ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

ระบบสารสนเทศสนับสนุนงานออกแบบและประเมินราคาระบบไฟฟ้า

Information System for Supporting Design and Estimation of Electrical System

โดย

นางสาว ฐิติมา สระศรีรัตน์

รหัส 45061719

H003129

วัน เดือน ปี 18 พ.ค. 2550
เลขทะเบียน 03129
เลขเรียกหนังสือ ลพ.ส 351 ร 2547
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

b11745824
i1291808s

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการศึกษากรณีพิเศษ
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ระบบสารสนเทศสนับสนุนงานออกแบบและประเมินราคาระบบไฟฟ้า
นักศึกษา	นางสาว ฐิติมา สระศรีรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2547

บทคัดย่อ

ระบบสารสนเทศสนับสนุนงานออกแบบและประเมินราคาระบบไฟฟ้าของบริษัทที่ปรึกษา เป็นระบบที่วิศวกรไฟฟ้าใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบงานในโครงการ ในส่วนของการออกแบบช่วยในการหาขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับความต้องการทางไฟฟ้า โดยประมวลผลจากค่าตัวแปรตามสภาพของโครงการแต่ละโครงการ ในส่วนของการประเมินราคาจะช่วยหาราคากลางของวัสดุแต่ละส่วนและนำมารวมกันเป็นมูลค่าของแต่ละโครงการซึ่งส่วนของการประเมินราคาสามารถแสดงผลผ่านทางเว็บไซต์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Information System for Supporting Design and Estimation of Electrical System
Student	Ms. Thitima Sasirat
Advisor	Asst.Prof. Chanboon Sathitwiriyawong
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Technology Management
Academic Year	2004

ABSTRACT

Information System for supporting design and estimation of electrical system for design business is the system for electrical engineer to use. The feature for design shall support the electrical engineer to match the electrical load with equipment capacity under the standard by compile the criteria of each project. For the estimating feature the system will support to find the price of all electrical equipment and calculate for electrical 's cost for each project. The estimating result shall be presented to manager by web technology

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
สารบัญ..... III
สารบัญตาราง.....VI
สารบัญรูป.....VIII
บทที่
1. บทนำ.....1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3
2. มาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง.....4
2.1 ภาพรวมของระบบไฟฟ้า.....4
2.2 การคำนวณโหลดของอุปกรณ์ไฟฟ้า.....5
2.3 การกำหนดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย.....6
2.4 การกำหนดขนาดสายไฟฟ้าของวงจรย่อย.....6
2.5 การออกแบบแผงวงจรย่อย.....12
2.6 การออกแบบขนาดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของแผงวงจรย่อย.....13
2.7 การออกแบบขนาดสายไฟฟ้าป้อนแผงวงจรย่อย.....16
2.8 การออกแบบแผงวงจรหลัก.....16
2.9 การออกแบบขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของแผงวงจรหลัก.....16
2.10 การออกแบบขนาดสายไฟฟ้าป้อนแผงวงจรหลัก.....16
3. แนวคิดและทฤษฎีอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสารสนเทศ.....17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1 วงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศ.....18
3.2 แนวความคิดเชิงวัตถุ (Object – Oriented Concept) 22
3.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุด้วย UML.....27
3.4 ระบบฐานข้อมูล และ โปรแกรม Microsoft Access.....29
4. การวิเคราะห์และการออกแบบ.....34
4.1 ปัญหาของระบบงานปัจจุบัน.....34
4.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบงาน.....34
4.3 การวิเคราะห์ระบบการทำงานเดิม.....37
4.4การออกแบบระบบการทำงานเมื่อมีระบบสนับสนุนการทำงานของวิศวกรไฟฟ้า 38
4.5 การออกแบบ Use Case Diagram.....41
4.6 Sequence Diagram.....46
4.7 Class Diagram.....46
4.8 การออกแบบฐานข้อมูล.....51
4.9 การออกแบบ User Interface.....58
5. การพัฒนาระบบและการใช้งาน.....64
5.1 ปัจจัยที่ใช้ในการเลือกเทคโนโลยีในการพัฒนาระบบ.....64
5.2 การเลือกเทคโนโลยีในการพัฒนาระบบ.....64
5.3 การติดต่อระหว่างฐานข้อมูลและ User Interface 65
5.4 การใช้งานระบบ.....65
6. บทสรุป.....67
6.1 สรุปผลการศึกษา.....67
6.2 ข้อดีของระบบ.....67
6.3 ข้อควรระวังในการใช้งาน.....67
6.4 แนวทางการพัฒนาโปรแกรมเพื่อเพิ่มความสามารถของโปรแกรม.....67
6.5 ข้อจำกัดของระบบ.....68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.6 ข้อเสนอแนะ.....68
7. บรรณานุกรม.....69
8. ประวัติผู้เขียน.....70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี.....7
2.2 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าชนิด THW ในท่อร้อยสายโลหะ.....8
2.3 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าชนิด NYY ในท่อร้อยสายโลหะ.....9
2.4 ตัวคูณลดค่ากระแสเนื่องจากสายเกิน 3 เส้น.....10
2.5 ตัวคูณค่ากระแสเนื่องจากอุณภูมิโดยรอบ.....10
2.6 ตารางค่าแรงดันตกสำหรับวงจร 1- เฟส 220 โวลต์ และ 3- เฟส 380 โวลต์ 11
2.7 ตารางขนาดสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า.....12
2.8 ตารางโหลดสำหรับโครงการตัวอย่าง.....13
2.9 ดีมานด์แฟกเตอร์ของสายป้อนแสงสว่าง.....14
2.10 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย.....14
2.11 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป.....15
2.12 ขนาดสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ.....17
3.1 ลักษณะ Class Template.....24
3.2 ตัวอย่างคลาสของ Student.....24
4.1 Balance Load For Each Phase Use Case Description.....42
4.2 Calculate the Total Load of the Panel Use Case Description.....43
4.3 Design the Electrical Equipment Use Case Description.....44
4.4 Estimate Price Use Case Description.....45
4.5 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล Project 54
4.6 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล Panel 54
4.7 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล BKRAT 55
4.8 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล BranchCCt 55
4.9 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล BranchGND 56
4.10 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล ConduitForWiring 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่

4.11 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล ConduitNo 56
4.12 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล ConduitPrice 56
4.13 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล ConduitType 56
4.14 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล EleCurrent 57
4.15 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล EleWirePrice 57
4.16 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล EleWireTyp 57
4.17 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล EleWirSize 57
4.18 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล MainGND 57
4.19 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล WireInConduit 58
4.20 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล WiringOfWire 58
4.21 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล WiringType 58
4.22 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล WiringOfWire.....58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

1.1 ขอบเขตการพัฒนาระบบ.....2
2.1 ไดอะแกรมเส้นเดี่ยวของวงจรไฟฟ้าทั่วไป.....4
3.1 วงจรการพัฒนาระบบ.....18
3.2 การสื่อสารระหว่างออบเจ็กต์.....22
3.3 Superclass / Subclass hierarchy (A Kind of).....25
3.4 การถ่ายทอดคุณสมบัติเป็นลำดับขั้น (A Member of).....25
3.5 ตัวอย่าง Use-case แสดงการซื้อน้ำอัดลมกระป๋องจากตู้กดอัตโนมัติ.....28
3.6 ตัวอย่าง Class Diagram ระบบธนาคาร.....29
4.1 Flow Chart แสดงระบบการทำงานในปัจจุบัน(AS-IS System).....35
4.2 Flow Chart แสดงระบบการทำงานเมื่อมีระบบสนับสนุนการทำงาน(TO-BE System).....39
4.3 Use-Case Diagram 41
4.4 Sequence Diagram ของการออกแบบ.....46
4.5 คุณสมบัติของ Class Panel (แผงวงจร).....47
4.6 คุณสมบัติของ Class Branch Circuit (วงจรย่อย).....48
4.7 คุณสมบัติของ Class Wiring Type (การเดินสายไฟ) 48
4.8 คุณสมบัติของ Class Breaker(เบรคเกอร์).....49
4.9 คุณสมบัติของ Class Electrical Wire (สายไฟฟ้า).....49
4.10 คุณสมบัติของ Class Electrical Conduit (ท่อร้อยสายไฟฟ้า).....50
4.11 Class Diagram 50
4.12 E-R Diagram ในส่วนของมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าและการประมาณราคา.....52
4.13 E-R Diagram ในส่วนของมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าและการประมาณราคา.....52
4.14 E-R Diagram ในส่วนของมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าและการประมาณราคา.....53
4.15 User Interface สำหรับเริ่มออกแบบแผงไฟฟ้าขั้นตอนที่ 1 ใส่รายละเอียด.....59
4.16 User Interface สำหรับเริ่มออกแบบแผงไฟฟ้าขั้นตอนที่ 2 ออกแบบวงจรย่อย.....60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.17 User Interface สำหรับออกแบบแผงวงจรไฟฟ้า.....60
4.18 User Interface สำหรับการประเมินราคา.....61
4.19 User Interface สำหรับ Login เข้าใช้งานในระบบ.....61
4.20 User Interface สำหรับเลือกสรุปผลการออกแบบแบบต่าง ๆ ผ่าน Web.....62
4.21 User Interface สำหรับเลือกสรุปผลการออกแบบแบบต่าง ๆ ผ่าน Web.....62
4.22 User Interface สำหรับเลือกสรุปผลการออกแบบแบบต่าง ๆ ผ่าน Web.....63
5.1 User Interface การออกแบบขั้นที่ 1.....65
5.2 User Interface การออกแบบขั้นที่ 2.....66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

ในปัจจุบันทั่วโลกได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อรองรับความต้องการของมนุษย์ในยุคข้อมูลข่าวสาร การทำธุรกิจต่าง ๆ ก็ได้มีการเปลี่ยนแปลงไป ธุรกิจที่เข้าแข่งขันและจะประสบความสำเร็จได้ไม่เพียงคุณภาพของงานเท่านั้น จะต้องมีความรวดเร็วในการทำงานด้วย ในธุรกิจของบริษัทออกแบบก็เช่นเดียวกัน การออกแบบสิ่งก่อสร้าง แต่ละโครงการต้องมีการแข่งขันทั้งคุณภาพของงานและความรวดเร็วในการส่งงาน นอกจากนี้การสืบค้นข้อมูลของการออกแบบ ขณะที่โครงการก่อสร้างกำลังดำเนินงานอยู่ก็มีส่วนสำคัญ หากมีเปลี่ยนแปลงแบบในขณะที่มีการก่อสร้างก็จำเป็นต้องมีการตรวจสอบข้อมูลที่วิศวกรใช้ออกแบบขั้นต้น หากต้องมีการเปลี่ยนแปลงจะต้องปรับเปลี่ยนอะไรบ้าง ความรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูลเก่าก็จะทำให้โครงการก่อสร้างสามารถทำได้อย่างต่อเนื่องไม่เสียเวลาในการรอวิศวกรผู้ออกแบบ ดังนั้นผู้ออกแบบจึงควรทำงานอย่างเป็นระบบ และ เป็นระเบียบ เพื่อให้ได้งานที่มีคุณภาพ แต่เนื่องจากแต่ละโครงการของบริษัทหนึ่ง ๆ ก็จะมีวิศวกรผู้ออกแบบที่แตกต่างกันออกไป ก็จะมีลักษณะการเก็บข้อมูลและการแสดงผลข้อมูลที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นระบบที่จะมาช่วยสนับสนุนการทำงานเพื่อให้เก็บข้อมูลและแสดงผลข้อมูลเป็นแบบแผนเดียวกัน แต่สามารถพลิกแพลงได้ตามแต่ละโครงการก่อสร้าง จึงต้องนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ

- เพื่อพัฒนาระบบการออกแบบไฟฟ้าให้รวดเร็วและอยู่ภายใต้มาตรฐานเดียวกัน
- เพื่อพัฒนาระบบการจัดเก็บข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบแต่ละโครงการให้อยู่ในฐานข้อมูลเดียวกันเพื่อให้การสืบค้นข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็วและเป็นระบบ
- เพื่อให้วิศวกรผู้มีหน้าที่ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และ ถูกต้อง
- เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีและทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตในการพัฒนาระบบ

ขอบเขตในการพัฒนาระบบสารสนเทศสนับสนุนงานออกแบบและประเมินราคาระบบไฟฟ้า จะต้องครอบคลุมคุณสมบัติ ดังรูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1 ขอบเขตการพัฒนาระบบ

- **การคำนวณโหลดทางไฟฟ้า** โดยรวมโหลดจากวงจรย่อยตามที่วิศวกรได้ออกแบบมา ตามหลักการของไฟฟ้าสามเฟส
- **ฐานข้อมูลของค่าตัวแปร** ที่ใช้ในการคำนวณและผลลัพธ์จากการคำนวณ
- **ฐานข้อมูลของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย** เป็นฐานข้อมูลที่วิศวกรไฟฟ้าใช้เป็นมาตรฐานในการออกแบบโดยจะต้องเลือกใช้อุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน
- **ฐานข้อมูลของราคาสินค้า** เป็นฐานข้อมูลของราคาสินค้าตามข้อกำหนดที่ออกแบบไว้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

- ศึกษาขั้นตอนการทำงานของวิศวกรไฟฟ้าในการออกแบบและประเมินราคาระบบไฟฟ้าในปัจจุบัน และ ศึกษาปัญหาที่พบในขั้นตอนการทำงาน
- ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบงานใหม่โดยนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศึกษาข้อจำกัดต่างๆ ในการพัฒนาระบบข้อที่ควรคำนึงต่างๆ ของ Hardware และ Software และความสามารถในการใช้งานของผู้ใช้งานและผู้ดูแลระบบ
- ศึกษารวบรวมความต้องการของผู้ใช้ระบบ รูปแบบของเอกสารในปัจจุบัน และ Work Flow ของงาน
- ออกแบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บ การเรียกใช้และรายงาน
- สรุปผลการดำเนินงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

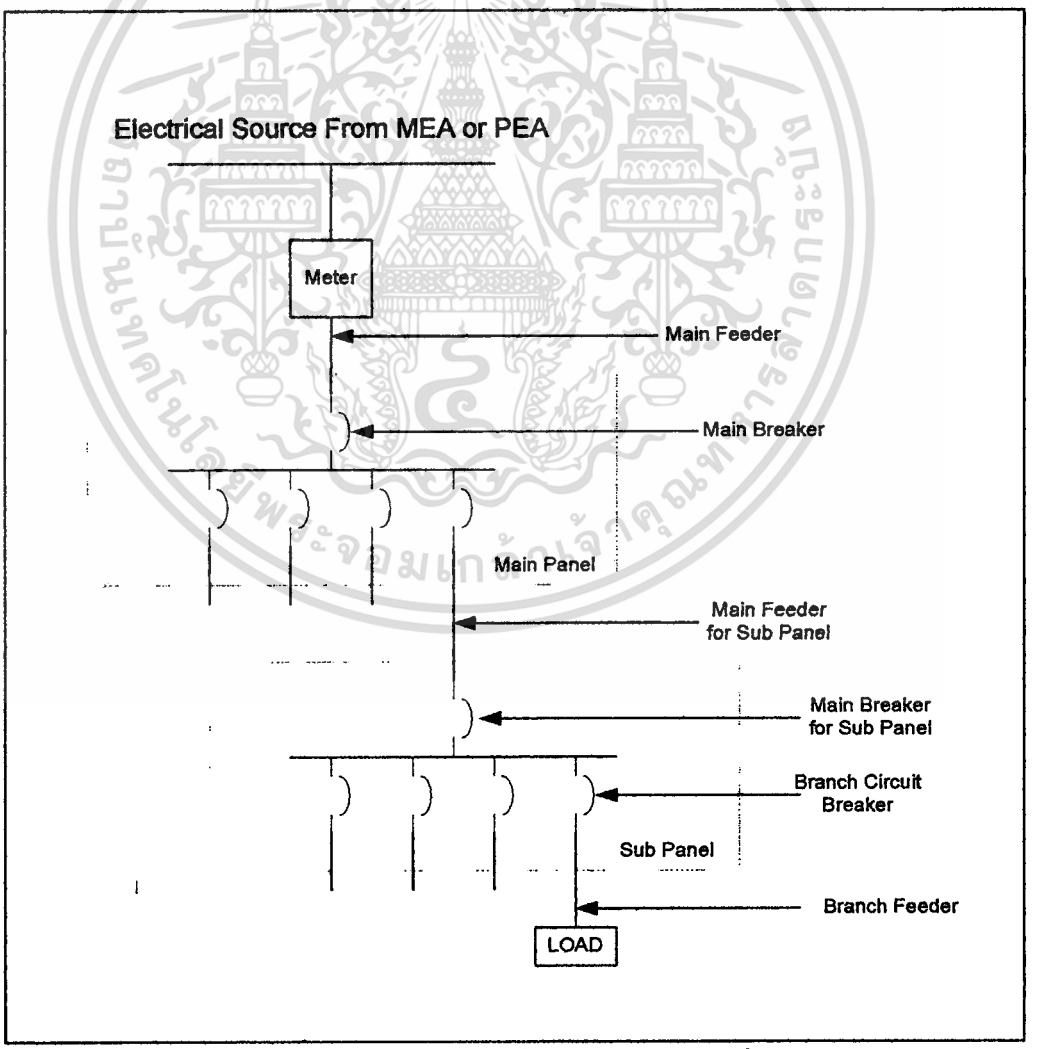
- ได้ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการทำงานของวิศวกรผู้ออกแบบและประเมินราคาระบบไฟฟ้า
- เพิ่มศักยภาพในการทำงานของวิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า ทั้งความถูกต้อง รวดเร็ว และทันสมัย
- มีฐานข้อมูลเพื่อใช้อ้างอิงและตรวจสอบความถูกต้องได้
- สามารถสืบค้นข้อมูลย้อนหลังของแต่ละโครงการได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
มาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง

2.1 ภาพรวมของระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าปกติจะประกอบด้วยวงจรย่อย สายป้อน และ สายเมน ซึ่งจะมีขนาดทางไฟฟ้าเท่าไรต้องขึ้นอยู่กับโหลดทางไฟฟ้าที่คำนวณได้ การออกแบบระบบไฟฟ้าคือการหาขนาดที่เหมาะสมของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้กับโหลดทางไฟฟ้าที่คำนวณได้ ซึ่งอุปกรณ์ทางไฟฟ้า มีการต่อเชื่อมกันดังรูปตัวอย่างไดอะแกรมเส้นเดี่ยวของวงจรไฟฟ้าทั่วไป (ลือชัย ทองนิล 2545 : 111)



รูปที่ 2.1 ไดอะแกรมเส้นเดี่ยวของวงจรไฟฟ้าทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากไดอะแกรมเส้นเดี่ยวของระบบไฟฟ้าแสดงให้เห็นว่าผู้ออกแบบจะต้องออกแบบขนาดของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าดังนี้

- ค่าโหลด (Load) ทางไฟฟ้า
- ออกแบบพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย (Branch Circuit Breaker)
- ออกแบบขนาดสายไฟฟ้าของวงจรย่อยตามมาตรฐาน (Branch Feeder)
- ออกแบบแผงวงจรย่อย (Sub Panel)
- ออกแบบขนาดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของแผงวงจรย่อย (Main Breaker for Sub Panel)
- ออกแบบขนาดสายไฟฟ้าป้อนแผงวงจรย่อยตามมาตรฐาน (Main Feeder for Sub Panel)
- ออกแบบแผงวงจรหลัก (Main Panel)
- ออกแบบขนาดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของแผงวงจรหลัก (Main Breaker for Main Panel)
- ออกแบบขนาดสายไฟฟ้าป้อนแผงวงจรหลักตามมาตรฐาน (Main Feeder for Main Panel)

2.2 การคำนวณโหลดของอุปกรณ์ไฟฟ้า

การคำนวณโหลดของอุปกรณ์ไฟฟ้าแบ่งเป็นสองประเภทคือ

- อุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป
- เต้ารับทางไฟฟ้า

- **อุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป**

คำนวณโหลดของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งโดยมีสูตรทางไฟฟ้าดังนี้

สูตรสำหรับไฟฟ้า 1 เฟส

$$P = I \times V$$

ซึ่งในประเทศไทย มีการใช้ไฟฟ้าตามมาตรฐานสายส่ง แรงต่ำสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าทั่วไป ของการไฟฟ้าทั้งในส่วนของการไฟฟ้านครหลวงและ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคให้จ่ายแรงดันเป็น 220 V ดังนั้นค่า V จึงถูกแทนด้วย 220 V เสมอ

สูตรสำหรับไฟฟ้า 3 เฟส

$$P = \mathrm{sqrt}(3) \times I \times V$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากไฟฟ้าที่ส่งทั้ง แบบ 1 เฟส และ 3 เฟส เป็นระบบเดียวกันค่าแรงดัน 3 เฟสซึ่งคำนวณจากค่าแรงดัน 1 เฟส จึงมีค่าเป็น 380 V เสมอ

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ I อ้างอิงถึง กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์(A)

สัญลักษณ์ P อ้างอิงถึง กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์-แอมป์ (VA)

สัญลักษณ์เป็น V อ้างอิงถึง แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์(V)

- เต้ารับ

สำหรับเต้ารับใช้งานทั่วไปคิดจุดละ 180 VA (ทั้งแบบเต้ารับเดี่ยว และ เต้ารับคู่) สำหรับเต้ารับที่ทราบโหลดที่จะใช้งานจริงแล้วให้คิดตามโหลดจริง

2.3 การกำหนดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย

การกำหนดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินจะต้องทราบลักษณะสมบัติ ของเครื่องป้องกันกระแสเกินว่าปลดวงจรตามขนาดที่ระบุหรือไม่ แต่เนื่องจากเมื่อนำมาติดตั้งจริงจะมีตัวแปรต่าง ๆ ที่ทำให้ส่วนใหญ่ได้ค่าแตกต่างจากมาตรฐานที่ผลิต ดังนั้นจึงต้องมีการเผื่อไว้เพื่อความสะดวกในการติดตั้งและใช้งาน เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

พิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์) = 1.25 x โหลดในวงจรย่อย (แอมแปร์)

2.4 การกำหนดขนาดสายไฟฟ้าของวงจรย่อย

สายไฟฟ้าของวงจรย่อยประกอบไปด้วยสายที่ทำหน้าที่ต่างกันคือ

- สายไฟฟ้าที่ทำหน้าที่นำไฟฟ้า
- สายไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เป็นสายต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า

- **สายไฟฟ้าที่ทำหน้าที่นำไฟฟ้าของวงจรย่อย** ต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ใช้งานและต้องไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. โดยขนาดของสายไฟฟ้าสามารถหาได้โดยพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้
  - ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี
  - ตัวคูณลดค่ากระแสเนื่องจากสายเกิน 3 เส้นในช่องเดินสายเดียวกัน
  - ตัวคูณลดค่าขนาดกระแสเนื่องจากอุณหภูมิโดยรอบมีค่าต่างจากมาตรฐาน
  - แรงดันตกเมื่อเดินสายในระยะทางไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี**

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี สามารถหา ได้จากตารางตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี

ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)						
	วิธีการเดินสาย						
	(1) เดินในอากาศ	(2) เดินเกาะผนัง	(3) เดินในท่อในอากาศ		(4) เดินในท่อฝังดิน		(5) ฝังดินโดยตรง
			ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	
0.5	9	8	8	7	10	9	-
1	14	11	11	10	15	13	21
1.5	17	15	14	13	18	16	26
2.5	23	20	18	17	24	21	34
4	31	27	24	23	32	28	45
6	42	35	31	30	42	36	56
10	60	50	43	42	58	50	75
16	81	66	56	54	77	65	97
25	111	89	77	74	103	87	125
35	137	110	95	91	126	105	150
50	169	-	119	114	156	129	177
70	217	-	148	141	195	160	216
95	271	-	187	180	242	200	259
120	316	-	214	205	279	228	294
150	364	-	251	236	322	259	330
185	424	-	287	269	370	296	372
240	509	-	344	329	440	352	431
300	592	-	400	373	508	400	487
400	696	-	474	416	599	455	552
500	818	-	541	469	684	516	623

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบโดยใช้วิธีการเดินสายเป็นแบบที่ (3) เดินในท่อในอากาศ หรือ แบบที่ (4) เดินในท่อฝังดิน จะต้องเลือกขนาดของท่อให้ได้ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 ดังตารางที่ 2.2 และ ตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าชนิด THW ในท่อร้อยสายโลหะ

ขนาดสายไฟฟ้า (ตร.มม.)	จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย / ขนาดท่อ (นิ้ว)									
	1/2	3/4	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4
1	7	13	20	33	-	-	-	-	-	-
1.5	6	11	17	28	44	-	-	-	-	-
2.5	4	8	13	22	34	-	-	-	-	-
4	3	5	9	15	23	36	-	-	-	-
6	2	4	7	12	19	29	-	-	-	-
10	1	3	4	7	12	19	32	-	-	-
16	1	1	3	5	9	14	23	36	-	-
25	1	1	1	3	5	9	15	23	29	-
35	-	1	1	3	4	7	12	19	24	30
50	-	-	1	1	3	5	9	14	17	21
70	-	-	1	1	2	4	7	10	13	16
95	-	-	1	1	1	3	5	7	10	12
120	-	-	-	1	1	2	4	6	8	10
150	-	-	-	1	1	1	3	5	7	8
185	-	-	-	-	1	1	2	4	5	6
240	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5
300	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4
400	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3
500	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าชนิด NYY ในท่อร้อยสายโลหะ

ขนาดสายไฟฟ้า (ตร.มม.)	จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย / ขนาดท่อ (นิ้ว)									
	1/2	3/4	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4
1	1	1	3	5	8	12	21	33	-	-
1.5	1	1	2	4	7	11	19	30	-	-
2.5	1	1	2	4	7	10	17	26	33	-
4	1	1	1	3	6	9	15	23	29	36
6	-	1	1	3	5	8	13	21	26	33
10	-	1	1	2	4	6	11	17	22	27
16	-	1	1	1	3	5	10	15	19	23
25	-	1	1	1	3	4	8	12	15	19
35	-	-	1	1	1	3	6	10	12	15
50	-	-	1	1	1	3	5	8	11	13
70	-	-	-	1	1	2	4	7	8	11
95	-	-	-	1	1	1	3	5	7	8
120	-	-	-	1	1	1	3	4	6	7
150	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5
185	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5
240	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4
300	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3
400	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2
500	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1

- **ตัวคูณลดค่ากระแสเนื่องจากสายเกิน 3 เส้นในช่องเดินสายเดียวกัน**

ถ้ามีสายในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 3 เส้น โดยไม่นับตัวนำสำหรับต่อลงดิน ให้ใช้ตัวคูณเพื่อลดค่าขนาดการะแส จากตารางตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 ดังตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ตัวคูณลดค่ากระแสเนื่องจากสายเกิน 3 เส้น

จำนวนสาย	ตัวคูณ
4-6	0.82
7-9	0.72
10-20	0.56
21-30	0.48
31-40	0.44
เกิน 40	0.38

- **ตัวคูณลดค่าขนาดกระแสเนื่องจากอุณหภูมิโดยรอบมีค่าต่างจากมาตรฐาน**

จากตารางที่ 2.1 ถ้าอุณหภูมิโดยรอบต่างจาก 40 องศาเซลเซียส สำหรับวิธีการเดินสาย (1) (2) และ (3) และ 30 องศาเซลเซียสสำหรับวิธีการเดินสาย (4) และ (5) ให้คูณค่าขนาดกระแสด้วยตัวคูณดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ตัวคูณค่ากระแสเนื่องจากอุณภูมิโดยรอบ

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	ตัวคูณ	
	วิธีการเดินสาย (1) (2) (3)	วิธีการเดินสาย (4) (5)
21-25	-	1.06
26-30	-	1
31-35	1.08	0.94
36-40	1	0.87
41-45	0.91	0.79
46-50	0.82	0.71
51-55	0.71	-
56-60	0.58	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **แรงดันตกเมื่อเดินสายในระยะทางไกล**

การหาค่าแรงดันตกสามารถคำนวณหาได้จากตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ตารางค่าแรงดันตกสำหรับวงจร 1- เฟส 220 โวลต์ และ 3- เฟส 380 โวลต์

ขนาดสาย ตร.มม.	วงจร 1-เฟส 220 โวลต์				วงจร 3-เฟส 380 โวลต์			
	มิลลิโวลต์/แอมแปร์/ม.		%VD/แอมแปร์/100ม.		มิลลิโวลต์/แอมแปร์/ม.		%VD/แอมแปร์/100ม.	
	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ
0.5	85.7957	85.7959	3.8998	3.8998	74.2991	74.2993	1.9552	1.9552
1.0	43.1367	43.1372	1.9608	1.9608	37.3564	37.3568	0.9831	0.9831
1.5	28.8378	28.8383	1.3108	1.3108	24.9735	24.9740	0.6572	0.6572
2.5	17.6608	17.6615	0.8028	0.8028	15.2942	15.2949	0.4025	0.4025
4	10.9887	10.9898	0.4995	0.4995	9.5162	9.5172	0.2504	0.2505
6	7.3431	7.3447	0.3338	0.3338	6.3591	6.3605	0.1673	0.1674
10	4.3658	4.3683	0.1984	0.1896	3.7808	3.7830	0.0995	0.0996
16	2.7472	2.7509	0.1249	0.1250	2.3791	2.3823	0.0626	0.0627
25	1.7431	1.7489	0.0792	0.0795	1.5095	1.5145	0.0397	0.0399
35	1.2619	1.3686	0.0574	0.0577	1.0928	1.0986	0.0288	0.0289
50	0.9401	0.9492	0.0427	0.0431	0.8141	0.8220	0.0214	0.0216
70	0.6636	0.6755	0.0302	0.0307	0.5747	0.5850	0.0151	0.0154
95	0.4936	0.5093	0.0224	0.0231	0.4275	0.4410	0.0112	0.0116
120	0.4035	0.4209	0.0183	0.0191	0.3494	0.3645	0.0092	0.0096
150	0.3421	0.3624	0.0156	0.0165	0.2963	0.3139	0.0078	0.0083
185	0.2920	0.3154	0.0133	0.0143	0.2528	0.2731	0.0067	0.0072
240	0.2464	0.2727	0.0112	0.0124	0.2133	0.2361	0.0056	0.0062
300	0.2189	0.2478	0.0100	0.0113	0.1896	0.2146	0.0050	0.0056
400	0.2001	0.2308	0.0091	0.0105	0.1733	0.1999	0.0046	0.0053
500	0.1882	0.2210	0.0086	0.0100	0.1630	0.1914	0.0043	0.0050

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **สายไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าของวงจรย่อย**

สามารถหาได้จากตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ตารางขนาดสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (Branch Breaker) หน่วยเป็นแอมแปร์	ขนาดเล็กสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง- ตร.มม.)
16	1.5
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1,000	70
1,250	95
2,000	120
2,500	185
4,000	240
6,000	400

2.5 การออกแบบแผงวงจรย่อย

การออกแบบแผงวงจรย่อยได้โดยการจัดทำตารางโหลดซึ่งตารางโหลดซึ่งมีส่วนสำคัญคือ

- **การจัดสมดุลของโหลด (Balance Load) โดยการแบ่งโหลดของทั้ง 3 เฟสให้มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด**
- **การกำหนดขนาดจำนวนวงจรย่อยของแผงวงจรซึ่งต้องดูขนาดตามที่มีขายตามท้องตลาดประกอบกับการประเมินค่าสำหรับอนาคต**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แสดงรายละเอียดของวงจรย่อยที่ตามที่ได้ออกแบบไว้

ตารางที่ 2.8 ตารางโหลดสำหรับโครงการตัวอย่าง

โครงการตัวอย่าง

CAPACITY 12 CCT
BREAKER : 10 KAIC

ตารางโหลด แผงไฟฟ้า '1'

CKT. NO.	WIRE NO.	WIRE SIZE	WIRE TYPE	G/NO.	G/SIZE	CONDUIT IN	CONDUIT SIZE	CONDUIT TYPE	LOAD IN VA PA	LOAD IN VA PB	LOAD IN VA PC	DESCRIPTION	LOCATION	BREAKER SIZE POLE	BREAKER SIZE AT	BREAKER SIZE AF
1	2-	2.5	THW/	1-	2.5	IN	1/2 "	IMC	1200			แสงสว่าง	ห้องตัวอย่าง	1	15	100
2	2-	2.5	THW/	1-	2.5	IN	1/2 "	IMC	1200			แสงสว่าง	ห้องตัวอย่าง	1	15	100
3	2-	2.5	THW/	1-	2.5	IN	1/2 "	IMC		2000		แสงสว่าง	ห้องตัวอย่าง	1	15	100
4	2-	2.5	THW/	1-	2.5	IN	1/2 "	IMC		2000		แสงสว่าง	ห้องตัวอย่าง	1	15	100
5	2-	2.5	THW/	1-	2.5	IN	1/2 "	IMC			2000	แสงสว่าง	ห้องตัวอย่าง	1	15	100
6														1	15	100
7														1	15	100
8														1	15	100
9														1	15	100
10														1	15	100
11														1	15	100
12														1	15	100
									2400	4000	2000	CONNECTED LOAD =	8400	VA		
									.8400			I =	12.7	A		
			TOTAL						DEMAND FACTOR 100%							
									8400			MAIN FEEDER : 4-10 THW/1-6G in 2" IMC				

2.6 การออกแบบขนาดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของแผงวงจรย่อย

การกำหนดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของแผงวงจรย่อยสามารถหาได้ตามสมการเดียวกันกับการหาค่าพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยตามสูตร

พิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์) = 1.25 x โหลดในแผงวงจรย่อย (แอมแปร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณโหลดของแผงวงจรย่อยสามารถใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ได้จากตารางที่ 2.9 – ตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.9 ดีมานด์แฟกเตอร์ของสายป้อนแสงสว่าง

ชนิดของอาคาร	ขนาดของไฟฟ้าแสงสว่าง (VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)
ที่พักอาศัย	ไม่เกิน 2,000 ส่วนที่เกิน 2,000	100 35
โรงพยาบาล	ไม่เกิน 50,000 ส่วนที่เกิน 50,000	40 20
โรงแรม รวมถึง ห้องชุดที่ไม่มีส่วนให้ผู้อยู่อาศัยประกอบอาหารได้	ไม่เกิน 20,000 20,001-100,000 ส่วนที่เกิน 100,000	50 40 30
โรงเก็บพัสดุ	ไม่เกิน 12,500 ส่วนทีเกิน 12,500	100 50
อาคารประเภทอื่น	ทุกขนาด	100

ตารางที่ 2.10 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

โหลดของเต้ารับรวม (VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)
10 KVA แรก	100
ส่วนที่เกิน 10 KVA	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

ชนิดของอาคาร	ประเภทของโหลด	ดีมานด์แฟกเตอร์
1.อาคารที่อยู่อาศัย	เครื่องหุงต้มอาหาร	10 แอมแปร์ + ร้อยละ 30 ของส่วนที่เกิน 10 แอมแปร์
	เครื่องทำน้ำร้อน	กระแสที่ใช้งานของจริงของสองตัวแรกทีทใช้งาน + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 10
2.อาคารสำนักงาน และร้านค้า รวมถึงห้องสรรพสินค้า	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ทีสุด + ร้อยละ 80 ของตัวใหญ่รองลงมา + ร้อยละ 60 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำความร้อน	ร้อยละ 100 ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 100
3.โรงแรม และอาคารประเทอื่น	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ทีสุด + ร้อยละ 80 ของตัวใหญ่รองลงมา + ร้อยละ 60 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำความร้อน	ร้อยละ 100 ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ ประเภทแยกแต่ละห้อง	ร้อยละ 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การออกแบบขนาดสายไฟฟ้าป้อนแผงวงจรย่อย

การออกแบบสายไฟฟ้าป้อนแผงวงจรย่อยสามารถใช้หลักการและตารางเดียวกันกับการออกแบบขนาดสายไฟฟ้าของวงจรย่อย แตกต่างกันในส่วนของการคำนวณโหลดของแผงวงจรย่อย สามารถใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ในการหารขนาดโหลดได้ และเนื่องจากสายป้อนแผงวงจรเป็นไฟฟ้าสามเฟสเป็นส่วนใหญ่ สามารถหาขนาดสายนิวทรัลได้จากข้อกำหนดต่อไปนี้

การกำหนดขนาดสายนิวทรัล

- กรณีกระแสโหลดไม่สมดุลสูงไม่เกิน 200 แอมแปร์ ขนาดของสายนิวทรัลต้องไม่น้อยกว่ากระแสโหลดสูงสุดนั้น
- กรณีกระแสโหลดไม่สมดุลสูงสุดเกิน 200 แอมแปร์ ขนาดกระแสของสายนิวทรัล ต้องไม่ต่ำกว่า 200 แอมแปร์ บวกด้วย 70 % ของส่วนที่เกิน 200 แอมแปร์
- ถ้าโหลดไม่สมดุลเป็นประเภทหลอดดีสชาร์จ หรืออุปกรณ์อื่นที่ทำให้มีกระแสฮาร์มอนิกส์ไหลในสายนิวทรัล สายนิวทรัลต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าโหลดไม่สมดุลนั้น

2.8 การออกแบบแผงวงจรหลัก

การออกแบบแผงวงจรหลักก็ใช้หลักการเดียวกันกับการออกแบบแผงวงจรย่อยเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นการกำหนดขนาดสายดินซึ่งใช้เป็นสายต่อหลักดิน ซึ่งหาได้จากตารางที่ 2.12

2.9 การออกแบบขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของแผงวงจรหลัก

การออกแบบขนาดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของแผงวงจรหลักก็ใช้หลักการเดียวกันกับการออกแบบแผงวงจรย่อย

2.10 การออกแบบขนาดสายไฟฟ้าป้อนแผงวงจรหลัก

การออกแบบขนาดสายไฟฟ้าป้อนแผงวงจรหลักก็ใช้หลักการเดียวกันกับการออกแบบขนาดสายไฟฟ้าป้อนแผงวงจรย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.12 ขนาดสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดสายเมนเข้าอาคาร(ตัวนำทองแดง) ตร.มม.	ขนาดสายต่อหลักดิน(ตัวนำทองแดง) ตร.มม.
ไม่เกิน 35	10
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

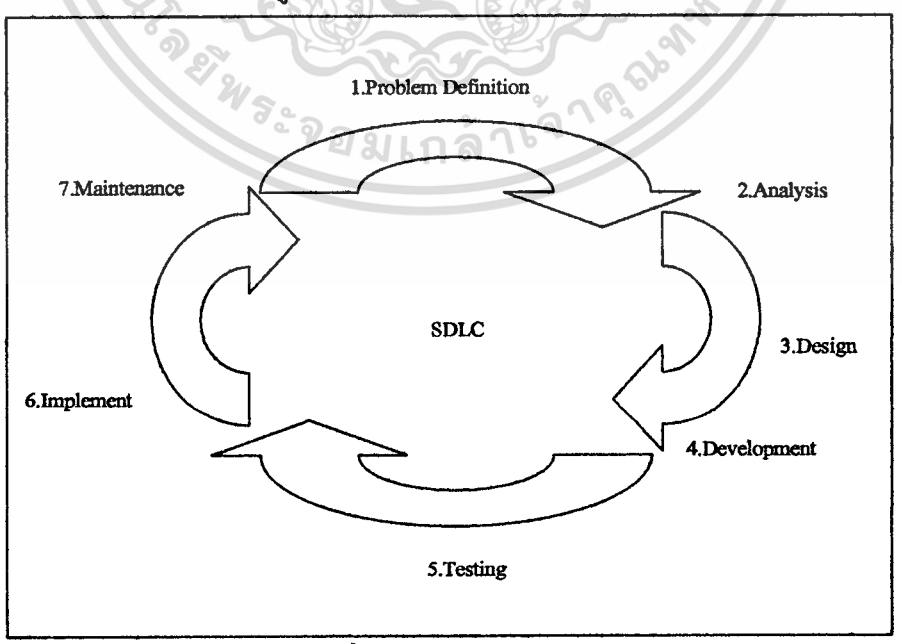
บทที่ 3
แนวคิดและทฤษฎีอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสารสนเทศ

3.1 วงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศ

วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle) เป็นวงจรที่แสดงถึงกิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ริเริ่มจนกระทั่งสำเร็จ วงจรการพัฒนาระบบนี้จะทำให้เข้าใจถึงกิจกรรมพื้นฐานและรายละเอียดต่าง ๆ ในการพัฒนาระบบ โดยมีอยู่ 7 ขั้นตอนด้วยกัน (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. 2545 : 26)

- กำหนดปัญหา (Problem Definition)
- วิเคราะห์ (Analysis)
- ออกแบบ (Design)
- พัฒนา (Development)
- ทดสอบ (Testing)
- ติดตั้ง (Implement)
- บำรุงรักษา (Maintenance)

โดยสามารถแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 วงจรการพัฒนาระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การกำหนดปัญหา**

การกำหนดปัญหา เป็นขั้นตอนของการกำหนดขอบเขตของปัญหา สาเหตุของปัญหาจากการดำเนินงานในปัจจุบัน ความเป็นไปได้กับการสร้างระบบใหม่ การกำหนดความต้องการ (Requirements) ระหว่างนักวิเคราะห์ระบบกับผู้ใช้งาน โดยข้อมูลส่วนใหญ่จะได้จากการสัมภาษณ์ การรวบรวมข้อมูลจากการดำเนินงานต่าง ๆ เพื่อทำการสรุปเป็นข้อกำหนด (Requirements Specification) ที่ชัดเจน ในขั้นตอนนี้หากเป็นโครงการที่มีขนาดใหญ่ อาจเรียกขั้นตอนนี้ว่า ขั้นตอนศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study)

สรุปขั้นตอนกำหนดปัญหา คือ

- รับรู้สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน
- สรุปหาสาเหตุของปัญหา และสรุปผลยื่นแก่ผู้บริหารเพื่อพิจารณา
- ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในแง่มุมต่าง ๆ เช่น ด้านต้นทุน และ ทรัพยากร
- รวามรามความต้องการ (Requirements) จากผู้ที่เกี่ยวข้องด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การรวบรวมเอกสาร การสัมภาษณ์ การสังเกต และแบบสอบถาม
- สรุปข้อกำหนดต่าง ๆ ให้มีความชัดเจน ถูกต้อง และเป็นที่ยอมรับทั้ง 2 ฝ่าย

- **วิเคราะห์**

การวิเคราะห์เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์การดำเนินงานของระบบปัจจุบัน โดยการนำ Requirements Specification ที่ได้มาจากขั้นตอนแรกมาวิเคราะห์ในรายละเอียด เพื่อทำการพัฒนาเป็นแบบจำลองลอจิคัล (Logical Model) ซึ่งประกอบด้วย แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) คำอธิบายการประมวลผลข้อมูล (Process Description) และแบบจำลองข้อมูล (Data Model) ในรูปแบบของ ER-Diagram ทำให้ทราบถึงรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานในระบบว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความเกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์กับสิ่งใด

สรุปขั้นตอนวิเคราะห์

- วิเคราะห์ระบบงานเดิม
- กำหนดความต้องการของระบบใหม่
- สร้างแบบจำลอง Logical Model ซึ่งประกอบด้วย Data Flow Diagram , System FlowChart , Process Description , ER-Diagram เป็นต้น
- สร้างพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ออกแบบ (Design)**

การออกแบบเป็นขั้นตอนของการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ทางลอจิคัล มาพัฒนาเป็น Physical Model ให้สอดคล้องกัน โดยการออกแบบจะเริ่มจากส่วนของอุปกรณ์และเทคโนโลยีต่าง ๆ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาพัฒนา การออกแบบจำลองข้อมูล (Data Model) การออกแบบรายงาน (Output Design) และการออกแบบจอภาพในการติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) การจัดทำพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ซึ่งขั้นตอนของการวิเคราะห์และออกแบบจุมุ่งเน้นถึงสิ่งต่อไปนี้

การวิเคราะห์ มุ่งเน้นการแก้ปัญหาอะไร (what)

การออกแบบ มุ่งเน้นการแก้ปัญหาอย่างไร (how)

สรุปในขั้นตอนออกแบบ คือ

- การออกแบบรายงาน (Output Design)
- การออกแบบจอภาพ (Input Design)
- การออกแบบข้อมูลนำเข้า และ รูปแบบการรับข้อมูล
- การออกแบบผังระบบ (System Flow Chart)
- การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design)
- การสร้างต้นแบบ (Prototype)

- **พัฒนา (Development)**

การพัฒนาเป็นขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรม ด้วยการสร้างชุดคำสั่ง หรือ เขียนโปรแกรมเพื่อการสร้างระบบงาน โดยโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับเทคโนโลยีที่ใช้งานอยู่ ซึ่งในปัจจุบันภาษาระดับสูงได้มีการพัฒนาในรูปแบบของ 4GL ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกต่อการพัฒนารวมทั้งการมี CASE (Computer Aided Software Engineer) ต่าง ๆ มากมายให้เลือกใช้ตามความเหมาะสม

สรุปในขั้นตอนพัฒนา คือ

- พัฒนาโปรแกรมจากที่ได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบไว้
- เลือกภาษาที่เหมาะสม และพัฒนาต่อได้ง่าย
- อาจจำเป็นต้องใช้ CASE Tools ในการพัฒนา เพื่อเพิ่มความสะดวก และการตรวจสอบหรือแกไขที่รวดเร็วขึ้น และเป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน
- สร้างเอกสารโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ทดสอบ (Testing)**

การทดสอบระบบ เป็นขั้นตอนของการทดสอบระบบก่อนที่จะนำไปปฏิบัติการใช้งานจริง ทีมงานจะทำการทดสอบข้อมูลเบื้องต้นก่อน ด้วยการสร้างข้อมูลจำลองเพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบ หากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นก็จะย้อนกลับไปในขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรมใหม่ โดยการทดสอบระบบนี้ จะมีการตรวจสอบอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ การตรวจสอบรูปแบบภาษาเขียน (Syntax) และการตรวจสอบวัตถุประสงค์ของงานว่าตรงกับความต้องการหรือไม่

สรุปในขั้นตอนในการทดสอบ คือ

- ในระหว่างกรพัฒนาควรมีการทดสอบการใช้งานร่วมไปด้วย
- ในการทดสอบอาจมีการทดสอบด้วยการใช้ข้อมูลที่จำลองขึ้น
- ทดสอบระบบด้วยการตรวจสอบในส่วนของ Verification และ Validation
- จัดฝึกอบรมการใช้ระบบงาน

- **ติดตั้ง (Implement)**

ขั้นตอนต่อมาหลังจากที่ได้ทำการทดสอบ จนมีความมั่นใจแล้วว่าระบบสามารถทำงานได้จริง และ ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ระบบ จากนั้นจึงดำเนินการติดตั้งระบบเพื่อใช้งานจริงต่อไป

สรุปขั้นตอนส่วนการติดตั้งคือ

- ก่อนทำการติดตั้งระบบ ควรทำการศึกษาสภาพแวดล้อมของพื้นที่ ที่จะติดตั้ง
- เตรียมอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และ อุปกรณ์ทางการสื่อสารและเครือข่ายให้พร้อม
- ขั้นตอนนี้อาจจำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญระบบ เช่น System Engineer หรือ ทีมงานทางด้าน Technical Support
- ลงโปรแกรมระบบปฏิบัติการ และแอปพลิเคชั่นโปรแกรมให้ครบถ้วน
- ดำเนินการใช้งานระบบงานใหม่
- จัดทำคู่มือการใช้งาน

- **บำรุงรักษา (Maintenance)**

เป็นขั้นตอนของการปรับปรุงแก้ไขระบบหลังจากที่ได้มีการติดตั้งและใช้งานแล้ว ในขั้นตอนนี้อาจเกิดจากปัญหาของโปรแกรม (Bug) ซึ่งโปรแกรมเมอร์จะต้องรีบแก้ไขให้ถูกต้อง หรือเกิดจากความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการเพิ่มโมดูลในการทำงานอื่น ๆ ซึ่งทั้งนี้ก็จะเกี่ยวข้องกับ Requirements Specification ที่เคยตกลงกันก่อนหน้าด้วย ดังนั้นในส่วนงานนี้จะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มหรืออย่างไรเป็นเรื่องของรายละเอียดที่ผู้พัฒนาหรือนักวิเคราะห์ระบบจะต้องดำเนินการกับผู้ว่าจ้างต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปขั้นตอนในการบำรุงรักษาคือ

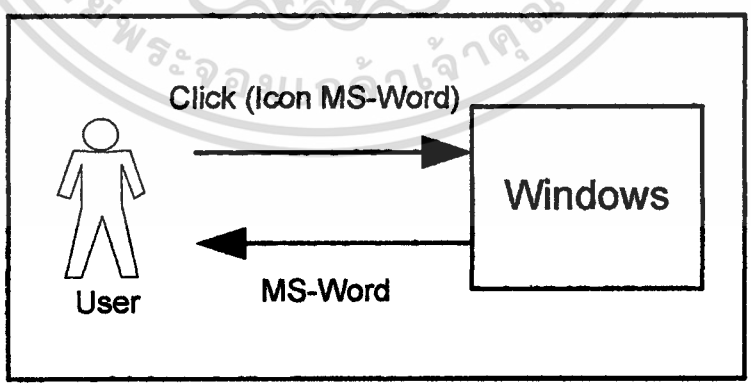
- o อาจมีข้อผิดพลาดบางอย่างที่เพ่งค้นพบ ต้องรีบแก้ไขโปรแกรมให้ถูกต้องโดยด่วน
- o ในบางครั้งอาจมีการเพิ่มโมดูลหรืออุปกรณ์บางอย่าง
- o การบำรุงรักษา หมายความรวมถึงการบำรุงรักษาทั้งด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์

3.2 แนวความคิดเชิงวัตถุ (Object – Oriented Concept)

แนวความคิดเชิงวัตถุ (Object – Oriented : O-O) มุ่งเน้น สิ่งต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกับโลกแห่งความจริงในลักษณะรูปธรรมโดยจะมองระบบเป็นกลุ่มของวัตถุ (Object) ที่มีปฏิกิริยาต่อกันด้วยการนำข้อมูลและฟังก์ชันการทำงาน รวมเข้าด้วยกันในวัตถุ ทำให้ข้อมูลที่เป็นวัตถุนั้นสามารถอธิบายคุณสมบัติ รวมทั้งฟังก์ชันการทำงานในตัวเองได้ ส่วนวิธีการติดต่อกันระหว่างวัตถุ จะทำการติดต่อผ่านอินเตอร์เฟซ (Interface) ที่กำหนดไว้ซึ่งแตกต่างกับแนวคิดแบบดั้งเดิมที่ข้อมูลจะแยกออกจากฟังก์ชัน จึงทำให้ไม่สามารถอธิบายถึงคุณสมบัติของตัวเองได้ โลกแห่งวัตถุ คือ สิ่งที่เราเผชิญอยู่ในโลกแห่งความเป็นจริงในชีวิตประจำวัน สิ่งที่เราเห็นก่อให้เกิดรายละเอียดต่าง ๆ มากมายในวัตถุสิ่งๆ นั้น ซึ่งเรียกว่า Abstraction (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. 2545 : 145)

- ■ **ออบเจ็กต์ (Object)**

ออบเจ็กต์ (Object) คือ หน่วยสนใจของระบบที่ทำให้เกิดเหตุการณ์บางอย่าง สำหรับออบเจ็กต์ในโลกของเทคโนโลยีเชิงวัตถุ จะเน้นที่ตัวปฏิบัติการมากกว่าการปฏิบัติ โดยการขอความช่วยเหลือของออบเจ็กต์หนึ่งกับอีกออบเจ็กต์หนึ่งเรียกว่า “เมสเสจ” โดยสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.2 การสื่อสารระหว่างออบเจ็กต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการส่งเมสเสจถึงกันเพื่อติดต่อขอบริการ ก็ใช่ว่าจะมีของเขตหรือกฎเกณฑ์บังคับเฉพาะวิธีใดวิธีหนึ่งเท่านั้น แต่สามารถมีวิธีการส่งเมสเสจถึงกันได้หลายวิธี เช่นเดียวกับความจริงในโลกที่คนเราหากต้องการติดต่อกัน สามารถติดต่อได้ด้วยการพูดคุยต่อหน้า หรือผ่านสื่ออื่น ๆ ก็ได้

ออบเจ็กต์ 1 ออบเจ็กต์ ไม่ว่าจะเป็นออบเจ็กต์แบบใดก็ตามล้วนมีลักษณะ 3 ประการดังต่อไปนี้

- **State** คือ สถานะของความเป็นออบเจ็กต์หนึ่ง ๆ ซึ่งจะมีคุณสมบัติเฉพาะบางประการที่ทำให้เรารู้ว่าออบเจ็กต์นั้นคืออะไร โดยคุณสมบัติของออบเจ็กต์จะขึ้นอยู่กับมุมมองของแต่ละคน ยกตัวอย่าง เช่น ค้อนจะมีคุณสมบัติ คือ มีหัวเป็นโลหะแข็งและด้ามจับเป็นไม้ ในที่นี้หัวและด้ามจับคือคุณสมบัติหรือสถานะ (State) ของค้อน ซึ่งสถานะของออบเจ็กต์สามรถเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้เมื่อมีเงื่อนไขบางประการ เช่นเมื่อผ่านไปนานค้อนอาจจะสึกกร่อนได้
- **Behavior** คือ พฤติกรรมของออบเจ็กต์ ซึ่งอาจจะเป็นการส่งเมสเสจไปยังอีกออบเจ็กต์หนึ่ง เป็นการส่งเมสเสจตอบกลับ หรือเป็นการกระทำบางอย่างเพื่อให้สถานะ (State) เปลี่ยนไปจากเดิม เช่น เราอาจจะเอาค้อนไปตอกตะปู ซึ่งในที่นี้ตัวเราเป็นผู้ส่งเมสเสจไปยังค้อน เป็นต้น
- **Identity** คือ คุณลักษณะบางอย่างที่ทำให้ออบเจ็กต์แต่ละออบเจ็กต์แตกต่างกัน ทำให้เรารู้ว่าเป็นคนละออบเจ็กต์กัน เช่น ถึงจะมีค้อนชนิดเดียวกันหลายอันในที่ ๆ หนึ่ง เราก็สามารถแยกออกว่าค้อนอันไหนคือค้อนของเรา โดยอาจจะดูจากตำหนิหรือตำแหน่งที่เราวางค้อนเอาไว้ประจำ เป็นต้นสถานะของความเป็นออบเจ็กต์หนึ่ง ๆ ซึ่งจะมีคุณสมบัติเฉพาะบางประการที่ทำให้เรารู้ว่าออบเจ็กต์นั้นคืออะไร โดยคุณสมบัติของออบเจ็กต์จะขึ้นอยู่กับมุมมองของแต่ละคน ยกตัวอย่าง เช่น ค้อนจะมีคุณสมบัติ คือ มีหัวเป็นโลหะแข็งและด้ามจับเป็นไม้ ในที่นี้หัวและด้ามจับคือคุณสมบัติหรือสถานะ (State) ของค้อน ซึ่งสถานะของออบเจ็กต์สามรถเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้เมื่อมีเงื่อนไขบางประการ เช่นเมื่อผ่านไปนานค้อนอาจจะสึกกร่อนได้

■ **คลาส (Class)**

วิธีการเชิงวัตถุจะมีกลไกอย่างหนึ่งคือ คลาส (Class) ซึ่งเป็นการจัดกลุ่มให้แก่ออบเจ็กต์ต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติหรือพฤติกรรมบางอย่างเหมือนกัน เมื่อเวลาที่เราจะใช้งาน เราจะไม่ใช้งานคลาสตรง ๆ แต่เราจะสร้างสิ่งที่เรียกว่า อินสแตนซ์ (Instance) ของคลาสขึ้นมาใช้งานแทน กลไกดังกล่าวทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เราสามารถใช้เพียงคลาส ๆ เดียว แต่สร้างอินสแตนซ์ของคลาสไปทำงานได้หลายอินสแตนซ์ ซึ่งอินสแตนซ์ของคลาสก็คือ ออบเจ็กต์ นั่นเอง

คลาส นอกจากจะมีชื่อคลาสที่บอกคุณสมบัติของคลาสนั้นแล้ว ยังมีแอตทริบิวต์ (Attribute) และ โอเปอเรชัน (Operation) ต่าง ๆ ซึ่งเป็นตัวอธิบายรายละเอียด และ หน้าที่ต่าง ๆ โดยสามารถแสดงในลักษณะเท็มเพลต (Template) ได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ลักษณะ Class Template

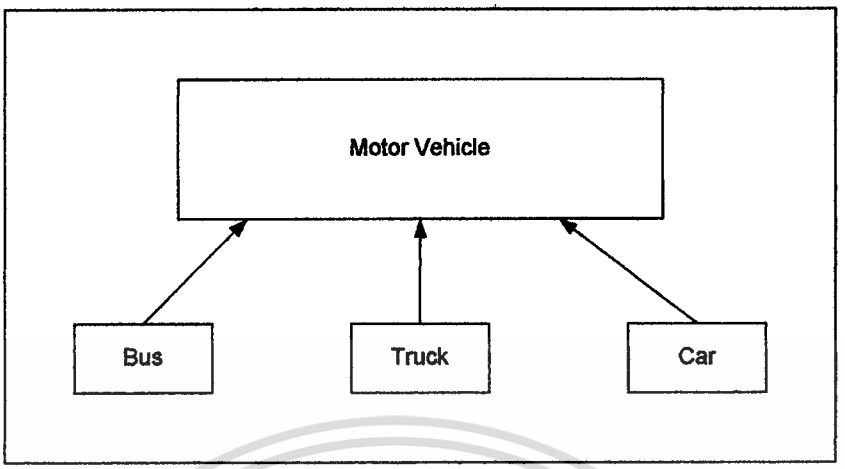
Name
Attributes
Operations
Responsibilities

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างคลาสของ Student

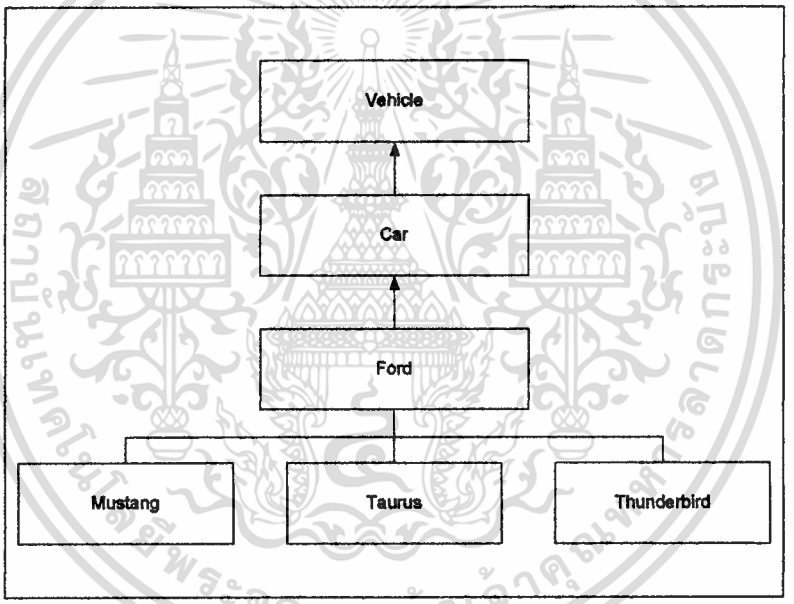
Student {abstract}
StudentIdNumber FirstName LastName Address City Zipcode TelephoneNumber DateOfBirth GradPointAverage
RegisterForCourse DropCourse ChangeAddresPhone RequestTranscript

นอกจากรายละเอียดดังกล่าวแล้ว ยังมีการจัดลำดับชั้นในคลาส (Class hierarchy) โดยจะมีทั้ง Superclass และ Subclass

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 Superclass / Subclass hierarchy (A Kind of)



รูปที่ 3.4 การถ่ายทอดคุณสมบัติเป็นลำดับขั้น (A Member of)

- **คุณลักษณะของวิธีการเชิงวัตถุ**

วิธีการเชิงวัตถุจะสมบูรณ์ได้ต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 4 อย่างได้แก่

- o Abstraction
- o Encapsulation
- o Hierarchy
- o Polymorphism

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Abstraction** คือ มุมมองต่อออบเจ็กต์หนึ่ง ๆ ว่าเป็นอย่างไร เช่น เมื่อเราพูดถึงคอมพิวเตอร์ บางคนอาจจะคิดถึงเครื่องคอมพิวเตอร์พีซี บางคนอาจจะคิดถึงเครื่องโน๊ตบุ๊ค เป็นต้น ในทางปฏิบัติ Abstraction จะเข้ามามีบทบาทอย่างยิ่งในการพัฒนาระบบ กล่าวคือ สมาชิกในทีมพัฒนาซอฟต์แวร์แต่ละคนอาจมีมุมมองต่อระบบที่แตกต่างกัน ซึ่งเราจะต้องพยายามให้มุมมองของทีมพัฒนาระบบ เป็นไปในทางเดียวกันเพื่อให้ได้ระบบงานตรงตามที่ต้องการจริง ๆ
- **Encapsulation** เป็น กลไกการซ่อนสารสนเทศบางอย่างเอาไว้ในออบเจ็กต์ ยกตัวอย่าง เช่น เมื่อเวลาเราใช้งานคอมพิวเตอร์ เราก็เพียงแต่กดปุ่มเปิดเครื่องและใช้เมาส์กับคีย์บอร์ดสั่งงาน แต่กลไกการทำงานที่แท้จริงของคอมพิวเตอร์นั้น คือวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ถูกซ่อนอยู่ภายในเคส
- **Hierachy** เป็นการนำออบเจ็กต์มาจัดกลุ่มและสร้างลำดับความสัมพันธ์ เช่น เมื่อพูดถึงสัตว์ เราอาจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แมลงและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ในส่วนของแมลงก็อาจจำแนกได้เป็นผึ้ง ผีเสื้อ ตั๊กแตน ในส่วนของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมก็อาจจำแนกเป็นกระต่าย ช้าง แมว เป็นต้น
- **Polymorphism** เป็นพฤติกรรมที่ออบเจ็กต์ต่าง ๆ เมื่อมีเมสเสจหนึ่งส่งมา ออบเจ็กต์ต่าง ๆ จะมีการตอบสนองต่อเมสเสจเดียวกันนั้นแตกต่างกันไป

■ **ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส (Class Relationship)**

ความสัมพันธ์ของคลาส สามารถแบ่งออกได้ 4 ลักษณะด้วยกัน คือ

- Association
- Shared Aggregation
- Composition Aggregation
- Generalization

- **Association** คือ ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสหนึ่งกับอีกคลาสหนึ่ง แต่ไม่ได้มีความสัมพันธ์ แบบเป็นส่นหนึ่งส่วนใด เช่น ความสัมพันธ์ของความข้องเกี่ยวกันระหว่างนักบินกับเครื่องบิน

- **Share Aggregation** คือ ความสัมพันธ์แบบเป็นส่วนหนึ่งของ (a part of) โดยจะมีคลาสออบเจ็กต์หลัก เช่น รถยนต์ มีส่วนประกอบหลักคือ เครื่องยนต์ ที่นั่ง และ ล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเป็นความสัมพันธ์แบบ Whole และ Part นั่นหมายถึง Whole จะประกอบด้วย Parts ต่าง ๆ ที่อ้างถึง (Reference) นั่นเอง

- **Composition Aggregation** คือ ความสัมพันธ์ที่มีความข้องเกี่ยวกันเสมอ เช่น ห้องเรียนจะไม่สามารถมีได้ หากไม่มีนักศึกษา

- **Generalization** เป็นความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในลักษณะของการสืบทอดคุณสมบัติจากโครงสร้างคลาสหนึ่งไปยังโครงสร้างหนึ่ง (Super Class) คือ Super Class และ Sub Class (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. 2545 : 174)

3.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุด้วย UML

UML (Unified Modeling Language) เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้อธิบาย แสดงรายละเอียด จำลองการสร้างและ จัดการกับเอกสารต่าง ๆ ในระบบ เพื่อให้การออกแบบซอฟต์แวร์สามารถทำได้โดยง่าย และปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีขึ้น UML Diagram ประกอบด้วย (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. 2545 : 182)

- Use-Case Diagram
- Class Diagram (Static)
- Behavior Diagram (Dynamic)
- **Use-Case Diagram**

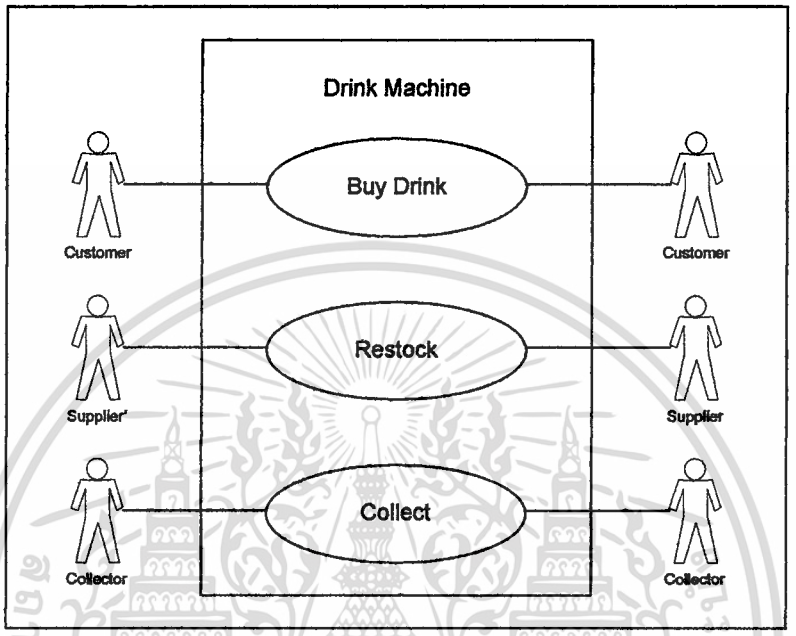
Use-Case ได้ถูกพัฒนาขึ้นจากการพัฒนาระบบในเชิงวัตถุ (Object-Oriented) เป็นการบ่งบอกและเน้นผู้ใช้งานว่า ต้องการทำอะไรในระบบ เป็นการพิจารณาจากมุมมองของผู้ใช้ ซึ่งแตกต่างจาก Requirements ที่มุ่งเน้นความต้องการให้ระบบทำอะไร

Use-Case Diagram ประกอบด้วย

- Actor มีสัญลักษณ์เป็นรูปคน ซึ่งหมายถึงผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ เป็นองค์ประกอบที่แสดง Entity ที่อยู่ภายนอกระบบ และมีปฏิสัมพันธ์กับระบบ และแสดงความสัมพันธ์กับ Use-Case
- Use-Case ใช้สัญลักษณ์รูปวงรีที่แสดงหน้าที่ต่าง ๆ ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Relationship แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Use-case กับ Use-case , Use-case กับ Actor และ Actor กับ Actor โดยความสัมพันธ์ก็จะเป็นไปตามความสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น Association , Aggregation หรือ Composition และ Generalization

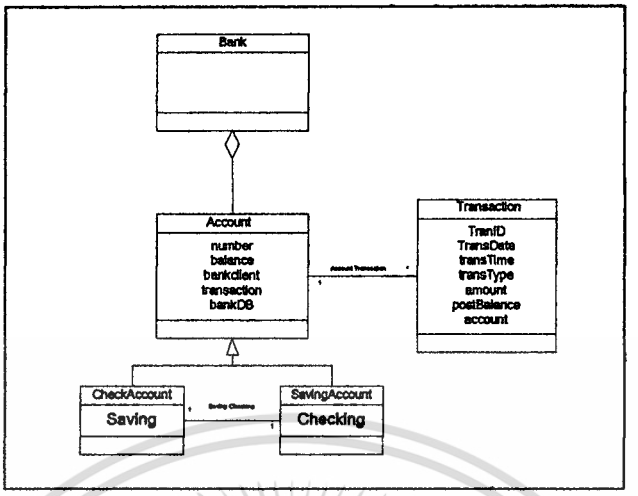


รูปที่ 3.4 ตัวอย่าง Use-case แสดงการซื้อน้ำอัดลมกระป๋องจากตู้กดอัตโนมัติ โดยแยกระบบเป็นส่วน ๆ

- **Class Diagram (Static)**

Class Diagram จะประกอบด้วยคลาสต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส โดยแต่ละคลาสจะแสดงองค์ประกอบที่มีในระบบ และมีความสัมพันธ์ (Relationship) ในลักษณะต่าง ๆ เช่น ความสัมพันธ์แบบ Association , Aggregation , Composition และ Generalization ดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ตัวอย่าง Class Diagram ระบบธนาคาร

- **Behavior Diagram (Dynamic)** ประกอบไปด้วยไดอะแกรม 4 แบบคือ
  - **Sequence Diagram** เป็นไดอะแกรมที่แสดงขั้นตอนการทำงานของแต่ละ Use-case ระหว่างออบเจ็กต์ต่าง ๆ ที่ส่งข้อความ (Message) ถึงกันและกัน
  - **Collaboration Diagram** เป็นไดอะแกรมที่แสดงถึงการแสกเปลี่ยนข่าวสารโดยการแสดงลำดับก่อนหลัง
  - **State chart Diagram** เป็นไดอะแกรมที่แสดงเหตุการณ์ต่าง ๆ ของแต่ละสถานะที่มีผลทำให้สถานะของออบเจ็กต์เปลี่ยนแปลง และ การกระทำที่เกิดขึ้นเมื่อสถานะของออบเจ็กต์นั้นเปลี่ยน
  - **Activity Diagram** เป็นไดอะแกรมที่แสดงขั้นตอนของการปฏิบัติงานหรือกิจกรรมในการปฏิบัติงาน โดยจะเกิดสถานะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน และผลจากการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ในระบบ

3.4 ระบบฐานข้อมูล และ โปรแกรม Microsoft Access

- **การออกแบบฐานข้อมูล**

ฐานข้อมูลนับเป็นส่วนที่สำคัญสำหรับระบบงานสารสนเทศที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผล (Computer-base Information System) เนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งที่ใช้เก็บข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งใช้เป็น Input ของทุกระบบงานสารสนเทศ ในการออกแบบระบบงานสารสนเทศ จึงต้องให้ความสำคัญกับการออกแบบฐานข้อมูลเช่นเดียวกับการออกแบบในส่วนประมวลผล นักออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานข้อมูล (Data Structure) เป็นเครื่องมือมาตรฐานที่สำคัญในการออกแบบ แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านการออกแบบฐานข้อมูลได้ก้าวหน้าขึ้น วิธีการและแบบจำลองทางด้านการออกแบบฐานข้อมูลได้ถูกคิดค้นขึ้น เพื่อช่วยให้นักออกแบบฐานข้อมูลสามารถออกแบบฐานข้อมูลได้อย่างง่ายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ จำลอง ครูอุตสาหะ. 2546 : 5)

- **วงจรชีวิตของการพัฒนาฐานข้อมูล (Database Life Cycle)**

  วงจรชีวิตของการพัฒนาระบบฐานข้อมูล (Database Life Cycle) หรือ ที่เรียกอย่างย่อว่า DBLC เป็นขั้นตอนที่กำหนดขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลขึ้นใช้งาน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

  - Database Initial Study เป็นขั้นตอนแรกของการพัฒนาระบบฐานข้อมูลขึ้นใช้งาน ในขั้นตอนนี้ ผู้พัฒนาระบบฐานข้อมูล จะต้องวิเคราะห์ความต้องการต่าง ๆ ของผู้ใช้ เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมาย ปัญหา ขอบเขตและกฎระเบียบต่าง ๆ ของระบบฐานข้อมูลที่จะพัฒนาขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบฐานข้อมูลในขั้นต่อไป
  - Database Design ในขั้นตอนนี้ ผู้พัฒนาระบบฐานข้อมูล จะนำเอารายละเอียดต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนแรก มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบฐานข้อมูลขึ้นใช้งาน สำหรับแนวทางที่นิยมใช้ในการออกแบบฐานข้อมูลได้แก่ แนวทางแบบ Data-driven และแนวทางแบบ Joint Data-and Function-driven
  - Implementation and Loading ขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนที่นำเอาโครงร่างต่าง ๆ ของระบบฐานข้อมูลที่ได้จากการออกแบบในขั้นตอน Database Design มาสร้างเป็นตัวฐานข้อมูลที่จะใช้เก็บข้อมูลจริง รวมทั้งทำการแปลงข้อมูลของระบบงานเดิม ให้สามารถนำมาใช้งานในระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้นใหม่ ในกรณีที่ระบบเดิมมีการใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผล
  - Testing and Evaluation ขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนของการทดสอบระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้น เพื่อหาข้อผิดพลาดต่าง ๆ รวมทั้งทำการประเมินความสามารถของระบบฐานข้อมูลนั้นเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงให้ระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้นนั้น สามารถรองรับความต้องการของผู้ใช้ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Operation เป็นขั้นตอนที่นำเอาระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้นเสร็จแล้วไปใช้งานจริง
- Maintenance and Evolution เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้งานระบบฐานข้อมูลจริง เพื่อบำรุงรักษาให้ระบบฐานข้อมูลทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นขั้นตอนของการแก้ไข และปรับปรุงระบบฐานข้อมูล ในกาณีที่มีการเพิ่ม หรือเปลี่ยแปลงความต้องการของผู้ใช้ ที่ส่งผลกระทบต่อระบบฐานข้อมูล

รายละเอียดที่ได้จากแต่ละขั้นตอนการพัฒนาระบบฐานข้อมูล สามารถสำท้อนกลับไปยังการทำงานในขั้นตอนก่อนหน้า ซึ่งจะช่วยปรับปรุงและแก้ไขข้อผิดพลาดในการออกแบบของขั้นตอนที่ผ่านมาได้เป็นอย่างดี

- **การออกแบบฐานข้อมูลตามแนวทางแบบ Data Driven** แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้
  - Concept Design เป็นขั้นตอนนำเอาความต้องการทางด้านข้อมูล (Data Requirement) มาวิเคราะห์ และใช้ออแบบฐานข้อมูล โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายโครงสร้างหลัก ๆ ของฐานข้อมูล โดยไม่สนใจว่าจะใช้โครงสร้างข้อมูล หน่วยสำรองข้อมูล และ ตัว DBMS ใด ผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบในขั้นตอนนี้ ได้แก่ โครงสร้างของฐานข้อมูลในระดับแนวความคิดที่เรียกว่า Conceptual Schema
  - Logical Design ขั้นตอนนี้จะนำเอา Concept Schema มาแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนดโดย Database Model ที่เลือกใช้ ซึ่งอาจเป็น Hierarchical, Relational ,Network หรือ Object-Oriented ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมในขณะนี้ โดยไม่สนใจตัว DBMS ที่ใช้ว่าจะเป็นของบริษัทใด ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ ได้แก่ โครงสร้างของฐานข้อมูลในระดับ Logical ซึ่งเรียกว่า Logical Schema
  - Physical Design ขั้นตอนนี้จะนำเอา Logical Schema มาแปลงให้อยู่ในรูปที่ถูกกำหนดโดย DBMS ซึ่งจะกำหนดถึงโครงสร้างในการจัดเก็บ และวิธีการในการเข้าถึงข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ ได้แก่ Physical Schema ซึ่งเป็นโครงสร้างของฐานข้อมูล ที่จะนำไปใช้ในการสร้างตัวฐานข้อมูลจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **โปรแกรม Microsoft Access**

เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่ได้รับความนิยมมากที่สุดตัวหนึ่ง เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างฐานข้อมูลแบบ Relational ที่ทำงานอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และได้รับความนิยมอย่างมาก ส่วนภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในฐานข้อมูล Microsoft Access เป็นภาษาที่ใช้แนวความคิด แบบ Object-Oriented Programming (OOP) ที่กำหนดให้สิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในโปรแกรมเป็น Object ในได้แก่ Control ต่าง ๆ ใน Toolbox ที่ถูกนำมาว่างลงบน Form (รายละเอียดของ Control และ Form จะกล่าวถึงในลำดับต่อไป) Control นี้ไม่ว่าจะเป็น Control ประเภทใดก็ตาม จะต้องมีคุณสมบัตินี้เสมอ คือ

- **Data** ได้แก่ คุณสมบัติ(Property) ประจำตัวของแต่ละ Object เช่น ชื่อ ความยาว ความสูง เป็นต้น
- **Code** ได้แก่ Method ประจำตัวของแต่ละ Object เช่น Method "MoveFirst" ที่ใช้สำหรับเลื่อนตัวชี้ (Pointer) ไปยัง Record แรกของข้อมูล เป็นต้น

ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมแทนที่จะเขียนในแบบเดิมที่เป็นลำดับขั้น ซึ่งเริ่มจากส่วนของ Main Program ที่ทำหน้าที่ Call Subprogram ต่าง ๆ ก็ได้เปลี่ยนมาเป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดพฤติกรรมให้กับแต่ละ Object แทน โดยอาศัยคำสั่งและ Method ที่เกี่ยข้องกับแต่ละ Object นั้น (จำลอง ครูอุตสาหะ และ เพียงเดือน ครูอุตสาหะ. 2546 : 5)

3.5 โปรแกรม ASP.NET

ASP.NET หรือ อีกชื่อหนึ่งเรียกว่า ASP+ เป็นเทคโนโลยีที่ Microsoft ได้พัฒนาต่อจาก ASP เพื่อใช้ในการพัฒนาการสร้าง web page แต่รูปแบบและไวยากรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งภาษาโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนสคริปต์นั้นต่างไปจากเดิมมาก ซึ่งการสร้าง web page ด้วยASP.NET มีข้อดีดังนี้ (ทวีชัย หงส์สุมาลย์ และ สงวนชัย สุวรรณชีวะศิริ. 2546 : 15)

- **ใช้ภาษาใด ๆ ในการเขียน สคริบต์ก็ได้ซึ่งขณะนี้มีให้เลือก 3 ภาษาคือ** C#,VB.NET และ JScript ที่ออกมาเป็นพื้นฐาน
- **มีความยืดหยุ่นในการเขียนโปรแกรมสูง** เราสามารถใช้ภาษาในการเขียน ASP.NET ได้มากกว่า 1 ภาษา ภายในไฟล์เดียวกัน ทำให้สามารถเลือกภาษาที่ง่ายที่สุดในการเขียนในแต่ละส่วนได้ เช่นการวนลูปของ VB นั้นลูปด้วย VB และเขียนในส่วนของฟังก์ชั่นด้วย C#

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ลักษณะการแปลภาษาและนามสกุลไฟล์แบบ Complier** แต่แปลแบบ JIT หรือ Just In time ส่วนไหนจะใช้งานค่อยแปล
- **รูปแบบและการใช้งานของคอมโพแนนต์ที่ง่าย** โดยจะเน้นไปที่ XML มากที่สุด
- **มีไลบรารีมากเพื่อให้ใช้งานสะดวกกว่า ASP**
- **ไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์** เนื่องจากเป็น .NET Framework ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติ Common Language Runtime
- **หาข้อผิดพลาดในโปรแกรมได้ง่าย** เนื่องจากเมื่อเกิด error ขึ้นจะบอกว่าผิดที่บรรทัดไหนและมีกรายละเอียดมาขึ้น
- **สามารถเขียนโปรแกรมกำกับเหตุการณ์ต่าง ๆ** ในเว็บเพจได้
- **แยกส่วน HTML กับส่วนของสคริปต์ออกจากกันอย่างชัดเจน** ด้วย Code-Behind

ASP.NET สามารถเชื่อมต่อฐานข้อมูลต่าง ๆ ได้ด้วย ADO.NET ซึ่งเป็นคลาสพื้นฐานของ .NET Framework

- **การใช้งาน ADO.NET ร่วมกับฐานข้อมูล Access**

  ลักษณะการติดต่อกับฐานข้อมูลแบ่ง เป็น 2 ประเภทคือ

  - **การติดต่อฐานข้อมูลแบบ Disconnected** คือการเขียนโปรแกรมที่ไม่จำเป็นต้องมีการติดต่อกับฐานข้อมูลอยู่ตลอดเวลา ซึ่งใช้งานร่วมกับ DataSet
  - **การติดต่อฐานข้อมูลแบบ Connected** คือการเขียนโปรแกรมที่มีการติดต่อกับฐานข้อมูลไว้ตลอดเวลา ซึ่งเราจะใช้งานร่วมกับ DataReader

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การวิเคราะห์และการออกแบบ

4.1 ปัญหาของระบบงานปัจจุบัน

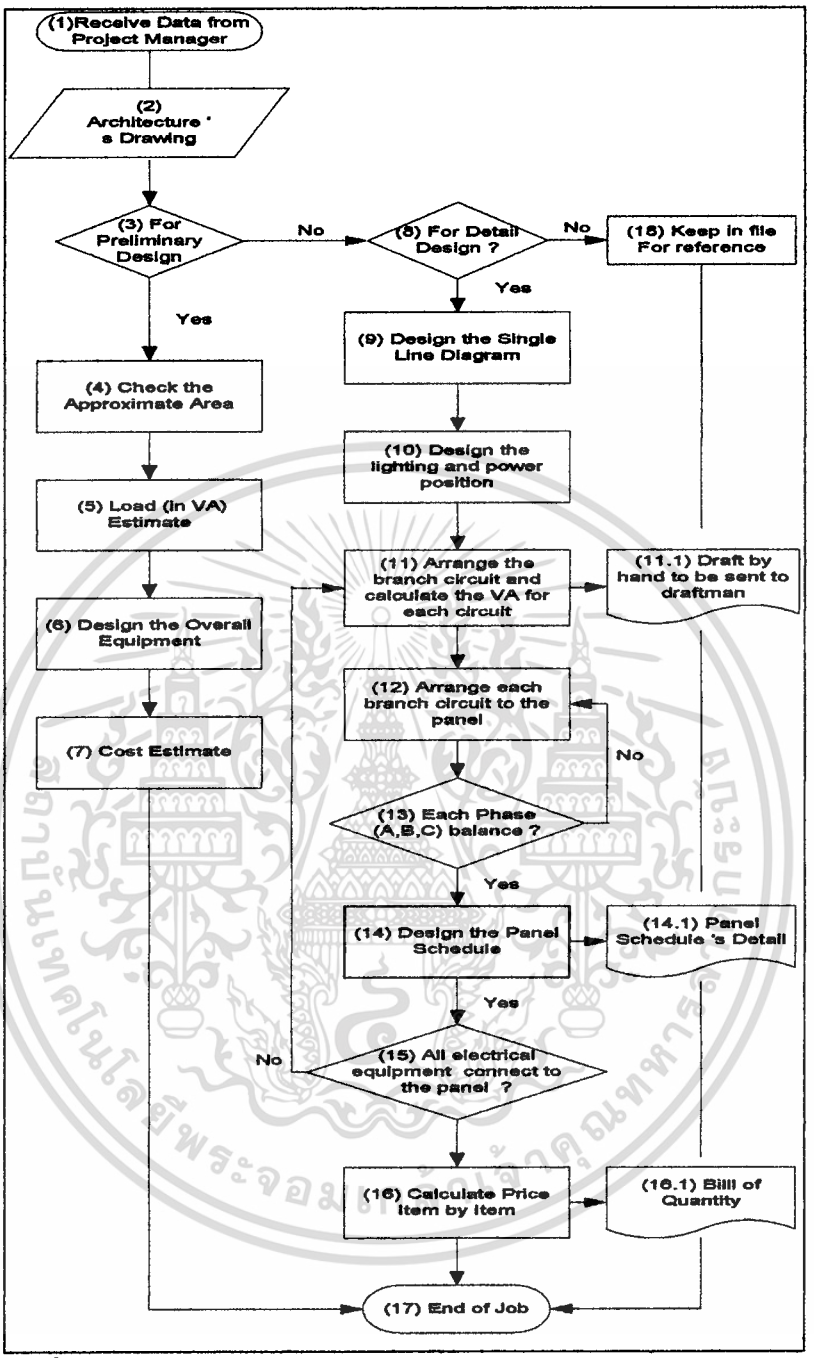
เนื่องจากระบบสนับสนุนการทำงานต่าง ๆ แยกกระจายเป็นหลายระบบ ไม่มีการเก็บรวมรวมให้อยู่ในระบบเดียวกัน จึงทำให้การทำงานต้องใช้เวลามาก การนำข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่ง เช่น จากหนังสือมาตรฐาน มาวิเคราะห์ก็อาจทำให้เกิดการผิดพลาดได้ นอกจากนี้การสืบค้นข้อมูลย้อนหลังก็ทำได้ช้า เช่น โครงการที่ได้ก่อสร้างไปแล้วทางเจ้าของงานต้องการมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงก็ต้องหาข้อมูลค่าตัวแปรว่าผู้ออกแบบได้เผื่อไว้สำหรับอนาคตหรือไม่และมีค่าเป็นเท่าไร ในปัจจุบันต้องทำการสืบค้นจากแบบทางไฟฟ้าซึ่งเป็นพิมพ์เขียวทำให้ใช้เวลานาน นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของแบบพิมพ์เขียวด้วย คือ ตารางโหลดทางไฟฟ้า และ ข้อกำหนดของแบบที่แยกออกมาจากแบบพิมพ์เขียว เก็บไว้คนละส่วนกันทำให้การหาข้อมูลของแบบให้ครบถ้วนนั้นทำได้ช้าและเป็นสาเหตุทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย

4.2 การวิเคราะห์ระบบการทำงานที่เป็นอยู่

จากการศึกษาการทำงานของวิศวกรไฟฟ้ากับระบบการทำงานที่เป็นอยู่(AS-IS System) โดยพิจารณาทุกกระบวนการของการทำงานออกแบบและประเมินราคาของวิศวกรไฟฟ้าเพื่อวิเคราะห์ศึกษาหาขั้นตอนที่สามารถนำเอาสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยแก้ปัญหาในการทำงาน

จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานของวิศวกรไฟฟ้าสามารถนำมาเขียนเป็น Flow Chart ได้ ดังรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 Flow Chart แสดงระบบการทำงานในปัจจุบัน(AS-IS System)

ขั้นตอนการทำงานของระบบการทำงานที่เป็นอยู่มีรายละเอียดดังนี้

(1) Receive Data from Project Manager โดยการเริ่มการทำงานครั้งแรก ผู้จัดการโครงการจะเป็นผู้ให้ข้อมูลแก่วิศวกรไฟฟ้า ซึ่งเป็นความต้องการทั่ว ๆ ไปของเจ้าของงานว่าอยากสร้างสิ่งก่อสร้างแบบใด ใช้งานที่ใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) Architecture 's Drawing จากนั้นวิศวกรไฟฟ้าจะได้รับแบบของอาคารที่จะก่อสร้างตามที่สถาปนิกได้ออกแบบไว้

(3) For Preliminary Design? วิศวกรไฟฟ้าจะขอข้อมูลจากผู้จัดการโครงการว่าต้องการให้ออกแบบเบื้องต้นหรือออกแบบอย่างละเอียดจึงเริ่มต้นทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย

(4) Check Approximate Area เป็นการทำงานเมื่อต้องการออกแบบเบื้องต้น โดยการหาพื้นที่ของอาคารตามการใช้งาน แต่ละอย่าง เพื่อนำไปหาความต้องการ Load โดยประมาณ

(5) Load (In VA) Estimate โดยการนำพื้นที่ที่หาได้ใน (4) มาคำนวณโดยใช้ Factor ของแต่ละการใช้งานแต่ละประเภทมาคูณกับพื้นที่ที่หาไว้

(6) Design the Overall Equipment คือการออกแบบระบบไฟฟ้าในภาพรวมโดยนำเอาโหลดที่คำนวณได้ใน (4) มาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าคร่าว ๆ เช่น แผงไฟฟ้าใหญ่และแผงไฟฟ้าย่อย

(7) Cost Estimate ประมาณค่าก่อสร้างของโครงการจากแบบที่ออกไว้ คร่าว ๆ โดยการคิดค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ตามรูปแบบการใช้งานรวมกับค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์โดยรวมที่ได้ออกแบบไว้ใน (6)

(8) เช็คกับผู้จัดการโครงการว่าเป็นการออกแบบละเอียดหรือไม่ถ้าใช่ก็ทำการออกแบบละเอียด ถ้าไม่ใช่นำไปเก็บไว้เพื่ออ้างอิงต่อไป

(9) Design the Single Line Diagram ออกแบบผังไฟฟ้าซึ่งหมายถึงการต่อเชื่อมของผังย่อยต่าง ๆ

(10) Design the lighting and power position ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างและกำลังโดยการวางตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าไว้ในตามแบบของสถาปนิกที่ได้มา

(11) Arrange the branch circuit and calculate the VA for each circuit จัดรวมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่วางไว้ในแบบ เป็นวงจรย่อย ๆ และคำนวณหาโหลดรวมของแต่ละวงจรย่อย ซึ่งจะได้แบบของไฟฟ้า(11.1) ออกมาแล้วนำไปให้ Draftman เขียนลงอิเลคโทรนิคส์ไฟล์

(12) Arrange each branch circuit to the panel จัดวงจรย่อยแต่ละวงจรเข้าแผงวงจรตามรูปแบบมาตรฐานของวงจรย่อยซึ่งได้แบ่งเป็น 3 เฟสเท่า ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(13) Each phase (A,B,C) balance? ปรับวงจรย่อยที่อยู่ในแต่ละเฟส(A,B,C) ให้มีค่าใกล้เคียงกันโดยต่างกันไม่เกิน 20 %

(14) Design the panel schedule ออกแบบแผงไฟฟ้า โดยแสงเป็นตารางโหลด โดยการหาขนาดสาย เบรคเกอร์ วิธีการเดินสาย ขนาดท่อร้อยสาย (ถ้ามี) ของแต่ละวงจรย่อย และของแผงใหญ่ด้วย โดยขนาดทางไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์จะต้องได้ตามมาตรฐานของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ซึ่งกำหนดไว้ในหนังสือมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ซึ่งขั้นตอนนี้จะได้เอกสารที่ต้องนำส่งพร้อมแบบคือ (14.1) รายละเอียดของแผงไฟฟ้า (ดูตัวอย่างรายละเอียดแผงไฟฟ้าจากภาคผนวก)

(15) All electrical equipment connect to the panel? เช็คดูว่าอุปกรณ์ตัวต่อเข้ากับแผงไฟฟ้าหรือยังถ้ายังต้องหาวงจรย่อยให้กับอุปกรณ์ตัวนั้น

(16) Calculate price Item by Item คำณวนหาค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าอย่างละเอียด ซึ่งทำเป็นเอกสาร(16.1)เพื่อใช้ในการประมูลหาผู้รับเหมา (ดูตัวอย่างได้จากภาคผนวก)

(17) End of Job หมายถึงหมดงานที่ได้รับมอบหมายในครั้งนี้

(18) Keep in file for Reference คือการจัดเก็บข้อมูลเพื่ออ้างถึงในคราวต่อไป

4.3 การวิเคราะห์ระบบงานเดิม จากปัญหาที่พบในการดำเนินงานปัจจุบัน และ สามารถนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยได้

จากขั้นตอนการทำงานของระบบการทำงานที่เป็นอยู่พบปัญหาดังนี้

- **การดำเนินงานล่าช้าในการจัดวงจรย่อยเข้าแผงวงจร**

ในการออกแบบแผงไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส จะต้องมีการจัดวางโหลดต่าง ๆ ของแต่เฟสให้มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้ระบบไฟฟ้าที่ออกแบบไปทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้วิศวกรไฟฟ้าผู้ออกแบบจำเป็นจะต้องใช้เวลาในการจัดวงจร และไม่สามารถดำเนินการออกแบบในส่วนอื่น ๆ ต่อไปได้ทำให้งานล่าช้า

- **ความผิดพลาดที่เกิดจากการไม่รอบคอบในการออกแบบของวิศวกรผู้ออกแบบ**

ในการหาค่าอุปกรณ์ทางไฟฟ้าซึ่งได้กำหนดไว้ในตารางมาตรฐาน หากผู้ออกแบบไม่รอบคอบ จะทำให้ออกแบบผิด และไม่ผ่านการพิจารณาอนุมัติโดยวิศวกรอาวุโส ทำให้ต้องออกแบบใหม่ เขียนแบบใหม่ การทำงานล่าช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **จากความล่าช้าในการออกแบบทำให้ การ Estimate ราคาแบบ Bill Of Quantity ล่าช้าด้วย**

ในการออกแบบไฟฟ้า แต่ละโครงการ สิ่งที่ผู้จ้างออกแบบต้องการทราบเพื่อเตรียมงบประมาณคือราคาค่าก่อสร้าง หลังจากที่ทราบราคาคร่าว ๆ ขั้นต้น เนื่องจากถ้าราคาโดยละเอียดออกมาแล้วมีมูลค่าสูงก็อาจมีการปรับเปลี่ยนแบบได้

ปัญหาจากการทำงานของวิศวกรผู้ออกแบบไฟฟ้าจะเห็นได้สามารถนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยแก้ปัญหาได้ เนื่องจากมีการทำงานที่เป็นแบบแผนขั้นตอนชัดเจนหากมีการพัฒนาระบบเพื่อสนับสนุนการทำงานโดยนำข้อมูลที่วิศวกรไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้ในการออกแบบมารวมไว้ด้วยกันและใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการประมวลผลเลือกค่าอุปกรณ์ที่เหมาะสม ก็จะทำให้วิศวกรไฟฟ้าสามารถทำงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

4.4 การออกแบบระบบการทำงานเมื่อมีระบบสนับสนุนการทำงานของวิศวกรไฟฟ้า (TO-BE System)

จากการวิเคราห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงานของวิศวกรไฟฟ้ากับระบบการทำงานที่เป็นอยู่ (AS-IS System) สามารถนำมาออกแบบการทำงานเมื่อมีระบบสนับสนุนการทำงานของวิศวกรไฟฟ้า(TO-BE System) เพื่อช่วยแก้ปัญหาที่พบได้สามารถเขียนเป็น Flow Chart ได้ดังรูปที่ 4.2

ขั้นตอนการทำงานเมื่อมีระบบสนับสนุนการทำงานของวิศวกรไฟฟ้า มีดังนี้

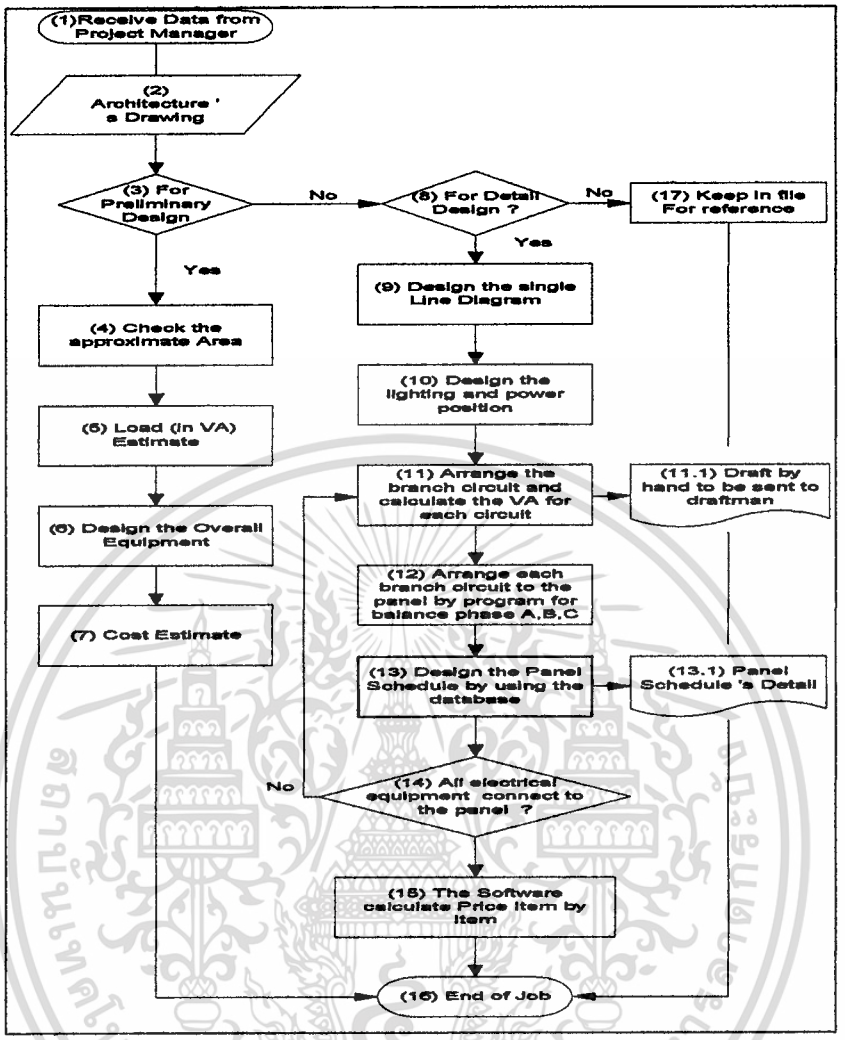
(1) Receive Data from Project Manager โดยการเริ่มการทำงานครั้งแรก ผู้จัดการโครงการจะเป็นผู้ให้ข้อมูลแก่วิศวกรไฟฟ้า ซึ่งเป็นความต้องการทั่ว ๆ ไปของเจ้าของงานว่าอยากสร้างสิ่งก่อสร้างแบบใด ใช้งานที่ใด

(2) Architecture 's Drawing จากนั้นวิศวกรไฟฟ้าจะได้รับแบบของอาคารที่จะก่อสร้างตามที่สถาปนิกได้ออกแบบไว้

(3) For Preliminary Design? วิศวกรไฟฟ้าจะขอข้อมูลจากผู้จัดการโครงการว่าต้องการให้ออกแบบเบื้องต้นหรือออกแบบอย่างละเอียดจึงเริ่มต้นทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย

(4) Check Approximate Area เป็นการทำงานเมื่อต้องการออกแบบเบื้องต้น โดยการหาพื้นที่ของอาคารตามการใช้งาน แต่ละอย่าง เพื่อนำไปหาความต้องการ Load โดยประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 Flow Chart แสดงระบบการทำงานเมื่อมีระบบสนับสนุนการทำงาน(TO-BE System)

(5) Load (In VA) Estimate โดยการนำพื้นที่ที่หาได้ใน (4) มาป้อนให้กับระบบและจำแนกว่าเป็นพื้นที่ที่ใช้ทำอะไรเพื่อให้ระบบคำนวณหาค่าความต้องการไฟฟ้าของทั้งโครงการให้โดยการดึงค่า Factor ที่เหมาะสมจากฐานข้อมูลของระบบ

(6) Design the Overall Equipment คือการออกแบบระบบไฟฟ้าในภาพรวมโดยนำเอาโหลดที่คำนวณได้ใน (4) มาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าคร่าว ๆ เช่น แผงไฟฟ้าใหญ่และแผงไฟฟ้าย่อย

(7) Cost Estimate ประมาณค่าก่อสร้างของโครงการจากแบบที่ออกไว้ คร่าว ๆ โดยการระบบจะคิดค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ตามรูปแบบการใช้งานรวมกับค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์โดยรวมที่ได้ออกแบบไว้ใน (6) โดยใช้ค่าใช้จ่ายต่อตารางเมตรจากฐานข้อมูลของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(8) เช็คกับผู้จัดการโครงการว่าเป็นการออกแบบละเอียดหรือไม่ถ้าใช่ก็ทำการออกแบบละเอียด ถ้าไม่ใช่นำไปเก็บไว้เพื่ออ้างอิงต่อไป

(9) Design the Single Line Diagram ออกแบบผังไฟฟ้าซึ่งหมายถึงการต่อเชื่อมของผังย่อยต่าง ๆ

(10) Design the lighting and power position ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างและกำลังโดยการวางตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าไว้ในตามแบบของสถาปนิกที่ได้มา

(11) Arrange the branch circuit and calculate the VA for each circuit จัดรวมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่วางไว้ในแบบ เป็นวงจรย่อย ๆ และคำนวณหาโหลดรวมของแต่ละวงจรย่อย ซึ่งจะได้แบบของไฟฟ้า(11.1) ออกมาแล้วนำไปให้ Draftman เขียนลงอิเลคโทรนิคส์ไฟล์

(12) Arrange each branch circuit to the panel ให้ระบบจัดวงจรย่อยแต่ละวงจรเข้าแผงวงจรตามรูปแบบมาตรฐานของวงจรย่อยซึ่งได้แบ่งเป็น 3 เฟสเท่า ๆ กัน โดยระบบจะจัดการให้มีการทำ Phase Balance ให้

(13) Design the panel schedule ออกแบบแผงไฟฟ้า โดยป้อนค่า โหลดของแต่ละวงจรย่อย เลือกวิธีการเดินสาย และความยาวของสายจากแผงไฟฟ้าถึงอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อให้ระบบนำไปคำนวณและ เปรียบเทียบค่าที่เหมาะสมของอุปกรณ์จากฐานข้อมูลตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถาน คือ ขนาดสาย เบรคเกอร์ ขนาดท่อร้อยสาย (ถ้ามี) ของแต่ละวงจรย่อย และของแผงใหญ่ด้วย ซึ่งขั้นตอนนี้จะได้เอกสารที่ต้องนำส่งพร้อมแบบ คือ(13.1)รายละเอียดของแผงไฟฟ้า (ดูตัวอย่างรายละเอียดแผงไฟฟ้าจากภาคผนวก)

(14) All electrical equipment connect to the panel? เช็คดูว่าอุปกรณ์ตัวต่อเข้ากับแผงไฟฟ้าหรือยังถ้ายังต้องหาวงจรย่อยให้กับอุปกรณ์ตัวนั้น

(15) Calculate price Item by Item โดยระบบจะเก็บค่าอุปกรณ์และขนาดทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ไว้ แล้วระบบสามารถคำณวนหาค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าอย่างละเอียด ซึ่งทำเป็นเอกสาร(16.1)เพื่อใช้ในการประมูลหาผู้รับเหมา (ดูตัวอย่างได้จากภาคผนวก)

(16) End of Job หมายถึงหมดงานที่ได้รับมอบหมายในครั้งนี้

(17) Keep in file for Reference คือการจัดเก็บข้อมูลเพื่ออ้างถึงในคราวต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การออกแบบ Use Case Diagram

จาก TO-BE Flow chart สามารถสรุปเป็น Use Case และ Actor ดังนี้

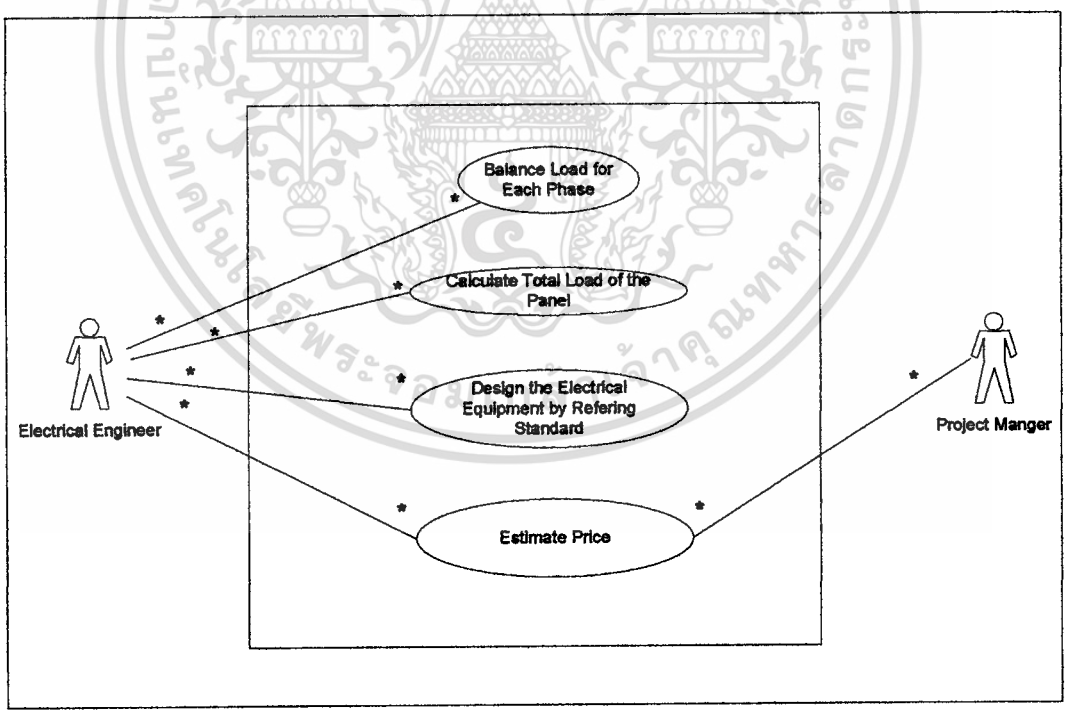
Actor ที่มีในระบบ ได้แก่

- วิศวกรไฟฟ้า
- ผู้จัดการโครงการ

Use Case ที่มีในระบบ ได้แก่

- การแบ่งโหลดทั้ง 3 เฟสให้เท่า ๆ กัน
- การคำนวณหาโหลดรวม
- การเปรียบเทียบเพื่อเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าตามมาตรฐาน
- การประเมินราคาของทั้งโครงการ

สามารถนำไปเขียนเป็น Use Case Diagram ได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 Use-Case Diagram

ซึ่งแต่ละ Used Case มีสามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 4.1 ถึง ตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 Balance Load For Each Phase Use Case Description

User Case name : Balance Load For Each Phase (แบ่งโหลด แต่ละ เฟสให้เท่า ๆ กัน)	ID : 1	**Importance level :** High
Primary Actor : Electrical Engineer (วิศวกรไฟฟ้า)	**Use case type :** Detail,essential	
Stakeholders and interests : วิศวกรไฟฟ้า : เข้ามาใช้ function การแบ่งโหลดให้เท่ากันของโปรแกรม		
Brief description : ให้ระบบจัดวงจรย่อยแต่ละวงจรเข้าแผงวงจรตามรูปแบบมาตรฐานของวงจรย่อยซึ่งได้แบ่งเป็น 3 เฟสเท่า ๆ กัน โดยระบบจะจัดการให้มีการทำ Phase Balance ให้		
Trigger : วิศวกรไฟฟ้าใส่ข้อมูลของแต่ละวงจรย่อยและให้ระบบจัดการประมวลผลให้ **Type :** External		
Relationships : Association : Electrical Engineer		
Normal flow of events : 1. วิศวกรนำข้อมูลของแต่ละวงจรย่อยที่ได้ร่างไว้ในแบบมาใส่ในฐานข้อมูลของตารางโหลด 2. ตรวจสอบความถูกต้องและครบถ้วนของข้อมูล 3. แจ้งให้โปรแกรมประมวลผลเพื่อจัดวงจรย่อยว่าแต่ละวงจรย่อยอยู่เฟสใด และ หมายเลขวงจรอะไร		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 Calculate the Total Load of the Panel Use Case Description

User Case name : Calculate the Total Load of the Panel (คำนวณโหลดรวมทั้งหมดของแผง)	ID : 2	**Importance level** : High
Primary Actor : Electrical Engineer (วิศวกรไฟฟ้า)	**Use case type** : Detail,essential	
Stakeholders and interests : วิศวกรไฟฟ้า : เข้ามาใช้ function การคำนวณโหลดรวมทั้งแผงไฟฟ้า		
Brief description : ให้ระบบนำข้อมูล ของวงจรย่อยจากฐานข้อมูลที่มีอยู่แล้วมาคำนวณหาโหลดทั้งหมดที่ต่ออยู่กับแผงไฟฟ้า โดยวิศวกรไฟฟ้าเป็นผู้ตรวจสอบการคำนวณ		
Trigger : ระบบทำการคำนวณ **Type** : Internal		
Relationships : Association : Electrical Engineer		
Normal flow of events : 1. ระบบทำการคำนวณโหลดรวมทั้งหมดของแผงไฟฟ้าแต่ละแผง		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 Design the Electrical Equipment Use Case Description

User Case name : Design the Electrical Equipment by referring the Standard (ออกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการอ้างอิงจากมาตรฐาน)	ID : 3	**Importance level** : High
Primary Actor : Electrical Engineer (วิศวกรไฟฟ้า)	**Use case type** : Detail,essential	
Stakeholders and interests : วิศวกรไฟฟ้า : เข้ามาใช้ function การออกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการอ้างอิงจากมาตรฐาน		
Brief description : หาขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าของวงจรย่อย และ วงจรรวมโดยอ้างมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย		
Trigger : วิศวกรไฟฟ้าสั่งให้ระบบทำการออกแบบ **Type** : External		
Relationships : Association : Electrical Engineer		
Normal flow of events : 1. นำข้อมูลวงจรย่อยจากฐานข้อมูลมาเปรียบเทียบเพื่อหาขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มาตรฐานกำหนดไว้ 2. โดยมีอุปกรณ์ที่ต้องหาขนาดได้แก่ สายไฟฟ้า (ขนาด ชนิด วิธีการเดินสาย) และ เบรคเกอร์ (ขนาด) 3. ถ้ากำหนดให้เป็นการเดินสายแบบร้อยท่อต้องหาขนาดและชนิดของท่อที่ได้มาตรฐานด้วย		

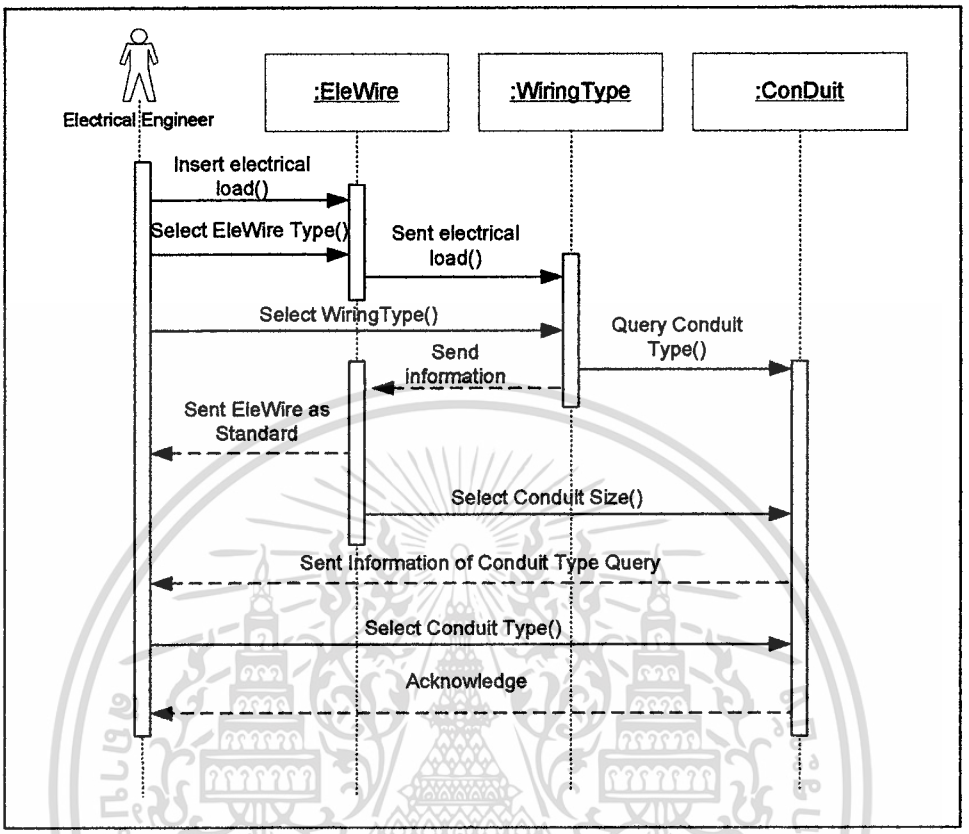
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 Estimate Price Use Case Description

User Case name : Estimate Price (ประมาณราคาค่าวัสดุทั้งหมด)	ID : 4	**Importance level** : High
Primary Actor : Electrical Engineer (วิศวกรไฟฟ้า)	**Use case type** : Detail,essential	
Stakeholders and interests : วิศวกรไฟฟ้า : ประเมินราคาของอุปกรณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้ ผู้จัดการโครงการ : เข้ามาดูข้อมูลของราคาวัสดุไฟฟ้าที่วิศวกรออกแบบไว้		
Brief description : สรุปอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในโครงการทั้งหมดและนำราคาต่อหน่วยจากฐานข้อมูลมาคำนวณเพื่อหาราคารวมของวัสดุทั้งหมด		
Trigger : วิศวกรไฟฟ้าสั่งให้ระบบทำการคำนวณ **Type** : External		
Relationships : Association : Electrical Engineer		
Normal flow of events : 1. นำข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้จากฐานข้อมูลมาสรุปหาอุปกรณ์ทั้งหมด 2. นำราคาต่อหน่วยของวัสดุแต่ละชนิดจากฐานข้อมูลมาคูณกับอุปกรณ์ตามชนิดที่ได้ออกแบบไว้		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 Sequence Diagram



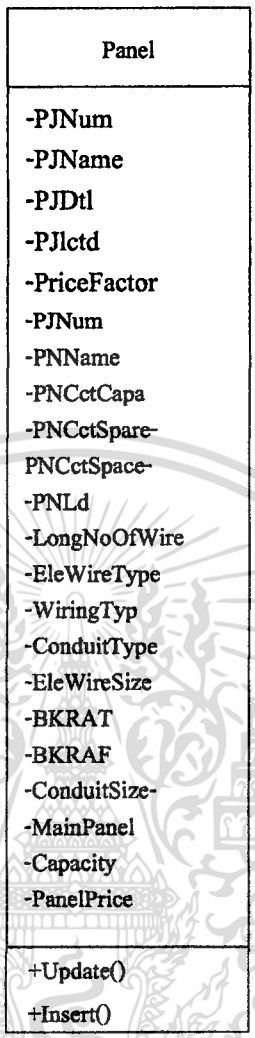
รูปที่ 4.4 Sequence Diagram ของการออกแบบวงจรย่อยหนึ่งวงจร

4.7 Class Diagram

สามารถออกแบบ Class Diagram โดยกำหนดให้มีคลาสดังนี้

- Class Panel (แผงวงจร) กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดของแผงวงจรไฟฟ้าซึ่งสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 4.5

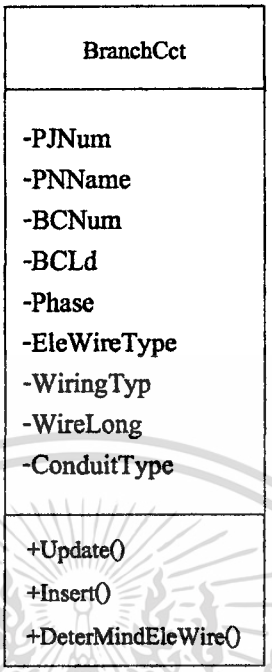
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 คุณสมบัติของ Class Panel (แผงวงจร)

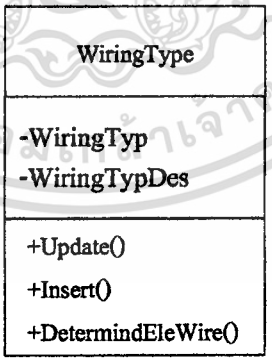
- Class Branch Circuit (วงจรย่อย) กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดของวงจรย่อยซึ่งสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 คุณสมบัติของ Class Branch Circuit (วงจรย่อย)

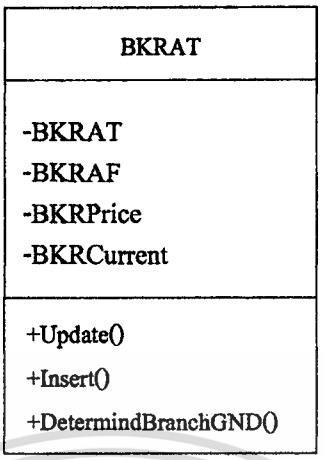
- Class Wiring Type (การเดินสายไฟ) กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดของวิธีการเดินสายไฟฟ้าตามมาตรฐานของประเทศไทยซึ่งสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 คุณสมบัติของ Class Wiring Type (การเดินสายไฟ)

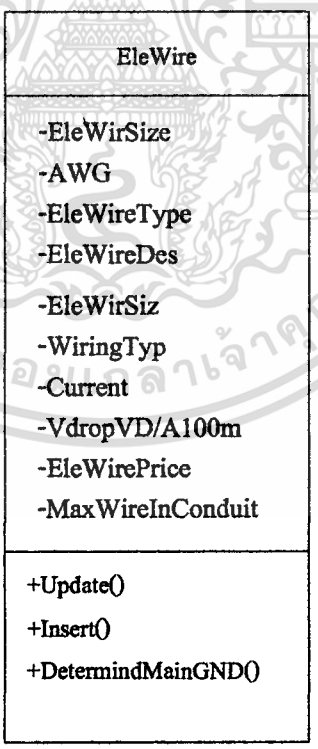
- Class Breaker(เบรคเกอร์) กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดของเบรคเกอร์ ตามชนิดที่มีขายตามท้องตลาด ซึ่งสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 คุณสมบัติของ Class Breaker(เบรคเกอร์)

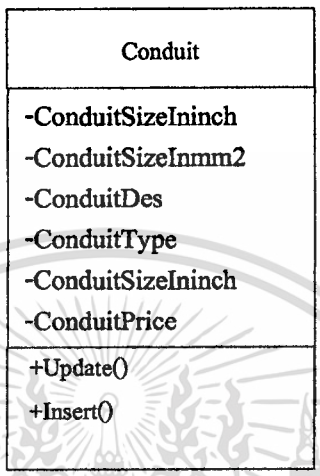
- Class Electrical Wire (สายไฟฟ้า) กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดสายไฟฟ้า ที่ใช้ในการออกแบบ ตามมาตรฐานของประเทศไทยซึ่งสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 4.9



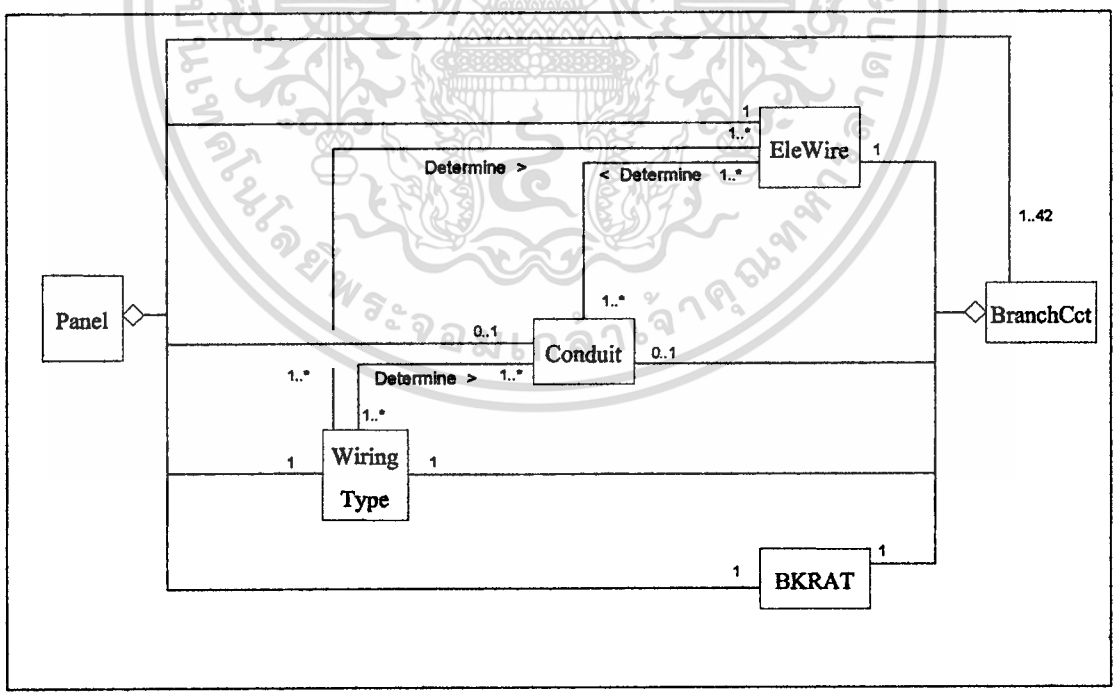
รูปที่ 4.9 คุณสมบัติของ Class Electrical Wire (สายไฟฟ้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Class Electrical Conduit (ท่อร้อยสายไฟฟ้า) กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดท่อร้อยสายไฟฟ้าซึ่งสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 คุณสมบัติของ Class Electrical Conduit (ท่อร้อยสายไฟฟ้า)



รูปที่ 4.11 Class Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

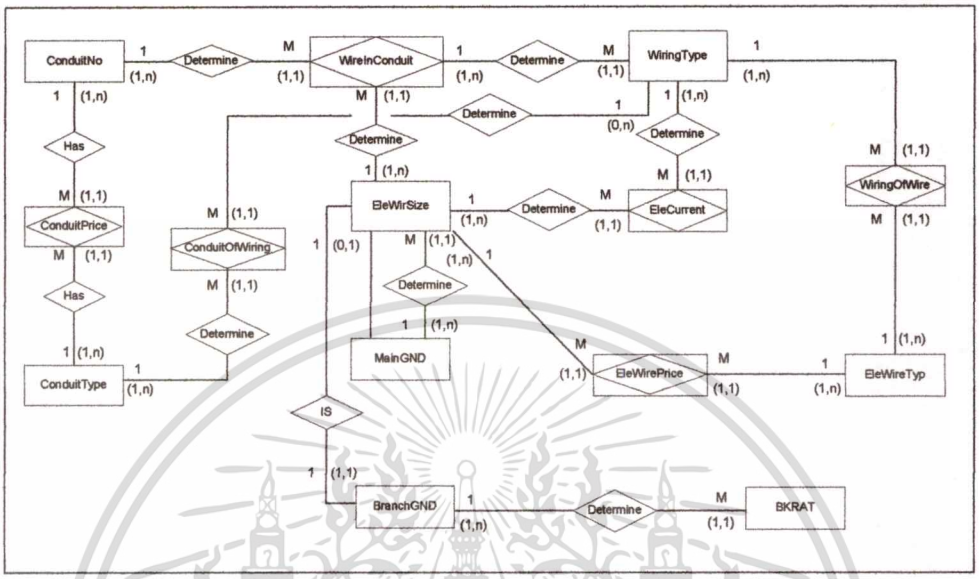
4.8 การออกแบบฐานข้อมูล

เนื่องจากฐานข้อมูลที่เลือกใช้เป็น แบบ Relational Database จึงทำการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลเพื่อให้ นำใส่ตามตารางของ Relational Database ได้ดังนี้โดยสามารถกำหนด Entities หลักดังนี้

- **Entity Project** กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดของโครงการแต่ละโครงการที่ออกแบบ
- **Entity Panel** กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดของแผงวงจรไฟฟ้าที่ทำการออกแบบ
- **Entity BKRAT** กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดของเบรคเกอร์ตามขนาดที่มีขายในท้องตลาด
- **Entity BranchCCt** กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดของวงจรย่อยที่ออกแบบอยู่ในแผงไฟฟ้าแต่ละแผง
- **Entity BranchGND** กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดของสายดินตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าแห่งประเทศไทย
- **Entity ConduitNo** กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดขนาดของท่อร้อยสายตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าแห่งประเทศไทย
- **Entity ConduitType** กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดของท่อร้อยสายแต่ละชนิดตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าแห่งประเทศไทย
- **Entity EleWireTyp** กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดของชนิดของสายไฟฟ้าตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าแห่งประเทศไทย
- **Entity EleWirSize** กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดของขนาดของสายไฟฟ้าตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าแห่งประเทศไทย
- **Entity MainGND** กำหนดขึ้นเพื่อใช้หาขนาดของสายดินของแผงไฟฟ้าที่เป็นแผงหลักตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าแห่งประเทศไทย
- **Entity PanelPrice** กำหนดขึ้นเพื่อใช้หาราคาของแผงวงจรไฟฟ้า
- **Entity WiringType** กำหนดขึ้นเพื่อเก็บรายละเอียดของการเดินสายไฟฟ้าตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าแห่งประเทศไทย

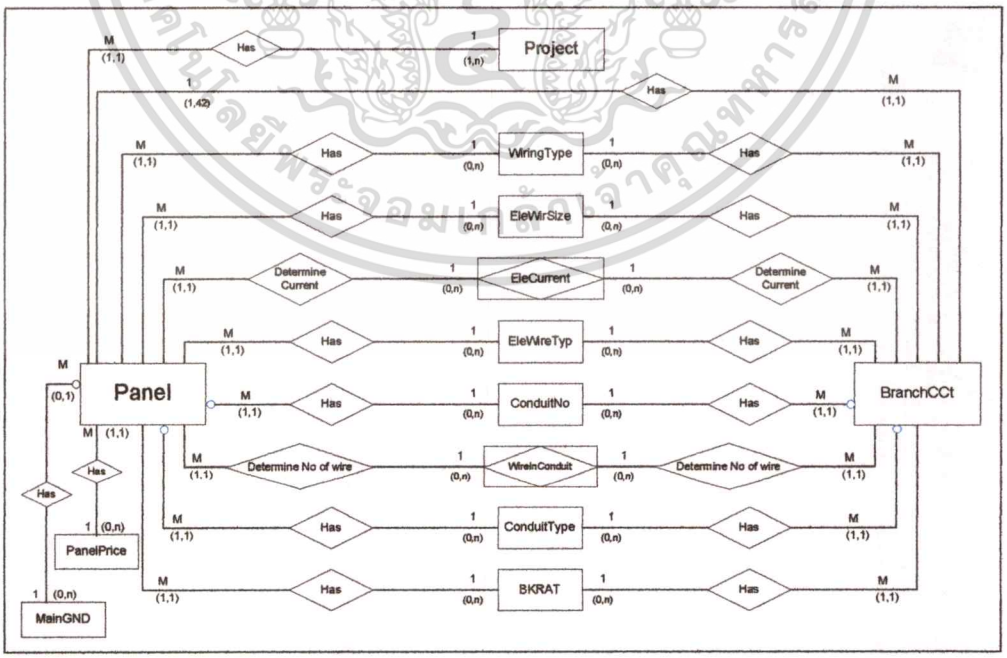
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก Entities ที่กำหนดขึ้นสามารถเขียนเป็น E-R Diagram ในส่วนของมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าและการประมาณราคา ได้ดังรูปที่ 4.12



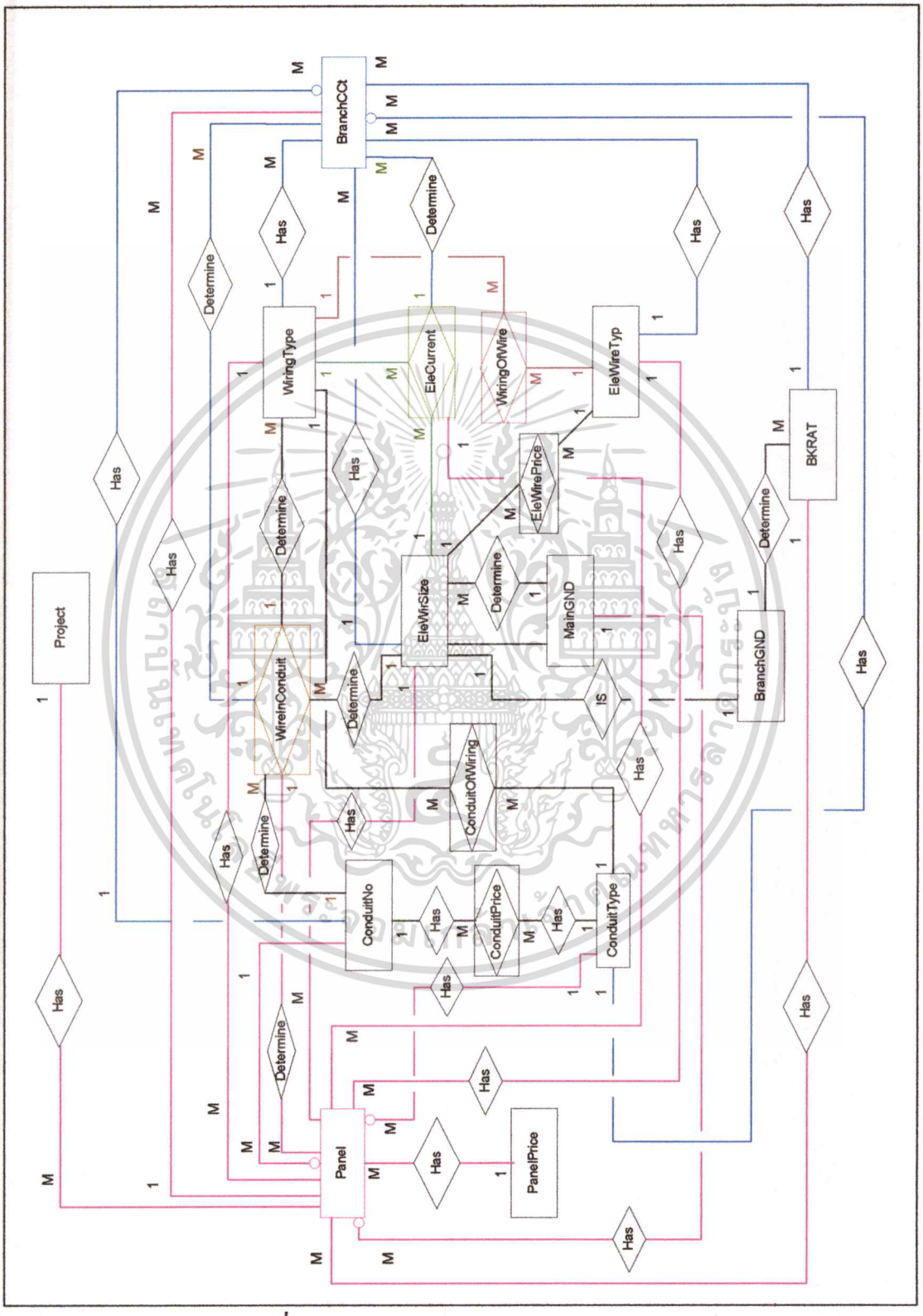
รูปที่ 4.12 E-R Diagram ในส่วนของมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าและการประมาณราคา

นอกจาก Entities ในส่วนของมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าและการประมาณราคา ยังมี Entities สำหรับการออกแบบแต่ละโครงการ สามารถเขียน E-R Diagram ได้ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 E-R Diagram สำหรับการออกแบบแต่ละโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 E-R Diagram ของระบบสารสนเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล Project

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY	TABLE (FK)
PJNum	หมายเลขของโปรเจค	Long Integer	4	PK	
PJName	ชื่อโปรเจค	Text	20		
PJDtl	รายละเอียดของโปรเจค	Text	50		
PJlctd	ตำแหน่งของโปรเจค	Text	50		
PriceFactor	ตัวคูณเมื่อคำนวณราคาของโปรเจค	Double	8		

ตารางที่ 4.6 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล Panel

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY		TABLE (FK)
PJNum	หมายเลขของโปรเจค	Long Integer	4	FK	PK	Project
PNName	ชื่อแผง	Text	50			
PNCctCapa	จำนวนวงจรของแผง	Long Integer	4			
PNCctSpare	จำนวนวงจรว่าง ที่มีเบรคเกอร์	Long Integer	4			
PNCctSpace	จำนวนวงจรว่างที่ไม่มีเบรคเกอร์	Long Integer	4			
PNLd	จำนวน Load รวมของ แผง	Long Integer	4			
Long	ความยาวของสายไฟฟ้าเข้า แผง	Double	8			
SetOfWire	จำนวนชุดของสายไฟฟ้า	Integer	2			
EleWireType	ชนิดของสายไฟฟ้า	Text	50	FK		EleWireType
WiringTyp	วิธีการเดินสายไฟฟ้า	Text	50	FK		WiringType
ConduitType	ชนิดท่อร้อยสายไฟฟ้า	Text	50	FK		ConduitType
EleWireSize	ขนาดของสายไฟฟ้า	Double	8	FK		EleWireSize
BKRAT	ขนาดตัดวงจรของเบรคเกอร์	Double	8			
BKRAF	ขนาดเฟรมของเบรคเกอร์	Long Integer	4			
ConduitSize	ขนาดท่อร้อยสายไฟฟ้า	Text	50	FK		ConduitSize
MainPanel	กำหนดว่าเป็นแผงหลักหรือไม่	Yes/No	1			
DesignDate	วันที่ออกแบบ	Date/Time	8			
Phase	จำนวนเฟสของแผงไฟฟ้า	Integer	2			
GND	ขนาดสาย GND	Double	8			
OtherPiice	ราคาอุปกรณ์อื่น ๆ ของแผงวงจร	Double	8			
Loc	สถานที่ตั้งแผงวงจร	Text	50			
Des	คำอธิบายแผงวงจร	Text	50			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล BKRAT

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY	TABLE (FK)
BKRAT	ขนาดตัดวงจรของเบรคเกอร์	Long Integer	4		
BKRAF	ขนาดเฟรมของเบรคเกอร์	Long Integer	4	PK	
Phase	เฟสของเบรคเกอร์	Long Integer	4		
BKRPrice	ราคาของเบรคเกอร์	Double	8		
BKRCurrent	กระแสที่ทนได้	Long Integer	4		

ตารางที่ 4.8 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล BranchCCt

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY		TABLE (FK)
PJNum	หมายเลขโปรเจค	Long Integer	4	FK		Project
PNName	ชื่อแผง	Text	50		PK	
BCNum	หมายเลขวงจรไฟฟ้า	Long Integer	4			
BCLd	โหลดไฟฟ้าของวงจร	Double	8			
Phase	จำนวนเฟส	Integer	2			
EleWireType	ชนิดสายไฟฟ้า	Long Integer	4	FK		EleWireType
WiringTyp	วิธีการเดินสายไฟฟ้า	Long Integer	4	FK		WiringTyp
WireLong	ความยาวของสาย	Double	8			
ConduitType	ชนิดของท่อร้อยสายไฟฟ้า	Text	50	FK		ConduitType
ConduitSize	ขนาดของท่อร้อยสายไฟฟ้า	Text	50	FK		ConduitSize
Elewiresize	ชนิดของสายไฟฟ้า	Double	8	FK		Elewiresize
Des	คำอธิบายโหลด	Text	50	FK		Des
Location	ตำแหน่งของโหลด	Text	50	FK		Location
SetOfWire	จำนวนชุดของสาย	Double	8			
BKRAT	ขนาดตัดวงจรของเบรคเกอร์	Long Integer	4			
BKRAF	ขนาดเฟรมของเบรคเกอร์	Long Integer	4			
GNDWire	ขนาดสายดิน	Double	8			
VDrop	แรงดังตกของวงจร	Double	8			
SF	ค่ากระแสของ Future	Double	8			
OtherPrice	ราคาอุปกรณ์อื่นของวงจร	Double	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล BranchGND

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY		TABLE (FK)
BKRAT	ขนาดเบรคเกอร์ตัดวงจร	Long Integer	4	FK	PK	BKRAT
EleWirSiz	ขนาดของสายไฟฟ้า	Double	8	FK		EleWirSiz
GNDDes	คำอธิบาย	Text	50			

ตารางที่ 4.10 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล ConduitForWiring

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY		TABLE (FK)
WiringTyp	วิธีการเดินสาย	Text	50	FK	PK	WiringTyp
ConduitType	ชนิดของท่อร้อยสาย	Text	50	FK		ConduitType

ตารางที่ 4.11 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล ConduitNo

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY	TABLE (FK)
ConduitSizeIninch	ขนาดท่อร้อยสายไฟฟ้าเป็นนิ้ว	Text	50	PK	
ConduitSizeInmm2	ขนาดท่อร้อยสายไฟฟ้าเป็นมิลลิเมตร	Double	8		
ConduitDes	คำอธิบาย	Text	50		

ตารางที่ 4.12 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล ConduitPrice

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY	TABLE (FK)
ConduitType	ชนิดของท่อร้อยสายไฟฟ้า	Long Integer	4	PK	
ConduitSizeIninch	ขนาดท่อร้อยสายไฟฟ้า	Long Integer	4		
ConduitPrice	ราคาของท่อร้อยสายไฟฟ้า	Double	8		

ตารางที่ 4.13 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล ConduitType

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY	TABLE (FK)
ConduitType	ชนิดของท่อร้อยสายไฟฟ้า	Text	50	PK	
ConduitDes	คำอธิบาย	Text	50		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล EleCurrent

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY	TABLE (FK)
EleWirSiz	ขนาดของสายไฟฟ้า	Double	8	PK	
WiringTyp	วิธีการร้อยสาย	Text	50		
Current	กระแสที่ทนได้	Double	8		
Vdrop1P	แรงดันตก1เฟส	Double	8		
Vdrop1P	แรงดันตก3เฟส	Double	8		

ตารางที่ 4.15 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล EleWirePrice

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY	TABLE (FK)
EleWireType	ชนิดของสายไฟฟ้า	Text	50	PK	
EleWirSiz	ขนาดของสายไฟฟ้า	Double	8		
EleWIrePrice	ราคาสายไฟฟ้าตามขนาดและชนิด	Double	8		

ตารางที่ 4.16 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล EleWireTyp

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY	TABLE (FK)
EleWireType	ชนิดของสายไฟฟ้า	Text	50	PK	
EleWireDes	คำอธิบาย	Text	100		

ตารางที่ 4.17 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล EleWirSize

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY	TABLE (FK)
EleWirSiz	ขนาดของสายไฟฟ้า	Double	8	PK	
AWG	ขนาดของสายไฟฟ้า เป็น AWG	Text	5		

ตารางที่ 4.18 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล MainGND

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY		TABLE (FK)
EleWirSiz	ขนาดสายไฟฟ้าที่ของสายตัวนำ	Long Integer	4	FK	PK	EleWirSiz
EleWirSiz1	ขนาดสายไฟฟ้าของสายกราวน์	Long Integer	4	FK		EleWirSiz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล WireInConduit

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY		TABLE (FK)
ConduitSizeIninch	ขนาดท่อร้อยสายไฟฟ้า	Long Integer	4	FK	PK	ConduitNo
EleWireType	ชนิดของสายไฟฟ้า	Text	50	FK		EleWireType
EleWirSiz	ขนาดสายไฟฟ้า	Long Integer	4	FK		EleWirSiz
NoOfWire	จำนวนสายไฟฟ้าที่มากที่สุด	Long Integer	4			

ตารางที่ 4.20 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล PanelPrice

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY	TABLE (FK)
Capacity	จำนวนวงจรย่อยที่รับได้	Long Integer	4	PK	
Price	ราคา	Double	8		

ตารางที่ 4.21 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล WiringType

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY	TABLE (FK)
WiringTyp	วิธีการเดินสาย	Text	50	PK	
WiringTypDes	คำอธิบายวิธีการเดินสาย	Text	100		

ตารางที่ 4.22 Data Dictionary ของตารางฐานข้อมูล WiringOfWire

ATTRIBUTE	CONTENT	TYPE	SIZE	KEY		TABLE (FK)
EleWireTyp	ชนิดของสายไฟฟ้า	Text	50	FK	PK	EleWireType
WiringTyp	วิธีการเดินสาย	Text	50	FK		WiringTyp

4.9 การออกแบบ User Interface

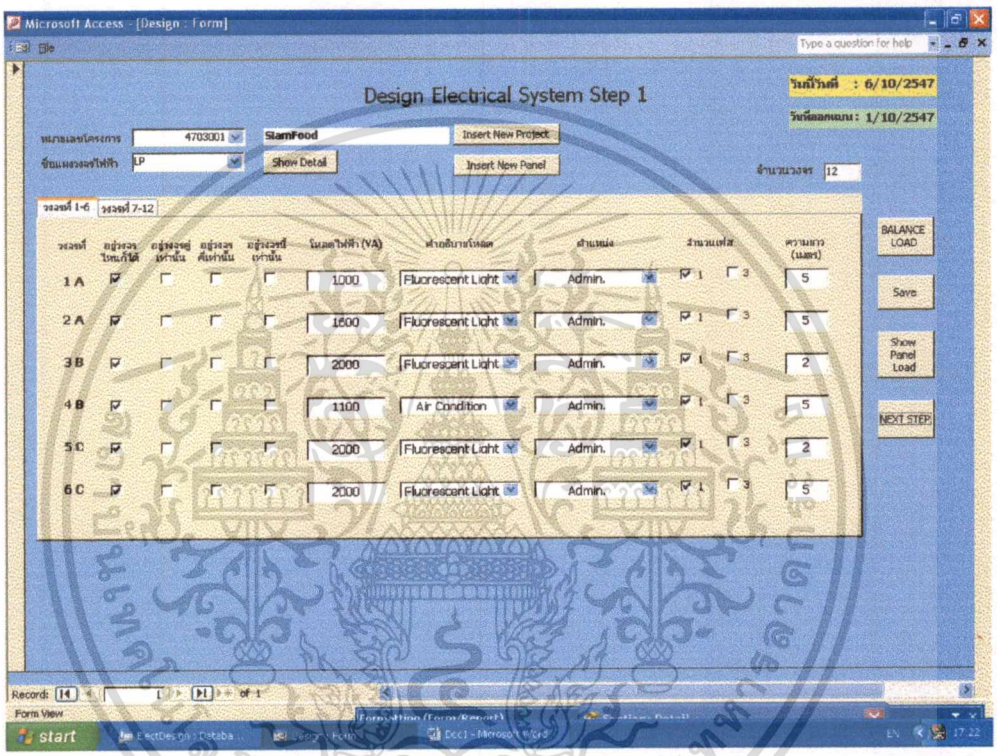
จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบรวมถึงความต้องการของผู้ใช้งาน(User Requirement) และผู้พัฒนาระบบงาน สามารถสรุปการออกแบบ User Interface เป็น 2 ส่วนคือ

- **User Interface สำหรับวิศวกรไฟฟ้าเพื่อใช้ในการออกแบบ** โดยใช้ User Interface จากตัวโปรแกรมให้มีความสามารถเต็มรูปแบบในการเข้าถึงฐานข้อมูล คือ Read ,Write ,Update และ Delete เนื่องจากผู้พัฒนาโปรแกรมยังไม่มีประสบการณ์ด้านการพัฒนาระบบด้วย Web เทคโนโลยีมากนัก ทำให้ต้องใช้เวลาศึกษาการพัฒนาโปรแกรมและระบบ Security

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

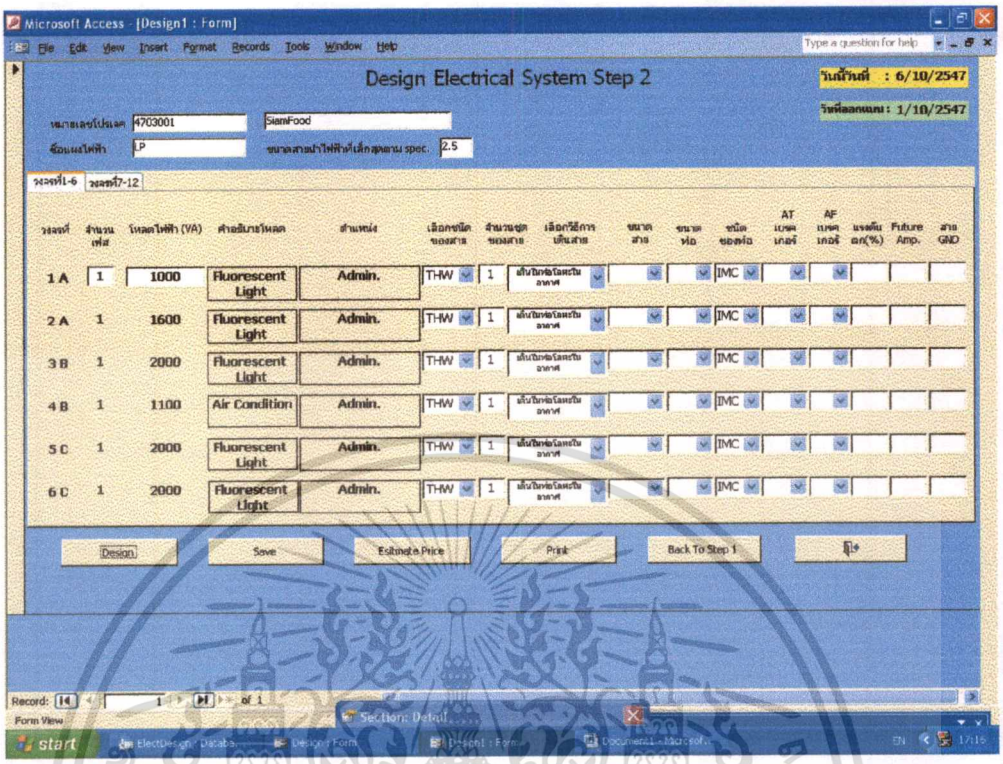
ต่าง ๆ เนื่องจากโครงการนี้มีข้อจำกัดเรื่องเวลาจึงได้เลือกพัฒนาในด้วยเทคโนโลยีอื่นตามที่ผู้พัฒนาระบบงานมีประสบการณ์มาก่อน

- **User Interface สำหรับผู้จัดการโครงการ** หรือ อาจจะเพิ่มเติมเป็นเจ้าของโครงการที่มาจ้างบริษัทออกแบบโดยเน้นการแสดงผลทางด้านข้อสรุปด้านราคาผ่านทาง Web Site
- **User Interface สำหรับวิศวกรไฟฟ้าเพื่อใช้ในการออกแบบ** มีดังนี้

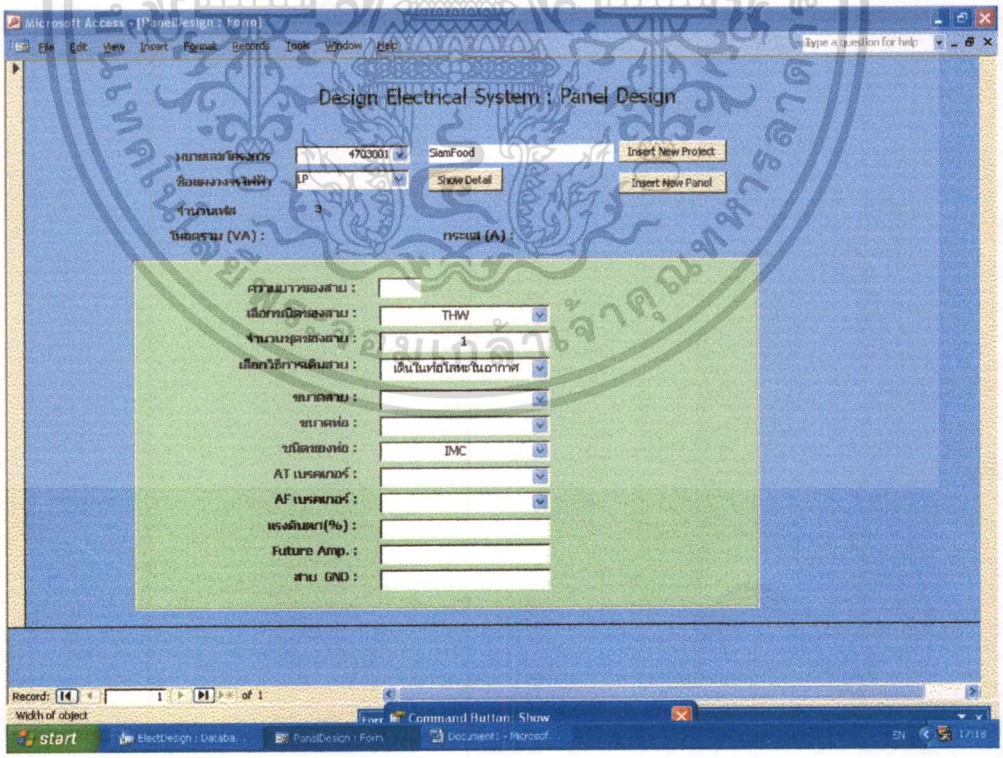


รูปที่ 4.15 User Interface สำหรับเริ่มออกแบบแผงไฟฟ้าขั้นตอนที่ 1 ใส่รายละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



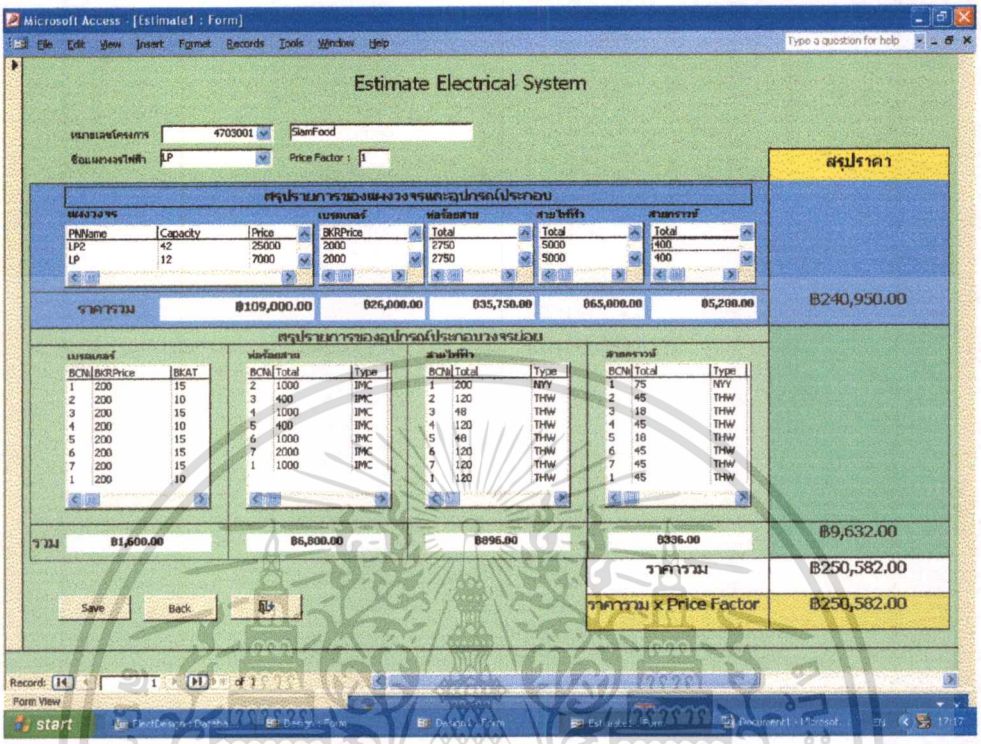
รูปที่ 4.16 User Interface สำหรับเริ่มออกแบบแผงไฟฟ้าขั้นตอนที่ 2 ออกแบบวงจรย่อย



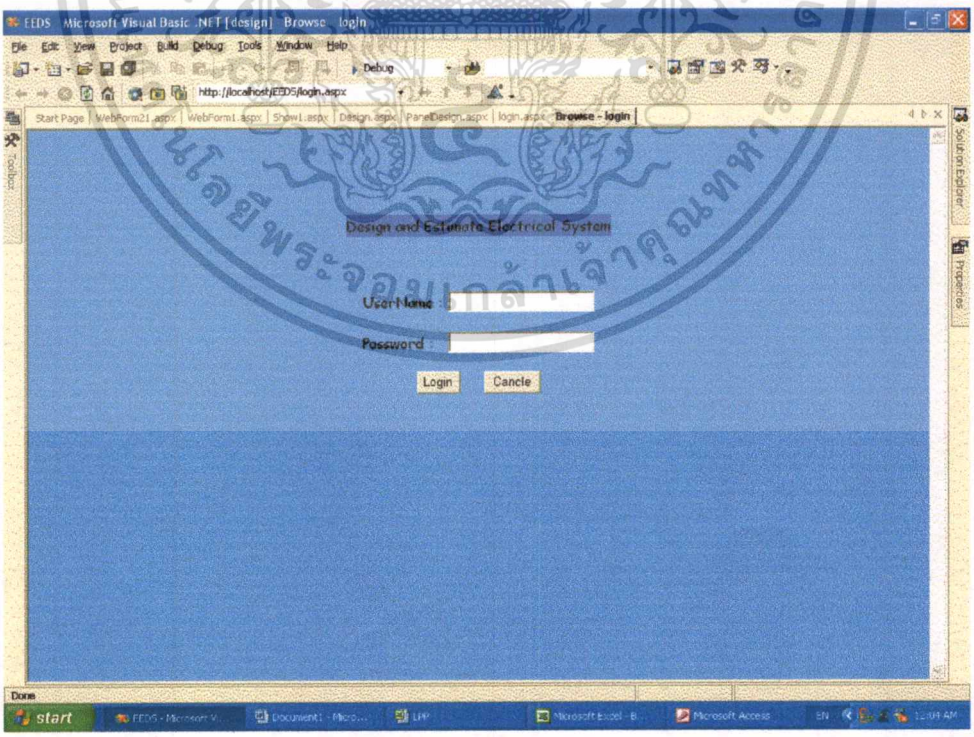
รูปที่ 4.17 User Interface สำหรับออกแบบแผงวงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **User Interface สำหรับผู้จัดการโครงการ มีดังนี้**

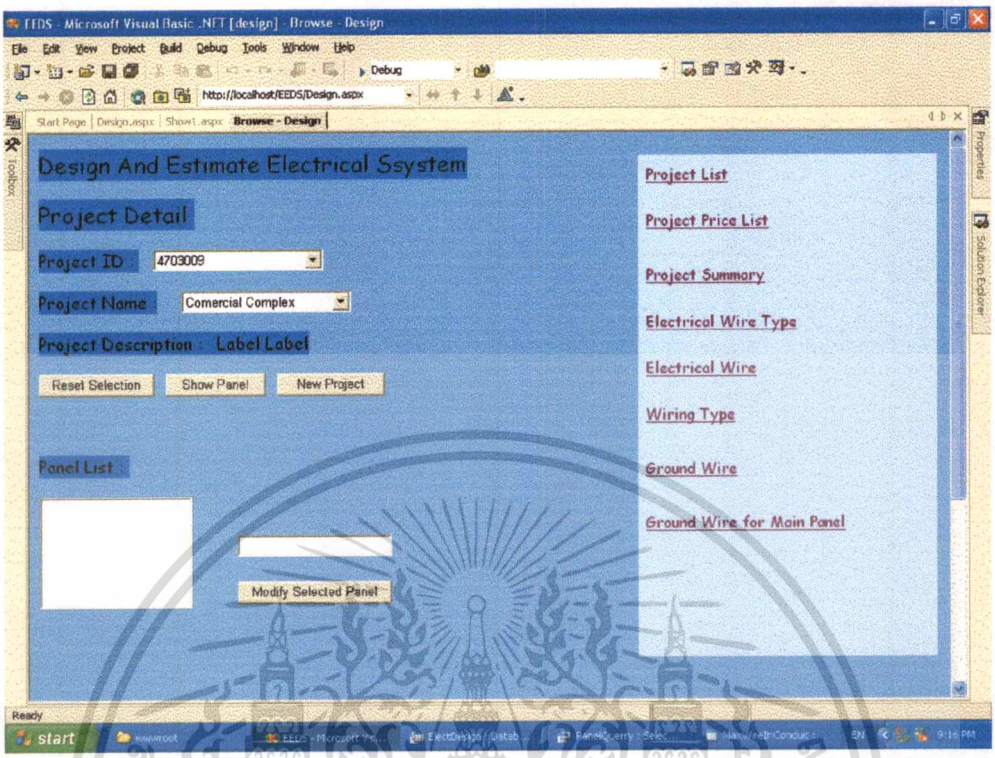


รูปที่ 4.18 User Interface สำหรับการประเมินราคา

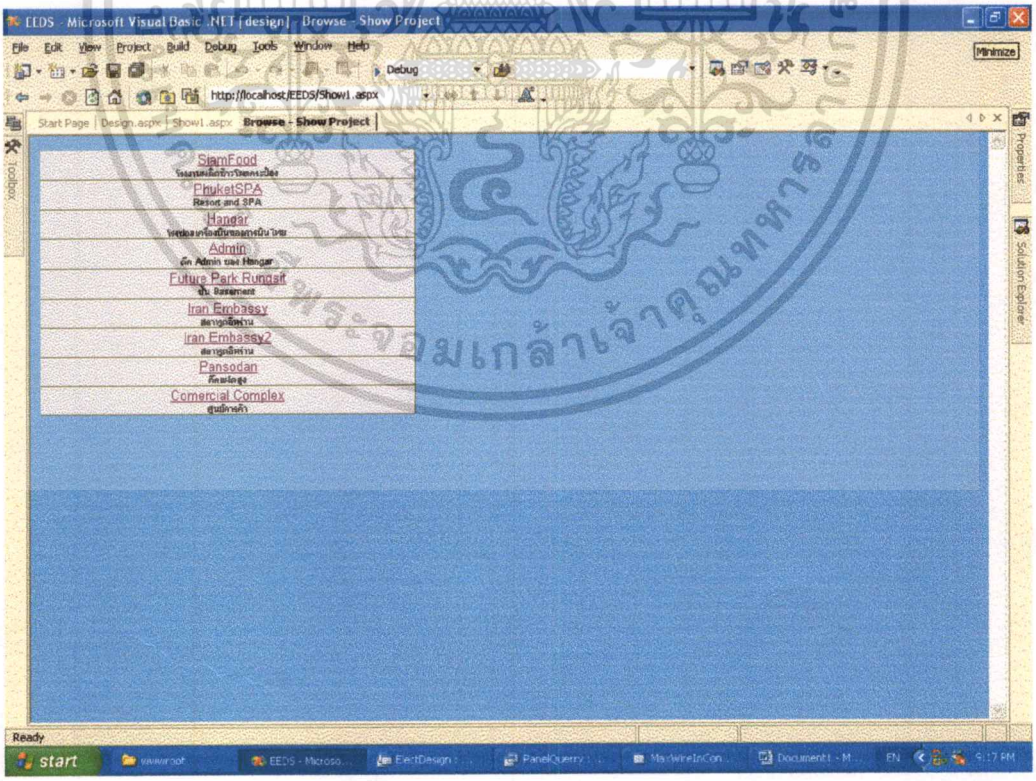


รูปที่ 4.19 User Interface สำหรับ Login เข้าใช้งานในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

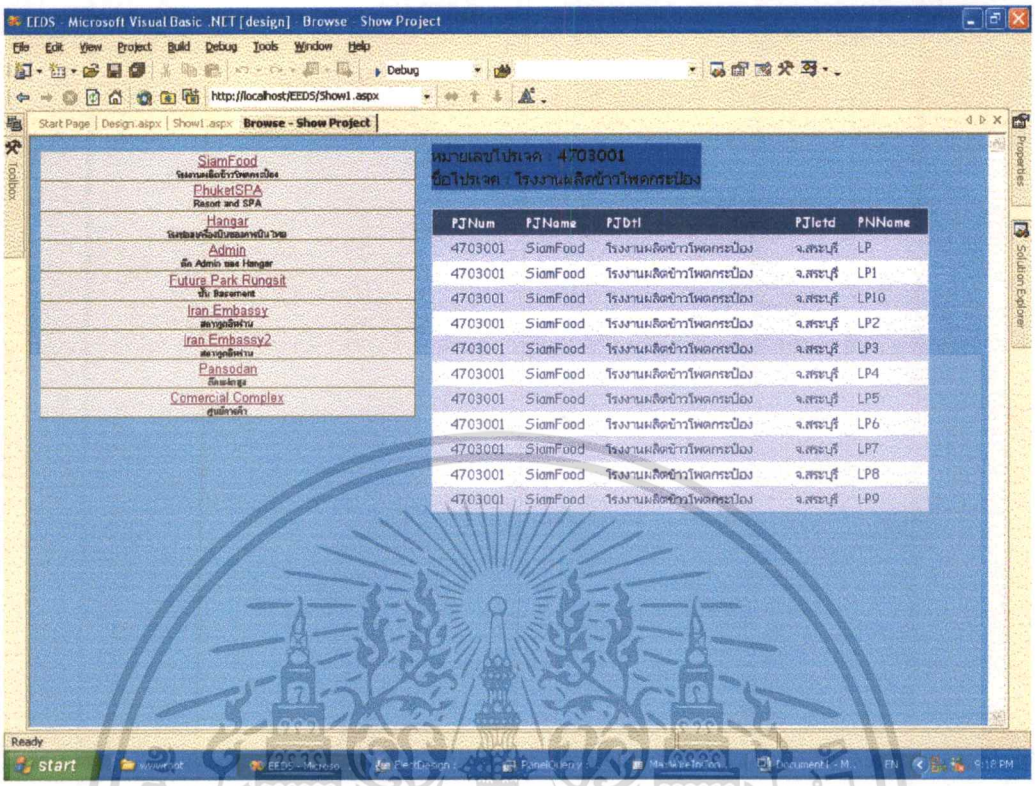


รูปที่ 4.20 User Interface สำหรับเลือกสรุปผลการออกแบบแบบต่าง ๆ ผ่าน Web



รูปที่ 4.21 User Interface สำหรับเลือกสรุปผลการออกแบบแบบต่าง ๆ ผ่าน Web

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 User Interface สำหรับเลือกสรุปผลการออกแบบแบบต่าง ๆ ผ่าน Web

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การพัฒนาระบบและการใช้งาน

5.1 ปัจจัยที่ใช้ในการเลือกเทคโนโลยีในการพัฒนาระบบ

การเลือกเทศโนโลยีที่เหมาะสมในการพัฒนาระบบแต่ละระบบนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ซึ่งในการพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้ในการออกแบบและประเมินราคานี้ ได้พิจารณาปัจจัยหลักต่าง ๆ ดังนี้

- **ความต้องการของผู้ใช้งานและจำนวนผู้ใช้งานระบบ** จากการศึกษาความต้องการของผู้ใช้งานพบว่าผู้ใช้งานซึ่งระบบส่วนใหญ่เป็น วิศวกรไฟฟ้าซึ่งมีเพียง 5 คนในบริษัทและฐานข้อมูลที่ออกแบบไปแล้วไม่ใหญ่มาก ทำให้สามารถเลือกฐานข้อมูลที่รองรับข้อมูลน้อยได้
- **ความปลอดภัยของฐานข้อมูล** เนื่องจากข้อจำกัดของผู้พัฒนาระบบซึ่งไม่มีความชำนาญด้านการรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูลผ่าน Web เทคโนโลยี ทำให้ต้องแยก User Interface ออกเป็น 2 ระบบดังที่ได้กล่าวมาแล้วโดยการ interface ผ่าน Web จะเป็นการเรียกดูข้อมูลเท่านั้น
- **ระยะเวลาในการพัฒนา** เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ให้ความสำคัญดังนั้นจึงต้องเลือกเทคโนโลยีที่ผู้พัฒนาคุ้นเคยจะทำให้การพัฒนาระเป็นไปอย่างรวดเร็ว

5.2 การเลือกเทคโนโลยีในการพัฒนาระบบ

จากปัจจัยหลักดังกล่าว ทำให้สามารถเลือกเทคโนโลยีที่พัฒนา ได้ดังนี้

- **เทคโนโลยีที่ใช้พัฒนาฐานข้อมูล** เลือก Microsoft Access เนื่องจากมี User ไม่มากนักและผู้พัฒนาโปรแกรมคุ้นเคยฐานข้อมูลชนิดนี้เป็นอย่างดี
- **เทคโนโลยีที่ใช้พัฒนา User Interface ในส่วนของการออกแบบ** เลือกใช้ Microsoft Access ในส่วนของ Form ซึ่งการทำ Interaction กับ User สามารถพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Visual Basic ที่มีมาพร้อมกันได้
- **เทคโนโลยีที่ใช้พัฒนา User Interface ในส่วนของการดูข้อมูลผ่าน Web Site** เลือกใช้ ASP.NET ซึ่งถึงแม้จะเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่ แต่มีเครื่องมือช่วยทำให้สามารถศึกษาและพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว

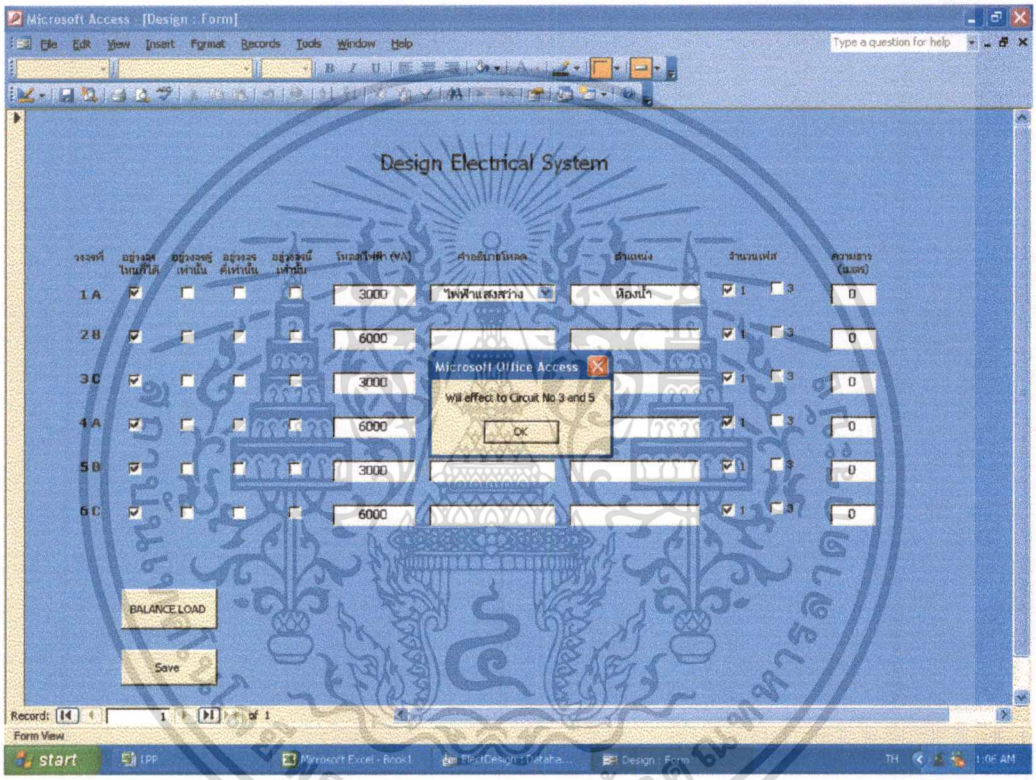
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การติดต่อระหว่างฐานข้อมูลและ User Interface

จากการศึกษาเทคโนโลยีฐานข้อมูลและ User Interface คือ Microsoft Access และ ASP.NET สามารถติดต่อกันโดยใช้ ADO.NET ซึ่งเป็นพื้นฐานของ .NET Framework อยู่แล้ว สามารถพัฒนาได้อย่างง่าย

5.4 การใช้งานระบบ

- **การใช้งานระบบ ในส่วนของ การออกแบบ**



รูปที่ 5.1 User Interface การออกแบบขั้นที่ 1

1.เปิดหน้า Design จาก Form จากนั้น ใส่ค่าโหลดไฟฟ้า

2.เลือกจำกัดของแต่ละวงจรต่าง ๆ ตามหัวข้อของ Check Box

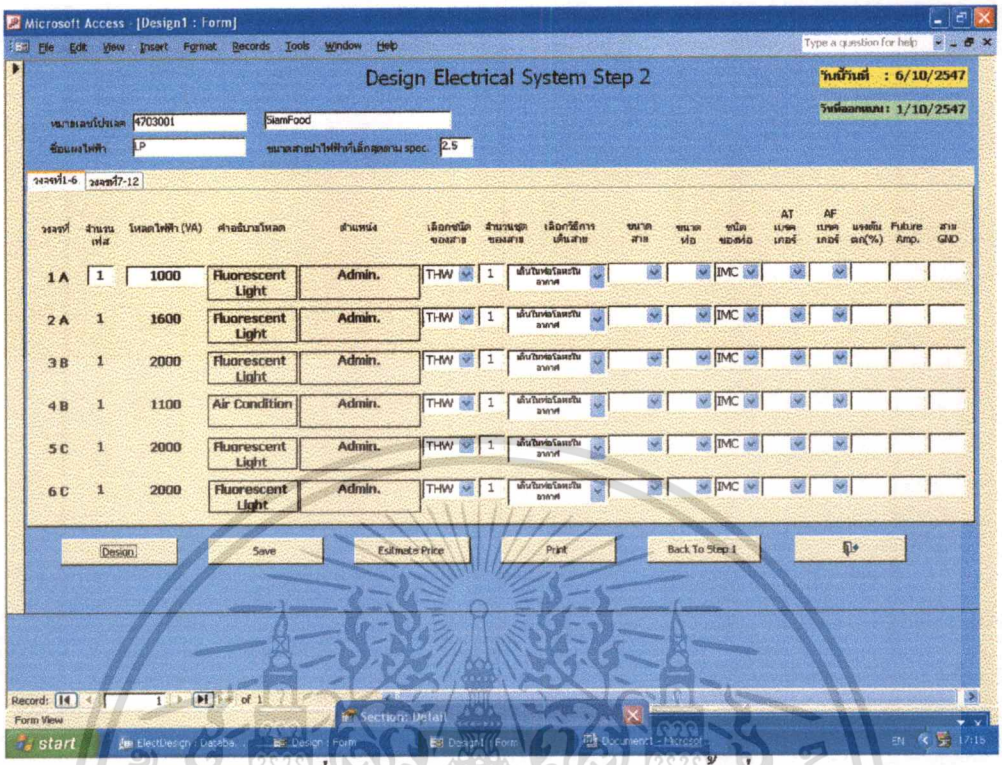
3.เลือกจำนวนเฟส คือ 1 และ 3

4.ใส่ค่าความยาวโหลด

5.กดปุ่ม Balance Load จนได้ค่า Balance ที่พอใจถ้าไม่พอใจสามารถกดหลายครั้งได้

6.กดปุ่ม Save เพื่อเก็บใส่ฐานข้อมูล และ Link ไปยังหน้าถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 User Interface การออกแบบขั้นที่ 2

1.Program จะ Link มาที่หน้า Design 2 และนำค่าโหลดไฟฟ้า,คำอธิบายโหลด ,ตำแหน่ง มาให้อัตโนมัติ

2.เลือกชนิดของสายจาก List

3.เลือกวิธีการเดินสายจาก List

4.กดปุ่ม Design เพื่อให้ Program ดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล ขนาดสายไฟฟ้า สายกราวน์ และ ขนาดเบรกเกอร์ที่เหมาะสมมาให้

5.จบการ Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทสรุป

6.1 สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาวิเคราะห์ว่าระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมานี้ สามารถช่วยลดระยะเวลาในการออกแบบระบบไฟฟ้าได้มาก ทั้งยังช่วยให้การออกแบบระบบไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย

6.2 ข้อดีของระบบ

- ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยในการออกแบบและประเมินราคาของระบบไฟฟ้า ที่พัฒนาขึ้นนี้ พัฒนาโดยใช้ฐานข้อมูล Microsoft Access ซึ่งเป็นที่นิยมและคุ้นเคยกันมากอยู่แล้วทำให้ง่ายต่อการดูแลระบบ หากนำไปใช้งานจริงผู้ดูแลและปรับปรุงฐานข้อมูลอาจเป็นวิศวกรไฟฟ้าคนใดคนหนึ่งในบริษัทก็ได้
- การแสดงผลผ่านเว็บไซท์โดยใช้ ASP.NET ทำให้สามารถพัฒนาการเข้าถึงข้อมูลได้หลายอย่าง เช่น PDA ได้ ทำให้มีความคล่องตัวในการทำงานมากยิ่งขึ้น
- ระบบเทคโนโลยสารสนเทศที่ช่วยในการออกแบบและประเมินราคาของระบบไฟฟ้า ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้งานได้ง่าย โดยผู้ใช้เพียงศึกษาวิธีการใช้โปรแกรมก็สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าได้

6.3 ข้อควรระวังในการใช้งาน

เนื่องจากเป็นระบบที่ใช้งานได้ง่ายอาจทำให้มีผู้แอบอ้างใช้งานโดยที่ไม่ได้เป็นวิศวกรไฟฟ้า ซึ่งระบบนี้เป็นการออกแบบตามมาตรฐานทั่วไปเท่านั้น ซึ่งแต่ละโครงการต้องดูสภาพแวดล้อมจริงประกอบกับการออกแบบด้วยจึงจะทำให้แบบที่ออกมาถูกต้องและเหมาะสมกับโครงการ

6.4 แนวทางการพัฒนาโปรแกรมเพื่อเพิ่มความสามารถของโปรแกรม

ศึกษาการออกแบบจากผู้มีประสบการณ์ เช่นวิศวกรอาวุโส เพื่อเพิ่มความเหมาะสมอื่น ๆ ที่มาตรฐานไม่ได้กำหนดไว้ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 ข้อจำกัดของระบบ

เนื่องจากฐานข้อมูลที่ใช้คือ Microsoft Access นี้เป็นฐานข้อมูลที่รองรับข้อมูล และผู้ใช้งานได้ไม่มากนักคือไม่เกิน 20 คน ซึ่งเหมาะสมกับสถานการณ์ของบริษัทที่มีแผนกไฟฟ้าเป็นแผนกเล็ก ๆ หากจะนำไปใช้ในบริษัทที่ใหญ่ขึ้น และ มี User มากขึ้นอาจต้องมีการพิจารณาใช้ฐานข้อมูลชนิดอื่นมาแทน Access เช่น SQL จะมีผลทำให้ต้องแก้ไข Code ในส่วนของ ASP.NET ด้วย

6.6 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการออกแบบนี้ออกแบบโดยศึกษาจากบริษัทที่มี User ไม่มากนัก ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนแปลงจำนวน User ก็ต้องศึกษาข้อจำกัดของระบบเพื่อปรับปรุงแก้ไขต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ กิตติพงษ์ กลมกล่อม. 2544. **UML วิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ.** กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ จำลอง ครูอุตสาหะ. 2546. **การออกแบบฐานข้อมูล.** กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.

คณะอนุกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. 2545. **มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545.** กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.

จำลอง ครูอุตสาหะ. 2545. **VB.NET ฉบับโปรแกรมเมอร์.** กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.

จำลอง ครูอุตสาหะ และ เพียงเดือน ครูอุตสาหะ. 2546. **Access Programming.** กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.

ฉัททวุฒิ พืชผล และ พิชต สันติกุลานนท์. 2544. **Visual Basic 6.** กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.

ทวีชัย หงส์สุมาลย์ และ สงวนชัย สุวรรณชีวะศิริ. 2546. **อินไซด์ ASP.NET.** กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.

ลือชัย ทองนิล. 2545. **การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานของการไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. 2545. **การออกแบบและจัดการฐานข้อมูล.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวฐิติมา สระศรีรัตน์

เกิด 17 พฤศจิกายน 2518

การศึกษา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า 2540 จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้