



โปรแกรมจำลองการออกแบบ MAIN SWITCH BOARD สำหรับควบคุมมอเตอร์
SIMULATION MAIN SWITCH BOARD DESIGN FOR MOTOR CONTROL PROGRAM

โดย

นายสุคนธ์ ศิลป์สร 38012128

นายธีรพัฒน์ บัวพันธ์ 38013404

วัน เดือน ปี.....5.ต.ค.2541
เลขทะเบียน.....038534
เลขเรียกหนังสือ.....T40015174

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มี **038534**

ปีการศึกษา 2540

โปรแกรมจำลองการออกแบบ MAIN SWITCH BOARD สำหรับควบคุมมอเตอร์

โดย

นายสุคนธ์ ศิลปิศร

นายธีรพัฒน์ บัวพันธ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. พิพัฒน์ เลาหสงคราม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2540

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

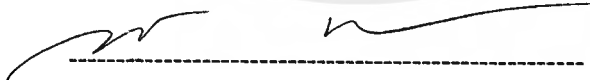
คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โปรแกรมจำลองการออกแบบ MAIN SWITCH BOARD สำหรับควบคุมมอเตอร์
SIMULATION MAIN SWITCH BOARD DESIGN FOR MOTOR CONTROL PROGRAM

ผู้จัดทำ

1. นายสุคนธ์ ศิลปิศร 38012128
2. นายธีรพัฒน์ บัวพันธ์ 38013404


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ. พิพัฒน์ เลาหสงคราม)

โปรแกรมจำลองการออกแบบ MAIN SWITCH BOARD สำหรับควบคุมมอเตอร์
SIMULATION MAIN SWITCH BOARD DESIGN FOR MOTOR CONTROL PROGRAM

นายสุคนธ์ ศิลปิศร 38012128

นายธีรพัฒน์ บัวพันธ์ 38013404

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. พิพัฒน์ เกาหสงคราม

ปีการศึกษา 2540

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นโปรแกรมจำลองการออกแบบ MAIN SWITCH BOARD สำหรับควบคุมมอเตอร์ ในลักษณะของการเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในวงจร รวมถึงการคำนวณค่าพารามิเตอร์ที่เป็นคุณลักษณะของแต่ละวงจร เป็นการออกแบบวงจรในลักษณะของ กราฟฟิกและเทกซ์อินเตอร์เฟส ภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 95 ในระบบการค้นหาอุปกรณ์จากฐานข้อมูล โปรแกรมนี้ใช้ประโยชน์สำหรับวิศวกร ไฟฟ้าจนถึงวิศวกรฝ่ายขายที่ต้องการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ต่างๆ ไป

SIMULATION MAIN SWITCH BOARD DESIGN FOR MOTOR CONTROL PROGRAM

Mr. SUKHONT SILSORN 38012128

Mr. TERAPAT BUAPAN 38013404

ADVISER

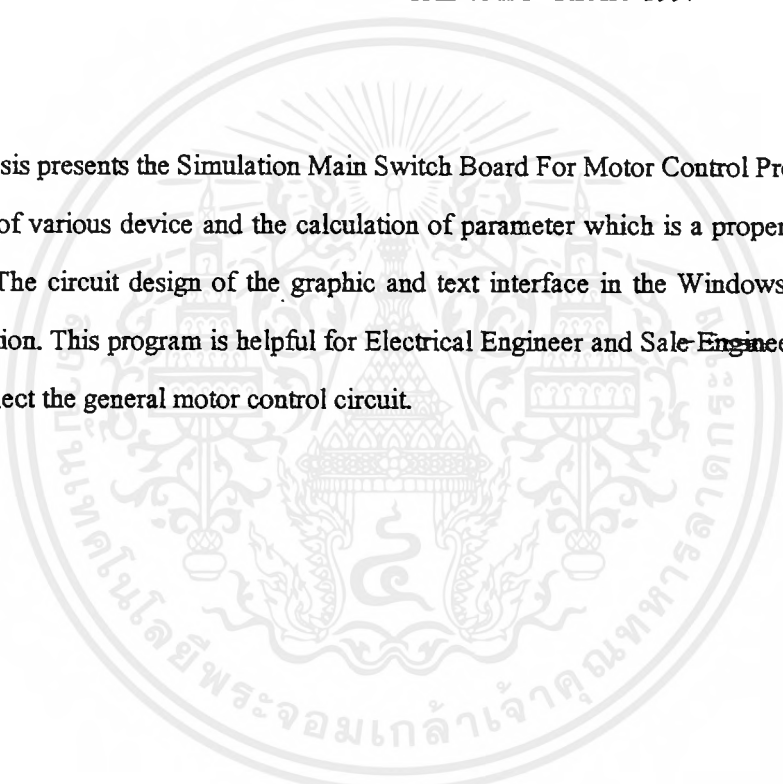
Mr. PIPAT LAOHASONGKRAM

ACADEMIC YEAR 1997

Abstract

This thesis presents the Simulation Main Switch Board For Motor Control Program.

In the selection of various device and the calculation of parameter which is a property of each the control circuit. The circuit design of the graphic and text interface in the Windows 95 system of database simulation. This program is helpful for Electrical Engineer and Sale Engineer who wanted to design and select the general motor control circuit.



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	
Abstract	
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีของมอเตอร์	6
คํานําสำหรับมอเตอร์	9
การป้องกันการใช้โหลดเกินของมอเตอร์และวงจรย่อย	13
การป้องกันการใช้คํวจรและการคํวจรลงดินของวงจรย่อย	15
การเลือกใช้ MCC	19
ชนิดของแบบวงจรควบคุมมอเตอร์	22
บทที่ 3 โครงสร้างของโปรแกรม	28
Main Form	28
Motor Selection	30
Circuit Breaker Selection	36
Contactor & Overload Relay Selection	42
Conductor Selection	48
บทที่ 4 การใช้งานโปรแกรม	53
การใช้งาน Motor Selection	61
การใช้งาน Circuit Breaker Selection	68
การใช้งาน Contactor & Overload Relay Selection	76
การใช้งาน Conductor Selection	80
อุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน	86
SQL Explorer	86
Database Viewer	90
Putpicture	93
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	99
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
บรรณานุกรม	

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่องานอุตสาหกรรมมีการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดความต้องการใช้พลังงานประเภทต่าง ๆ มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับพลังงานไฟฟ้า ขณะเดียวกันก็จะส่งผลถึงต้นทุนในการดำเนินการของผู้ผลิตให้สูงขึ้นเป็นเงาตามตัว

มอเตอร์ก็เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญทั้งในเชิงอุตสาหกรรม (Industry) และเชิงพาณิชย์ (Commercial) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้มอเตอร์จำนวนมาก ดังนั้นค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์แต่ละตัวย่อมส่งผลกระทบต่อค่าประสิทธิภาพรวมของระบบด้วย ซึ่งถ้าสามารถออกแบบหรือผลิตเครื่องจักรที่มีการสูญเสียพลังงานที่น้อยแล้ว ก็จะได้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูงนั่นเอง

มอเตอร์เป็นเครื่องจักรกลไฟฟ้า (Electromechanical Machine) ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เพื่อการขับโหลด (Load) ที่เพลา ซึ่งจากความจริงที่ว่า “ ระหว่างการแปรรูปพลังงานชนิดหนึ่ง ไปเป็นอีกชนิดหนึ่งจะต้องมีการสูญเสียเกิดขึ้นด้วยเสมอ “ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่ากำลังงานที่เข้าทางอินพุตจะถูกแปรรูปเป็นพลังงานที่เอาต์พุตได้ทั้งหมด ซึ่งมอเตอร์ก็เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าถ้ามีการเลือกประเภทที่มีประสิทธิภาพสูง รวมถึงเลือกชนิดและลักษณะของโหลดที่เหมาะสมแล้ว การนำไปใช้งานก็จะเกิดประสิทธิภาพ ประหยัดค้ำค่า ทนทาน

แต่การใช้งานมอเตอร์นั้นบางครั้งอาจเกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าขึ้น เช่น เกิดการลัดวงจรขึ้นในวงจร สถานะที่โหลดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อาจจะทำให้ความเสียหายกับมอเตอร์ได้ ดังนั้นจึงต้องออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์ให้มีประสิทธิภาพด้วย เพื่อให้สามารถป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นกับมอเตอร์ในช่วงที่เกิดความผิดปกติขึ้นในวงจรไฟฟ้า เนื่องจากวงจรมอเตอร์ค่อนข้างเป็นวงจรที่คงตัว มีรูปแบบที่แน่นอน อุปกรณ์หลัก ๆ ที่นำมาใช้ในการออกแบบวงจรของมอเตอร์เป็นพวกสายตัวนำ อุปกรณ์ตัดต่อวงจร อุปกรณ์ป้องกันการใช้โหลดเกินอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรและการลัดวงจรลงดิน อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับเวลาและอุปกรณ์ฉีปะทะทั่วไปเช่น ขั้วต่อสายหางปลา สวิตช์แบบต่างๆ หลอดไฟแสดงสถานะการทำงาน ฯลฯ

โดยอุปกรณ์ที่เป็นพวกสายตัวนำของวงจรร้อยย อุปกรณ์ตัดต่อวงจร อุปกรณ์ป้องกันการใช้โหลดเกิน พิกัด อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรและการลัดวงจรลงดิน จะต้องมีการออกแบบและเลือกใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อความปลอดภัยและความมีประสิทธิภาพสูงสุดของวงจรที่ใช้ รวมทั้งยังก่อให้เกิดความประหยัดสูงสุดในการเลือกใช้อุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งกระแสพิกัดทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้จะต้องผ่านการเลือกมาตามมาตรฐานของการไฟฟ้า ซึ่งเป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับมอเตอร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับวงจรมอเตอร์

หลังจากได้คำพิถัดกระแสการทำงานของอุปกรณ์แต่ละชนิดแล้ว โปรแกรมจะทำการค้นหาอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดกับวงจร โดยผู้ใช้สามารถทำการกำหนดลักษณะเฉพาะตัวของอุปกรณ์แต่ละชนิดตามความจำเป็นในการนำมาใช้งาน ทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลาในการออกแบบวงจร ไฟฟ้าของวงจรย่อยมอเตอร์

รายละเอียดของอุปกรณ์ (Spect) ที่นำมาใช้จะนำมาจัดทำเป็นฐานข้อมูลเพื่อให้โปรแกรมไปค้นหาหลังจากที่ได้รับ SETUP ตัวอุปกรณ์แต่ละตัวแล้ว โดยโปรแกรมจะทำการค้นหาอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดออกมาให้ และเพื่อความทันสมัยของข้อมูลผู้ใช้สามารถเพิ่มรายละเอียด ของอุปกรณ์เข้าไปไว้ในฐานข้อมูลได้อีกด้วย

ประโยชน์จากการประมวลผลด้วยฐานข้อมูล

ประโยชน์จากการใช้งานข้อมูลในการประมวลผลมีมากมาย (โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเราเลือกใช้ DBMS ที่มีคุณภาพ) ในที่นี้จะสรุปไว้ให้เห็นเด่นชัด ดังต่อไปนี้

1. ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล
2. สามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง
3. สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้
4. สามารถควบคุมความเป็นมาตรฐานได้
5. สามารถจัดการระบบความปลอดภัยที่รัดกุมได้
6. สามารถควบคุมความคงสภาพของข้อมูลได้
7. สามารถสร้างความขัดแย้งของความต้องการได้
8. เกิดความเป็นอิสระของข้อมูล

ซึ่งเราจะขอขยายความแต่ละหัวข้อ โดยเราได้ใส่ข้อความภาษาอังกฤษกำกับหัวข้อเอาไว้ เพราะคำศัพท์บางคำค่อนข้างจะเป็นมาตรฐาน จึงอยากให้ท่านผู้อ่านได้เห็นศัพท์เหล่านี้ด้วย ดังต่อไปนี้

ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล (redundancy can be reduced) จากตัวอย่างที่ผ่านมา จะเห็นว่า การประมวลผลโดยใช้ไฟล์ธรรมดานั้นจำเป็นที่ผู้ใช้แต่ละกลุ่มจะต้องมีไฟล์ส่วนตัวเอาไว้ ดังนั้นจึงเกิดเหตุการณ์ที่ข้อมูลชนิดเดียวกันถูกเก็บไว้หลาย ๆ แห่ง หรือที่เราเรียกกันว่าความซ้ำซ้อน การนำข้อมูลทั้งหมดมาเก็บไว้ที่เดียวกันในฐานข้อมูลนี้เป็นการ “ลด” ความซ้ำซ้อนลงไปได้ ขอให้สังเกตว่า เราใช้คำว่า “ลด” แทนที่จะให้คำว่า “ขจัด” ทั้งนี้ก็เพราะมีงานบางประเภทเหมือนกัน ที่เราอาจจะต้องเก็บข้อมูลชุดเดียวกันไว้มากกว่า 1 แห่ง อย่างไรก็ตามก็ดีกว่าใช้ระบบฐานข้อมูล จะทำให้เราสามารถควบคุมการเกิดความซ้ำซ้อน เพราะถึงแม้ว่าจะต้องเก็บข้อมูลชุดเดียวกันไว้มากกว่า 1 แห่ง DBMS ก็จะเป็นตัวที่ทราบอยู่ตลอดเวลาว่ามีความซ้ำซ้อนอยู่ที่ใดบ้าง

สามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง (inconsistency can be avoided...to some extent) ประโยชน์ในข้อนี้ก็สืบเนื่องมาจากการเก็บข้อมูลไว้หลาย ๆ แห่งอาจจะก่อให้เกิดปัญหาว่าการแก้ไขข้อมูลเดียวกันนี้ทำไมเหมือนกันในทุก ๆ แห่งทำให้เกิดปัญหาว่าข้อมูลชุดเดียวกันอาจมีค่าในแต่ละแห่งไม่ตรงกัน ดังนั้นถ้าการใช้ระบบฐานข้อมูลทำให้เราสามารถลดความซ้ำซ้อนลงไปได้ โดยมี DBMS เป็นตัวควบคุมดูแลว่า เมื่อเกิดการแก้ไขข้อมูลขึ้นเมื่อใดจะต้องแก้ไขเหมือนกันครบทุกแห่ง

สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้ (the data can be shared) การใช้ข้อมูลร่วมกันได้นี้ ไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะ โปรแกรมที่ใช้ข้อมูลอยู่ในปัจจุบันเท่านั้น แต่กินความถึงโปรแกรมประยุกต์ที่จะพัฒนาขึ้นมาใหม่ด้วย ที่สามารถจะใช้ข้อมูลที่มีอยู่ได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องเดิมข้อมูลเข้าไปในระบบอีก

สามารถควบคุมความมาตรฐานได้ (standards can be enforced) จากการที่เรานำข้อมูลมาเก็บรวมกันไว้ในฐานข้อมูลเช่นนี้ ทำให้ผู้ที่ทำหน้าที่ควบคุมดูแล การใช้ระบบฐานข้อมูลสามารถกำหนดมาตรฐานของข้อมูลขึ้นมาได้ เช่น ให้ใช้หน่วยมาตรการวันที่เหมือนกัน รูปแบบในการเขียนวันที่ให้เหมือนกัน เป็นต้น ซึ่งการที่เหล่าข้อมูลล้วนใช้มาตรฐานเดียวกันเช่นนี้ ทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลระบบเป็นไปอย่างสะดวกและถูกต้อง เรามีศัพท์ที่ใช้เรียกผู้ควบคุมระบบว่า ผู้บริหารฐานข้อมูล หรือ DBA เป็นผู้ที่ควบคุมการใช้ข้อมูลเขาจึงสามารถกำหนดสิทธิการใช้ให้แก่ผู้ใช้คนใด ๆ ก็ได้ตามความเหมาะสม และผู้ใช้แต่ละคนก็อาจจะใช้ข้อมูลได้ในระดับที่ต่างกัน หรือพูดอีกนัยหนึ่งคือ ผู้ใช้แต่ละคนจะมองฐานข้อมูลด้วยวิวที่ต่างกัน โดยที่ถ้า DBA ไม่ได้รวมข้อมูลใดไว้ในวิวของผู้ใช้แล้วผู้ใช้นั้นก็จะไม่มีสิทธิเรียกใช้ข้อมูลส่วนนั้น นอกจากนี้ DBA ยังสามารถกำหนดรหัสลับในการเรียกใช้ข้อมูลบางส่วน ได้อีกด้วย

สามารถควบคุมความคงสภาพของข้อมูลได้ (integrity can be maintained) ตัวอย่างอันหนึ่งของความไม่คงสภาพของข้อมูลคือ การที่เกิดความขัดแย้งของข้อมูล ซึ่งกรณีของความขัดแย้งนี้จะเกิดขึ้นได้ก็เมื่อมีความซ้ำซ้อนเท่านั้น แต่ในอีกแง่หนึ่งของความคงสภาพที่เราจะศึกษากันในที่นี้อาจเกิดขึ้นได้ แม้ว่าจะไม่มีความซ้ำซ้อน ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลเกี่ยวกับอายุของพนักงาน ในบริษัทอาจจะมีค่า 300 แทนที่จะเป็น 30 ซึ่งความผิดพลาดแบบนี้เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ จากความสะเพร่าในการพิมพ์ข้อมูลก็ได้ ในลักษณะของความไม่ถูกต้องเช่นนี้ ผู้ที่ออกแบบระบบฐานข้อมูลสามารถใส่กฎเกณฑ์เพื่อควบคุมความคงสภาพไว้ เช่น คำนวณตัวอย่างนี้ก็อาจจะใส่กฎว่า ค่าของอายุจะต้องเป็นตัวเลขระหว่าง 16 - 60 เป็นต้น ดังนั้น เมื่อมีการใส่ข้อมูลใหม่หรือแก้ไขข้อมูล DBMS ก็จะควบคุมดูแลให้ข้อมูลดังกล่าวถูกต้องตามกฎเกณฑ์

เรื่องของความคงสภาพของข้อมูลกับการที่ผู้ใช้หลายคนใช้ข้อมูลร่วมกันนี้มีความสำคัญมาก เมื่อเทียบกับการใช้ไฟล์ข้อมูลส่วนตัวอยู่คนเดียว เพราะการที่มีผู้ใช้หลายคนนั้นทำให้โอกาสที่ผู้ใช้คนใดคนหนึ่ง จะพลั้งเผลอแก้ไขข้อมูลของผู้อื่นทั้งหมดคั่งนั้นความสามารถของ DBMS จึงถือเป็นเรื่องที่มีความหมายไม่น้อยทีเดียว

สามารถสร้างสมดุลในความขัดแย้งของความต้องการได้ (conflicting requirements can be balanced) การที่ผู้ใช้ทั้งหมดขององค์กรใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลร่วมกันเช่นนี้ทำให้ DBA ทราบดีถึงความต้องการและความสำคัญของผู้ใช้งานทั้งหมด จึงสามารถกำหนดโครงสร้างของฐานข้อมูลเพื่อให้บริการที่ดีที่สุดได้ เช่นเลือกเก็บข้อมูลที่จะต้องใช้บ่อย ๆ ไว้ในสื่อข้อมูลที่มีความเร็วเป็นพิเศษ เป็นต้น เป็นการสร้างสมดุลของความขัดแย้งไม่ให้เกิดความขัดแย้งในหมู่มผู้ใช้ เพราะการออกแบบนั้นกระทำบนแนวทางที่มุ่งจะให้ประโยชน์ส่วนรวมดีที่สุดแล้ว

เกิดความเป็นอิสระของข้อมูล (data independence) วิธีการที่จะทำความเข้าใจว่า ความเป็นอิสระของข้อมูลนั้นคืออะไร ก็โดยการลองดูในด้านตรงข้ามกันก่อนว่า ข้อมูลที่ไม่เป็นอิสระนั้นคืออะไร ก็โดยการลองดูในด้านตรงข้ามกันก่อนว่าข้อมูลที่ไม่เป็นอิสระนั้นเป็นอย่างไร ลักษณะของข้อมูลที่ไม่เป็นอิสระคือ ข้อมูลที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ยังมีความผูกพันอยู่กับวิธีการจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูล ซึ่งในลักษณะการเขียนโปรแกรมประยุกต์บางประเภท เราอาจจำเป็นต้องใส่เทคนิคการจัดเก็บ และเรียกใช้ข้อมูลไว้ในตัวโปรแกรมเสียด้วย นั่นก็หมายความว่า ถ้าเกิดต้องมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการจัดเก็บ หรือการเรียกใช้ข้อมูลแล้ว ผู้ใช้ก็จำเป็นที่จะต้องสร้างวิธีการประยุกต์ใช้ขึ้นมาใหม่ ซึ่งเป็นความไม่สะดวกอย่างยิ่ง และทำให้เราหมดโอกาสที่จะปรับปรุงโครงสร้างของข้อมูล เพื่อให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

โดยสรุปแล้ว การใช้ระบบฐานข้อมูล จะทำให้เกิดความเป็นอิสระ ระหว่างการจัดเก็บข้อมูลและการประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ก็เพราะส่วนของการจัดเก็บข้อมูลจริง ๆ ถูก “ซ่อน” ออกจากวิหของการใช้งาน

สามารถสรุปจุดประสงค์ของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบวงจรไฟฟ้าของวงจรย่อยมอเตอร์ได้ดังนี้

1. ใช้ Program computer ขนาดเล็กช่วยงานออกแบบวงจรย่อย Motor เพื่อให้ได้ Spect อุปกรณ์ที่มีอยู่ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว
2. เพื่อให้ Program computer สร้าง One line Diagram เฉพาะส่วนของวงจร Motor พร้อมระบุ Spect ที่ใช้ในการประกอบได้รวดเร็วและถูกต้อง สวยงามขึ้น
3. ใช้ Program Computer ทำรายงานการจัดซื้อให้ฝ่ายจัดซื้อต่อไป

4. เพื่อเป็นแนวทางในการริเริ่มพัฒนา Program ที่วิ่งบนระบบปฏิบัติการ windows และบริหารข้อมูลส่วนกลางโดย Dbase และการเข้าถึง Dbase ด้วย SQL
5. เพื่อเป็น Program ต้นแบบทำแผนประวัติและข้อมูลรายละเอียดของแต่ละ Job เพื่อการ Service ในอนาคต
6. เพื่อเป็นโปรแกรมที่สามารถทำการปรับปรุงข้อมูลของอุปกรณ์ (Update Data)



บทที่ 2

ทฤษฎีของ มอเตอร์ (motor)

ก่อนที่จะศึกษาถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้กับมอเตอร์ ควรทราบถึงความหมายหรือนิยามที่เกี่ยวกับมอเตอร์ดังต่อไปนี้

พิกัดกระแสโหลด (Rated load current) หมายถึงปริมาณกระแสของมอเตอร์ในขณะที่ทำงานที่พิกัดโหลด แรงดัน และความถี่

กระแสเลือกขนาดวงจรย่อย (Branch circuit selection current) หมายถึงค่ากระแสที่ใช้แทนพิกัดกระแสโหลดเพื่อที่จะนำกระแสนี้ไปคำนวณหาขนาดของตัวนำ วงจรย่อย เครื่องปลดวงจร เครื่องควบคุมมอเตอร์ เครื่องป้องกันการลัดวงจร และเครื่องป้องกันการใช้เกินกำลัง ซึ่งมีค่ากระแสทำงานสูงกว่าพิกัดกระแสโหลดเป็นจำนวนร้อยละตามที่กำหนด กระแสเลือกขนาดวงจรย่อยจะสูงกว่าพิกัดกระแสโหลด

โหลดเกิน (Over load) หมายถึงกระแสเกินที่เกิดกับมอเตอร์ในขณะที่ทำงาน และจะเป็นอันตรายต่อมอเตอร์ถ้าเกิดขึ้นเป็นเวลานาน กระแสเกินเนื่องจากการลัดวงจรไม่ถือว่าเป็นโหลดเกิน

อุปกรณ์ป้องกันโหลดเกิน (Overload protective device) ในขณะที่มอเตอร์ใช้งานเกินกำลังหรือชำรุดอาจจะมีอันตราย ดังนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์สำหรับป้องกันมอเตอร์และตัวนำวงจรมอเตอร์ เพื่อมิให้เกิดความเสียหาย

อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรและการลัดวงจรลงดิน (Short circuit and ground fault protective device) หมายถึงในกรณีที่เกิดกระแสเกินเพราะการลัดวงจรหรือการลัดวงจรลงดินจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันเพื่อไม่ให้มอเตอร์หรืออุปกรณ์อื่น ๆ เสียหาย

เซอร์วิสแฟกเตอร์ คือตัวประกอบเมื่อใช้คุณขนาดแรงม้าของมอเตอร์แล้วจะได้ค่าแรงม้าจริงที่มอเตอร์เครื่องนี้สามารถทำงานได้ จะมีค่าตั้งแต่ 1.00 ถึง 1.35 เช่น มอเตอร์ขนาด 10 HP จะมีค่าเซอร์วิสแฟกเตอร์ 1.20 ดังนั้นมอเตอร์เครื่องนี้จะสามารถทำงานติดต่อกันได้เท่ากับ $1.20 \times 10 = 12$ HP โดยมอเตอร์เครื่องนี้ไม่เป็นอันตราย

กระแสพิกัดมอเตอร์ (Rated motor current) เป็นกระแสที่นำไปใช้ในการคำนวณหาขนาดตัวนำ สวิตช์ อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรของวงจรย่อย และเครื่องควบคุมมอเตอร์ โดยใช้พิกัดกระแสจากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 แทนการใช้ค่าพิกัดกระแสบนแผ่นป้ายประจำเครื่อง ในกรณีที่มอเตอร์ไม่ได้ระบุขนาดแรงม้าแต่ระบุขนาดเป็นแอมแปร์ การหาขนาดแรงม้าให้เปรียบเทียบจากตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 กระแสไหลเต็มที่ของมอเตอร์กระแสสลับเฟสเดียว

แรงแม่ (WATT)	220 V
1/6	2.3
1/4	3
1/3	3.8
1/2	5.1
3/4	7.2
1	8.4
1.5	10.5
2	12.5
3	17.8
5	29.3
7.5	41.8
10	52.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 กระแสไหลคเดิมที่ของมอเตอร์กระแสสลับ 3 เฟส

แรงแม่	มอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำ โรเตอร์ชนิดกรงกระรอกและ ลวดพัน (แอมแปร์)		มอเตอร์แบบซิงโครนัส ตัวประกอบกำลัง 1.0 (แอมแปร์)	
	220 V	380 V	220 V	380 V
1/2	2.10	1.20		
3/4	2.90	1.70		
1	3.80	2.20		
1.5	5.40	3.10		
2	7.10	3.10		
3	10.00	5.80		
5	15.90	9.20		
7.5	23.00	13.00		
10	29.00	17.00		
15	44.00	25.00		
20	57.00	33.00		
25	71.00	41.00	55.00	32.00
30	84.00	49.00	66.00	38.00
40	109.00	63.00	87.00	50.00
50	136.00	79.00	109.00	63.00
60	161.00	93.00	129.00	75.00
75	201.00	116.00	162.00	94.00
100	259.00	150.00	211.00	122.00
125	326.00	189.00	264.00	153.00
150	376.00	218.00	316.00	189.00
200	502.00	291.00	418.00	242.00

มอเตอร์แบบซิงโครนัสที่มีตัวประกอบกำลัง 0.8 และ 0.9 ให้ดูค่ากระแสในตารางด้วย
1.1 และ 1.25 ตามลำดับ

ตัวนำสำหรับมอเตอร์

ตัวนำวงจรย่อยสำหรับมอเตอร์ (Motor Branch Circuit Conductor)

1. มอเตอร์ประเภทใช้งานต่อเนื่องเครื่องเดียว ตัวนำของวงจรย่อยต้องมีกระแสไม่ต่ำกว่า 125 % ของกระแสฟลักซ์โหลดเต็มที่ของมอเตอร์ (ว. ศ. ท. 405-6 ; NEC 430-22) แต่ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร

สำหรับมอเตอร์ใช้งานระยะสั้น ใช้งานเป็นระยะ ใช้งานเป็นคาบและใช้งานไม่แน่นอน

ขนาดของตัวนำจะต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่าจำนวนเปอร์เซ็นต์ของฟลักซ์กระแสบนแผ่นป้ายประจำเครื่อง

ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ขนาดกระแสตัวนำสำหรับมอเตอร์ใช้งานไม่ต่อเนื่อง

ประเภทการใช้งาน	ร้อยละของฟลักซ์กระแสบนแผ่นป้ายประจำเครื่อง			
	ฟลักซ์กระแส มอเตอร์ ใช้งาน 5 นาที	ฟลักซ์กระแส มอเตอร์ ใช้งาน 15 นาที	ฟลักซ์กระแส มอเตอร์ ใช้งาน 30 และ 60 นาที	ฟลักซ์กระแส มอเตอร์ ใช้งาน ต่อเนื่อง
ใช้งานระยะสั้น เช่น มอเตอร์หมุน ปิด - เปิดวาล์ว	110	120	150	-
ใช้งานเป็นระยะ เช่น มอเตอร์เครื่องลิฟต์ มอเตอร์ปิด - เปิดสะพาน	85	85	90	140
ใช้งานเป็นคาบ เช่น มอเตอร์หมุนลูกกลิ้งบด ที่หมุนกลับไปกลับมา	85	90	95	140
ใช้งานไม่แน่นอน	110	120	150	200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการใช้งานมอเตอร์

- ในกรณีใช้งานในระยะเวลาด้านๆ คือการใช้งานที่ช่วงเวลาสั้นมวกและ โหลดมากเกือบคงที่
- ในกรณีใช้งานเป็นระยะคือ การใช้งานเป็นช่วงสลับกัน เช่น ช่วงมีโหลดและไร้โหลดหรือช่วงมีโหลดและพัก หรือช่วงมีโหลด และพัก
- ในกรณีใช้งานเป็นคาบ การทำงานเป็นระยะ ซึ่งภาวะโหลดกลับมีขึ้นอีกอย่างสม่ำเสมอ
- ในกรณีใช้งานไม่แน่นอนคือ การใช้งานซึ่งทั้งภาวะการมีโหลดและช่วงเวลาที่มิโหลดเปลี่ยนแปลงได้ไม่แน่นอน

ตัวอย่างที่ 1. จงหาขนาดของวงจรรย่อยที่จะจ่ายให้แก่มอเตอร์ 15 HP , 380 V, 3 เฟส

จากตารางที่ 2. ค่ากระแสพิภักของมอเตอร์ = 25 A

$$\therefore 125 \% \text{ ของ } 25 = 31.25 \text{ A}$$

ขนาดของตัวนำของวงจรรย่อยที่จ่ายให้แก่มอเตอร์ 15 HP จะต้องมิขนาดกระแสสูงสุด ไม่น้อยกว่า 31.25 A ถ้าหากว่าใช้สายแบบ THW 75°C 750 V เดินในท่อร้อยสายไฟฟ้าเดียวกันจะได้ขนาดสายเท่ากับ 10 mm² (เปิดตารางของสายไฟฟ้าแบบ THW)

2. ตัวนำด้านทุติยภูมิของมอเตอร์แบบ โรเตอร์ชนิดลวดพัน มีลักษณะการใช้งานดังนี้

- ในกรณีที่ใช้งานต่อเนื่อง ตัวนำระหว่างมอเตอร์ด้านทุติยภูมิกับเครื่องควบคุมมอเตอร์ จะต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่า 1.25 เท่าของกระแสโหลดเต็มที่ด้านทุติยภูมิของมอเตอร์
- ในกรณีที่ใช้งานไม่ต่อเนื่อง ตัวนำจะต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าจำนวนเปอร์เซ็นต์ของกระแสโหลดเต็มที่ด้านทุติยภูมิของมอเตอร์ ตามตารางที่ 3.
- ในกรณีที่ตัวต้านทานอยู่แยกจากเครื่องควบคุมและตัวต้านทานต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในตารางที่ 4.

ตารางที่ 4. ขนาดของตัวนำระหว่างเครื่องควบคุมมอเตอร์และตัวต้านทานในวงจรทุติยภูมิของมอเตอร์โรเตอร์ชนิดลวดพัน

ประเภทการใช้งานของตัวต้านทาน	ขนาดกระแสของตัวนำคิดเป็นร้อยละ ของกระแสด้านทุติยภูมิไหลคเดิมที่
เริ่มเดินอย่างเบา	35
เริ่มเดินอย่างหนัก	45
เริ่มเดินอย่างหนักมาก	55
ใช้งานเป็นระยะอย่างเบา	65
ใช้งานเป็นระยะอย่างปานกลาง	75
ใช้งานเป็นระยะอย่างหนัก	85
ใช้งานต่อเนื่องกัน	110

3. ตัวนำสำหรับวงจรมอเตอร์หลายเครื่อง ตัวนำที่จ่ายกระแสให้กับมอเตอร์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป จะต้องมีความกระแสไม่ต่ำกว่าผลรวมของพิกัดกระแสไหลคเดิมที่ขงมอเตอร์ทุกเครื่องบวกกับ 1.25 เท่าของพิกัดกระแสไหลคเดิมที่ของมอเตอร์เครื่องที่ใหญ่ที่สุดในวงจร ในกรณีที่มีมอเตอร์ตัวใหญ่หลายตัวให้บวก 1.25 เท่าเพียงตัวเดียว

ในกรณีที่มีมอเตอร์แบบใช้งานไม่ต่อเนื่องรวมอยู่ด้วย ในการหาขนาดตัวนำให้ดำเนินการดังนี้

1. หาขนาดกระแสของตัวนำสำหรับมอเตอร์แบบไม่ใช้งานต่อเนื่องตามตารางที่ 3.
2. หาขนาดกระแสของตัวนำสำหรับมอเตอร์แบบใช้งานต่อเนื่อง โดยใช้ค่า 1 เท่าของพิกัดกระแสไหลคเดิมที่ของมอเตอร์
3. ตรวจสอบค่ากระแสจากข้อ 1. และข้อ 2. เมื่อพบว่ามีค่าใดสูงที่สุดให้คูณด้วย 1.25 แล้วบวกด้วยค่าขนาดกระแสของตัวนำสำหรับมอเตอร์เครื่องอื่นๆที่เหลือในข้อ 1. และข้อ 2. ทั้งหมดจะได้ค่าขนาดกระแสของตัวนำที่จ่ายไฟให้กับมอเตอร์เหล่านี้ ตัวนำสำหรับวงจรที่จ่ายไฟให้กับมอเตอร์ร่วมกับโหลดอื่น จะต้องมีความกระแสไม่ต่ำกว่าที่คำนวณข้างต้น บวกกับกระแสตามความต้องการสำหรับโหลดอื่นๆ

ตัวอย่างที่ 2. จงหาขนาดตัวนำของสายป้อนที่จ่ายไฟแก่กลุ่มมอเตอร์ ที่ประกอบด้วยกลุ่มมอเตอร์ 10 HP 2 ตัว และ 3 HP 1 ตัว โดยมอเตอร์ทั้งหมดเป็นชนิด 3 เฟส

จากตารางที่ 2. จะได้กระแสพิกัดไหลคเดิมที่ของมอเตอร์ 10 HP = 17 A

และมอเตอร์ 3 HP = 5.8 A

$$\therefore 125\% \text{ ของ } 17 + 17 + 5.8 = 44.05 \text{ A}$$

ดังนั้นสายป้อนจะต้องมีขนาดกระแสสูงสุดมากกว่า 44.05 A

ใช้สาย THW ขนาด 10 mm^2 75°C 750 V เดินในท่อ (เปิดตารางสาย THW)

การต่อสายแยกจากสายป้อน ตัวนำที่ต่อแยกจากสายป้อนต้องมีขนาด

เพียงพอสำหรับโหลดที่ใช้ และปลายสายต้องต่อเข้ากับเครื่องป้องกันวงจรย่อยและต้องเป็นไปตามข้อกำหนดข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

1. อยู่ภายในกล่องเครื่องควบคุมมอเตอร์หรือช่องเดินสายไฟ และยาวไม่เกิน 3 เมตร
2. มีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่า $1/3$ ของขนาดกระแสของสายป้อน และมีการป้องกันความเสี่ยงทางกายภาพ ความยาวไม่เกิน 7.50 เมตร
3. มีขนาดกระแสเท่ากับสายป้อน โดยไม่จำกัดความยาว

สายและสายเคเบิล

สายตัวนำที่ผลิตจากโรงงานนั้นอาจจะมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดและหลายโครงสร้าง ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะกับการนำไปใช้งาน เช่น สายตัวนำที่ร้อยในท่อเพื่อฝังในพื้นที่นั้น สายชนิดที่ใช้ก็ต้องสามารถที่จะจุ่มน้ำได้ ทั้งนี้เนื่องจากในถนนอาจจะมีบางโอกาสที่น้ำจะท่วมถนนได้ หรืออย่างสายที่ใช้กับพวกเคาอบก็จะต้องเป็นชนิดที่สามารถทนต่อความร้อนได้ เป็นต้น

ขนาดกระแสของสายไฟ

กระแสที่ไหลผ่านตัวนำย่อมก่อให้เกิดความร้อนขึ้นได้ ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะต้องมีขีดจำกัดเพื่อให้ฉนวนแต่ละชนิดที่หุ้มตัวนั้นไม่เสื่อมคุณภาพของความเป็นฉนวน หรือแม้แต่ว่าตัวนำเปล่าที่ไม่หุ้มฉนวนก็ยังต้องให้เกิดความร้อนได้จำนวนจำกัด เพื่อไม่ให้มีอุณหภูมิสูงถึงขั้นเกิดการลุกไหม้ได้ โดยทั่วไปขนาดของกระแสสายไฟขึ้นต่อองค์ประกอบต่อไปนี้คือ

1. ขนาดของสาย
2. ชนิดของฉนวน
3. เงื่อนไขของการใช้
4. มาตรฐานของการผลิต
5. วัสดุที่นำมาใช้

1. ขนาดของสาย ขนาดของสายที่ผลิตและใช้กันในประเทศไทยปัจจุบันนี้ได้ถูกกำหนด

โดยสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก) ซึ่งได้กำหนดขนาดของสายออกเป็นตารางมิลลิเมตร

โดยค่าตารางมิลลิเมตรก็คือพื้นที่หน้าตัดของตัวนำนั่นเอง ซึ่งจะมีขนาดดังนี้คือ 1, 1.5, 2.5, 4, 6, ...

ตารางมิลลิเมตร

แต่ในบางกรณีสายที่ผลิตมานานแล้วมักจะบอกรายละเอียดของสายเป็นเบอร์ ซึ่งลักษณะนี้จะเป็นตามมาตรฐาน AMERICAN WIRE GAUGE (AWG) ซึ่งจะจัดขนาดของสายดังนี้ เช่น # 18 # 16 # 14 จนถึง # 0000 (หรือ 4/0 ซึ่งเรียกว่า FOUR AUGHT) นอกจากนั้นถ้าขนาดของสายมีขนาดใหญ่ขึ้นอีกก็จะกลายเป็นเซอร์คิวลาร์มิล (CIRCULAR MILS) การที่เปลี่ยนจากเบอร์มาเป็นเซอร์คิวลาร์มิลก็เพราะเพื่อที่จะบอกถึงพื้นที่หน้าตัดรวมของตัวนำจริง ๆ นั่นเอง โดยที่เซอร์คิวลาร์มิล จะมีค่าเท่ากับกำลังสองของเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำนั่นเอง เช่น สายตัวนำที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ก็จะมีขนาดของสายเป็น 100 เซอร์คิวลาร์มิล

ขนาดของสายที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจะสามารถรู้รายละเอียดของขนาดกระแสไฟที่ขนาดของสายไฟต่าง ๆ กัน ซึ่งจะสามารถพิจารณาจากคู่มือของบริษัทผู้ผลิตสายนั่นเอง

การป้องกันการใช้โหลดเกินของมอเตอร์และวงจรย่อย

การป้องกันการใช้โหลดเกินขนาด (Overload Protection)

การใช้งานมอเตอร์ (motor duties) มีมากมายหลายแบบ แต่โดยมากมักจะพิจารณาการใช้งานที่สำคัญ 2 แบบ คือ

(ก) ใช้มอเตอร์สำหรับโหลด ซึ่งเปลี่ยนแปลงขึ้น ๆ ลง ๆ (fluctuating loads) ซึ่งถ้าต้องการหยุดมอเตอร์ซึ่งใช้งานอยู่จะทำให้ต้องหยุดขบวนการทั้งหมดอาจทำให้เสียหายได้มาก ในกรณีนี้จึงควรที่จะใช้มอเตอร์ต่อไปให้นานที่สุดเท่าที่จะนานได้ในทางปฏิบัติจะทำได้โดยปรับตั้งรีเลย์ให้ทำงานที่ค่ากระแสสูงหน่อย

(ข) ใช้มอเตอร์กับโหลดที่คงตัว (steady load) ในกรณีนี้จะตัดมอเตอร์ออกได้เร็วขึ้น เนื่องจากโหลดเกินขนาดที่เกิดขึ้นน่าจะเกิดจากความผิดปกติทางกล (mechanical fault) ที่ซึ่งตัวมอเตอร์เอง และที่อยู่กรณีซึ่งมอเตอร์ขับเคลื่อนอยู่ ค่าเวลาเชิงความร้อนคงที่ (thermal time constant) ของมอเตอร์ส่วนใหญ่ จะมีค่าประมาณ 15 - 20 นาที ดังนั้นรีเลย์ที่ใช้ควรจะมีค่าต่ำกว่านี้ โดยปกติข้อมูลที่เป็นจำเป็นต้องใช้ในการปรับตั้งรีเลย์ป้องกันโหลดเกินขนาดให้ถูกต้องมักมีไม่ครบสำหรับมอเตอร์แต่ละตัว ดังนั้น จึงอาจจะทำได้เพียงออกแบบระบบป้องกันให้เหมาะสมสำหรับลักษณะการร้อนขึ้นของมอเตอร์ส่วนใหญ่เท่านั้น สิ่งที่ต้องระวังอีกประการหนึ่ง คือต้องเผื่อเวลาการทำงานของรีเลย์ให้นานพอ ที่จะให้มอเตอร์สตาร์ทได้ซึ่งต้องคำนึงถึงช่วงเวลาที่รีเลย์หน่วงเกิน (over travel) ด้วย ในการใช้การป้องกันโหลดเกินขนาด สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกประการหนึ่ง คือขนาดค่าและระยะเวลาของกระแสที่ไหลเข้ามอเตอร์ในช่วงสตาร์ทเครื่อง และขนาดค่าของกระแสและระยะเวลาที่ยอมให้กระแสไหลในช่วงที่มอเตอร์หมุนไม่ไหว (stall) ต้องเผื่อเวลาการทำงานของรีเลย์ให้นานพอที่จะให้มอเตอร์สตาร์ทได้ เครื่องป้องกันการใช้โหลดเกินมิใช่เพื่อป้องกันอันตรายสำหรับมอเตอร์ เครื่องควบคุมมอเตอร์

และวงจรรย่อย เมื่อใช้งานเกินกำลัง หรือกระแสสูงเกินขณะใช้งาน หรือเสียบขณะเริ่มเดิน โดยจะต้องกำหนดขนาดของเครื่องป้องกันการใช้โหลดเกิน ดังนี้คือ

มอเตอร์ใช้งานแบบต่อเนื่อง

มอเตอร์ที่มีขนาดมากกว่า 1 HP แต่ละเครื่องต้องมีเครื่องป้องกันการใช้โหลดเกินอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

- มีเครื่องป้องกันการใช้โหลดเกินติดตั้งแยกจากตัวมอเตอร์ทำงานตัดวงจรด้วยกระแสที่ผ่านมอเตอร์ โดยมีขนาดปรับแต่งไม่เกินจำนวนเปอร์เซ็นต์ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่บนแผ่นป้ายประจำเครื่อง ดังนี้

มอเตอร์ที่ระบุค่าเซอร์วิสแฟกเตอร์ (service factor)	ไม่ต่ำกว่า 1.15125%
มอเตอร์ที่ระบุค่าอุณหภูมิไม่เกิน 40 °C	125%
มอเตอร์อื่นๆ	115%
- มีเครื่องป้องกันความร้อนชนิดที่เหมาะสมติดอยู่กับมอเตอร์ ซึ่งสามารถป้องกันความร้อนที่จะทำความเสียหายแก่มอเตอร์เนื่องจากใช้งานเกินกำลังหรือเสียบขณะเริ่มเดินได้ โดยปลดวงจรตัดกระแสที่เข้ามอเตอร์ขณะที่กระแสเข้ามอเตอร์ไม่เกินจำนวนเปอร์เซ็นต์ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ดังนี้

กระแสโหลดเต็มที่ไม่เกิน 9 A170 %
กระแสโหลดเต็มที่ตั้งแต่ 9.10 A ถึง 20 A 156 %
กระแสโหลดเต็มที่เกิน 20 A 140 %

ถ้ามอเตอร์มีลักษณะการทำงานปกติไม่ทำให้มอเตอร์ทำงานเกินกำลัง โดยมีการรับรองแล้ว และมอเตอร์เครื่องนี้มีเครื่องป้องกันการเสียบขณะเริ่มเดิน ให้ถือว่ามอเตอร์มีการป้องกันการใช้โหลดเกินแล้ว

- ถ้ามอเตอร์มีขนาดเกินกว่า 1500 HP มีอุปกรณ์ป้องกัน ซึ่งมีตัวจับความร้อนฝังอยู่ภายในมอเตอร์และมีวงจรประกอบ สามารถทำงานตัดกระแสวงจรมอเตอร์ได้เมื่ออุณหภูมิเกินกว่าที่กำหนดบนแผ่นป้ายประจำเครื่อง
 - วงจรทุติยภูมิของมอเตอร์แบบ โรเตอร์ชนิดลวดพัน ไม่ต้องมีเครื่องป้องกันการใช้โหลดเกิน โดยถือว่าเครื่องป้องกันการใช้โหลดเกินของมอเตอร์ตัวนั้นสามารถป้องกันวงจรทางด้านทุติยภูมิได้
- มอเตอร์ใช้งานแบบไม่ต่อเนื่อง เช่น ใช้งานระยะสั้น ใช้งานเป็นคาบ หรือใช้งานไม่แน่นอน ไม่ต้องมีเครื่องป้องกันการใช้โหลดเกิน โดยถือว่าเครื่องป้องกันการลัดวงจรของวงจรรย่อยทำหน้าที่

ป้องกันมอเตอร์ใช้งานเกินกำลังด้วย แต่ทั้งนี้เครื่องจักรกลที่ขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ดังกล่าว ในการใช้งานปกติไม่ทำให้มอเตอร์เดินติดต่อกันเป็นเวลานาน มิฉะนั้นแล้วจะต้องติดตั้งเครื่องป้องกันการใช้โหลดเกิน เช่นเดียวกับมอเตอร์ชนิดใช้งานต่อเนื่อง

การเลือกขนาดรีเลย์โหลดเกิน (OVERLOAD RELAY CHOOSE) ถ้าขนาดของรีเลย์โหลดเกินที่เลือกมาได้ตามที่กล่าวมา ไม่สามารถทนต่อกระแสเริ่มเดินได้ ขอมให้เลือกใช้ขนาดที่สูงขึ้นได้ ถ้าค่ากระแสพิคททริปของรีเลย์โหลดเกินไม่สูงกว่าเปอร์เซ็นต์ของกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ ดังนี้

มอเตอร์ที่ระบุค่าเซอร์วิสแฟกเตอร์ไม่ต่ำกว่า 1.15 140 %

มอเตอร์ที่ระบุค่าอุณหภูมิเพิ่มไม่เกิน 40 °C 140 %

มอเตอร์อื่นๆ 130 %

มอเตอร์ที่ติดตั้งกับวงจรย่อยสำหรับใช้งานทั่วไป เครื่องป้องกันการใช้โหลดเกินต้องเป็นดังนี้ คือ

1. มอเตอร์ขนาดไม่เกิน 1 HP มอเตอร์ขนาดดังกล่าวนี้ที่ไม่มีเครื่องป้องกันการใช้โหลดเกินสามารถต่ออยู่ในวงจรย่อยสำหรับใช้งานทั่วไปขนาด 15 A, 220 V ถ้าขนาดกระแสใช้งานเต็มที่ของมอเตอร์แต่ละตัวไม่เกิน 6 A และขนาดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรของวงจรรย่อยนั้นไม่เกินค่าความต้องการที่ระบุไว้บนเครื่องควบคุมมอเตอร์
2. มอเตอร์ขนาดเกิน 1 HP จะต่ออยู่กับวงจรย่อยสำหรับใช้งานทั่วๆ ไปได้ ถ้ามอเตอร์แต่ละตัวมีเครื่องป้องกันการใช้โหลดเกิน อีกทั้งเครื่องควบคุมมอเตอร์และเครื่องป้องกันการใช้โหลดเกินจะต้องเป็นชนิดที่เหมาะสม สำหรับติดตั้งเป็นกลุ่มร่วมกับเครื่องป้องกันการลัดวงจรชนิดที่เหมาะสม
3. มอเตอร์แบบต่อด้วยสายและปลั๊ก ในกรณีที่มีมอเตอร์ต่อกับวงจรย่อยด้วยสายและปลั๊กและมอเตอร์ไม่มีเครื่องป้องกันการใช้โหลดเกินตามข้อ 1. เค้าเสียบและเค้ารับต้องมีขนาดไม่เกิน 10 A
4. การถ่วงเวลา เครื่องป้องกันการลัดวงจรของวงจรมอเตอร์ต่ออยู่จะต้องเป็นชนิดทำงานช้าๆ ไม่ทำงานเปิดวงจรขณะที่มอเตอร์เริ่มเดิน

การป้องกันการลัดวงจรและการลัดวงจรลงดินของวงจรรย่อย

พิคทหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันการลัดวงจรสำหรับวงจรมอเตอร์เครื่องเดียว เครื่องป้องกันการลัดวงจรจะต้องสามารถต่อวงจรอยู่ได้ขณะมอเตอร์เริ่มเดิน และมีพิคทหรือขนาดปรับตั้งตามตารางที่ 5 .

ตารางที่ 5. พิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรและการลัดวงจรลง
ดินของวงจรย่อยของมอเตอร์

ชนิดของมอเตอร์	ร้อยละของกระแสโหลดเต็มที่			
	พิวส์ทำงานไว	พิวส์ต่อเวลา	เซอร์กิตเบรกเกอร์ ปลดทันที	เซอร์กิตเบรกเกอร์ เวลาหน่วง
มอเตอร์เฟสเดียว ไม่มีรหัสอักษร	300	175	700	250
มอเตอร์กระแสสลับเฟสเดียวทั้งหมด และมอเตอร์ 3 เฟสแบบกรงกระรอก และแบบซิงโครนัส ซึ่งเริ่มเดินโดย รับแรงดันไฟฟ้าเต็มกำลัง หรือเริ่มเดิน ผ่านตัวต้านทานหรือรีเลย์แยกแอร์				
ไม่มีรหัสอักษร	300	175	700	250
รหัสอักษร F - V	300	175	700	250
รหัสอักษร B - E	250	175	700	200
รหัสอักษร A	150	150	700	150
มอเตอร์กระแสสลับทั้งหมดแบบ กรงกระรอก และแบบซิงโครนัสซึ่ง เริ่มเดินโดยผ่านหม้อแปลงออโต				
กระแสไม่เกิน 30 A ไม่มีรหัสอักษร	250	175	700	200
กระแสเกิน 30 A				
ไม่มีรหัสอักษร	200	175	700	200
รหัสอักษร F - V	250	175	700	200
รหัสอักษร B - E	200	175	700	200
รหัสอักษร A	150	150	700	150
มอเตอร์แบบไฮวี แอคนตันซีแบบ กรงกระรอก				
กระแสไม่เกิน 30 A ไม่มีรหัสอักษร	250	175	700	250
กระแสเกิน 30 A				
ไม่มีรหัสอักษร	200	175	700	200
มอเตอร์แบบโรเตอร์ชนิดลวดพัน				
ไม่มีรหัสอักษร	150	150	700	150
มอเตอร์กระแสตรง (แรงดันคงที่)				
ขนาดไม่เกิน 50 HP				
ไม่มีรหัสอักษร	150	150	250	150
ขนาดเกิน 50 HP				
ไม่มีรหัสอักษร	150	150	175	150

และถ้าปรากฏว่าการคำนวณไม่ตรงกับขนาดมาตรฐานของพิวส์หรือตัดคอนอ์คโนมิติ ให้เลื่อนขึ้นไป
ใช้ตามขนาดมาตรฐานที่ใกล้เคียงสูงขึ้นไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องป้องกันการลัดวงจรของมอเตอร์ใช้เป็นเครื่องป้องกันการลัดวงจรได้ ถ้าเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องควบคุมมอเตอร์ซึ่งมีทั้งเครื่องป้องกันการใช้เครื่องโหลดเกินและเครื่องป้องกันวงจรครบทุกสาย และทำงานที่กระแสไม่เกิน 13 เท่าของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

ในกรณีที่ใช้เครื่องป้องกันการลัดวงจรตามพิกัดหรือขนาดปรับแต่งตามจำนวนเปอร์เซ็นต์ที่ระบุในตารางที่ 5 แล้ว ปรากฏว่าเครื่องป้องกันการลัดวงจรตัดวงจรขณะมอเตอร์เริ่มเดินปกติทั้งๆ ที่ไม่ได้เกิดการลัดวงจร ให้เปลี่ยนขนาดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรให้สูงขึ้นไปได้อีกดังนี้

- ถ้าเป็นฟิวส์ไม่ถ่วงเวลาขนาดไม่เกิน 600 A ให้เปลี่ยนขนาดขึ้นไปได้อีกแต่ต้องไม่เกิน 400% ของกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์
- ถ้าเป็นฟิวส์ถ่วงเวลา ให้เปลี่ยนขนาดขึ้นไปได้อีกแต่ต้องไม่เกิน 225 % ของกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์
- ขนาดปรับตั้งของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดปลดทันที ให้ปรับขนาดขึ้นไปได้อีกแต่ต้องไม่เกิน 13 เท่าของกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์
- วงจรย่อยของมอเตอร์แรงบิด ขนาดของเครื่องป้องกันเป็นไปตามพิกัดกระแสที่แผ่นป้ายประจำเครื่อง ถ้าไม่ตรงกับขนาดมาตรฐานของฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ ให้ใช้ขนาดตามมาตรฐานที่ใกล้เคียงสูงถัดขึ้นไป
- ถ้าเป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาผกผันขนาดไม่เกิน 100 A ให้เปลี่ยนขนาดขึ้นไปได้อีก แต่ต้องไม่เกิน 400 % ของกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ ถ้าขนาดเกิน 100 A ให้เปลี่ยนขนาดขึ้นไปได้อีกแต่ต้องไม่เกิน 300 % ของกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์
- ถ้าเป็นฟิวส์ขนาดเกิน 600 A ให้เปลี่ยนขนาดขึ้นไปอีก แต่ต้องไม่เกิน 300 % ของกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

คอนแทกแม่เหล็ก

สามารถใช้คอนแทกแม่เหล็ก เพื่อสตาร์ทเดินเครื่องบ่อยครั้ง หยุดและควบคุมมอเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ โดยอาศัยการต่อสวิทช์ปุ่มกด (pushbutton switch) ในการควบคุมความต้องการอุปกรณ์ ดังกล่าวสามารถต่อวงจรขณะที่มีกระแสเกินพิกัดในระบบ เช่นกระแสเริ่มสตาร์ทของมอเตอร์ แต่ไม่สามารถตัดวงจรขณะมีกระแสผิดปกติ เช่น ในกรณีมอเตอร์ลัดวงจรได้ดังนั้นในการตัดวงจรขณะกระแสผิดปกติ จะต้องใช้อุปกรณ์ประเภทฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ เข้าเสริมเพื่อทำหน้าที่ดังกล่าว

สวิตช์แม่เหล็ก AC

อุปกรณ์นี้ประกอบขึ้นด้วยคอนแทกแม่เหล็ก และรีเลย์กันกระแสเกิน (โอเวอร์เคอร์เรนทร์ีเลย์) การต่อควบคุมสวิตช์ดังกล่าวก็เป็นไปเช่นเดียวกันกับคอนแทกแม่เหล็กซึ่งสามารถควบคุมด้วยสวิตช์ปุ่มกด ลิมิตสวิตช์ สวิตช์ถูกลอยหรือสวิตช์ความดัน อุปกรณ์สามารถใช้สตาร์ทและหยุดมอเตอร์ หรือป้องกันมอเตอร์ไหลคามากเกินไปนอกจากนั้นถ้าเลือกสวิตช์ดังกล่าวอย่างถูกต้องจะสามารถทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ในกรณีต่อไปนี้กล่าวคือ

1. ขณะที่สัปดาห์ไฟฟ้าตกจากปกติมากพอสมควร
2. ขณะที่มอเตอร์สามเฟส ไฟหายไปเฟสหนึ่งกลายเป็นเดินมอเตอร์เฟสเดียว

อย่างไรก็ดี แม้ว่ารีเลย์กันกระแสเกินจะสามารถทำงานตามปกติได้ขณะเริ่มสตาร์ทมอเตอร์ หรือมีกระแสสตาร์ทที่สูงเกินไปได้ แต่ตัวรีเลย์ ดังกล่าวไม่สามารถจะตัดวงจรออกขณะที่เกิดการลัดวงจรในมอเตอร์ได้ ดังนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์ป้องกันอื่น ๆ เช่นฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ประกอบในระบบเพื่อทำหน้าที่ดังกล่าว

สวิตช์แม่เหล็กจำแนกตามประเภทต่างๆ โดยแยกตามความถี่ในการสวิตช์และค่ากระแสสูงสุดในการตัดต่อวงจร ดังนั้นในการเลือกใช้ขนาดและประเภทของสวิตช์ดังกล่าวจึงต้องพิจารณาควบคู่กับมอเตอร์ที่ต้องการใช้งานด้วย

เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด โมล

เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด โมลประกอบด้วยกลไกสวิตช์ ตัวดับอาร์คและอุปกรณ์ที่รีพัตต์ต่อ รวมอยู่ด้วยกันเป็นอันเดียว และมีกล่องหุ้มห่อโดยสารหล่อพลาสติกชนิดกันความร้อน และทนการอาร์ค และมีกลไกควบคุมสามารถตัดวงจรโดยอัตโนมัติขณะเกิดการลัดวงจรหรือกระแสเกินพิกัด โดยที่อุปกรณ์ดังกล่าว มีสมบัติเลิศในการตัดต่อและทนค่าของกระแสสูงสุดขณะตัด ได้สูงเมื่อเปรียบเทียบกับสวิตช์ใบมีดพร้อมฟิวส์ดังนั้นในระบบแหล่งจ่ายไฟ ผู้ควบคุมของอุปกรณ์ติดตั้งในอาคาร เครื่องจักรต่างๆ ในอุตสาหกรรม ฯลฯ จึงนิยมใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด โมลกันอย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตามหน้าที่หลักของเซอร์กิตเบรกเกอร์เพื่อตัดวงจรกำลังรวมหรือเพื่อป้องกันวงจรหรือเครื่องจักรไหลค แต่ไม่เหมาะสำหรับที่จะใช้เป็นส่วนควบคุมซึ่งจะมีการสตาร์ทและหยุดเครื่องต่อเนื่องบ่อยครั้ง

สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้กับสัปดาห์ไฟฟ้าต่ำ (ขนาด 600 โวลต์ หรือต่ำกว่า) มีการผลิตออกมามากมายหลายชนิดแล้วแต่ชื่อตามบริษัทผู้ผลิต เช่นเบรกเกอร์ปลดคฟิวส์ (Fuse Free Breaker), เบรกเกอร์ไร้ฟิวส์ (No - fuse Breaker), เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบ โมล (Molded Case Circuit Breaker) ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เลือกใช้ MCC ได้อย่างไร

ในการเลือกใช้ศูนย์ข้อมูลควบคุมมอเตอร์ให้เหมาะกับการใช้งานนั้นจะต้องพิจารณาถึงรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

รายละเอียดทางกล

1. ชนิดของเปลือกหุ้ม จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสถานที่ที่จะนำไปติดตั้งใช้งาน การกำหนดชนิดของเปลือกหุ้มถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มาจากอเมริกาจะกำหนดตามระบบ NEMA เช่น NEMA 1, NEMA 1 GASKETED หรือ NEMA 12 ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐาน IEC การกำหนดชนิดของเปลือกหุ้มจะกำหนดตาม IP CODE เช่น IP 30, IP 54, IP 65 เป็นต้น
2. ความสามารถของโครงยึดบัสบาร์และบัสบาร์ที่ทนต่อกระแสลัดวงจร ความสามารถนี้กำหนดด้วยค่ารอกกำลังสองเฉลี่ยสมมาตรของกระแสลัดวงจรที่บัสบาร์และ โครงยึดบัสบาร์จะต้องทนอยู่ได้โดยไม่เสียหาย ก่อนที่อุปกรณ์ป้องกัน เช่น เซอร์คิตเบรกเกอร์ จะตัดวงจรอย่างสมบูรณ์ นอกจากกระแสลัดวงจรที่อาจทำให้เกิดความเสียหายจากแรงกระชาก (แปรตามกระแสยกกำลังสอง) เนื่องจากอำนาจของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแล้ว บัสบาร์ยังจะต้องรับกระแสเกินในช่วงเวลาสั้น ๆ (1 วินาที) ที่กำหนดได้ด้วยเช่นบัสบาร์ได้รับการออกแบบให้ทนกระแสลัดวงจรขนาด 70 KA rms และกระแสช่วงเวลาที่สั้น (1 วินาที) ขนาด 154 KA peak ได้ เป็นต้น
3. ขนาดและจำนวนของสายเคเบิลป้อนไฟฟ้า ชนิดของตัวนำของสายเคเบิลป้อนไฟฟ้าเข้า เช่น เป็นสายทองแดง หรืออะลูมิเนียม ตำแหน่งที่จะเอาไฟเข้าเอาเข้าทางข้างบน เอาเข้าทางข้างล่าง หรือเอาเข้าทางด้านข้าง
4. ขนาดความกว้าง ความลึก และความสูง และจำนวนหน่วยสคาร์ตเตอร์ที่ใส่ได้สูงสุด การเลือกขนาดต้องคำนึงถึงสถานที่ที่จะติดตั้งและความสะดวกในการซ่อมบำรุงศูนย์ควบคุมมอเตอร์ไปพร้อม ๆ กันด้วย ถ้าเลือกขนาดเล็กจะกินเนื้อที่น้อยแต่การซ่อมบำรุงภายในศูนย์ควบคุมมอเตอร์เองจะทำได้ลำบากเพราะอุปกรณ์ต่าง ๆ จะอยู่ชิดกันมาก
5. การจัดวางตู้ศูนย์ควบคุมมอเตอร์แต่ละใบเข้าด้วยกัน เช่น การวางโดยเอาด้านข้างชิดกันแล้วให้ด้านหลังตู้ชนผนังห้อง หรือวางโดยเอาด้านหลังตู้ชิดกันหันด้านหน้าออกสองด้าน เป็นต้น

รายละเอียดทางไฟฟ้า

1. กระแสลัดวงจรที่มีได้ ณ ศูนย์ควบคุมมอเตอร์ (รวมกระแสลัดวงจรที่เกิดจากมอเตอร์ไฟฟ้ามีส่วนร่วมด้วย) เพื่อกำหนดขนาดพิสัยความสามารถทนกระแสลัดวงจรของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ค่า IC (INTERRUPTING CAPACITY) ของฟิวส์และเซอร์คิตเบรกเกอร์

2. วัสดุที่ทำบัสบาร์ ทำจากทองแดงเปลือย อะลูมิเนียมเปลือย หรือฉาบด้วยเงินหรือดีบุก เพราะจะมีความสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อมต่างกัน เช่น บัสบาร์ที่ทำจากทองแดงฉาบด้วยเงินไม่ควรจะใช้ในสถานที่ที่มีไอของก๊าซซัลไฟด์ เนื่องจากถูกกัดกร่อนได้ง่าย

3. พิกัดกระแสของบัสบาร์ ทั้งบัสบาร์ที่ติดตั้งในแนวนอนและแนวตั้ง

4. รายละเอียดของวงจรควบคุม เช่น ขนาดของแรงดันที่ไฟฟ้ากระแสสลับหรือไฟฟ้ากระแสตรง ใช้แหล่งจ่ายไฟร่วมกัน หรือแยกเป็นอิสระ เป็นต้น

5. ประเภทและชนิดของการเดินสาย (ตาม NEMA) คือ ประเภท หรือ II และชนิด A, B หรือ C

6. ชนิดของอุปกรณ์ป้องกันที่ต้องการใช้ เช่น ใช้ฟิวส์ร่วมกับสวิตช์ตัดคอน หรือใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์

7. แบบ (STYLE) ของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ อุปกรณ์ที่เลือกใช้ผลิตตามมาตรฐาน NEMA (UL) หรือ IEC หรือปนกันเนื่องจากอุปกรณ์ที่ผลิตตามมาตรฐาน NEMA (UL) และ IEC ที่มีขนาดพิกัดเท่ากันจะมีขนาดทางกายภาพแตกต่างกันพอสมควร การใช้เนื้อที่ภายในตู้ MCC จึงต่างกัน

8. การใช้อุปกรณ์พิเศษต่าง ๆ เช่น ชุดสตาร์ทเตอร์ แบบลดแรงดันชนิด โซลิตสเตรตต์ควบคุมที่โปรแกรมได้ ตัวควบคุมที่ปรับความถี่ได้ ตลอดจนระบบจัดการพลังงาน และระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมโรงงาน

คุณสมบัติ สมรรถนะ และรายละเอียดทางเทคนิคนับว่าเป็นข้อมูลที่สำคัญ และจำเป็นสำหรับวิศวกรหรือช่างเทคนิคในการเลือกอุปกรณ์สำหรับป้องกันและควบคุมมอเตอร์ และการออกแบบแผงรับจ่ายพลังงาน ไฟฟ้า (LOW VOLTAGE ELECTRICAL POWER DISTRIBUTION) แต่ในปัจจุบันนี้พบว่าผู้ผลิตส่วนใหญ่มักจะละเลยรายละเอียดในเรื่องเหล่านี้ เช่นอาจจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อย เกี่ยวกับขนาดพิกัดกระแสและราคา เท่านั้น

ในการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์สำหรับป้องกันและควบคุมเครื่องมือ เครื่องจักรนอก จากพิจารณาถึงพิกัดกระแสแรงดัน และราคาแล้วจะต้องคำนึงถึงแฟกเตอร์อื่น ๆ อีกมากเช่น

- อุปกรณ์ที่เลือกใช้มีความสามารถความน่าเชื่อถือและเหมาะสม ในการป้องกันได้ดีแค่ไหน
- จะเกิดอะไรขึ้นถ้าอุปกรณ์ที่ใช้เกิดเสียหาย
- ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอุปกรณ์ เวลาที่เสียไป ความยากง่ายในการเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

— การชะงักงันและการสูญเสียผลผลิตเนื่องจากเครื่องจักรไม่สามารถทำการผลิต การที่ต้องหยุดการผลิตเนื่องจากอุปกรณ์ควบคุมและป้องกันเกิดชำรุดเสียหายในขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ นั้นอาจก่อให้เกิดการสูญเสีย วัสดุ ผลผลิต มูลค่าเป็นหมื่นเป็นแสนบาทต่อชั่วโมง การหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าในศูนย์การค้า อาคารสำนักงานเป็นสิ่งที่จะต้องหลีกเลี่ยงเนื่องจากจะก่อให้เกิดความสูญเสียแล้วยังทำให้ภาพพจน์เสียหายอีกด้วย ในกรณีเช่นนี้ การเลือกซื้ออุปกรณ์ป้องกันและควบคุมที่มีราคาถูก ซึ่งคุณภาพก็ต้องต่ำตามราคา อาจจะไม่ใช่วิธีที่ประหยัดตามที่คิดไว้ แต่ผลรวมระยะยาวจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายโดยรวมสูงขึ้นมาก

การป้องกันมอเตอร์

การที่มอเตอร์ไม่สามารถทำงานได้เป็นปกติ นั้น เป็นสาเหตุทำให้เกิดการสูญเสียกำลังผลิต และเสียค่าใช้จ่ายสูง ในการที่จะต้องซ่อมเครื่องจักรให้ทำงานได้อย่างเดิม สาเหตุที่มอเตอร์ไม่สามารถทำงานได้ตามปกตินั้น ส่วนใหญ่เกิดจาก ภาระของกระแสเกินพิกัด และเกิดจากการที่กระแสไฟฟ้าไม่สมดุล (PHASE FAILURE OR CURRENT IMBALANCE) ความเสียหายที่เกิดจากคอนแทกเตอร์ไม่สามารถทำงานได้เมื่อแรงดันไฟฟ้าตกหรือคอนแทกเตอร์ไหม้ ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมโดยไม่จำเป็นได้

การป้องกันฉนวน

ไฟฟ้าสามารถทำร้ายชีวิตได้ มันสามารถทำให้อุปกรณ์ไหม้หรือระเบิดได้ แต่เราก็สามารถป้องกันอันตรายเหล่านี้ได้ซึ่งคุณภาพและระดับของการป้องกันอุปกรณ์มีผลอย่างมากต่อความคงทน เสถียรภาพ และอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่ถูกป้องกัน

จากคุณสมบัติเด่นเฉพาะตัวของเซอร์กิตเบรกเกอร์นั้นทำให้สามารถป้องกันอุปกรณ์ได้อย่างดีเยี่ยมในระยะเวลายาวนาน ทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้รับการป้องกันที่ดี สามารถหลีกเลี่ยงความเสียหายที่เกิดขึ้น อายุการใช้งานยาวนานขึ้น เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายได้ในอนาคต

ชนิดของแบบวงจรถวมมอเตอร์

แบบที่ใช้เขียนวงจรที่เกี่ยวกับการควบคุมมอเตอร์ แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

1. แบบงานจริง (WORKING DIAGRAM)

แบบชนิดนี้จะเขียนคล้ายลักษณะงานจริง คือ ส่วนประกอบของอุปกรณ์ใด ๆ จะเขียนเป็นชิ้นเดียวไม่แยกออกจากกัน และสายต่าง ๆ จะต่อกันที่จุดเข้าสายของอุปกรณ์เท่านั้น ซึ่งเหมือนกับลักษณะของงานจริง ๆ

2. แบบแสดงการทำงาน (SCHEMATIC DIAGRAM)

แบบแสดงการทำงาน แบ่งตามลักษณะวงจรได้เป็น 2 แบบคือ

2.1 แบบแสดงการทำงานของวงจรกำลัง (POWER CIRCUIT) แบบชนิดนี้เป็นการนำเอาเฉพาะส่วนของวงจรกำลังมาเขียนเท่านั้น ดังนั้นอุปกรณ์บางชิ้นจึงตัดส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออก เช่น โอเวอร์โวลต์รีเลย์ จะไม่เขียนส่วนที่เป็นคอนแทค ซึ่งใช้สำหรับวงจรควบคุมส่วนสายต่าง ๆ ที่ต่อกันกันจะแสดงด้วยจุดต่อที่บและจากจุดต่อแต่ละจุดจะลากเพียงสายเดียวไปเข้าจุดต่อสายของอุปกรณ์

2.2 แบบแสดงการทำงานของวงจรควบคุม (CONTROL CIRCUIT) แบบนี้ได้จากการจับต้นและปลายของวงจรควบคุมในแบบงานจริงยึดออกเป็นเส้นตรง สายแยกต่าง ๆ จะเขียนในแนวตั้งและแนวระนาบเท่านั้น ส่วนประกอบของอุปกรณ์จะนำมาเขียนเฉพาะส่วนที่ใช้ในวงจรควบคุมเท่านั้น คอนแทคของรีเลย์หรือคอนแทคเตอร์สามารถเขียนแยกกันอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของวงจรได้ โดยจะเขียนกำกับด้วยอักษรและตัวเลข ให้รู้ว่าเป็นของคอนแทคเตอร์ตัวใด

3. วงจรสายเดี่ยว (ONE LINE DIAGRAM)

เป็นแบบแสดงการทำงานของวงจรกำลังอีกแบบหนึ่ง แต่เขียนวงจรด้วยสายเส้นเดียว และมีตัวเลขแสดงจำนวนสายกำกับไว้ (สำหรับวงจรของมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสที่มีจำนวนสายแต่ละจุดของวงจรเท่า ๆ กัน คือ 3 เส้นอาจจะไม่เขียนเส้นกำกับไว้เลย)

ผู้ที่ทำงานกับวงจรนี้ จะต้องเป็นผู้มีความรู้ในเรื่องของวงจรกำลังเป็นอย่างดี

4. วงจรประกอบการติดตั้ง (CONSTRUCTINAL WIRING DIAGRAM)

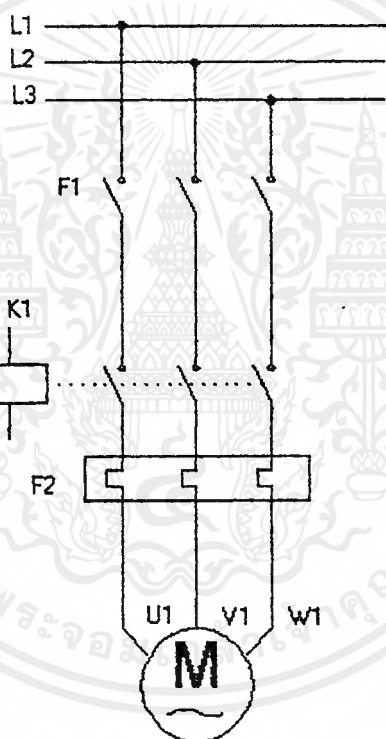
ในระบบควบคุม จะประกอบด้วยแผงควบคุมตู้สวิตช์บอร์ด และโหลดที่ต้องการควบคุม ซึ่งมักจะแยกกันอยู่ในที่ต่างกัน ในส่วนต่าง ๆ เหล่านี้จะเขียนวงจรสายเดี่ยว สายที่ออกจากจุดต่อสายแต่ละอันจะมีไค้ดกำกับให้รู้ว่าสายนั้นจะไปต่อเข้ากับจุดใด เช่นที่แผงต่อสาย X2 จุดที่ 1 จะไปต่อกับจุดที่ 5 ของแผงต่อสาย X3 ซึ่งจุดนี้ก็จะมิไค้ดบอกอยู่ด้วยว่าสายที่จุดนี้ต่อมาจากจุดที่ 1 ของแผงต่อสาย X2

รูปที่มีอยู่ใน PROJECT เป็นรูปแสดงการทำงานของวงจรกำลัง (POWER CIRCUIT)

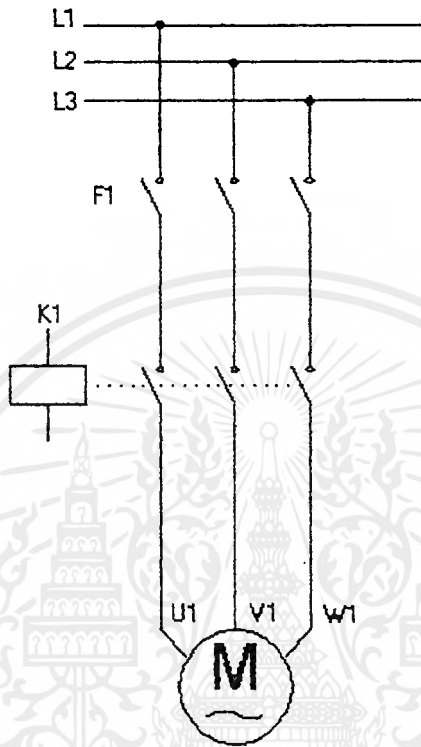
ซึ่งมีอยู่ 5 รูปแบบคือ

1. วงจรสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงแบบมีโอเวอร์โวลต์ครีเลย์
2. วงจรสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงแบบไม่มีโอเวอร์โวลต์ครีเลย์
3. วงจรกลับทางหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส
4. วงจรสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ - เคลด้า
5. วงจรสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ - เคลด้า 2 ชั้น

วงจรสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงแบบมีโอเวอร์โวลต์ครีเลย์



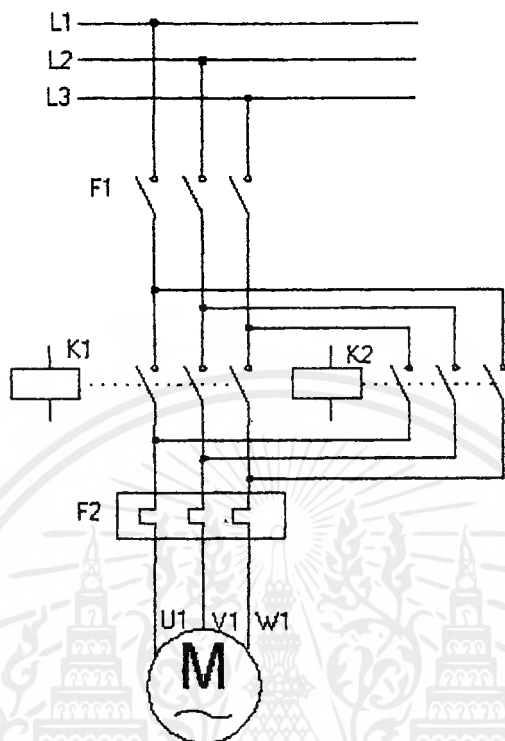
วงจรสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงแบบไม่มีโอเวอร์โวลต์ครีเลย์



การต่อสายเมนเข้ากับมอเตอร์โดยตรงผ่านคอนแทกเตอร์ แต่ไม่มีโอเวอร์โวลต์ครีเลย์

เมื่อมีโหลดเพิ่มขึ้นอย่างมาก ทำให้มอเตอร์ใช้กระแสเพิ่มขึ้นความร้อนสูงขึ้นเป็นเหตุให้ฉนวนของมอเตอร์เสียหาย

วงจรกลับทางหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส



วงจรกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส

มอเตอร์ 3 เฟสสามารถที่จะกลับทิศทางการหมุนได้โดยสลับสายเมนคู่ใดคู่หนึ่งที่ต่อเข้ากับมอเตอร์ ส่วนอีกเส้นหนึ่งต่อไว้คงเดิม

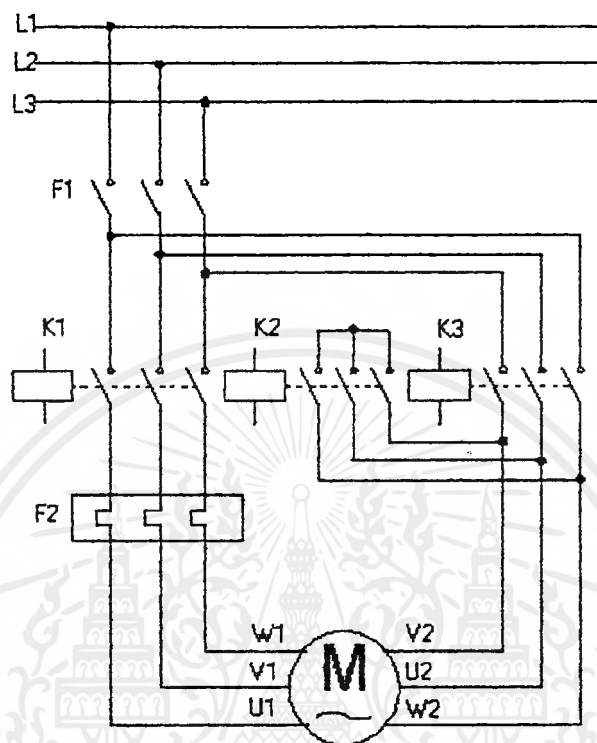
กำหนดให้ K1 ต่อให้มอเตอร์หมุนขวา

K2 ต่อให้มอเตอร์หมุนซ้าย

ในวงจรกำลัง ถ้าคอนแทคเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งทำงานอยู่ อีกตัวหนึ่งจะต้องไม่ทำงาน เพราะถ้าคอนแทคเตอร์ทั้งสองตัวทำงานพร้อมกันแล้ว จะเกิดการลัดวงจรระหว่าง L1 กับ L3

วิธีป้องกันไม่ให้ K1 และ K2 ทำงานพร้อมกัน ทำได้โดยการต่อคอนแทคปกติปิดซึ่งเรียกว่า INTERLOCKED CONTACT ไว้ก่อนเข้าขดลวดของคอนแทคเตอร์สลับกัน

วงจรสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ - เดลต้า



วงจรสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ - เดลต้าอัตโนมัติ

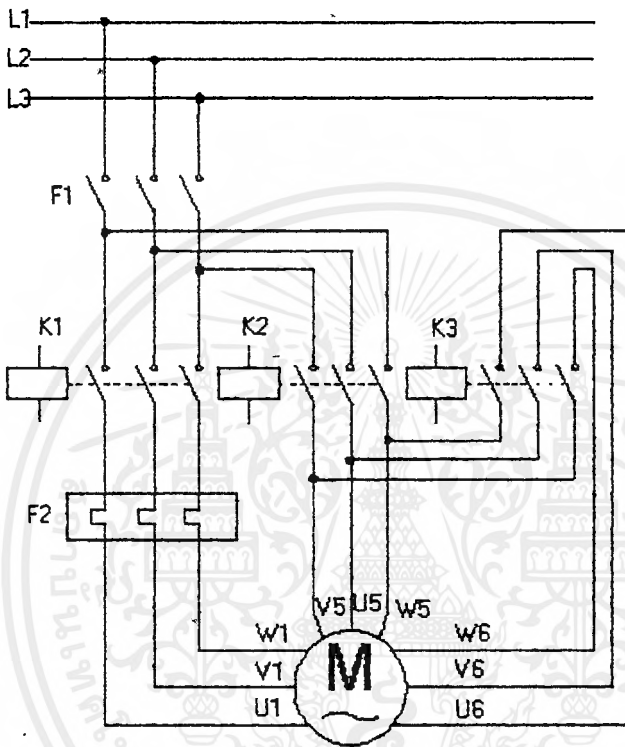
วงจรกำลังของการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ - เดลต้า การสตาร์ทจะต้องเรียงกันไปจากสตาร์ไปเดลต้า และคอนแทคเตอร์สตาร์กับคอนแทคเตอร์เดลต้า จะต้องมี INTERLOCK ซึ่งกันและกัน การควบคุมมี 2 อย่างคือ เปลี่ยนจากสตาร์ไปเดลต้าโดยกดด้วย PUSH BUTTON กับเปลี่ยนโดยอัตโนมัติด้วยการใช้รีเลย์ตั้งเวลาการควบคุมแบบอัตโนมัติมีอยู่ 2 วิธีคือ

1. ต่อจุดสตาร์ทด้วย K2 ก่อนจ่ายไฟด้วย K1
2. จ่ายไฟด้วย K1 ก่อนต่อจุดสตาร์ทด้วย K2

วัตถุประสงค์ในการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ - เดลต้า ก็เพื่อต้องการจะลดกระแสในคอนสแตนท์ไม่ให้สูงจนเกินไป เพราะถ้ากระแสในขณะสตาร์ทสูง และการสตาร์ทใช้เวลานานอาจทำให้มอเตอร์เสียหายได้ นอกจากนี้ยังไปรบกวนระบบไฟฟ้าข้างเคียงเนื่องจากทำให้แรงไฟฟ้าตกด้วยการสตาร์ทแบบสตาร์ - เดลต้าโดยทั่ว ๆ ไป กระแสเมื่อเริ่มสตาร์ทแบบสตาร์ จะมีค่าประมาณ 33.3 % ของกระแสลอคโรเตอร์เมื่อต่อวงจรเป็นเดลต้า แต่ในขณะที่เปลี่ยนการต่อจากสตาร์ไปเป็นเดลต้า คอนแทคเตอร์ที่ต่อสตาร์อยู่จะต้องหยุดทำงานก่อน แล้วคอนแทคเตอร์ที่ต่อ

เคล็ด้าจึงจะทำงาน ทำให้เกิดการเปิดวงจรเป็นเวลาสั้น ๆ ซึ่งเป็นผลให้กระแสเมื่อเริ่มคือเป็นวงจรเคล็ด้าสูงขึ้นเป็นประมาณ 70 % ของกระแสล๊อคโรเตอร์

วงจรสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ท-เคล็ด้า 2 ชั้น



วงจรสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ท-เคล็ด้า 2 ชั้น

เป็นวงจรสำหรับสตาร์ทมอเตอร์ที่ใช้ขั้วโพลที่มีแรงเฉื่อยไม่มาก และใช้ช่วงเวลาในการสตาร์ทที่น้อยแต่ต้องการแรงบิดเริ่มสตาร์ทสูง

คอนแทคเตอร์ที่ทำหน้าที่ต่อวงจรชั้นสตาร์ทได้แก่ K3 และ K1 โดย K3 จะต่อจุด U6 เข้ากับ W5 V6 กับ U5 และ W6 กับ V5 โดยมี K1 เป็นตัวจ่ายไฟจาก L1, L2 และ L3 เข้าที่จุด U1, V1 และ W1 ตามลำดับส่วนคอนแทคเตอร์ที่ทำหน้าที่ในชั้นทำงานได้แก่ K2 และ K1 ซึ่งจะต่อ L1 เข้ากับ U1 และ W5 ต่อ L2 เข้ากับ V1 กับ U5 และต่อ L3 เข้ากับ W1 และ V5

บทที่ 3

โครงสร้างของโปรแกรม

เนื่องจากเงื่อนไขในการใช้งานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงจรควบคุมมอเตอร์มีหลายอย่าง การออกแบบจึงต้องคำนึงถึงความยืดหยุ่นให้เป็นไปได้ตามเงื่อนไขการใช้งานและกฎข้อบังคับที่มีให้เหมาะสมที่สุด

MAIN FORM

MAIN FORM เป็นจุดศูนย์กลางที่เชื่อมการทำงานทั้งหมดเข้าด้วยกัน มีโครงสร้างอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนของการ SELECTION และการบริหารข้อมูล

SELECTION คือส่วนที่ต้องการทำการเลือกหาขนาดของอุปกรณ์ออกมาซึ่งมีอยู่ 4 อุปกรณ์ คือ

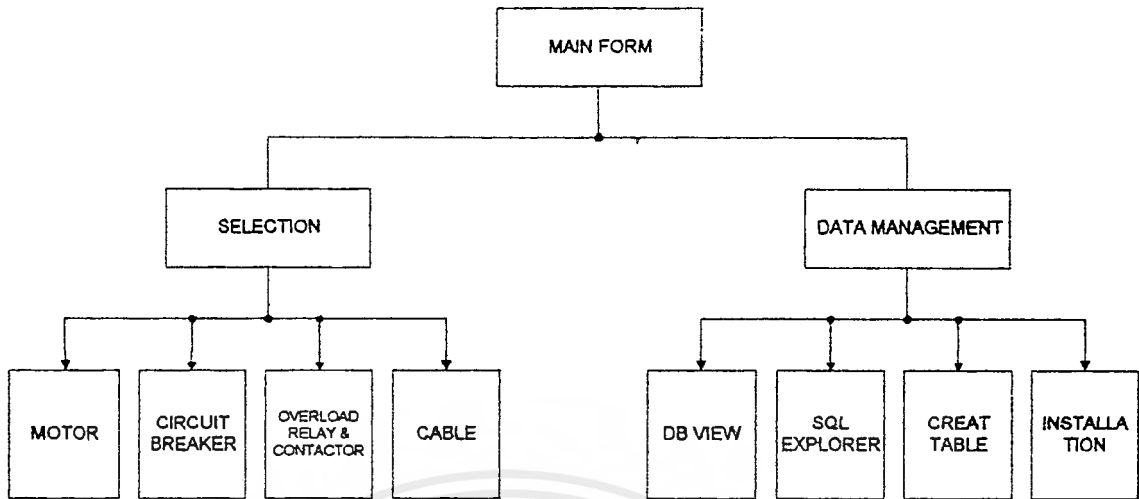
1. MOTOR SELECTION
2. CIRCUIT BREAKER SELECTION
3. OVERLOAD RELAY & CONTACTOR SELECTION
4. CABLE SELECTION

ซึ่งวิธีการเลือกก็ได้กล่าวไว้ในส่วนของการใช้งานแล้ว

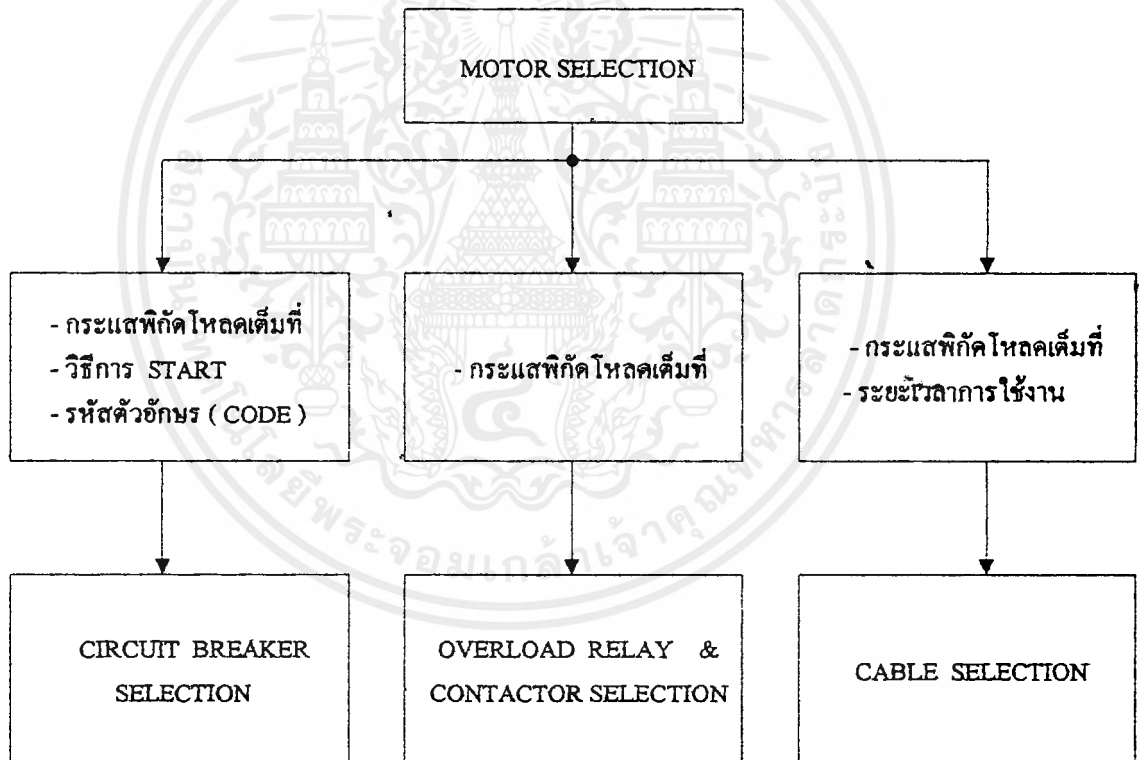
DATA MANAGMENT เป็นตัวบริหารข้อมูลของ DATABASE มีเครื่องมือที่ทำหน้าที่จัดการบริหารข้อมูลดังนี้

1. DB VIEW (UNIVERSAL DATABASE VIEWER)
2. SQL EXPLORER บริหารข้อมูล
3. CREAT TABLE สร้าง TABLE ของข้อมูล
4. INSTALLATION ติดตั้ง TABLE ที่สร้างขึ้นมา

วิธีการทำงานของ DB VIEW และ SQL มีอธิบายการทำงานในส่วนการใช้งานของเครื่องมืออำนวยความสะดวก และ CREAT TABLE และ INSTALLATION จะอยู่ในหน้า SELECTION ของอุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งก็ได้อธิบายวิธีการใช้อยู่ในส่วนของการ SELECTION อุปกรณ์แต่ละตัวไว้เหมือนกัน โครงสร้างการทำงานของ MAIN FORM แสดงได้ดังรูป



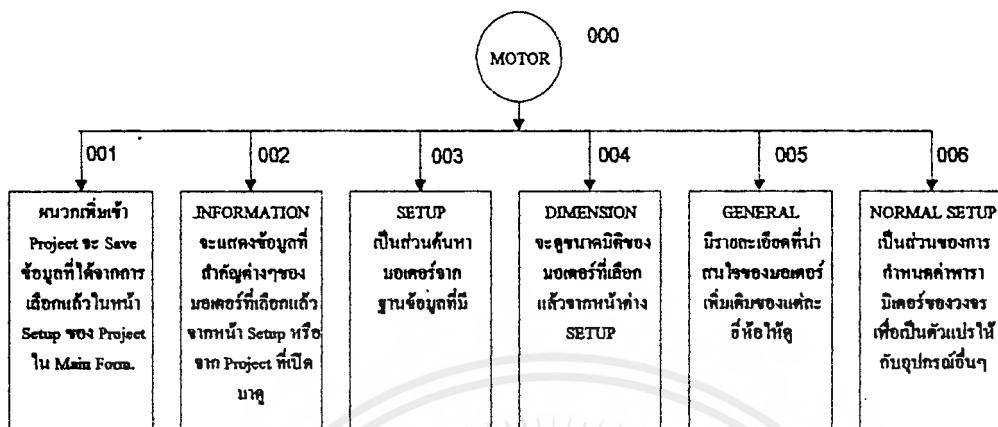
รูปที่ 3.1 โครงสร้างของ MAIN FORM
การส่งค่าพารามิเตอร์ที่ได้จาก MOTOR SELECTION



รูปที่ 3.2 โครงสร้างการส่งค่าพารามิเตอร์

ค่าพารามิเตอร์ที่ส่งมาจากการ SELECTION MOTOR เป็นค่าที่มีความจำเป็นเพื่อใช้ในการหาค่าตัวแปรที่จะไปเลือกอุปกรณ์ที่ต่อรวมอยู่ในวงจรมอเตอร์

MOTOR SELECTION



รูปที่ 3.3 MOTOR SELECTION

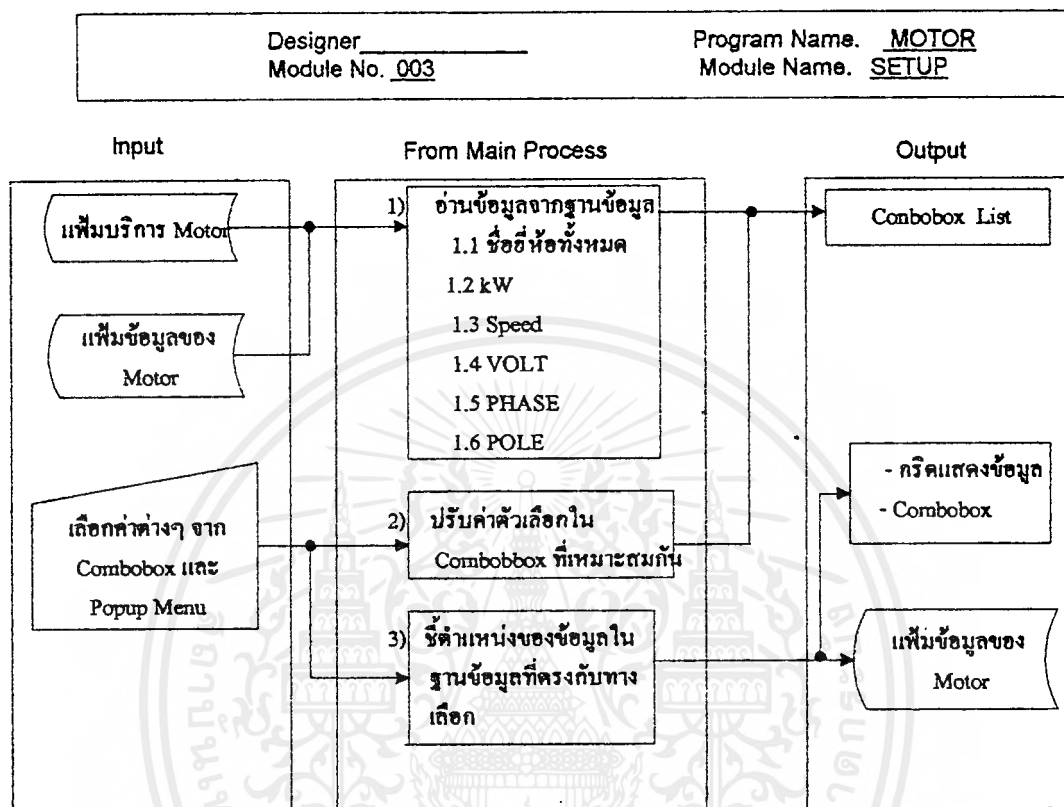
รูปที่. 3.3 เป็นส่วนที่ใช้เลือก MOTOR ให้เหมาะสมกับวงจรควบคุมมอเตอร์และความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด อุปกรณ์ที่ได้จากการเลือก จะสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยและคุ้มค่า การเลือกจะประกอบด้วย

- SETUP (003)
- INFORMATION (002)
- DIMENSION (004)
- GENERAL (005)
- NORMAL SETUP (006)

และ - การผนวกข้อมูลเข้าใน MAIN PROGRAM (001) โดยจะเป็นส่วนที่เก็บข้อมูลจากหน้า INFORMATION ที่มีข้อมูลของอุปกรณ์ที่ได้จากการ SETUP มาแล้ว เข้า ไปในเพิ่มข้อมูลของ MAIN PROGRAM ซึ่งเมื่อทำการ SETUP อุปกรณ์ตัวใหม่เข้ามา ส่วนนี้ก็จะนำข้อมูลตัวใหม่เข้าไปในเพิ่มข้อมูลของ MAIN PROGRAM ต่อไปจากตัวเก่าที่ค้นหาแล้ว เพื่อเป็นข้อมูลในการใช้งานคราวต่อไป

การ SETUP ในส่วนของการเลือกเป็นดังนี้

แสดงขั้นตอนการออกแบบวิธีการทำงานของหน้า SETUP



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการออกแบบวิธีการ SETUP MOTOR

อธิบายเพิ่มเติม

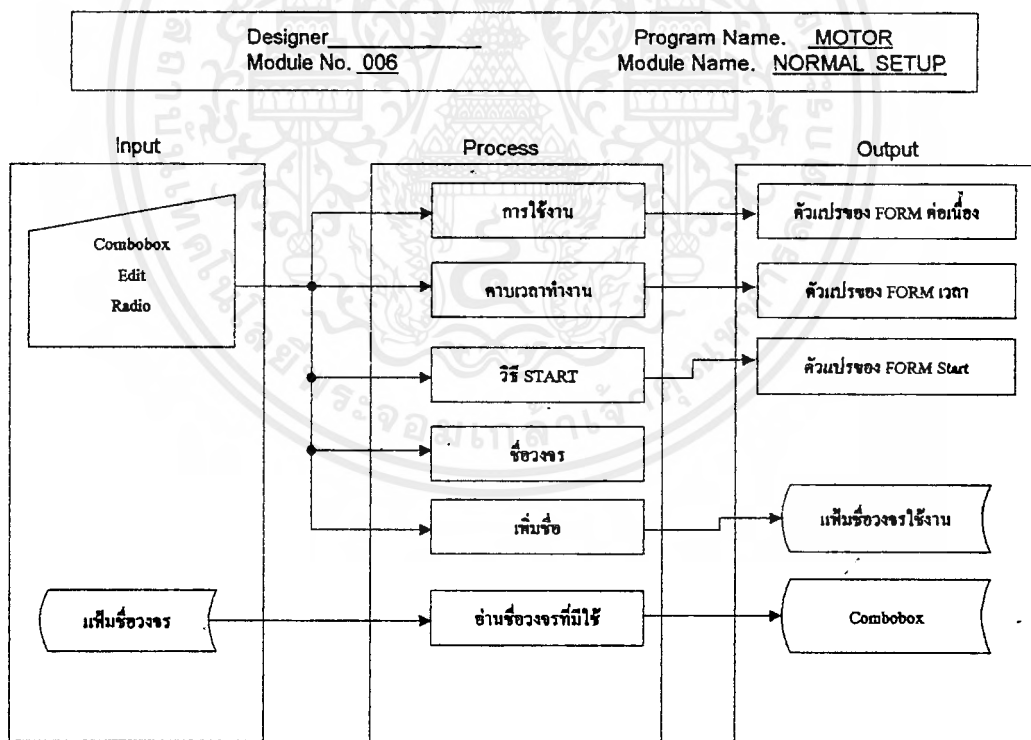
	NAME	ALIAS	DISCRIPTION
เพิ่มบริการมอเตอร์ คือ	MoMGN.DB	MGN	บริหารชื่อตำแหน่งของเพิ่มข้อมูลของมอเตอร์ (เก็บตารางฐานข้อมูลของมอเตอร์)
เพิ่มบริการมอเตอร์ คือ	MoSIMGN.DB	MGN	บริหาร DIMENSION ของมอเตอร์ (เก็บตารางของขนาดมิติของมอเตอร์)
เพิ่มข้อมูลของมอเตอร์ คือ	MoABB.DB	DATA	เก็บข้อมูลของมอเตอร์ยี่ห้อ ABB.
เพิ่มข้อมูลของมอเตอร์ คือ	MoSEMCO.DB	DATA	เก็บข้อมูลของมอเตอร์ยี่ห้อ SEMCO.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME	ALIAS	DISCRIPTION
แฟ้มข้อมูลของมอเตอร์ คือ MoLEROY.DB	DATA	เก็บข้อมูลของมอเตอร์ยี่ห้อ LEROY SOMER.

- POPUP MENU จะเป็นตัวช่วยในการค้นหาข้อมูลที่มีอย่างคร่าว ๆ และแสดงค่าที่เหมาะสมใน COMBOBOX แต่ละตัวเพื่อช่วยในการเข้าถึงข้อมูลก่อนการชี้ตำแหน่ง
- COMBOBOX LIST แสดงข้อมูลของมอเตอร์ที่มีความจำเป็นในการ SETUP โดยได้มาจากแฟ้มบริการมอเตอร์และแฟ้มข้อมูลของมอเตอร์ ผู้ใช้สามารถเลือกข้อมูลที่มีความเหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปใช้งาน
- GRID และ COMBOBOX แสดงข้อมูลที่เลือกมาได้แล้วและข้อมูลที่ได้ ก็นำไปเก็บไว้ที่แฟ้มสำหรับเก็บข้อมูลของมอเตอร์ที่เลือกมาได้แล้วด้วย เพื่อเป็นข้อมูลในการติดตั้ง หรือ ซ่อมบำรุงครั้งต่อไป

แสดงขั้นตอนการออกแบบวิธีการทำงานของหน้า NORMAL SETUP



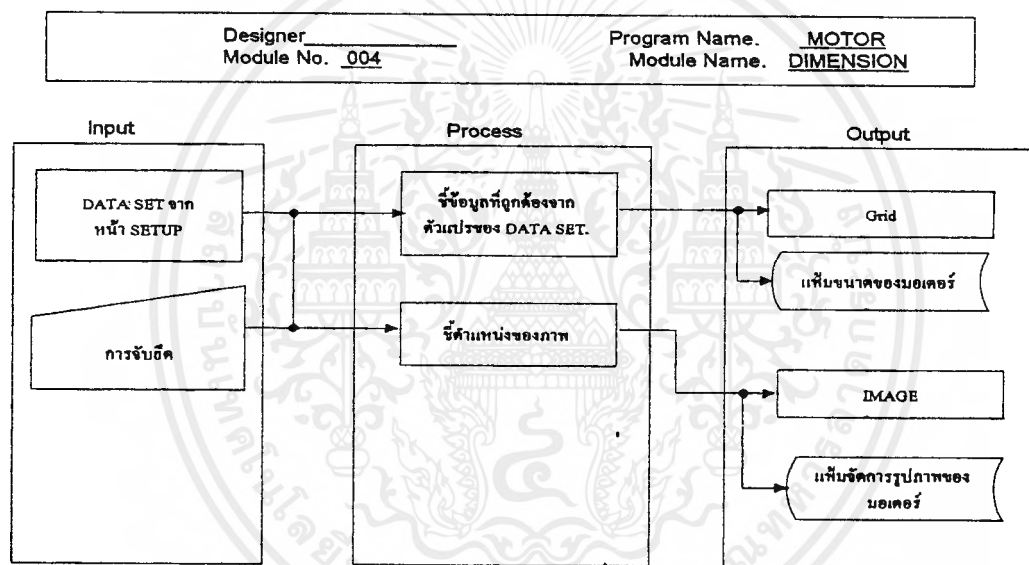
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการออกแบบของวิธีการ NORMAL SETUP MOTOR

อธิบายเพิ่มเติม

ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้มาจาก COMBOBOX, EDIT และ RADIO เป็นข้อมูลที่ช่วยให้การเลือกใช้มอเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่เลือกมาได้จะมีประโยชน์ในการนำไปใช้ในการเลือกขนาดพิกัดของอุปกรณ์ตัวอื่นที่ต่อรวมอยู่ในวงจรควบคุมมอเตอร์ เช่น สายค้วนำ, CIRCUIT BREAKER, CONTACTOR AND OVERLOAD RELAY.

เพิ่มชื่อวงจร เป็นที่เก็บรายชื่อของงานลักษณะต่าง ๆ ผู้ใช้สามารถเพิ่มรายชื่อของงานตามที่ต้องการได้

แสดงขั้นตอนการออกแบบวิธีการทำงานของหน้า DIMENSION



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการออกแบบของวิธีการทำงานหน้า DIMENSION MOTOR

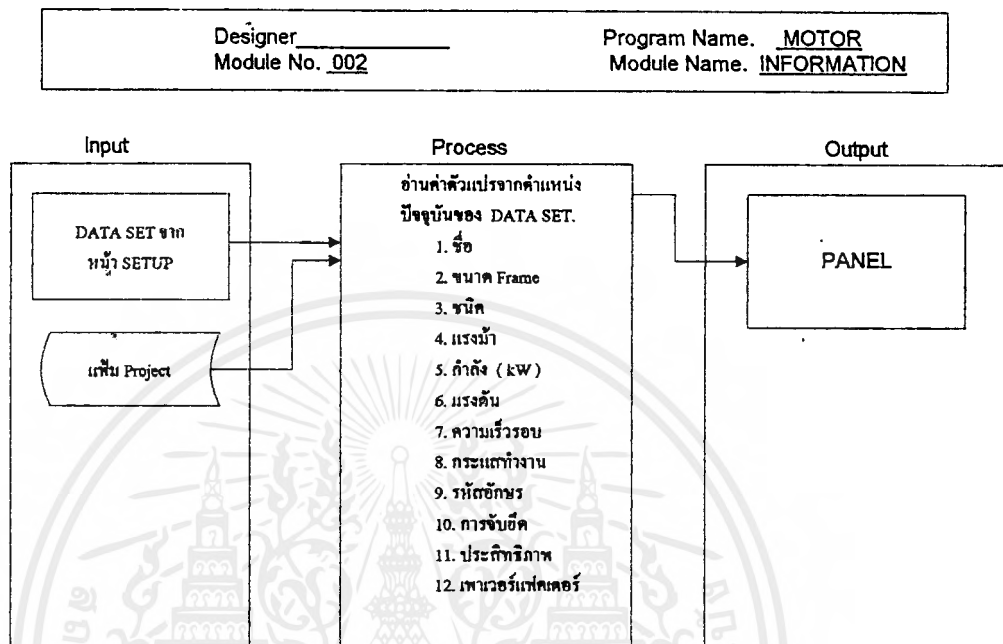
อธิบายเพิ่มเติม

- ข้อมูลของ DATA SET เป็นตัวแปร เพื่อใช้ในการชี้ข้อมูลปัจจุบันในเพิ่มขนาดของมอเตอร์มี 3 คำคือ
 - MOTOR_FRAME_SIZE
 - MOTOR_TYPE
 - TRADE MARK
- เพิ่มจัดการรูปภาพ เก็บชื่อรูปและรูปเพื่อใช้แสดงผลหลังจากมีการค้นหาจากตัว SQL

	NAME	ALIAS	DISCRIPTION
เพิ่มจัดการรูปภาพ คือ	MoPICTURE.DB	MGN	เก็บชื่อรูปและรูป
เพิ่มขนาดของมอเตอร์ คือ	Mosiabbbfpg.DB	DATA	ข้อมูลขนาดของยี่ห้อ ABB ชนิด Frameproof ติดตั้ง แบบ Flange Mount
เพิ่มขนาดของมอเตอร์ คือ	Mosiabbbfpt.DB	DATA	ข้อมูลขนาดของยี่ห้อ ABB ชนิด Frameproof ติดตั้ง แบบ Foot Mount
เพิ่มขนาดของมอเตอร์ คือ	Mosiabbbfpg.D	DATA	ข้อมูลขนาดของยี่ห้อ ABB ชนิด Non-Sparking ติดตั้ง แบบ Flange Mount
เพิ่มขนาดของมอเตอร์ คือ	Mosiabbbfpt.DB	DATA	ข้อมูลขนาดของยี่ห้อ ABB ชนิด Non-Sparking ติดตั้ง แบบ Foot Mount
เพิ่มขนาดของมอเตอร์ คือ	Mosilryfg.DB	DATA	ข้อมูลขนาดของยี่ห้อ Leroy Somer ติดตั้ง แบบ Flange Mount
เพิ่มขนาดของมอเตอร์ คือ	Mosilryft.DB	DATA	ข้อมูลขนาดของยี่ห้อ Leroy Somer ติดตั้ง แบบ Foot Mount
เพิ่มขนาดของมอเตอร์ คือ	Mosiscfg.DB	DATA	ข้อมูลขนาดของยี่ห้อ Semco ติดตั้งแบบ Flange Mount
เพิ่มขนาดของมอเตอร์ คือ	Mosiscft.DB	DATA	ข้อมูลขนาดของยี่ห้อ Semco ติดตั้งแบบ Foot Mount

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงขั้นตอนการออกแบบวิธีการทำงานของหน้า INFORMATION

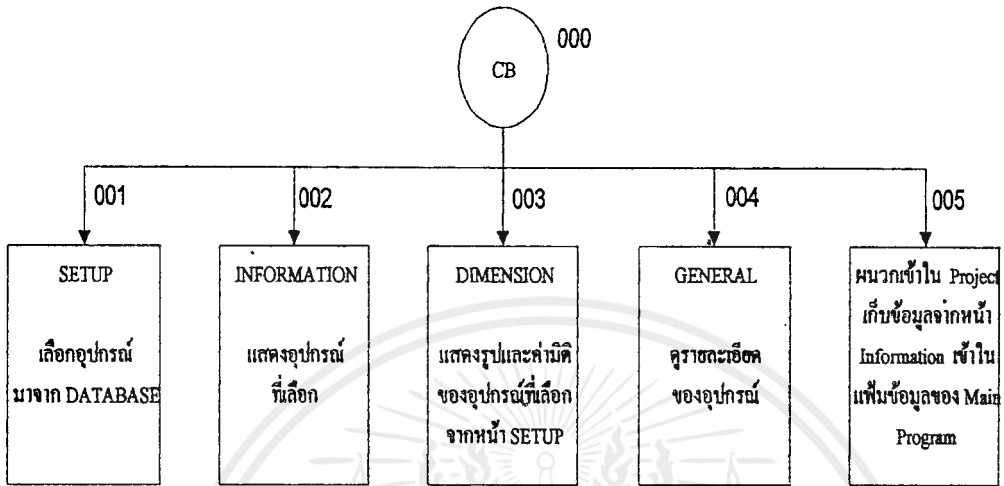


รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการออกแบบของวิธีการทำงานหน้า INFORMATION

อธิบายเพิ่มเติม

- ตัวแปรจาก DATA SET อ่านจากตำแหน่งปัจจุบันของ DATA SET ที่ไปชี้อยู่ในฐานข้อมูล ที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้แล้ว
- Panel เป็นแถบแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละตัวที่ได้จากการเลือกมาแล้ว โดยแสดง แยกออกเป็นแต่ละ Panel
- ถ้าเป็นการ OPEN PROJECT จะอ่านค่าจาก DATASET ของ MAIN FORM มาแสดงผล

CIRCUIT BREAKER SELECTION.



รูปที่ 3.7 CIRCUIT BREAKER SELECTION.

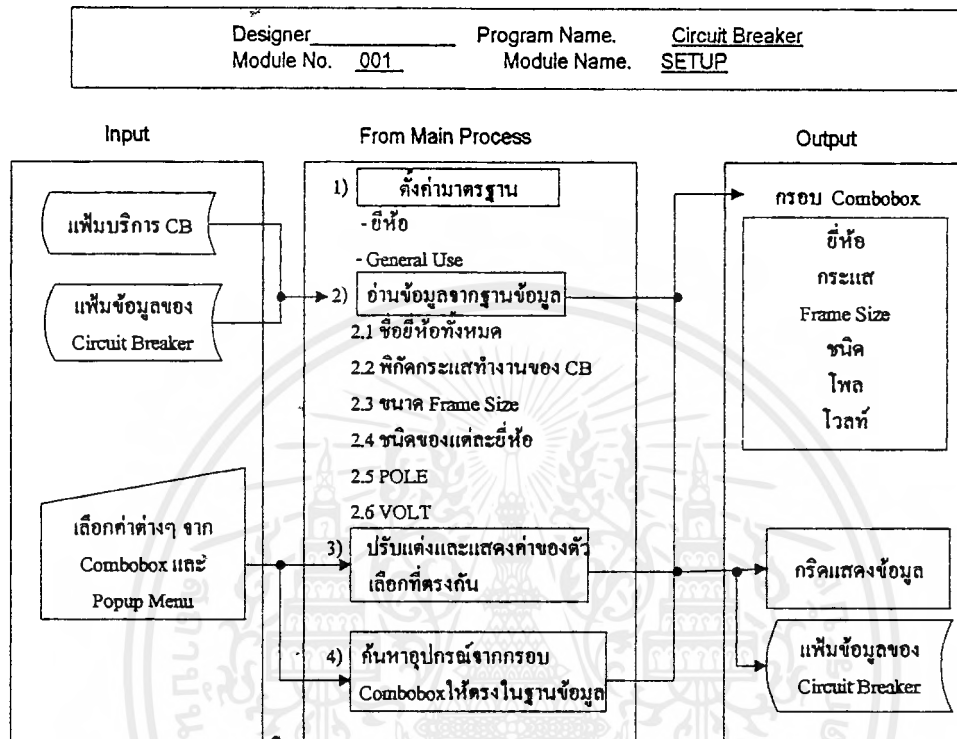
รูปที่. เป็นส่วนที่ใช้เลือก CIRCUIT BREAKER ให้เหมาะสมกับวงจรควบคุมมอเตอร์และ ความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด อุปกรณ์ที่ได้จากการเลือก จะสามารถใช้งานได้อย่าง ปลอดภัยและคุ้มค่า การเลือกจะประกอบด้วย

- SETUP (001)
- INFORMATION (002)
- DIMENSION (003)
- GENERAL (004)

และ - การผนวกข้อมูลเข้าไป MAIN PROGRAM (005) โดยจะเป็นส่วนที่เก็บข้อมูลจากหน้า INFORMATION ที่มีข้อมูลของอุปกรณ์ที่ได้จากการ SETUP มาแล้ว เข้าไปในพื้นที่ข้อมูลของ MAIN PROGRAM ซึ่งเมื่อทำการ SETUP อุปกรณ์ตัวใหม่เข้ามา ส่วนนี้ก็จะนำข้อมูลตัวใหม่เข้าไปในพื้นที่ ข้อมูลของ MAIN PROGRAM ต่อไปจากตัวเก่าที่ค้นหามาแล้ว เพื่อเป็นข้อมูลในการใช้งานคราวต่อ ไป

การ SETUP ในส่วนของการเลือกเป็นดังนี้

แสดงขั้นตอนวิธีการออกแบบการทำงานของหน้า SETUP



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการออกแบบวิธีการ SETUP CIRCUIT BREAKER.

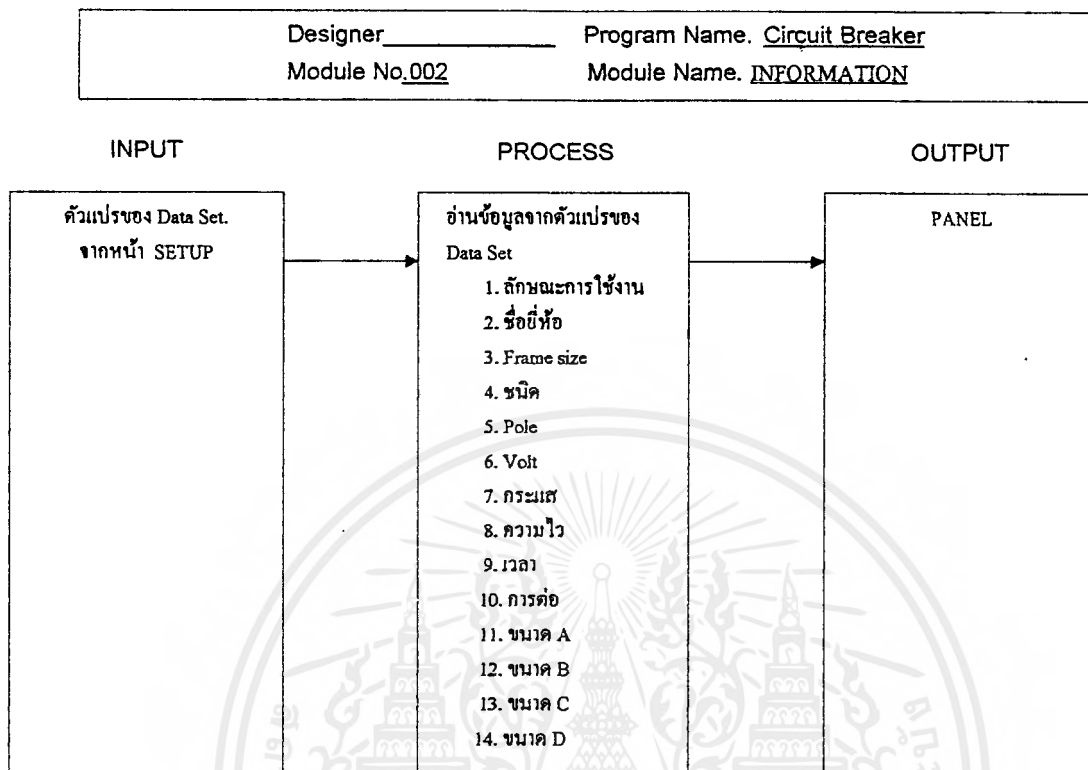
ส่วนอธิบายเพิ่มเติม

	NAME	ALIAS	DISCRIPTION
เพิ่มบริการ CB คือ	CBMGN.DB	MGN	บริหาร
เพิ่มข้อมูล CB คือ	CBfluGEN.DB	DATA	ข้อมูลของ CB ยี่ห้อ Fluake แบบ GENERAL
เพิ่มข้อมูล CB คือ	CBfluLeak.DB	DATA	ข้อมูลของ CB ยี่ห้อ Fluake แบบ LEAKAGE
เพิ่มข้อมูล CB คือ	CBfluragn.DB	DATA	ข้อมูลกระแสของ CB ยี่ห้อ Fluake แบบ GENERAL
เพิ่มข้อมูล CB คือ	CBflurale.DB	DATA	ข้อมูลกระแสของ CB ยี่ห้อ Fluake แบบ LEAKAGE
เพิ่มข้อมูล CB คือ	CBmitGEN.DB	DATA	ข้อมูลของ CB ยี่ห้อ Mitsubishi แบบ GENERAL

	NAME	ALIAS	DISCRIPTION
เพิ่มข้อมูล CB คือ	CBmitLeak.DB	DATA	ข้อมูลของCB ยี่ห้อ Mitsubishi แบบ LEAKAGE
เพิ่มข้อมูล CB คือ	CBMitragn.DB	DATA	ข้อมูลกระแสของ CB ยี่ห้อ Mitsubishi แบบ GENERAL
เพิ่มข้อมูล CB คือ	CBMitrale.DB	DATA	ข้อมูลกระแสของ CB ยี่ห้อ Mitsubishi แบบ LEAKAGE
เพิ่มข้อมูล CB คือ	CBNikGEN.DB	DATA	ข้อมูลของ CB ยี่ห้อ NIKKO แบบ GENERAL
เพิ่มข้อมูล CB คือ	CBNikLeak.DB	DATA	ข้อมูลของ CB ยี่ห้อ NIKKO แบบ LEAKAGE
เพิ่มข้อมูล CB คือ	CBNikragn.DB	DATA	ข้อมูลกระแสของ CB ยี่ห้อ NIKKO แบบ GENERAL
เพิ่มข้อมูล CB คือ	CBNikrale.DB	DATA	ข้อมูลกระแสของ CB ยี่ห้อ NIKKO แบบ LEAKAGE

การอ่านค่ามาแสดงใน COMBOBOX จะเลือกค่าที่ซ้ำเฉพาะตัวเดียวมาแสดงเป็น LIST ให้เลือก

แสดงขั้นตอนการออกแบบวิธีการทำงานของหน้า INFORMATION



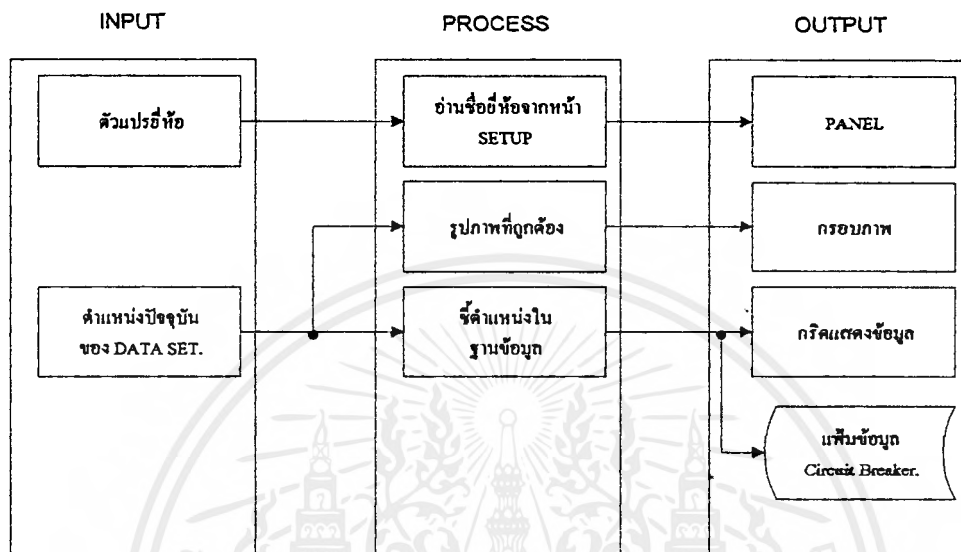
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการออกแบบวิธีการทำงานของหน้า INFORMATION

อธิบายเพิ่มเติม

- ตัวแปรจาก DATA SET อ่านจากตำแหน่งปัจจุบันของ DATA SET ที่ไปจัดอยู่ในฐานข้อมูลที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้แล้ว
- Panel เป็นแถบแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละตัวที่ได้จากการเลือกมาแล้ว โดยแสดงแยกออกเป็นแต่ละ Panel

แสดงขั้นตอนการออกแบบวิธีการทำงานของหน้า DIMENSION

Designer _____	Program Name. <u>Circuit Breaker</u>
Module No. <u>003</u>	Module Name. <u>DIMENSION</u>

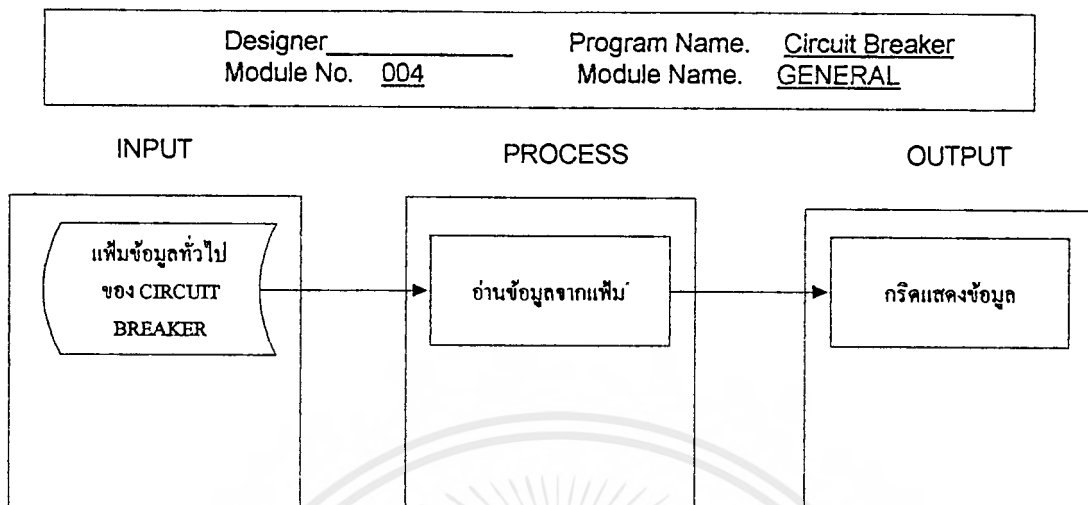


รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการออกแบบวิธีการทำงานของหน้า DIMENSION ของ CIRCUIT BREAKER

อธิบายเพิ่มเติม

- ใช้ตำแหน่งปัจจุบันของ DATA SET จากหน้า SETUP ในการชี้ขนาด DIMENSION ของ CIRCUIT BREAKER ในฐานข้อมูลของ CIRCUIT BREAKER.
- PANEL แสดงชื่อชื่อของ CIRCUIT BREAKER ที่ได้จากการเลือกของ DATA SET
- กรอบภาพแสดงมิติของ CIRCUIT BREAKER ที่ได้จากการเลือกของ DATA SET ซึ่งอยู่ในหน้า DIMENSION ของการ SELECTION CIRCUIT BREAKER.
- กริดแสดงข้อมูล แสดงข้อมูลและขนาด DIMENSION ของ CIRCUIT BREAKER. ที่เลือกมาได้โดยข้อมูลที่มาแสดงที่กริดแสดงข้อมูลนี้จะนำไปเก็บไว้ที่แฟ้มข้อมูลของ CIRCUIT BREAKER. ด้วยเพื่อเป็นประโยชน์ในการทำงานครั้งต่อไป

แสดงขั้นตอนการออกแบบวิธีการทำงานของหน้า GENERAL



รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการออกแบบวิธีการทำงานของหน้า GENERAL

อธิบายเพิ่มเติม

- เพิ่มข้อมูลทั่วไปของ CIRCUIT BREAKER เป็นข้อมูลที่นำเสนอของ CIRCUIT BREAKER เพื่อ เป็นประโยชน์ในการเลือกใช้อุปกรณ์ และคำแนะนำต่าง ๆ ที่น่าสนใจ
- กริดแสดงข้อมูล แสดงข้อมูลที่นำเสนอของ CIRCUIT BREAKER

การออกแบบวิธีการ SELECTION CONTACTOR & OVERLOAD RELAY

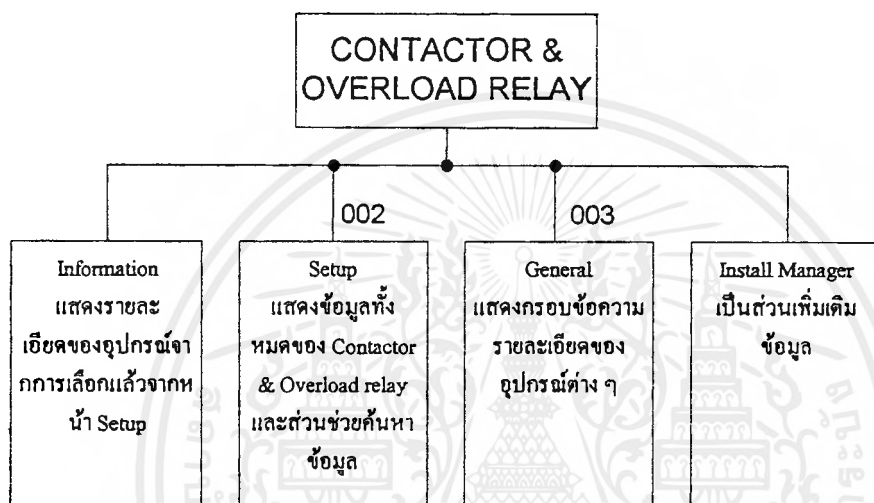
รีเลย์ หมายถึง สวิตซ์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อวงจรควบคุม เช่น คอยล์ของคอนแทคเตอร์ รีเลย์ตัวอื่น ๆ โซลินอยด์ (SOLINOID) แต่ก็ใช้เป็นตัวตัดต่อวงจรกำลังขนาดเล็กบ้างเหมือนกัน เช่นวงจรหลอดสัญญาณหลอดสัญญาณ หรือมอเตอร์ขนาดเล็ก เป็นต้น ข้อดีของการใช้รีเลย์และคอนแทคเตอร์เมื่อเทียบกับสวิตซ์กำลังอื่น ๆ

1. ให้ความปลอดภัยสำหรับผู้ควบคุม อันตรายจากการตัดต่อของวงจรกำลังซึ่งมีกระแสไฟฟ้าไหลค่อนข้างสูง (เช่น การสตาร์ทมอเตอร์ตัวใหญ่ ๆ และจะทำให้เกิดการอาร์คที่หน้าคอนแทคขณะเริ่มสตาร์ท) ทั้งนี้เพราะสามารถใช้กระแส หรือแรงเคลื่อนต่ำ ๆ ควบคุม คอยล์ของคอนแทคเตอร์ ทำให้เกิดการตัดต่อในวงจรกำลัง แทนการสับสวิตซ์กำลังด้วยมือโดยตรง นอกจากนี้ยังสามารถย้ายจุดควบคุมไปอยู่ที่ใด ๆ ปลอดภัยและห่างจากวงจรกำลังได้

2. ให้ความสะดวกในการควบคุม เพราะสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น PUSH BUTTONSWITCH PRESSURE SWITCH, FLOW SWITCH, FLOAT SWITCH, LIMIT SWITCH ฯลฯ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ เช่น วงจรลิฟท์ ซึ่งจะสามารถควบคุมให้หยุดได้เองเมื่อลิฟท์วิ่งถึงชั้นที่ต้องการ

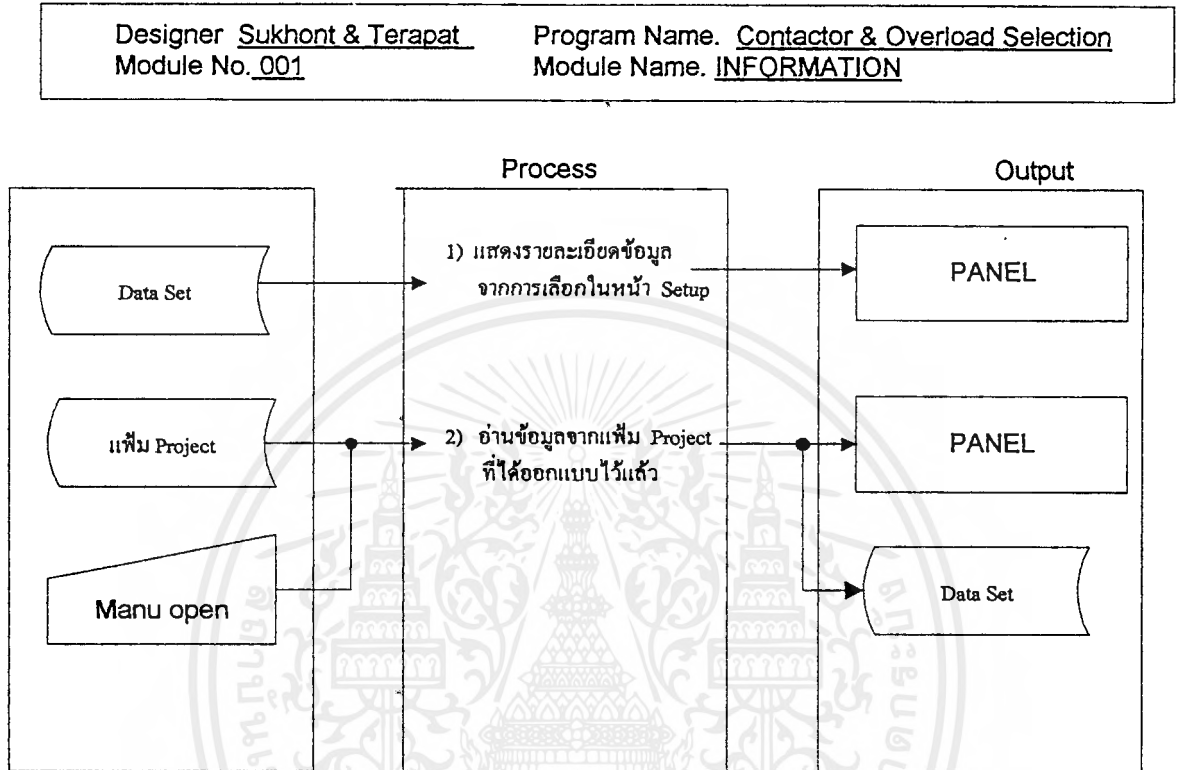
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประหยัดเมื่อเทียบกับการควบคุมด้วยมือ (MANUAL CONTROL) ในบางกรณีภาระ (LOAD) ที่ต้องการควบคุม จำเป็นต้องอยู่ห่างจากแหล่งจ่ายไฟ และจุดควบคุม ถ้าใช้การควบคุมด้วยมือ สายของวงจรกำลังจะต้องเดินจากแหล่งจ่ายไฟไปยังจุดควบคุม จากนั้นจึงเดินไปยังภาระ แต่เมื่อใช้การควบคุมด้วยคอนแทคเตอร์ จะช่วยให้ประหยัด เพราะสายของวงจรกำลังสามารถเดินจากแหล่งจ่ายไฟไปยังภาระได้โดยตรง ส่วนสายที่เดินไปยังจุดควบคุมจะเป็นสายของวงจรควบคุม ซึ่งมีขนาดเล็ก



รูปที่ 3.11 Contactor & Overload Relay Selection

วิธีการออกแบบการทำงานของหน้า INFORMATION

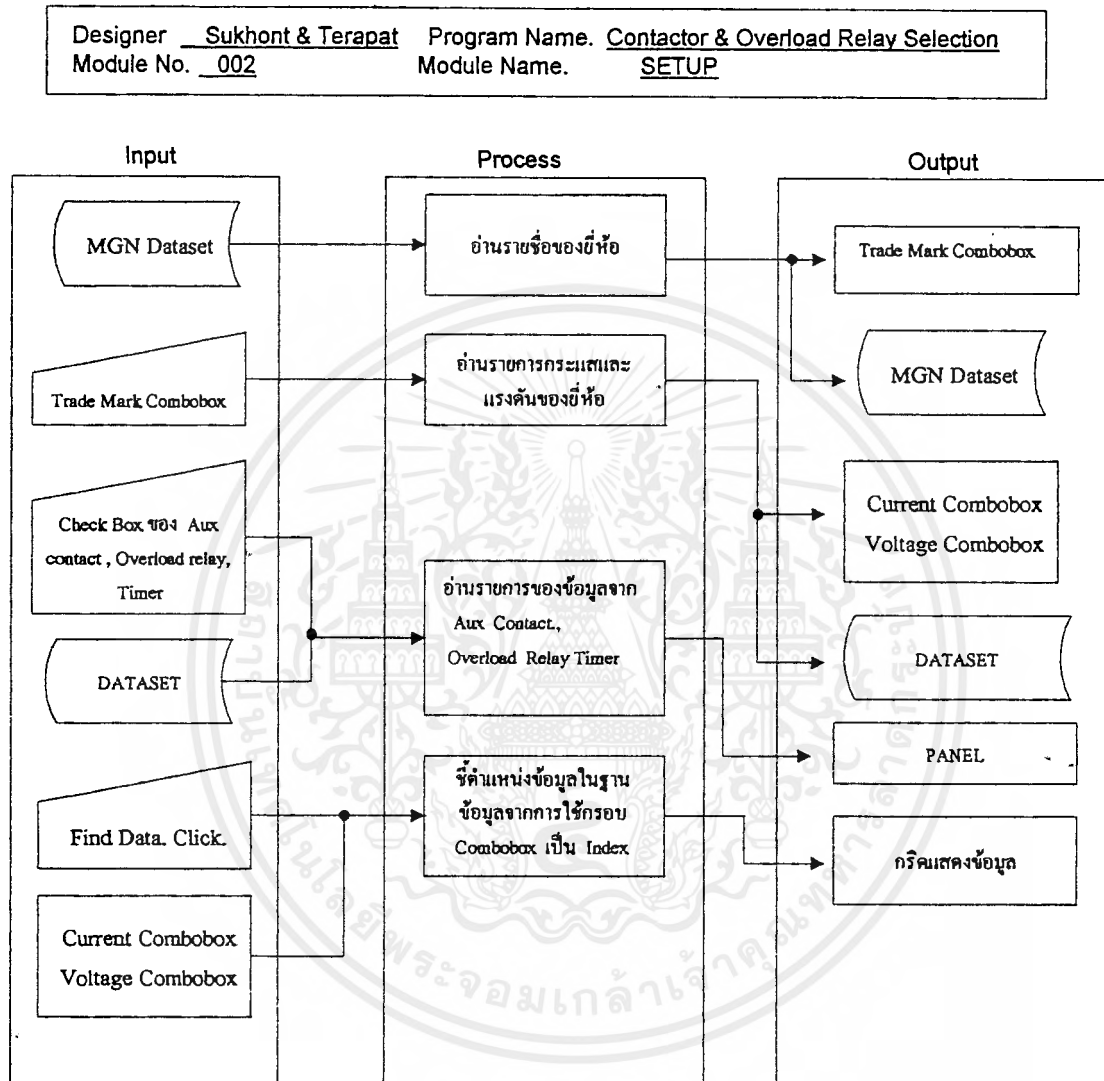


รูปที่ 3.12 วิธีการออกแบบหน้า INFORMATION

หน้า INFORMATION เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่เลือกออกมาได้แล้วจาก DATA SET ที่เกิดจาก SELECTION ตัวอุปกรณ์ในหน้า SETUP และใช้เรียกดูข้อมูลที่เคยเลือกไว้แล้วจากเพิ่ม PROJECT โดยการใช้ MANU OPEN

ข้อมูลที่ได้จาก DATA SET ของการ SELECTION ในหน้า SETUP นั้นจะนำมาแสดงที่กรอบ PANEL ในหน้า INFORMATION รวมทั้งข้อมูลที่เปิดขึ้นมาจากเพิ่ม PROJECT ด้วย ซึ่งข้อมูลที่นำมาแสดงนี้จะนำไปเก็บไว้ในเพิ่ม PROJECT ต่อไปเรื่อย ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการเรียกมาใช้งานการติดตั้งหรือการซ่อมบำรุงต่อไปเมื่อต้องการ

ข้อมูลในหน้า INFORMATION จะได้จากการ SELECTION มาจากหน้า SETUP ซึ่งมีการ ออกแบบการทำงานดังรูป



รูปที่ 3.13 วิธีการออกแบบหน้า SETUP

อธิบายเพิ่มเติม

- MGN DATASET เป็นตัวบริหารฐานข้อมูลของอุปกรณ์ทุกยี่ห้อ ข้อมูลพร้อมทั้งรายชื่อของอุปกรณ์ที่เลือกจะปรากฏขึ้นใน TRADE MARK COMBOBOX (แสดงชื่อยี่ห้อ) และ DBGRID เพื่อแสดงข้อมูลทั้งหมดของยี่ห้อนั้น

- มีกรอบ CHECK BOX ให้เลือกอุปกรณ์แต่ละชนิดโดยข้อมูลที่มิให้เลือกมีความสัมพันธ์กับ DATASET จาก TRADE MARK COMBOBOX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

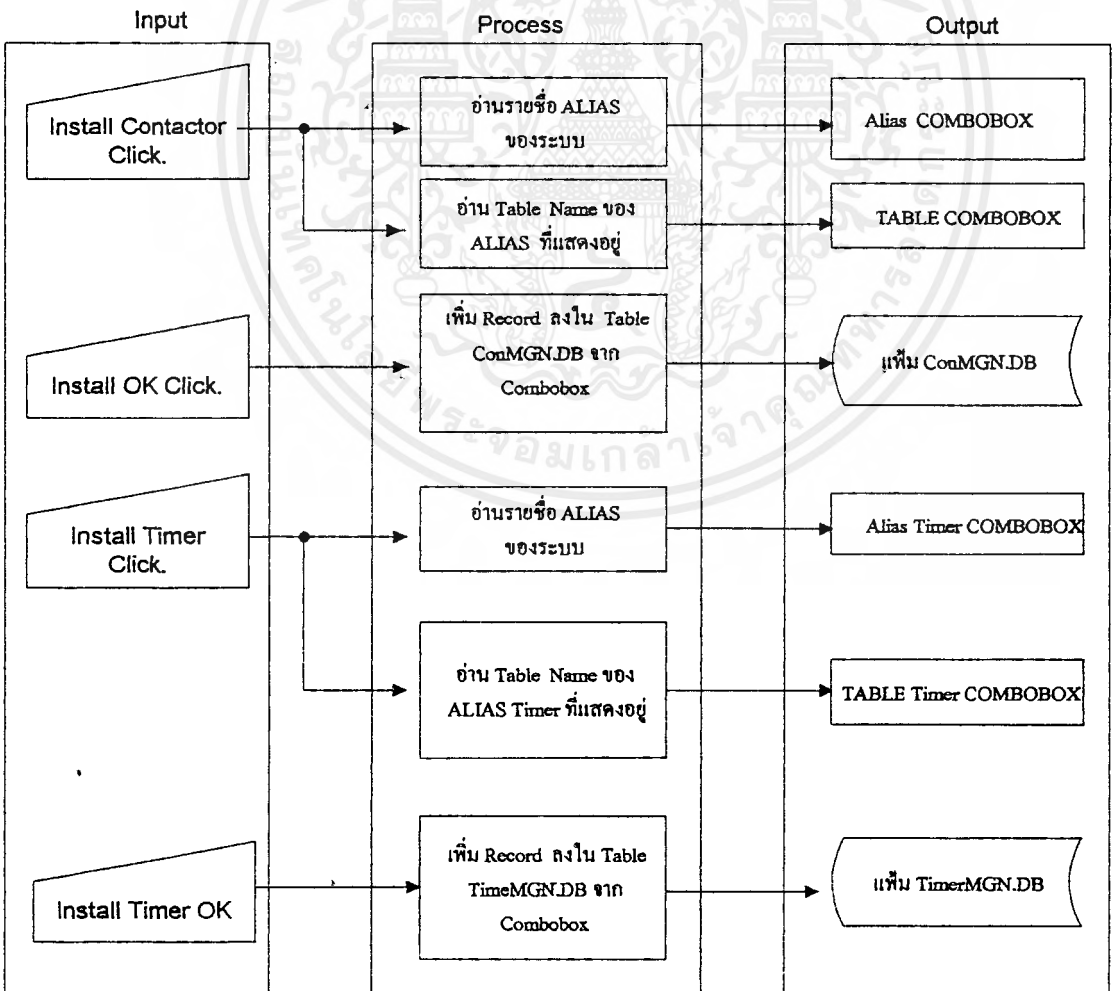
- หรือให้เลือกอุปกรณ์มาจากกรอบ CURRENT COMBOBOX และ VOLTAGE COMBOBOX โดยจะใช้ COMBOBOX ทั้งสองนี้เลือกค่าที่มีความสัมพันธ์กับค่าจากกรอบ TRADE MAEK COMBOBOX และ DATA SET

- PANEL แสดงอุปกรณ์ที่เลือกมาได้แล้ว

- กริดแสดงข้อมูล แสดงข้อมูลทั้งหมดของอุปกรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับ TRADE MARK COMBOBOX และ DATASET โดยสามารถเลื่อนดูข้อมูลจากกริดแสดงข้อมูลนี้ได้ และเมื่อเลือกอุปกรณ์มาได้แล้วจะมีแถบสว่างที่แถวของข้อมูลแถวนั้นให้รู้ขณะเดียวกันใน PANEL ก็จะมีปรากฏข้อมูลในแถวที่เลือกนั้นด้วย

การติดตั้งข้อมูลเพิ่มเติมอยู่ในหน้า INSTALL MANAGER ซึ่งมีขั้นตอนการออกแบบการทำงานดังรูปข้างล่าง

.Designer Sukhont & Terapat Program Name. Contactor & Overload Relay Selection
 Module No. 005 Module Name. Install Manager



รูปที่ 3.14 หน้าจอ INSTALL MANAGER

อธิบายเพิ่มเติม

ALIAS ของระบบขึ้นอยู่กับตัว DATABASE ENGINE ของเครื่องที่ PROGRAM ขอดติดตั้งแล้วแต่เครื่อง ซึ่งในโปรแกรมจะใช้ ALIAS ที่เกี่ยวข้องกับส่วน CONTACTOR คือชื่อ ALIAS MGN และชื่อ ALIAS DATA

ใช้เพิ่มข้อมูลของ CONTACTOR และ TIMER เข้าไปในฐานข้อมูลของอุปกรณ์แต่ละอย่าง

- INSTALL CONTACTOR CLICK เป็นปุ่มเพื่อให้เกิดการติดต่อกับ TABLE NAME ของอุปกรณ์ที่ต้องการเพิ่มเติม

- INSTALL OK CLICK เพิ่ม RECORD ของอุปกรณ์ลงใน TABLE NAME ที่ติดต่อยู่

- INSTALL CLICK ใช้เพื่อติดต่อกับ TABLE NAME ของ TIMER ใน ALIAS ของ

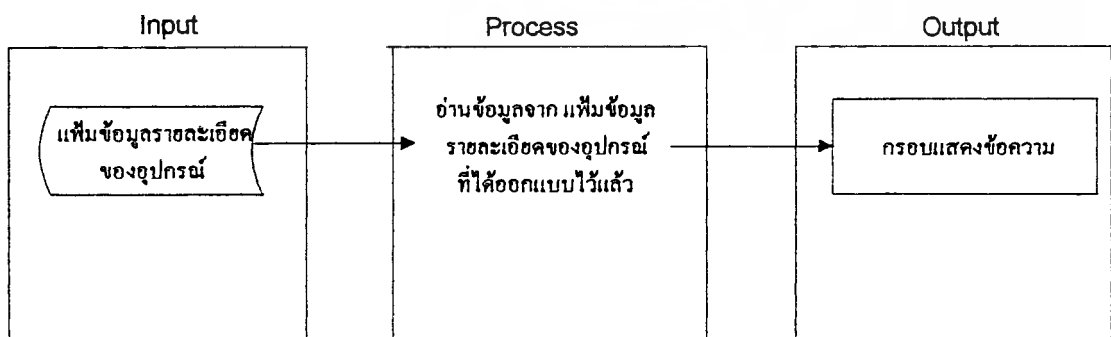
ระบบ

- INSTALL OK CLICK เมื่อต้องการเพิ่ม RECORD ของ TIMER ลงใน TABLE NAME ของ TIMER ที่ติดต่อยู่

ซึ่งข้อมูลที่เพิ่มไปนั้นจะไปอยู่ในฐานข้อมูลตามแต่ละ TABLE NAME ของอุปกรณ์ซึ่ง TABLE NAME เหล่านั้นอยู่ใน ALIAS ของระบบ

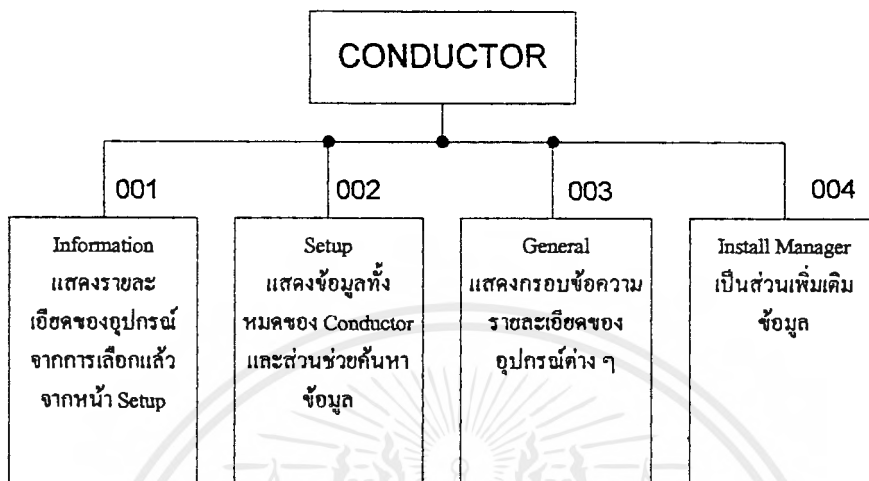
หน้า GENERAL จะอ่านข้อมูลจากเพิ่มรายละเอียดของอุปกรณ์มาแสดงในกรอบแสดงข้อมูลเพื่อช่วยให้รายละเอียดเกี่ยวกับการ SELECTION มีประสิทธิภาพมากขึ้นมีการทำงานดังรูปข้างล่าง

Designer <u>Sukhont & Terapat</u>	Program Name. <u>Contactor & Overload Selection</u>
Module No. <u>004</u>	Module Name. <u>GENERAL</u>



รูปที่ 3.15 การออกแบบหน้า GENERAL

CONDUCTOR SELECTION



รูปที่ 3.16 การออกแบบ CONDUCTOR SELECTION

รูปที่. 3.16 เป็นส่วนที่ใช้เลือก CONDUCTOR ให้เหมาะสมกับวงจรควบคุมมอเตอร์และความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด อุปกรณ์ที่ได้จากการเลือก จะสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยและคุ้มค่า การเลือกจะประกอบด้วย

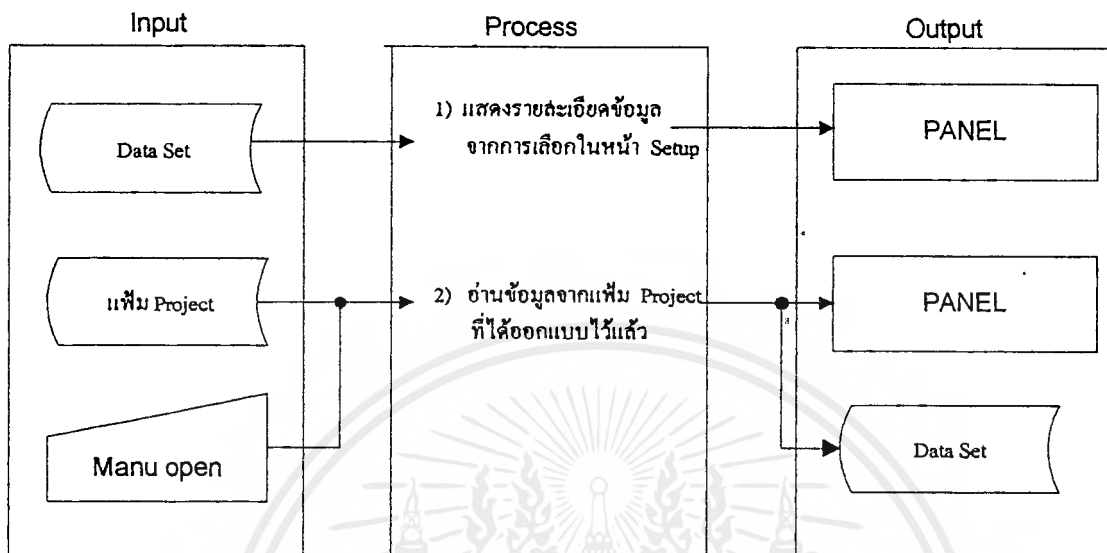
- INFORMATION (001)
- SETUP (002)
- GENERAL (003)
- INSTALL MANAGER (004)

INFORMATION เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่เลือกออกมาได้แล้วจาก DATA SET ที่เกิดจาก SELECTION ตัวอุปกรณ์ในหน้า SETUP และใช้เรียกดูข้อมูลที่เคยเลือกไว้แล้วจาก แฟ้ม PROJECT โดยการ ใช้ MANU OPEN

ข้อมูลที่ได้จาก DATA SET ของการ SELECTION ในหน้า SETUP นั้นจะนำมาแสดงที่ กรอบ PANEL ในหน้า INFORMATION รวมทั้งข้อมูลที่เปิดขึ้นมาจากแฟ้ม PROJECT ด้วย ซึ่ง ข้อมูลที่นำมาแสดงนี้จะนำไปเก็บไว้ในแฟ้ม PROJECT ต่อไปเรื่อย ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการ เรียกมาใช้งานการติดตั้งหรือการซ่อมบำรุงต่อไปเมื่อต้องการ

ข้อมูลในหน้า INFORMATION จะได้จากการ SELECTION มาจากหน้า SETUP ซึ่งการ ออกแบบการทำงานของหน้า INFORMATION แสดงดังรูปในหน้าถัดไป

Designer <u>Sukhont & Terapat</u> Module No. <u>001</u>	Program Name. Module Name.	<u>CONDUCTOR</u> <u>INFORMATION</u>
--	-------------------------------	--



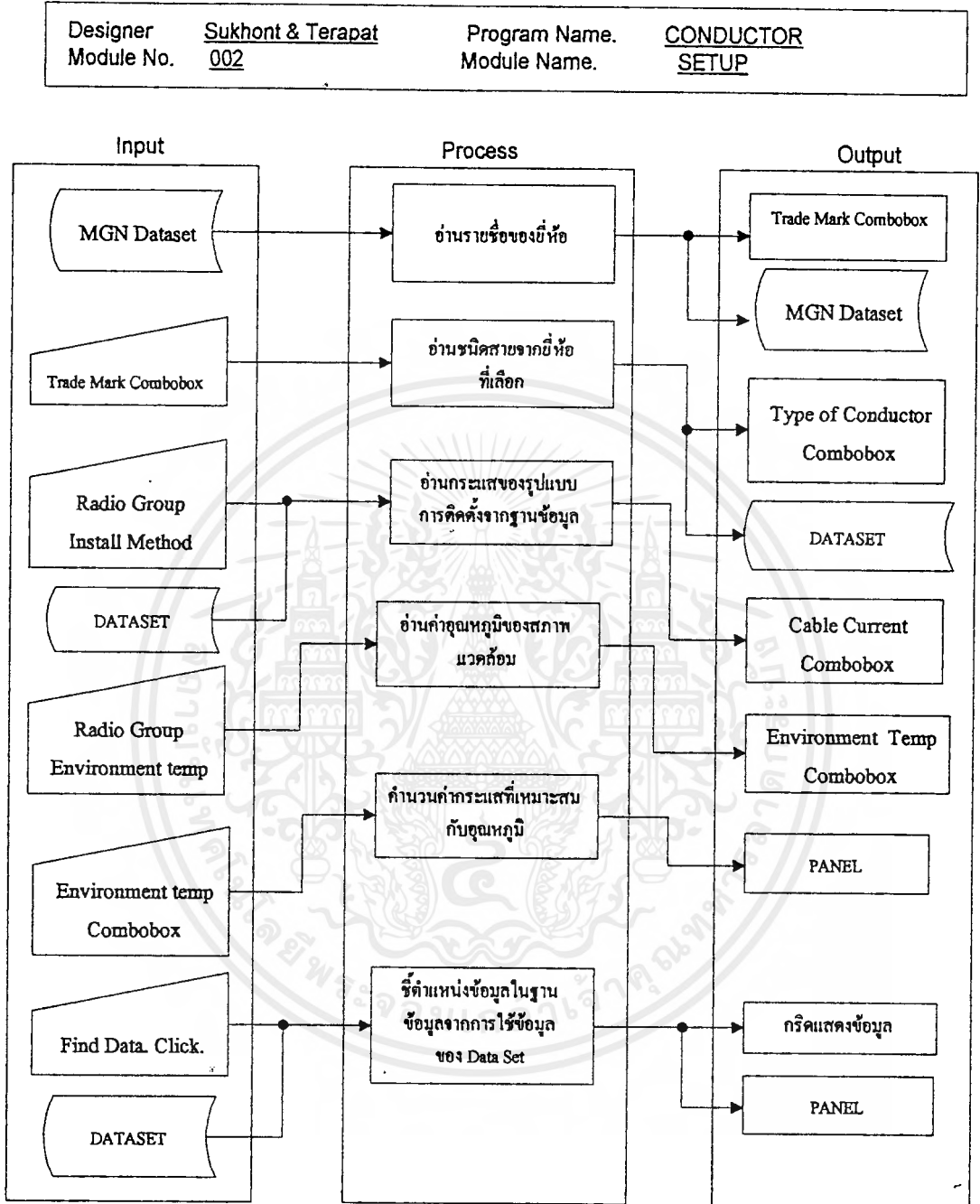
รูปที่ 3.17 การออกแบบหน้า INFORMATION ของ CONDUCTOR.

อธิบายเพิ่มเติม

- PANEL แสดงข้อมูลของอุปกรณ์ที่เลือกมาได้และอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบไว้แล้ว
- DATA SET เก็บข้อมูลของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเลือกมาได้
- เพิ่ม PROJECT เก็บข้อมูลของอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้งาน

ข้อมูลของอุปกรณ์ที่แสดงในหน้า INFORMATION ได้มาจากการเลือกในหน้า SETUP การออกแบบโครงสร้างการทำงานของหน้า SETUP จะออกแบบให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ชนิดของสาย, รูปแบบการติดตั้งสายและอุณหภูมิที่นำสายตัวนำไปใช้งาน แล้ว โปรแกรมจะทำการค้นหาข้อมูลที่มีความเหมาะสม กับความต้องการของผู้ใช้มากที่สุดมาให้ โดยจะทำการค้นหามาให้จากฐานข้อมูลที่มี การออกแบบ โครงสร้างของการ SETUP จะมีโครงสร้างดังรูปในหน้าถัดไป

โครงสร้างของการ SETUP CONDUCTOR

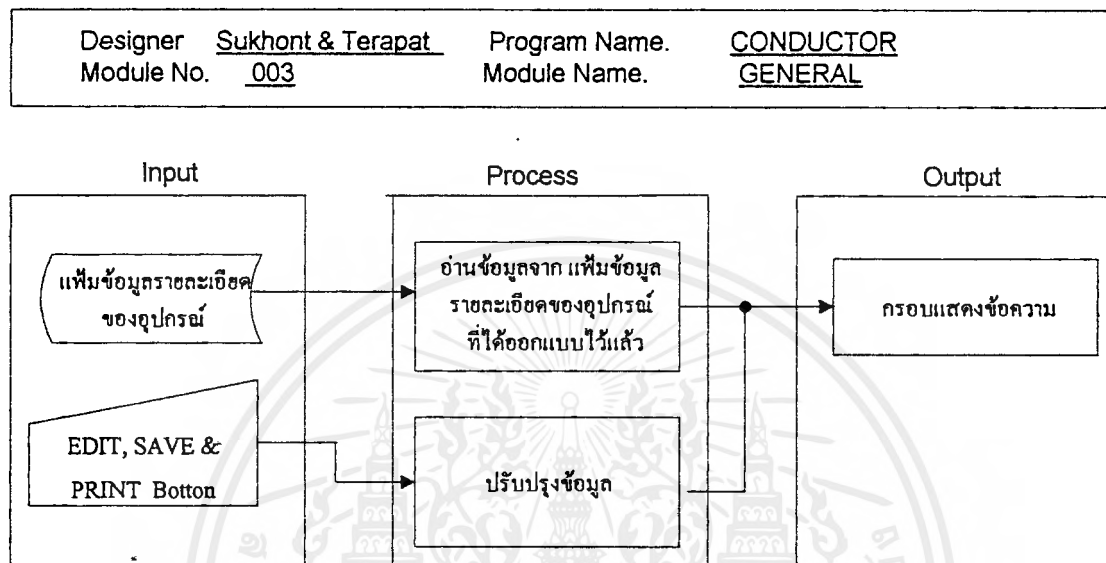


รูปที่ 3.18 โครงสร้างการออกแบบหน้าจอ SETUP CONDUCTOR

อธิบายเพิ่มเติม

- MGN DATASET เป็นตัวบริหารข้อมูลทั้งหมดของสาย หรือเป็น TABLE ที่เก็บ ข้อมูลที่เป็น TABLE ของสายนั่นเอง

GENERAL จะอ่านข้อมูลจากเพิ่มรายละเอียดของอุปกรณ์มาแสดงในกรอบแสดงข้อมูลเพื่อช่วยให้รายละเอียดเกี่ยวกับการ SELECTION มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีโครงสร้างการทำงานดังรูป



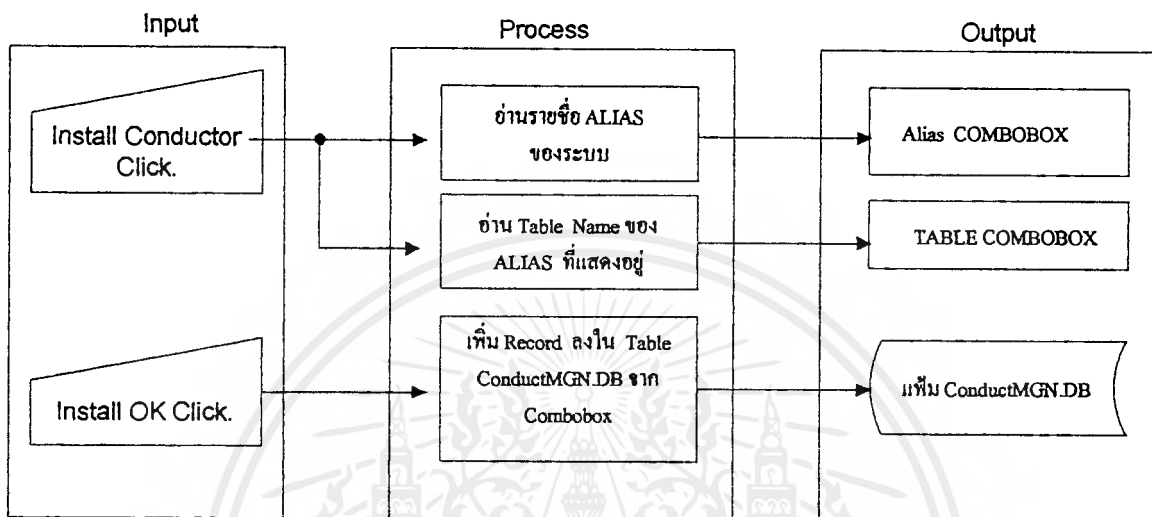
รูปที่ 3.19 โครงสร้างการทำงานของหน้า GENERAL

อธิบายเพิ่มเติม

หน้า GENERAL ของ CONDUCTOR สามารถแก้ไขข้อมูลในแฟ้มได้ โดยการใช้ปุ่ม EDIT เพื่อปรับปรุงข้อมูลและบันทึกข้อมูลโดยการใช้ปุ่ม SAVE และยังสามารถตั้งให้พิมพ์ออกทาง PRINTER ได้

INSTALL MANAGER

Designer	<u>Sukhont & Terapat</u>	Program Name.	<u>CONDUCTOR</u>
Module No.	<u>004</u>	Module Name.	<u>Install Manager</u>



รูปที่ 3.20 โครงสร้างของการออกแบบ INSTALL MANAGER

อธิบายเพิ่มเติม

ALIAS ของระบบขึ้นอยู่กับตัว DATABASE ENGINE ของเครื่องที่ PROGRAM ของติดต่อกันในแต่ละเครื่อง ซึ่งในโปรแกรมจะใช้ ALIAS ที่เกี่ยวข้องกับส่วน CONDUCTOR คือชื่อ ALIAS MGN และชื่อ ALIAS DATA

ใช้เพิ่มข้อมูลของ CONDUCTOR เข้าไปในฐานข้อมูลของอุปกรณ์

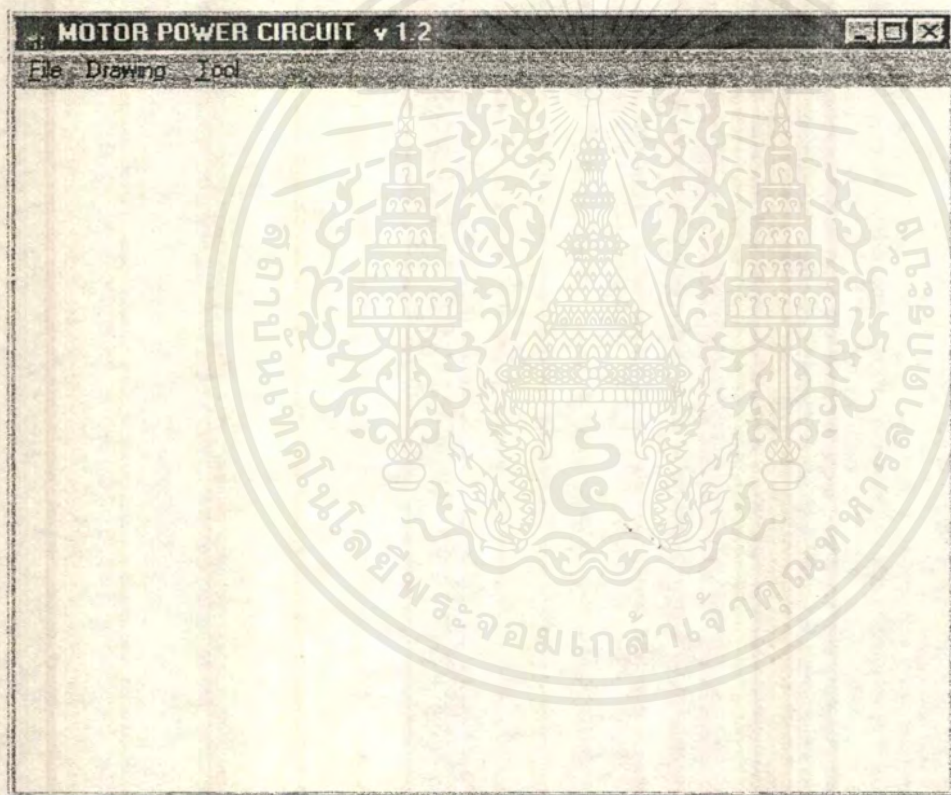
- INSTALL CONDUCTOR CLICK เป็นปุ่มเพื่อให้เกิดการติดต่อกับ TABLE NAME ของอุปกรณ์ที่ต้องการเพิ่มเติม

- INSTALL OK CLICK เพิ่ม RECORD ของอุปกรณ์ลงใน TABLE NAME ที่ติดต่อกันอยู่

บทที่ 4

การใช้งานโปรแกรม

การออกแบบหน้าจอการใช้งานของอุปกรณ์แต่ละตัวเพื่อให้สามารถทำการเลือกอุปกรณ์แต่ละตัวให้ได้ค่าที่เหมาะสมและถูกต้องที่สุด ซึ่งหน้าจอการใช้งานได้รับการออกแบบมาเพื่อรองรับให้สามารถ SETUP อุปกรณ์ตามเงื่อนไขการใช้งานและกฎข้อบังคับของการใช้งานอุปกรณ์แต่ละตัวได้มากที่สุด การเรียกใช้งานหน้าจอการ SELECTION แต่ละตัวรวมทั้งการจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูลของอุปกรณ์จะมีการเรียกใช้มาจากหน้าจอหลักเพียงหน้าจอเดียว ดังรูป



รูปที่ 4.1 หน้าจอหลัก

เมื่อผู้ใช้เปิดโปรแกรมจะปรากฏว่าไดอะล็อกบ็อกซ์ของโปรแกรมหลักขึ้นมาดังรูปที่ 4.1 ซึ่งเป็นหน้าจอที่เชื่อมโยงการทำงานทั้งหมดได้ที่หน้าจอนี้ ในหน้าจอจะมีเมนูคำสั่งปรากฏอยู่บนเมนูบาร์ ผู้ใช้สามารถเลือกใช้คำสั่งจากเมนู (MENU COMMANDS) ได้ทั้งจากใช้เมาส์และจากการใช้คีย์บอร์ด อย่างไรก็ตามสภาพการใช้งานจริงแล้ว เมาส์นับเป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

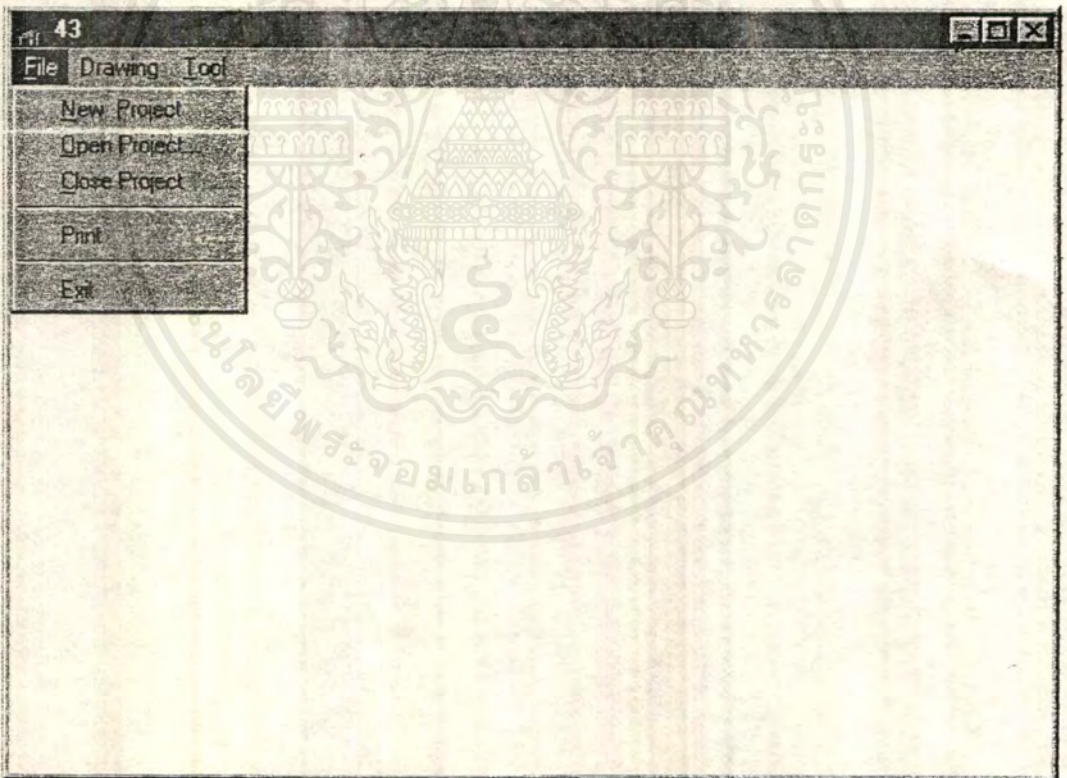
การเลือกคำสั่งด้วยเมาส์

ทำได้ด้วยการเลื่อนตัวชี้ของเมาส์ (POINTER) ไปยังข้อเมนูที่มีคำสั่งที่ต้องการแล้วคลิก 1 ครั้ง จะปรากฏกลุ่มคำสั่งที่ต้องการแล้วจึงเข้าไปคลิกในคำสั่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง ก็เป็นอันเสร็จขั้นตอน ถ้าหากต้องการยกเลิกคำสั่งหรือต้องการให้เมนูที่ปรากฏอยู่หายไป สามารถทำได้ด้วยการเลื่อนเมาส์ไปคลิกที่นอกเมนู

การเลือกคำสั่งด้วยคีย์บอร์ด

สังเกตดูที่เมนูต่าง ๆ ในเมนูบาร์ จะเห็นว่าที่เมนูแต่ละชื่อนั้นจะมีตัวอักษรเป็นตัวขีดเส้นใต้ อยู่ 1 ตัว ในแต่ละเมนูเราสามารถเรียกใช้งานเมนูเหล่านี้ได้โดยการกดคีย์ Alt พร้อม ๆ กับกดคีย์ ตัวอักษรที่ขีดเส้นใต้ประจำของแต่ละเมื่อนั้นแสดงขึ้นมา เช่น กด Alt+F เมื่อต้องการใช้เมนู FILE ในการเลือกเมนูย่อยหรือเลือกใช้คำสั่งก็ทำได้ในลักษณะเดียวกัน

ในเมนูบาร์ของหน้าจอหลักจะมีเมนูคำสั่ง ดังนี้
เมนู FILE ซึ่งมีคำสั่ง ดังนี้



รูปที่ 4.2 หน้าจอของเมนู FILE

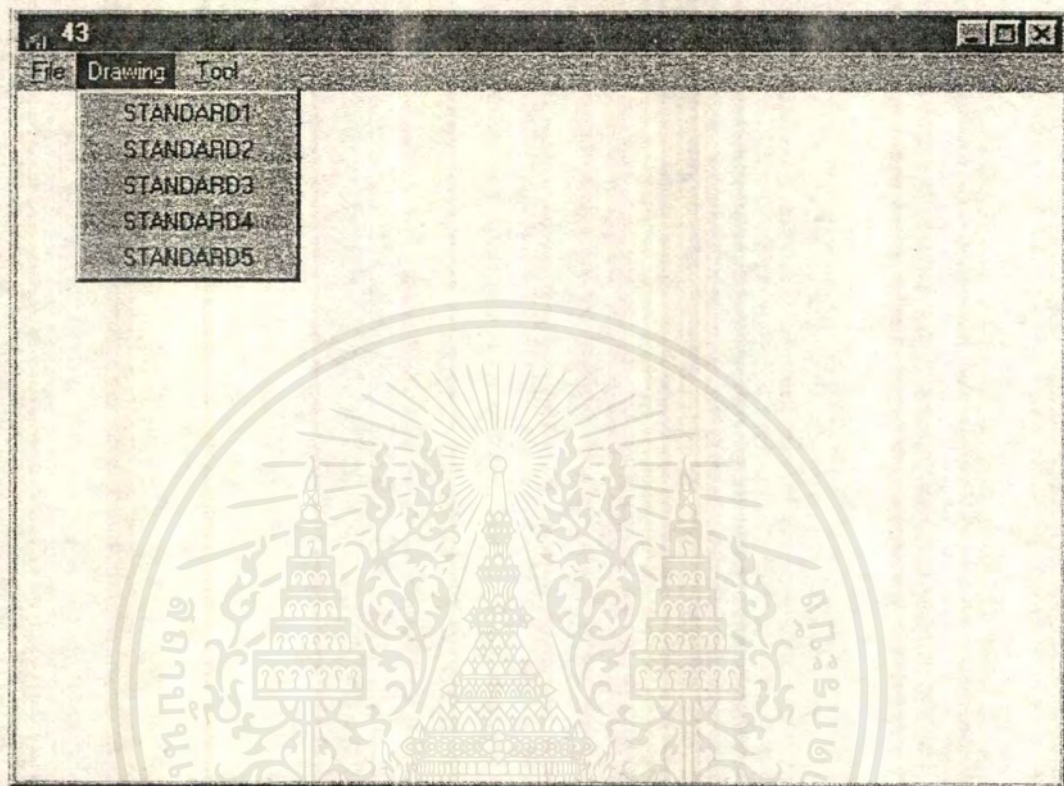
- NEW PROJECT ใช้เปิด Project ใหม่เพื่อใช้งาน
- OPEN PROJECT เปิด Project ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล
- CLOSE PROJECT เปิด Project ที่ใช้งานอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- PRINT คำสั่งพิมพ์ออกทาง Printer

- EXIT ออกจากโปรแกรม

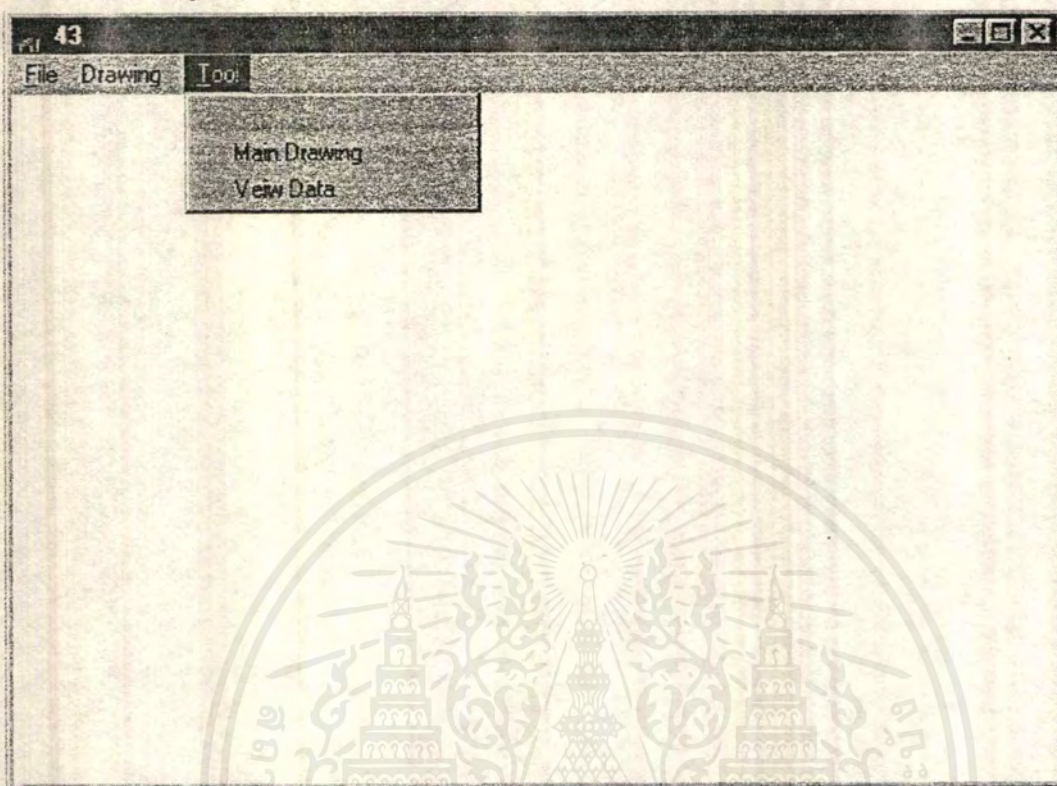
เมนู DRAWING มีคำสั่งที่เรียกใช้รูปวงจรถ้าตั้งของมอเตอร์ที่ต้องการใช้ ดังนี้



รูปที่ 4.3 หน้าจอของเมนู DRAWING

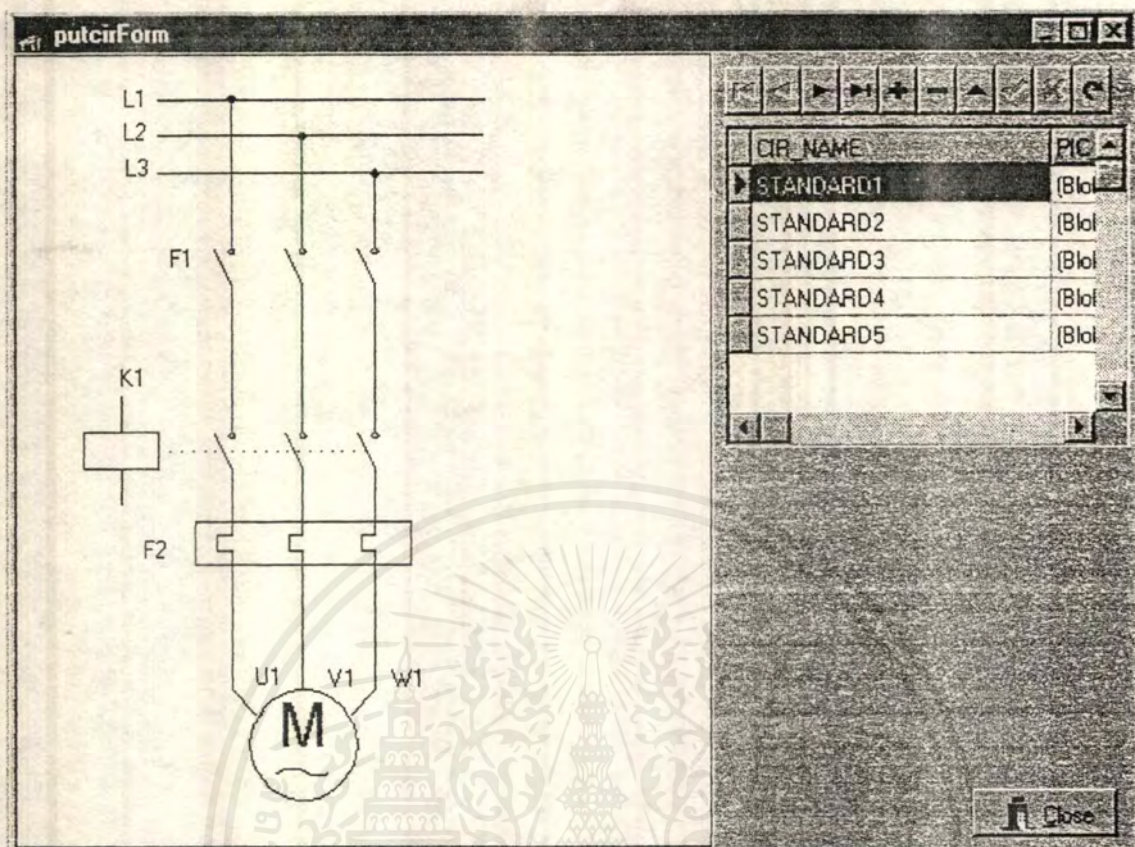
- STANDARD 1 วงจรสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงแบบมีโอเวอร์โวลติลลิจ
- STANDARD 2 วงจรสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงแบบไม่มีโอเวอร์โวลติลลิจ
- STANDARD 3 วงจรกลับทางหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส
- STANDARD 4 วงจรสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ท - เคลด้า
- STANDARD 5 วงจรสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ท - เคลด้า 2 ชั้น

เมนู TOOL มีคำสั่งที่ใช้เพิ่มรูปร่างกำลังของมอเตอร์ ดังนี้



รูปที่ 4.4 หน้าจอของเมนู TOOL

- MAIN DRAWING เป็นส่วนที่ใช้เพิ่มรูปร่างของมอเตอร์ ซึ่งเมื่อทำการเพิ่มรูปร่างเรียบร้อยแล้ว เราก็สามารถเรียกใช้ได้จากเมนู DRAWING
- VIEW DATA ใช้ดูข้อมูลของอุปกรณ์ที่มีอยู่ใน Project



รูปที่ 4.5 หน้าจอเมื่อเลือกคำสั่ง MAIN DRAWING จากเมนู TOOL

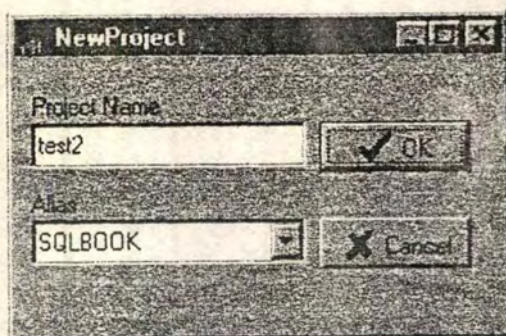
The screenshot shows the 'viewForm' window with a table containing the following data:

circuit_no	circuit Name	Frame Size	Motor
1	EMERGENCY	63	LS63E
2	EMERGENCY	280	LS280E
3	Hopper	63	MT
4	Pump	180	LKM-4
5			
6			

รูปที่ 4.6 หน้าจอเมื่อเลือกคำสั่ง VIEW DATA จากเมนู TOOL

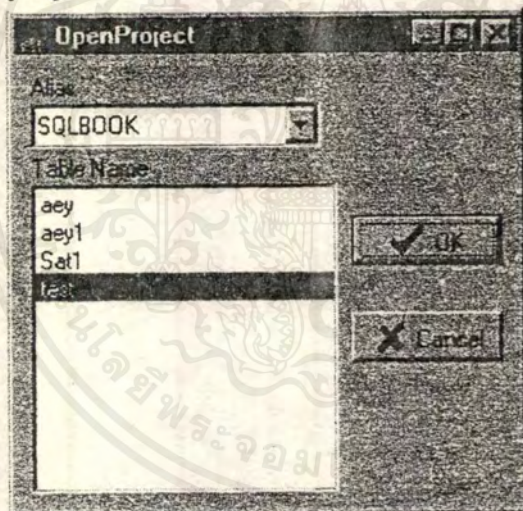
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับวิชาการเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานเริ่มต้นจากการเปิดเมนู FILE จะปรากฏคำสั่งดังรูปที่ ซึ่งแล้วแต่ผู้ใช้ว่าต้องการเปิดงานใหม่ (NEW PROJECT) หรือต้องการเปิดงานที่มีอยู่แล้วมาดู (OPEN PROJECT)
เมื่อผู้ใช้เลือกคำสั่ง NEW PROJECT จะมี Dialog Box เพื่อให้ตั้งชื่อ Project และกำหนด Alias ซึ่งมีหน้าตาดังรูป



รูปที่ 4.7 หน้าจอ NEW PROJECT

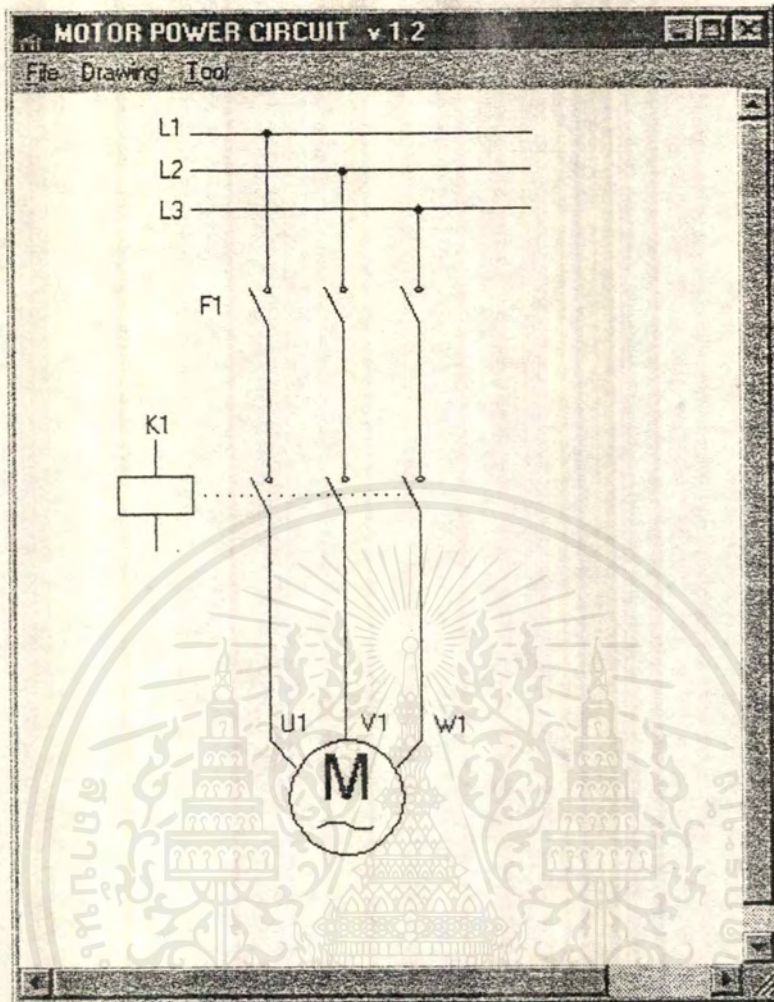
ถ้าหากผู้ใช้เลือกคำสั่ง OPEN PROJECT ก็จะมี Dialog Box ให้เลือก Alias และชื่อของ PROJECT ที่ต้องการเปิดขึ้นมาดูดังรูป



รูปที่ 4.8 หน้าจอ OPEN PROJECT

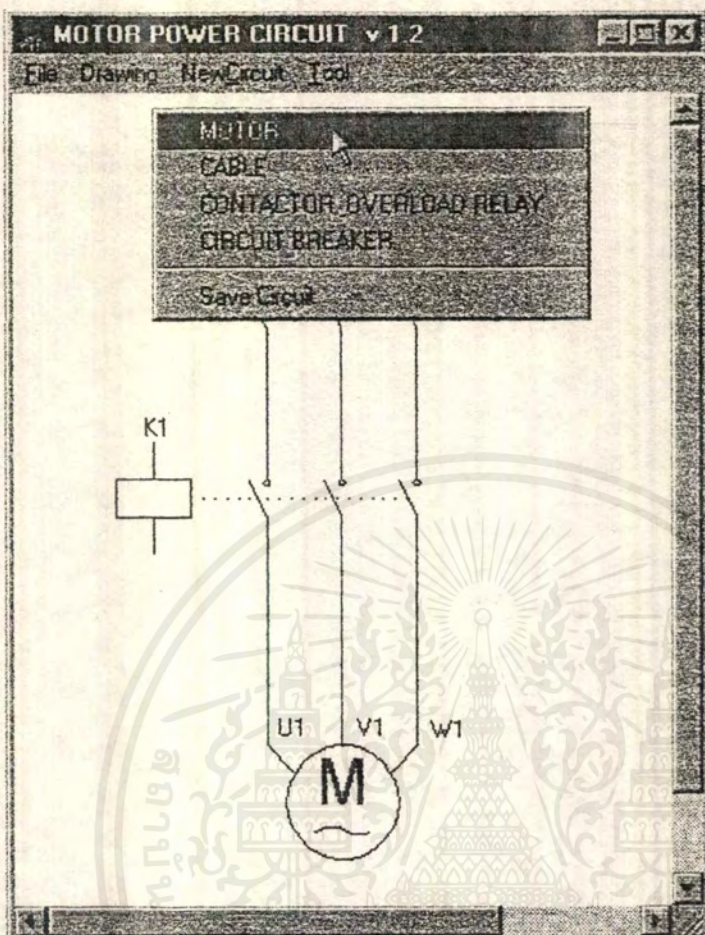
ในกรณีที่ผู้ใช้เลือกคำสั่ง NEW PROJECT เพื่อเปิดงานใหม่หน้าจอหลักจะยังไม่มีรูปร่างของมอเตอร์ เราต้องเลือกรูปร่างที่ต้องการจากเมนู DRAWING ดังรูปที่ 4.3

เมื่อเลือกคำสั่งเพื่อเลือกรูปร่างจากเมนู DRAWING แล้วจะปรากฏรูปร่างขึ้นที่หน้าจอหลัก ดังรูปหน้าถัดไป



รูปที่ 4.9 หน้าจอรูปวงจรถ้าจากการใช้เมนู DRAWING

หลังจากนั้นก็ทำการเลือกอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการใช้ในวงจรเริ่มจากมอเตอร์ เซอร์เกิต เบรกเกอร์ คอนแทคเตอร์ และ โอเวอร์โวลติจรีเลย์รวมถึงขนาดของสายตัวนำของวงจรมอเตอร์ เราทำได้โดยการดับเบิลคลิกที่เมาส์ซ้ายจะปรากฏ POPUP MENU ขึ้นมาเพื่อให้เลือกอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องการดังจะได้กล่าวต่อไปนี้



รูปที่ 4.10 Dialog Box ที่ใช้เลือกอุปกรณ์

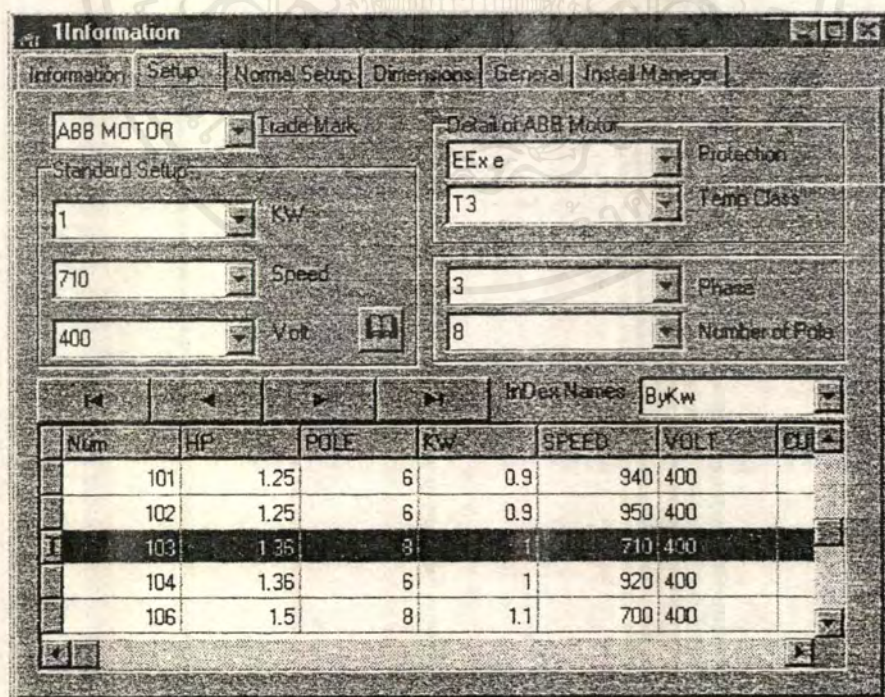
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน หน้าต่าง MOTER SELECTION

หน้าต่างนี้จะนำพาคุณไปสู่ข้อมูลต่าง ๆ ของมอเตอร์ ที่ได้บรรจุอยู่ใน DATA BOX คุณสามารถดูข้อมูลตามที่ส่วนช่วยเหลือจะชี้แนะ ในการ SET ข้อมูลต่าง ๆ แล้วดูข้อมูลที่ท่านเลือกแล้วผ่านทาง กริด DATA หรือในหน้า INFORMATION ก็จะแสดงข้อมูลที่จะ SAVE เป็น PROJECT การออกแบบแต่ละวงจร คุณสามารถดูขนาดมิติ ของมอเตอร์รุ่นต่าง ๆ ที่เลือกแล้วจากหน้า SETUP ได้หน้า DIMENTION ในหน้า GENERAL จะช่วยเหลือคุณ เกี่ยวกับคู่มือของบริษัทผู้ผลิตมอเตอร์แต่ละยี่ห้อ รายละเอียดการทำงานขอแยกเป็นส่วน ๆ เราเริ่มกันที่ SETUP

1. SETUP PAGE

เมื่อคุณต้องการออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ แน่แน่นอนคุณต้องทราบข้อมูลอยู่ในใจแล้วว่า ขนาดแรงม้าเป็นเท่าไร หรือกระแสทำงานผิดปกติ ความเร็วรอบ แรงดัน ข้อมูลคร่าว ๆ เหล่านี้ โปรแกรมจะพาคุณไปสู่ฐานข้อมูลที่มีอยู่ เมื่อคุณเลือกยี่ห้อในกรอบ COMBOBOX โปรแกรมจะมองหาข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ของยี่ห้อนั้น เริ่มจากค่ากำลังวัตต์ ความเร็วรอบ แรงดันไฟฟ้า เฟส จำนวนโพล มาแสดงในกรอบ COMBOBOX ในขณะนี้จะเป็นค่าที่มีได้ในยี่ห้อ นั้นดังแสดงในรูป



รูปที่ 4.11 แสดงกรอบ SETUP MOTOR.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลองสำรวจข้อมูลในกรอบ COMBOBOX นั้นอาจจะดูมากมาย จนคุณอาจสับสน จนกระทั่งการค้นข้อมูลไม่เป็นผลสำเร็จเนื่องจากความไม่เหมาะสมในการเลือก คุณมีผู้ช่วยเหลือครับนั่นคือ PUPUP MENU

จากรูปที่ 4.1 ให้คุณวาง MOUSE POINTER ไปที่ว่างแล้วคลิกที่ปุ่มขวาของ MOUSE คุณจะพบกับ MENU ผู้ช่วยเหลือดังนี้

POPUP MENU จะพาคุณไปสู่ฐานข้อมูลอย่างถูกต้องและเหมาะสม อีกทั้งยังช่วยให้คุณพิจารณาหรือมองข้อมูลคร่าว ๆ ได้อย่างสะดวกยิ่งขึ้น เริ่มกันที่ KW MASTER

1. KW MASTER

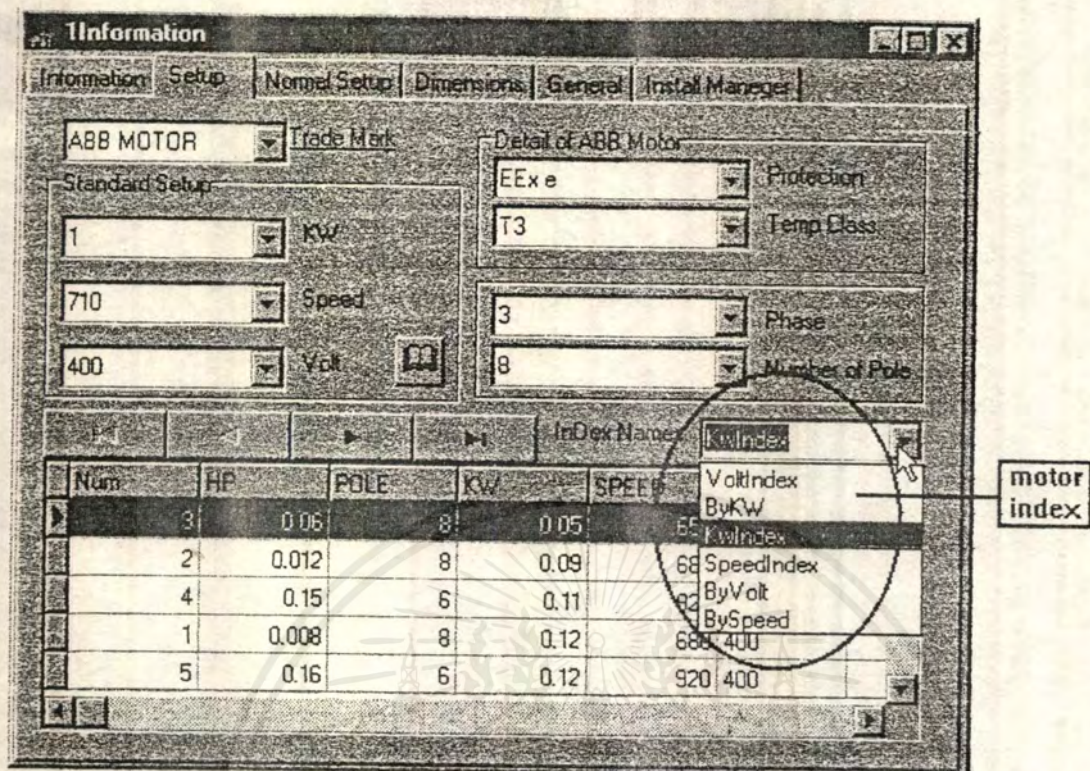
เมื่อคุณเลือกยี่ห้อมาแล้ว กรอบ COMBOBOX แสดงกำลังวัตต์และอื่น ๆ บางครั้งคุณอาจยึดถือเอาค่าที่กำลังวัตต์เป็นหลักในการค้นหา ให้คุณเลือก กำลังวัตต์ที่ต้องการแล้วเลือก KW MASTER จะทำให้กรอบ COMBOBOX อื่น ๆ จะแสดงข้อมูลเหมาะที่เป็นไปได้ของ MOTOR ขนาดกำลังวัตต์ที่เลือกไว้เท่านั้น

2. UPDATE BY SPEED

เมื่อคุณผ่านขั้นตอนที่ 1 มา ให้คุณเลือก ความเร็วรอบที่ต้องการ แล้วเลือก UPDATE BY SPEED คุณจะพบว่า ในกรอบ COMBOBOX ต่าง ๆ เช่น แรงดันไฟฟ้า เฟส และ โพล จะเป็นค่าที่เหมาะสมอ้างอิงมาจากการเลือกกำลังวัตต์และความเร็วรอบ ทำให้คุณพอจะทราบแล้วว่าเราจะเข้าไปหาข้อมูลได้อย่างไร

ให้คุณเลือกค่าในกรอบ COMBOBOX ที่เหลือ แล้วกดปุ่มค้นหา PROGRAM จะชี้ตำแหน่งในฐานข้อมูลที่มีอยู่ ถ้าไม่มีเหตุการณ์ไม่คาดฝันเกิดขึ้นการค้นหาจะสำเร็จจะแสดงให้เห็นในกริดข้อมูลทางด้านล่าง และแสดงเป็น HIGHLIGHT คุณสามารถเลื่อนดูข้อมูลใน FIELD อื่น ๆ ได้โดย SCROLL BAR แนวนอนหรือข้อมูลใน RECORD ที่ใกล้เคียงโดย SCROLL BAR แนวตั้ง หรือ DATA NAVIGATOR ด้านบนของกริด

แต่บางครั้งการปรับตั้งค่าต่าง ๆ จากกรอบ COMBOBOX อาจเกิดความผิดพลาดหรือคุณไม่ได้ใช้ POPUP MENU ช่วยนำทางการชี้ตำแหน่งในฐานข้อมูลก็จะไม่สำเร็จ โปรแกรมจะแจ้งให้คุณทราบและจะพยายามเข้าไปสู่ค่าที่ใกล้เคียงที่สุด คุณอาจสงสัยว่าลำดับความสำคัญในการเข้าหาค่าที่ใกล้เคียงนั้น เรียงลำดับจาก ขอให้คุณดูข้อมูลการปรับตั้ง INDEX ของฐานข้อมูลที่ใช้ สำหรับการปรับตั้งจากค่า DEFAULT ในการติดตั้ง PROGRAM มี INDEX ดังนี้



รูปที่ 4.12 แสดงรายชื่อของ Motor Index

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้ชื่อว่า MAIN INDEX ถ้าคุณพบว่าการหาค่าที่ใกล้เคียงให้ข้อมูลที่ไม่เหมาะสม ตามความต้องการของคุณ ขอแนะนำให้คุณเปลี่ยนเป็น INDEX ตัวอื่นหรือไปสร้าง INDEX เพิ่มให้หน้า INSTALL ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในหน้า INSTALL ต่อไป

3. RESET VALUE

ถึงเวลานี้คุณพบว่าข้อมูลต่าง ๆ ใน COMBOBOX นั้นอยู่ที่ตัวปัจจุบันของการค้นหาข้อมูลคุณอาจต้องการเริ่มใหม่จะอย่างไร ให้คุณใช้ RESET VALUE ใน POPUP MENU ก็จะทำให้กรอบ COMBOBOX ทั้งหมดอ่านค่าข้อมูลที่เป็นไปได้ทั้งหมดเข้ามาใหม่ คุณก็เริ่มใหม่ได้อีกครั้ง

4. SPEED MASTER

หลักการที่เหมือนกับกรณีของ KW MASTER คือ อาศัยค่าของ SPEED ของมอเตอร์เพื่อค้นหาค่ากำลังวัตต์ แรงดันไฟฟ้า เฟส โพล โดยที่สัมพันธ์กัน ไม่ควรเลือกค่าความเร็วของมอเตอร์ที่ต้องการก่อนแล้วเรียก POPUP MENU แล้วเลือกใช้ SPEED MASTER โปรแกรมจะเปลี่ยนค่าในกรอบ COMBOBOX ที่เหลือให้สัมพันธ์กัน

5. UPDATE BY KW

ในขั้นตอนที่ 4 อาจจะทำให้คุณสับสนหรือทำให้การเข้าถึงข้อมูลยังไม่เหมาะสมให้คุณเลือกค่ากำลังวัตต์ที่ต้องการแล้วเลือก UPDATE BY KW จาก POPUP MENU ค่าแรงดันไฟฟ้า ค่าเฟส และโพล ในกรอบ COMBOBOX จะเปลี่ยนเป็นค่าที่เหมาะสมให้ เมื่อคุณเลือกค่าที่เหลือครบแล้วก็กดปุ่มค้นหาข้อมูลต่อไป

2. INFORMATION PAGE

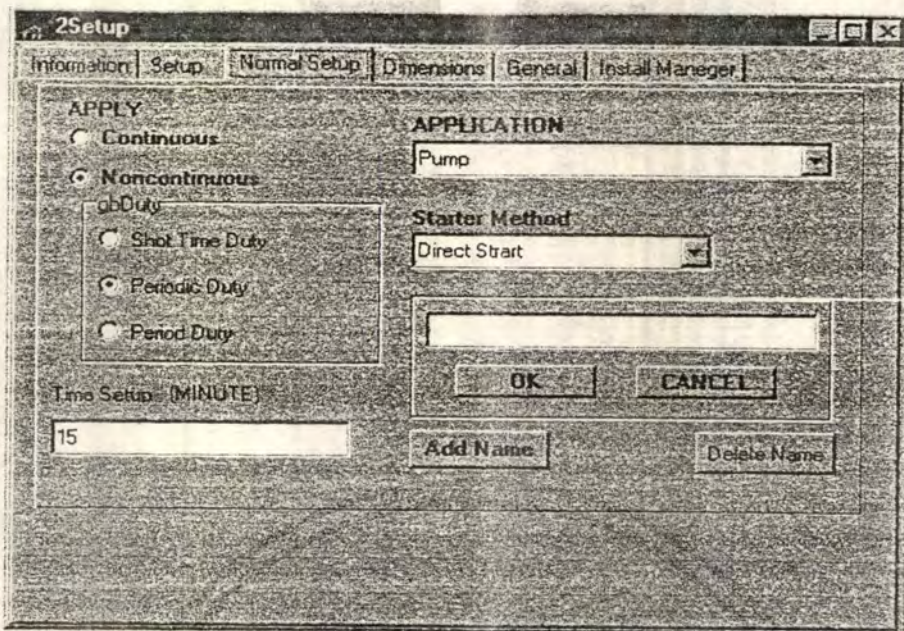
ถ้าคุณรู้สึกว่าจะสะดวกในการอ่านข้อมูลที่เลือกแล้วในกริดข้อมูลของหน้า SETUP คุณสามารถใช้หน้า INFORMATION เพื่อดูข้อมูลที่สำคัญต่าง ๆ ของมอเตอร์ตัวที่เลือกหรือถ้าหากว่าเป็นการเปิด PROJECT ขึ้นมาดู ข้อมูลของมอเตอร์ที่บันทึกไว้จะนำมาให้คุณในหน้านี้เช่นเดียวกับการบันทึกการออกแบบลงใน PROJECT ซึ่งข้อมูลก็จะนำไปจัดเก็บในแฟ้ม

Field	Value
Name	Pump
Code	A
Flame size	100L
Mounted	Foot Mounted
Motor type	M28A
Efficiency	70.8
Hp	1.36
Power factor	0.58
Kw	1
Voltage	400
Speed	710
Current (A)	3.5

รูปที่ 4.13 แสดงหน้า INFORMATION ของการเลือกมอเตอร์

3. NORMAL SETUP PAGE

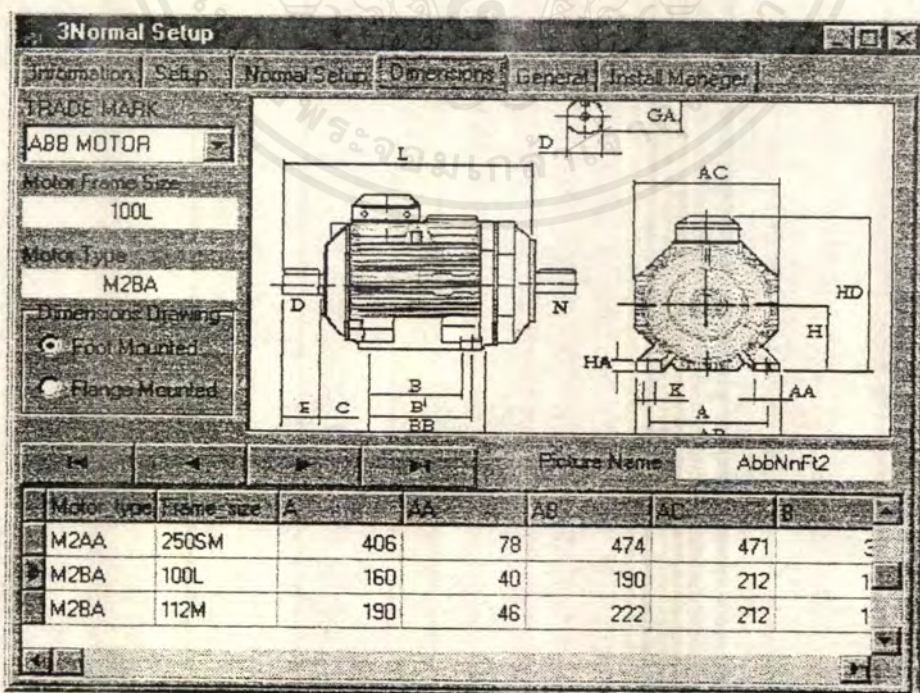
ในกฎเกณฑ์ของการออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์จะมีข้อกำหนดต่าง ๆ เช่น ลักษณะการนำไปใช้งานเป็นแบบต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง ถ้าไม่ต่อเนื่องเวลาที่ใช้จะเป็นเท่าไร การ START จะเป็นวิธีไหนโดยค่าเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการคำนวณค่าของ CIRCUIT BREAKER , CABLE , MAGNETIC CONTACTOR หรือ OVERLOAD RELAY คุณสามารถ SET ค่าต่าง ๆ ในหน้านี้ รวมทั้งชื่อของงานที่ใช้ ซึ่งคุณอาจสร้างวงจรเพื่อ ไปป้อนน้ำหรือนำไปทำอะไรก็ได้ การกำหนดชื่อของงานจะทำให้เข้าใจง่ายและสะดวกในการอ่านแบบ



รูปที่ 4.14 แสดงหน้า NORMAL SETUP

4. DIMENSION PAGE

ข้อมูลมิติต่าง ๆ ของมอเตอร์ตัวที่คุณเลือกมีความจำเป็นต้องรู้เพื่อเป็นประโยชน์ในการติดตั้งตัวมอเตอร์ ในหน้านี้จะแสดงให้เห็นรูปขนาดของมอเตอร์ซึ่งเป็นการอ่านชื่อรุ่น และยี่ห้อมาจากหน้า SETUP ส่วนวิธีการจับยึดนั้นคุณสามารถเลือกได้ในกรอบของรูปแบบการติดตั้ง รายละเอียดของมิติจะแสดงในกริดข้อมูลดังรูป

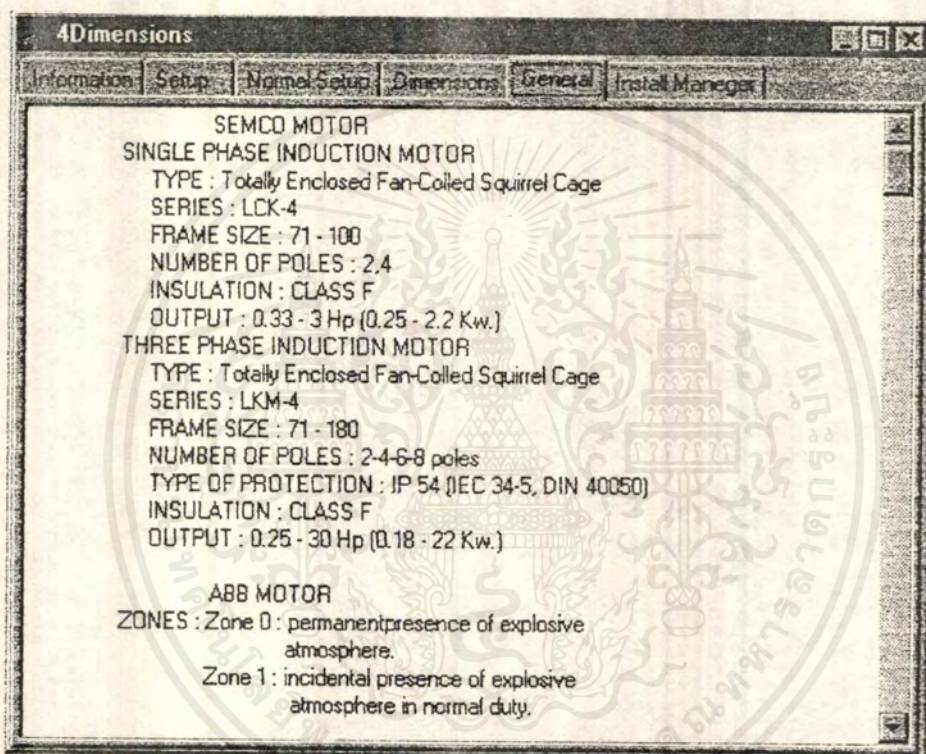


รูปที่ 4.15 แสดงหน้า DIMENSION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. GENERAL PAGE

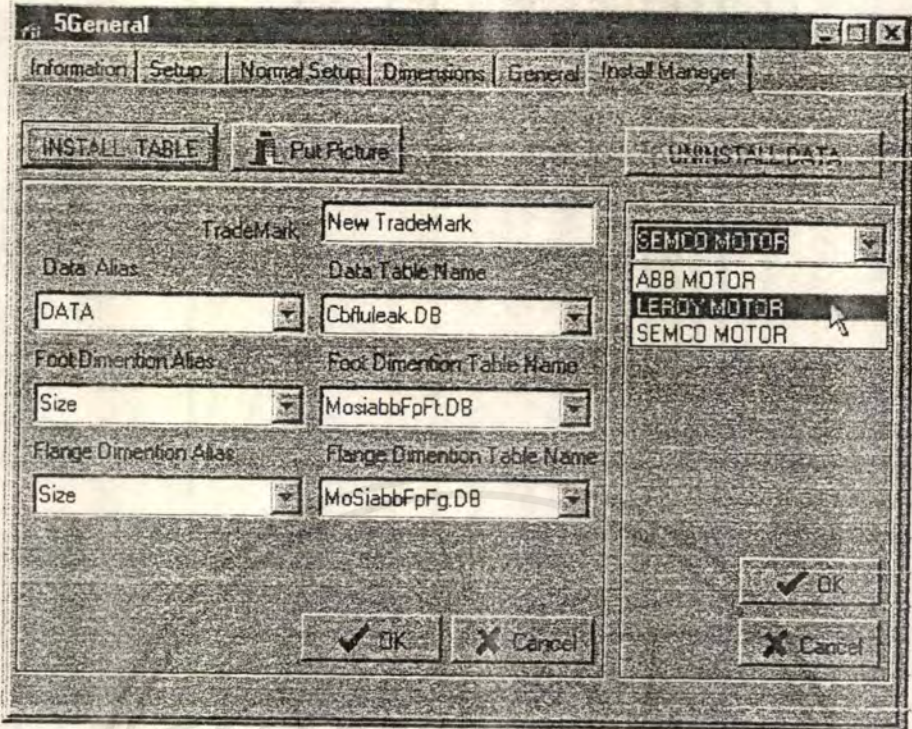
ในมอเตอร์แต่ละยี่ห้อ ทางบริษัทผู้ผลิตมักจะมีรายละเอียดเล็ก ๆ น้อย ๆ เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของตัวเอง กรณีนี้ ข้อมูลเหล่านี้จะทำให้ผู้ใช้ได้ข้อมูล ในการพิจารณาได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังมี ตัวแนะนำในการติดตั้ง การเลือกใช้



รูปที่ 4.16 หน้าจอ GENERAL

6. INSTALL MANAGER PAGE

หากคุณต้องการเพิ่มฐานข้อมูลให้ PROGRAM รู้จัก หลังจากที่ผ่านมาการสร้าง TABLE มาแล้ว ในส่วนของ MAIN FORM ซึ่งหมายความว่า TABLE ดังกล่าวต้องมีโครงสร้างที่ถูกต้องเท่านั้น การติดตั้งเพิ่มจะทำให้ PROGRAM จะเข้าสู่ฐานข้อมูลใหม่ และคุณก็จะเลือกใช้ตามขั้นตอนในหน้า SETUP



รูปที่ 4.17 หน้าจอ INSTALL MANAGER

เมื่อกดปุ่ม INSTALL TABLE กรอบ COMBOBOX จะแสดงรายชื่อ ALIAS และชื่อ TABLE และชื่อ TABLE ของขนาดมิติ มันมีกฎบังคับอยู่เล็กน้อย คือ โครงสร้างของฐานข้อมูลจะต้องตรงตามข้อกำหนด ถ้าคุณผ่านขั้นตอนในส่วน MAIN FORM อย่างถูกต้อง ก็จะไม่มีปัญหาในขั้นตอนนี้ ดังนั้น คุณต้องเลือกค่า ALIAS และชื่อ TABLE ของ DATA ชื่อ TABLE ของ RANGE ทั้ง 2 ส่วน คือแบบ GENERAL และแบบ EARTH LEAKAGE หลังจากนั้นกดปุ่ม OK เป็นเสร็จสิ้นครับ ถ้าหลังจากกดปุ่ม OK แล้วมี MESSAGE ERROR ให้พิจารณาโครงสร้างข้อมูล หรือ การซ้ำกันของชื่อ ยี่ห้อ หรือชื่อ TABLE ใหม่อีกครั้ง

ถ้าคุณต้องการยกเลิกการติดตั้งข้อมูลของยี่ห้อใด ๆ ให้กดปุ่ม UNINSTALL DATA แล้วเลือกยี่ห้อที่คุณต้องการยกเลิก การติดตั้ง แล้วกดปุ่ม OK

การใช้งานของ CIRCUIT BREAKER SELECTION

ในหน้าต่งนี้จะเป็นตัวค้นหาข้อมูลของ CIRCUIT BREAKER จากฐานข้อมูลที่มีอยู่หากติดตั้งโปรแกรมใหม่ครั้งแรก จะได้ฐานข้อมูลของอุปกรณ์ 4 ยี่ห้อ คือ FLUAKE, MITSUBSHI, NIKKO และ TELEMECANIQUE การค้นหาที่มีส่วนช่วยเหลือเพื่อเข้าถึงข้อมูลใหม่อยู่แล้ว หน้าต่งนี้จะรับเอาตัวแปรค่ากระแสทำงานของมอเตอร์จากหน้าต่งมอเตอร์ส่งมาแล้วนำมาคูณ FACTOR เพื่อใช้หาอุปกรณ์ หลังจากที่ใช้ค้นหาโดยการปรับค่าใน COMBOBOX จนพบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

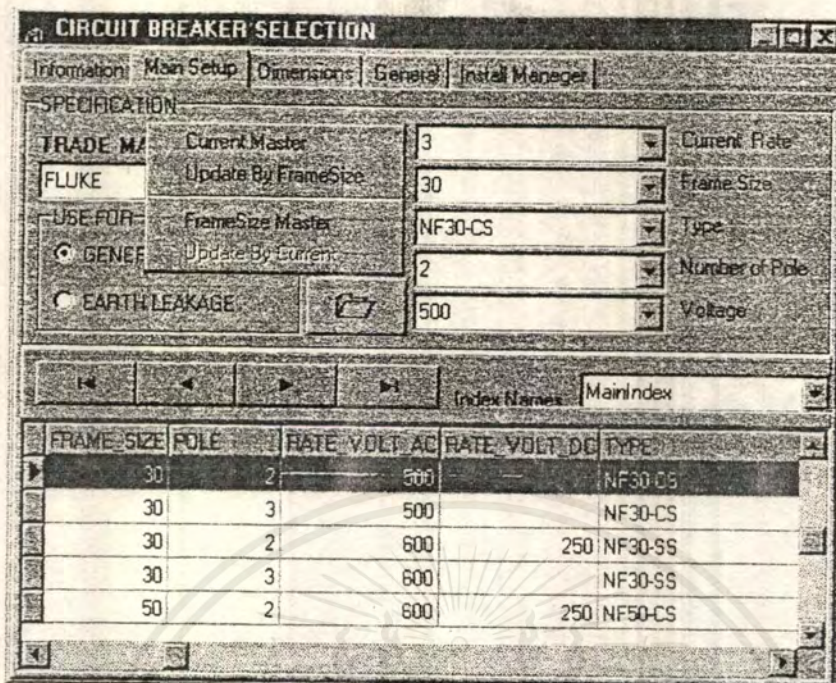
ข้อมูลในฐานะข้อมูลแล้ว ก็สามารถ SAVE ข้อมูลลงเป็น CIRCUIT ของ PROJECT เข้าไปในหน้าต่างหลักได้ การใช้งานของหน้าต่างจะถูกแบ่งเป็นหน้าดังนี้

1. SETUP เป็นหน้าที่ใช้ในการเข้าถึงฐานข้อมูล จากการปรับแต่งค่าที่ให้เลือกใน COMBOBOX โปรแกรมจะอ่านค่าที่มีทั้งหมดในฐานข้อมูลผ่านการเลือกยี่ห้อ และชนิดใช้งานแล้ว คัดค่าที่แสดงให้คุณในรูป

SERIES	FRAME SIZE	POLE	RATE	VOLT AC	RA
D	30	2		500	
C	30	3		500	
S	30	2		600	
S	30	3		600	
C	50	2		600	

รูปที่ 4.18 แสดง TAB SETUP ของ CIRCUIT BREAKER

ยี่ห้อที่เลือกเป็นของ FLAUKE และใช้แบบ GENERAL ดังนั้นทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนค่า 2 ชนิดนี้ ข้อมูลใน COMBOBOX ก็จะอ่านค่าจากฐานข้อมูลมาใส่ในกรอบ COMBOBOX ให้ทุกครั้ง เช่น ในที่นี้ค่าที่แสดงใน COMBOBOX เป็นค่าที่มีให้ได้ ท่านสามารถคลิกที่กรอบ COMBOBOX CURRENT RATE เพื่อขอทราบว่ายี่ห้อ FLAUKE แบบ GENERAL นั้นจะสามารถหาใช้พิกัด กระแสทำงานที่เท่าใดได้บ้าง หรือจะเป็น FRAME SIZE , TYPE , POLE , VOLT ก็เป็น ลักษณะเดียวกัน ถึงตอนนี้ท่านคงเริ่มคาตายกับรายการใน COMBOBOX นี้แล้ว ใจเย็น ๆ อย่างนี้ คกใจ เรามีวิธีช่วยคุณให้หาข้อมูลได้ง่ายกว่านี้ เพราะถ้าหากคุณเลือกข้อมูลที่ไม่เหมาะสม โปรแกรม ก็เข้าสู่ข้อมูลได้ไม่ตรงตามเป้าหมาย ให้ท่านชี้เมาส์ไปในนั้นที่ว่างตรงไหนก็ได้แล้วคลิกเมาส์ขวา จะ ปรากฏ เมนูช่วยเหลือดังแสดงในภาพ



รูปที่ 4.19 แสดงการใช้ POPUP MENU ช่วยชี้ฐานข้อมูล

การทำงานเป็นดังนี้

1. CURRENT MASTER

ให้คุณเลือกค่ากระแสทำงานที่จะใช้งานของวงจร หรือของ CIRCUIT BREAKER ที่ต้องการ แล้วกลับค่าเลือก คลิก CURRENT MASTER คราวนี้ท่านจะพบว่ากรอบ COMBOBOX ที่เหลือจะถูกนำข้อมูลเข้าใหม่ ท่านลองคลิกเข้าไปดูค่าที่ได้จะเป็นค่าที่มีให้ใช้ ณ. ค่ากระแสที่ท่านเลือก สมมติคุณเลือกกระแส 10 A แล้วใช้ CURRENT MASTER จะได้ FRAME SIZE ที่มีพิกัด TRIP ที่ 10 A มา 5 ตัว คือที่ FRAME SIZE เท่ากับ 30, 50, 60, 70, 100 นั่นเอง เช่นเดียวกับ TYPE มีหลายชนิด FRAME SIZE จะมีขนาดเท่ากันและไม่ต้องสงสัยนะครับว่า กรอบ POLE และ VOLTAGE ก็ต้องเป็นเช่นนี้

2. UPDATE BY FRAME SIZE

เมื่อสักครู่คุณอาจยังจะตาลายกับ TYPE ที่ดูยุ่งเหยิง ไม่เป็นไรครับให้ท่านเลือก FRAME SIZE ที่ดูว่าเหมาะสม ซึ่งก็น่าจะเป็น STEP ที่สองของรายการนั้นแหละครับ แล้วก็มาใช้ MENU UPDATE BY FRAME SIZE ทีนี้ ค่าใน COMBOBOX ที่เหลือจะถูกแก้ไขใหม่อีกครั้ง แต่ในเงื่อนไขที่สอดคล้องกับค่ากระแส และขนาดเฟรมที่เลือกใช้นั้นคือ TYPE ที่เหมาะสมหรือที่เป็นไปได้ POLE ที่มีให้เลือก และ VOLTAGE ที่พอจะมีได้ ถึงตอนนี้คุณก็กดปุ่มค้นหาเพื่อเข้าสู่ฐานข้อมูลได้แล้ว

ในระหว่างการเข้าสู่ฐานข้อมูลนี้ ถ้ามีเหตุการณ์ไม่คาดฝันเป็นเหตุให้เข้าหาข้อมูลไม่เจอ โปรแกรมจะเข้าสู่ค่าที่ใกล้เคียงให้

ความใกล้เคียง นั้นจะมีลำดับความเข้าใจเป็นไปตาม INDEX ของ TABLE ซึ่งค่า DEFAULT คือ FRAME SIZE - TYPE - POLE - VOLT

โดยใช้ชื่อว่า MAIN INDEX คุณจะขอดูรายละเอียดของมันได้ใน PAGE MGN. เพื่อไปเปลี่ยน ลำดับของ INDEX หรือสร้าง INDEX เข้ามาใหม่

เอาละครับถ้าการค้นหาข้อมูลไม่มีปัญหาท่านจะพบว่ากริดข้อมูลด้านล่างจะมี HIGHLIGHT RECORD ที่คุณ SETUP มา จะดูข้อมูลเพิ่มเติมที่ใช้ SCROLL BAR ได้ ถ้าคุณกลับไปดูใน COMBOBOX CURRENT คุณจะพบว่ามันจะแสดงค่าของกระแส TRIP ที่ดีให้ของรุ่นปัจจุบัน เอาไว้พิจารณา

3. FRAME SIZE MASTER

ในบางครั้งคุณพิจารณาเห็นว่าถ้าจะยึดถือเอาค่า FRAME SIZE เป็นหลักในการเลือก CIRCUIT BREAKER เรื่องพิกัดกระแส TRIP ค่อยว่ากัน อย่างนี้ FRAME SIZE MASTER ช่วยคุณได้เมื่อเลือกยี่ห้อและการใช้งานแล้ว คุณก็เลือกขนาด FRAME SIZE ที่ต้องการ แล้วมา POPUP MENU เลือก FRAME SIZE MASTER หลังจากนั้นให้คุณพิจารณาค่ากระแส ที่เป็นไปได้ เพราะ FRAME SIZE นั้น ๆ แต่คุณยังต้องศาลายอีกแน่ถ้ามองไปในกรอบ TYPE แล้วมันเยอะเยอะไปหมด นี่เฉพาะชนิดที่เป็นไปได้จากการเลือก FRAME SIZE ก่อนเองเท่านั้น

4. UPDATE BY CURRENT

หลังจากคุณอ่าน ขั้นตอน ในข้อ 3 มาแล้ว ให้คุณเลือกค่า CURRENT TRIP ในกรอบ CURRENT หลังจากนั้นให้ POPUP MENU ขึ้นมา แล้วเลือก UPDATE BY CURRENT จะทำให้กรอบ COMBOBOX ที่เหลือแสดงข้อมูลที่มีความเหมาะสม หรือเป็นไปได้จากการเลือก FRAME SIZE และ CURRENT คุณกดปุ่มค้นหา เพื่อนำคุณไปสู่ฐานข้อมูลต่อไป

2. INFORMATION PAGE

หลังจากคุณผ่านขั้นตอนการใช้ PAGE SETUP มาแล้ว ข้อมูลที่สำคัญของอุปกรณ์ที่เลือกไว้ จะแสดงให้เห็นในหน้านี้ คังแสดงในภาพ

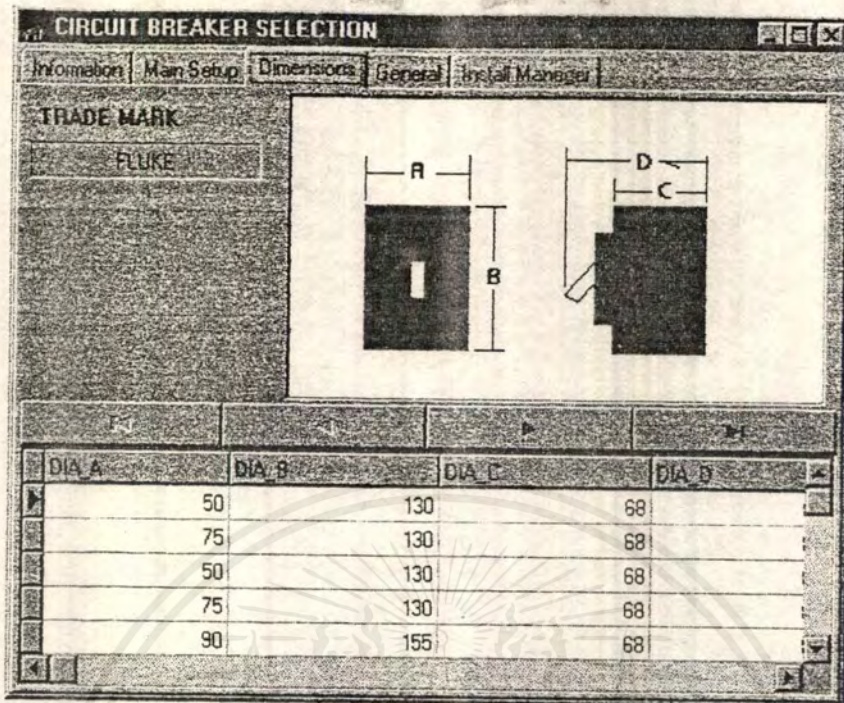
TRADE MARK	
TRADE MARK	FLUKE
INFORMATION FOR CIRCUIT BREAKER	
Use For	EARTH LEAKAGE
Frame size	50
Type	NV50-CF
Pole	3
AC Volt	120
Current	5
Rate sensitive Current (mA)	15
Max operate time (sec)	0.1
CONNECTION	
CONNECTION	CLAMP TERMINAL
DIMENSIONS (mm)	
Dimension A	75
Dimension B	130
Dimension C	68
Dimension D	86

รูปที่ 4.20 แสดง INFORMATION ของอุปกรณ์ที่เลือก

ถ้าเป็นการเปิดจากเพิ่ม PROJECT ที่ได้ออกแบบไว้ ก็จะนำมาแสดงให้เห็นในหน้านี้เช่นกัน

3. DIMENTION PAGE

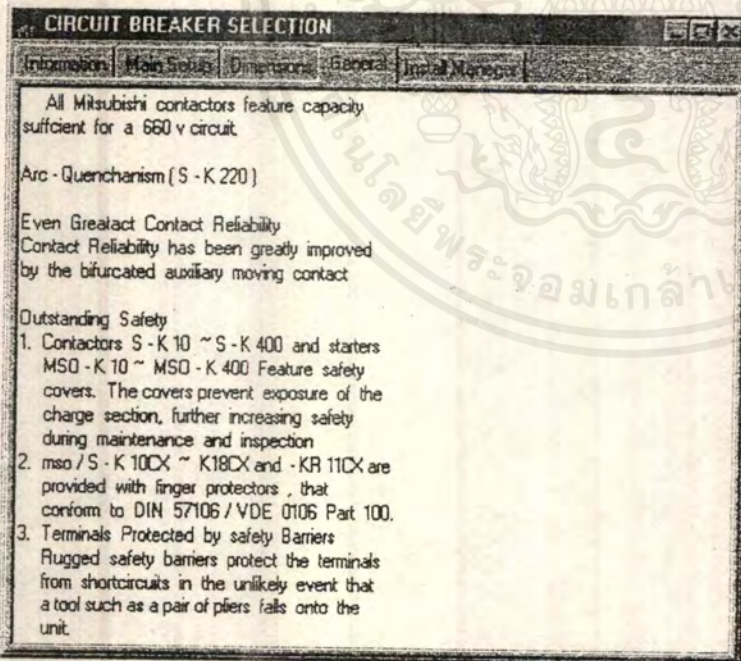
ในการติดตั้งในแผงควบคุม บางครั้งคุณต้องการทราบมิติของอุปกรณ์ที่คุณจะใช้ เพราะถ้ามันมีอุปกรณ์หลาย ๆ ตัว ในแผงควบคุมของคุณ ขนาดมิติของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่คุณใช้จะมีความสำคัญเพื่อให้ออกแบบจัดวางให้มีความเหมาะสม คุณต้องเลือกยี่ห้อกับการใช้งานในหน้า SET UP มาก่อน แล้วจึงขอมิติมันในหน้านี้ได้ ดังแสดงในรูปหน้าถัดไป



รูปที่ 4.21 แสดง DIMENSION ของอุปกรณ์ที่เลือก

คุณสามารถใช้ DB NAVIGATER เพื่อเลือกดูข้อมูลในรุ่นต่าง ๆ ได้

4. GENERAL PAGE



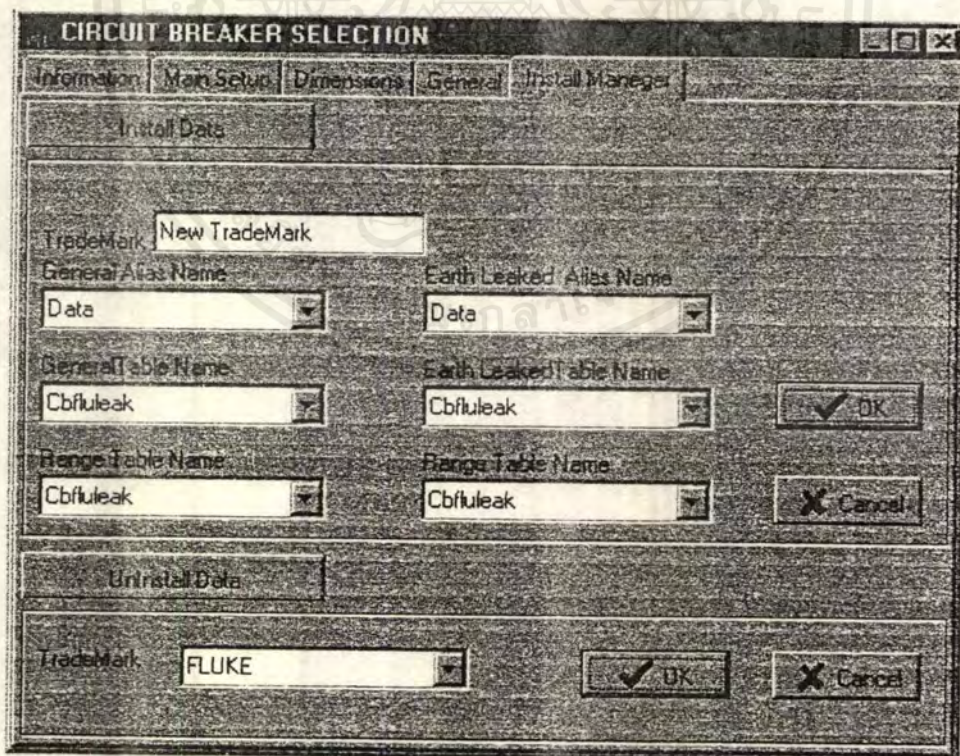
รูปที่ 4.22 แสดงหน้า GENERAL

บริษัทผู้ผลิต CIRCUIT BREAKER ต่าง ๆ จะมีรายละเอียดหรือข้อมูลเล็ก ๆ น้อย ๆ เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของตัวเอง อาจเป็นคำอธิบายรายชื่อรุ่นต่าง ๆ ว่าคุณสมบัติแตกต่างกันอย่างไร หรืออาจจะเป็นคำแนะนำการติดตั้ง การใช้งาน ข้อมูลเหล่านี้ บางทีมันก็เป็นประโยชน์ในเวลาที่คุณเริ่มไม่เข้าใจรายละเอียดของผลิตภัณฑ์

5. INSTALL MANAGER PAGE

ในคู่มือสารรวมของแผนกวิศวกรรมที่คุณทำงานอยู่มีข้อมูล CIRCUIT BREAKER เป็นตารางการเลือกรุ่นต่าง ๆ จากยี่ห้อหนึ่ง ซึ่งยังไม่มีใน PROGRAM แต่คุณอยากจะเนรมิตให้มันไปผลิตอยู่ในฐานข้อมูลของ PROGRAM นี้ เอาละครับ ความฝันจะเป็นจริงถ้าคุณไปใช้ส่วนออกแบบ TABLE ใน MAIN FORM ของ PROGRAM ที่ช่วยเหลือคุณทุกอย่าง คุณแค่ใส่ข้อมูลเหล่านั้นลงไปแล้วก็ SAVE ข้อมูล เริ่มสนุกแล้วครับ คุณเข้ามาใน INSTALL MANAGER PAGE คุณจะเห็นปุ่มที่ชื่อว่า INSTALL DATA คุณ CLICK ได้ทันที หลังจากนั้นจะเห็นว่าในกรอบ COMBOBOX จะแสดงรายการที่มีลักษณะบังคับอยู่ข้อเดียวคือ แต่ละยี่ห้อใส่ TABLE ได้สอง TABLE แบ่งเป็น GENERAL กับ EARTH LEAKAGE แต่ถ้าคุณมีข้อมูลไม่เพียงพอ คุณจะบันทึกเพียงชนิดเดียวก็ไม่มีปัญหา คุณใส่ชื่อยี่ห้อที่กรอบ EDIT แล้วใส่รายละเอียดในกรอบ COMBOBOX ที่มีรายละเอียดคือ

1. GENERAL ALIAS NAME คือ ชื่อ ALIAS ที่ข้อมูลของคุณอยู่
2. GENERAL TABLE NAME คือ ชื่อ TABLE ใหม่ที่คุณสร้างเสร็จมาหมด ๆ
3. RANGE TABLE NAME คือ ชื่อ TABLE ที่เก็บรายละเอียดของ RANGE TRIP ที่สัมพันธ์กันกับ GENERAL TABLE



รูปที่ 4.23 แสดงหน้า INSTALL MANAGER.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับกรอบ COMBOBOX 3 กรอบ ที่เหลือที่มีลักษณะเดียวกัน แต่เป็นของ EARTH LEAKAGE เมื่อคุณกำหนดค่าเหล่านี้เรียบร้อยแล้ว CLICK ที่ปุ่ม OK ถ้าไม่มีเหตุการณ์ที่ผิดพลาด คุณเก็บไปที่ PAGE MAIN SETUP ในกรอบ TRADE MARK ก็จะปรากฏยี่ห้อใหม่ที่คุณคิดตั้ง และพร้อมจะใช้งานได้

หากในระหว่างการปรับคิ่ตั้งค่าในกรอบ COMBOBOX คุณสามารถ CLICK ปุ่ม CANCEL เพื่อยกเลิกตัวเลือก

แต่ถ้าคุณต้องการยกเลิกการคิ่ตั้งยี่ห้อที่คุณได้คิ่ตั้งไปแล้ว คุณต้องใช้ปุ่ม UNINSTALL DATA แล้ว ในกรอบ TRADE MARK จะแสดงรายชื่อที่ถูกคิ่ตั้งแล้ว คุณ CLICK ปุ่ม OK ก็จะเป็นการถอนยี่ห้อออกจากฐานข้อมูล แต่ TABLE นั้นยังคงอยู่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน CONTACTOR & OVERLOAD RELAY SELECTION

การเลือก CONTACTOR และ OVERLOAD RELAY ประกอบด้วยหน้าจอการใช้งานอยู่ 4 ส่วนคือ

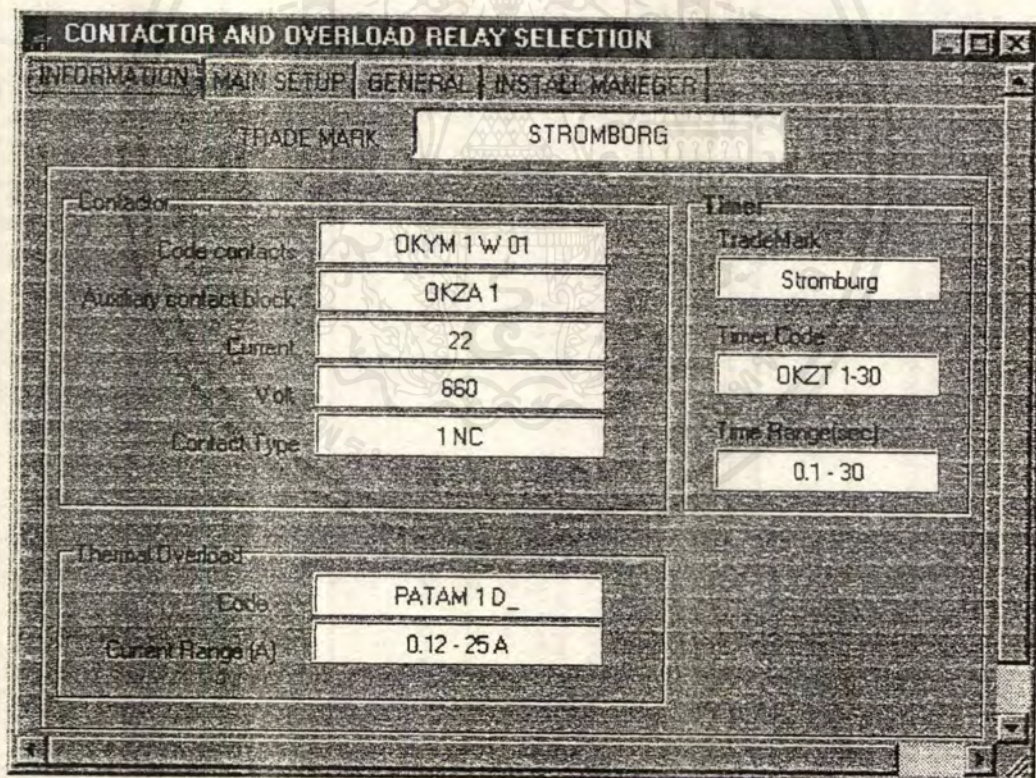
INFORMATION

MAIN SETUP

GENERAL

INSTALL MANAGER

1. INFORMATION เป็นหน้าแรกของการ SELECTION CONTACTOR และ OVERLOAD RELAY ทำหน้าที่แสดงข้อมูลรายละเอียดที่สำคัญของอุปกรณ์ที่ได้มาจากขั้นตอนการ SELECTION ในหน้า MAIN SETUP ในหน้าจอการทำงานจะมีกรอบแสดงข้อมูลของอุปกรณ์อยู่ 3 ตัว คือ CONTACTOR , OVERLOAD RELAY และ TIMER โดยมีรูปหน้าจอดังนี้



รูปที่ 4.24 หน้าจอ INFORMATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. MAIN SETUP ทำหน้าที่ค้นหาข้อมูลจากการ SELECTION ของผู้ใช้ โดยมีหน้าจอแสดงดังรูปต่อไปนี้

CURRENT	3P	CODE	CONTACT	TYPE	CONTACT	AUX CONTACT	RELAY
18		OKYM 01 W 32		3 NO_2 NC		OKZA 3	PA
22		OKYM 1 W 01		1 NC		OKZA 1	PA
22		OKYM 1 W 10		1 NO		OKZA 1	PA
22		OKYM 1 W 32		3 NO_2 NC		OKZA 3	PA

รูปที่ 4.25 หน้าจอ MAIN SETUP

การใช้งานหน้าจอ เริ่มต้นโดยการเลือกยี่ห้อของอุปกรณ์ที่ต้องการ โปรแกรมจะดึงข้อมูลของ CONTACTOR CURRENT และ RATE VOLTAGE ของ CONTACTOR มาแสดงให้เลือกในกรอบ CONTACT CURRENT และ VOLT CONTACT ตามลำดับ ถ้าผู้ใช้ต้องการรู้ข้อมูลของ CONTACTOR เพียงอย่างเดียวก็ให้กดปุ่มค้นหาได้เลย โปรแกรมจะค้นหาและชี้ที่เป้าหมายในช่องแสดงข้อมูลด้านล่างพร้อมทั้งนำค่า CONTACTOR CODE และ CONTACTOR TYPE มาแสดงให้ดูในกรอบ CONTACTOR CODE และ CONTACTOR TYPE ตามลำดับ

ถ้าหากว่าผู้ใช้มีความประสงค์จะต้องใช้ AUXILIARY CONTACTOR, OVERLOAD RELAY และ TIMER ก็ให้ CLICK MOUSE ชี้ที่ CHECKBOX ที่ตรงกับตัวอุปกรณ์ โปรแกรมจะทำการค้นหาเป้าหมายจากฐานข้อมูลของอุปกรณ์แต่ละตัวมาแสดงให้ดู ซึ่งอุปกรณ์ที่เลือกมาให้จะเป็นชนิดที่สามารถใช้รวมกันได้ในวงจรควบคุม

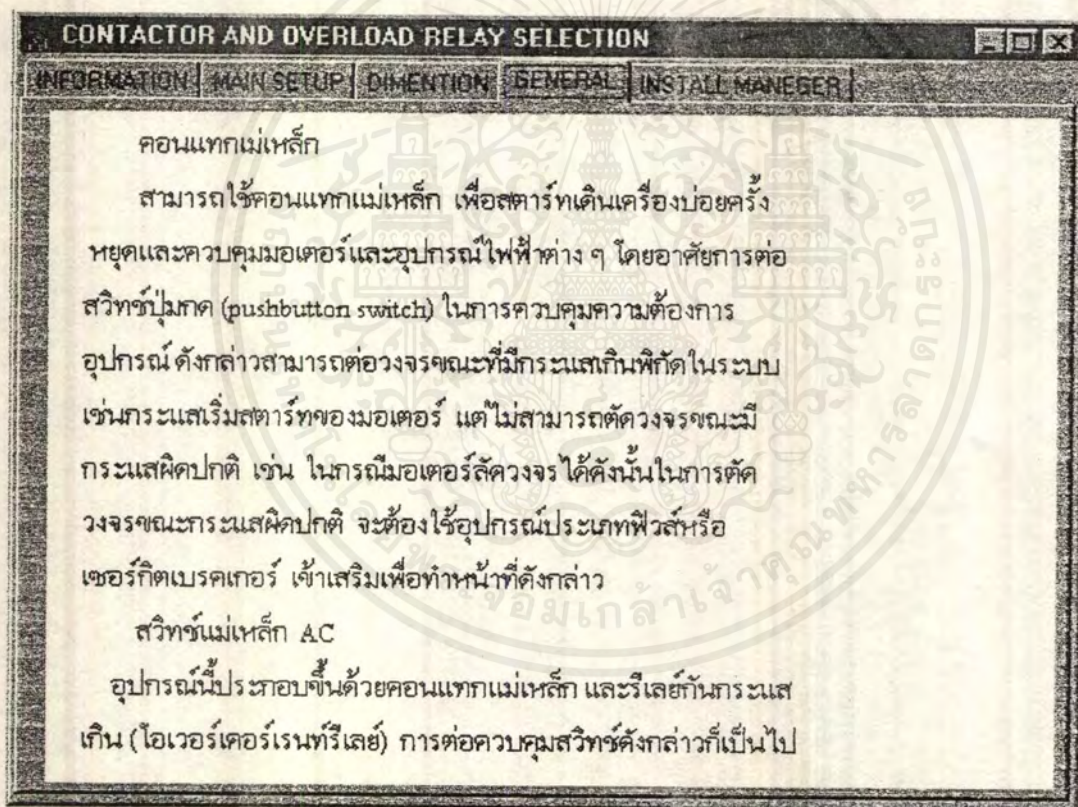
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัว OVERLOAD RELAY เราสามารถเลือกกระแสปรับตั้งของมันได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ SPECT ของอุปกรณ์แต่ละตัวที่สัมพันธ์กับ CONTACTOR

ส่วน TIMER นั้นเราก็สามารถเลือกข้อมูลจากยี่ห้อที่มีและเวลาการปรับตั้งได้ โดยเมื่อเลือกเวลาการใช้งานของ TIMER แล้ว โปรแกรมก็จะค้นหาข้อมูลเป้าหมายมาแสดงให้ดูในกรอบ TIMER CODE (แสดงชื่อรุ่น)

ข้อมูลของอุปกรณ์ที่เลือกมาได้นี้จะนำไปแสดงรวมกันในหน้า INFORMATION

3. GENERAL เป็นหน้าจอที่มีรายละเอียดที่น่าสนใจของ CONTACTOR & OVERLOAD RELAY รวมถึง TIMER ด้วย เพื่อให้การเลือกใช้อุปกรณ์มีประสิทธิภาพมากที่สุด หน้าจอการใช้งานเป็นดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.26 หน้าจอ GENERAL

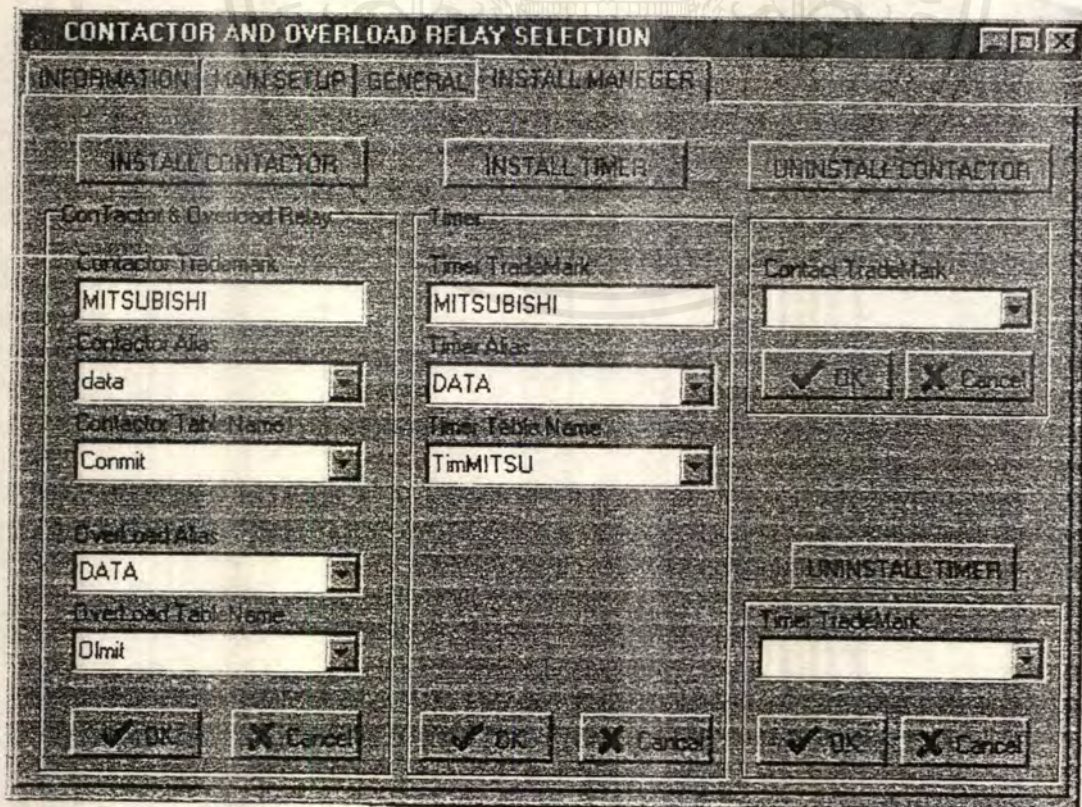
4. INSTALL MANAGER หน้าจอนี้ทำหน้าที่เพิ่มและลบ TABLE ของข้อมูลที่มีซึ่งก็คือ CONTACTOR, OVERLOAD RELAY และ TIMER

การ INSTALL TABLE และ UNINSTALL TABLE ของ CONTACTOR รวมถึง OVERLOAD RELAY ด้วยเพราะ CONTACTOR แต่ละยี่ห้อจะมี OVERLOAD RELAY ของ ยี่ห้อนั้นควบคุมมาด้วยการ INSTALL TABLE ทั้งของ CONTACTOR, OVERLOAD RELAY เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ TIMER เริ่มด้วยการกดปุ่ม INSTALL TABLE ของอุปกรณ์แต่ละตัว แล้วตามด้วยชื่อของ อุปกรณ์ที่ต้องการเพิ่ม ตามด้วย ALIAS ของระบบและ TABLE NAME ของอุปกรณ์ตัวที่ต้องการ ติดตั้ง ใน PROJECT นี้กำหนดให้ DATA เป็นชื่อ ALIAS โดย TABLE NAME ของอุปกรณ์จะ อยู่ใน ALIAS DATA เมื่อเติมชื่อยี่ห้อ, ALIAS และ TABLE NAME แล้วให้กดปุ่ม OK เป็นอัน เสร็จการติดตั้ง TABLE เพื่อนำไป SELECTION ในหน้าจอของ MAIN SETUP ซึ่งเมื่อเรากลับไป คู่มือหน้าจอ MAIN SETUP แล้วเลือกคู่มือที่กรอกรายชื่อของอุปกรณ์จะมีชื่อของยี่ห้อที่เราติดตั้งมาปรากฏ อยู่ด้วย

การ INSTALL TABLE ของ TIMER ก็เช่นกัน เริ่มจากเติมชื่อยี่ห้อ, ALIAS DATA และ TABLE NAME ของยี่ห้อใน ALIAS DATA ตามด้วยปุ่ม OK

การ UNINSTALL TABLE เป็นการลบชื่อยี่ห้อที่ไม่ต้องการออกจากหน้าจอ MAIN SETUP ในกรณีที่เราไม่ต้องการใช้อุปกรณ์ตัวนั้นทำการ SELECTION เราจะเริ่มต้นโดยการกดปุ่ม UNINSTALL TABLE ของอุปกรณ์ที่ต้องการ ตามด้วยชื่อยี่ห้อแล้วกดปุ่ม OK เท่านั้นในหน้าจอ MAIN SETUP ก็จะไม่มียี่ห้อที่เราลบให้เห็น แต่ TABLE NAME ของยี่ห้อนั้นก็ยังคงอยู่เหมือน เดิมถ้าเราต้องการนำยี่ห้อนั้นมาใช้งานอีกครั้งก็ใช้การ INSTALL TABLE ตามที่กล่าวมา การ UNINSTALL TABLE ของ CONTACTOR จะรวมถึง OVERLOAD RELAY ของยี่ห้อนั้นด้วย หน้าจอ INSTALL MANAGER จะมีรูปแบบดังนี้



รูปที่ 4.27 หน้าจอ INSTALL MANAGER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน CONDUCTOR SELECTION

การ SELECTION CONDUCTOR ของวงจรมอเตอร์ จะมีหน้าต่างการใช้งานอยู่ 4 ส่วน คือ

- INFORMATION
- SETUP
- GENERAL
- INSTALL MANGER

1. INFORMATION เป็นหน้าจอแรกของการ SELECTION CONDUCTOR ทำหน้าที่แสดงรายละเอียดข้อมูลของ CONDUCTOR ที่ได้มาจากการ SELECTION ในหน้า SETUP

CONDUCTOR SELECTION			
Information of Conductor from your Setup			
Trade Mark	CTW		
Type	NYY	Min Insulation Resistance	0.051
Model	# 62273	Amp In Air	18
Wire Size (Smm)	2.5	Amp 3 conductors in Raceway	28
Insulate (mm)	0.8	Direct buying at ground	
Cable O. D (mm)	13.4	Price (Bath/meter)	33.7

รูปที่ 4.28 แสดงหน้า INFORMATION

2. SETUP เป็นหน้าจอที่มีความสำคัญของการ SELECTION CONDUCTOR เพราะเป็นส่วนที่ทำการค้นหาขนาดสายมาให้ได้ใช้งานกัน จากนั้นไปเรามาเริ่มต้นวิธีการใช้งานของหน้า SETUP กันเลย เริ่มต้นจากเปิดหน้า SETUP ขึ้นมา จะปรากฏรูปร่างของหน้าจอ ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONDUCTOR SELECTION

INFORMATION | **SETUP** | GENERAL | INSTALL MANAGER

TRADE MARK: CTW

Current From Motor: 12

Wire Size (Som): 2.5

Type of Conductor: TW

Cable Current (amp): 12

Code: # 52504

Install Method:

- AIR
- 3C CONDUCT
- GROUND

Environment Temp: 55

Environment Temp:

- 40 °C
- More Than 40 °C

TYPE	WIRE SIZE	AMP AIR	AMP 3CON	AMP GROUND	CABLE DIA	WIRE DIA IN
TW	1.5	15	8		3.4	1/1.38
TW	2.5	21	12		3.8	1/1.73
TW	4	28	16		4.4	1/2.25
TW	6	37	21		4.9	1/2.76

รูปที่ 4.29 แสดงหน้า SETUP

ซึ่งเมื่อเปิดหน้า SETUP ขึ้นมาโปรแกรมจะ โหลดพิกัดกระแสการใช้งานของมอเตอร์ซึ่งได้ มาตอนที่เรทำการ SELECTION MOTOR มาแสดงในกรอบ CURRENT FROM MOTOR การ SELECTION จะเริ่มต้นที่ผู้ใช้เลือกยี่ห้อของสายใน COMBOBOX TRADEMARK เป็นผลให้ใน COMBOBOX TYPE OF CONDUCTOR มีชนิดของสายของยี่ห้อที่เราเลือกปรากฏขึ้น ผู้ใช้ก็เลือก ว่า ต้องการใช้สายชนิดใด ซึ่งจะมีสายชนิด TW, THW, NYY และ VCT ให้เลือก เมื่อเลือกชนิด สายแล้วถัดมาก็เลือกว่าจะนำสายไปใช้ลักษณะไหน โดยในกรอบ INSTALL METHOD นี้มีตัว เลือกอยู่ 3 ตัวเลือก คือ

- เดินสายในอากาศ (AIR)
- เดินสายในท่อ (3C CONDUCT)
- ฝังดิน (GROUND)

เมื่อเลือกตัวเลือกตัวหนึ่งตัวใดแล้ว จะปรากฏขนาดกระแสของสาย ที่สัมพันธ์กับชนิดและ วิธีการติดตั้งสายขึ้นที่ COMBOBOX CABLE CURRENT (AMP) ถึงตอนนี้เราก็มาเลือกกระแส ของสายที่มีค่าเท่ากันหรือมากกว่าค่ากระแสใน COMBOBOX CURRENT FROM MOTOR จาก กรอบ CABLE CURRENT (AMP) เมื่อเลือกได้แล้วก็ให้มาคปุมค้นหาขนาดสาย (ปุ่มที่มีรูปเป็น หนังสือ) โปรแกรมจะทำการค้นหาสายที่เหมาะสมกับการเลือกมาให้ แล้วจะมีแถบสีซึ่งลงในแถว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของข้อมูลที่เหมาะสมได้ พร้อมทั้งแสดง WIRE SIZE และ CODE ของสายตัวที่เลือกมาให้ดูด้วย ซึ่งในกรณีที่ค้นหาขนาดสายออกมาได้น้อยกว่า 2.5 sqmm ผู้ใช้ต้องกลับไปเลือกขนาดกระแสของสายในกรอบ CABLE CURRENT (AMP) ใหม่ที่มีค่าสูงกว่าตัวเดิมแล้วกดปุ่มค้นหา จนกว่าจะได้สายที่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 sqmm ซึ่งเป็นข้อกำหนดของการใช้สายตัวนำสำหรับวงจรมอเตอร์ตามมาตรฐานของการไฟฟ้า จากการเลือกที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นกรณีที่น่าสายไปใช้ในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส

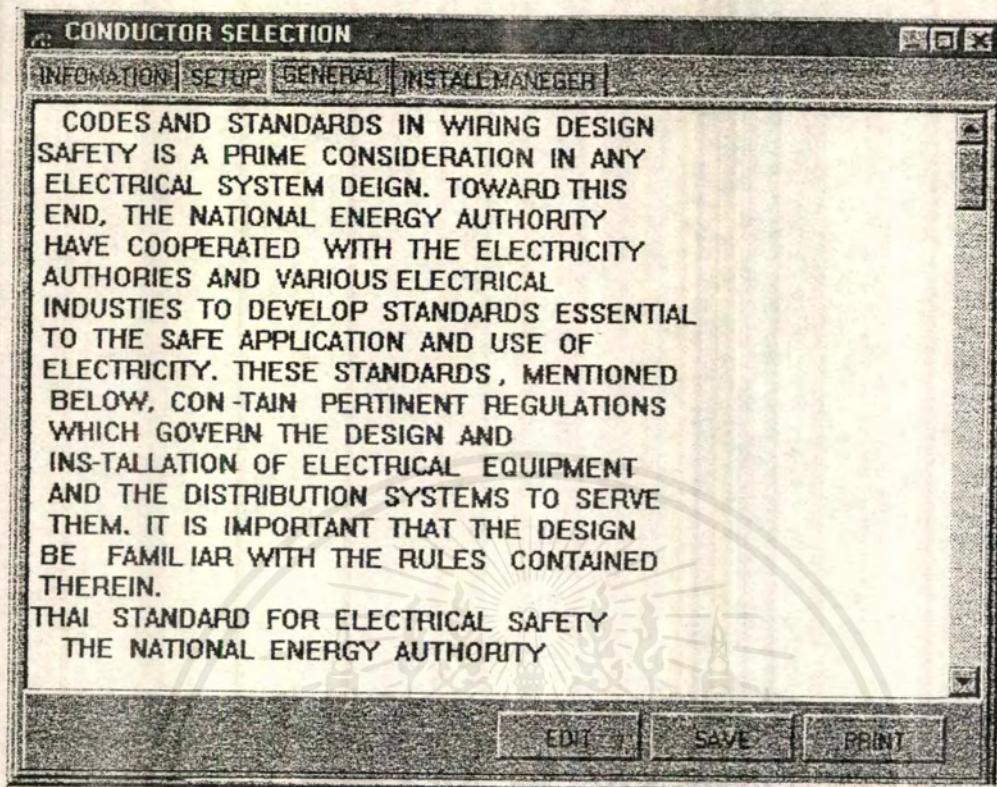
ต่อไปจะกล่าวถึงการ SELECTION CONDUCTOR ที่นำสายไฟใช้ในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส

จะขอย้อนกลับไปตอนที่เลือกสายใช้งานในที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส คือเมื่อมาถึงการเลือกขนาดกระแสของสายจากกรอบ CABLE CURRENT (AMP) แล้ว หลังจากนั้นถ้าเราต้องการนำสายไปใช้ที่สภาพแวดล้อมเกิน 40 องศาเซลเซียส ก็ให้ CLICK MOUSE ที่ตัวเลือก MORE THAN 40 องศาเซลเซียส แล้วมาเลือกช่วงของอุณหภูมิที่ต้องการใน COMBOBOX ENVIRONMENT TEMP เมื่อเราเลือกอุณหภูมิโปรแกรมจะนำค่ากระแสในกรอบ CABLE CURRENT (AMP) ไปคูณกับตัวคูณลดของสายตามช่วงของอุณหภูมิที่เลือก แล้วแสดงค่ากระแสที่ได้จากการคำนวณในกรอบ CABLE CURRENT * FACTOR โดยค่าที่คำนวณได้นี้เราต้องเปรียบเทียบกับขนาดกระแสในกรอบ CURRENT FROM MOTOR ถ้ากระแสที่คำนวณมาได้น้อยกว่ากระแสในกรอบ CURRENT FROM MOTOR ก็ให้คลิกกลับมาเลือกขนาดกระแสของสายจากกรอบ CABLE CURRENT (AMP) อีกจนกว่ากระแสที่คำนวณมาได้นั้นมีขนาดเท่ากันหรือมากกว่ากระแสจากกรอบ CURRENT FROM MOTOR แล้วก็ให้กดปุ่มค้นหาข้อมูลจาก DATABASE จึงจะได้ขนาดสายออกมา

บางท่านอาจสงสัยว่าเมื่อใช้งานที่อุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ทำไมต้องค้นหาตามแบบกล่าวมาที่เป็นเช่นนี้เพราะถ้าเรานำสายไปใช้ในอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้สายตัวนำทนกระแสได้น้อยลง เราจะต้องเลือกสายที่มีขนาดการทนกระแสที่สูงขึ้นมาใช้งานด้วย จึงจะทำให้วงจรไฟฟ้าทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

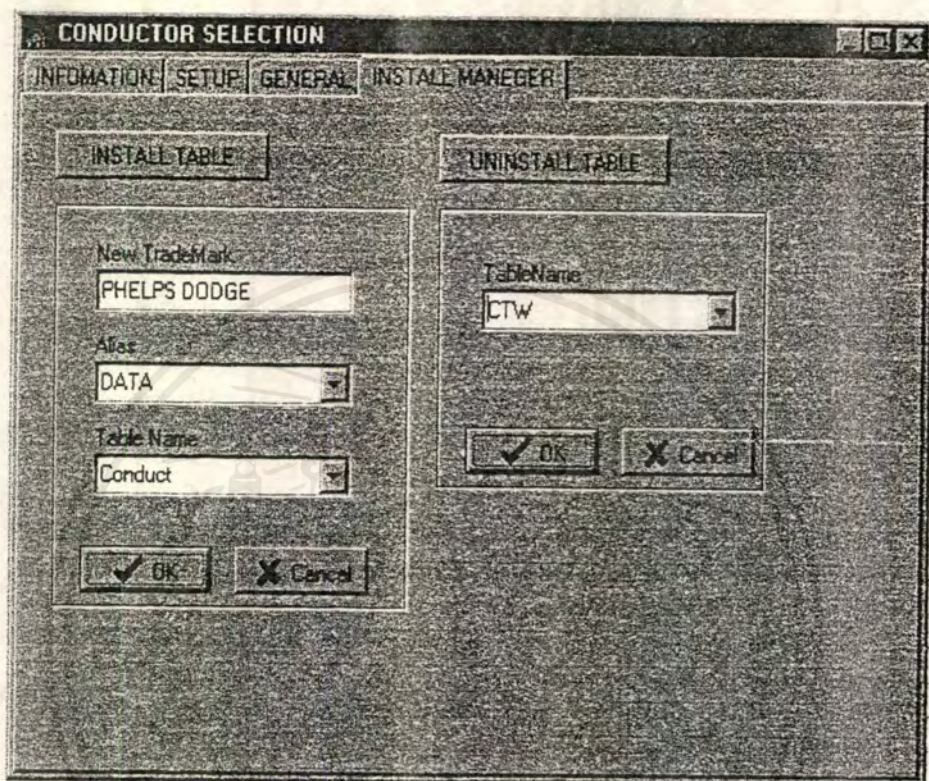
3. GENERAL มีหน้าที่แสดงรายละเอียดของ CONDUCTOR ที่เป็นประโยชน์ในการออกแบบ , การเลือกใช้สาย และมาตรฐานของสายสำหรับผู้ใช้งานซึ่งข้อมูลที่เป็นรายละเอียดนี้เราสามารถแก้ไขข้อมูลได้ โดยถ้าต้องการเพิ่มเติมหรือปรับปรุงข้อมูลก็กดปุ่ม EDIT แล้วทำการแก้ไขเพิ่มเติมตามความเหมาะสมของผู้ใช้ ซึ่งเมื่อปรับปรุงข้อมูลเสร็จแล้วก็ให้กดปุ่ม SAVE เพื่อบันทึกข้อมูลนั้นลงแฟ้ม และเราสามารถพิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์ได้ โดยการกดปุ่ม PRINT หน้าจอการใช้งานเป็นดังรูปข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 แสดงหน้า GENERAL

4. INSTALL MANAGER ทำหน้าที่เพิ่มและลบ TABLE ของข้อมูล CONDUCTOR จากหน้าจอ SETUP โดยมีหน้าจอการใช้งานดังนี้



รูปที่ 4.31 แสดง INFORMATION

INSTALL TABLE การเพิ่ม TABLE ใช้ในกรณีที่มีข้อมูลของ CONDUCTOR เพิ่มขึ้นมาแล้วต้องการเพิ่มเข้าไปในหน้า SETUP ผู้ใช้ต้องป้อนรายละเอียดของข้อมูลตัวใหม่ลงใน TABLE NAME ที่สร้างขึ้นมาแล้วนำ TABLE ไปไว้ใน ALIAS ตามที่ผู้ใช้จะกำหนดให้ซึ่งใน PROJECT นี้กำหนดให้ TABLE NAME อยู่ใน ALIAS DATA ทั้งหมดซึ่งการ INSTALL TABLE เริ่มต้นด้วยการกดปุ่ม INSTALL TABLE แล้วใส่ชื่อของข้อมูลตัวที่ต้องการเพิ่มแล้วมาเลือก ALIAS แล้วตามด้วย TABLE NAME ที่อยู่ใน ALIAS กดปุ่ม OK ข้อมูลตัวใหม่ก็จะไปปรากฏในหน้า SETUP นำมาใช้ในการ SELECTION ได้

UNINSTALL TABLE การลบ TABLE ใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการใช้ข้อมูลของอุปกรณ์ชื่อ นั้นเพื่อทำการ SELECTION ในหน้า SETUP เริ่มต้นใช้โดยกดปุ่ม UNINSTALL TABLE แล้วเลือกชื่อที่ต้องการลบออก แล้วกด OK จะมีผลให้ในกรอบ TRADE MARK ของหน้า SETUP ไม่ปรากฏชื่อที่เราลบออกไปแล้ว การลบชื่อออกจากหน้า SETUP นี้จะไม่มีผลให้ TABLE เอกสารเช่นเอกสารทลงวนเวสสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ไปใช้ระบบนี้ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของข้อมูลตัวนั้นหายไปเพียงแต่เราไม่สามารถนำมาใช้ SELECTION ได้เท่านั้น ซึ่งถ้าต้องการนำมาใช้งานเมื่อไหร่ก็ใช้การ INSTALL TABLE เข้าไปใหม่ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน

การใช้งาน โปรแกรมนี้ยังมีเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ที่ต้องการ UPDATE DATABASE ได้อีกด้วยได้แก่

SQL EXPLORER

UNIVERSAL DATABASE VIEWER

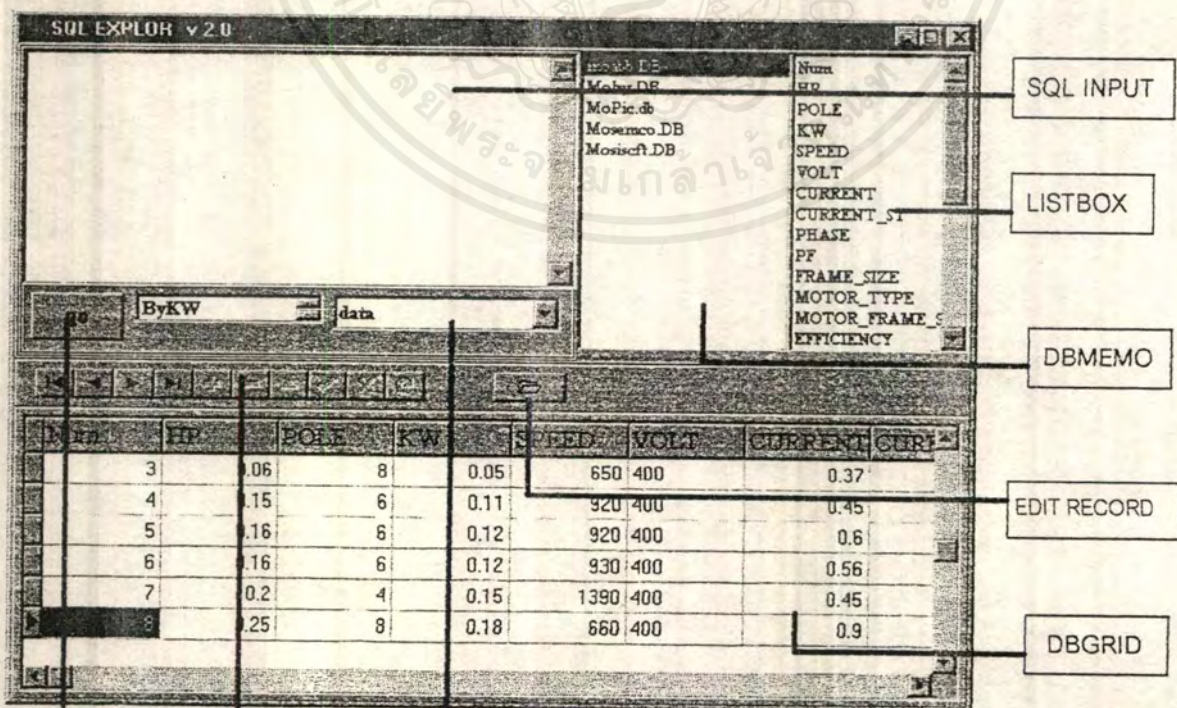
PUTPICTURE

ซึ่งเครื่องมือแต่ละตัวมีการใช้งานที่แตกต่างกันไป โดยเครื่องมือแต่ละมีการใช้งานดังต่อไปนี้

SQL EXPLORER

เป็นโปรแกรมที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการกับฐานข้อมูลตัวหนึ่ง เราสามารถใช้ภาษา SQL ในการจัดการกับฐานข้อมูล หรือ สามารถเลือกดูจาก COMBOBOX ซึ่งจะมีรายชื่อ ALIAS ของฐานข้อมูลที่ติดต่อกับ SQL EXPLORER เมื่อเราเลือก ALIAS ของ TABLE แล้วจะปรากฏชื่อ TABLE NAME ที่มีอยู่ใน ALIAS นั้นในช่อง DBMEMO หากคุณต้องการดูข้อมูลใน TABLE NAME ไหนให้ใช้ MOUSE ชี้ไปที่ TABLE NAME นั้นแล้ว DOUBLE CLICK รอสักครู่ ข้อมูลจะปรากฏขึ้นมาที่ DB GRID โดยข้อมูลที่ปรากฏขึ้นนี้จะมี FIELD เหมือนกับที่ปรากฏอยู่ในช่อง LISTBOX

หน้าจอการทำงานของ SQL EXPLORER เป็นดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 4.32 SQL EXPLORER V 2.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราไม่สามารถแก้ไขข้อมูลของ TABLE NAME ที่เลือกมาได้แต่ถ้าหากว่า ต้องการแก้ไขข้อมูลของ TABLE NAME ก็ให้กดปุ่ม EDIT RECORD แล้ว DOUBLE CLICK ที่ TABLE NAME ที่ต้องการแก้ไข เมื่อแก้ไขข้อมูลของ TABLE NAME เสร็จแล้วก็ให้กดปุ่ม EDIT RECORD อีกครั้ง เพื่อจบการแก้ไขข้อมูล การแก้ไขข้อมูลนี้รวมถึง INSERT RECORD และ DELETE RECORD ด้วย

การแก้ไขข้อมูลยังสามารถทำได้อีกกรณีหนึ่งคือการใช้ภาษา SQL แก้ไขข้อมูลที่ต้องการ โดยการเขียนคำสั่งลงในช่อง SQL INPUT การใช้ภาษา SQL จัดการกับข้อมูลนี้ทำได้หลากหลายมาก ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่ามีความชำนาญมากน้อยเพียงใด

SQL EXPLOR v 2.0

```
SELECT *
FROM MOABB
WHERE POLE = 2
```

moabb.DB
Molry.DB
MoPic.db
Mosemco.DB
Mosisoft.DB

Num
HP
POLE
KW
SPEED
VOLT
CURRENT
CURRENT_ST
PHASE
PF
FRAME_SIZE
MOTOR_TYPE
MOTOR_FRAME_S
EFFICIENCY

go ByKW data

Num	HP	POLE	KW	SPEED	VOLT	CURRENT	CURRENT_ST
17	0.33	2	0.25	2790	400	0.7	
18	0.33	2	0.25	2790	400	0.7	
27	0.35	2	0.25	2750	400	0.71	
31	0.41	2	0.3	2850	400	0.77	
44	0.5	2	0.37	2810	400	1.1	
45	0.5	2	0.37	2840	400	0.93	

รูปที่ 4.33 แสดงการใช้คำสั่ง SQL สอบถามข้อมูล

จากรูปเป็นการสอบถามข้อมูลของมอเตอร์ยี่ห้อ ABB ที่มี TABLE NAME ชื่อ MoABB.DB และ TABLE NAME อยู่ใน ALIAS DATA โดยเจาะจงดูข้อมูลของมอเตอร์ ABB ที่มี POLE เท่ากับ 2 โพลซึ่งคำสั่งที่ป้อนเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SELECT *
FROM MOABB
WHERE POLE = 2

```

หลังจากป้อนคำสั่งแล้ว CLICK MOUSE POINTER ที่ปุ่ม go หรือกด Alt + G โปรแกรมจะทำการค้นหาข้อมูลตามคำสั่งแล้วนำมาแสดงที่ช่อง DBGRID ด้านล่าง นอกจากการสอบถามข้อมูลแล้วยังสามารถแก้ไข

ข้อมูลได้ เช่นการใช้คำสั่ง UPDATE ดังนี้

```

UPDATE MOSEMCO
SET VOLT = 220
WHERE KW >= 3 AND KW <= 15

```

เป็นการปรับปรุงฐานข้อมูลของมอเตอร์ยี่ห้อ SEMCO ที่มี TABLE ชื่อ Mosemco.DB ใน ALIAS DATA เป็นการเปลี่ยนค่าของ VOLT ให้เป็น 220 โวลต์ ที่ค่าของ KW มีค่าตั้งแต่ 3 ถึง 15 KW. ดังรูปข้างล่าง

The screenshot shows the SQL Explorer v2.0 interface. The main window displays the following SQL query:

```

UPDATE MOSEMCO
SET VOLT = 220
WHERE KW >= 3 AND KW <= 15

```

Below the query, there is a 'go' button and a dropdown menu showing 'ByKW' and 'data'. To the right, a list of tables is visible, including 'moabb.DB', 'Molry.DB', 'MoPic.db', 'Mosemco.DB', and 'Mosiscr.DB'. The 'Mosemco.DB' table is selected, and its fields are listed: Num, KW, SPEED, VOLT, PHASE, POLE, CURRENT, PF, HP, FRAME_SIZE, EFFICIENCY, CODE, MOTOR_TYPE, and WEIGHT.

The results of the query are displayed in a table below:

Num	KW	SPEED	VOLT	PHASE	POLE	CURRENT	PF
18	3	2880	220	3	2	6.4	
19	4	2805	220	3	2	8.2	
20	5.5	2910	220	3	2	11.2	
21	7.5	2910	220	3	2	14.7	
22	11	2930	220	3	2	21	
23	15	2930	220	3	2	28.3	

รูปที่ 4.34 แสดงการใช้คำสั่ง UPDATE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SQL EXPLOR v 2.0

```
SELECT *
FROM MOABB
WHERE POLE = 2
```

moabb.DB
Moby.DB
MoPic.db
Mosemco.DB
Mosicft.DB

Num
HP
POLE
KW
SPEED
VOLT
CURRENT
CURRENT_ST
PHASE
PF
FRAME_SIZE
MOTOR_TYPE
MOTOR_FRAME_S
EFFICIENCY

go ByKW data

Num	HP	POLE	KW	SPEED	VOLT	CURRENT	CURLA
17	0.33	2	0.25	2790	400	0.7	
18	0.33	2	0.25	2790	400	0.7	
27	0.35	2	0.25	2750	400	0.71	
31	0.41	2	0.3	2850	400	0.77	
44	0.5	2	0.37	2810	400	1.1	

EDIT RECORD

รูปที่ 4.35 แสดงการ INSERT RECORD

จากรูปที่ 4.24 การเพิ่ม RECORD ให้กับ TABLE ต้องกดปุ่ม EDIT RECORD แล้ว DOUBLE CLICK ที่ TABLE NAME ที่ต้องการแก้ไข แล้วกดปุ่ม INSERT RECORD (เครื่องหมาย +) จะปรากฏแถวว่างขึ้นมาหนึ่งแถวเพื่อให้ป้อนข้อมูล เมื่อป้อนข้อมูลเสร็จแล้วก็ให้กดปุ่ม EDIT RECORD อีกครั้งเพื่อหยุดการแก้ไข.

UNIVERSAL DATABASE VIEWER

เป็นตัวทำหน้าที่บริหารข้อมูลอีกตัวหนึ่งสามารถสอบถามข้อมูลแก้ไขข้อมูลของฐานข้อมูลที่ มีนามสกุล .DB ซึ่งฐานข้อมูลทุกอย่างที่ใช้ใน PROJECT นี้มีนามสกุล .DB ทั้งหมด หน้าต่างการใช้งานเป็นดังรูป

KW	SPEED	VOLT	PHASE	POLE	CURRENT	HP
4	1425	220	3	4	9.1	
4	2800	220	3	2	8.2	
4	2840	220	3	2	8.2	
4	1415	380	3	4	9.2	
5.5	2920	220	3	2	10.9	
5.5	2910	380	3	2	10.9	
3	705	220	3	8	8.8	
3	895	380	3	8	9.5	

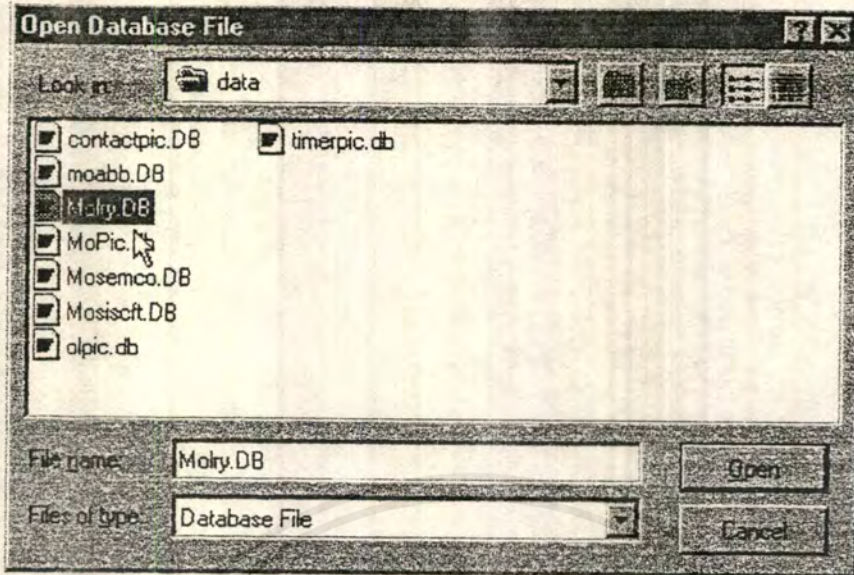
รูปที่ 4.36 หน้าจอการทำงานของ UNIVERSAL DATABASE VIEWER

ส่วนประกอบของหน้าต่าง

- ปุ่ม OPEN TABLE เพื่อเปิดหาข้อมูล .DB ที่ต้องการใช้งาน
- ปุ่ม EDIT RECORD ถ้าต้องการปรับปรุงฐานข้อมูลให้กดปุ่มนี้
- ปุ่ม DBNAVIGATOR มีปุ่มคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้จัดการกับฐานข้อมูล คือมีปุ่มเลื่อนแถวของข้อมูล , ปุ่มเพิ่ม RECORD ปุ่มลบ RECORD , ปุ่มรับค่าหลังจากการแก้ไขข้อมูล แล้วปุ่มยกเลิกการแก้ไขข้อมูล
- DBGRID แสดงข้อมูลของฐานข้อมูลที่เลือก

เมื่อต้องการเปิดดูข้อมูลจากฐานข้อมูลก็ให้กดปุ่ม OPEN TABLE จะปรากฏหน้าจอขึ้นมา

ดังรูป



รูปที่ 4.37 หน้าจอ Open Database File

แล้วทำการค้นหาตำแหน่งที่อยู่ของฐานข้อมูลที่ต้องการ เมื่อค้นพบจะใช้การ DOUBLE CLICK ที่ชื่อฐานข้อมูล หรือใช้ MOUSE ชี้ไปที่ชื่อของฐานข้อมูลแล้ว CLICK ซ้าย 1 ครั้ง จากนั้น CLICK MOUSE ที่ปุ่ม OPEN เท่านั้นข้อมูลก็จะปรากฏขึ้นที่ DBGRID

ถึงตอนนี้ข้อมูลที่แสดงอยู่สามารถดูค่าได้อย่างเดียวยังไม่สามารถแก้ไขปรับปรุงข้อมูลได้ จนกว่า จะกดปุ่ม EDIT RECORD ดังรูป

KW	SPEED	VOLT	PHASE	POLE	CURRENT	HP
0.75	700	220	3	8	2.5	
0.75	890	380	3	8	2.4	
1.1	895	220	3	8	3.7	
1.1	885	380	3	8	3.7	
1.5	930	220	3	8	3.8	
1.5	915	380	3	8	3.9	
2.2	1430	220	3	4	5.1	
2.2	1410	380	3	4	5.2	

รูปที่ 4.38 หน้าจอทำงานเมื่อกดปุ่ม EDIT RECORD.

หลังจากกดปุ่ม EDIT RECORD แล้วแถบเครื่องมือของคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการปรับปรุงแก้ไข ข้อมูลจะสว่างขึ้น ถึงตอนนี้เราสามารถใช้นุ่มต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงข้อมูลได้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น ตัวอย่างการใช้ปุ่ม INSERT RECORD เพื่อเพิ่มแถวของฐานข้อมูลดังรูป

Num	KW	SPEED	VOLT	PHASE	POLE
1	0.75	700	220		3
2	0.75	690	380		3
3	1.1	695	220		3
4	1.1	685	380		3
5	1.5	930	220		3
6	1.5	915	380		3

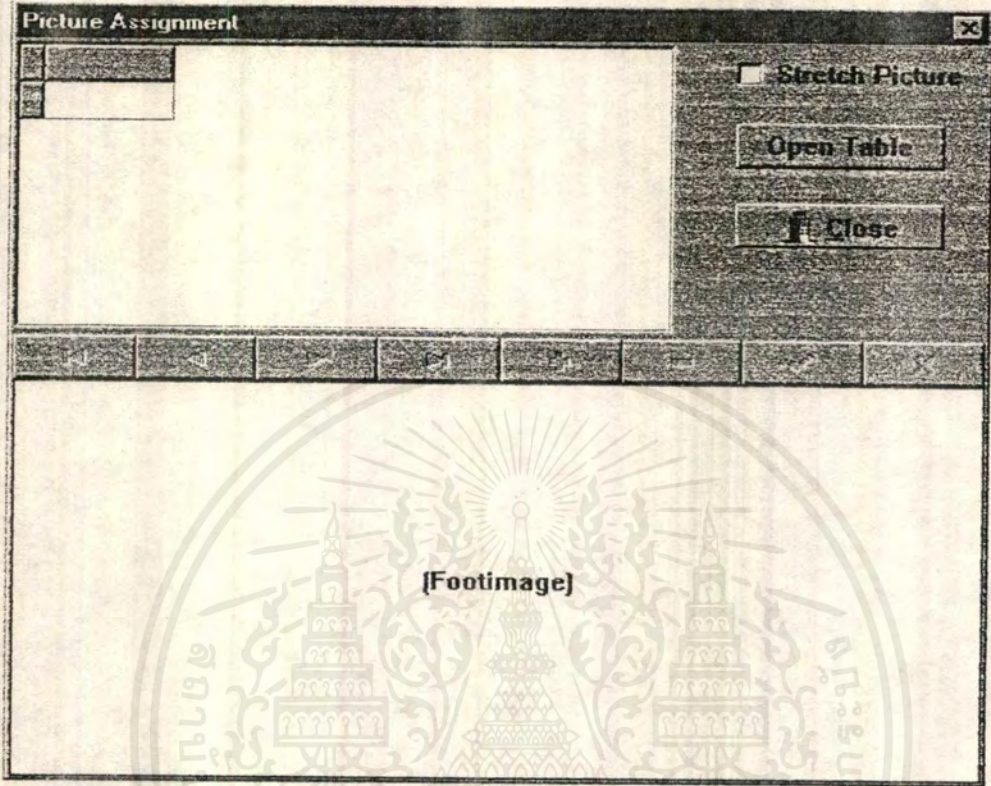
รูปที่ 4.39 หน้าจอทำงานเมื่อกดปุ่ม Insert Record.

เมื่อใส่ข้อมูลครบแล้ว ก็ให้กดปุ่ม POST EDIT (ปุ่มที่เป็นเครื่องหมายถูก) เพื่อ SAVE ข้อมูลลงในฐานข้อมูลนั้น

ถ้าต้องการลบแถวของข้อมูล ก็ให้เลือกแถวของข้อมูลที่ต้องการลบ (แถวที่มีรูปลูกศรสีดำอยู่เป็นแถวที่มีผลต่อคำสั่ง) แล้วกดปุ่ม DELETE RECORD (ปุ่มนี้เป็นเครื่องหมายลบ) จะปรากฏข้อความถามเพื่อความแน่ใจอีกครั้งคำสั่งการลบก็ตอบ OK เมื่อนำการปรับปรุงฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้วก็ให้กดปุ่ม EDIT DELETE อีกครั้ง แถบคำสั่งที่ใช้ปรับปรุงก็จะมัวลงใช้การไม่ได้ ถ้าต้องการดูข้อมูลของฐานข้อมูลตัวอื่นก็กดปุ่ม OPEN TABLE อีกครั้ง ค้นหาฐานข้อมูลที่ต้องการต่อไป ซึ่งวิธีการต่าง ๆ ก็เป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวมา

การกำหนดรูปภาพให้ฐานข้อมูล

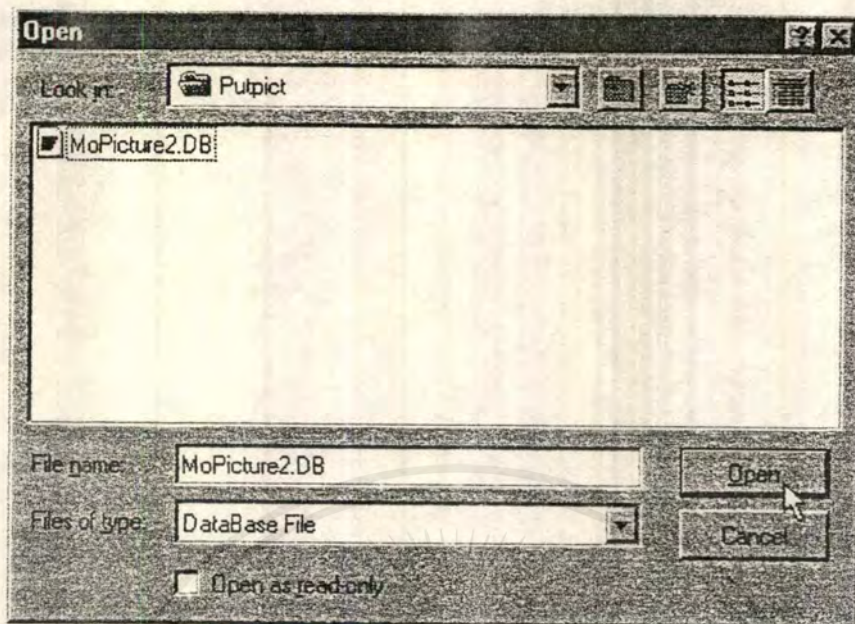
PUTPICTURE



รูปที่ 4.40 PUTPICTURE

PUTPICTURE เป็นโปรแกรมที่กำหนดรูปภาพให้กับฐานข้อมูล
การใช้งาน

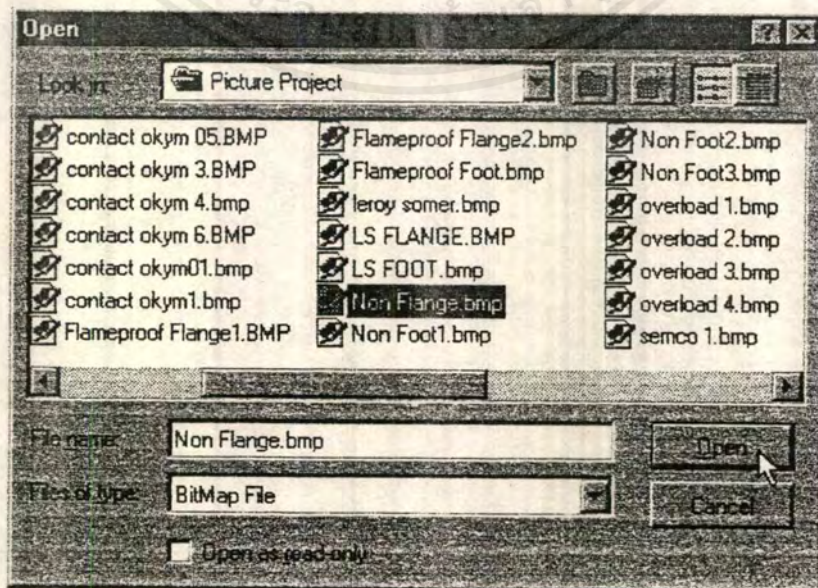
ต้องเปิด TABLE ที่ใช้สำหรับเก็บรูปภาพก่อนซึ่ง TABLE ต้องมีนามสกุลเป็น .BMP
โดยใช้ปุ่ม OPEN TABLE



รูปที่ 4.41 หน้าต่าง OPEN TABLE.

เมื่อได้ TABLE ที่เก็บข้อมูลภาพแล้ว โดยใน TABLE ที่เก็บข้อมูลภาพจะมี FIELD ของ TABLE NAME ที่ตรงกับชื่อของรูปภาพของอุปกรณ์ในฐานะข้อมูลของอุปกรณ์แต่ละชนิดและ FIELD ที่เก็บข้อมูลของภาพแต่ละภาพนั้นเรากำหนดให้ตัวแปรที่จะนำข้อมูลภาพเข้าไปเก็บนั้นเป็นแบบ GRAPHIC การนำภาพเข้าไปเก็บในตัวแปรจะทำได้โดย DOUBLE CLICK ที่ตัวแปร GRAPHIC ที่ตรงกับชื่อรูปที่ต้องการ ในที่นี้กำหนดให้ตัวแปรเป็นแบบ (Blob) จะปรากฏหน้าต่าง OPEN เพื่อให้เลือกภาพที่ต้องการใส่เข้าไป ภาพที่เอามาใส่ต้องเป็นนามสกุล .BMP

เมื่อ DOUBLE CLICK ที่ชื่อรูปหรือเลือกรูปแล้วกดปุ่ม OPEN ข้อมูลรูปภาพนั้นก็เข้าไปอยู่ในตัวแปร GRAPHIC ทันที



รูปที่ 4.42 หน้าจอของ OPEN PICTURE

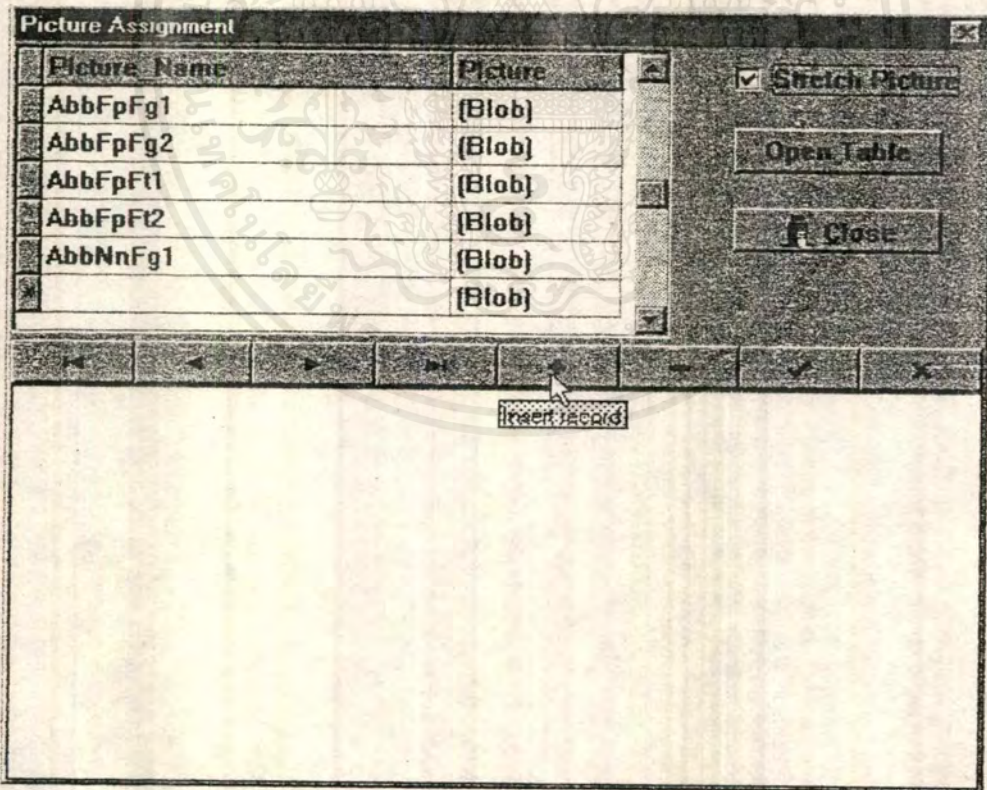
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถเพิ่มหรือลบ RECORD ให้กับ TABLE ที่เก็บรูปภาพได้ ถ้าต้องการเพิ่ม RECORD ก็ให้กดปุ่ม INSERT RECORD (เครื่องหมาย+) จะปรากฏแถวใหม่ขึ้นใน TABLE ให้ตั้งชื่อรูปภาพในส่วนใน FIELD ของข้อมูลภาพจะมีตัวแปรเป็นแบบ GRAPHIC ให้เองโดยอัตโนมัติจากนั้นก็ DOUBLE CLICK ที่ตัวแปร GRAPHIC เพื่อนำภาพมาใส่ในตัวแปรต่อไป ส่วนการลบ RECORD ให้กดปุ่มเลือก RECORD ที่ต้องการลบแล้วกดปุ่ม DELETE RECORD (เครื่องหมาย-) ถ้าต้องการลบก็ตอบ OK แถวที่ลบก็จะหายไป



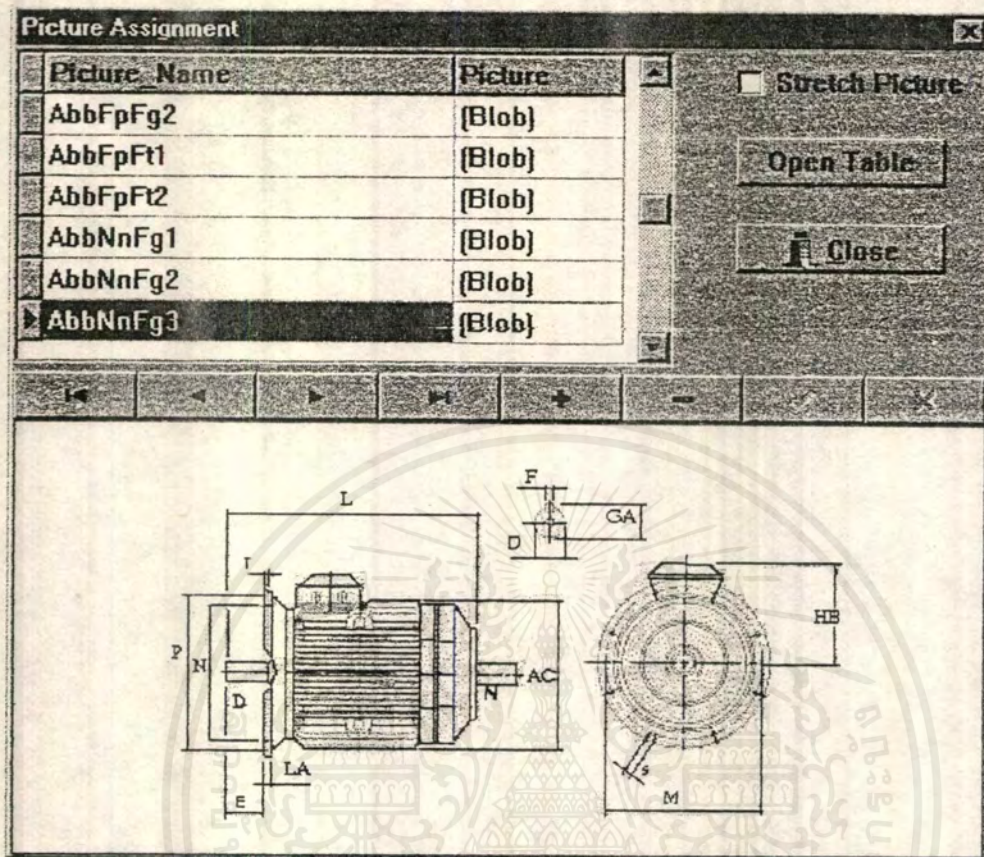
รูปที่ 4.43 Confirm Delete Record

นอกจากนี้ยังมี CHECK BOX ของ STRETCH PICTURE ถ้าต้องการดูภาพเต็มจอก็เลือกช่องนี้



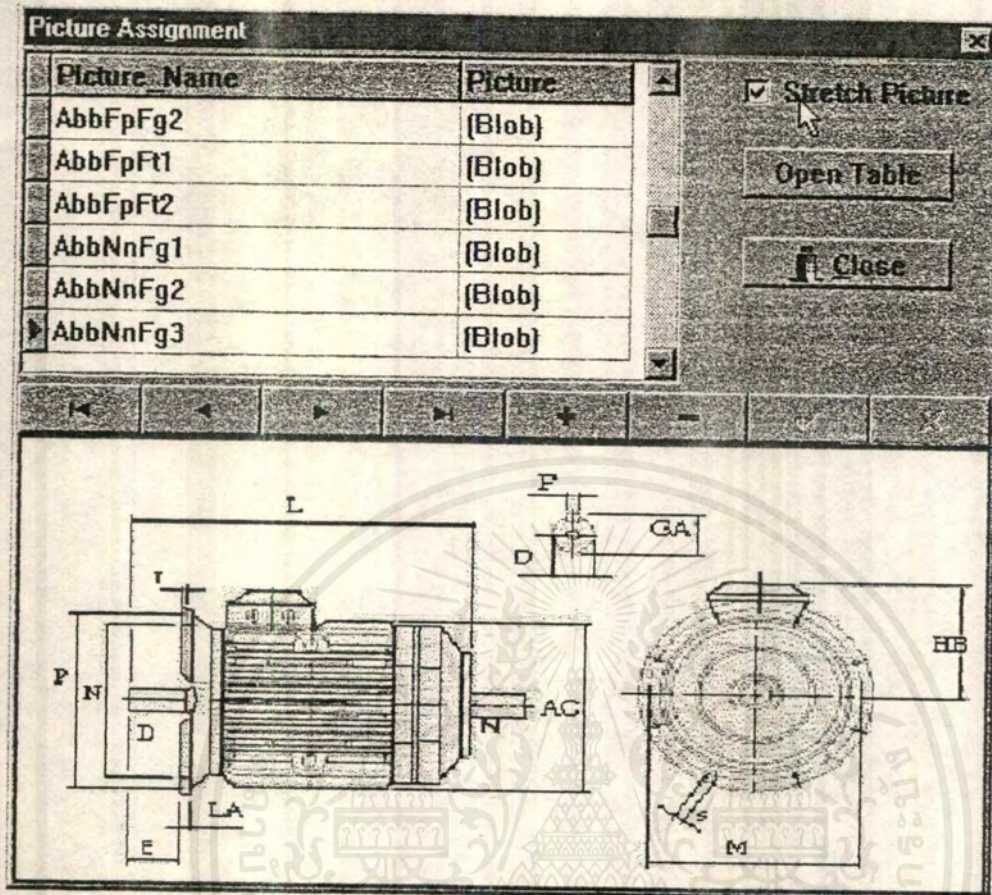
รูปที่ 4.44 การ INSERT RECORD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.45 รูปที่ได้จากการเลือกมาแล้ว

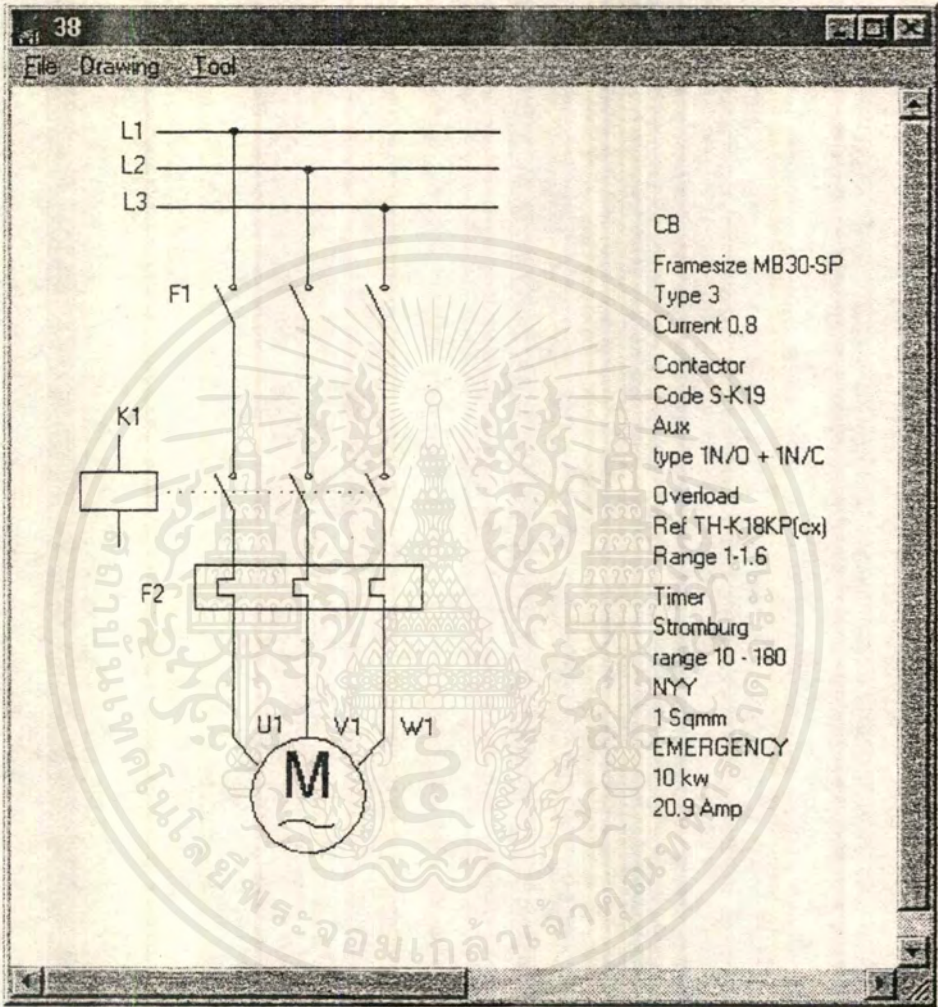
การใช้ CHECKBOX เพื่อ STRETCH PICTURE มีผลทำให้ภาพขยายออกจนเต็มหน้าจอในกรณีที่ภาพที่โหลดเข้ามามีขนาดเล็กเกินไปและถ้าภาพที่โหลดเข้ามามีขนาดใหญ่เกินไป STRETCH PICTURE. ก็จะบีบให้มีขนาดพอดีกับหน้าจอซึ่งรูปที่จะแสดงดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.46 แสดงการใช้ CHECKBOX เพื่อ STRETCH PICTURE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเลือกอุปกรณ์แต่ละอย่างแล้ว ข้อมูลของอุปกรณ์ที่เลือกจะมาปรากฏที่รูปวงจรถที่เราเลือกโดยการกดปุ่ม OK ในหน้าจอ INFORMATION ของการเลือกอุปกรณ์แต่ละตัวซึ่งเมื่อเราเลือกอุปกรณ์ทุกอย่างเรียบร้อยแล้ว จะมีหน้าจอดังนี้



รูปที่ 4.47 แสดงหน้าจอเมื่อเลือกอุปกรณ์เสร็จแล้ว

ซึ่ง โปรแกรมทำการบันทึกให้โดยอัตโนมัติ (AUTO SAVE) ซึ่งเราสามารถพิมพ์ออกมาดูได้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

โปรแกรมนี้มีความยืดหยุ่นพอสมควร ออกแบบโดยการใช้ลักษณะของการใช้งานและหลักการออกแบบอุปกรณ์ตามกฎข้อบังคับของการไฟฟ้าและทฤษฎีของวงจรมอเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ที่เราเลือกใช้ในวงจรควบคุมมีความเหมาะสมถูกต้องเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด โดยควบคุมถึงอุปกรณ์ที่จำเป็นในวงจรกำลังของมอเตอร์ (MOTOR POWER CIRCUIT) ผู้ที่นำโปรแกรมนี้ไปใช้งานสามารถเลือก SETUP เฉพาะอุปกรณ์ที่ทำไว้เป็นฐานข้อมูล ผู้ปฏิบัติงานสามารถแก้ไขปรับปรุงได้ตามต้องการ เพื่อให้ข้อมูลมีความทันสมัยอยู่เสมอ โดยจะมีโปรแกรมที่ช่วยในการปรับปรุงข้อมูลให้เลือกใช้คือ DATABASE VIEWER

SQL EXPLORER และ PUTPICTUSE ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ช่วยรองรับให้ผู้ใช้สามารถปรับปรุงและเพิ่มข้อมูลของอุปกรณ์ที่ต้องการลงใน DATABASE ได้เป็นอย่างดี การใช้งานโปรแกรมตั้งแต่การเลือกรูปแบบของวงจรถูกแล้วทำการ SELECTION อุปกรณ์ต่าง ๆ จนเสร็จเรียบร้อยแล้ว รวมถึงการนำค่าข้อมูลของทั้งหมดที่ได้มาแสดงให้ดู แล้วเก็บเป็นข้อมูลของงานแต่ละอย่างไปล้วนแล้วแต่ต้องใช้ฐานข้อมูลในการช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานทั้งสิ้น ซึ่งประโยชน์ในการใช้ฐานข้อมูลนั้นมีหลายอย่างดังนี้

1. ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล
2. สามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง
3. สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้
4. สามารถควบคุมความเป็นมาตรฐานได้
5. สามารถจัดหาระบบความปลอดภัยที่รัดกุมได้
6. สามารถควบคุมความคงสภาพของข้อมูลได้
7. สามารถสร้างความขัดแย้งของความต้องการได้
8. เกิดความเป็นอิสระของข้อมูล

วิจารณ์

ผู้ที่ใช้โปรแกรมในการออกแบบสมควรที่จะมีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบและวิธีการติดตั้งวงจรมอเตอร์มาบ้างเพื่อให้การใช้โปรแกรมมีประสิทธิภาพมากที่สุดเท่าที่โปรแกรมจะทำได้ รวมทั้งยังสามารถนำข้อมูลจากฐานข้อมูลมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าโปรแกรมมีความยืดหยุ่นได้ดี ตรงที่ผู้ใช้สามารถกำหนดลักษณะของการนำอุปกรณ์ไปใช้ทำให้มีผลต่อค่ากระแสทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ กันไปและอีกอย่างคือ ผู้ใช้สามารถเพิ่มข้อมูลเข้าไปในฐานข้อมูลได้ ซึ่งถ้าเพิ่มเข้าไปใน TABLE ของข้อมูลที่มีอยู่แล้วก็คงไม่มีปัญหาอะไรเราเพียงแต่ป้อนข้อมูลให้ตรงกับชื่อ FIELD ของแต่ละอุปกรณ์เท่านั้น แต่ถ้าหากว่าผู้ใช้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการสร้าง TABLE ของอุปกรณ์ตัวใหม่ขึ้นมาคุณต้องสร้างให้ TABLE มีชื่อ FIELD ที่เหมือนกับ
อุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วเพื่อโปรแกรมจะได้ทำการค้นหาได้ถูกต้อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคการผลิต

ในส่วนของโปรแกรมนี้อาศัยคุณสมบัติการทำงานของเครื่องมือหลายชนิดนอกจาก Compiler ซึ่งใช้ DELPHI แล้ว ยังใช้ตัวจัดการฐานข้อมูลและตัว SQL อีกด้วยนั้นจะขอแยกอธิบายรายละเอียดของแต่ละส่วนเพื่อเป็นข้อมูลอันเป็นประโยชน์กับการศึกษา การวิเคราะห์หรือแม้กระทั่งการนำ Source Code ไปทดลองก็ได้

1) Compiler

เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้กับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เราจึงเลือกใช้ Delphi ซึ่งเป็นชุดพัฒนาโปรแกรมของบริษัทบอร์แลนด์ การ CODE ใช้รูปแบบของ Pascal ถึงแม้จะเป็น Object Pascal ขั้นสูง แต่เราก็สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วกับระบบ Visual Programming ในโปรเจกต์นี้ใช้ Delphi รุ่น 2 เป็น Compiler แบบ 32 บิต สำหรับ Windows 95 . ดังนั้นพวกทรัพยากรของวินโดวส์ เช่น Common Dialog และพวก Control ทั้งหมดจึงเป็นของ Windows 95 หากนำโปรแกรมที่พัฒนาไปใช้ใน Windows 3.11 จะไม่สามารถทำงานได้

มีข้อสำคัญอย่างหนึ่งคือ หากนำ Source Code ไปใช้คือ ในหน้าต่างหลักซึ่งในส่วนของการทำงานจริงนั้นจะเป็นการให้กำเนิดแบบ Dynamic คือไม่ได้วางวัตถุไว้ล่วงหน้าใน Form จะกำหนดตัวแปรและเราจะเป็นผู้ให้กำเนิดตอน Run time . วัตถุตัวนี้เป็น Component ที่ผู้ออกแบบโปรแกรมสร้างขึ้นมา เป็นการกำเนิดมาจาก Object Timage อีกต่อหนึ่ง ดังนั้นจึงต้องติดตั้ง Object ตัวนี้ลงเพิ่มไปให้ Delphi รู้จัก. โดยชื่อของ Object นี้คือ Tcir1class1. การดำเนินการติดตั้งก็ทำตามขั้นตอนปกติของ Delphi

และสุดท้ายในการ Compile หากเกิดการแจ้งไม่พบ File นามสกุล PAS เราต้องแก้ไขในส่วนของารชี้ตำแหน่งของ File ที่เรา USES เข้ามา โดยตรวจสอบ PATH ให้ตรงกับตำแหน่งของเครื่องของคุณก็พอ เพราะอาจจะอยู่ใน PATH ที่ต่างกันไปของ File ต่างๆ

2) DATABASE

เนื่องจากกระบวนการส่วนใหญ่ของโปรแกรมจะติดต่อกับตัวบริหาร Database เป็นส่วนใหญ่ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบและชนิดของฐานข้อมูลที่ใช้จึงมีความสำคัญมากและ โครงสร้างของฐานข้อมูลเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการออกแบบ โปรแกรมเพื่อจะนำข้อมูลนี้ออกไปใช้

- Model ของฐานข้อมูลจะเป็นแบบ Relation คือ Field จะมีการอ้างอิงถึงกันในแต่ละ Table
- Index และ Primary key เป็นตัวจัดลำดับความสำคัญและการจัดเรียงของ Table ใน Table ทุกอันของโปรเจกต์นี้จะมี Primary key และ Index

3) SQL

ที่กล่าวถึงเพราะ SQL เป็นภาษาที่จุกจิกและต่างกันไปตามแต่ละบริษัทผู้ผลิต เช่น IBM ,

MICROSOFT SQL , BORLAND . แต่ก็มีมาตรฐานกำหนดของ ANSI เช่นกัน. เราใช้ SQL ของ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BORLAND ดังนั้นจึงมีข้อแตกต่างออกไปจาก ANSI หรือ MICROSOFT. โดยปกติแล้ว SQL ที่ใช้เป็นแบบฝังตัวในโปรแกรม แต่เราก็สามารถใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้นมาจำลอง SQL แบบเดี่ยวได้คือใช้โปรแกรม SQL EXPLOR ที่มากับโปรเจกต์นี้ได้

INSTALLATION

การติดตั้งจะประกอบด้วยแผ่น DISK จำนวน 6 แผ่น ดำเนินการติดตั้งลง Hard disk และสร้าง Database Driver ให้กับระบบรวมถึงการเพิ่ม Alias และติดตั้ง Table ของข้อมูล ให้ท่านใส่ DISK แผ่นที่ 1 แล้วเรียก INSTALLEXE หลังจากนั้นก็ทำตามคำแนะนำของตัวติดตั้งจนเสร็จก็จะได้ Short cut และตัว Uninstall โดยอัตโนมัติก็เป็นอันเสร็จใช้ได้ทันที



กิตติกรรมประกาศ

ในส่วนงานโครงสร้างของโปรแกรมตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ที่ได้รับจากท่านอาจารย์
รศ. พิพัฒน์ เลหาสงคราม ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการแก้ไขปรับปรุงข้อผิดพลาดและปัญหาต่างๆ
จนทำให้งานสำเร็จลุล่วงเป็นที่น่าพอใจ รวมถึงเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ยืม SCANNER ทำงาน
ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้จัดทำ

13 / 11 / 97



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บรรณานุกรม

กรรชิต มาลัยวงศ์, ดร. และ วิชิต ปุณสวัสดิ์; เทคนิคการออกแบบโปรแกรม; บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด . พ.ศ. 2536.

ศุติ บรรจงจิตร; หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง; บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด . พ.ศ. 2537.

ไพบุลย์ เอ็มพันธ์, พล. อ.; เรียนรู้ภาษาฐานข้อมูล SQL; บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด . พ.ศ. 2536.

Neil J. Rubenking; แรกเริ่มเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วย DELPHI; ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด . พ.ศ. 2536.

Cary Jensen, Loy Anderson, Joseph Fung, Ann Lynnworth, Mark Ostroff, Martin Rudy, Robert Vivrette; DELPHI IN DEPTH; Osborne MC GRAW - HILL . 1996.

