รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

รูปแบบการติดต่อสื่อสารระบบตู้สาขาเสมือนจริง

ของบริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด

Virtual Private Branch Exchange (V-PBX)

of National Telecom Public Company Limited

โดย

นายไตรเทพ ภักดี๋ใจดี 6223200028

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564

หัวข้อโครงงาน รูปแบบการติดต่อสื่อสารระบบตู้สาขาเสมือนจริงของบริษัท

โทรคมนาคมแห่งชาติจำกัด

Virtual Private Branch Exchange (V-PBX) of National Telecom Public Company Limited

รายชื่อผู้จัดทำ นายไตรเทพ ภักดีโยดี 6223200028

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิภาวัลย์ นาคทรัพย์)

..... พนักงานที่ปรึกษา
(นายไมตรี ปู่สาลี)

..... กรรมการกลาง
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พงิจ สุวัลย์)

..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มารุจ สีมะวัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2566

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

ตามที่ผู้จัดทำ นายไตรเทพ ภักดิ์ใจดี นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ.2565 ถึงวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2565 ในตำแหน่ง นายช่างเทคนิค ณ บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) ศูนย์บริการลูกค้านครหลวงที่ 3.1.3 และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษา ให้ทำการศึกษา และ ทำรายงาน เรื่อง รูปแบบการติดต่อสื่อสารระบบตู้สาขาเสมือนจริงของบริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติจำกัด

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นายไตรเทพ ภักดิ์ใจดี

นักศึกษาสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

ตามที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) ศูนย์บริการลูกค้านครหลวงที่ 3.1.3 ตั้งแต่วันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2565 ถึงวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ.2565 ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียน และการปฏิบัติงานในอนาคต สำหรับรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) ศูนย์บริการลูกค้านครหลวงที่ 3.1.3
2. นายโสพส บู่สาลี พนักงานพี่เลี้ยง
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิภาวัลย์ นาคทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษา

และบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงานเล่มนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริงซึ่งผู้จัดทำขอขอบพระเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

ไตรเทพ ภักดิ์ใจดี

หัวข้อโครงงาน รูปแบบการติดต่อสื่อสารระบบตู้สาขาเสมือนจริง ของบริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด

Virtual Private Branch Exchange (V-PBX) of National Telecom Public Company Limited

หน่วยกิต 5 หน่วยกิต

ผู้จัดทำ นาย ไตรเทพ ภักดิ์ใจดี 6223200028

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

ระดับการศึกษา ปริญญาตรี (วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต)

สาขา/วิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา 1/2564

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอรูปแบบการติดต่อสื่อสารระบบตู้สาขาเสมือนจริงเป็นบริการตู้สาขาระบบโทรศัพท์โดยใช้เทคโนโลยี Cloud VoIP ทำให้องค์กรหน่วยงานของท่านไม่ต้องกังวลเรื่องการดูแลตู้สาขาโทรศัพท์แบบเดิมซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ได้รับจากการฝึกงานในโครงการสหกิจศึกษาระหว่างมหาวิทยาลัยสยามกับบริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) ขั้นตอนการติดตั้ง เริ่มตั้งแต่ โครงสร้างของโครงข่าย เพื่อให้บริการ การย้ายหมายเลข การเปิดบริการ V-PBX การติดตั้งและการใช้งาน รวมถึงตรวจสอบการลงทะเบียน ซึ่งได้ศึกษาและนำเสนอโดยละเอียดในรายงานสหกิจฉบับนี้แล้ว

คำสำคัญ: ระบบตู้สาขาเสมือนจริง/ การติดตั้ง / การใช้งาน

Project Title: Virtual Private Branch Exchange (V-PBX) of National Telecom Public Company Limited

Credits : 5 Units

By: Mr. Traithep Pakjaidee 6223200028

Advisor: Asst. Prof. Wipavan Narksarp

Degree: Bachelor of Engineering

Major: Electrical Engineering

Faculty: Engineering

Semester/Year: 1/2021

Abstract

The communication model for a virtual PBX system was presented in this cooperative education project as a cloud VoIP PBX solution for telephone systems.The work on the PBX phone system, which was an experience gained from an internship in the cooperative education project between Siam University and thecompany, National Telecommunication Public Company Limited. Their services help firms from having to worry about maintaining a traditional PBX phone system.The network structure was installed first, then serving porting numbers, V-PBX service activation, and setup, including the registration check which had been studied and presented in detail in this cooperative report.

Keywords: V-PBX, installation, National Telecommunications Limited

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบตู้สาขา	3
2.2 ระบบตู้สาขาเสมือน (VPBX)	4
2.3 ระบบโทรศัพท์ไอพี	5
2.4 IP PBX on VPBX (V-PBX)	7
2.5 Application การใช้งานเทคโนโลยี VoIP	27
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	32
3.2 ลักษณะการประกอบการและการให้บริการหลักขององค์กร	33
3.3 รูปแบบการจัดการองค์การและการบริหารงาน	35
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	35

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	35
3.7 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน	36
3.8 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้	37
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน	
4.1 สรุปผลงานตัดถ่ายขึ้นใช้งานระบบ VPBX	42
บทที่ 5 ผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลโครงงาน	45
5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจ	45
5.3 ประโยชน์ด้านการทำงาน	45
5.4 ปัญหาในการปฏิบัติงาน	46
5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน	46
5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน	46
บรรณานุกรม	47
ภาคผนวก	48
ภาคผนวก ก รูปขณะปฏิบัติงาน	49
ภาคผนวก ข การนิเทศงานสหกิจศึกษา	50
ภาคผนวก ค การสอบโครงงานสหกิจศึกษา	51
ภาคผนวก ง การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการ โดยใช้โปรแกรมอักขราวิทสุทธิ์	52

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแสดงโครงข่าย VoIP (Voice over Internet Protocol) 8

รูปที่ 2.2 telephony protocol stack 9

รูปที่ 2.3 การเปรียบเทียบระหว่าง H.323 และ SIP 21

รูปที่ 2.4 PCM (Pulse Code Modulation) 22

รูปที่ 2.5 Removal of Echo 23

รูปที่ 2.6 Framing Process 23

รูปที่ 2.7 Packetization Process 23

รูปที่ 2.8 Address and Delivery 24

รูปที่ 2.9 Conversion to Analog 24

รูปที่ 2.10 PC to PC 25

รูปที่ 2.11 PC to Phone 25

รูปที่ 2.12 Phone to PC 26

รูปที่ 2.13 Telephony 26

รูปที่ 2.14 PBX to PBX Connection 27

รูปที่ 2.15 Long Line PBX Extension 28

รูปที่ 2.16 Teleworker/ Local Access 29

รูปที่ 2.17 Service Provider CPE 30

รูปที่ 2.18 Comparison of H.323 and SIP 30

รูปที่ 3.1 ที่ตั้งบริษัท 32

รูปที่ 3.2 เครื่อง Fusion Splicer 37

รูปที่ 3.3 เครื่อง OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) 38

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.4 เครื่อง PON Power Meter (Optical Power Meter) 38

รูปที่ 3.5 เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา 39

รูปที่ 3.6 รับงานจากระบบ Scoms Mobile 39

รูปที่ 3.7 ตัดถ่ายจากเลขหมายทองแดงมาเป็นเลขหมาย IP-phone 40

รูปที่ 3.8 การ set อุปกรณ์ 40

รูปที่ 3.9 NT ยินดีให้บริการ 41

รูปที่ 4.1 ใบคำขอใช้บริการ 42

รูปที่ 4.2 อุปกรณ์สำหรับออกเลขหมาย 43

รูปที่ 4.3 ข้อมูลเลขหมายและรหัสการตั้งค่าอุปกรณ์ 43

รูปที่ 4.4 ตู้พักสาย SDP 43

รูปที่ 4.5 การเดินสาย drop wire fiber 44

รูปที่ 4.6 การติดตั้งอุปกรณ์ปลายทาง 44

รูปที่ 4.7 การส่งมอบงานให้ลูกค้าตรวจสอบ 44

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ 36

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบัน มีบริษัทมากมายถูกจัดตั้งขึ้น ดังนั้นการสื่อสารภายในองค์กร และ ภายนอกองค์กร หรือลูกค้าย่อมเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งสิ่งเหล่านั้นได้ไม่ใช่แค่การมีโทรศัพท์ การที่จะทำให้การสื่อสารภายในองกรณ์ หรือ การที่จะทำให้ลูกค้าติดต่อเข้ามาอย่างมีระบบ นั้นจำเป็นต้องมี ระบบตู้สาขาโทรศัพท์ ที่ทำหน้าที่เป็นชุมสายโทรศัพท์สำนักงานแบบอัตโนมัติ ทำให้ระบบการสื่อสารโดยโทรศัพท์สำหรับองค์กรนั้นเป็นไปอย่างราบรื่น และมีระบบ แต่เนื่องจากระบบตู้สาขาโทรศัพท์มีข้อจำกัดของหมายเลขโทรศัพท์และสายรวมทั้งการโทรสามารถผ่านอุปกรณ์เฉพาะภายในระบบรวมถึงมีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาค่อนข้างสูง

ดังนั้น ผู้ให้บริการเบอร์พื้นฐานปัจจุบัน จึงเปลี่ยนรูปแบบการให้บริการโดยนำเทคโนโลยีบริการตู้สาขาโทรศัพท์เสมือนจริง Virtual Private Branch Exchange (V-PBX) มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กร และเป็นการลดค่าใช้จ่ายที่สิ้นเปลืองในการติดตั้งอุปกรณ์ตู้สาขาโทรศัพท์แบบเดิมๆ

ปริญญานิพนธ์นี้ ซึ่งได้มาจากการออกปฏิบัติงานในรายวิชาสหกิจศึกษาของนักศึกษามหาวิทยาลัยสยาม โดยได้เข้าปฏิบัติที่ บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) ศูนย์บริการลูกค้านครหลวงที่ 3.1.3 เข้าไปปฏิบัติงานด้านเทคนิค ในตำแหน่ง นายช่างเทคนิค ในส่วนแผนกนี้จะทำงานเกี่ยวกับการให้บริการโทรศัพท์ประจำที่และอินเทอร์เน็ต

1.2 วัตถุประสงค์ขอโครงงาน

1.2.1 เพื่อแสดงความแตกต่างระหว่างระบบตู้สาขาโทรศัพท์กับระบบตู้สาขาโทรศัพท์เสมือนจริง (V-PBX)

1.2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานระบบตู้สาขาโทรศัพท์เสมือนจริง (V-PBX) ทางด้านความเร็ว และความหลากหลายในการนำไปใช้

1.2.3 เพื่อทำความเข้าใจในระบบตู้สาขาโทรศัพท์เสมือนจริง (V-PBX)

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษารายละเอียดหลักการทำงานและขั้นตอนการติดตั้งระบบตู้สาขาเสมือนจริง(V-PBX)

1.3.2 ศึกษารูปแบบการขั้นตอนการถ่ายโอนข้อมูลระบบตู้สาขาเสมือนจริง(V-PBX)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้รับความรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างระบบตู้สาขาและระบบตู้สาขาเสมือนจริง

1.4.2 ได้รับความรู้ ความเข้าใจในหลักการทำงานของ ระบบตู้สาขาเสมือนจริง

มหาวิทยาลัยสยาม SIAM UNIVERSITY

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบตู้สาขา

ตู้สาขาโทรศัพท์หรือภาษาอังกฤษเรียกว่า Private Automatic Branch Exchange (PABX) เป็นระบบชุมสายโทรศัพท์ย่อย ที่ออกแบบมาสำหรับใช้ในองค์กร หรือหน่วยงาน เพื่อที่จะให้องค์กรหรือหน่วยงานนั้น ๆ มีเบอร์โทรศัพท์ต่อ หรือเบอร์ภายในเป็นของตนเอง ใช้สำหรับติดต่อสื่อสารกันภายในองค์กร และยังสามารถใช้เบอร์เหล่านั้นโทรเข้า-โทรออก ได้โดยตรงไม่ต้องผ่านโอเปอเรเตอร์ติดต่อไปยังระบบโทรศัพท์ภายนอกหรือชุมสายโทรศัพท์ภายนอก ที่เรียกว่า PSTN (Public Switched Telephone Network) ได้ ระบบตู้สาขาโทรศัพท์ที่นิยมใช้มีอยู่ 2 ระบบได้แก่ อนาล็อก แบบ Switching PBX และแบบดิจิตอล หรือแบบ IP-PBX นั่นเอง ซึ่งสามารถอธิบายให้เข้าใจถึงหลักการทำงานโดยละเอียดได้ดังนี้

2.1.1 ตู้สาขาโทรศัพท์แบบอนาล็อกหรือแบบ Switching PBX

เป็นระบบที่ได้รับความนิยมมากในสมัยก่อน แต่ปัจจุบันได้รับความนิยมลดน้อยลงไปอย่างมาก ใช้สายโทรศัพท์แบบเส้นเล็กสีเหลือง ซึ่งมีทั้งแบบ 2 สายและแบบ 4 สาย วิธีการทำงานก็คือต้องมีพนักงาน 1 คน ทำหน้าที่เป็นโอเปอเรเตอร์ สำหรับนั่งคอยต่อสายภายในไปยังแผนกต่างๆ วิธีการคือรับสายเพื่อสอบถามต้นสายว่าต้องการติดต่อกับแผนกไหน จากนั้นก็จะทำการต่อสายโดยการเอาสายโทรศัพท์ที่ต่อกับหัว RJ-11

2.1.2 ตู้สาขาโทรศัพท์แบบดิจิตอลหรือแบบ IP-PBX

มาจากคำว่า IP (Internet Protocol) PBX (Private Branch Exchange) ซึ่ง IP-PBX เป็นการรวมเทคโนโลยีของ ระบบโทรศัพท์พื้นฐาน ที่ใช้กันทั่วไปรวมเข้ากับระบบ VoIP ทำให้ได้คุณสมบัติของระบบโทรศัพท์ ที่มีความสามารถมากขึ้น สามารถเชื่อมต่อสื่อสารกันได้กว้างขวางมากขึ้น โดยสามารถสื่อสารกันได้ทั้งบนระบบโทรศัพท์พื้นฐาน ที่มีอยู่และทางระบบ IP ได้พร้อม ๆ กัน คุณสมบัติที่ทาง IP-PBX มีอยู่คือ สามารถเชื่อมต่อกันผ่านทางระบบเครือข่ายหรือ IP ได้ ผู้ใช้สามารถเชื่อมเข้าระบบจากที่ใดก็ได้ที่มีระบบเครือข่าย หรือ Internet เชื่อมต่อถึง

2.2 ระบบตู้สาขาโทรศัพท์ (ระบบ PABX)

ส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดและถือเป็นหัวใจในการทำงานของระบบตู้สาขาโทรศัพท์ก็คือ ตัวตู้สาขาโทรศัพท์เอง ตู้สาขาโทรศัพท์จะมีลักษณะเป็นตู้รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีหลายขนาด ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการทำงาน ตู้ขนาดเล็กที่ใช่กันทั่วไปจะมีขนาดกว้าง 20 ซม. หนา 5 ซม. โดยประมาณภายในตู้ประกอบด้วยแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน ของระบบโทรศัพท์ทั้งหมดให้สัมพันธ์กันและเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นอาจทำให้ผู้อ่านบางท่านสงสัยว่าระบบตู้สาขาโทรศัพท์นั้นทำงาน อย่างไร และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้โทรศัพท์ในแง่ใดบ้าง เพื่อให้ผู้อ่านมองเห็นประโยชน์ ของระบบตู้สาขาตู้โทรศัพท์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้เขียนจะขอกล่าวถึงคุณสมบัติพื้นฐานที่สำคัญบาง ประการที่ระบบตู้สาขาโทรศัพท์ทั่วไปจะต้องมีซึ่งเป็นคุณสมบัติเด่นและมีประโยชน์กว้างขวาง ได้แก่

2.2.1 การแยกสายภายใน

ระบบตู้สาขาโทรศัพท์ช่วยให้สามมารถแยกใช้เครื่องรับโทรศัพท์ได้หลายเครื่อง แม้ว่า จะเป็นตู้สาขาขนาดเล็กที่สามารถต่อสายนอกจากองค์การโทรศัพท์ได้เพียงสายเดียว โดยที่เครื่องรับ โทรศัพท์แต่ละเครื่องที่เชื่อมต่อไว้กับระบบสามารถแยกการควบคุมและการใช้งานได้อย่างอิสระต่อกัน เพียงแต่ไม่สามารถโทรศัพท์ติดต่อกับสายนอกหลาย ๆ รายในเวลาเดียวกันได้ ยกเว้นจะใช้ตู้สาขาใหญ่ ขึ้นที่สามารถต่อสายนอกจากองค์การโทรศัพท์ได้หลายสาย

2.2.2 การรองรับระบบ

ระบบตู้สาขาโทรศัพท์สามารถใช้ได้กับระบบโทรศัพท์ทั้งที่เป็นระบบกดปุ่มและระบบหมุน สำหรับรายที่เดินสายจากองค์การโทรศัพท์ไว้เป็นระบบเดิมคือระบบหมุนก็สามารถใช้เครื่องรับ โทรศัพท์แบบหมุนได้ หรือในรายที่เดินสายจากองค์การโทรศัพท์ไว้เป็นระบบหมุน แต่ต้องการใช้ กับเครื่องรับโทรศัพท์แบบกดปุ่มก็สามารถทำได้เพียงแต่ปรับสวิตช์ที่ตู้สาขาเท่านั้น

2.2.3 การแยกสัญญาณกระดิ่งเรียกเข้า

ในกรณีที่มีการติดตั้งเครื่องรับโทรศัพท์ไว้หลายเครื่อง ผู้ใช้สามารถเลือกสัญญาณกระดิ่งเรียกเข้าให้ดังขึ้นที่เครื่องไหนก็ได้ เช่น ผู้ใช้อาจจะเลือกให้โทรศัพท์ในห้องรับแขกหรือห้องทำงานดัง ขึ้นเมื่อมีโทรศัพท์จากภายนอกเข้ามาแต่จะไม่ให้โทรศัพท์ในห้องนอนดังขึ้นเพราะไม่อยากถูกรบกวน เวลานอน เป็นต้น

2.2.4 การติดต่อภายใน

ผู้ใช้สามารถโทรศัพท์ติดต่อกันภายในระหว่างเครื่องรับโทรศัพท์ภายในบ้านได้ เช่น ในกรณีที่เป็นบ้าน 3 ชั้นและมีการติดตั้งเครื่องรับโทรศัพท์ไว้ทุกชั้นผู้ที่อยู่ชั้นล่างสามารถโทรศัพท์ติดต่อ กับผู้ที่อยู่ชั้นสองหรือชั้นสามได้โดยสะดวกและการโทรศัพท์ติดต่อกันภายในนี้ผู้ใช้ไม่ต้องเสียค่าโทรศัพท์ เพิ่มเติมแต่ประการใด

2.2.5 การโอนสาย

ผู้ใช้สามารถโอนสายการพูดคุยจากโทรศัพท์เครื่องหนึ่งไปสู่อีกเครื่องหนึ่งได้ เช่น ใน กรณีที่มีโทรศัพท์จากภายนอก และผู้รับสายโทรศัพท์จากเครื่องที่อยู่ชั้นล่าง แต่ผู้ที่ติดต่อเข้ามาต้องพูดกับอีกคนหนึ่งซึ่งอยู่ชั้นบน ผู้รับสายก็สามารถโทรศัพท์เรียกผู้ที่อยู่ชั้นบนและโอนสายให้พูด คุยต่อไปได้โดยไม่ต้องตามตัวให้ลงมารับสายที่ชั้นล่าง

2.2.6 การหมุนทวนหมายเลขซ้ำ

ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการโทรศัพท์ติดต่อกับบุคคลที่อยู่ภายนอก แต่สายทางผู้รับยังไม่ว่าง ผู้ใช้สามารถเรียกซ้ำหมายเลขเดิมได้โดยการกดรหัสตัวเลขเพียง 1 หรือ 2 ตัวเท่านั้นตามที่ระบบของตู้สาขานั้น ๆ ได้กำหนดไว้ แทนที่จะต้องกดหมายเลขโทรศัพท์ทั้งหมดซ้ำทุก ๆ ครั้งที่พยายามจะติดต่อ

ตู้สาขาโทรศัพท์แบบดิจิตอล Digital PBX มีคุณสมบัติขั้นสูงจำนวนหนึ่งในขณะที่ให้คุณภาพเสียงที่เหมือนกัน (หรือดีกว่า) และการประมวลผลสัญญาณที่ปรับปรุงได้ดีกว่า PBX แบบอะนาล็อก คุณลักษณะบางอย่างเหล่านี้รวมถึงการ โอนสาย ข้อความเสียง และการต่อสายตรงอัตโนมัติเสมือน พวกเขาให้ความยืดหยุ่นในการเพิ่มคุณสมบัติและความสามารถใหม่โดยการเพิ่มการ์ดใหม่ (โมดูลเสริม) บนโครงสร้างบัสในตู้ PBX ที่มีอยู่ เช่น:

- สามารถเชื่อมต่อโทรศัพท์อนาล็อกและ IP ได้
- สามารถเพิ่มคุณสมบัติเพิ่มเติม เช่น เซิร์ฟเวอร์ VoIP ระบบเตือนภัย และเพลงรอสายได้
- สามารถรวมซอฟต์แวร์คอลเซ็นเตอร์และการขายขององค์กรได้

2.3 ระบบโทรศัพท์ไอพี

IP PBX นำเสนอการสลับการโทรระหว่างส่วนขยาย VoIP (Voice over IP) และส่วนขยายดิจิทัล/แอนะล็อกภายในองค์กรด้วยความสามารถในการสื่อสารกับผู้ใช้ภายนอกโดยใช้ทั้งสายสัญญาณ PSTN และอินเทอร์เน็ต / อินทราเน็ต IP PBX เป็น “แบบซอฟต์แวร์” ซึ่งสามารถมีฮาร์ดแวร์เฉพาะหรือสามารถกำหนดค่าบนคอมพิวเตอร์เป็นซอฟต์แวร์ได้

IP PBX มีคุณสมบัติทั้งหมดของ PBX แบบอนาล็อกหรือดิจิตอลทั่วไป และยังมีคุณสมบัติขั้นสูงหลายอย่าง เช่น:

- การสื่อสารแบบครบวงจร: เครือข่ายเสียงและวิดีโอเดียว
- บริการการแสดงตนและการเคลื่อนไหว
- การส่งวอยซ์เมลไปยังอีเมลและการส่งแฟกซ์ไปยังอีเมล
- การถอดข้อความเสียงเป็น SMS (พูดเป็นข้อความ)
- TTS/ASR (ข้อความเป็นคำพูด/การรู้จำคำพูดอัตโนมัติ)
- การเชื่อมต่อโทรศัพท์ VoIP/ซอฟต์โฟน
- การประชุม
- การตอบสนองด้วยเสียงแบบโต้ตอบ (IVR)

ข้อได้เปรียบหลักของ IP PBX คือ:

เศรษฐกิจ: การปรับใช้ IP PBX นั้นประหยัดมากในองค์กรขนาดใหญ่ที่มี LAN (เครือข่ายท้องถิ่น) เนื่องจากโทรศัพท์ IP จะใช้ LAN ที่มีอยู่และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมสำหรับการขยายโทรศัพท์ IP PBX ใช้อินทราเน็ตและอินเทอร์เน็ตสำหรับการกำหนดเส้นทางการโทร ซึ่งสามารถลดค่าโทรศัพท์ได้อย่างมากรวมถึงการโทรทางไกล

การสื่อสารแบบครบวงจร: IP PBX ผสานระบบสองระบบที่แยกจากกันเป็นเครือข่ายเดียวที่ครอบคลุมมากขึ้น ซึ่งยังช่วยลดต้นทุนการบำรุงรักษาอีกด้วย

ความสามารถในการปรับขนาด: IP PBX ที่ใช้ซอฟต์แวร์เป็นหลักสามารถขยายได้ตามจำนวนพนักงานที่เพิ่มขึ้นและความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเดินสายไฟใหม่หรือเพิ่มฮาร์ดแวร์ใหม่ IP PBX ทำให้ง่ายต่อการเพิ่มฟังก์ชันการทำงานเพิ่มเติม เนื่องจากสามารถเพิ่มคุณสมบัติได้เพียงแค่อัปเกรดซอฟต์แวร์

ความยืดหยุ่น: การใช้ IP PBX ทำให้สำนักงานขององค์กรที่อาจกระจายอยู่ตามภูมิศาสตร์ทั่วโลกสามารถมองเห็นได้ต่อผู้ใช้เป็นหน่วยงานเดียว นอกจากนี้ หากมีการเปลี่ยนแปลงที่ตั้งของสำนักงานไม่จำเป็นต้องมีการหยุดทำงาน และสามารถรักษาหมายเลขโทรศัพท์เดิมได้โดยใช้การเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ต / อินทราเน็ต

การเปลี่ยนผ่าน: IP PBX ช่วยให้การโยกย้ายจากระบบ PBX แบบแอนะล็อกหรือดิจิทัลเป็นไปอย่างราบรื่น เนื่องจากสามารถทำงานร่วมกับโทรศัพท์แอนะล็อกและดิจิทัลได้

เทคโนโลยีที่กำลังพัฒนา: ในอดีต โทรศัพท์ IP ไม่ทำงานโดยไม่มีไฟ ซึ่งถือว่าเป็นข้อเสีย เนื่องจากส่วนขยายแอนะล็อก/ดิจิทัลสามารถทำงานได้ระหว่างที่ไฟฟ้าดับ ด้วยการเปิดตัวของ Power over Ethernet (POE) โทรศัพท์ IP ไม่จำเป็นต้องใช้เต้ารับไฟฟ้าแยกต่างหากและสามารถทำงานได้ระหว่างที่ไฟฟ้าดับ

ความปลอดภัย: การรักษาความปลอดภัยและการเข้ารหัสสามารถทำได้ง่ายใน IP PBX เมื่อเทียบกับ PBX ดิจิตอลและอนาล็อก

ระบบตู้สาขาเสมือน(V-PBX)

2.4 IP PBX on VPBX (V-PBX)

นิยามของ v-pbx อธิบายง่ายๆ คือ ระบบโทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ต หรือตู้สาขา pbx แบบเสมือนที่ทำงานอยู่บน Cloud ลักษณะคล้าย Email ของ Gmail หรือ O365 ที่เราใช้งานได้โดยไม่ต้องลงทุน แค่สมัครใช้บริการ จึงเป็นเหตุให้เราไม่จำเป็นต้องมีตู้สาขาอีกต่อไปเพียงแค่ซื้อโทรศัพท์ IP Phone หรือ ติดตั้ง App บนมือถือ (IOS, andriod) หรือบนเครื่อง PC (windows, mac) ก็จะสามารถใช้โทรเข้าออกได้ทันที พร้อมเบอร์โทรที่ต้องการ โดยมีระบบตอบรับอัตโนมัติ และ features อื่นๆ เหมือนกับตู้ IP PBX ด้วยการใช้งานระบบโทรศัพท์ผ่านคลาวด์บนโครงข่ายอินเทอร์เน็ต คุณจะสามารถใช้งานได้เหมือนระบบการโทรแบบปกติ แต่จะได้สิทธิประโยชน์เพิ่มเติมเช่นเทคโนโลยีที่รองรับอนาคต ความปลอดภัยขั้นสูง ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับเปลี่ยนตามความต้องการที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอได้

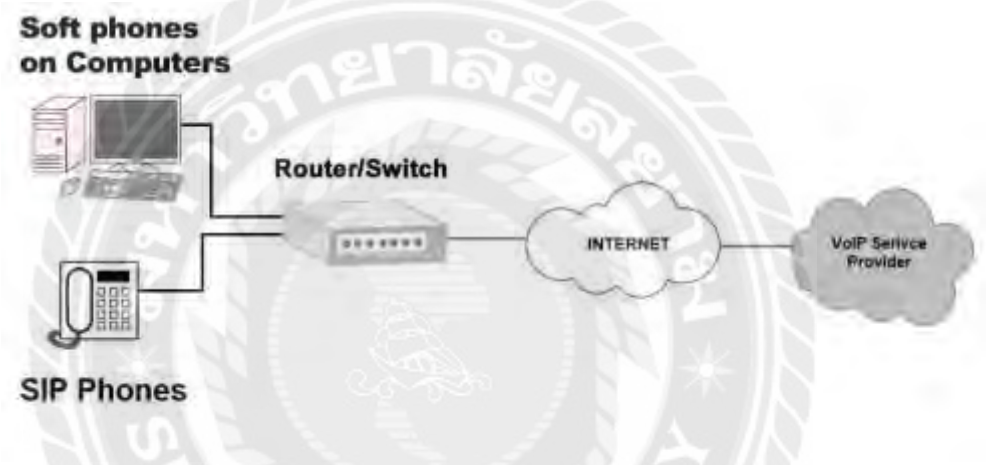
2.4.1 VoIP

เครือข่ายไอพี (Internet Protocol) พัฒนามาจากรากฐานระบบการสื่อสารแบบ Packet โดยระบบมีการกำหนด Address ที่เรียกว่า IP Address จาก IP Address หนึ่ง ส่งข่าวสารไปยังอีก IP Address หนึ่ง ใช้หลักการบรรจุข้อมูลใส่ใน Packet แล้วส่งไปในเครือข่าย ระบบการจัดส่ง Packet กระทำด้วยอุปกรณ์สื่อสารจำพวก Router โดยมีหลักพื้นฐานการส่งเป็นแบบ DATA ซึ่งจะเห็นว่าการส่งแบบ Packet เข้าไปในเครือข่ายนั้น จะไม่มีการประกันได้ว่า Packet นั้นจะถึงปลายทางเมื่อไร ดังนั้นรูปแบบของเครือข่ายไอพีจึงไม่เหมาะสมกับการสื่อสารแบบต่อเนื่องเช่นการส่งสัญญาณเสียงหรือวิดีโอ เมื่อเครือข่าย IP กว้างขวางและเชื่อมโยงกันมากขึ้น ความต้องการส่งสัญญาณข้อมูลเสียงที่ได้คุณภาพจึงเกิดขึ้น ก็เลยมีการพัฒนาเป็น VoIP

2.4.2 Voice over IP (VoIP)

VoIP ย่อมาจาก Voice over Internet Protocol เป็นศัพท์เทคนิคที่ใช้เรียกกระบวนการที่ซับซ้อนของการโทรศัพท์โทรผ่านทางอินเทอร์เน็ต หรือก็คือเป็นเทคโนโลยีสำหรับการสื่อสารโดยใช้ "Internet protocol" แทนระบบ Analog แบบดั้งเดิม

ในแง่พื้นฐาน เสียงหรือเสียง Analog จะถูกแปลงข้อมูลและส่งผ่านการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตหรือเครือข่าย(Network) เช่นเดียวกับไฟล์อื่นๆ หรืออีเมลที่คุณจะส่ง เมื่อข้อมูลถึงปลายทาง (ตัวอย่างเช่นโทรศัพท์พื้นฐาน โทรศัพท์มือถือหรือ IP Phone) จะแปลงกลับเข้ามาในรูปแบบเดิมและแสดงออกมาเหมือนโทรศัพท์ปกติตัวอย่างของการเชื่อมต่อแสดงดังรูปที่2.2



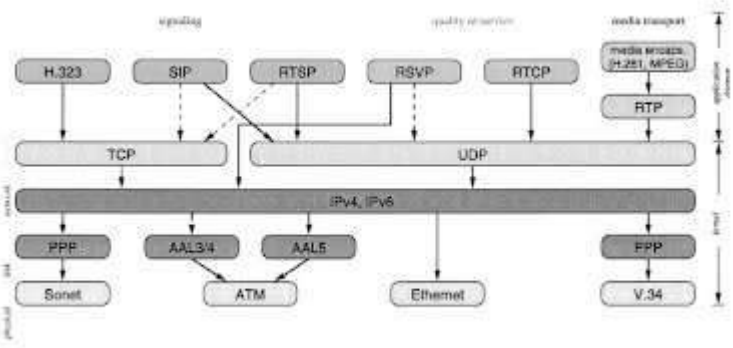
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแสดงโครงข่ายVoIP(Voice over Internet Protocol)

2.4.3 VoIP Protocol

Voice over IP (VoIP) ใช้ Internet Protocol (IP) เพื่อส่งสัญญาณเสียงเป็น Packet ผ่าน IP network โดยใช้โปรโตคอล VoIP การสื่อสารด้วยเสียงสามารถทำได้ในทุก IP network โดยไม่คำนึงถึงไม่ว่าจะเป็นอินเทอร์เน็ต, อินทราเน็ตหรือเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) ใน VoIP การเปิดใช้งานเครือข่าย สัญญาณเสียงเป็นดิจิทัลบีบอัดและแปลงเป็น IP packets และส่งแล้วผ่าน IP network

2.4.4 โปรโตคอล H.323 (H.323 Protocol)

H.323 เป็นมาตรฐานหรือโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารแบบพหุสื่อ (multimedia communication) แบบเวลาจริง บนเครือข่าย IP โปรโตคอล H.323 ได้ให้รายละเอียดสำหรับขั้นตอนในการสร้างการเรียก (call setup) เอนทิตี้ภายในเครือข่าย H.323 และการทำงานร่วมกันระหว่างเอนทิตี้ภายใน



รูปที่ 2.2 telephony protocol stack

เครือข่าย H.323 ถูกพัฒนาโดย ITU-T โดยเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน H.32x ที่เป็นมาตรฐานสำหรับการประชุมแบบพหุสื่อ (multimedia conference) บนเครือข่ายต่างๆ เช่น

3 H.320 สำหรับเครือข่าย ISDN (Integrated Service Digital Networks)

4 H.324 สำหรับเครือข่าย PSTN (Public Switching Telephone Networks)

5 H.323 จะครอบคลุมโปรโตคอลอื่นไว้ คือ H.225.0 สำหรับ call signaling และกาจัดรูปแบบแพ็คเกตมีเดีย (media packet format)

6 H.245 สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลความสามารถเกี่ยวกับมีเดีย (media capability exchange) และการควบคุมช่องสัญญาณมีเดีย (media channel control)

7 H.450.x เป็นขั้นตอนสำหรับสร้างการบริการเพิ่มเติม (supplementary service) และ

8 H.235 เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัย เป็นต้น รวมทั้งยังได้อ้างอิงถึงมาตรฐานในการเข้ารหัสสำหรับสัญญาณเสียง เช่น G.711 G723.1 G.729 และสัญญาณวีดีโอเช่น H.261 และ H.263

2.4.5 สถาปัตยกรรมของ H.323 (H.323 Architecture)

การเข้ารหัส/ถอดรหัสสัญญาณวิดีโอ (video codec) ทำหน้าที่ในการเข้ารหัสสัญญาณวีดีโอสำหรับการส่ง และถอดรหัสสัญญาณวีดีโอที่ได้รับซึ่งจะถูกนำไปแสดงผลต่อไป มาตรฐานการเข้ารหัส/ถอดรหัสที่ endpoint จำเป็นต้องเข้า/ถอดรหัสได้คือ H.261 ที่ระดับความละเอียด QCIF (Quarter Common Intermediate Format) ส่วน H.263 ซึ่งให้คุณภาพที่ดีกว่าเป็นตัวเลือกที่อาจจะรองรับหรือไม่ก็ได้ รายละเอียดเกี่ยวกับการเข้า/ถอดรหัสสัญญาณวีดีโอจะตกลงกันระหว่าง endpoint ในช่วงของการแลกเปลี่ยนความสามารถ (capability exchange) โดยการใช้โปรโตคอล

H.245 มาตรฐานการเข้ารหัส/ถอดรหัสที่จะใช้จะต้องรองรับโดยทุกๆ endpoint ที่เข้าร่วมในการสื่อสาร

การเข้ารหัสสัญญาณเสียง (audio codec) ทำหน้าที่ในการเข้ารหัสเสียงจากไมโครโฟน หรือแหล่งกำเนิดอื่นสำหรับการส่ง และถอดรหัสสัญญาณที่ถูกเข้ารหัสที่รับได้ซึ่งจะถูกส่งต่อไปยังลำโพง มาตรฐานที่ endpoint จำเป็นต้องรองรับ คือ G.711 สำหรับ G.722 G.728 G.729 MPEG-1 และ G.723.1 เป็นตัวเลือกที่อาจจะรองรับหรือไม่ก็ได้ มาตรฐานการเข้ารหัส/ถอดรหัสที่ใช้จะต้องรองรับโดยทุก endpoint ซึ่งจะทำการตกลงกันโดยใช้โปรโตคอล H.245

ช่องสัญญาณส่งข้อมูล (data channel) มาตรฐานที่ใช้ คือ T.120 สำหรับการสร้างการประชุมข้อมูล (data conferencing) รายละเอียดหรือพารามิเตอร์อาจจะตกลงกันโดยใช้โปรโตคอล H.245

RTP (real time transport protocol) ทั้งสัญญาณเสียงและวีดีโอจะถูกส่งโดยบรรจุในแพ็คเกต RTP ซึ่งเป็นโปรโตคอลที่ใช้สำหรับการส่งข้อมูลแบบเวลาจริง บนเครือข่าย IP โดย RTP จะทำงานร่วมกับ RTCP ซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมการส่งข้อมูลโดย RTP ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

System Control Unit เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับ การส่งสัญญาณ และ flow control ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- H.245 เป็นโปรโตคอลควบคุมมีเดีย (media control protocol) ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนความสามารถ (capability exchange) ตกลงรายละเอียดของช่องสัญญาณ (channel negotiation) เปลี่ยนโหมดของมีเดีย (switching of media mode) และการสร้างช่องสัญญาณทางตรรกะ (logical channel) สำหรับการส่งเสียงหรือวิดีโอ โปรโตคอลนี้จะใช้ TCP ในการส่งแมสเสจโดยใช้ช่องสัญญาณในการส่งของตัวเอง

- H.225.0/Q.931 เป็นโปรโตคอล H.225.0 ในส่วนที่ทำหน้าที่สร้างการเชื่อมต่อ (connection establishment) ซึ่งถูกดัดแปลงมาจาก โปรโตคอล Q.931 โดยโปรโตคอลนี้จะใช้ TCP ในการส่งแมสเสจผ่านช่องสัญญาณของตัวเอง

- H.225.0 RAS เป็นโปรโตคอล H.225.0 ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการยอมรับ (admission control) การลงทะเบียน (registration) และการรายงานสถานะ โปรโตคอลนี้จะใช้ระหว่าง endpoint และ gatekeeper เพื่อใช้สำหรับการควบคุมดูแลโดย gatekeeper โดยแมสเสจในโปรโตคอลจะใช้ UDP

- H.225.0 layer โปรโตคอล H.225.0 เป็นโปรโตคอลสำหรับ call-signaling ซึ่งมีหน้าที่ดังที่กล่าวมาข้างต้น นอกจากนั้นยังทำหน้าที่ในการแปลงมีเดีย (วิดีโอ เสียง และข้อมูล) และข้อมูลสำหรับการ ควบคุม (control data) ที่จะถูกส่งให้อยู่ในรูปแพ็คเกตที่เหมาะสมเพื่อส่งต่อให้กับ

network interface และทำหน้าที่รับข้อมูลทั้งหมด (media data และ control data) จาก network interface เพื่อส่งให้ส่วนอื่นต่อไป

2.4.6 เอนทิตี้และฟังก์ชันของ H.323 (H.323 entities & functions)

ในมาตรฐาน H.323 ได้อธิบายถึงเอนทิตี้ที่เป็นองค์ประกอบเครือข่าย H.323 ซึ่งได้แก่ เทอร์มินัล MCU (Multipoint Control Unit) เกทเวย์ และ gatekeeper การเชื่อมต่อระหว่างเอนทิตี้ภายในเครือข่าย H.323 กับเครือข่ายอื่น รายละเอียดของแต่ละเอนทิตี้มีดังนี้

H.323 เทอร์มินัล (H.323 terminal)

เทอร์มินัลเป็น endpoint ของเครือข่ายซึ่งอาจจะเป็นคอมพิวเตอร์หรือชุดอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานโปรโตคอล H.323ได้ เทอร์มินัลต้องสนับสนุนการสื่อสารโดยใช้เสียง ส่วนสัญญาณวีดีโอและข้อมูลเป็นตัวเลือก ซึ่งฟังก์ชันหลักของเทอร์มินัลมีดังนี้

• ทำหน้าที่ในการติดต่อกับผู้ใช้ โดยรับคำสั่งและแสดงผลให้กับผู้ใช้

• จัดการในการส่ง call signaling ให้กับ voice gateway

• ส่งหมายเลขโทรศัพท์ (มาตรฐาน E.164) และหมายเลข IP ของผู้ใช้ ให้กับ gatekeeper ซึ่งเป็นหมายเลขที่ใช้อ้างอิงถึงในการเชื่อมต่อ ในการส่งหมายเลขดังกล่าวจะบรรจุอยู่ในแมสเสจ ARQ ของโปรโตคอล H.225.0/ RAS ซึ่งอาจจะมีหมายเลข alias address ส่งไปพร้อมกัน

• ทำการแปลงแพ็คเกตที่ได้รับจากเครือข่าย โดยผ่านกระบวนการของโปรโตคอลในชั้นต่างๆ ตามลำดับ (IP->UDP->RTP) เป็นเฟรมเสียง แล้วทำการถอดรหัส G.xxx ให้อยู่ในรูปของ PCM (Pulse Code Modulation) สตรีมเพื่อทำการส่งให้กับซาวน์การ์ดเพื่อแสดงผล ต่อไป

• ทำการเข้ารหัส G.xxx ให้กับ PCM สตรีมจากซาวน์การ์ดและทำการรวมเป็นแพ็คเกต แล้วแปลงแพ็คเกตเป็นแพ็คเกตที่ส่งในเครือข่ายโดยผ่านกระบวนการของโปรโตคอลในชั้นต่างๆ (RTP-> UDP->IP) แล้วจึงทำการส่งผ่านเครือข่ายในรูปของแพ็คเกต

2.4.7 H.323 เกทเวย์ (H.323 Gateway)

เกทเวย์เป็นเอนทิตี้ที่ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย H.323 กับเครือข่ายอื่นซึ่งอาจจะไม่จำเป็นต้องมีในกรณีที่ไม่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายชนิดอื่นๆ การเชื่อมต่อเครือข่าย H.323 กับเครือข่ายอื่นโดยใช้เกทเวย์จะมีลักษณะดังรูปที่ 3. เกทเวย์ทำหน้าที่เสมือนเป็น endpoint ของเครือข่ายหนึ่งในการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย โดยจะทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายดังนี้

• สร้างการเชื่อมต่อกับเทอร์มินัล PSTN ในระบบแอนาลอก

• สร้างการเชื่อมต่อกับเทอร์มินัลที่รองรับมาตรฐาน H.320 บนเครือข่าย switched circuit ที่เป็น ISDN

• สร้างการเชื่อมต่อเทอร์มินัลที่รองรับมาตรฐาน H.324 บน เครือข่าย PSTN

เนื่องจากเกทเวย์สามารถให้การเชื่อมต่อระหว่าง H.323 กับเครือข่ายอื่น ดังนั้นฟังก์ชันของเกทเวย์ จึงเป็นฟังก์ชันในการแปลงข้อมูลระหว่าง 2 เครือข่ายคือ

• รับและประมวลผลการเรียกที่มาจากเทอร์มินัลในเครือข่ายอื่นไปยังเทอร์มินัล H.323 เกทเวย์จะต้องทำการแปลง การส่งสัญญาณและcontrol ต่างๆ จากเครือข่ายอื่นมาเป็นของ H.323 เช่น จากขั้นตอนในการสร้างการสื่อสารจาก H.242 เป็น H.245 รวมทั้งทำหน้าที่สร้างและสิ้นสุดการเรียก หรืออาจจะมองได้ว่าเกทเวย์จะทำหน้าที่แทนเทอร์มินัลในเครือข่ายอื่นโดยเสมือนกับเป็นเทอร์มินัลในเครือข่าย H.323

• รับและประมวลผลการเรียกจากเทอร์มินัล H.323ไปยังเครือข่ายอื่น เกทเวย์จะต้องทำการแปลงการส่งสัญญาณ และ control ต่างๆ ตาม H.323 ให้เป็นมาตรฐานในเครือข่ายอื่น เช่น แปลงจากโปรโตคอล H.245 เป็น H.242 รวมทั้งสร้างและสิ้นสุดการเรียก หรืออาจจะมองว่าเกทเวย์จะทำหน้าที่แทนเทอร์มินัลในเครือข่าย H.323 เสมือนกับเป็นเทอร์มินัลในเครือข่ายอื่น

• ทำหน้าที่ในการดูแลกระบวนการการเรียก (call) และการส่งสัญญาณ (signaling) ว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งการทำงานจะอยู่ภายใต้การควบคุมของ gatekeeper

• ทำการเข้ารหัส G.xxx ให้กับสัญญาณ PCM จากเครือข่ายอื่น แล้วทำการรวมสัญญาณที่ถูกเข้ารหัสให้เป็นแพ็คเกตเพื่อส่งไปในเครือข่าย IP โดยผ่านกระบวนการแปลงของโปรโตคอลในชั้นต่างๆ เพื่อให้อยู่ในรูปแพ็คเกตที่สามารถส่งไปในเครือข่าย ดังในหัวข้อที่ 2

• ทำการแปลงแพ็คเกตจากเครือข่าย IP กลับแพ็คเกตเสียง แล้วทำการถอดรหัส G.xxx และแปลงสัญญาณ PCM เพื่อส่งให้กับเครือข่ายภายนอก

สำหรับฟังก์ชันเพิ่มเติมของเกทเวย์ไม่ได้มีการกำหนดไว้แน่นอนขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบ เช่น จำนวนของเทอร์มินัลที่รองรับจำนวนการเชื่อมต่อกับเครือข่าย switched circuit และจำนวนการประชุมที่สนับสนุน เป็นต้น เมื่อเกทเวย์มีการพัฒนามากขึ้นจะทำให้เครือข่าย H.323 สามารถเชื่อมต่อกันกับเครือข่ายชนิดอื่นๆ ได้มากขึ้น

2.4.8 H.323 Gatekeeper

Gatekeeper ทำหน้าที่ในการดูแลและให้บริการกับเอนทิตี้อื่นภายในโซนโดยโซนจะประกอบไปด้วย gatekeeper 1 ตัวและเอนทิตี้อื่นๆ ทั้งหมดที่ลงทะเบียนกับ gatekeeper ถึงแม้ว่า gatekeeper เป็นเอนทิตี้ที่ไม่จำเป็นต้องมีในเครือข่าย H.323 แต่ gatekeeper ก็เป็นเอนทิตี้ที่สำคัญมากด้วยเหตุผลต่างๆ ดังนี้

• เครือข่ายขนาดใหญ่สามารถแบ่งเป็นหลายโซน ซึ่งแต่ละโซนจะอยู่ภายในการดูแลของ gatekeeper เพื่อความสะดวกในการดูแลรักษาเครือข่าย

• gatekeeper สามารถให้ความปลอดภัยในการเข้าถึงเครือข่ายได้โดยการให้บริการ authentication สำหรับแต่ละการเรียก หรือแต่ละเอนทิตี้

• gatekeeper เป็นศูนย์กลางในการ authentication authorization และ admission (เรียกรวมกันว่า AAA) ของโซน

• gatekeeper สามารถจัดการควบคุมแบนวิดท์ (bandwidth management) เช่นการจำกัดจำนวนของการเชื่อมต่อ

เพื่อเป็นการรักษาแบนวิดท์สำหรับการใช้งานอย่างอื่น เช่น อีเมล์ การโอนย้ายไฟล์ gatekeeper ไม่สามารถเป็น endpoint ของการเชื่อมต่อได้ เมื่อมี gatekeeper ทุกเอนทิตี้จะต้องทำการลงทะเบียนกับ gatekeeper ดังนั้น gatekeeper จึงทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของการเรียกทั้งหมดภายในโซนและอาจจะให้บริการเพิ่มเติมกับโซนได้ สำหรับฟังก์ชันหลักที่จำเป็นของ gatekeeper ตามมาตรฐาน H.323 มี 4 ฟังก์ชันดังนี้

• การแปลงแอดเดรส (Address translation) gatekeeper จะทำหน้าที่ในการแปลง alias address ให้เป็น transport address เอนทิตี้จะทำการส่ง alias พร้อมกับการลงทะเบียนโดยใช้แมสเสจ RRQ ซึ่งอาจจะสามารถปรับเปลี่ยนในภายหลังได้

• การควบคุมการยอมรับ (Admission control) เมื่อเอนทิตี้ภายในโซนต้องการสร้างการเรียกจะต้องทำการขออนุญาตไปยัง gatekeeper โดยใช้แมสเสจ ARQ gatekeeper อาจจะอนุญาตหรือไม่ก็ได้โดยจะทำการตรวจสอบจากเงื่อนไขต่างๆ เช่น แบนวิดท์ แหล่งกำเนิดการเรียก (call) และ authentication เป็นต้น

• การควบคุมแบนวิดท์ (Bandwidth control) gatekeeper สามารถรองรับการควบคุมแบนวิดท์ได้ เอนทิตี้จะทำการร้องขอแบนวิดท์ที่ต้องการโดยใช้แมสเสจ BRQ และ gatekeeper จะทำการตรวจสอบค่าแบนวิดท์ที่ร้องขอกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้สำหรับการจัดการแบนวิดท์ (bandwidth management) แล้วจึงจะอนุญาตหรือไม่อนุญาตด้วยการส่งแมสเสจ BCF หรือ BRJ ตามลำดับ

• การจัดการโซน (Zone management and Directory service) โซนจะประกอบด้วยเทอร์มินัล เกทเวย์และ MCU ทั้งหมดที่ลงทะเบียนกับ gatekeeper 1 ตัว gatekeeper ทำหน้าที่ในการดูแลและจัดการให้กับทุกเอนทิตี้ที่อยู่ในภายในโซน โดยการใช้ฟังก์ชันข้างต้นและการให้บริการอื่นๆ รวมทั้งการให้บริการ directory service ของโซน

นอกจากฟังก์ชันหลักดังกล่าวแล้ว gatekeeper อาจจะให้ฟังก์ชันเพิ่มเติมอื่นๆ มีดังนี้

• การควบคุมการส่งสัญญาณ (call control signaling) gatekeeper อาจจะช่วยในการประมวลผลแมสเสจ Q.931 ที่ส่งระหว่าง เทอร์มินัลได้ในระหว่างการสร้างการเรียก

• การตรวจสอบการเรียก (call authorization) gatekeeper อาจจะปฏิเสธการสร้างการเรียกจากเทอร์มินัลด้วยเหตุผลบางอย่าง เช่น จำกัดการเข้าถึงจากเทอร์มินัลหรือเกทเวย์บางตัว จำกัดการเข้าถึงในบางช่วงเวลา เป็นต้น ซึ่งเงื่อนไขในการตรวจสอบจะอยู่นอกเหนือขอบเขตของ H.323

• การจัดการแบนวิดท์ gatekeeper จะปฏิเสธการเรียกจาก เทอร์มินัลในกรณีที่มีแบนวิดท์ไม่เพียงพอ รวมถึงในกรณีที่มีการร้องขอการเพิ่มแบนวิดท์ สำหรับเงื่อนไขจะอยู่นอกเหนือขอบเขตของ H.323

• การจัดการการเรียก (call management) gatekeeper อาจจะทำการเก็บรักษารายการการเรียกที่เกิดขึ้นเพื่อใช้ในการระบุเทอร์มินัลที่ถูกเรียกว่าว่างหรือไม่ หรือเพื่อให้ข้อมูลกับฟังก์ชันในการจัดการแบนวิดท์

• การตรวจสอบผู้ใช้ (authenticating users) สามารถจำกัดการ เข้าถึงของผู้ใช้ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

• การจัดการบริการ (managing services) gatekeeperจะทำหน้าที่ในการจัดการให้บริการต่างๆ แก่ผู้ใช้

• การจัดการฐานข้อมูลของสมาชิก (managing subscriber databases) gatekeeper ทำหน้าที่ดูแลและจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูลของสมาชิกที่ได้ลงทะเบียนไว้กับ gatekeeper

• การหาตำแหน่งของสมาชิก (locating subscribers) gatekeeper ทำหน้าที่ในการหาตำแหน่งของสมาชิกได้โดยการค้นหาจากข้อมูลของสมาชิก ที่สมาชิกได้จากการลงทะเบียน

• การรวบรวมข้อมูลสำหรับการเก็บค่าบริการ (collecting charging information) gatekeeper จะทำการเก็บข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคิดค่าบริการของการเรียก โดยที่การเรียก (call) ต้องถูกจัดเส้นทางผ่าน gatekeeper

• การควบคุมเกทเวย์ (managing gateway) gatekeeper จะควบคุมการทำงานของเกทเวย์ เช่น ควบคุมการสร้างการเรียก ของเกทเวย์ระหว่างเครือข่าย

• การช่วยในการสร้างการเรียก (assisting in call setup) เมื่อการเรียกถูกจัดเส้นทางผ่าน gatekeeper จะช่วยในการสร้างการเรียก เช่นอาจจะทำการจัดเส้นทางให้กับการเรียก ไปยังเกทเวย์ที่เหมาะสม

การติดต่อสื่อสารระหว่างเอนทิตี้กับ gatekeeper จะใช้โปรโตคอล H.225.0 /RAS ส่วนแมสเสจ call signaling (H.225.0/ Q.931) และ media control (H.245) อาจจะผ่าน gatekeeper หรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับการลงทะเบียนของเอนทิตี้ และเงื่อนไขของ gatekeeper สำหรับ gatekeeper อาจจะถูกรวมอยู่ในเกทเวย์และ MCUได้ โดยที่ต้องแยกทางตรรกะ (logical) จาก endpoint

2.4.9 Multipoint Control Unit (MCU)

MCU ทำหน้าที่ในการสนับสนุนการประชุมแบบหลายจุด (multipoint conference) ระหว่างเทอร์มินัล 3 เทอร์มินัลขึ้นไป MCU เป็นเอนทิตี้ที่จะมีหรือไม่ก็ได้ MCU ประกอบด้วย multipoint controller (MC) และ multipoint processor (MP) ในการประชุมจะต้องมี MC ส่วน MP อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ หรืออาจจะมีมากกว่าหนึ่งก็ได้ MC เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในจัดการเกี่ยวกับการส่งสัญญาณในการควบคุมมีเดีย (media control signaling) ให้กับแต่ละเทอร์มินัล โดยที่ทุกเทอร์มินัลต้องมีช่องสัญญาณ H.245 เชื่อมต่อกับ MC แบบจุดถึงจุด (point-to-point) ส่วน MP จะทำหน้าที่ในการจัดการกับมีเดียสตรีมโดยทำหน้าที่ในการผสม (mixing) สวิตซ์ (switching) และประมวลผลมีเดียที่ใช้การประชุมภายใต้การ ควบคุมของ MC

2.4.10 Multipoint Conference

การประชุมแบบหลายจุด (multipoint conference) คือการสื่อสารที่มีผู้เข้าร่วมมากกว่า 2 ซึ่งจำเป็นต้องมี MC อยู่เป็นอย่างน้อย สำหรับแบบจำลองที่ใช้มี 3 แบบ

• Centralize Model ในแบบจำลองนี้จำเป็นต้องมี MCU อยู่ทุก เทอร์มินัลที่เข้าร่วมในการประชุมต้องมีช่องสัญญาณ H.245 เชื่อมต่อแบบจุดถึงจุด (point-to-point) กับ MCU ซึ่ง MC จะหน้าที่ควบคุมการประชุมโดยใช้ฟังก์ชันของ H.245 ส่วน MP จะทำหน้าที่รับมีเดียสตรีมจากทุกเทอร์มินัล ทำการรวมสัญญาณเสียง เลือกสัญญาณวีดีโอที่ตรงกัน และประมวลผล แล้วทำการส่งกลับไปให้กลับเทอร์มินัลอื่นๆ ทุกเทอร์มินัล

• Decentralized Model ในแบบจำลองนี้ เทอร์มินัลจะมัลติคาสท์สัญญาณเสียงและวีดีโอให้กับเทอร์มินัลอื่นๆ โดยไม่ผ่าน MCU แต่การควบคุมยังคงถูกควบคุมโดย MC ผ่านทางช่องสัญญาณ H.245 ที่เชื่อมต่อกับเทอร์มินัลแบบจุดถึงจุด (point-to-point) เทอร์มินัลที่ได้รับสัญญาณจะทำหน้าที่ในการประมวลผลสัญญาณเอง โดยอาจจะใช้ฟังก์ชัน MP ของแต่ละเทอร์มินัลช่วยทำหน้าที่ในการประมวลผลมีเดียสตรีม

• Hybrid Model แมสเสจ H.245 รวมทั้งสัญญาณเสียงหรือวีดีโอจะถูกส่งและประมวลผลผ่านMCUโดยใช้การเชื่อมต่อแบบจุดถึงจุด (point-to-point) ส่วนสัญญาณที่เหลือจะถูกส่งโดยเทอร์มินัลแบบมัลติคาสท์ให้กับเทอร์มินัลอื่นๆ

2.4.11 โปรโตคอล SIP (SIP: Session Initial Protocol)

SIP เป็นโปรโตคอลใช้งานสำหรับ IP Telephony ที่กำหนดโดย IETF (Internet Engineering Task Force) SIP เป็นโปรโตคอลในชั้นแอปปลิเคชันซึ่งทำหน้าที่ในการสร้าง สิ้นสุด และเปลี่ยนแปลงแก้ไข เซสชันของพหุสื่อ (multimedia session) หรือ การเรียก ซึ่งรวมถึง Internet

telephony การประชุมแบบพหุสื่อ (multimedia conference) และแอปปลิเคชันอื่นที่คล้ายคลึงกัน SIP เป็นโปรโตคอลไคล์เอนท์ - เซิร์ฟเวอร์ (client-server) โดยใช้การส่งข้อมูลในรูปของตัวอักษร(text based) เช่นเดียวกับโปรโตคอล HTTP (Hypertext Transfer Protocol) รวมทั้งยังมีกลไกที่คล้ายคลึงกัน ทำให้สามารถใช้เฮดเดอร์และกลไกที่มีอยู่บางอย่างของ HTTP ได้ สำหรับฟังก์ชันที่ SIP สนับสนุนมีดังนี้

• User location การกำหนด endpoint ที่ใช้ในเซสชันการสื่อสาร

• User capabilities การกำหนดมีเดียและพารามิเตอร์ของมีเดียที่ใช้ในการสื่อสาร

• User availability การกำหนดความต้องการของผู้ถูกเรียกว่าต้องการเข้าร่วมในเซสชันหรือไม่

• Call setup การสร้าง การเรียก และกำหนดพารามิเตอร์ของการเรียก

• Call handling การจัดการกับ การเรียก รวมทั้งการโอนย้าย การเรียก และการสิ้นสุดการเรียก

SIP ถูกพัฒนาโดย IETF โดยเป็นส่วนหนึ่งของสถาปัตยกรรมควบคุมและข้อมูลพหุสื่อ (multimedia data and control architecture) ซึ่งรวมถึงโปรโตคอล เช่น RSVP RTP RTSP และ SDP (Session Data Protocol) เป็นต้น โดย SIP สามารถใช้งานหรือทำงานร่วมกับโปรโตคอลเหล่านี้เพื่อประสิทธิภาพที่ดีขึ้น แต่ฟังก์ชันและการทำงานของ SIP ไม่ขึ้นอยู่กับโปรโตคอลเหล่านี้ สำหรับในปัจจุบัน SIP ได้ถูกพัฒนาอยู่ในเวอร์ชั่น 2

2.4.12 สถาปัตยกรรมและองค์ประกอบของ SIP (SIP architecture & Components)

SIP เป็นโปรโตคอลไคลเอนท์-เซิร์ฟเวอร์ ไคลเอนท์จะทำหน้าที่ส่งคำร้องขอให้กับเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการประมวลผลแล้วจึงตอบสนองกับมายัง ไคลเอนท์ ในการส่งแมสเสจร้องขอแมสเสจอาจจะถูกส่งผ่านเซิร์ฟเวอร์หลายตัวจนกระทั่งถึงเซิร์ฟเวอร์ที่สามารถตอบสนองคำร้องขอของไคลเอนท์ได้ ในระบบ SIP จะมีองค์ประกอบที่ทำหน้าที่ของไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์ องค์ประกอบเหล่านี้จะทำการติดต่อสื่อสารกันโดยใช้แมสเสจ SIP

ใน SIP จะแบ่งองค์ประกอบเป็น 2 ชนิดหลักคือ user agent และ network server ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- User agent เป็น endpoint ที่ทำหน้าที่แทนผู้ใช้ในการติดต่อสื่อสารเนื่องจากว่าผู้ใช้ต้องสามารถเริ่ม การเรียก หรือตอบสนองต่อการเรียก ที่เข้ามา ดังนั้น user agent ควรจะสามารถทำหน้าที่เป็นได้ทั้งไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์ในกรณีที่มีการเริ่ม การเรียก ผู้ใช้จะทำหน้าที่เป็น ไคลเอนท์เพื่อทำการร้องขอไปยังผู้ถูกเรียกซึ่งจะทำหน้าเป็นเซิร์ฟเวอร์ในการตอบสนองการร้องขอ โดยทั่วไป user agent จึงประกอบด้วยส่วนที่ทำหน้าที่เป็นไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์ดังนี้

1. User agent client (UAC) จะทำหน้าที่ในการเริ่ม การเรียก โดยการส่งส่งแมสเสจร้องขอไปยังผู้ถูกเรียกโดยผ่านทาง network server

2. User agent server (UAS) จะทำหน้าที่ในการรับคำร้องขอ และตอบสนองต่อคำร้องขอ โดยจะรอการตอบสนองจากผู้ใช้ ซึ่งการตอบสนองอาจจะเป็นการยอมรับหรือปฏิเสธ การเรียก ในกรณีที่ผู้ใช้มีการใช้งานเทอร์มินัลหลายตัว ผู้ใช้ยังอาจจะกำหนดให้ UAS ทำการ redirect ไปยังที่ UAS อื่นที่ผู้ใช้ใช้งานอยู่จริง

Network server เป็นเซิร์ฟเวอร์ภายในเครือข่ายซึ่งจะทำหน้าที่ในการจัดการกับแมสเสจที่ได้รับ โดยอาจจะได้รับจาก user agent หรือ network server อื่นๆ การจัดการกับแมสเสจจะขึ้นกับชนิดของเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งมี 2 ชนิดคือใน SIP จะแบ่งองค์ประกอบเป็น 2 ชนิดหลักคือ user agent และ network server ดังรายละเอียดต่อไปนี้

User agent เป็น endpoint ที่ทำหน้าที่แทนผู้ใช้ในการติดต่อสื่อสารเนื่องจากว่าผู้ใช้ต้องสามารถเริ่ม การเรียก หรือตอบสนองต่อการเรียก ที่เข้ามา ดังนั้น user agent ควรจะสามารถทำหน้าที่เป็นได้ทั้งไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์ในกรณีที่มีการเริ่ม การเรียก ผู้ใช้จะทำหน้าที่เป็น ไคลเอนท์เพื่อทำการร้องขอไปยังผู้ถูกเรียกซึ่งจะทำหน้าเป็นเซิร์ฟเวอร์ในการตอบสนองการร้องขอ โดยทั่วไป user agent จึงประกอบด้วยส่วนที่ทำหน้าที่เป็นไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์ดังนี้

1. Proxy server เซิร์ฟเวอร์จะทำการกำหนดเอนทิตี้ที่จะรับ ข้อมูลต่อไป โดยอาจจะเป็น UAS หรือ network server ก็ได้ จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะเป็นผู้ทำการร้องขอไปยังเอนทิตี้นั้น พร้อมกับข้อมูลตอบสนองให้กับ UAC (หรืออาจจะเป็น network server อื่นที่ส่งข้อมูลร้องขอมา) เพื่อระบุว่ากำลังรอการตอบสนองจากผู้ถูกเรียก เมื่อเซิร์ฟเวอร์ได้รับการตอบสนองจากผู้ถูกเรียกหรือ UAS เซิร์ฟเวอร์จึงจะส่งแมสเสจตอบสนองต่อกลับไปให้กับ UAC ดังรูปที่ 22. เซิร์ฟเวอร์ชนิดนี้จะทำหน้าที่เป็นทั้งไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์ ในกรณีที่ส่งแมสเสจร้องขอจะเป็นไคลเอนท์ส่วนในกรณีที่ส่งข้อมูลตอบสนองจะเป็นเซิร์ฟเวอร์

2. Redirect server เมื่อเซิร์ฟเวอร์ได้รับแมสเสจร้องขอแล้วจะกำหนดเอนทิตี้ที่จะรับข้อมูลต่อไป จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะส่งแอดเดรสของเอนทิตี้นั้นไปให้กับ UAC หรือ network server ที่ส่งข้อมูลร้องขอมา เมื่อ UAC (หรือ network server) ได้รับแอดเดรสแล้วจึงจะทำการส่งคำร้องไปยังเซิร์ฟเวอร์นั้นด้วยตนเอง

เนื่องจากว่าผู้ใช้อาจจะมีการเปลี่ยนเทอร์มินัลที่ใช้งานได้ network server จึงจะต้องสามารถกำหนดเอนทิตี้ที่รับข้อมูลเพื่อให้สามารถส่งแมสเสจให้กับผู้ถูกเรียกได้ โดย network server จะทำการติดต่อกับ location server เพื่อกำหนดเอนทิตี้ต่อไปที่จะรับแมสเสจ location server จะทำหน้าที่ในการหาตำแหน่งปัจจุบันของผู้ถูกเรียกโดยการกำหนดเอนทิตี้ที่จะรับแมสเสจต่อไปแล้วส่ง

แอดเดรสของเอนทิตี้นี้ให้กับ network server ข้อมูลของ location server จะได้รับจาก registrar ซึ่งทำหน้าที่ในการรับข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งของผู้ใช้แล้วส่งข้อมูลนี้จะให้กับ location server ในการให้ข้อมูลของผู้ใช้กับ registrar จะทำได้โดยใช้แมสเสจ REGISTER เพื่อบอกตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้ โดยทั่วไปแล้ว registrar จะถูกรวมเข้ากับ network server

ชื่อและแอดเดรส (Addressing & Naming)

ในระบบ SIP การส่งแมสเสจระหว่างเอนทิตี้จะต้องระบุ SIP URL เพื่อใช้อ้างอิงถึงผู้ใช้SIP URL จะประกอบด้วย SIP แอดเดรส รูปแบบของแอดเดรสจะอยู่ในรูปของ name@domain โดยอาจจะเป็น user@domain user@address phone-number@gateway และ user@host แอดเดรสนี้จะถูกใช้อ้างอิงถึงผู้ใช้ทั้งผู้เรียกและผู้ถูกเรียกในการส่งแมสเสจ ตัวอย่างของ SIP URL เช่น SIP://j.doe@example.com โดยที่ URL นี้จะอยู่ในส่วนเฮดเดอร์ของแมสเสจ ในการส่งแมสเสจไปยัง SIP URL ที่ระบุไว้จะต้องมีการแปลง SIP แอดเดรสให้อยู่ในของ User@host โดยอาจจะผ่านการแปลงมากกว่าหนึ่งครั้งจนกระทั่งได้ตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้ ในการแปลงแอดเดรสอาจจะใช้ DNS (Domain Name Service) หรือ LDAP (Lightweight Directory Access Protocol)

Locating Server

ในการส่งแมสเสจจะใช้ SIP URL อ้างอิงถึงในการส่ง โดยจะต้องมีการแปลงส่วน domain ของ SIP แอดเดรสไปเป็นหมายเลข IP ซึ่งเป็น แอดเดรสของ SIP server ที่สามารถค้นหาตำแหน่งของผู้ใช้ต่อไปได้ การแปลง SIP แอดเดรสอาจจะทำโดย UAC หรือ UAC จะส่งแมสเสจให้กับเซิร์ฟเวอร์ที่กำหนดซึ่งเซิร์ฟเวอร์จะเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ในการแปลง SIP แอดเดรสแทน ในการแปลง SIP แอดเดรสนี้สามารถใช้ DNS เข้ามาช่วยได้

Locate User

จากข้างต้นเมื่อได้ตำแหน่งของเซิร์ฟเวอร์ที่สามารถส่งข้อมูลให้กับผู้ถูกเรียกแล้วต่อไปจะเป็นการหาตำแหน่งของผู้ถูกเรียก เมื่อ SIP server ได้รับแมสเสจร้องขอแล้ว เซิร์ฟเวอร์จะต้องทำการค้นหาผู้ใช้ที่อ้างอิงถึงใน SIP แอดเดรส โดยการร้องขอข้อมูลไปยัง location server ซึ่งจะตอบกลับด้วยรายการตำแหน่งที่เป็นไปได้ของผู้ถูกเรียก เมื่อ SIP server ได้ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งของผู้ถูกเรียกแล้ว ถ้าเป็น proxy server จะทำส่งแมสเสจร้องขอต่อไปยังตำแหน่งต่างๆ ตามรายการที่ได้รับจาก location serverไว้ โดยอาจจะส่งแบบ sequential หรือ parallel ส่วนถ้าเป็น redirect server จะส่งรายการตำแหน่งของผู้ถูกเรียกไปให้ผู้เรียกผ่านโดยใช้เฮดเดอร์ contact เพื่อให้ผู้เรียกส่งแมสเสจร้องขอไปเอง สำหรับตำแหน่งของผู้ใช้จะต้องทำการลงทะเบียนกับ registrar โดยใช้เฮดเดอร์ REGISTER รวมทั้งยังอาจจะอัพโหลด script ของผู้ใช้เองเพื่อเก็บไว้ที่เซิร์ฟเวอร์สำหรับจัดการกับการเรียก ตามความต้องการของผู้ใช้

ความเชื่อถือได้ (Reliability)

ในระบบ SIP จะมีกลไกเรื่องความเชื่อถือได้ (reliability) ไม่ว่าจะใช้ โปรโตคอล UDP หรือ TCP โดยการใช้เมธอด Ack ไคลเอนท์จะส่ง แมสเสจร้องขอใหม่ตามช่วงเวลาที่กำหนดจนกระทั่งได้รับแมสเสจตอบจากเซิร์ฟเวอร์ ทางด้านเซิร์ฟเวอร์ก็จะส่งแมสเสจตอบจนกระทั่งได้รับ แมสเสจ Ack จากไคลเอนท์จึงทำให้การร้องขอที่สมบูรณ์ต้องใช้การ แลกเปลี่ยนแมสเสจ 3 แมสเสจ เซิร์ฟเวอร์อาจจะตอบสนองต่อ Ack โดยการส่งแมสเสจตอบสุดท้ายไปให้กับไคลเอนท์ซึ่งอาจจะไม่จำเป็นต้องมีก็ได้ สำหรับการส่งมีเดียสตรีมเซิร์ฟเวอร์จะยอมให้มีการส่งเมื่อได้รับ Ack จากไคลเอนท์เท่านั้นด้วยกลไกนี้จึงทำให้เกิดความเชื่อถือได้ในการ แลกเปลี่ยนแมสเสจโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยกลไกของโปรโตคอลในชั้นต่ำกว่า เช่น TCP

ความสามารถในการขยาย (Protocol xtension)

SIP สามารถรองรับคุณลักษณะใหม่ที่เพิ่มเติมขึ้นสำหรับ เมธอด เฮดเดอร์ และ status code ได้ดังนี้

• เมธอด เซิร์ฟเวอร์จะส่งแมสเสจแสดงความผิดพลาด (error message) กลับมาให้ไคลเอนท์ถ้าเมธอดที่ร้องขอมาเซิร์ฟเวอร์ไม่เข้าใจ และจะบอกเมธอดที่เซิร์ฟเวอร์เข้าใจโดยใช้เฮดเดอร์ Public และ Allow ไคลเอนท์อาจจะส่งแมสเสจร้องขอเพื่อขอทราบเมธอดที่เซิร์ฟเวอร์สนับสนุนโดยใช้ตัวเลือกที่เฮดเดอร์ (header option)

• เฮดเดอร์ เมื่อเอนทิตี้ได้รับเฮดเดอร์ที่ไม่เข้าใจ ก็จะละทิ้งเฮดเดอร์นั้น ในกรณีที่ไคลเอนท์จำเป็นต้องการใช้เฮดเดอร์บางเฮดเดอร์ ไคลเอนท์จะส่งแมสเสจเพื่อร้องขอเฮดเดอร์ที่จำเป็นต้องใช้ไปโดยระบุในเฮดเดอร์ Require หากมีเฮดเดอร์ที่เซิร์ฟเวอร์ไม่สามารถให้การสนับสนุนได้ เซิร์ฟเวอร์จะตอบปฏิเสธกลับมา

• status code ได้แบ่งเป็นคลาสต่างๆ เช่นเดียวกับ response code ของโปรโตคอล HTTP ซึ่งไคลเอนท์ต้องเข้าใจในความหมายในแต่ละคลาสเพื่อที่จะได้ทราบผลของการร้องขอว่าสำเร็จหรือไม่ สำหรับ status code ในแมสเสจตอบจะมีข้อความต่อหลังซึ่งจะเป็นความหมายของ code ซึ่งสามารถอ่านเข้าใจได้ โดยถ้าไคลเอนท์ไม่เข้าใจในรายละเอียดของ code ทั้งหมด ไคลเอนท์จะตีความหมายเป็น X00 เมื่อ X เป็นตัวเลขตัวแรกของ status code และนอกจากนั้นอาจจะนำ PEP (protocol extension protocol) มาปรับปรุงใช้งานกับ SIP ได้

ในกรณีมีการส่งแมสเสจผ่านหลายเซิร์ฟเวอร์ จะใช้เฮดเดอร์ Via เพื่อระบุเซิร์ฟเวอร์ที่เป็นทางผ่านของแมสเสจทั้งหมด สำหรับใช้ในการส่งแมสเสจตอบสนองกลับไปให้ผู้เรียก ในระหว่างการส่งแมสเสจร้องขอและแมสเสจตอบสนองจะมีการตกลงเกี่ยวกับพารามิเตอร์ของเซสชันด้วย ซึ่งรายละเอียดจะอยู่ในส่วนของ message body เช่นในกรณีของการสื่อสารโดยใช้เสียง พารามิเตอร์จะเป็น IP แอดเดรส พอร์ตสำหรับ RTP และการเข้าถอดรหัสเสียง หลังการสร้าง การเรียก เสร็จ

สมบูรณ์ ช่องสัญญาณสำหรับ RTP จะถูกสร้างขึ้นทำให้ทั้งสองฝ่ายสามารถสื่อสารกันได้ รวมทั้งยังอาจจะเชิญผู้อื่นมาเข้าร่วมในเซสชันนี้ได้ ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนพารามิเตอร์ของเซสชัน สามารถทำได้โดยส่งแมสเสจร้องขอใหม่อีกครั้งโดยใช้เมธอด Invite ซึ่งมี call-id เดิม ไปยังผู้ร่วมเซสชัน พร้อมทั้งค่าพารามิเตอร์ของเซสชันใหม่ที่ต้องการใช้ รายละเอียดในส่วนนี้จะอยู่ในส่วนของ message body ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้โปรโตคอล SDP ในการอธิบายความหมาย

2.4.12 การเปรียบเทียบระหว่าง SIP และ H.323 (SIP and H.323 comparisons)

ในปัจจุบันมีโปรโตคอลสำหรับ IP telephony คือ H.323 ซึ่งพัฒนาโดย ITU และ SIP ซึ่งพัฒนาโดย IETF ดังที่ได้กล่าวมาแล้วโปรโตคอล H.323 ได้ถูกพัฒนาขึ้นก่อนจึงทำให้มีการใช้งานโปรโตคอลนี้มากกว่า SIP ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นในภายหลัง แต่อย่างไรก็ตามโปรโตคอลทั้งสองก็มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ในที่นี้จะพิจารณาในแง่ของความซับซ้อน (complexity) ความสามารถในการขยายขนาดของเครือข่าย (scalability) ความสามารถในการเพิ่มเติมคุณลักษณะของโพรโทคอล (extensibility) ฟังก์ชันและการบริการ (functionality and services) คุณภาพการให้บริการ (QoS) และการทำงานร่วมกัน (interoperability)

การเปรียบเทียบระหว่าง H.323 และ SIP ในแง่ต่างๆ สามารถสรุปได้จากการเปรียบเทียบในข้างต้นจะเห็นว่า SIP สามารถให้บริการได้คล้ายกับ H.323 แต่มีความซับซ้อนน้อยกว่า ความสามารถในการเพิ่มเติมคุณลักษณะของโปรโตคอล (extensibility) มากกว่า และสามารถรองรับขนาดของเครือข่ายได้ใหญ่กว่า (scalability) เมื่อพิจารณาถึงการพัฒนาของทั้งสองโปรโตคอล การพัฒนาจะเป็นในลักษณะที่ เรียนรู้ซึ่งกันและกัน เช่น H.323 เวอร์ชั่น 3 จะมีความใกล้เคียงกับ SIP จึงอาจจะเป็นไปได้ว่าโปรโตคอลทั้งสองอาจจะมีประสิทธิภาพในการทำงานใกล้เคียงกันแต่อย่างไรก็ตาม H.323 เป็นมาตรฐานที่เกิดขึ้นก่อน ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการใช้งาน H.323 มากกว่า ในขณะที่ SIP เป็น โปรโตคอลใหม่จึงยังมีการใช้งานน้อยกว่า สำหรับ H.323 มีข้อได้เปรียบคือ ITU-T ซึ่งเป็นผู้พัฒนา H.323 เป็นผู้กำหนดมาตรฐานต่างๆ ในระดับล่าง ลงไปถึงในชั้นกายภาพ (physical layer) ในขณะที่ IETF ซึ่งเป็นผู้พัฒนา SIP จะเกี่ยวข้องเฉพาะในชั้นเครือข่าย (network layer) ขึ้นไป H.323 จึงอาจจะมีความเข้ากันได้หรือประสิทธิภาพในการทำงานร่วมกับเครือข่ายได้ดีกว่า SIP ส่วนข้อเสียของ H.323 คือ H.323 ค่อนข้างจะอ้างอิงไปทางแบบจำลอง circuit-switch จึงทำให้มีราคาสูงและยุ่งยากในการใช้งานจริง ในขณะที่ SIP สามารถใช้งานได้ง่ายและมีราคาถูกกว่า

	H.323 v1	H.323 v2	H.323 v3	SIP
FUNCTIONALITY				
CALL CONTROL SERVICES:				
Call Holding	No	Yes	Yes	Yes
Call Transfer	No	Yes	Yes	Yes
Call Forwarding	No	Yes	Yes	Yes
Call Waiting	No	Yes	Yes	Yes
ADVANCED FEATURES:				
Third Party Control	No	No	No	Yes
Conference	Yes	Yes	Yes	Yes
Click-for-Dial	Yes	Yes	Yes	Yes
Capability Exchange	Yes&Better	Yes &Better	Yes &Better	Yes
QUALITY OF SERVICE				
Call Setup Delay	6~7 RT	3~4 RT	2~3 RT	2~3 RT
RELIABILITY:				
Packet Loss Recovery	Through TCP	Through TCP	Better	Better
Fault Detection	Yes	Yes	Yes	Yes
Fault Tolerance	N/A	N/A	Better	Good
MANAGEABILITY				
Admission Control	Yes	Yes	Yes	No
Policy Control	Yes	Yes	Yes	No
Resource Reservation	No	No	No	No
SCALABILITY				
Complexity	More	More	More	Less
Server Processing	Stateful	Stateful	Stateful or stateless	Stateful or Stateless
Inter-Server Communication	No	No	Yes	Yes
FLEXIBILITY				
Transport Protocol Neutrality	TCP	TCP	TCP/UDP	TCP/UDP
Extensibility of Functionality	Vendor Specified			Yes, IANA
Ease of Customization	Harder	Harder	Harder	Easier
INTEROPERABILITY				
VersionCompatibility	N/A	Yes	Yes	Unknown
SCN Signaling Interoperability	Better	Better	Better	Worse
EASE OF IMPLEMENTATION				
Protocol Encoding	Binary	Binary	Binary	Text

รูปที่ 2.3 การเปรียบเทียบระหว่าง H.323 และ SIP

2.4.13 หลักการทำงานและสถาปัตยกรรม

สำหรับมาตรฐานที่มีการใช้งานอยู่บนเทคโนโลยี VoIP นั้น โดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 มาตรฐานด้วยกัน ได้แก่ มาตรฐาน H.323 และมาตรฐาน SIP มาตรฐานเหล่านี้ เราสามารถเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า “Call Control Technologies” ซึ่งถือว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญสำหรับการนำเทคโนโลยี VoIP มาใช้งาน

2.4.14 H.323 Standard

สำหรับมาตรฐาน H.323 นั้น จริงๆ แล้วไม่ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับระบบเครือข่ายที่ใช้ Internet Protocol (IP) นอกจากนั้นมาตรฐาน H.323 ยังมีการทำงานที่ค่อนข้างช้า โดยปกติแล้วเราจะเสนอการใช้งานมาตรฐาน H.323 ให้กับลูกค้าก็ต่อเมื่อในระบบเดิมของลูกค้ามีการใช้งานมาตรฐาน H.323 อยู่แล้วเท่านั้น มาตรฐาน H.323 เป็นมาตรฐานภายใต้ ITU-T (International

Telecommunications Union) Standard ในตอนแรกนั้น มาตรฐาน H.323 ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับการทำ Multimedia Conferencing บนระบบเครือข่าย LAN เป็นหลัก แต่มาในตอนหลังจึงถูกพัฒนาให้ครอบคลุมถึงการทำงานกับเทคโนโลยี VoIP ด้วย มาตรฐาน H.323 สามารถรองรับการทำงานได้ทั้งแบบ Point-to-Point Communications และแบบ Multi-Point Conferences อุปกรณ์ต่างๆ จากหลากหลายยี่ห้อ หรือหลายๆ Vendors นั้นสามารถที่จะทำงานร่วมกัน (Inter-Operate) ผ่านมาตรฐาน H.323 ได้

2.4.14 SIP (Session Initiation Protocol) Standard

มาตรฐาน SIP นั้นถือเป็นมาตรฐานใหม่ในการใช้งานเทคโนโลยี VoIP โดยที่มาตรฐาน SIP นั้น ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับระบบ IP โดยเฉพาะ ซึ่งโดยปกติแล้วเราจะแนะนำให้ลูกค้าใหม่ที่จะมีการใช้งาน VoIP ให้มีการใช้งานอยู่บนมาตรฐาน SIP

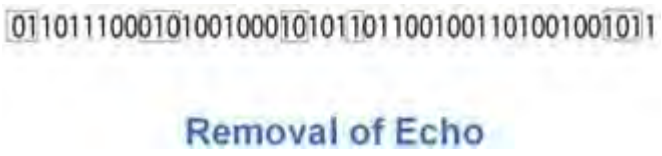
มาตรฐาน SIP นั้นเป็นมาตรฐานภายใต้ IETF Standard ซึ่งถูกออกแบบมาสำหรับการเชื่อมต่อ VoIP มาตรฐาน SIP นั้นจะเป็นมาตรฐาน Application Layer Control Protocol สำหรับการเริ่มต้น (Creating), การปรับเปลี่ยน (Modifying) และการสิ้นสุด (Terminating) ของ Session หรือการติดต่อสื่อสารหนึ่งครั้ง มาตรฐาน SIP จะมีสถาปัตยกรรมการทำงานคล้ายคลึงการทำงานแบบ Client-Server Protocol เป็นมาตรฐานที่มี Reliability ที่ค่อนข้างสูง

2.4.15 ขั้นตอนการทำงานของ VoIP

- แปลงเสียงอนาล็อกเป็นสัญญาณ Digital หรือที่เรียกว่า PCM (Pulse Code Modulation) แล้วจะถูกบีบอัดสัญญาณโดย VoIP Gateway

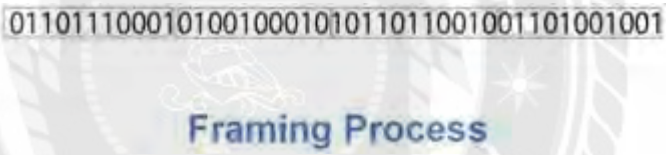
รูปที่ 2.4 PCM (Pulse Code Modulation)

- แยกสัญญาณออกเป็นส่วนๆ เพื่อทำการตัดสัญญาณ Echo ออก ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกจัดการโดย DSP (Digital Signal Processors)



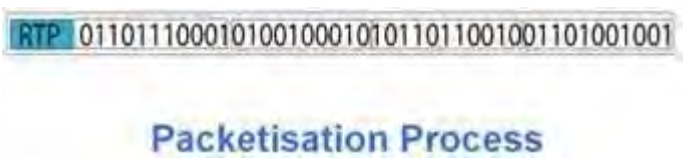
รูปที่ 2.5 Removal of Echo

- สัญญาณที่เหลือ จะถูกแบ่งและจัดรูปแบบใหม่ในรูปของ Frame ซึ่งกระบวนการนี้จะอยู่ในรูปแบบการบีบอัดที่เรียกว่า CODEC หลังจากกระบวนการนี้แล้ว Frame ของสัญญาณเสียงจะถูกสร้าง



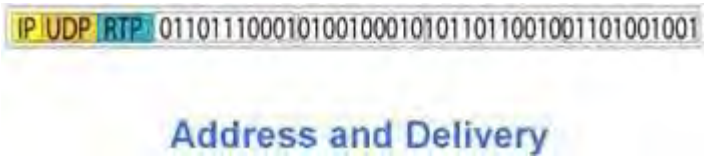
รูปที่ 2.6 Framing Process

- ทำการแปลง Frame ของสัญญาณอยู่ในรูป Packet มีการเพิ่ม Header เข้าไปใน Packet ส่วนของ Header นั้น ก็จะประกอบไปด้วยข้อมูลที่เรียกว่า Sequence Number และ Time Stamp จากนั้น Packet นี้จะถูกส่งต่อไป Host Processor



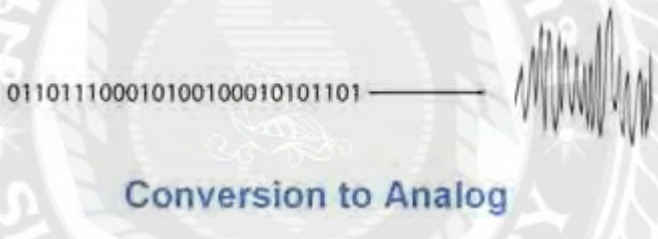
รูปที่ 2.7 Packetization Process

- หลังจากที่ได้แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปของ Packet แล้ว ข้อมูลนั้นจะถูกนำมาวิเคราะห์และใส่ค่า IP Address ปลายทาง



รูปที่ 2.8 Address and Delivery

- เมื่อ Packet ไปยังปลายทาง ข้อมูล Header จะถูกถอดรหัสให้เหลือแต่ Voice Frame จากนั้นจะทำการแปลงสัญญาณ PCM ให้กลับไปเป็นสัญญาณอนาล็อก



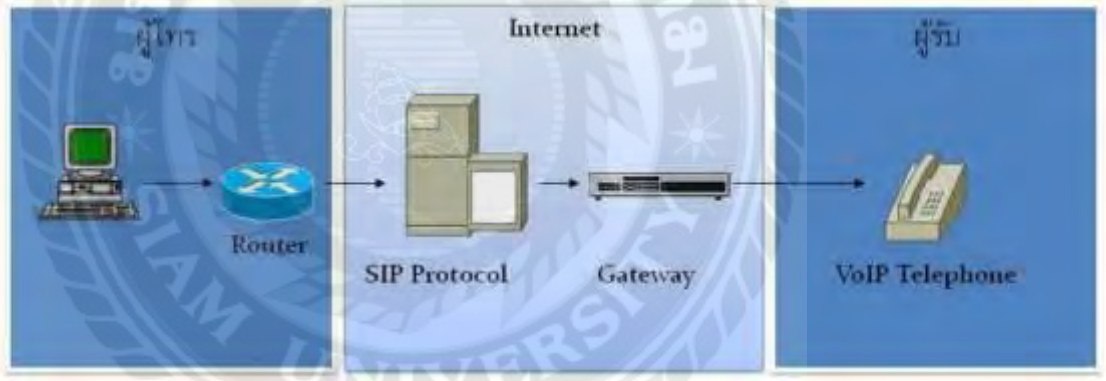
รูปที่ 2.9 Conversion to Analog

2.4.16 ลักษณะการทำงานของ VoIP สามารถแบ่งได้ เป็น 4 ลักษณะคือ

- คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลไปยังคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC to PC) คือ PC มีการติดตั้ง sound card และไมโครโฟน ที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่าย IP การประยุกต์ใช้ PC และ IP enabled telephones สามารถสื่อสารกันได้แบบจุดต่อจุด หรือแบบจุดต่อหลายจุดโดยอาศัย software ทางด้าน IP telephony

รูปที่ 2.10 PC to PC

- คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลไปยังโทรศัพท์พื้นฐาน (PC to Phone) คือการเชื่อมเครือข่ายโทรศัพท์เข้ากับเครือข่าย IP ทำให้โดยอาศัย Voice trunks ที่สนับสนุน voice packet ทำให้สามารถใช้ PC ติดต่อกับโทรศัพท์ระบบปกติได้



รูปที่ 2.11 PC to Phone

- เครื่องโทรศัพท์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ (Phone-to-PC) คือการนี้ใช้หลักการเช่นเดียวกนกับ PC-to-Phone แต่ต้นทางจะเป็นเครื่องโทรศัพท์ธรรมดา ขณะที่ปลายทางนั้นเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมโทรศัพท์แทน ซึ่งผู้ใช้งานต้องเสียค่าบริการตามที่ใช้ งานจริงเช่นเดียวกัน และต้องนัดแนะเวลาในการใช้เนื่องจากไม่สามารถส่งสัญญาณเรียกไปยังคอมพิวเตอร์ที่ปิดอยู่ได้

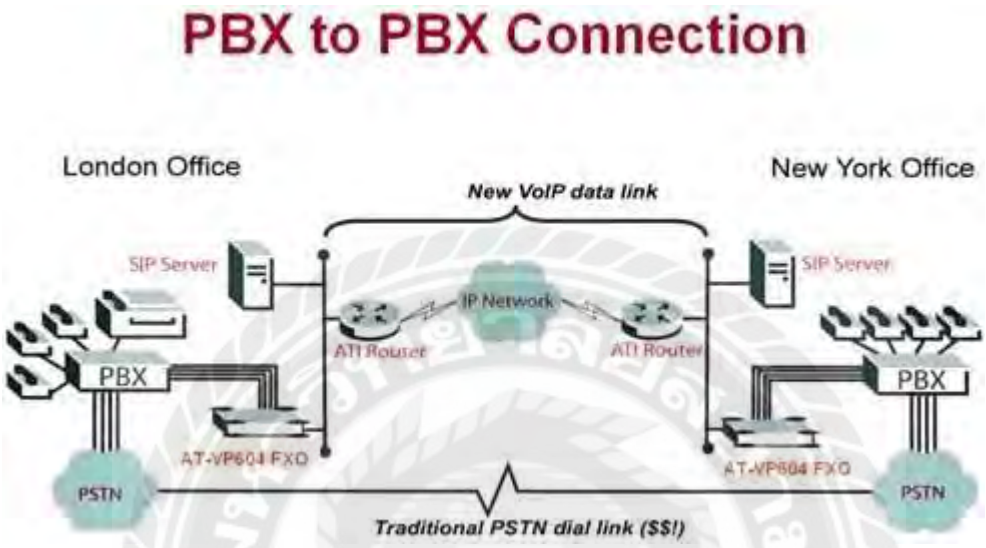
รูปที่ 2.12 Phone to PC

- เครื่องโทรศัพท์กับเครื่องโทรศัพท์ (Telephony) คือเป็นการใช้โทรศัพท์ธรรมดาติดต่อกับโทรศัพท์ธรรมดา แต่ในกรณี นี้จริงๆแล้วประกอบด้วยขั้นตอนการสร้างเสียงบนเครือข่ายแพ็คเก็จประเภทต่างๆ ซึ่งทั้งหมดติดต่อกันระหว่างชุมสายโทรศัพท์ (PSTN) การติดต่อกับ PSTN หรือ การใช้โทรศัพท์รวมกับเครือข่ายข้อมูลจำเป็นต้องใช้ gateway

รูปที่ 2.13 Telephony

2.5 Application การใช้งานเทคโนโลยี VoIP

2.5.1 PBX to PBX Connection

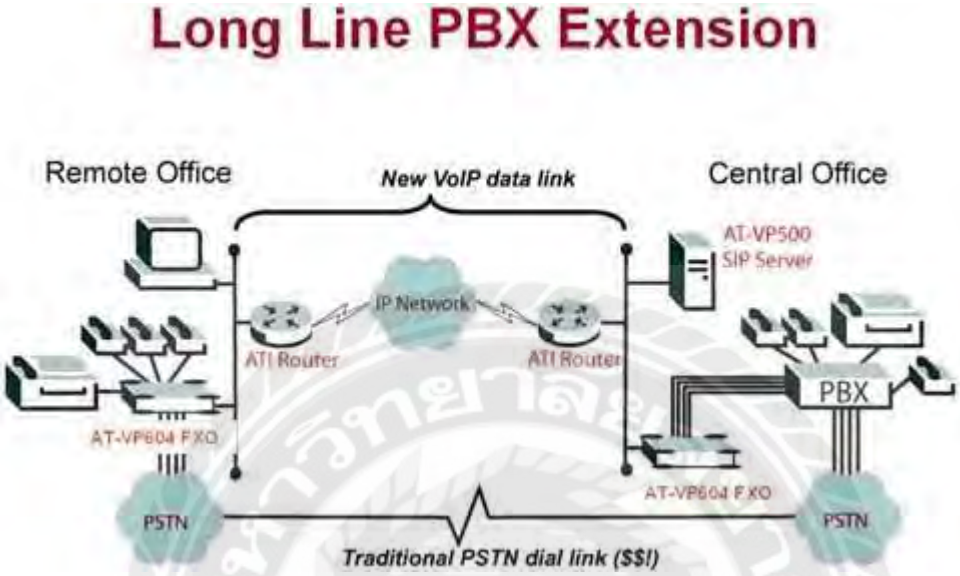


รูปที่ 2.14 PBX to PBX Connection

• ทั้ง 2 ฝั่งของสำนักงานจะสามารถใช้งานตู้สาขา PBX ของสำนักงานอีกฝั่งเปรียบเสมือนตู้สาขา PBX ของฝั่งตัวเอง

• Users ภายในไม่จำเป็นต้องทำการ Dial-out ออกไปบนระบบโทรศัพท์ PSTN เพื่อทำการเชื่อมต่อเข้ากับตู้สาขา PBX ของสำนักงานอีกฝั่ง

2.5.2 Long Line PBX Extension

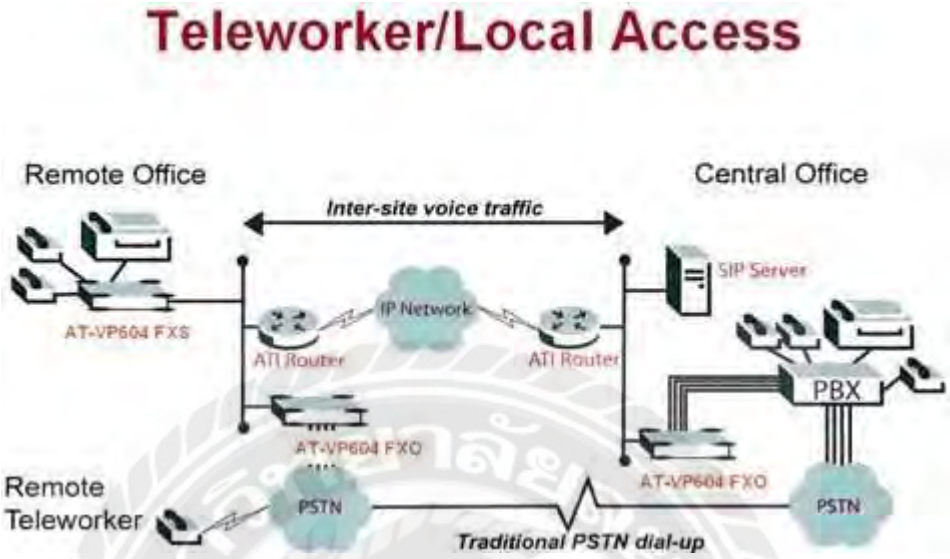


รูปที่ 2.15 Long Line PBX Extension

• เป็นการเชื่อมต่อที่สำนักงานใหญ่ขยายการเชื่อมต่อตู้สาขา PBX ไปที่สำนักงานสาขาที่ไม่มีตู้ PBX ใช้งานอยู่

• ทางสำนักงานสาขาสามารถใช้งานตู้ PBX ผ่านทางสำนักงานใหญ่ได้เสมือนกับเป็นตู้สาขา PBX ของฝั่งตนเอง

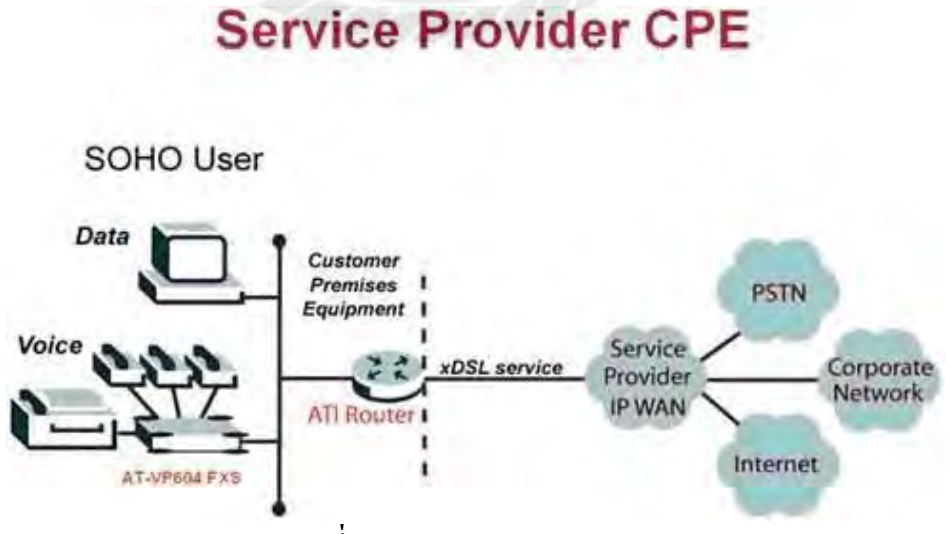
2.5.3 Teleworker/ Local Access



รูปที่ 2.16 Teleworker/ Local Access

• เป็นการเชื่อมต่อที่ยินยอมให้ Remote User ฝั่งสำนักงานใหญ่สามารถใช้งานโทรศัพท์เข้ามาที่สำนักงานใหญ่ แล้วใช้ระบบเครือข่ายของสำนักงานใหญ่เชื่อมต่อไปยังสำนักงานสาขาผ่านเทคโนโลยี VoIP เพื่อสามารถใช้งานโทรศัพท์ในพื้นที่ของสำนักงานสาขาได้โดยเสียค่าบริการในอัตราของพื้นที่ของสำนักงานสาขานั้นๆ

2.5.4 Service Provider CPE



รูปที่ 2.17 Service Provider CPE

• ผู้ให้บริการต่างๆ เช่น ISP สามารถที่จะเสนอบริการเสริมต่างๆ ทางด้าน VoIP บนระบบเครือข่ายความเร็วสูงที่มีการใช้งานอยู่เดิมแล้ว

การเปรียบเทียบ VoIP ระหว่างมาตรฐาน H.323 และมาตรฐาน SIP

Comparison of H.323 and SIP

H.323	SIP
Complex Protocol	Comparatively Simpler
Binary representation for its messages	Textual representation
Not very modular	Very modular
Not very scalable	Highly scalable
Complex Signaling	Simple Signaling
Hundred of Header	37 Headers
Loop Detection is difficult	Loop detection is comparatively easy

รูปที่ 2.18 Comparison of H.323 and SIP

2.5.5 ระบบโทรศัพท์แบบเดิม

ระบบโทรศัพท์แบบเดิมที่ใช้งานผ่านตู้สาขา (PBX) ช่วยให้องค์กรสามารถใช้คู่สายโทรศัพท์ที่มีอยู่ อย่างจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถแจกจ่ายเบอร์ต่อให้กับผู้ใช้งานได้มากกว่าคู่สายจริงเปรียบเสมือนการแบ่งใช้คู่สายโทรศัพท์โดยมี PBX เป็นตัวจัดการ โดยมีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ ของระบบโทรศัพท์คือ โอนสายและวอยซ์เมล

2.5.6 ระบบโทรศัพท์ แบบ VoIP

ระบบ VoIP เป็นเสมือนชุดแอพพลิเคชั่นสำหรับการติดต่อสื่อสารด้วยเสียงผ่านเครือข่ายข้อมูลแบบ IP โดยระบบมีคุณสมบัติของระบบฝากข้อความระบบอิเล็กทรอนิกส์เมล์และระบบแฟกซ์ไว้ด้วยกัน โดยมีคุณสมบัติการทำงาน ดังนี้

1. สามารถโอนสายไปยังโทรศัพท์เครื่องอื่น หรือระบบวอยซ์เมลอัตโนมัติ ในกรณีไม่มีผู้รับสาย

2. สามารถติดต่อผู้รับสายได้โดยตั้งลำดับการรับสายได้ เช่น เริ่มจากเครื่อง IP Phone ที่โต๊ะทำงาน, โทรศัพท์มือถือและเบอร์ที่บ้าน หากยังไม่มีการรับสายอีกก็สามารถส่ง Massage ไปยัง E-Mail หรือโทรศัพท์มือถือ

3. สามารถแสดงเบอร์โทรศัพท์หรือ IP Address เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นเครื่องมือสื่อสาร ให้ผู้รับสายมองเห็นเบอร์ของคู่สนทนาได้

4. สามารถใช้งานโทรศัพท์ผ่านทางเครื่อง IP Phone หรือคอมพิวเตอร์ที่ เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต

5. สามารถตรวจข้อความ E-Mail, Voice Mail, Fax ผ่านแอพพลิเคชั่นบนเครื่องคอมพิวเตอร์

6. สามารถรับ – ส่งแฟกซ์ ผ่านเครื่องแฟกซ์หรือแอพพลิเคชั่นบนเครื่องคอมพิวเตอร์

บทที่ 3
รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด

ส่วนบริการลูกค้ากรุงธนเหนือที่3.1.3

ที่อยู่ 51/20 ถนนบรมราชชนนี แขวงศาลาธรรมสพน์ เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10700 แสดงเส้นทางของบริษัทดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ที่ตั้งของบริษัท

3.2 ลักษณะการประกอบการและการให้บริการหลักขององค์กร

ความเป็นมาของบริษัท หลังจาก ครม. มีมติเห็นชอบควบรวมกิจการระหว่าง บมจ. ทีโอที (TOT) กับ บมจ.กสท โทรคมนาคม (CAT) เมื่อวันที่ 14 มกราคม 2563 เพื่อเป็นการลดความซ้ำซ้อนการลงทุนของภาครัฐ และเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินงาน และตอนนี้ทั้ง ได้รับการอนุมัติควบรวมกิจการกันเรียบร้อยกลายเป็น NT (บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ) โดยมีการจดทะเบียนอย่างเป็นทางการไปเมื่อวันที่ 7 มกราคม 2564

National Telecom Public Company Limited. หรือ บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) (NT) เป็นบริษัทที่มีกระทรวงการคลังเป็นผู้ถือหุ้นทั้งหมด ซึ่งการควบรวมกิจการรัฐวิสาหกิจในครั้งนี้ จะไม่ส่งผล กระทบต่อการทำธุรกรรมกับคู่ค้า, หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และเหล่าลูกค้าแน่นอน

โดยแบ่งเป็นส่วนบริการลูกค้ากรุงธนเหนือที่3.1.3 มีหน้าที่รับผิดชอบด้านโครงข่ายพื้นฐานโทรศัพท์ทองแดง โครงข่ายสายFTTx บริการตรวจแก้และติดตั้งโทรศัพท์และอินเทอร์เน็ตโดยแบ่งออกเป็น1ส่วนงานและ2ศูนย์

ส่วนบริการลูกค้ากรุงธนเหนือที่3.1.3

ศูนย์บริการลูกค้ากรุงธนเหนือที่3.1.3(1)

ศูนย์บริการลูกค้ากรุงธนเหนือที่3.1.3(2)

NT จะรับโอนกิจการ, สิทธิ์, หนี้สิน, ความรับผิดชอบและสินทรัพย์ของ CAT และ TOT มาทั้งหมด โดย NT จะพร้อมสานต่อการดำเนินอย่างต่อเนื่อง NT จะรับโอนกิจการ, สิทธิ์, หนี้สิน, ความรับผิดชอบ และสินทรัพย์ของ CAT และ TOT มาทั้งหมด โดย NT จะพร้อมสานต่อ การดำ เนิน อย่างต่อเนื่อง รวมถึงการให้บริการลูกค้าเดิมตามปกติ โดยทั้งคู่ได้พิจารณาวางแผน การดำเนินงาน ในด้านต่าง ๆ ร่วมกันเพื่อเตรียมความพร้อมในการอำนวยความสะดวก ให้กับลูกค้า ได้มากยิ่งขึ้นตั้งแต่วันที่จดทะเบียนเมื่อวันที่ 7 มกราคม 2564

สำหรับการควบรวมกิจการในครั้งนี้เป็นการพัฒนาบริการที่ยึดประโยชน์ของประเทศชาติที่จะช่วยให้พัฒนาเข้าสู่ยุค Thailand 4.0 ได้ดียิ่งขึ้น ด้วยการให้บริการโทรคมนาคมที่ครอบคลุมทุกพื้นที่ในประเทศ จากความพร้อมทรัพยากรโครงข่ายของบริษัท CAT และ TOT ทั้งในด้านเสาโทรคมนาคม, เคเบิลใต้น้ำ, คลื่นความถี่, ท่อร้อยสายใต้ดิน, Fiber Optic, Data center, ระบบโทรศัพท์ และจากการที่ CAT และ TOT ได้เข้าร่วมประมูลมาก่อนหน้านี้ ทำให้มีความพร้อมในเรื่องของเครือข่าย 5G อีกด้วย โดยทาง TOT ได้คลื่น 26 GHz จำนวน 4 lots ขนาด 400MHz ส่วน CAT ได้คลื่น 700 MHz จำนวน 2 lots ขนาด 20MHz แน่นอนว่าเมื่อนำมารวมกันแล้วเราจะไดเครือข่าย 5G ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นางต่อเนื่อง NT จะรับโอนกิจการ, สิทธิ์, หนี้สิน, ความรับผิดชอบ และสินทรัพย์ของ CAT และ TOT มาทั้งหมด โดย NT จะพร้อมสานต่อ การดำ เนิน อย่างต่อเนื่อง รวมถึงการให้บริการลูกค้าเดิมตามปกติ โดยทั้งคู่ได้พิจารณาวางแผน การดำเนินงาน ในด้านต่าง ๆ ร่วมกันเพื่อเตรียมความพร้อมในการอำนวยความสะดวก ให้กับลูกค้า ได้มากยิ่งขึ้นตั้งแต่ วันที่จดทะเบียนเมื่อวันที่ 7 มกราคม 2564

สำหรับการควบรวมกิจการในครั้งนี้เป็นการพัฒนาบริการที่ยึดประโยชน์ของประเทศชาติที่จะช่วยให้พัฒนาเข้าสู่ยุค Thailand 4.0 ได้ดียิ่งขึ้น ด้วยการให้บริการโทรคมนาคมที่ครอบคลุมทุกพื้นที่ในประเทศ จากความพร้อมทรัพยากรโครงข่ายของบริษัท CAT และ TOT ทั้งในด้านเสาโทรคมนาคม, เคเบิลใต้น้ำ, คลื่นความถี่, ท่อร้อยสายใต้ดิน, Fiber Optic, Data center, ระบบโทรศัพท์ และจากการที่ CAT และ TOT ได้เข้าร่วมประมูลมาก่อนหน้านี้ ทำให้มีความพร้อมในเรื่องของเครือข่าย 5G อีกด้วย โดยทาง TOT ได้คลื่น 26 GHz จำนวน 4 lots ขนาด 400MHz ส่วน CAT ได้คลื่น 700 MHz จำนวน 2 lots ขนาด 20MHz แน่นอนว่าเมื่อนำมารวมกันแล้วเราจะได้เครือข่าย 5G ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

NT ใช้เทคโนโลยีในการตรวจสอบและแก้ไข

NT ใช้เทคโนโลยีในการให้บริการหลังการขายในบางผลิตภัณฑ์ เช่น FTTx เมื่อเกิดปัญหาในเรื่องของระบบและสัญญาณ เจ้าหน้าที่สามารถแก้ไขได้จากศูนย์ควบคุมกลางทางออนไลน์โดยผ่านระบบในการตรวจสอบ และแก้ไขเพื่อความรวดเร็ว สะดวกและทันการ โดยไม่ต้องส่งเจ้าหน้าที่เดินทางเข้าไป

ศูนย์บริการมากกว่า 50 แห่งในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ลูกค้าของ NT ถือว่ามีหลากหลายกลุ่ม ซึ่งบางกลุ่มอาจไม่ถนัดการใช้เทคโนโลยี หรือลูกค้าบางท่านอาจต้องการพูดคุย หรือปรึกษากับเจ้าหน้าที่ของ NT โดยตรง ด้วยเหตุนี้จึงมีศูนย์บริการ NT (NT Service Center) เพื่อรองรับความต้องการของกลุ่มลูกค้าดังกล่าวอยู่ทั่วไปในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลจำนวน มากกว่า 50 แห่ง

3.3 รูปแบบการจัดการองค์การและการบริหารงาน

นาย นันทพงศ์ ลักษณะเจริญสิน ผู้จัดการส่วนบริการลูกค้ากรุงธนเหนือที่3.1.3

นาย โสพส บู่สาลี ผู้จัดการศูนย์บริการลูกค้ากรุงธนเหนือที่3.1.3(1)

นาย ไตรเทพ ภักดิ์ใจดี นายช่างเทคนิค

3.4ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

3.4.1 ตำแหน่งที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

นายไตรเทพ ภักดิ์ใจดี ตำแหน่ง นายช่างเทคนิค

3.4.2 ลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

- งานติดตั้ง ตรวจแก้ อุปกรณ์ปลายทางและสายกระจาย
- การปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีและบำรุงรักษาสายกระจายและอุปกรณ์ปลายทาง
- งานตัดถ่ายเลขหมายโทรศัพท์ทองแดง
- งานตรวจแก้เลขหมาย IP phone

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

3.5.1 ชื่อพนักงานที่ปรึกษา

นายโสพส บู่สาลี ผู้จัดการศูนย์บริการลูกค้ากรุงธนเหนือที่ 3.1.3(1)

3.6 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

3.6.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

การปฏิบัติงาน ตั้งแต่ วันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2565 ถึง วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2565

3.6.2 วันเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษา

เวลา 08.30 – 16.30 น. และ วันหยุดตามปฏิทินบริษัทกำหนด

3.7 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

3.7.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ม.ค. 2565			ก.พ. 2565			มี.ค. 2565			เม.ย. 2565			พ.ค. 2565		
1	ศึกษาการทำงาน															
2	รวบรวมปัญหาการปฏิบัติงาน															
3	ยื่นเสนอโครงงาน															
4	อนุมัติโครงงาน															
5	ดำเนินการ															
6	ติดตามผลการดำเนินงาน															
7	สรุปผล															
8	ขยายผลทำแผน PM															
9	จัดทำรูปเล่มโครงงาน															

3.8 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ ในการปฏิบัติงาน

3.8.1 เครื่อง Fusion Splicer เป็นเครื่องต่อสาย Fiber Optic

อุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อสาย Fiber Optic แบบ Single fiber เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการต่อสาย Fiber Optic โดยใช้เทคนิคการ Fusion Splicing การเชื่อมต่อแบบหลอมรวม เป็นการเชื่อมต่อ Fiber Optic สองเส้นเข้าด้วยกัน โดยการให้ความร้อน ที่ปลายของเส้น Fiber Optic จากนั้นปลายเส้น Fiber Optic จะถูกดันออกมาเชื่อมต่อกัน การเชื่อมต่อกันในลักษณะนี้ เป็นการเชื่อมต่อโดยถาวร จนทำให้ดูเหมือนรวมเป็นเส้นเดียวกัน การสูญเสียจากการเชื่อมต่อในลักษณะนี้ จะทำให้มีความสูญเสียประมาณ 0.01 – 0.2 dB ในขั้นตอนการเชื่อมต่อนี้ ความร้อนที่ทำให้ปลายเส้น Fiber Optic อ่อนตัวลงด้วยประกายไฟที่เกิดจากการ Arc ระหว่างขั้ว Electrode ขณะทำการ หลอมรวม ซึ่งจะยังผลให้การเชื่อมต่อของ Fiber Optic เป็นเนื้อเดียวกัน

รูปที่ 3.2 เครื่อง Fusion Splicer

3.8.2 เครื่อง OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)

คือเครื่องวัดระยะสายไฟเบอร์ออติก (Fiber optic cable) หรือสายใยแก้วนำแสงที่สามารถวัดสายได้ทั้ง 2 ชนิด คือ Single - mode กับ Multi - mode แล้วทำไม ต้องใช้งานได้ทั้งสองแบบ ในเครื่องเดียวกันล่ะ มีความจำเป็นไหม แล้วเครื่องนี้เหมาะกับผู้ใช้งานกลุ่มไหน ปัจจุบันสายไฟเบอร์ออพติก (Fiber optic cable) ได้รับความนิยมอย่างสูง เพราะราคาถูกลงมามาก และ สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลาย Applications ตลอดจนระบบเทคโนโลยีก็พัฒนากันอย่างต่อเนื่อง ทั้งความเร็ว และความสะดวกสบายในการใช้งาน

รูปที่ 3.3 เครื่อง OTDR OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)

3.8.3 เครื่อง PON Power Meter (Optical Power Meter) Optical Power Meter

เป็นอุปกรณ์สำหรับทดสอบค่าความเข้ม, ความแรงของสัญญาณ แสงที่ปล่อยมาจากต้นทาง หลังจากที่ทำการเข้าหัวไฟเบอร์ออฟติก ตัวเครื่องจะแสดงหน่วยวัดค่าออกมาเป็น -dB. การวัดค่าแสงดังกล่าว ก่อนการวัดต้อง ปรับค่าของเครื่องให้ตรงกับค่าแสงจากต้นทางที่ปล่อยมา เช่น 850nm, 1300nm, 1310nm, 1490nm, 1550nm เป็นต้น ส่วนค่าที่ได้นั้น ผู้ใช้ต้องทราบถึงปัจจัย หลายอย่างที่ เข้ามามีส่วนร่วมในระบบสายเส้นนั้นๆ เช่นระยะสายไฟเบอร์ออฟติก รอยเชื่อมต่อต่างๆ ซึ่งสาเหตุเหล่านี้จะเพิ่มค่าลดทอนเข้าไปอีก เพราะฉะนั้น ลูกค้าต้องศึกษา คำนวณ เรื่องการลดทอนต่างๆเข้าไปด้วย ถึงจะได้ค่าที่มีความใกล้เคียงที่สุด Optical Power Meter ไม่สามารถ ใช้เป็นเครื่องวัดระยะสายไฟเบอร์ออฟติกได้

รูปที่ 3.4 เครื่อง PON Power Meter (Optical Power Meter)

3.8.4 โน๊ตบุ้คสำหรับคอนฟิกอุปกรณ์ต่างๆ

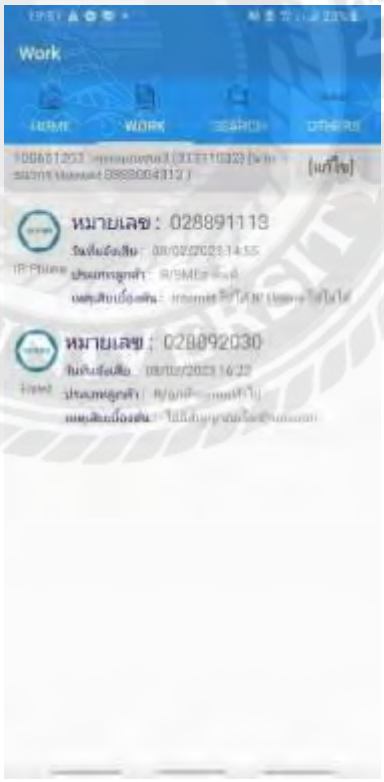
รูปที่ 3.5 เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา

3.9 แผนผังการปฏิบัติงานติดตั้งและบำรุงรักษา

3.9.1 ขั้นตอนการเตรียมงานบริการลูกค้า

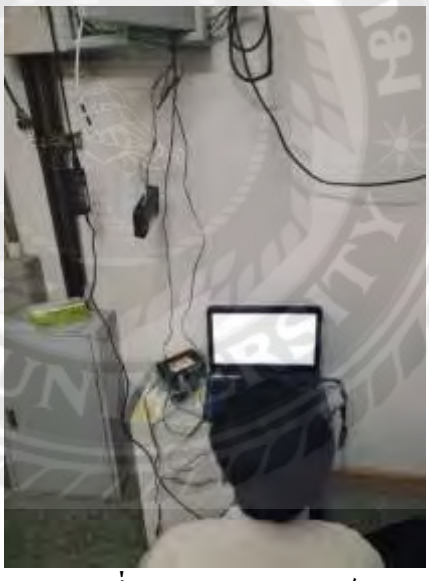
รับงานงานติดตั้ง ตรวจแก้ อุปกรณ์ปลายทางและสายกระจายด้านปฏิบัติการเทคโนโลยีและบำรุงรักษา ตัดถ่ายเลขหมายทองแดง

ปฏิบัติการและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ปลายทาง



รูปที่ 3.6 รับงานจากระบบ Scoms Mobile

รูปที่ 3.7 ตัดถ่ายจากเลขหมายทองแดงมาเป็นเลขหมาย IP-phone



รูปที่ 3.8 การ set อุปกรณ์

รูปที่ 3.9 NT ยินดีให้บริการ

บทที่ 4
ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน

จากการปฏิบัติงานที่ บริษัท บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) ศูนย์บริการลูกค้ากรุงธนเหนือที่ 3.1.3(1) โดยมีผู้ร่วมกองงานปฏิบัติร่วมกับ นาย ธนากร โชคมงคล เวลาปฏิบัติงานวันจันทร์ถึงวันศุกร์ เวลางาน 08:00 น. ถึง 16:30 น. ของแต่ละวัน โดยในแต่ละวันจะได้รับงานจำนวน 5 - 8 เลขหมายต่อวัน โดยมีตัวชี้วัดในองค์กร ตรวจแก้เหตุเสียที่ได้รับภายใน 24 ชั่วโมงนับจากเวลาที่ลูกค้าได้ทำการแจ้งเหตุขัดข้องเข้ามา และ งานติดตั้ง จะมีตัวชี้วัด ติดตั้งไม่เกิน 5 วัน ในการกำหนดตัวชี้วัดกองงานจะกำหนดที่ เปอร์เซ็นตรวจแก้ไม่ต่ำกว่า 80% และตัดถ่ายเลขหมายทองแดงมาเป็น IP phone เพื่อความสะดวกและทันสมัยในโลกยุคดิจิทัล

4.1 สรุปผลงานตัดถ่ายขึ้นใช้งานระบบ VPBX

ได้ทำการตัดถ่ายเลขหมายโทรศัพท์จากระบบเดิมเป็นเลขหมาย IP Phone โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1.ได้รับใบงานตัดถ่ายเลขหมาย IP Phone หลังจากได้รับใบงานต้องทำการติดต่อนัดติดตั้งกับลูกค้า

รูปที่ 4.1 ใบคำขอใช้บริการ

2.เตรียมอุปกรณ์ติดตั้งปลายทางพร้อมออกเลขหมายโทรศัพท์และรหัสสำหรับการตั้งค่าอุปกรณ์ปลายทาง

รูปที่ 4.2 อุปกรณ์ออกเลขหมาย

รูปที่ 4.3 ข้อมูลเลขหมายและรหัสสำหรับการตั้งค่าอุปกรณ์

3.ลากสายDrop wire Fiberจากตู้พักสายSDPเข้าสถานที่ปลายทาง

รูปที่ 4.4 ตู้พักสาย SDP

รูปที่ 4.5 การลากสาย Drop wire Fiber

4. ติดตั้งอุปกรณ์ปลายทาง คอนฟิกอุปกรณ์และส่งมอบงานให้ลูกค้า

รูปที่ 4.6 การติดตั้งอุปกรณ์ปลายทาง

รูปที่ 4.7 การส่งมอบงานให้ลูกค้าตรวจสอบ

5. เสร็จสิ้นกับงานตัดถ่ายเลขหมายIP Phone 1วงจร

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานที่ศูนย์บริการลูกค้า บริษัทโทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) ศูนย์บริการลูกค้ากรุงธนเหนือที่ 3.1.3(1) ตั้งแต่ ตั้งแต่ วันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2565 ถึง วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2565 นั้น ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ มีค่ามากมายโดยได้รับตำแหน่งช่างเทคนิคแผนกติดตั้งและบำรุงรักษาระบบโทรศัพท์ และระบบอินเทอร์เน็ตตามผังแสดงข้อมูลการทำงานทำให้ได้ประสบการณ์และทักษะทางปฏิบัติจากการปฏิบัติและการตัดถ่ายเลขหมายทองแดงเป็นระบบ IP phone VPBX การปฏิบัติสหกิจศึกษา ครั้งนี้ได้บูรณาการความรู้ที่ได้จากห้องเรียนไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงเป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงานในอนาคต

5.2 ประโยชน์ด้านสังคม

5.2.1 ได้เรียนรู้ระบบการบริหารองค์กร

5.2.2 ได้เรียนรู้การประสานงานกับเพื่อนร่วมงาน

5.2.3 ได้เรียนรู้การประสานงานกับแผนกอื่น

5.2.4 ได้เรียนรู้หน้าที่ของแต่ละแผนก

5.2.5 ได้เรียนรู้การทำงานเป็นทีม

5.2.6 ได้เรียนรู้หน้าที่ความรับผิดชอบของตน

5.3 ประโยชน์ด้านการทำงาน

5.3.1 ได้ประสบการณ์ใหม่ ที่แตกต่างจากห้องเรียน

5.3.2 ได้สัมผัสการทำงานจริง และวิเคราะห์แก้ปัญหา

5.3.3 ได้รู้จักขั้นตอนการทำงานของระบบโทรศัทพ์ประจำที่ และ อินเทอร์เน็ต FTTx

5.3.4 ได้รู้จักวิธีการบำรุงรักษาระบบโทรศัทพ์ประจำที่ และ อินเทอร์เน็ต FTTx

5.4 ปัญหาในการปฏิบัติงาน

5.4.1 การตรวจสอบเลขหมายภายในที่ยุ่งยากเนื่องจากผู้ดูแลไม่ทำการตรวจสอบข้อมูล

5.4.2 ไม่มีคู่สายรองรับในการขยายเลขหมาย

5.4.3 อุปกรณ์มีหลากหลายต่างยี่ห้อทำให้สับสนตาอการใช้งาน

5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน

5.5.1 ทำการตรวจสอบเลขหมายใหม่ทั้งหมดพร้อมทำคู่มือบอกโลเคชั่นเลขหมาย

5.5.2 ทำการประสานงานขอเพิ่มขยายเพื่อรองรับเลขหมายที่มากขึ้น

5.5.3 จัดทำคู่มือแต่ล่ะยี่ห้อแจกให้ผู้ใช้งาน

5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน

5.6.1 ควรจัดฝึกอบรบความรู้ใหม่เพื่อก้าวทันโลกที่หลากหลายและหมุนไว

5.6.2 ควรมีอุปกรณ์ในการทำงานที่พร้อมและทันสมัยเสมอ

บรรณานุกรม

บริษัท คลาวด์ไอทีเน็ตเวิร์คจำกัด. (2555). *SIP: Session initiation protocol*. เข้าถึงได้จาก https://www.ippbxthai.com/2012/05/howsipwork/

Gadget. (2565). *ความแตกต่างระหว่าง sip และ VoIP*. เข้าถึงได้จาก https://th.gadgetinfo.com/difference-between-sip

Mindphp. (2565). *VoIP คืออะไร*. เข้าถึงได้จาก https://www.minfphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2280-voip-คืออะไร.html

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การนิเทศงานสหกิจศึกษา

ชื่ออาจารย์นิเทศสหกิจ

1. ผศ.ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์

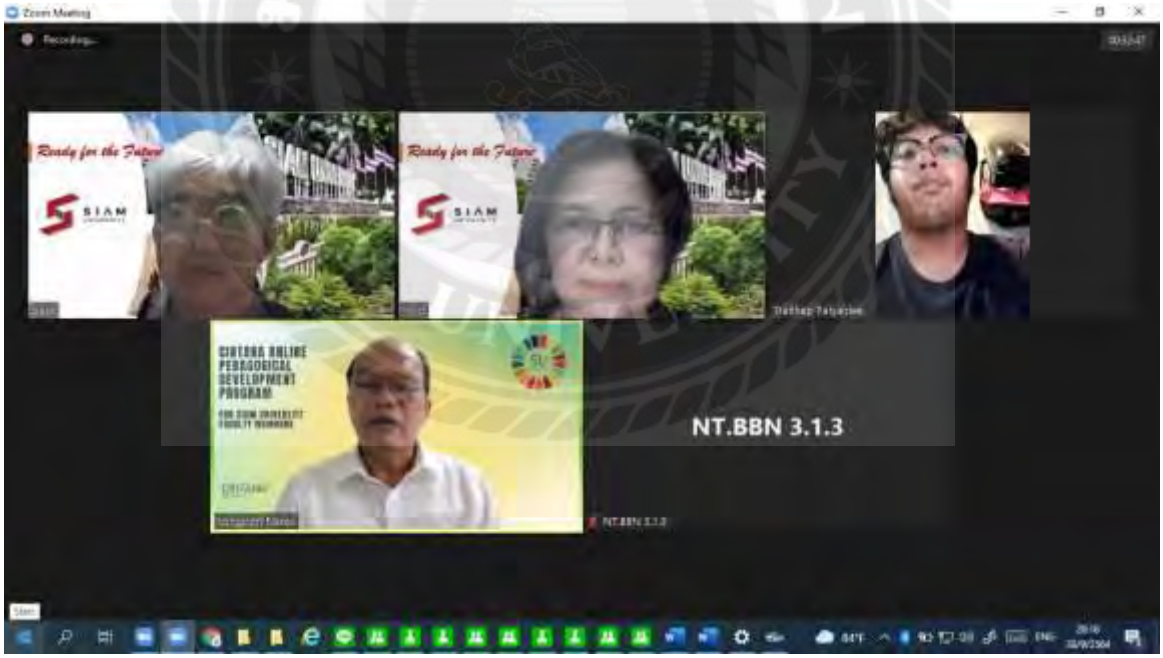
2. ผศ. วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

3. ผศ. พกิจ สุวัตถิ์

นักศึกษาสหกิจศึกษา

ชื่อ-นามสกุล ไตรเทพ ภักดิ์ใจดี รหัสนักศึกษา 6223200028

นิเทศสหกิจศึกษา ผ่านโปรแกรม Zoom เนื่องจากสถาการณ์ Covid-19



รูปที่ 1 การนิเทศงานผ่านโปรแกรม Zoom

ภาคผนวก ข

การสอบโครงงานสหกิจศึกษา

การสอบโครงงานสหกิจศึกษา สอบวันที่ 25 พฤษภาคม 2566 ผ่านโปรแกรม Zoom

รูปที่ 2 การสอบโครงงานสหกิจศึกษาผ่านโปรแกรม Zoom

ภาคผนวก ค

การตรวจสอบการลอกเลียนแบบวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
3233945	Jun 22, 2023 at 22:24 PM	traithep.pak@siam.edu	มหาวิทยาลัยสยาม	[illegible]	[illegible]	[illegible]

มหาวิทยาลัยสยาม SIAM UNIVERSITY

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นามสกุล นายไตรเทพ ภักดิ์ใจดี

รหัสนักศึกษา 6223200028

เกิด 14 พฤษภาคม 2540

ที่อยู่ 642/14 ซอยอิสรภาพ 46

ถนนวังหลัง แขวงศิริราช

เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700

โทรศัพท์ 089-300-4561

E-mail trithep.p@ntplc.co.th

ประวัติการศึกษา

ปวช. วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม (สยามเทค)

ปวส. วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม (สยามเทค)

ปริญญาตรี วิศวกรรมไฟฟ้า (วศ.บ.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม