การจัดการพลังงานในสถานีไฟฟ้าย่อย

Energy Management In Substation

โดย

นาย สาโรจน์ ลิ่มประสิทธิอิสระ

นาย สิทธิพร บุณยประทีปรัตน์

นาย สุธีพงศ์ สำเภาโภค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033175

ปริญญานิพนธ์ทางวิศวกรรมไฟฟ้า
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง การจัดการพลังงานในสถานีไฟฟ้าย่อย

ผู้จัดทำ 1.นาย สาโรจน์ ลิ่มประสิทธิอิสระ
2.นาย สิทธิพร บุณยประทีปรัตน์
3.นาย สุธีพงศ์ สำเภาโภค

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ. มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ นิทัศน์ กฤษณจินดา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน : การจัดการพลังงานในระดับสถานีไฟฟ้าย่อย

ENERGY MANAGEMENT IN SUBSTATION

ผู้จัดทำ : นาย สาโรจน์ ลิ่มประสิทธิอิสระ

: นาย สิทธิพร บุณยประทีปรัตน์

: นาย สุธีพงศ์ สำเภาโภค

อาจารย์ที่ปรึกษา : อ. มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์

อ. นิทัศน์ กฤษณจินดา

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ เป็นแนวความคิดทางด้าน การจัดการพลังงานในระดับสถานีไฟฟ้าย่อย และ โครงข่ายของสถานีไฟฟ้าย่อย โดยใช้การควบคุมจากคอมพิวเตอร์ ปกติ การทำงานของสถานีไฟฟ้าย่อยในการถ่ายโหลด ในสายป้อนแต่ละสาย หรือหม้อแปลงแต่ละตัว อาจเกิด โอเวอร์โหลด ได้ ในขณะที่ บางสายป้อน หรือ หม้อแปลงบางตัว ทำงานไม่ถึงพิกัด ดังนั้นในโครงการนี้ จึงได้มีความคิดที่จะมี การโอนถ่ายโหลดของสายป้อน หรือหม้อแปลงในบางส่วนที่เกิด โอเวอร์โหลด ไปยังส่วนที่สามารถรับโหลดเพิ่มได้ โดยการ สวิทช์ชิ่งซึ่งใช้อุปกรณ์เซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นเครื่องมือในการสวิทช์ชิ่ง แนวความคิดที่จะใช้คอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการสวิทช์ชิ่ง จึงเป็นหัวข้อที่โครงงานนี้ มีจุดมุ่งหมายที่จะทำให้เกิดขึ้น โดยนำแนวความคิดของการถ่ายโหลด ในลักษณะ HNN (HOPFIELD NEURAL NETWORK) บางส่วนมาร่วมใน การประดิษฐ์ ซอฟต์แวร์ เพื่อใช้ควบคุมการ สวิทช์ชิ่ง ของสถานีไฟฟ้าย่อย และโครงข่ายสถานีไฟฟ้าย่อย

ABSTRACT

This project submitted the idea about energy management in substations and substations' network by controlling with PC. Generally, working in substation for transfer load in each feeder or each transformer may overload while some feeder or transformer don't work at rating yet. Therefore in this project has an idea to transfer some parts of load (feeders or transformers occurs over load) to sections which can take load. With switching, which uses circuit breaker as aparatus in switching.

This idea leads to using computer for control switching. This is main item to acheive it. Using partly of HNN (Hopfield Neural Network) idea combine with ours idea to create software that can control switching in substation and substation's network.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

INTRODUCTION 1

วัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงงาน 2

บทที่ 1 ทฤษฎีและระบบ

ทฤษฎี 3

SUPERVISORY CONTROL UNIT 6

SYTEM CONTROL DIAGRAM 7

TELEPHONE EQUIPMENT 8

METERING EQUIPMENT 8

SUPERVISORY CONTROL EQUIPMENT 9

บทที่ 2 การ SWITCHING ใน SUBSTATION

การ SWITCHING ใน SUBSTATION 11

แบบจำลองฮอปฟิลด์ (HOPFIELD MODEL) 24

FORMULATION OF HNN TO OPTIMAL RADIAL SYSTEM STRUCTURE 24

OPTIMIZATION PROBLEM 24

AVOIDING LOCAL MINIMA USING CONSTRAINED NOISE 26

COMBINATION OF PURPOSED HNN AND ENGINEERING KNOWLEDGE 27

บทที่ 3 แบบจำลองในการ SWITCHING ที่เลือกใช้

การจ่ายโหลด 30

ตัวอย่าง การจ่าย LOAD ร่วมกัน 31

การกำหนดรูปแบบของสมการในการพิจารณา 32

หลักการสำหรับการ SWITCHING 34

การพิจารณาในการโอนย้ายโหลดให้เหมาะสม 35

บทที่ 4 อธิบายส่วนโปรแกรม

ตัวแปร 41

ส่วนประกอบของโปรแกรม 42

ส่วนเมนู 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนข้อมูล (DATA) 42
- ส่วนกำหนดข้อมูล (MODE) 42
- ส่วนปฏิบัติ (RUN) 43
- ตัวอย่าง (DEMO) 43
-ออกจากเมนู (EXIT) 43
ส่วนรับข้อมูล 43
- ข้อกำหนดในการป้อนข้อมูล 43
ส่วนแสดงข้อมูล 44
- ตาราง (TABLE) 44
- ภาพ (PICTURE) 44
- กราฟ (GRAPH) 44
ส่วนประมวลผล 45

บทที่ 5 ผลการทดลองการใช้โปรแกรม
รูปแสดงเมนูส่วน MAIN 49
รูปแสดงเมนูส่วน SUBMENU 50
รูปแสดง ระบบ ของข้อมูล ชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 1 ก่อนการ SWITCHING 53
รูปแสดง ตาราง ของข้อมูล ชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 1 ก่อนการ SWITCHING 54
รูปแสดง ระบบ ของข้อมูล ชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ SWITCHING 55
รูปแสดง ตาราง ของข้อมูล ชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ SWITCHING 56
รูปแสดง กราฟ ของข้อมูล ชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ SWITCHING 57

รูปแสดง ระบบ ของข้อมูล ชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 1 ก่อนการ SWITCHING 58
รูปแสดง ตาราง ของข้อมูล ชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 1 ก่อนการ SWITCHING 59
รูปแสดง ระบบ ของข้อมูล ชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ SWITCHING 60
รูปแสดง ตาราง ของข้อมูล ชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ SWITCHING 61
รูปแสดง กราฟ ของข้อมูล ชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ SWITCHING 62

รูปแสดง ระบบ ของข้อมูล ชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 1 ก่อนการ SWITCHING 63
รูปแสดง ตาราง ของข้อมูล ชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 1 ก่อนการ SWITCHING 64
รูปแสดง ระบบ ของข้อมูล ชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ SWITCHING 65
รูปแสดง ตาราง ของข้อมูล ชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ SWITCHING 66
รูปแสดง กราฟ ของข้อมูล ชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ SWITCHING 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดง ระบบ ของข้อมูล ชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 ก่อนการ SWITCHING 68
รูปแสดง ตาราง ของข้อมูล ชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 ก่อนการ SWITCHING 69
รูปแสดง ระบบ ของข้อมูล ชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ SWITCHING 70
รูปแสดง ตาราง ของข้อมูล ชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ SWITCHING 71
รูปแสดง กราฟ ของข้อมูล ชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ SWITCHING 72

รูปแสดง ระบบ ของข้อมูล ชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 2 ก่อนการ SWITCHING 73
รูปแสดง ตาราง ของข้อมูล ชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 2 ก่อนการ SWITCHING 74
รูปแสดง ระบบ ของข้อมูล ชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ SWITCHING 75
รูปแสดง ตาราง ของข้อมูล ชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ SWITCHING 76
รูปแสดง กราฟ ของข้อมูล ชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ SWITCHING 77

รูปแสดง ระบบ ของข้อมูล ชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 2 ก่อนการ SWITCHING 78
รูปแสดง ตาราง ของข้อมูล ชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 2 ก่อนการ SWITCHING 79
รูปแสดง ระบบ ของข้อมูล ชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ SWITCHING 80
รูปแสดง ตาราง ของข้อมูล ชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ SWITCHING 81
รูปแสดง กราฟ ของข้อมูล ชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ SWITCHING 82

บทที่ 6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการ SWITCHING
การนำ REMOTE มาใช้ใน SUBSTATION 84
BAY LEVEL AND PROTECTION 88
AUXILIARY SWITCHGEAR AND EQUIPMENT 88
LOAD BREAK SWITCH 95
ขั้นตอนการทำงานของ LOAD BREAK SWITCH 97
RELAYS
HIGH VOLTAGE RELAY 101
OVER LOAD RELAY 102
SPECIAL PURPOSE RELAY 104

CONCLUSIONS AND DISCUSSIONS 106

กิตติกรรมประกาศ

REFERENCE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Introduction

การควบคุมสถานีไฟฟ้าย่อยในปัจจุบัน เป็นการทำงานในลักษณะ Manual และการทำงานโดยใช้แผงวงจรควบคุม จากส่วนควบคุม เป็นการควบคุมสถานีไฟฟ้าย่อยโดยแผงควบคุม หรือใช้วิทยุติดต่อให้กับบุคคลไปทำการปฏิบัติตามที่ศูนย์ควบคุมมีคำสั่ง แต่การปฏิบัติงานจริงในปัจจุบัน อาจมีปัญหาทางด้านการติดต่อสื่อสาร และการควบคุมการปฏิบัติการของอุปกรณ์ก็อาจเกิดความผิดพลาดได้ ดังนั้นจึงมีความคิดที่จะนำคอมพิวเตอร์มาควบคุมการสั่งงานภายในสถานีไฟฟ้าย่อย และโครงข่ายของสถานีไฟฟ้าย่อย โดยคอมพิวเตอร์ที่นำมาควบคุมสถานีไฟฟ้าย่อยนี้จะสามารถรับทราบและปฏิบัติการได้ ในขณะที่มีข้อมูลจำนวนมากและต้องการความรวดเร็วแม่นยำ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ควบคุมในระดับสถานีไฟฟ้าย่อยนี้ ในต่างประเทศได้มีการปฏิบัติและยอมรับ ในด้านเสถียรภาพมาเป็นเวลาหลายปีแล้ว แต่ในประเทศไทยการนำคอมพิวเตอร์มาควบคุมสถานีไฟฟ้าย่อยยังไม่เป็นที่นิยม ดังนั้นในโครงงานนี้จึงมีแนวความคิดที่จะนำคอมพิวเตอร์มาควบคุมสถานีไฟฟ้าย่อย และได้คิด Software ที่จะนำมาใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์โดยจะเน้นการ Switching เพื่อลด Overload ของสถานีไฟฟ้าย่อยเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงงาน

1. เสนอแนวความคิดที่จะใช้ Personal Computer เพื่อการควบคุมสถานีไฟฟ้าย่อยและโครงข่ายของสถานีไฟฟ้าย่อย

2. เสนอแนวความคิดตามข้อ 1 โดยใช้ Software และอุปกรณ์เสริม เช่น Remote Switch มาช่วยในการควบคุมสถานีไฟฟ้าย่อยและโครงข่ายของสถานีไฟฟ้าย่อย โดยอยู่ในส่วนของ Supervisory Control Unit

3. Software ของโครงงานนี้จะเป็นไปเพื่อการควบคุมการ Switching ของสถานีไฟฟ้าย่อย และ โครงข่ายของสถานีไฟฟ้าย่อย เพื่อลด Overload อันจะเป็นผลทำให้เกิดประโยชน์ในการบริหารพลังงานของสถานีไฟฟ้าย่อยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

ทฤษฎี และ ระบบ

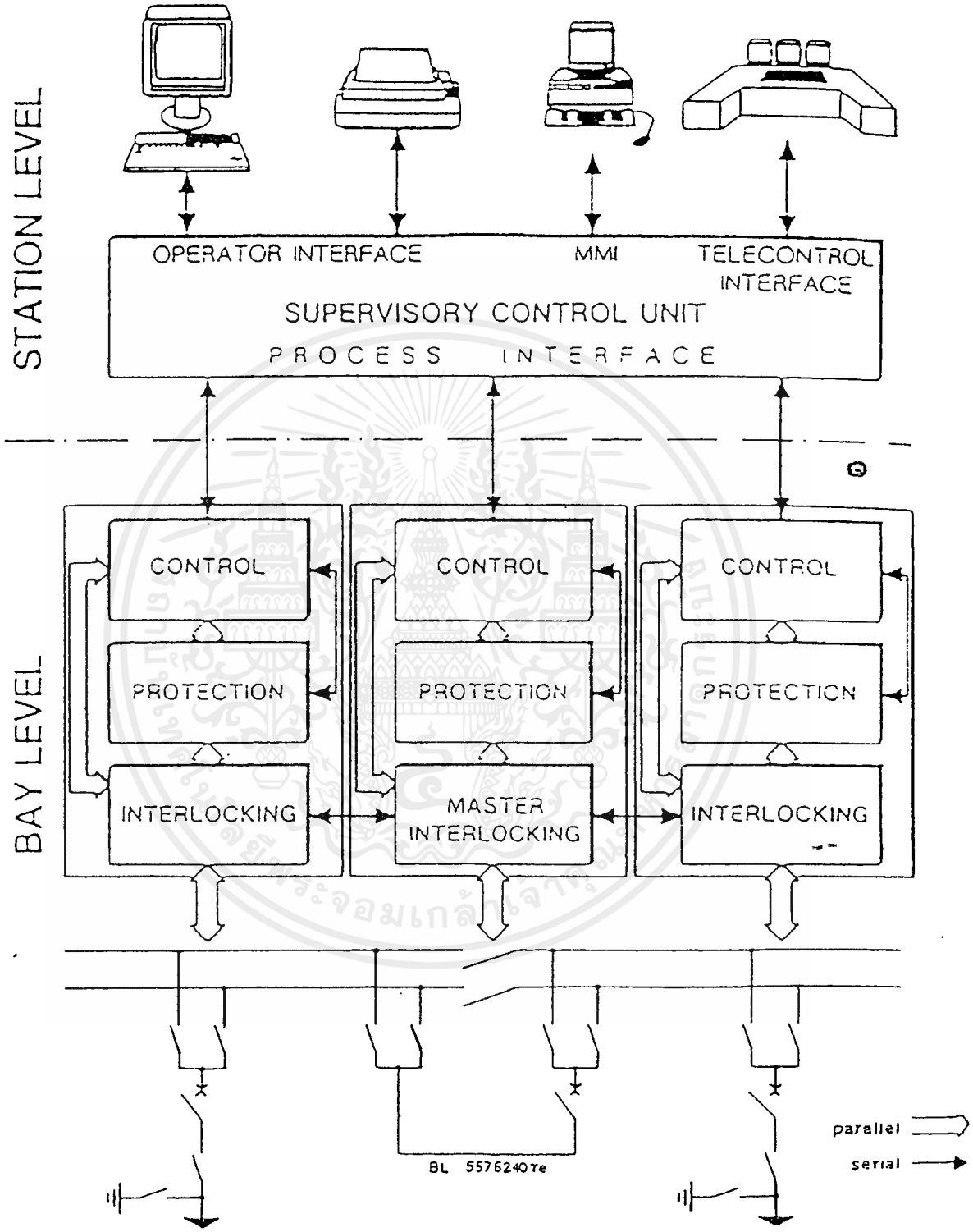
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎี

การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ เข้ามาช่วยควบคุมดูแล Substation ได้กำเนิดขึ้นในกลางศตวรรษที่ 17 โดยในระยะเริ่มแรก จะใช้ Main frame computer เข้าควบคุมที่ศูนย์กลางของ Substation แต่เมื่อมาถึงกลางศตวรรษ ที่18 การ ใช้ Main Frame Computer ดูจะเป็นสิ่งฟุ่มเฟือยและดูไม่คุ้มค่ากับการบำรุงรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับ เทคโนโลยี การควบคุมที่พัฒนาอย่างรวดเร็วทางด้านคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบัน การควบคุมและป้องกันร่วมกันจะเน้นการนำข้อมูลมาเชื่อมโยงกันที่ศูนย์กลาง (ซึ่งศูนย์กลางนี้จะเป็นตัวควบคุม และป้องกัน Substation ต่างๆ อีกทีหนึ่ง) ซึ่งระบบควบคุมและป้องกัน โดยใช้แนวความคิดนี้ เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางว่า ระบบนี้มีความผิดพลาดน้อยมาก อันจะก่อให้เกิดจุดคุ้มทุนสูงสุด ทั้งทางด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์

การควบคุม และ ป้องกันนี้ จะเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ก็ต่อเมื่อมีอุปกรณ์ที่เพียงพอสำหรับการบริการข้อมูลจำนวนมาก และอุปกรณ์ที่ทันสมัย เพื่อที่จะทำงานให้เกิดประโยชน์สูงสุดทางด้านเศรษฐศาสตร์ซึ่งระบบนี้จะประกอบด้วยส่วนควบคุมดูแล,ส่วนการ Interlock ของสวิทช์เกียร์,Bay และ Bus Bar Protection รวมถึง อุปกรณ์ควบคุม Synchronised Tap Changer,Switching Program,ส่วนการรับแจ้งสัญญาณ และ การควบคุมระยะไกล เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 Distributed structure of Co-ordinated Control and Protection system LSA 678

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 1 ประกอบด้วยระบบย่อยอัตโนมัติ 3 ส่วน ดังนี้

1) Supervisory Control

2) Interlocking และ Local Control

3) ระบบ Protection

การควบคุมลักษณะนี้ จะต้องอาศัย การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างส่วนย่อยต่างๆ ของ Substation และ ระบบสายส่ง โดยอาศัยศูนย์กลาง ซึ่งแต่ละส่วนสามารถควบคุม ไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดได้ โดยการควบคุมที่ Substation สามารถควบคุมได้ โดยโต๊ะของ Operater ซึ่งอาจจะใช้ Manual หรือ Automatic ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ แต่ทั้งนี้ การทำงานในระบบ จะมีการเกิดการหน่วงเวลาขึ้นไม่มากก็น้อย และสามารถ แสดงผลได้ โดยผ่านทางจอภาพสี ที่อยู่ที่ส่วนกลาง โดยแนวความคิดนี้ พยายามที่จะทำให้มีอุปกรณ์น้อยที่สุด ซึ่งก็มี ผู้ที่พยายามจะคิดอุปกรณ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น RTU, Transducer หรือ Interposing Relay หรือ Multi-core Cable , Marshalling Rack ซึ่งปัจจุบัน ก็ได้นำ Fiber Optic มาใช้ในการเชื่อมโยงข้อมูล ทำให้มีการเชื่อมโยงข้อมูลได้มากขึ้น จนถึงมีการลด noise ที่เกิดขึ้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

SUPERVISORY CONTROL UNIT

ส่วนนี้จะประกอบด้วย เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการควบคุม ระบบที่มีโครงข่ายขนาดใหญ่ โดยจะแบ่งเป็นส่วนๆดังนี้

1.1) System Control Diagram

1.2) Communication Systems

1.3) Metering Equipment

1.4) Supervisory Control Equipment

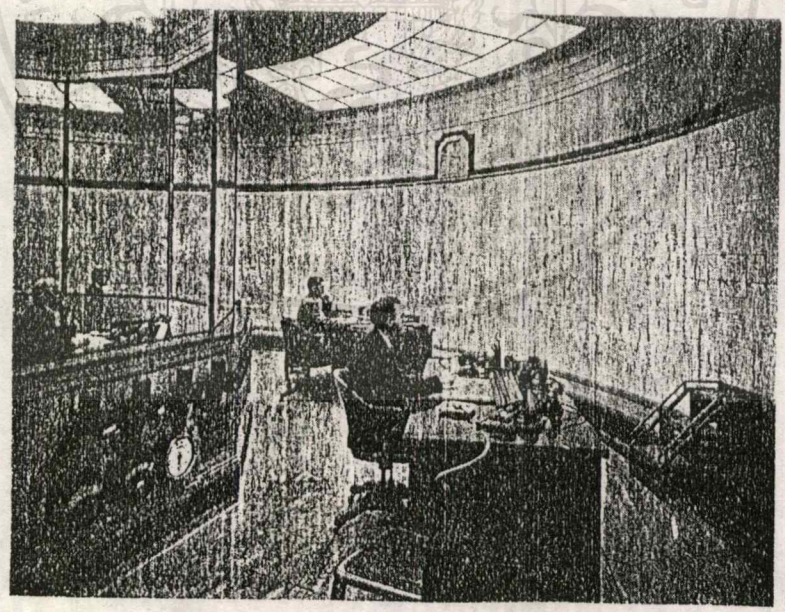
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราจะกล่าวถึง ส่วนประกอบต่างๆ ดังรายละเอียดดังนี้

1.1 SYSTEM CONTROL DIAGRAM

เป็นส่วนที่ประกอบไปด้วย แผนภาพของระบบไฟฟ้า ซึ่งจะถูกกำหนดโดย วิศวกรที่ควบคุมระบบ และโดยทั่วไป จะเป็นแบบติดผนัง การควบคุมที่สมบูรณ์แบบ จะเกิดขึ้นได้ที่ส่วนนี้โดยจะมีแผนภาพวงจร อันประกอบด้วย ส่วนไฟฟ้าแรงสูง,หม้อแปลงไฟฟ้า,Circuit Breaker,ConvertingPlant, และ ทางเดินของCables ส่วนต่างๆ ของแผนภาพจะมีสีต่างๆกัน อันจะระบุถึง ความแตกต่างของระดับ voltage

ระบบ Diagram ขนาดใหญ่ จะมีวิศวกรทำหน้าที่ ในการควบคุม และ จัดการระบบต่างๆ เช่น ตรวจสอบสัญญาณไฟ และสีบนจอภาพว่าสภาพของ Circuit Breaker เป็นอย่างไร close หรือ open ที่จุดใด สถานะของ Circuit reaker ก็จะแสดงให้เห็นได้ที่หน้าจอ โดยการควบคุม จะเป็นหน้าที่ควบคุม โดยใช้โทรศัพท์ หรือใช้ Keyboard และ แผนภาพของ Transformer และ Circuit Breaker ซึ่งแสดงไว้ใน รูปที่ 2



รูปที่ 1.2 System control room.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 TELEPHONE EQUIPMENT

การควบคุมที่มีประสิทธิภาพจากห้อง Control ไปยังส่วนที่ทำการ operateจริงนั้น จะต้องมีส่วนเชื่อมโยง ข้อมูล ข่าวสาร ก็คือ ส่วนของ Telephone Equipment การใช้ประโยชน์ของส่วนนี้เกิดขึ้นจาก การเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน และ การควบคุมโดยส่วน Telephone Equipment ก็ได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นระบบที่เชื่อถือได้ การควบคุม โดยใช้ ระบบ Cables และใช้ Pilot Cables Laid ก็เป็นส่วนหนึ่งของระบบ Telephones ซึ่งระบบเหล่านี้ เหมาะสมกับการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วของ เทคโนโลยีในปัจจุบัน TelephonePilots เป็นอุปกรณ์ในการวัดและควบคุมระยะไกลของ Substation อุปกรณ์เหล่านี้ได้ กลายเป็นส่วนที่สำคัญและขาดไม่ได้ เสียแล้ว สำหรับ การควบคุมในระดับ Substation เพราะจะเป็นส่วนตัดสินใจและสั่งงานของระบบ และห้อง Control ก็จะเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดส่วนหนึ่งทีเดียว

1.3 METERING EQUIPMENT

การระบุและบันทึกค่าของ Load ในแต่ละส่วนของ Substations นั้น เป็นส่วนเริ่มแรกของการควบคุมในระดับ Substations โดยที่เครื่องมือในการวัด voltage จะเป็นเครื่องมือที่ทำให้ส่วนควบคุม ทราบถึงความเป็นไปของระบบ เช่น Wattmeters และ Voltage Indicators ก็เป็นส่วนหนึ่งของMetering Equipment

การระบุค่าความเปลี่ยนแปลงของ voltage จะสามารถแสดงผลได้ บน Pilot Lamp รวมถึงการเปลี่ยนแปลง ทางด้านความถี่ และ การทำงานของ Circuit Breaker ก็จะถูกแสดงได้ในส่วน Metering นี้ด้วย การเจริญเติบโตทางด้านระบบ Power System Distribution โดยใช้ การควบคุมแบบ Automatic จะต้องมี การประสานงานกันอย่างลงตัว ของส่วน Supervisory และ Telemetering จึงจะได้ผลที่มีประสิทธิภาพ

การพัฒนาระบบ Telemetering (Telephone + Metering) จะเป็นส่วนที่สำคัญ ที่ทำให้ การควบคุมระยะไกลของ Substations เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการวัดที่มีประสิทธิภาพ เช่นการวัดสภาพความถี่, voltage และ สัญญาณความผิดปกติ จะต้องแสดงผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถแสดงผล ไปยังส่วนควบคุมได้อย่างรวดเร็ว และ แม่นยำ เพื่อการควบคุมในส่วน control จะได้ตัดสินใจได้ถูกต้อง ดังนั้น การควบคุมดูแลส่วน Telemetering จึงเป็นส่วนสำคัญที่ขาดมิได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 SUPERVISORY CONTROL EQUIPMENT

ส่วนประกอบในส่วน การควบคุมระยะไกล ของSubstation แบบ Automatic นี้ อุปกรณ์ในการควบคุมส่วนกลาง ที่สำคัญ ได้แก่

- Circuit Breaker Indication (แสดงผลว่า open หรือclose)
- Feeder และ Transformer Loads-amperes, Kilowatts, Reactive KVA, Power Factor
- Protection Indication (ส่วนแสดงผล การเชื่อมโยงของ Feeder ที่ใช้เปิด-ปิด จากส่วนกลาง)
- Remote Control ของ Circuit Breakers
- Remote Control ของ Transformers และ Regulator Tapping
- Remote Control ของ Transformers Parallel, Automatic และ Non Automatic Operation
- Remote Control ของ Voltage Relays สำหรับ On Load Tap Change Transformers
- ส่วนแสดงผลการทำงานของ ส่วน Supervisory Control Unit นี้เป็นการ เชื่อมโยงระหว่าง Telephone Wiresและ ศูนย์ควบคุมสั่งการ และ สถานีไฟฟ้าที่อยู่ไกลออกไป อุปกรณ์เหล่านี้สามารถใช้ supply จาก 50 volt Battery อุปกรณ์เหล่านี้จะประกอบไปด้วย ส่วนประกอบของ Relaysและ Rotary Switches

สำหรับ Circuit Breaker Indications จะใช้ Auxiliary Contacts ที่เชื่อมต่อกับ Relays หรือ Condensors เป็นอุปกรณ์ในการควบคุม เครื่องมือต่างๆเหล่านี้ จะส่งสัญญาณ ไปยัง ส่วนควบคุมส่วนกลาง เพื่อให้การตัดสินใจอยู่ ที่ส่วนกลางทั้งหมด โดยอุปกรณ์เหล่านี้ จะส่งสัญญาณในรูปของ Complete Lamp และ Alarm Circuits ไปยังส่วน Control และส่วน Control ก็จะส่งสัญญาณ เพื่อจะตัดสินใจว่าในอุปกรณ์ต่างๆ ควรจะ operate อย่างไรต่อไป

การแสดงผลและตำแหน่งของอุปกรณ์ จะถูกตรวจสอบได้จาก ศูนย์สั่งการ(Control Center) และระบบตรวจสอบของ Control Center จะทำหน้าที่ตรวจสอบ ความผิดปกติและเลือกที่จะ operate อุปกรณ์ใน Substations ได้ตามความเหมาะสม เช่น การ close หรือ tripped ของ Circuit Breaker การทำงานของ Relays และ การเลือก Feeder ที่เหมาะสมสำหรับการจ่าย Load สิ่งเหล่านี้จะเป็นส่วนที่ ได้รับคำสั่งจากControl Center ทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการ
033175

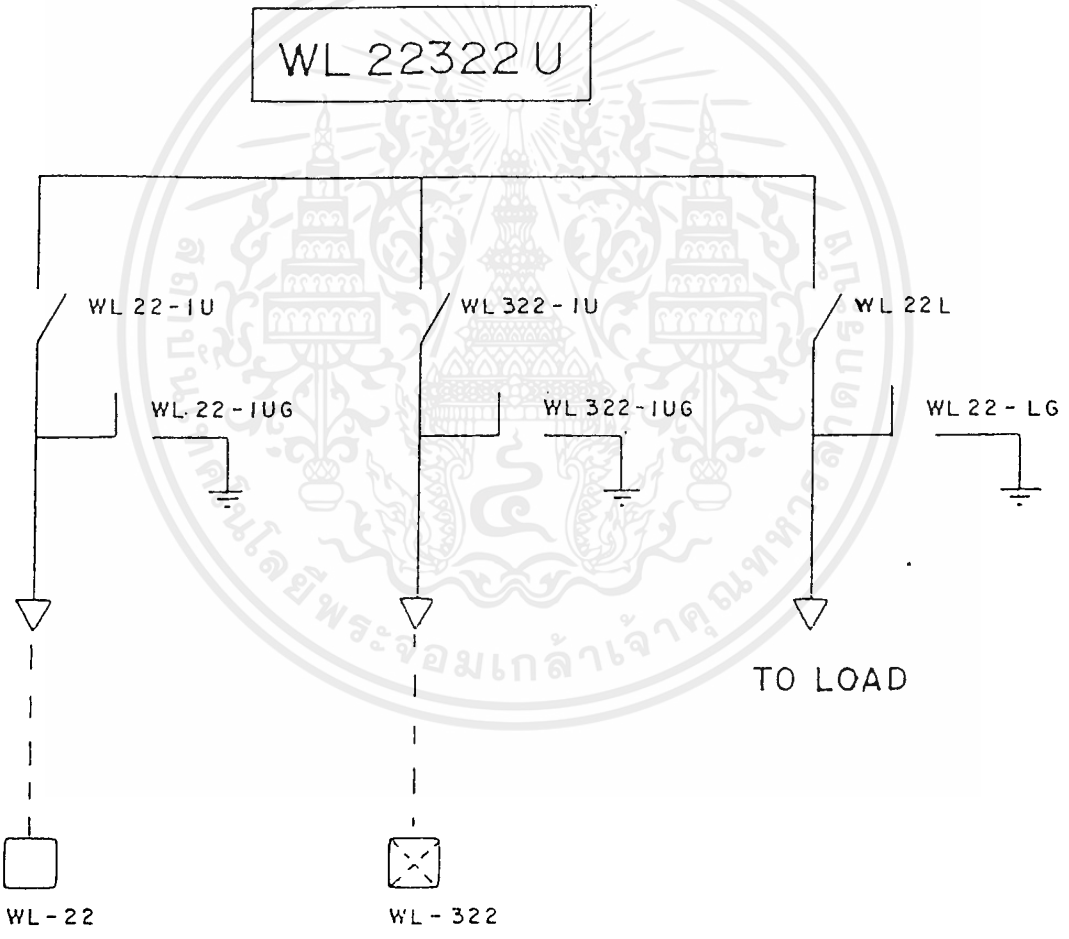
บทที่ 2

การ Switching ใน Substation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

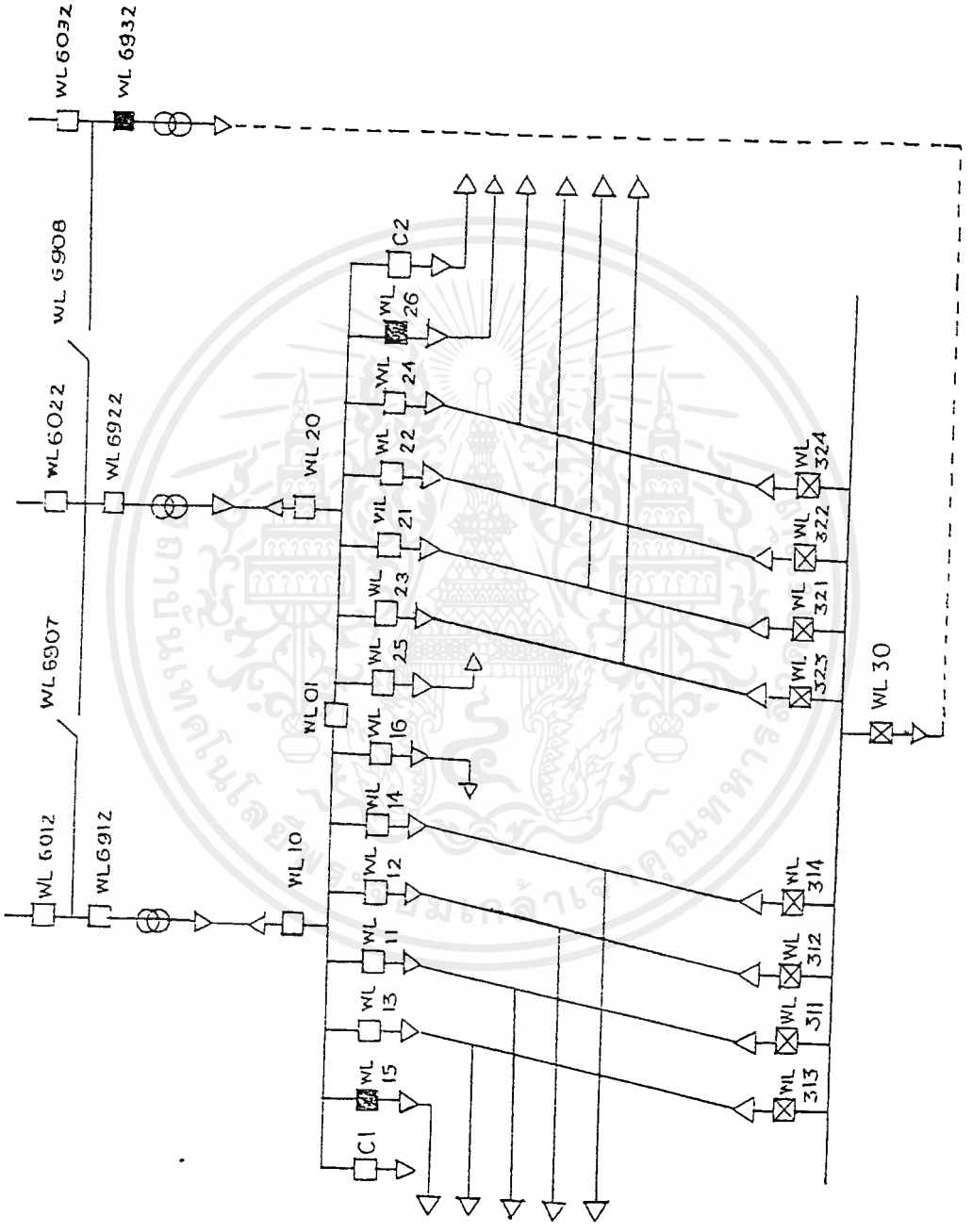
การ SWITCHING ใน Substation

การ switching จริง ที่มีในปัจจุบัน มักจะเป็นไป เพื่อการป้องกัน การเกิดเหตุผิดปกติ(fault)ขึ้นใน substations และ ในส่วนของสายส่ง สายป้อน โดยจะมีส่วนประกอบใน 1 หน่วยย่อย สำหรับการ switcthing ดังรูป



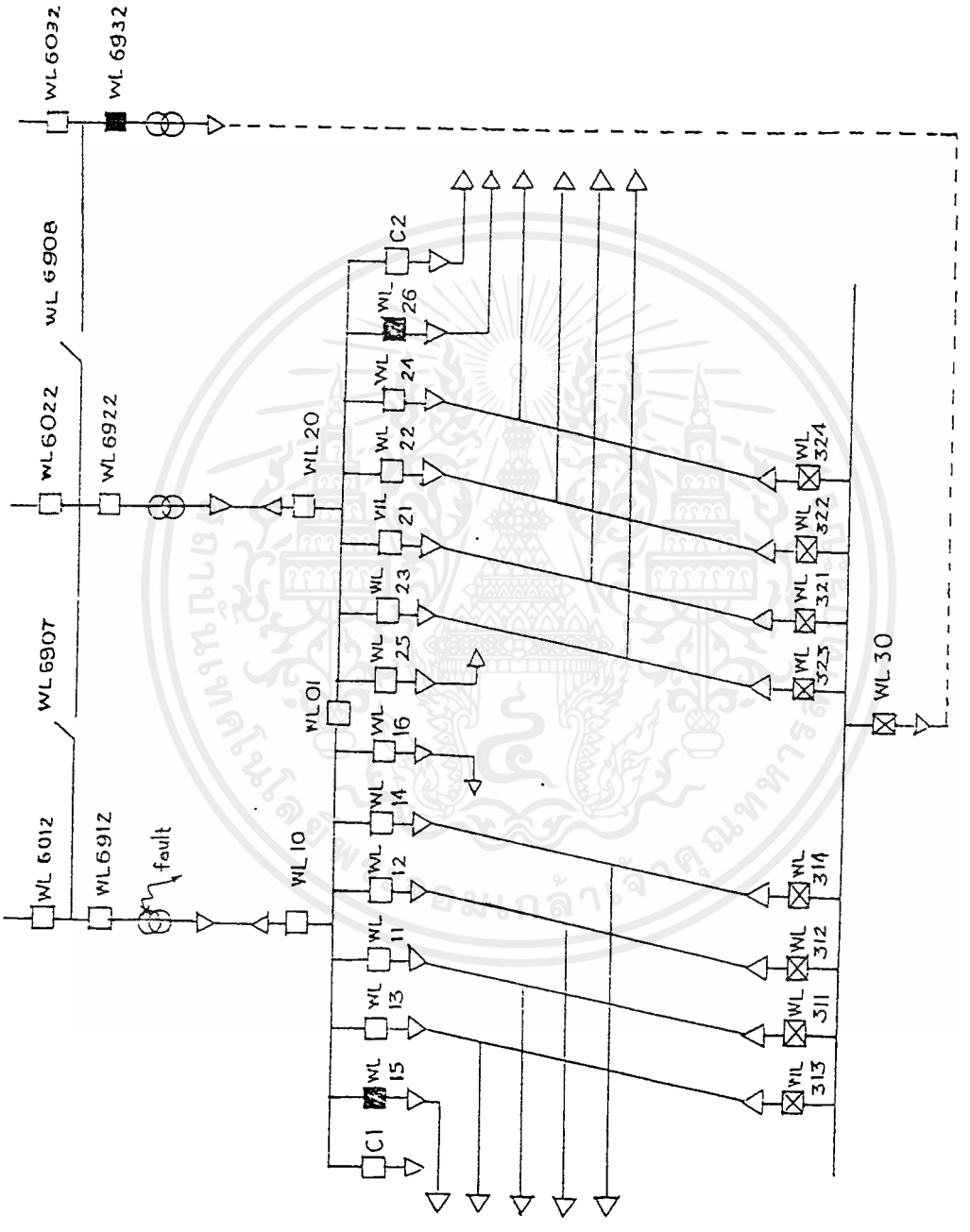
รูปที่2.1 SWITCHING UNIT 1 SET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



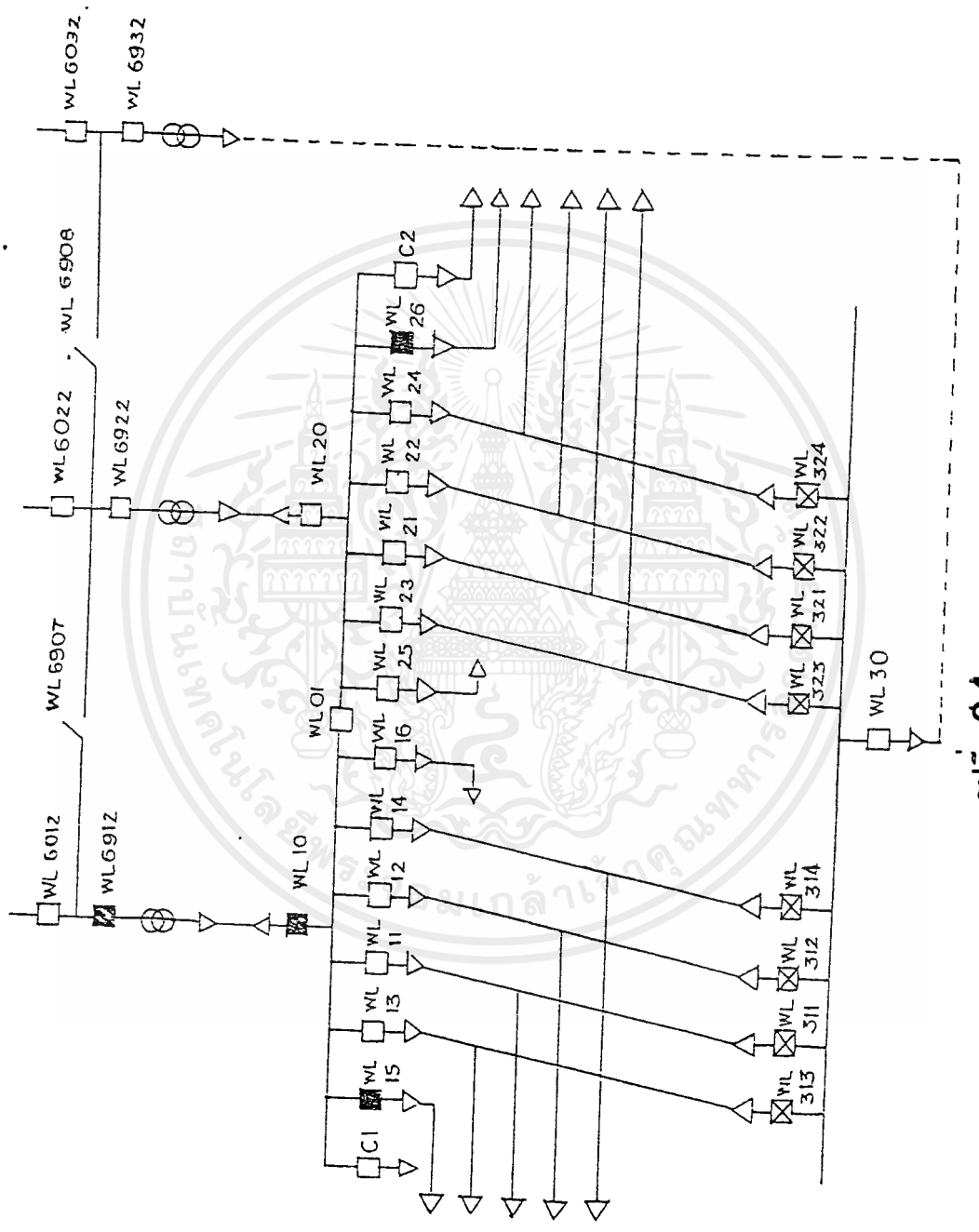
รูปที่ 2.2 สภาวะการจ่ายไฟปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



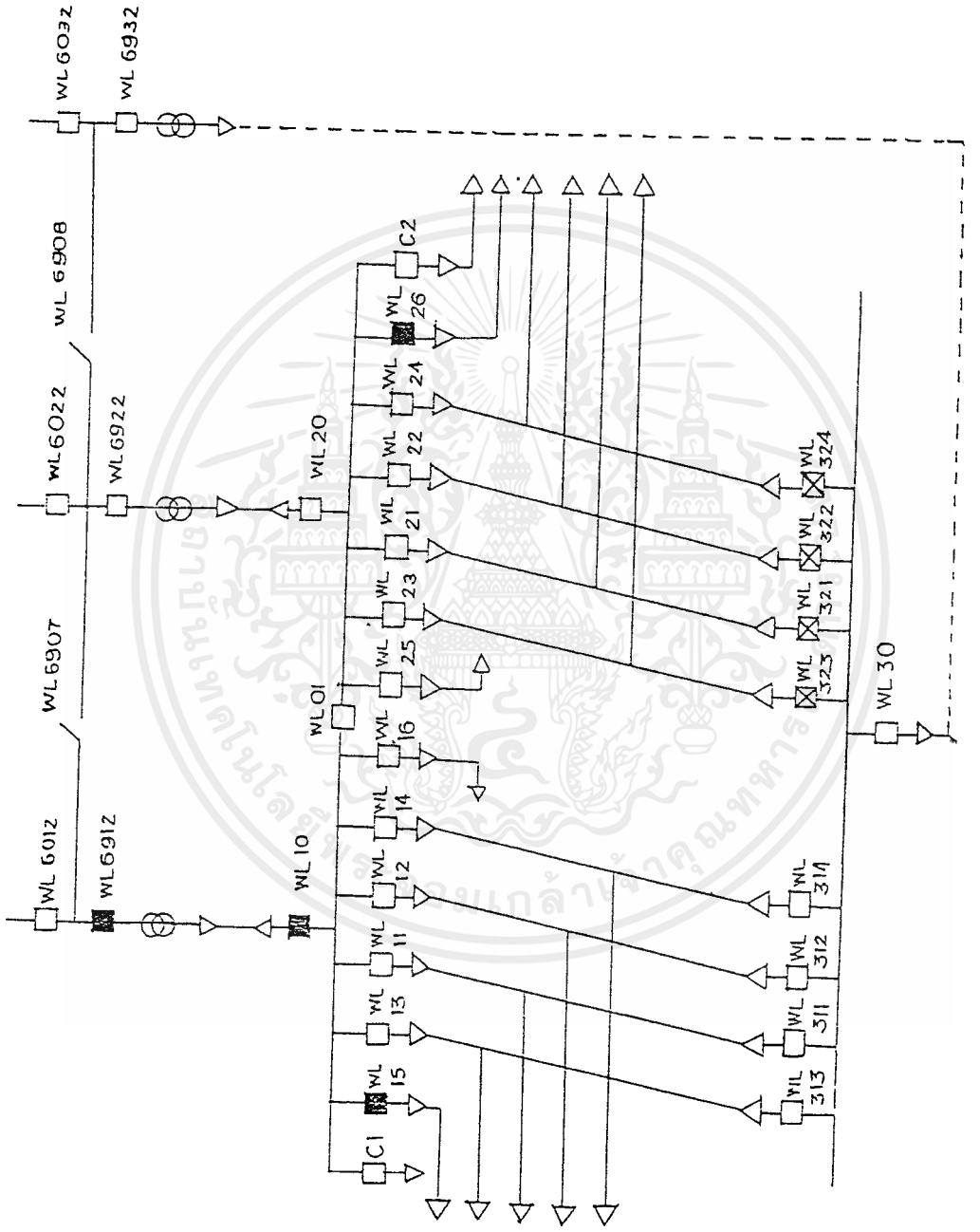
รูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



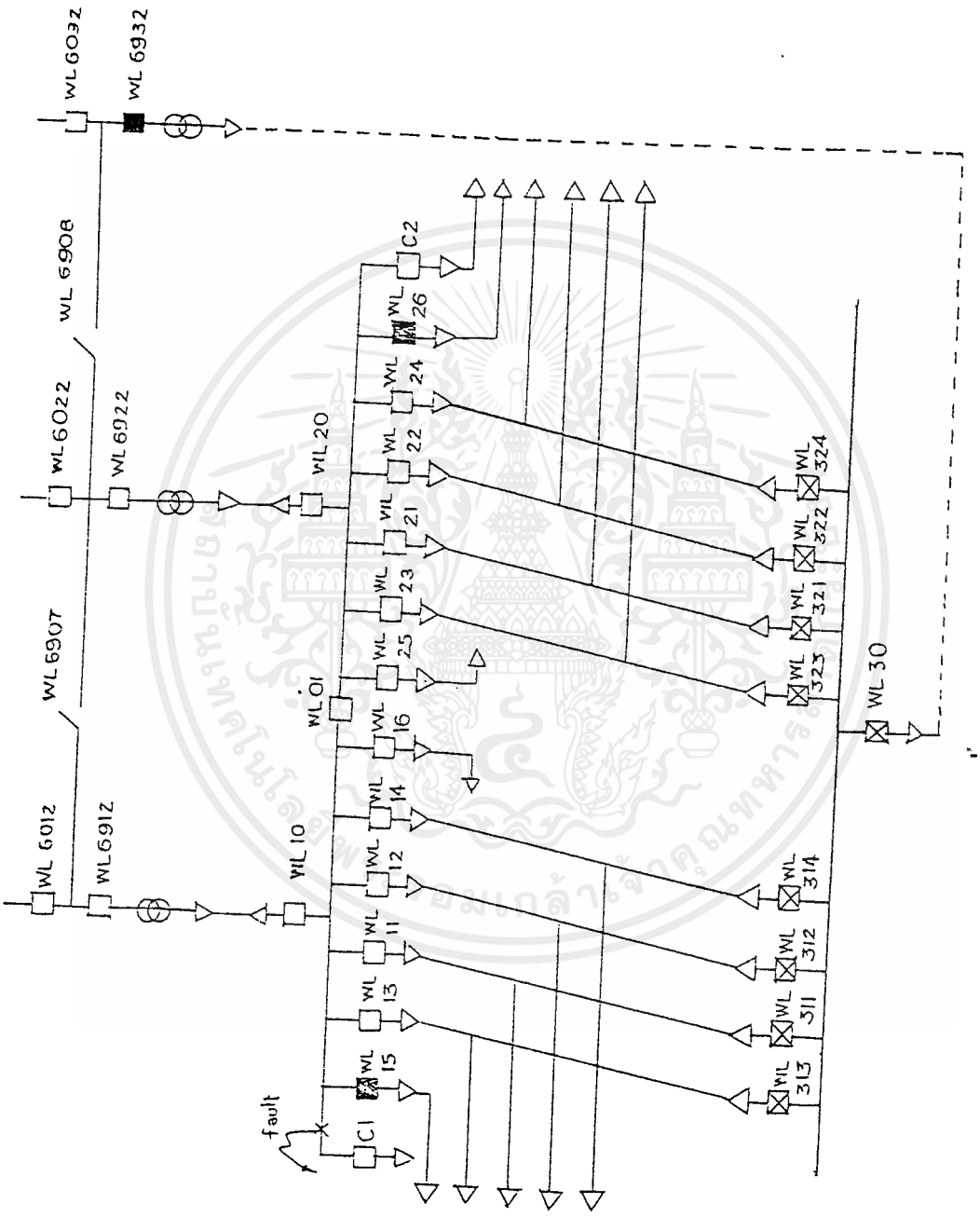
รูปที่ 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



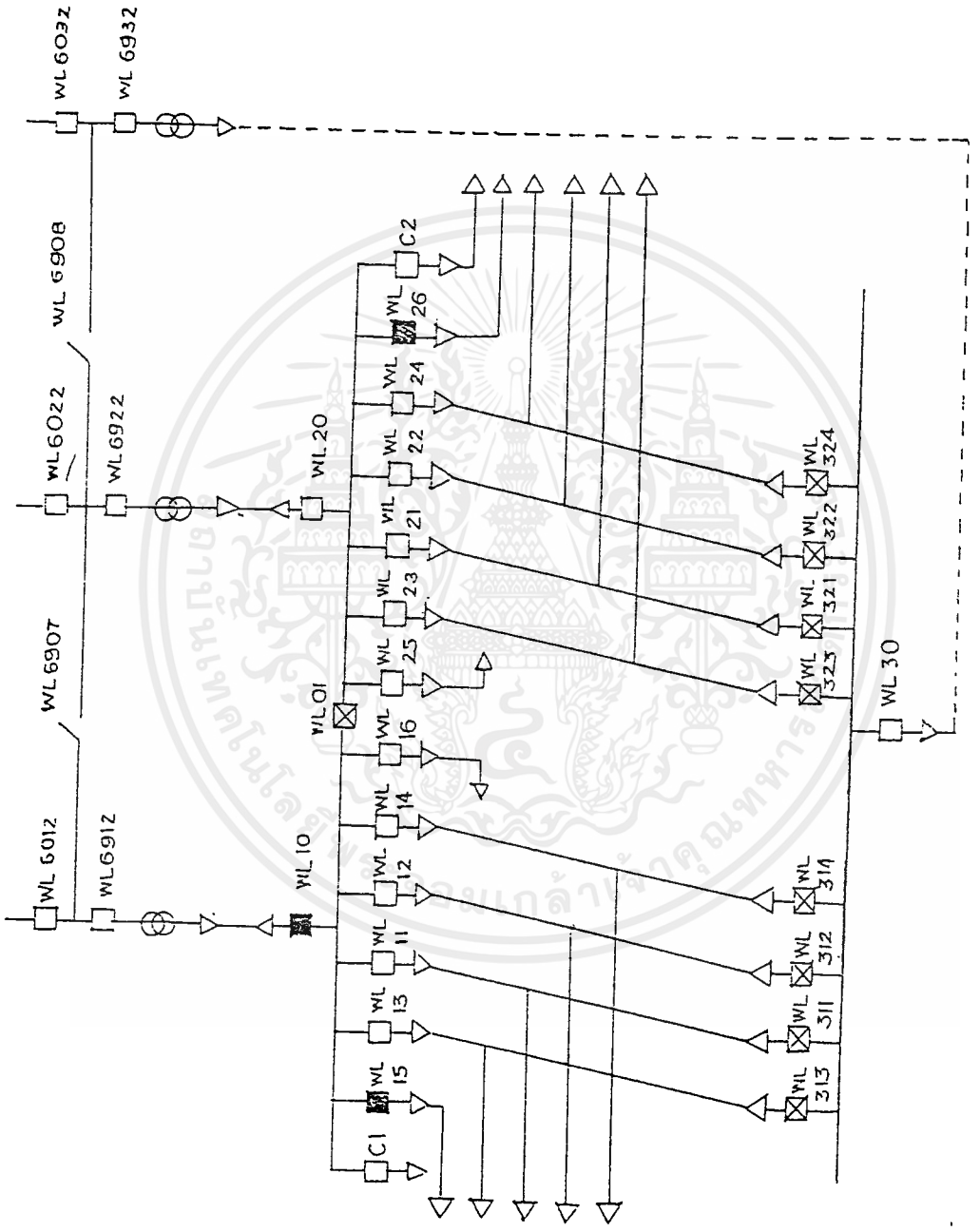
รูปที่2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



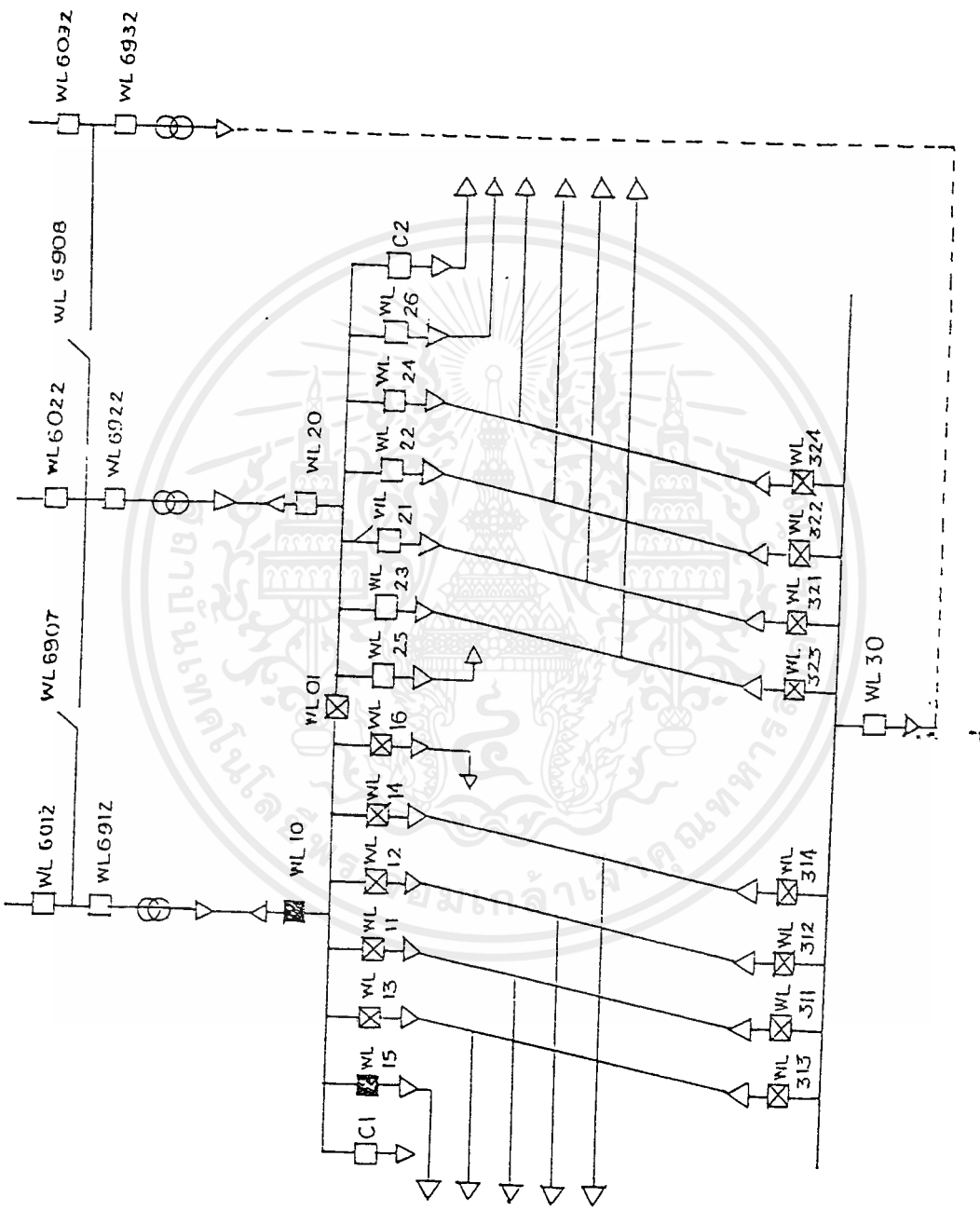
รูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



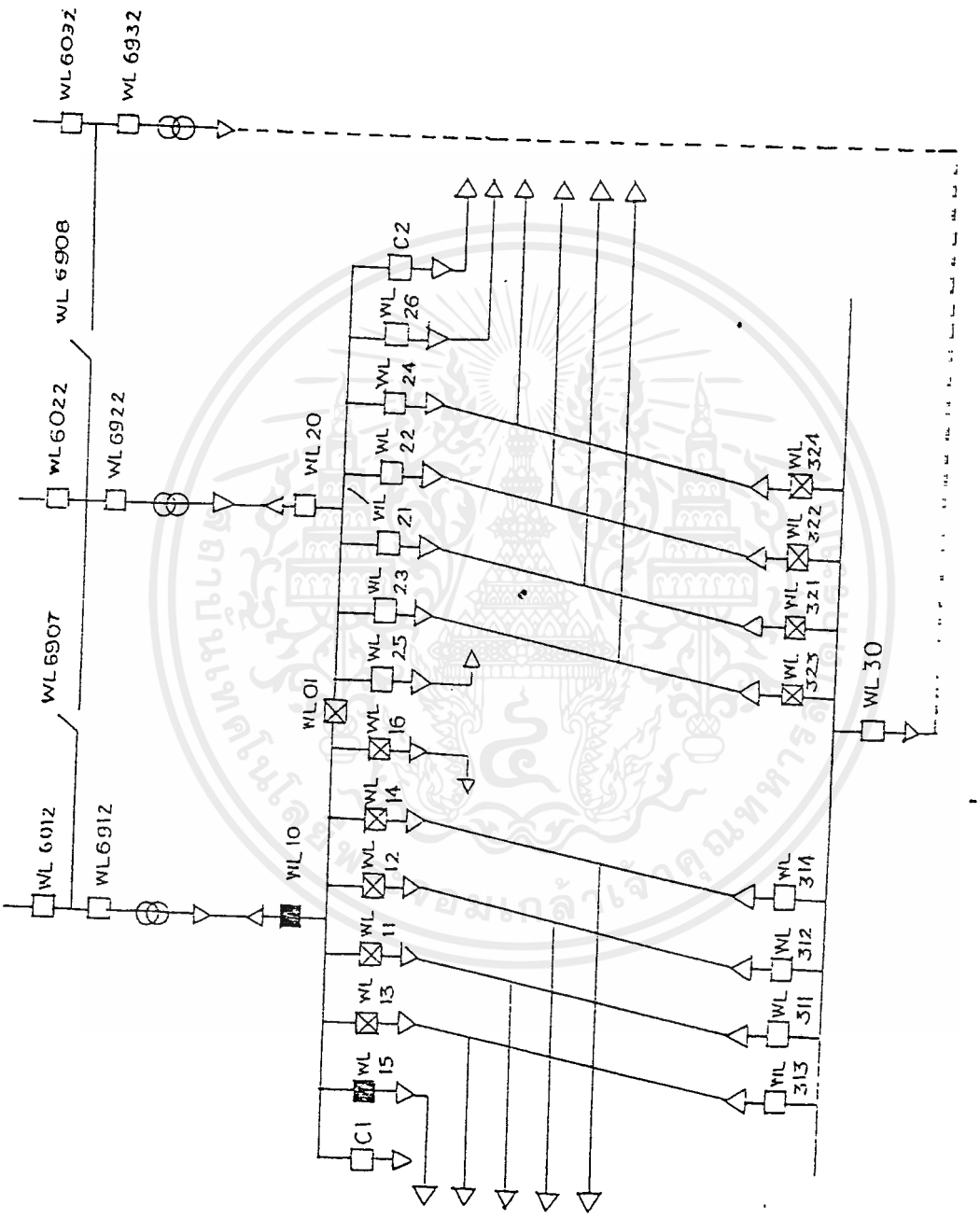
รูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



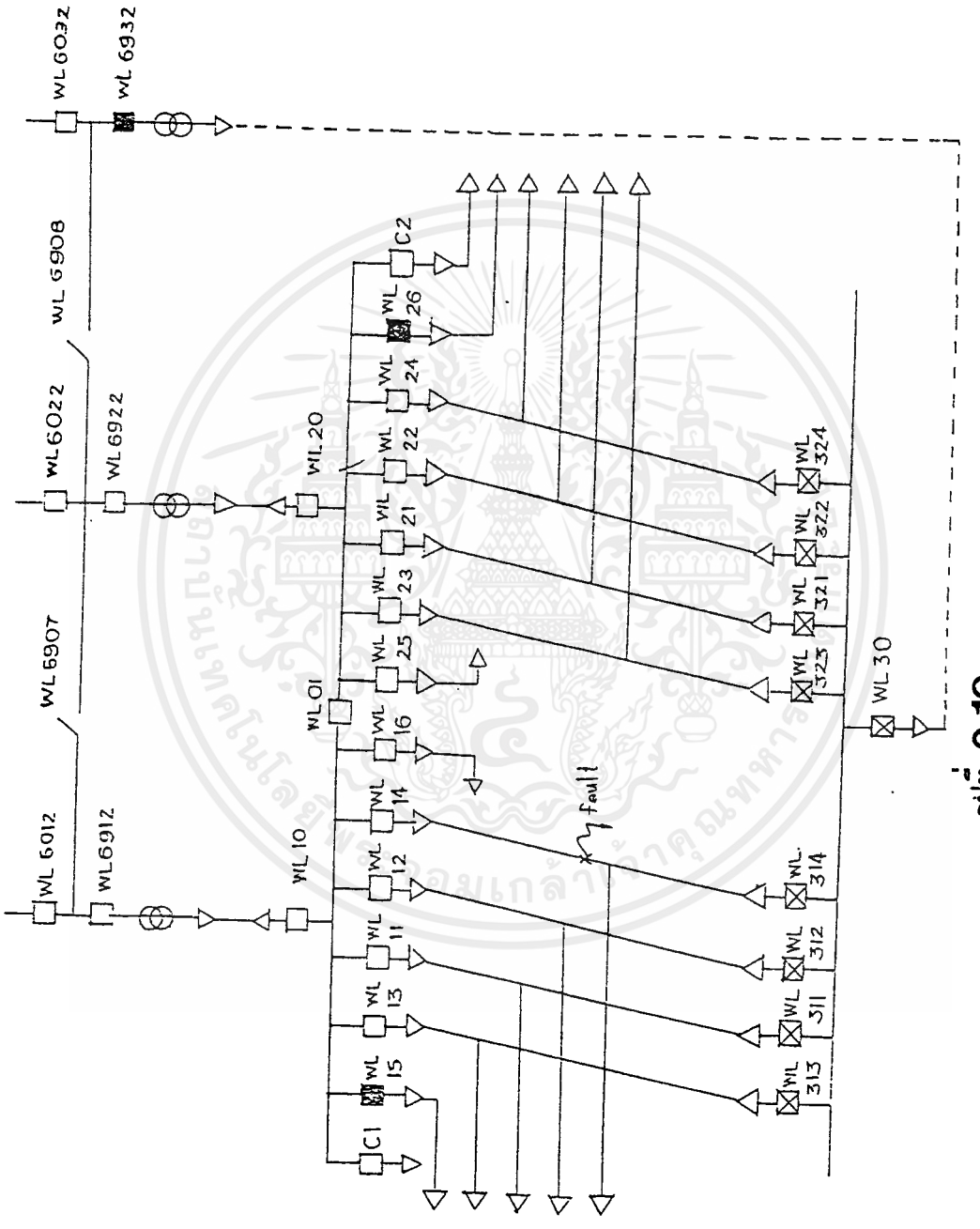
รูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



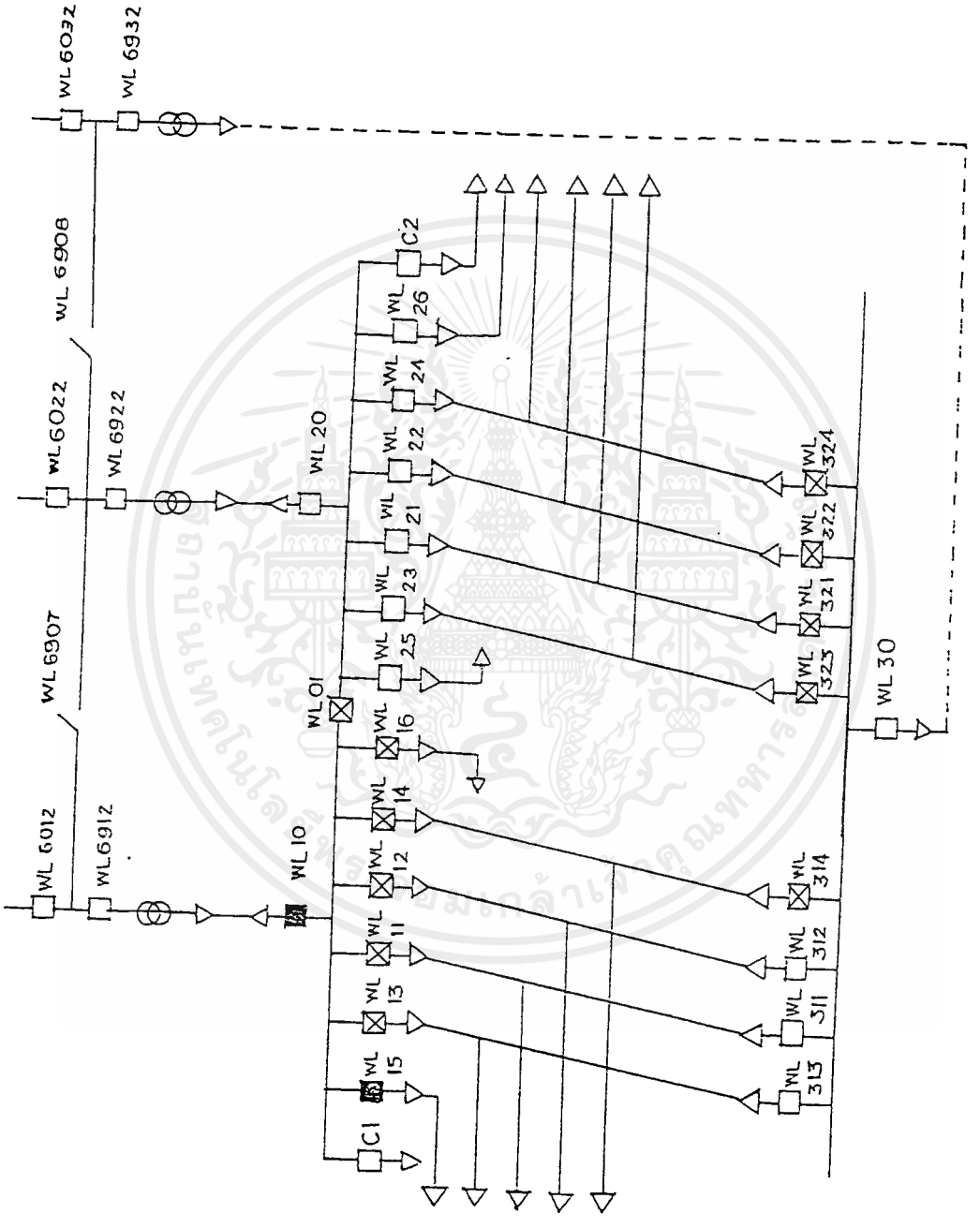
รูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยหลักการทำงานของวงจรอัตโนมัติจะมีดังนี้

1. ส่วนที่ต่ออยู่กับหม้อแปลง,protection relay ที่จะทำงานก็คือ differential relay และ tripping relay ซึ่งจะสั่ง trip circuit breaker หน้าหลังหม้อแปลง เพื่อตัด fault ออกจากระบบการจ่ายไฟหลังจาก tripping relay ทำงาน และ incoming feeder(bank) trip ก็จะมีสัญญาณสับหม้อแปลง bay 3 และ circuit breaker 12 KV bay 3 ด้านที่ขนานกับ bay ที่เกิดเหตุ เพื่อจ่ายไฟทันที เช่นกรณีเกิด fault ที่หม้อแปลง bay 1 differential และ tripping relay ทำงานปลด wl-6912 และ wl-10 หลังจากนั้นจะสับ wl-6932 และ wl-30 เข้ามา และ ท้ายที่สุดจะสับ wl-311,wl-312,wl-313,wl-314 โดยไม่ปลด wl-11,wl-12,wl-13,wl-14 ออก เนื่องจาก fault ถูกกำจัดออกไปแล้ว (ตามรูป 3-5) ส่วนการทำงานของวงจรอัตโนมัติ ของ bay 2 ก็จะเหมือนกับ bay 1

2. กรณีเกิด fault ที่ busbar 12 KV bay1 wl-10 ,wl-01 จะtrip ด้วย over current หรือ earth fault relay จากนั้น วงจรอัตโนมัติ จะทำงานปลด circuit breaker (feeder) ทางด้าน bay1 ออก หลังจากนั้น จะสับwl-6932 และwl-30 ทันที ตามด้วยการสับ circuit breaker ทางbay 3 ที่ขนานกับ bay 1 เข้ามานั่นคือ จะปลด wl-11,wl-12,wl-13,wl-14 และ สับ wl-311,wl-312,wl-313,wl-314 ก่อนที่จะ สับ circuit breaker ทางด้าน bay 3 วงจรดังกล่าวจะ check ว่า circuit breaker ทางด้าน bay1 ปลดและไม่มี relay show เช่น เมื่อวงจรทำงาน และ trip wl-11 เมื่อ wl-11 trip และ wl-11 ไม่มี relay show วงจรจะสั่ง close wl- 311 ทันที เป็นต้น(รูปที่ 6-9)

3. กรณีเกิด fault ที่สายป้อน และ circuit breaker ทางด้าน bay 1 trip ไม่ออก over current หรือ earth fault relay ของ wl-10 และ wl-01 งาน trip wl-10 และ wl-01 วงจรก็จะทำงานเช่นเดียวกับกรณีเกิด faultที่ busbarและ จะไม่มีการ close circuit breaker ตัวคู่ที่ขนานกับ circuit beraker ทางด้าน bay1 ที่เกิดเหตุ เช่น กรณีเกิด fault ในสายป้อน wl-14และ wl-14 trip ไม่ออก เนื่องจากมีเหตุขัดข้อง over current หรือ earth fault relay ของ wl-10,wl-01 ทำงาน และ ปลด wl-10,wl-01 จากนั้นวงจร จะtrip wl-11,wl-12, wl-13,wl-14ออก และ จะสับwl-311,wl-312,wl-313 เท่านั้น ส่วน wl-314 จะไม่มีคำสั่งสับ เพื่อกำจัด fault ออกจากระบบ(รูปที่10-11)

4. กรณีเกิด fault ทาง busbar ทางด้าน bay 3 over current หรือ earth fault relay ของ wl-30 จะทำงานและ trip wl-30 ขณะเดียวกัน relay จะส่งสัญญาณไป off วงจรดังกล่าวเสีย เพื่อป้องกันการผิดพลาดที่จะตามมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.การทำงานข้อ 1-3 จะใช้เวลาไม่ถึง 1วินาที และ ถ้าวงจรดังกล่าวทำงานจะมีหลอด indicator show ที่แผงremote 12 KV bay 3 วงจรจะมี timer ตั้งไว้ 1 วินาที นับจากวงจรเริ่มทำงาน เมื่อครบ 1 วินาที timer จะ block วงจร เพื่อไม่ให้ทำงานค้าง

6. การ on-off วงจรอัตโนมัติสามารถ control ทั้งจากแผง remote control 12 kv bay 3 และจากทาง scada นอกจากนี้ แต่ละสายป้อนยังมี switch on/off ที่จะเลือกใช้การทำงานแบบอัตโนมัติลักษณะเดียวกับ under frequency relay

จะเห็นว่า การโอนถ่าย load จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมี fault เกิดขึ้นแต่สำหรับเหตุผลในการ switching ของ ปริญญานิพนธ์นี้มีความมุ่งหมาย เพื่อทำให้ over load ของ substations โดยรวมลดลง และจะกำหนดรูปแบบของการจ่าย load ในแต่ละ substation ให้มีรูปแบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบัน การ Switching จะเป็นไปเพื่อการป้องกัน เมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้นซึ่งการ Switching นี้ จะมีผลทำให้ ระบบ Power System ของSubstation มี Reliability มากขึ้น แต่เราจะขอเสนอแนวความคิดแบบ Hopfield Neural Network เพื่อจะทำให้ระบบ Power System ที่เป็น Network ที่มีประสิทธิภาพ และมี Reliabilityที่สูงขึ้น

Hopfield Model

การเกิด fault ที่เกิดขึ้นใน Substationที่มีขนาด 66 KV ขึ้นไป การที่จะแก้ปัญหา การเกิด fault จะต้องมี Feeder ที่เชื่อมโยงถึงกันโดยมี Circuit Breaker เป็นตัว ON-OFF จึงจะทำให้เกิด Reliability ขึ้นในระบบได้ และระบบจะมี Reliability เกิดขึ้นได้จะต้องมี Engineering knowledge และประสบการณ์ที่ดี ดังนั้น การคำณวนในปัจจุบัน จึงมีการใช้ PC(personal computer) มาร่วมกับวิธี Hopfield Model นี้ เพื่อการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ จึงมีโอกาสที่ระบบจะมี Reliability ที่ดีขึ้น การใช้ HopfieldNeural Network(HNN) เราจะต้องใช้ Engineering Knowledge และการคาดหมายที่จะเกิด fault โดยการทำงานของระบบนี้ จะต้องใช้เวลาน้อยที่สุด และการ operateเมื่อเกิด fault จะต้องเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและแม่นยำที่สุดด้วย

FORMULATION OF HNN TO OPTIMAL RADIAL SYSTEM STRUCTURE

หากเกิดFault ขึ้นในระบบ Transmissinon line ขึ้นเราควรจะรักษาreliability ของระบบจะทำได้โดย อาศัยConnecting feeder จาก Substation อื่น นำมาทำการSwitching โดยใช้Circuit breaker ซึ่งการตัดสินใจการ operate จะเป็นปัญหาที่เป็น Optimaization Problem

Optimization problem

มีจุดประสงค์ 2 อย่างคือ

1).ค่า Error ที่เกิดขึ้นระหว่างค่าจุดประสงค์ ที่เราตั้งไว้(Target vaule) และค่าของ Actual load ที่เกิดขึ้นจริงนั้นควรจะมีค่าต่ำที่สุด

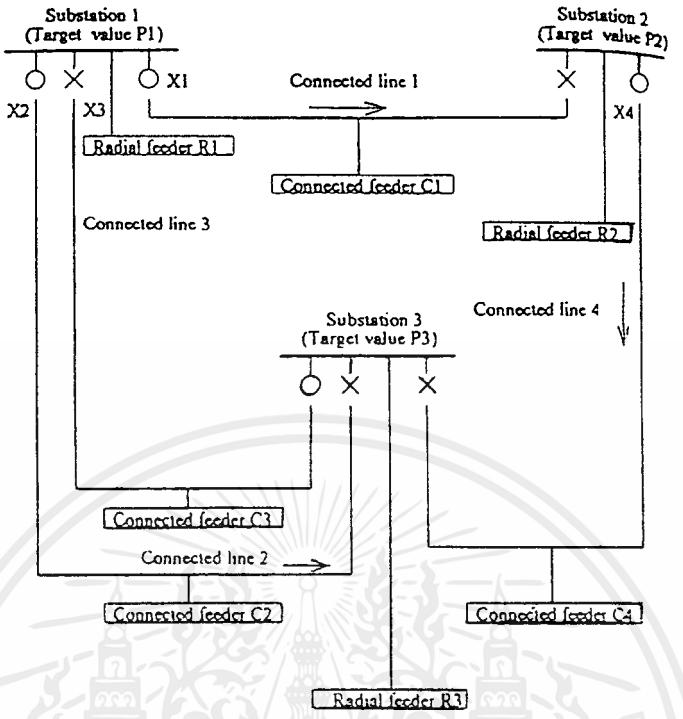
2).สภาพของLoad ที่แท้จริงที่เกิดขึ้นนั้น จะต้องไม่เกินค่า Target vaule ที่ตั้งไว้เกินกว่าขอบเขต ที่เป็นไปได้ โดยค่าTarget vaule คือ การหาค่าที่จะทำให้ระบบมีReriabilityที่ดี โดยอาจหาได้จาก มีค่าประมาณ 120% ของผลรวม Output ซึ่งค่าOutputจาก Power supply(transformer) การคำณวนจะพบได้ในตัวอย่าง

Ex

ที่Substation ที่มี 3 Phase Transformer , 300Mva(2 Bank) + 200(1 Bank) ค่า Target vaule =[300*(2-1)+200*1]*0.95*1.2 เมื่อ0.95 คือPower factor

จากรูป Model system 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



System model 1

รูปที่ 2.12

Transmission line จะประกอบด้วยCircuit Breaker ที่มีสถานะ 0 และ 1 โดยจำนวนConnecting เป็น2^4 โดยมี Radial feeder R ได้รับพลังงานจาก Substation i และให้ค่าG_i เป็นค่าError ของสมการ,F = Cost Function เราจะได้ค่า Minimization Problem ดังสมการ

$$\begin{matrix} G_1 \\ G_2 \\ G_3 \end{matrix} = \begin{matrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{matrix} - \begin{matrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \end{matrix} - \begin{matrix} C_1+C_2+C_3 \\ C_4 \\ 0 \end{matrix} + \begin{matrix} C_1 & C_2 & C_3 & 0 \\ -C_1 & 0 & 0 & C_4 \\ 0 & -C_2 & -C_3 & -C_4 \end{matrix} \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{matrix} \quad \text{------(1)}$$

และสมการที่จะอธิบายรูปแบบนี้ได้คือ

$$G_i = P_i - R_i - S_i + \sum_{i=1}^{4} A_{ji} X_j \quad (i = 1 \sim 3) \quad \text{----------(2)}$$

$$F = \sum_{i=1}^{3} G_i^2 \quad \text{----------(3)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(เฉพาะModel 1)

เมื่อ i =จำนวน Substations(i=1-3)

j = จำนวน Connected feeder(j=1-4)

X_j = ค่าการเปลี่ยนแปลงของการ Switching Feeder j (0 หรือ 1),

(0 <=X_j<=1)

P_i = Target vaule ของ Substation i (Mw)

R_i = Radial Feeder Load ของ Substation i(Mw)

S_i = Power for Connected Feeder ที่ Substationi(Mw)

C_j = Load of Connected Feeder j(Mw)

A_{ij} = Power of Connected Feeder j : โดยได้รับจากSubation i

ค่าของ C_j จะเป็นลบสำหรับSubstation ที่มีขนาดใหญ่ และมีค่าเป็นบวก เมื่อ Substation มีขนาดเล็ก จึงจะสอดคล้องกับสมการ (1) ส่วนผลที่เป็นบวก สำหรับแถว A_{ij} จะถูกกำหนดโดยS_i (สภาวะของCircuit Breakerจะขึ้นกับสภาวะพลังงานไฟฟ้าของแต่ละ Substation ขณะนั้นว่ามีความพร้อมมากน้อยเพียงใด) และเราสามารถหาค่าสัมบูรณ์ ของสมการ์(3) จะเป็นSolution ของHNN , โดย F' ในสมการ(4) จะเป็นการตรวจสอบค่า Cost Function ว่าผลที่ดีที่สุดของ HNN ที่ได้นั้นมีค่าเป็นอย่างไร

$$F' = \sum_{i=1}^{3} \left| P_i - R_i - S_i + \sum_{j=1}^{4} A_{ij} Y_j \right|$$

โดย Y_j :Round of vaule ของ X_j (ซึ่งมีค่า 0หรือ1)

Avoiding Local Minima using Constrained Noise

เป็นการประยุกต์ใช้ HNN เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาOptimaization Problem โดยการลดพลังงาน E ให้ได้ค่าต่ำที่สุด จุดประสงค์คือ การจัด Load ไม่ให้เกินค่า Target vaule ของแต่ละ Substation จนเกินจุดที่ยอมรับได้ โดยการจำกัด Noise ให้อยู่ในขอบเขต โดยการกำหนดค่า E การควบคุม Noise จะเกิดจาก Y ค่า (ซึ่งได้จาก Round-Off X) ที่แต่ละตัวจะเป็นการ ควบคุมสภาวะ Circuit Breaker

หลังจากที่ค่า G_i' ได้คำนวณออกมาโดยค่า Y_j ถ้าค่า Load ใน Substation ใดมีค่าเกิน Target Value (G_i' < 0) จะทำให้ Substation อื่นๆที่เชื่อมโยงถึงกันด้วยConnecting Feeder จะทำการ Check ค่าภายใน Substation ของตนว่า มีค่าระหว่าง Target Value และ Actual Load เป็นบวกหรือไม่ ถ้าเป็นบวกก็จะทำการปรับค่า X_j โดย(X_j ใหม่= 1-X_j เก่า) และเลือกค่า X_j ขึ้นมา 1 ตัว ดังนั้นค่า X_j (ใหม่) จะต่างจากค่า X_j (เก่า) อยู่ 1-2 X_j (เก่า) การควบคุม Noise ที่เกิดขึ้นจะเป็นที่พอใจ เมื่อค่าที่ได้เหมาะสม และ การควบคุมจะปรับปรุงตามขนาดของปัญหาที่เกิดขึ้น โดย G_i' จะแสดงได้โดย

$$G_i' = P_i - R_i - S_i + \sum_{j=1}^{n} A_{ij} Y_j$$

N : จำนวน Connect Feeder

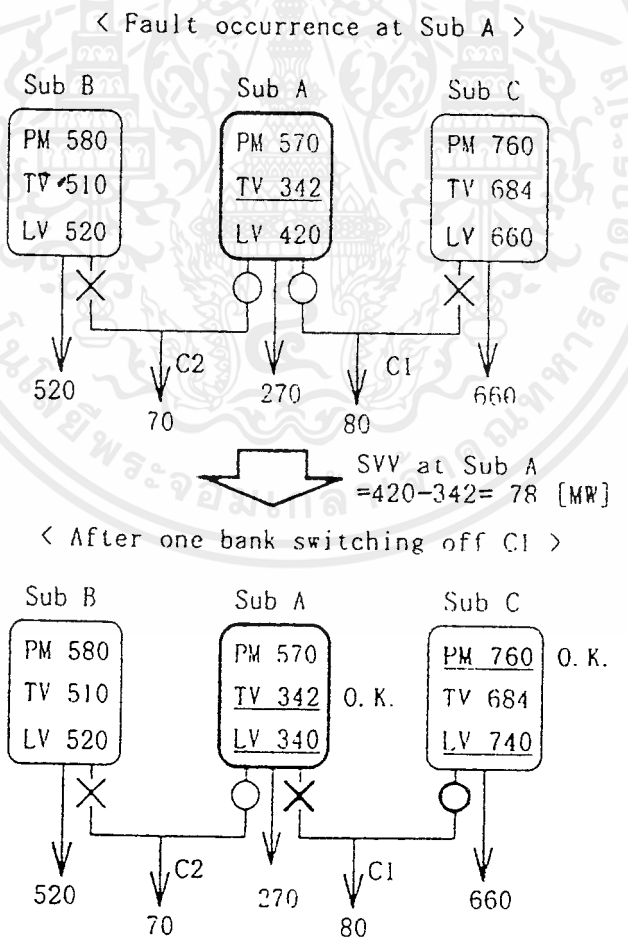
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยวิธี HNN คือการควบคุม ที่จะทำให้เกิดค่าต่ำสุดระหว่าง Target Value กับ Actual Value โดยการนำวิธี HNN มาใช้ร่วมกับEngineering Knowledge การทำงานเพื่อ Reliability ของระบบก็จะมีผลที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

Combination Of Purprosed HNN And Engineering Knowledge

การนำ HNN มาใช้ร่วมกับ Engineering Knowledge ในการ Operate เพื่อความปลอดภัย และ ประหยัดสูงสุด จะเกิดจาก Substations แต่ละหน่วยมี Connected Load เชื่อมโยงถึงกันโดยมี CB เป็นตัว Switching โดยเมื่อเกิด Fault ขึ้นจะมีการโอนถ่าย Load เพื่อที่จะทำให้ระบบมี Reliability ที่ดีที่สุดในขณะเดียวกัน ก็จะควบคุมค่า Actual Load ไม่เกินค่า Target Value ในขอบเขตที่กำหนดอีกด้วย

การ Switching จะมีการโอนถ่าย Load ที่Substation อื่นๆ ที่มี Connected Feeder เชื่อมโยงถึงกัน และจะเลือก Switching (CB ให้มีสภาพ ON หรือ OFF) ของ Substation ที่มีความเหมาะสม โดยที่จะรับโอนถ่าย Load จะต้องสามารถรับ Load ได้โดยไม่เกิน Practical Maximum Value ของ Substation นั้นๆ



PM : Practical maximum value
TV : Target value
LV . Loaded value
SVV : Supply violation value

An example of one bank switching

ภาพ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่สภาวะปกติ Sub A จะรับ Load 420 Mw และ Sub B และ Sub C จะมี Load เท่ากับ 520 และ 660 Mw ตามลำดับ เพราะถ้าหากให้ C2(Connected Load ที่มีขนาด 70 Mw) เป็น Load ของ Sub B จะทำให้ค่า Actual Load ของ Sub B เกินค่า PM (580 Mw) หากเป็นเช่นนั้นระบบจะไม่เสถียร

แต่ถ้าเกิด Fault ใน Sub A ทำให้ไม่สามารถรับ Load 80 Mw ได้ดังนั้น C1 (Connected Load ที่มีขนาด 80 Mw) จะถูก Switching ให้โอนถ่าย Load ไปยัง Sub C โดยให้ Sub C รับภาระ Load นี้ไป เพราะค่า PM ของ Sub C มีค่า 760 Mw ซึ่งมีค่ามากกว่า LV (660 Mw) รวมกับ (80 Mw) ดังนั้น Sub C จึงยังรับ C1 ได้ โดยระบบจะยังมีเสถียรภาพได้ และ C2 ก็จะยังคงเป็นภาระของ Sub A ต่อไปได้โดยระบบจะยังคงมีเสถียรภาพทั้ง 3 Substation ดังนั้นสภาวะหลังจากมี Fault ที่ Sub A จะมีผลดังรูป

SVV = LV - TV

* SVV = Supply Violation Value คือค่าผลต่างของ Target Value กับค่า Load Value สำหรับค่า SVV นี้จะเป็นตัวบ่งบอกถึงความมีเสถียรภาพของระบบได้ อีกทางหนึ่ง โดย SVV ยิ่งน้อย ก็จะทำให้ระบบมีเสถียรภาพที่ดี(ประหยัด)มากขึ้น ดังนั้นในระบบนี้จึงพยายามทำให้ค่าผลรวมของ SVV ลดลง จึงจะทำให้ระบบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สรุป HNN เป็นระบบโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อควบคุม Noise ให้เกิดน้อยที่สุดโดยมีความน่าเชื่อถือได้ และพยายามประหยัดพลังงานให้มากที่สุด และสามารถนำมาประยุกต์ให้กับ Engineering Knowledge ในเวลาที่เกิด Fault ใน Transmission Line ของ Substation ได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

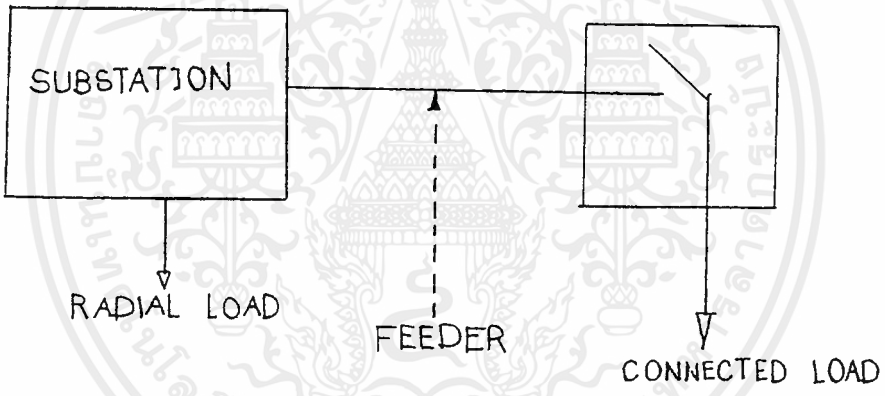
บทที่ 3

แบบจำลองในการ Switching ที่เลือกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองในการ Switching ที่ เลือกใช้

การจ่ายโหลด



ภาพ 3.1

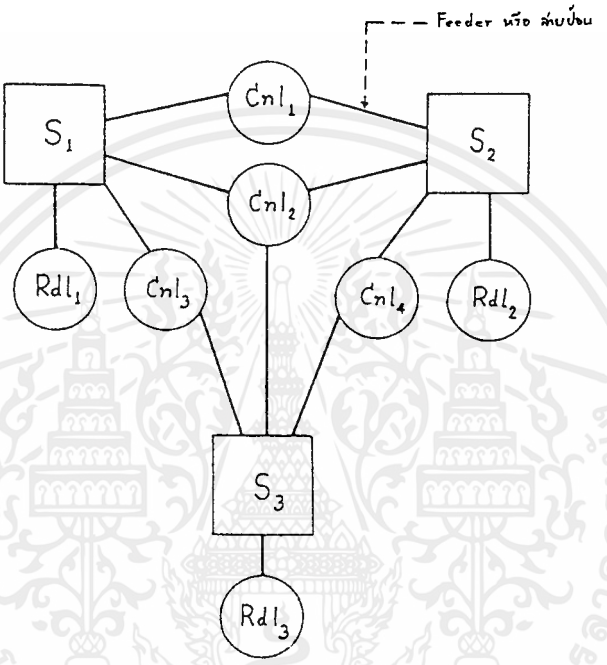
Radial Load : เป็นโหลดที่สถานีไฟฟ้าย่อยจ่ายประจำ ไม่มีการถ่าย หรือโอนย้ายโหลดส่วนนี้ไปยังสถานีไฟฟ้าย่อยอื่น

Connected Load : เป็นโหลดที่สถานีไฟฟ้าย่อย จะจ่ายให้หรือไม่ก็ได้ จะมีการย้ายหรือถ่ายไปยังสถานีไฟฟ้าย่อยอื่นได้ เพื่อให้เกิดภาวะเหมาะสมของ การจ่ายโหลดของระบบ

Feeder : เป็นสายป้อนที่จ่ายให้กับ Connected Load ในแต่ละสถานีไฟฟ้าย่อย อาจจะประกอบด้วย Feeder หลายๆสายได้ แต่ Radial Load จะรวมให้เป็นค่าๆหนึ่ง นอกจากนี้แล้วยังสามารถให้ สถานีไฟฟ้าย่อยที่ต่อกันร่วมกันจ่ายโหลดของระบบมีประสิทธิภาพ อาจแสดงได้ดังภาพตัวอย่างต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการจ่าย Load ร่วมกัน



ภาพ 3.2

จากตัวอย่างจะเห็นว่า แต่ละสถานีไฟฟ้าย่อย จะประกอบด้วย สายป้อนจำนวน 3 สายป้อน(Feeder) และมีโหลด Radial แยกกัน การจ่ายโหลดร่วมกันนั้นจะเป็นในลักษณะที่จะช่วยกันจ่าย Connected Load ในแต่ละ Connected Load จะมีสายป้อนอย่างน้อย 2 สายป้อน ในตัวอย่างจะเห็นว่า Connected Load หมายเลข 2 นั้น มีสายป้อนที่สามารถจ่ายไฟให้ถึง 3 สายป้อนด้วยกัน การที่มีสายป้อนเชื่อมต่อมากย่อมแสดงถึงความสำคัญของ Load คือ Load จะมีแหล่งจ่ายไฟได้หลายแหล่ง กรณีไฟจากสถานีไฟฟ้าย่อย หรือจากสายป้อนเกิดการผิดปกติ ไม่สามารถที่จะจ่ายไฟให้ได้ Load ที่มีสายป้อนเชื่อมต่อมาก ย่อมมีโอกาสที่จะได้รับการจ่ายไฟจากสถานีไฟฟ้าย่อยอื่นๆมากกว่า

การที่จะลดการทำงานเกินพิกัด และ ทำให้สถานีไฟฟ้าย่อยทำการจ่ายโหลดร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพนั้น คือ จุดมุ่งหมายที่จะทำการศึกษา อาจนำไปใช้ในระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้าในระบบ 24 KV ในกรณีที่เกิดการผิดปกติขึ้น(fault) ที่สถานีไฟฟ้าย่อย หรือในกรณีที่ต้องมีการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ในการจ่าย เช่น ซ่อมหม้อแปลง ตัวตัดต่อวงจร ในสภาวะเช่นนี้ สถานีไฟฟ้าย่อยไม่อาจจะจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้(load) ได้ตามปกติ ดังนั้นเพื่อให้ระบบมีเสถียรภาพที่ดีได้ จำเป็นต้องมีสายป้อนจากสถานีไฟฟ้าย่อยอื่น มาช่วยจ่าย Load แทน โดยการ ถ่ายโหลด หรือ Switching ให้โหลดยังคงมีไฟจ่ายอย่างต่อเนื่อง

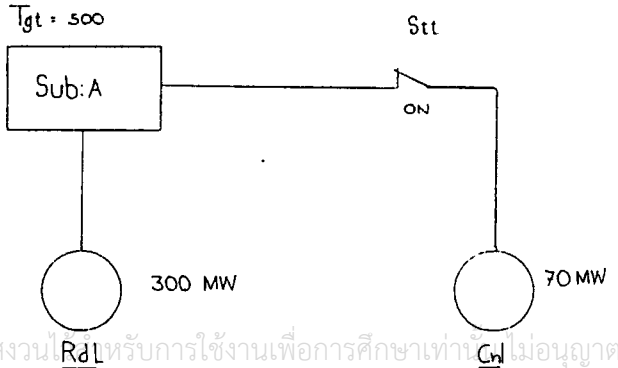
ในส่วนที่จะพิจารณานี้ จะทำการ Switching ให้กับสถานีไฟฟ้าย่อย ที่ทำการจ่ายโหลดมากเกินกว่าที่ตั้งเป้าหมายไว้ อย่างเช่น ในกรณีซ่อมหม้อแปลง ต้องทำการดับการจ่าย ในส่วนของหม้อแปลง ในกรณีเช่นนี้ ค่าเป้าหมายที่ตั้งเอาไว้ (Target Value) จะมีค่าลดลง แต่ค่าโหลดที่สถานีไฟฟ้านี้จ่ายอยู่ ยังคงมีค่าเท่าเดิม ถ้าในภาวะปกติ ค่าเป้าหมายมีค่ามากกว่า ค่าโหลดที่จ่ายอยู่เล็กน้อย ดังนั้นหลังจากดับหม้อแปลงแล้ว จะทำให้ค่าเป้าหมายไปน้อยกว่าค่าโหลดที่จ่าย ฉะนั้นต้องทำการโอนย้ายโหลด (บางส่วน)Connected Loadไปให้กับสถานีไฟฟ้าย่อยอื่น เพื่อไม่ให้สถานีไฟฟ้าย่อยนี้ต้องทำงานหนักเกินไป

การกำหนดรูปแบบของสมการในการพิจารณา

การทำให้ค่าโหลดที่จ่ายจริงมีค่าใกล้เคียงกับค่าเป้าหมาย เป็นวิธีการที่จะทำให้เกิดการลดการจ่ายโหลดเกินพิกัด และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจ่ายโหลดอีกด้วย เราจะตั้งชื่อตัวแปรดังนี้

1. Target Value **Tgt** : ค่าโหลดเป้าหมายที่จะทำการจ่าย
2. Radial Load **Rdl** : ค่าโหลดที่จ่ายตลอดและต่อเนื่อง
3. Connected Load **Cnl** : ค่าโหลดที่โอนย้ายได้
4. Status of Connected Load **Stt** : ภาวะแสดงการจ่ายหรือไม่จ่าย

ตัวอย่าง ค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ 500 MW ที่จ่ายไม่ตลอด แต่กำลังจ่ายอยู่มีค่า 70 MW



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ 3.3

5.Actual Load **Acl** : ค่าโหลดทั้งหมดที่จ่ายอยู่ในที่นี้ ค่า Acl มีค่าเท่ากับ ค่า Rdl(300 MW) รวมกับค่า Cnl(70 MW) ได้ค่า Acl =370 MW

6.Error **err** : เป็นค่าความแตกต่างของ Target value เทียบกับค่า Actual Load

ได้ค่า $$Err_i = Tgt_i - Cnl_i \quad (1)$$

ค่า Cnl จะมีค่าก็ต่อเมื่อมีการจ่ายโหลด (stt=1)

ฉะนั้นสมการจะเป็น

$$Err_i = Tgt_i - Rdl_i - Cnl_i * Stt_i \quad (2)$$

ในกรณีที่มีหลาย Feeder หรือหลายสายป้อน จะได้สมการเป็น

$$Err_i = Tgt_i - Rdl_i - \sum_{j=1}^{n} Cnl_{ij} * Stt_i \quad (3)$$

Err : Error of Substation [MW]

Tgt : Target Value of Substation [MW]

Rdl : Radial Feeder Load of Substation [MW]

Cnl : Connected Load of Substation [MW]

Stt : Status of Connected Feeder [0 or 1]

j : Connected Feeder Number [$1 \leq j \leq n$]

i : Substation Number

ค่า Err จะออกมามีค่าได้ทั้ง ค่าบวก และ ค่าลบ และการจะหาค่าต่ำสุดของค่า Err รวมทั้งหมด หาได้ 2 วิธีคือ

1). หาค่า Sum of Err $$= \sum_{j=1}^{m} Err_i^2 \quad (4)$$

2). หาค่า Sum of Err $$= \sum_{j=1}^{m} \left| Err_i \right| \quad (5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

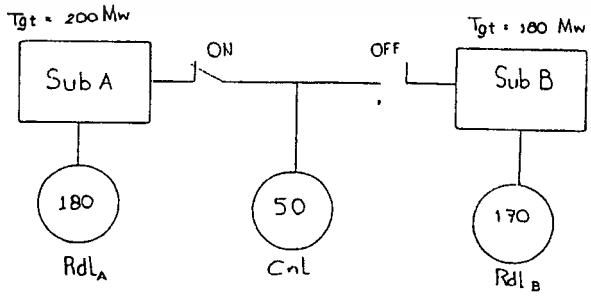
หลักการสำหรับการ Switching

1. พยายามทำให้ค่า Err มีค่ามากกว่าศูนย์ หรือ Tgt > Acl ป้องกันไม่ให้สถานีไฟฟ้าย่อย จ่ายโหลดเกินพิกัดเป้าหมายของมันเอง ทำได้โดยการตรวจว่า ในสถานีไฟฟ้าย่อยนั้นมีค่าผลต่างของค่าเป้าหมายกับค่าที่แท้จริง มีค่าเป็นบวก [(Err = Tgt-Acl) > 0] ถ้าค่า Err ที่สถานีไฟฟ้าย่อยใดมีค่าน้อยกว่าศูนย์ (Err<0) เราต้องทำการเลือกหา สถานีไฟฟ้าย่อยอื่นที่มีค่าผลต่างของ Tgt กับ Acl ที่เป็นบวก มาช่วยรับ Connected Load ที่ต่อร่วมกันอยู่

2. ควรจะให้สถานีไฟฟ้าย่อย ที่มีค่า Err มีค่าลบมากๆ ได้สิทธิ์ในการ Switchingก่อน เพราะว่ายิ่งค่า Err มีค่าลบมากเท่าใด ย่อมแสดงถึงว่า สถานีไฟฟ้าย่อยนั้น จ่ายโหลดเกินอยู่มากเท่านั้น ยิ่งมีการจ่ายโหลดเกินมากๆ ค่าอายุการใช้งานก็ยิ่งสั้นลง อีกทั้งค่าประสิทธิภาพ ก็จะลดน้อยลงในอัตราก้าวหน้า คือ ยิ่งทำการจ่ายเกินพิกัดยิ่งมาก ยิ่งเสียค่าใช้จ่ายสูงขึ้น

3. นอกจากนี้แล้ว ควรที่จะตรวจสภาวะของ สถานีไฟฟ้าย่อยก่อนที่จะหาสถานีไฟฟ้าย่อยอื่นมาช่วยรับโหลด คือ ในสถานีนี้ต้องมี Connected Load ต่ออยู่ หรือก็คือ ค่า Stt เป็นค่า on อยู่ด้วย ถ้าในกรณีที่ไม่มี Connected Feeder ใด on อยู่เลยก็จะไม่สามารถทำการถ่ายโหลดได้ มีเฉพาะ Radial Load ซึ่ง Rdl ไม่สามารถโอนถ่ายโหลดได้เช่นกัน

4.ในการที่จะทำการ Switching ต้องคำนึงถึง Connected Load ด้วย



ภาพ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีเช่นนี้จะเห็นว่า ถึงแม้ว่า สถานีไฟฟ้าย่อย B จะมีค่า Err_Bเป็นบวกและสถานีไฟฟ้าย่อย A มีค่า Err_A เป็นลบ แต่ในกรณีเช่นนี้ การถ่ายโอน Connected Loadจากสถานีไฟฟ้าย่อย A ไปยังสถานีไฟฟ้าย่อย B จะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ประการใด โดยพิจารณาค่า Err หลังจากทำการโอนย้าย จะได้ค่า Err_A = 200-180 = 20 และ Err_B = 180-170-50 = -40 เมื่อพิจารณาผลรวมของค่าสัมบูรณ์ของ A และ B จะได้ ค่าก่อน และ หลังโอนย้ายดังนี้ (จากสมการที่ 5)

$$\sum \text{Err ก่อน} = |-30| + |10| = 40 \text{ MW}$$

$$\sum \text{Err หลัง} = |-40| + |20| = 60 \text{ MW}$$

ในกรณีเช่นนี้ ยิ่งเป็นการเพิ่มค่า $\sum$ Err (sum of error) ให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งในการพิจารณา เราอาจทำได้ 2 วิธี ดังจะกล่าวต่อไป

การพิจารณาในการโอนย้ายโหลดให้เหมาะสม

แบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ

1. พิจารณาที่ขนาดของ Connected Load เทียบกับค่า Err ของทั้ง 2 สถานี แต่ก่อนอื่น เราลองมาพิจารณาดูกราฟแท่ง เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ เราจะพิจารณาในกรณีที่สถานีไฟฟ้าย่อย A จ่าย Connected Load อยู่แล้ว และ มีค่า Err เป็นลบ ต้องการ จะถ่ายLoad ไปให้สถานีไฟฟ้าย่อย B ช่วยรับ Load ไป

ในการ Switching โอนย้ายโหลดมีจุดมุ่งหมายก็คือ ทำค่า Err ให้น้อยลง ฉะนั้น เราต้องพิจารณาค่า Err หลัง ให้มีค่าน้อยกว่าค่า Err ก่อนทำการโอนย้าย

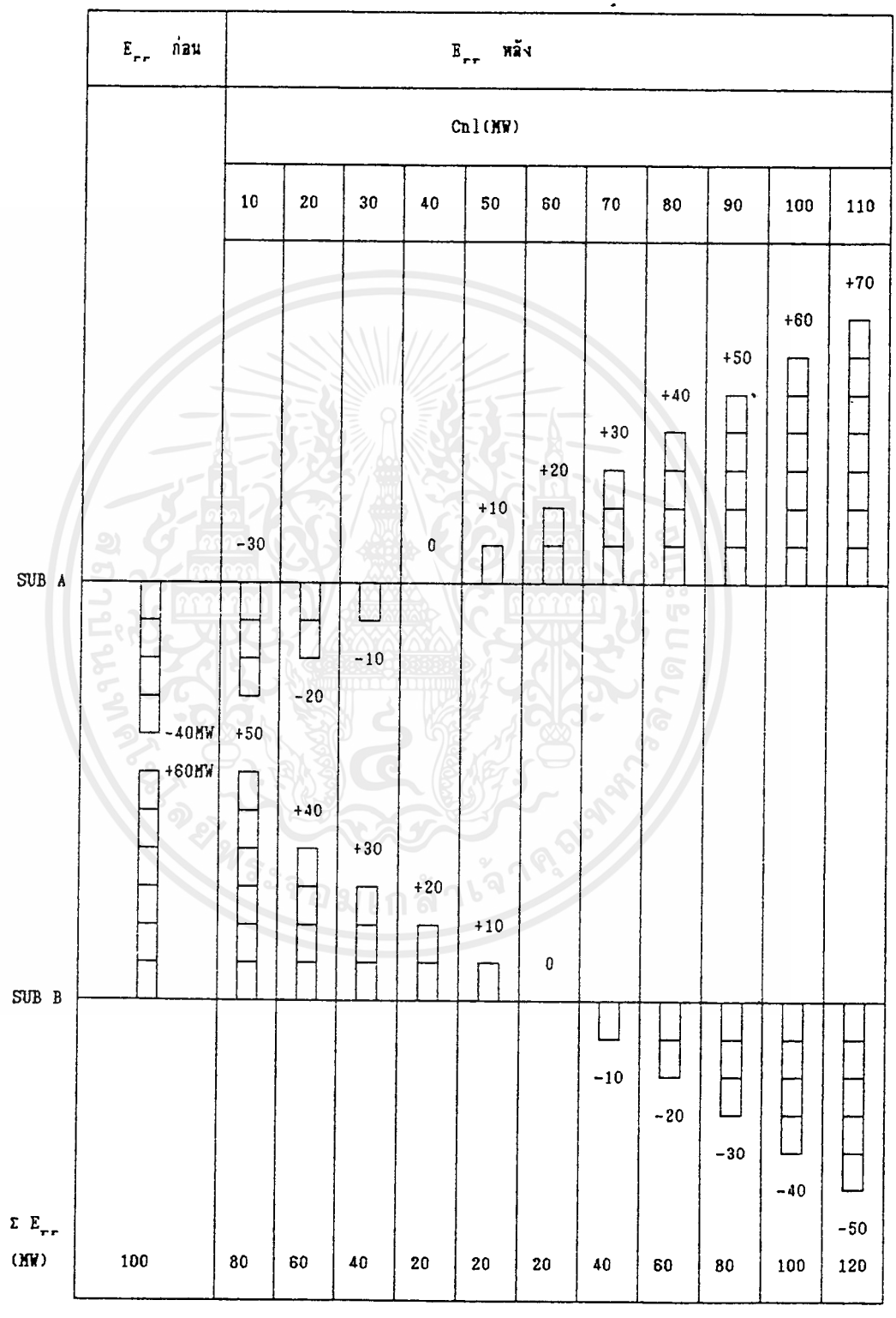
$$\text{ค่า} \sum \text{Err หลัง} = |Err_A + Cnl| + |Err_B - Cnl| \quad (6)$$

ควรมีค่าน้อยกว่า

$$\text{ค่า} \sum \text{Err ก่อน} = |Err_A| + |Err_B| \quad (7)$$

เมื่อพิจารณาจากภาพที่แสดงเป็นตัวอย่าง จะเห็นว่า การจะ Switching ได้หรือไม่นั้น จะขึ้นกับขนาดของ Connected Load โดย Connected Load จะให้ค่า Err น้อยที่สุดที่

เอกสารนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ภายใต้โครงการ ... ซึ่งได้ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Cnl = |Err_A|$$

แต่ค่า Cnl จะให้ค่า Err ที่เท่ากับค่า Err ก่อน เมื่อ

$$Cnl = |Err_A| + |Err_B|$$

ฉะนั้นต้องให้ $Cnl < \sum Err \; ; [\sum Err = |Err_A| + |Err_B|]$ (8)

จึงจะทำให้ได้ค่า Err เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

2.พิจารณาความสามารถในการที่จะรับ Connected Load

จุดประสงค์ในหัวข้อนี้มีจุดประสงค์เช่นเดียวกับในข้อแรก คือ ต้องการผลรวมของ error ในการจ่ายโหลดที่น้อยกว่าเดิม ในหัวข้อนี้ เราจะพิจารณาดูที่ความสามารถของสถานีไฟฟ้าย่อยที่จะรับค่า Connected Load โดยค่านี้จะเรียกว่า Receivable value โดยมีค่าเท่ากับ

$$Rcv_i = Tgt_i - Rdl_i \quad (9)$$

Rcv : Receivable Value

i : Substation Number

จากตัวอย่างที่แล้ว เราจะได้ค่า (จากสมการที่ 8)

$$Cnl < |Err_A| + |Err_B|$$

ค่า $Err_A = Tgt_A - Rdl_A - Cnl$ (เพราะก่อน Switching A จ่ายConnected Load อยู่ก่อน)

$$Err_B = Tgt_B - Rdl_B$$

จาก (9) และ (8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Cnl < |Rcv_A - Cnl| + |Rcv_B| \quad (9.1)$$

ถ้า Rcv_A และ Rcv_B ปกติเป็นค่าบวก และเรารู้ว่า ค่า $Rcv_A - Cnl$ มีค่าเป็นลบ ∴ จะได้

$$Cnl < Cnl - Rcv_A + Rcv_B \quad (9.2)$$

$$Rcv_A < Rcv_B \quad (10)$$

ฉะนั้น ถ้าจะให้ Err หลัง < Err ก่อน จะต้องให้ค่า Rcv_B มากกว่า Rcv_A

สมการที่ 9 และ 10 นี้ พิจารณาในกรณีที่มีสถานีไฟฟ้าย่อยจ่ายร่วมกัน 2 สถานี แต่ในสมการที่ 8 มีสถานีจ่ายร่วมกันเท่าไหร่ก็ได้ แต่ถ้า จะพิจารณาที่สมการ ใช้ได้ กับหลายๆ สถานีต้องแก้ไขสมการที่ 9 ได้ดังนี้

$$Rcv_i = Tgt_i - Rdl_i - \sum_{j=1}^{n} Cnl_{ij}\, Sttij + Cnl_{ix} \quad (10)$$

สมการที่ 10 ใช้สำหรับสถานีไฟฟ้าย่อยที่มีหลายสายป้อน หลาย Connected Load

ทั้งสมการที่ 9 และ 10 ยังใช้ได้ แม้ในกรณีที่ค่า Rcv ของ สถานีที่ จะทำการถ่าย Load มีค่าเป็นลบ เช่น จากตารางภาพ จะเห็นว่า ในกรณีที่ Err_A = -40, Err_B = 60โดยค่าทั้ง 2 มี Cnl = 10 MW

∴ จะได้ Rcv_A =-30 และ Rcv_B = 60

จากสมการที่ 9.2 (สมการที่แปลงมา)

$$Cnl < Cnl - Rcv_A + Rcv_B$$

แทนค่า

$$10 < 10-(-30)+60$$

$$10 < 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังคงเป็นจริง และถ้าให้ Cnl = 60 , Rcv = 20 , Rcv = 60

แทนค่าในสมการที่ (9.2)

$$60 < 60-(20)+60$$

$$60 < 100$$

จากทั้ง 2 กรณีไม่ว่า ค่า Cnl ที่ทำให้ Rcv เป็นบวก หรือ ลบก็ตาม สมการที่สมมติยังคงเป็นจริง และค่า Cnl

ยังคงน้อยกว่า $\sum_{i=A}^{B} | Err_i |$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

อธิบายส่วนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายส่วนโปรแกรม

ตัวแปร

ตามวิธีการโอนย้ายโหลดที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น เราจะกำหนดตัวแปรที่ใช้งาน คือ

-Target Value Load

-Connected Load Value

-Radial Load Value

-Actual Load Value

เหล่านี้เป็นต้น ตัวแปรที่ใช้จะเป็นลักษณะของฐานข้อมูล โดยจะใช้ อาเรย์ เป็นตัวแปรสำหรับเก็บข้อมูล และกำหนดตัวแปรในลักษณะของ Global คือตัวแปรอาเรย์นี้ จะสามารถเรียกใช้ได้ทั้งโปรแกรม สามารถส่งค่าผ่านไปได้ในฟังก์ชั่น และแก้ไขได้ในฟังก์ชั่น อาเรย์ที่ใช้จะมีลักษณะเป็นชั้นต่างกัน ชั้นแรกจะระบุค่าของสถานีไฟฟ้าย่อย(Substation) ชั้นที่สอง จะระบุสายป้อน(Feeder) ในสถานีนั้น ส่วนอาเรย์ชั้นที่สามนั้นเป็นการ ระบุของ Connection คือระบุว่า ต่อกับจุดต่อที่เท่าไหร่

1.ตัวแปรที่มีลักษณะ 1 ชั้น เป็นการกำหนดค่าของ Substation คือ

ค่าโหลดเป้าหมาย Tgt[ ]

ค่าโหลดประจำ Rdl[ ]

จำนวนสายป้อนfeed-num[ ]

ค่าผิดพลาด err[ ]

ค่าโหลดรวม Act[ ]

2. ตัวแปรที่มีลักษณะ 2 ชั้น เป็นการกำหนด_ค่าของFeeder

ค่าโหลดที่ต่อ Cnl[ ]

สถานะของการใช้โหลดStt[ ][ ][ ]

3. ตัวแปรที่มีลักษณะ 3 ชั้น กำหนดแยกตามจุดต่อ(Connection)

ตัวชี้ว่าต่อกับสถานีไหน Fgs[ ][ ][ ]

ตัวชี้ว่าต่อกับสายป้อนที่เท่าใด Fgf[ ][ ][ ]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน Program แบ่งเป็นส่วน_ย่อยๆได้ดังนี้

1. ส่วนเมนู
2. ส่วนรับข้อมูล
3. ส่วนแสดงข้อมูล
4. ส่วนประมวลผล
5. ตัวอย่างที่ 1
6. ตัวอย่างที่ 2

1.ส่วนเมนู เป็นส่วนที่เริ่มเข้าสู่โปรแกรมจำลองการทำงานโดยจะแบ่งเป็นเมนูย่อย คือ

1.1).ส่วนข้อมูล (Data)

1.2).ส่วนกำหนดข้อกำหนด (Mode)

1.3).ส่วนปฏิบัติ(Run)

1.4).ตัวอย่าง(Demo)

1.5).ออกจากเมนู (Exit)

1.1).ส่วนข้อมูล มี 3 เมนูย่อย คือ Write Save Load

ในที่นี้ยังใช้ได้เฉพาะ Write คือ รับข้อมูลได้ ส่วน save กับ load ยังใช้ไม่ได้ เมื่อเริ่มต้น แถบสีม่วงจะอยู่ที่ส่วนของข้อมูล จะลงสู่เมนูย่อย เมื่อกดEnter หรือ Return เมื่อลงมาสู่เมนูย่อยจะเริ่มที่ (Write) ซึ่งเป็นส่วนของการรับข้อมูล เมื่อกด Enter อีกครั้งจะเข้าสู่Mode ของการรับข้อมูล จะเปลี่ยนไปอีกหน้าจอหนึ่ง

1.2).ส่วนกำหนดข้อมูล มี 3 ส่วน

-Sound กำหนดเสียง มี ON กับ OFF

-Outputกำหนดรูปแบบของการแสดงผลการทำงาน เป็นรูปภาพ PIC กับตาราง TABLE

-Graph กำหนดว่าให้แสดงกราฟหลังจากrun Program แล้วมีON กับ OFF

เมื่อกำหนดเสร็จ ให้กด ESC เพื่อกลับเข้าสู่ Menu หลัก การเข้าสู่Menu ย่อย ใช้ได้ทั้ง Down Key และ Enter Key

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3).ส่วนปฏิบัติ

ใช้ได้เฉพาะ Model ของการแสดงผลแบบตาราง ต้องทำการป้อนข้อมูลก่อนที่จะใช้เมนูนี้ เลือกเมนูนี้โดยใช้ Enter Key

1.4.เป็นตัวอย่างของการจำลองการทำงาน มี 2 ตัวอย่าง ได้ทั้งภาพ และ ตาราง ตัวอย่างที่ 1 มี 6 สถานี ตัวอย่างที่ 2 มี 8 สถานี

1.5).ออก (EXIT) ออกจาก Programนี้

2.ส่วนรับข้อมูล

ในส่วนนี้จะเริ่มโดย Program จะให้ผู้ใช้กำหนด

-จำนวนสถานีไฟฟ้าย่อยในระบบ

-จำนวนจุดต่อของสายป้อนสูงสุด

จากนั้นก็ให้กำหนดค่าของ Target Radial แต่ละ feed-num คือให้กำหนดค่าของ ค่าเป้าหมาย ค่าโหลดประจำ และ จำนวนของสายป้อนในแต่ละสถานี จนครบ เมื่อป้อนค่าเหล่านี้เสร็จหมดแล้ว Program ก็จะให้ป้อนค่า

-สถานะของแต่ละสายป้อน

-ค่าConnected Load ของแต่ละสายป้อน

-และค่า Fgs และ Fgf ของแต่ละสายป้อน

จะเวียนเริ่มที่สถานีที่ 0 สายป้อนที่ 0 ไปจนสถานีสุดท้าย สายป้อนสุดท้าย

หมายเหตุ หมายเลขของสถานีไฟฟ้าย่อยนี้ จะเริ่มจาก 0 เสมอ รวมถึงหมายเลขของ สายป้อน และ จุดต่อ เมื่อป้อนค่าทั้งหมดเสร็จ ก็จะกลับเข้าสู่เมนูหลัก

ข้อกำหนดในการป้อนข้อมูล

1.ค่าของจำนวนสถานีไฟฟ้าย่อย ในที่นี้กำหนดไว้ 10 สถานี ถ้าป้อนค่ามากกว่านี้ Program จะยอมให้มีได้เพียง 10 สถานี ถ้าต้องการแก้ไขให้แก้ไขที่ค่าMAX-SUB

2.จำนวนสายป้อนมีได้ไม่เกิน 8 สายป้อน ถ้าป้อนค่าเกิน จะกำหนดให้เป็น 8 แก้ไขที่ค่า MAX-FEED 3.จำนวนจุดต่อมีได้ไม่เกิน 3 แก้ไขที่ MAX-NCN

4.ค่าที่ป้อนไม่ควรเกินค่าของพิกัดของinteger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.การกำหนดต้องกำหนดค่าการเชื่อมต่อ (FgfและFgs) และ ค่าสถานะ (Stt) ให้ถูกต้องมิฉะนั้นจะเกิดการผิดพลาดในการ run

6.ในระหว่างการป้อนตัวเลข ถ้ากดผิดสามารถแก้ไขได้โดยใช้ESC หรือ Back Space

7.ป้อนข้อมูลเกิน 5 หลักไม่ได้

3.ส่วนแสดงข้อมูล แบ่งเป็น

-ตาราง(Table)

-ภาพ(Picture)

-กราฟ(Graph)

3.1).ตาราง (Table)

แสดงค่าของ Target Load Value ,Radial Load Value ,Actual Load Value, Err of Substation,Connected Load Value,Status of Feeder ค่าเหล่านี้แสดงในแนวนอน ส่วนในแนวตั้งเป็นหมายเลข ของสถานีไฟฟ้าย่อย ค่าต่างๆ แสดงด้วยอักษรสีขาว และถ้าค่าใด< 0 จะแสดงด้วยอักษรสีชมพู เพื่อเน้นค่า "Err" ที่น้อยกว่าศูนย์ และข้างล่างมุมขวา จะมีค่าSum of Err อยู่ ในขณะที่ Program ทำงาน ค่าต่างๆ ในตาราง จะมีค่าแปรเปลี่ยนไปตามค่าของฐานข้อมูล ซึ่งตัวrun จะกำหนด

3.2).ภาพ(Picture หรือ Figure)

จะแสดงภาพของระบบ ดูได้จากในตัวอย่างที่ 1 และ 2 ค่าต่างๆจะกำหนดในภาพด้วย เช่นเดียวกับการแสดงผลแบบตาราง สัญลักษณ์ต่างๆ จะกำหนดไว้ที่มุมซ้ายด้านล่าง ภาพที่แสดงเขียนอยู่ใน Mode Graphics ฉะนั้นค่าต่างๆก่อนที่จะนำมาแสดงผล ต้องใส่ค่าเหล่านั้น ลงในอาเรย์ของ Strings แล้วจึงนำ Strings แสดงออกมาอีกทีหนึ่ง

3.3).กราฟ(Graph)

เป็นกราฟแท่งแสดงค่าของ Target Value และ Actual Value พิกัดสูงสุดจะไปกำหนด scale อีกทีหนึ่ง ฉะนั้น Graph ที่สูงสุดจะเต็มจอภาพอยู่เสมอ ก่อนแสดงผล ต้องเรียกใช้ฟังก์ชั่นFunction fnd_max และ fnd_act เพื่อหาจำนวนสูงสุด และ ค่าของ Actual Valueส่วน Target Value เท่าเดิม เพราะกำหนดเอาไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ส่วนประมวลผล

ดูได้ตาม Flow Chart ที่ 1 และ 2 โดย Flow Chart 2 จะเป็นส่วนของการSwitching ในส่วนที่ 1 การทำงานอาศัยหลักการตามหลักการที่อธิบายมาแล้วข้างต้น คือทำการโอนย้ายโหลด ให้ค่าผลรวมของค่าสัมบูรณ์ของค่าผิดพลาด (Err)มีค่าน้อยลง หลักใหญ่ๆก็คือ โอนถ่ายโหลด (เฉพาะConnected Load) จากสถานีที่มีค่า Err ติดลบ ไปสถานีที่มีค่า Err ที่มากพอ และยังขึ้นกับค่าของCnl(Connected Load) ตามที่กล่าวมาแล้ว นอกจากนั้นต้องมีการตรวจสอบว่า สถานีอื่น หรือ สายป้อนอื่น ที่จะทำการถ่ายload ไปให้ต้องมีสถานะ เป็น OFF หรือ ตรวจสอบว่า สายป้อนที่จะทำการถ่ายload ไปให้ตัวอื่น ต้องมีสภาวะเท่ากับON อยู่ จึงจะทำการถ่าย loadได้

ที่สำคัญที่สุดต้องแน่ใจว่าSwitching แล้วจะสามารถลดค่าSum of Error ได้แน่จึงจะทำการSwitching และก่อนที่จะเลือกสถานีใดมาทำการ Switching หรือโอนย้ายโหลด เราก็ต้องเรียงลำดับให้สถานีที่มีค่า Err<0 มากๆ มีสิทธิได้ทำก่อน เพราะว่าที่ค่า Err สูงๆจะทำให้ หม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าย่อยยิ่งทำงานหนักมากยิ่งขึ้น เป็นอัตราก้าวหน้า ทำให้เกิดความเสียหาย ต่ออายุการใช้งาน และสิ้นเปลืองเพราะ Effiency ก็จะตกลง

ฉะนั้นจึงต้องทำการโอนย้ายโหลด จากค่าที่ติดลบมากๆก่อน เมื่อทำการโอนย้าย เสร็จแล้ว ก็ทำการแก้ไขข้อมูล คือ

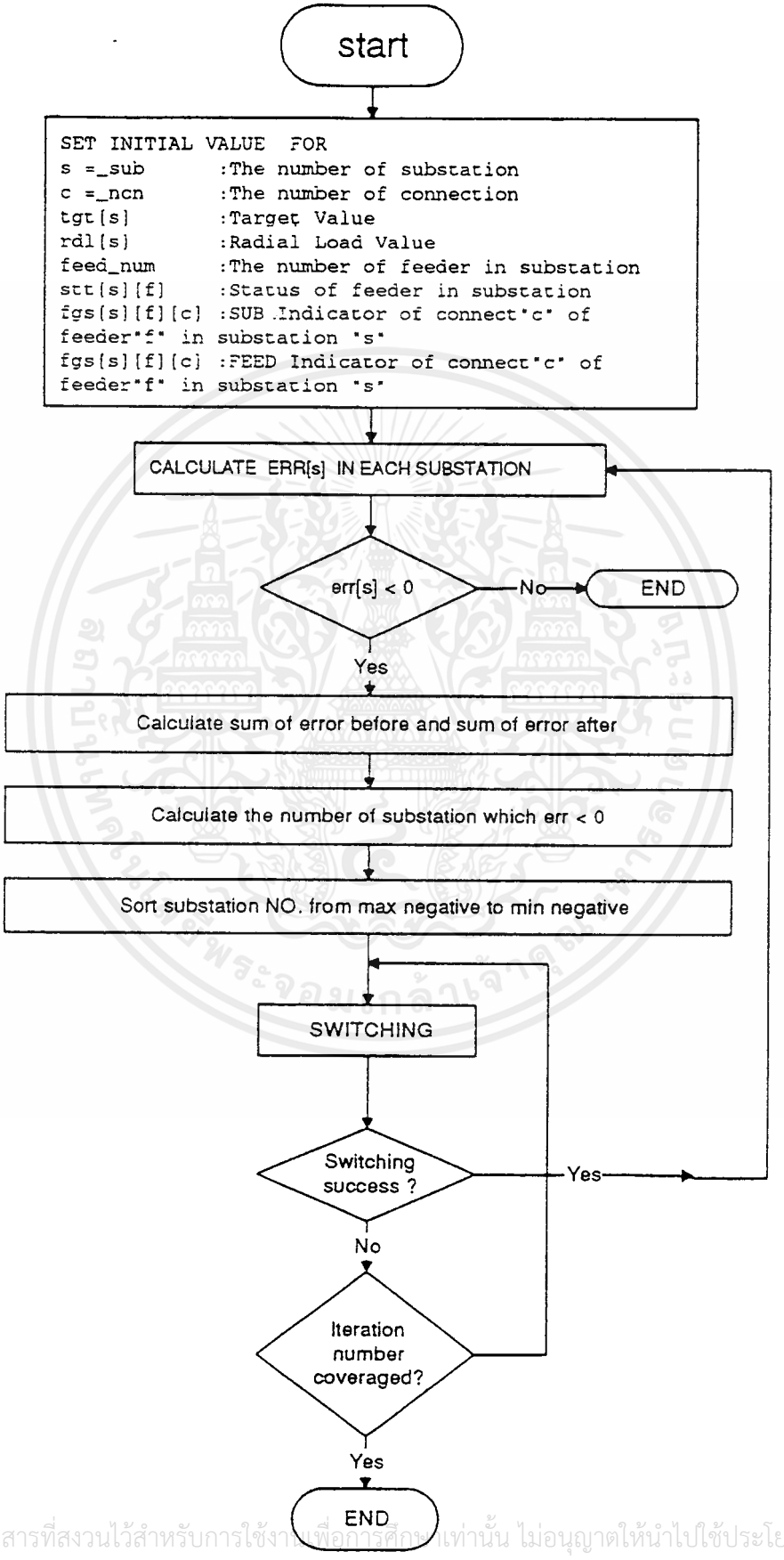
ค่า Act : Actual Value

ค่า Err : Error Value

ค่า Sum of Error : Sum of Error

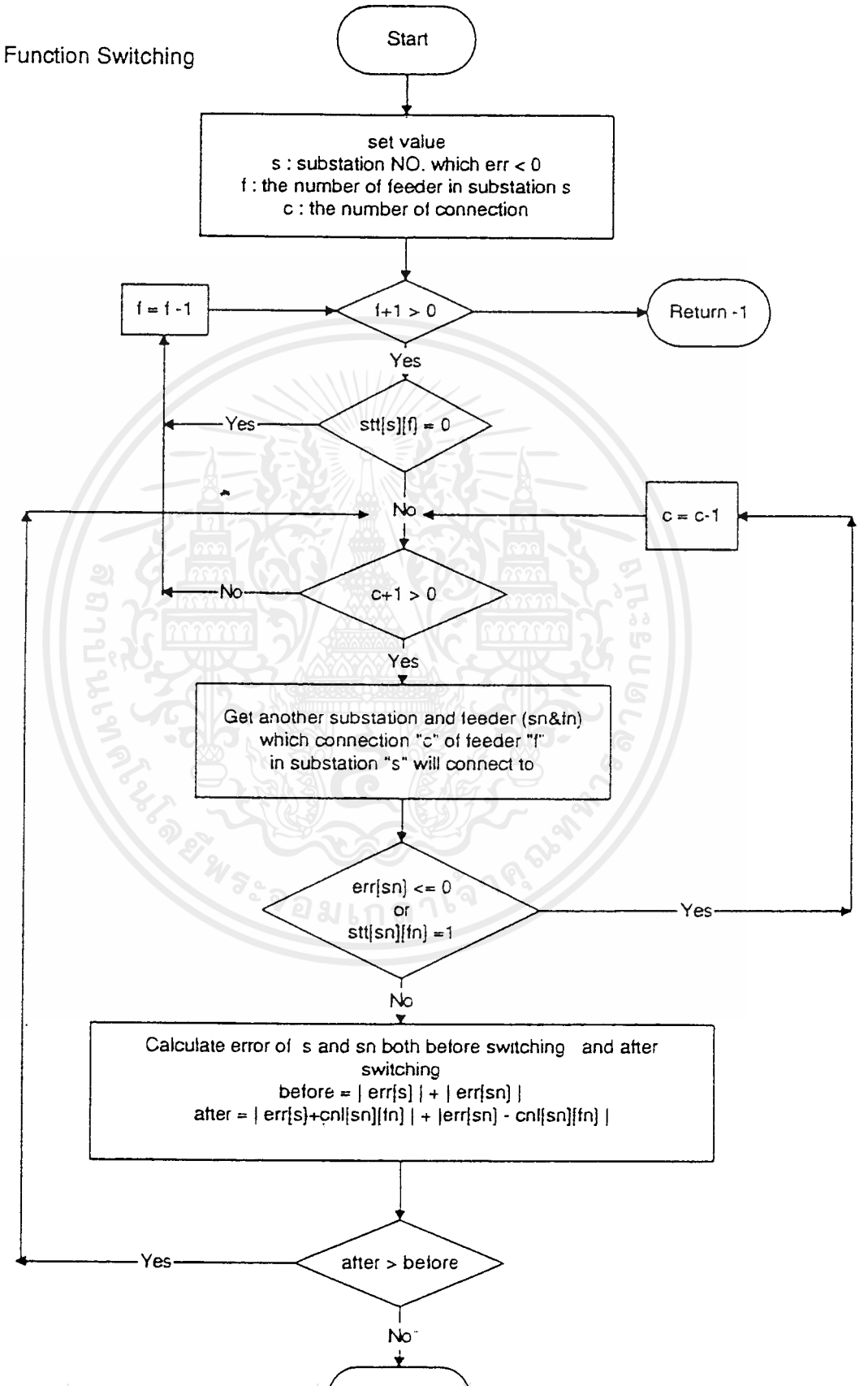
ค่า Stt : Status of Feeder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภาพที่ 1



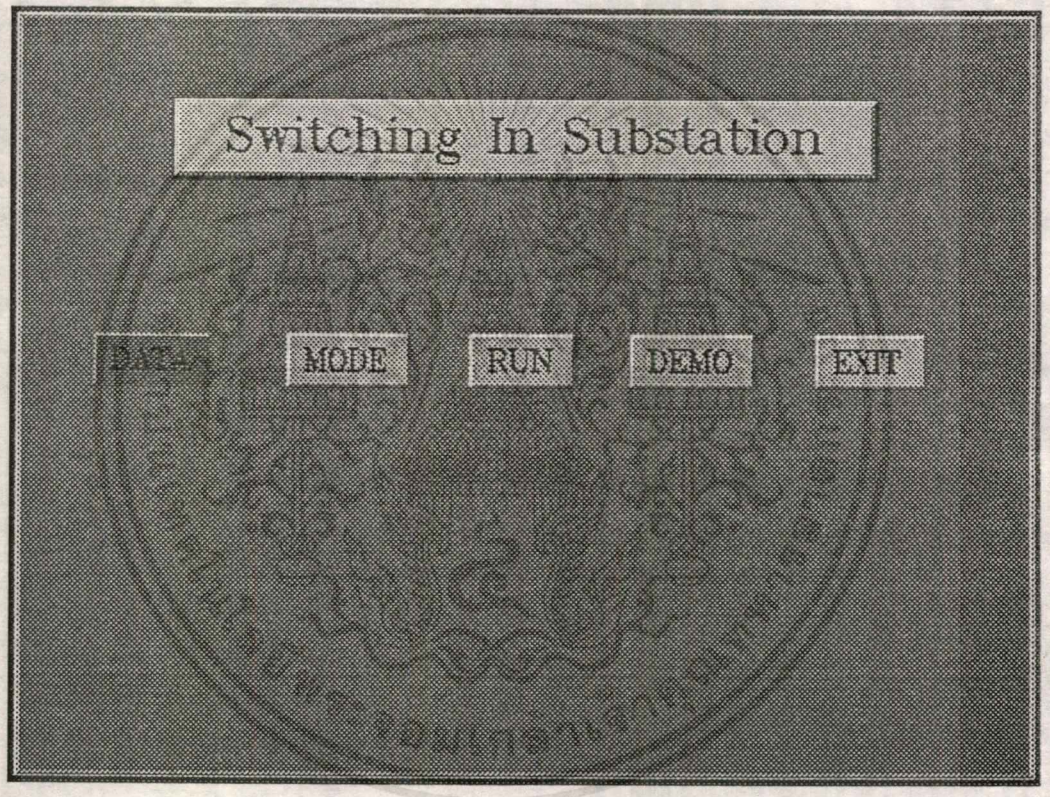
แผนภาพที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

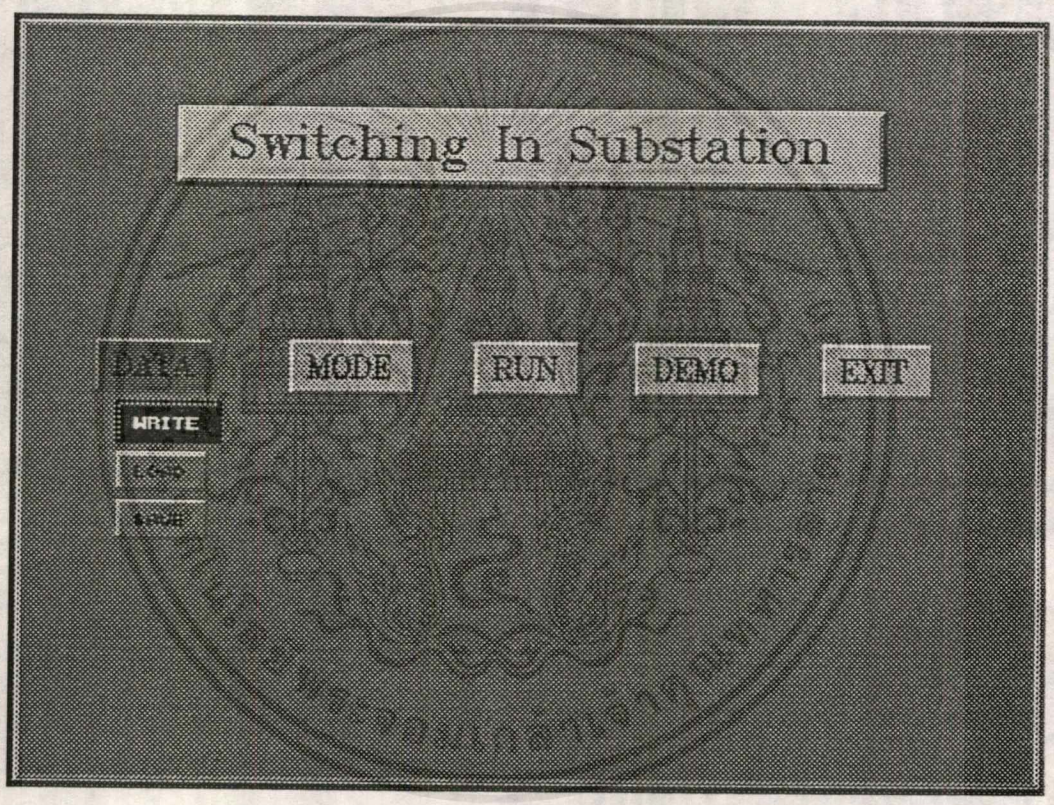
ผลการทดลองใช้โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



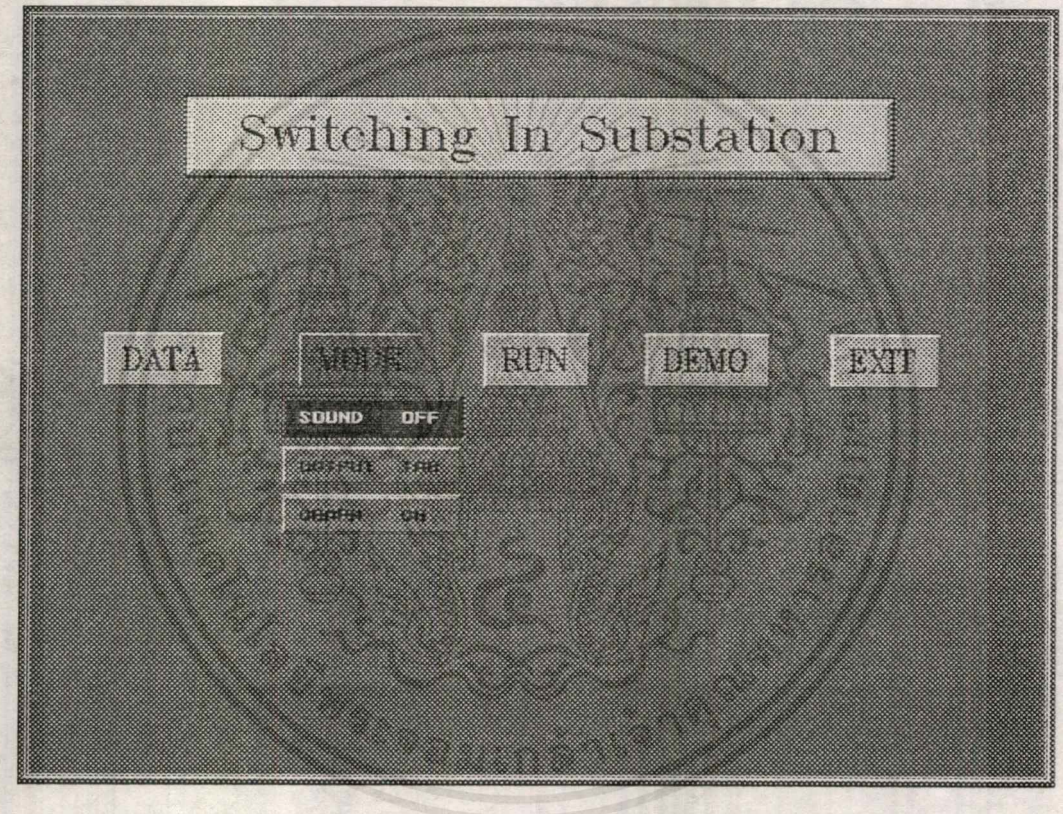
5.1 รูปแสดงเมนูส่วน Main

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



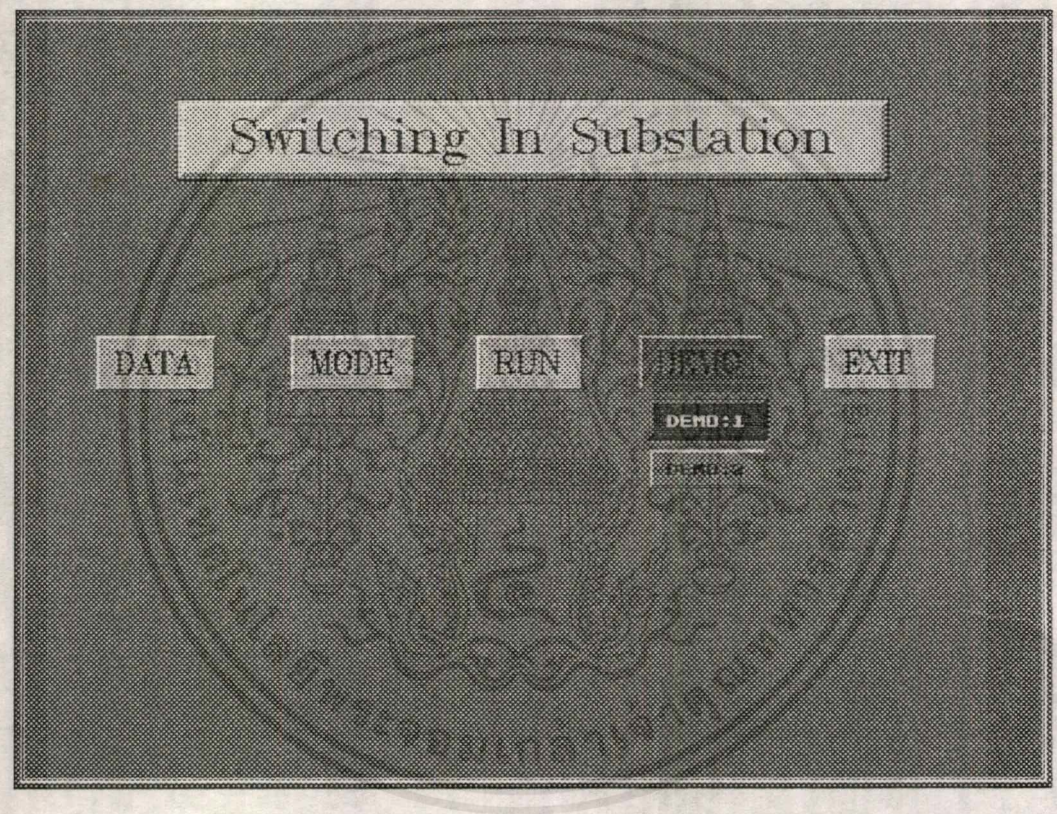
5.2 รูปแสดงเมนูส่วน Submenu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



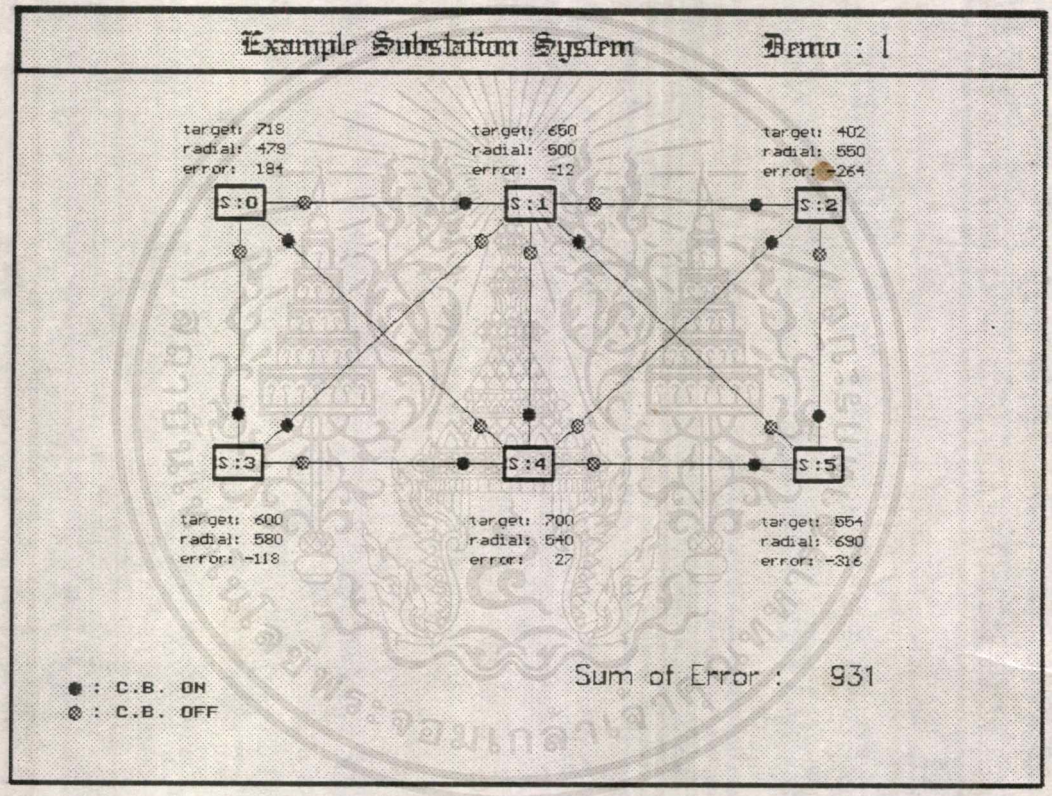
5.3 รูปแสดงเมนูส่วน Submenu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.4 รูปแสดงเมนูส่วน Submenu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.5 รูปแสดงระบบของข้อมูลชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 1 ก่อนการ Switching

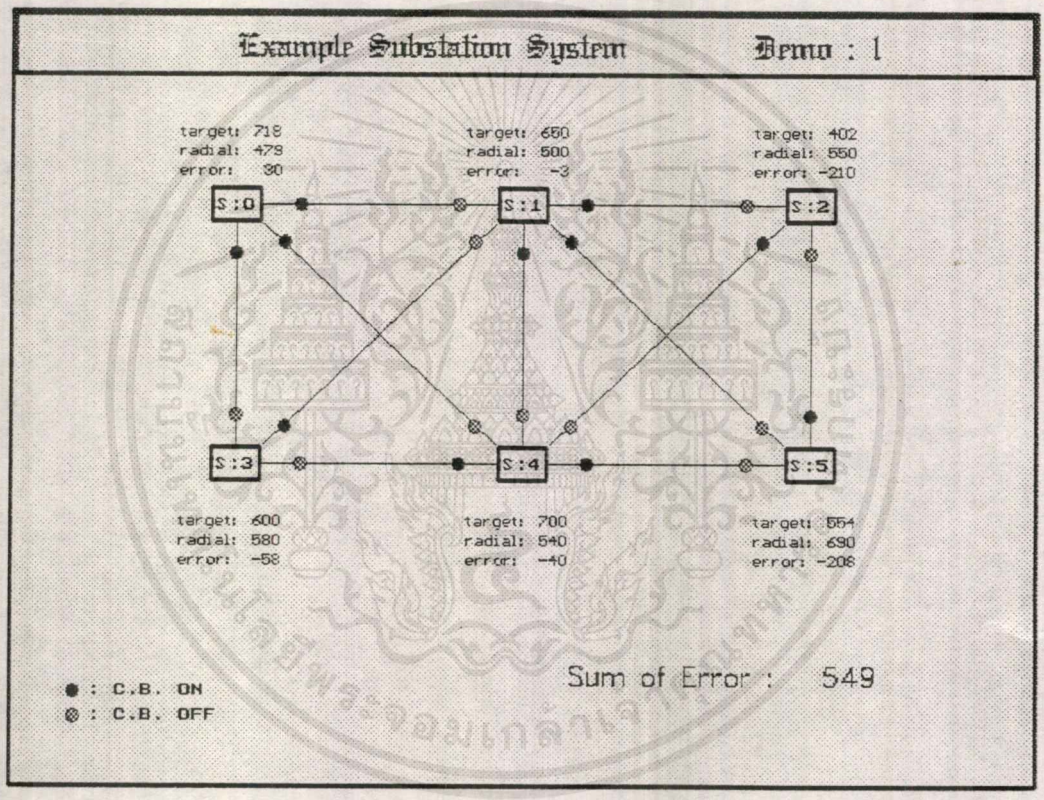
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUB	tgt	act	rdl	err	f1	c1	f2	c2	f3	c3	f4	c4	f5	c5	f6	c6	f7	c7	f8	c8
0	718	524	478	194	0	60	1	45	0	104										
1	650	662	500	-12	1	104	0	78	0	41	1	58	0	54						
2	402	666	550	-264	1	54	1	62	0	72										
3	600	718	580	-118	1	60	1	76	0	92										
4	700	673	540	27	1	82	0	45	1	41	0	62	0	108						
5	554	870	690	-316	1	108	0	56	1	72										

Sum of Error 931

5.6 รูปแสดงตารางข้อมูลชุดที่ 1 ของตัวอย่างที่ 1 ก่อนการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.6 รูปแสดงระบบของข้อมูลชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ Switching

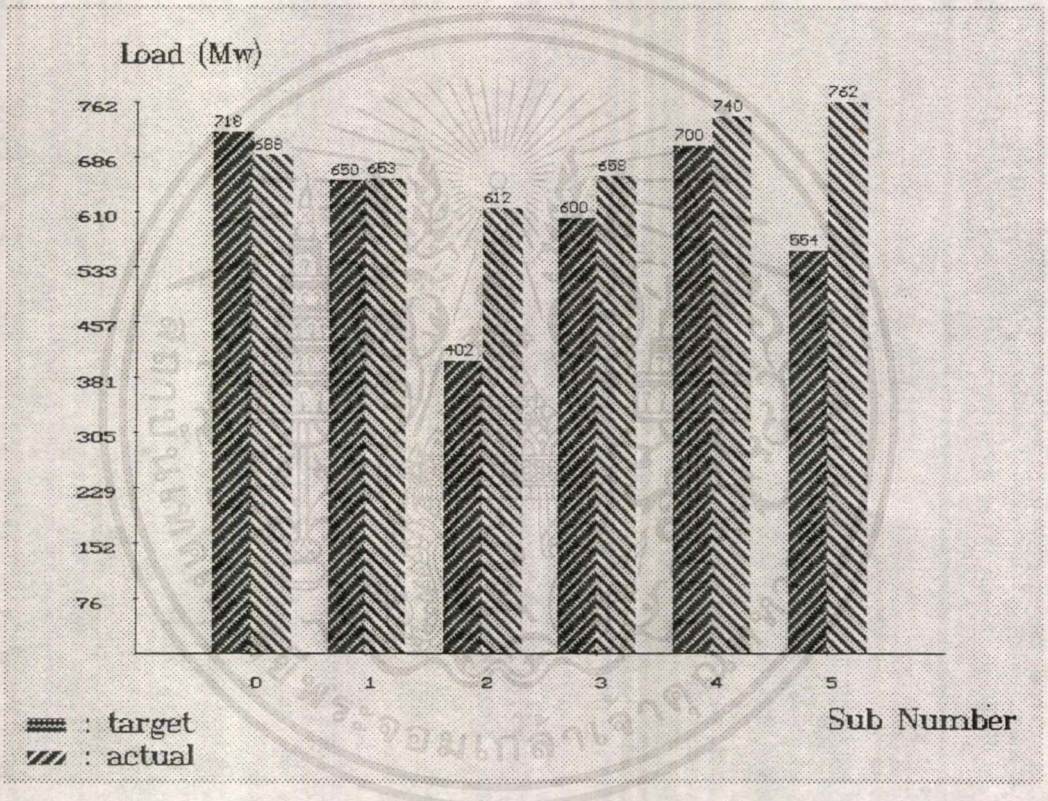
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUB	tgt	act	rdl	err	f1	c1	f2	c2	f3	c3	f4	c4	f5	c5	f6	c6	f7	c7	f8	c8
0	718	688	479	30	1	60	1	45	1	104										
1	650	653	500	-3	0	104	0	78	1	41	1	58	1	54						
2	402	612	550	-210	0	54	1	62	0	72										
3	600	658	580	-58	0	60	1	78	0	92										
4	700	740	540	-40	1	92	0	45	0	41	0	62	1	108						
5	554	762	690	-208	0	108	0	58	1	72										

Sum of Error 549

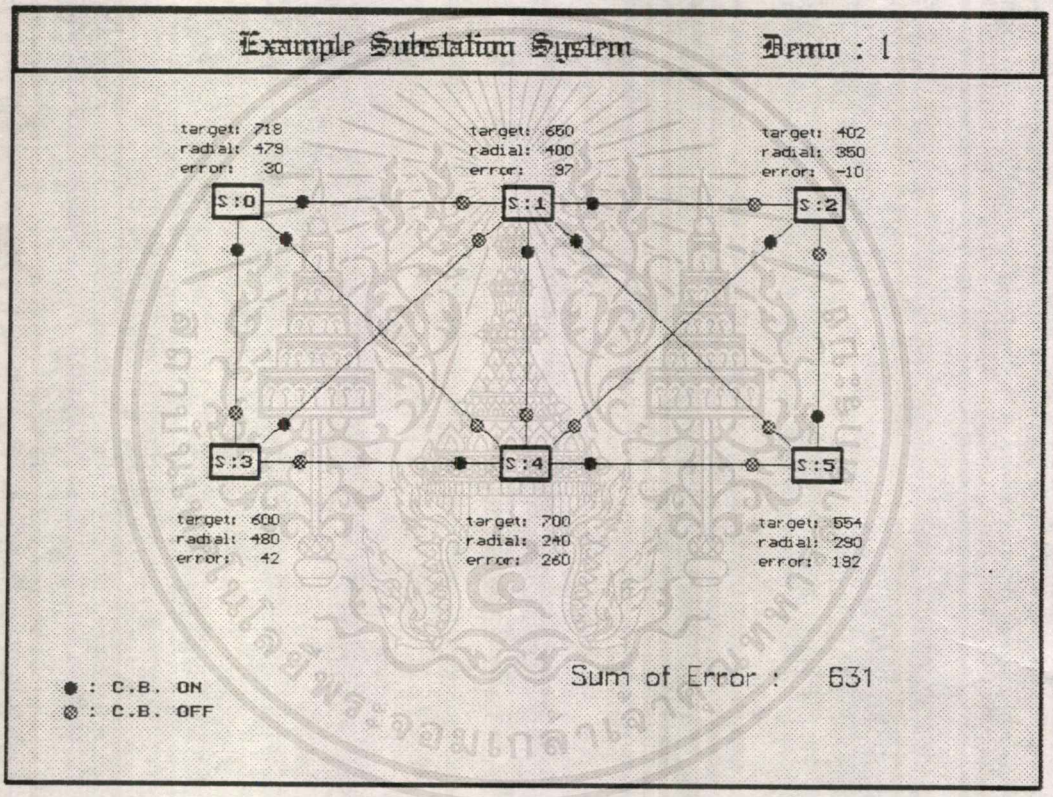
5.7 รูปแสดงตารางข้อมูลชุดที่ 1 ของตัวอย่างที่ 1 หลังการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.8 รูปแสดงกราฟของข้อมูลชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.9 รูปแสดงระบบของข้อมูลชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 1 ก่อนการ Switching

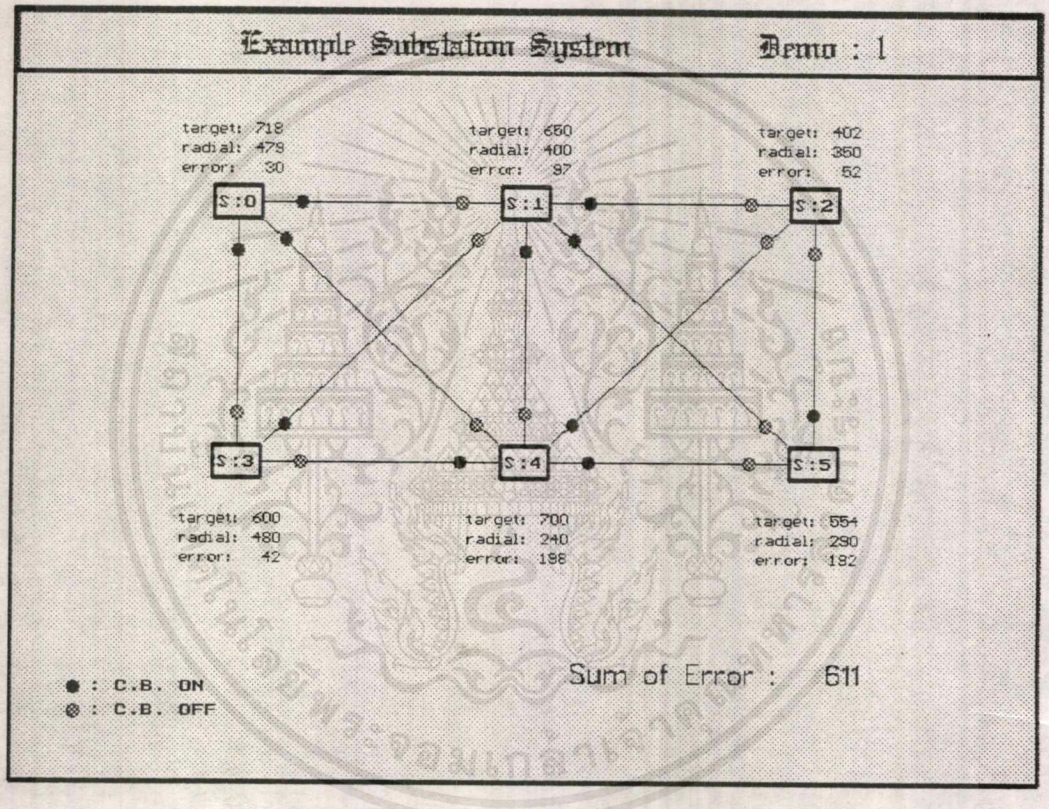
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUB	tgt	act	rdl	err	f1	c1	f2	c2	f3	c3	f4	c4	f5	c5	f6	c6	f7	c7	f8	c8.
0	718	688	479	30	1	60	1	45	1	104										
1	650	553	400	97	0	104	0	78	1	41	1	58	1	54						
2	402	412	350	-10	0	54	1	62	0	72										
3	600	558	480	42	0	60	1	78	0	92										
4	700	440	240	260	1	82	0	45	0	41	0	62	1	108						
5	554	362	290	192	0	108	0	58	1	72										

Sum of Error 631

5.10 รูปแสดงตารางข้อมูลชุดที่ 2 ของตัวอย่างที่ 1 ก่อนการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.11 รูปแสดงระบบของข้อมูลชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ Switching

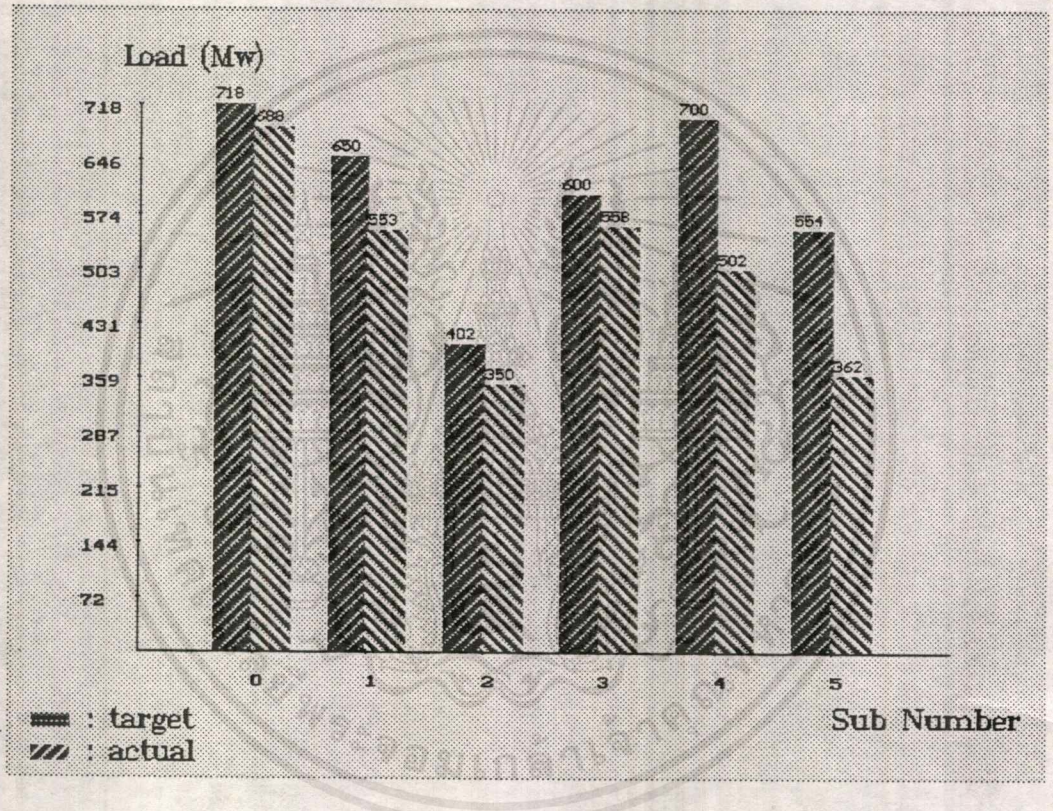
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUB	tgt	act	rdl	err	f1	c1	f2	c2	f3	c3	f4	c4	f5	c5	f6	c6	f7	c7	f8	c8
0	718	688	478	30	1	60	1	45	1	104										
1	650	553	400	97	0	104	0	78	1	41	1	58	1	54						
2	402	350	350	52	0	54	0	62	0	72										
3	600	558	480	42	0	60	1	78	0	92										
4	700	502	240	198	1	92	0	45	0	41	1	62	1	108						
5	554	362	290	192	0	108	0	58	1	72										

Sum of Error 611

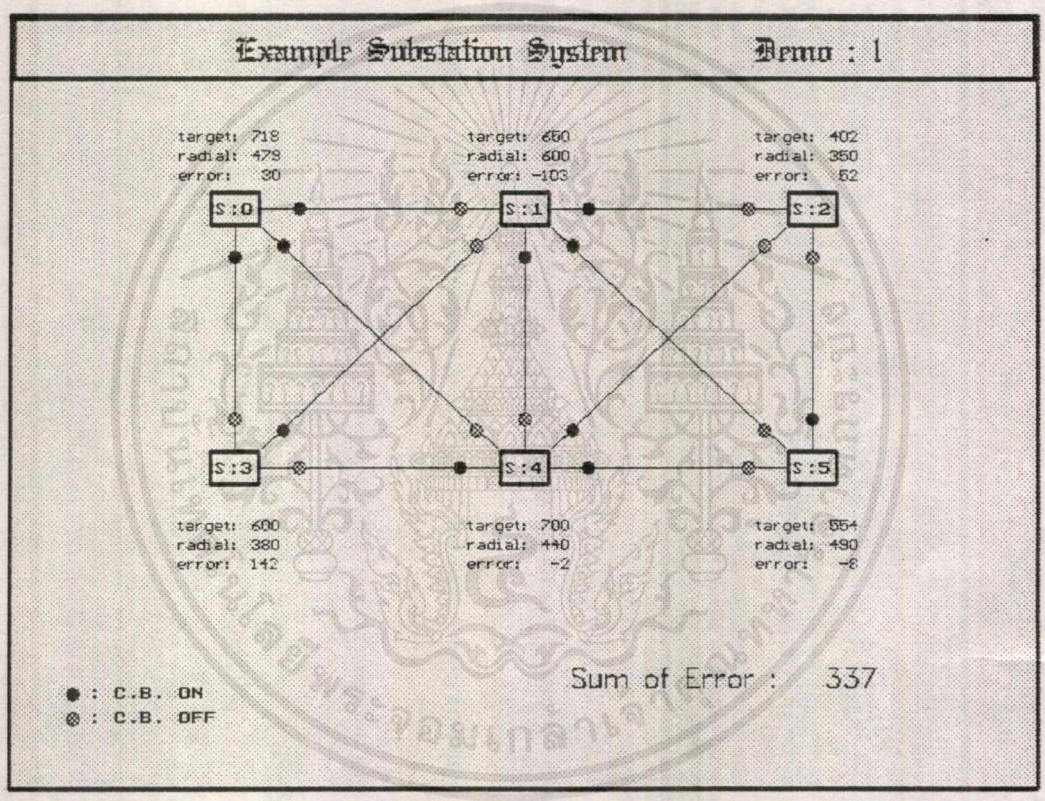
5.12 รูปแสดงตารางข้อมูลชุดที่ 2 ของตัวอย่างที่ 1 หลังการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.13 รูปแสดงกราฟของข้อมูลชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.14 รูปแสดงระบบของข้อมูลชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 1 ก่อนการ Switching

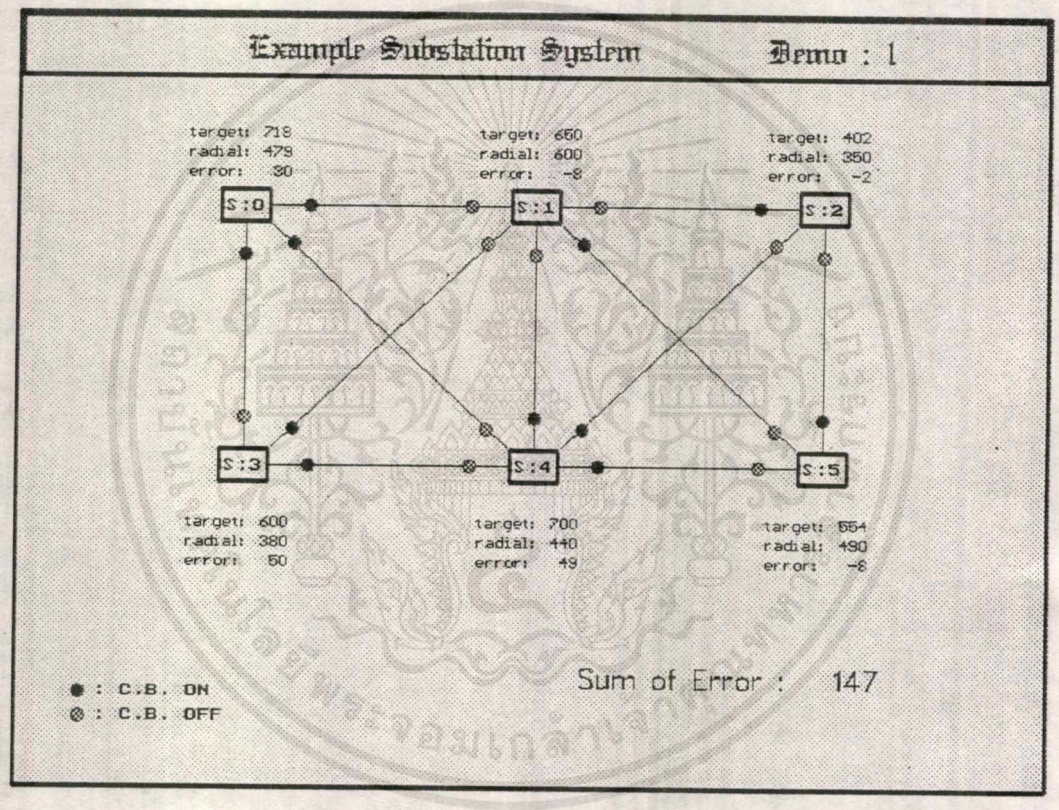
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUB	tgt	act	rdl	err	f1	c1	f2	c2	f3	c3	f4	c4	f5	c5	f6	c6	f7	c7	f8	c8
0	718	688	478	30	1	60	1	45	1	104										
1	650	753	600	-103	0	104	0	78	1	41	1	58	1	54						
2	402	350	350	52	0	54	0	62	0	72										
3	600	458	380	142	0	60	1	78	0	92										
4	700	702	440	-2	1	92	0	45	0	41	1	62	1	108						
5	554	562	490	-8	0	108	0	58	1	72										

Sum of Error 337

5.15 รูปแสดงตารางข้อมูลชุดที่ 8 ของตัวอย่างที่ 1 ก่อนการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.16 รูปแสดงระบบของข้อมูลชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ Switching

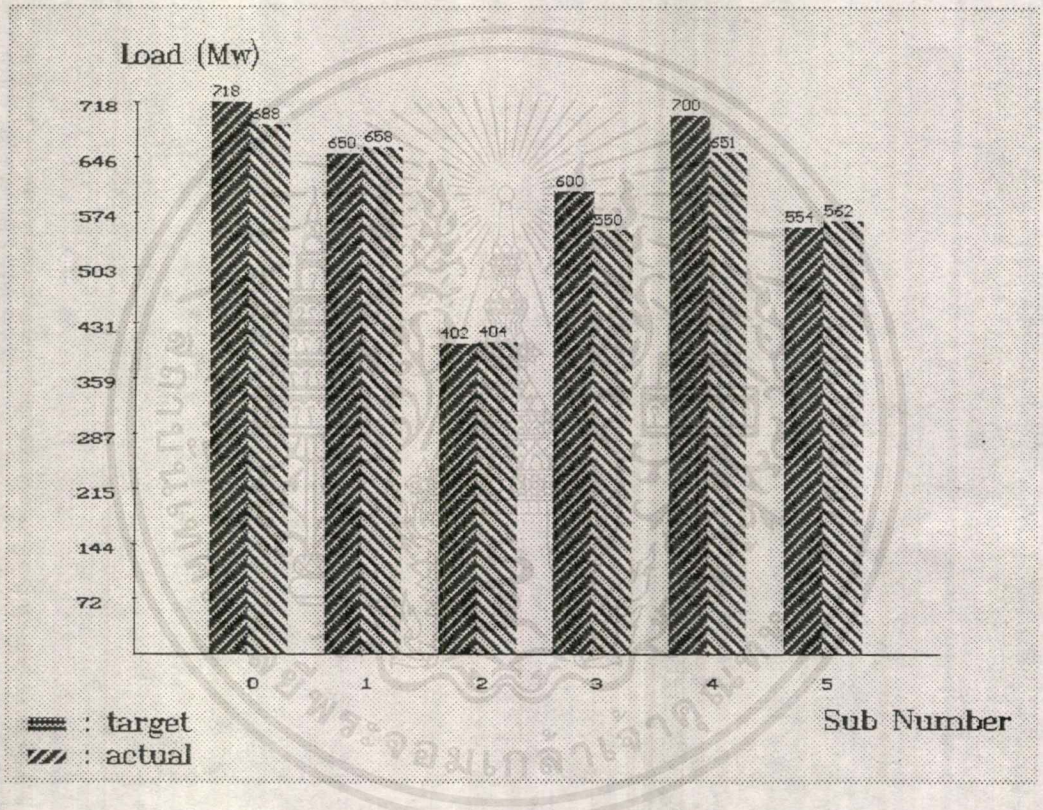
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUB	tgt	act	rdl	err	f1	c1	f2	c2	f3	c3	f4	c4	f5	c5	f6	c6	f7	c7	f8	c8
0	718	688	478	30	1	60	1	45	1	104										
1	650	658	600	-8	0	104	0	78	0	41	1	58	0	54						
2	402	404	350	-2	1	54	0	62	0	72										
3	600	550	380	50	0	60	1	78	1	92										
4	700	651	440	49	0	92	0	45	1	41	1	62	1	108						
5	554	562	490	-8	0	108	0	58	1	72										

Sum of Error 147

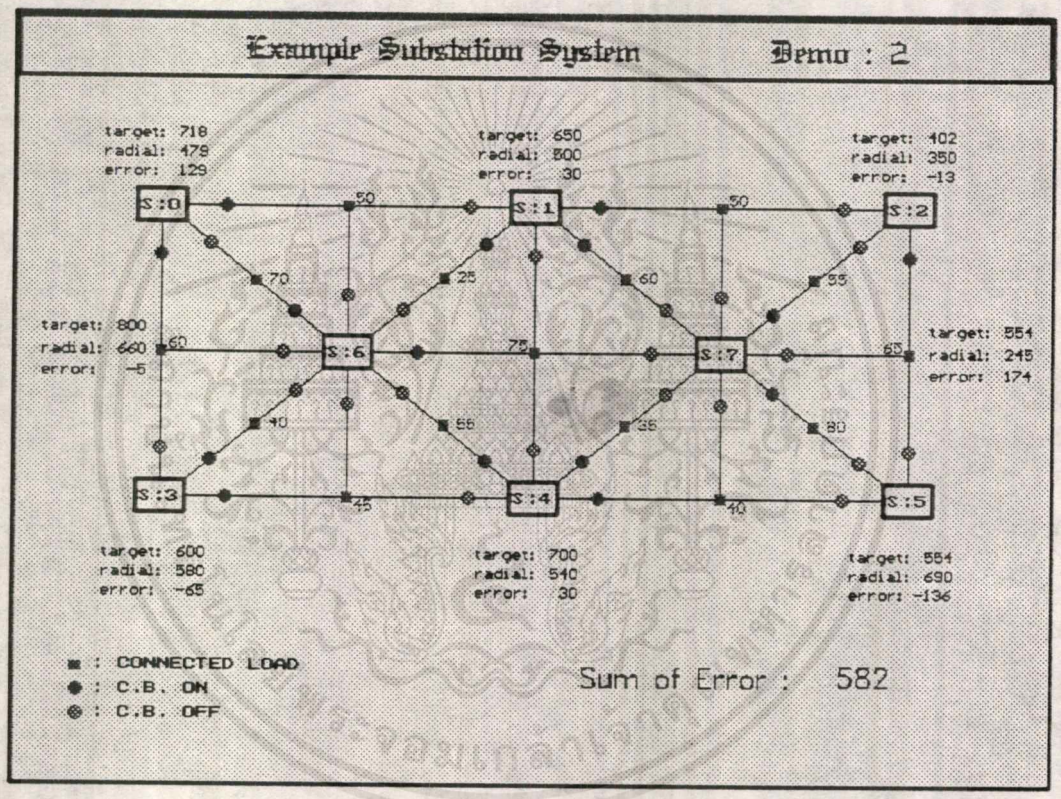
5.17 รูปแสดงตารางข้อมูลชุดที่ 3 ของตัวอย่างที่ 1 หลังการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.18 รูปแสดงกราฟของข้อมูลชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 1 หลังการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.19 รูปแสดงระบบของข้อมูลชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 ก่อนการ Switching

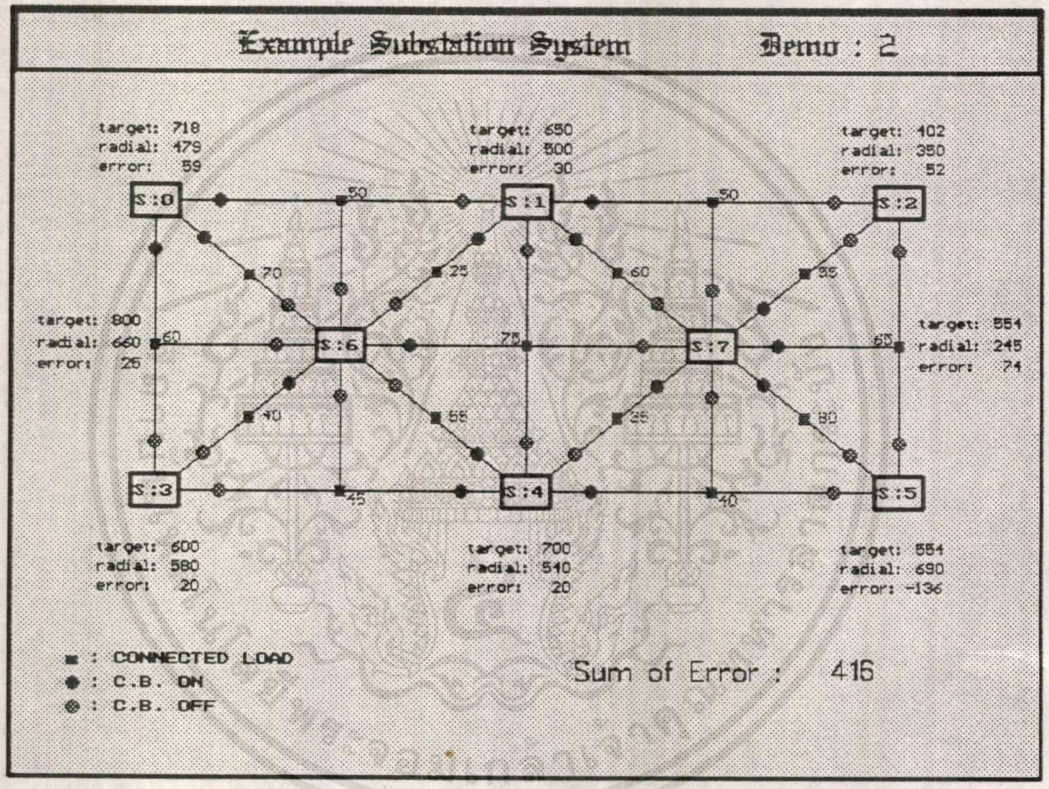
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUB	tgt	act	rdl	err	f1	c1	f2	c2	f3	c3	f4	c4	f5	c5	f6	c6	f7	c7	f8	c8
0	718	589	479	129	1	60	0	70	1	50										
1	650	620	500	30	0	50	1	25	0	75	1	45	1	50						
2	402	415	350	-13	0	50	0	55	1	65										
3	600	665	580	-65	0	60	1	40	1	45										
4	700	670	540	30	0	45	1	55	0	75	1	35	1	40						
5	554	690	690	-136	0	40	0	80	0	65										
6	800	805	660	-5	0	50	1	70	0	60	0	40	0	45	0	55	1	75	0	25
7	554	380	245	174	0	50	0	45	0	75	0	35	0	40	1	80	0	65	1	55

Sum of Error 582

5.20 รูปแสดงตารางข้อมูลชุดที่ 1 ของตัวอย่างที่ 2 ก่อนการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.21 รูปแสดงระบบของข้อมูลชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ Switching

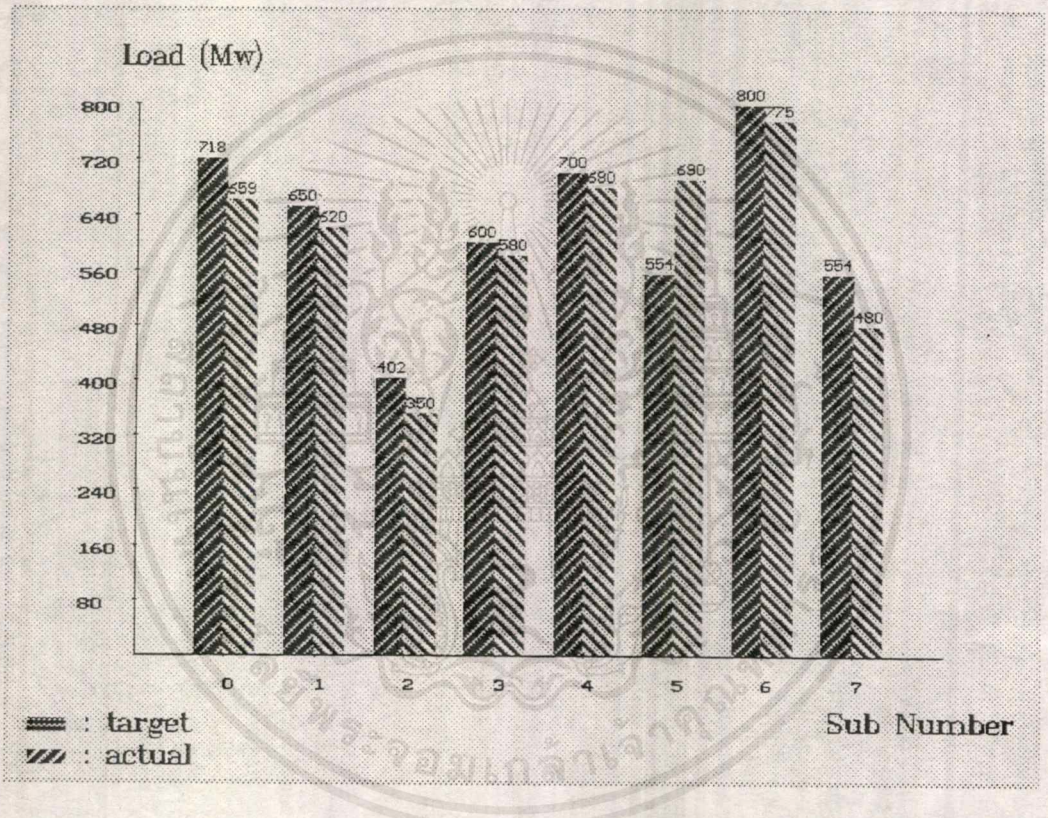
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUB	tgt	act	rdl	err	f1	c1	f2	c2	f3	c3	f4	c4	f5	c5	f6	c6	f7	c7	f8	c8
0	718	659	479	59	1	60	1	70	1	50										
1	650	620	500	30	0	50	1	25	0	75	1	45	1	50						
2	402	350	350	52	0	50	0	55	0	65										
3	600	580	580	20	0	60	0	40	0	45										
4	700	680	540	20	1	45	1	55	0	75	0	35	1	40						
5	554	690	690	-136	0	40	0	80	0	65										
6	800	775	660	25	0	50	0	70	0	60	1	40	0	45	0	55	1	75	0	25
7	554	480	245	74	0	50	0	45	0	75	1	35	0	40	1	80	1	65	1	55

Sum of Error 416

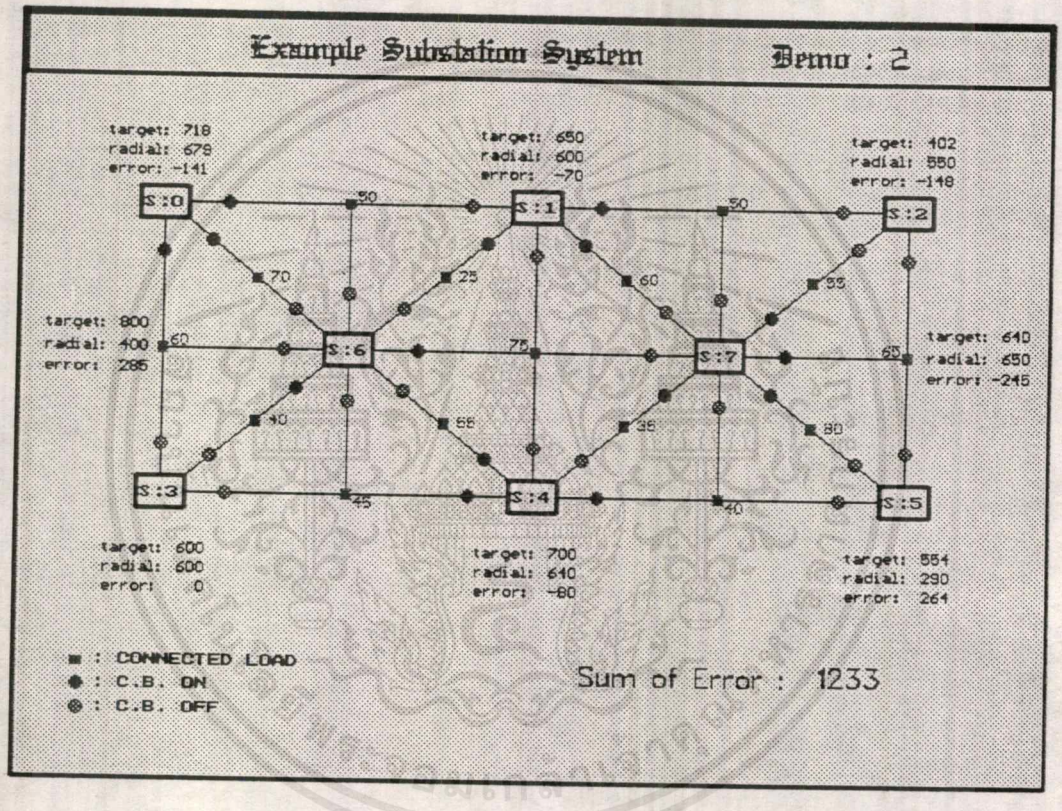
5.22 รูปแสดงตารางข้อมูลชุดที่ 1 ของตัวอย่างที่ 2 หลังการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.23 รูปแสดงกราฟของข้อมูลชุดที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.24 รูปแสดงระบบของข้อมูลชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 2 ก่อนการ Switching

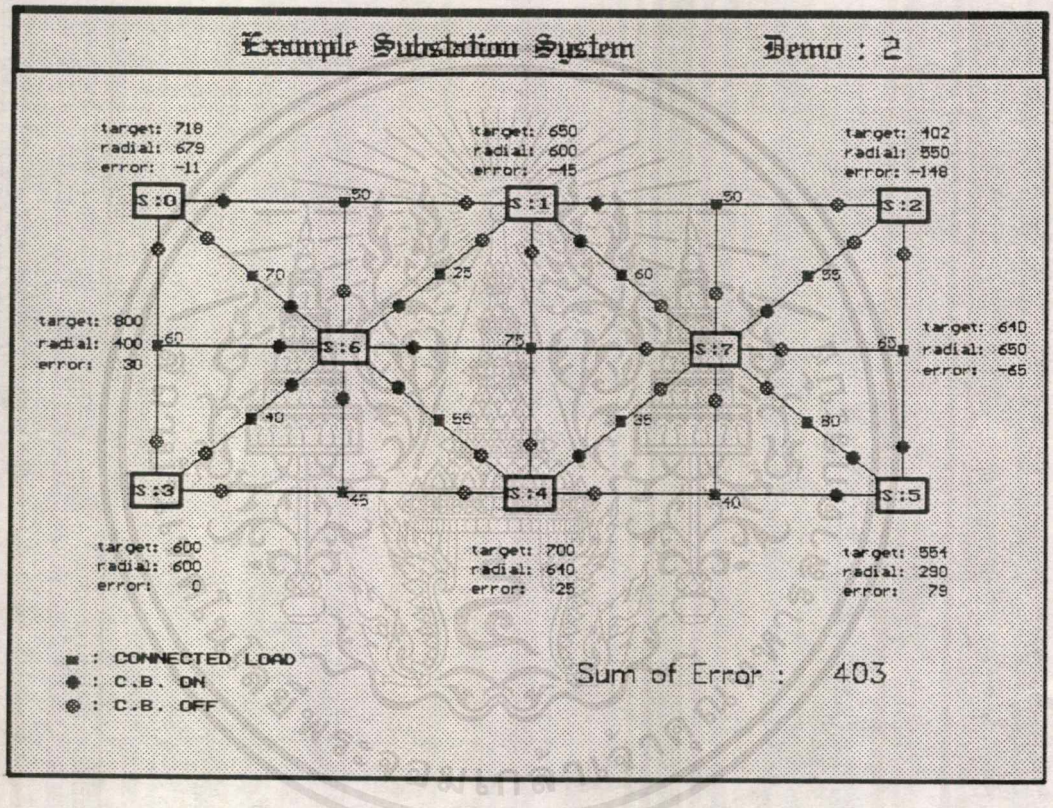
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUB	tgt	act	rdl	err	f1	c1	f2	c2	f3	c3	f4	c4	f5	c5	f6	c6	f7	c7	f8	c8
0	718	859	678	-141	1	60	1	70	1	50										
1	650	720	600	-70	0	50	1	25	0	75	1	45	1	50						
2	402	550	550	-148	0	50	0	55	0	65										
3	600	600	600	0	0	60	0	40	0	45										
4	700	780	640	-80	1	45	1	55	0	75	0	35	1	40						
5	554	290	290	264	0	40	0	80	0	65										
6	800	515	400	285	0	50	0	70	0	60	1	40	0	45	0	55	1	75	0	25
7	640	885	650	-245	0	50	0	45	0	75	1	35	0	40	1	80	1	65	1	55

Sum of Error 1233

5.25 รูปแสดงตารางข้อมูลชุดที่ 2 ของตัวอย่างที่ 2 ก่อนการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.26 รูปแสดงระบบของข้อมูลชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ Switching

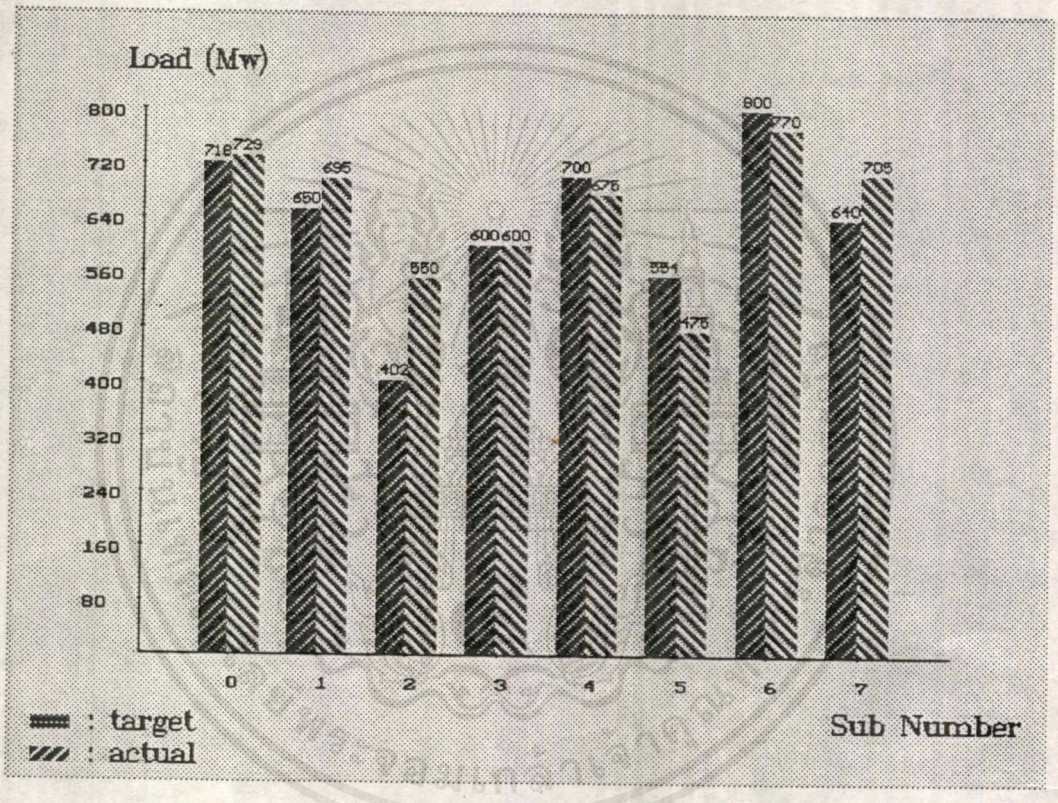
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUB	tgt	act	rdl	err	f1	c1	f2	c2	f3	c3	f4	c4	f5	c5	f6	c6	f7	c7	f8	c8
0	718	728	678	-11	0	60	0	70	1	50										
1	650	695	600	-45	0	50	0	25	0	75	1	45	1	50						
2	402	550	550	-148	0	50	0	55	0	65										
3	600	600	600	0	0	60	0	40	0	45										
4	700	675	640	25	0	45	0	55	0	75	1	35	0	40						
5	554	475	290	79	1	40	1	80	1	65										
6	800	770	400	30	0	50	1	70	1	60	1	40	1	45	1	55	1	75	1	25
7	640	705	650	-65	0	50	0	45	0	75	0	35	0	40	0	80	0	65	1	55

Sun of Error 403

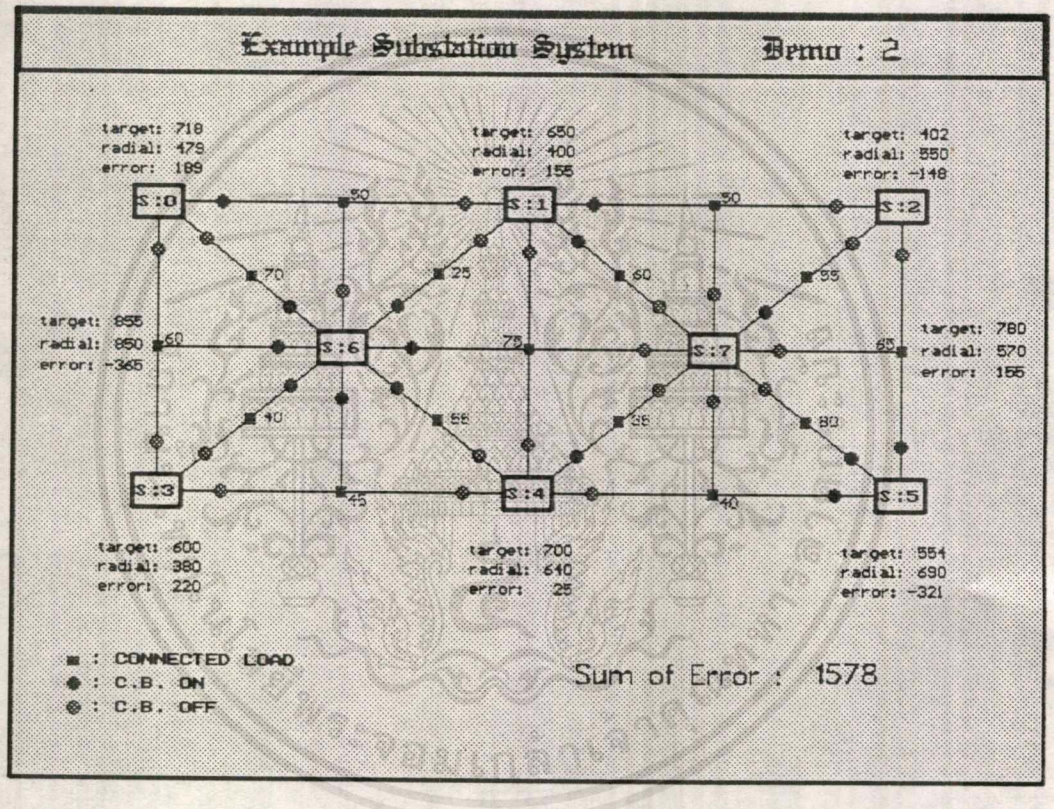
5.27 รูปแสดงตารางข้อมูลชุดที่ 2 ของตัวอย่างที่ 2 หลังการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.28 รูปแสดงกราฟของข้อมูลชุดที่ 2 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.29 รูปแสดงระบบของข้อมูลชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 2 ก่อนการ Switching

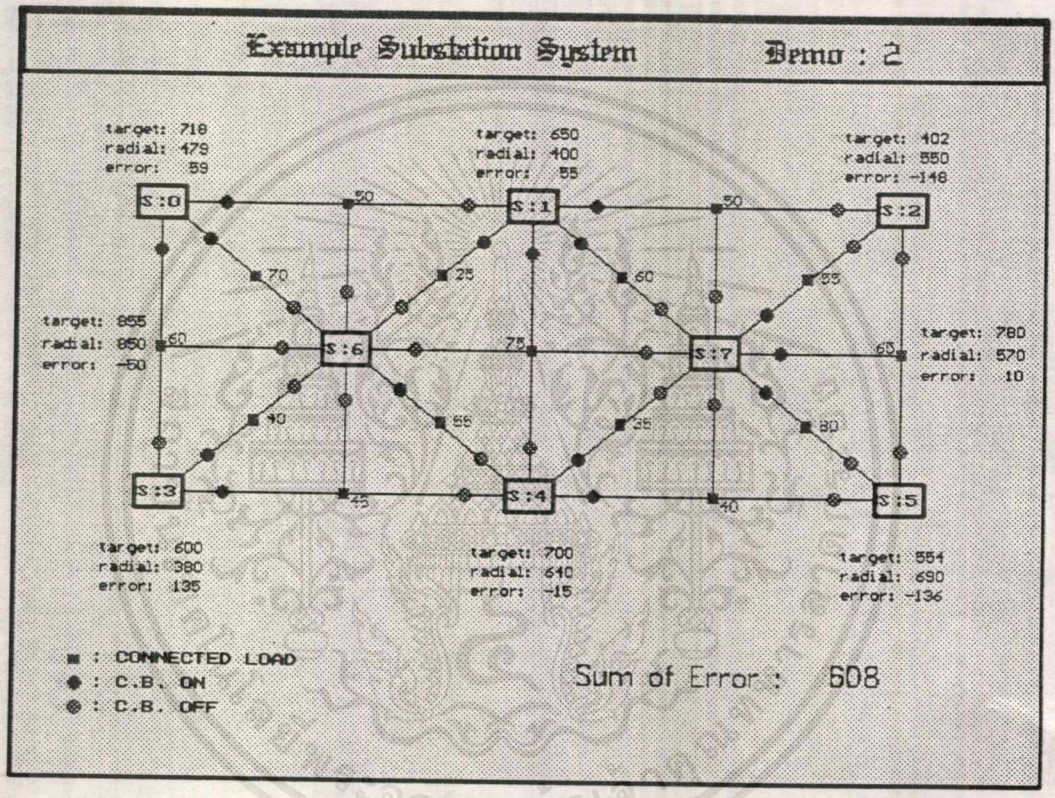
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUB	tgt	act	rdl	err	f1	c1	f2	c2	f3	c3	f4	c4	f5	c5	f6	c6	f7	c7	f8	c8
0	718	529	478	189	0	60	0	70	1	50										
1	650	495	400	155	0	50	0	25	0	75	1	45	1	50						
2	402	550	550	-148	0	50	0	55	0	65										
3	600	380	380	220	0	60	0	40	0	45										
4	700	675	640	25	0	45	0	55	0	75	1	35	0	40						
5	554	875	690	-321	1	40	1	80	1	65										
6	855	1220	850	-365	0	50	1	70	1	60	1	40	1	45	1	55	1	75	1	25
7	780	625	570	155	0	50	0	45	0	75	0	35	0	40	0	80	0	65	1	55

Sum of Error 1578

5.30 รูปแสดงตารางข้อมูลชุดที่ 8 ของตัวอย่างที่ 2 ก่อนการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.31 รูปแสดงระบบของข้อมูลชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ Switching

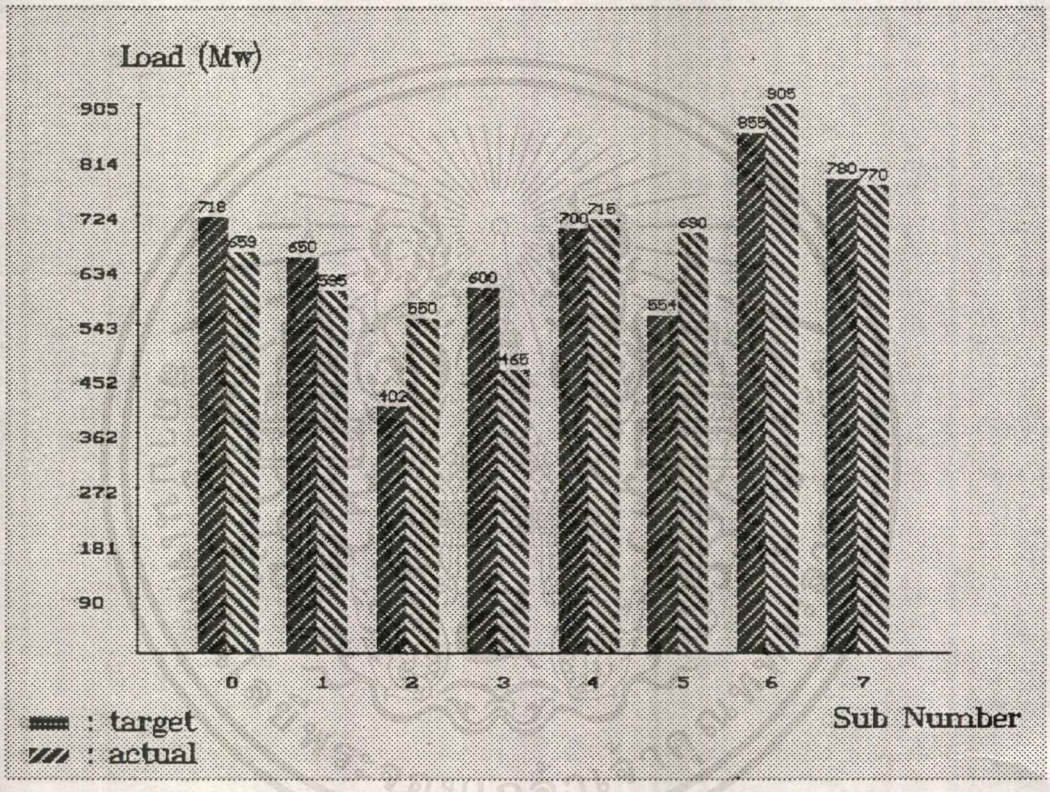
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUB	tgt	act	rdl	err	f1	c1	f2	c2	f3	c3	f4	c4	f5	c5	f6	c6	f7	c7	f8	c8
0	718	658	478	59	1	60	1	70	1	50										
1	650	595	400	55	0	50	1	25	1	75	1	45	1	50						
2	402	550	550	-148	0	50	0	55	0	65										
3	600	465	380	135	0	60	1	40	1	45										
4	700	715	640	-15	0	45	0	55	0	75	1	35	1	40						
5	554	690	690	-136	0	40	0	80	0	65										
6	855	905	850	-50	0	50	0	70	0	60	0	40	0	45	1	55	0	75	0	25
7	780	770	570	10	0	50	0	45	0	75	0	35	0	40	1	80	1	65	1	55

Sum of Error 608

5.32 รูปแสดงตารางข้อมูลชุดที่ 8 ของตัวอย่างที่ 2 หลังการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.33 รูปแสดงกราฟของข้อมูลชุดที่ 3 ตัวอย่างที่ 2 หลังการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

อุปกรณ์ที่ใช้ในการ Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำ REMOTE SWITCH มาใช้ใน SUBSTATIONS

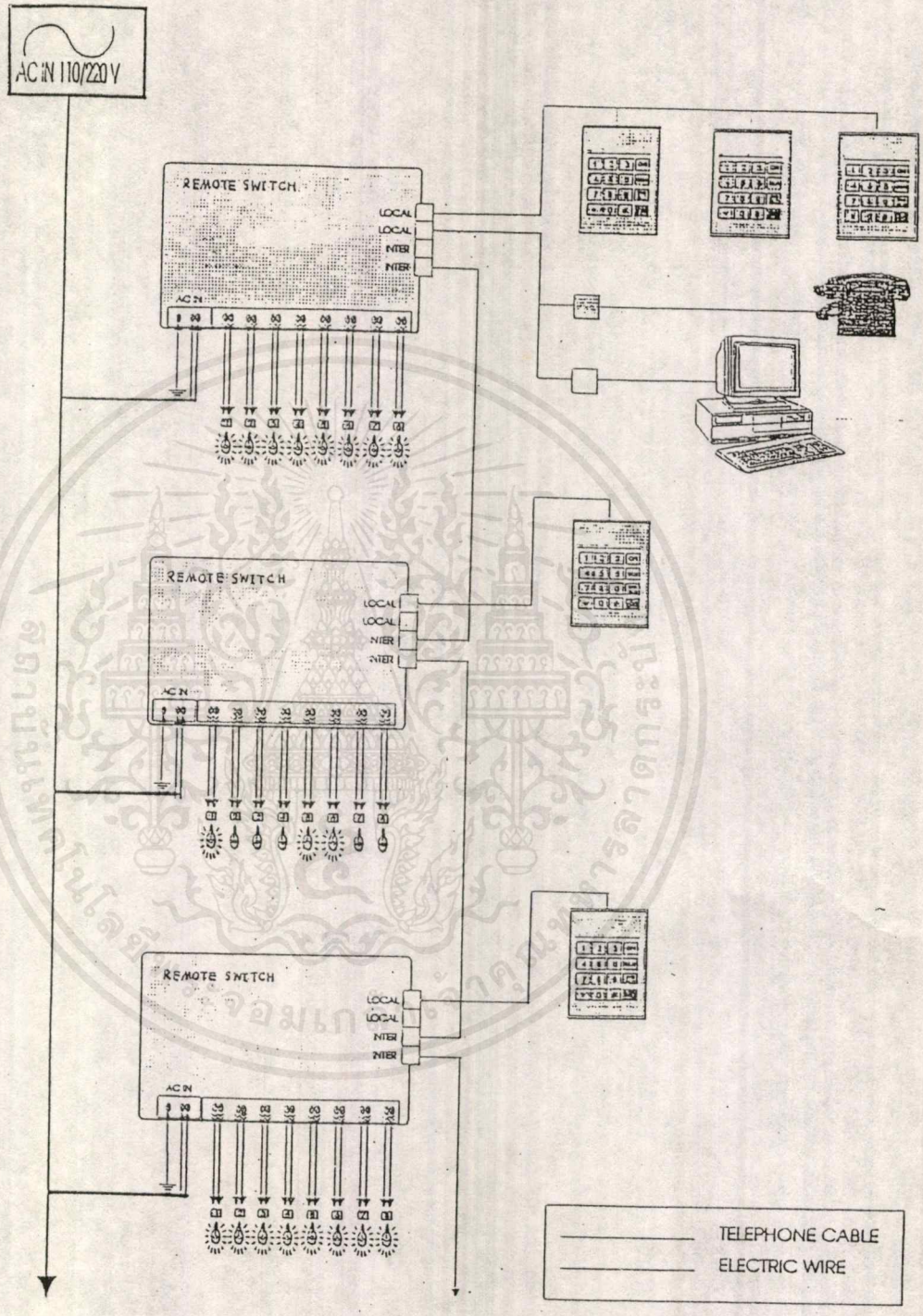
เป็นอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ชนิดหนึ่ง ที่สามารถควบคุมการเปิดปิดไฟฟ้าได้ มีลักษณะและรูปร่างดังนี้ โดยปกติ Remote Switch นี้ สามารถใช้ได้กับโรงงานอุตสาหกรรม ตลอดจนที่พักอาศัย เนื่องจากมีความสะดวกในการใช้ และ ง่ายในการติดตั้ง ซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้จะมีอยู่ 8 channel ใน 1 กล่อง และ แต่ละ channel สามารถต่อกับ Load ได้ 600 watt รวม Load Capacity ได้ 3600 W ข้อดีของ Remote Switch คือ จะใช้สายโทรศัพท์ในการเชื่อมต่อสาย 5 V ซึ่งทำให้ลดอันตรายต่อผู้ใช้ และเป็นการประหยัดพลังงาน นอกจากนี้ การสั่งงานให้ Remote Switch ทำงานอาจใช้โทรศัพท์ได้ หรือ จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์สั่งงานก็ได้และการทำงานของมันจะ link ถึงกันหมด เช่น ขณะที่เราใช้โทรศัพท์สั่งงาน ถ้าเราต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ไว้ด้วย ก็สามารถรับรู้การสั่งงานจาก โทรศัพท์ได้เหมือนกัน และ เมื่อเราจะ ส่งข้อมูลโปรแกรมเพิ่มเข้าไป เราก็สามารถทำได้โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ในการโปรแกรมการทำงาน ซึ่งจะเห็นว่าตัว Remote Switch นี้มีความสามารถมาก และมีประโยชน์ต่อการออกแบบ การติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในอาคาร, โรงงานอุตสาหกรรม และ ที่อยู่อาศัย ต่อไปในอนาคต

ในโครงงานนี้ เราจะนำ RemoteSwitch นี้มาประยุกต์ใช้ในระดับใหญ่ขึ้นมา ก็คือ ใน สถานีไฟฟ้าย่อย (Substation) ซึ่งเราได้ศึกษารายละเอียดต่างๆ เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ใน Substation ศึกษา Load Curve เพื่อดูว่า จะแก้ปัญหาในการบริหารพลังงานอย่างไร ตลอดจนได้ศึกษาถึงหลักการSwitchingและทฤษฎีการ Switching ต่างๆ ซึ่งถ้าเราจะนำ Remote Switch นี้ มาใช้งาน เราจะต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติมอุปกรณ์หลายๆอย่างเข้าไปใน Remote Switch เพื่อให้ทำงานได้สอดคล้อง และ มีประสิทธิภาพมากขึ้นใน Substation ซึ่งส่วนที่ควรจะเพิ่มเข้าไปใน Remote Switch เพื่อให้ทำงานใน Substation ได้ มีดังนี้

1. แหล่งจ่าย (Power Supply) เนื่องจาก Remote Switch มีการต่อแหล่งจ่ายไฟ 220 V AC ฉะนั้น ถ้าเราจะนำมาใช้ใน Substation ได้ ควรจะมีการต่อเพิ่มแหล่งจ่ายไฟสำรอง (UPS) เพื่อให้ระบบมี Reliability สูงขึ้น

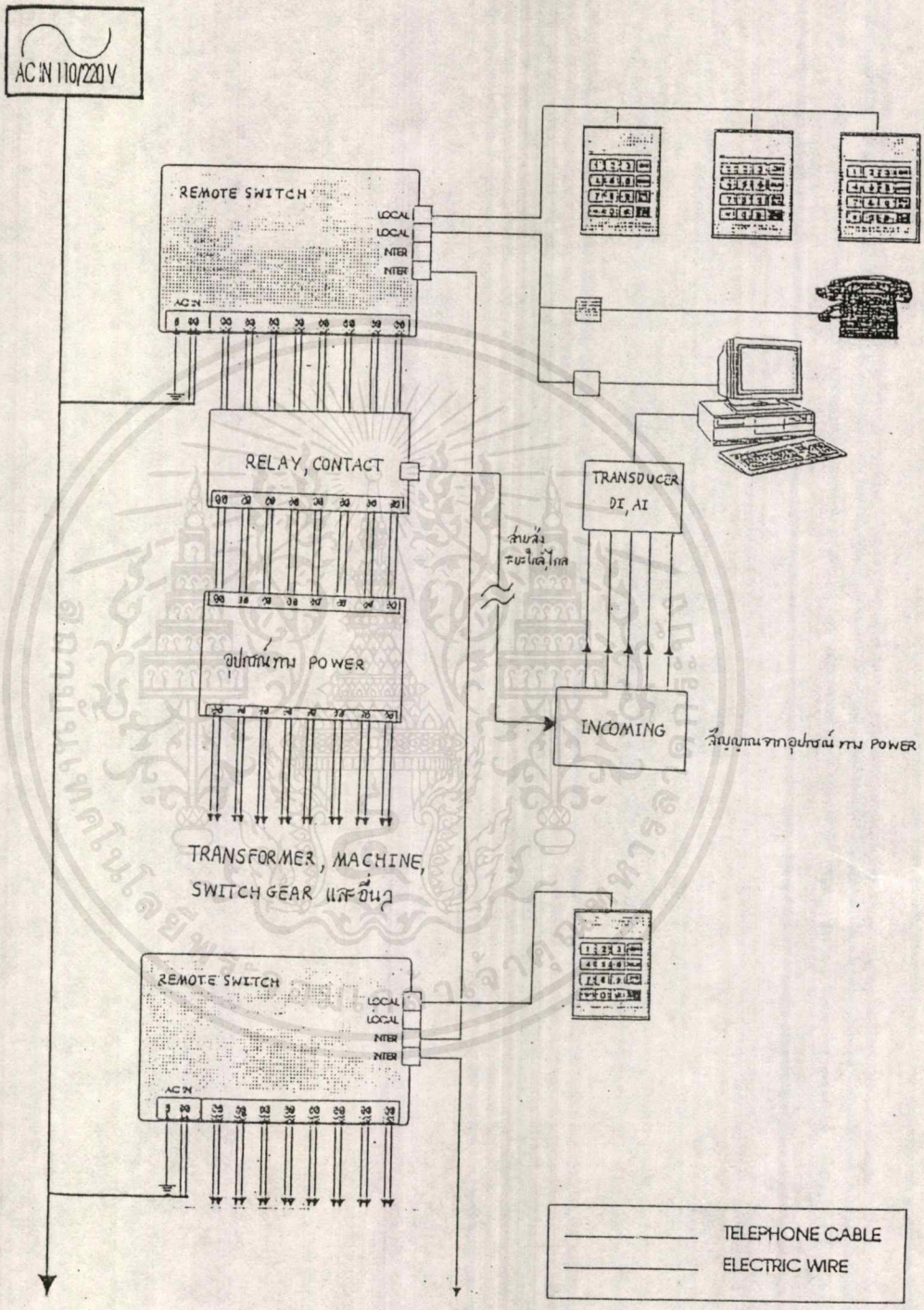
2. การใช้ Relay ต่อร่วมกับอุปกรณ์ทาง Power ในแต่ละ channel ของ Remote Switch สามารถรับ Load ได้เพียง 600 W ซึ่งถ้าจะนำมาใช้ใน Substation ซึ่งมีอุปกรณ์ทาง Power สูงๆ เช่น มอเตอร์, หม้อแปลง เป็นต้น ควรจะนำ Relay หรือ Magnetic Contactor มาช่วยควบคุมการเปิดปิดตลอดจน การตั้งเวลาของอุปกรณ์ทาง Power แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การส่งสัญญาณ Input เข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื่องจากอุปกรณ์ทาง Power เช่น หม้อแปลงแรงดันและ หม้อแปลงกระแส มีค่าแรงดัน และ กระแสที่สูง ถ้าจะนำข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ควรจะลดสัญญาณแรงดันให้ต่ำลง โดยใช้ตัวแปลงสัญญาณ (Transducer) แล้ว จึงนำไปต่อกับ ตัวที่สามารถรับข้อมูลเป็น analog ได้ ก่อนที่จะนำเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ พวกอุปกรณ์ที่มีค่าสัญญาณเป็นตัวเลข เราก็อาจนำตัวที่สามารถรับข้อมูลเป็น digital ได้มาต่อก่อนที่เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์

4. เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการ Switching และ จ่ายไฟของ Remote Switch มีพิกัดกำลังทางไฟฟ้าต่ำ เราอาจใช้อุปกรณ์ทาง Power Electronics ที่มีพิกัดกำลังทางไฟฟ้าสูง เช่น พวก SCR มาใช้แทนอุปกรณ์ตัวนี้ จะสามารถทำให้ นำไปควบคุม shunt trip ของ Load Break Switch ได้

จากการพิจารณาการใช้ Remote Switch เพื่อ การควบคุมใน Substations เป็นเพียงแนวความคิดส่วนหนึ่ง ที่อาจเป็นได้ในอนาคต โดยการพัฒนา Remote Switch เพื่อเป็นไปในการจัดการพลังงาน (Energy Management) ในSubstations ซึ่งยังต้องได้รับการพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BAY LEVEL & PROTECTION

การควบคุมในระดับ Bay level สิ่งที่เป็นอุปกรณ์สำคัญในการควบคุมวงจรไฟฟ้า ก็คือ อุปกรณ์ Switchgear,Relays เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ Switchgear และ Auxiliary Switchgear รวมถึง Load Break Switches และ Relays ที่ใช้ในการควบคุมในระดับ Substations ไว้พอสังเขปดังนี้

AUXILIARY SWITCHGEAR AND EQUIPMENT

ปกติ Auxiliary Circuit Breaker จะมีขนาดตามพิกัดกระแสของ Load โดย อุปกรณ์นี้จะถูกกำหนดขนาดขึ้น เพื่อทำการป้องกันการ short-circuit และ overload ของวงจร โดยจะมีส่วนประกอบย่อยใน อุปกรณ์ Switchgear คือ Circuit Breaker Contactors และ Fuse Gear พิกัดและแรงดันไฟฟ้า และ กระแสจะเป็น การกำหนดขนาดและชนิดของ Circuit Breaker ดังตารางที่ 1

Auxiliary circuit-breaker ratings

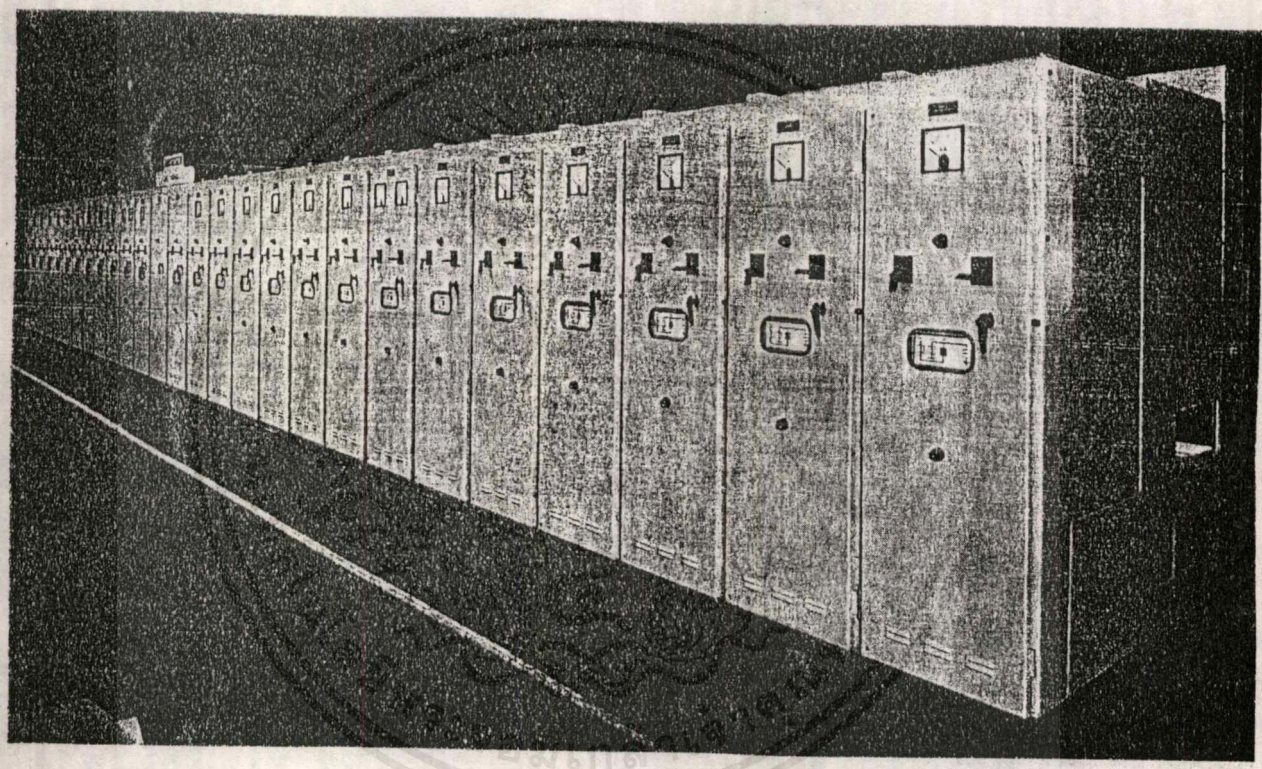
Voltage	MVA Rating	Normal Current Ratings	
		Oil-Break Amps	Air-Break Amps
415	15.6	400-600-800-1200-2400	400-600-800-1200-2400
415	26	400-600-800-1200-2400	400-600-800-1200-2400
415	31	400-600-800-1200-2400	400-600-800-1200-2400
3300	150	400-600-800-1600-2000-2400	400-600-800-1600-2000-2400
3300	250	400-600-800-1600-2000	400-600-800-1600-2000-2400
6600	250	400-800-1200-1600	400-600-800-1200-1600-2000
6600	350	400-800-1200-1600	400-600-800-1200-1600-2400
11000	350	400-800-1200-1600-2000	
11000	500	400-800-1200-1600-2000-3000	

ตารางที่ 6.1

จากตารางเราจะพบว่า Circuit Breaker จะมีขนาดพิกัดต่างกัน เมื่อ MVA และvoltage ของ Load เปลี่ยนแปลงไป และสิ่งที่จะกำหนดพิกัด Circuit Breaker อีกอย่างหนึ่งก็คือ กระแส fault และการออกแบบ Switchgear ใน Substation จะถูกกำหนดโดยมาตรฐานสากล เพื่อความปลอดภัย ที่จะต้องมีสูงสุด ดังนั้น ใน Substation อาจใช้ Copper Busbar เป็นอุปกรณ์เชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ Switchgear และ อุปกรณ์ Switchgear จะทำการป้องกัน Transformer และอุปกรณ์อื่นใน Substation ต่อไป ในอุปกรณ์ Circuit Breaker จะได้รับการควบคุมโดยส่วนควบคุมส่วนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

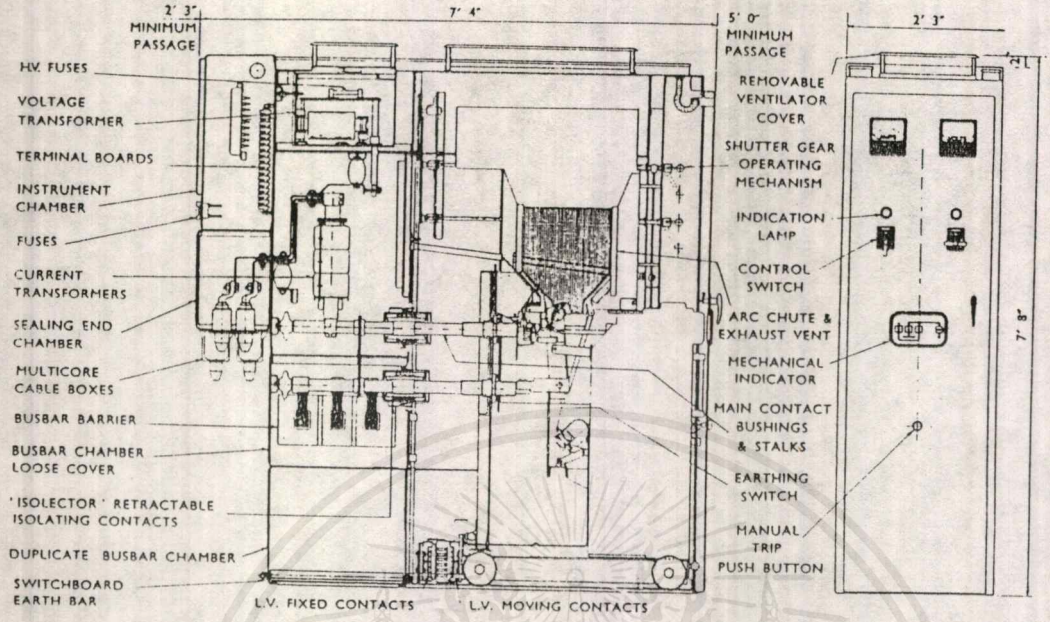
ระบบป้องกันในอุปกรณ์ Switchgear คือ ระบบ Interlock เพื่อป้องกัน การทำงานผิดพลาดของระบบไฟฟ้า ภายใน Substation รวมถึงยังมีระบบการใช้ Auxiliary Contacts ในการช่วยให้ การสั่งงานอุปกรณ์ Switchgear มีความรวดเร็ว เหมาะสมยิ่งขึ้น การควบคุมอุปกรณ์เหล่านี้ อาจใช้ Automatic หรือ Manual Operate ก็ได้ โดยจะมี Gear Fuse ช่วยในการ protect อุปกรณ์อีกชั้นหนึ่ง



ภาพ6.3 *Typical 3.3 kV/150 MVA air-break switchboard*

จากรูปที่ 3 จะเป็นการแสดงภาพของ Breaker ที่แบ่งเป็นส่วนๆ โดยแต่ละส่วนจะนำมาควบคุมอุปกรณ์ทางด้านสายส่งอีกทีหนึ่ง เช่น Transformer เป็นต้น ดังแสดงอุปกรณ์ภาพส่วนย่อยใน Switchboard ได้ดังรูปที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

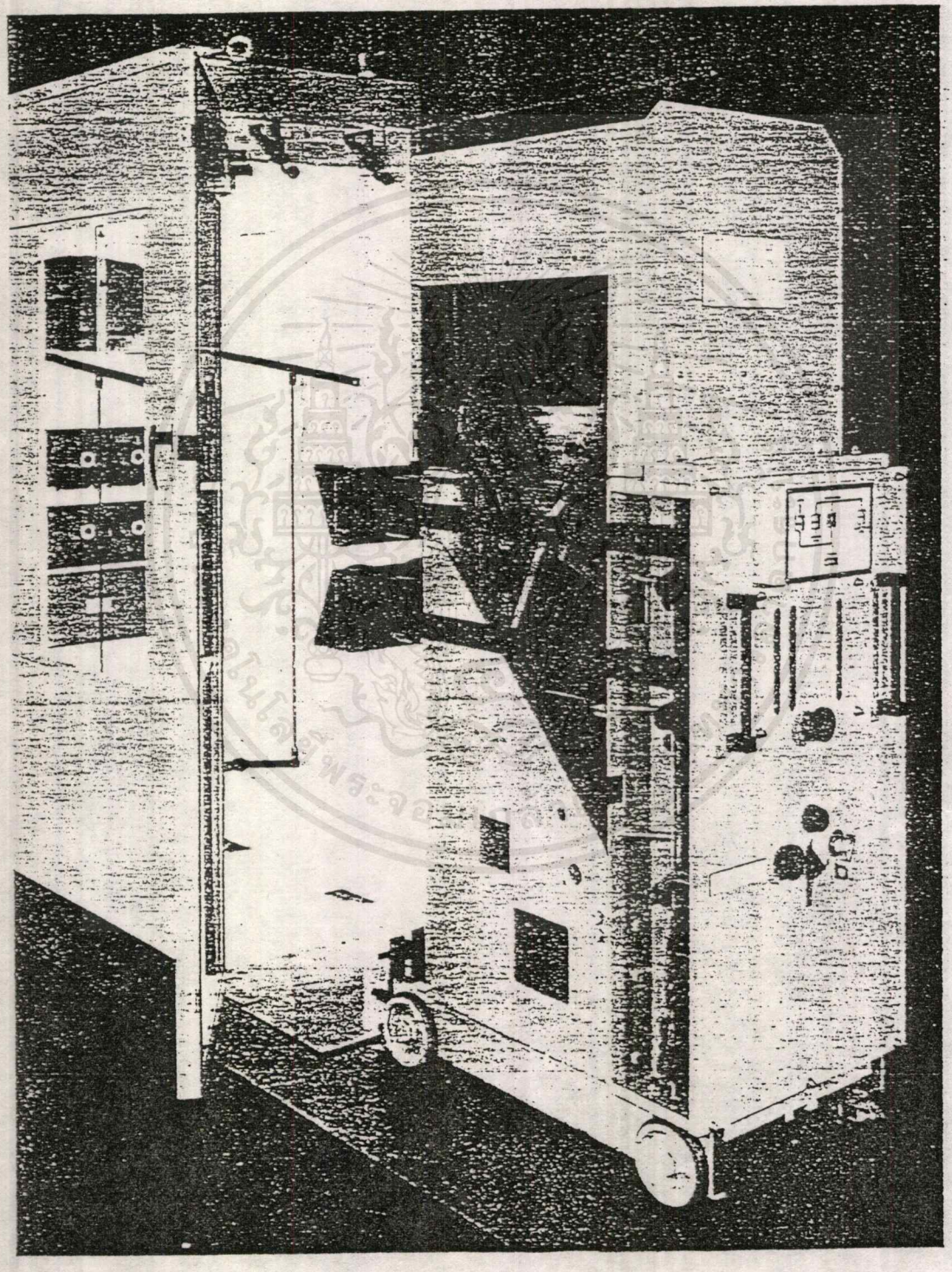


ภาพ 6.4 *Cross-section of 3.3 kV/150 MVA air-break circuit-breaker*

การทำงานของ Breaker จะเกิดจาก การทำงานของ ขดลวด solenoid ซึ่งควบคุมได้ทั้งระยะใกล้ และ ระยะไกล จากส่วนควบคุม รวมทั้งการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ ก็สามารถทำได้ โดยการติดล้อเข้ากับตู้ Breaker ซึ่งถูกห่อหุ้มโดยตู้ ที่สามารถติดตั้งแยกจากกันได้ ดังรูปที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

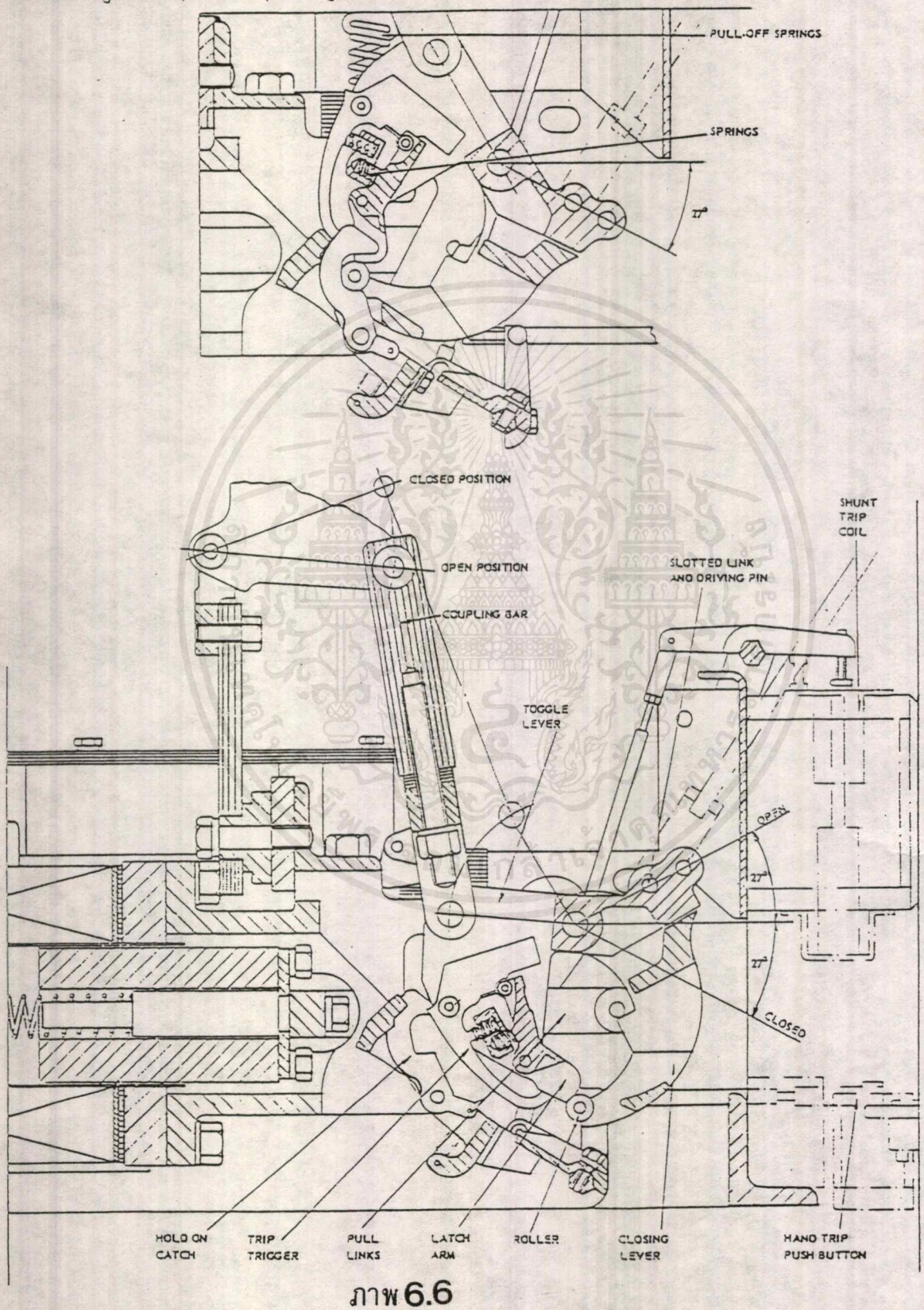
3.3 kV air circuit-breaker with moving portion taken out of fixed portion



ภาพ 6.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General arrangement of 3.3 kV operating mechanism

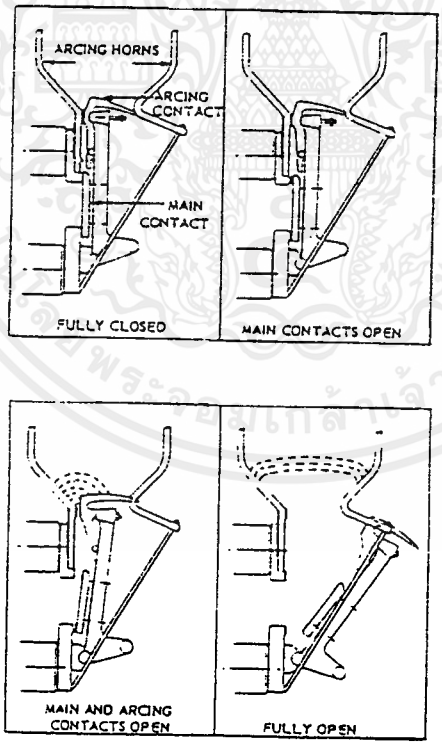


ภาพ 6.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของ Breaker จะทำงานโดยได้รับการควบคุมจาก ส่วนกลาง ซึ่งจะควบคุมโดยใช้ Remote Panel โดยการเปิด-ปิด Circuit Breaker จะกระทำที่ส่วน Control Switch ที่มี Coil ที่ควบคุม Contact ให้เปิด-ปิดเมื่อมีกระแสไหลเข้ามาใน Coil หากต้องการ close Circuit Breaker ก็สามารถทำได้โดย การจ่ายกระแสเข้าที่ขดลวด Main Solenoid ก็จะทำให้ Circuit Breaker close ได้ ส่วนใหญ่ในระดับ Substation จะมี motor drive ช่วยในการ close-open Circuit Breaker โดยการควบคุมสามารถควบคุมจากการ control โดยใช้ Push Button ที่แผงหน้าปัดภายในศูนย์ควบคุมสั่งการ ก็สามารถทำงานได้ทันที ดังรูปที่6 แสดงให้เห็นถึงกลไกการทำงานของ Circuit Breaker

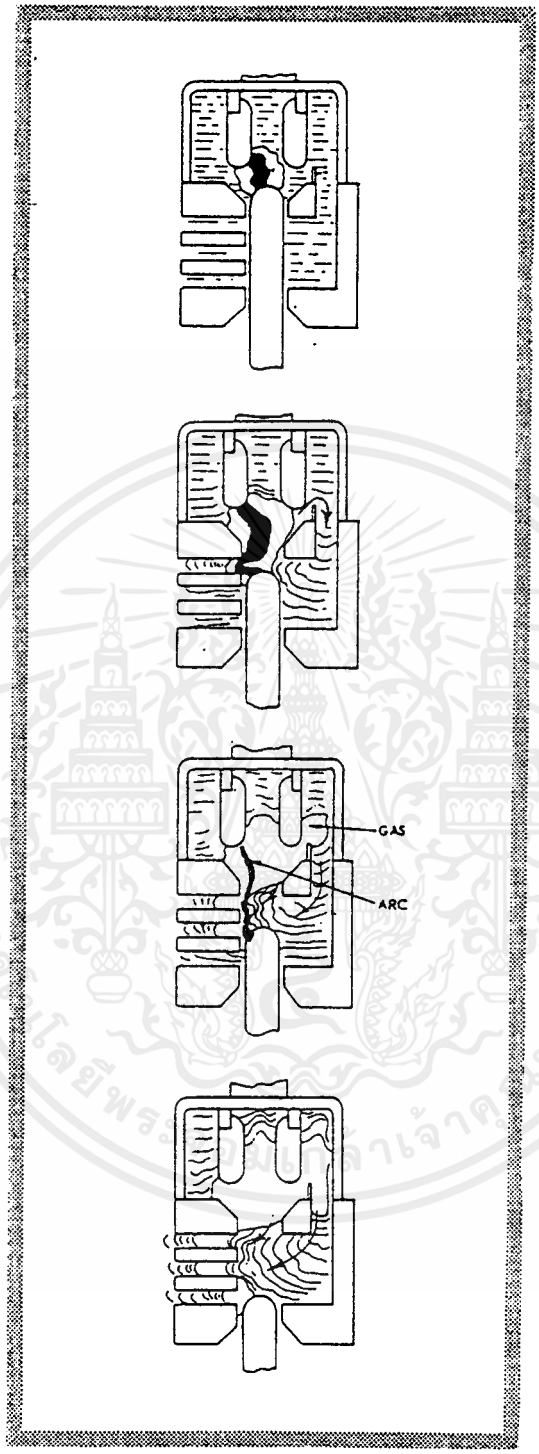
ส่วนการทำงานของ Circuit Breaker เมื่อเกิดการ short-circuit หรือ overload ก็จะมีการใช้ Arc Chute ภายใน Circuit Breaker ทำการดับ arc ที่เกิดขึ้น โดยการ operate จะเป็นไปตามขั้นตอน ซึ่งการดับ arc จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วดังแสดงในรูปที่ 7



ภาพ 6.7 *Contact opening sequence of 3.3 kV air-break circuit-breaker*

การแสดงการทำงานของ Circuit Breaker ขนาด 1200 Amp 6.6 kV ขณะที่ใช้ แก๊ส เพื่อ การดับ arc โดยการระบายออกในอากาศ โดยการใช้ความดันภายในเป็นตัวขับเคลื่อน ดังแสดงในรูปที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Four stages in the operation of a cross-jet explosion pot

ภาพ 6.8

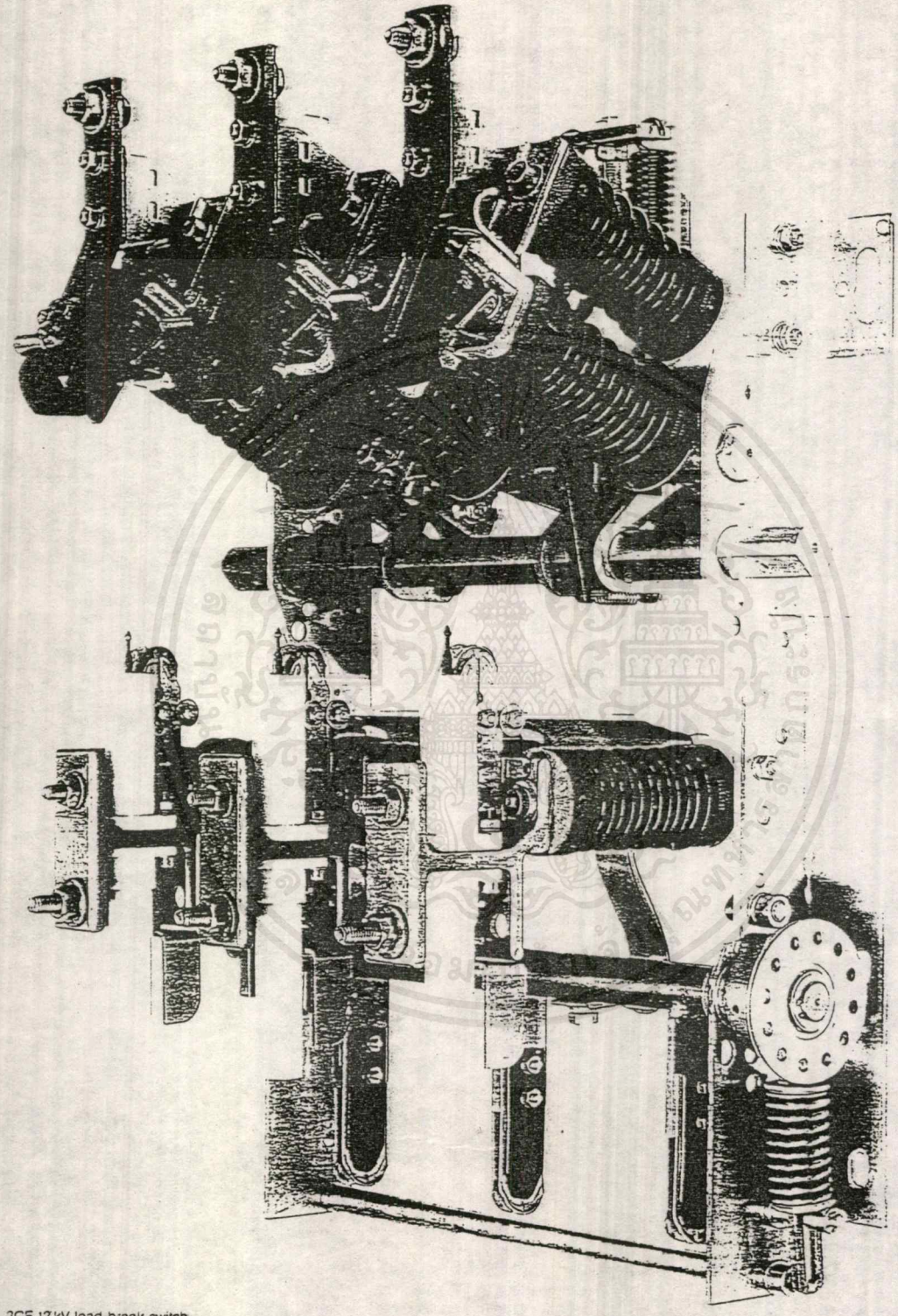
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOAD BREAK SWITCHES

เป็นอุปกรณ์ในระดับ Bay Level อีกชนิดหนึ่ง โดยการทำงานของ Load Break Switch จะคล้ายกับ Disconnecting Switch แต่จะต่างกันตรงที่ การ Interrupt ของ Load Break Switchจะเกิดขึ้นในขณะ on Load และใน Load Break Switch จะมี Arc Chute เป็นตัวดับ arc เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน Load Break Switch จะทำงานโดยเปิด-ปิด Switch ใบมีดโดยขนาดของ Switch จะขึ้นอยู่กับพิกัดของกระแสที่ Load นั้นๆ การ operate Load Break Switch ในสภาพความเป็นจริงนั้น อาจใช้ Motor Drive ในการ operate เพื่อความปลอดภัยของบุคคล และ อุปกรณ์

พิกัด และ ขนาดของ Load Break Switch จะขึ้นกับขนาด Interrupting Voltage,Overload Current ซึ่งจะเป็นตัวกำหนด พิกัดของ Load Break Switchโดยการทำงานของ Load Break Switch จะมีรูปร่าง และพิกัด ดังแสดงในรูปที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3CF 12 kV load-break switch
with make-proof earthing switch

6.9 ภาพ 6.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของ Load Break Switch มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ขณะที่ Load Break Switch ปิดจะมีกระแสไหลเข้าสู่ Main Contact

2. Load Break Switch เปิด และ Main Contact แยกออก กระแส จะพุ่งเข้าสู่ Arcing Contact

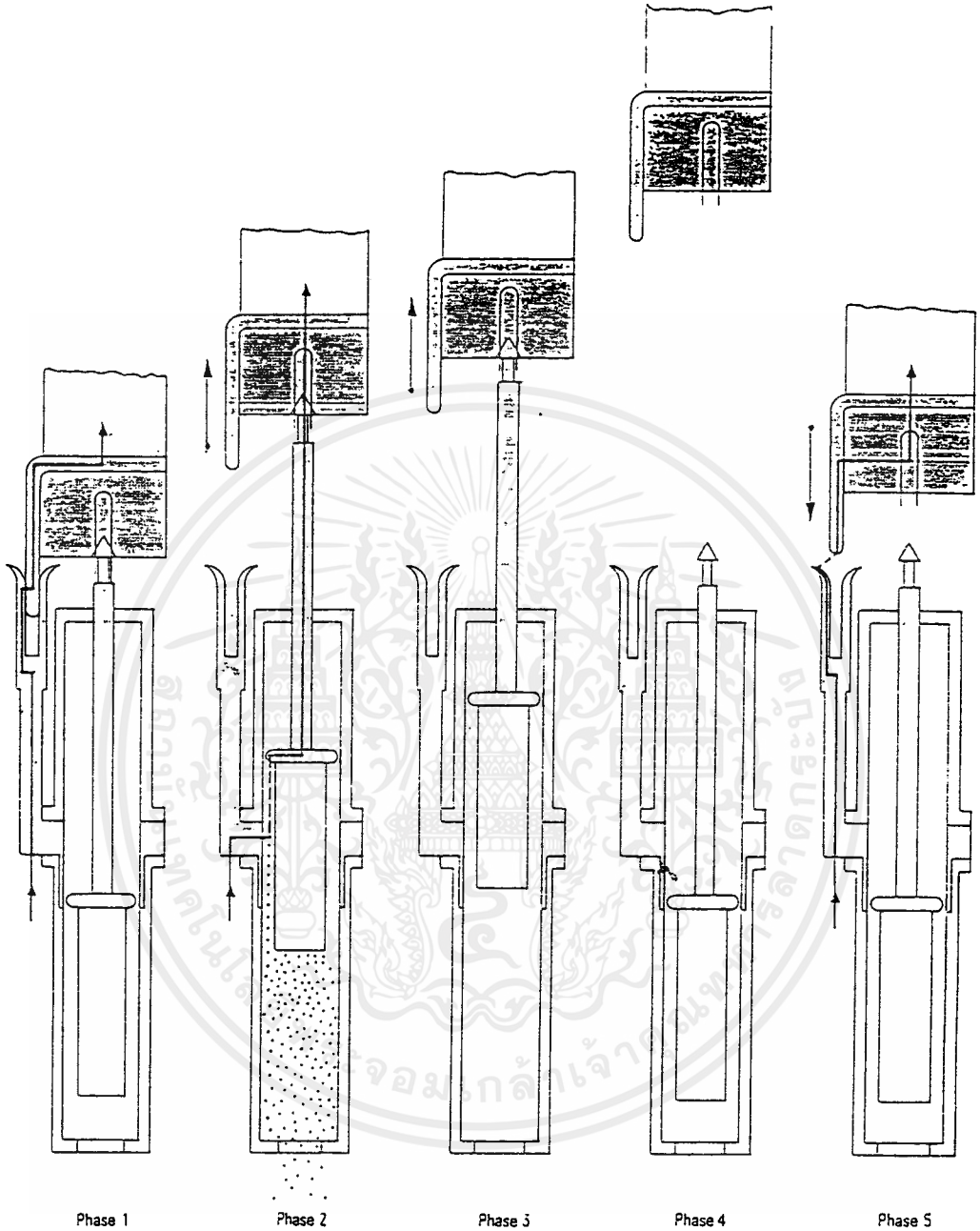
3. arc จะถูกดับ และ Arcing Pin จะถอนตัวออกมา

4. Arcing Pin กลับคืนสู่สภาพเดิมโดยแรงสปริง และ ระยะห่างจะเกิดขึ้น

5. Load Break Switch จะปิด และ arc จะถูกดีเข้าสู่ Arcing Contactจากนั้น Main และ Arcing Contact ก็กลับสู่สภาพเดิมดังแสดงในรูปที่ 10

Load Break Switch จะมีพิกัด และ มาตรฐานตาม IEC,VDE ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งเป็น Technical Data และ รูปที่ 11 จะแสดงถึง Dimensions ของ Load Break Switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Phase 1: The load-break switch is closed and the current flows through its main contacts.
Phase 2: The load-break switch opens. Its main contacts separate and the current now flows through the arcing contact. The arc is drawn in the arc chamber.
Phase 3: The arc has been quenched and the arcing pin can be withdrawn.
Phase 4: The arcing pin has been withdrawn from its contact and returned to its rest position by spring force. The isolating distance has been established.
Phase 5: The load-break switch closes and an arc is struck to the arcing contact. The main and arcing contacts are about to close.

ภาพ 6.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Technical data

The 3CF universal load-break switch is a multi-purpose switch and meets the requirements of VDE 0670, Part 3/9.81.

It also conforms to international specifications such as IEC 265 "High-voltage switches" and IEC 420 "High-voltage alternating current fuse-switch-combinations".

In its function as isolator and with its earthing switch it meets the requirements of VDE 0670, Part 2/9.81 and IEC 129.

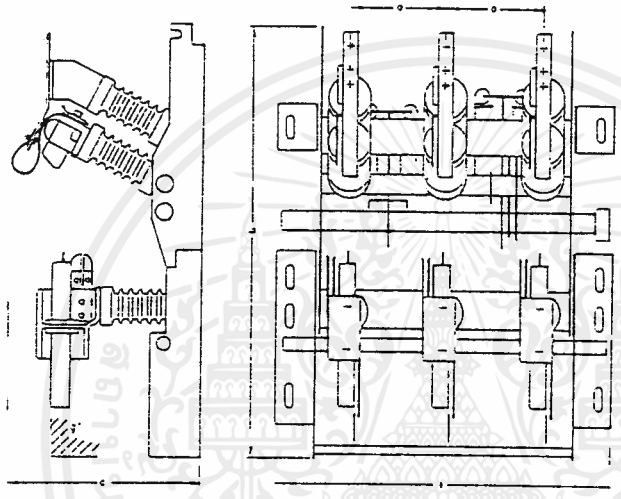
Standard specifications	Rated voltage	Dielectric strength: Power frequency withstand voltage (impulse withstand voltage in brackets)			Rated data			Pole centre distance	Switch type
	U_N	to earth	phase to phase	isolating distance	I_N	I_{ma}	I_m	P	
	kV	kV	kV	kV	A	kA	kA	mm	
IEC	3.6	10	10	12	400	40	16	150	3CF14
VDE		(40)	(40)	(46)	630	63	24	150	3CF16
IEC	7.2	20	20	23	400	40	16	150	3CF14
VDE		(60)	(60)	(70)	630	60	24	150	3CF16
VDE	12	28	28	32	400	40	16	150	3CF14
(List 1)		(60)	(60)	(70)	630	50	20	150	3CF16
IEC	12	28	28	32	400	40	16	150	3CF44
VDE		(75)	(75)	(85)	630	50	20	150	3CF46
(List 2)									
					400	40	16	210	3CF34
					630	50	20	210	3CF36
IEC	15	36	36	40	400	52	21	210	3CF24
ANSI		(95)	(95)	(105)	630	52	21	210	
IEC	17.5	38	38	45	400	40	16	210	3CF24
		(95)	(95)	(110)	630	40	16	210	
VDE	24	50	50	60	400	40	16	210	3CF24
(List 1)		(95)	(95)	(110)	630	40	16	210	
IEC	24	50	50	60	400	40	16	210	3CF54
VDE		(125)	(125)	(145)	630	40	16	210	
(List 2)									
					400	40	16	275	3CF54
					630	40	16	275	

Opening capacity as multi-purpose switch to VDE draft 0670, Part 301 5.83	cos phi	Switches up to 12 kV Breaking current	Number of operations	Switches up to 24 kV Breaking current	Number of operations
		A	n	A	n
Rated system load breaking current I_N	0.7	400	20	400	20
		630	20	630	5
Rated ring-main breaking current I_{CL}	0.3	400	20	400	20
		630	20	630	5
Rated cable breaking current I_C	0.15	40	20	40	20
		40	20	40	20

ตาราง 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

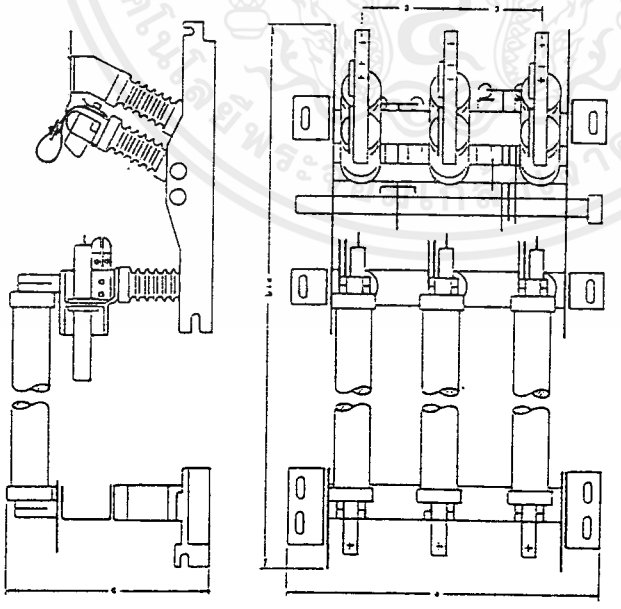
Overall dimensions



3CF load-break switches for wall-mounting, arc control devices at bottom, with earthing switch

Type	Dimension p	a	b	c	g*
3CF14 3CF16	150	525	728	308	80
3CF44 3CF46	150	525	728	308	80
3CF34 3CF36	210	635	728	308	80
3CF24	210	750	811	485	120
3CF54	210	750	811	500	120
3CF64	275	785	811	485	120

* Gas emission space



3CF load-break switches for wall-mounting, arc control devices at bottom, complete with fuses

Type	Dimension p	a	b	c
3CF14 3CF16	150	525	590+e*	360
3CF44 3CF46	150	525	590+e	360
3CF34 3CF36	210	635	590+e	360
3CF24	210	750	665+e	492
3CF54	210	750	665+e	500
3CF64	275	785	665+e	492

* e = fuse dimension "e"

For further information refer to "Supplement June 1984 to Catalog HG 12.1980", Order-No. E 86010-K1512-A111-A1.

ภาพ 6.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RELAYS

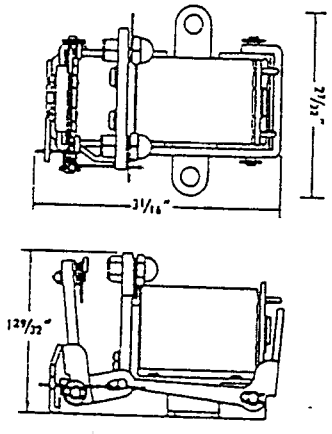
เป็นอุปกรณ์ในส่วน Bay Level ที่มีหน้าที่ช่วยทำให้การทำงานในการ Switching และ Protection มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดย Relay ที่ใช้ใน Substation สามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1. High Voltage Relays
2. Over Load Relays
3. Special Purpose Relays

1.HIGH VOLTAGE RELAY

Voltage ที่ไม่ได้เฉพาะเจาะจง จะถูกสร้างเป็น ขีดจำกัดบน(Upper limit) สำหรับ Relay ชนิดนี้ โดยทั่วๆไป Relay ที่มีความสามารถทาง ด้าน high voltage จะถูกพบใน Vacuum Relay และ ในหัวข้อ Radio Frequency ซึ่งโดยปกติผู้ผลิต Relay ชนิดนี้ จะใช้ ฉนวน Dielectric ที่มีความแข็งแรงสูง และ ใช้ Contact Gap ขนาดใหญ่

HV Relay ถูกพัฒนาเพื่อการ make และ break high voltage circuit ของ low current capability ระบบ คานงัดที่ใช้ operate Armature มี Contact Gap ที่กว้างพอ สำหรับ การ Switching ทาง high voltage Contact Asemmbly ถูกติดตั้งบน Ceramic Steatite ระยะกระโดด(Bounce) ต่ำสุด ทำได้โดยใช้เสาหลัก(Pillar) และ Spring-contact Assembly Coil จะทำงานอย่างต่อเนื่องและสามารถถูกป้อนด้วย DC voltage มากกว่า 250 V ขึ้นไป Contact ทำจาก Silver Cadmium-oxide ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/16" และ1/4"



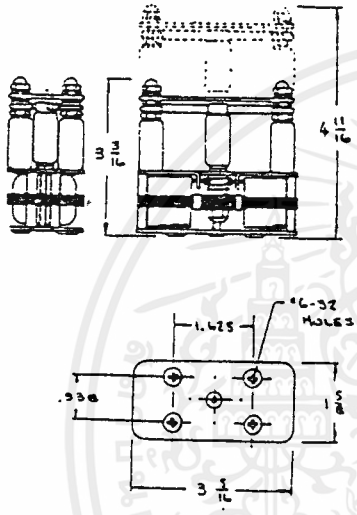
Operate	5 W nominal
Std Volts	6, 12, 24, 110 VDC
Std coil Ohms	7.5, 30, 120, 3000
Contacts	SPDT max,
Will break	to 5000 V rms @ 200 ma current
Dielectric	
Terminals to ground	6000 V rms std
Coil to ground	500 V rms
Weight	7.5 oz
Catalog	Relay, Feb '59

Mfg... Advance Relays,
Elgin National Watch Company

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ 6.12

Model LT เป็น High VOltage Relay ที่ Rotary DC ซึ่งสามารถต่อเข้ากับ Rectifier สำหรับ การ Operation แบบ AC Relay มี SPDT Double Break Contactให้ หรือมี DPDT Double Break Configuration ชิ้นส่วนโลหะเป็นฉนวนสำหรับ 20000 V ต่อกับ Ground Relay เป็นชนิด Cadmium Plated



Operate	12.5 W nominal DC
Contacts	SPDT DB, DPDT DB 200 ma @ voltages to 10,000 DC
Weight	16 oz
Bulletin	LT
Mfg... Artisan Electronics Corporation	

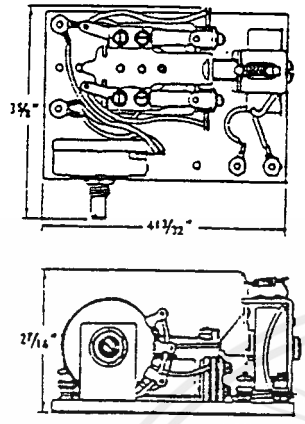
ภาพ 6.13

2.OVERLOAD RELAY

Relay ชนิดนี้ถูกออกแบบเพื่อ การตอบสนองต่อ กระแสเฉพาะเจาะจง หรือระดับ voltage และใช้ในการป้องกันต่างๆ (Protective Service)

Series OE และ OF เป็น Overload Latching Relay ที่มีการรีเซตทางไฟฟ้าใช้เพื่อป้องกันด้านกระแส surge หรือ การ overload อย่างต่อเนื่อง Relay ชนิดนี้ ได้ถูกออกแบบ สำหรับวงจร DC และสามารถประยุกต์ ให้เป็น Radio Transmitter การ overload จะกระทำกับ Relay หลังจาก การเซต Potentiometer เพื่อให้ได้ขีดจำกัดกระแสตามที่ต้องการ วงจรจะยังคง open จนกระทั่งได้ถูกรีเซตด้วยไฟฟ้าแล้ว ตัวชิ้นส่วนรีเซต จะปล่อยหน้า Contact ไปยังตำแหน่ง NC Series OE สามารถ ปรับได้เพื่อให้ได้กระแส overload ที่ต้องการ ระหว่าง 250 ถึง 500 mA และขอบเขตของ OF Series จะอยู่ระหว่าง 500 ถึง1000 mA Coil จะทำงานเป็นพักๆ และหน้า Contact ทำด้วย Silver อย่างดี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/4" Relay เหล่านี้มี Dielectric Strength 500 V rms ซึ่งอยู่ระหว่าง Non-connected terminals และ ระหว่าง Terminals และ Ground สำหรับ 1วินาที Assembly ถูกติดบนฐานที่ทำจาก Bakelite ที่ถูกผูกไว้กับ Post Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Operate
Reset coil ..... 6 W DC nominal, 15–20 VA AC nom

Relay	Volts	Coil Ohms
DC	6	6.3
	12	25
	24	100
	110	2500
AC	6	0.63
	12	2.5
	24	10
	115	250
	220	1000

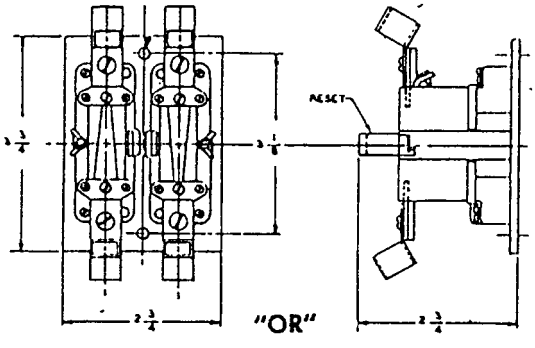
Contacts ..... DPDT max, 10 A
Inductive ..... 3 A
Amperes rated at 115 VAC or 26.5 VDC

Weight ..... 13.5 oz

Catalog ..... Relay, Feb. '59
Mfg... Advance Relays,
Elgin National Watch Company

ภาพ 6.14

ชนิด OR เป็น Thermal Overload Relay ใช้เมื่อมี มอเตอร์หลายตัว ถูกควบคุมอย่างเชื่อมโยงกัน โดยเมื่ออันหนึ่ง เป็น Starting Switch และอีกอันเป็น Starter มันเป็นไปไม่ได้ที่จะให้ การป้องกัน overload สำหรับ มอเตอร์แต่ละตัว ที่มี Overload Relay เพียง 1 หรือ 2 ตัว บน Starter มอเตอร์แต่ละตัว ต้องถูกเพิ่มด้วย Separate Overload Relay การ operate ที่ต่อเนื่องไม่มีผลกระทบต่อชิ้นส่วนทางกลของ Switch Overload Relay เหล่านี้ ไม่ได้ใช้เพื่อเป็นชิ้นส่วนใหม่ในการ start อุปกรณ์ สำหรับ มาตรฐานของ Reset Relay จะเป็นแบบ Manual สำหรับการรีเซต แบบ Automatic ทำโดยการเพิ่ม A ไปที่ Catalog Number Automatic Reset Relay อาจถูกเซต เพื่อการรีเซตแบบ Automatic หรือ แบบ Manual โดยการเลือกจาก Fingertrip operated control lever Relay ชนิด OR ใกล้เคียงกับ มาตรฐาน NEMA Type I house หรือ open Type ซึ่งจะติดอยู่บน Back Plate Relay ชนิดนี้ถูกตบแต่งด้วย ปุ่มรีเซต เป็นฝาครอบ



Operate A ..... 0.61 to 300 A @ 600 V max

Price ..... $8.00 - $10.00 open
$13.00 - $20.00 enclosed

Catalog..... 14, November '58

Mfg... Arrow-Hart and Hegeman Electric Co.

ภาพ 6.15

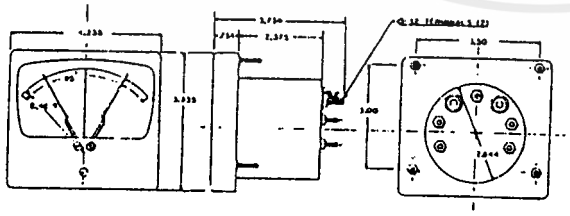
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.SPECIAL PURPOSE RELAY

Relay ชนิดนี้ ทำเพื่อ วงจรเฉพาะเจาะจง หรือ มีฟังก์ชันหลายอย่างที่พิเศษ หรือมีลักษณะที่ไม่สามารถทำได้ในหัวข้ออื่นๆ

Assembly Products Wattmeter เป็น Meter Relay เพื่อจุดประสงค์พิเศษที่มี Locking contact ซึ่งควบคุมการ trig เมื่อมี highหรือ Low Limit ของ Power Consumption มาถึง ขีดจำกัดสัญญาณ(Signal Limit) ถูกเซต โดย Pointer ซึ่งอาจถูกหมุนไปที่ใดๆบนหน้าปัด เมื่อ Power ถูกใช้เป็นเหตุให้ Pointer มาถึงที่ Fixed Point Contact Lockและวงจร จะ close ที่ External Slave Relay Relay นี้เริ่มทำงาน เพื่อแยกหน้า Contact ออก วงจร Locking ถูก open ในตอนแรก หน้า Contact ถูกดัดโดย Spring เล็กๆบน Pointer ที่ปรับได้ ซึ่งจะถูก load เมื่อหน้า Contact พบกัน

หลักของการออกแบบเป็นดังนี้ : ส่วนที่ต่อไปยัง Face Plate เป็น การเคลื่อนไหวของ Dynamometer มาตรฐานที่ใช้ใน Conventional Wattmeter ที่มี voltage coil turn ภายในสนาม current coil คงตัว ข้างล่างเป็น Core Magnetic Movement Coil ของ Movement เป็น Plane เดียวกัน เหมือน voltage coil ของ Wattmeter และ เคลื่อนที่ไปพร้อมกับมัน เมื่อขีดจำกัดสัญญาณ (Signal Limit) มาถึง และ Wattmeter สัมผัส กระแสที่ผ่านมันจะไหลผ่าน Coil ของ Magnet Movement



Operate
Operate Volts (nominal) 110, 220, 440 VAC
Current ..... Standard: 45 ma AC, but with a transformer input to 50 A, to 10 kc also available

Contacts ..... 25 ma @ 75 - 125 VDC

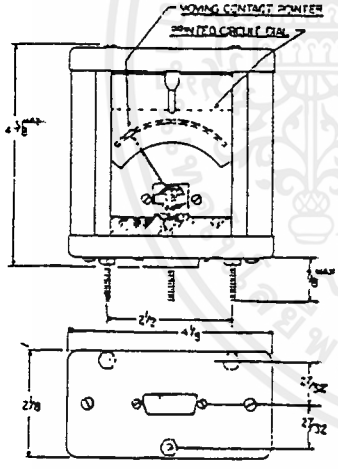
Price..... $150 std model
High and Low contacts $160
Double contacts.... $165

Data Sheet..... 12, Sept., 1958
Mfg... Assembly Products, Inc.

ภาพ 6.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LIAD เป็น Multi-contact meter Relay ประกอบด้วย D'Arsonval Meter Movement ซึ่งมีให้เป็นขอบเขต Meter มาตรฐาน ในหน้าปัด Meter, Relay นี้มี Printed Circuit Board เหนือ Printed Circuit จะมีตัวขับ Pointer ที่มี Contact 1 หรือมากกว่า ให้ติดกันกับมัน ตำแหน่งของ Pointer บน Scale จะตอบสนองกับสัญญาณ analog เหนือ Pointer เป็น Clamper Bar ซึ่งเมื่อถูกกดลงโดย Readout Coil จะจับ Pointer และ ติดกับ Printed Circuit Scale สิ่งนี้ทำให้Meter Pointer Contact ปิดวงจร Readout Coil Circuit ถูก close โดย Manual หรือ Automatic ก็ได้ Printed Circuit Board สามารถสร้างตั้งแต่ 3 band และ 30 segmentใน1 band ขึ้นไปจาก แบบ Drawing ของลูกค้า ประกอบกับ Binary Coded Output ที่มาจาก 6 Separated Printed CircuitBands การ Resolution จะเป็น 1 ส่วนใน 64 ส่วน single band 30 segment จะให้การ Resolution ประมาณ 3% Relay มีความถูกต้องทาง AC 3% และ DC 1/2% Response Time และ Readout Frequency จะ vary ด้วยความไว



Operate
Coil Ohms ..... 250 approx.
Coil Amps ..... 0–1 ma DC std
(From 0–50 microamps and 0–10 millivolts and up are also available).
Response time ..... 0.3 sec max
Readout frequency ... twice/sec or faster
Readout coil Volts ... 12 std, to 120 available

Contacts ..... 100 ma @ 100 VDC, 250 ma @ 110 VAC

Bulletin 4–B
Mfg... Assembly Products, Inc.

ภาพ 6.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONCLUSIONS & DISCUSSIONS

การนำ PC มาควบคุมการ Switching ในระดับสถานีไฟฟ้าย่อย และโครงข่ายของ สถานีไฟฟ้าย่อย มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

1).ส่วนควบคุมระดับสั่งการ (Supervisory control unit) เป็นการ ควบคุมโดยใช้ PC จากห้องปฏิบัติการ หรือใช้การควบคุมบนแผงควบคุม ที่มี Diagram แสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ ดังนั้นส่วนควบคุมระดับสั่งการ จึงมุ่งเน้นการควบคุมโดยใช้ตัวแสดงสัญญาณ,เครื่องวัดและอุปกรณ์ที่จะสามารถนำไปควบคุมอุปกรณ์ในระดับ High voltage ได้ โดยการควบคุมอุปกรณ์เหล่านี้ จะเกิดขึ้นที่ PC หรือ แผงควบคุม การนำ PC มาใช้ในการควบคุม การทำงานจะต้องมี Software ของระบบควบคุมการ Swiching โดยเฉพาะ

2).ส่วนปฏิบัติการ (Bay level) เป็นส่วนที่ จะทำงานจริงโดยได้รับคำสั่ง และ ส่งผลที่ปฏิบัติงานได้ไปยังส่วน Supervisory การปฏิบัติงานของส่วน Bay level จะขึ้นกับการส่งสัญญาณจากส่วน Supervisory เป็นสำคัญ โดยการปฏิบัติ เช่นการ On-Off ของ Circuit Breaker ,การ Protection อุปกรณ์ต่างๆก็อยู่ใน ความรับผิดชอบของส่วนนี้ เช่นกัน การแสดงผลการทำงานในส่วนนี้จะไปปรากฏแผงควบคุม ของส่วนควบคุม ดังนั้นสภาพการปฏิบัติงานทุกอย่าง จึงต้องมีความรวดเร็วแม่นยำ จึงจะทำให้ระบบการควบคุมในลักษณะนี้ มีเสถียรภาพ และน่าเชื่อถือ

ส่วนการนำ PC มาควบคุมในระดับ Substation นี้ จะมี Software ที่ได้แนวความคิดจากระบบ HNN บางส่วน โดย การทำงานของ Software นี้จะทำการ Switching ระหว่างสายป้อนเพื่อ การลด Over load ของ Substation โดย Software นี้จะเป็นตัวเลือกการโอนถ่าย จากสายป้อน หรือหม้อแปลงที่ Over - load ไปยังสายป้อนหรือหม้อแปลงที่สามารถรับ Load เพิ่มขึ้นได้อีก โดยการทำงานเช่นนี้ จะทำให้ระบบมีเสถียรภาพ และความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

หลักการทำงานของ Software นี้ คือ การนำ Engineering Knowledge มาร่วมกับแนวความคิด HNN โดยSoftware นี้จะทำการรับค่า Error (ผลต่างที่เกิดขึ้นระหว่าง ค่า Load ที่คาดหมายไว้ กับ Load ที่เกิดขึ้นจริง) ของแต่ละ Substation หรือ Feeder แล้วนำมาพิจารณาค่า Error ทีละ Substationค่า ว่าควรจะทำการSwitching หรือ โอนถ่ายLoad ที่ ใดก่อนโดย Substation ที่มี Error มากที่สุดจะได้รับ การSwitching ก่อน Substation ที่มี Error น้อยๆ หรือไม่มี Error เลย ดังนั้นการSwitching จะช่วยโอนถ่าย Load ที่มีอยู่ ในแต่ละSubstation ให้เกิดภาวะสมดุลย์ มากที่สุด อันจะเป็นผลทำให้ Substationแต่ละแห่ง จะไม่เกิด Over load มากเกินไป มีผลทำให้ระบบโดยรวมมีเสถียรภาพ และ ความน่าเชื่อถือ อีกทั้งยังช่วยให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์ ในแต่ละSubstation มีอายุการใช้งานที่เพิ่มขึ้นกว่าปกติอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงงานนี้ ได้ทำการจำลองรูปแบบ ของการถ่ายโอนโหลด โดยเป็นการ ถ่ายโอนโหลดในพื้นที่หนึ่งๆ มีจำนวนสถานีไฟฟ้าย่อย ในพื้นที่ไม่มากนัก ในแต่ละสถานีย่อย สามารถโอนโหลดให้แก่กันได้ ในการจำลองนี้ยังมิได้รวมถึงการ ถ่ายโหลดระหว่างพื้นที่ คือ ในแต่ละพื้นที่จะใช้ PC ควบคุม 1ชุด ในการทำงานร่วมกันเพื่อที่จะให้เกิดประสิทธภาพสูงขึ้นกว่านี้ จำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกัน เพื่อที่จะให้เกิดประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่านี้ จำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกันระหว่างพื้นที่แต่ละพื้นที่ โดยต้องมีหน่วยประมวลผลรวม เป็นตัวควบคุม และรับรู้ข้อมูลในแต่ละพื้นที่ เพื่อให้หน่วยประมวลผลรวมนี้ เป็นตัวสั่งการโอนย้ายโหลด ระหว่างพื้นที่อีกทีหนึ่ง ซึ่งการประมวลผลรวมในแต่ละพื้นที่สามารถให้ การ Switching ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องอาศัยระบบฐานข้อมูลที่ใหญ่มาก และ Software ที่จะใช้ในการปฏิบัติการ ก็จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงเพิ่มขึ้น การพัฒนา Software นี้ ควรจะเน้นทางด้านการ ค้นหาจุดที่เกิด Over Load และจุดที่สามารถโอนถ่ายโหลดได้ อย่างรวดเร็ว และแม่นยำ เพื่อ ทำการ Switching ที่มีประสิทธิภาพ การนำแบบจำลองนี้ ไปใช้จริง จึงต้องอาศัยการพัฒนา ทั้งทางด้าน อุปกรณ์ ในส่วนที่จะทำการ Switching ,อุปกรณ์ Interface ระหว่าง PC และ Bay Level รวมถึง การพัฒนา Program ให้มีประสิทธิภาพมากกว่าปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปก็เนื่องมาจากบุคคลหลายๆฝ่าย รวมทั้งหน่วยงานของสถาบัน ซึ่งได้แก่ สำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าไปใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้ และรุ่นพี่ที่อยู่ในสถานที่ดังกล่าวที่คอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆเหล่านั้น

นอกจากนี้การให้การสนับสนุนในการศึกษาโครงงานครั้งนี้จากหน่วยงานภายนอก ซึ่งได้แก่ การไฟฟ้านครหลวง ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำในการศึกษาค้นหาข้อมูลเป็นอย่างดี บุคคลผู้ซึ่งมีความสำคัญต่อการทำโครงงานนี้ คือ ท่านอาจารย์ที่ปรึกษา คือ อาจารย์ มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์ และ อาจารย์ นิทัศน์ กฤษณจินดา ที่คอยให้คำแนะนำและคอยช่วยเหลือในด้านการหาคู่มือที่ใช้สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ รวมถึงคอยให้คำปรึกษาแก่คณะผู้จัดทำเป็นอย่างดีซึ่งคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมาเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REFERENCE

- MODERN POWER STATION PRACTISE . VOLUME 4, THE CENTRAL ELECTRICITY GENERATING BOARD , LONDON , 1964, CHAPTER 22 น.121-138.

-CARR ,T.H. SUB-STATION PRACTISE SECOND EDITION 1952 ,LONDON 446-447,438-442,346

-AMERICAN ELECTRICIANS HANDBOOK BY TERRELL CROFT. น. 346-366

-NEW DELOPMENT IN CO-ORDINATE CONTROL & PROTECTION G.KOCH ,H.MENZEL ,SIEMEN AG ,NUREMBERG ,GERMANY

-IEEE TRANSACTION ON POWER DELIVERY ,VOL..4 ,NO. 2 ,APRIL 1989 "LOSS MINIMIZATION OF DISTRIBUTION FEEDER : OPTIMALITY AND ALGORITHM " , น.1281-1287

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้