ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

ระบบสนับสนุนงานวางแผนและออกแบบเครือข่าย SDH

SDH Network Design and Planning Support System

โดย

นายราชภัฏ แสงฉัตรแก้ว

รหัส 45066109

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์

b11741685
1129171 1X

วัน เดือน ปี 09 พ.ค. 2550
เลขทะเบียน 03146
เลขเรียกหนังสือ วน. ว 425 ร 2547
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา โครงการศึกษากรณีพิเศษ

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาคเรียนที่1 ปีการศึกษา 2547

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

H003146

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ระบบสนับสนุนงานวางแผน และออกแบบเครือข่าย SDH
นักศึกษา	นายราชภัฏ แสงฉัตรแก้ว
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2547

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวทางในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศ มาพัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผน และออกแบบเครือข่าย SDH (Synchronous Digital Hierarchy) ที่ใช้ในเครือข่าย Backbone ของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งระบบดังกล่าวจะช่วยให้ผู้ที่ทำหน้าที่ในการวางแผน และออกแบบเครือข่ายสามารถทราบข้อมูลของวงจรที่ใช้งานอยู่ในเครือข่ายในแต่ละเส้นทาง จำนวนวงจรที่เหลืออยู่ การวางระบบ protection traffic อันจะทำให้สามารถวางแผนในการขยาย ปรับปรุง และซ่อมบำรุงเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	SDH Network Design and Planning Support System
Student	Mr. Ratchaphat Saengchatkaew
Advisor	Asst.Prof. Chanboon Sathitviriyawong
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Technology Management
Academic Year	2004

ABSTRACT

This paper present the idea to use information technology develop tool for planning and design SDH transmission network. Effective network planning and design are essential to make the best use of emerging technology while still talking into account traffic distribution patterns. The objective is reduce investment and operating costs ,while improving service quality and flexibility of network.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

สารบัญ III

สารบัญตาราง V

สารบัญภาพ VI

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 ขอบเขตของงาน 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

2. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบสื่อสัญญาณแบบ SDH 3

2.1 โครงสร้างการมัลติเพล็กซ์สัญญาณ SDH 3

2.2 สถาปัตยกรรมเครือข่าย SDH 5

2.3 การวางแผนเครือข่าย SDH 6

3. การศึกษา และวิเคราะห์ระบบงาน 8

3.1 โครงสร้างการบริหารงาน 8

3.2 การดำเนินงานในปัจจุบัน 9

3.3 ปัญหาที่พบในระบบงานเดิม 10

3.4 ความต้องการในระบบที่จะพัฒนาขึ้น 11

4. การออกแบบและพัฒนาระบบ 13

4.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของระบบ 13

4.2 ออกแบบฐานข้อมูล 21

4.3 เริ่มต้นสร้างฐานข้อมูล 23

4.4 ออกแบบ User Interface 28

4.5 การเขียนโปรแกรม 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5. การใช้งานโปรแกรม 32
5.1 เริ่มสร้าง Network 32
5.2 การเพิ่มวงจรที่ใช้งานใน Network 35
5.3 การแก้ไขและลบวงจร 38
5.4 การสร้างรายงาน 38
6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ 40
6.1 สรุปการดำเนินการในการพัฒนาระบบ 40
6.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ 41
บรรณานุกรม 42
ประวัติผู้เขียน 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 Non-Synchronous ,PDH Hierarchy.....3

2.2 SDH Hierarchy.....4

3.1 ตัวอย่างตาราง Cross Connect ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน.....11

4.1 ตัวอย่างรายงานการใช้งานเครือข่ายในแต่ละเส้นทาง.....17

4.2 Data Dictionary.....23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 โครงสร้างเฟรม SDH..... 1

2.2 ลำดับขั้นในการมัลติเพล็กสัญญาณ SDH.....5

2.3 เครือข่าย SDH แบบต่างๆ.....6

3.1 โครงสร้างการบริหารงานของฝ่ายทรานส์มิสชั่น.....8

4.1 Network Topology โดยใช้ Geometric Network ของ Arcinfo.....14

4.2 การใช้งาน Function Find Path ในการหาเส้นทางของวงจร.....14

4.3 แสดงการรวมสัญญาณความเร็วต่ำเข้าในสัญญาณความเร็วสูง.....15

4.4 ลำดับขั้นของการรวมสัญญาณ SDH.....16

4.5 Context Diagram ของระบบสนับสนุนงานวางแผนและออกแบบเครือข่าย SDH.....17

4.6 Data Flow Diagram ของระบบสนับสนุนงานวางแผนและออกแบบเครือข่าย SDH...18

4.7 Data Flow Diagram ในขั้นตอนการสร้าง Network Topology.....19

4.8 Data Flow Diagram ในขั้นตอนการหาเส้นทางของวงจรในเครือข่าย.....19

4.9 Data Flow Diagram ในขั้นตอนการระบุการใช้งานวงจรลงในเครือข่าย.....20

4.10 Data Flow Diagram ในขั้นตอนการแก้ไขและลบวงจรที่ใช้งานในเครือข่าย.....20

4.11 Data Flow Diagram ในขั้นตอนการรายงานข้อมูลของเครือข่าย.....20

4.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง Link กับ Node SDH.....21

4.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง Node กับ Circuit.....21

4.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง Link กับ Circuit.....22

4.15 E-R Diagram ของฐานข้อมูล.....22

4.16 สร้าง Geodatabase.....23

4.17 สร้าง Feature Dataset.....24

4.18 สร้าง Geometric Network.....24

4.19 Node Feature Class (Table ของ Node).....25

4.20 สร้าง Filed Name ของ Table Node.....25

4.21 สร้าง Subtypes ของ Node.....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

4.22 สร้างข้อกำหนดในการเชื่อมต่อระดับสัญญาณ.....27
4.23 Window Navigation Diagram.....28
4.24 สร้างคำสั่ง COM โดยเลือก project dialog เป็น ActiveX DLL.....29
4.25 set project references เพื่อเรียกใช้คำสั่งใน ESRI object libraries.....29
4.26 การพัฒนาโปรแกรมด้วยVBA Editor.....30
4.27 Customization Framework Object Model.....31
5.1 หน้าจอของโปรแกรม.....32
5.2 การเรียกใช้ฐานข้อมูลมาใช้ในโปรแกรม.....33
5.3 เริ่มต้นสร้าง Node และ Link.....33
5.4 เลือกคำสั่ง Snap เพื่อให้ตำแหน่ง Node และ Link ตรงกัน.....34
5.5 แสดงNetwork หลังจากสร้างเสร็จแล้ว.....35
5.6 ขั้นตอนการหาเส้นทางหลักของวงจร.....36
5.7 การหาเส้นทางสำรอง.....37
5.8 ฟอร์มระบุรายละเอียดของวงจร.....37
5.9 กราฟสรุปจำนวนวงจรที่ใช้งานในเครือข่าย.....38
5.10 กราฟแสดงวงจรที่ใช้งาน และวงจรที่เหลืออยู่ใน link ที่ต้องการทราบข้อมูล.....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ความนิยมในการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน รวมไปถึงการพัฒนาบริการใหม่ๆ เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าในหลายๆ รูปแบบ ทำให้การใช้งานเครือข่ายมีเพิ่มมากขึ้น เครือข่ายเองก็มีขนาดใหญ่และซับซ้อนมากขึ้น หากไม่มีการบริหารจัดการเครือข่ายที่ดีก็จะทำให้องค์กรอาจประสบปัญหาในการจัดการเครือข่าย เพราะการสร้างวงจร วงจรหนึ่งต้องอาศัยความร่วมมือจากหน่วยงานหลายๆส่วน ดังนั้นการวางแผนและออกแบบเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพจึงมีความจำเป็นในด้านการลดการลงทุนในการขยาย และดูแลเครือข่าย ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของเครือข่าย

เพื่อให้สามารถที่จะทำการบริหารจัดการเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถรองรับการขยายเครือข่ายที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบสนับสนุนงานวางแผนและออกแบบเครือข่าย SDH ซึ่งเป็นระบบสื่อสัญญาณ (Transmission) ที่ใช้ในเครือข่าย Backbone ขึ้น เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลวงจรในเครือข่ายได้อย่างถูกต้อง ลดความซ้ำซ้อนในการเก็บข้อมูล ตลอดจนสามารถที่จะทำการค้นหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะช่วยให้ผู้ที่ปฏิบัติงานสามารถที่จะวางแผน และออกแบบเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ขอบเขตของงาน

โครงการนี้จะทำการศึกษาการพัฒนาระบบการวางแผน และออกแบบเครือข่าย ที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ ข้อมูลวงจรที่ใช้งานในเครือข่ายในแต่ละเส้นทาง การพัฒนาระบบจะใช้การเขียนโปรมแกรมร่วมกับโปรมแกรม Arcinfo ซึ่งเป็นโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์(GIS) โดยครอบคลุมเฉพาะเครือข่ายที่ใช้อุปกรณ์สื่อสัญญาณ(Transmission) ตามมาตรฐาน SDH (Synchronous Digital Hierarchy) เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. จัดเก็บข้อมูลการใช้งานวงจรแต่ละเส้นทางในเครือข่ายได้อย่างถูกต้อง ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล โดยการเปลี่ยนระบบการจัดเก็บข้อมูลวงจรที่ใช้งานในเครือข่ายจากระบบไฟล์ เป็นระบบฐานข้อมูล
2. แสดงเส้นทางของแต่ละวงจรในรูปบบกราฟฟิก แทนการแสดงเส้นทางในรูปแบบของตาราง
3. สามารถค้นหาข้อมูลเส้นทาง ที่แต่ละวงจรใช้งานได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว
4. สามารถสร้าง และพิมพ์รายงานประเภท และจำนวนวงจรที่ใช้งานในเครือข่าย
5. เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบจัดการเครือข่ายรูปแบบอื่นๆ และเครือข่ายที่มีขนาดใหญ่ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบสื่อสัญญาณแบบ SDH

SDH (Synchronous Digital Hierarchy) เป็นมาตรฐานของเครือข่ายสื่อสัญญาณความเร็วสูง เทคโนโลยี SDH ช่วยให้ Network Operator สามารถตอบสนองความต้องการ การใช้ช่องสัญญาณได้อย่างรวดเร็ว เครือข่าย SDH ถูกออกแบบให้สามารถฟื้นตัวเองได้อย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่เกิดปัญหาขึ้นกับเครือข่ายทำให้เครือข่ายมีความน่าเชื่อถือสูง

การนำ SDH มาใช้ทำให้โครงสร้างเครือข่ายเดิมที่ใช้ PDH ที่เป็นแบบ point-to-point เปลี่ยนมาเป็นเครือข่ายที่มีการเชื่อมโยง node เป็น ring หรือ mesh ซึ่งทำให้เครือข่ายมีความคล่องตัวมากกว่า และมีระบบบริหารและจัดการเครือข่าย (Network Management System ,NMS) ที่ช่วยให้สามารถคุมคุมดูแลเครือข่ายได้เป็นอย่างดี

2.1 โครงสร้างการมัลติเพล็กซ์สัญญาณ SDH

การจัดโครงสร้างการมัลติเพล็กซ์สัญญาณ SDH ช่วยให้สามารถต่อไขว้ (cross-connect) ช่องสัญญาณความเร็วต่ำ (low-order) ที่อยู่ภายในช่องสัญญาณความเร็วสูง(high-order) ได้โดยไม่ต้องทำการดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณทั้งหมดออกมาก่อน ระดับสัญญาณความเร็วต่างๆ ที่ใช้ในระบบ PDH และ SDH มีรายละเอียดตามตารางที่2.1 และตารางที่2.2

ตารางที่2.1 Non-Synchronous ,PDH Hierarchy

Signal	Digital Bit Rate	Channels
E0	64 kbit/s	One 64 kbit/s
E1	2.048 Mbit/s	32 E0
E2	8.448 Mbit/s	128 E0
E3	34.368 Mbit/s	16 E1
E4	139.264 Mbit/s	64 E1

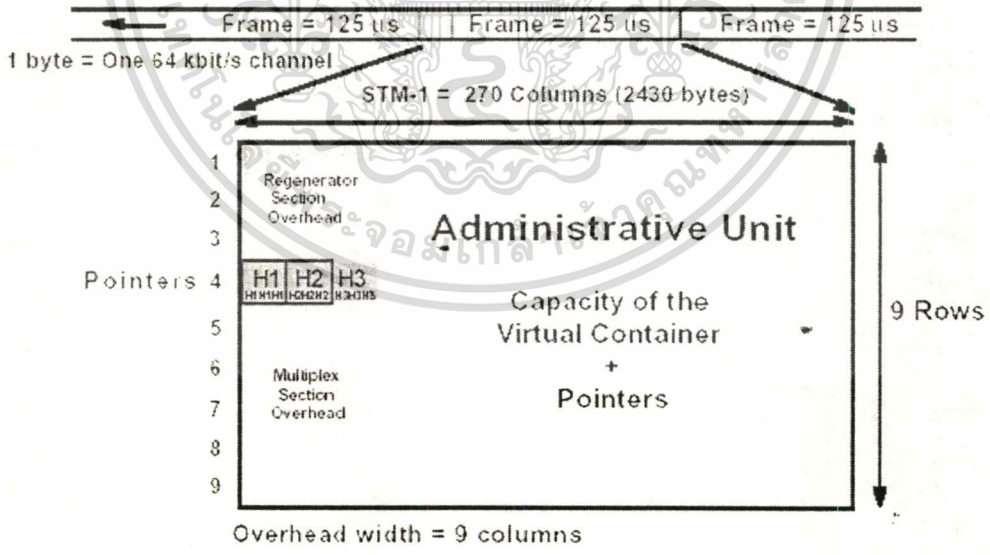
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 SDH Hierarchy

Bit Rate	Abbreviated	SDH	SDH Capacity
51.84 Mbit/s	51 Mbit/s	STM-0	21 E1
155.52 Mbit/s	155 Mbit/s	STM-1	63 E1 or 1 E4
622.08 Mbit/s	622 Mbit/s	STM-4	252 E1 or 4 E4
2488.32 Mbit/s	2.4 Gbit/s	STM-16	1008 E1 or 16 E4
9953.28 Mbit/s	10 Gbit/s	STM-64	4032 E1 or 64 E4

STM = Synchronous Transport Module

โครงสร้างเฟรม SDH ในระดับ STM-1 แบ่งออกเป็น 9 แถว 270 คอลัมน์ โดยแต่ละช่องมีขาด 1 byte ดังรูปที่2.1 ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ Section Overhead (SOH) ขนาด 9x9 byte ทำหน้าที่ ในการตรวจสอบความผิดพลาดในการรับ-ส่งข้อมูล ติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับระบบจัดการเครือข่าย (NMS) และอีกส่วนของเฟรม SDH คือ Virtual Container ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่บรรจุข้อมูล



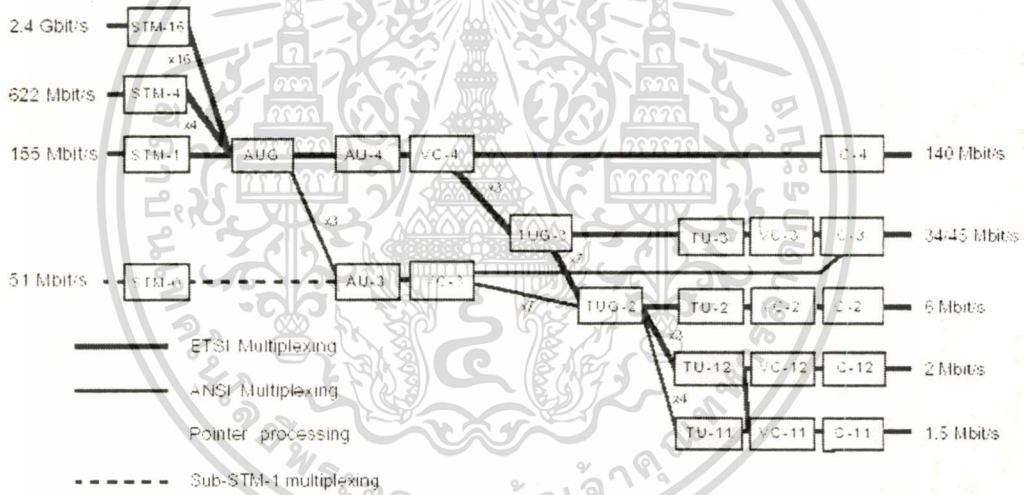
รูปที่2.1 โครงสร้างเฟรม SDH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การมัลติเพล็กซ์สัญญาณให้อยู่ในโครงสร้างเฟรม SDH มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. Mapping สัญญาณ PDH จะถูกบรรจุลงใน container โดยมีการเพิ่ม Path Overhead (POH) เข้าไปเรียกว่า Virtual Container (VC)
2. Aligning เป็นขั้นตอนในการใส่ Pointer เพื่อกำหนดจุดเริ่มต้นของข้อมูลใน VC จะได้เป็น Tributary Unit(TU)
3. Multiplexing เป็นการรวมสัญญาณ low-order หลายๆ สัญญาณเข้าไปในสัญญาณ high-order

ลำดับขั้นในการมัลติเพล็กสัญญาณ SDHแสดงได้ดัง รูปที่2.2

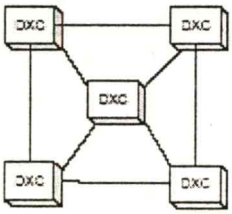


รูปที่2.2 ลำดับขั้นในการมัลติเพล็กสัญญาณ SDH

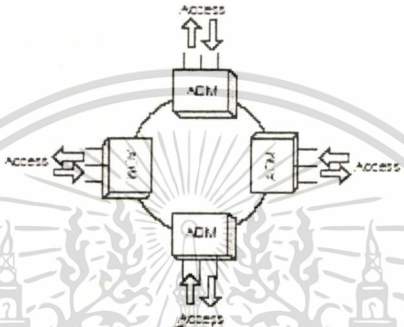
2.2 สถาปัตยกรรมเครือข่าย SDH

โดยทั่วไปโครงสร้างของเครือข่าย SDH จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ Core Network และ Access Network เครือข่ายในระดับ core network เป็นเครือข่ายที่มีปริมาณทราฟฟิกมาก มีการส่งข้อมูลความเร็วสูงเช่น STM-16 (2.5 Gb/s) โครงสร้างของเครือข่ายมักเป็น Ring หรือ Mesh ในส่วนของ Access Network นั้นปริมาณทราฟฟิกจะน้อยกว่าเครือข่ายมักเป็นแบบ Ring หรือ Chain

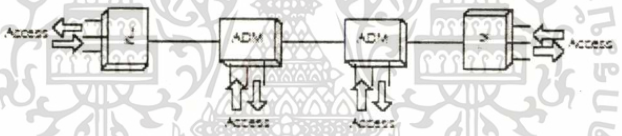
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



(a) เครือข่ายแบบ Mesh



(b) เครือข่ายแบบ Ring



(c) เครือข่ายแบบ Chain

รูปที่2.3 เครือข่าย SDH แบบต่างๆ

2.3 การวางแผนเครือข่าย SDH

เป้าหมายหลักในการวางแผนและจัดการการเครือข่าย จะต้องพยายามลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน และดำเนินการ แต่คุณภาพของบริการ และความคล่องตัวของเครือข่ายยังอยู่ในเกณฑ์ดี การออกแบบเครือข่ายต้องพิจาณาถึงปัจจัยหลายอย่าง เช่นรูปแบบการกระจายของทราฟฟิก ค่าใช้จ่ายในการลงทุน และการนำเทคโนโลยีใหม่ๆมาใช้งาน เพื่อให้เครือข่ายที่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขต่างๆอย่างเหมาะสม

กระบวนการวางแผนเครือข่าย อาจแบ่งอย่างกว้างๆ ได้เป็น 5 ขั้นคือ

1. Topology ขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับการหารูปแบบโครงสร้างเครือข่าย ซึ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการวางแผนเครือข่ายในระยะยาว เช่น การวางระบบ ring ลงไปบนข่ายสาย fiber optic แบบ mesh ที่มีอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Routing เป็นการกำหนดเส้นทางหรือจัดเส้นทางที่เหมาะสมให้กับทราฟฟิก แต่ละวงจร เช่น กำหนดให้มีจำนวน hop น้อยที่สุด หรือมีระยะทางการวิ่งสั้นที่สุด
3. Protection เนื่องจากเครือข่าย SDH มีทราฟฟิกในเครือข่ายปริมาณสูง จึงจำเป็นต้องมีระบบป้องกันเครือข่ายที่ดี เพื่อไม่ให้ได้รับผลกระทบมากนักในกรณีที่เครือข่ายมีปัญหา แนวทางในการทำ protection มีหลายวิธีเช่น load sharing ,Multiplex Section Protection (MSP) ,Path Protection เป็นต้น
4. Grouping เป็นการจัดกลุ่ม เพื่อที่จะกำหนดโครงสร้างของ Multiplex section layer โดยสัญญาณความเร็วต่ำจะถูกรวมกลุ่มกันเป็นสัญญาณความเร็วสูง การจุดกลุ่มนี้จะเกี่ยวข้องกับการวางแผนการ cross-connect
5. Equipment หลังจากผ่าน 4 กระบวนการข่างต้นแล้ว ก็จะทำการเลือกใช้อุปกรณ์รองรับความต้องการที่มีอยู่ให้เพียงพอ ซึ่งต้องพิจารณารายละเอียดทางเทคนิค และความเหมาะสมในด้านต่างๆ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

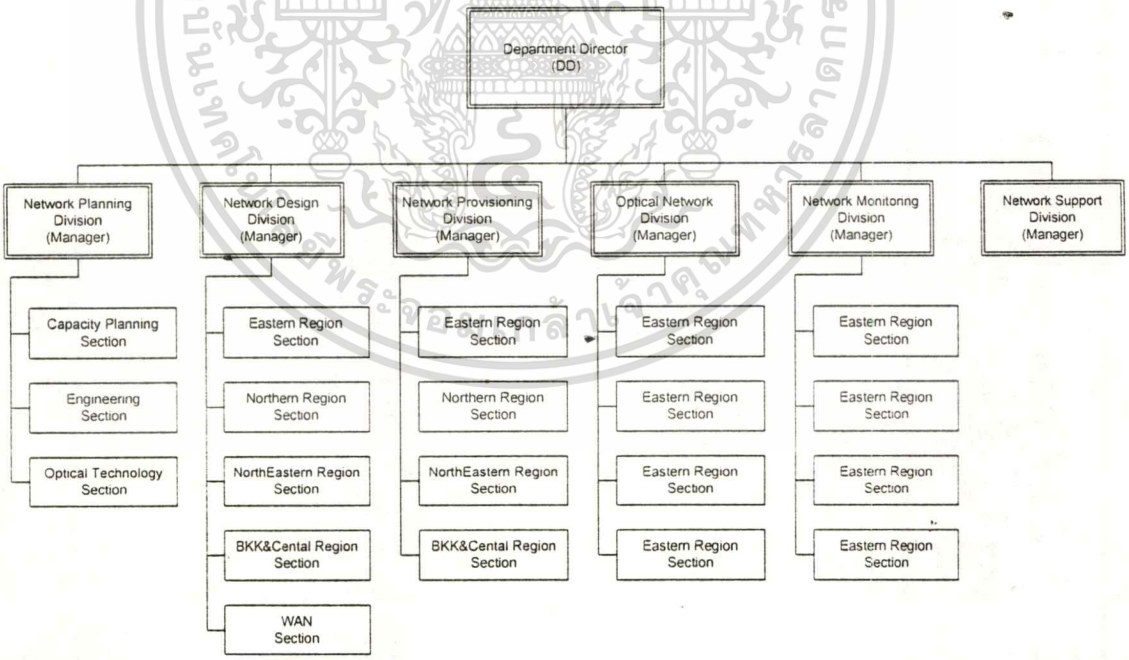
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 3

การศึกษา และวิเคราะห์ระบบงาน

3.1 โครงสร้างการบริหารงาน

หน่วยงานที่ทำหน้าที่ในบริหาร และจัดการเครือข่ายคือ ฝ่ายทรานส์มิสชั่น (Transmission Department) ซึ่งเป็นหน่วยงานหนึ่งในฝ่ายวิศวกรรม(Engineering Office) ซึ่งรับผิดชอบตั้งแต่การวางแผนและออกแบบเพื่อสร้างเครือข่าย ควบคุมการใช้งานเครือข่าย ตลอดจนการดูแลรักษาเครือข่าย เพื่อให้เครือข่ายสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และมีความน่าเชื่อถือสูง โครงสร้างในการบริหารงานของฝ่ายทรานส์มิสชั่นแบ่งออกเป็นฝ่ายต่างๆ ได้ดังนี้



รูปที่3.1 โครงสร้างการบริหารงานของฝ่ายทรานส์มิสชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. **Network Planning** ทำหน้าที่ในการพิจารณาการใช้งานเครือข่ายในปัจจุบัน เพื่อจะได้วางแผนในการขยาย และปรับปรุง เครือข่ายให้สามารถรองรับความต้องการใช้งานในอนาคต ตลอดจนทำหน้าที่ในการเลือกอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้งานในเครือข่าย
2. **Network Design** ทำหน้าที่ในการออกแบบติดตั้งและเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ในเครือข่าย และจัดเส้นทางให้กับวงจรที่ต้องการใช้งานในเครือข่ายโดยจะจัดทำตาราง Cross Connect ให้ทาง Network Provisioning ทำการเชื่อมต่อวงจรจากต้นทาง-ปลายทาง ตามเส้นทางที่กำหนดเอาไว้
3. **Network Provisioning** ทำหน้าที่ในการสร้าง เส้นทางของวงจรที่ใช้งานในเครือข่ายตามที่ทาง Network Design กำหนดมาให้ โดยผ่านทางระบบจัดการเครือข่าย (Network Management System ,NMS)
4. **Network Monitoring** ทำหน้าที่ในการเฝ้าดูการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในเครือข่ายผ่านทางระบบจัดการเครือข่าย (Network Management System ,NMS) เพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในเครือข่าย และประสานงานกับหน่วยงานด้านการซ่อมบำรุงเพื่อดำเนินการแก้ไขปัญหา
5. **Optical Network** ทำหน้าที่ในด้านงานข่ายสายตอนนอก ได้แก่การขออนุญาตติดตั้งสาย Fiber optic cable ควบคุมการติดตั้งและซ่อมบำรุงข่ายสาย และจัดสรรการใช้งานคู่สายให้กับแผนกอื่นที่ต้องการใช้งาน
6. **Network Support** ทำหน้าที่ในการจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้งาน ตลอดจนการขออนุญาตติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับแผนกอื่นๆ ในฝ่าย

3.2 การดำเนินงานในปัจจุบัน

หน้าที่หลักภายในฝ่ายสามารถอธิบายเป็นขั้นตอนอย่างคร่าวๆ ได้ดังนี้

1. **การสร้างวงจรใหม่** ทาง Network Design เมื่อได้รับแจ้งการขอใช้งานวงจรก็จะทำการออกแบบวงจรได้แก่ตาราง Cross Connect ซึ่งเป็นตาราง Excel เพื่อแสดงเส้นทางว่าจะให้วงจรนั้นผ่านเส้นทางใดในเครือข่ายซึ่งจะถูกส่งไปให้กับ Network Provisioning เพื่อทำการเชื่อมต่อวงจร ข้อมูลอีกส่วนหนึ่งได้แก่ MUX Plan อยู่ในรูปแบบของ AutoCAD Drawing ซึ่งจะแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้วงจรสามารถเชื่อมจาก ต้านทาง-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลายทาง ได้ ซึ่งข้อมูลจะถูกส่งไปให้หน่วยงานติดตั้งทำหน้าที่ในการติดตั้งอุปกรณ์ และทดสอบวงจรต่อไป

2. **การขยายและปรับปรุงเครือข่าย** จะทำโดยฝ่าย Network Planning ซึ่งจะทำหน้าที่ในการพิจารณาการใช้งานเครือข่ายในแต่ละเส้นทางโดยจะใช้วิธีการ Summary จากตาราง Cross Connect หากเส้นทางใดที่เครือข่ายมีการใช้งานใกล้เต็มความจุของเครือข่ายและมีความจำเป็นต้องทำการขยายเครือข่ายก็จะทำการหารือกับทาง Network Design เพื่อทำการออกแบบอุปกรณ์เพื่อขยายเครือข่ายต่อไป หากจำเป็นต้องใช้ข่ายสายตอนนอกเพิ่มก็จะทำการแจ้งให้ทางแผนก Optical Network ทำการจัดสรรคู่สานให้ เมื่อเนินการออกแบบเสร็จก็จะทำการออก Job Order ให้ทางหน่วยงานติดตั้งทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่อไป
3. การซ่อมบำรุงเครือข่าย เริ่มต้นจากเมื่อทางแผนก Network Monitoring ตรวจสอบพบว่ามี fault เกิดขึ้นในเครือข่ายก็จะทำการวิเคราะห์สาเหตุ และผลกระทบที่เกิดขึ้น แล้วทำการแจ้งหน่วยงานซ่อมบำรุงเพื่อดำเนินการแก้ไขต่อไป

3.3 ปัญหาที่พบในระบบงานเดิม

1.ระบบจัดการเครือข่าย (NMS) ของอุปกรณ์ SDH ที่มาจากผู้ผลิตแต่ละรายไม่สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้ ทำให้การพิจาณาเครือข่ายโดยรวมทำได้ไม่สะดวก เพราะต้องนำเอาข้อมูลแต่ละส่วนที่ได้จากแต่ละ NMS มาประกอบกันจึงจะสามารถมองข้อมูลในภาพรวมได้ ซึ่งไม่เหมาะกับผู้ที่ทำหน้าที่วางแผนเครือข่ายที่ต้องการดูข้อมูลในภาพรวมมากกว่า ปัญหาอีกประการหนึ่งคือผู้ผลิตแต่ละรายต่างก็ไม่ยอมเปิดฐานข้อมูลภายในของตัว NMS ทำให้ไม่สามารถ query ข้อมูลนอกเหนือจาก Application ที่ทางผู้ผลิตทำไว้ได้ ดังนั้นการใช้งาน NMS ซึ่งเป็นระบบที่เก็บข้อมูลทั้งหมดของเครือข่ายนั้นจะเหมาะกับงานด้าน network operation เช่นใช้ดู fault ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในเครือข่าย และทำการ cross-connect วงจรเพื่อใช้งานเท่านั้น สำหรับงานวางแผน และออกแบบเครือข่ายนั้นถือว่า NMS ใช้ประโยชน์ได้น้อยมาก

2. ข้อมูล Cross Connect ซึ่งเป็นข้อมูลการใช้งานเครือข่ายใน เส้นทางต่างๆ ที่เก็บอยู่ในรูปแบบของไฟล์ Excel โดยแยกตาม ring แต่ละ ring ในเครือข่าย ไม่สะดวกในการการใช้งาน เนื่องจากค้นหาข้อมูลได้ยาก โดยเฉพาะเมื่อเครือข่ายเป็น ring ใหญ่จะตารางข้อมูลก็จะยาวไปด้วย การค้นหาข้อมูลของวงจรก็จะไม่สะดวก อีกทั้งการใช้ข้อมูลในรูปแบบของตารางที่มีข้อมูลจำนวนมากอาจทำให้ผู้ปฏิบัติงาน เกิดความสับสน ทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำงานได้ตัวอย่างของตาราง cross-connect ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันแสดงได้ดังตารางที่3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่3.1 ตัวอย่างตาราง Cross Connect ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

Facility ID: CHONBURI to BAN KLANG Ring VC4-1 (Small Ring#01)			INDEX	BANGSAN_C					SUNTIWONG						
				FLOOR:						FLOOR:					
				ADM DDF	ADM-16		TPU	LINE 1	AM-1 DDF				AM-1		LINE 2
					R1/B1/01								R1/B1/02		
T.S.	ID	CIRCUIT NAME		(Rack/Bay/Fix/Conn)	TPU	Trib			(Rack/Bay/Fix/Conn)				TPU	Trib	
1	RCS295_1	800/1_SANTIWONG	1.111				TP0-1.111	LS2-1	01/	01/	03/	01	1	1	LS1-1
2	RCS295_2+3	800/2+3_SANTIWONG	1.112				TP0-1.112	LS2-1	01/	01/	03/	02	1	2	LS1-1
3	RCS295_4	800/4_SANTIWONG	1.113				TP0-1.113	LS2-1	01/	01/	03/	03	1	3	LS1-1
4	CBI002_1	1800/1_SANTIWONG	1.121				TP0-1.121	LS2-1	01/	01/	03/	04	1	4	LS1-1
5	CBI002_2	1800/2_SANTIWONG	1.122				TP0-1.122	LS2-1	01/	01/	03/	05	1	5	LS1-1
6	RCS207_1	800/1_POKHO2	1.123				TP0-1.123	LS2-1							LS1-1
7	RCS207_2	800/2_POKHO2	1.131				TP0-1.131	LS2-1							LS1-1
8	RCS207_3	800/3_POKHO2	1.132				TP0-1.132	LS2-1							LS1-1
9	CBI001_1	1800/1_POKHO 2	1.133				TP0-1.133	LS2-1							LS1-1
10	CBI001_2	1800/2_POKHO 2	1.141				TP0-1.141	LS2-1							LS1-1
11	CBI026_1	1800/1_NAWAMIN	1.142				TP0-1.142	LS2-1							LS1-1
12	CBI080_1	1800/1_SRIPATUM U.	1.143				TP0-1.143	LS2-1							LS1-1

3. การวิเคราะห์ข้อมูล จากไฟล์ Excel ยังไม่ดีพอเนื่องจากจะใช้ฟังก์ชัน SUM ในการรวมข้อมูลชนิดของวงจรที่ใช้งานในแต่ละเส้นทางแยกเป็น Ring โดยทำ Link ไปรวมกันที่ไฟล์ Summary เพื่อรวบรวมชนิดของวงจรที่ใช้งานในแต่ละ Ring และ spare capacity ในแต่ละ Ring เพื่อพิจารณาว่าจำเป็นต้องทำการขยายเครือข่ายในเส้นทางใดบ้าง ปัญหาที่พบก็คือ Link ที่ทำไว้จะมีปัญหาเมื่อมีการแก้ไข Cell ในไฟล์ Excel ที่เป็นไฟล์ข้อมูลของแต่ละ Ring ทำให้ข้อมูลใน ไฟล์ summary ไม่ถูกต้อง ปัญหาอีกประการหนึ่งคือไม่สามารถแยกวงจรวงจรเดียวกันที่ผ่าน Ring มากกว่า หนึ่ง Ring ได้โดยในแต่ละ Ring ก็จะนับเป็นหนึ่งวงจร หากผ่าน 2 Ring ก็จะนับเป็น 2 วงจรซึ่งไม่ตรงกับความเป็นจริง ทำให้ข้อมูลจำนวนวงจรใช้งานที่นำมาวิเคราะห์ไม่ถูกต้อง

3.4 ความต้องการในระบบที่จะพัฒนาขึ้น

จากการวิเคราะห์กระบวนการทำงาน และปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบงานเดิม แล้วนำมาหาแนวทางพัฒนาระบบที่จะช่วยปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น สามารถสรุปความต้องการของระบบที่จะสร้างขึ้นได้ดังนี้

1. จัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของระบบฐานข้อมูล เพื่อลดความผิดพลาด และความซ้ำซ้อนของข้อมูล

2. จัดเก็บข้อมูลเส้นทางของวงจรที่ใช้งาน ได้สะดวกขึ้นโดยให้ผู้ใช้งานระบุแค่ต้นทาง-ปลายทางของวงจร แล้วระบบจะทำการหาเส้นทางเอง โดยไม่ต้องระบุเส้นทางระหว่างกลางในตารางแบบเดิม

3. สามารถค้นหาข้อมูลวงจรที่ใช้งานได้ง่าย ถูกต้อง และแม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สามารถจัดทำรายงานการใช้งานการใช้งานวงจร ในแต่ละเส้นทาง โดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยรายงานดังกล่าวจะต้องสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลดังนี้

- จำนวนวงจรที่ใช้งานในแต่ละเส้นทาง
- Spare capacity ที่เหลืออยู่ในแต่ละเส้นทาง
- ประเภทของวงจรที่ใช้งานในแต่ละเส้นทาง

5. Interface กับ user ในลักษณะของ GUI เพื่อความสะดวกในการใช้งานของ user

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่4

การออกแบบและพัฒนาระบบ

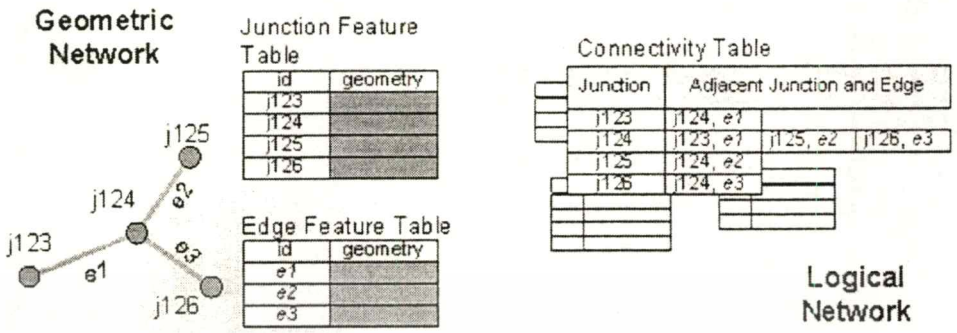
จากปัญหาและความต้องการที่กล่าวมาในบทที่3นั้น จึงได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมสนับสนุนงานวางแผน และออกแบบเครือข่าย SDH ขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ปฏิบัติงานด้านการวางแผน และ ออกแบบเครือข่าย ซึ่งนับวันเครือข่ายก็มีขนาดใหญ่ขึ้น และมีความซับซ้อนมากขึ้น การใช้เครื่องมือที่ดีมาช่วยงานนับเป็นสิ่งจำเป็น

4.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของระบบ

1. Input data เป็นจุดเริ่มต้นของระบบโดยที่เป็นส่วนที่ทำหน้าในการรับข้อมูลจาก user เช่นข้อมูลของ Node SDH ต้นทาง-ปลายทางและชนิดของวงจรที่ใช้งาน ชนิดและ capacity ของlink ที่เชื่อมต่อ node ในเครือข่ายเป็นต้น

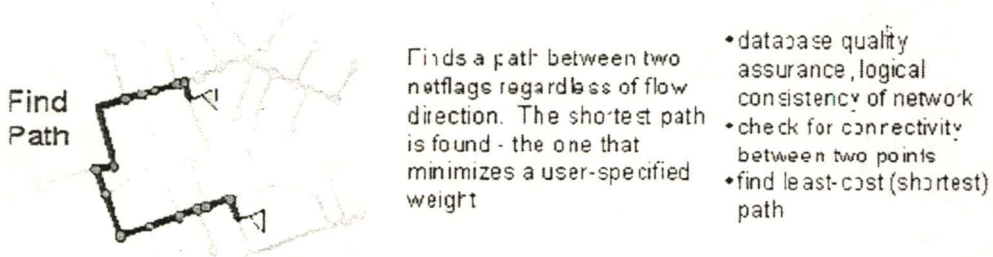
2. Topology เป็นกราฟฟิกที่แสดงการเชื่อมต่อในระดับ physical layer เช่น การเชื่อมต่อสาย fiber optic ระหว่าง node SDH ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะกำหนดโครงสร้างของเครือข่าย network ขั้นตอนในการสร้าง Network Topology นั้นจะใช้ Network Model ของโปรแกรม Arcinfo ในการการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ในเครือข่าย โปรแกรม Arcinfo นั้นจะมี Model ที่เรียกว่า Geometric Network เพื่อใช้ในการสร้างการเชื่อมต่อระหว่าง Junction ซึ่งใช้แทน Node SDH และ Edge ซึ่งจะใช้แทน Link ที่เชื่อมต่อระหว่าง Node การเชื่อมต่อระหว่าง Junction และ Edge ใน Arcinfo นั้นแสดงได้ดังรูปที่4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่4.1 Network Topology โดยใช้ Geometric Network ของ Arcinfo

3. Routing เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการหาเส้นทางของวงจรที่ใช้งานภายในเครือข่าย เมื่อ user กำหนดต้นทางปลายทางของวงจรแล้วระบบจะทำการหาเส้นทางที่เหมาะสมให้ว่าจะให้วงจรดังกล่าวผ่านเส้นทางใด ผ่าน ring ใดบ้างในเครือข่าย ซึ่งการหาเส้นทางจะใช้ Function Find Path ของ Arcinfo โดย User จะกำหนด Node ต้นทาง และ Node ปลายทาง หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการหาเส้นทางระหว่าง Node ต้นทาง-ปลายทาง โดยที่ผู้ใช้สามารถที่จะกำหนดเองได้ว่าไม่ต้องการให้วงจรผ่านเส้นทางใด ดังอย่างของการหาเส้นทางของวงจรดังรูปที่4.2

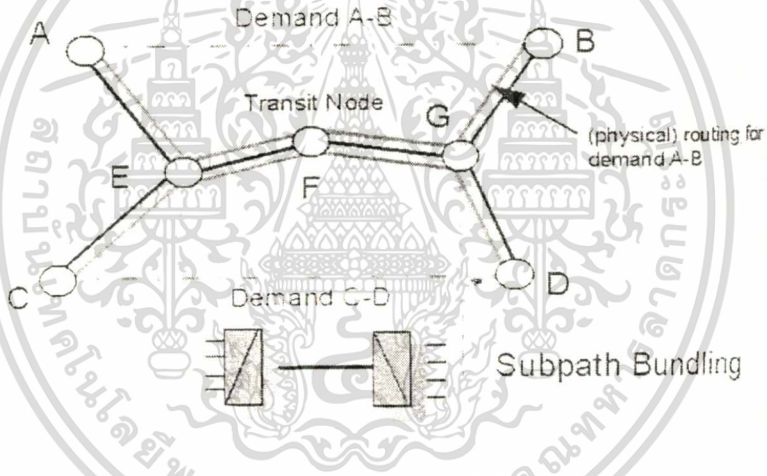


รูปที่4.2 การใช้งาน Function Find Path ในการหาเส้นทางของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Bundling เป็นขั้นตอนในการรวมสัญญาณความเร็วต่ำเข้าไปในสัญญาณความเร็วสูง ตัวอย่าง เช่น การมัลติเพล็กสัญญาณ SDH ในระดับต่างๆ หลังจากที่เราได้สร้าง network topology กำหนดเส้นทางของวงจรแล้วว่าต้องผ่าน link ใดบ้าง วงจรความเร็วต่ำ(low-order) จะถูกมัลติเพล็กด้วยมัลติเพล็กเซอร์ เข้าไปในวงจรความเร็วสูง(high-order) เพื่อให้มีการใช้งานวงจรความเร็วสูงอย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวอย่างเช่นในรูปที่4.3 สัญญาณความเร็วต่ำจาก A-B และจาก C-D จะผ่านไปในเส้นทาง A-E-F-G-B และ C-E-F-G-D ตามลำดับ สัญญาณทั้งสองจะถูกรวมเข้าไปในสัญญาณความเร็วสูงในช่วง E-F-G โดยใช้การมัลติเพล็กสัญญาณ

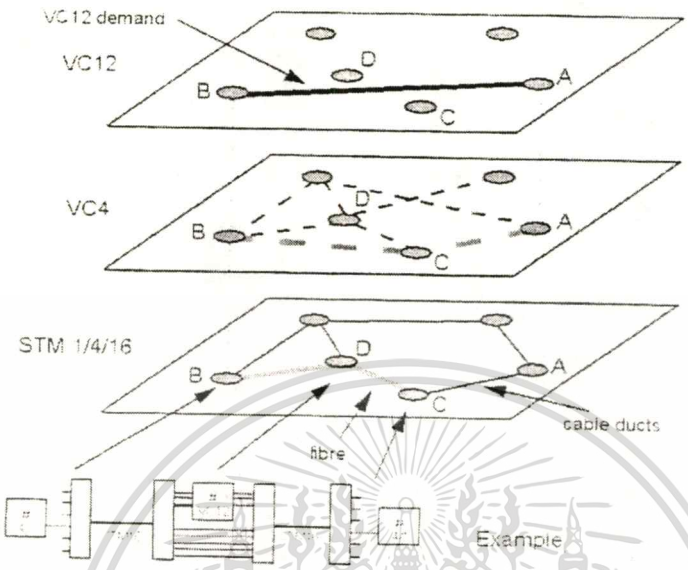


รูปที่4.3 แสดงการรวมสัญญาณความเร็วต่ำเข้าในสัญญาณความเร็วสูง

สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่ต้องมีการ bundling เนื่องมาจากสถาปัตยกรรมของระบบสื่อสัญญาณแบบ SDH นั้นมีการมัลติเพล็กสัญญาณเป็นลำดับขั้นจาก VC12-> VC4-> STM-N (N=1,4,16,64) ดังนั้นตัวระบบควรมีความสามารถในการรวมสัญญาณตามลำดับขั้นของระบบ SDH เช่นเดียวกัน

ตัวอย่างเช่นวงจรที่ต้องการใช้งาน ซึ่งเป็นวงจรในระดับ VC12 (2 Mb/s) จะถูกรวมกลุ่มเข้าไปในสัญญาณระดับ VC4 จาก A-C และ C-B และ VC4 ดังกล่าวก็จะถูกรวมเข้ากับสัญญาณระดับ STM-16 อีกครั้ง ดังรูปที่4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่4.4 ลำดับขั้นของการรวมสัญญาณ SDH

5. Analysis and report เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการ วิเคราะห์ ข้อมูล และสร้างรายงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครือข่ายเช่น

- ประสิทธิภาพในการเชื่อมต่อเครือข่าย
- network load และการใช้งานเครือข่าย
- ความสามารถของเครือข่ายในการรองรับการใช้งานในอนาคต

ตัวอย่างของรายงานดังตารางที่4.1 แสดงการใช้งานเครือข่ายในแต่ละเส้นทาง ประเภทและจำนวนวงจรที่ใช้งาน spare capacity ทีเหลืออยู่ในแต่ละเส้นทาง ซึ่งจะทำให้ผู้ที่ทำหน้าที่ในการวางแผน และออกแบบเครือข่ายสามารถประเมินได้ว่าเครือข่ายที่มีสามรถรองรับการใช้งานที่อีกนานเท่าไรและจำเป็นที่จะต้องทำการขยายเครือข่ายในเส้นทางใดบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการ

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

ตารางที่4.1 ตัวอย่างรายงานการใช้งานเครือข่ายในแต่ละเส้นทาง

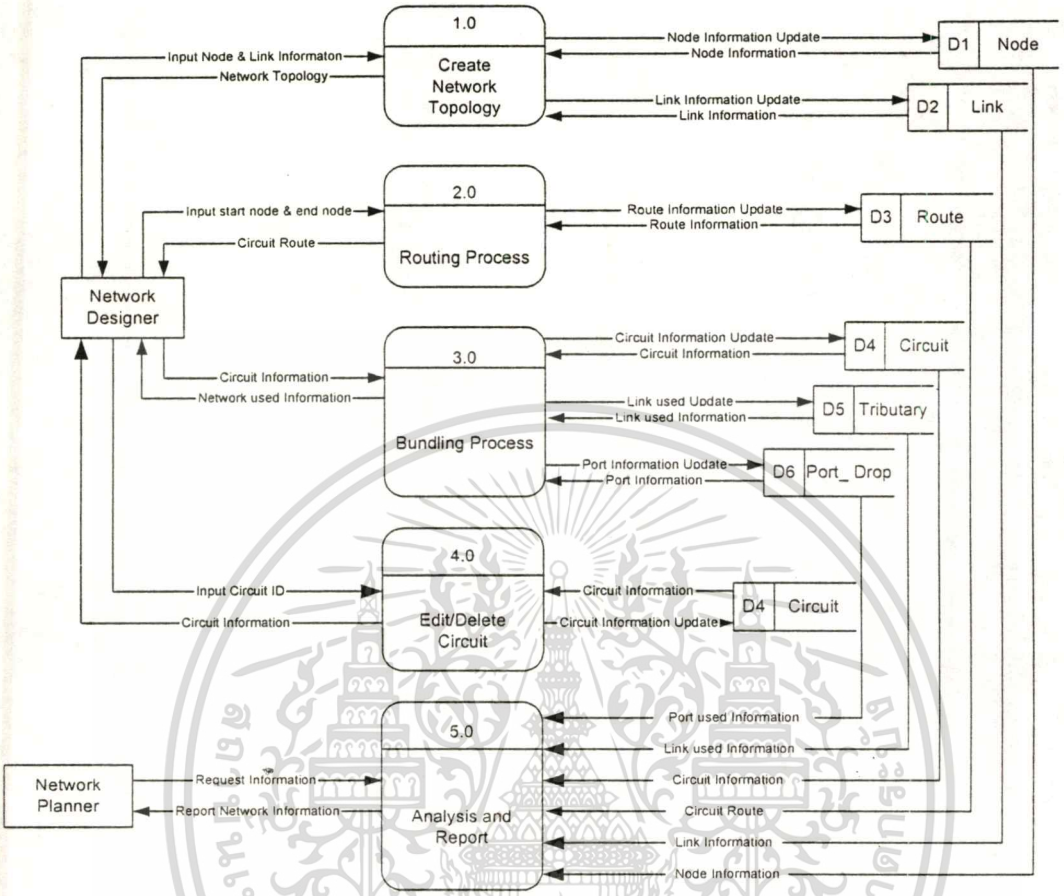
Item	Loop/Ring	Loop Name	Max. VC12	VC12 Insatal/Assigned								Total VC12 Insatal	% Insatal	Logical SP	Phy SP
				Cellular			Non-Cellular								
				900	1800	Inter Conn	NP	TAC Services	Datacom	DAT	Others				
1	LS_R2	SNI-SMF-RII	252	53	106	0	31	11	9	5	7	202	80.16%	50	25
2	LS_R3	SNI-CPN	126	39	51	0	17	8	8	0	4	98	77.78%	49	13
3	LS_R5	SNI-PKT-NMS	189	40	70	0	39	4	4	8	13	178	94.18%	0	14
4	LS_R6	SNI-ART	126	17	78	0	14	5	0	2	2	118	93.65%	0	13
5	LS_R7	Loop SNI	189	14	30	0	40	15	6	1	15	122	64.55%	67	19
6	LS_R8	Thakano-PKT	126	0	62	0	11	0	1	3	2	79	62.70%	32	15
7	LS_R9	SNI-KYI	504	96	139	53	22	4	9	7	20	351	69.64%	123	50
8	LS_R10	KYI-TRG	126	20	57	0	9	0	0	2	2	90	71.43%	26	12
9	LS_R11	KYI-PLG	126	28	54	0	11	0	1	0	2	96	76.19%	18	12
10	LS_R12	Loop KYI	189	23	47	0	45	3	1	7	5	132	69.84%	12	19
11	LS_R13	KYI-SKA	63	7	25	0	7	0	0	0	2	41	65.08%	22	6
12	LS_R14	KYI-PTN	189	44	90	3	10	1	2	4	3	157	83.07%	32	19
13	LS_R15	KYI-PLA-KWT	126	9	63	0	3	0	0	0	2	77	61.11%	44	13
TOTAL			2331	394	862	56	297	72	53	39	86	1859	79.75%	491	216

จากส่วนประกอบต่างๆ ของระบบที่อธิบายมาข้างต้นสามารถนำมาเขียนเป็น Context Diagram ของระบบ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับระบบได้ดังรูปที่4.5

รูปที่4.5 Context Diagram ของระบบสนับสนุนงานวางแผนและออกแบบเครือข่าย SDH

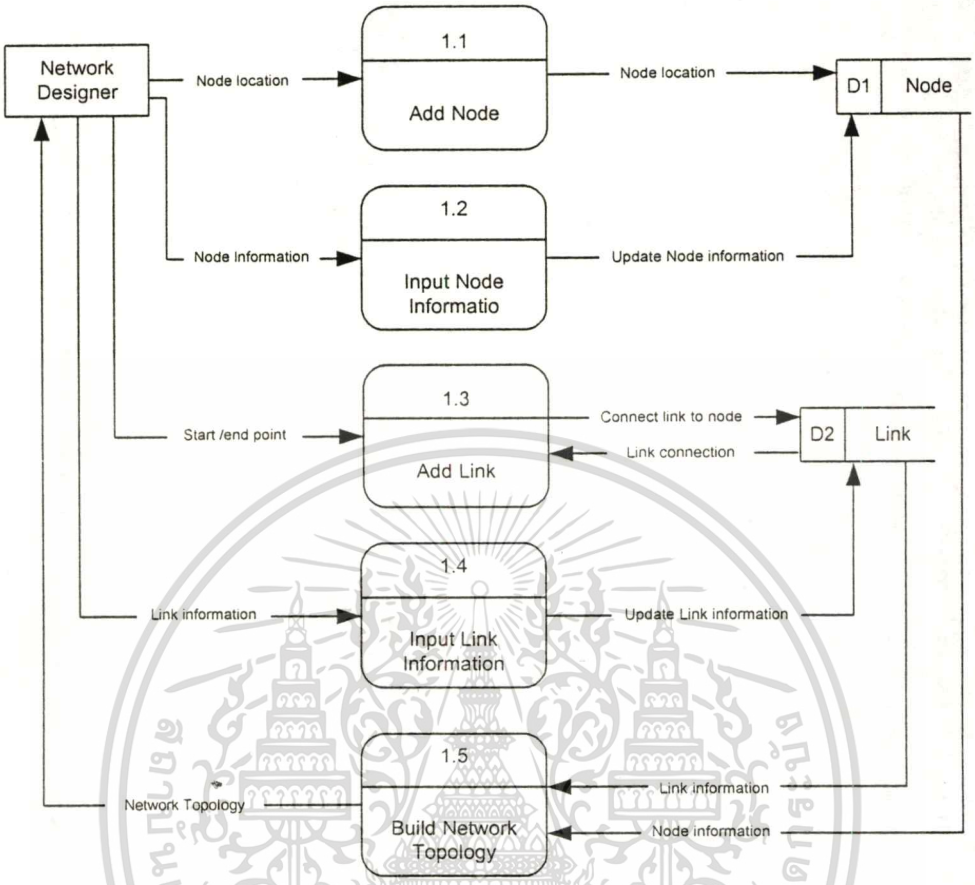
การทำงานของระบบในแต่ละขั้นตอนสามารถอธิบายโดย Data Flow Diagram ได้ดังรูปที่ 4.6-4.11 เริ่มตั้งแต่การเริ่มสร้าง node เชื่อมต่อ link ระหว่าง node ให้เกิดเป็น network การเลือกเส้นทางของวงจรที่จะใช้งาน การระบุรายละเอียดของวงจร และการแสดงรายงานในรูปแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

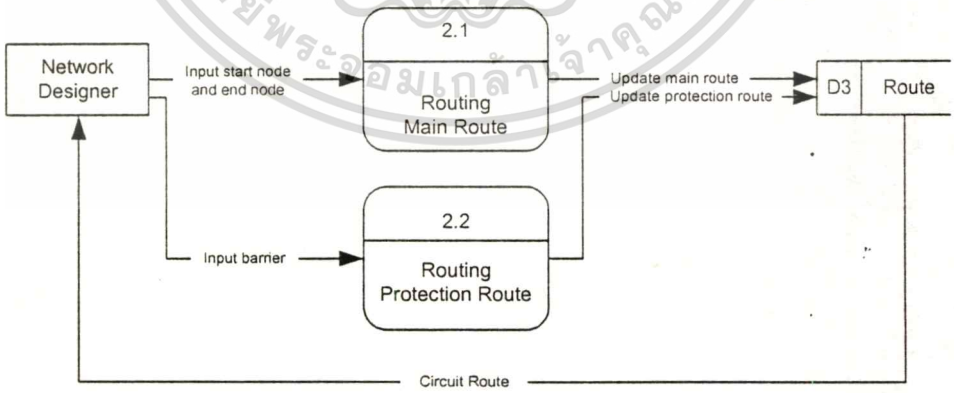


รูปที่4.6 Data Flow Diagram ของระบบสนับสนุนงานวางแผนและออกแบบเครือข่าย SDH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

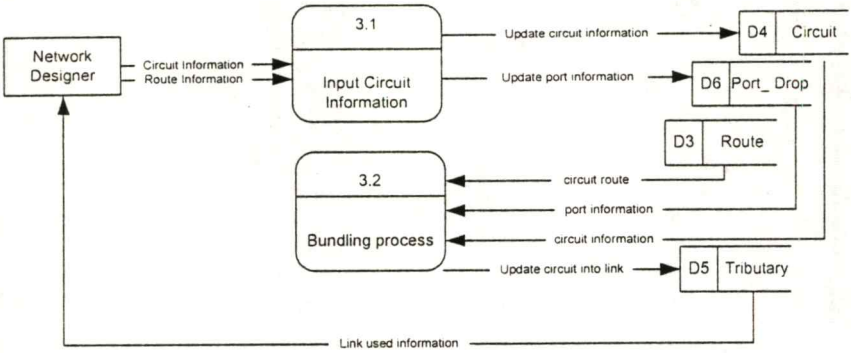


รูปที่4.7 Data Flow Diagram ในขั้นตอนการสร้าง Network Topology

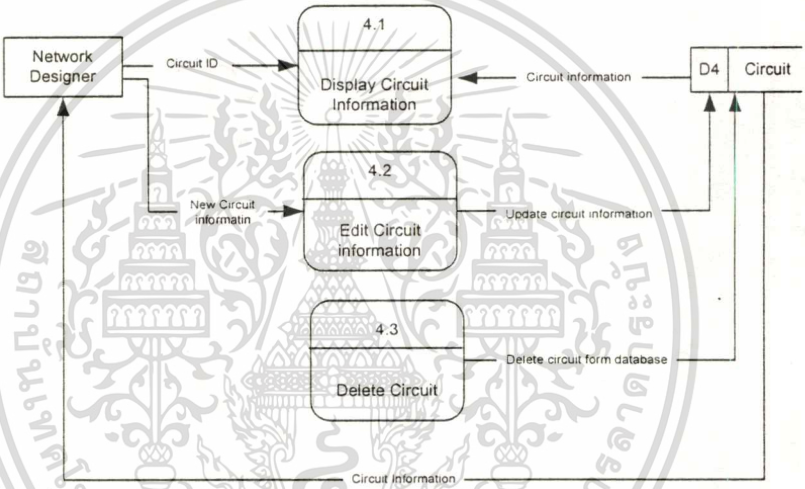


รูปที่4.8 Data Flow Diagram ในขั้นตอนการหาเส้นทางของวงจรในเครือข่าย

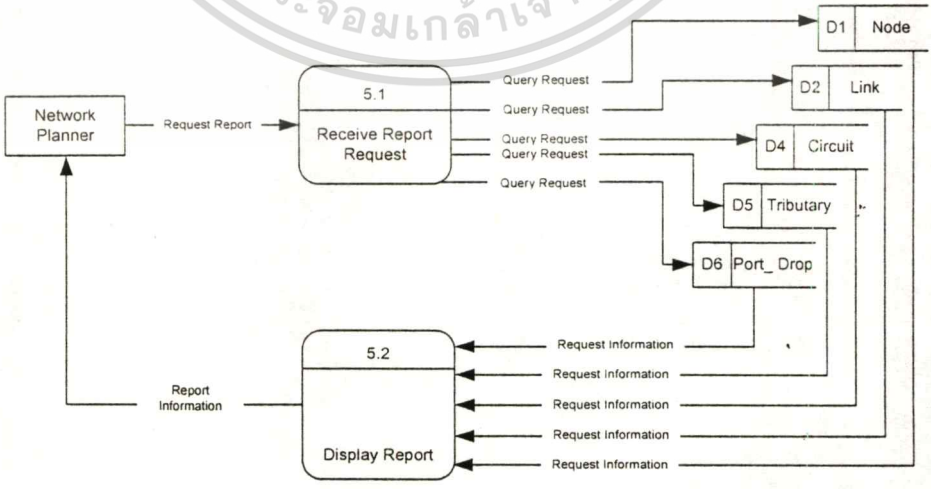
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.9 Data Flow Diagram ในขั้นตอนการระบุการใช้งานวงจรลงในเครือข่าย



รูปที่4.10 Data Flow Diagram ในขั้นตอนการแก้ไขและลบวงจรที่ใช้งานในเครือข่าย



รูปที่4.11 Data Flow Diagram ในขั้นตอนการรายงานข้อมูลของเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

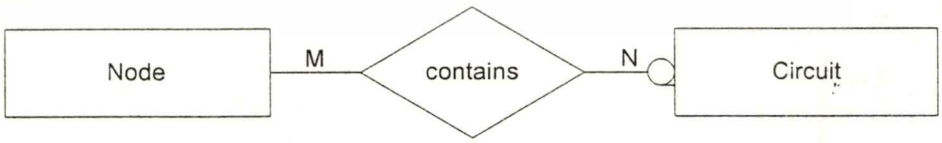
4.2 ออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่จะถูกสร้างจาก Geometric Network ของ Arcinfo ได้แก่ Node และ Link และอีกส่วนหนึ่งที่ต้องทำการสร้าง Table ขึ้นมาเอง เมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์ของ Table สามารถนำความสัมพันธ์ทั้งหมดมาแสดงในรูปแบบของ E-R Diagram ได้ดังนี้

- **ความสัมพันธ์ระหว่าง Node กับ Link** เป็นความสัมพันธ์แบบ One To Many โดย Link หนึ่ง Link ก็เชื่อมต่อเข้ากับ Node 2 node ซึ่งในส่วนนี้ทาง Arcinfo จะทำการสร้าง Table ขึ้นมาเอง แต่ผู้ใช้สามารถที่จะเพิ่ม Filed ที่ต้องการเข้าไปในตารางเองได้

รูปที่4.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง Link กับ Node SDH

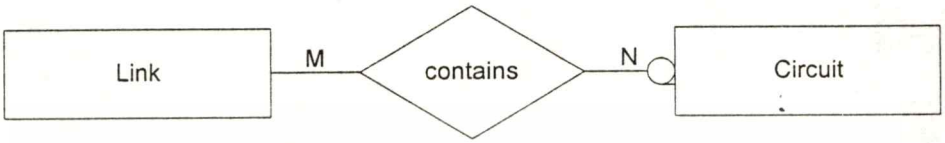
- **ความสัมพันธ์ระหว่าง Node กับ Circuit** เป็นความสัมพันธ์แบบ Many To Many โดย Node หนึ่ง Node สามารถที่จะบรรจุ Circuit ได้หลาย Circuit และ Circuit หนึ่ง Circuit ก็เชื่อมต่อเข้ากับ Node 2 node



รูปที่4.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง Node กับ Circuit

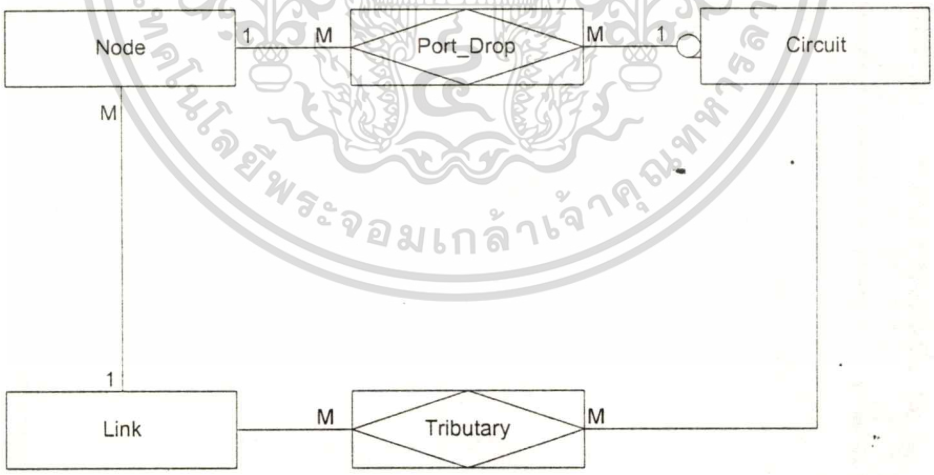
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ความสัมพันธ์ระหว่าง Link กับ Circuit** เป็นความสัมพันธ์แบบ Many To Many โดย Link หนึ่ง Link สามารถที่จะบรรจุ Circuit ได้หลาย Circuit และ Circuit หนึ่ง Circuit ก็ผ่าน Link หลาย Link



รูปที่4.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง Link กับ Circuit

เมื่อนำความสัมพันธ์ของTableทั้งหมดมาเขียนรวมกันเป็นE-RDiagramจะได้ความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.15



รูปที่4.15 E-R Diagram ของฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.2 Data Dictionary

TABLE NAME	ATTRIBUTE NAME	CONTENTS	TYPE	FORMAT	RANGE	REQUIRE	PK/FK	FK REFERENCE TABLE
LINK	OBJECTID	Link identify by Arcinfo	Long Interger			Y	FK	
	START_NODE	Node id at first end of link	Long Interger			Y	FK	NODE
	END_NODE	Node id at second end of link	Long Interger			Y	FK	NODE
	STM_LEVEL	SDH Singnal Lavel (STM-1,4,16)	Long Interger		1,4,16	Y		
	CAPACITY	Capacity in E1	Long Interger	n x 63		Y		
	MEDIA_TYPE	Type of link media (Fiber/Microwave)	TEXT(25)					
	DISTANCE	Distance of Link (km.)	Single					
NODE	OBJECTID	Node indentify by Arcinfo	Long Interger			Y	FK	
	NODE_NAME	Name of SDH Node	TEXT(25)			Y		
	NODE_TYPE	SDH Node Type	Long Interger	ADM1/4/16		Y		
	EQUIPMENT_TYPE	Equipment Model	TEXT(25)					
CIRCUIT	CIRCUIT_ID	Circuit identify	Long Interger			Y	FK	
	CIRCUIT_NAME	Name of SDH Node	TEXT(50)			Y		
	START_NODE	Source node	Long Interger			Y	FK	NODE
	END_NODE	Destination node	Long Interger			Y	FK	NODE
	START_PORT	port at source node	TEXT(10)					
	END_PORT	port at Destination node	TEXT(10)					
	SERVICE	Type of service	TEXT(25)			Y		
TRIBUTARY	CIRCUIT_ID	Circuit identify	Long Interger			Y	FK	NODE
	LINK_ID	Link identify	Long Interger			Y	FK	LINK
	VC12	No. of VC12 in SDH Link	Long Interger					
PORT_DROP	CIRCUIT_ID	Circuit identify	Long Interger			Y	FK	CIRCUIT
	NODE_ID	Node identify	Long Interger			Y	FK	NODE
	PORT	Port Drop at Node	TEXT(10)					

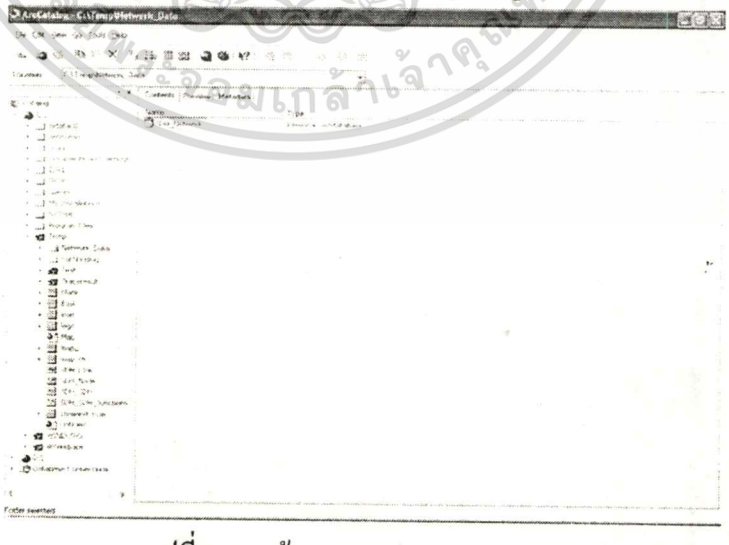
4.3 เริ่มต้นสร้างฐานข้อมูล

ขั้นตอนแรกเริ่มจากการสร้างฐานข้อมูล Geometric Network การสร้าง Geometric Network นั้นจะต้องอาศัยโปรแกรม Arccatalog ซึ่งเป็นโปรมแกรมหนึ่งใน Arcinfo ขั้นตอนในการสร้าง Netwotk Topology มีดังนี้

1. สร้าง Geodatabase เพื่อกำหนด Folder ที่เก็บข้อมูล

   เปิดโปรแกรม Arccatalog เลือก Folder ที่ต้องการเก็บข้อมูล ดังรูปที่4.16

   Click File>New>Personnal Geodatabase ใส่ชื่อ Network เป็น SDH_Network

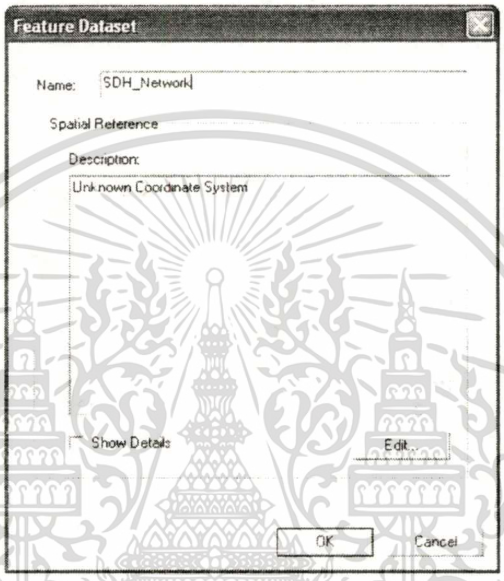


รูปที่4.16 สร้าง Geodatabase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สร้าง Feature Dataset เพื่อสร้างฐานข้อมูลของ Network

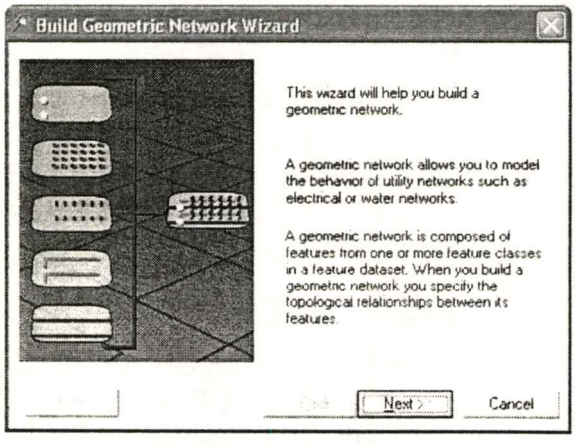
Highlight ที่ Geodatabase (SDH_Network) ที่สร้างขึ้นมา Click File > New >Feature Dataset ตั้งชื่อเป็น SDH_Network ดังรูปที่4.17



รูปที่4.17 สร้าง Feature Dataset

3. สร้าง Geometric Network ซึ่งประกอบด้วย Table ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้าง Network Database

Highlight Feature dataset Click File > New > Geometric Network จะมีหน้าจอ Wizard ดังรูปที่4.18 Click Next ไปเรื่อยๆ (ใช้ค่า default) จนกระทั่งสิ้นสุดขั้นตอน

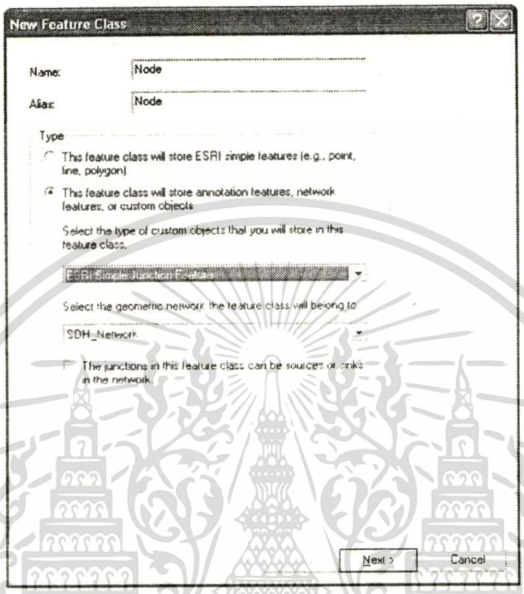


รูปที่4.18 สร้าง Geometric Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

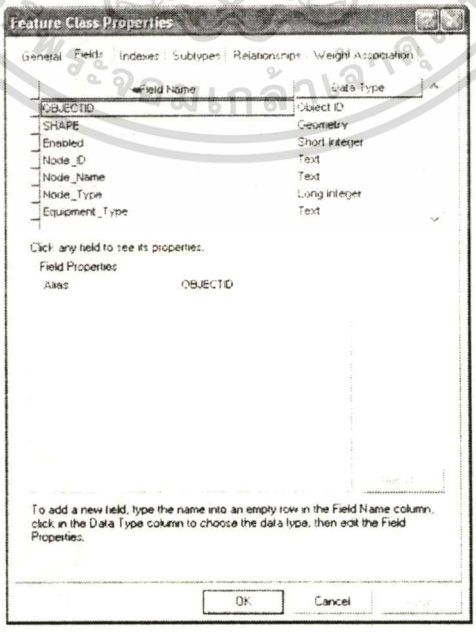
4. สร้าง Feature Class ในที่นี้คือ Tableของ Node และ Link

Click File > New >Feature Class จะได้ดังรูปที่4.19



รูปที่4.19 Node Feature Class (Table ของ Node)

ในช่อง Name ให้ใส่ เลือก Feature Class เป็น ESRI Simple Junction Feature เพื่อกำหนดชนิดของการเชื่อมต่อ Node Click Next ไปจนกระทั่งถึงหน้าจอ File Name ทำการใส่ค่า field Name ลงไปตามรูปที่4.20



รูปที่4.20 สร้าง Filed Name ของ Table Node

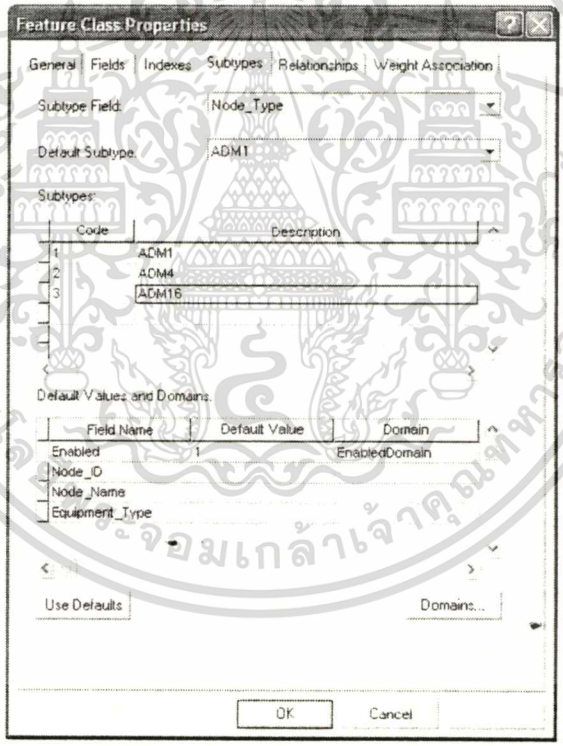
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

5. ทำการสร้าง Subtypes ของ Node

Click ขวาที่ Node feature แล้วทำการสร้าง Subtypes 3 ชนิดคือ ADM1 ADM4 และ ADM16 ซึ่งเป็น 3 ประเภทหลักของ Node SDH ดังรูปที่4.21

6. ทำการสร้าง Feature Class ของ Link

ทำตามขั้นตอนที่ 4 และ5 โดยเปลี่ยน Feature Class เป็น ESRI Simple Edge Feature และสร้าง Field Name ของ Link หลังจากนั้นให้ทำการสร้าง Subtypes ของ Link คือ STM-1 STM-4 และ STM-16 ซึ่งเป็นระดับสัญญาณของ SDH



รูปที่4.21 สร้าง Subtypes ของ Node

7. ตั้งค่า Connectivity Role ซึ่งเป็นข้อกำหนดในการเชื่อมต่อระหว่าง Node-Link

ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ใน Network จริงนั้น ย่อมมีข้อกำหนดในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เข้าหากัน ในที่นี้จะกล่าวถึงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในเครือข่ายที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน โดยข้อกำหนดในการเชื่อมต่อก็คือ การเชื่อมต่อ Link ที่มีระดับสัญญาณต่างกันเช่น STM-1 กับ STM-4 หรือ STM-1 กับ STM-16 นั้นต้องทำการเชื่อมต่อผ่าน Node ADM16 เท่านั้น ส่วนการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สัญญาณในระดับเดียวกันเช่น STM-1 กับ STM-1 หรือ STM-4 กับ STM-4 นั้น สามารถเชื่อมต่อผ่านอุปกรณ์ ADM1 และ ADM4 ได้โดยตรง ขั้นตอนในการกำหนดการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทำได้ดังนี้

7.1 ใช้โปรแกรม Arccatalog เลือก 'SDH_Network' geometric network click ขวา เลือก properties > Connectivity

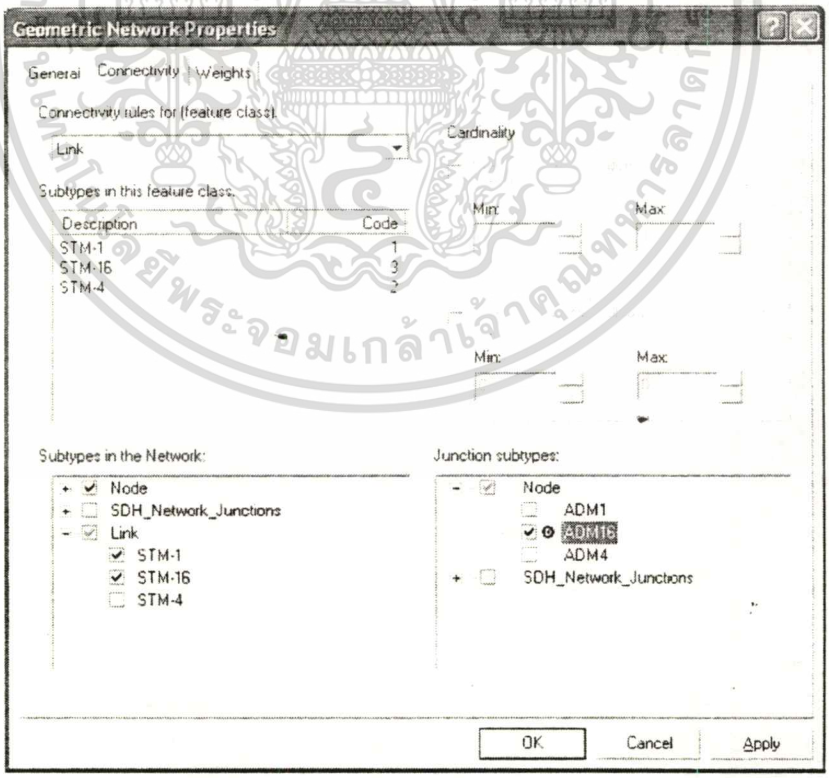
7.2 ทำการตั้งข้อกำหนดในการเชื่อมต่อในที่นี้จะตั้งข้อกำหนดในการเชื่อมต่อ STM-1 กับ STM-16 ในช่อง connectivity ให้เลือก Link

7.3 ในช่อง Subtypes feature class ให้ Highlight STM-1

7.4 ช่อง Subtypes in network ให้ทำเครื่องหมายถูกในช่อง STM-16 เพื่อเป็นการเลือกว่าเป็นการเชื่อมต่อสัญญาณระดับ STM-1 กับ STM-16

7.5 เลือกชนิดของ node ที่จะใช้ในการเชื่อม Link โดยให้ทำเครื่องหมายถูกหน้า ADM16 ในช่อง Junction subtypes ดังรูปที่4.22

7.6 ทำการกำหนดการเชื่อมต่อระดับสัญญาณที่เหลือจนครบ

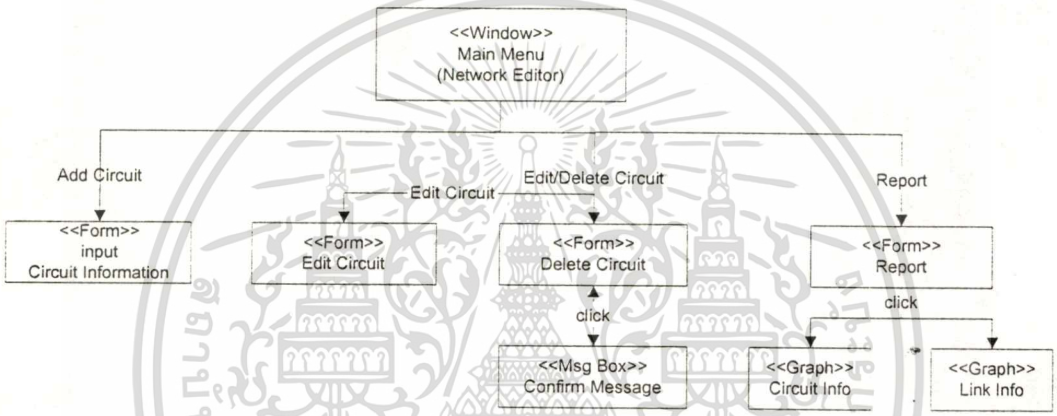


รูปที่4.22 สร้างข้อกำหนดในการเชื่อมต่อระดับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.4 ออกแบบ User Interface

User interface ที่ใช้ในโปรแกรมส่วนใหญ่ จะใช้หน้าจอหลักของ Arcinfo เพื่อใช้ในการสร้างและปรับปรุงแก้ไขโครงสร้าง Network โดยอาศัย Toolbar ของ Arcinfo เพื่อใช้ในการทำงาน ส่วนหน้าจอที่ต้องทำการสร้างเพิ่มเติมได้แก่หน้าจอที่ใช้รับ Input Edit และ Delete วงจรที่ต้องการใช้งานในเครือข่าย และหน้าจอเพื่อแสดง report แบบต่างๆ ตามที่ User ต้องการทราบ Window Navigation Diagram ของโปรแกรมแสดงได้ดังรูปที่4.23



รูปที่4.23 Window Navigation Diagram

4.5 การเขียนโปรแกรม

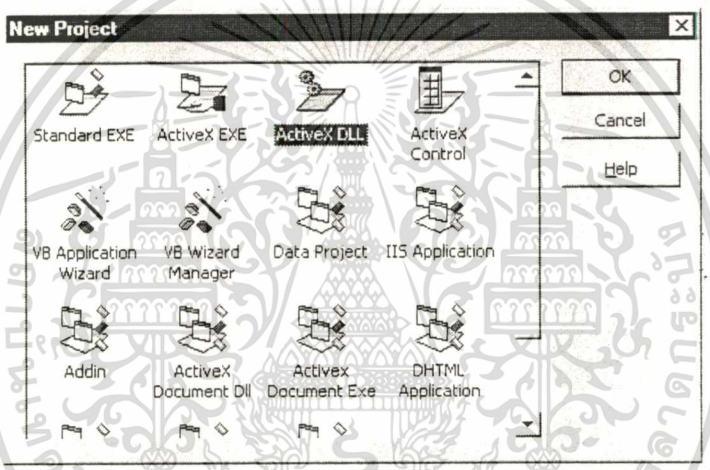
การพัฒนา Application บน Arcinfo จะมีส่วนที่ให้ผู้ใช้งานสามารถที่เรียกใช้ฟังก์ชั่น และคำสั่งต่างๆของ Arcinfo โดยคำสั่งต่างๆ เหล่านั้นจะเก็บอยู่ใน ESRI object libraries การเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานคำสั่งใน ESRI object libraries นั้นมี มีอยู่ 3 วิธีด้วยกันคือ

1. ใช้คำสั่ง COM ซึ่ง ArcObjects จะถูกสร้างขึ้นมาบนพื้นฐานของ Component Object Model(COM) ซึ่งเราสามารถที่จะสร้างคำสั่ง COM ด้วย Software ที่สนับสนุนการใช้ COM ได้หลายตัวไม่ว่าจะเป็น Visual Basic C++ J++ หรือ Delphi โดยคำสั่ง COMเหล่านั้นจะอยู่ในรูปแบบของ ActiveX DLL ชนิดของ COM ที่สามารถสร้างขึ้นมาได้ เช่น ปุ่ม และ เมนูต่างๆ Tools เช่น tool ที่ใช้ในการZoom หรือ วาดรูปสี่เหลี่ยม Tools control เช่น Combobox หรือ Edit Box เป็นต้น

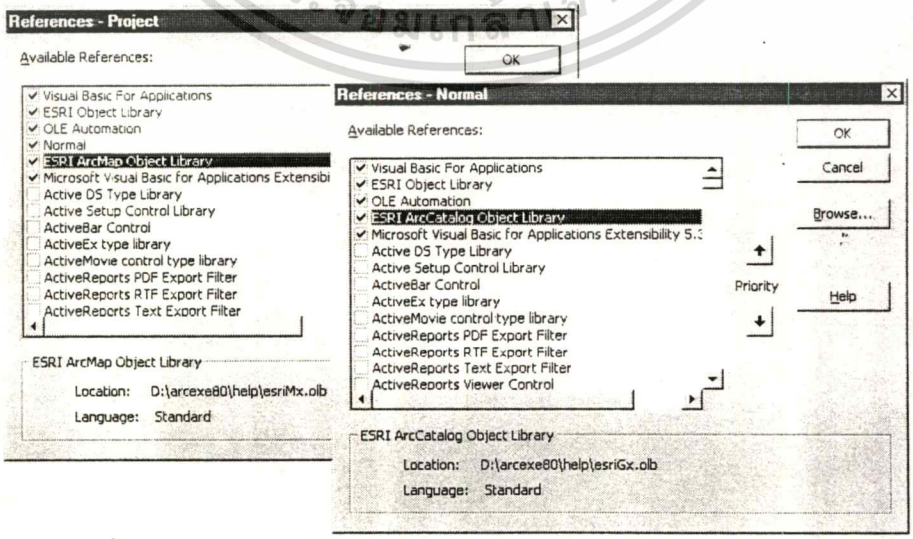
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสร้างคำสั่ง COM เราจำเป็นต้องมีการสร้าง Arcobjects interface ที่สนับสนุนคำสั่งเหล่านั้นเช่น ICommand ,ITool ,ITool Control ,ICommandSubtype และIMultiItem ตัวอย่างของการสร้างคำสั่ง COM ด้วย Visual Basic ดังรูปที่4.24 และรูปที่4.25

- Start Visual Basic เลือก New Project dialog เพื่อสร้าง ActiveX DLL Project
- ทำการ set project references โดย Add ESRI Object libraries ที่ต้องการลงใน project เพื่อให้สามารถเรียกใช้คำสั่งใน ESRI object libraries ได้
- ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้าง COM



รูปที่4.24 สร้างคำสั่ง COM โดยเลือก project dialog เป็น ActiveX DLL



รูปที่4.25 set project references เพื่อเรียกใช้คำสั่งใน ESRI object libraries

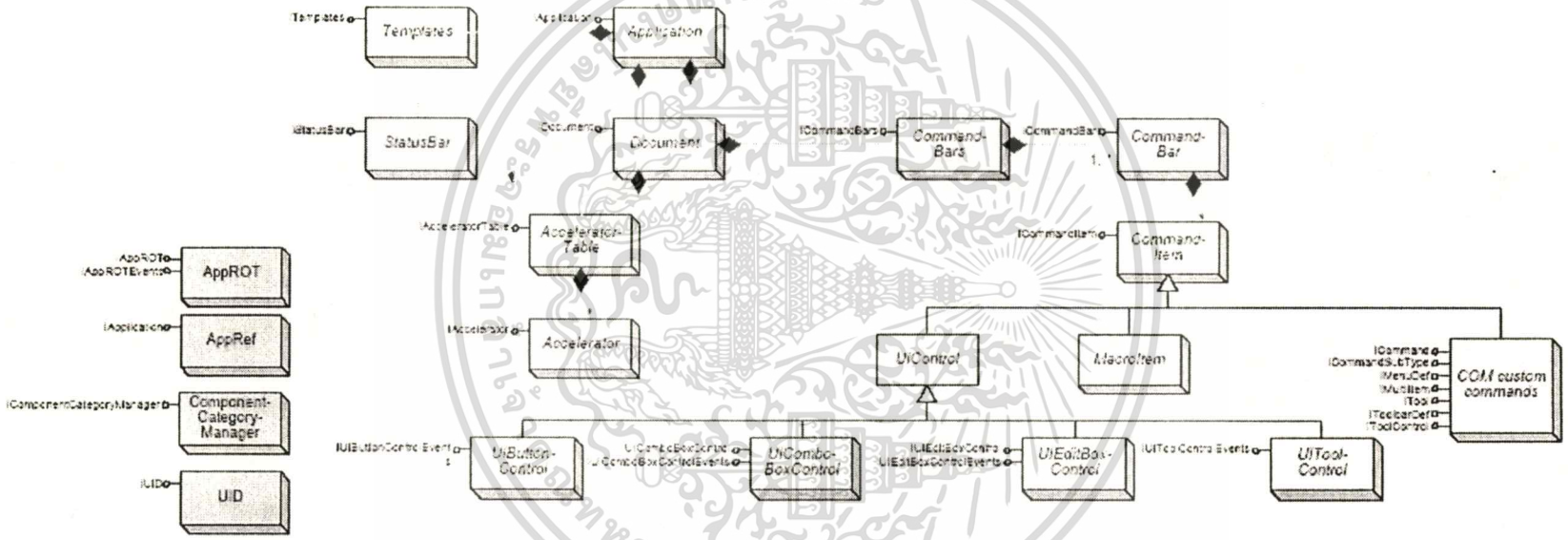
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Macro Items เป็นการเขียนโปรแกรมโดยใช้ Visual Basic Application (VBA) ซึ่งมาพร้อมกับโปรแกรม Arcinfo การเขียนโปรแกรมโดยใช้ VBA จะทำการเขียนโปรแกรมใน Visual Basic Editor หลังจากที่ทำการเขียน Macro และ compile เสร็จก็สามารถที่จะทำการลาก Macro ดังกล่าวไปไว้บน toolbar เพื่อเรียกใช้ได้เลย ข้อดีอีกประการหนึ่งของการใช้ VBA ก็คือ VBA เป็นเครื่องมือที่มาพร้อมกับ Arcinfo อยู่แล้วจึงไม่จำเป็นต้องทำการอ้าง reference เพื่อใช้คำสั่งใน ESRI object libraries ดังนั้นในการพัฒนาระบบในโครงงานนี้จะเลือกใช้ VBA ในการพัฒนาโปรแกรม หน้าจอของ VBA Editor ตามรูปที่4.26

รูปที่4.26 การพัฒนาโปรแกรมด้วยVBA Editor

3. UIControls ทำให้เราสามารถที่จะสร้าง Control ต่างๆ เช่น UIButtonControls UIToolContols UIEditboxControls และ UIComboboxControls ด้วย VBA ได้เหมือนกับการใช้ COM ในการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



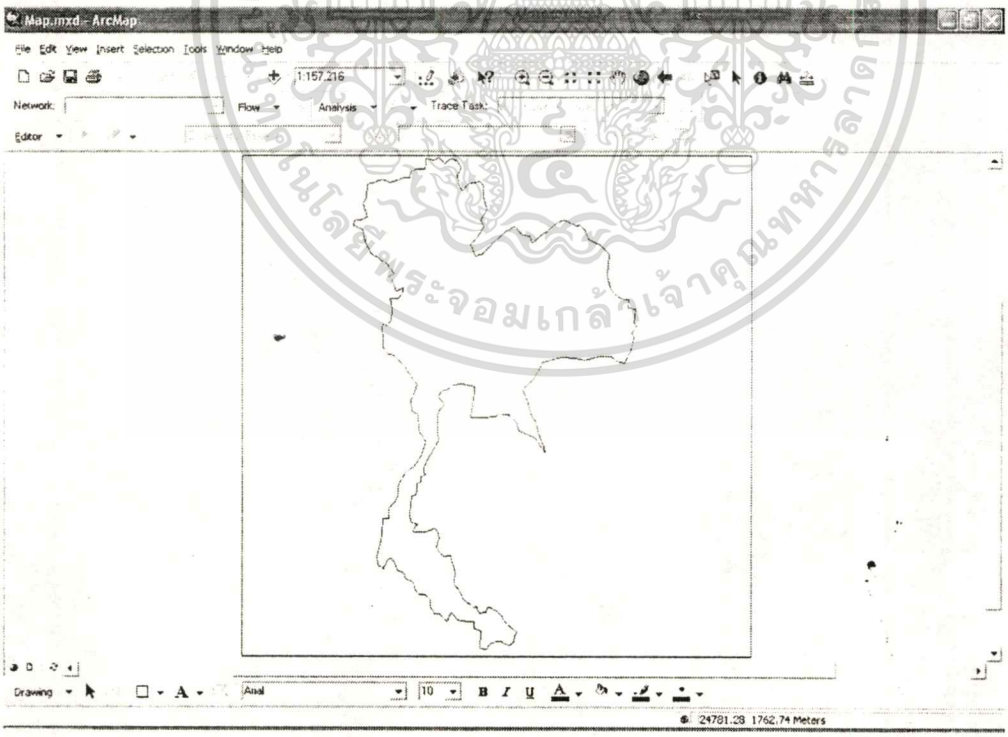
รูปที่4.27 Customization Framework Object Model สำหรับการพัฒนาโปรแกรมด้วย Arcinfo

บทที่ 5

การใช้งานโปรแกรม

5.1 เริ่มสร้าง Network

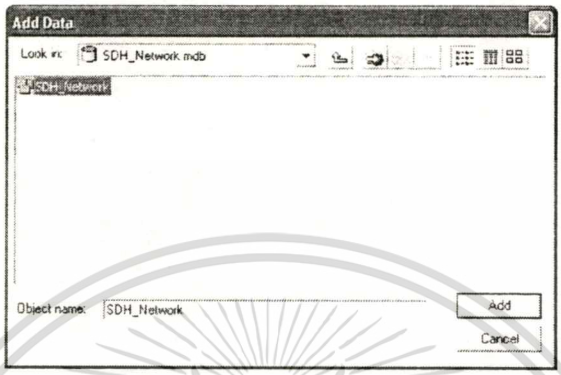
1. ขั้นตอนแรกเริ่มของการใช้งานโปรแกรมคือการเริ่มสร้างเครือข่าย เนื่องจาก Arcinfo เป็นโปรแกรมใช้งานด้าน Graphic Information System (GIS) หากว่ามีแผนที่ดิจิตอลอยู่ก็สามารถที่จะทำการ Load แผนที่ขึ้นมาเพื่อที่จะได้วางตำแหน่งของเครือข่ายได้แม่นยำยิ่งขึ้น แต่ในที่นี้เนื่องจากไม่มีแผนที่ดิจิตอลจึงใช้การวาดแผนที่ลงไปใน Arcinfo แทนหน้าจอของ Arcinfo ดังรูปที่5.1



รูปที่5.1 หน้าจอของโปรแกรม

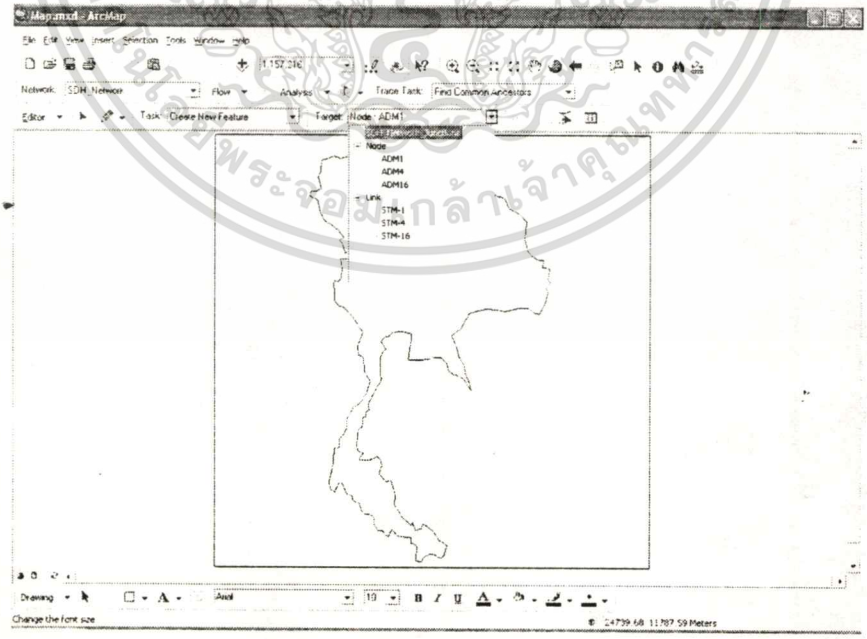
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการเรียกใช้ฐานข้อมูลโดยกดปุ่ม Add Data เลือกฐานข้อมูลที่ได้ทำการสร้างเอาไว้คือ 'SDH_Network.mdb' ดังรูป



รูปที่5.2 การเรียกใช้ฐานข้อมูลมาใช้ในโปรแกรม

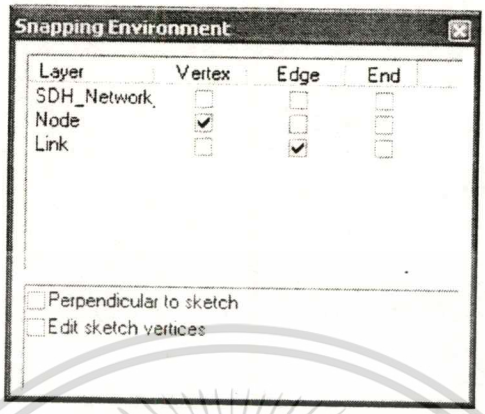
3. เริ่มต้นสร้าง Node และ Link โดย Click ที่ toolbar Editor > Start Editor จะได้หน้าจอดังรูปที่5.3 เลือกชนิดของ Node ที่ต้องการสร้าง เช่น ADM1 ADM4 หรือ ADM16 ที่ช่อง Target หลังจากเลือก Node แล้วให้ click ที่ Icon รูปดินสอแล้วทำการกำหนดตำแหน่งที่ตั้ง Node ลงในแผนที่



รูปที่5.3 เริ่มต้นสร้าง Node และ Link

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เลือก toolbar editor > snap เพื่อให้โปรแกรมจัด Link กับ Node ให้ตรงกันโดยเลือกค่าตามรูปที่5.4



รูปที่5.4 เลือกคำสั่ง Snap เพื่อให้ตำแหน่ง Node และ Link ตรงกัน

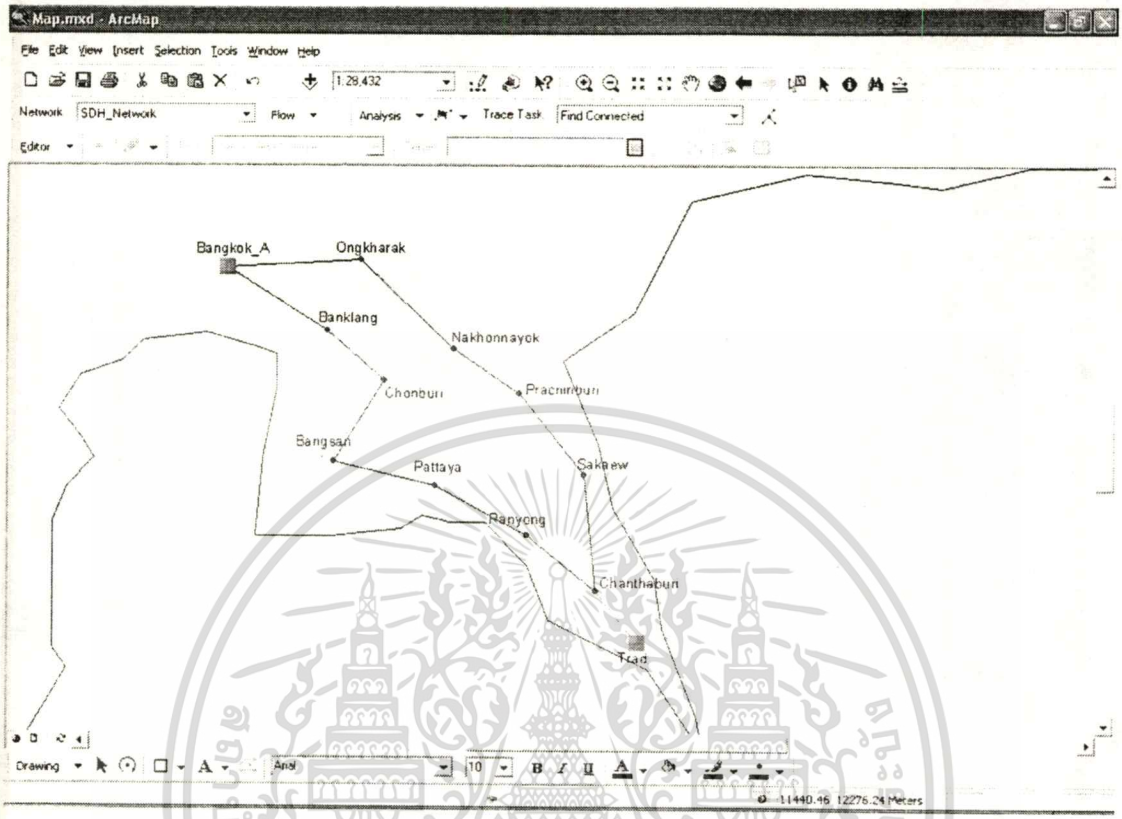
5. ทำการสร้าง Link เพื่อเชื่อมระหว่าง Node 2 Node โดยเลือกระดับของสัญญาณของ Link ที่จะเชื่อมต่อ เช่น STM-1 STM-4 หรือ STM-16 ช่อง Target โดยในการเชื่อมต่อระหว่าง Link กับ Node ต้องถูกต้องตามข้อกำหนดในการเชื่อมต่ออุปกรณ์คือ

- การเชื่อม Link STM-1 กับ STM-1 ต้องเชื่อมต่อผ่าน Node ADM1 หรือ ADM16
- การเชื่อม Link STM-1 กับ STM-4 หรือ STM-16 ต้องเชื่อมต่อผ่าน Node ADM16 เท่านั้น
- การเชื่อม Link STM-4 กับ STM-4 ต้องเชื่อมต่อผ่าน Node ADM4 หรือ ADM16
- การเชื่อม Link STM-4 กับ STM-16 ต้องเชื่อมต่อผ่าน Node ADM16 เท่านั้น
- การเชื่อม Link STM-16 กับ STM-1 ต้องเชื่อมต่อผ่าน Node ADM16 เท่านั้น

6. ทำการตรวจสอบการเชื่อมต่อ Network โดยลากกรอบสี่เหลี่ยมครอบเพื่อเลือก Node และ Link ที่ต้องการตรวจสอบ หลังจากนั้นให้เลือก toolbar Editor >Validate Selection โปรแกรมจะทำการตรวจสอบการเชื่อมต่อว่าถูกต้องตามข้อกำหนดหรือไม่

7. สร้างโครงสร้างของ Network ที่เหลือจนเสร็จ ใส่รายละเอียดของ Node และ Link โดย Clink ปุ่ม Attribute เลือก Node หรือ Link ที่ต้องการลงข้อมูล แล้วใส่รายละเอียดลงในฟอร์มที่ปรากฏ Network ที่สร้างเสร็จแล้วดังรูปที่5.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่5.5 แสดงNetwork หลังจากสร้างเสร็จแล้ว

5.2 การเพิ่มวงจรที่ใช้งานใน Network

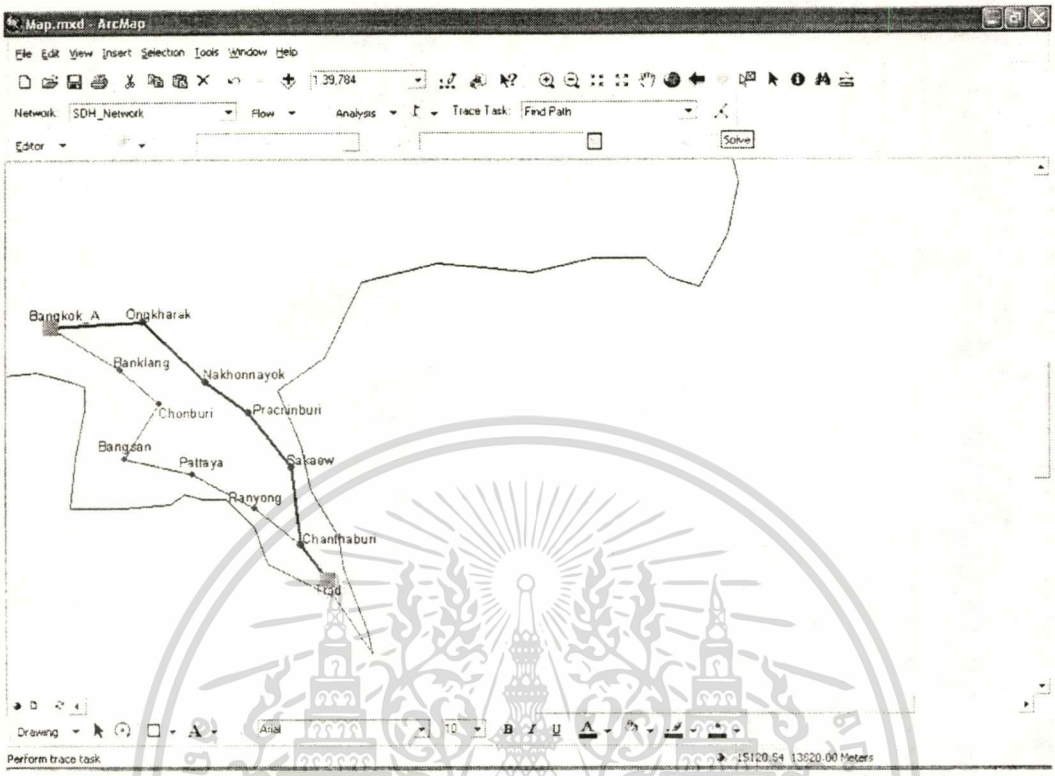
หลังจากที่ได้ทำการสร้างโครงสร้าง Network เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็มาถึงขั้นตอนการลงข้อมูลวงจรที่ใช้งานในเครือข่ายโดยขั้นตอนในการเพิ่มข้อมูลวงจรมีดังนี้

1. ทำการกำหนดต้นทาง-ปลายทางของวงจรโดย Clink ที่ปุ่ม จาก Toolbar Network เลือก Node ต้นทางและปลายทาง

2. หาเส้นทางของวงจรที่ต้องการใช้งานว่าต้องผ่าน Node และ Link ใดบ้างในเครือข่าย โดยปกติการกำหนดเส้นทางของวงจรใน Network SDH นั้นจะเป็นแบบ Ring Protection คือจะมีเส้นทางหลัก (Main Route) และเส้นทางสำรอง(Protection Route) ซึ่งวงจรจะเปลี่ยนมาใช้เส้นทางสำรองเมื่อเส้นทางหลักมีปัญหาไม่สามารถใช้งานได้

- การหาเส้นทางหลักทำได้โดยเลือก Find Path ที่ Toolbar Trace Task แล้ว Click ปุ่ม Solve โปรแกรมจะทำการหาเส้นทางจาก Node ต้นทาง-ปลายทาง ดังรูปที่5.6 ทำการ Save เส้นทางหลักโดยเลือก Menu Route > Save Main Route

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

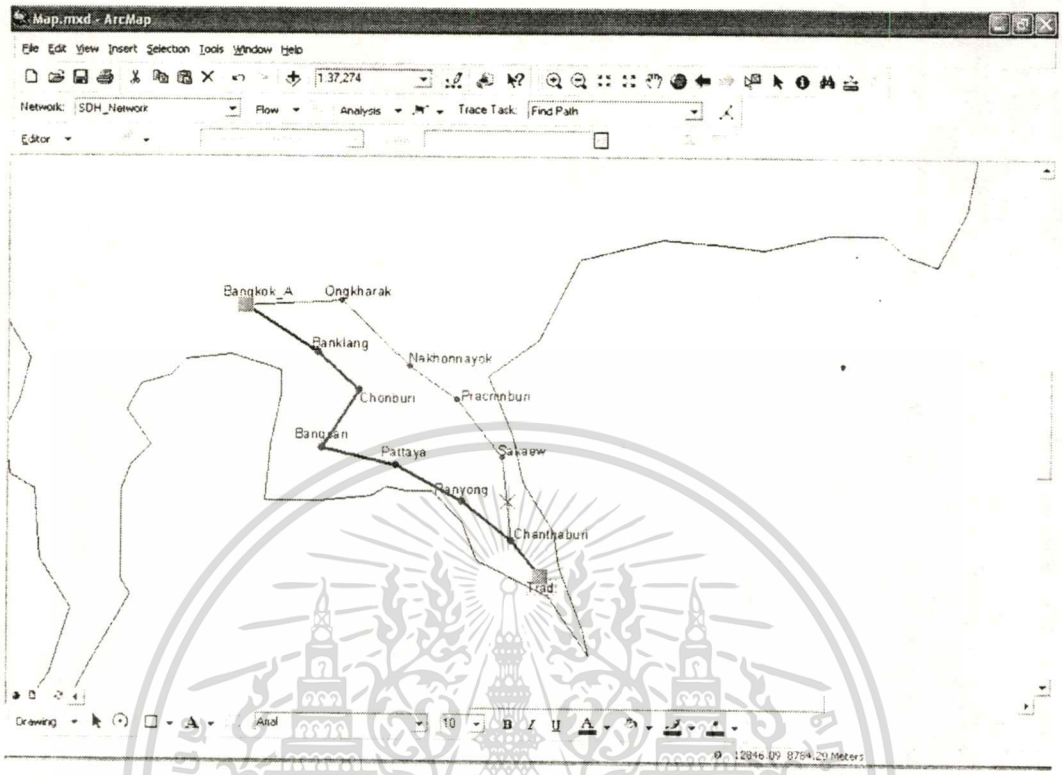


รูปที่5.6 ขั้นตอนการหาเส้นทางหลักของวงจร

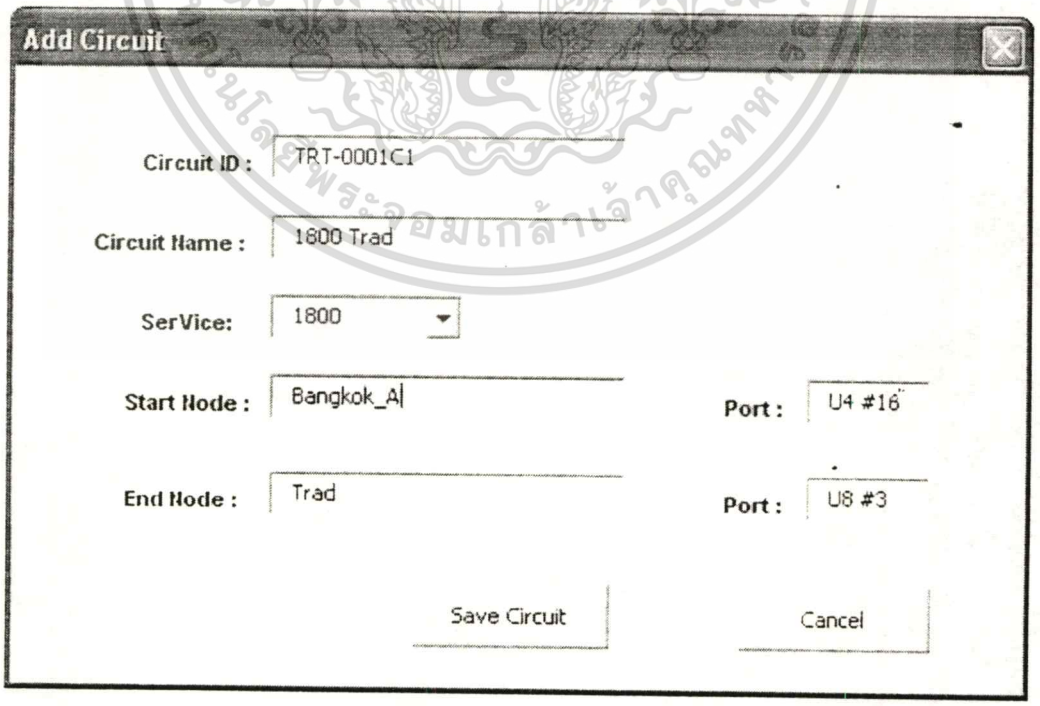
- ขั้นตอนในการหาเส้นทางสำรองทำได้โดยการ Block ไม่วงจรผ่านในเส้นทางหลัก โดยหเลือก Link ในเส้นทางหลักที่อยู่ใกล้ Node ต้นทาง หรือ Node ปลายทางมากที่สุด .เส้นทางที่ไม่ใช่เส้นทางหลักเชื่อมต่ออยู่ ให้ทำการ Block เส้นทางหลักนั้นโด Clink ปุ่ม แล้วทำเครื่องหมาย X ที่เส้นทางหลักที่ต้องการ Block แล้ว Click ปุ่ม Solve เพื่อหาเส้นทางสำรองจะได้ดังรูปที่5.7 ทำการ Save เส้นทางสำรองโดยเลือก Menu Route >Save Protection Route

3. ระบุรายละเอียดของวงจรโดยเลือก Menu Circuit > Add Circuit ให้กรอกข้อมูลของวงจรลงในฟอร์ม แล้วกดปุ่ม Save เพื่อบันทึกข้อมูลวงจรลงฐานข้อมูลดังรูปที่5.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่5.7 การหาเส้นทางสำรอง



รูปที่5.8 ฟอร์มระบุรายละเอียดของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การแก้ไขและลบวงจร

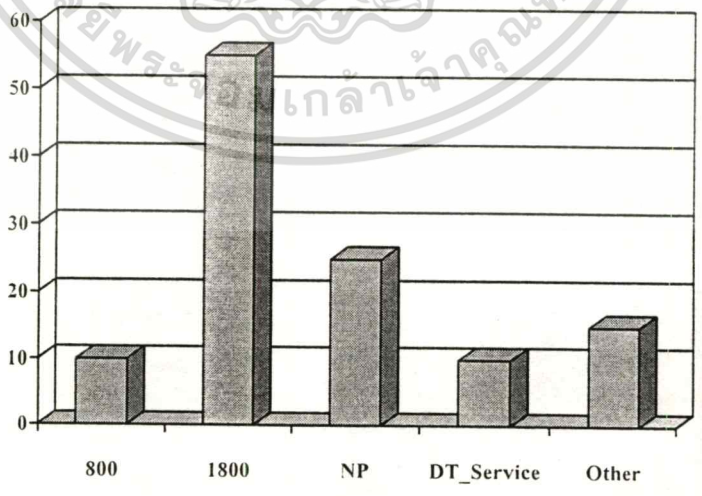
ในส่วนของการแก้ไขและลบวงจรนั้นทำได้โดยเลือก Menu Circuit>Edit/Delete Circuitจะปรกฏหน้าจอให้ผู้ใช้งานระบุ Circuit ID แล้วโปรแกรมจะทำการค้นหาวงจรที่ต้องการขึ้นมาเพื่อให้ทำการแก้ไข หรือหากต้องการลบวงจรซึ่งไม่ได้ใช้งานแล้วทิ้งไปก็ทำได้โดยการกดปุ่ม Delete Circuit

5.4 การสร้างรายงาน

การสร้างรายงานเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของระบบ ที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการวางแผนและออกแบบเครือข่ายต้องการทราบข้อมูลเพื่อการตัดสินใจในการขยายหรือปรับปรุงเครือข่ายรูปแบบของรายงานที่ระบบจะทำการสร้างขึ้นมามีดังนี้

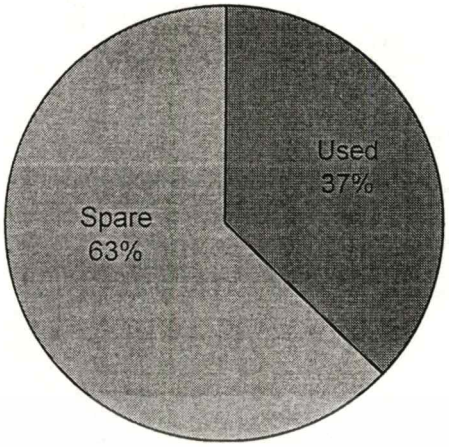
1. รายงานจำนวนวงจรที่ใช้งานทั้งหมดในเครือข่าย แยกตามประเภทของการใช้งาน เช่น 1800 ,800 ,NP ,DT_Service และวงจรประเภทอื่นๆ ว่าวงจรแต่ละประเภทมีการใช้งานอยู่อย่างละเท่าไรโดยอาจแสดงในรูปแบบของกราฟดังรูปที่5.9

2. รายงานจำนวนวงจรใช้งานและวงจรที่เหลืออยู่ในแต่ละ Link ว่าใน Link แต่ละ Link มีการใช้งานวงจรไปแล้วเท่าใด และยังเหลือวงจรให้ใช้งานได้อีกเท่าใด เพื่อจะได้สามารถวางแผนการขยายเครือข่ายได้ทันเวลานำเสนอในรูปแบบของกราฟวงกลมดังรูปที่5.10



รูปที่5.9 กราฟสรุปจำนวนวงจรที่ใช้งานในเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่5.10 กราฟแสดงวงจรที่ใช้งาน และวงจรที่เหลืออยู่ใน link ที่ต้องการทราบข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปการดำเนินการในการพัฒนาระบบ

วัตถุประสงค์หลักของการพัฒนาระบบสนับสนุนงานวางแผนและออกแบบเครือข่าย SDH ขึ้นมาก็เพื่อต้องการสร้างเครื่องมือขึ้นมาช่วยในการบริหาร และจัดการเครือข่ายให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ให้ทันกับความต้องการใช้งานเครือข่ายที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นบริการรูปแบบใหม่ๆของโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือการให้บริการวงจรเช่าที่นับวันลูกค้าก็ต้องการใช้งานวงจรที่มีความเร็วสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งแนวทางที่ใช้ในการพัฒนาระบบขึ้นมานั้นจะใช้ข้อมูลจากระบบงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน และปัญหาที่พบ ไม่ว่าจะเป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบของตาราง Excel ซึ่งมีข้อดีตรงที่มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูงแต่ก็มีข้อเสียในเรื่องการค้นหาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลของเครือข่ายที่ทำได้ยาก หรืออาจได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ในขณะที่ข้อมูลเครือข่ายที่ถูกต้องที่สุดคือข้อมูลจากระบบจัดการเครือข่าย (Network Management System.NMS) นั้นก็ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อใช้ในการวางแผนเครือข่ายได้เนื่องจาก NMS นั้นออกแบบมาเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในเครือข่ายให้ทำงานได้ปกติเท่านั้น ส่วนวิธีการซื้อโปรแกรมด้านการวางแผน และออกแบบเครือข่ายมาใช้งานนั้น ก็ต้องใช้งบประมาณสูงเนื่องจากเป็นโปรแกรมเฉพาะด้านมีการใช้งานน้อยทำให้โปรแกรมเหล่านี้มีราคาแพง

ดังนั้นการสร้างเครื่องมือขึ้นมาช่วยการทำงานจึงนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผู้ปฏิบัติงานด้านการวางแผน และออกแบบเครือข่าย เพื่อจะได้วางแผนได้อย่างถูกต้อง และลดการลงทุนที่ไม่จำเป็นในการขยายเครือข่าย อีกทั้งการใช้งานด้วยไฟล์ Excel อย่างเดิมคงไม่สามารถรองรับการใช้งานเครือข่ายในอนาคตที่นับวันก็จะยิ่งมีความซับซ้อนมากขึ้นเรื่อยๆ ได้ ส่วนสาเหตุที่เลือกใช้โปรแกรม Arcinfo ในการพัฒนาระบบ เนื่องจากปัจจุบันในบริษัทหน่วยงานด้าน RF Planning ได้มีการใช้ Arcinfo ซึ่งเป็นโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการวางแผนด้าน Coverage ของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่อยู่แล้ว ดังนั้นถ้าสามารถนำ Network Model ที่มีอยู่ใน Arcinfo มาใช้งานด้าน Transmission ด้วยแล้วก็จะเป็นการใช้งาฐานข้อมูลร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกทางหนึ่ง

โดยสรุปการดำเนินการในการพัฒนาระบบสนับสนุนงานวางแผน และออกแบบเครือข่าย SDH นั้น ก็เพื่อต้องการสร้างต้นแบบของเครื่องมือช่วยในการวางแผนเครือข่าย ซึ่งจะเป็นแนวทางที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือขึ้นมาใช้งานอย่างเต็มรูปแบบต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในขั้นตอนการดำเนินการพัฒนาระบบนั้นก็พบปัญหาหลายประการ ปัญหาหลักๆ ที่พบคือ ผู้พัฒนาเองก็ยังไม่มีความคุ้นเคยในการใช้งานโปรแกรม Arcinfo มาก่อน เพียงแต่พบว่าโปรแกรมมี Module Network ที่น่าจะนำมาใช้พัฒนาเครื่องมือช่วยงานได้ จึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบขึ้นมา ทำให้ในช่วงเริ่มของการพัฒนาระบบทำได้ช้าเพราะต้องทำการศึกษาไปด้วย พร้อมๆกับการพัฒนาระบบ โดยเฉพาะขั้นตอนการเขียนโปรแกรมนั้นเนื่องจากตัวแปรและฟังก์ชั่นต่างๆ ที่ใช้งานเป็นแบบเฉพาะ ทำให้ต้องทำการหาข้อมูลในการใช้งานฟังก์ชั่นต่างๆ จากเอกสารใน Internet เพราะ Arcinfo เป็นโปรแกรมเฉพาะด้านจึงไม่ค่อยมีคู่มือขาย จึงต้องใช้เวลาตรงส่วนนี้ไปค่อนข้างมาก

ในส่วนของการนำไปใช้งานนั้นเนื่องจากระบบที่พัฒนาขึ้นมาเป็นเพียงแค่ต้นแบบของการพัฒนาเครื่องมือขึ้นมาช่วยงาน จึงต้องมีการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม ความต้องการใช้งานต่างๆ จากผู้ใช้งานหลายๆท่านก่อนจึงจะใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ได้ และที่สำคัญก็คือหากต้องการนำข้อมูลจากโปรแกรมมาใช้วิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องได้นั้น ต้องทำการลงข้อมูลวงจรเดิมที่ใช้งานอยู่ในเครือข่ายปัจจุบันให้ครับถ้วนก่อนซึ่งขั้นตอนนี้ต้องใช้เวลานาน และต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ร่วมงานหลายท่านในการลงข้อมูล ข้อเสนอแนะในการใช้งานระบบใหม่คือต้องทำอย่างค่อยเป็นค่อยไปใช้งานกับวงจรใหม่ก่อน แล้วทยอยลงข้อมูลเก่าจาก file excel ลงในระบบใหม่จนกระทั่งครบสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

พงษ์ศักดิ์ สุสัมพันธ์ไพบูลย์. 2543. **เรื่องน่ารู้เครือข่ายโทรคมนาคม.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

สัลยุทธ์ สว่างวรรณ. 2542. **เครือข่ายคอมพวเตอร์.** กรุงเทพฯ: เพียร์สันเอ็ดดูเคชั่นอินโดไชน่า

ESRI. 2004. **Developing with ArcObjects and COM.** [Online]. Avaiable: http://arcobjectsonline.esri.com

ESRI Canada .2004. **How to Define a Simple Stream Network in a Geodatabase.** [Online]. Avaible: http://www.esricanada.com/english/support/get_tech/arcgis /Geodatabase_network.asp

ESRI Canada. 2004. **How to Perform a Network Trace over a Geometric Network in a Geodatabase.** [Online]. Avaible: http://www.esricanada.com/english/support/get_tech/arcgis/Gdb_network_trace.asp

ESRI Canada.2004. **Setting Connectivity Rules in a Geodatabase.** [Online]. Avaible: http://www.esricanada.com/english/support/get_tech/arcgis/connectivity.asp

Hector Olmos.2004.**Creating a network with ArcInfo.** [Online]. Avaible: http://ceprofs.tamu.edu/folivera/TxAgGIS/Spring2003/Olmos/olmos_files/olmos.pdf

Nicholas Matzke and Sarah Battersby. 2004. **LAB5:Network Analysis.** [Online]. Avaible: http://science.oregonstate.edu/~knochej/geo580/lab5/lab5.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	ราชภัฏ แสงฉัตรแก้ว
เกิดเมื่อ	วันที่ 5 ธันวาคม 2517
การศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า(สื่อสาร) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ.2539
การทำงาน	
ปัจจุบัน	ผู้เชี่ยวชาญ 1 ฝ่าย Transmission Design & Planning บมจ.โทเทิ่ลแอ็คเซ็สคอมมูนิเคชั่น
2540-2544	วิศวกร ฝ่ายติดตั้งและซ่อมบำรุง บริษัทยูไนเต็ดอินฟอร์เมชั่นไฮเวย์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า