โปรแกรมเครื่องมือสำหรับกำหนดค่าเร้าเตอร MPLS

SOFTWARE TOOL FOR MPLS ROUTER CONFIGURATION

ขวัญชนก สกุลเจริญพร

KWANCHANOK SKULJARERNPON

ไทยคม ศรีประทุม

THAICOM SRIPRATHUM

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมเครื่องมือสำหรับกำหนดค่าเราเตอร์ MPLS

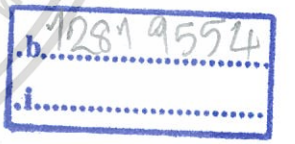
SOFTWARE TOOL FOR MPLS ROUTER CONFIGURATION

ขวัญชนก สกุลเจริญพร

KWANCHANOK SKULJARERNPON

ไทยคม ศรีประทุม

THAICOM SRIPRATHUM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

SOFTWARE TOOL FOR MPLS ROUTER CONFIGURATION

KWANCHANOK SKULJARERNPON

THAICOM SRIPRATHUM

THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2015

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	โปรแกรมเครื่องมือสำหรับกำหนดค่าเราเตอร์ MPLS
Thesis Title	Software Tool for MPLS Router Configuration
ชื่อนักศึกษา	นางสาวขวัญชนก สกุลเจริญพร
	นายไทยคม ศรีประทุม
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา	2558

(.....)

ผศ.มยุรี เลิศเวชกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	โปรแกรมเครื่องมือสำหรับกำหนดค่าเราเตอร์ MPLS
Thesis Title	SOFTWARE TOOL FOR MPLS ROUTER CONFIGURATION
ชื่อนักศึกษา	นางสาวขวัญชนก สกุลเจริญพร รหัสนักศึกษา 55010113
	นายไทยคม ศรีประทุม รหัสนักศึกษา 55010469
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.มยุรี เลิศเวชกุล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดค่าเครือข่าย MPLS เทคโนโลยี MPLS นั้นถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ระบบเครือข่ายสามารถให้บริการแบบ QoS ได้ แต่เนื่องจากการใช้คำสั่งต่างๆ เพื่อกำหนดค่าการทำงานอาจจะไม่เป็นที่คุ้นเคยของผู้ดูแลระบบเครือข่าย ทำให้การดูแลระบบเครือข่าย MPLS เป็นไปได้ยาก ดังนั้นโครงงานนี้จึงนำเสนอการพัฒนาโปรแกรมเครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดค่าการทำงานสำหรับระบบเครือข่าย MPLS ที่สามารถเข้าใจได้ง่ายด้วยส่วนติดต่อผู้ใช้แบบกราฟิก (GUI) โดยโปรแกรมดังกล่าวสามารถใช้ตั้งค่าเราเตอร์ MPLS ผ่านทางระบบเครือข่ายท้องถิ่นหรือระบบอินเตอร์เน็ตได้

Thesis Title	SOFTWARE TOOL FOR MPLS ROUTER CONFIGURATION			
Student	Miss Kwanchanok	Skuljarernpon	Student ID.	55010113
	Mr. Thaicom	Sriprathum	Student ID.	55010469
Degree	Bachelor of Engineering			
Program	Information Engineering			
Academic Year	2015			
Thesis Advisor	Asst.Prof. Mayuree Lertwatechakul			

ABSTRACT

The Project is to develop a configuration tool for MPLS network. Since MPLS is an enhanced technology that provides QoS for network connection, its configuration commands may not be familiar to many network administrator and difficult to work with. In order to overcome the mentioned problem, we have developed network configuration software tool with easy-to-understand graphic user interface. The program could be used to configure MPLS router remotely through local area network or the Internet.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จได้ลุล่วงด้วยดี โดยความเมตตาและความอนุเคราะห์จาก ผศ. มยุรี เลิศเวชกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ และชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหาต่างๆ ในโครงงานตลอดมา

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดาที่คอยให้กำลังใจ ห่วงใย ตลอดจนการสนับสนุนในทุกๆ ด้านแก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ เพื่อน, พี่ ในภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศทุกคนที่คอยช่วยเหลือในทุกๆ เรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ สถานศึกษาที่เป็นจุดเริ่มต้นของการย่างก้าวสู่ความเป็นวิศวกรด้านสารสนเทศของข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สถานศึกษาที่เป็นที่ประสิทธิ์ประสานแห่งวิชาความรู้ทั้งมวล ทุกศาสตร์ ทุกแขนง ที่ทำให้ความฝันที่ตั้งใจไว้กลายเป็นจริง

ขวัญชนก สกุลเจริญพร

ไทยคม ศรีประทุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญรูป.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....2

1.3 การประยุกต์ใช้งาน.....2

1.4 ขอบเขตของโครงงาน.....2

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.6 อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ใช้ในโครงงาน.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้.....4

2.1 บทนำ.....4

2.2 ประวัติของเครือข่ายเอ็มพีแอลเอส.....4

2.3 องค์ประกอบของเครือข่ายเอ็มพีแอลเอส.....5

2.4 กลไกการทำงานของเครือข่ายเอ็มพีแอลเอส.....5

2.5 MPLS Header.....9

2.6 โหมดของการกำหนดค่าการทำงานของอุปกรณ์เราเตอร์ของซิสโก้.....9

2.7 การทำงานของซอฟต์แวร์ Cisco IOS.....11

2.8 โครงสร้างและการสั่งงานของอุปกรณ์เครือข่ายซิสโก้.....12

2.9 Secure Shell คืออะไร.....13

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.10 SSH History....13
2.11 Encryption....14
2.12 หลักการทำงาน SSH....15
2.13 ข้อดีของ SSH....15
2.14 โปรแกรมเครื่องลูกข่ายบนระบบปฏิบัติการวินโดว์....16
2.15 แนวคิดการสั่งงานอุปกรณ์เครือข่าย....17

บทที่ 3 การออกแบบระบบ....27
3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบ....27
3.2 การออกแบบหน้าตาโปรแกรม....27

บทที่ 4 ผลการทดลอง....38
4.1 การเชื่อมต่อโปรแกรมไปยังอุปกรณ์เราเตอร์....38
4.2 การแสดงค่าของอุปกรณ์เราเตอร์ในโปรแกรม....39
4.3 การส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานของโปรแกรมไปยังอุปกรณ์เราเตอร์....42

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน....45
5.1 สรุปผลการทำงานของโครงงาน....45
5.2 แนวทางการพัฒนาโครงงาน....45

บรรณานุกรม....46
ภาคผนวก ก Poster....49

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

2.1 รูปแบบการเข้ารหัสข้อมูลเปรียบเทียบระหว่าง SSH1 กับ SSH2 14

2.2 รูปแบบการเข้ารหัสในการระบุตัวตนเปรียบเทียบระหว่าง SSH1 กับ SSH2.....14

2.3 รายละเอียดคำสั่งการตั้งค่าการใช้งานเอ็มพีแอลเอส.....18

2.4 รายละเอียดคำสั่งการเพิ่ม Attributes ให้กับ LSP Attribute List.....21

2.5 รายละเอียดคำสั่งการลบ Attributes ออกจาก LSP Attribute List.....22

2.6 รายละเอียดคำสั่งการปรับปรุงค่า Attributes ต่างๆ ใน LSP Attribute List.....23

2.7 รายละเอียดคำสั่งการสร้างความสัมพันธ์ Attributes ต่างๆ ใน LSP Attribute List ให้กับตัวเลือกเส้นทางสำหรับ TE Tunnel.....24

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 องค์ประกอบของเครือข่ายเอ็มพีแอลเอส 5

2.2 การส่งต่อข้อมูลจากเครือข่าย A ไปยังเครือข่าย B 6

2.3 Local Binding และ Remote Binding 7

2.4 MPLS Header 9

2.5 โปรแกรม Hyper Terminal ของระบบปฏิบัติการ Windows 12

2.6 แสดงการเทลเน็ตไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์สามารถถูกขโมยข้อมูลได้ง่าย 16

2.7 แสดงการเทลเน็ตไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์โดยรหัสจะถูกเข้ารหัสไว้ 16

2.8 Interface Putty เมื่อเข้าโปรแกรม 17

2.9 หน้าจอแสดงผลของโปรแกรม Putty 17

3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบ 27

3.2 Home 27

3.3 SSH Configure 28

3.4 Connect a router via Serial-port 28

3.5 SSH Login 28

3.6 Connect a router via Serial-port 29

3.7 Home (SSH) 29

3.8 Interfaces 29

3.9 MPLS Configure 30

3.10 Help 30

3.11 MPLS interfaces 31

3.12 LSP Attributes 32

3.13 Help 32

3.14 List LSP Attribute 33

3.15 Configure LSP Attributes 34

3.16 ManageLSP 34

3.17 Adding Attribute to an LSP Attribute List 35

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.18 Deleting an Attribute from an LSP Attribute List....35

3.19 Modifying an Attribute in an LSP Attribute List....36

3.20 Associating an LSP Attribute List with a Path Option for a TE Tunnel....36

3.21 Show Interface Tunnel....37

4.1 ส่วนการเชื่อมต่อเราเตอร์ด้วยพอร์ต Serial....38

4.2 Com Port....38

4.3 สถานะ Connected....38

4.4 ไม่สามารถกด Next ได้....39

4.5 สถานะ Connected....39

4.6 รายละเอียดอินเตอร์เฟสของอุปกรณ์เราเตอร์....40

4.7 รายละเอียดอินเตอร์เฟสที่เปิดการใช้งานเอ็มพีแอลเอสของอุปกรณ์เราเตอร์....40

4.8 รายละเอียดของ LSP Attribute ที่มีในอุปกรณ์เราเตอร์....41

4.9 รายละเอียดรายการ MPLS Traffic Engineering Tunnel ที่สร้างขึ้น....41

4.10 ข้อความ "All data send to router"....42

4.11 ข้อความ "All data send to router"....42

4.12 ข้อความ "All data send to router"....43

4.13 ข้อความ "Added"....43

4.14 ข้อความ "Deleted"....44

4.15 ข้อความ "Modified"....44

4.16 ข้อความ "Success"....44

ก.1 Poster....57

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในยุคเริ่มต้นของการสร้างระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น (Local Area Network: LAN) มีวัตถุประสงค์หลักคือ การใช้ทรัพยากรร่วมกัน ซึ่งโทโปโลยี (topology) หลักที่ใช้คือ แบบดาว (star) ที่จะใช้อุปกรณ์ตัวกลางที่เรียกว่า ฮับ (hub) และต่อมาได้พัฒนาเป็นสวิตช์ (switch) หลักการทำงานของสวิตช์คือ ในสวิตช์จะมีการเรียนรู้ว่าแต่ละพอร์ต (port) ของสวิตช์ต่อกับอุปกรณ์ที่มีหมายเลข MAC Address อะไร ต่อจากนั้นจะทำการเก็บบันทึกลงในฐานข้อมูลของตัวสวิตช์ หรือที่เรียกว่า Mac Address Table เมื่อสวิตช์ได้รับเฟรมข้อมูลเข้ามาสวิตช์จะทำการพิจารณาว่า เฟรมข้อมูลที่รับมานั้นจะต้องส่งต่อไปยังพอร์ตไหน สวิตช์จะทำการอ่านส่วนหัว (header) ของเฟรมข้อมูลที่รับมาเพื่อดูหมายเลข MAC Address ของอุปกรณ์ปลายทาง ต่อจากนั้นจะทำการเปรียบเทียบกับตาราง MAC Address ว่า หมายเลข Mac Address นั้นอยู่ที่พอร์ตไหนของสวิตช์ หลังจากนั้นจึงทำการส่งเฟรมข้อมูลนั้นๆ ไปยังปลายทางในแต่ละเครือข่าย การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครือข่ายมีความจำเป็นมาก ซึ่งจะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าเราเตอร์ (router) ในการรับส่งข้อมูลผ่านเราเตอร์นั้นจะใช้หมายเลข IP Address ของอุปกรณ์ทางด้านต้นทางและปลายทาง ซึ่งในตัวเราเตอร์จะมีฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลว่าเราเตอร์รู้จักกับเครือข่ายไหนบ้างเรียกฐานข้อมูลนั้นว่าตารางเส้นทาง (Routing Table) โดยการได้มาซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะใช้โปรโตคอล Routing ไปค้นหาแลกเปลี่ยนข้อมูลจากเครือข่ายต่างๆ มาเก็บลงในตารางเส้นทาง เมื่อเราเตอร์ได้รับหมายเลข IP Address เราเตอร์จะทำหน้าที่หาเส้นทางที่ดีที่สุดในการส่งต่อแพ็กเก็ต (packet) นั้นๆ ไปยังปลายทางโดยใช้ Routing Algorithm ในการหาเส้นทางที่ดีที่สุด

จากข้างต้นจะเห็นว่าการติดต่อสื่อสารในเครือข่ายมีความซับซ้อน ในปัจจุบันมีการให้บริการสื่อสารชนิดหนึ่งที่สามารถทำให้กระบวนการดังกล่าวเป็นเรื่องง่ายมีความรวดเร็ว นั่นคือการใช้บริการการสื่อสารในระบบเครือข่ายด้วยเอ็มพีแอลเอส (Multiprotocol Label Switching :MPLS) เอ็มพีแอลเอสเป็นเครือข่ายโทรคมนาคมประสิทธิภาพสูงจะทำการส่งข้อมูลจากโหนดหนึ่งไปยังโหนดต่อไปโดยใช้ป้าย (label) บอกเส้นทางก่อนทำการส่งข้อมูล เอ็มพีแอลเอสสามารถจัดการแบนด์วิดธ์ และมีการให้บริการแบบมีคุณภาพ

การเปลี่ยนรูปแบบการสื่อสารจากปกติมาใช้การสื่อสารแบบเอ็มพีแอลเอสต้องอาศัยความเข้าใจ ซึ่งอาจจะเป็นปัญหาแก่ผู้ดูแลระบบเครือข่ายที่ยังไม่คุ้นเคยในการตั้งค่าอุปกรณ์เครือข่ายเอ็มพีแอลเอส

ในปัจจุบันอุปกรณ์เราเตอร์ในสถานศึกษา ส่วนใหญ่ต้องคีย์คำสั่งแบบบรรทัดคำสั่ง (Command Line Interface : CLI) ลงไปตามความต้องการเพื่อสั่งงานให้เราเตอร์ทำงาน และด้วยสาเหตุนี้เองจึงทำให้เกิดปัญหาและอุปสรรคของผู้ใช้งานมิใช่น้อย โครงงานนี้จะช่วยแก้ปัญหาด้วยการสร้างโปรแกรมขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน นอกจากนี้ยังเพิ่มความปลอดภัยให้กับการรับส่งข้อมูลด้วยการใช้โปรโตคอล Secure Shell (SSH)

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 สร้าง Graphical User Interface (GUI) สำหรับการตั้งค่าอุปกรณ์เราเตอร์ให้เป็นการสื่อสารด้วยเทคโนโลยีเอ็มพีแอลเอส

1.2.2 สร้างความปลอดภัยให้กับกำหนดค่าการทำงานอุปกรณ์เครือข่ายผ่านโปรแกรมในเครือข่ายด้วยโปรโตคอล SSH

1.3 การประยุกต์ใช้งาน

1.3.1 เพื่อให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้งานที่ต้องการใช้งานการสื่อสารเครือข่ายด้วยเอ็มพีแอลเอส

1.3.2 สร้างความมั่นใจให้ผู้ใช้งานว่าขั้นตอนการตั้งค่าอุปกรณ์เครือข่ายมีการปลอดภัย

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 สามารถกำหนดค่าการทำงานอุปกรณ์เครือข่ายผ่านโปรแกรมเพื่อตั้งค่าการทำงานของ Internet Protocol และ MPLS Protocol ได้

1.4.2 สามารถแสดงข้อมูลอินเตอร์เฟสของเราเตอร์ได้

1.4.3 สามารถแสดงข้อมูลอินเตอร์เฟสของเอ็มพีแอลเอสในเราเตอร์ได้

1.4.4 สามารถสร้างความปลอดภัยให้กับการรับส่งข้อมูลได้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เครือข่ายสามารถใช้งานได้จริง มีความถูกต้อง

1.5.2 มีความรู้ความเข้าใจในการสื่อสารเครือข่ายด้วยเอ็มพีแอลเอส

1.5.3 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ในการกำหนดค่าการทำงานอุปกรณ์เครือข่ายเพื่อตั้งค่าการทำงานของ Internet Protocol และ MPLS Protocol ได้

1.6 อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ใช้ในโครงงาน

1.6.1 ซอฟต์แวร์

- โปรแกรม GNS3 รุ่น 1.3.11 ใช้ในการออกแบบเครือข่ายและตั้งค่าต่างๆ
- โปรแกรม Putty ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เราเตอร์
- โปรแกรม Visual Studio รุ่น 2013 ใช้ในการสร้าง GUI

1.6.2 ฮาร์ดแวร์

- อุปกรณ์เราเตอร์ซิสโก้รุ่น 3925 ใช้ในการทดสอบ GUI ของโครงงาน

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

2.1 บทนำ

MPLS ย่อมาจาก Multiprotocol Label Switching เป็นกลไกในเครือข่ายโทรคมนาคมประสิทธิภาพสูงที่ส่งข้อมูลจากโหนดหนึ่งไปยังโหนดต่อไปโดยใช้ป้าย (label) บอกเส้นทางสั้นๆ แทนการใช้เน็ตเวิร์คแอดเดรส เพื่อหลีกเลี่ยงการค้นหาที่ซับซ้อนในตารางเส้นทาง ซึ่งป้ายจะระบุจุดเชื่อมต่อหรือเส้นทางเสมือนระหว่างโหนด

เอ็มพีแอลเอสเป็นโปรโตคอลที่สามารถปรับขนาดแบนด์วิดท์ได้ ทำงานระหว่างชั้นที่ 2 (data link layer) และชั้นที่ 3 (network layer) เรียกว่าโปรโตคอล "ชั้นที่ 2.5" ออกแบบมาเพื่อให้บริการข้อมูลแบบครบวงจรสำหรับทั้ง circuit-based clients และ packet-switching clients

การสื่อสารหรือการส่งข้อมูลนั้นหากมีการระบุตัวตน (authentication) และ มีการเข้ารหัส (encryption) ข้อมูลขณะมีการเชื่อมต่อจะทำให้การเชื่อมต่อนั้นมีความน่าเชื่อถือ และปลอดภัยมากยิ่งขึ้นเป็นหลักการทำงานของ SSH ย่อมาจาก Secure Shell และอุปกรณ์เราเตอร์ที่นำมาทำการทดสอบนั้น เป็นอุปกรณ์เครือข่ายซิสโก้รุ่น 3925 ซึ่งก่อนการพัฒนาโปรแกรมเครื่องมือสำหรับตั้งค่าอุปกรณ์เครือข่ายจำเป็นต้องรู้และเข้าใจโครงสร้างและการสั่งงานของอุปกรณ์เครือข่าย

ฉะนั้นในโครงงานนี้จึงพิจารณาการสื่อสารเครือข่ายเอ็มพีแอลเอส โปรโตคอลเอสเอสเอช อุปกรณ์เครือข่ายซิสโก้ ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

2.2 ประวัติของเครือข่ายเอ็มพีแอลเอส

ในปี ค.ศ.1996 กลุ่มหนึ่งในเครือข่าย Ipsilon เสนอ "Flow management protocol" ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยี "IP Switching" ที่สามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพมากกว่าเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบ ATM แต่ไม่ประสบความสำเร็จ ระบบซิสโก้นำเสนอ "Tag Switching" ซึ่งเป็นกรรมสิทธิ์ของซิสโก้และได้เปลี่ยนชื่อเป็น Label Switching ซึ่งถูกส่งไปยังคณะทำงานเฉพาะกิจด้านวิศวกรรมอินเทอร์เน็ต (Internet Engineering Task Force :IETF) เพื่อรับรองมาตรฐาน

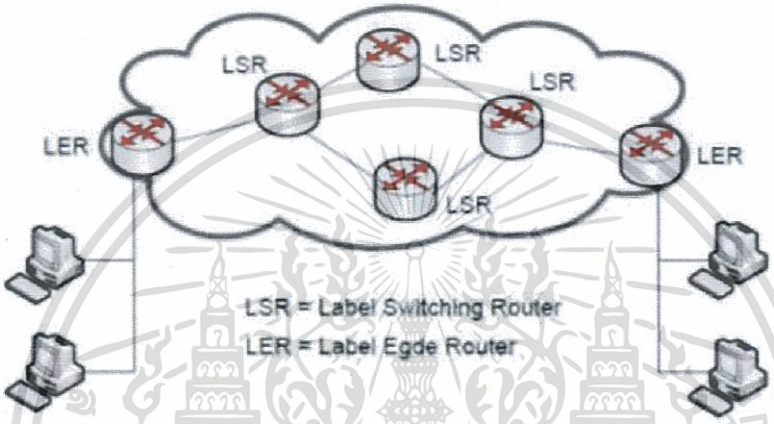
2.3 องค์ประกอบของเครือข่ายเอ็มพีแอลเอส

องค์ประกอบของเครือข่ายเอ็มพีแอลเอส ประกอบไปด้วย

2.3.1 อุปกรณ์ภายนอกขอบเครือข่าย (Label Edge Router :LER)

2.3.2 อุปกรณ์ภายในเครือข่าย (Label Switching Router :LSR)

ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของเครือข่ายเอ็มพีแอลเอส

(อ้างอิงโดย journal.it.kmitl.ac.th/getFile.php?articleId=5237b8d41698b8ba7f000000)

2.4 กลไกการทำงานของเครือข่ายเอ็มพีแอลเอส

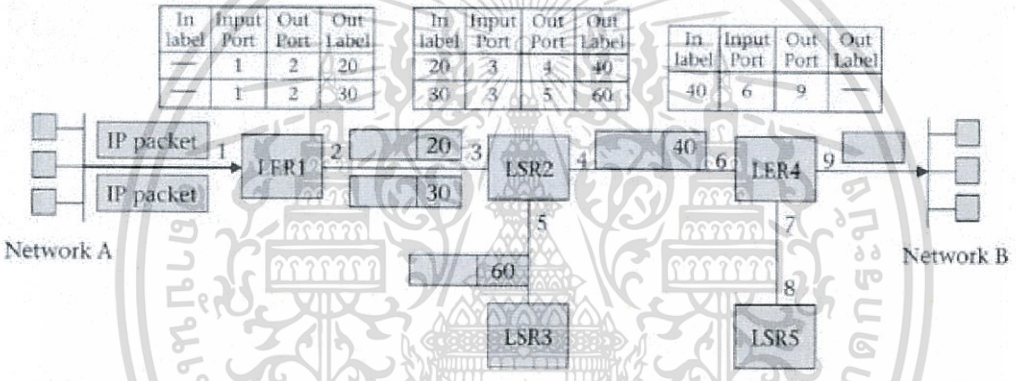
กลไกการทำงานของเครือข่ายเอ็มพีแอลเอสจะทำการกำหนดเส้นทางเชื่อมต่อจาก LER ที่ขาเข้าไปยัง LER ขาออกของเครือข่ายโดยผ่าน LSR ต่างๆ การทำงานจะเป็นในลักษณะอุโมงค์ทิศทางเดียวเรียกว่าเส้นทาง Label Switched Path (LSP) เมื่อแพ็กเก็ตที่ไม่มีป้ายกำกับเข้ามาในเราเตอร์ สิ่งแรกที่เราเตอร์จะทำคือกำหนดคลาสสมมูลของการส่งข้อมูล (Forwarding equivalence class :FEC) ของแพ็กเก็ตว่าควรอยู่ในระดับไหน ซึ่ง LER ขาเข้าจะพิจารณาจำแนกแพ็กเก็ตและกำหนดคลาสให้กับแพ็กเก็ตว่าอยู่ใน FEC ใด และแพ็กเก็ตจะต้องถูกส่งไปยัง LER ขาออกที่มี FEC เดียวกัน

กลไกการทำงานของเอ็มพีแอลเอสแบ่งได้เป็นสองส่วนได้แก่

2.4.1 การทำงานในการส่งต่อข้อมูล (Forwarding Plane)

เป็นกระบวนการส่งต่อแพ็คเก็ตที่ผ่าน LSR ต่างๆ ตามเส้นทางที่ได้กำหนดไว้ก่อนแล้ว ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลจากข้อมูลป้ายบนส่วนหัวของแพ็กเก็ตเอ็มพีแอลเอสนั้นๆ และข้อมูลในตารางการส่งข้อมูล (Forwarding Table) หรือเรียกว่า Label Forwarding Information Base (LFIB) เก็บไว้ที่ LSR แต่ละตัว

เมื่อ LSR ได้รับแพ็กเก็ตมาจะพิจารณาป้ายบนแพ็กเก็จเปรียบเทียบกับป้ายขาเข้าใน LFIB เพื่อหาป้ายขาออกตามข้อมูลใน LFIB ที่จะใช้ในการส่งต่อแพ็กเก็ตไปยัง LSR ตัวถัดไป จนกระทั่งแพ็กเก็ตเดินทางไปถึง LER ขาออกของเครือข่ายดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การส่งต่อข้อมูลจากเครือข่าย A ไปยังเครือข่าย B

(อ้างอิงโดย journal.it.kmitl.ac.th/getFile.php?articleId=5237b8d41698b8ba7f000000)

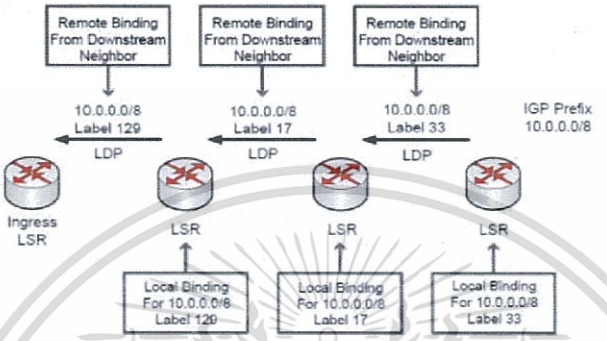
2.4.2 การทำงานในการควบคุม (Control Plane)

การทำงานของเอ็มพีแอลเอสในส่วนของการควบคุมเป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนข้อมูลการควบคุม เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดเส้นทาง และข้อมูลเกี่ยวกับป้ายต่างๆ เพื่อทำการสร้างเส้นทางและองค์ประกอบต่างๆ ที่จำเป็นที่ใช้ในการทำงานในการส่งต่อข้อมูล กระบวนการการทำงานในการควบคุมจะต้องเสร็จสิ้นก่อนที่การทำงานในการส่งต่อข้อมูลจะเริ่มต้นขึ้น กระบวนการต่างๆ ในการทำงานในการควบคุมของเอ็มพีแอลเอสประกอบด้วย

2.4.2.1 การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างป้ายและ FEC หรือเรียกว่า Label Binding

- Local Binding คือการที่ LSR เลือกป้ายให้กับ FEC ต่างๆ

- Remote Binding คือการที่ LSR ได้รับข้อมูล label binding จาก LSR อื่นๆ



รูปที่ 2.3 Local Binding และ Remote Binding

(อ้างอิงโดย journal.it.kmitl.ac.th/getFile.php?articleId=5237b8d41698b8ba7f000000)

LSR แต่ละตัวจะเก็บข้อมูลทั้ง Local และ Remote Binding เหล่านี้ไว้ในตารางข้อมูล (Label Information Base :LIB) ดังรูปที่ 2.3

2.4.2.2 การกระจาย Label Binding ระหว่าง LSR ต่างๆ

เรียกกระบวนการนี้ว่า Label Distribution ซึ่งคือการส่งข้อมูล Label Binding ระหว่าง LSR ต่างๆ ในเครือข่ายเอ็มพีแอลเอส แนวทางในการกระจายข้อมูลมี 2 วิธี ดังนี้

- ส่งข้อมูลป้ายไปกับ Routing Protocol ที่มีอยู่แล้ว

วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้กันอยู่คือการใช้ Border Gateway Protocol (BGP) เพื่อส่งข้อมูลป้ายไปพร้อมๆ กับข้อมูลการจัดเส้นทางมักใช้ในกรณีที่ต้องการสร้างเส้นทาง LSR ข้ามขอบเขตของ Autonomous System หรือกรณีที่ต้องการทำ Traffic Engineering

- ออกแบบโปรโตคอลขึ้นมาใหม่สำหรับใช้ในการส่งข้อมูลป้ายโดยเฉพาะเรียกว่า Label Distribution Protocol (LDP)

โปรโตคอล LDP จะทำแค่เพียงส่งข้อมูลป้ายเท่านั้นไม่มีหน้าที่เกี่ยวกับการจัดการเส้นทางจึงต้องอาศัยโปรโตคอลการจัดการเส้นทางแบบ Interior Gateway Protocol (IGP) แนวทางการใช้ LDP ในการส่งข้อมูลป้ายนี้มักจะใช้ในกรณีทั่วไปที่ไม่ได้มีการข้ามขอบเขตของ Autonomous System และไม่ได้ต้องการทำ Traffic Engineering

2.4.2.3 การสร้างตาราง Label Forwarding Information Base (LFIB) และเส้นทาง Label Switched Path (LSP)

เมื่อ LSR แต่ละตัวเก็บข้อมูล label binding ทั้งหมด จากนั้น LSR แต่ละตัวจะสร้างตาราง Label Forwarding Information Base (LFIB) ขึ้นซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลป้ายขาเข้า และป้ายขาออกสำหรับ FEC ต่างๆ ข้อมูลป้ายขาเข้าจะเป็นข้อมูล Local binding ของ LSR ตัวนั้นๆ ในขณะที่ป้ายขาออกจะเป็นข้อมูลที่เลือกมาจาก Remote Binding ทั้งหมดที่เป็นไปได้จากตาราง LIB โดยจะเลือกที่เหมาะสมเพียงอันเดียว หลักเกณฑ์ที่ใช้การเลือกนั้นจะพิจารณาจากข้อมูลระยะทางที่สั้นที่สุดใน Routing Table เมื่อ LSR ทุกตัวสร้างตาราง LFIB เสร็จเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลป้ายขาเข้าและข้อมูลป้ายขาออกใน LFIB ของแต่ละ LSR ที่อ้างอิงต่อเนื่องกันจะเป็นการกำหนดเส้นทาง Label Switched Path (LSP) โดยการสร้าง LSP แบ่งได้ 2 วิธี

- การสร้าง LSP แบบอิสระ (Independent LSP Control)

LSR แต่ละตัวจะทำการ local binding อย่างอิสระจาก LSR ตัวอื่นๆ โดย LSR แต่ละตัวจะสร้าง local binding สำหรับ FEC หนึ่งๆ ทันทีที่พบจาก routing table ว่ามี FEC นั้นๆ อยู่

- การสร้าง LSP โดยได้รับคำสั่ง (Ordered LSP Control)

LSR แต่ละตัวจะทำการ local binding เมื่อพบว่าตนเองเป็น LSR ขาออกสำหรับ FEC นั้นๆ หรือในกรณีที่ LSR นั้นได้รับ label binding ของ FEC นั้นมาจาก LSR ตัวถัดไป

2.5 MPLS Header

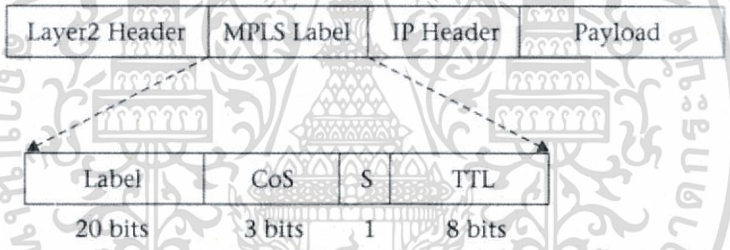
MPLS Header มีขนาด 32 บิต ดังรูปที่ 2.4 ประกอบไปด้วย

2.5.1 ป้าย (label) มีขนาด 20 บิต

2.5.2 CoS (Class of Service) มีขนาด 3 บิต เป็นบิตสำหรับควบคุมการจราจรในการ QoS (Quality of service) ระบุลำดับความสำคัญที่ใช้ในการทดลองและการประกาศความหนาแน่นของระบบเครือข่าย (Explicit Congestion Notification :ECN)

2.5.3 Bottom of Stack หรือ S-Bit มีขนาด 1 บิต ใช้สำหรับบอกว่าเป็นป้ายสุดท้ายของสแตกหรือไม่

2.5.4 Time-to-Live (TTL) มีขนาด 8 บิต ใช้เพื่อไม่ให้เกิดการส่งต่อแบบวนลูปและสามารถใช้สำหรับการติดตามเส้นทาง ค่าของ TTL จะลดลงทีละหนึ่งในแต่ละ Hop แพ็กเก็ตจะถูกทิ้งไปเมื่อ TTL = 0



รูปที่ 2.4 MPLS Header

(อ้างอิงโดย journal.it.kmitl.ac.th/getFile.php?articleId=5237b8d41698b8ba7f000000)

2.6 โหมดของการกำหนดค่าการทำงานของอุปกรณ์เราเตอร์ของซิสโก้

การใช้คำสั่งต่างๆ ที่จะต้องกำหนดค่าการทำงานอุปกรณ์เราเตอร์ของซิสโก้เบื้องต้นประกอบด้วย 4 โหมดภายในระบบปฏิบัติการ IOS ด้วยกันดังนี้

2.6.1 User Exec Mode

User Exec Mode เป็นโหมดแรกที่ผู้ใช้งานเริ่มทำงานอุปกรณ์เราเตอร์ วิธีที่จะแสดงว่าทำงานอยู่ใน User Exec Mode ของอุปกรณ์เราเตอร์ คือเมื่อหน้าจอแสดงชื่อเราเตอร์แล้วตามด้วยเครื่องหมาย > เช่น Router>

2.6.2 Privileged Exec Mode

Privileged Exec Mode เป็นโหมดที่ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงค่าการกำหนดค่าการทำงานในตัวอุปกรณ์เราเตอร์ เมื่อใดที่เข้าสู่โหมดนี้จะสามารถเข้าสู่การทำงานของโหมดอื่น เพื่อการเปลี่ยนค่าการกำหนดค่าการทำงาน รวมทั้งขอบข่ายการทำงานของอุปกรณ์เราเตอร์ได้โดยง่ายวิธีการเข้าสู่ Privileged Exec Mode ได้แก่การใช้คำสั่ง Enable ขณะที่ยังอยู่ใน Use Exec Mode แต่ส่วนใหญ่เมื่อกำลังจะเข้าสู่ Privileges Exec Mode มักจะได้รับการร้องขอให้ใส่รหัสผ่าน หากสามารถใส่รหัสผ่านได้ถูกต้องจะได้เห็น Prompt ใหม่เกิดขึ้น นั่นแสดงว่า สามารถเข้าสู่โหมดนี้ได้แล้ว หน้าจอจะแสดงชื่อเราเตอร์แล้วตามด้วยเครื่องหมาย # เช่น Router#

2.6.3 Global Configuration Mode

Global Configuration Mode เป็นโหมดที่เอาไว้เรียกใช้งานคำสั่งที่ลึกขึ้นมาจากเดิม เช่น คำสั่งในการตั้งค่ารีจิสเตอร์ของอุปกรณ์เราเตอร์ที่จะใช้ในการบูท หรือคำสั่งที่ใช้ในการตั้งค่าในระดับลึกๆ รวมทั้งยังเป็นจุดเริ่มของการเข้าไปยัง sub-configuration mode เข้าถึงได้ด้วยคำสั่ง config terminal (conf t) จะมีลักษณะของ Prompt ที่เพิ่มมาจากเดิมโดยจะมีคำว่า (config) ระหว่างเครื่องหมาย # กับชื่อของเราเตอร์ เช่น Router(config)# และการออกจากโหมดนี้ทำได้โดยใช้คำสั่ง exit หรือ ctrl + z โดยจะกลับไปยังโหมดที่เป็น Privileged (EXEC) Mode หรือออกไปทีละลำดับขั้น

2.6.4 Interface Configuration

Interface Configuration เป็นส่วนที่ใช้ในการเข้าไปกำหนดค่าการทำงานค่าต่างๆ ให้กับ Interface ของอุปกรณ์เราเตอร์ เช่นการตั้งค่าหมายเลข IP Address การตั้งค่า Encapsulation หรือการตั้งค่า Clock rate เป็นต้น ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ด้วยคำสั่ง Interfaces (int) แล้วตามด้วยชื่อของ interface ที่ต้องการจะกำหนดค่าการทำงานจะมีลักษณะของ Prompt เครื่องหมาย (config-if) แทน (config)

Line Configuration Mode หรือ Router(config-Line)# เป็นโหมดที่ใช้ในการเข้าไปกำหนดค่าการทำงานค่าต่างๆ ให้กับ Line Interface เช่น การตั้งค่าในการ telnet เข้ามายัง line vty หรือการตั้งค่าให้กับ AUX หรือ console port ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ด้วยคำสั่ง line แล้วตามด้วยชื่อของ line interface ที่ต้องการจะกำหนดค่าการทำงานจะมีลักษณะของ Prompt เครื่องหมาย (config-line) แทน (config)

Router Configuration Mode หรือ Router(config-router)# เป็นโหมดที่ใช้ในการเข้าไปกำหนดค่าการทำงานค่าต่างๆ ด้านการหาเส้นทางของเราเตอร์ เช่นการกำหนด routing protocol หรือการกำหนดค่าปลีกย่อยต่างๆ ของงาน สามารถเข้าถึงได้ด้วยคำสั่งเราเตอร์แล้วตามด้วย routing protocol ที่ต้องการจะการกำหนดค่าต่างๆ จะมีลักษณะของ Prompt เครื่องหมาย (config-router) แทน (config)

2.7 การทำงานของซอฟต์แวร์ Cisco IOS

การทำงานของซอฟต์แวร์ Cisco IOS ซอฟต์แวร์ Cisco IOS ทำงานได้ใน 3 สถานะ ดังนี้.

2.7.1 ROM monitor

2.7.2 Boot ROM

2.7.3 Cisco IOS

กระบวนการเริ่มต้นการทำงานของอุปกรณ์โดยปกติจะเริ่มจากการอ่านค่าซอฟต์แวร์เข้าไปในหน่วยความจำ RAM และเลือกสถานการณ์ทำงานจากหนึ่งในสถานะการตั้งค่ากำหนดของรีจิสเตอร์ อาจทำได้โดยผู้บริหารระบบเพื่อควบคุมหรือเลือกสถานะการทำงานที่อุปกรณ์ใช้ในตอนเริ่มทำงาน

สถานะ ROM Monitor จะทำการอ่านค่า bootstrap เข้ามาและให้บริการการทำงานและตรวจสอบในระดับล่าง (low-level functionality) สถานะ ROM monitor นั้นมักจะใช้ในการกู้ฟื้นสภาพจากการที่ระบบล้มเหลวและใช้ในการกู้คืนรหัสผ่านที่อาจสูญหายไป สถานะ ROM monitor จะต้องทำงานผ่านพอร์ตคอนโซลเท่านั้น

เมื่ออุปกรณ์ทำงานในสถานะ ROM monitor จะสามารถใช้ฟังก์ชั่นของซอฟต์แวร์ Cisco IOS ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น สถานะนี้จะยอมให้มีการบันทึกข้อมูลลงไปในหน่วยความจำ Flash memory จึงเป็นการเตรียมไว้ใช้ในกรณีที่ต้องเปลี่ยนซอฟต์แวร์ Cisco IOS ใน Flash memory เท่านั้น คำสั่งที่ใช้คือ copy tftp flash ซึ่งจะทำการบันทึกซอฟต์แวร์ IOS image มาจาก TFTP server มาใส่ไว้ที่หน่วยความจำ Flash memory ของอุปกรณ์

การทำงานโดยปกติของอุปกรณ์จำเป็นต้องใช้ซอฟต์แวร์ Cisco IOS image จากหน่วยความจำ Flash memory ในบางอุปกรณ์ เช่นเราเตอร์ในตระกูล 2600 ซอฟต์แวร์ IOS จะทำงานจาก Flash memory โดยตรงโดยไม่ต้องอ่านเข้ามาเก็บไว้ในหน่วยความจำ RAM อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ Cisco ส่วนใหญ่จะทำการอ่านซอฟต์แวร์จากที่นั้น ในบางครั้งซอฟต์แวร์ Cisco IOS ก็จะ

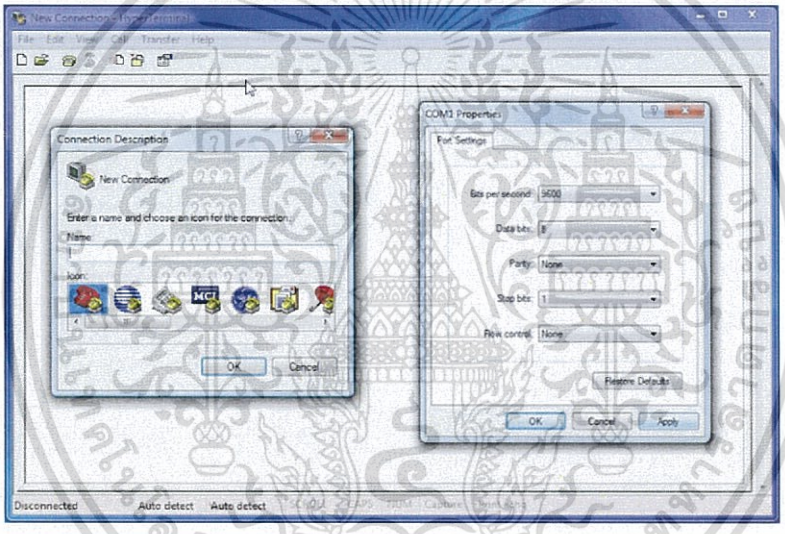
ถูกจัดเก็บไว้ใน Flash memory ในสภาพที่ถูกบีบอัด (zipped or compressed) จึงจำเป็นต้องทำการขยาย (expanded) ก่อนที่จะนำเข้ามาเก็บไว้ใน RAM

2.8 โครงสร้างและการสั่งงานของอุปกรณ์เครือข่ายซิสโก้

การเริ่มต้นในการกำหนดค่าการทำงานของอุปกรณ์ซิสโก้ จะมีการเชื่อมต่ออยู่ 2 วิธีคือ

2.8.1 แบบการใช้สายคอนโซลเชื่อมต่อจากพอร์ตคอนโซล

การใช้สายคอนโซลเชื่อมต่อจากพอร์ตคอนโซลมายังพอร์ตคอมของเครื่องคอมพิวเตอร์ และใช้โปรแกรม Hyper Terminal ของตัวระบบปฏิบัติการ Windows ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 โปรแกรม Hyper Terminal ของระบบปฏิบัติการ Windows

โดยการตั้งค่าโปรแกรม Hyper Terminal ให้สามารถเชื่อมต่อกับตัวอุปกรณ์ได้นั้นต้องตั้งค่าในส่วนของ speed connection เลือกเป็น 9600 Bits per second และในส่วนของ Flow control เลือกเป็น none แล้วหลังจากนั้นให้ทำการเปิดสวิตช์อุปกรณ์ให้เริ่มทำงานก็จะสามารถสั่งงานอุปกรณ์เป็นแบบ Command Line ได้ โปรแกรม Hyper Terminal ต้องใช้สายคอนโซลต่อเข้าทางพอร์ตคอนโซลของอุปกรณ์เราเตอร์ และสายคอนโซลหัวด้านหนึ่งจะเป็นหัว DB9 หรือ DB25 แต่ในปัจจุบันนี้เนื่องจากเครื่องโน้ตบุ๊คมักไม่ค่อยมีพอร์ตซีเรียลให้ใช้งาน ส่วนใหญ่จะเป็นพอร์ตแบบ USB ดังนั้น จึงจำเป็นต้องใช้สายแปลงจากพอร์ตแบบ USB ให้เป็นพอร์ตซีเรียล แล้วจึงทำการต่อเข้ากับพอร์ตคอมของอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เราจะใช้ทำการกำหนดค่าการทำงานหลังจากต่อสาย Console เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

2.8.2 การใช้สาย LAN (UTP Cat5)

การใช้สาย LAN (UTP Cat5) เชื่อมต่อจากการ์ดแลน (Local Area Connection) ด้วยวิธีการใช้คำสั่ง telnet จาก Command prompt ของ Windows โดยวิธีการนี้จำเป็นต้องมีการตั้งค่าในส่วนของตัวอุปกรณ์ที่เราจะทำการกำหนดค่าต่างๆ ในเรื่องของ Line vty ให้สามารถทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ผ่านสาย LAN ได้

2.9 Secure Shell คืออะไร

เนื่องจากการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์เราเตอร์ผ่านทางการใช้สาย Console ไม่มีความสะดวกต่อผู้ดูแลเครือข่ายเพราะต้องทำงานในสถานที่ติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายเท่านั้น ดังนั้นจึงนำ SSH มาใช้ในโปรแกรมด้วย

Secure Shell เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเข้าถึงและใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ระยะไกลผ่านเครือข่ายโดยมีการระบุตัวตน (Authentication) และการเข้ารหัสข้อมูล (encryption) ข้อมูลทุกอย่างขณะเชื่อมต่อ หรือ SSH คือ Network Protocol ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยช่องทางที่ปลอดภัย (Secure Channel) ระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายสองตัว เช่น การรีโมทจากเครื่องคอมพิวเตร์ไปยัง Linux Server หรืออุปกรณ์เน็ตเวิร์คปลายทาง เช่น Router Cisco เป็นต้น ที่คุ้นเคยคือการรีโมทด้วย เทลเน็ตจากโน้ตบุ๊คไปยังอุปกรณ์หรือเซิฟเวอร์ต่างๆ ซึ่ง SSH นำมาแทนการเทลเน็ตด้วยเหตุผลทางด้านความปลอดภัย เนื่องจากการส่งข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบตัวอักษรที่มีการเข้ารหัสข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลเป็นความลับและให้สามารถส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้อย่างสมบูรณ์ สามารถใช้งาน SSH ผ่านโปรแกรมประยุกต์ (Applications) บนระบบปฏิบัติการ UNIX, Microsoft Windows, Apple Mac และ Linux โปรแกรมประยุกต์เช่น Putty, Secure Shell Client, Open Secure Shell เป็นต้น พอร์ตมาตรฐานของ SSH คือ TCP port 22

2.10 SSH History

ในปี ค.ศ. 1995 SSH1 ถูกคิดค้นขึ้นโดย Tatu Ylonen แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเฮลซิงกิ (HUT) ประเทศฟินแลนด์

ในปี ค.ศ. 1996 SSH2 ถูกออกแบบขึ้น และพัฒนาเป็น Internet Standard โดย IETF

ในปี ค.ศ. 1999 Open SSH เป็น Open source

2.10.1 ข้อแตกต่างระหว่าง SSH1 กับ SSH2

- SSH1 ใช้ RSA algorithm และไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ ทุกประการ ส่วน SSH2 ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่ทั้งหมด มีความสามารถในการเพิ่มความปลอดภัยสูงขึ้น สนับสนุนการส่งข้อมูลแบบ SFTP และมีค่าใช้จ่ายเฉพาะสำหรับประกอบธุรกิจ

- รูปแบบการเข้ารหัสในการเข้ารหัสข้อมูล

ตารางที่ 2.1 รูปแบบการเข้ารหัสข้อมูลเปรียบเทียบระหว่าง SSH1 กับ SSH2

Cipher	SSH1	SSH2
DES	Yes	No
3DES	Yes	Yes
IDEA	Yes	No
Blowfish	Yes	Yes
Twofish	No	Yes
Arcfish	No	Yes
Cast128-cbc	No	Yes

- รูปแบบการเข้ารหัสในการระบุตัวตน

ตารางที่ 2.2 รูปแบบการเข้ารหัสในการระบุตัวตนเปรียบเทียบระหว่าง SSH1 กับ SSH2

Cipher	SSH1	SSH2
RSA	Yes	No
DSA	No	Yes

2.11 การเข้ารหัสข้อมูล

2.11.1 DES (Data Encryption Standard)

DES ถูกคิดค้นโดย IBM ในปี ค.ศ. 1975 ใช้คีย์ขนาด 56 บิต ในปัจจุบันถือว่าไม่มีความปลอดภัย เพราะสามารถสุ่มคีย์ถอดรหัสได้แล้ว

2.11.2 Triple DES (3DES)

3DES ถูกคิดค้นโดย IBM ในปี ค.ศ. 1978 ใช้คีย์ขนาด 168 บิต และถูกใช้อย่างแพร่หลายในสถาบันการเงิน

2.11.3 RSA Algorithm

RSA ออกแบบโดย Ron Rivest, Adi Shamir และ Len Adleman แห่ง MIT RSA เป็นกระบวนการแก้ปัญหาสำหรับ Public-Key encryption

2.11.4 DSA (Digital Signature Algorithm)

DSA เป็นพื้นฐานสำหรับ digital signature ถูกพัฒนาโดย National Secure Agency (NSA) DSA เป็นมาตรฐานที่ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา

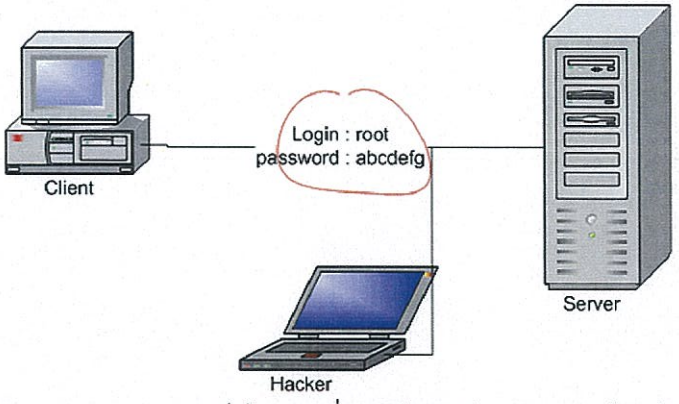
2.12 หลักการทำงาน SSH

เมื่อทำการเชื่อมต่อโดย SSH แล้ว ระบบจะต้องผ่านการระบุตัวตนของผู้ใช้งานก่อน ซึ่งเมื่อผ่านแล้วก็จะสามารถใช้งานโดยมีการเข้ารหัสข้อมูล

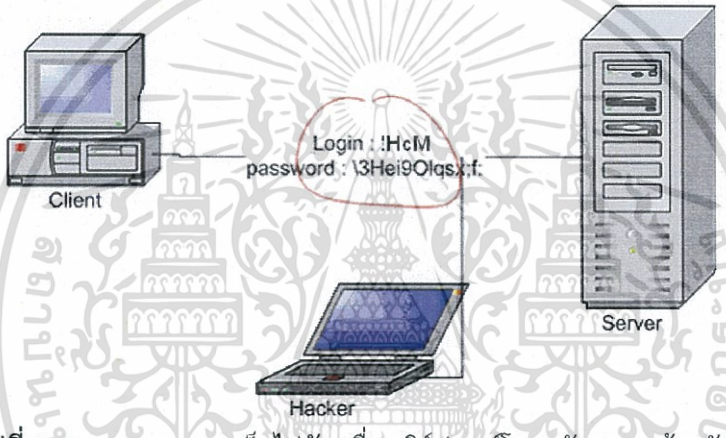
- การระบุตัวตนใช้วิธีการแบบ RSA และ DSA
- การเข้ารหัสข้อมูลใช้วิธีการแบบ IDEA, DES และ Blowfish

2.13 ข้อดีของ SSH

ระบบ remote access แบบเก่า เช่น telnet, rlogin, rsh ไม่มีมาตรการในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล จึงสามารถถูกขโมยข้อมูลได้โดยง่ายดังรูปที่ 2.6 แต่มีการใช้ Secure shell ข้อมูลจะมีความปลอดภัยมากขึ้นเพราะ password จะถูกเข้ารหัสไว้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.6 แสดงการเทลเน็ตไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์สามารถถูกขโมยข้อมูลได้ง่าย



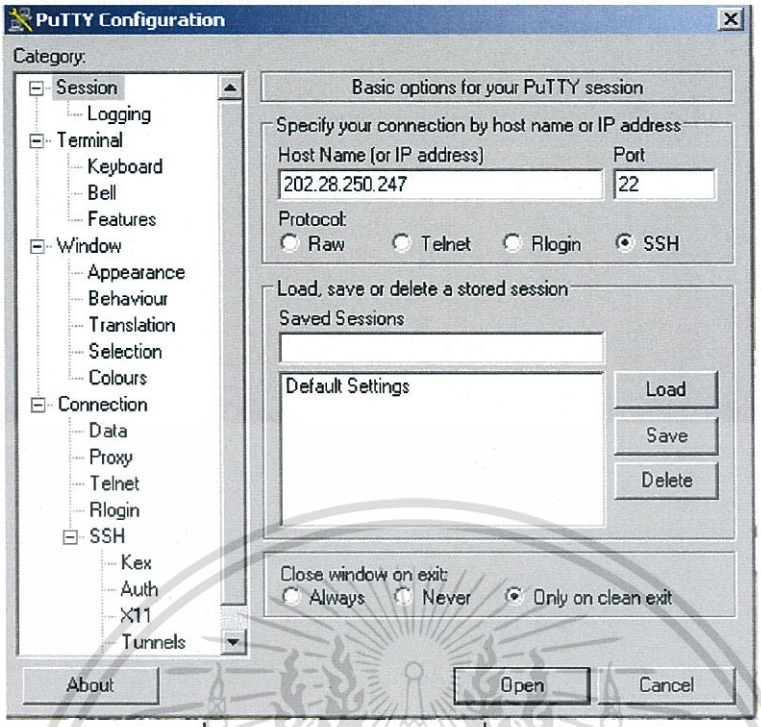
รูปที่ 2.7 แสดงการเทลเน็ตไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์โดยรหัสจะถูกเข้ารหัสไว้

2.14 โปรแกรมเครื่องลูกข่ายบนระบบปฏิบัติการวินโดว์

2.14.1 Putty

Putty เป็นโปรแกรมฟรีสำหรับใช้จำลอง telnet และ SSH ได้ รวมถึง service อื่นๆ ที่ใช้โปรโตคอล SSH เช่น PSFTP PSCP เป็นต้น ใช้ได้บน Win32 และ Unix Platforms ดังรูปที่ 2.8 ถ้าทำการเชื่อมต่อสำเร็จโปรแกรมจะแสดงผลดังรูปที่ 2.9

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.8 Interface Putty เมื่อเข้าโปรแกรม

รูปที่ 2.9 หน้าจอแสดงผลของโปรแกรม Putty

2.15 แนวคิดการสั่งงานอุปกรณ์เครือข่าย

2.15.1 การตั้งค่าการใช้งานเอ็มพีแอลเอส

สรุปขั้นตอนการตั้งค่าการใช้งานเอ็มพีแอลเอส

1. enable
2. configure terminal

144381

3. interface loopback0
4. ip address *[ip-address subnet mask]*
5. no shutdown
6. router ospf 10
7. router-id *[ip-address]*
8. interface loopback0
9. ip ospf network point-to-point
10. ip cef
11. mpls ip
12. mpls label protocol ldp
13. mpls ldp session protection
14. mpls ldp router-id loopback 0 force
15. interface *[interface port]*
16. ip address *[ip-address subnet mask]*
17. no shutdown
18. mpls ip
19. exit
20. end

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดคำสั่งการตั้งค่าการใช้งานเอ็มพีแอลเอส

ขั้นตอน	คำสั่ง	คำอธิบาย
1.	enable	เข้าสู่โหมด Privileged Exec Mode
2.	configuration terminal	เข้าสู่โหมด Global Configuration Mode
3.	interface loopback0	Loopback interface ของเราเตอร์คืออินเตอร์เฟสที่สร้างขึ้นสำหรับใส่หมายเลข IP address ประจำตัวของเราเตอร์ ในที่นี้ใช้ loopback0 เพราะโปรโตคอลที่ใช้ในเครือข่ายคือโปรโตคอล OSPF

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) รายละเอียดคำสั่งการตั้งค่าการใช้งานเอ็มพีแอลเอส

ขั้นตอน	คำสั่ง	คำอธิบาย
4.	ip address *[ip-address subnet mask]*	ตั้งค่าหมายเลข ip address และซับเน็ตมาสก์ให้กับ loopback0
5.	no shutdown	เปิดการใช้งานพอร์ท
6.	router ospf 10	โปรโตคอล OSPF จะทำการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจากสูตร ค่าที่มีผลในการคำนวณของเครือข่ายที่ใช้อินเทอร์เฟส ในที่นี้ใช้อินเทอร์เฟสอีเทอร์เน็ตซึ่งมีค่าเท่ากับ 10
7.	router-id *[ip-address]*	หมายเลข IP address ที่ทำการจองสำหรับเป็นการระบุตัวตนให้กับเราเตอร์
8.	interface loopback0	Loopback interface ของเราเตอร์คืออินเตอร์เฟสที่สร้างขึ้นสำหรับใส่หมายเลข IP address ประจำตัวของเราเตอร์ ในที่นี้ใช้ loopback0 เพราะโปรโตคอลที่ใช้ในเครือข่ายคือโปรโตคอล OSPF
9.	ip ospf network point-to-point	เปิดการใช้งานการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์สองตัว
10.	ip cef	CEF ย่อมาจาก Cisco Express Forwarding โหมดในการประมวลผลเส้นทางของสวิตช์หรือเราเตอร์ ในที่นี้ใช้โหมด CEF Switching เป็นโหมดที่คำนวณเส้นทางให้ตั้งแต่ก่อนจะมีแพ็กเก็ตเข้ามายังเครือข่าย
11.	mpls ip	เปิดการใช้งานเอ็มพีแอลเอสให้กับอินเตอร์เฟส loopback0
12.	mpls label protocol ldp	เลือกการส่งข้อมูล Label binding ระหว่าง LSR ด้วยวิธีการออกแบบโปรโตคอล Label Distribution Protocol (LDP)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) รายละเอียดคำสั่งการตั้งค่าการใช้งานเอ็มพีแอลเอส

ขั้นตอน	คำสั่ง	คำอธิบาย
13.	mpls ldp session protection	ป้องกันความผิดพลาดการทำงานของโปรโตคอล Label Distribution Protocol (LDP)
14.	mpls ldp router-id loopback 0 force	ตั้งค่าให้หมายเลข IP address ของอินเตอร์เฟส loopback0 คือไอดีเราเตอร์ของ LDP
15.	interface *[interface port]*	เข้าสู่อินเตอร์เฟสพอร์ทที่ต้องการ
16.	ip address *[ip-address subnet mask]*	ตั้งค่าหมายเลข ip address และซับเน็ตมาสก์ให้กับอินเตอร์เฟสพอร์ทที่เข้ามา
17.	no shutdown	เปิดการใช้งานพอร์ท
18.	mpls ip	เปิดการใช้งานเอ็มพีแอลเอสให้อินเตอร์เฟสพอร์ทที่เข้ามา
19.	exit	ออกจากโหมดการตั้งค่าการทำงานของเอ็มพีแอลเอส
20.	end	ออกจากโหมด Privileged Exec Mode

2.15.2 การตั้งค่าการใช้งาน MPLS Traffic Engineering

2.15.2.1 การเพิ่ม Attributes ให้กับ LSP Attribute List

สรุปขั้นตอนการเพิ่ม Attributes ให้กับ LSP Attribute List

1. enable
2. configure terminal
3. mpls traffic-eng lsp attributes *[string]*
4. affinity *[value]* mask *[value]*
5. bandwidth *kbps*
6. lockdown
7. priority [*setup-priority] [hold-priority]*
8. protection fast-reroute
9. record-route

10. exit
11. end

ตารางที่ 2.4 รายละเอียดคำสั่งการเพิ่ม Attributes ให้กับ LSP Attributes List

ขั้นตอน	คำสั่ง	คำอธิบาย
1.	enable	เข้าสู่โหมด Privileged Exec Mode
2.	configuration terminal	เข้าสู่โหมด Global Configuration Mode
3.	mpls traffic-eng lsp attributes *[string]*	เป็นการเข้าสู่โหมดการตั้งค่าการใช้งาน LSP Attribute List และตั้งค่าชื่อ Attributes ที่ต้องการ
4.	affinity *[value]* mask *[value]*	ระบุลำดับ attribute สำหรับการเชื่อมต่อ LSP *[value]* คือลำดับสำหรับเชื่อมต่อในการสร้าง LSP ลำดับอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0x0 ถึง 0xFFFFFFFF *mask [value]* คือลำดับของ attribute ที่จะทำการตรวจสอบ
5.	bandwidth *kbps*	ขนาดแบนด์วิดท์ของ LSP มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 4294967295 กิโลบิทต่อวินาที
6.	lockdown	ปิดการทำงาน reoptimization ของ LSP
7.	priority *[setup-priority] [hold-priority]*	ระบุลำดับของ LSP *[setup-priority]* ระบุค่าลำดับความสำคัญสำหรับเมื่อมีการส่งสัญญาณ LSP เพื่อตรวจสอบว่า LSP นั้นสามารถจองได้ ค่าลำดับความสำคัญอยู่ระหว่าง 0 ถึง 7 ซึ่งค่าน้อยแสดงถึงลำดับความสำคัญที่สูง *[hold-priority]* แสดงลำดับความสำคัญในการรอถ้าหากมี LSP อื่นจองอยู่

ตารางที่ 2.4 (ต่อ) รายละเอียดคำสั่งการเพิ่ม Attributes ให้กับ LSP Attributes List

ขั้นตอน	คำสั่ง	คำอธิบาย
		ค่าลำดับความสำคัญอยู่ระหว่าง 0 ถึง 7 ซึ่งค่าน้อยแสดงถึงลำดับความสำคัญที่สูง
8.	protection fast-reroute	ป้องกันการล้มเหลวของ LSP
9.	record-route	บันทึกเส้นทางที่กำหนดไว้
10.	exit	ออกจากโหมดการเพิ่ม Attributes ให้กับ LSP Attributes
11.	end	ออกจากโหมด Privileged Exec Mode

2.15.2.2 การลบ Attributes ออกจาก LSP Attribute List

สรุปขั้นตอนการลบ Attributes ออกจาก LSP Attribute List

1. enable
2. configure terminal
3. no mpls traffic-eng lsp attributes *[string]*
4. End

ตารางที่ 2.5 รายละเอียดคำสั่งการลบ Attributes ออกจาก LSP Attribute List

ขั้นตอน	คำสั่ง	คำอธิบาย
1.	enable	เข้าสู่โหมด Privileged Exec Mode
2.	configuration terminal	เข้าสู่โหมด Global Configuration Mode
3.	no mpls traffic-eng lsp attributes *[string]*	เป็นการเข้าสู่โหมดการตั้งค่าการใช้งาน LSP Attribute List และลบ attributes โดยการใส่ชื่อใน *[string]* ที่ต้องการ
4.	end	ออกจากโหมด Privileged Exec Mode

2.15.2.3 การปรับปรุงค่า Attributes ต่างๆ ใน LSP Attribute List

สรุปขั้นตอนการปรับปรุงค่า Attributes ต่างๆ ใน LSP Attribute List

1. enable
2. configure terminal
3. mpls traffic-eng lsp attributes *[string]*
4. bandwidth *[kbps]*
5. end

ตารางที่ 2.6 รายละเอียดคำสั่งการปรับปรุงค่า Attributes ต่างๆ ใน LSP Attribute List

ขั้นตอน	คำสั่ง	คำอธิบาย
1.	enable	เข้าสู่โหมด Privileged Exec Mode
2.	configuration terminal	เข้าสู่โหมด Global Configuration Mode
3.	mpls traffic-eng lsp attributes *[string]*	เป็นการเข้าสู่โหมดการตั้งค่าการใช้งาน LSP Attribute List และเข้าสู่ attributes โดยการใส่ชื่อใน *[string]* ที่ต้องการ
4.	bandwidth *[kbps]*	สามารถปรับค่าได้ทันทีหลังจากเข้าสู่ attribute นั้น โดยใส่คำสั่งที่ต้องการปรับเปลี่ยน ในที่นี้ยกตัวอย่างการปรับเปลี่ยนค่า bandwidth
5.	end	ออกจากโหมด Privileged Exec Mode

2.15.2.4 การสร้างความสัมพันธ์ Attributes ต่างๆ ใน LSP Attribute List ให้กับตัวเลือกเส้นทางสำหรับ TE Tunnel

สรุปขั้นตอนการสร้างความสัมพันธ์ Attributes ต่างๆ ใน LSP Attribute List ให้กับตัวเลือกเส้นทางสำหรับ TE Tunnel

1. enable
2. configure terminal

3. interface tunnel *[number]*
4. no shutdown
5. ip unnumbered *[interface port]*
6. no shutdown
7. tunnel destination *[ip-address]*
8. tunnel mode mpls traffic-eng
9. tunnel mpls traffic-eng affinity *[string]*
10. tunnel mpls traffic-eng bandwidth *[kbps]*
11. tunnel mpls traffic-eng priority *[setup-priority] [hold-priority]*
12. tunnel mpls traffic-eng path-option *[number]* dynamic attributes *[string]* or tunnel mpls traffic-eng path-option *[number]* explicit path *[path-number]* attributes *[string]*

ตารางที่ 2.7 รายละเอียดคำสั่งการสร้างความสัมพันธ์ Attributes ต่างๆ ใน LSP Attribute List ให้กับตัวเลือกเส้นทางสำหรับ TE Tunnel

ขั้นตอน	คำสั่ง	คำอธิบาย
1.	enable	เข้าสู่โหมด Privileged Exec Mode
2.	configuration terminal	เข้าสู่โหมด Global Configuration Mode
3.	interface tunnel *[number]*	เข้าสู่โหมดการตั้งค่าการทำงานอินเตอร์เฟสและตั้งค่าประเภทของอินเตอร์เฟส ในที่นี้คืออินเตอร์เฟสประเภท tunnel *[number]* คือเลขของอินเตอร์เฟส tunnel ที่ต้องการสร้างหรือตั้งค่าการทำงาน
4.	no shutdown	เปิดการใช้งานพอร์ท
5.	ip unnumbered *[interface port]*	ทำให้พอร์ทที่ต้องการไม่มีหมายเลข ip address
6.	no shutdown	เปิดการใช้งานพอร์ท

ตารางที่ 2.7 (ต่อ) รายละเอียดคำสั่งการสร้างความสัมพันธ์ Attributes ต่างๆ ใน LSP Attribute List ให้กับตัวเลือกเส้นทางสำหรับ TE Tunnel

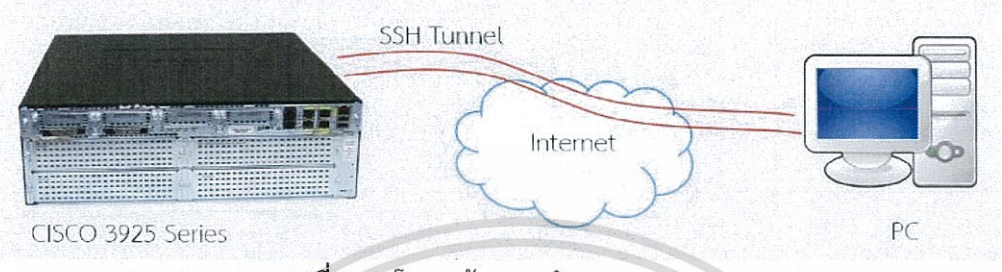
ขั้นตอน	คำสั่ง	คำอธิบาย
7.	tunnel destination *[ip-address]*	ระบุหมายเลข ip address ปลายทางสำหรับตัวเลือกเส้นทาง
8.	tunnel mode mpls traffic-eng	ตั้งค่าโหมด encapsulation สำหรับ tunnel
9.	tunnel mpls traffic-eng affinity *[string]*	เข้าสู่ MPLS TE Tunnel และตั้งค่าชื่อต้องการ
10.	tunnel mpls traffic-eng bandwidth *[kbps]*	ตั้งค่าแบนด์วิทด์ที่ต้องการ มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 4294967295 กิโลบิทต่อวินาที
11.	tunnel mpls traffic-eng priority *[setup-priority] [hold-priority]*	ตั้งค่าลำดับความสำคัญเมื่อระบบตัดสินใจทำการจอง *[setup-priority]* ระบุค่าลำดับความสำคัญสำหรับเมื่อมีการส่งสัญญาณ LSP เพื่อตรวจสอบว่า LSP นั้นสามารถจองได้ ค่าลำดับความสำคัญอยู่ระหว่าง 0 ถึง 7 ซึ่งค่าน้อยแสดงถึงลำดับความสำคัญที่สูง *[hold-priority]* แสดงลำดับความสำคัญในการรอถ้าหากมี LSP อื่นจองอยู่
12.	tunnel mpls traffic-eng path-option *[number]* dynamic attributes *[string]* or tunnel mpls traffic-eng path-option *[number]* explicit path *[path-number]* attributes *[string]*	เพิ่ม LSP Attributes list เพื่อสร้างความสัมพันธ์ให้กับตัวเลือกเส้นทางสำหรับ TE Tunnel *[number]* คือชื่อของการระบุตัวเลือกเส้นทาง dynamic คือการคำนวณตัวเลือกเส้นทางแบบอัตโนมัติ explicit คือการคำนวณตัวเลือกเส้นทางแบบไม่อัตโนมัติ ต้องทำการระบุหมายเลข ip address ของเส้นทาง

ตารางที่ 2.7 (ต่อ) รายละเอียดคำสั่งการสร้างความสัมพันธ์ Attributes ต่างๆ ใน LSP Attribute List ให้กับตัวเลือกเส้นทางสำหรับ TE Tunnel

ขั้นตอน	คำสั่ง	คำอธิบาย
		[path-number] คือตัวเลขของตัวเลือกแบบ explicit *[string]* คือชื่อของ Attribute list ที่ต้องการสร้างความสัมพันธ์กับตัวเลือกเส้นทางสำหรับ TE Tunnel

บทที่ 3
การออกแบบระบบ

3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบ



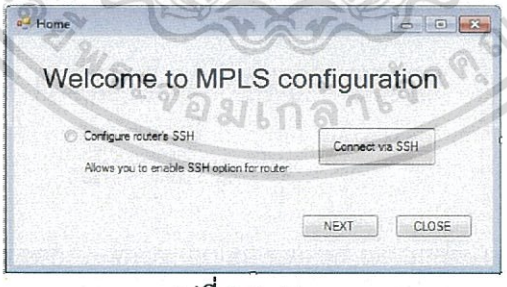
รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบ

ในการตั้งค่าอุปกรณ์เราเตอร์ครั้งแรกจำเป็นต้องเชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตคอนโซลของเราเตอร์ เพื่อทำการตั้งค่าการใช้งานโปรโตคอล SSH หลังจากนั้นผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงเราเตอร์ผ่านโปรโตคอล SSH ได้

3.2 การออกแบบหน้าตาโปรแกรม

โปรแกรมมีทั้งหมด 18 หน้าต่าง ดังนี้

3.2.1 Home



รูปที่ 3.2 Home

Home คือหน้าต่างแรกเมื่อทำการใช้งานโปรแกรม ผู้ใช้งานจำเป็นต้องตั้งค่าการใช้งาน SSH เป็นอันดับแรกที่ ◯ Configure router's SSH ก่อนทำการเชื่อมต่อด้วยโปรโตคอล SSH

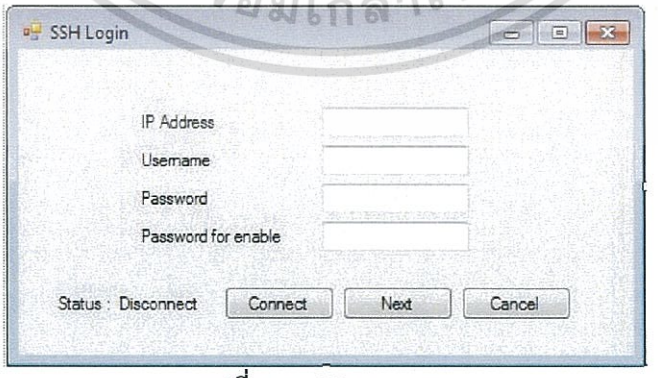
3.2.2 SSH Configure

รูปที่ 3.3 SSH Configure

SSH Configure คือหน้าต่างให้ผู้ใช้งานเชื่อมต่ออุปกรณ์เราเตอร์ผ่านทางพอร์ตคอนโซลของเราเตอร์ ดังรูปที่ 3.4 และตั้งค่าการเข้าถึงเราเตอร์ด้วยโปรโตคอล SSH

รูปที่ 3.4 Connect a router via Serial-port

3.2.3 SSH Login

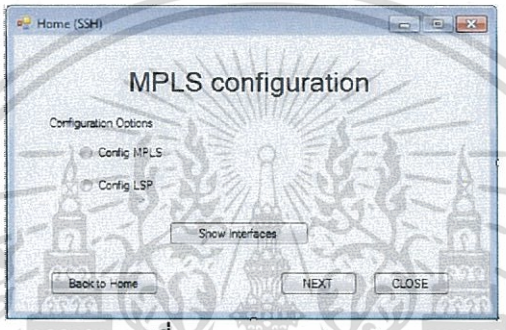


รูปที่ 3.5 SSH Login

SSH Login คือหน้าต่างให้ผู้ใช้งานเชื่อมต่ออุปกรณ์เราเตอร์ผ่านทางพอร์ตคอนโซลของเราเตอร์ ดังรูปที่ 3.6 และเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เราเตอร์ด้วยโปรโตคอล SSH โดยผู้ใช้งานต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้ตั้งค่าการใช้งานในหน้าต่าง SSH Configure แล้วทำการกด Next เพื่อทำการส่งคำสั่งให้อุปกรณ์เราเตอร์

รูปที่ 3.6 Connect a router via Serial-port

3.2.4 Home (SSH)



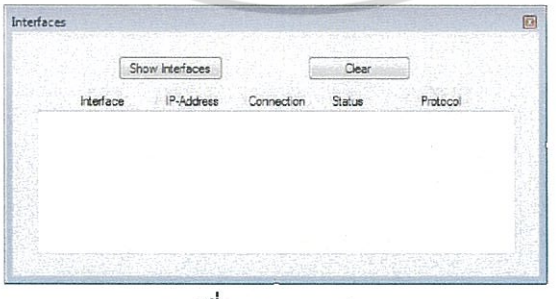
รูปที่ 3.7 Home (SSH)

Home(SSH) จะปรากฏขึ้นหลังจากผู้ใช้งานทำการกด Connect via SSH ในหน้าต่าง Home ในหน้าต่างนี้ผู้ใช้งานสามารถดูรายละเอียดอินเตอร์เฟสของอุปกรณ์เราเตอร์ที่ปุ่ม Show Interfaces

ในส่วนของ Config MPLS คือการตั้งค่าการทำงานของเราเตอร์ให้สามารถใช้งานเครือข่ายด้วยเอ็มพีแอลเอส์ได้

ในส่วนของ Config LSP คือการตั้งค่าการทำงาน MPLS Traffic Engineering

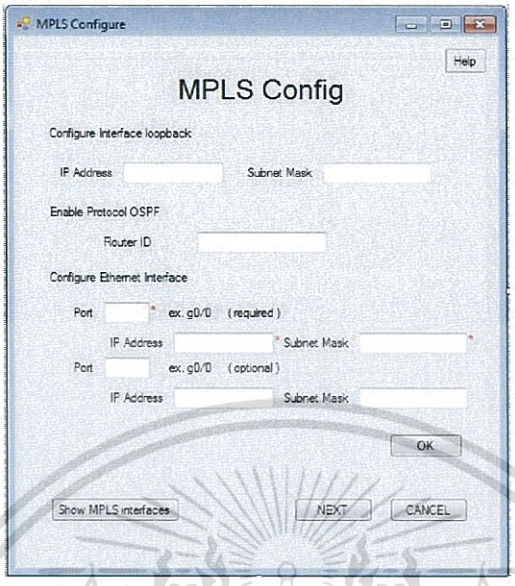
3.2.5 Interfaces



รูปที่ 3.8 Interfaces

Interfaces คือหน้าต่างที่ผู้ใช้งานสามารถดูรายเอียดอินเตอร์เฟสของอุปกรณ์เราเตอร์

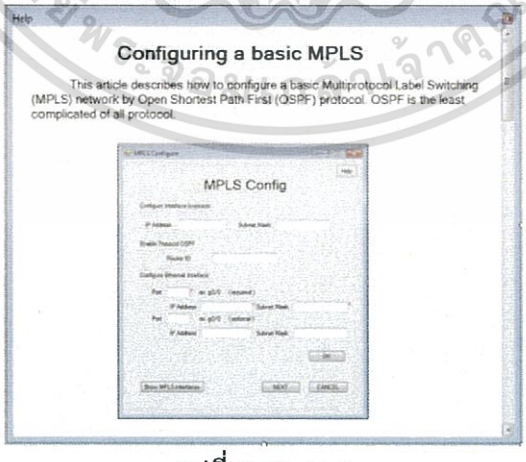
3.2.6 MPLS Configure



รูปที่ 3.9 MPLS Configure

MPLS Configure คือหน้าต่างที่ผู้ใช้งานสามารถดูคู่มือการใช้งาน MPLS Configure หรือคำสั่งในการตั้งค่าได้ที่ Help สามารถตั้งค่าการทำงานของอุปกรณ์เราเตอร์ให้ใช้งานเครือข่ายด้วยเอ็มพีแอลเอสได้ และสามารถดูรายละเอียดอินเตอร์เฟสที่เปิดการใช้งานเอ็มพีแอลเอสของอุปกรณ์เราเตอร์ที่ปุ่ม Show MPLS interfaces

3.2.7 Help



รูปที่ 3.10 Help

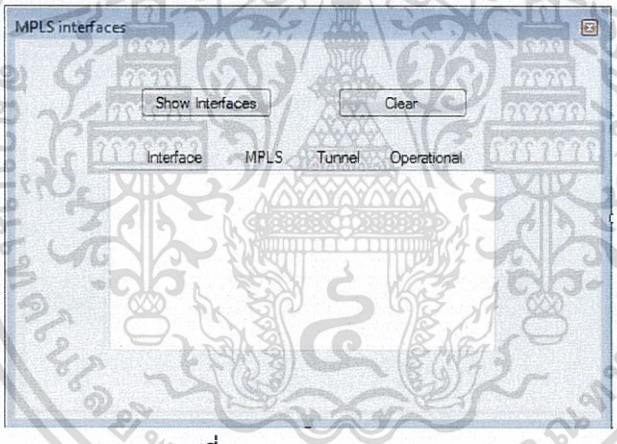
หน้าต่าง Help แสดงการตั้งค่าการใช้งานเทคโนโลยีเอ็มพีแอลเอสโดยใช้โปรโตคอล OSPF (Open Shortest Path First) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- การตั้งค่าการใช้งานเอ็มพีแอลเอสจากบทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้
- แสดงขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมในส่วนการตั้งค่าการใช้งานเทคโนโลยีเอ็มพีแอลเอส

ผู้ใช้งานกำหนดหมายเลข ip address และซับเน็ตมาสก์ให้กับอินเตอร์เฟส loopback 0 ใน IP Address และ Subnet Mask ตามลำดับ กำหนดหมายเลข ip address ให้อุปกรณ์เราเตอร์ใน Router ID ผู้ใช้งานสามารถเปิดการใช้งานเอ็มพีแอลเอสให้อินเตอร์เฟสพอร์ทที่ต้องการโดยการใส่พอร์ท หมายเลข ip address และซับเน็ตมาสก์ใน Port ex. g0/0 และ IP Address Subnet Mask ตามลำดับ

ผู้ใช้งานสามารถดูรายละเอียดของอินเตอร์เฟสที่ทำการเปิดการใช้งานเอ็มพีแอลเอสด้วยการกดปุ่ม Show MPLS interfaces

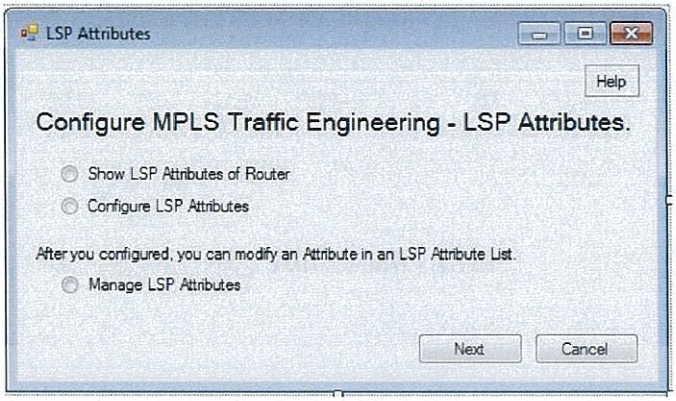
3.2.8 MPLS interfaces



รูปที่ 3.11 MPLS interfaces

MPLS interfaces เป็นหน้าต่างที่แสดงรายละเอียดของอินเตอร์เฟสที่ทำการเปิดการใช้งานเอ็มพีแอลเอสเรียบร้อยแล้ว

3.2.9 LSP Attributes



รูปที่ 3.12 LSP Attributes

LSP Attributes คือหน้าต่างสำหรับการตั้งค่าการใช้งาน LSP Attributes ของ MPLS Traffic Engineering

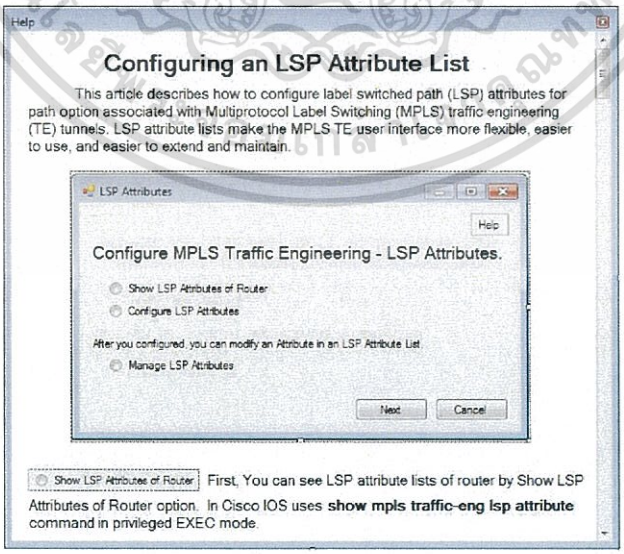
ในส่วน Help ผู้ใช้งานสามารถดูคู่มือการใช้งาน LSP Attributes หรือคำสั่งในการตั้งค่า

ในส่วน Show LSP Attributes of Router เป็นการแสดงลิสต์ของ LSP Attribute ที่มีในอุปกรณ์เราเตอร์

ในส่วน Configure LSP Attributes เป็นการตั้งค่าการทำงานของ LSP Attributes

ในส่วน Manage LSP Attributes เป็นการจัดการ LSP Attributes ในอุปกรณ์เราเตอร์

3.2.10 Help



รูปที่ 3.13 Help

หน้าต่าง Help แสดงการตั้งค่าการทำงาน LSP Attribute List โดยมีรายละเอียดดังนี้

- การตั้งค่าการทำงาน LSP Attribute List จากบทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้
- แสดงขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมในส่วนการตั้งค่าการทำงาน LSP Attribute List โดยรายละเอียดหน้าต่างที่นำมาใช้ในการอธิบายในหน้าต่าง Help มีดังต่อไปนี้

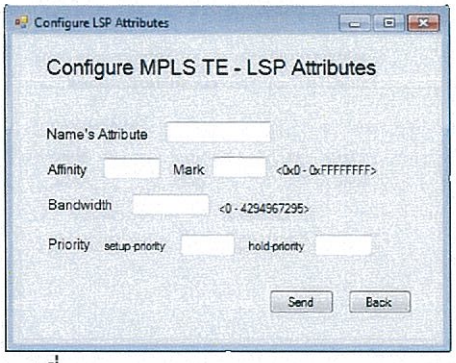
1. LSP Attributes จากบทที่ 3 การออกแบบระบบ
2. List LSP Attribute ในหัวข้อถัดไป
3. Configure LSP Attributes ในหัวข้อถัดไป
4. ManageLSP ในหัวข้อถัดไป
5. Adding Attribute to an LSP Attribute list ในหัวข้อถัดไป
6. Deleting an Attribute from an LSP Attribute List ในหัวข้อถัดไป
7. Modifying an Attribute in an LSP Attribute List ในหัวข้อถัดไป
8. Associating an LSP Attribute List with a Path Option for a TE Tunnel ในหัวข้อถัดไป
9. Show Interface Tunnel ในหัวข้อถัดไป

3.2.11 List LSP Attribute

รูปที่ 3.14 List LSP Attribute

List LSP Attribute คือส่วนที่แสดงรายละเอียดลิสต์ MPLS Traffic Engineering-LSP Attributes

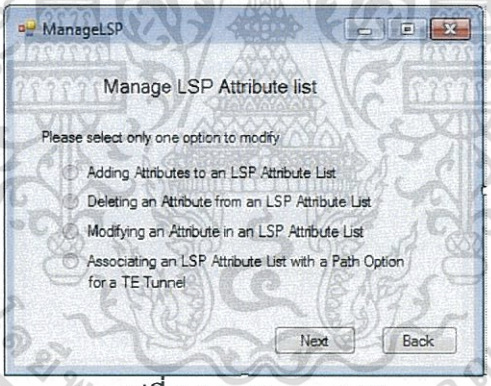
3.2.12 Configure LSP Attributes



รูปที่ 3.15 Configure LSP Attributes

Configure LSP Attributes คือหน้าต่างที่ผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าการใช้งาน LSP Attributes

3.2.13 ManageLSP



รูปที่ 3.16 ManageLSP

ManageLSP คือหน้าต่างที่ผู้ใช้งานสามารถจัดการ LSP Attributes ที่ได้สร้างขึ้น

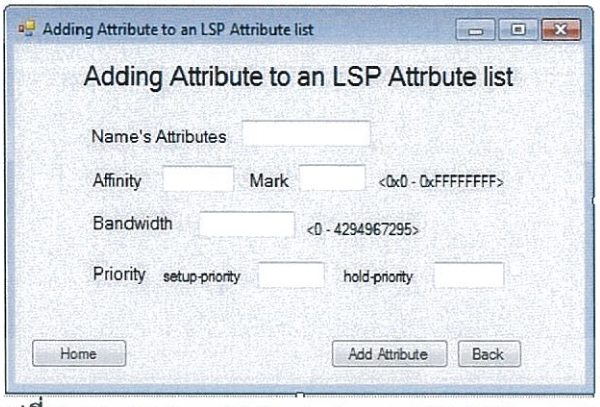
ในส่วน Adding Attributes to an LSP Attribute List ผู้ใช้งานสามารถเพิ่ม LSP Attributes

ในส่วน Deleting an Attribute from an LSP Attribute List ผู้ใช้งานสามารถลบ LSP Attributes ที่สร้างขึ้นได้

ในส่วน Modifying an Attribute in an LSP Attribute List ผู้ใช้งานสามารถปรับปรุง LSP Attributes ที่สร้างขึ้นได้

ในส่วน Associating an LSP Attribute List with a Path Option for a TE Tunnel ผู้ใช้งานสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง LSP Attribute List กับ ตัวเลือกเส้นทางสำหรับ TE Tunnel ได้

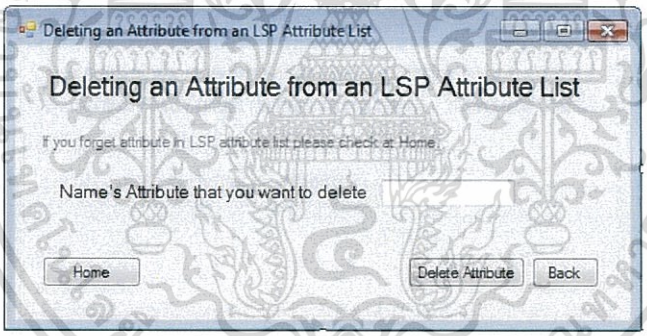
3.2.14 Adding Attribute to an LSP Attribute list



รูปที่ 3.17 Adding Attribute to an LSP Attribute list

Adding Attribute to an LSP Attribute list คือหน้าต่างที่ผู้ใช้งานสามารถสร้าง LSP Attribute ขึ้นได้

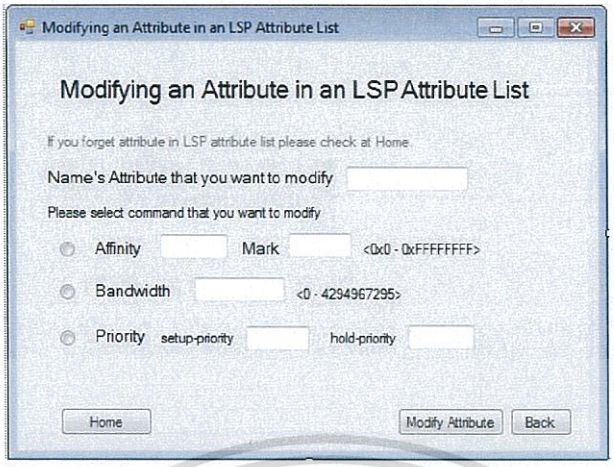
3.2.15 Deleting an Attribute from an LSP Attribute List



รูปที่ 3.18 Deleting an Attribute from an LSP Attribute List

Deleting an Attribute from an LSP Attribute List คือหน้าต่างที่สามารถลบ Attribute ที่สร้างออกจาก LSP Attribute List ได้ โดยกรอกชื่อของ Attribute ในช่องว่าง

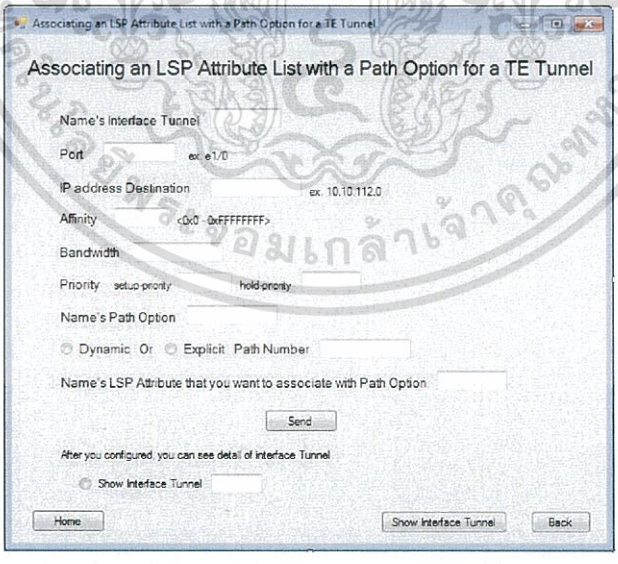
3.2.16 Modifying an Attribute in an LSP Attribute List



รูปที่ 3.19 Modifying an Attribute in an LSP Attribute List

Modifying an Attribute in an LSP Attribute List คือหน้าต่างที่ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยน Attribute ที่สร้างขึ้นได้ โดยกรอกชื่อของ Attribute ในช่อง Name's Attribute that you want to modify แล้วเลือกคุณสมบัติที่ต้พร้อมใส่ค่าของคุณสมบัติที่ต้องการปรับเปลี่ยน

3.2.17 Associating an LSP Attribute List with a Path Option for a TE Tunnel

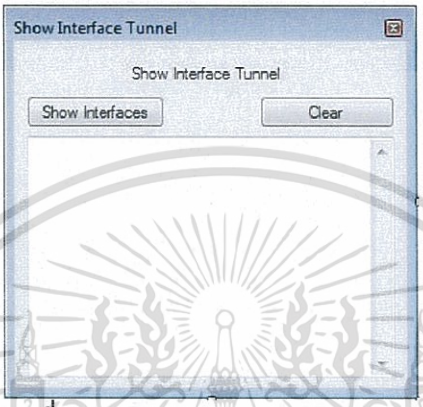


รูปที่ 3.20 Associating an LSP Attribute List with a Path Option for a TE Tunnel

Associating an LSP Attribute List with a Path Option for a TE Tunnel คือหน้าต่างที่ผู้ใช้งานสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง LSP Attribute List กับตัวเลือกเส้นทางสำหรับ TE Tunnel ได้ และผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูล MPLS Traffic Engineering Tunnel ที่สร้างขึ้นได้โดยใส่ชื่อในช่อง

แล้วกด

3.2.18 Show Interface Tunnel



รูปที่ 3.21 Show Interface Tunnel

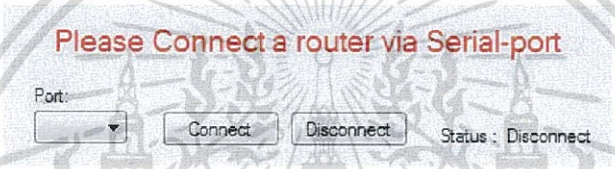
Show Interface Tunnel คือส่วนที่ผู้ใช้งานสามารถดูรายละเอียดรายการ MPLS Traffic Engineering Tunnel ที่สร้างขึ้น

บทที่ 4
ผลการทดลอง

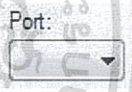
4.1 การเชื่อมต่อโปรแกรมไปยังอุปกรณ์เราเตอร์

4.1.1 การเชื่อมต่อด้วยพอร์ต Serial

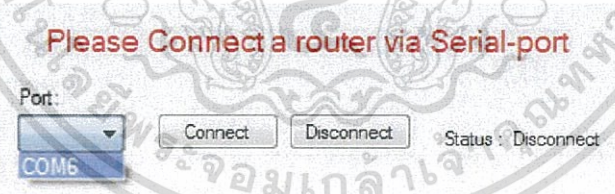
การเชื่อมต่ออุปกรณ์เราเตอร์ครั้งแรกต้องเชื่อมต่อด้วยพอร์ต Serial เพื่อทำการเปิดการใช้งานโปรโตคอล SSH ให้กับเราเตอร์โดยในหน้าต่าง SSH configure ส่วนการเชื่อมต่อเราเตอร์ด้วยพอร์ต Serial ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ส่วนการเชื่อมต่อเราเตอร์ด้วยพอร์ต Serial

เมื่อผู้ใช้งานทำการต่อสาย serial เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ ในส่วน 

จะมีชื่อ Com port ที่ผู้ใช้งานทำการต่อสายดังรูปที่ 4.2

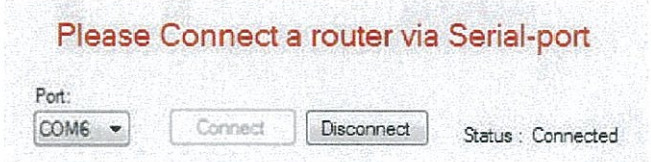


รูปที่ 4.2 Com port

หลังจากผู้ใช้งานกด

ในส่วน

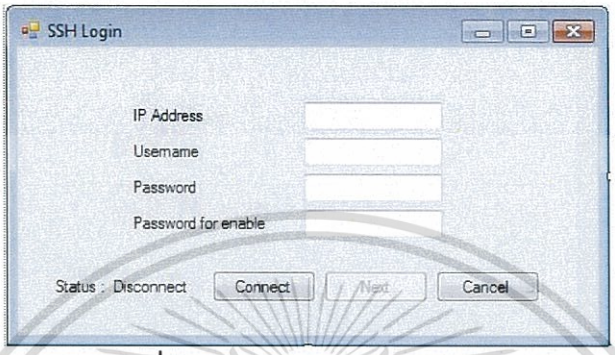
เปลี่ยนแปลงค่าสถานะเป็น Connected และปุ่ม Connect ไม่สามารถกดได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 สถานะ Connected

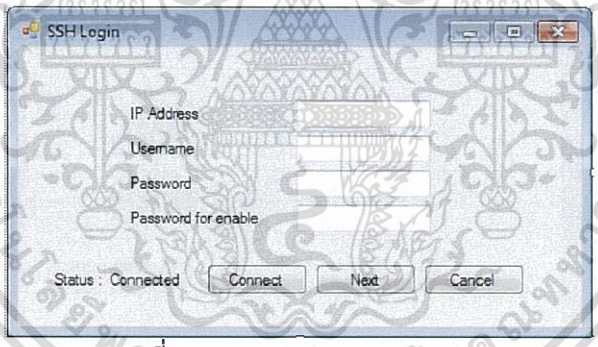
4.1.2 การเชื่อมต่อด้วยโปรโตคอล SSH

เมื่อทำการเปิดการใช้งานโปรโตคอล SSH ให้กับเราเตอร์เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการกดปุ่ม Connect via SSH ในหน้าต่าง Home เพื่อทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์เราเตอร์ด้วยโปรโตคอล SSH ผู้ใช้งานไม่สามารถกด Next ในหน้าต่าง SSH Login ได้ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ไม่สามารถกด Next ได้

ปุ่ม Next สามารถกดได้ก็ต่อเมื่อผู้ใช้งานจะกด Connect และสถานะขึ้น Connected ดังรูปที่ 4.5

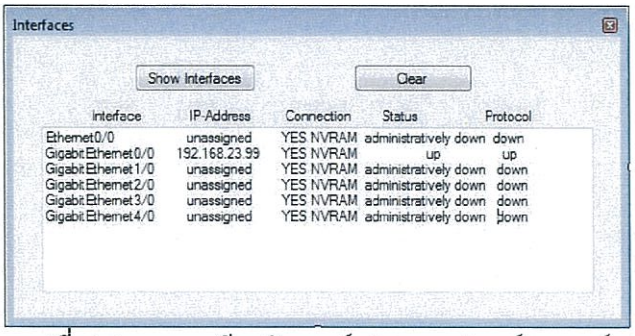


รูปที่ 4.5 สถานะ Connected

4.2 การแสดงค่าของอุปกรณ์เราเตอร์ในโปรแกรม

4.2.1 แสดงข้อมูลอินเตอร์เฟส

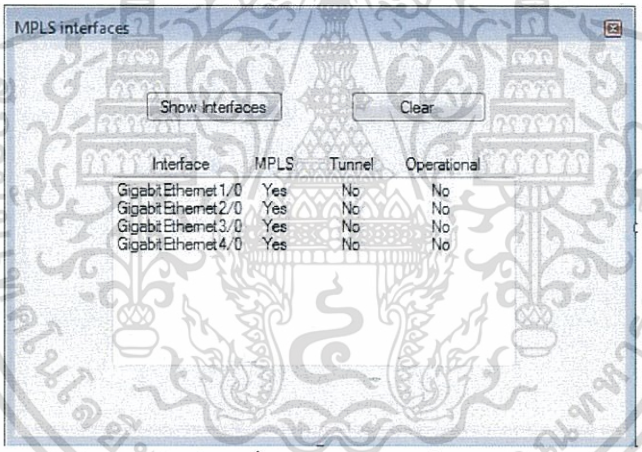
ในหน้าต่าง Home (SSH) ผู้ใช้งานสามารถดูรายละเอียดอินเตอร์เฟสของอุปกรณ์เราเตอร์ได้โดยการกดที่ Show Interfaces โปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง Interfaces ให้ผู้ใช้งานทำการกด Show Interfaces จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 รายละเอียดอินเตอร์เฟสของอุปกรณ์เราเตอร์

4.2.2 แสดงข้อมูลอินเตอร์เฟสของ MPLS

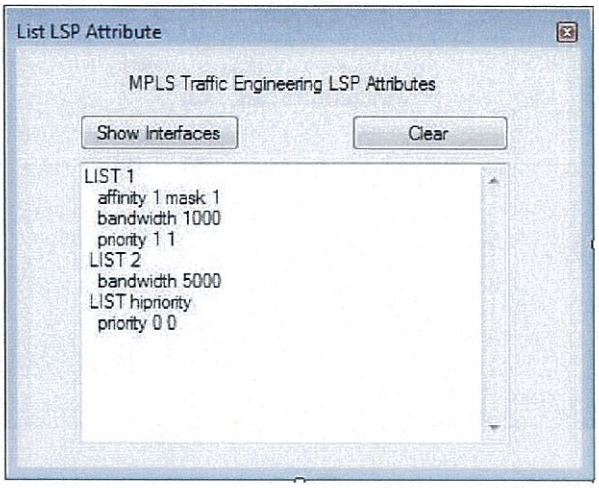
ในหน้าต่าง MPLS Configure ผู้ใช้งานสามารถดูรายละเอียดอินเตอร์เฟสที่เปิดการใช้งานเอ็มพีแอลเอสของอุปกรณ์เราเตอร์ได้โดยการกดที่ Show MPLS interfaces โปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง MPLS interfaces ให้ผู้ใช้งานทำการกด Show Interfaces จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 รายละเอียดอินเตอร์เฟสที่เปิดการใช้งานเอ็มพีแอลเอสของอุปกรณ์เราเตอร์

4.2.3 แสดงข้อมูล LSP Attributes

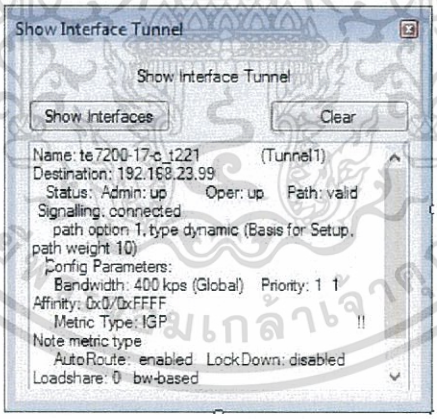
ในหน้าต่าง LSP Attributes ผู้ใช้งานสามารถดูรายละเอียดลิสต์ของ LSP Attribute ที่มีในอุปกรณ์เราเตอร์โดยการเลือกที่ Show LSP Attributes of Router แล้วทำการกด Next โปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง List LSP Attribute ให้ผู้ใช้งานทำการกด Show Interfaces จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 รายละเอียดของ LSP Attribute ที่มีในอุปกรณ์เราเตอร์

4.2.4 แสดงรายการอินเตอร์เฟส TE Tunnel

ในหน้าต่าง Associating an LSP Attribute List with a Path Option for a TE Tunnel ผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูล MPLS Traffic Engineering Tunnel ที่สร้างขึ้นได้โดยใส่ชื่อในช่อง Show Interface Tunnel แล้วกด Show Interface Tunnel โปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง Show Interface Tunnel ให้ผู้ใช้งานทำการกด Show Interfaces จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.9

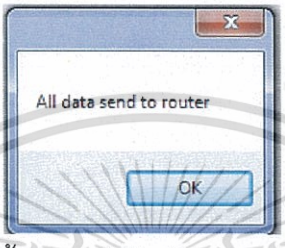


รูปที่ 4.9 รายละเอียดรายการ MPLS Traffic Engineering Tunnel ที่สร้างขึ้น

4.3 การส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานของโปรแกรมไปยังอุปกรณ์เราเตอร์

4.3.1 ส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานโปรโตคอล SSH

ในหน้าต่าง SSH configure ถ้าผู้ใช้งานทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์เราเตอร์สำเร็จ และกรอกข้อมูลครบ หลังจากการกด Next เพื่อทำการส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานไปที่เราเตอร์ โปรแกรมจะปรากฏข้อความดังรูปที่ 4.10



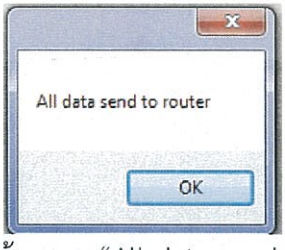
รูปที่ 4.10 ข้อความ "All data send to router"

4.3.2 ส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานในการเข้าถึงอุปกรณ์เราเตอร์ด้วยโปรโตคอล SSH

ในหน้าต่าง SSH Login ถ้าผู้ใช้งานทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์เราเตอร์สำเร็จ และกรอกข้อมูลครบ หลังจากกด Next เพื่อทำการส่งคำสั่งการตั้งคาการทำงานไปที่เราเตอร์ โปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง Home (SSH)

4.3.3 ส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานเครือข่ายด้วยเอ็มพีแอลเอส

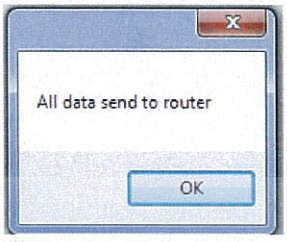
ในหน้าต่าง MPLS Configure ถ้าผู้ใช้งานกรอกข้อมูลครบหลังจากกด NEXT เพื่อทำการส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานไปที่เราเตอร์ โปรแกรมจะปรากฏข้อความดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ข้อความ "All data send to router"

4.3.4 ส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงาน LSP Attributes

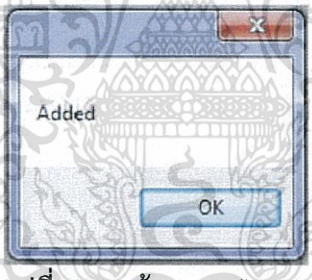
ในหน้าต่าง Configure LSP Attributes ถ้าผู้ใช้งานกรอกข้อมูลครบ หลังจากกดเพื่อทำการ Send ส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานไปที่เราเตอร์ โปรแกรมจะปรากฏข้อความดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ข้อความ "All data send to router"

4.3.5 ส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานของการเพิ่ม LSP Attributes

ในหน้าต่าง Adding Attribute to an LSP Attribute list ถ้าผู้ใช้งานกรอกข้อมูลครบ หลังจากการกด Add Attribute เพื่อทำการส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานไปที่เราเตอร์ โปรแกรมจะปรากฏข้อความดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ข้อความ "Added"

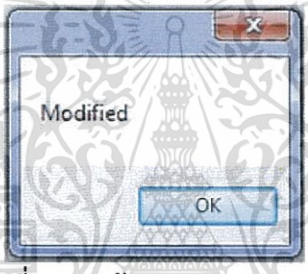
4.3.6 ส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานของการลบ LSP Attributes

ในหน้าต่าง Deleting an Attribute from an LSP Attribute List ถ้าผู้ใช้งานกรอกข้อมูลครบ หลังจากการกด Delete Attribute เพื่อทำการส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานไปที่เราเตอร์ โปรแกรมจะปรากฏข้อความดังรูปที่ 4.14

รูปที่ 4.14 ข้อความ “Deleted”

4.3.7 ส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานของการปรับเปลี่ยน LSP Attributes

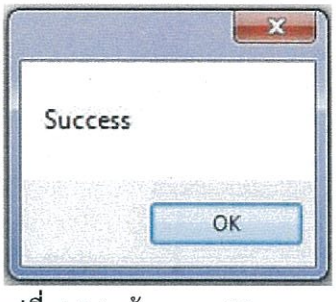
ในหน้าต่าง Modifying an Attribute in an LSP Attribute List ถ้าผู้ใช้งานกรอกข้อมูลครบ หลังจากการกด Modify Attribute เพื่อทำการส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานไปที่เราเตอร์ โปรแกรมจะปรากฏข้อความดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 ข้อความ “Modified”

4.3.8 ส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานของการสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง LSP Attribute List กับตัวเลือกเส้นทางสำหรับ TE Tunnel

ในหน้าต่าง Associating an LSP Attribute List with a Path Option for a TE Tunnel ถ้าผู้ใช้งานกรอกข้อมูลครบ หลังจากการกด Send เพื่อทำการส่งคำสั่งการตั้งค่าการทำงานไปที่เราเตอร์ โปรแกรมจะปรากฏข้อความดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ข้อความ “Success”

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการทำงานของโครงงาน

จากการทดลองพบว่าการเชื่อมต่อโปรแกรมกับอุปกรณ์เราเตอร์ราบรื่นไม่ติดปัญหาในเรื่องใด ซึ่งผู้จัดทำได้สรุปข้อดีข้อเสียดังต่อไปนี้

5.1.1 ข้อดี

- การติดต่อกับอุปกรณ์เราเตอร์ด้วยโปรแกรมที่สร้างขึ้น ทำให้ผู้ใช้งานสามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์เราเตอร์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น
- ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องรู้หรือจดจำคำสั่งต่างๆ ในการ config อุปกรณ์เราเตอร์
- มีการให้ความปลอดภัยด้วย SSH

5.1.2 ข้อเสีย

- ผู้ใช้งานไม่สามารถเพิ่มคำสั่งอื่นๆ ลงไปในโปรแกรมได้

5.2 แนวทางการพัฒนาโครงงาน

ขั้นตอนการพัฒนาต่อของโครงงานนี้ก็คือพัฒนาให้สามารถตั้งค่าอุปกรณ์เราเตอร์ในรุ่นใหม่ที่ออกมาได้ สามารถแสดงค่าต่างๆ ของอุปกรณ์เราเตอร์ได้ และสามารถกำหนดค่าการทำงานของอุปกรณ์ได้ครบทุกคำสั่งของอุปกรณ์เราเตอร์ ส่วนที่ควรพัฒนาเพิ่มเติมต่อคือการพัฒนาเพิ่มเติมให้รองรับคำสั่งได้เพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

โก้ ชัยวัฒน์. 2558. MPLS Traffic Engineering แบบเน้นๆ ที่แก่นความรู้. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.bloggang.com/mainblog.php?id=likecisco&month=16-03-2015&group=3&blog=31.

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. 2554. **คู่มือการพัฒนาแอพพลิเคชั่น Visual C# 2010**. กรุงเทพฯ : ซิมพลิฟาย.

ปานวิทย์ ธุวะนุติ. 2556. รู้จักกับเทคโนโลยี MPLS. [Online]. เข้าถึงได้จาก : journal.it.kmitl.ac.th/getFile.php?articleId=5237b8d41698b8ba7f000000.

อาจารย์เอ, อาจารย์เอี้ยง และอาจารย์ด้วง. 2558. การ Config MPLS บน Router Cisco. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.ninehua.com/index.php/story/menu-nw/121-config-mpls.

เอกสิทธิ์ วิริยจารี. 2548. **เรียนรู้ระบบเน็ตเวิร์กจากอุปกรณ์ของ Cisco ภาคปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

Americans Headquarters. Chapter: MPLS Traffic Engineering – LSP Attributes. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/mpls/configuration/guide/12_2sy/mp_12_2sy_book/mp_te_lsp_attr.html

Octrabot. 2556. เอ็มพีแอลเอส. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://th.wikipedia.org/wiki/เอ็มพีแอลเอส.

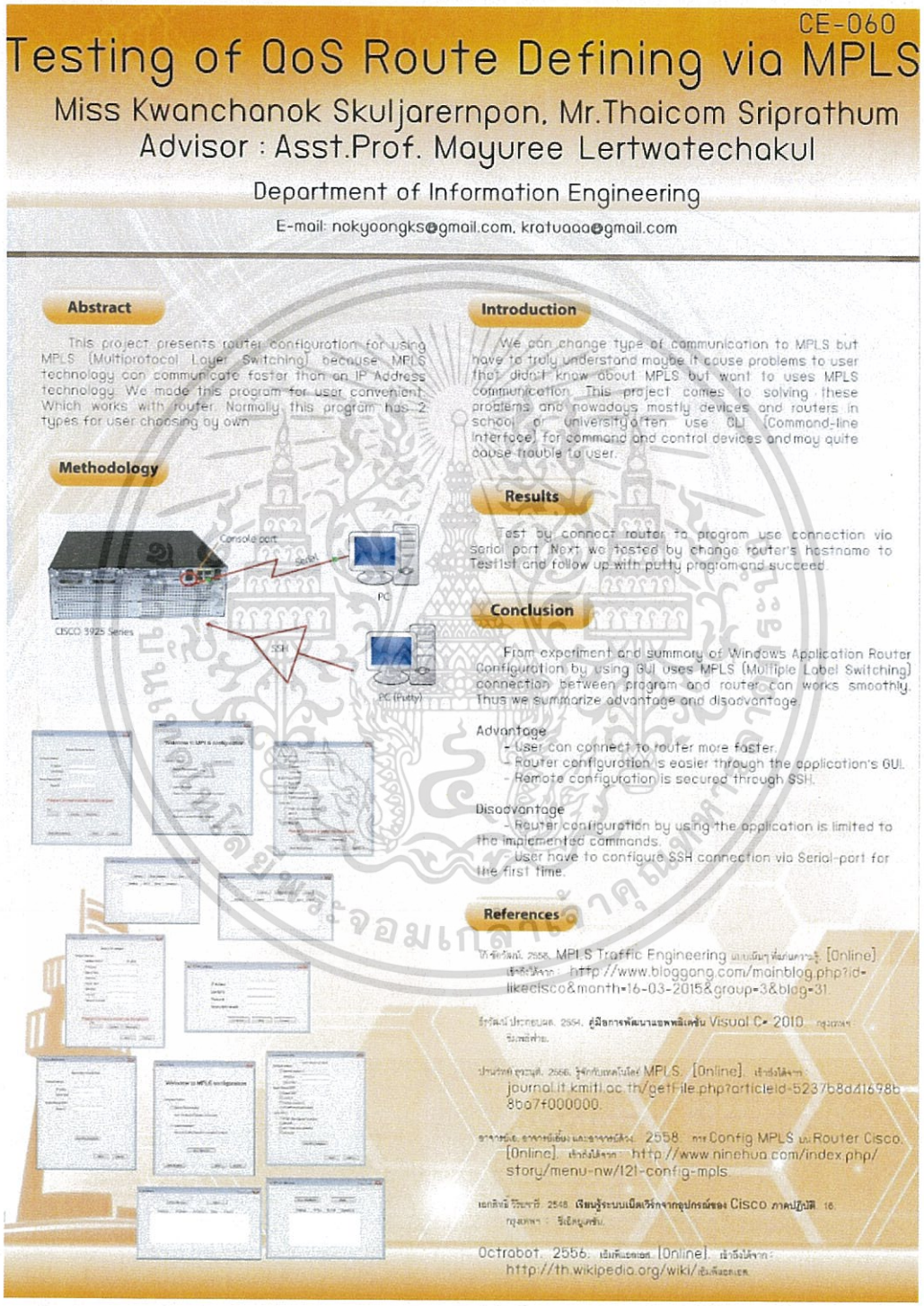
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

Poster

ภาคผนวก ก

Poster



รูปที่ ก.1 Poster