ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

การพัฒนาระบบเพื่อจัดการโครงข่าย ระบบสื่อสัญญาณ Synchronous Digital Hierarchy (SDH)

System Development for Managing Synchronous Digital Hierarchy (SDH)

โดย

นาย โฆษิต บุณยะโรจน์

รหัส 42067282

H002759

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. ประจวบ วานิชชัชวาล

วัน เดือน ปี 11 มี.ค. 2550
เลขทะเบียน 02759
เลขเรียกหนังสือ วพ. ฆ1 ส59ก 2543
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการศึกษากรณีพิเศษ
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	การพัฒนาระบบเพื่อการจัดการโครงข่ายระบบสื่อสัญญาณ Synchronous Digital Hierarchy (SDH)
นักศึกษา	นายโมษิต บุณยะโรจน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. ประจวบ วานิชชัชวาล
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

โครงการศึกษากรณีพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาวิธีการนำระบบสารสารสนเทศ เพื่อช่วยในการออกแบบวิเคราะห์ และจัดการวงจรในโครงข่าย SDH (Synchronous Digital Hierarchy) สำหรับบริษัทที่ให้บริการระบบสื่อสัญญาณ ผลที่ได้จากการศึกษา สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อใช้งานจริง ซึ่งตอบสนองต่อความต้องการ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของผู้ปฏิบัติงานให้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	System Development for Managing Synchronous Digital Hierarchy
Student	Mr. Khosit Punyarochana
Advisor	Prachuab Vanitchatchavan, Ph.D.
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Technology Management
Academic Year	2000

ABSTRACT

The Special project has objective for study the method of Information technology for design analysis and management circuit in SDH transmission (Synchronous Digital Hierarchy). The company which service in Telecommunication, this solution can use for develop the information technology to response requirement and improve efficiency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการศึกษากรณีพิเศษนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาของผู้มีพระคุณหลายทาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณพ่อ และคุณแม่ ที่ช่วยให้กำลังใจ ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในด้านต่างๆตลอดมา ดร.ประจวบ วานิชชัชวาล ผู้ซึ่งช่วยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับระบบงานในโครงการอย่างสม่ำเสมอ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาการออกแบบระบบงานได้ และยังสละเวลา เพื่อสอนการใช้งานโปรแกรม นอกเหนือจากการเรียนปกติ คุณเจิมพรทิพย ที่ช่วยให้คำปรึกษาด้านการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่

1. บทนำ 1
   - 1.1 ความเป็นมา 1
   - 1.2 วัตถุประสงค์ 1
   - 1.3 ขอบเขตของงาน 2
   - 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3
   - 2.1 โครงสร้างเฟรม SDH 3
   - 2.2 สร้างการ มัลติเพล็กซ์ (Multiplexing Structure) 4
   - 2.3 Virtualates SDH 5
   - 2.4 ระดับความเร็วการส่งสัญญาณ 6
   - 2.5 SDH Protection Switch Architecture 6
   - 2.6 อุปกรณ์สื่อสัญญาณที่เกี่ยวข้อง 8
   - 2.7 ลักษะการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ 11
3. การศึกษา และวิเคราะห์ระบบงาน 16
   - 3.1 ส่วนงานวิศวกรรม 16
   - 3.2 การดำเนินงานในปัจจุบัน 17
   - 3.3 ปัญหาและอุปสรรค์ของการดำเนินงานในปัจจุบัน 18
   - 3.4 การศึกษาความต้องการขอผู้ใช้งาน 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ 21
3.6 แนวทางในการพัฒนาระบบ 22
3.7 ระบบงานใหม่ 23
4. การออกแบบ และพัฒนาระบบ 26
4.1. การเลือกใช้ทรัพยากร 26
4.2. การออกแบบระบบ ฐานข้อมูล 26
4.2.1. การออกแบบฐานข้อมูลในระดับ Conceptual Model 26
4.2.2 การออกแบบ Attribute ของ Entity 32
4.2.3 ความสำพันธ์โดนรวมของ Attribute ในทุก Entity 36
4.3. การออกแบบและสร้าง Program 37
4.3.1. โครงสร้างโปรแกรม 37
5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ 47
5.1. บทสรุป 47
5.2. ข้อเสนอแนะ 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

4.1 รายชื่อ Entity ทั้งหมด 26

4.2 ตาราง SITE 32

4.3 ตาราง NE 32

4.4 ตาราง STM-16 33

4.5 ตาราง STM-1 34

4.6 ตาราง 2M 34

4.7 ตาราง CUSTOMER 35

4.8 ตาราง CAPACTIY_TYPE 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่

2.1 โครงสร้าง STM-1 Frame 4
2.2 โครงสร้างการ Multiplexing ของ SDH ตามมาตรฐาน ITU-T G709 5
2.3 การเชื่อมต่อกันแบบ Point-to-Point 7
2.4 การเชื่อมต่อกันแบบ Ring 7
2.5 สถานะปกติระหว่าง TM-16 2 node 8
2.6 เกิดปัญหาที่Line working 9
2.7 Line Protection จะอยู่ในสถานะ Active 9
2.8 MSSPRING แบบ 2-Fiber Ring 10
2.9 MSPRING ในกรณีเกิดปัญหา 10
2.10 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ 12
2.11 การเชื่อมต่อกันของ STM-16 กับ STM-16 ของ TM-16ทาง Physical 12
2.12 การเชื่อมต่อกันของ STM-16 กับ STM-16 ของ ADM -16 ทาง Physical 13
2.13 การเชื่อมต่อระหว่าง STM-16 และ STM-1 ทาง Physical 13
2.14 การเชื่อมต่อระหว่าง STM-16 และ STM-1 ทาง Logical 14
2.15 การเชื่อมต่อระหว่าง STM-1 และ 2M ทาง Logical 15
2.16 ความสำพันธ์จาก 2M ถึง 2M 15
3.1 แผนรูปส่วนงานวิศวกรรม 16
3.2 ตัวอย่าง ตารางข้อมูล ที่ใช้ในการตรวจสอบวงจร 19
3. 3 Context Diagram ของระบบจัดการวงจร 23
3.4 Data Flow Diagram Level 1 ของระบบงาน 24
3.5 Data Flow Diagram ระดับลูกของ process ที่ 4 25
4.1 ความพันธ์ระหว่าง NE กับ SITE 27
4.2 ความพันธ์ระหว่าง NE กับ SIM-16 27
4.3 ความพันธ์ระหว่าง NE กับ SIM-1 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ความพันธ์ระหว่าง NE กับ 2M 28
4.5 ความพันธ์ระหว่าง CUSTOMER กับ 2M..... 28
4.6 ความพันธ์ระหว่าง CAPACITY_TYPE กับ STM-16 28
4.7 ความพันธ์ระหว่าง CAPACITY_TYPE กับ STM-1..... 29
4.8 ความพันธ์ระหว่าง CAPACITY_TYPE กับ 2M..... 29
4.9 ความพันธ์ระหว่าง STM-1 กับ STM-1 30
4.10 ความพันธ์ระหว่าง STM-16 กับ STM-16 30
4.11 ความพันธ์ของ Entity ทั้งหมด 31
4.12 ความสำพันธ์ของ Attribute ในทุก Entity 36
4.13 หน้าจอหลักของโปรแกรม 37
4.14 Tools bar ของหน้าจอหลัก 38
4.15 Menu Bar ของหน้าจอหลัก..... 38
4.16 Menu Bar ของหน้าจอหลัก..... 38
4.17 Menu Bar ของหน้าจอหลัก..... 39
4.18 หน้าจอ Site..... 40
4.19 หน้าจอ Search ของ Site 40
4.20 หน้าจอ Equipment 41
4.21 หน้าจอ Search ของ Equipment..... 41
4.22 หน้าจอ Customer 42
4.23 หน้าจอ Search ของ Customer..... 42
4.24 หน้าจอ Connection..... 43
4.25 หน้าจอ Search ของConnection..... 44
4.26 หน้าจอ Customer to 2M..... 45
4.27 หน้าจอ Search ของ Customer to 2M 45
4.28 ตัวอย่างรายงานเส้นทางการใช้งานวงจร..... 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การบริหารวงจรสำหรับโครงข่ายระบบโทรคมนาคม การออกแบบเลือกเส้นทางการใช้งานของวงจรแต่ละชนิดให้เหมาะสมรวมถึง การค้นหาข้อมูลเพื่อดูแลรักษา และวิเคราะห์การทำงานของวงจรในแต่ละเส้นทางอย่างรวดเร็วเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่ง ปัจจุบันในองค์กรอาจประสพปัญหาในการบริหารวงจรเนื่องจาก การสร้างวงจรหนึ่งๆต้องใช้ความร่วมมือจากหลายส่วน แต่ละส่วนต้องการใช้ข้อมูลเดียวกัน เพื่อวัตถุประสงค์และเวลาที่แตกต่างกัน และจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ถูกต้อง ล่าสุด และเร็วที่สุดเสมอ รวมถึงความหลากหลายของอุปกรณ์ที่ใช้งาน จำนวนวงจรที่ต้องจัดการ ความซับซ้อนของ วงจรทั้งหมดล้วน เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงานและการนำข้อมูลไปใช้ทั้งสิ้น การนำระบบสารสนเทศมาใช้เพื่อจัดการบริหารเกี่ยวกับข้อมูลของวงจรเพื่อช่วยลดปัญหาและเพิ่มประสิทธิรูปในการปฏิบัติงาน ให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบเพื่อช่วยในการวิเคราะห์และจัดการบริหารวงจรในโครงข่าย
2. เพื่อช่วยลดหรือขจัดปัญหาการซ้ำซ้อนของข้อมูล
3. เพื่อความรวดเร็วในการค้นหาข้อมูลสำหรับการ วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับเส้นทางของวงจร
4. เพื่อช่วยเป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจในการวางแผนโครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงาน

ในโครงการนี้จะจำกัดขอบเขตของระบบที่ศึกษาอยู่เฉพาะ การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ วงจร และเส้นทางการใช้งานของวงจร ในกลุ่มอุปกรณ์ระบบสื่อสัญญาณมาตรฐาน SDH ที่ถูกกำหนดโดย ITU-T (International Telecommunication Union–Telecommunication) และอยู่ในกลุ่มอุปกรณ์ของผู้ผลิตรายเดียวเท่านั้น ในส่วนที่จะต้องเชื่อมโยงกับกับอุปกรณ์หรือระบบจากผู้ผลิตรายอื่นนั้นจะกำหนดเพียงจุดเชื่อมต่อที่สามารถอ้างอิง สืบค้นข้อมูลในลักษณะอื่นได้ ซึ่งการศึกษานี้จะทำเพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนา ระบบโดยรวมต่อไป

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถค้นหาข้อมูลเส้นทาง ที่แต่ละวงจรใช้งานได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว
2. สามารถค้นหาข้อมูลเส้นทาง ที่แต่ละวงจรใช้งานโดยใช้ข้อมูลเพียงบางส่วน
3. สามารถจัดเก็บข้อมูล เส้นทางการใช้งานของวงจรได้อย่างถูกต้อง และเป็นระเบียบในรูปแบบฐานข้อมูล
4. สามารถสร้างและพิมพ์ รายงานเส้นทางการใช้งานของวงจร
5. สามารถนำระบบที่พัฒนาขึ้น เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาระบบการจัดการวงจรที่มีขนาดใหญ่ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

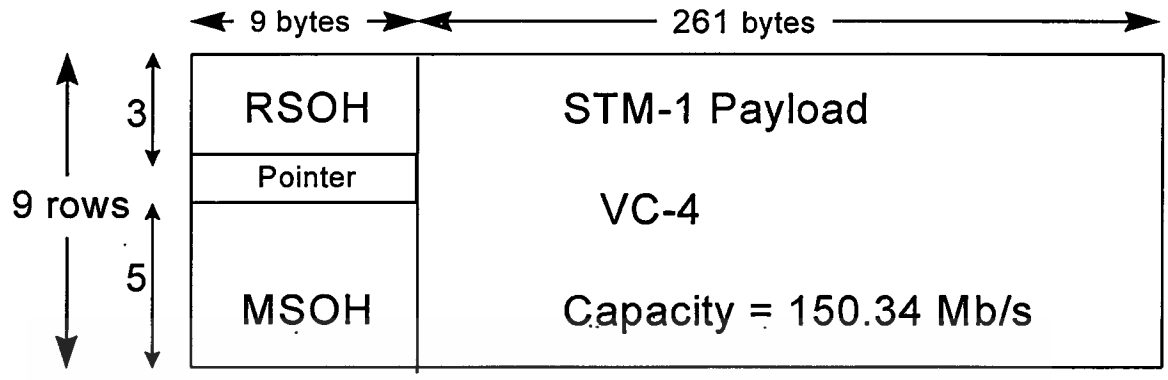
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

SDH (Synchronous Digital Hierarchy) เป็น มาตรฐานสำหรับการรับ-ส่งสัญญาณ Digital ชนิดหนึ่งซึ่งพัฒนามาจากมาตรฐาน SONET (Synchronous Optical Network) โดยเพิ่มความเร็วเป็น 3 เท่าของSONETคือ 155.52 Mb/s สัญญาณ นี้ถูกเรียกว่า STM-1 (Synchronous Transport Module) ซึ่งเป็นความเร็วระดับแรกสุดของ SDH ความเร็วในระดับที่สูงขึ้นจะหาได้จากการคูณค่าระดับ (n) กับค่าความเร็วระดับแรกสุด โดยการเรียกค่าระดับความเร็วโดยรวม STM-n ปัจจุบันภายในองค์กรใช้มาตรฐานSDHที่ถูกกำหนดตามมาตรฐาน ITU-T G.707

2.1 โครงสร้างเฟรม SDH

รูปแบบโครงสร้างเฟรม SDH โดยพิจารณาในระดับ STM-1จะมีขนาดทั้งหมด 9 แถว 270 คอลัมน์แต่ละแถวและคอลัมน์มีขนาด 1 Byte โครงสร้างเฟรมจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ Section Overhead (9x9 Byte) และ Information Payload (9x261) ดังรูปที่ 2.1 ในส่วนของ Section Overheadจะประกอบด้วย RSOH (Regenerator Section Overhead) และ MSOH (Multiplex Section Over head) และ Pointer ซึ่งทำหน้าที่ในการตรวจสอบความผิดพลาด, ชี้จุดเริ่มต้นของ Pay Load,เป็นช่องสำหรับใช้ในส่งค่าการติดต่อระหว่างอุปกรณ์(Auxiliary Channels), และส่วน Information Payload จะใช้บรรจุข้อมูลที่ไม่มีตำแหน่งตายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2430 bytes/frame * 8 bits/byte * 8000 Hz = 155.52 Mb/s

RSOH	Regenerator Section OverHead
MSOH	Multiplexer Section OverHead
STM	Synchronous Transport Module

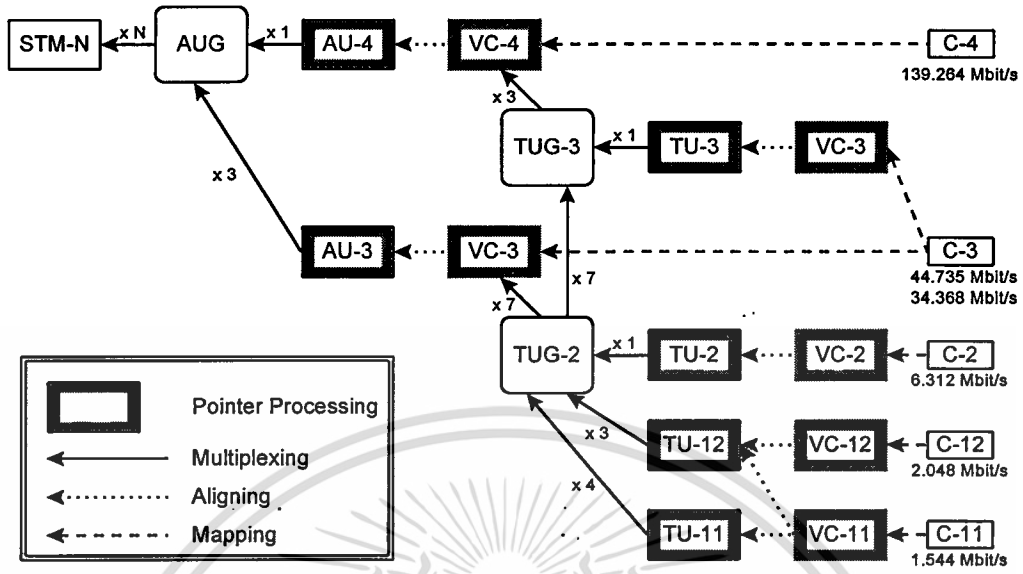
รูปที่ 2.1 โครงสร้าง STM-1 Frame

2.2 สร้างการ มัลติเพล็กซ์ (Multiplexing Structure)

จากรูปที่ 2 .2 แสดงลักษณะการจัดสัญญาณให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างตามมาตรฐาน SDH

1. **Mapping:** สัญญาณ PDH จะถูก แม็ป (Mapping) ลงในContainerและได้ทำการรวม POH (Path Overhead)เข้าไป และจะถูกเรียกว่า VC (Virtual Container) C+POH = VC
2. **Aligning:** เมื่อกำหนดPointerให้กับVCจะได้ TU (Tributary unit) VC+Pointer = TU
3. **Multiplexing:** นำ TU มา รวมเข้าด้วยกันเรียก TUG (Tributary unit Group)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างการ Multiplexing ของ SDH ตามมาตรฐาน ITU-T G709

2.3 Virtualates SDH

1. **Virtual Container (VC):** บอกให้ทราบถึงโครงสร้างที่ใช้สนับสนุนการเชื่อมต่อกันของแต่ละ Layer ซึ่งประกอบด้วย Information Payload และ Path Overhead (POH)

2. **Virtual Container Layer4 (VC4):** อัตราการส่งข้อมูล 150.336 Mb/s เป็น High Order Path Layer สามารถบรรจุบน STM-1, STM-4, STM-16 Signal

3. **Virtual Container Layer 12 (VC12):** อัตราการส่งข้อมูล 2.048 Mb/s เป็น Lower Order Path Layer สามารถเพิ่มถึง 63 VC-12s บรรจุบน VC-4 Signal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระดับความเร็วการส่งสัญญาณ

ความเร็วในการส่งสัญญาณที่ระดับต่างๆ ที่ใช้ในระบบสื่อสัญญาณ SDH

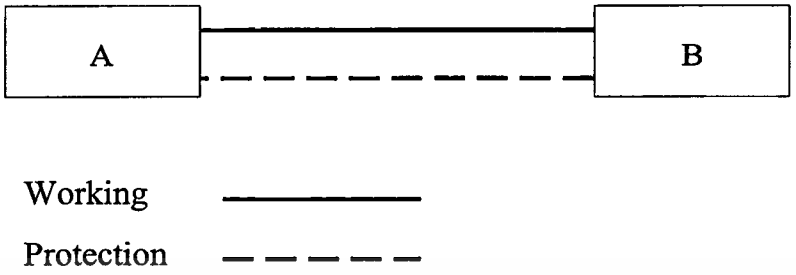
1. **Synchronous Transport Module Level 1 (STM-1):** มีอัตราการส่งสัญญาณ 155.52 Mb/s ซึ่งเป็นอัตราการส่ง พื้นฐานของ SDH ที่ใช้กับทั้ง สายส่งแบบ Optical และ Electrical
2. **Synchronous Transport Module Level 4 (STM-4):** อัตราการส่ง 622.08 Mb/s ที่ใช้กับสายส่งแบบ Optical
3. **Synchronous Transport Module Level 16 (STM-16):** อัตราการส่ง 2,488.32 Mb/s ที่ใช้กับสายส่งแบบ Optical

2.5 SDH Protection Switch Architecture

การป้องกันความเสียหายในระดับ Network ที่อาจจะเกิดขึ้นได้กับโครงข่ายสามารถทำได้โดยใช้การป้องกัน ในระดับเส้นทางการส่งสัญญาณ ซึ่งได้แบ่งตามลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ที่มีอยู่ดังนี้

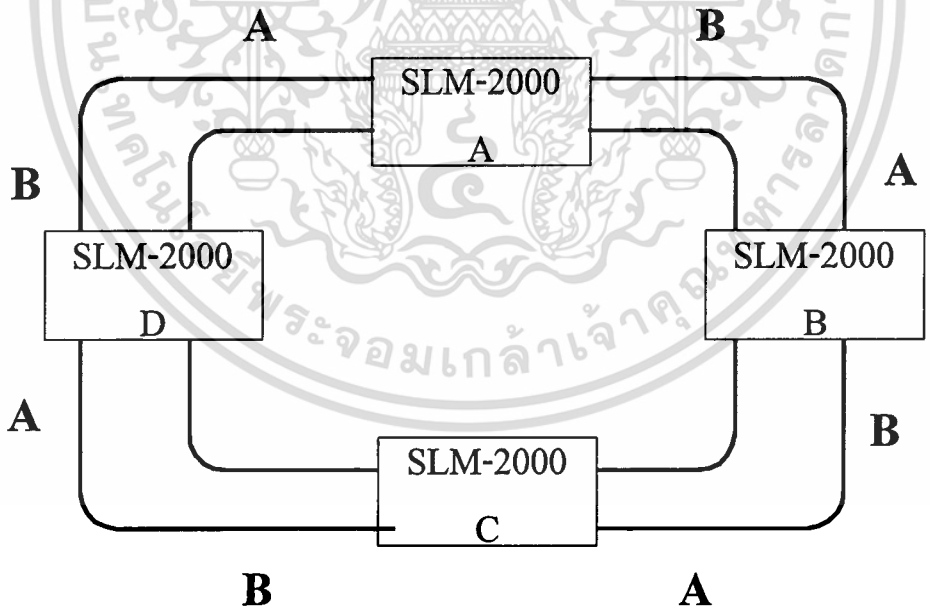
1. **Multiplex Section Protection (MSP) 1+1 Double-End:** ใช้งานสำหรับอุปกรณ์ระบบสื่อสัญญาณที่มีการเชื่อมต่อกันแบบ Point-To-Point ดังรูปที่ 2.3 โดยมีการทำงานเมื่อสัญญาณด้านรับตรวจสอบว่า สัญญาณที่ได้รับ มีปัญหา อุปการณ์จะทำการสวิตซ์ เพื่อใช้งานในอีกเส้นทางหนึ่งทั้ง ด้านรับ และด้านส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อกันแบบ Point-to-Point

2. **Multiplex Section Shared Protection RING (MSPRING):** ใช้งานสำหรับอุปกรณ์ระบบสื่อสัญญาณที่มีการเชื่อมต่อกันแบบ Ring ดังรูปที่ 2.4 โดยมีการทำงานเมื่อ สัญญาณด้านรับตรวจสอบว่า สัญญาณที่ได้รับ มีปัญหา อุปการณ์จะทำการ Loop Back สัญญาณภายในอุปกรณ์ เพื่อใช้ในอีกเส้นทาง



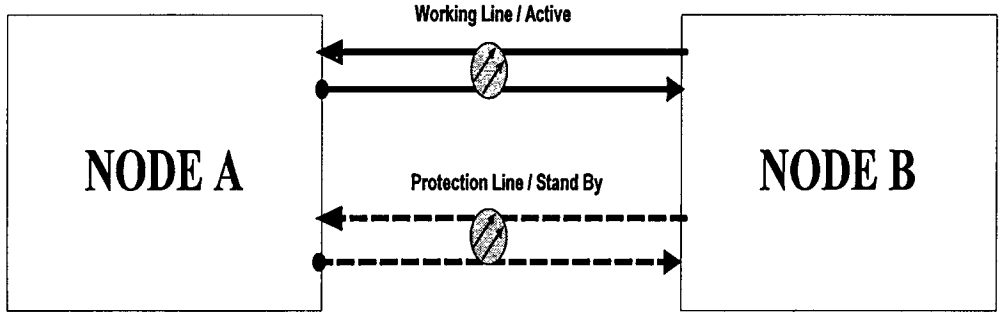
รูปที่ 2.4 การเชื่อมต่อกันแบบ Ring

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 อุปกรณ์สื่อสัญญาณที่เกี่ยวข้อง

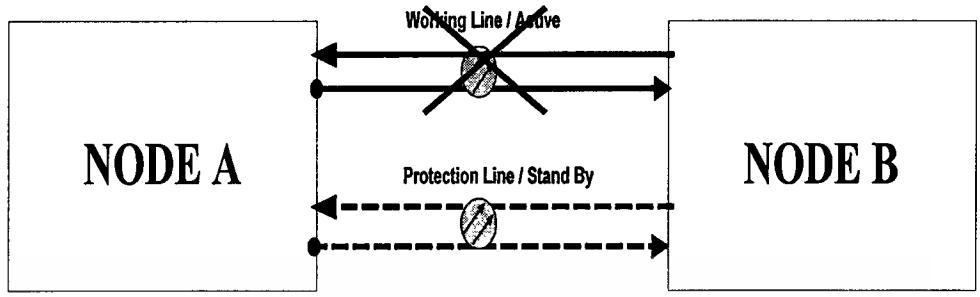
SLM-2000 (Synchronous Line Multiplexer) เป็น High Capacity Transport System ที่สามารถ Multiplex และบรรจุ STM-1 (155Mbps) Signal 16 ชุด ลงใน STM-16 Signal มีลักษณะการใช้งานในรูปแบบ Point-to-Point Terminal (TM-16) และ Ring Add Drop (ADM-16) ในระดับ STM-16 ซึ่งจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ ISM ที่สามารถ Drop สัญญาณเป็น 2 Mb/s เพื่อใช้งาน

1. **End Terminal Point-To-Point (TM-16):** TM-16 เป็นอุปกรณ์ระบบสื่อสัญญาณ SDH ระดับ STM-16 โดยมีเส้นทางเชื่อมต่อระหว่าง Node (Node ใช้แทนการเรียกอุปกรณ์ระบบสื่อสัญญาในแต่ละจุด) เป็นแบบ Point to Point โดยมีเส้นใยแก้วนำแสง (Optical Fiber) เป็นตัวกลางในการส่งสัญญาณ ซึ่งเรียกตามศัพท์ของอุปกรณ์ว่า Line working และ Line Protection ในแต่ละ Line ใช้เส้นใยแก้วนำแสง 2 เส้นสำหรับใช้ส่งและรับ ซึ่งในขณะใดขณะหนึ่งระหว่างการใช้งานจะใช้เพียง Line เดียวเท่านั้นสถานะของ Lineที่ทำงานอยู่จะเรียก Active Line ส่วน Line ที่ยังไม่ทำงานเรียก Standby Line ดังรูปที่ 2.5 การทำงานจะเป็นแบบ Point-to-Point โดยแต่ละ Lineสามารถบรรจุสัญญาณระดับ STM-16 เมื่อเกิดปัญหาที่ Active Line ดังรูปที่ 2.6 ก็จะ Automatic Switch ไปใช้งานที่ Standby Line ดังรูปที่ 2.7 โดยใช้การป้องกันแบบ MSP TM-16 ใน1 Node สามารถรับส่งสัญญาณระดับ STM-16 และสามารถ De Multiplex สัญญาณลงมาเป็นในระดับ STM-1 จำนวน16 ชุดโดยแต่ละ Card ของ TPU140/155 จำนวน 8 Card แต่ละ Card สามารถควบคุม STM-1 ได้จำนวน 2 STM-1 รวมทั้งหมดเป็น 16 STM-1

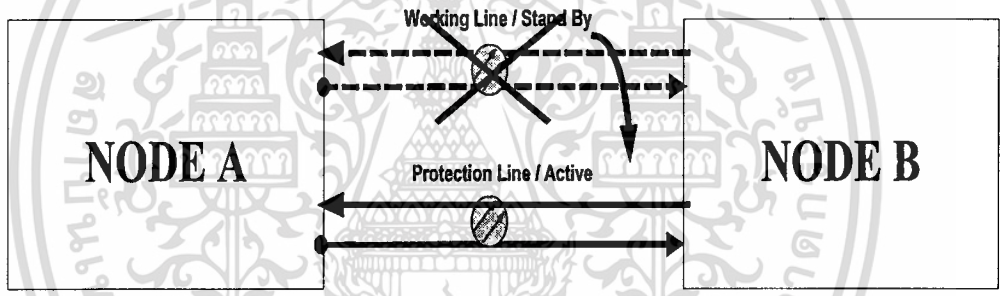


รูปที่ 2.5 สถานะปกติระหว่าง TM-16 2 node

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



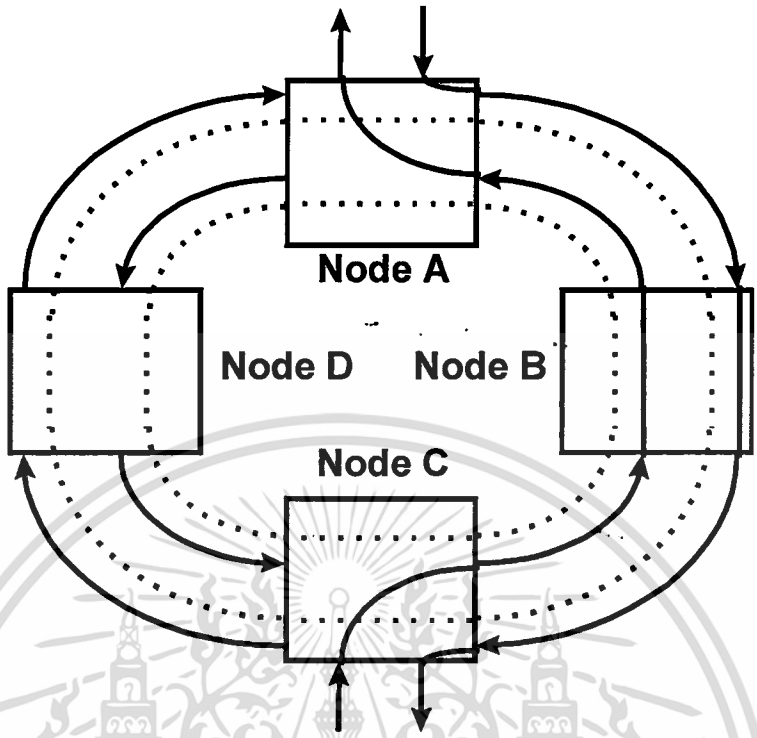
รูปที่ 2.6 เกิดปัญหาที่Line working



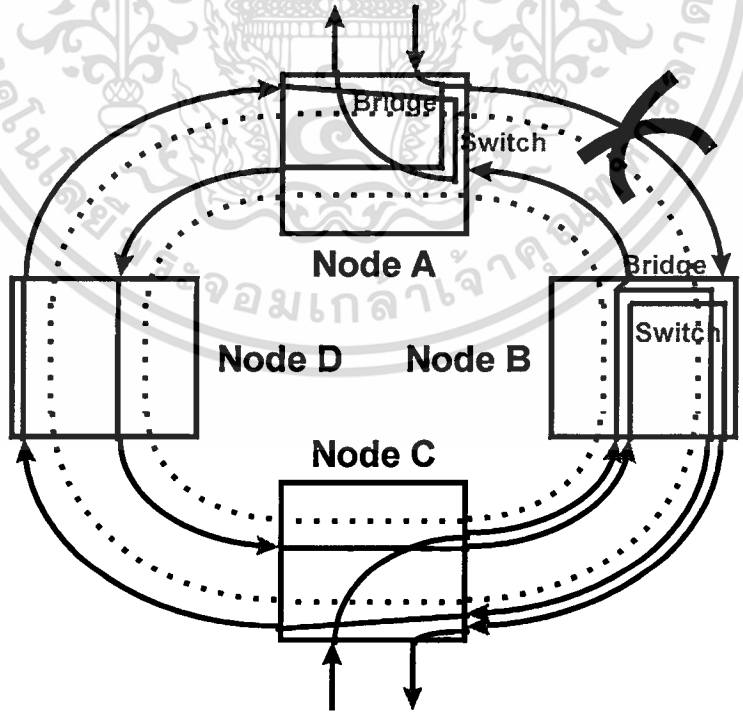
รูปที่ 2.7 Line Protection จะอยู่ในสถานะ Active

2. **Add-Drop Multiplexer (ADM-16):** อุปกรณ์ระบบสื่อสัญญาณ ADM-16 มีการเชื่อมต่อระหว่าง Node เป็นแบบ Ring โดยมีเส้นใยแก้วนำแสง (Optical Fiber) เป็นตัวกลางในการส่งสัญญาณระดับ STM-16 ซึ่งเรียกตามศัพท์ของอุปกรณ์ว่า Line A และ Line B ในแต่ละ Line ใช้เส้นใยแก้วนำแสง2 เส้นสำหรับใช้ส่งและรับ ในขณะใดขณะหนึ่งจะใช้ 2 Line พร้อมกันทั้ง2 line สามารถบรรจุ 16 x STM-1 ได้ แต่ในการใช้งานจะใช้ 8 x STM-1 เท่านั้น โดยทั้ง Line A และ B ใช้งาน 1-8 Port แรก ดัง รูปที่ 2.8 ส่วน 9-16 port หลังใช้สำหรับเป็น Protection ดังรูป 2.9 ซึ่งเป็นการป้องกันแบบ MSSPRING ADM-16 ใน1 Node สามารถรับส่งสัญญาณระดับ STM-16 และสามารถ De Multiplex สัญญาณลงมาเป็นในระดับ STM-1 จำนวน16 ชุดโดยแต่ละ Card ของ TPU140/155 จำนวน 8 Card แต่ละ Card สามารถควบคุม STM-1 ได้จำนวน 2 STM-1 รวมทั้งหมดเป็น 16 STM-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 MSSPRING แบบ 2-Fiber Ring



รูปที่ 2.9 MSPRING ในกรณีเกิดปัญหา

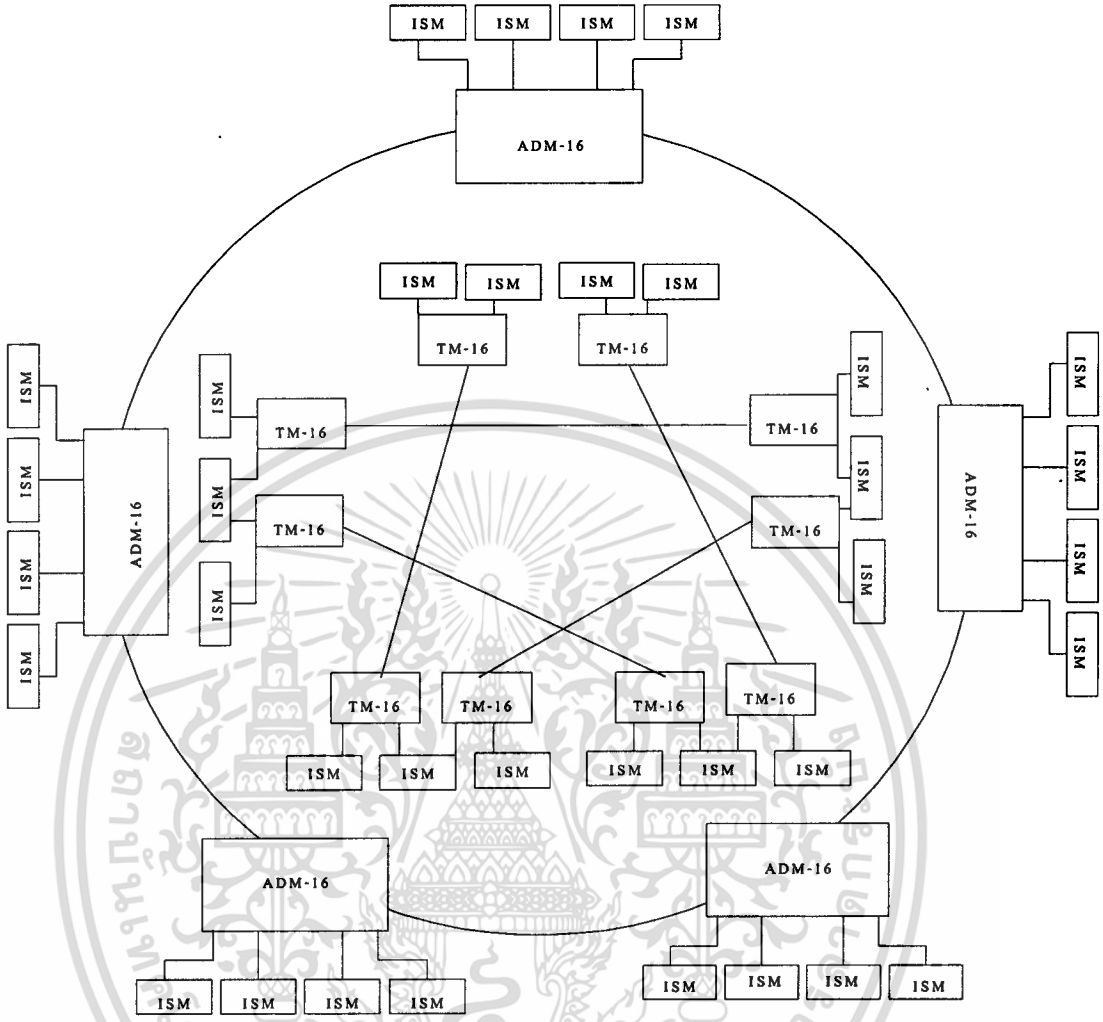
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **Intelligent Synchronous Multiplexer System (ISM):** อุปกรณ์ระบบสื่อสัญญาณในระดับ STM-1 ที่ใช้เชื่อมต่อกับ ADM-16 และ TM-16 สำหรับ De Multiplex STM-1 เป็น 2 Mb/s เพื่อใช้งาน ใน 1 Node ISM-2000 สามารถรองรับ 2 x STM-1 และสามารถ Drop 2MB ได้จำนวน 126 Port โดยCard TPU2/16 จำนวน 8 Card แบ่งเป็น 2 ชุดจำนวนชุดละ 4 แต่ละ Card TPU2/16 ควบคุม 2Mb จำนวน 16 Port

2.7 ลักษะการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์

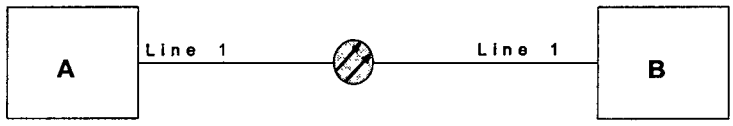
การใช้งานโครงข่ายในปัจจุบันระบบหนึ่งจะประกอบด้วย 5 ชุมสายหลัก แต่ละชุมสายจะมีอุปกรณ์หลายชนิดประกอบกันคือ ADM-16 5 Node เชื่อมต่อกันในลักษณะ Ring ระหว่างชุมสาย TM-16 10 Node เชื่อมต่อกันแบบ Point-To-Point ระหว่างชุมสาย ISM-2000 เชื่อมต่อกับ ADM-16 และ TM-16 ภายในชุมสายในระดับ STM-1e (STM-1 Electrical)เพื่อทำการ De Multiplex สัญญาณเป็นระดับ 2Mbps เพื่อใช้งาน (เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น) ดังรูปที่2.11 แสดงการเชื่อมต่อกันของอุปกรณ์ในมุมกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์

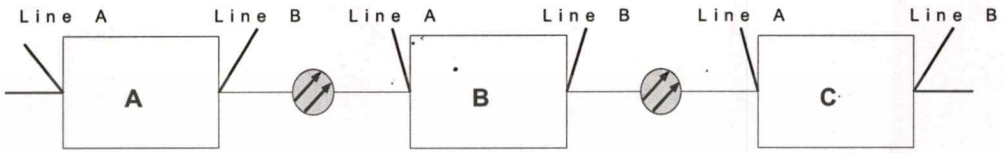
1. **การเชื่อมต่อกันระหว่าง STM-16 กับ STM-16 ทาง Physical:** TM-16 2 Node ที่อยู่ต่างสถานที่กับประกอบด้วย Line STM-16 เชื่อมต่อกันโดยใช้ Optical Fiber เป็นตัวกลางในการรับส่งสัญญาณระดับ STM-16 ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.11 การเชื่อมต่อกันของ STM-16 กับ STM-16 ของ TM-16ทาง Physical

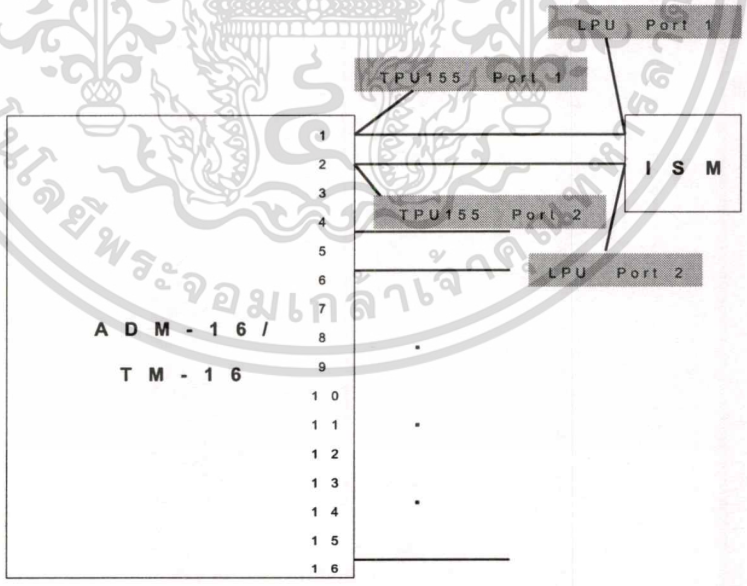
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน ADM-16 การเชื่อมต่อจะเป็นไปในลักษณะ ดังรูปที่ 2.13 โดย Node B Line A จะเชื่อมต่อกับ Node A Line B และ Node B Line B จะเชื่อมต่อกับ Node C Line A



<u>รูปที่ 2.12</u> การเชื่อมต่อกันของ STM-16 กับ STM-16 ของ ADM –16 ทาง Physical

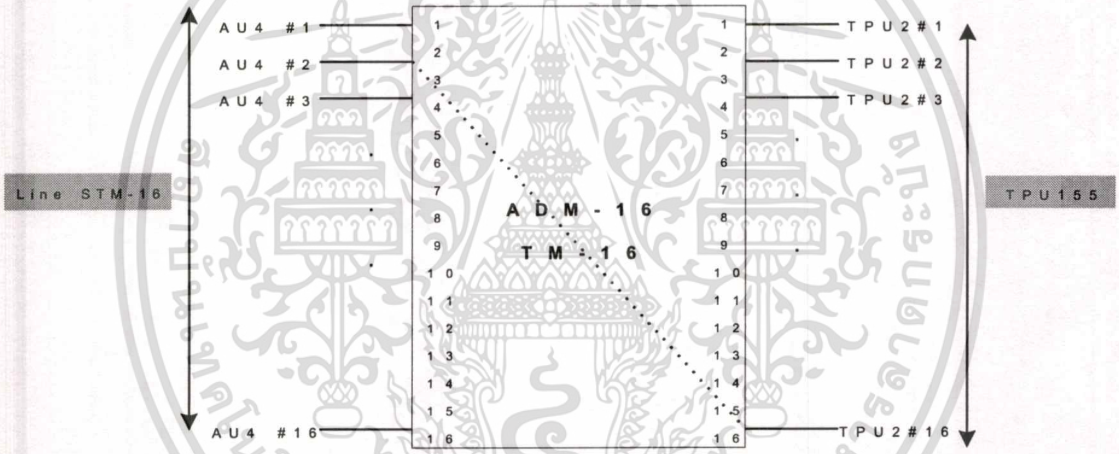
2. **การเชื่อมต่อระหว่าง STM-16 และ STM-1 ทาง Physical:** ADM-16 และ TM-16 จะมี STM-1 จำนวน 16 STM-1 และ ISM จะมี STM-1 จำนวน 2 STM-1ลักษณะการเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์ทั้ง 2 ที่อยู่ภายในสถานที่เดียวกับแสดงดังรูปที่ 2.14



<u>รูปที่ 2.13</u> การเชื่อมต่อระหว่าง STM-16 และ STM-1 ทาง Physical

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

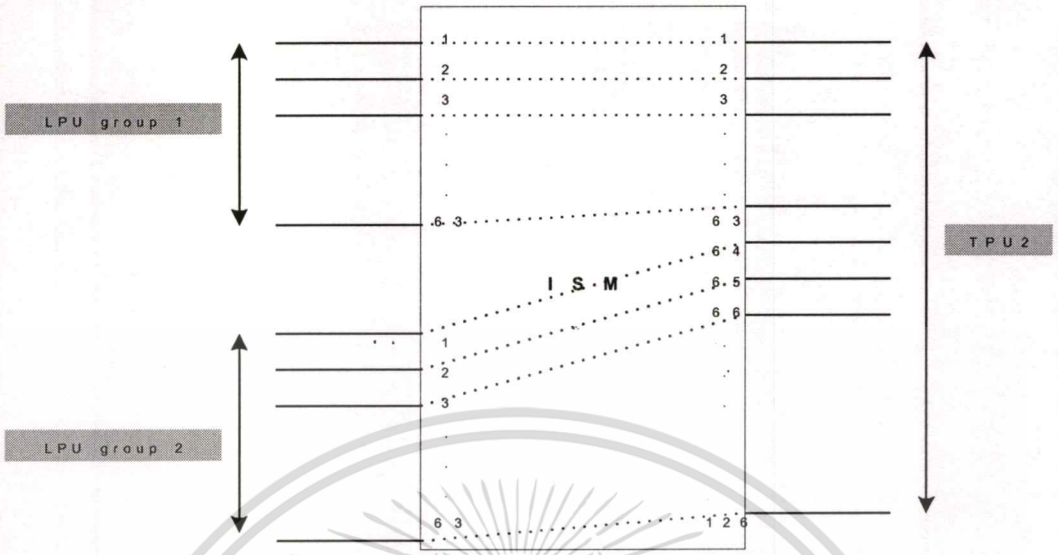
3. **การเชื่อมต่อระหว่าง STM-16 และ STM-1 ทาง Logical:** การกระทำการเชื่อมต่อในลักษณะนี้เป็นการกระทำทาง Logical ด้วยซอฟต์แวร์ ใน Line STM-16 ภายในจะแตกออกได้เป็น AU4 อยู่จำนวน 16 AU4 ซึ่งแต่ละ AU4 จะแทน 1 STM-1 ในแต่ละ AU4 จะมีการเชื่อมต่อกับ TPU155 ภายในอุปกรณ์เอง ดังรูปที่ 2.15 เป็นตัวอย่างการเชื่อมต่อโดยให้มีความสำพันธ์ระหว่าง Line STM-16 AU4 ที่ 1กับ TPU155 Port 1 และ Line STM-16 AU4 ที่ 2กับ TPU155 Port 16



<u>รูปที่ 2.14</u> การเชื่อมต่อระหว่าง STM-16 และ STM-1 ทาง Logical

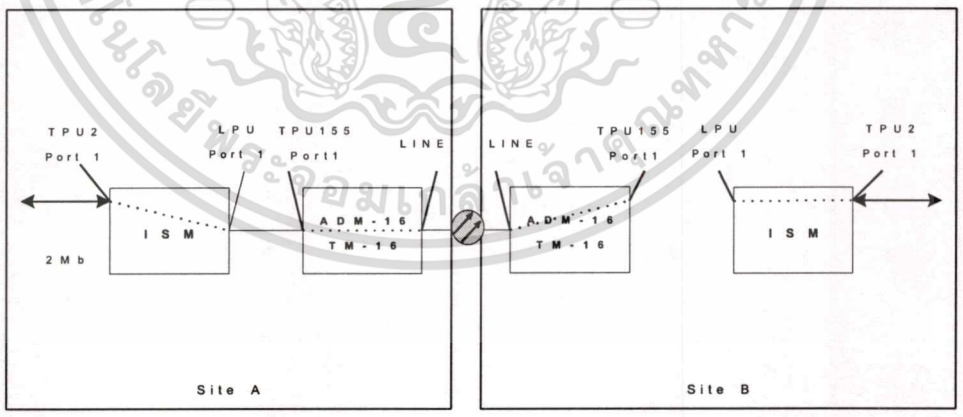
4. **การเชื่อมต่อระหว่าง STM-1 และ 2M ทาง Logical:** ใน 1 STM-1 จะสามารถแตกออกมาเป็นระดับ VC12 ได้ทั้งหมด63 Port โดยจะแทนแต่ละ VC12 จะมีระดับสัญญาณ 2Mb โดยVC12 แต่ละตัวจะเชื่อมต่อกับ TPU2แต่ละ Port แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อกันทาง Logical ดังรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 การเชื่อมต่อระหว่าง STM-1 และ 2M ทาง Logical

5. **ความสำพันธ์จาก 2M ถึง 2M:** ความสำพันธ์ระหว่าง 2M ต่างสถานที่กัน ที่ใช้งานสำหรับวงจรเดียวกันตัวอย่างดังรูปที่ 2.17 แสดงความสำพันธ์ ของ 2M TPU2 Port 1 LPU Port1 ISM และ TPU155 Port VC12 port 1 Line 1 AU4 ที่1 Site A กับ 2M TPU2 Port 1 LPU Port1 ISM และ TPU155 Port VC12 port 1 Line 1 AU4 ที่ 1 Site B



รูปที่ 2.16 ความสำพันธ์จาก 2M ถึง 2M

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

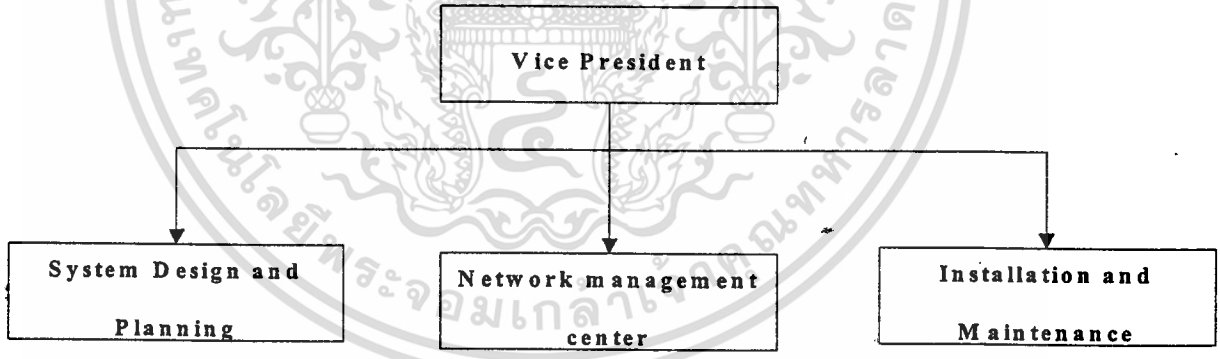
บทที่3

การศึกษา และวิเคราะห์ระบบงาน

จุดประสงค์เพื่อ ศึกษาระบบงานที่ทำอยู่ในปัจจุบัน สามารถกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นของการทำงานดังกล่าว และความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ เพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์ปัญหา ขั้นตอนการทำงานของระบบ และกำหนดความตองการของระบบใหม่ที่จะพัฒนาเพื่อตอบสนองต่อปัญหานั้น

3.1 ส่วนงานวิศวกรรม

ปัจจุบันหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง และดูแลรักษาโครงข่ายระบบสื่อสัญญาณแบ เป็น 3 หน่วยงานหลักคือ System Design and planning (SDP), Installation and Maintenance (I&M) และ Network Management Center (NMC) ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนรูปส่วนงานวิศวกรรม

1. **System Design and planning (SDP):** ทำหน้าที่ออกแบบลักษณะโครงข่ายระบบสื่อสัญญาณ เส้นทางการใช้งานของแต่ละวงจรที่ผ่านในโครงข่ายนั้น และการเพิ่มหรือลดอุปกรณ์ในโครงข่าย เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

2. **Installation and Maintenance (I&M):** ทำหน้าที่ติดตั้ง และเปลี่ยนแปลง อุปกรณ์ตามใบสั่งงานที่ได้มาจากส่วนงาน SDP และตรวจสอบดูแลและบำรุงรักษาอุปกรณ์โครงข่ายระบบสื่อสัญญาณ
3. **Network Management Center (NMC):** ทำหน้าที่เฝ้าดูอุปกรณ์โครงข่ายระบบสื่อสัญญาณผ่านทางระบบ Network Management System (NMS) เพื่อวิเคราะห์ปัญหา และประสานงานส่วนงาน I&M เพื่อแก้ปัญหา ´สร้าง เปลี่ยนแปลง เส้นทางการใช้งานของแต่ละวงจรผ่านทาง NMS

3.2 การดำเนินงานในปัจจุบัน

การดำเนินการในปัจจุบันมีของส่วนงานวิศวกรรมทั้ง 3 สามารถแสดงรายละเอียดในงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานข้อมูลที่พิจารณา ดังนี้

1. **การสร้างวงจรใหม่:** SDP จะทำการผลิตใบสั่งงานพร้อมเอกสารการดำเนินงาน โดยหาข้อมูลเส้นทางการใช้งานของวงจรที่เหลือในโครงข่ายซึ่งเก็บอยู่ในรูป Spreadsheet ในระบบเครือข่ายภายในของบริษัท ดังรูปที่ 15 และเมื่อเลือกเส้นทางที่ต้องการได้แล้ว จัดเก็บ และพิมพ์เส้นทางการใช้งานของวงจรใหม่นั้น ให้แก่ส่วน I&M และ NMC เพื่อดำเนินการตามใบสั่งงานนั้น
2. **การแก้ไขปัญหา:** NMC พบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับวงจรที่ใช้งาน โดยตรวจสอบจากระบบNMS และหารายละเอียดข้อมูลของวงจรที่มีปัญหาจาก Spreadsheet ในระบบเครือข่ายภายในของบริษัทจากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และประสานงานกับส่วนงาน I&M เพื่อหาทางแก้ปัญหา
    - I&M NMC พบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับวงจรที่ใช้งาน โดยตรวจสอบจาก Alarm ที่เกิดขึ้นหน้างานตรวจสอบข้อมูลและประสานงานกับ NMC เพื่อหาทางแก้ปัญหา
    - พบความผิดพลาดของระบบจำเป็นต้องทำการเปลี่ยนแปลง Port ใช้งานหรือ เส้นทางการใช้งานของวงจรนั้น เพื่อให้สามารถใช้งานได้ จะต้องทำการตรวจสอบเส้นทางการใช้งานเดิมและเส้นทางการใช้งานที่ว่างอยู่ เพื่อทำการย้ายและ ส่งข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงให้ส่วนงาน SDP เพื่อพิจารณาและทำการแก้ไขข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **การเปลี่ยนแปลงระบบ:** เนื่องจากความจำเป็นเกี่ยวกับการใช้งาน หรือการปรับปรุงคุณรูปของระบบโครงข่ายให้สามารถตอบสนองต่อการความต้องการที่เพิ่มขึ้น SDP จะทำการตรวจสอบ ข้อมูลเส้นทางการใช้งานของวงจรเดิม และเส้นทางที่ว่างอยู่ ซึ่งเก็บอยู่ในรูป Spread Sheet ในระบบเครือข่ายภายในของบริษัท เพื่อทำการยายเส้นทาง หรือวางแผนในการเพิ่มอุปกรณ์ จากนั้นทำการจัดเก็บข้อมูลพร้อมกับพิมพ์ข้อมูลเก่าและใหม่ พร้อมกับใบสั่งงานและเอกสารการดำเนินงานต่างๆให้แก่ส่วนงาน I&M และ NMC เพื่อดำเนินการตามใบสั่งงานนั้น

4. **ยกเลิกการใช้งาน:** เมื่อมีการขอยกเลิกการใช้งานวงจรในเส้นทางต่างๆ SDPจะทำการตรวจสอบ เส้นทางการใช้งานของวงจรเดิมและทำการลบเส้นทางวงจรนั้น จากนั้นทำการจัดเก็บข้อมูลพร้อมกับพิมพ์ข้อมูลพร้อมกับใบสั่งงานและเอกสารการดำเนินงานต่างๆให้แก่ส่วนงาน I&M และ NMC เพื่อดำเนินการลบวงจรตามใบสั่งงานนั้น

3.3 ปัญหาและอุปสรรค์ของการดำเนินงานในปัจจุบัน

1. การตรวจสอบข้อมูลจาก Spreadsheet โดยใช้ Program MS Excel นั้นทำได้ยากและซับซ้อน เนื่องจากต้องเปิดข้อมูลจากหลายตารางและนำแต่ละตารางมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อมองรูปรวมของระบบ ทำให้มีโอกาสผิดพลาดและให้เวลานานในการค้นหา ดังรูปที่ 3.2

2. เนื่องจากการกระทำต่างๆ กับข้อมูลใน Spreadsheet หลายตารางทำให้ข้อมูลมีความผิดพลาด ซ้ำซ้อนและไม่ครบถ้วนของข้อมูล อาจทำให้การวางแผนในการพัฒนาโครงข่ายหรือการแก้ไขปัญหาผิดพลาด

3. NMS ไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการ ค้นหาวงจรและการเก็บข้อมูลในบางส่วนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	UCOM				BANGRAK						
DIGITS	DDF	DESTINATION	2M	STM-1E	STM-1E	2M	DESTINATION	DDF	USED	REMARK	ACTUAL STATUS
	R2/2/1/1									ASSIGNED	NOT INS
40500014	R2/2/1/2	UCOM A U4#9	2	13	13	2	ID11028 S1/U6/IF2	R6/2/1/2	NP/1 ICS50 - BRK	ASSIGNED	INS
40500015	R2/2/1/3	UCOM G U6#3	3	13	13	3	S5/U20/IF2	R6/2/1/3	NP/1 ICS41 - BRK	ASSIGNED	INS
40500016	R2/2/1/4	UCOM G U6#4	4	13	13	4	S1/U22/IF1	R6/2/1/4	NP/2 ICS41 - BRK	ASSIGNED	INS
40500181	R2/2/1/5	UCOM A U6#8	5	13	13	5	S4/U24/IF1	R6/2/1/5	NP/1 ICS72 - BRK	ASSIGNED	INS
40500182	R2/2/1/6	UCOM A U6#9	6	13	13	6	S4/U24/IF2	R6/2/1/6	NP/2 ICS72 - BRK	ASSIGNED	INS
40500010	R2/2/1/7	UCOM R U16#9	7	13	13	7	S3/U27/IF1	R6/2/1/7	NP/2 LPN007 - ICS009 (BRK)	ASSIGNED	INS
40500017	R2/2/1/8	UCOM R U16#10	8	13	13	8	S3/U27/IF2	R6/2/1/8	NP/3 LPN007 - ICS009 (BRK)	ASSIGNED	INS
40500042	R2/2/2/1	UCOM R U16#11	9	13	13	9	S3/U28/IF1	R6/2/2/1	NP/4 LPN007 - ICS009 (BRK)	ASSIGNED	INS
40500044	R2/2/2/2	UCOM R U16#12	10	13	13	10	S3/U28/IF2	R6/2/2/2	NP/5 LPN007 - ICS009 (BRK)	ASSIGNED	INS
40500216	R2/2/2/3	UCOM A U4#12	11	13	13	11	ID11028 S4/U20/IF1	R6/2/2/3	NP/2 ICS50 - BRK	ASSIGNED	INS
40500204	R2/2/2/4	UCOM A U7#12	12	13	13	12	BRK J U5#7	R6/2/2/4	NP/1 RCS63 - PCN111	ASSIGNED	INS

DDF ASSIGNMENT FOR TM-16			
STATION	TM-16		
	STM-1E/140M DDF	2M DDF	CONNECTED TO ISM-2000
UCOM - TAC	R1/4/7/17-R1/4/7/32(16 Trip.)	R1/8/1/1-R1/8/16/7(126 Trip.)	ID-20
	ID-2C	R2/1/1/1-R2/1/16/7(126 Trip.)	ID-23
		R2/14/1/1-R2/14/16/7(126 Trip.)	ID-24
		R1/13/1/1-R1/13/16/7(126 Trip.)	ID-29
UCOM - BRK	R1/4/1/1-R1/4/1/16(16 Trip.)	R2/16/1/1-R2/16/16/7(126 Trip.)	ID-27
	ID-2B	R2/17/1/1-R2/17/16/7(126 Trip.)	ID-28
TAC - UCOM	R4/8/3/1-R4/8/3/8 (8 Trip.)	R12/7/1/1-R12/7/16/7(126 Trip.)	ID-18
	R4/8/4/1-R4/8/4/8 (8 Trip.)	R4/6/1/1-R4/6/8/15(126 Trip.)	ID-15
	ID-1C	R6/3/1/1-R6/3/16/7(126 Trip.)	ID-12
		R6/1/1/1-R6/1/16/7(126 Trip.)	ID-1D

LINE / HS AU#4		CONNECT	LA To Low speed	PSN	LB To Low speed	CONNECT	LA To Low speed	UCOM	LB To Low speed
1		←→	4/1	ISM ID#45/1				ISM ID#25/1	1/1
1				ISM ID#42/1	1/1	←→	4/1	ISM ID#28/1	
2		←→	4/2	ISM ID#45/2				ISM ID#25/2	1/2
2				ISM ID#42/2	1/2	←→	4/2	ISM ID#28/2	
3		←→	3/1	ISM ID#44/1				ISM ID#26/1	2/1
3				ISM ID#43/1	2/1	←→	3/1	ISM ID#27/1	
4		←→	3/2	ISM ID#44/2				ISM ID#26/2	2/2
4	TO <---->LB BRK			ISM ID#43/2	2/2	←→	3/2	ISM ID#27/2	
5		←→	8/2	LPU1-1-8 (8)				LPU1-1-5 (5)	5/1
5				LPU1-1-1 (1)	5/1	←→	8/2	LPU1-5-5 (34)	
6		←→	8/1	LPU1-1-7 (7)				LPU1-1-4 (4)	5/2
6				LPU1-1-2 (2)	5/2	←→	8/1	LPU1-5-6 (31)	

<u>รูปที่ 3.2</u> ตัวอย่าง ตารางข้อมูล ที่ใช้ในการตรวจสอบวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การศึกษาความต้องการขอผู้ใช้งาน

ความต้องการของผู้ดำเนินงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการ สร้าง และบำรุงรักษาโครงข่ายระบบสื่อสัญญาณนั้นแบ่งได้ดังนี้

1. **ความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาใช้:** ข้อมูลจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาของระบบและช่วยสำหรับการวางแผนการจัดการ โครงข่ายในอนาคต ถ้าไม่ถูกต้องอาจทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ถูกจุด และวางแผนผิดพลาดซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายกับระบบอย่างสูงได้ ผู้ใช้งานต้องการข้อมูลที่มีความถูกต้องสูง
2. **ความรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูล:** การให้บริการระบบสื่อสัญญาณนั้นแต่ละวงจรนั้นมีความสำคัญมาก เมื่อเกิดความเสียหายการแก้ปัญหา หายบางครั้งพิจารณา กันในหน่วยวินาที ดังนั้นเวลาที่เสียไปในการสืบค้นข้อมูล นั้นมีความสำคัญมาก ผู้ใช้งานต้องการความรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูล
3. **การหาข้อมูลจากชื่อลูกค้า:** เนื่องจาก เมื่อเกิดปัญหาขัดข้องของวงจรในระบบ ลูกค้าจะทำการแจ้งเพื่อขอให้ทำการตรวจสอบ ขั้นตอนการตรวจสอบจะดำเนินการโดยใช้ระบบ NMS ก่อนแต่ ระบบ NMS ไม่สามารถเก็บชื่อลูกค้าได้ดังนั้นข้อมูลจะต้องอยู่ในรูปแบบที่ผู้ใช้งานสามารถทำการอ้างถึง Port ใช้งานจากรายชื่อลูกค้าได้
4. **การค้นหาข้อมูล Port ใช้งาน และการเชื่อมต่อ:** ปัจจุบันการค้นหา Port ที่ใช้งานและการเชื่อมต่อ เพื่อจุดประสงค์ในการออกแบบระบบ นั้นสามารถทำได้แต่ต้องผ่านหลายขั้นตอนไม่สะดวกและเกิดความผิดพลาดง่ายผู้ใช้งานจึงต้องการระบบ ที่สามารถช่วยในการหา Port ที่ใช้งานตลอดจนตรวจสอบการเชื่อมต่อได้อย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ

การศึกษาความเป็นไปได้ในด้านต่างๆ ที่ช่วยสนับสนุนต่อการพัฒนาระบบ โดยแบ่งเป็นด้านต่างๆดังนี้

1. **ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค**

- **ความต้องการของโปรแกรมที่ใช้พัฒนาระบบ:** โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบสามารถใช้งานโปรแกรมที่มีอยู่ในองค์กรได้ทั้งหมดโดยจะมีโปรแกรมหลักที่สมควรพิจารณานอกเหนือจากโปรแกรมปกติที่มีอยู่ทั่วไปดังนี้
  - ระบบ ปฏิบัติการ MS Windows 98
  - โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลใช้ MS Access เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลสำหรับระบบที่จัดทำ เนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาโดยใช้ข้อมูลเพียงบางส่วนซึ่ง ข้อมูลที่เก็บมีจำนวนไม่มาก และ เพื่อความสะดวกในการใช้งานที่ไม่ต้องการทรัพยากรสูงมาก ในการใช้งานจริงสามารถนำรูปแบบนี้ไปจัดสร้างใน โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลที่มีความสามารถมากกว่านี้ได้
  - โปรแกรมที่ใช้ในการ พัฒนาระบบ เลือกใช้โปรแกรมจำพวก Visual Programming ซึ่งในองค์มีทั้ง Delphi และ Visual Basic ให้เลือกในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อติดต่อและนำข้อมูลจากฐานข้อมูลมาใช้ เพราะเป็นโปรแกรมที่มีความยืดหยุน และมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย

- **ความต้องการของอุปกรณ์ คอมพิวเตอร์:** คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบสามารถใช้งานเครื่องที่มีอยู่ในองค์กรได้โดยไม่ต้องทำการซื้อหา หรือปรับปรุงสมรรถนะแต่อย่างใด แต่อย่างน้อยที่สุดคุณรูปที่ควรจะมี เพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาระบบได้เต็มที่ ซึ่งนอกเหนือไปจากอุปกรณ์พื้นฐานที่ต้องมีอยู่แล้วในระบบควรพิจราณาดังนี้
  - CPU Intel Celeron ขึ้นไปหรือเทียบเท่า
  - Hard Disk ความจุ 2 GB ขึ้นไป
  - RAM 64 Mb/s ขึ้นไป
  - Display Card RAM 32 Mb/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ความเป็นไปได้ด้านงบประมาณ:** กระพัฒนาระบบไม่ต้องใช้งบประมาณที่สูงนัก เพราะสามารถใช้กับทรัพยากรที่มีอยู่แล้วได้ทั้งหมด มูลค่าการสูญเสียจะเกิดขึ้นจากการใช้เวลาของผู้ที่พัฒนาระบบและผู้ที่ดูแลระบบเป็นส่วนใหญ่

- **ความเป็นไปได้ด้านบุคลากร:** การพัฒนาระบบนั้น ไม่สามารถทำได้จากบุคลากรที่ทีความรู้เรื่องคอมพิวเตอร์เพียงอย่างเดียว จำต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับระบบโทรคมนาคมพอสมควร หรือมิฉะนั้นจะต้องได้รับความร่วมมือจากผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับระบบโทรคมนาคม เพื่อให้สามารถเข้าใจระบบที่จะทำและ ความต้องการที่แท้จริง ได้อย่างถ่องแท้ ซึ่งสามารถหาได้ภายในองค์กร

- **ความเป็นไปได้ด้านการนำมาใช้งาน:** เมื่อระบบถูกพัฒนาจนสามารถนำมาใช้งานได้บนข้อมูลที่ใช้อยู่จริง ควรจะดำเนินการผลักดันเพื่อให้ระบบอยู่ในกระบวนการทำงานหลักของ บริษัทเพื่อจะได้รับความร่วมมือจากทุกส่วนงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งต้องเรียนรู้การใช้งานระบบให้ใช้งานได้และอย่างถูกต้อง

3.6 แนวทางในการพัฒนาระบบ

เนื่องจากปัญหา และความต้องการที่เกิดขึ้น จึงศึกษาและพัฒนาระบบเพื่อตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าวโดยมีแนวทางในการพัฒนาดังนี้

1. จัดเก็บข้อมูลเส้นทางการใช้งานวงจรโดยใช้ระบบ ฐานข้อมูล เพื่อลดความผิดพลาดและความซ้ำซ้อน
2. จัดเก็บข้อมูลเส้นทางการใช้งานวงจรและรายชื่อลูกค้าโดยสามารถอ้างอิงถึงระบบ NMS ที่มีอยู่ได้
3. จัดทำ Software ทีสามารถอ้างถึงข้อมูลใน ฐานข้อมูล เพื่อความสะดวกในการค้นหาและเปลี่ยนแปลง
4. จัดทำ Software ที่สามารถสร้าง รายงานเส้นทางการใช้งานวงจรโดยอ้างถึงข้อมูลใน ฐานข้อมูล เพื่อความสะดวก
5. จัดทำ Software ทีสามารถค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางของวงจรได้ครบถ้วนใน ฐานข้อมูล โดยใช้ข้อมูลที่รู้เพียงบางส่วน เพื่อความสะดวกรวดเร็ว

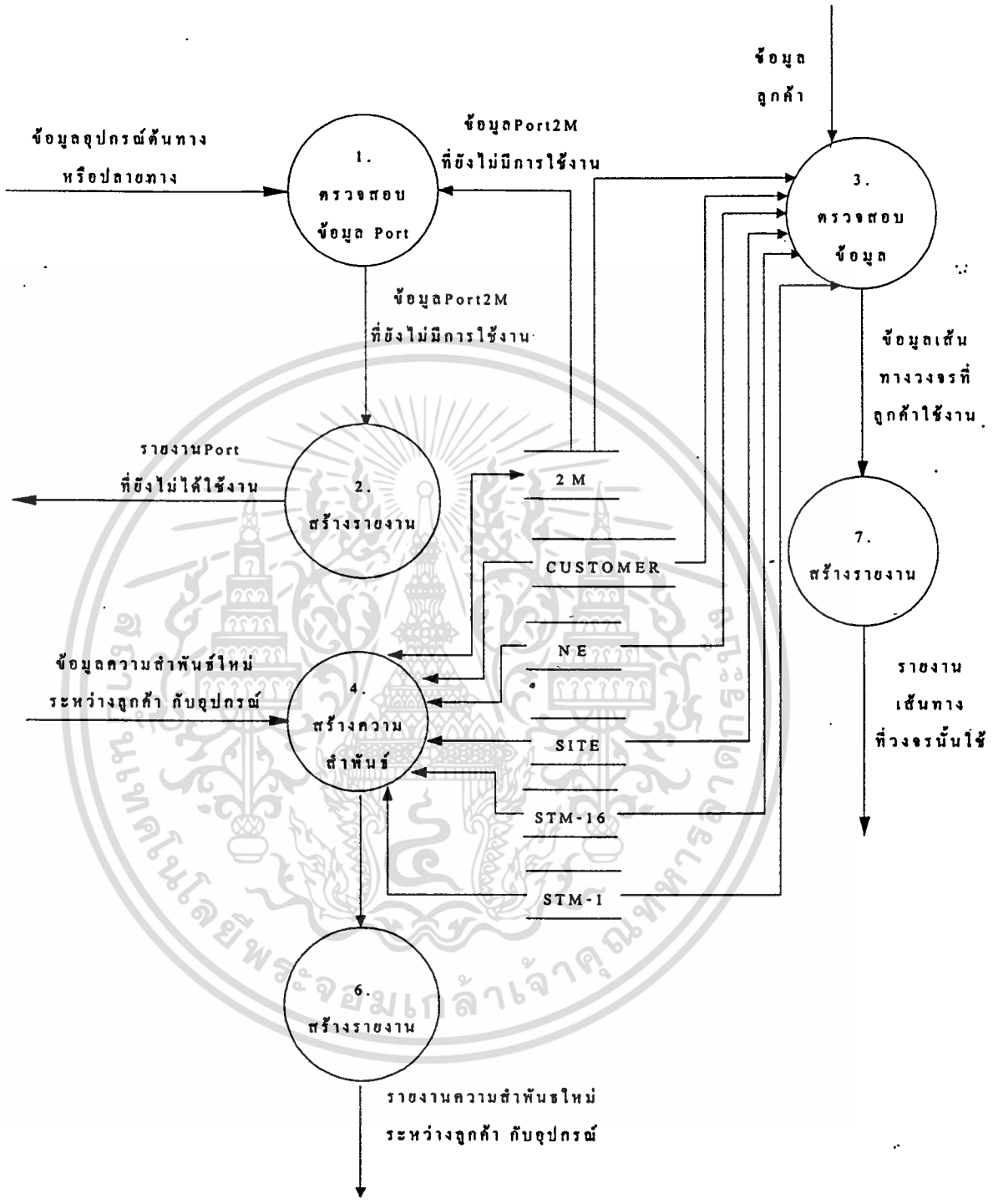
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ระบบงานใหม่

ระบบงานใหม่ที่พัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองต่อปัญหา และความต้องการของผู้ใช้ แสดงในรูปแบบ Context Diagram ดังรูปที่ 3.3 Data Flow Diagram Level 1ดังรูปที่ 3.4 และ Data Flow Diagram ระดับลูกของ process ที่ 4 ดังรูปที่ 3.5

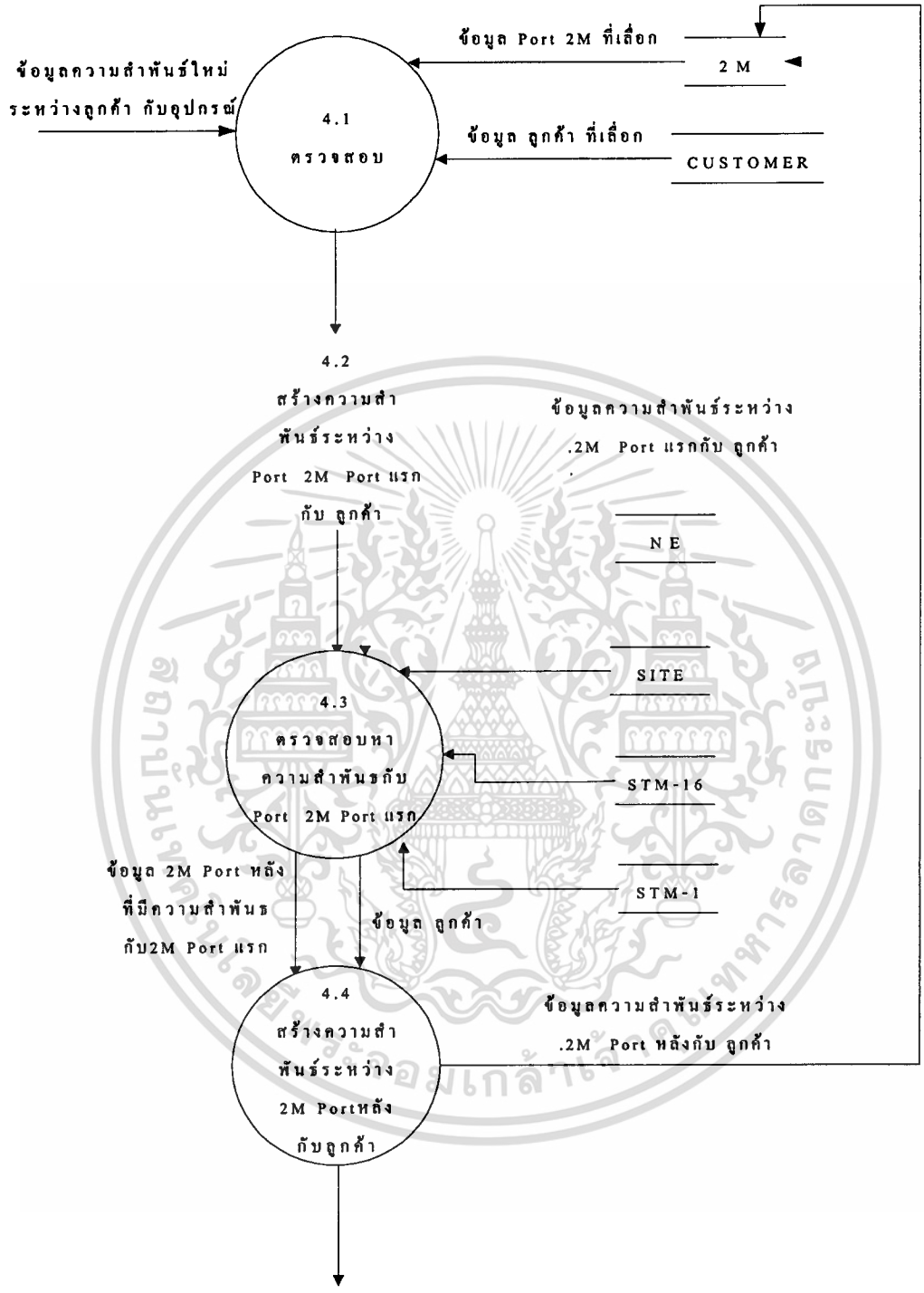
รูปที่ 3. 3 Context Diagram ของระบบจัดการวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>รูปที่ 3.4</u> Data Flow Diagram Level 1 ของระบบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>รูปที่ 3.5</u> Data Flow Diagram ระดับลูกของ Process ที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การออกแบบ และพัฒนาระบบ

4.1. การเลือกใช้ทรัพยากร

ในการพัฒนาระบบนี้ได้เลือกใช้ทรัพยากรดังนี้

- อุปกรณ์ คอมพิวเตอร์ ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 98 CPU Intel Celeron หน่วยความจำ 64 Mb Hard disk ขนาด 8 G และใช้
- โปรแกรม Delphi 4 ในการพัฒนาระบบ
- Access 97 เพื่อเป็นฐานข้อมูล

4.2. การออกแบบระบบ ฐานข้อมูล

ระบบจัดการโครงข่ายที่ออกแบบสามารถจำแนกเป็น Entity ได้ทั้งหมด 7 Entity ดังตาราง 4.1

ENTITY NAME	ENTITY DESCRIPTION
SITE	ข้อมูล ชื่อย่อ และชื่อเต็มของ Site
NE	ข้อมูล อุปกรณ์แต่ละชุด
STM-16	ข้อมูล Port ใช้งานระดับ STM-16
STM-1	ข้อมูล Port ใช้งานระดับ STM-1
2M	ข้อมูล Port ใช้งานระดับ 2M
CUSTOMER	ข้อมูลชื่อเต็มและชื่อย่อของลูกค้า
CAPACITY_TYPE	ข้อมูลระดับการรับส่งสัญญาณ
USER	ข้อมูลผู้มีสิทธิเข้าใช้โปรแกรม
AUTHORIZED	ข้อมูลสิทธิการโปรแกรม

ตาราง 4.1 รายชื่อ Entity ทั้งหมด

4.2.1. การออกแบบฐานข้อมูลในระดับ Conceptual Model: การออกแบบฐานข้อมูลระบบจัดการวงจร สามารถพิจารณาในรูปแบบ Entity Relationship (E-R) Model เพื่อแสดงให้เห็นโครงสร้างหลัก และความสำพันธ์ของ Entity ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ความพันธ์ระหว่าง NE กับ SITE:** เป็นความสำพันธ์แบบ One To Many โดย SITE 1 แห่งสามารถมี NE ได้หลาย Node แต่ NE แต่ละ Node จะต้องมี SITE ที่สามารถอยู่ได้ 1 SITE ดังรูป 4.1

รูปที่ 4.1 ความพันธ์ระหว่าง NE กับ SITE

- **ความพันธ์ระหว่าง NE กับ SIM-16:** เป็นความสำพันธ์แบบ One To Many โดย NE 1 Node สามารถมี STM-16 ได้หลาย Port หรือไม่มีเลยก็ได้ แต่ STM-16 แต่ละ Port จะต้องมีออยู่ NE 1 Node ดังรูป

รูปที่ 4.2 ความพันธ์ระหว่าง NE กับ SIM-16

- **ความพันธ์ระหว่าง NE กับ SIM-1:** เป็นความสำพันธ์แบบ One To Many โดย NE 1 Node สามารถมี STM-1 ได้หลาย Port หรือไม่มีเลยก็ได้ แต่ STM-1 แต่ละ Port จะต้องมีออยู่ NE 1 Node ดังรูป

รูปที่ 4.3 ความพันธ์ระหว่าง NE กับ SIM-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ความพันธ์ระหว่าง NE กับ 2M:** เป็นความสำพันธ์แบบ One To Many โดย NE 1 Node สามารถมี 2M ได้หลาย Port หรือไม่มีเลยก็ได้ แต่ 2M แต่ละ Port จะต้องมีออยู่ NE 1 Nodeเท่านั้น ดังรูป

รูปที่ 4.4 ความพันธ์ระหว่าง NE กับ 2M

- **ความพันธ์ระหว่าง CUSTOMER กับ 2M:** เป็นความสำพันธ์แบบ One To Many โดย 2M 1 Port สามารถมี CUSTOMER ได้หลายรายหรือไม่มีเลยก็ได้ แต่ CUSTOMER แต่ละราย จะต้องมี 2Mที่ใช้อยู่ 1 Port ดังรูป

รูปที่ 4.5 ความพันธ์ระหว่าง CUSTOMER กับ 2M

- **ความพันธ์ระหว่าง CAPACITY_TYPE กับ STM-16:** เป็นความสำพันธ์แบบ One To Many โดย CAPACITY_TYPE 1 ชนิด สามารถอธิบาย STM-16 ได้หลาย Port แต่ STM-16 แต่ละPort จะมี CAPACITY_TYPE 1 ชนิด ดังรูป

รูปที่ 4.6 ความพันธ์ระหว่าง CAPACITY_TYPE กับ STM-16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ความพันธ์ระหว่าง CAPACITY_TYPE กับ STM-1:** เป็นความสำพันธ์แบบ One To Many โดย CAPACITY_TYPE 1 ชนิด สามารถอธิบาย STM-1 ได้หลาย Port แต่ STM-1 แต่ละPort จะมี CAPACITY_TYPE 1 ชนิด ดังรูป

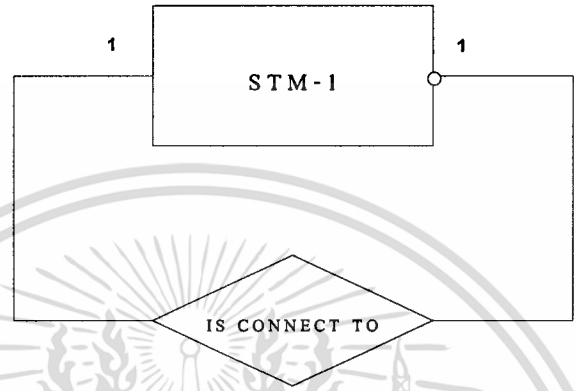
รูปที่ 4.7 ความพันธ์ระหว่าง CAPACITY_TYPE กับ STM-1

- **ความพันธ์ระหว่าง CAPACITY_TYPE กับ 2M:** เป็นความสำพันธ์แบบ One To Many โดย CAPACITY_TYPE 1 ชนิด สามารถอธิบาย 2M ได้หลาย Port แต่ 2M แต่ละPort จะมี CAPACITY_TYPE 1 ชนิด ดังรูป

รูปที่ 4.8 ความพันธ์ระหว่าง CAPACITY_TYPE กับ 2M

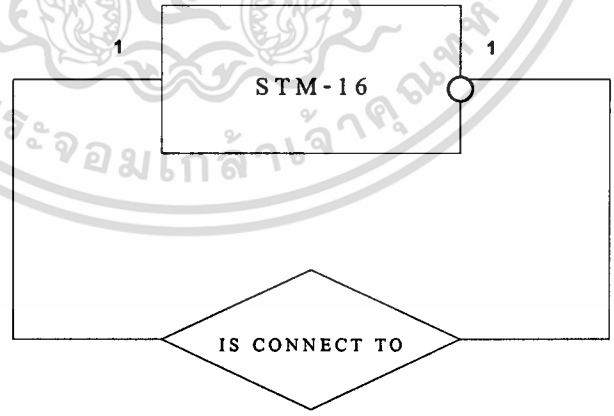
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ความพันธ์ระหว่าง STM-1 กับ STM-1:** เป็นแบบ Recursive Entities โดย STM-1 หนึ่ง Port สามารถเชื่อมโยงกับ STM-1 อีกหนึ่ง Portภายใน Entity เดียวกัน สามารถแสดงดังรูป



รูปที่ 4.9 ความพันธ์ระหว่าง STM-1 กับ STM-1

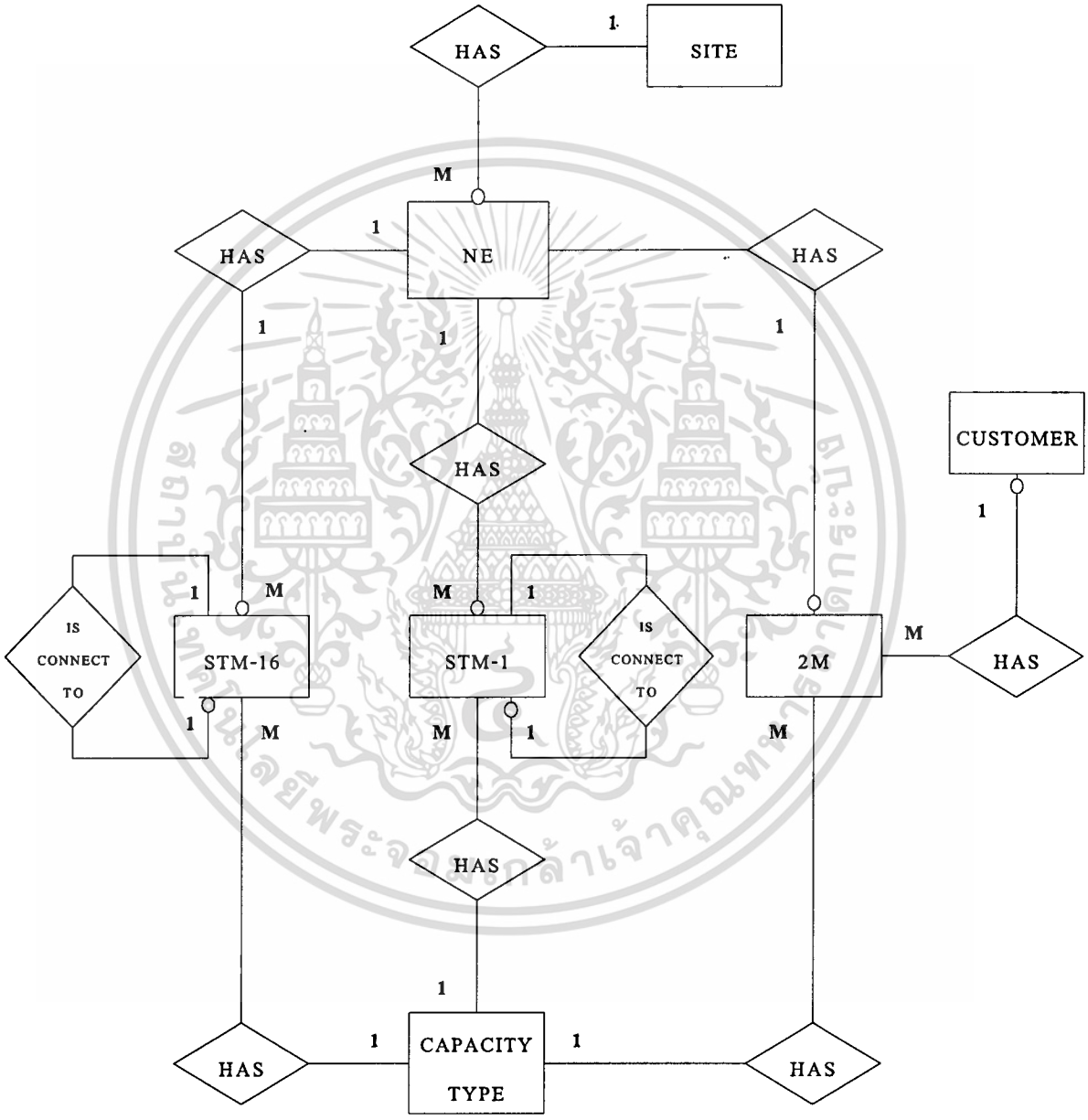
- **ความพันธ์ระหว่าง STM-16 กับ STM-16:** เป็นแบบ Recursive Entities โดย STM-16 หนึ่ง Port สามารถเชื่อมโยงกับ STM-16 อีกหนึ่ง Portภายใน Entity เดียวดังรูป



รูปที่ 4.10 ความพันธ์ระหว่าง STM-16 กับ STM-16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ความพันธ์ของ Entity ทั้งหมด:** ความพันธ์โดยรวม ระหว่าง Entity ทั้ง 7 สามารถแสดงในรูปแบบ Entity Relationship Diagram ได้ดังรูป



<u>รูปที่ 4.11</u> ความพันธ์ของ Entity ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การออกแบบ Attribute ของ Entity: แต่ละ Entity ของระบบฐานข้อมูลการจัดการวงจรสามารถ แจงรายละเอียดของของแต่ละ Attribute ภายใน Entity นั้นๆได้ดังต่อไปนี้

- **SITE:** ประกอบด้วยข้อมูลรายละเอียดของ Site หมายเลข Site ชื่อSite ชื่อย่อ Site โดยมี SITE _ID ทำหน้าที่เป็น Primary key

Attribute Name	Content	Data type	PK / FK	Reference
SITE_ID	SITE ID	NUMBER (4)	PK	
SITE_SNAME	SITE SIGNAL NAME	CHAR(10)		
SITE_NAME	SITE NAME	CHAR (20)		

ตารางที่ 4.2 ตาราง SITE

- **NE:** ประกอบด้วยข้อมูลรายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละตัวที่อยู่ในระบบมี Attribute ของ NE_ID ทำหน้าที่เป็น Primary Key และ SITE_ID ทำหน้าที่เป็น Foreign key ที่เชื่อมโยงไปยัง Entity SITE

Attribute Name	Content	Data type	PK / FK	Reference
NE_ID	NETWORKELEMENT ID	CHAR (10)	PK	
SITE_ID	SITE ID	NUMBER (4)	FK	SITE
NE_NAME	NETWORKELEMENT NAME	CHAR (30)		
NSAP_ADD	NSAP ADDRESS OF NE	CHAR (20)		
AREA	AREA ADDRESS OF NE	NUMBER (5)		
NE_TYPE	NETWORKELEMENT TYPE OF NE	CHAR (10)		

ตารางที่ 4.3 ตาราง NE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **STM-16:** ประกอบด้วยข้อมูลรายละเอียดของ Port ในระดับ STM16 สำหรับอุปกรณ์แต่ละตัวที่อยู่ในระบบ มี Attribute ของ STM16_NO ทำหน้าที่เป็น Primary Key กับ NE_ID และ TYPE_NO ซึ่งทำหน้าที่เป็น Foreign key สำหรับเชื่อมโยงไปยัง Entity NE และ CAPACITY_TYPE ตามลำดับ

Attribute Name	Content	Data type	PK / FK	Reference
STM16_NO	STM16 NUMBER	NUMBER (5)	PK	
NE_ID	NETWORKELEMENT ID	CHAR (10)	FK	NE
TYPE_NO	NUMBER OF CAPACITY TYPE	NUMBER (4)	FK	CAPACITY_TYPE
STM16_SLOT	SLOT OF STM16	CHAR (10)		
STM16_PORT	PORT OF STM16	NUMBER (5)		
STM16_NO_REF	STM16 ID REFERENCE	NUMBER (5)		

ตารางที่ 4.4 ตาราง STM-16

- **STM-1:** ประกอบด้วยข้อมูลรายละเอียดของ Port ในระดับ STM1 สำหรับอุปกรณ์แต่ละตัวที่อยู่ในระบบ มีAttribute ของ STM1_NO ทำหน้าที่เป็น Primary Key กับ NE_ID TYPE_NO และ STM16_NO ซึ่งทำหน้าที่เป็น Foreign key สำหรับเชื่อมโยงไปยัง Entity NE CAPACITY_TYPE และ STM16 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Attribute Name	Content	Data type	PK / FK	Reference
STM1_NO	STM1 NUMBER	NUMBER (5)	PK	
STM16_NO	STM16 NUMBER	NUMBER (5)	FK	STM16
NE_ID	NETWORKELEMENT ID	CHAR (10)	FK	NE
TYPE_NO	NUMBER OF CAPACITY TYPE	NUMBER (4)	FK	CAPACITY_TYPE
STM1_SLOT	SLOT OF STM1	CHAR (10)		
STM1_PORT	PORT OF STM1	NUMBER (5)		
STM1_NO_REF	STM1 ID REFERENCE	NUMBER (5)		

ตารางที่ 4.5 ตาราง STM-1

- **2M:** ประกอบด้วยข้อมูลรายละเอียดของ Port ในระดับ 2M สำหรับอุปกรณ์แต่ละตัวที่อยู่ในระบบ มีAttribute ของ 2M_NO ทำหน้าที่เป็น Primary Key กับ NE_ID TYPE_NO STM1_NO และ CUS_NO ซึ่งทำหน้าที่เป็น Foreign key สำหรับเชื่อมโยงไปยัง Entity NE CAPACITY_TYPE STM1 และ CUSTOMER ตามลำดับ

Attribute Name	Content	Data type	PK / FK	Reference
2M_NO	2MB NUMBER	NUMBER (5)	PK	
STM1_NO.	STM1 NUMBER	NUMBER (5)	FK	STM1
NE_ID	NETWORKELEMENT ID	CHAR (10)	FK	NE
TYPE_NO.	NUMBER OF CAPACITY TYPE	NUMBER (4)	FK	CAPACITY_TYPE
2M_SLOT	SLOT OF 2M	CHAR (10)		
2M_PORT	PORT OF 2M	NUMBER (5)		
CUS_NO.	CUSTOMER NUMBER	CHAR (10)	FK	CUSTOMER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตาราง 2M

- **CUSTOMER:** ประกอบด้วยข้อมูลรายละเอียดของ CUSTOMER มีAttribute ของ CUS_NO ทำหน้าที่เป็น Primary Key

Attribute Name	Content	Data type	PK / FK	Reference
CUS_NO.	CUSTOMER NUMBER	CHAR(10)	PK	
CUS_NAME	CUSTOMER NAME	CHAR (20)		
CUS_SNAME	CUSTOMER SIGNAL NAME	CHAR (20)		

ตารางที่ 4.7 ตาราง CUSTOMER

- **CAPACTIY_TYPE:** ประกอบด้วยข้อมูลระดับของสัญญาณที่ใช้ในระบบมี Attribute ของ TYPE_NO ทำหน้าที่เป็น Primary Key

Attribute Name	Content	Data type	PK / FK	Reference
TYPE_NO.	NUMBER OF CAPACITY TYPE	NUMBER (4)	PK	
TYPE_NAME	TYPE NAME	CHAR (10)		
CAPACITY	CAPACITY TYPE	CHAR(20)		

ตารางที่ 4.8 ตาราง CAPACTIY_TYPE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **USER :** ประกอบด้วยข้อมูลผู้มีสิทธิเข้าใช้โปรแกรมมี Attribute ของ LOGIN ทำหน้าที่เป็น Primary กับ AUTHORIZED_ID ซึ่งทำหน้าที่เป็น Foreign key สำหรับเชื่อมโยงไปยัง Entity AUTHORIZED

Attribute Name	Content	Data type	PK / FK	Reference
LOGIN	LOGIN NAME	NUMBER (10)	PK	
USER NAME	NAME OF USER	TEXT (20)		
PASSWORD	PASSWORD TO SYSTEM	TEXT(8)		
AUTHORIZED_ID	ID OF AUTHORIZED	INTEGER	FK	USER

ตารางที่ 4.9 ตาราง USER

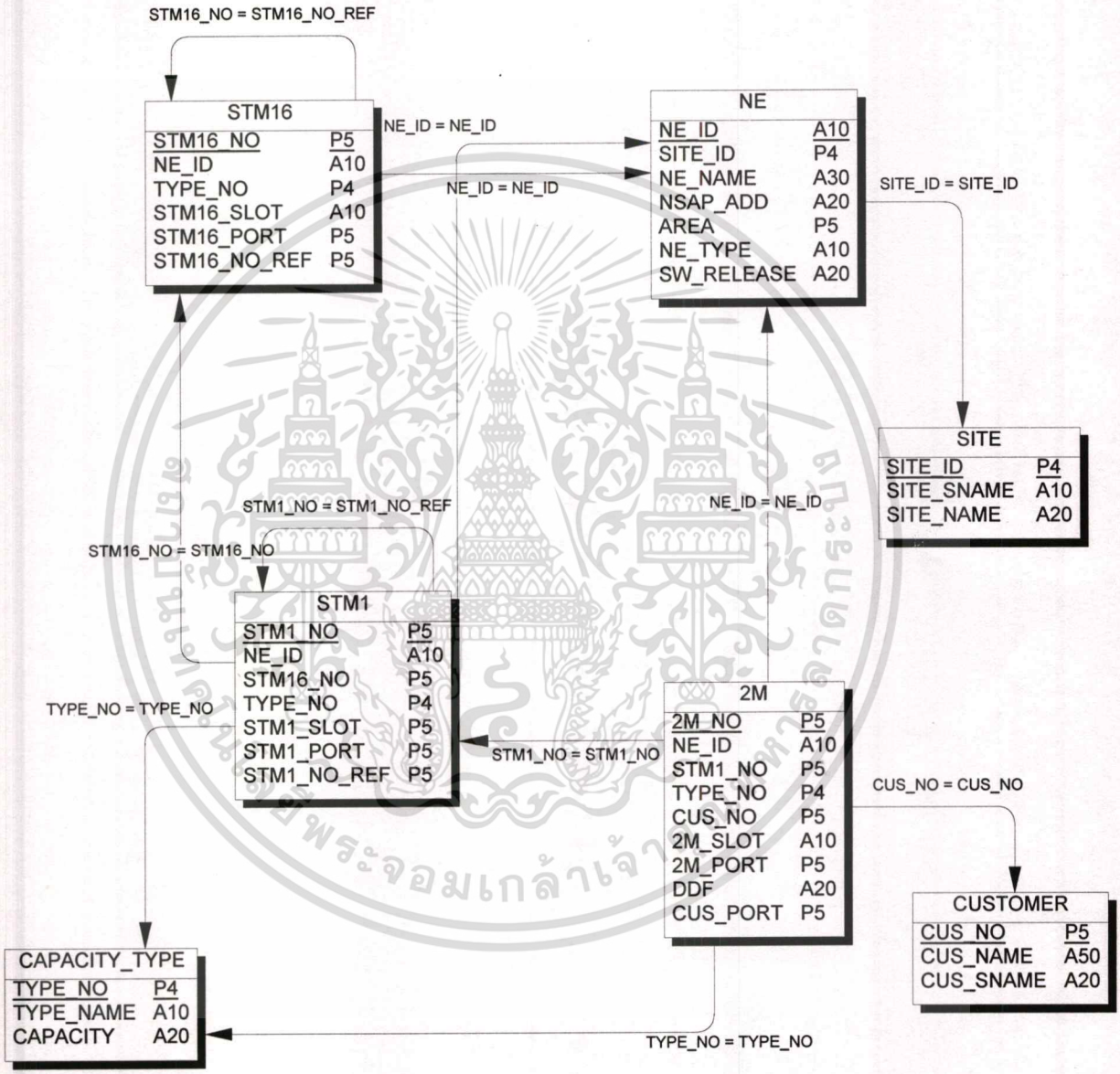
- **AUTHORIZED:** ประกอบด้วยข้อมูลสิทธิการใช้โปรแกรมมี Attribute ของ LOGIN ทำหน้าที่เป็น Primary กับ AUTHORIZED_ID ซึ่งทำหน้าที่เป็น Foreign key สำหรับเชื่อมโยงไปยัง Entity AUTHORIZED

Attribute Name	Content	Data type	PK / FK	Reference
AUTHORIZED_ID	ID OF AUTHORIZED	INTEGER	PK	USER
AUTHORIZED_DES	DESCRIPTION OF AUTHORIZED	TEXT (20)		

ตารางที่ 4.10 ตาราง AUTHORIZED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ความสำพันธ์โดยรวมของ Attribute ในทุก Entity: แต่ละ Entity ของระบบฐานข้อมูลการจัดการวงจรสามารถ แจงรายละเอียดของของแต่ละ Attribute ภายใน Entity นั้นๆ ได้ดังรูป 4.12



รูปที่ 4.12 ความสำพันธ์ของ Attribute ในทุก Entity

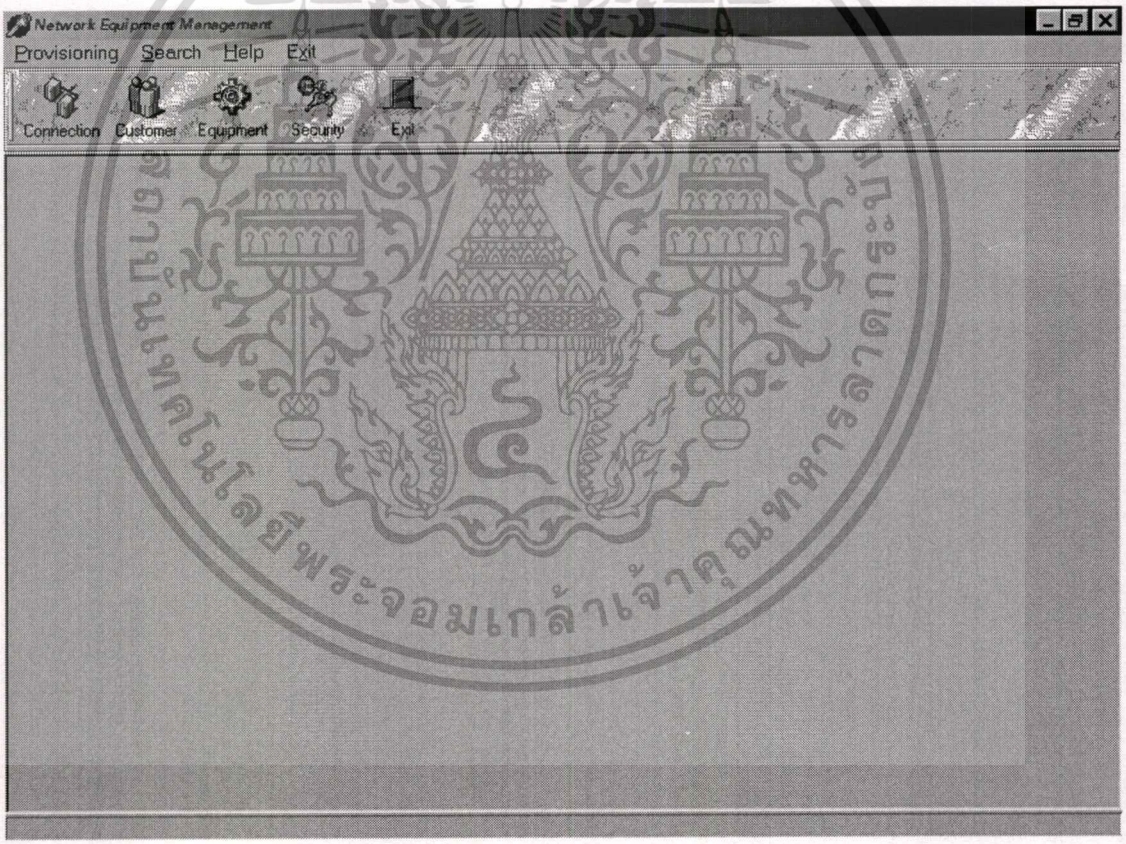
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. การออกแบบและสร้าง Program

4.3.1. โครงสร้างโปรแกรม

โปรแกรมถูกสร้างโดยใช้เครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม Delphi ซึ่งสามารถอ้างอิงฐานข้อมูลระบบได้ดังแสดงโดยหน้าจอของ โปรแกรมดังนี้

- **หน้าจอหลักของโปรแกรม:** เป็นหน้าจอแรกเมื่อเข้าสู่โปรแกรมดังรูป และจากหน้าจอนี้สามารถเข้าสู่หน้าจออื่นๆได้ ซึ่งหน้าจอหลักนี้จะมีส่วนประกอบดังรูปที่ 4.13



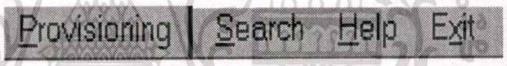
<u>รูปที่ 4.13</u> หน้าจอหลักของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Tools bar:** ในการใช้งาน Menu Barอาจจะมีขั้นตอนที่ยุ่งยากเพื่อลดขั้นตอนจึงมี Tools Bar เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้ในงาน ดังรูป 4.14

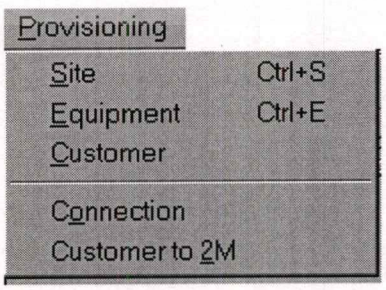
รูปที่ 4.14 Tools bar ของหน้าจอหลัก

- **Menu Bar:** เป็นส่วนรับคำสั่งหลักที่ใช้เชื่อมโยงไปในส่วนต่างๆของโปรแกรมดังรูป ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังรูป 4.15



รูปที่ 4.15 Menu Bar ของหน้าจอหลัก

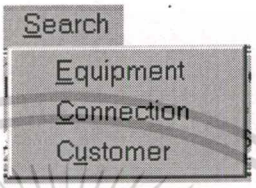
Provisioning: จะเป็นส่วนที่ผู้ใช้ จะใช้ในการทำการเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูลตามส่วนต่างๆ โดยเชื่อมโยงกับอีกหน้าจอซึ่งมีโครงสร้างของ Menu Provisioning ดังรูป 4.16



รูปที่ 4.16 Menu Bar ของหน้าจอหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Search: จะเป็นส่วนที่ผู้ใช้ จะใช้ในการ ค้นหาข้อมูลในส่วนต่างๆ โดยเชื่อมโยงกับอีกหน้าจอซึ่งมีโครงสร้างของ Menu Search ดังรูป 4.17

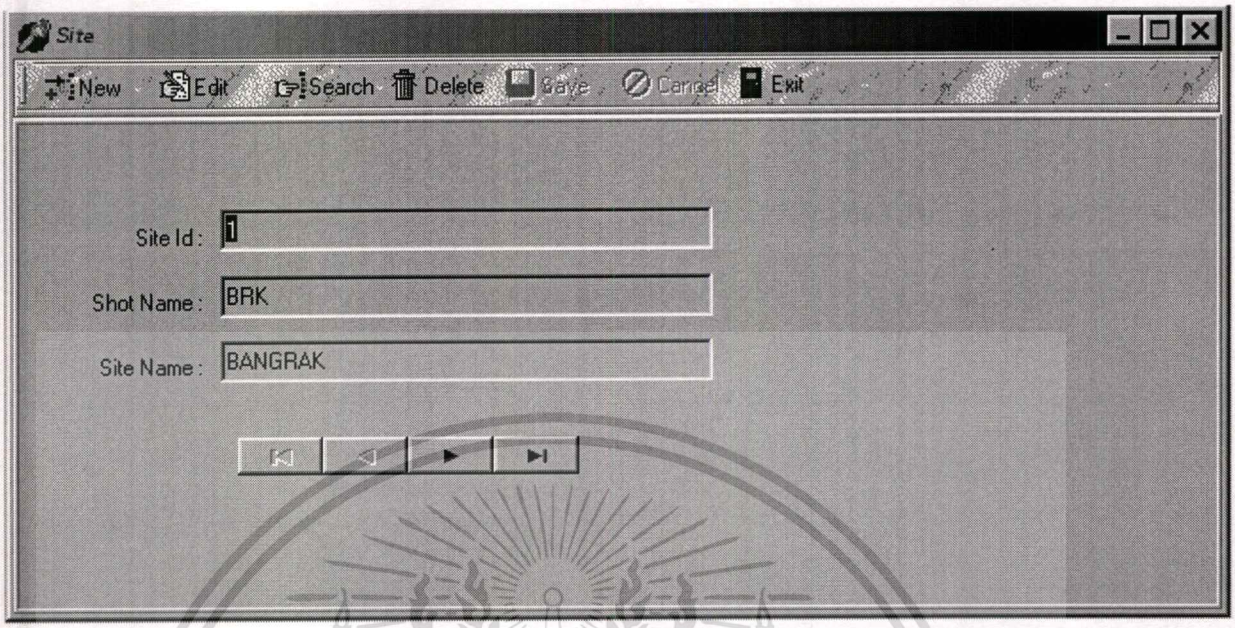


รูปที่ 4.17 Menu Bar ของหน้าจอหลัก

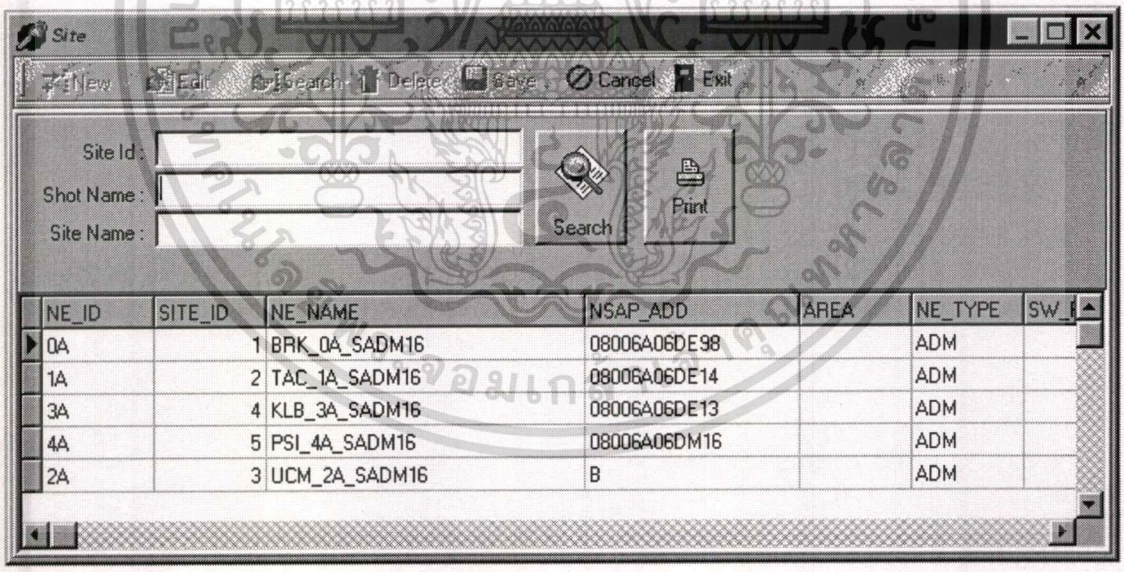
- **Help:** แสดงข้อมูลเพื่อช่วยเหลือในการใช้งาน Program
- **Exit:** ใช้ในการออกจาก Program

- **หน้าจอ Site:** จาก Menu เลือก Provisioning -> Site จะเข้าสู่หน้าจอ Site ดังรูป 4.18 ซึ่งสามารถเพิ่ม แก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูล ลบ และค้นหา Site ได้ โดยจะใช้ Tools Barในในการกระทำดังกล่าว ดังรูป..... จาก Tools Bar ที่หัวข้อ Search จะทำให้เข้าสู่หน้าจอที่ทำหน้าที่ในการค้นหาข้อมูลและแสดงผล ดังรูป 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 หน้าจอ Site

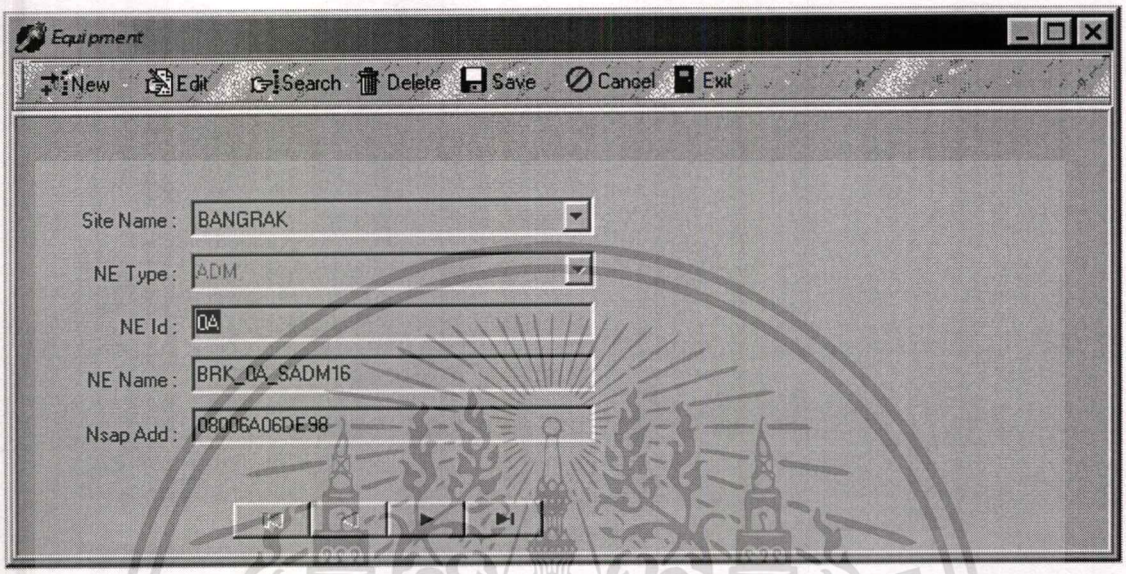


รูปที่ 4.19 หน้าจอ Search ของ Site

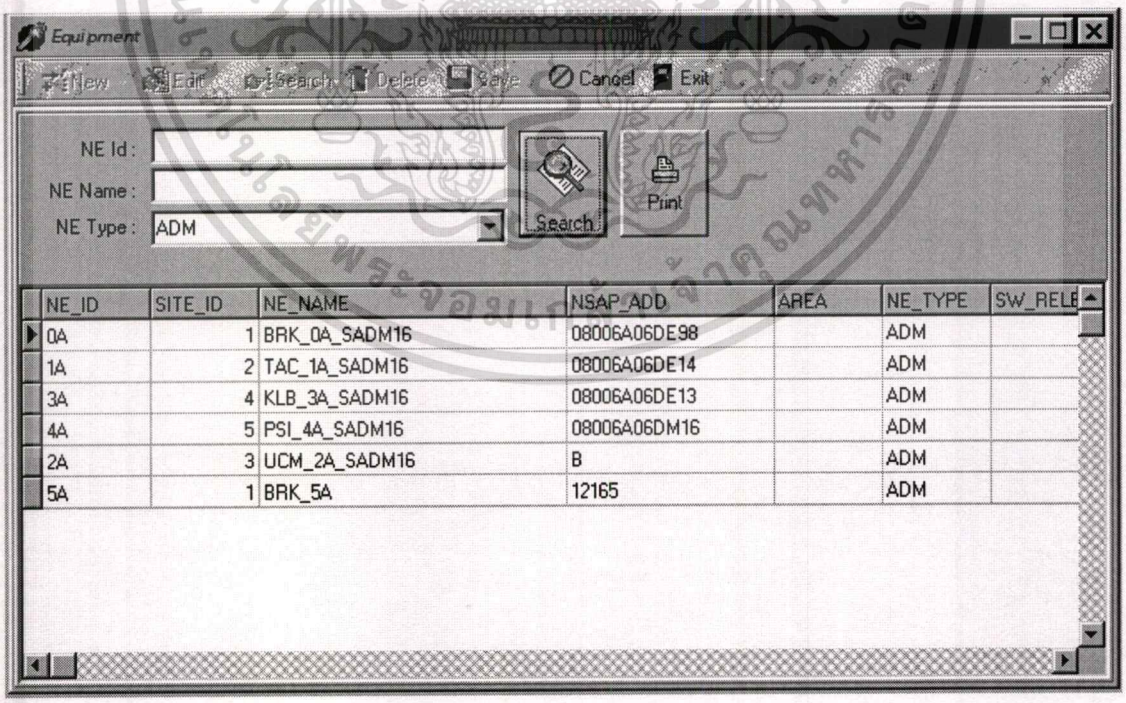
- **หน้าจอ Equipment:** จาก Menu เลือก Provisioning -> Equipment จะเข้าสู่หน้าจอ Equipment ดังรูป 4.20 ซึ่งสามารถเพิ่ม แก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูล ลบ และค้นหา Equipment ได้โดยจะใช้ Tools Barในในการกระทำดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก Tools Bar ที่หัวข้อ Search จะทำให้เข้าสู่หน้าจอที่ทำหน้าที่ในการค้นหาข้อมูลและแสดงผล ดังรูป4.21



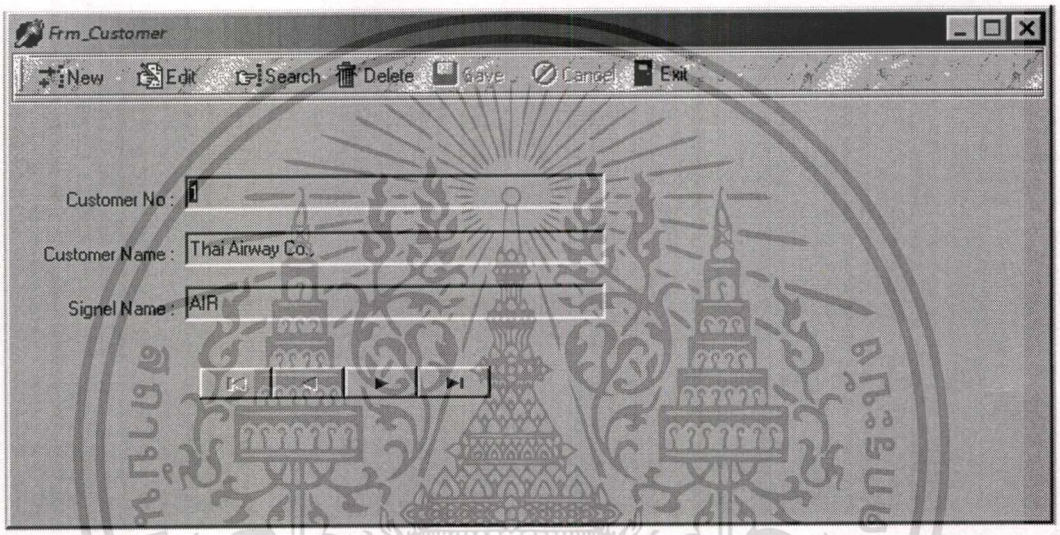
รูปที่ 4.20 หน้าจอ Equipment



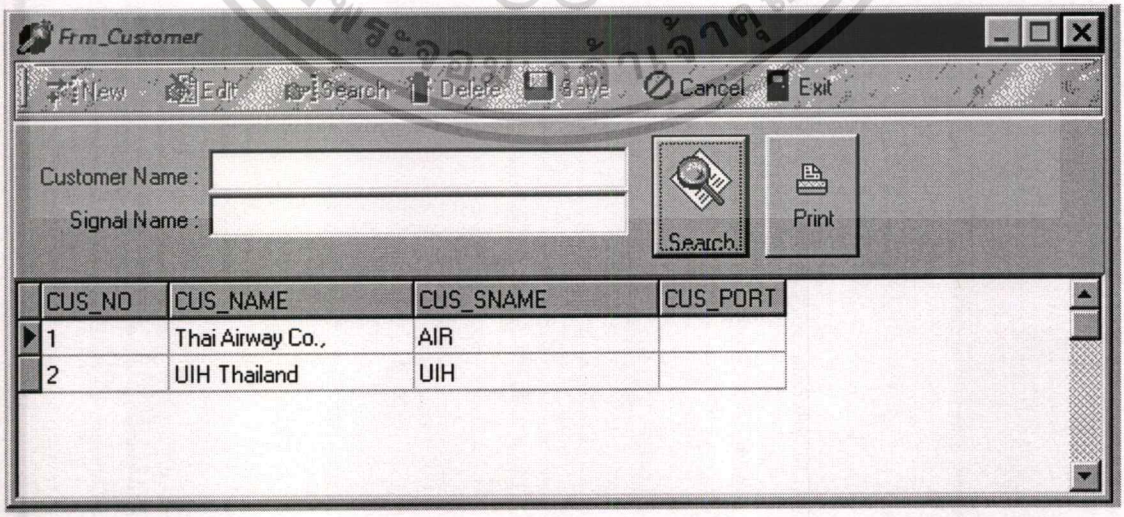
รูปที่ 4.21 หน้าจอ Search ของ Equipment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **หน้าจอ Customer:** จาก Menu เลือก Provisioning -> Customer จะเข้าสู่หน้าจอ Customer ดังรูป 4.22 ซึ่งสามารถเพิ่ม แก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูล ลบ และค้นหา Customer ได้โดยจะใช้ Tools Barในในการกระทำดังกล่าว จาก Tools Bar ที่หัวข้อ Search จะทำให้เข้าสู่หน้าจอที่ทำหน้าที่ในการค้นหาข้อมูล และแสดงผล ดังรูป4.23



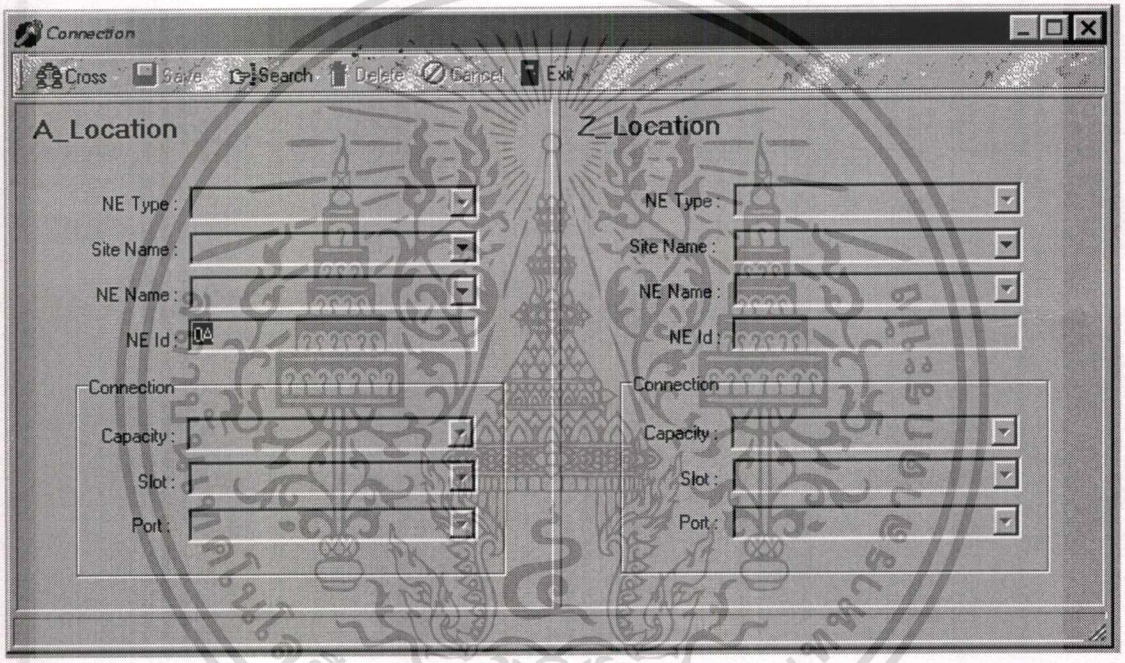
รูปที่ 4.22 หน้าจอ Customer



รูปที่ 4.23 หน้าจอ Search ของ Customer

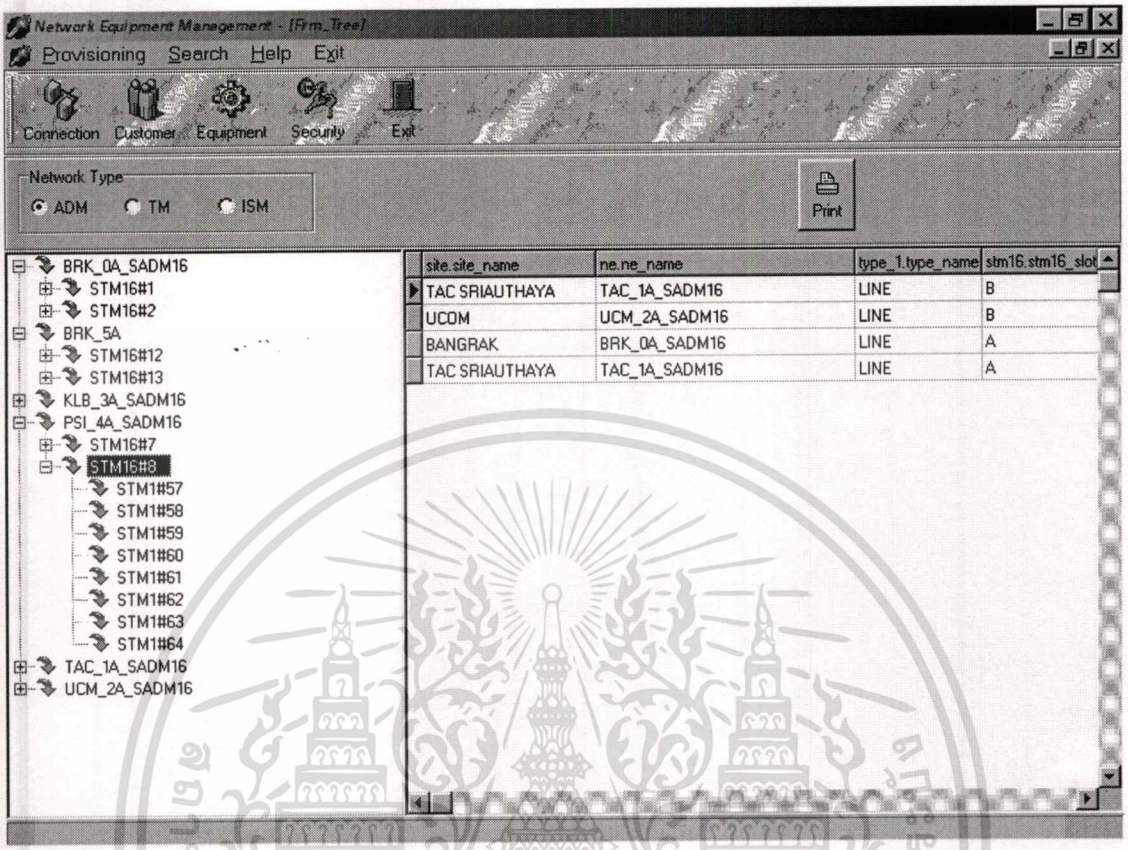
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **หน้าจอ Connection:** จาก Menu เลือก Provisioning -> Connection จะเข้าสู่หน้าจอ Customer ดังรูป 4.24 ซึ่งสามารถ สร้าง ลบ และค้นหา ความสำพันธ์ระหว่าง Port ได้โดยจะใช้ Tools Barในในการกระทำดังกล่าว จาก Tools Bar ที่หัวข้อ Search จะทำให้เข้าสู่หน้าจอที่ทำหน้าที่ในการค้นหาข้อมูลและแสดงผล ดังรูป 4.25



รูปที่ 4.24 หน้าจอ Connection

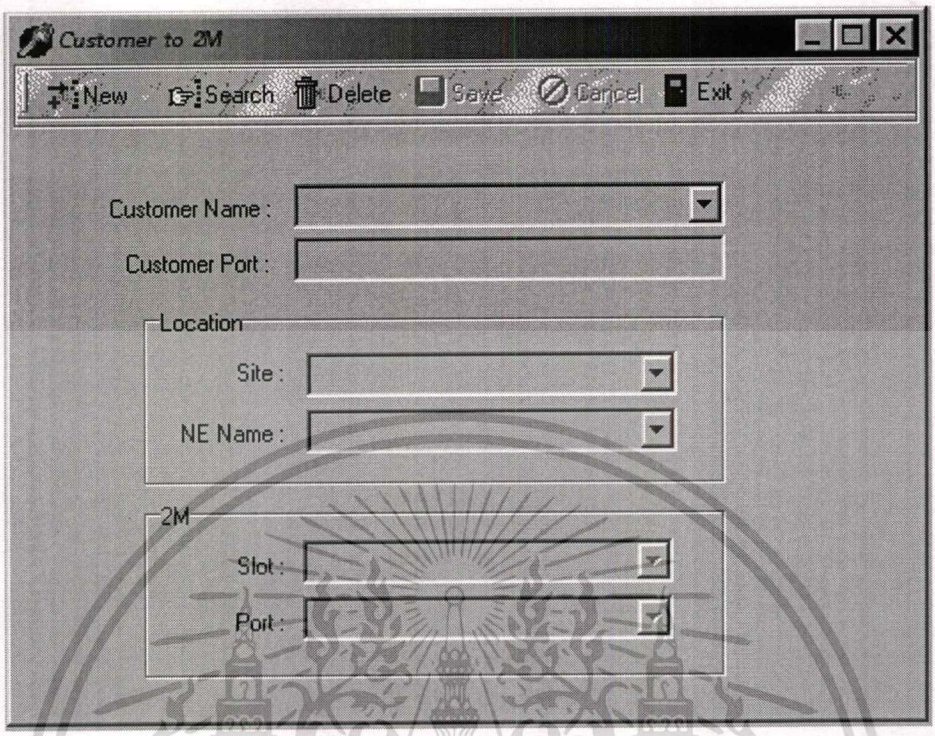
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



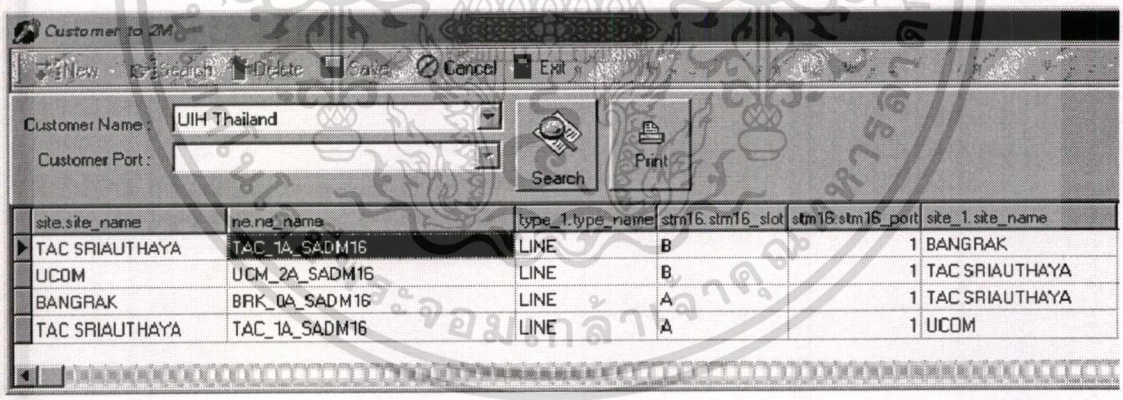
รูปที่ 4.25 หน้าจอ Search ของConnection

- **หน้าจอ Customer to 2M:** จาก Menu เลือก Provisioning -> Customer to 2M จะเข้าสู่หน้าจอ Customer to 2M ดังรูป 4.26 ซึ่งสามารถ สร้าง ลบ และค้นหา ความสำพันธ์ระหว่าง Port 2M กับ Customer ได้โดยจะใช้ Tools Bar ในในการกระทำดังกล่าว จาก Tools Bar ที่หัวข้อ Search จะทำให้เข้าสู่หน้าจอที่ทำหน้าที่ในการค้นหาข้อมูลและแสดงผล ดังรูป4.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 หน้าจอ Customer to 2M



รูปที่ 4.27 หน้าจอ Search ของ Customer to 2M

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Customer Name : Thai Airway

SITE : TALINCHAN							SITE : NONTHABURI						
ISM ID : 11				TM-16 ID : 0A			TM-16 ID : 0B			ISM ID : 07			
2M		LPU		TPU		LINE	LINE	TPU		LPU		2M	
SLOT	PORT	SLOT	PORT	SLOT	PORT			SLOT	PORT	SLOT	PORT	SLOT	PORT
1	2	2	1	4	2	1	1	4	2	2	1	1	2

<u>รูปที่ 4.28</u> ตัวอย่างรายงานเส้นทางการใช้งานวงจร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

5.1. บทสรุป

ระบบเพื่อจัดการโครงข่ายระบบสื่อสัญญาณ Synchronous Digital Hierarchy (SDH) ที่พัฒนาขึ้นโดยการนำระบบฐานข้อมูล มาใช้นั้น สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิรูป และประสิทธิผลในการปฏิบัติงาน โดยลดความผิดพลาด ซ้ำซ้อนของข้อมูล และช่วยให้การค้นหาข้อมูลโดยใช้ชื่อลูกค้านั้นสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและสามารถอ้างอิงถึง Port ภายในระบบ Network Management System แต่เนื่องจากระบบงานที่พัฒนาได้นำเพียงบางส่วนของระบบสื่อสัญญาณที่ใช้งานมาเป็นข้อมูลในการพัฒนา ดังนั้นการใช้งานยังคงจำกัดอยู่ในกลุ่มของ ระบบสื่อสัญญาณเพียงส่วนเดียวเท่านั้น ซึ่งระบบนี้สามารถใช้เพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบที่มีขนาดใหญ่ขึ้น สำหรับรองรับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน ที่อาจประกอบด้วยชนิดของระบบสื่อสัญญาณที่มากมาย

5.2. ข้อเสนอแนะ

ในการนำ การศึกษาที่ได้จากระบบนี้ไปเพื่อพัฒนาระบบที่มีขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานจริงนั้น จำต้องได้รับความร่วมมือจากบุคลากรทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง และควรนำระบบดังกล่าวขึ้นเป็นกระบวนการทำงานขององค์กร มีบทบังคับในการทำงานอย่างชัดเจน เพราะแม้จะพัมนาระบบให้สามารถใช้งานได้แต่ถ้าไม่ได้รับความร่วมมือแม้เพียงบางส่วน อาจจะทำให้ข้อมูลที่อยู่ในระบบไม่ถูกต้อง เมื่อใช้งานจะทำให้เกิดความเสียหาย ระบบก็จะไม่ได้รับความเชื่อถือ และไม่ใช้งานในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Lucent Technology. 1996. **SLM-2000 / ITM-SC Maintenance Supervision Student Guide.** n.p. n.d.

Lucent Technology. 1996. **SLM-2000 Synchronous Line Multiplexer System Application And Planning Guide.** n.p. n.d.

Lucent Technology. 1996. **ISM-2000 ISM/ITM Maintenance Supervision Course Student Guide.** n.p. n.d.

Nokia. 1995. **Synfonet SDH Transmission Equipment.** n.p. n.d.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นาย โฆษิต บุณยะโรจน์

เกิดวันที่ : 15 มกราคม 2514

สถานที่เกิด : กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา : มัธยมศึกษา โรงเรียนราชวินิต มัธยม

ปริญญาตรีสาขา วิศวกรรมศาสตร์บันทิต (วศ.บ) สาขา ไฟฟ้า-สื่อสาร

มหาวิทยาลัย สยาม

ประวัติการทำงาน : องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

: United Information Highway

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้