIS) (ABB. 2020b)

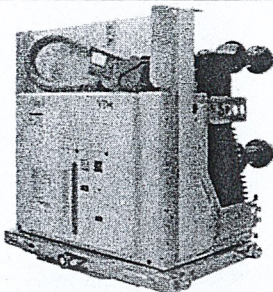
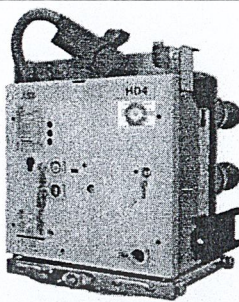
รายละเอียด	AIS	GIS
โครงสร้างภายนอก		
มาตรฐาน	IEC 62271-200	IEC 62271-200
ชนิดของฉนวนในช่องตู้	อากาศ	ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (Sulfur Hexafluoride: SF ₆)
ข้อดี	<ul style="list-style-type: none"> - ราคาถูก - การซ่อมบำรุงรักษาทำได้ง่าย 	<ul style="list-style-type: none"> - โครงสร้างมีขนาดเล็ก - ความปลอดภัยในการใช้งานสูง - อายุการใช้งานนาน
ข้อจำกัด	<ul style="list-style-type: none"> - โครงสร้างมีขนาดใหญ่ ทำให้ต้องการพื้นที่ในการติดตั้ง 	<ul style="list-style-type: none"> - ราคาแพง - การซ่อมบำรุงรักษาทำได้ยาก - กรณีที่เสียหาย ตรวจสอบจุดผิดปกติยาก

2.1.4 อุปกรณ์หลักของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง (บริษัท ต. วิชชุภรณ์ จำกัด. 2559; ABB. 2008 and 2020b) บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด กำหนดอุปกรณ์หลักของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง 7 ประเภท ดังนี้

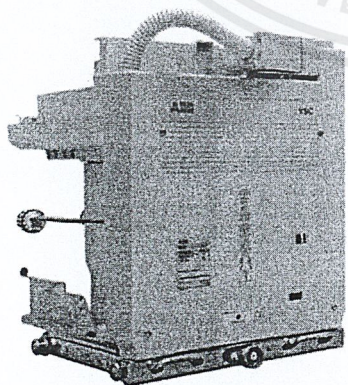
2.1.4.1 อุปกรณ์ตัดต่อวงจร (ABB. 2008) ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อสวิตช์เกียร์เกิดข้อผิดพลาด อุปกรณ์ตัดต่อวงจรที่นิยมใช้สำหรับสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางมี 2 ประเภท ได้แก่

1) เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง (Medium Voltage Circuit Breaker) เป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับการตัดต่อและป้องกันวงจรไฟฟ้าในสภาวะปกติและผิดปกติ เมื่อเกิดสภาวะผิดปกติ เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องตัดวงจรให้เร็วที่สุด จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์อื่น ๆ ช่วยตรวจสอบสภาวะผิดปกติ เช่น รีเลย์ป้องกัน เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางแบ่งเป็น 2 ชนิด ตามชนิดฉนวน ได้แก่ เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดสุญญากาศ (Vacuum Circuit Breaker: VCB) และเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆ Circuit Breaker: SF₆) ตารางที่ 2.2 แสดงความแตกต่างของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางทั้ง 2 ชนิด

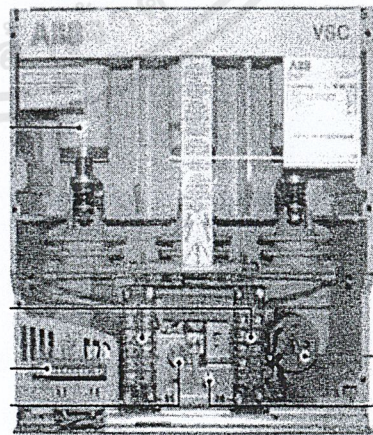
ตารางที่ 2.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดสูญญากาศ (VCB) และชนิดก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) (ABB. 2020b)

รายละเอียด	VCB	SF ₆
โครงสร้างภายนอก		
มาตรฐาน	IEC 62271-100	IEC 62271-100
ชนิดของตัวดับอาร์ค	สูญญากาศ	ก๊าซ SF ₆
การซ่อมบำรุงรักษา	ทำได้ง่าย	ทำได้ยาก
ข้อดี	- ราคาถูก - การซ่อมบำรุงรักษาทำได้ง่าย	- ความปลอดภัยในการใช้งานสูง - อายุการใช้งานนาน
ข้อจำกัด	- ประสิทธิภาพการดับอาร์คไม่ดีเท่าชนิดก๊าซ SF ₆	- ราคาแพง - การซ่อมบำรุงรักษาทำได้ยาก

2) คอนแทกเตอร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดสูญญากาศ (Vacuum Contactor) เป็นอุปกรณ์ตัดต่อวงจรไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้าปานกลางสูงสุดที่ 12 kV (รูปที่ 2.2) และเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 62271-106 ทั้งนี้นิยมใช้สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการตัดต่อวงจรเป็นประจำ เช่น มอเตอร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง เต้าไฟฟ้า คาปาซิเตอร์



(ก)



(ข)

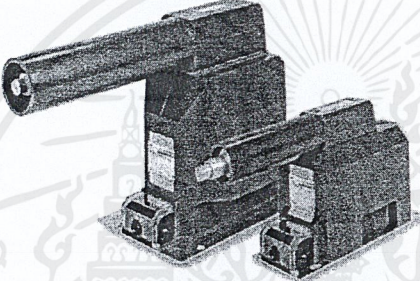
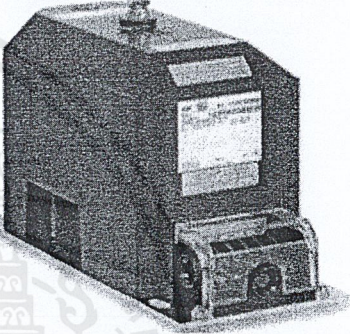
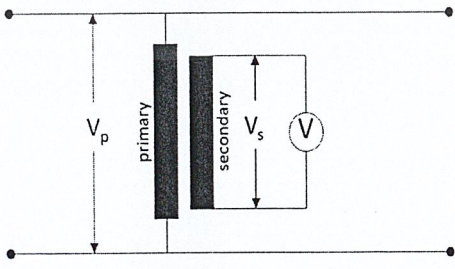
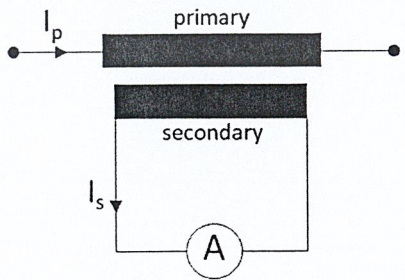
รูปที่ 2.2 คอนแทกเตอร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดสูญญากาศ

(ก) โครงสร้างภายนอก และ (ข) โครงสร้างภายใน (ABB. 2020b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.2 หม้อแปลงเครื่องมือวัด (Instrument Transformer) (ABB. 2008) เป็นอุปกรณ์สำหรับแยกเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ควบคุมออกจากด้านไฟฟ้าแรงสูง โดยแปลงแรงดัน/กระแสสูงเป็นแรงดัน/กระแสต่ำเพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ หม้อแปลงเครื่องมือวัด แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer: VT) และหม้อแปลงกระแส (Current transformer: CT) อุปกรณ์หลักของหม้อแปลงเครื่องมือวัดประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิ (Primary Winding) วงจรไฟฟ้าแกนเหล็ก (Magnetic Core) ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Winding) และเบอร์เดน (Burden) ตารางที่ 2.3 สรุปรายละเอียดของหม้อแปลงเครื่องมือวัดทั้ง 2 ชนิด

ตารางที่ 2.3 หม้อแปลงแรงดัน (VT) และหม้อแปลงกระแส (CT) (ABB. 2020b)

รายละเอียด	VT	CT
โครงสร้างภายนอก		
มาตรฐาน	IEC 60044-2	IEC 60044-1
การทำงาน	หม้อแปลงแรงดันจากแรงดันสูงเป็นแรงดันต่ำ ใช้กับโวลต์มิเตอร์ มัลติมิเตอร์ พิกัดกำลังเอาต์พุต: โวลต์-แอมป์ (VA) พิกัดแรงดัน: แรงดันไฟฟ้าของขดลวดปฐมภูมิ และขดลวดทุติยภูมิ เช่น 1500/100, 4800/120, 2000/220 V	หม้อแปลงกระแสจากกระแสสูงเป็นกระแสต่ำ ใช้กับแอมป์มิเตอร์ มัลติมิเตอร์ พิกัดกำลังเอาต์พุต: โวลต์-แอมป์ (VA) พิกัดกระแส: อัตราส่วน เช่น 100/5, 200/5, 300/5 A
การเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า		
ข้อกำหนดของความแม่นยำ	ข้อกำหนดของความแม่นยำ (Accuracy Class) แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่	ข้อกำหนดของความแม่นยำแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่

รายละเอียด	VT	CT
	<p>ความแม่นยำการตรวจวัด (Metering Core) ได้แก่ Class 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 3.0</p> <p>ความแม่นยำของการป้องกัน (Protective Core) ได้แก่ Class 3P และ 6P</p>	<p>ความแม่นยำการตรวจวัด ได้แก่ Class 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 3.0</p> <p>ความแม่นยำของการป้องกัน ได้แก่</p> <p>(ก) Accuracy Limit Factor (ALF) คือ ค่าจำนวนเท่าของกระแสที่ Ratio Error ไม่เกินมาตรฐาน</p> <p>(ข) Class มี 5P, 10P</p>
ข้อควรระวัง	<p>ต้องต่อใช้งานให้ถูกขั้ว เรียงลำดับเฟสให้ถูกต้อง และคำนวณและเลือกใช้สายตัวนำอย่างเหมาะสม</p>	<p>ห้ามเปิดวงจรไฟฟ้าด้านทุติยภูมิในขณะที่มีกระแสไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิ</p>

เกณฑ์การเลือกใช้หม้อแปลงเครื่องมือวัดจะต้องพิจารณาภาระทางไฟฟ้า ได้แก่

- (1) พิกัดด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิ
- (2) ความแม่นยำ
- (3) ความถี่
- (4) เบอร์เดน

2.1.4.3 รีเลย์ป้องกัน (Protective Relay) (ABB. 2008) เป็นอุปกรณ์ตรวจสอบสภาวะการทำงานของระบบไฟฟ้า เมื่อเกิดสภาวะผิดปกติ รีเลย์ป้องกันจะส่งสัญญาณเตือนไปยังเซอร์กิตเบรกเกอร์เพื่อตัดวงจรที่ผิดพลาด เนื่องจากรีเลย์ทำงานที่แรงดันและกระแสต่ำ จึงต้องอาศัยการทำงานของหม้อแปลงแรงดันและหม้อแปลงกระแสตามลำดับ รหัสรีเลย์ป้องกันที่ได้รับความนิยมแสดงในตารางที่ 2.4

ประเภทของรีเลย์ป้องกันสำหรับสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางที่ได้รับความนิยมของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ได้แก่

- (1) รีเลย์ป้องกันและควบคุมแหล่งจ่าย (Feeder Protection and Control: REF)
- (2) รีเลย์ป้องกันและควบคุมความแตกต่างระหว่างเฟส (Line Differential Protection: RED)
- (3) รีเลย์ป้องกันและควบคุมมอเตอร์ (Motor Protection and Control: REM)
- (4) รีเลย์ป้องกันและควบคุมหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer Protection and Control: RET)
- (5) รีเลย์ป้องกันและควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Protection and Control: REG)

ตารางที่ 2.4 รหัสรีเลย์ป้องกัน (บริษัท ต.วิชูกรณ์ จำกัด. 2559)

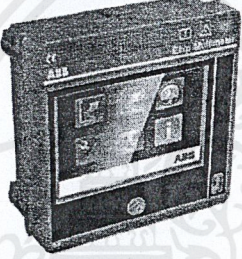
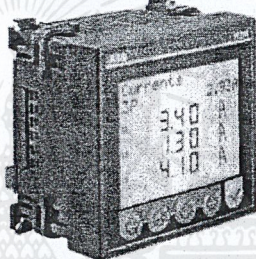
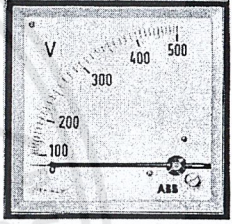
รหัส	ชื่อ	การทำงาน
21	รีเลย์ระยะทาง (Distance Relay)	รีเลย์ป้องกันจะทำงานเมื่ออัตราส่วนของ Impedance กับระยะทางที่บริเวณติดตั้งอุปกรณ์รีเลย์ต่างจากค่าที่กำหนด
25	รีเลย์ตรวจสอบสถานะซิงโครไนซ์ (Synchrocheck Relay)	รีเลย์ป้องกันจะตรวจจับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ 2 วงจร เพื่อให้ความถี่ มุมเฟส หรือแรงดันขนานกัน
27	รีเลย์แรงดันต่ำ (Undervoltage Relay)	รีเลย์ป้องกันจะทำงานเมื่อแรงดันที่ตรวจจับต่ำกว่าค่าที่กำหนด
32	รีเลย์กำลังแบบมีทิศทาง (Directional Power Relay)	รีเลย์ป้องกันจะทำงานเมื่อเกิดกำลังไฟฟ้าไหลย้อนกลับ
40	รีเลย์ขาดสนาม (Field Relay: Loss of Excitation Relay)	รีเลย์ป้องกันจะตรวจจับความผิดปกติของสนามขาดลดเครื่องจักรกลไฟฟ้า
46	รีเลย์กลับเฟส (Negative Sequence Relay)	รีเลย์ป้องกันจะทำงานเมื่อเกิดการจัดเรียงเฟสที่ผิดปกติ
50/51	รีเลย์กระแสเกิน (Overcurrent Relay)	รีเลย์ป้องกันจะทำงานเมื่อเกิดไฟฟ้ากระแสสลับเกินค่าที่กำหนด ดังนี้ - 50 คือ Instantaneous O/C Relay รีเลย์ป้องกันจะทำงานและให้ Output โดยทันที - 51 คือ Time Delay O/C Relay รีเลย์ป้องกันจะทำงานและมีการหน่วงเวลา
59	รีเลย์แรงดันเกิน (Overvoltage Relay)	รีเลย์ป้องกันจะทำงานเมื่อแรงดันเกินกว่าค่าที่กำหนด
67	รีเลย์กระแสเกินแบบมีทิศทาง (Directional Overcurrent Relay)	รีเลย์ป้องกันจะทำงานเมื่อเกิดความผิดปกติของปริมาณและทิศทางของกระแสเกินจากที่กำหนดไว้
67N	รีเลย์ป้องกันกระแสผิดร่องลงดินแบบมีทิศทาง (Directional Ground Fault Relay)	รีเลย์ป้องกันจะทำงานเมื่อเกิดความผิดปกติของทิศทางของกระแสเกินลงดินจากที่กำหนดไว้
79	รีเลย์กระแสสลับชนิดสับซ้ำ (Recloser Relay)	รีเลย์ป้องกันจะทำงานเมื่อกระแสสลับเกินกว่าค่าที่กำหนด โดยจะสับซ้ำอัตโนมัติและเปิดค้างเพื่อตัดวงจรไฟฟ้า
81	รีเลย์ความถี่ (Frequency Relay)	รีเลย์ป้องกันจะทำงานเมื่อความถี่เปลี่ยนแปลงจากค่าที่กำหนด
86	รีเลย์เพื่อการเปิดค้าง (Lock Out Relay)	รีเลย์ป้องกันจะทำงานโดยหยุดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อเกิดสถานะผิดปกติ
87	รีเลย์ป้องกันแบบผลต่าง (Differential Protective Relay)	รีเลย์ป้องกันจะทำงานเมื่อผลต่างกระแสระหว่างเฟสเกินกว่าค่าที่กำหนด

เกณฑ์การเลือกใช้รีเลย์ป้องกันจะต้องพิจารณาหัวข้อดังนี้

- (1) ความน่าเชื่อถือ (Reliability) ได้แก่ ความพึงพาได้ (Dependability) และความปลอดภัย (Security)
- (2) ความรวดเร็ว (Speed)
- (3) ความสามารถในการแยกแยะได้ (Selectivity)
- (4) ความสะดวกและง่ายในการใช้งาน (Simplicity)

2.1.4.4 เครื่องมือวัด (Metering) (ABB. 2008) เป็นอุปกรณ์วัดและแสดงค่าปริมาณทางไฟฟ้าและแบ่งได้หลายชนิดตามการใช้งาน เครื่องมือวัดที่ได้รับความนิยม ได้แก่ มัลติมิเตอร์ (Multimeter) โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) และแอมป์มิเตอร์ (Ammeter) สรุปดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 เครื่องมือวัดที่ได้รับความนิยม (ABB. 2020b)

รายละเอียด	มัลติมิเตอร์	โวลต์มิเตอร์	แอมป์มิเตอร์
โครงสร้างภายนอก			
ชนิดของการวัด	<ul style="list-style-type: none"> - วัดแรงดันไฟฟ้า (V) - วัดกระแสไฟฟ้า (A) - วัดค่าความต้านทาน (Ω) - วัดกำลังไฟฟ้า (W) 	วัดแรงดันไฟฟ้า (V)	วัดกระแสไฟฟ้า (A)
ชนิดกระแสไฟฟ้า	ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current: DC)/ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current: AC)		
การแสดงผล	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงผลแบบเข็ม (Analog Meter) เปลี่ยนปริมาณไฟฟ้าที่วัดเป็นปริมาณทางกลทำให้เข็มที่ยึดติดไว้เคลื่อนที่ - แสดงผลแบบตัวเลข (Digital Meter) รับปริมาณไฟฟ้าและส่งไปให้วงจรดิจิทัลเพื่อประมวลผลโดยไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) และแสดงผลทางหน้าจอแสดงผล 		
การเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า	ต่อขนานและต่ออนุกรม	ต่อขนาน	ต่ออนุกรม

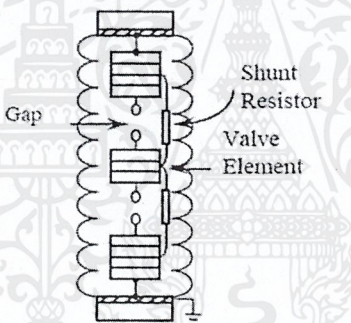
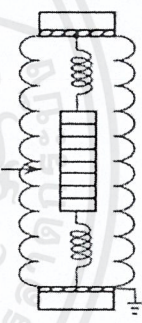
เกณฑ์การเลือกใช้เครื่องมือวัดจะต้องพิจารณาตามฟังก์ชันการใช้งานและหัวข้อดังนี้

- (1) มาตรฐานความปลอดภัยของเครื่องมือวัด
- (2) ความน่าเชื่อถือ ได้แก่ ความละเอียด (Resolution) และความแม่นยำ (Accuracy)
- (3) ช่วงของการวัดต้องครอบคลุมค่าที่ต้องการวัด

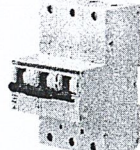
2.1.4.5 สวิตช์ต่อลงดิน (Earthing Switch) (ABB. 2008) เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อลงดินกับส่วนที่เป็นโลหะของสวิตช์เกียร์เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานและการซ่อมบำรุงรักษา สวิตช์ต่อลงดินต้องทำงานร่วมกับสวิตช์ปลดวงจร (Disconnecting Switch: DS) โดยมีอินเตอร์ล๊อค (Interlock) ระหว่างกัน ทั้งนี้สวิตช์ต่อลงดินจะต้องทนกระแสขณะลัดวงจรได้



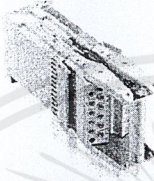


2.1.4.6 กั๊บดักฟ้าผ่าหรือกั๊บดักเสิร์จ (Surge Arrester) (ABB. 2008) เป็นอุปกรณ์ป้องกันแรงดันและกระแสเกินจากฟ้าผ่าหรือแรงดันเกินจากการปิด-เปิดวงจรอุปกรณ์ (Switching Surge) ที่ต่อคร่อมระหว่างเฟสกับกราวด์ เมื่อเกิดแรงดันและกระแสสูง ค่า Impedance ของกั๊บดักฟ้าผ่าจะมีค่าต่ำลง ทำให้กั๊บดักฟ้าผ่าทำงานและเหนี่ยวนำแรงดันและกระแสเกินที่ไหลในระบบให้ลงสู่ดินผ่านสายดินหลังจากนั้นค่า Impedance จะกลับมาสูงขึ้นเพื่อลดความเสียหายต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ กั๊บดักฟ้าผ่าแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ กั๊บดักฟ้าผ่าประเภทมีช่องว่าง (Spark Gap Arrester) และกั๊บดักฟ้าผ่าประเภทไม่มีช่องว่าง (Arrester Without Spark Gap) ตารางที่ 2.6 แสดงความแตกต่างของกั๊บดักฟ้าผ่า 2 ประเภท

ตารางที่ 2.6 กั๊บดักฟ้าผ่าประเภทมีช่องว่างและกั๊บดักฟ้าผ่าประเภทไม่มีช่องว่าง

กั๊บดักฟ้าผ่า	กั๊บดักฟ้าผ่าประเภทมีช่องว่าง	กั๊บดักฟ้าผ่าประเภทไม่มีช่องว่าง
โครงสร้างภายใน	 <p>- ช่องว่างอากาศ (Gap) ต่ออนุกรมกับวาล์วอีลีเมนต์ (Valve Element)</p>	 <p>- ไม่มีช่องว่างอากาศ เพราะวางวาล์วอีลีเมนต์ซ้อนกัน</p>
ชนิดของวาล์วอีลีเมนต์	ซิลิกอนคาร์ไบด์ (SiC)	โลหะออกไซด์ เช่น ซิงค์ออกไซด์ (ZnO)

2.1.4.7 อุปกรณ์อื่น ๆ (ABB. 2008) เป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสวิตช์เกียร์ซึ่งควรติดตั้งเพื่อป้องกัน ควบคุม ทดสอบ และแสดงสถานะของสวิตช์เกียร์ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2.7 ตารางที่ 2.7 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสวิตช์เกียร์

อุปกรณ์	การทำงาน
เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ (Low Voltage Circuit Breaker)	 <p>- สภาวะปกติ: เปิด-ปิดวงจรไฟฟ้าแรงต่ำ</p> <p>- สภาวะผิดปกติ: เปิดวงจรโดยอัตโนมัติ</p>

อุปกรณ์		การทำงาน
อุปกรณ์ตรวจจับกระแสรั่วลงดิน (Zero Current Transformer: ZCT)		ตรวจจับกระแสไฟฟ้าลงดินดังนี้ - กระแสไฟฟ้าไม่รั่วลงดิน: ผลรวมการวัดกระแสไฟฟ้าเข้าและออกเท่ากับ 0 - กระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน: ผลรวมการวัดกระแสไฟฟ้าเข้าและออกมากกว่า 0
สวิตช์ (Switch)		ใช้มือกดเพื่อควบคุมการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส
อุปกรณ์ทดสอบปลั๊กและสวิตช์ (Test Plug and Test Switch)		สนับสนุนการทำงานของรีเลย์ป้องกันเพื่อทดสอบแรงดันไฟฟ้าขาเข้าและการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าภายในของสวิตช์เกียร์
ระบบระบายอากาศ		ใช้กับสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ เพื่อระบายความร้อนเมื่ออุณหภูมิภายในมีค่าเกินที่กำหนดไว้
หลอดไฟแสดงสถานะ (Status or Pilot Lamp)		- แสดงสถานะการทำงานของสวิตช์เกียร์ - สีไฟแสดงสถานะที่นิยมใช้ได้แก่ สีแดงคือทำงาน สีเขียวคือหยุดทำงาน สีเหลืองคือพบข้อผิดพลาด

2.2 การประเมินราคาโครงการ (สภาวิศวกร. มปป.)

การประเมินราคาโครงการ (Project Cost Estimation) คือ การประเมินต้นทุน กำไร และราคาเสนอขายของโครงการซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนของแผนงานในโครงการที่จัดทำขึ้น โดยแต่ละขั้นตอนจะกำหนดวันเริ่มต้นและสิ้นสุดโครงการ และดำเนินโครงการภายใต้ระยะเวลา ทรัพยากร และงบประมาณที่กำหนด

ขั้นตอนการประเมินราคาโครงการ มีดังนี้

2.2.1.1 ผู้ประเมินโครงการถอดแบบแผนภาพวงจรเส้นเดียว (Single Line Diagram) เพื่อระบุประเภทและชนิดของอุปกรณ์ ค้นหาค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ราคาอุปกรณ์ ค่าติดตั้ง ค่าจัดส่ง ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

2.2.1.2 ผู้ประเมินโครงการตรวจสอบข้อกำหนดของงานหรือขอบเขตของงานจ้าง (Term of References: TOR) เพื่อประเมินความเป็นไปได้ของการดำเนินโครงการตามลำดับ

2.2.1.3 ผู้ประเมินโครงการลงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับใบรายการแสดงราคาอุปกรณ์รวมหรือใบราคาเสนอขาย (Full Cost Calculation) ตามกลุ่มของรายการอุปกรณ์ที่กำหนดไว้

2.2.1.4 ผู้ประเมินโครงการจัดทำใบเสนอราคา (Quotation) เพื่อส่งให้กับลูกค้า

2.2.2 ลักษณะการประเมินราคาโครงการที่มีดังนี้

2.2.2.1 ประเมินราคาถูกต้องและครบถ้วน

2.2.2.2 ประเมินราคาแล้วเสร็จตามกำหนดเวลาที่ได้รับมอบหมาย

2.2.2.3 รายการและราคาอุปกรณ์ใกล้เคียงกับค่าใช้จ่ายจริง สามารถตรวจสอบได้ และสามารถเข้าใจง่าย

2.2.2.4 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ราคาอุปกรณ์ ค่าติดตั้ง ค่าจัดส่ง ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นสามารถตรวจสอบได้และสามารถเข้าใจง่าย

2.2.3 ข้อมูลที่จำเป็นของการประเมินราคาโครงการ โครงการงานสหกิจศึกษานี้สรุปข้อมูลที่จำเป็นและเกี่ยวข้องกับการประเมินราคาโครงการที่ได้ศึกษาไว้ดังนี้

2.2.3.1 รายละเอียดของระบบไฟฟ้า ได้แก่

- 1) แรงดันไฟฟ้าปกติและสูงสุด
- 2) ความถี่
- 3) ชนิดของระบบการต่อลงดิน

2.2.3.2 รายละเอียดของโครงการในส่วนประกอบและติดตั้ง ได้แก่

- 1) ตำแหน่งติดตั้งภายในหรือภายนอก เพื่อการพิจารณาระดับการป้องกัน (IP Code)
- 2) จำนวนเฟส
- 3) จำนวนบัสบาร์ที่แสดงในแผนภาพวงจรเส้นเดียว
- 4) พิกัดแรงดัน
- 5) พิกัดความถี่
- 6) พิกัดระดับความเป็นฉนวน
- 7) พิกัดกระแสปกติของบัสบาร์และวงจรจ่ายกระแส
- 8) พิกัดกระแสลัดวงจร (Short-time Withstand Current: I_{cw})
- 9) พิกัดระยะเวลาของการเกิดกระแสลัดวงจร (1, 3 วินาที)
- 10) พิกัด Peak Withstand Current
- 11) พิกัดค่าของส่วนประกอบ
- 12) ระดับการป้องกันสำหรับสิ่งห่อหุ้มและการกัน
- 13) แผนภาพวงจรเส้นเดียว

2.2.3.3 รายละเอียดของอุปกรณ์

- 1) ประเภทของอุปกรณ์ทำงาน
- 2) พิกัดแหล่งจ่ายแรงดัน
- 3) พิกัดแหล่งจ่ายความถี่
- 4) ความต้องการกรณีพิเศษ เพื่อความปลอดภัยและการทำงานที่เป็นลำดับขั้นตอน

2.3 แผนภาพวงจรเส้นเดี่ยว (สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย. 2551)

แผนภาพวงจรเส้นเดี่ยว (Single Line Diagram) เป็นแผนภาพแสดงวงจรการทำงานของระบบไฟฟ้าโดยใช้เส้นเพียงเส้นเดี่ยวแทนสายไฟทั้งหมดภายในวงจรเพื่อช่วยลดความซับซ้อนของวงจรและทำให้เข้าใจการทำงานมากขึ้น แผนภาพวงจรเส้นเดี่ยวประกอบด้วยสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้แทนอุปกรณ์ในระบบ สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในแผนภาพวงจรเส้นเดี่ยวแสดงดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในแผนภาพวงจรเส้นเดี่ยว

อุปกรณ์	สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า
หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส (Three-phase Transformer)	
เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)	
สวิตช์ตัดวงจร (Switch Disconnecter)	
หม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer)	
หม้อแปลงกระแส (Current Transformer)	
ฟิวส์ (Fuse)	
เครื่องผลิตไฟฟ้า (Generator)	
มอเตอร์ (Motor)	
โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)	
แอมป์มิเตอร์ (Ammeter)	
กั๊บดักฟ้าผ่า (Surge Arrester)	
ไฟแสดงสถานะ (Pilot Lamp)	
การต่อลงดิน (Earth or Ground)	

2.4 โปรแกรม Microsoft Excel (ดวงพร เกียรติคำ. 2560; ภาดล รักทิวี, มปป.; Microsoft. 2020)

โปรแกรม Microsoft Excel เป็นโปรแกรมประเภทสเปรดชีต (Spreadsheet) หรือตารางคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนเริ่มการทำงานต้องสร้างสมุดงาน (Workbook) ซึ่งมีแผ่นงาน (Worksheet) สำหรับการทำงาน ในแต่ละสมุดงานอาจมีแผ่นงานมากกว่า 1 แผ่นงาน ขึ้นกับการกำหนดและการประยุกต์ใช้งาน

2.4.1 ส่วนประกอบของแผ่นงาน (Microsoft. 2020) ได้แก่

2.4.1.1 แถว (Row) พื้นที่ของแถวจากบนลงล่าง

2.4.1.2 คอลัมน์ (Column) พื้นที่ของคอลัมน์จากซ้ายไปขวา

2.4.1.3 เซลล์ (Cell) ช่องตารางที่เป็นจุดตัดระหว่างแถวกับคอลัมน์

2.4.2 การประยุกต์ใช้งาน (ดวงพร เกียรติคำ. 2560) ลักษณะงานที่เหมาะสมกับการใช้ Microsoft Excel ได้แก่ งานด้านบัญชี งานด้านการเงิน งานด้านการวางแผน งานด้านงบประมาณ งานด้านสถิติ และงานด้านวิศวกรรมศาสตร์ เนื่องจากโปรแกรม Microsoft Excel สามารถบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบตัวเลข ตัวอักษร แผนภาพ ตาราง และรายงาน สามารถเชื่อมโยงข้อมูลในไฟล์เดียวกันหรือข้ามไฟล์จึงสามารถนำไปใช้กับงานที่มีการคำนวณหรืองานที่มีการแสดงผลสรุปในรูปแบบต่าง ๆ

2.4.3 การใช้คำสั่งการทำงาน คำสั่งการทำงานในแผ่นงานของโปรแกรม Microsoft Excel แบ่งเป็นคำสั่งพื้นฐาน ได้แก่ สูตร (Formula) ฟังก์ชัน (Function) และคำสั่งแบบประยุกต์ เช่น Data Validation, Visual Basic for Applications (VBA) ดังนี้

2.4.3.1 คำสั่งพื้นฐาน (Microsoft. 2020) ได้แก่ สูตรและฟังก์ชัน ช่วยให้คำนวณและจัดการข้อมูลอย่างสะดวกและรวดเร็ว สูตรจะแตกต่างจากฟังก์ชัน คือ สูตรเป็นการรวมฟังก์ชันเข้าด้วยกัน

1) รูปแบบการใช้งานสูตร จะต้องนำหน้าด้วยเครื่องหมายเท่ากับ “=” ตามด้วยตัวถูกดำเนินการ (Operand) และตัวดำเนินการ (Operator) ตามตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ส่วนประกอบของสูตร (Microsoft. 2020)

ส่วนประกอบ	สัญลักษณ์
ตัวถูกดำเนินการ	
ค่าคงที่ (Constant)	ตัวเลข ตัวอักษร ข้อความ
ชื่อเซลล์ (Cell Name)	ชื่อเซลล์ เช่น A1
ตัวดำเนินการ	
ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Operator)	+ , - , * , / , ^ , % , ()
ตัวดำเนินการทางการเปรียบเทียบ (Comparison Operator)	= , > , < , >= , <= , ><
ตัวดำเนินการทางข้อความ (Text Operator)	& เชื่อมข้อความหรือสูตร, “ ” ระบุข้อความ

2) รูปแบบการใช้งานฟังก์ชัน จะต้องนำหน้าด้วยเครื่องหมายเท่ากับ “=” ตามด้วยชื่อฟังก์ชัน (Function) และตัวถูกดำเนินการหรือส่วนใหญ่่มักเรียกเป็นค่าของข้อมูล (Argument) คือ ค่าที่ต้องการส่งให้ฟังก์ชัน หรือชื่อเซลล์ ตารางที่ 2.10 สรุปฟังก์ชันที่ใช้ในโครงการงานสหกิจศึกษา

ตารางที่ 2.10 ฟังก์ชันที่ใช้ในโครงการงานสหกิจศึกษา (Microsoft. 2020)

ฟังก์ชัน	รูปแบบการเขียน	การทำงาน
TODAY	TODAY()	ส่งกลับค่าวันที่ปัจจุบัน
SUM	SUM(number1,[number2],...) - number1, number2 คือ ค่าตัวเลขในเซลล์หรือช่วงเซลล์	ผลรวมของข้อมูลที่เป็นตัวเลข
SUMPRODUCT	SUMPRODUCT (array1, [array2], [array3], ...) - array1, array2, array3 คือ ช่วงข้อมูลที่ต้องการคูณ	ผลรวมของผลคูณตัวเลข
IF	IF (logical_test,[value_if_true],[value_if_false]) - logical_test คือ เงื่อนไขที่ต้องการทดสอบ - value_if_true คือ ทำเมื่อเป็นจริง - value_if_false คือ ทำเมื่อเป็นเท็จ	เปรียบเทียบระหว่างเงื่อนไขกับสิ่งที่ต้องการ ดังนี้ - ถ้าการเปรียบเทียบเป็นจริงจะให้ผลลัพธ์ที่หนึ่ง - ถ้าการเปรียบเทียบเป็นเท็จจะให้ผลลัพธ์ที่สอง
VLOOKUP	VLOOKUP (lookup_value, table_array, col_index_num, [range_lookup]) - lookup_value คือ ค่าที่ต้องการค้นหา โดยเปรียบเทียบค่าที่เท่ากับข้อมูลในคอลัมน์ซ้ายของตารางที่กำหนด (table_array) - table_array คือ ตารางข้อมูลหรือฐานข้อมูลที่กำหนด โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลจาก lookup_value - col_index_num คือ คอลัมน์ที่ต้องการแสดง โดยนับจากคอลัมน์ซ้ายไปขวาเป็น 1, 2, 3 ตามลำดับ - range_lookup คือ กำหนดค่าการค้นหา แบ่งเป็น 2 กรณี - TRUE หรือ 1 คือ การค้นหาข้อมูลที่ใกล้เคียงกัน - FALSE หรือ 0 คือ การค้นหาข้อมูลที่ตรงกัน	ค้นหาค่าที่ต้องการในตารางหรือช่วงแถวที่ต้องการและแสดงค่าที่สัมพันธ์กับค่าที่ค้นหา
INDEX	INDEX(array, row_num, [column_num]) - array คือ ช่วงเซลล์หรือค่าที่ต้องการแสดง - row_num คือ แถวส่งค่ากลับ - column_num คือ คอลัมน์ส่งค่ากลับ หมายเหตุ: เลือกใช้ column_num หรือ row_num อย่างใดอย่างหนึ่ง	ส่งกลับค่าของเซลล์หรือการอ้างอิงไปยังเซลล์หรือช่วงที่กำหนด

ฟังก์ชัน	รูปแบบการเขียน	การทำงาน
MATCH	MATCH (lookup_value,lookup_array,[match_type]) <ul style="list-style-type: none"> - lookup_value คือ ค่าที่ต้องการค้นหา - lookup_array คือ ช่วงเซลล์ที่กำลังค้นหา - match_type คือ เลขระบุวิธีจับคู่ (ระบุหรือไม่ระบุก็ได้) - 1 หรือ ไม่ระบุ คือ การค้นหาค่าที่มากที่สุดซึ่งน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใน lookup_value และต้องเรียงลำดับจากน้อยไปมาก - 0 คือ การค้นหาค่าแรกที่เท่ากับ lookup_array ซึ่งเรียงลำดับแบบใดก็ได้ - -1 คือ การค้นหาค่าที่น้อยที่สุดซึ่งมากกว่าหรือเท่ากับค่าใน lookup_value และต้องเรียงลำดับจากมากไปน้อย 	ค้นหาค่าที่ระบุในช่วงเซลล์และส่งกลับตำแหน่งที่สัมพันธ์กับผลลัพธ์การค้นหา
ISERROR	ISERROR(value) <ul style="list-style-type: none"> - value คือ ค่าที่ต้องการทดสอบ อ้างอิงไปยังค่าความผิดพลาด เช่น #N/A #VALUE #REF! 	ตรวจสอบค่าความผิดพลาดและส่งค่ากลับเป็น TRUE หรือ FALSE ตามผลลัพธ์
ISNUMBER	ISNUMBER(value) <ul style="list-style-type: none"> - value คือ ค่าที่ต้องการตรวจสอบ อ้างอิงไปยังตัวเลข 	ตรวจสอบตัวเลขและส่งค่ากลับเป็น TRUE หรือ FALSE ตามผลลัพธ์
RANK.EQ	RANK.EQ(number,ref,[order]) <ul style="list-style-type: none"> - number คือ เซลล์ที่ต้องการค้นหาลำดับ - ref คือ กำหนดช่วงตัวเลขหรือการอ้างอิงตัวเลข (ค่าที่ไม่ใช่ตัวเลขใน ref จะถูกละไว้) - order คือ จำนวนที่ระบุการจัดลำดับตัวเลข - 0 หรือละไว้ คือ เรียงลำดับตัวเลขจากมากไปน้อย - 1 คือ เรียงลำดับรายการจากน้อยไปมาก 	ส่งกลับลำดับของเซลล์ที่ต้องการค้นหา
NOT	NOT(logical) <ul style="list-style-type: none"> - logical คือ ค่าหรือเซลล์ที่ต้องการทดสอบว่าเป็น TRUE หรือ FALSE 	กลับค่าของผลลัพธ์หรือปฏิเสธเงื่อนไขที่ระบุ
SEARCH	SEARCH(find_text,within_text,[start_num]) <ul style="list-style-type: none"> - find_text คือ ข้อความที่ต้องการค้นหา - within_text คือ ข้อความอ้างอิง - start_num คือ หมายเลขอักขระที่ต้องการเริ่มการค้นหา (ระบุหรือไม่ก็ได้) 	ค้นหาอักขระของข้อความที่ต้องการค้นหาจากข้อความอ้างอิงและส่งกลับตัวเลขที่เป็นตำแหน่งของอักขระข้อความอ้างอิง
OFFSET	OFFSET(reference,rows,cols,[height], [width]) <ul style="list-style-type: none"> - reference คือ ตำแหน่งอ้างอิงเริ่มต้น - row คือ จำนวนของแถวที่ต้องการเลื่อนขึ้นลง - cols คือ จำนวนคอลัมน์ที่ต้องการเลื่อนไปทางด้านซ้ายหรือขวา 	ส่งกลับการอ้างอิงจำนวนแถวและคอลัมน์ที่ระบุจากเซลล์หรือช่วงเซลล์

ฟังก์ชัน	รูปแบบการเขียน	การทำงาน
	<ul style="list-style-type: none"> - height คือ ความสูงเป็นจำนวนของแถวที่ต้องการให้ส่งกลับ - width คือ ความกว้างเป็นจำนวนของคอลัมน์ที่ต้องการให้ที่ส่งกลับ 	
ROUNDUP	ROUNDUP(number, num_digits) <ul style="list-style-type: none"> - number คือ จำนวนจริงที่ต้องการปัดเศษ - num_digits คือ จำนวนหลักทศนิยมที่ต้องการปัดเศษ - มากกว่า 0 ตัวเลขจะถูกปัดเศษขึ้นตามตำแหน่งทศนิยมที่ระบุ - 0 จำนวนจะถูกปัดเศษขึ้นให้เป็นจำนวนเต็มทีใกล้เคียงที่สุด - น้อยกว่า 0 จำนวนจะถูกปัดเศษขึ้นทางซ้ายของตำแหน่งทศนิยม 	การปัดเศษจำนวนจริง

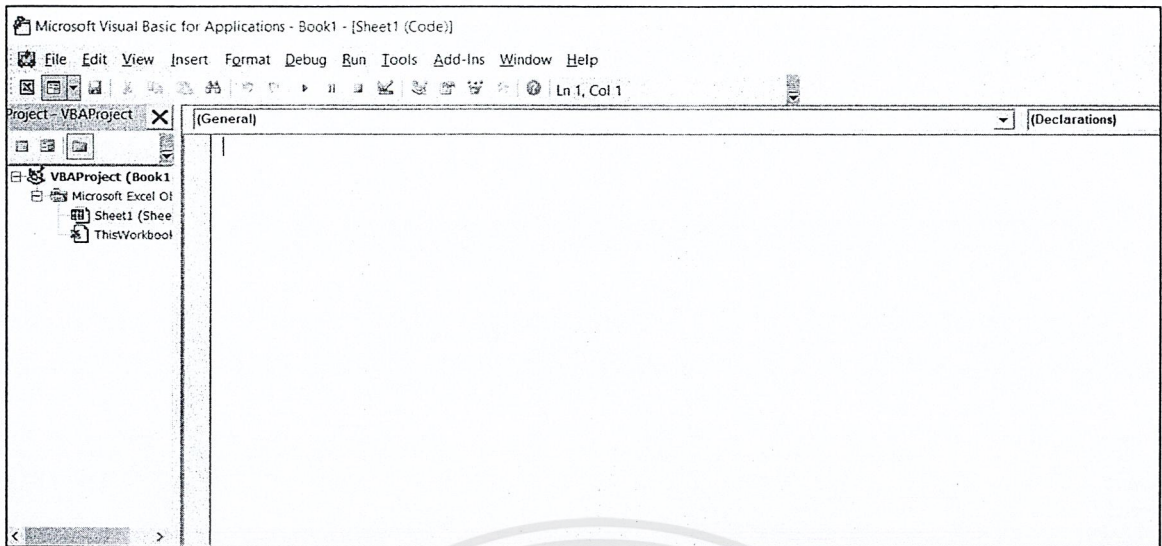
2.4.3.2 คำสั่งแบบประยุกต์ เช่น Data Validation, Visual Basic for Applications (VBA) ช่วยทำให้การทำงานสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

1) Data Validation (Microsoft. 2020) เป็นการตรวจสอบข้อมูลโดยระบุประเภทข้อมูลตามเงื่อนไขความต้องการเพื่อความถูกต้องของข้อมูล คำสั่งที่พบใน Data Validation มีดังนี้

- ก. Any Value (ค่าใดๆ) คือ ตัวเลขหรือข้อความ
- ข. Whole Number (จำนวนเต็ม) คือ ตัวเลขจำนวนเต็มตามที่กำหนด
- ค. Decimal (ทศนิยม) คือ ตัวเลขที่มีจำนวนทศนิยมตามที่กำหนด
- ง. List (รายการ) คือ ค่าจากรายการที่กำหนด
- จ. Date (วันที่) คือ ค่าตามช่วงวันที่ที่กำหนด
- ฉ. Time (เวลา) คือ ค่าตามช่วงเวลาที่กำหนด
- ช. Text Length (ความยาวข้อความ) คือ ความยาวของข้อความที่กำหนด
- ซ. Custom (กำหนดเอง) คือ กำหนดค่าเอง เช่น สูตรคำนวณ

โครงการสหกิจศึกษานี้ ใช้คำสั่ง List หรือรายการใน Data Validation เพื่อสร้างรายการดรอปดาวน์ (Dropdown) ในการเลือกข้อมูลที่ต้องการ

2) Visual Basic for Applications (VBA) (ภาวต รักษ์ทวี, มปป.) เป็นการสร้างคำสั่งการทำงานตามเงื่อนไขความต้องการเพื่อช่วยในการทำงานที่ซับซ้อนและลดความผิดพลาด การสร้างคำสั่ง VBA ทำได้ในหน้าต่าง Visual Basic Editor (รูปที่ 2.3) และสามารถทำได้ 2 วิธี คือ การเขียนคำสั่ง VBA และการบันทึกคำสั่ง VBA (ตารางที่ 2.11)



รูปที่ 2.3 หน้าต่าง Visual Basic Editor สำหรับการสร้างคำสั่ง VBA

รายละเอียดโดยละเอียดของการสร้างคำสั่ง VBA สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ <https://support.office.com/th-th/article/ทำงานแบบอัตโนมัติด้วยตัวบันทึกแมโคร-974ef220-f716-4e01-b015-3ea70e64937b>

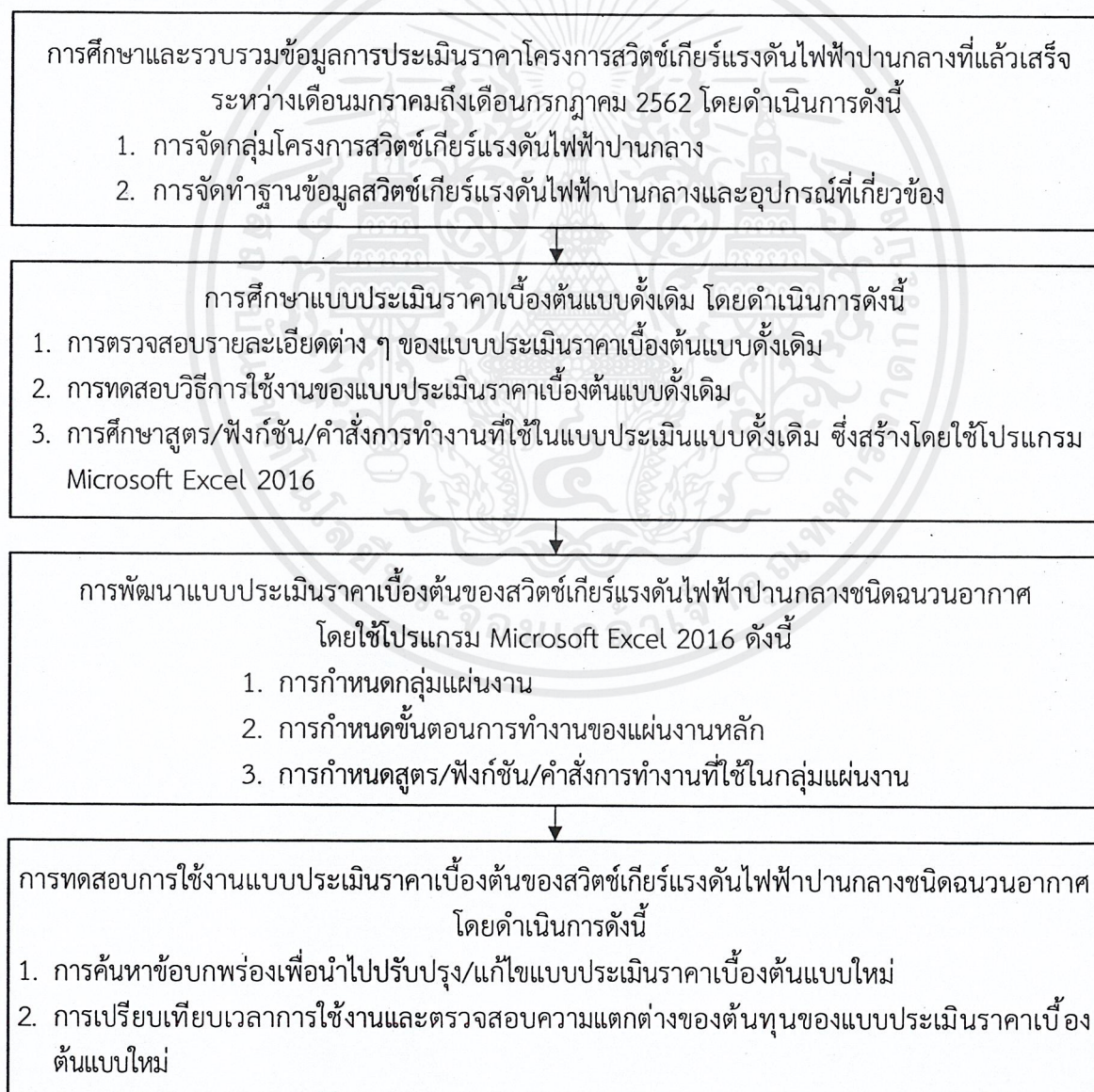
ตารางที่ 2.11 การสร้างคำสั่ง VBA (Microsoft. 2020)

รายการ	การเขียนคำสั่ง	การบันทึกคำสั่ง
การทำงาน	เขียนคำสั่งการทำงาน	บันทึกการทำงานที่ต้องการ
1. เรียกใช้คำสั่งแมโคร	วิธีที่เรียกใช้คำสั่งแมโคร เช่น การใช้แป้นพิมพ์ลัด วัตถุกราฟิก แถบเข้าถึงด่วน ปุ่ม สมุดงาน	
2. แก้ไขคำสั่งแมโคร	ใช้ Visual Basic Editor เพื่อแก้ไขคำสั่งแมโครที่แนบอยู่กับสมุดงาน	
3. กำหนดคำสั่งแมโครให้กับปุ่ม	กำหนดคำสั่งแมโครให้กับไอคอนกราฟิก แล้วเพิ่มลงในแถบเข้าถึงด่วน หรือ Ribbon	
ข้อดี	<ul style="list-style-type: none"> - การทำงานมีความยืดหยุ่น เช่น เขียนคำสั่งตามความต้องการของผู้ใช้งาน - ลดการทำงานซ้ำ - สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - การสร้างคำสั่งง่าย - ลดการทำงานซ้ำ - ลดเวลาการทำงาน
ข้อจำกัด	<ul style="list-style-type: none"> - การเขียนคำสั่งมีหลายขั้นตอน 	<ul style="list-style-type: none"> - การทำงานมีความยืดหยุ่นต่ำ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

การพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ ได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลการดำเนินงานจากแผนกประเมินราคาสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง (Tendering Department: Medium Voltage Switchgear) และแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง (Sales Department: Medium Voltage Switchgear) ฝ่าย Distribution Solutions หน่วยบริหารธุรกิจ Electrification Business (EL) ของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งทำหน้าที่ประเมินราคาและขาย สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางตามลำดับ ขั้นตอนการศึกษาการพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นของ สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ (รูปที่ 3.1) มีดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษาของโครงการสหกิจศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลการประเมินราคาโครงการสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง

การศึกษาและรวบรวมข้อมูลการประเมินราคาโครงการสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางจะใช้ข้อมูลโครงการที่ผ่านการประเมินราคาแล้วเสร็จและราคาเป็นที่ยอมรับของลูกค้าซึ่งอยู่ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2562 เพื่อจัดกลุ่มสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางตามเกณฑ์การจัดกลุ่มที่กำหนด และจัดทำฐานข้อมูลสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.1.1 การจัดกลุ่มโครงการสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง ใช้เกณฑ์ 7 ข้อ ตามลำดับ ได้แก่

3.1.1.1 ชื่อโครงการ (Project)

3.1.1.2 ชื่อผู้ซื้อ (Customer)

3.1.1.3 ชื่อเจ้าของโครงการหรือผู้รับสินค้า (End Customer/Owner)

3.1.1.4 ชนิดของสวิตช์เกียร์ (SWGR Type) ได้แก่ สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ และสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนก๊าซ

3.1.1.5 พิกัดการทำงานของสวิตช์เกียร์ (MBB(A)) ได้แก่ พิกัดแรงดัน กระแสเบสบาร์ และกระแสลัดวงจร

3.1.1.6 ราคาโครงการสุทธิ (Total Price)

3.1.1.7 ราคาอุปกรณ์

3.1.2 การจัดทำฐานข้อมูลสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เมื่อจัดกลุ่มสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางตามข้อ 3.1.1 จะทราบชนิดของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางที่เป็นที่นิยมของตลาด จากนั้นจะจัดทำฐานข้อมูลที่มีรายละเอียดของข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลที่รวบรวมและจัดเก็บในฐานข้อมูลสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

อุปกรณ์	ข้อมูลทั่วไป			ข้อมูลเชิงเทคนิค
	ชื่อผู้ผลิต	รุ่น	ราคา	
สวิตช์เกียร์	✓	✓	✓	พิกัดแรงดัน กระแสเบสบาร์ และกระแสลัดวงจร
เซอร์กิตเบรกเกอร์	✓	✓	✓	พิกัดแรงดัน กระแสเบสบาร์ และกระแสลัดวงจร มาตรฐาน IEC
คอนแทกเตอร์	✓	✓	✓	พิกัดแรงดัน กระแสเบสบาร์ และกระแสลัดวงจร มาตรฐาน IEC
รีเลย์ป้องกัน	✓	✓	✓	-
หม้อแปลงเครื่องมือวัด	✓	✓	✓	พิกัดแรงดัน กระแสเบสบาร์ และกระแสลัดวงจร
เครื่องมือวัด	✓	✓	✓	-
อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	✓	✓	✓	-

หมายเหตุ ตัวอย่างข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องแสดงในภาคผนวก ก

3.2 การศึกษาแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม

แผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง ฝ่าย Distribution Solutions หน่วยบริหารธุรกิจ EL ของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ใช้งานแบบประเมินราคา (Price Estimating Template) ในการคำนวณต้นทุน กำไร และราคาเสนอขายของโครงการก่อนที่จะเสนอราคาต่อลูกค้า แบบประเมินราคาแบ่งเป็น (1) แบบประเมินราคาเบื้องต้น (Budgetary Price Estimating Template) ซึ่งแสดงต้นทุน กำไร และราคาเสนอขายโครงการที่ใกล้เคียงกับราคาจริงของโครงการตามความต้องการของลูกค้า และ (2) แบบประเมินราคาแบบละเอียด (Firm Price Estimating Template) ซึ่งแสดงราคาจริงของโครงการตามความต้องการของลูกค้า อย่างไรก็ตามโครงการงานสหกิจศึกษานี้ จะพัฒนาเฉพาะแบบประเมินราคาเบื้องต้นเท่านั้น เนื่องจากทางแผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางพอใจกับการใช้งานแบบประเมินราคาแบบละเอียดแล้ว

การศึกษาแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมที่ใช้งานของแผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง เพื่อค้นหาข้อบกพร่องและลดเวลาในการใช้งานแบบประเมินราคา โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.2.1 การตรวจสอบรายละเอียดต่าง ๆ ของแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม เช่น รูปแบบการจัดเรียงแผ่นงาน ข้อมูลต่าง ๆ ในแผ่นงาน รูปแบบการจัดเรียงข้อมูลในแผ่นงาน

3.2.2 การทดสอบวิธีการใช้งานของแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม เช่น การกรอกข้อมูลลำดับของการแสดงข้อมูล ผลลัพธ์การทำงาน

3.2.3 การศึกษาสูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงานที่ใช้ในแบบประเมินแบบดั้งเดิม ซึ่งสร้างโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016

3.3 การพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ

เมื่อศึกษาและรวบรวมข้อมูลโครงการสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางและแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมแล้ว จะทราบชนิดของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางที่เป็นที่นิยมของตลาดและพบข้อบกพร่องสำหรับใช้ในการปรับปรุง/แก้ไขแบบประเมินราคาเบื้องต้นตามลำดับ โครงการงานสหกิจศึกษาจึงมีจุดประสงค์ในการพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ (Budgetary Price Estimating Template on Air-insulated Medium Voltage Switchgears) หรือเรียกว่า “แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่” ซึ่งเป็นแบบประเมินที่จัดทำใหม่โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 สำหรับการใช้งานในแผนกประเมินราคาสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางของ บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด

ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่ มีดังนี้

3.3.1 การกำหนดกลุ่มแผ่นงาน กลุ่มแผ่นงาน ได้แก่ แผ่นงานหลัก (Worksheet) และแผ่นงานฐานข้อมูล (Database Worksheet) ได้รับการปรับปรุงและแก้ไข ได้แก่

3.3.1.1 แผ่นงานหลัก เป็นแผ่นงานที่ถูกกำหนดสูตร (Formula) ฟังก์ชัน (Function) และ/หรือคำสั่งการทำงาน เพื่อใช้งานข้อมูลจากแผ่นงานฐานข้อมูล และแสดงผลการทำงานของงานในส่วนแผ่นงานนั้น ๆ ทั้งนี้แผ่นงานหลักในแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่จะถูกออกแบบให้มีโครงสร้างการทำงานและการใช้งานคล้ายกับแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมตามข้อ 3.2.1 โดยแบ่งเป็น 3 แผ่นงานหลัก (ตารางที่ 3.2) เพื่อความง่ายต่อการใช้งาน

3.3.1.2 แผ่นงานฐานข้อมูล เนื่องจากแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมไม่มีแผ่นงานฐานข้อมูล ทำให้ผู้ใช้งานต้องกรอกข้อมูลด้วยตนเอง และอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการกรอก (Human Error) ดังนั้นจึงมีการเพิ่มแผ่นงานฐานข้อมูลในแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่ โดยนำข้อมูลจากข้อ 3.1.2 และข้อ 3.2.1 มาสร้างแผ่นงานฐานข้อมูล โดยแบ่งเป็น 5 แผ่นงานฐานข้อมูล (ตารางที่ 3.2) เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน

ตารางที่ 3.2 กลุ่มแผ่นงานในแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่

กลุ่มแผ่นงาน	การทำงาน
1. แผ่นงานหลัก	
(1) แผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ (Input & Material)	การกรอกข้อมูลโครงการ
	การเลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์
	การแสดงราคาสวิตช์เกียร์โดยอัตโนมัติ
	การบันทึกหรือล้างข้อมูล
(2) แผ่นงานราคาเสนอขาย (Full Cost Calculation)	การกรอกราคาเสนอขาย
	การอ้างอิงต้นทุนของโครงการโดยอัตโนมัติ
	การคำนวณกำไรของโครงการ
(3) แผ่นงานใบเสนอราคา (Quotation)	การอ้างอิงรายการอุปกรณ์โดยอัตโนมัติ
	การอ้างอิงราคาเสนอขายโดยอัตโนมัติ
	การคัดลอกใบเสนอราคาสุทธิ
2. แผ่นงานฐานข้อมูล	
(1) แผ่นงานฐานข้อมูลราคาจัดส่งสินค้า (Std Price)	ข้อมูลสถานที่และราคาจัดส่งสินค้า
(2) แผ่นงานฐานข้อมูลสวิตช์เกียร์ (Data SWG (ABB))	ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์

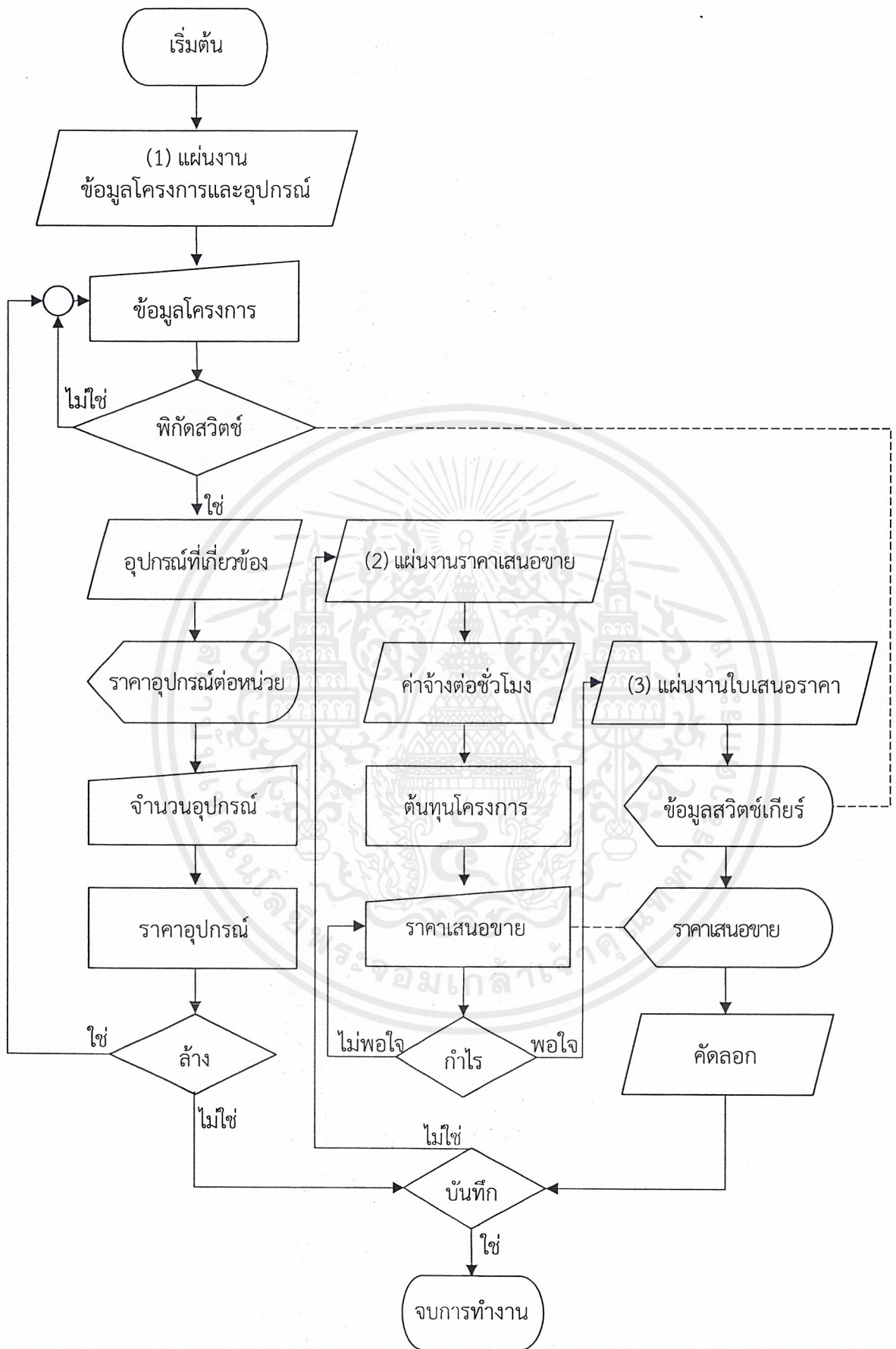
กลุ่มแผนงาน	การทำงาน
(3) แผนงานฐานข้อมูลอุปกรณ์ของกลุ่มบริษัทเอบีบี (Data ABB Supplier)	ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของเซอร์กิตเบรกเกอร์
	ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของคอนแทกเตอร์
	ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของรีเลย์ป้องกัน
(4) แผนงานฐานข้อมูลอุปกรณ์ของผู้ผลิตภายนอก (Data Third Party Supplier)	ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของหม้อแปลงเครื่องมือวัด
	ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของเครื่องมือวัด
	ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของอุปกรณ์ทดสอบ
(5) แผนงานชุดข้อมูล (Database)	ข้อมูลของโครงการที่ใช้ในการสร้างรายการตรวจรอบดาวน

3.3.2 การกำหนดขั้นตอนการทำงานของแผนงานหลัก การทำงานของแผนงานหลักมีลำดับการทำงาน (รูปที่ 3.2) ดังนี้

3.3.2.1 ลำดับที่ 1 ให้เริ่มที่ (1) แผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลโครงการ เลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์ และคำนวณราคาอุปกรณ์ตามสูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงานที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติ รายละเอียดของผังงานแสดงลำดับการทำงานของรายการตรวจรอบดาวนสำหรับข้อมูลโครงการและอุปกรณ์แสดงในภาคผนวก ข

3.3.2.2 ลำดับที่ 2 ให้ไปที่ (2) แผนงานราคาเสนอขาย ผู้ใช้งานกรอกราคาเสนอขาย แต่ไม่ต้องกรอกต้นทุนเนื่องจากแผนงานราคาเสนอขายจะอ้างอิงต้นทุนจากแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ รวมผลลัพธ์ของต้นทุนทั้งหมด เช่น ค่าจ้างต่อชั่วโมง ค่าประกันสินค้า และค่าจัดส่งสินค้า รวมถึงคำนวณกำไรของโครงการตามสูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงานที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติ

3.3.2.3 ลำดับที่ 3 ให้ไปที่ (3) แผนงานใบเสนอราคา ผู้ใช้งานสามารถเสนอราคาสุทธิ (Net Sales Value) แก่ลูกค้า โดยใช้ผลลัพธ์การประเมินราคาเบื้องต้นโดยอัตโนมัติ ได้แก่ ราคาเสนอขายซึ่งอ้างอิงจากแผนงานเสนอราคาขาย และรายการสินค้าซึ่งอ้างอิงจากแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์โดยอัตโนมัติ



รูปที่ 3.2 ผังงานแสดงลำดับการทำงานของแผนงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การกำหนดสูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงานที่ใช้ในกลุ่มแผ่นงาน ตารางที่ 3.3 สรุปสูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงานทั้งหมดที่ใช้ในกลุ่มแผ่นงาน รายละเอียดของรูปแบบการใช้งานสูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งแสดงในภาคผนวก ค

ตารางที่ 3.3 สูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงานที่ใช้ในกลุ่มแผ่นงาน

สูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงาน	การทำงาน
1. แผ่นงานหลัก	
(1) แผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์	
Data Validation*	แสดงผลลัพธ์การค้นหาข้อมูลจากแผ่นงานฐานข้อมูล
TODAY	แสดงวันที่ทำการเปลี่ยนแปลงหรือกรอกข้อมูล
VLOOKUP, SUM, SUMPRODUCT, และ IF	แสดงราคาข้อมูลที่ถูกเลือกจากผลลัพธ์การค้นหาโดยอัตโนมัติ
สูตรการคำนวณ	แสดงผลลัพธ์การคำนวณราคา
การล้างข้อมูล*	ล้างข้อมูลที่กำหนดไว้จากการสร้างคำสั่ง Visual Basic for Application (VBA)
การบันทึกข้อมูล*	บันทึกข้อมูลแผ่นงานทั้งหมดจากการสร้างคำสั่ง VBA
(2) แผ่นงานราคาเสนอขาย	
สูตรการคำนวณ, SUM และ ROUNDUP	แสดงผลลัพธ์การคำนวณราคา
การอ้างอิงข้อมูล*	แสดงข้อมูลจากแผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์โดยอัตโนมัติ
(3) แผ่นงานใบเสนอราคา	
การอ้างอิงข้อมูล*	แสดงข้อมูลจากแผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ และแผ่นงานราคาเสนอขายโดยอัตโนมัติ
การคัดลอกข้อมูล*	คัดลอกข้อมูลแผ่นงานจากการสร้างคำสั่ง VBA
2. แผ่นงานฐานข้อมูล	
(4) แผ่นงานฐานข้อมูลราคาจัดส่งสินค้า	
(5) แผ่นงานฐานข้อมูลสวิตซ์เกียร์	
(6) แผ่นงานฐานข้อมูลอุปกรณ์ของกลุ่มบริษัทเอบีบี	
(7) แผ่นงานฐานข้อมูลอุปกรณ์ของผู้ผลิตภายนอก	
(8) แผ่นงานชุดข้อมูล	
ISNUMBER และ SEARCH	ค้นหาข้อมูลที่ตรงตามความต้องการ
IF และ ROW	แสดงแถวที่พบข้อมูล
RANK.EQ	เรียงลำดับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงาน	การทำงาน
INDEX และ MATCH	แสดงชื่ออุปกรณ์ที่พบ
NOT และ ISERROR	ตรวจสอบจำนวนที่พบ
OFFSET และ SUM	แสดงข้อมูลที่พบทั้งหมด

หมายเหตุ * หมายถึง คำสั่งการทำงาน

3.4 การทดสอบการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ

ขั้นตอนการทดสอบการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศหรือ “แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่” กำหนดให้พนักงานแผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด เป็นผู้ดำเนินการทดสอบ โดยแบ่งการทดสอบเป็น 2 ครั้ง และสรุปรายละเอียดการทดสอบการใช้งานในตารางที่ 3.4 ดังนี้

3.4.1 การทดสอบการใช้งานครั้งที่ 1 เพื่อค้นหาข้อบกพร่องเพื่อนำไปปรับปรุง/แก้ไขแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่

3.4.2 การทดสอบการใช้งานครั้งที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบเวลาการใช้งาน และตรวจสอบความแตกต่างของต้นทุนในแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่

ตารางที่ 3.4 การทดสอบการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่

รายการ	การทดสอบ	
	1	2
วัตถุประสงค์	ค้นหาข้อบกพร่องเพื่อนำไปปรับปรุง/แก้ไขแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่	เปรียบเทียบเวลาการใช้งาน และตรวจสอบความแตกต่างของต้นทุนในแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่
โครงการ	โครงการสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ ที่พิกัดแรงดัน 12 และ 24 kV	
	โครงการที่ผ่านการประเมินราคาเบื้องต้นและแล้วเสร็จระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2562	โครงการที่ยังไม่ผ่านการประเมินราคาเบื้องต้น
	2 โครงการ	3 โครงการ
ผู้ทดสอบ	พนักงานแผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง	
	2 คน	3 คน
แบบประเมินราคาเบื้องต้น	แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่	- แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม - แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่

รายการ	การทดสอบ	
	1	2
ขั้นตอนการทดสอบ	ศึกษาแผนภาพวงจรเส้นเดี่ยว (Single Line Diagram)	
	ประเมินราคาตามผังงานแสดงลำดับการทำงานของแผนงานหลัก (รูปที่ 3.2)	
	<ul style="list-style-type: none"> - สัมภาษณ์ผู้ทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่อง - รวบรวมข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง/แก้ไข - ดำเนินการปรับปรุง/แก้ไข 	<ul style="list-style-type: none"> - บันทึกเวลาการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมและแบบใหม่ - บันทึกต้นทุนที่ได้จากแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมและแบบใหม่ - เปรียบเทียบเวลาการใช้งานและความแตกต่างของต้นทุนในแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมและแบบใหม่
สิ่งที่ได้รับ	แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่ที่สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่ที่สะดวก ง่าย รวดเร็ว และให้ราคาสุทธิที่ลูกค้าพึงพอใจ

บทที่ 4

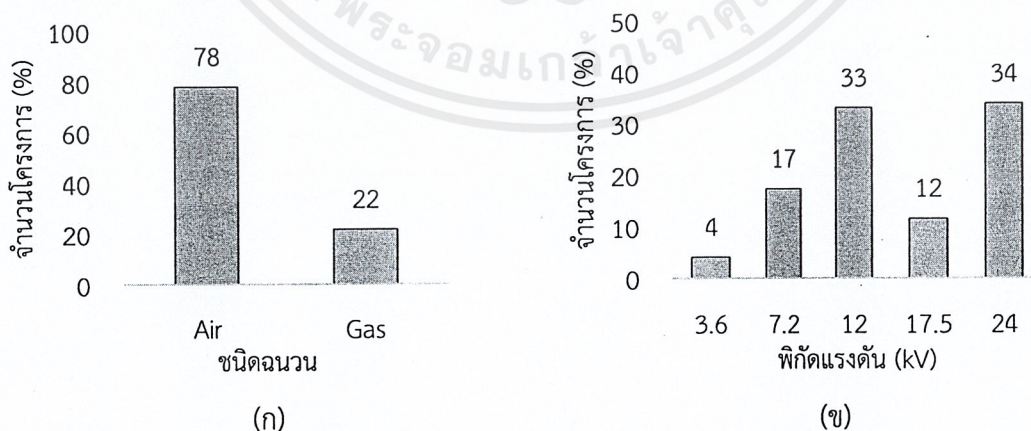
ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

ปัจจุบันแผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง ฝ่าย Distribution Solutions หน่วยบริหารธุรกิจ EL ของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด มีการใช้งานแบบประเมินราคาเพื่อคำนวณต้นทุน กำไร และราคาเสนอขายของโครงการก่อนที่จะเสนอราคาและดำเนินการขายต่อลูกค้า อย่างไรก็ตามแบบประเมินราคาเบื้องต้นที่ใช้งานอยู่หรือเรียกว่า “แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม” มีข้อบกพร่อง เช่น ความซับซ้อนของการกรอกข้อมูล ความยุ่งยากในการใช้งาน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อ การประเมินราคา และทำให้เกิดความเสียหายทางธุรกิจได้

โครงการสหกิจศึกษานี้ จึงมุ่งพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นหรือเรียกว่า “แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่” เนื่องจากเป็นแบบประเมินราคาที่ใช้แสดงราคาเสนอขายโครงการในเบื้องต้น ราคาเสนอขายจึงต้องใกล้เคียงกับราคาจริงของโครงการและเป็นไปตามความต้องการของลูกค้า ทั้งนี้แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่จะต้องลดเวลาที่ใช้ในการประเมินราคาและราคาที่ได้ต้องแม่นยำ เพื่อให้เกิดผลบวกทางธุรกิจ

4.1 ข้อมูลการประเมินราคาโครงการสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง

ข้อมูลการประเมินราคาโครงการสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งศึกษาและรวบรวมจากโครงการที่ผ่านการประเมินราคาแล้วเสร็จและราคาเป็นที่ยอมรับของลูกค้า ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2562 แสดงถึงความนิยมของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ (Air-insulated Medium Voltage Switchgear) ที่พิกัดแรงดัน 12 และ 24 kV ดังรูปที่ 4.1 (ก) และ (ข) ตามลำดับ



รูปที่ 4.1 โครงการสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางที่ผ่านการประเมินราคาแล้วเสร็จ ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2562 (ก) ชนิดฉนวน และ (ข) พิกัดแรงดัน

4.2 ผลการศึกษาแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม

แบบประเมินราคาที่ใช้ในงานในแผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง ฝ่าย Distribution Solutions หน่วยบริหารธุรกิจ EL ของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด แบ่งเป็น (1) แบบประเมินราคาเบื้องต้น และ (2) แบบประเมินราคาแบบละเอียด เนื่องจากทางแผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางพอใจกับแบบประเมินราคาแบบละเอียด

โครงการสหกิจศึกษานี้ มุ่งพัฒนาเฉพาะแบบประเมินราคาเบื้องต้นเท่านั้น และพบว่าแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมซึ่งสร้างโดยโปรแกรม Microsoft Excel 2016 ประกอบด้วยแผ่นงานหลัก 3 ชนิด ได้แก่ (1) แผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ (Input & Material), (2) แผ่นงานราคาเสนอขาย (Full Cost Calculation) และ (3) แผ่นงานใบเสนอราคา (Quotation) ผลการศึกษาแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมสรุปในตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม

รายการ	ผลของการศึกษา
แผ่นงานหลัก	<ul style="list-style-type: none">- ไม่จัดกลุ่มและเรียงลำดับการใช้งานอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์ตามที่ระบุในแผ่นงานหลักแต่ละชนิด- ไม่มีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแผ่นงานหลักทั้ง 3 ชนิด หรือมีการเชื่อมโยงแต่ไม่ครบถ้วน- พบความซ้ำซ้อนของข้อมูลในแผ่นงานหลักแต่ละชนิด- ขาดการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน เช่น ค่าจ้างต่อชั่วโมง ค่าประกันสินค้า และค่าจัดส่งสินค้า
การทำงานและแสดงผลการทำงานของ	<ul style="list-style-type: none">- การกรอกข้อมูลในแผ่นงานหลัก: เนื่องจากไม่มีการจัดทำแผ่นงานฐานข้อมูลในแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม ทำให้ผู้ใช้งานต้องกรอกข้อมูลด้วยตนเองทั้งหมดซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าและอาจก่อให้เกิดความผิดพลาด (Human Error) ในกรณีที่เป็นการกรอกข้อมูลจำนวนมาก- การแสดงผลการทำงานของ: แผ่นงานหลักสามารถแสดงข้อมูลโดยอัตโนมัติ ดังนี้<ol style="list-style-type: none">(1) แผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ แสดงผลการคำนวณต้นทุนของโครงการโดยอัตโนมัติ(2) แผ่นงานราคาเสนอขาย แสดงผลการคำนวณต้นทุนและกำไรของโครงการโดยอัตโนมัติ(3) แผ่นงานใบเสนอราคา แสดงผลการคำนวณราคาสุทธิของโครงการโดยอัตโนมัติ

รายการ	ผลของการศึกษา
	- การบันทึกหรือล้างข้อมูลในแผ่นงานหลัก: ผู้ใช้งานต้องบันทึกชื่อโครงการด้วยตนเอง หรือล้างข้อมูลที่ละเซลล์/แถวในแผ่นงานหลัก
สูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงาน	- พบสูตรการคำนวณ ได้แก่ บวก ลบ คูณ และหาร - พบฟังก์ชัน ได้แก่ SUM ในการรวมราคาต้นทุน - ไม่พบการใช้คำสั่งการทำงาน

4.3 การใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ

แบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ หรือเรียกว่า “แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่” ซึ่งพัฒนาโดยโปรแกรม Microsoft Excel 2016 ประกอบด้วยแผ่นงานหลัก (Worksheet) และแผ่นงานฐานข้อมูล (Database Worksheet)

4.3.1 แผ่นงานหลัก ผู้ใช้งานจะดำเนินการประเมินราคาเบื้องต้นโดยใช้แผ่นงานหลักเท่านั้น เนื่องจากแผ่นงานหลักเป็นแผ่นงานที่แสดงหน้าการทำงานและแสดงผลการทำงานของ การประเมินราคาเบื้องต้น โดยแบ่งเป็น 3 แผ่นงาน ได้แก่ แผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ (Input & Material) แผ่นงานราคาเสนอขาย (Full Cost Calculation) และแผ่นงานใบเสนอราคา (Quotation) ได้แก่

4.3.1.1 แผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ ผู้ใช้งานจะใช้งานแผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ ดังนี้

1) การกรอกข้อมูลโครงการ ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลโครงการเฉพาะส่วนข้อมูลที่กำหนดให้กรอกเองเท่านั้น เช่น Project Name, Customer Name

ตำแหน่งและรายละเอียดของข้อมูลที่ ต้องกรอกเองและข้อมูลที่ แสดงโดยอัตโนมัติในส่วนข้อมูลโครงการในแผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ระบุในเส้นประและเส้นทึบของรูปที่ 4.2 และระบุในข้อ 1. และข้อ 2. ของตารางที่ 4.2 ตามลำดับ

UniGear ZS1			
Project name :		Customer Name :	
Tender/Sales :		End Customer :	
Date:		Product Type :	UG ZS1 . ()kV A kA/sec 0 pn.
		Area / Place:	Ladkrabang
		Site Province:	Bangkok
		Country:	Thailand
Rated Voltage			kV
Main busbar			A
Fault duration			kA
			sec

รูปที่ 4.2 ส่วนข้อมูลโครงการในแผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดข้อมูลโครงการในแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์

ข้อมูล	รายละเอียด
1. ข้อมูลที่ต้องกรอกเอง	
ชื่อโครงการ (Project name)	ชื่อโครงการ
พนักงานประเมินราคาหรือพนักงานขาย (Project name)	ชื่อพนักงานประเมินราคาหรือชื่อพนักงานขาย
ผู้ซื้อสินค้า/ลูกค้า (Customer Name)	ชื่อบริษัทที่ติดต่อซื้อสินค้า
ผู้รับสินค้า (End Customer)	ชื่อบริษัทที่รับสินค้าหรือเจ้าของโครงการ
พื้นที่ติดตั้ง (Area/Place)	สถานที่ที่ติดตั้งสินค้านี้ระดับเขต/อำเภอ และแขวง/ตำบล
เมืองที่ติดตั้ง (Site Province)	สถานที่ที่ติดตั้งสินค้านี้ระดับจังหวัด/เมือง
ประเทศที่ติดตั้ง (Country)	สถานที่ติดตั้งสินค้านี้ระดับประเทศ
พิกัดสวิทซ์เกียร์ (Rated)	พิกัดการทำงานของสวิทซ์เกียร์ ได้แก่ 1. พิกัดแรงดัน 2. พิกัดกระแสของบัสบาร์ 3. พิกัดกระแสลัดวงจร
2. ข้อมูลที่แสดงโดยอัตโนมัติ	
วันที่ (Date)	วันที่ทำการเปลี่ยนแปลงหรือกรอกข้อมูล
ชนิดสินค้า (Product Type)	รุ่น พิกัดการทำงานของสวิทซ์เกียร์ และจำนวนของสวิทซ์เกียร์

2) การเลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิทซ์เกียร์ เมื่อผู้ใช้งานกรอกข้อมูลโครงการครบถ้วนแล้ว ผู้ใช้งานสามารถเลือกอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิทซ์เกียร์จากรายการดรอปดาวน์ที่สร้างขึ้นในส่วนการเลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิทซ์เกียร์ตามที่แสดงในเส้นประชนิดเหลี่ยมของรูปที่ 4.3 สำหรับเส้นทึบและเส้นประชนิดกลมในรูปที่ 4.3 หมายถึง ผลลัพธ์การแสดงราคาต่อหน่วยโดยอัตโนมัติจากการเลือกรายการดรอปดาวน์ข้างต้น และส่วนที่ผู้ใช้งานกรอกจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องตามลำดับ ตัวอย่างการเลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิทซ์เกียร์จากรายการดรอปดาวน์แสดงดังตารางที่ 4.3

ในกรณีที่ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลพิกัดอุปกรณ์ไม่ครบถ้วน จะไม่สามารถเลือกอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิทซ์เกียร์ได้

Fault duration			kA			Incoming 1	Incoming 2	Outgoing 1	Outgoing 2	Outgoing 3	QTY
SUPPLIER	DESCRIPTION	UNIT COST (THB)	ORDERING CODE	DISCOUNT							
MATERIAL COST (From ABB Supplier)											
1.UG ZS1 - 1000 A kA/sec											
ABB	Incoming 1	XXX				1					
ABB	Incoming 2	XXX					1				
ABB	Outgoing 1	XXX						1			
ABB	Outgoing 2	XXX							1		
ABB	Outgoing 3	XXX								1	
CB (VD4/H)											
ABB	Circuit Breaker	XXX									
Contactor											
ABB	Contactor	XXX									
ABB	Window ZCT	XXX									
Relay											
ABB	Protection Relay	XXX									
TOTAL											
MATERIAL COST (From Third parties)											
ALCE(VT)	Voltage Trans.	XXX									
ALCE(CT)	Current Trans.	XXX									
Meter											
Meter 1	Ammeter										
TOTAL											
MATERIAL COST (From Stock)											
THABB	SWITCHES	2				1	1	1	1	1	
THABB	INDICATORS	3				1	1	1	1	1	
THABB	MCE	4				1	1	1	1	1	

รูปที่ 4.3 ส่วนการเลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์ในแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างการเลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์จากรายการตรวจรอบดาว

ลำดับ	การเลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์
	อุปกรณ์ของกลุ่มบริษัทเอบีบี
1	เลือกประเภทการทำงานของสวิตช์เกียร์ เช่น ด้านรับไฟฟ้าเข้า (Incoming) ด้านจ่ายไฟฟ้าออก (Outgoing)
2	แสดงราคาต่อหน่วยของสวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยอัตโนมัติ
3	ระบุจำนวนสวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
4	เลือกอุปกรณ์ตัดต่อวงจร เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ คอนแทกเตอร์ ยกเว้นในกรณีที่สวิตช์เกียร์มีอุปกรณ์ตัดต่อวงจรอยู่แล้ว ให้ข้ามไปที่ลำดับ 5
5	เลือกอุปกรณ์ตรวจจ่ายกระแสรั่วลงดิน
6	เลือกกริเลย์ป้องกันตามความต้องการของลูกค้าหรือตามที่บริษัทกำหนด
	อุปกรณ์ของผู้ผลิตภายนอก
7	เลือกหม้อแปลงเครื่องมือวัด ได้แก่ หม้อแปลงแรงดัน และหม้อแปลงกระแส ตามความต้องการของลูกค้าหรือตามที่บริษัทกำหนด
8	เลือกอุปกรณ์ทดสอบเมื่อมีการเลือกกริเลย์ป้องกัน
9	เลือกผู้ผลิตและชนิดเครื่องมือวัดเช่น โวลต์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ มิลลิแอมป์มิเตอร์ เป็นต้น
10	ระบุจำนวนอุปกรณ์เสริม เช่น หลอดไฟแสดงสถานะ เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การแสดงราคาสวิตช์เกียร์โดยอัตโนมัติ เมื่อผู้ใช้งานเลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์แล้ว ส่วนของการแสดงราคาสวิตช์เกียร์อัตโนมัติจะแสดงราคาสวิตช์เกียร์โดยอัตโนมัติตามเส้นประของรูปที่ 4.4

SUPPLIER	DESCRIPTION	UNIT COST (THB)	ORDERING CODE	DISCOUNT	Income	Income	QTY	Total price (THB)	ลำดับ	คำอธิบาย
MATERIAL COST (From ABB Supplier)									1	ราคารวมของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์ของกลุ่มบริษัท เอปียี
	1:UG ZS1 - (1)kV A kA/sec CB (VD4/HD4) contactor (VSC) Relay									
TOTAL								(1) xxxxx		
MATERIAL COST (From Third parties)									2	ราคารวมของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์ของผู้ผลิตภายนอก
	Meter									
Meter 1	Ammeter						xxxx	(2) xxxxx		
MATERIAL COST (From Stock)									3	ราคารวมของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์ ((1) + (2))
THABB	SWITCHES	2		1.1			xxxx			
THABB	INDICATORS	3		1.1			xxxx			
THABB	MCB	4		1.1			xxxx			
TOTAL								(1) xxxxx		
TOTAL PRICE								(3) xxxxx		

รูปที่ 4.4 ส่วนการแสดงราคาสวิตช์เกียร์โดยอัตโนมัติในแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์

4) การบันทึกหรือล้างข้อมูล เมื่อผู้ใช้งานต้องการบันทึกข้อมูลของโครงการและราคาสวิตช์เกียร์ ให้กดปุ่ม “SAVE” ตามเส้นประชนิดเหลี่ยมของรูปที่ 4.5 เพื่อบันทึกแบบประเมินราคาเบื้องต้นให้เป็นชื่อเดียวกับชื่อโครงการที่กำหนดในแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ แต่ถ้าผู้ใช้งานต้องการล้างข้อมูลทั้งหมด ให้กดปุ่ม “CLEAR” ตามเส้นประชนิดกลมของรูปที่ 4.5 เพื่อล้างข้อมูลทั้งหมด กรณีที่กดปุ่ม “CLEAR” จะไม่สามารถย้อนกลับ/กู้คืนข้อมูลได้

UniGear ZS1				ลำดับ	คำอธิบาย
Project name :	Customer Name :		SAVE (1)	1	การบันทึกข้อมูล
Tender/Sales :	End Customer :		CLEAR (2)		
Date:	Product Type :	UG ZS1 - (1)kV A kA/sec 0 pn.		2	การล้างข้อมูล
	Area / Place:	Ladkrabang			
	Site Province:	Bangkok			
	Country:	Thailand			

รูปที่ 4.5 ส่วนการบันทึกหรือล้างข้อมูลในแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์

ภาพรวมของการใช้งานแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์แสดงดังรูปที่ 4.6 โดยกำหนดให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลโครงการ เลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์ และแสดงราคาสวิตช์เกียร์โดยอัตโนมัติ รวมถึงใช้ปุ่ม “SAVE” หรือ “CLEAR” สำหรับบันทึกหรือล้างข้อมูล

UniGear ZS1		Customer Name : KMITL		SAVE														
Project name :		End Customer : KMITL		CLEAR														
Tender/Sales :		Product Type : UG ZS1 : (kV A kA/sec 0 pn		Delivery Term														
Date :		Area / Place : Ladkrabang		Manual cost for transportation to Site (ง)														
		Site Province : Bangkok (ก)																
		Country : Thailand																
Rated Voltage		kV		Incoming 1														
Main busbar		A		Incoming 2														
Fault Level		kA		Outgoing 1														
Fault duration		sec		Outgoing 2														
				Outgoing 3														
				Outgoing 4														
				Outgoing 5														
				Outgoing 6														
				Outgoing 7														
				Outgoing 8														
				Outgoing 9														
				Outgoing 10														
SUPPLIER	DESCRIPTION	UNIT COST (THB)	ORDERING CODE	DISCOUNT (%)	Incoming 1	Incoming 2	Outgoing 1	Outgoing 2	Outgoing 3	Outgoing 4	Outgoing 5	Outgoing 6	Outgoing 7	Outgoing 8	Outgoing 9	Outgoing 10	QTY	Total price (THB)
MATERIAL COST (From ABB Supplier)																		
	Panel	0																
1.UG ZS1 : (kV A kA/sec																		
ABB	Incoming 1				1													
ABB	Incoming 2					1												
ABB	Outgoing 1						1											
ABB	Outgoing 2							1										
ABB	Outgoing 3								1									
ABB	Outgoing 4									1								
ABB	Outgoing 5										1							
ABB	Outgoing 6											1						
ABB	Outgoing 7												1					
ABB	Outgoing 8													1				
ABB	Outgoing 9														1			
ABB	Outgoing 10															1		
ABB	CB (VD4/HD4)																	
ABB	Circuit Breaker																	
ABB	Circuit Breaker																	
ABB	Circuit Breaker																	
contactor (VSC)																		
ABB	Contactor																	
ABB	Contactor																	
ABB	Window ZCT																	
Relay																		
ABB	Protection Relay																	
ABB	Protection Relay																	
TOTAL																		0.00
MATERIAL COST (From Third parties)																		
ALCE(VT)	Voltage Transformer																	
ALCE(CT)	Current Transformer																	
arteche	Test switch																	
arteche	Test Plug																	
Meter																		
Meter 1	Ammeter																	
Meter 2	Voltmeter																	
Meter 3	Digital Meter																	
Meter 4	Analog Meter																	
TOTAL																		0.00
MATERIAL COST (From Stock)																		
THABB	AUXILIARY RELAYS	100																
THABB	SWITCHES	100																
THABB	INDICATORS	100																
THABB	MINIATURE CIRCUIT BREAKERS	100																
THABB	OTHER ITEMS	100																
THABB	Wiring Material Without Labour Inc/Tie	100																
THABB	Wiring Material Without Labour Out	100																
THABB	Wiring Material Without Labour VT/Ris	100																
TOTAL																		0.00

รูปที่ 4.6 แผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์

(ก) การกรอกข้อมูลโครงการ (ข) การเลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์

(ค) การแสดงราคาสวิตช์เกียร์อัตโนมัติ และ (ง) ปุ่ม "SAVE" และ "CLEAR"

4.3.1.2 แผนงานราคาเสนอขาย เมื่อผู้ใช้งานต้องการทราบราคาเสนอขาย ให้กรอกราคาเสนอขาย (Sales Price) และชั่วโมงการทำงาน (Man Hour) ในแผนงานราคาเสนอขาย (ตามเส้นประของรูปที่ 4.7) ซึ่งแผนงานราคาเสนอขายจะคำนวณกำไรของโครงการโดยอัตโนมัติ

ในกรณีที่ผู้ใช้งานไม่พอใจกับราคาเสนอขาย ให้พิจารณาปรับราคาเสนอขายจนกว่าจะได้กำไรของโครงการตามที่กำหนด

FULL COST CALCULATION				
LPG:	Customer Name :			
Project name:	End Customer :			
Date:	Product Type : UG ZS1 : ()kV A kA/sec 0 pn.			
	Site Location : Ladkrabang, Bangkok, Thailand			
FCM Category description			THB	%
SALES PRICE				
Net Sales Value	Net price should exclude VAT			
- Discounts				
TOTAL NET SALES PRICE		0 USDSELL		
MAN-HOUR				
MATERIALS				
TRANSPORTATION				
TOTAL PRODUCTION COSTS				
FULL COST				
NET RESULT / NET RESULT MARGIN				

รูปที่ 4.7 แผนงานราคาเสนอขาย

4.3.1.3 แผนงานใบเสนอราคา เมื่อผู้ใช้งานต้องการคัดลอกใบเสนอราคา ให้กดปุ่ม “COPY” ในแผนงานใบเสนอราคา (ตามเส้นประของรูปที่ 4.8) เพื่อคัดลอกใบเสนอราคาและนำเสนอต่อลูกค้า

Quotation					COPY
Item	Description	Qty.	Unit price(THB)	Total price(THB)	
1	()kV MEDIUM VOLTAGE SWITCHGEAR	1	0	0	
	1.1) Switchgear A : kV A kA/sec				
	UniGear ZS1				
	Total price excluding VAT			0	
Please note: Transfer Price does not include Remuneration					

รูปที่ 4.8 แผนงานใบเสนอราคา

4.3.2 แผนงานฐานข้อมูล เป็นแผนงานที่รวบรวมข้อมูลและจัดเก็บในลักษณะฐานข้อมูล 3 ประเภท รวม 5 แผนงาน ดังนี้

4.3.2.1 ฐานข้อมูลประเภทข้อมูลและราคาของการจัดส่งสินค้า (รูปที่ 4.9 (ก)) ได้แก่ แผนงานฐานข้อมูลราคาจัดส่งสินค้า (Std Price)

4.3.2.2 ฐานข้อมูลประเภทข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง (รูปที่ 4.9 (ข)) ได้แก่ แผนงานฐานข้อมูลสวิตช์เกียร์ (Data SWG (ABB)) แผนงานฐานข้อมูลอุปกรณ์ของกลุ่มบริษัทเอบีบี (Data ABB Supplier) และแผนงานฐานข้อมูลอุปกรณ์ของผู้ผลิตภายนอก (Data Third Party Supplier)

4.3.2.3 ฐานข้อมูลประเภทชุดข้อมูลสำหรับการสร้างรายการตรวจรอบดาวนที่ใช้ในแผนงานหลัก (รูปที่ 4.9 (ค)) ได้แก่ แผนงานชุดข้อมูล (Database)

Site Province list:			SWITCHGEAR AIS				
Province	kms.	Price (THB)	kV	MBB (A)	kA	Detail	Price (THB)
Amnat Charoen	617	XXXX	12	630	25/31.5	IF CB Inc 650mm 630A	XXXX
Ang Thong	105	XXXX	12	630	25/31.5	IF CB Out 650mm 630A	XXXX
Bangkok	50	XXXX	12	630	25/31.5	BT CB Tie 650mm 630A	XXXX
Bueng Kan	787	XXXX	12	630	25/31.5	RM Riser VT 650mm 630A	XXXX
Buri Ram	410	XXXX	12	630	25/31.5	DF NALF 800mm 630A	XXXX
Chachoengsao	82	XXXX	12	630	25/31.5	IF Contactor 650mm 400A	XXXX
Chai Nat	194	XXXX	12	630	25/31.5	M Bus VT 650mm 630A	XXXX
Chaiyaphum	342	XXXX	Circuit Breaker				
Chanthaburi	245	XXXX	Description	FamilyName	Standard	Compatibility	Vn_kV In_A Icc_kA Price (THB)
Chiang Mai	695	XXXX	HD4/P 12.06.25 P150	HD4	IEC	HD4/P	12 630 25 XXXX
Chiang Rai	705	XXXX	HD4/P 12.06.32 P150	HD4	IEC	HD4/P	12 630 31.5 XXXX
Chon Buri	91	XXXX	HD4/P 12.12.25 P150	HD4	IEC	HD4/P	12 1250 25 XXXX
Chumphon	463	XXXX	HD4/P 24.06.25 P210	HD4	IEC	HD4/P	24 630 25 XXXX
Kalasin	510	XXXX	HD4/P 24.12.25 P210	HD4	IEC	HD4/P	24 1250 25 XXXX
Kamphaeng Phet	358	XXXX	VD4/P 12.06.25 P150	VD4	IEC	VD4/P	12 630 25 XXXX
Kanchanaburi	128	XXXX	Meter				
Khon Kaen	480	XXXX	Original	Name Model			Price (THB)
Krabi	814	XXXX	ACCUENE	Multifunction Digital Power Meter Acuvim IIR			XXXX
			ACCUENE	Multifunction Digital Power Meter Acuvim-II-E			XXXX
			ACCUENE	Multifunction Digital Power Meter Acuvim-II-W			XXXX
			AI	Multifunctional Digital Meter Ai205_Pro			XXXX
			AI	Multifunctional Digital Meter Ai205_Pro T			XXXX
			ARTEL	Multifunction Digital Power Meter MDM3100			XXXX
			CEWE	Multi functional panel instrument Elite 447 CL0.5			XXXX

(ก)

(ข)

Database of Rated							
Volt	12	24					
Main busbar	630	1250	1600	2000	2500	3150	4000
Fault Level	25	31.5	40	50			
Fault duration	1	3					
Database of Meter							
Meter	ACCUENERGY	AI	ARTEL	CEWE	EDMI	Janitza	SE

(ค)

รูปที่ 4.9 ฐานข้อมูล 3 ประเภท

(ก) ข้อมูลและราคาของการจัดส่งสินค้า (ข) ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และ (ค) ชุดข้อมูลสำหรับการสร้างรายการตรวจรอบดาวน

4.4 ผลการทดสอบการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง ชนิดฉนวนอากาศ

ผลการทดสอบการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์จากพนักงานในแผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด แสดงดังต่อไปนี้

4.4.1 ผลการทดสอบการใช้งานครั้งที่ 1 เพื่อค้นหาข้อบกพร่องของแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่และปรับปรุง/แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทดสอบ พบว่าผู้ทดสอบพอใจในการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่สำหรับสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศที่มีพิกัดแรงดัน 12 และ 24 kV เพราะสามารถใช้งานได้สะดวกและรวดเร็ว ข้อบกพร่องและผลการปรับปรุง/แก้ไขของแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการปรับปรุง/แก้ไขแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่

การทดสอบ	ข้อบกพร่อง	ผลการปรับปรุง/แก้ไข
โครงการ A		
แผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์	ไม่มีการกำหนดจำนวนอุปกรณ์ที่เลือกได้สูงสุด	กำหนดจำนวนอุปกรณ์ที่เลือกได้สูงสุดเท่ากับ 12
	ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของหม้อแปลงเครื่องมือวัดและเครื่องมือวัดไม่เหมาะสมและไม่ครอบคลุมทุกการใช้งาน	เพิ่ม/ลดรุ่นของหม้อแปลงเครื่องมือวัดและเครื่องมือวัดให้เหมาะสมและครอบคลุมทุกการใช้งาน
	ราคาสวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องไม่ใกล้เคียงกับราคาจริง	ขอราคาจริงและกำหนดราคาสวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้ใกล้เคียงกับราคาจริง
แผ่นงานใบเสนอราคา	ไม่ได้เรียงลำดับเนื้อหาของส่วนที่แสดงการติดตั้งอุปกรณ์	ปรับข้อความที่ใช้ในแผ่นงานรายการสินค้าและราคาสุทธิให้มีความเรียบร้อยและสมบูรณ์
แผ่นงานฐานข้อมูล	รุ่น (Configuration) ของรีเลย์ป้องกันไม่ครอบคลุมทุกการใช้งาน	เพิ่มรุ่นของรีเลย์ป้องกันให้ครอบคลุมทุกการใช้งาน
โครงการ B		
แผ่นงานหลักและแผ่นงานฐานข้อมูล	ขาดการป้องกันการแก้ไขข้อมูลและสูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงาน (Protect Sheet)	เพิ่มการป้องกันการแก้ไขข้อมูลของแผ่นงานหลักและแผ่นงานฐานข้อมูล การป้องกันการแก้ไขข้อมูลและสูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงาน
	พบความไม่เรียบร้อยของการจัดหน้าในแผ่นงาน	ตรวจสอบความเรียบร้อยของการจัดหน้าในแผ่นงานให้ครบถ้วนและสมบูรณ์

4.4.2 การทดสอบการใช้งานครั้งที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมและแบบใหม่ พบว่าผู้ทดสอบพอใจในการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่เพราะประหยัดเวลาในการประเมินราคาและได้ค่าความแตกต่างของกำไรเป็นบวก (ตารางที่ 4.5)

4.4.2.1 เวลาการใช้งาน เมื่อใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมและแบบใหม่ ผู้ทดสอบใช้เวลาเฉลี่ยในการประเมินราคาจาก 5 ชั่วโมง 50 นาที เป็น 3 ชั่วโมง 35 นาที ตามลำดับ หรือประหยัดเวลาเฉลี่ย 2 ชั่วโมง 15 นาที (38.57%) เนื่องจากแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่มีการสร้างรายการรอปดาวนใน ส่วนการเลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์ในแผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ และมีการจัดทำแผ่นงานฐานข้อมูลสำหรับการอ้างอิงข้อมูลในแผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ แผ่นงานราคาเสนอขาย และแผ่นงานใบเสนอราคา ทำให้ผู้ใช้งานไม่ต้องเสียเวลาดค้นหาข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องจากเอกสารอื่นหรือจากผลการประเมินราคาโครงการอื่น

4.4.2.2 ความแตกต่างของต้นทุน เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนเฉลี่ยของแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมและแบบใหม่ และนำไปคำนวณความแตกต่างเฉลี่ยได้เท่ากับ 1.10% ซึ่งเป็นค่าที่บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ยอมรับได้ เนื่องจากต้นทุนโครงการในแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่มีค่าลดลงขณะที่ราคาเสนอขายคงที่ ทำให้ได้กำไรเพิ่มขึ้น แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่สามารถแสดงผลลัพธ์ของต้นทุนซึ่งสะท้อนกำไรที่สูงขึ้น เพราะเพิ่มแผ่นงานฐานข้อมูล (5 แผ่นงาน) และกำหนดให้ปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันทุก ๆ 2 เดือน หรือเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราแลกเปลี่ยน รวมถึงกำหนดฟังก์ชัน ROUNDUP เพื่อปัดเศษของราคาขึ้น

ตารางที่ 4.5 เวลาการใช้งานและความแตกต่างของต้นทุนในแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่

การทดสอบ	เวลาการใช้งาน				ต้นทุน		
	แบบประเมินราคาเบื้องต้น		เวลาที่ลดลง		แบบประเมินราคาเบื้องต้น		ความแตกต่าง
	แบบดั้งเดิม	แบบใหม่	ชั่วโมง	%	แบบดั้งเดิม	แบบใหม่	
โครงการ C	5 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง 45 นาที	1 ชั่วโมง 15 นาที	25.00%	100%	98.79%	1.21%
โครงการ D	4 ชั่วโมง 30 นาที	2 ชั่วโมง 30 นาที	2 ชั่วโมง	44.44%	100%	99.03%	0.97%
โครงการ E	8 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง 30 นาที	3 ชั่วโมง 30 นาที	43.75%	100%	98.87%	1.13%
เฉลี่ย	5 ชั่วโมง 50 นาที	3 ชั่วโมง 35 นาที	2 ชั่วโมง 15 นาที	38.57%	100%	98.90%	1.10%

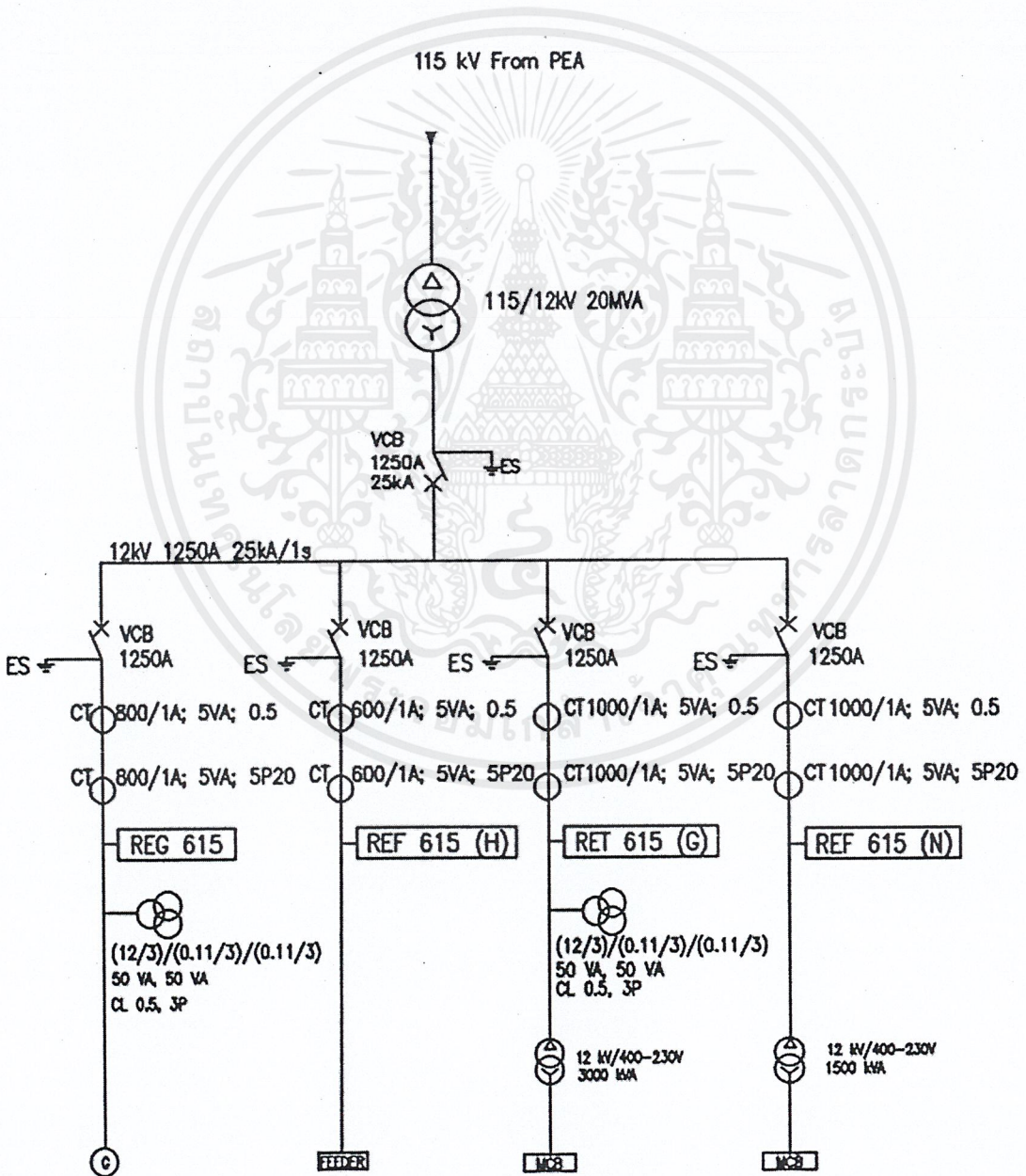
หมายเหตุ ความแตกต่างของต้นทุน = $\frac{\text{ต้นทุนในแบบดั้งเดิม} - \text{ต้นทุนในแบบใหม่}}{\text{ต้นทุนในแบบดั้งเดิม}} \times 100\%$

4.5 ตัวอย่างการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่

พนักงานแผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด มีการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่และได้ข้อมูลการประเมินราคาเบื้องต้นที่แล้วเสร็จจำนวนหลายโครงการ สำหรับตัวอย่างการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่นี้ ได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลบางส่วนจากโครงการข้างต้น หรือเรียกว่าโครงการ X

ขั้นตอนการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่ของโครงการ X ได้แก่

4.5.1 แผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ ผู้ใช้งานถอดแบบแผนภาพวงจรเส้นเดียว (รูปที่ 4.10) เพื่อระบุประเภทและชนิดของอุปกรณ์ ค้นหาค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ราคาอุปกรณ์ ค่าติดตั้ง ค่าจัดส่ง ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างแผนภาพวงจรเส้นเดียวของโครงการ X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ใช้งานจะกรอกข้อมูลโครงการที่ส่วนข้อมูลโครงการในแผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ รายละเอียดของข้อมูลที่ต้องกรอกเองแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างข้อมูลโครงการ X

ข้อมูล	รายละเอียด
1. ข้อมูลที่ต้องกรอกเอง	
ชื่อโครงการ	โครงการ X
พนักงานประเมินราคาหรือพนักงานขาย	นายประเมิน เอบีบี
ผู้ซื้อสินค้า/ลูกค้า	บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด
ผู้รับสินค้า	บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด
พื้นที่ติดตั้ง	อำเภอเมืองสมุทรปราการ
สถานที่ติดตั้ง	จังหวัดสมุทรปราการ
พิกัดอุปกรณ์	- พิกัดแรงดัน 12 kV - พิกัดกระแสของบัสบาร์ 1250 A - พิกัดกระแสลัดวงจร 25 kA
2. ข้อมูลที่แสดงโดยอัตโนมัติ	
วันที่	1 พฤศจิกายน 2562
ชนิดสินค้า	- ชนิดฉนวนอากาศ - รุ่น UniGear ZS1 - พิกัด 12 kV, 1250 A, 25kA จำนวน 1 Incoming 4 Outgoing

จากนั้นผู้ใช้งานจะเลือกและระบุจำนวนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์เกียร์ (ตารางที่ 4.7) ซึ่งได้จากการถอดแบบแผนภาพวงจรเส้นเดียว (รูปที่ 4.10) ทั้งนี้แผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์จะคำนวณราคาอุปกรณ์ตามสูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงานที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติ

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องของโครงการ X

ข้อมูล	การทำงานของสวิตช์เกียร์				
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4	แบบที่ 5
อุปกรณ์ตัดต่อวงจร					
- ประเภท	Vacuum Circuit Breaker	Vacuum Circuit Breaker	Vacuum Circuit Breaker	Vacuum Circuit Breaker	Vacuum Circuit Breaker
- พิกัดกระแส (A)	1250	1250	1250	1250	1250
- จำนวน	1	1	1	1	1

ข้อมูล	การทำงานของสวิตช์เกียร์				
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4	แบบที่ 5
หม้อแปลงเครื่องมือวัดแรงดัน					
- อัตราส่วนพิกัดแรงดัน ด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิ (kV/kV)	-	12/0.11/0.1 1, 12/0.11/0. 11	-	12/0.11/0.1 1, 12/0.11/0. 11	-
- เบอร์เดน (VA)	-	50, 50	-	50, 50	-
- Class	-	0.5, 3P	-	0.5, 3P	-
- จำนวน	-	3	-	3	-
หม้อแปลงเครื่องมือวัดกระแส					
- จำนวนแกนเหล็ก	-	2	2	2	2
- อัตราส่วนพิกัดกระแส ด้านปฐมภูมิกับด้านทุติย ภูมิ (A/A)	-	800/1, 800/1	600/1, 600/1	1000/1, 1000/1	1000/1, 1000/1
- เบอร์เดน (VA)	-	5, 5	5, 5	5, 5	5, 5
- Class	-	0.5, 5P20	0.5, 5P20	0.5, 5P20	0.5, 5P20
- จำนวน	-	3	3	3	3
รีเลย์ป้องกัน					
- ประเภทการป้องกัน	-	ป้องกันและ ควบคุม เครื่อง กำเนิดไฟฟ้า	ป้องกันและ ควบคุม แหล่งจ่าย	ป้องกันและ ควบคุมหม้อ แปลงไฟฟ้า	ป้องกันและ ควบคุม แหล่งจ่าย
- รุ่น	-	REG 615	REF 615 (H)	RET 615 (G)	REF 615 (N)
- จำนวน	-	1	1	1	1

4.5.2 แผ่นงานราคาเสนอขาย ผู้ใช้งานกรอกราคาเสนอขาย แต่ไม่ต้องกรอกต้นทุนเนื่องจากแผ่นงานราคาเสนอขายจะอ้างอิงต้นทุนจากแผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ รวมผลลัพธ์ของต้นทุนทั้งหมด เช่น ค่าจ้างต่อชั่วโมง ค่าประกันสินค้า และค่าจัดส่งสินค้า รวมถึงคำนวณกำไรของโครงการตามสูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงานที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติ

4.5.3 แผนงานใบเสนอราคา ผู้ใช้งานสามารถเสนอราคาสุทธิ (Net Sales Value) แก่ลูกค้า โดยใช้ผลลัพธ์การประเมินราคาเบื้องต้นโดยอัตโนมัติ ได้แก่ ราคาเสนอขาย ซึ่งอ้างอิงจากแผนงานเสนอราคาขาย และรายการสินค้าซึ่งอ้างอิงจากแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์โดยอัตโนมัติ จากการใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่ของโครงการ X พนักงานแผนกประเมินราคาใช้เวลา 1 ชั่วโมง 50 นาที และได้ราคาสุทธิตามใบเสนอราคาดังรูปที่ 4.11

Quotation				
Item	Description	Qty.	Unit price(THB)	Total price(THB)
1	12(12)kV MEDIUM VOLTAGE SWITCHGEAR	1	XXXXXXXX	XXXXXXXX
	1.1) Switchgear A : 12kV 1250A 25kA/1sec			
	UniGear ZS1			
	(1 pn.) IF CB Inc 650mm 1250A, MAIN BUSBAR 1250A			
	(4 pns.) IF CB Out 650mm 1250A, MAIN BUSBAR 1250A			
	Total price excluding VAT			XXXXXXXX
Please note: Transfer Price does not include Remuneration				

รูปที่ 4.11 ตัวอย่างใบเสนอราคาของโครงการ X

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

โครงการสหกิจศึกษานี้ พัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง ชนิดฉนวนอากาศและจัดทำคู่มือการใช้งานของแบบประเมินดังกล่าว (ภาคผนวก ง) ภายใต้ความอนุเคราะห์ข้อมูลการดำเนินงานจากแผนกประเมินราคาสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง ฝ่าย Distribution Solutions หน่วยบริหารธุรกิจ EL ของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด สาขานิคมอุตสาหกรรมบางปู จังหวัดสมุทรปราการ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ข้อมูลการประเมินราคาโครงการสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งศึกษาและรวบรวมจากโครงการที่ผ่านการประเมินราคาแล้วเสร็จและราคาเป็นที่ยอมรับของลูกค้า ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2562 แสดงถึงความนิยมของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง ชนิดฉนวนอากาศ (Air-insulated Medium Voltage Switchgear) ที่พิกัดแรงดัน 12 และ 24 kV

5.1.2 โครงการสหกิจศึกษานี้พัฒนาเฉพาะแบบประเมินราคาเบื้องต้น เพราะ (1) แผนกประเมินราคาและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางพอใจกับแบบประเมินราคาแบบละเอียด และ (2) แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมซึ่งสร้างโดยโปรแกรม Microsoft Excel 2016. มีข้อบกพร่องในการจัดเรียงแผ่นงานหลัก การจัดเรียงข้อมูลในแผ่นงานหลักและการกรอกข้อมูล และไม่มีแผ่นงานฐานข้อมูลตามลำดับ

5.1.3 แบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศหรือแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่ ได้รับการพัฒนาจากแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 มีลักษณะดังนี้

5.1.3.1 ประกอบด้วยกลุ่มแผ่นงานและเพิ่มฐานข้อมูลที่จำเป็น โดยมีโครงสร้างของแผ่นงานหลักที่คล้ายแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม ดังนี้

1) แผ่นงานหลัก ใช้สำหรับแสดงหน้าการทำงานและแสดงผลลัพธ์ของการทำงาน โดยแบ่งเป็น 3 แผ่นงาน ได้แก่ แผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ แผ่นงานราคาเสนอขาย และแผ่นงานใบเสนอราคา

2) แผ่นงานฐานข้อมูล ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลและจัดเก็บในลักษณะฐานข้อมูล โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท รวม 5 แผ่นงาน ได้แก่

ก) ฐานข้อมูลประเภทข้อมูลและราคาของการจัดส่งสินค้า ได้แก่ แผ่นงานฐานข้อมูลราคาจัดส่งสินค้า

ข) ฐานข้อมูลประเภทข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แผ่นงานฐานข้อมูลสวิตช์เกียร์ แผ่นงานฐานข้อมูลอุปกรณ์ของกลุ่มบริษัทเอบีบี และแผ่นงานฐานข้อมูลอุปกรณ์ของผู้ผลิตภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค) ฐานข้อมูลประเภทชุดข้อมูลสำหรับการสร้างรายการตรวจวัดที่ใช้น้ำมัน
งานหลัก ได้แก่ แผ่นงานชุดข้อมูล

5.1.3.2 สามารถใช้ประเมินราคาสำหรับสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศที่
พิกัดแรงดัน 1-24 kV ดังนี้

1) 1-12 kV ใช้แผ่นงานฐานข้อมูลสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวน
อากาศที่พิกัดแรงดัน 12 kV

2) 1-24 kV ใช้แผ่นงานฐานข้อมูลสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวน
อากาศที่พิกัดแรงดัน 24 kV

5.1.3.3 มีลักษณะการใช้งานคล้ายแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิม เพื่อความง่ายและ
สะดวกต่อการใช้งาน

5.1.4 พนักงานแผนกประเมินราคาสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางมีความพอใจในการใช้งานแบบ
ประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่ เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบดั้งเดิมและแบบใหม่
แบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่สามารถประหยัดเวลาในการประเมินราคาและให้ค่าความแตกต่างเฉลี่ย
ของต้นทุนที่สะท้อนกำไรที่สูงขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบให้พนักงานระดับหัวหน้างาน แผนกประเมินราคาสวิตช์
เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง ให้ปรับปรุง/แก้ไขแผ่นงานฐานข้อมูลในแบบการประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่
ในกรณีดังต่อไปนี้ เช่น

- กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลง/การเพิ่ม/การลดข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์
และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องดังกล่าว

- กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงราคาของสวิตช์เกียร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้เป็นปัจจุบัน

5.2.2 ควรพัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นสำหรับสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางให้ครอบคลุม
ขอบเขตการทำงานของสวิตช์เกียร์ดังต่อไปนี้ เช่น

- สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศที่มีพิกัดแรงดันมากกว่า 24 kV
โครงการสหกิจศึกษาไม่พิจารณาพิกัดแรงดันดังกล่าว เนื่องจากยังไม่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน

- สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนก๊าซ โครงการสหกิจศึกษาไม่พิจารณา
สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนก๊าซ เนื่องจากยังไม่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน

5.2.3 สามารถพัฒนาหรือใช้งานแบบประเมินราคาเบื้องต้นแบบใหม่ซึ่งสร้างจากโปรแกรม Microsoft
Excel 2016 โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel รุ่น 2016 ขึ้นไป เพราะโครงการสหกิจศึกษานี้ใช้สูตร/
ฟังก์ชัน/คำสั่งพื้นฐานของโปรแกรม Microsoft Excel

บรรณานุกรม

- การไฟฟ้านครหลวง. 2563. ข้อมูลตามพระราชบัญญัติข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540. [Online]. Available: <https://www.mea.or.th/minisite/info/about/653>
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2561. เกี่ยวกับ กฟผ. [Online]. Available: http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=140&Itemid=178
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. 2563. พ.ร.บ. กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ. [Online]. Available: <https://www.pea.co.th/เกี่ยวกับเรา/พรบ-กฎ-ระเบียบ-ข้อบังคับ>
- คณะกรรมการมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.). 2557. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: วสท
- ดวงพร เกียงคำ. 2560. คู่มือใช้งาน Excel 2016. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด บริษัท ต.วิซุชกรณ์ จำกัด. 2559. รหัสอุปกรณ์รีเลย์ป้องกันตามมาตรฐาน ANSI. [Online]. Available: <http://www.torwitchukom.com/th/articles/119120>
- ภวดี รักทวี. มปป. การเขียน VBA for Excel. [Online]. Available: <https://phavadol.files.wordpress.com/2011/06/vba-for-excel.pdf>
- สภาวิศวกร. มปป. สวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์แรงดันปานกลาง. [Online]. Available: http://www.coe.or.th/http_public/download/Articles/EE/EE1.pdf
- สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2551. คู่มือการเขียนแบบแปลน โดยแสดงเป็นแผนภาพเส้นเดี่ยว (Single Line Diagram). [Online]. Available: <http://php.diw.go.th/safety/wp-content/uploads/2015/01/19.pdf>
- ABB. 2008. Switchgear Manual: Medium Voltage Switchgear. 11th Edition. Germany: Central-Druck Trost GmbH & Co. KG, Heusenstamm
- ABB. 2020a. Electrification. [Online]. Available: <https://new.abb.com/about/our-businesses/electrification>
- ABB. 2020b. Medium Voltage Products, Solutions and Services. [Online]. Available: <https://new.abb.com/medium-voltage>
- Accuenergy. 2019. Acuvim II Series High Performance Meters. [Online]. Available: <https://www.accuenergy.com/wp-content/uploads/Acuvim-II-Multifunction-Power-Energy-Meter-Brochure-Datasheet.pdf>
- Alce-elektrik. 2018. Instrument Transformers. [Online]. Available: https://www.alce-elektrik.com.tr/wp-content/themes/busiprof/content/catalogues/2_ALCE_Instrument_Transformers_14R01.pdf
- Microsoft. 2020. หัวข้อที่แนะนำ. [Online]. Available: <https://support.office.com/th-TH/excel>
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิค ของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

ตัวอย่างสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการศึกษา
ครั้งนี้ ได้แก่

1. สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ ยี่ห้อ ABB รุ่น UniGear ZS1

UniGear ZS1 is medium voltage switchgear with a metal enclosure, suitable for indoor installations. Metal partitions segregate the compartments from each other and the live parts are air-insulated.

Since the switchgear is highly modular type, this make simple selection of components required by any application.

The functional units of the switchgear are guaranteed arc proof in accordance with the IEC 62271-200 Standards, appendix AA, class A accessibility, criteria 1 to 5.

All the installation, operation and maintenance operations can be carried out from the front of the unit.

The switchgear and the earthing switches are operated from the front with the door closed. The switchgear can be back to wall installed.

Apparatus

The range of apparatus available for UniGear ZS1 switchgear is the most complete on the market, including:

- Withdrawable vacuum circuit-breakers with mechanical or magnetic actuator
- Withdrawable gas circuit-breakers
- Withdrawable vacuum contactors with fuses
- Fixed version of switch-disconnectors

This makes it possible to offer a single switchgear-user interface, with the same operational and maintenance procedures.

The switchgear can be fitted with instrument transformers or sensors for current and voltage measurement and protection and any type of protection and control unit.

Switchgear, busbar configuration

In the completion of the traditional functional units in single level-single busbar arrangement, the UniGear ZS1 switchgear platform is fitted with:

- Double-level
- Compact units equipped with contactors with fuses
- Double Busbar Systems

The use of these units allows extremely efficient use of space. In addition UniGear ZS1 single busbar is possible to combine to other members of UniGear family like:

- UniGear 550
- UniGear 500R
- UniGear MCC

Normal operation conditions

The rated characteristics of the switchgear are guaranteed under the following ambient conditions:

- Minimum ambient temperature: - 5 °C
- Maximum ambient temperature: + 40 °C

For different temperature ranges, please contact your ABB sales representative.

Ambient humidity:

- maximum 24 h average of relative humidity 95% RH
- maximum 24 h average of water vapour pressure 2.2 kPa
- maximum monthly average of relative humidity 90% RH
- maximum monthly average of water vapour pressure 1.8 kPa

The normal operational altitude is up to 1 000 m above sea level. For higher altitude applications, please contact your ABB sales representative.

Presence of normal, non-corrosive and uncontaminated atmosphere.

รูปที่ ก.1 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ

ยี่ห้อ ABB รุ่น UniGear ZS1 (ABB. 2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Standards

The switchgear and main apparatus contained in it comply with the following Standards:

- IEC 62271-1 for general purposes
- IEC 62271-200 for the switchgear
- IEC 62271-102 for the earthing switch
- IEC 62271-100 for the circuit-breakers
- IEC 60071-2 for the insulation coordination
- IEC 62271-106 for the contactors
- IEC 60265-1 for the switch-disconnectors
- IEC 60529 for degree of protections

Colour of the external surfaces

RAL7035 - light grey (front doors and side sheets).
Other colours are available on request.

Degrees of protection

The degrees of protection of the switchgear conform with IEC 60529 Standards.

UniGear ZS1 switchgear is normally supplied with the following standard degrees of protection:

- IP4X for the enclosure
- IP2X for the partition between compartments

On request, the external housing can be supplied with a higher degree of protection; in this case please contact your ABB sales representative. The electrical characteristics of the switchboard can vary for ambient conditions other than those described in the previous section and also if a higher degree of protection is used.

Electrical characteristics

Rated voltage	[kV]	7.2	12	17.5	24
Rated insulation voltage	[kV]	7.2	12	17.5	24
Rated power frequency withstand voltage	[kV / 1min]	20	28	38	50
Rated lightning impulse withstand voltage	[kV]	60	75	95	125
Rated frequency	[Hz]	50 / 60	50 / 60	50 / 60	50 / 60
Rated short time withstand current	[kA / 3 s]	...50	...50	...50	...31.5
Peak current	[kA]	...125	...125	...125	...80
Internal arc withstand current	[kA / 1 s]	...50	...50	...50	...31.5
Main busbar rated current	[A]	...4 000	...4 000	...4 000	...3 150
		630	630	630	630
		1 250	1 250	1 250	1 250
Circuit-breaker rated current	[A]	1 600	1 600	1 600	1 600
		2 000	2 000	2 000	2 000
		2 500	2 500	2 500	2 300
		3 150	3 150	3 150	2 500
		3 600	3 600	3 600	2 500
Circuit-breaker rated current with forced ventilation	[A]	4 000	4 000	4 000	3 150

GB/DL version is available with higher request in dielectric characteristics (42 kV) and short time withstand current (4 s)
The values indicated are valid for both vacuum and SF6 circuit-breaker
For panel with contactor the rated current value is 400 A
CSA version is available up to 27.6 kV

รูปที่ ก.1 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ
ยี่ห้อ ABB รุ่น UniGear ZS1 (ABB. 2020) (ต่อ)

UniGear ZS1

IEC Classification

With the release of the IEC 62271-200 standard, new definitions and classifications of Medium Voltage switchgear have been introduced.

One of the most significant changes is that classification of switchgear into metal-enclosed, compartmented and cubicle types has been abandoned. The revision of switchgear classification rules has been based on the user's point of view, in particular on aspects like service and maintenance of the switchgear, according to the requirements and expectations for proper management, from installation to dismantling. In this context, Loss of Service Continuity (LSC) has been selected as a fundamental parameter for the user. According to the IEC 62271-200, UniGear ZS1 switchgear can be defined as follows.

Loss of service continuity - LSC-2B
The various LSC categories describe possibility of keeping other compartments and/or panels energized while a compartment in the main circuit is opened. The defined categories are:

- LSC-1: The whole switchgear shall be put out of service for opening a main circuit compartment for normal operation and/or normal maintenance or for gaining access to any switchgear components
- LSC-2A: The same as LSC-1 with the exception that the main busbars and the functional units adjacent to the one under maintenance can remain energized
- LSC-2B: The same as LSC-2A with the exception that the cable compartment can remain energized

UniGear ZS1 is classified as LSC-2B because the busbar, circuit-breaker and cable compartments are physically and electrically segregated. This is the category that defines the possibility of accessing the circuit-breaker compartment with the busbars and cables energized. In case of using the fixed version of the switch-disconnector, the panel is defined LSC-2A because the cable and apparatus compartments are not physically segregated.

Partition Metallic - PM

With regard to the type of partitions or shutters between live parts and an open compartment, a distinction is made between two partition classes:

- Class PM (Partition made of Metal)
- Class PI (Partition made of Insulating material)

UniGear ZS1 is defined with PM partition class having the segregation between compartments made of metallic sheets/shutters.

Interlock-controlled accessible compartment

The front side of UniGear ZS1 is classified interlock-controlled because the access of the compartments containing high-voltage parts, intended to be opened for normal operation and/or normal maintenance, is controlled by the integral design of the switchgear.

Tool-based accessible compartment

The rear part of the UniGear ZS1 is classified tool-based because it is possible to open the compartment containing high-voltage parts, that may be opened, but not for normal operation and maintenance, only using a tool. Special procedures are required.

Internal arc classification - IAC AFLR

UniGear ZS1 switchgear is classified IAC AFLR. When the switchgear is specified and installed, some fundamental points must be taken into consideration:

- Level of the fault current (16...50 kA)
- Duration of the fault (0.1...1s)
- Escape routes for the hot and toxic gases produced by combustion of materials
- Dimensions of the room, with special attention to the height

Please consult your ABB representatives for detailed information.

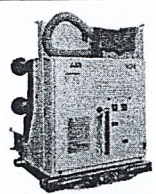
รูปที่ ก.1 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ
ยี่ห้อ ABB รุ่น UniGear ZS1 (ABB. 2020) (ต่อ)

2. อุปกรณ์ตัดต่อวงจร ได้แก่

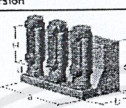
2.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดสูญญากาศ ยี่ห้อ ABB รุ่น VD4

General characteristics of the VD4 series
 The VD4 series of vacuum circuit breakers conform to the specifications of the following standards:

- IEC 62271-1
- IEC 62271-100



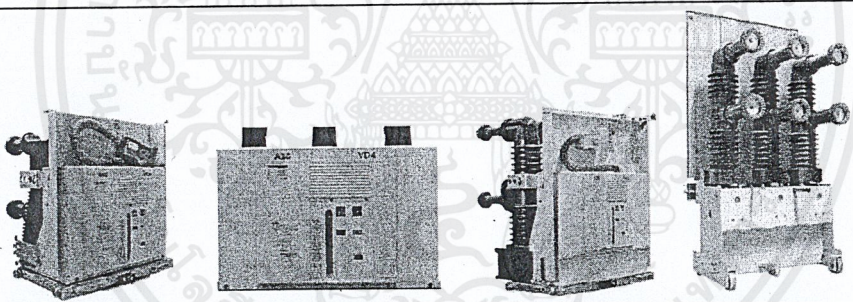
Rated voltage (1)	kV 12			
Rated frequency	Hz 50 - 60			
Rated thermal current	A 630 ... 4000 (1)			
Short-time withstand current and breaking capacity	kA 16 ... 31.5	40	50	63
Making capacity	kA 40 ... 80	100	125 (2)	158
Admissible short-time withstand current	s 3	3	3	3
Fixed / withdrawable version	-/-	-/-	-/-	-/-
Maximum overall dimensions (fixed version)	d (mm)	150 - 275	210 - 275	210 - 275
	H (mm)	205 - 310	310	310
	a (mm)	450 - 700	570 - 700	600 - 750
	b (mm)	424	424	459
	c (mm)	461 - 599 (3)	599 (3)	608 (3)
Weight	kg 73 - 105	94 - 180	147 - 260	260
Embedded poles	-	-	-	-
Assembled poles	-	-	-	-



(1) Fixed withdrawable version with 100 kV and 125 kV standards, maximum 2000 A (1000 A per pole) and 1000 A (500 A per pole)
 (2) Higher values on request
 (3) 350 mm for fixed version, 250 mm for withdrawable version
 (4) Circuit breaker with hot stick size 416 mm @ 2500 A
 (5) Withdrawable version
 (6) Circuit breaker with hot stick size 416 mm @ 2500 A

Technical documentation
 Order the following publications for more details about the technical aspects and applications of VD4 circuit breakers:

- PowerCube modules code 1VCP000091
- Powerbloc modules code BA441/03E
- UniGear ZS1 switchgear code 1VCP000138
- ZS8.4 switchgear code L2288
- REF542plus unit code 1VTA100001
- UniSec cod. 1VFM200003



17.5	24	36	36/40.5
50 - 60	50 - 60	50 - 60	50 - 60
630 ... 4000 (1)	630 ... 3150 (1)	630 ... 3150	630 ... 3150
16 ... 31.5	40 ... 50	16 ... 31.5	16 ... 40
40 ... 80	100 ... 125	40 ... 80	40 ... 100
3	3	3	3
-/-	-/-	-/-	-/-
150 - 275	210 - 275	210 - 275	275
205 - 310	310	310	328
450 - 700	570 - 700	570 - 700	766 / 853 (4)
424	424	424	492 / 789 (4)
461 - 599 (5)	599 (5) (6)	631 - 661	876 / 973 (4)
73 - 105	94 - 180	100 - 110	170 / 210
-	-	-	-
-	-	-	-

Quality System
Complies with EN ISO 9001 Standards, certified by an independent organisation.

Test Laboratory
Complies with EN ISO/IEC 17025 Standards, accredited by an independent organisation.

Environmental Management System
Complies with EN ISO 14001 Standards, certified by an independent organisation.

Health and Safety Management System
Complies with OHSAS 18001 Standards, certified by an independent organisation.

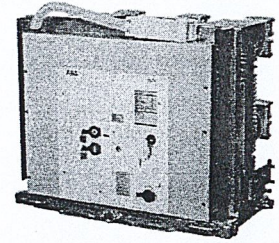
รูปที่ ก.2 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดสูญญากาศ

ยี่ห้อ ABB รุ่น VD4 (ABB, 2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดก๊าซ SF₆ ยี่ห้อ ABB รุ่น HD4

General characteristics of withdrawable circuit breakers for UniGear type ZS1 switchgear (12 kV) ⁽⁴⁾



Circuit breaker		HD4/P 12						
Standards	IEC 62271-100 •							
Rated voltage	Ur [kV]	12						
Rated insulation voltage	Us [kV]	12						
Withstand voltage at 50 Hz	Ud (1 min) [kV]	28						
Impulse withstand voltage	Up [kV]	75						
Rated frequency	fr [Hz]	50-60						
Rated normal current (40 °C) ⁽¹⁾	Ir [A]	630	1250	1250	1600	2000	2500	3150 ⁽²⁾
		16	16	-	-	-	-	-
		25	25	-	25	25	25	25
Rated Breaking capacity	Isc [kA]	31.5	31.5	-	31.5	31.5	31.5	31.5
		-	-	40	40	40	40	40
		-	-	-	50	50	50	50
		16	16	-	-	-	-	-
Rated short-time withstand current (3s)	Ik [kA]	25	25	-	25	25	25	25
		31.5	31.5	-	31.5	31.5	31.5	31.5
		-	-	40	40	40	40	40
		-	-	-	50	50	50	50
		40	40	-	-	-	-	-
Making capacity	Ip [kA]	63	63	-	63	63	63	63
		80	80	-	80	80	80	80
		-	-	100	100	100	100	100
		-	-	-	125	125	125	125
		Operation sequence	[O-0.3s-CO-15s-CO] •					
Opening time	[ms]	35-60						
Arcing time	[ms]	10-15						
Total breaking time	[ms]	45-75						
Closing time	[ms]	≤85						
Overall dimensions		H [mm]	633	702	702	702	746	
		W [mm]	531	682	682	882	882	
		D [mm]	661	640	640	643	643	
		Pole centre distance l [mm]	150	210	210	275	275	
Weight	[kg]	120	177	177	220	230		
Standardised table of dimensions		1VCD000227	TN 7350	TN 7351	TN 7352	TN7371		
Absolute SF ₆ gas pressure ⁽²⁾	[kPa]	380 (430 to 31.5 kA)		380				
Operating temperature	[°C]	- 5 ... + 40						
Tropicalization	IEC: 60068-2-30, 60721-2-1 •							
Electromagnetic compatibility	IEC 62271-1 •							

(1) Rated normal current with circuit breaker in UniGear type ZS1 switchgear at a 40 °C ambient temperature outside the switchgear

(2) Rated service value

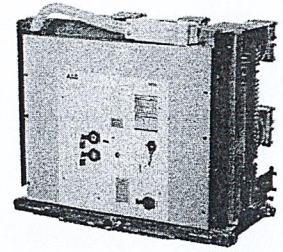
(3) The circuit breaker can reach rated currents higher than 3150 A with appropriate forced ventilation of the switchgear (for further information, consult the technical catalogue of the UniGear type ZS1 switchgear).

(4) In the standard fitting, the truck locking electromagnetic (RL2) is included to prevent circuit breaker racking-in with auxiliary circuits not connected (pole not inserted in the socket).

(5) Rated current in switchgear with forced ventilation; with natural ventilation the rated current is 2300 A.

รูปที่ ก.3 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดก๊าซ SF₆ ยี่ห้อ ABB รุ่น HD4 พิกัดแรงดัน 12 kV (ABB. 2020)

General characteristics of withdrawable circuit breakers for UniGear type ZS1 switchgear (24 kV) ⁽⁴⁾



Circuit breaker		HD4/P 24					
Standards	IEC 62271-100 •						
Rated voltage	Ur [kV]	24					
Rated insulation voltage	Us [kV]	24					
Withstand voltage at 50 Hz	Ud (1 min) [kV]	50					
Impulse withstand voltage	Up [kV]	125					
Rated frequency	fr [Hz]	50-60					
Rated normal current (40 °C) ⁽¹⁾	Ir [A]	630	1250	1250	1600	2000	2500 ⁽⁵⁾
Rated breaking capacity	Isc [kA]	16	-	-	16	16	-
		20	20	-	20	20	20
		25	25	-	25	25	25
		-	-	31.5	31.5	31.5	31.5
Rated short-time withstand current (3s)	Ik [kA]	16	-	-	16	16	-
		20	20	-	20	20	20
		25	25	-	25	25	25
		-	-	31.5	31.5	31.5	31.5
Making capacity	Ip [kA]	40	-	-	40	40	-
		50	50	-	50	50	50
		63	63	-	63	63	63
		-	-	80	80	80	80
Operation sequence	[O-0.3s-CO-15s-CO] •						
Opening time	[ms]	35-60					
Arcing time	[ms]	10-15					
Total breaking time	[ms]	45-75					
Closing time	[ms]	≤85					
Overall dimensions		H [mm]	736	792	821	821	
		W [mm]	636	653	842	842	
		D [mm]	799	799	788	788	
		Pole centre distance l [mm]	210	210	275	275	
Weight	[kg]	125	177	177	220		
Standardised table of dimensions		1VCD000236	1VCD000099	TN 7355	TN 7356		
Absolute SF ₆ gas pressure ⁽²⁾	[kPa]	380	380	380	380	(480 to 25 kA and 40 kA)	
Operating temperature	[°C]	- 5 ... + 40					
Tropicalization	IEC: 60068-2-30, 60721-2-1 •						
Electromagnetic compatibility	IEC 62271-1 •						
⁽¹⁾ Rated normal current with circuit breaker in UniGear type ZS1 switchgear and 40 °C ambient temperature outside the switchgear ⁽²⁾ Rated service value ⁽³⁾ The circuit breaker can reach rated currents higher than 3150 A with appropriate forced ventilation of the switchgear (for further information, consult the technical catalogue of the UniGear type ZS1 switchgear). ⁽⁴⁾ In the standard fitting, the truck locking electromagnetic (-RL2) is included to prevent circuit breaker racking-in with auxiliary circuits not connected (plug not inserted in the socket). ⁽⁵⁾ Rated current in switchgear with forced ventilation; with natural ventilation the rated current is 2300 A.							

รูปที่ ก.4 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดก๊าซ SF₆ ยี่ห้อ ABB รุ่น HD4 พิกัดแรงดัน 24 kV (ABB. 2020)


2.3 คอนแทกเตอร์ ยี่ห้อ ABB รุ่น VSC

General characteristics		IEC 62271-106		VSC 7, VSC/F 7, VSC/P 7	
		GB/T 14808		Contactor	Combined with fuses 3.4.110.5
Rated voltage	Ur [kV]	4.1	7.2	7.2	
Withstand voltage at 50 Hz	Ud (1 min) [kV]	4.2	30	30	
Impulse withstand voltage	Up [kVp]	4.2	60	60	
Rated frequency	fr [Hz]	4.3	50-60	50-60	
Rated current	Ie [A]	4.101	400	(1)	
Short-time withstand current for 1 s	Ik [A]	4.5	6,000	6,000	
Short-circuit withstand current for 30 s	Ik [A]	4.5	2,400	2,400	
Rated peak current	Ip [kA peak]	4.6	15	15	
Rated short-circuit time	tk [s]	4.7	1	1	
Breaking capacity up to (with fuses)	Isc [kA]	4.107	-	50 ⁽²⁾	
Short-circuit making capacity up to (with fuses)	I _{ma} [kA]	4.107	-	50 ⁽²⁾	
Short-circuit breaking capacity	[A]	4.107, 6.104	5,000	-	
Short-circuit making capacity	[peak A]	4.107, 6.104	13,000	-	
Limit above which the fuse blows ⁽³⁾	[A]	4.107.3	-	5,000	
Number of operations (rated values)					
Contactor SCO	time/h	4.102	1200	1200	
Contactor DCO	time/h	4.102	1200	1200	
Maximum rated admissible overcurrent for 1/2 period (peak value)	[kA]	-	55	-	
Rated load and overload characteristics in category of use:					
(Category AC4) 100 closing operations	[A]	4.103, 4.104	4,000	4,000	
(Category AC4) 25 opening operations	[A]	4.103, 4.104	4,000	4,000	
Rated voltage of the switching devices and auxiliary circuits		4.8, 4.9			
Feeder type1 (24 ... 60 DC)		■	■	■	
Feeder type 2 (110 ... 250 AC-DC)		■	■	■	
Mechanical life ⁽¹⁾		4.105	1,000,000	1,000,000	
Electrical life (category AC3) ⁽³⁾		4.106	100,000	100,000	
Electrical life at rated current		4.106	1,000,000	1,000,000	
Apparatus wear classification (type)		4.107.3	C	C	
Switching times					
Opening time	[ms]	-	35-60	35-60	
Closing time	[ms]	-	60-90	60-90	
Ultimate performances for Rated voltage					
	[kV]	-	2.2/2.5	3.3	3.6/5
- Motors	[kV]	-	1,000	1,500	1,500
- Transformers	[kVA]	-	1,100	1,600	2,000
- Capacitors	[kVAr]	-	1,000	1,500	1,500
Ultimate performances for back-to-back capacitor banks Rated voltage					
	[kV]	-	2.2/2.5	3.3	3.6/5
- Rated current	[A]	-	250	250	250
- Maximum transient current of the capacitor	[kA]	-	8	8	8
- Maximum transient frequency of capacitor connection	[kHz]	-	2.5	2.5	2.5

รูปที่ ก.5 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของคอนแทกเตอร์ยี่ห้อ ABB รุ่น VSC (ABB. 2020)

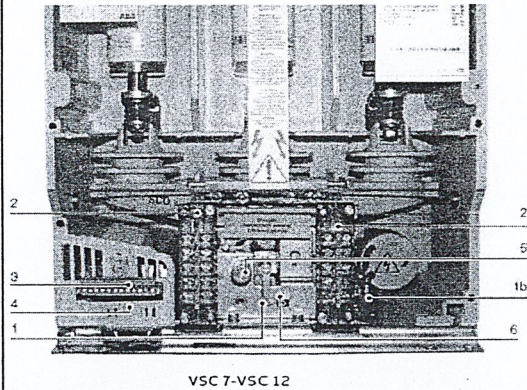
VSC, VSC/F 12, VSC/P 12, VSC-S/GB, VSC-S/PGB	
Starter 3.4.105	Combined with fuses 3.4.110.5
12	12
42	42
75	75
50-60	50-60
400	6 ⁽¹⁾
6,000	6,000
2,400	2400
15	15
1	1
-	50 ⁽²⁾
-	50 ⁽²⁾
5,000	-
13,000	-
-	4,000
1200	1200
1200	1200
55	-
4,000	4,000
4,000	4,000
■	■
■	■
1,000,000	1,000,000
100,000	100,000
1,000,000	1,000,000
C	-
35-60	35-60
60-90	60-90
VSC 12-400 A	
6.2/7.2	12
3,000	5,000
4,000	5,000
3,000	4,800 ⁽³⁾
VSC-S/GB, VSC-S/PGB	
6.2/7.2	12
250	150
8	8
2.5	2.5

- (1) Depending on the capacity of the coordinated fuse.
- (2) Value linked to the breaking capacity of the fuse: refer to the fuse manufacturer documentation.
- (3) Electrical life obtainable by following the maintenance programme given in the installation manual.
- (4) This is the current value determined by intersection of the time-current trip curves of two protection devices in this case the fuse and any thermal protection relay.
- (5) Overvoltage dischargers or RC filters must be fitted.
- (6) For these applications use VSC 12 up to 7.2 kV instead of VSC 7.
- (7) VSC-S/GB, VSC-S/PGB mechanical life is 200000.

Weight and overall excluding the fuses		Fixed				Withdrawable	
		VSC 7	VSC/F 7	VSC 12 VSC-S/GB	VSC/F 12	VSC/P 7	VSC/P 12 VSC-S/PGB
Weight	[kg]	20	35	20	35	52	52
Overall	 H [mm]	421	494	441	532	635	635
	W [mm]	350	466	350	466	53	531
	D [mm]	228	622	228	702	657	657

รูปที่ ก.5 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของคอนแทกเตอร์ยี่ห้อ ABB รุ่น VSC (ABB. 2020) (ต่อ)

Standard fittings



VSC 7-VSC 12

1. MAC Drive with permanent magnets with capacitor for storing energy (1b)

2. Auxiliary contacts

Contactor	Choices available	Normally open	Normally closed
VSC 7, VSC/F 12	1	5	5
VSC 12, VSC/F 12, VSC-S/GB	1	5	5
VSC/P 7	1	5 (SCO)-4 (DCO)	5
VSC/P 12, VSC-S/GB	1	5 (SCO)-4 (DCO)	5

3. Multi-voltage feeder. Different power supply ranges are available:

Feeder LV	Feeder HV
24 V d. c.	110 V d. c. 220 V d. c.
30 V d. c.	110 V a. c. 50-60 Hz 220 V a. c. 50-60 Hz
48 V d. c.	120 V d. c. 230 V d. c.
60 V d. c.	120 V a. c. 50-60 Hz 230 V a. c. 50-60 Hz
	125 V d. c. 240 V d. c.
	125 V a. c. 50-60 Hz 240 V a. c. 50-60 Hz
	127 V d. c. 250 V d. c.
	127 V a. c. 50-60 Hz 250 V a. c. 50-60 Hz
	130 V d. c.
	130 V a. c. 50-60 Hz

4. Socket/plug with terminal at terminal box

5. Manual emergency opening operation

6. Mechanical open/closed indicator

7. Fuseholders (only for VSC/P and VSC/F)

The withdrawable contactor is fitted with fuseholders able to hold DIN or BS type fuses according to what the customer requests.

The fuses must have the dimensions and striker of average type according to DIN 43625 standards with maximum cartridge size $e=442$ mm and BS 2692 with maximum cartridge size $L=553$ mm.

The electrical characteristics must conform to the IEC 60282-1 standards.

The fuseholder is fitted with a special kinematics mechanism which automatically opens the contactor when even a single fuse blows and prevents contactor closing when even a single fuse is missing.

8. Isolation interlock with the truck (only withdrawable contactor). This prevents isolation or racking-in the contactor into the switchgear if the apparatus is in the closed position, and also prevents contactor closing during the isolation run.

9. Operation counter

Mechanical operation counter for fixed versions, electric operation counter for withdrawable versions. This is a device which counts the contactor closing cycles.

Characteristics of the auxiliary contacts of the contactor

Rated voltage	24...250 V AC/DC			
Rated current I _{th}	10 A			
Insulation voltage	2000 V-1 min 50 Hz			
Electric resistance	≤15 mΩ			
Un	Cosφ	T	In	Icu
220 V~	0.3	-	2.5 A	25 A
24 V-	-	40 ms	10 A	12 A
60 V-	-	40 ms	6 A	8 A
110 V-	-	40 ms	4 A	5 A
220 V-	-	40 ms	2.5 A	2.5 A

"Control coil continuity" and "capacity survey" contacts characteristics

Technology	Wipe contacts relay
Switching characteristics:	
Maximum switching power	1,200 VA (on resistive load)
Maximum switching voltage	277 V AC, 300 V DC
Maximum switching current	3 A
Maximum rated current	5 A@4 s
Contacts characteristics:	
Maximum on resistance (Ron)	150 mΩ (measured by voltage drop 6 V DC 1 A)
Maximum capacitance	1.5 pF
Timing characteristics:	
Maximum actuating time	5.0 ms
Maximum releasing time	2.0 ms
Insulation:	
Between contacts and coil	3,000V rms (50 Hz/1 min.)
Between open contacts	750 V rms (50 Hz/1 min.)
Resistance (R _{off})	Min. 1000 MΩ at 500 V DC

รูปที่ ก.5 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของคอนแทกเตอร์ยี่ห้อ ABB รุ่น VSC (ABB, 2020) (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รีเลย์ป้องกัน ยี่ห้อ ABB รุ่น Relion

	605	605	605	605	611	611	611	611	615	615	615	615	615
	REF601	REJ601	REJ603	REM601	REB611 IEC	REF611 IEC	REM611 IEC	REU611 IEC	REF615 IEC	RED615 IEC	REG615 IEC	REM615 IEC	RET615 IEC
Standard													
ANSI	X	X		X									
IEC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Application													
Arc fault protection application									o		o	o	o
Busbar application					X								
Back-up application	X	X			o	X			X				
Capacitor bank application													
Feeder application	X	X	X			X		X	X	X			
Generator application												X	
Motor application				X	o		X						X
Power management/load-shedding application													
Transformer application					o					X			X
Functionality													
Autorecloser	X	X		X		X			X	X			
Circuit breaker controllability	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Condition monitoring	X			X	X	X	X		X	X	X	X	X
Current-based protection	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Distance protection													
Fault locator									X	X			
Generator differential protection					X							X	
LCD display with Single Line Diagram (SLD)									X	X	X	X	X
Line differential protection (in-zone transformer support)										X			
Load-shedding													
Motor differential protection					X								
On-load tap changer control													
Power quality									X	X	X		
Self-powered protection relay				X									
Synchro-check									X		X		
Generator/non-generator CB synchronizing													
Transformer differential protection					X								X
Voltage based protection								X	X	X	X	X	X
Withdrawable release mechanism					X	X	X	X	X	X	X	X	X

รูปที่ ก.6 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของรีเลย์ป้องกันยี่ห้อ ABB รุ่น Relion (ABB. 2020)

4. หม้อแปลงเครื่องมือวัด ยี่ห้อ Alce-elektrik รุ่น Indoor Current Transformer และ Indoor Voltage Transformer

Type		AB36-1	AB36-3	AB36-T1	AB36-T3
Rated data					
Operating voltage (maximum)	[kV]	36			
Test voltages	[kV]	70/170			
Rated frequency	[Hz]	50 or 60			
Maximum rated primary current	[A]	3000			
Secondary rated current	[A]	1 or 5			
Rated short-time thermal current I_{th} [1s]	[kA]	max. 60 [max. 1000 x I_n]			
Rated dynamic current I_{dyn}	[kA]	max. 120 [2,5 x I_{th}]			
Weight [approx.]	[kg]	42	52	46	56

(ก)

Type		VBF12	VBF24	VBF36
Rated data				
Highest voltage for equipment, U_m [r.m.s.]	[kV]	12 - 17,5	24	36
Test voltages	[kV]	28/75 - 38/95	50/125	70/170
Rated frequency	[Hz]	50 or 60		
Rated primary voltage, U_n [max.]	[kV]	$12/\sqrt{3}$ - $15/\sqrt{3}$	$24/\sqrt{3}$	$36/\sqrt{3}$
Secondary voltage	[V]	100 / $\sqrt{3}$ or 110 / $\sqrt{3}$ or 120 / $\sqrt{3}$		
Rated burden in class 0.2-0.5-1.0	[VA]	5-10-15-20-30-40...		
Maximum rated burden for protection purpose in class 3P/6P	[VA]	100		
Thermal limiting current for earth fault detection winding	[A]	6		
Rated voltage factor [8h]		1,9 U_n		
Weight [approx.]	[kg]	26	35	48

(ข)

รูปที่ ก.7 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของหม้อแปลงเครื่องมือวัด ยี่ห้อ Alce-elektrik

(ก) รุ่น Indoor Current Transformer และ (ข) Indoor Voltage Transformer (Alce-elektrik. 2018)

5. เครื่องมือวัด ยี่ห้อ Accuenergy รุ่น Acuvim II Series High Performance Meters

FUNCTION LIST				● Function; ○ Option; Blank NA			
CATEGORY	ITEM	PARAMETERS	Acuvim II	Acuvim IIR	Acuvim IIE	Acuvim IIV	
METERING	REAL TIME METERING	Phase Voltage	V1, V2, V3, Vlnavg	●	●	●	●
		Line Voltage	V12, V23, V31, Vllavg	●	●	●	●
		Current	I1, I2, I3, In, Iavg	●	●	●	●
		Power	P1, P2, P3, Psum	●	●	●	●
		Reactive Power	Q1, Q2, Q3, Qsum	●	●	●	●
		Apparent Power	S1, S2, S3, Ssum	●	●	●	●
		Power Factor	PF1, PF2, PF3, PF	●	●	●	●
		Frequency	F	●	●	●	●
		Load Features	Load Features	●	●	●	●
	Four Quadrant Powers	Four Quadrant Powers	●	●	●	●	
	ENERGY & DEMAND	Energy	Ep_imp, Ep_exp, Ep_total, Ep_net, Epa_imp, Epa_exp, Epb_imp, Epb_exp, Epc_imp, Epc_exp	●	●	●	●
		Reactive Energy	Eq_imp, Eq_exp, Eq_total, Eq_net, Eqq_imp, Eqq_exp, Eqb_imp, Eqb_exp, Eqc_imp, Eqc_exp	●	●	●	●
		Apparent Energy	Es, Esa, Esb, Esc	●	●	●	●
		Demand	Dmd_P, Dmd_Q, Dmd_S, Dmd_I1, Dmd_I2, Dmd_I3	●	●	●	●
TOU	TIME OF USE	Energy/max demand			●		
	DAYLIGHT SAVING TIME	Two Adjustable Formats	TOU, 4 Tariffs, 12 Seasons, 14 Schedules				
MONITORING	WAVEFORM CAPTURE	Voltage and Current Waveform	Trigger, Manual, DI change, Sag/Dips, Swell, Over Current				●
		Voltage Unbalance Factor	U_unbl	●	●	●	●
	Current Unbalance Factor	I_unbl	●	●	●	●	
	POWER QUALITY	Voltage THD	THD_V1, THD_V2, THD_V3, THD_Vavg	●	●	●	●
		Current THD	THD_I1, THD_I2, THD_I3, THD_Iavg	●	●	●	●
		Individual Harmonics	Harmonics 2 nd to 63 rd (50Hz or 60Hz)	●	●	●	●
		Harmonics 2 nd to 15 th (400Hz)					
	Voltage Crest Factor	Crest Factor	●	●	●	●	
	TIF	THFF	●	●	●	●	
	Current K factor	K Factor	●	●	●	●	
STATISTICS	MAX with Time Stamp MIN with Time Stamp	Each phase of V & I; Total of P, Q, S, PF & F; Demand of I1, I2, I3, P, Q&S; Each phase THD of V & I; Unbalance factor of V & I	●	●	●	●	
OTHERS	ALARM	Over/Under Limit Alarm	V, I, P, Q, S, PF, V_THD & I_THD Each Phase and Total or Average; Unbalance Factor of V & I; Load Type; Analog Input of Each Channel; Demand of I1, I2, I3, P, Q&S; Reverse phase sequence; DI1-DI28	●	●	●	●
	POWER QUALITY EVENT LOGGING	Sag/Dips, Swell	Voltage				●
	DATA LOGGING	Data Logging 1 Data Logging 2 Data Logging 3	F, V1/2/3/Iavg, V12/23/13/Iavg, I1/2/3/n/avg, P1/2/3/sum, Q1/2/3/sum, S1/2/3/sum, PF1/2/3, PF, U_unbl, I_unbl, Load Type, Ep_imp, Ep_exp, Ep_total, Ep_net, Eq_imp, Eq_exp, Eq_total, Eq_net, Es, Epa_imp, Epa_exp, Epb_imp, Epb_exp, Epc_imp, Epc_exp, Eqq_imp, Eqq_exp, Eqb_imp, Eqb_exp, Eqc_imp, Eqc_exp, Esa, Esb, Esc, THD_V1/2/3/avg, THD_I1/2/3/avg, Harmonics 2 nd to 63 rd , Crest Factor, THFF, K Factor, Sequence and Phase Angles, DI Counter, AI, AO, Dmd P/Q/S, Dmd I1/2/3		●	●	●
	ONBOARD MEMORY SIZE	Memory	Bytes	—	8MB	8MB	16MB
			With AXM-WEB-PUSH 4GB on all 4 models	●	●	●	●
With AXM-WEB2, 8GB on all 4 models			●	●	●	●	
COMMUNICATION	RS485 Port, Half Duplex, Optical Isolated	Modbus®-RTU Protocol	●	●	●	●	
TIME	Real Time Clock	Year, Month, Date, Hour, Minute, Second	●	●	●	●	

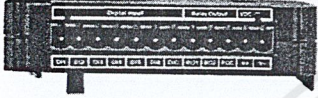
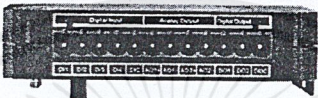
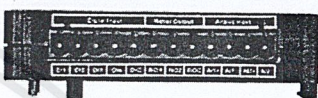
รูปที่ ก.8 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของเครื่องมือวัด

ยี่ห้อ Accuenergy รุ่น Acuvim II Series High Performance Meters (Accuenergy. 2019)

CATEGORY	ITEM	PARAMETERS	Acuvim II	Acuvim IIR	Acuvim IIE	Acuvim IIV	
OPTION MODULE	I/O OPTION	Switch Status (DI)	Digital Input (Wet)	⊙	⊙	⊙	⊙
		Power Supply for DI	24 Vdc	⊙	⊙	⊙	⊙
		Relay Output (RO)	NO, Form A	⊙	⊙	⊙	⊙
		Digital Output (DO)	Photo-MOS	⊙	⊙	⊙	⊙
		Pulse Output (PO)	By Using DO	⊙	⊙	⊙	⊙
		Analog Input (AI)	0(4)-20mA, 0(1)-5V	⊙	⊙	⊙	⊙
		Analog Output (AO)	0(4)-20mA, 0(1)-5V	⊙	⊙	⊙	⊙
	COMMUNICATION	Ethernet	10M/100M, Modbus-TCP, HTTP Webpage, Email	⊙	⊙	⊙	⊙
		Profibus-DP	Profibus-DP/V0	⊙	⊙	⊙	⊙
		BACnet	IP or MS/TP	⊙	⊙	⊙	⊙
		RS485 Module	Additional Modbus RTU	⊙	⊙	⊙	⊙
		DNP 3.0 over IP		⊙	⊙	⊙	⊙
		IEC 61850 2nd Edition		⊙	⊙	⊙	⊙
	400Hz TYPE	Only support full-wave energy, support 2 nd -15 th individual harmonics		⊙	⊙	⊙	⊙

Digital/Analog I/O

Integrate data to/from other devices with field expandable plug-in I/O modules

AXM-I01	AXM-I02	AXM-I03
		
6x digital inputs 24Vdc power for digital inputs 2x relay outputs	4x digital inputs 2x digital outputs 2x analog outputs	4x digital inputs 2x relay outputs 2x analog inputs

Communications Protocols

A standard RS-485 port and our AXM line of plug-in expansions modules support a wide array of protocols.

	Standard	AXM-WEB2	AXM-WEB PUSH	AXM-BMS	AXM-BIP	AXM-PROFI	AXM-RS-485	AXM-MESH
MODBUS-RTU	•						•	
DNP 3.0 Over IP		•	•					
IEC 61850		•						
MODBUS-TCP		•	•					
HTTP/HTTPs Webservice		•	•		•			
SMTP Email		•	•					
SNMP V3		•	•					
HTTP/HTTPs Push		•	•					
FTP Post		•	•					
sFTP Server		•	•					
Datalogging		8GB	4GB					
BACnet-MS/TP				•				
BACnet-IP					•			
PROFIBUS						•		
WiFi		•						
Dual RJ45 Ports		•						•

รูปที่ ก.8 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของเครื่องมือวัด

ยี่ห้อ Accuenergy รุ่น Acuvim II Series High Performance Meters (Accuenergy. 2019) (ต่อ)

SPECIFICATIONS

Parameters		METERING		
		Accuracy	Resolution	Range
Voltage		0.2%	0.1V	10V-1000kV
Current		0.2%	0.1mA	5mA-50000A
Power		0.2%	1W	-9999MW-9999MW
Reactive Power		0.2%	1var	-9999Mvar-9999Mvar
Apparent Power		0.2%	1VA	0-9999MVA
Power Demand		0.2%	1W	-9999MW-9999MW
Reactive Power Demand		0.2%	1var	-9999Mvar-9999Mvar
Apparent Power Demand		0.2%	1VA	0-9999MVA
Power Factor		0.2%	0.001	-1.000-1.000
Frequency		0.02%	0.01Hz	45.00-65.00Hz (50 or 60Hz type) 300.00Hz-500.00Hz (400Hz type)
Energy	Primary	0.2%	0.1kWh	0-99999999.9kWh
	Secondary	0.2%	0.001kWh	0-999999.999kWh
Reactive Energy	Primary	0.2%	0.1kvarh	0-99999999.9kvarh
	Secondary	0.2%	0.001kvarh	0-999999.999kvarh
Apparent Energy	Primary	0.2%	0.1kVAh	0-99999999.9kVAh
	Secondary	0.2%	0.001kVAh	0-999999.999kVAh
Harmonics		1.0%	0.1%	
Phase Angle		2.0%	0.1°	0.0°-359.9°
Unbalance Factor		2.0%	0.1%	0.0%-100.0%
Running Time			0.01h	0-9999999.99h

รูปที่ ก.8 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเชิงเทคนิคของเครื่องมือวัด

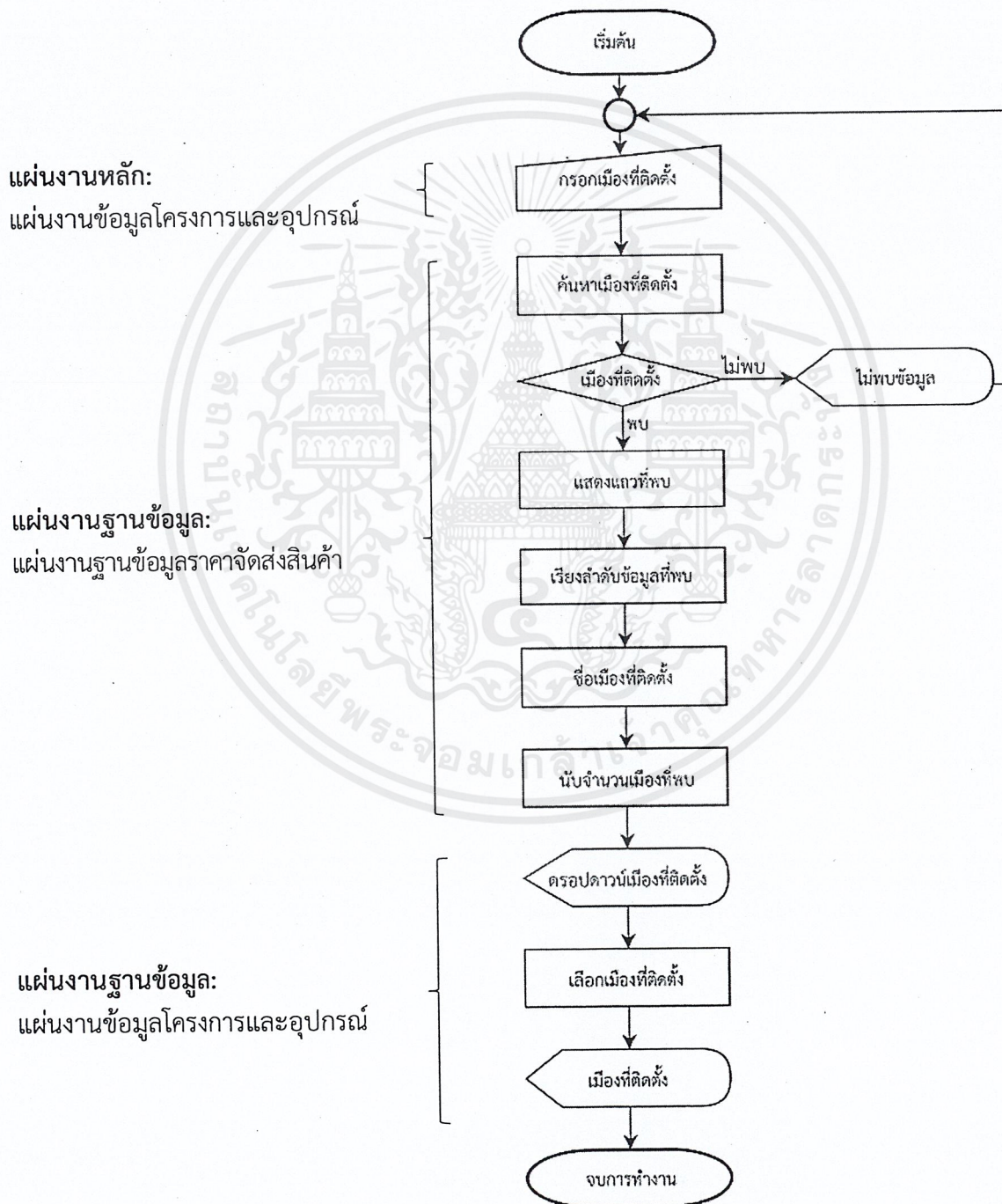
ยี่ห้อ Accuenergy รุ่น Acuvim II Series High Performance Meters (Accuenergy. 2019) (ต่อ)

ภาคผนวก ข

การทำงานของรายการตรวจพบความผิดปกติในแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์

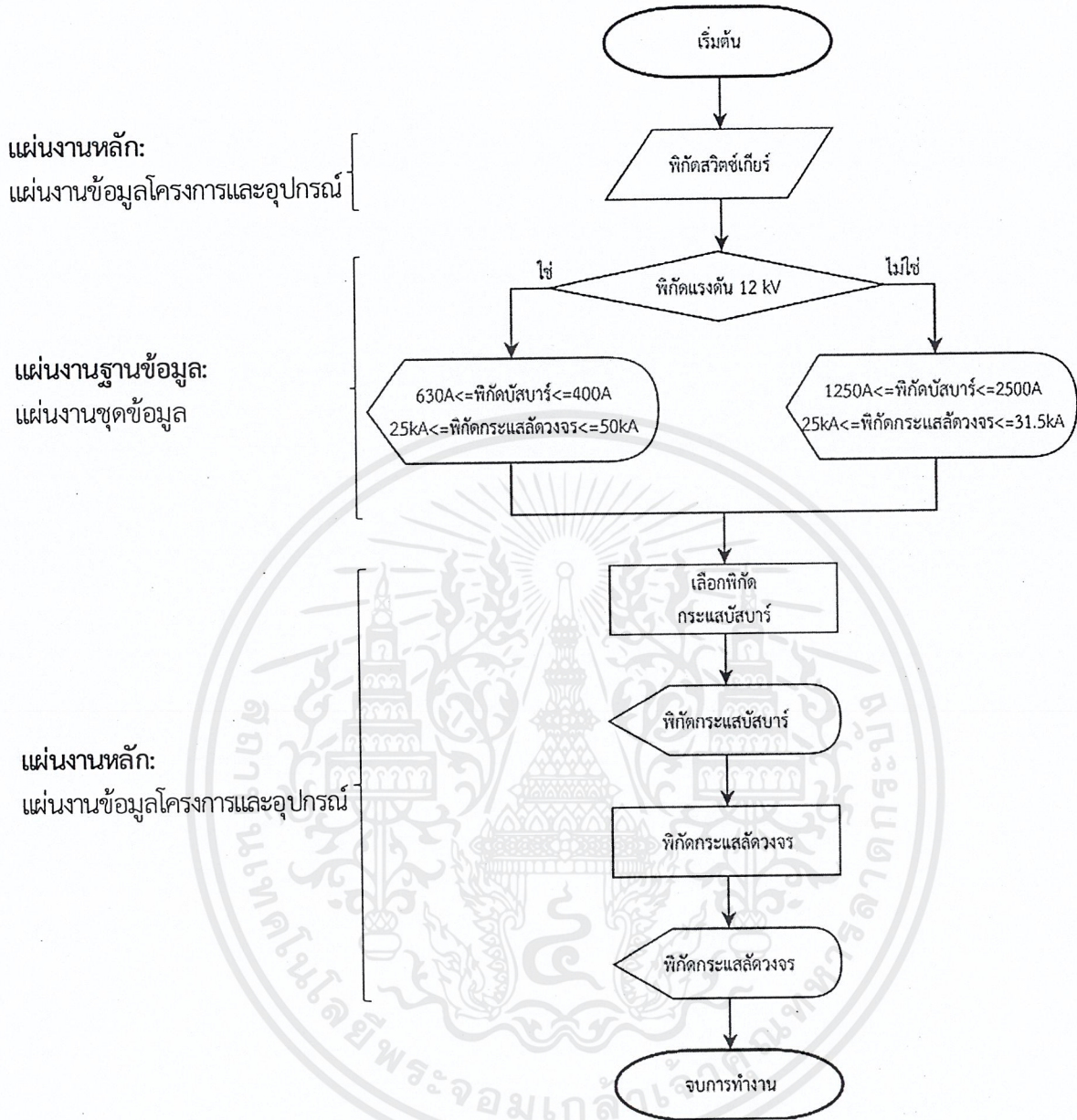
โครงการสหกิจศึกษานี้ กำหนดการทำงานของรายการตรวจพบความผิดปกติในแผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์ ดังนี้

1. การทำงานของรายการตรวจพบความผิดปกติของเมืองที่ติดตั้ง



รูปที่ ข.1 ผังงานแสดงลำดับการทำงานของรายการตรวจพบความผิดปกติของเมืองที่ติดตั้ง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทำงานของรายการตรวจคัดกรองข้อมูลโครงการของฟิวส์สวิตช์เกียร์



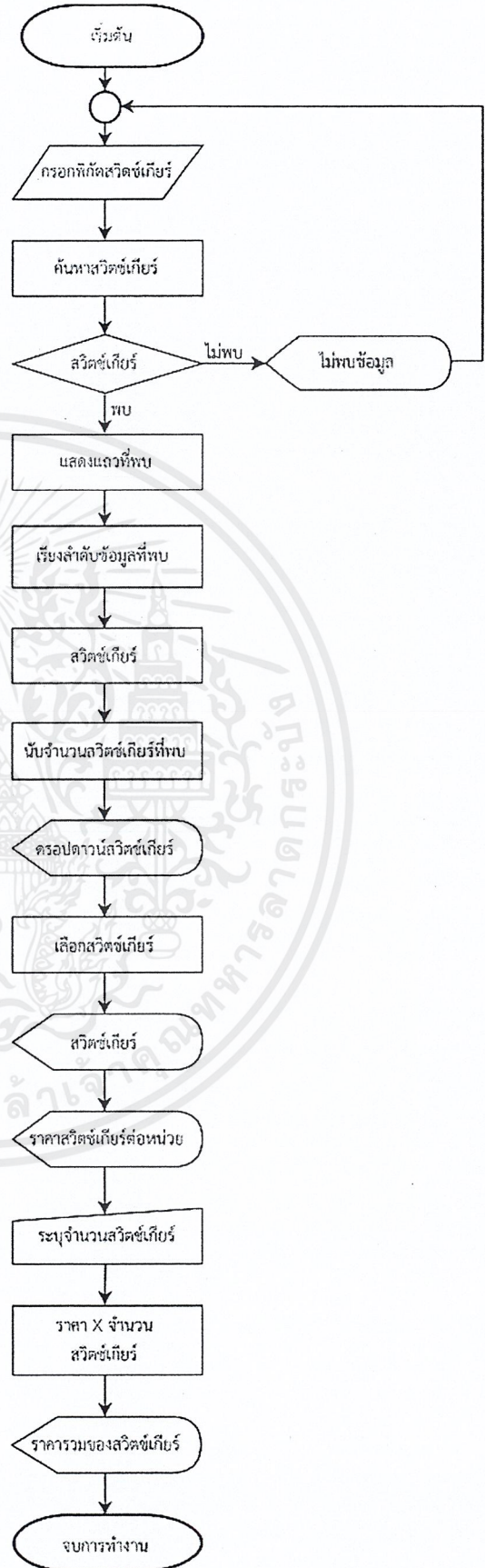
รูปที่ ข.2 ผังงานแสดงลำดับการทำงานของรายการตรวจคัดกรองข้อมูลโครงการของฟิวส์สวิตช์เกียร์

3. การทำงานของรายการรอปตาวาน์อุปกรณ์สวิตซ์เกียร์

แผ่นงานหลัก:
แผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์

แผ่นงานฐานข้อมูล:
แผ่นงานฐานข้อมูลสวิตซ์เกียร์

แผ่นงานหลัก:
แผ่นงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์

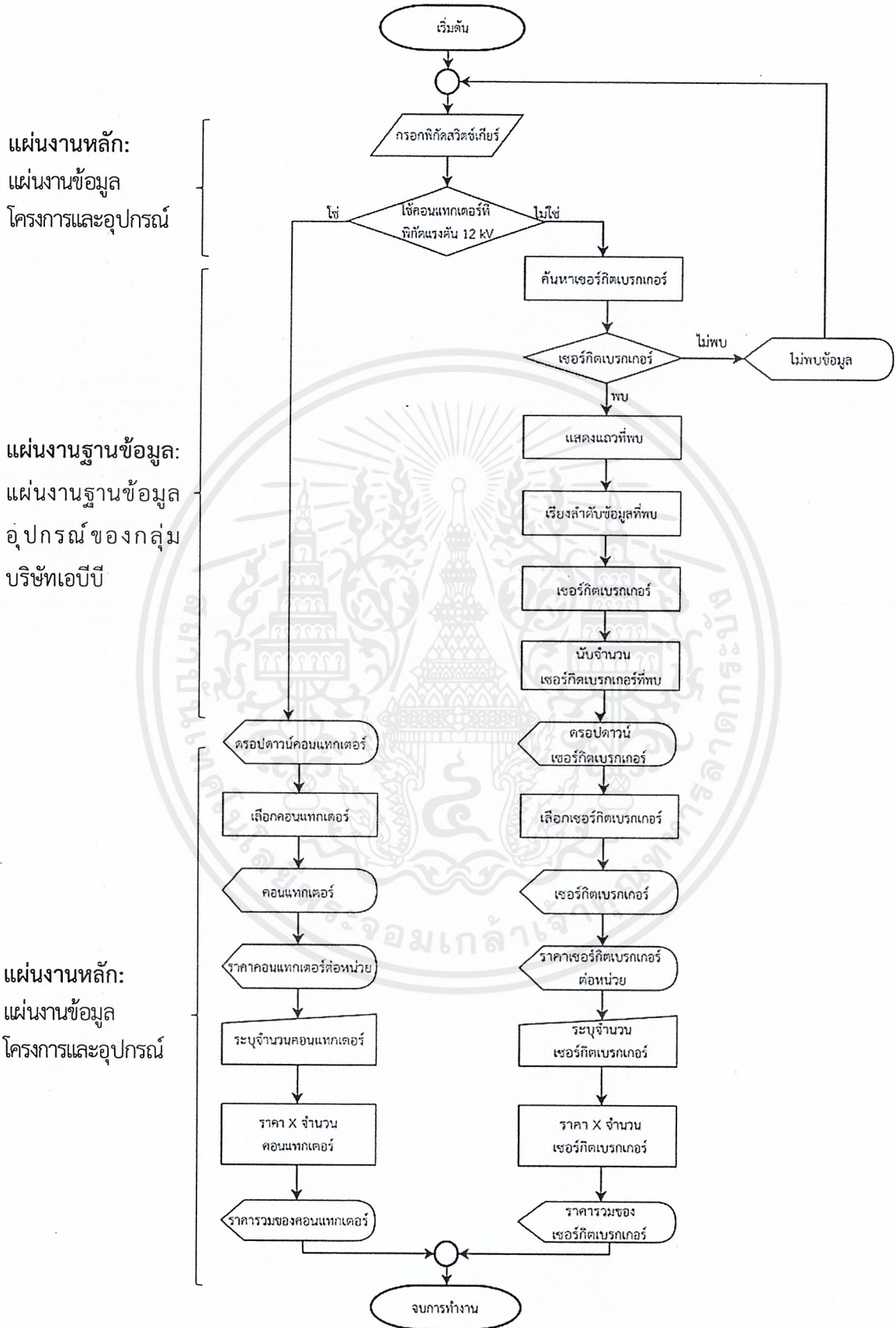


รูปที่ ข.3 ผังงานแสดงลำดับการทำงานของรายการรอปตาวาน์อุปกรณ์สวิตซ์เกียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทำงานของรายการตรวจวัดอุปกรณ์ตัดต่อวงจร



รูปที่ ข.4 ผังงานแสดงลำดับการทำงานของรายการตรวจวัดอุปกรณ์ตัดต่อวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การทำงานของรายการตรวจคัดกรองอุปกรณรีเลย์ป้องกัน

แผนงานหลัก:

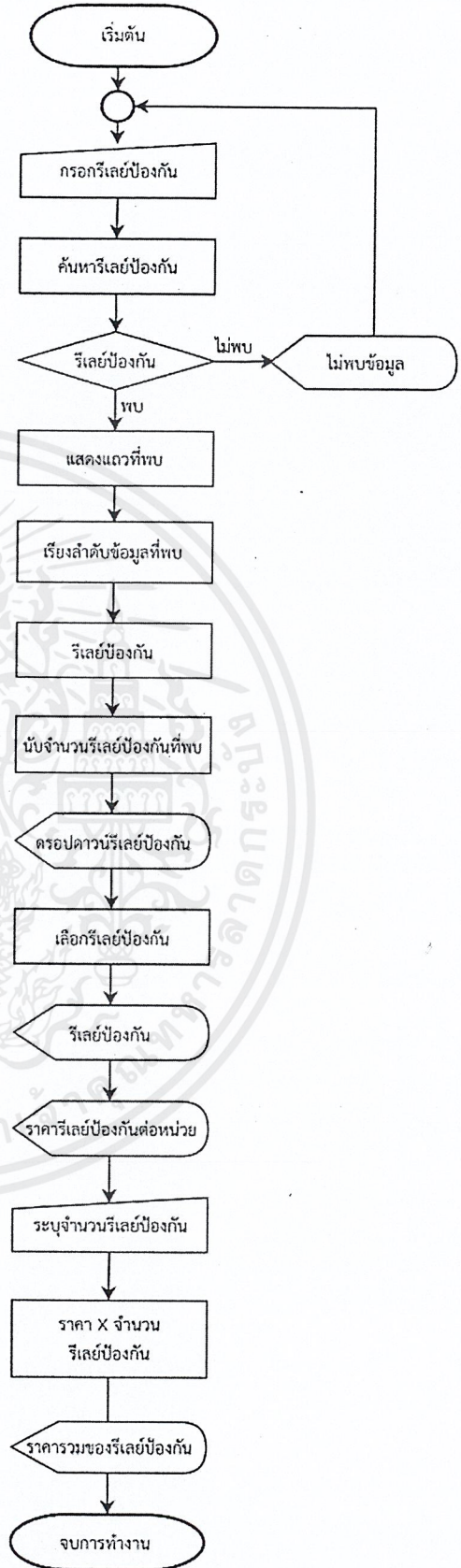
แผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์

แผนงานฐานข้อมูล:

แผนงานฐานข้อมูลอุปกรณ์ของกลุ่มบริษัทเอบีบี

แผนงานหลัก:

แผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์



รูปที่ ข.5 ผังงานแสดงลำดับการทำงานของรายการตรวจคัดกรองอุปกรณรีเลย์ป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การทำงานของรายการตรวจรอบตาวนอุปกรณ์หม้อแปลงเครื่องมือวัด

แผนงานหลัก:

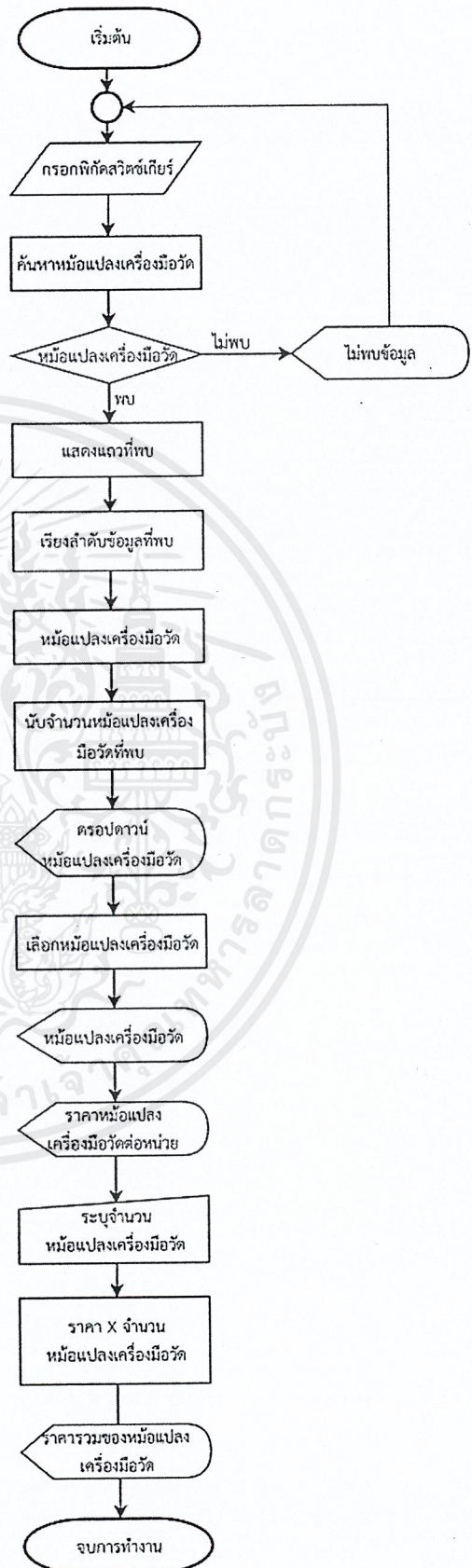
แผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์

แผนงานฐานข้อมูล:

แผนงานฐานข้อมูลอุปกรณ์ของผู้ผลิตภายนอก

แผนงานหลัก:

แผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์

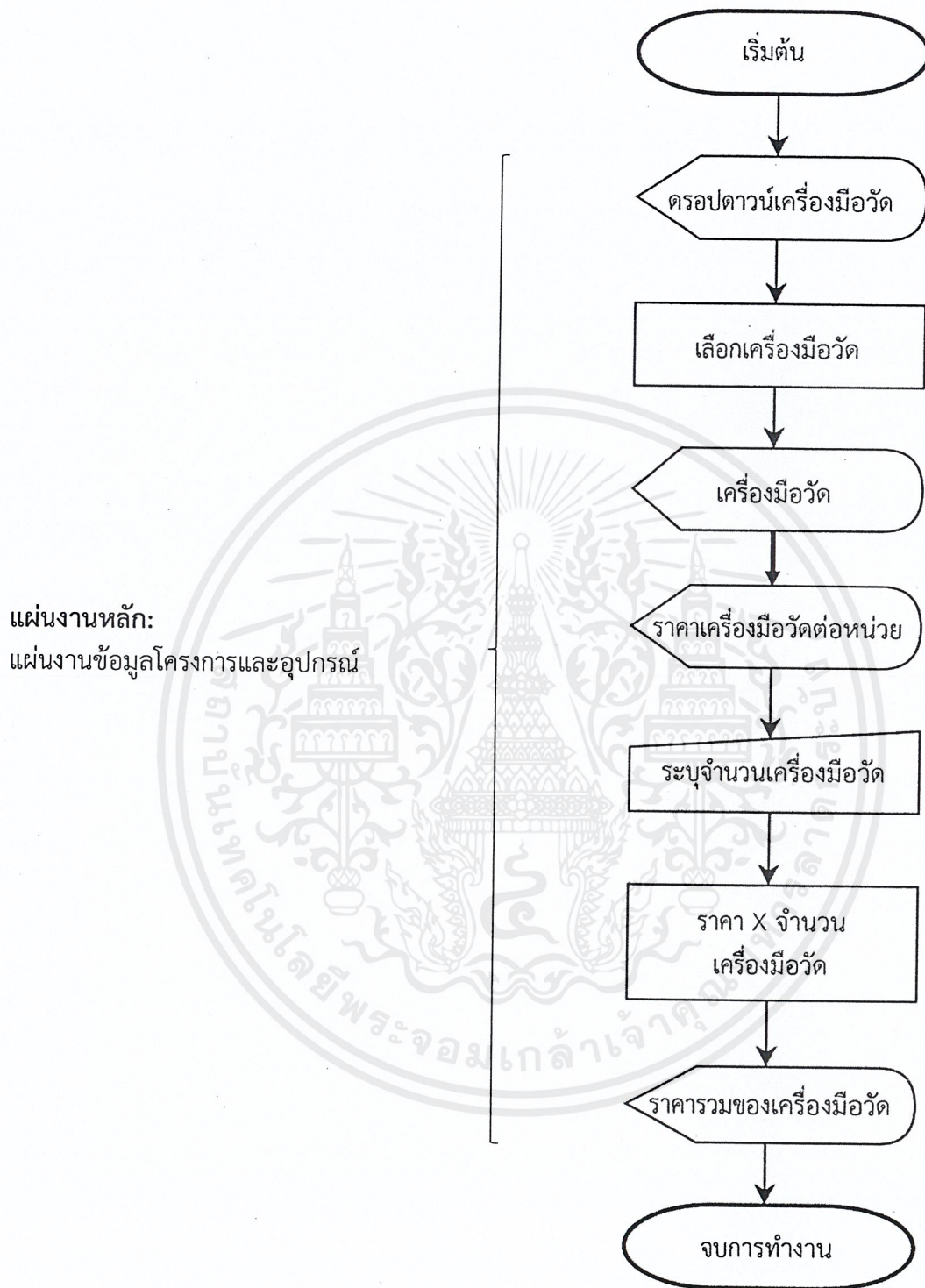


รูปที่ ข.6 ผังงานแสดงลำดับการทำงานของรายการตรวจรอบตาวนอุปกรณ์หม้อแปลงเครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การทำงานของรายการรอปดาวน์อุปกรณ์เครื่องมือวัด



รูปที่ ข.7 ผังงานแสดงลำดับการทำงานของรายการรอปดาวน์อุปกรณ์เครื่องมือวัด

ภาคผนวก ค

สูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงานของโปรแกรม Microsoft Excel 2016

โครงการสหกิจศึกษานี้ กำหนดสูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงานของโปรแกรม Microsoft Excel 2016 ที่ใช้ในกลุ่มแผนงานดังตารางที่ ค.1

ตารางที่ ค.1 สูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงานของโปรแกรม Microsoft Excel 2016

สูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงาน	รูปแบบการใช้งาน
1. แผนงานหลัก	
(1) แผนงานข้อมูลโครงการและอุปกรณ์	
Data Validation*	=Volt =Contactor =Meter =INDIRECT(Meter) =IF(SUM(จำนวนที่พบ)=0,"Not Found",OFFSET(ตำแหน่งอ้างอิงเริ่มต้น,1,0, SUM(จำนวนที่พบ),1))
TODAY	=TODAY()
VLOOKUP, SUM, SUMPRODUCT, และ IF	=IF(เซลล์อ้างอิง=0," ",VLOOKUP(เซลล์อ้างอิง,'Data SWG(ABB)!'ฐานข้อมูล,3,FALSE)) =SUM(ช่วงเซลล์อ้างอิง) =IF(SUMPRODUCT(ช่วงเซลล์อ้างอิง,ช่วงเซลล์อ้างอิง)=0,"-",
สูตรการคำนวณ	=เซลล์อ้างอิง*เซลล์อ้างอิง
การล้างข้อมูล*	Sub clear() clear Macro Range("เซลล์อ้างอิง").Select Selection.ClearContents End Sub
การบันทึกข้อมูล*	Sub Save() Dim path As String Dim filename1 As String path = "(ตำแหน่งจัดเก็บไฟล์ข้อมูล)" filename1 = Range("เซลล์อ้างอิง").Text

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงาน	รูปแบบการใช้งาน
	<pre>Application.DisplayAlerts = False ActiveWorkbook.SaveAs Filename:=path & filename1 & ".xlsx", FileFormat:=xlOpenXMLWorkbook Application.DisplayAlerts = True ActiveWorkbook.Close End Sub</pre>
(2) แผ่นงานราคาเสนอขาย	
สูตรการคำนวณ, SUM และ ROUNDUP	<pre>=เซลล์อ้างอิง+เซลล์อ้างอิง =เซลล์อ้างอิง-เซลล์อ้างอิง =เซลล์อ้างอิง*เซลล์อ้างอิง =เซลล์อ้างอิง/เซลล์อ้างอิง =SUM(ช่วงเซลล์อ้างอิง) =ROUNDUP(เซลล์อ้างอิง)</pre>
การอ้างอิงข้อมูล	<pre>=IF('Input & Material'!เซลล์อ้างอิง=0,"",'Input & Material'!เซลล์อ้างอิง) ='Input & Material'!เซลล์อ้างอิง1&","&'Input & Material'!เซลล์อ้างอิง2&","&'Input & Material'!เซลล์อ้างอิง3 ='Input & Material'!เซลล์อ้างอิง</pre>
(3) แผ่นงานใบเสนอราคา	
การอ้างอิงข้อมูล*	<pre>= 'Input & Material'!เซลล์อ้างอิง1&("&'Input & Material'!เซลล์อ้างอิง2&")&"kV MEDIUM VOLTAGE SWITCHGEAR" = 'Full Cost Calculation'!เซลล์อ้างอิง1-'Full Cost Calculation'!เซลล์อ้างอิง2</pre>
การคัดลอกข้อมูล*	<pre>Sub COPY() COPY Macro Range("เซลล์อ้างอิง").Select Selection.COPY End Sub</pre>
2. แผ่นงานฐานข้อมูล	
(1) แผ่นงานฐานข้อมูลราคาจัดส่งสินค้า	
ISNUMBER และ SEARCH	=ISNUMBER(SEARCH(เซลล์ที่ต้องการค้นหา,'Std '!ฐานข้อมูล))
IF และ ROW	=IF(เซลล์อ้างอิง,ROW(เซลล์อ้างอิง),"")

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงาน	รูปแบบการใช้งาน
RANK.EQ	=RANK.EQ(เซลล์อ้างอิง,ฐานข้อมูล,1)
INDEX และ MATCH	=INDEX(ฐานข้อมูล,MATCH(ROW(เซลล์อ้างอิง),ช่วงเซลล์อ้างอิง,0))
NOT และ ISERROR	=--NOT(ISERROR(เซลล์อ้างอิง))
OFFSET และ SUM	=IF(SUM('Std จำนวนที่พบ = 0),"Not Found",OFFSET('Std !ตำแหน่งอ้างอิงเริ่มต้น,1,0,SUM('Std !จำนวนที่พบ),1))
(2) แผ่นงานฐานข้อมูลสวิตซ์เกียร์	
ISNUMBER และ SEARCH	=--ISNUMBER(SEARCH('Input & Material'!เซลล์ที่ต้องการค้นหา,'Data SWG(ABB)'!ฐานข้อมูล))
IF และ ROW	=IF(AND(เซลล์อ้างอิง 1 = 1,เซลล์อ้างอิง 2 = 1,เซลล์อ้างอิง 3 = 1),ROW(เซลล์อ้างอิง1)," ")
RANK.EQ	=RANK.EQ(เซลล์อ้างอิง,ฐานข้อมูล,1)
INDEX และ MATCH	=INDEX(ฐานข้อมูล,MATCH(ROW(เซลล์อ้างอิง),ช่วงเซลล์อ้างอิง,0))
NOT และ ISERROR	=--NOT(ISERROR(เซลล์อ้างอิง))
OFFSET และ SUM	=IF(SUM('Data SWG(ABB)'!จำนวนที่พบ)=0,"Not Found",OFFSET('Data SWG(ABB)'!ตำแหน่งอ้างอิงเริ่มต้น,1,0,SUM('Data SWG(ABB)'!จำนวนที่พบ),1))
(3) แผ่นงานฐานข้อมูลอุปกรณ์ของกลุ่มบริษัทเอบีบี	
ก) เซอร์กิตเบรกเกอร์	
IF และ ROW	=IF(AND('Data ABB Supplier'!ฐานข้อมูล='Input & Material'!เซลล์ค้นหา, 'Data ABB Supplier'!ฐานข้อมูล='Input & Material'!เซลล์ที่ต้องการค้นหา2=, 'Data ABB Supplier'!ฐานข้อมูล='Input & Material'!เซลล์ที่ต้องการค้นหา3),ROW('Data ABB Supplier'!ฐานข้อมูล)," ")
RANK.EQ	=RANK.EQ(เซลล์อ้างอิง,ฐานข้อมูล,1)
INDEX และ MATCH	=INDEX(ฐานข้อมูล,MATCH(ROW(เซลล์อ้างอิง),ช่วงเซลล์อ้างอิง,0))
NOT และ ISERROR	=--NOT(ISERROR(เซลล์อ้างอิง))
OFFSET และ SUM	=IF(SUM('Data ABB Supplier'!จำนวนที่พบ)=0,"Not Found",OFFSET('Data ABB Supplier'!ตำแหน่งอ้างอิงเริ่มต้น,1,0,SUM('Data ABB Supplier'!จำนวนที่พบ),1))
ข) รีเลย์ป้องกัน	
ISNUMBER และ SEARCH	= ISNUMBER(SEARCH("Input & Material"!เซลล์ที่ต้องการค้นหา,ฐานข้อมูล))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะบุคคลภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและดัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

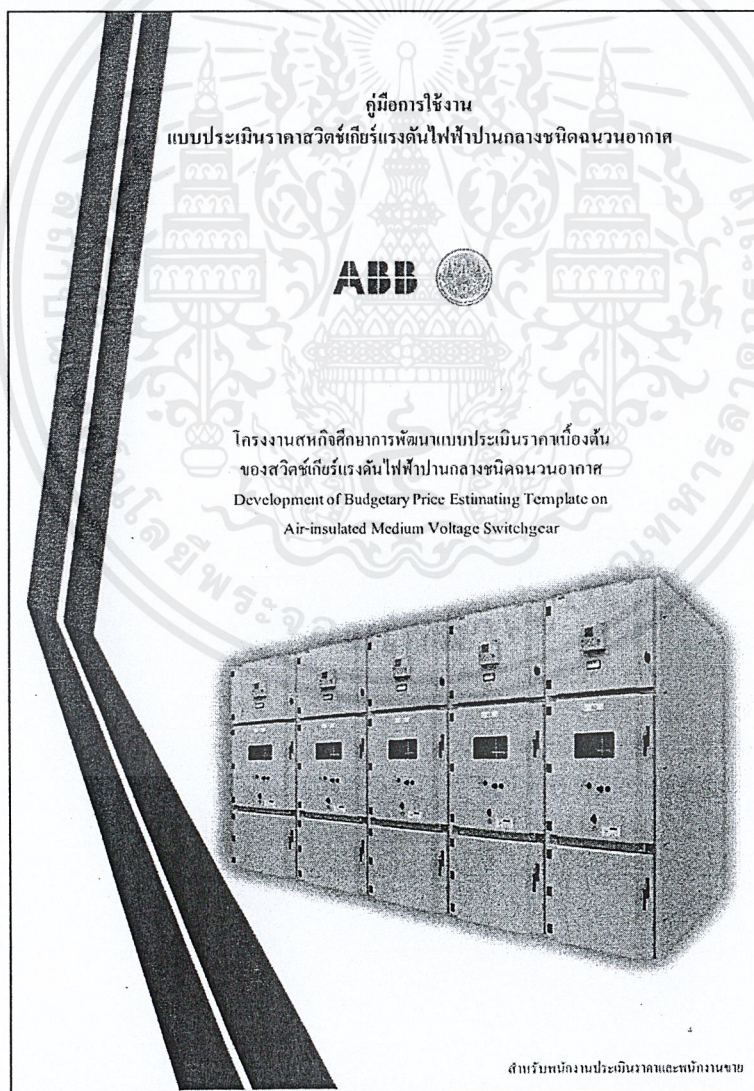
สูตร/ฟังก์ชัน/คำสั่งการทำงาน	รูปแบบการใช้งาน
IF และ ROW	=IF(เซลล์อ้างอิง,ROW(เซลล์อ้างอิง)," ")
RANK.EQ	=RANK.EQ(เซลล์อ้างอิง,ฐานข้อมูล,1)
INDEX และ MATCH	=INDEX(ฐานข้อมูล,MATCH(ROW(เซลล์อ้างอิง)-155,ช่วงเซลล์อ้างอิง,0))
NOT และ ISERROR	=--NOT(ISERROR(เซลล์อ้างอิง))
OFFSET และ SUM	=IF(SUM("Data ABB Supplier!จำนวนที่พบ)=0,"Data ABB Supplier!K155,OFFSET("Data ABB Supplier!ตำแหน่งอ้างอิงเริ่มต้น,1,0,SUM("Data ABB Supplier!จำนวนที่พบ),1))
(4) แผ่นงานฐานข้อมูลอุปกรณ์ของผู้ผลิตภายนอก: หม้อแปลงเครื่องมือวัด	
ISNUMBER และ SEARCH	=IF(AND(ฐานข้อมูล="Input & Material"!เซลล์ที่ต้องการค้นหา1,ฐานข้อมูล="Input & Material"!เซลล์ที่ต้องการค้นหา2),1," ")
IF และ ROW	=IF(เซลล์อ้างอิง=1,ROW(เซลล์อ้างอิง)," ")
RANK.EQ	=RANK.EQ(เซลล์อ้างอิง,ฐานข้อมูล,1)
INDEX และ MATCH	=INDEX(ฐานข้อมูล,MATCH(ROW(เซลล์อ้างอิง),ช่วงเซลล์อ้างอิง,0))
NOT และ ISERROR	=--NOT(ISERROR(เซลล์อ้างอิง))
OFFSET และ SUM	=IF(SUM("Data Third parties supplier!จำนวนที่พบ =0)," ",OFFSET("Data Third parties supplier!ตำแหน่งอ้างอิงเริ่มต้น,1,0,SUM("Data Third parties supplier!จำนวนที่พบ),1))
(5) แผ่นงานชุดข้อมูล: พิกัดสวิตช์เกียร์	
ISNUMBER และ SEARCH	=ISNUMBER(SEARCH("Input & Material"!เซลล์ที่ต้องการค้นหา,ฐานข้อมูล))
IF และ ROW	=IF(D7,ROW(เซลล์อ้างอิง)," ")
RANK.EQ	=RANK.EQ(เซลล์อ้างอิง,ฐานข้อมูล,1)
INDEX และ MATCH	=INDEX(ฐานข้อมูล,MATCH(ROW(เซลล์อ้างอิง)-6,ช่วงเซลล์อ้างอิง,0))
NOT และ ISERROR	=--NOT(ISERROR(เซลล์อ้างอิง))
OFFSET และ SUM	=IF(SUM("Database!จำนวนที่พบ 0)," ",OFFSET("Database !ตำแหน่งอ้างอิงเริ่มต้น,1,0,SUM("Database 3!จำนวนที่พบ),1))

ภาคผนวก ง

คู่มือการใช้งานแบบประเมินราคาสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ

โครงการสหกิจศึกษานี้พัฒนาแบบประเมินราคาเบื้องต้นของสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ (Budgetary Price Estimating Template on Air-insulated Medium Voltage Switchgears) และได้จัดทำคู่มือการใช้งาน รวมถึงส่งมอบให้กับแผนกประเมินราคาสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางและแผนกขายสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง ฝ่าย Distribution Solutions หน่วยบริหารธุรกิจ EL ของบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด เมื่อเสร็จสิ้นโครงการ

ตัวอย่างหน้าปกคู่มือการใช้งานแบบประเมินราคาสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ แสดงดังรูปที่ ง.1



รูปที่ ง.1 หน้าปกคู่มือการใช้งานแบบประเมินราคาสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลางชนิดฉนวนอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ-นามสกุล** นางสาวกัญญารัตน์ วิเชียรโชติ

วัน เดือน ปีเกิด 3 กรกฎาคม 2540

ที่อยู่ 39/1 หมู่ 4 ตำบลกลอนโต อำเภอตำบองมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี 71260

E-mail 59010074@kmitl.ac.th

โทรศัพท์ 085-296-0745

ประวัติการศึกษา

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

ประสบการณ์ การฝึกงานและการทำโครงการสหกิจศึกษา ตำแหน่งพนักงานขายสวิตซ์เกียร์ แผนกขายสวิตซ์เกียร์ ฝ่าย Distribution Solutions หน่วยบริหารธุรกิจ Electrification (EL) บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ระหว่างวันที่ 4 มิถุนายน ถึง 31 กรกฎาคม 2562 และระหว่างวันที่ 5 สิงหาคม ถึง 22 พฤศจิกายน 2562 ตามลำดับ
- ชื่อ-นามสกุล** นางสาวอัจฉรา ปีกขุนทด

วัน เดือน ปีเกิด 27 พฤศจิกายน 2540

ที่อยู่ 8/32 หมู่ 18 ซอยลำลูกกา 35 ตำบลคูคต อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี 12130

E-mail atcharapeekunthod@gmail.com

โทรศัพท์ 091-747-3214

ประวัติการศึกษา

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

ประสบการณ์ การฝึกงานและการทำโครงการสหกิจศึกษา ตำแหน่งพนักงานประเมินราคาสวิตซ์เกียร์ แผนกประเมินราคาสวิตซ์เกียร์ ฝ่าย Distribution Solutions หน่วยบริหารธุรกิจ Electrification (EL) บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด ระหว่างวันที่ 4 มิถุนายน ถึง 31 กรกฎาคม 2562 และระหว่างวันที่ 5 สิงหาคม ถึง 22 พฤศจิกายน 2562 ตามลำดับ