ระบบ IP PBX ด้วย RASPBERRY PI

IP PBX SYSTEM BY RASPBERRY PI

โดย

นางสาวปรุณี งามสว่างจิตร์

นายบิยพัทธ์ กาญจนวาหะ

นางสาวปุณยภรณ์ สิริพาณิชพงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

ระบบ IP PBX ด้วย RASPBERRY PI

IP PBX SYSTEM BY RASPBERRY PI

โดย

นางสาวปรุณี	งามสว่างจิตร์	54010800
นายปิยพัทธ์	กาญจนวาหะ	54010823
นางสาวปุณยภรณ์	สิริพาณิชพงศ์	54010831

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล

ผศ.ดร.นภัทร สระเอี่ยม

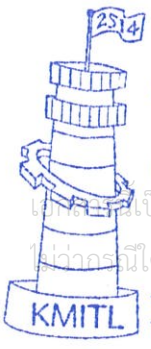
ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

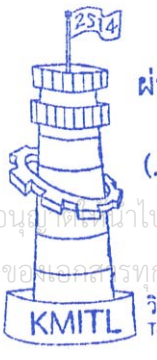


ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

14/5/58



ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

14/5/58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบ IP PBX ด้วย RASPBERRY PI

IP PBX SYSTEM BY RASPBERRY PI

ผู้จัดทำ

1. นางสาวปรุณี งามสว่างจิตร์ 54010800
2. นายปิยพัทธ์ กาญจนวาหะ 54010823
3. นางสาวปุณยภรณ์ สิริพาณิชพงศ์ 54010831

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.นภัทร สระเอี่ยม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยคำแนะนำและการให้คำปรึกษาจาก อาจารย์นภัทร สระเอี่ยม และอาจารย์พิเชฐ ม่วงนวล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งสำหรับคำแนะนำ ความอนุเคราะห์จากท่านและขอบคุณเป็นอย่างสูง

ขอบพระคุณคณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับคณะผู้จัดทำ สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ๆน้องๆ และครอบครัวของคณะผู้จัดทำทุกคนที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่อง ทำให้กลุ่มคณะผู้จัดทำสามารถทำปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากโครงงานฉบับนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นางสาวปรุณี งามสว่างจิตร์
นายปิยพัทธ์ กาญจนวาหะ
นางสาวปุณยภรณ์ สิริพาณิชพงศ์
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ IP PBX ด้วย Raspberry PI

IP PBX SYSTEM BY RASPBERRY PI

โดย นางสาวปรุณี งามสว่างจิตร์ 54010800
นายปิยพัทธ์ กาญจนวาหะ 54010823
นางสาวปุณยภรณ์ สิริพาณิชพงศ์ 54010831

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล
ผศ.ดร.นภัทร สระเอี่ยม

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ นำเสนอการติดต่อสื่อสารทางเสียงผ่าน Internet เพื่อนำมาใช้แทนระบบโทรศัพท์เดิม โดยได้ศึกษาการติดตั้งและประยุกต์ใช้งานระบบ VoIP (Voice over Internet Protocol) โดยได้เลือกโปรแกรม Asterisk เป็นเครื่อง Server ที่ทำหน้าที่แทนตู้ PBX ของตู้โทรศัพท์แบบเดิม ซึ่งเรียกว่า IP PBX (Private Branch Exchange) สามารถเชื่อมต่อได้ทั้งภายในระบบและภายนอกระบบ โดยจะรองรับ IP Phone , IP Soft Phone , Analog Phone ซึ่งเป็น Client ของระบบซึ่ง IP PBX นี้มีข้อแตกต่างจากตู้ PBX ของตู้โทรศัพท์แบบเดิม คือมีการส่งข้อมูลเป็นแบบ IP packet ซึ่งมีข้อดีคือ ในกรณีที่ต้องการเพิ่มคู่สายสามารถทำการ configuration ได้ง่ายกว่า PBX แบบเดิม และประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนใช้งานในระยะยาว

ABSTRACT

This project presents about voice communication via Internet to substitute legacy system by learning VoIP that install asterisk to be server that

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

response to replace old PBX calling “IP-PBX”. IP-PBX can connect Internet system and external system by supporting IP Phone, IP Soft Phone and Analog Phone that is content of system. This IP-PBX have difference from PBX is IP packet data transference. To have advantage in case add number for easy configuration and lower expenditure for long working

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		IV
สารบัญรูป		VI
สารบัญตาราง		IX
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**3**
	2.1 OSI Model	3
	2.2 TCP/IP Model	5
	2.3 โปรโตคอล TCP/IP	6
	2.4 เทคโนโลยี Voice over IP	18
	2.5 SIP (Session Initiation Protocol)	21
	2.6 โปรแกรม Asterisk	34
	2.7 โปรแกรม Soft phone zoiper	37
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**38**
	3.1 การออกแบบ	38
	3.2 การติดตั้งระบบโทรศัพท์ Asterisk	48
	3.3 การสร้างระบบโทรศัพท์ตอบรับอัตโนมัติ	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.4 การสร้างระบบประชุมทางโทรศัพท์	50
	3.5 การสร้างระบบฝากข้อความเสียง Voice Mail	51
	3.6 การเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ Asterisk กับ โครงข่าย PSTN	54
	3.7 การติดตั้งโทรศัพท์ Analog สำหรับติดต่อกันระหว่างโทรศัพท์ภายใน	55
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**58**
	4.1 Web Application	58
	4.2 การดักจับแพ็กเกตด้วยโปรแกรม Wireshark	65
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**73**
	5.1 สรุปผล	73
	5.2 ปัญหาและอุปสรรค	73
	5.3 ข้อเสนอแนะ	74
บรรณานุกรม		**75**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	รูปบล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมของระบบ	2
2.1	OSI Model	3
2.2	TCP/IP Model	5
2.3	การเปรียบเทียบโครงสร้าง TCP/IP กับ OSI Model	6
2.4	โครงสร้างของ TCP Header	7
2.5	โครงสร้างของ UDP Header	9
2.6	โครงสร้างของ RTP Header	10
2.7	โครงสร้างของ IP Header	12
2.8	ตัวอย่าง Socket Address	16
2.9	การสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์	18
2.10	การสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์พื้นฐาน	19
2.11	การสื่อสารระหว่างโทรศัพท์พื้นฐานกับเครื่องคอมพิวเตอร์	20
2.12	การสื่อสารระหว่างโทรศัพท์พื้นฐานกับโทรศัพท์พื้นฐาน	20
2.13	องค์ประกอบสำคัญในระบบ SIP	23
2.14	การสร้างและสิ้นสุด Session ระหว่างเครื่อง Client	24
2.15	การทำงานของ Registrar Server	26
2.16	การทำงานของ SIP Proxy Server	27
2.17	การสร้างและสิ้นสุด Session โดยผ่านเครื่อง Proxy Server	28
2.18	การทำงานของ SIP Redirect Server	29
2.19	การสร้างและสิ้นสุด Session โดยใช้เครื่อง Server Redirect	30
2.20	การทำงานของ SIP ในระบบ IP Telephony	31
2.21	สถาปัตยกรรมของ Asterisk	35
2.22	แอพพลิเคชั่น Zoiper สำหรับรองรับการเชื่อมต่อแบบ SIP Server	37
3.1	ระบบทั้งหมด	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รูปที่

3.2	ฐานข้อมูลของหมายเลขที่มีอยู่ในส่วนของ user ที่เป็น IP Phone	40
3.3	ฐานข้อมูลของหมายเลขของ user ที่เป็น Analog Phone	40
3.4	ฐานข้อมูลของ conference สำหรับเก็บหมายเลขห้อง และ password	41
3.5	แผนผังการออกแบบเว็บไซต์	42
3.6	แผนผังการทำงานของ Web page เข้าระบบ	43
3.7	แผนผังการทำงานของ Web page เพิ่มหมายเลขผู้ใช้งาน แก้ไข และลบหมายเลขผู้ใช้งาน	44
3.8	แผนผังการทำงานของ Web page ระบบตอบรับอัตโนมัติ	45
3.9	แผนผังการทำงานของ Web page ระบบ Conference	46
3.10	แผนผังการทำงานของ Web page ระบบฝากข้อความเสียง	47
3.11	แผนผังการทำงานของ History	48
3.12	ระบบดาวน์โหลดโปรแกรมที่จำเป็นต่อการติดตั้ง Asterisk	49
3.13	แผนผังการทำงานของระบบตอบรับอัตโนมัติ (IVR)	50
3.14	แผนผังการทำงานของระบบฝากข้อความเสียง (Voice Mail)	53
3.15	Aircard Huawei รุ่น E153	54
3.16	หน้าเว็บสำหรับการ config ATA	56
3.17	การกำหนดค่าภายในไฟล์ sip.conf	57
3.18	การกำหนดค่าภายในไฟล์ extensions.conf	57
4.1	หน้าล็อกอินเข้าสู่หน้าหลัก	58
4.2	หน้า Web page หลัก	59
4.3	หน้า Web page ของเมนู System Status	59
4.4	หน้า Web page เพิ่มหมายเลขผู้ใช้งานในส่วนของ IP Phone & Soft Phone	60
4.5	หน้า Web page เพิ่มหมายเลขผู้ใช้งานในส่วนของ Analog	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.6	หน้า Web page ของแถบเมนู Conference ในการสร้างห้องประชุมสาย	61
4.7	หน้า Web page ของระบบ IVR	62
4.8	หน้า Web page แสดง History ในส่วนของการโทรภายใน (Internal)	63
4.9	หน้า Web page แสดง History ในส่วนของการโทรภายนอก (External)	64
4.10	หน้า Web page แสดงส่วนของ Voice Mail	65
4.11	Topology ที่ใช้ในการทดลอง	66
4.12	การดักจับแพ็กเกตขณะที่การลงทะเบียน SIP Account บน IP Soft Phone	66
4.13	รายละเอียดการส่ง SIP Request Message ไปยัง SIP Server	67
4.14	การดักจับแพ็กเกตในส่วนของการโทรภายในโครงข่ายภายใน	68
4.15	การดักจับแพ็กเกตในส่วนของการโทรจากภายนอกมายังระบบตอบรับอัตโนมัติ เพื่อติดต่อกับระบบโทรศัพท์โครงข่ายภายใน	69
4.16	แพ็กเกตเมื่อมีการติดต่อสื่อสารกัน	70
4.17	การดักจับแพ็กเกตเมื่อโครงข่ายโทรศัพท์ภายในติดต่อไปยังโครงข่ายโทรศัพท์สาธารณะ	71
4.18	การดักจับแพ็กเกตในการติดต่อระหว่าง Analog Phone และ IP Soft Phone ของโครงข่ายโทรศัพท์ภายใน	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 คุณสมบัติของ Proxy Server และ Redirect Server 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบัน Internet มีบทบาทสำคัญที่นำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในกิจกรรมต่างๆ หลายๆด้าน รวมถึงเป็นเครื่องมือในด้านการติดต่อสื่อสาร ไม่ว่าจะเป็น การติดต่อสื่อสารด้านธุรกิจ , การติดต่อสื่อสารด้านการศึกษา และด้านการติดต่อสื่อสารระหว่างองค์กรทั้งภายในและภายนอกองค์กร ด้วยระบบโทรศัพท์ ทำให้องค์กรเกิดค่าใช้จ่ายค่อน ข้างสูงสำหรับการติดต่อสื่อสารการส่งข้อมูลต่างๆระหว่างกัน เนื่องจากแต่ละองค์กรมีการติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข่าวสารกันระหว่างสาขาขององค์กรตลอดเวลา โดยมีงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัดทำให้แต่ละสาขาได้รับข้อมูลข่าวสารล่าช้า ซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานและการให้บริการ

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ในปัจจุบันหลายๆองค์กรจึงมีการพัฒนานำการสื่อสารแบบอื่นเข้ามาใช้บริหารบนเครือข่าย Internet ที่องค์กรมีอยู่ ซึ่งเรียกว่า Voice over IP (VoIP) เป็นอีกหนึ่งทางเลือกซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยในการติดต่อสื่อสารภายในองค์กรสะดวกขึ้น การใช้ VoIP ในการติดต่อสื่อสารนั้นสามารนำมาประยุกต์กับระบบเครือข่ายการสื่อสารที่มีอยู่แล้ว เช่น router, switch ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากสามารถนำอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมมาใช้งานได้และถ้าหากมีการนำเทคโนโลยี VoIP มาประยุกต์ใช้งานในลักษณะการสื่อสารระยะทางไกล จะทำให้สามารถประหยัดค่าบริการทางไกลของระบบโทรศัพท์แบบปกติได้ การใช้โทรศัพท์ทางไกลก็เหมือนกับการติดต่อกันภายใน นอกจากจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายยังสามารถโทรหากันได้ด้วยเวลาที่ไม่จำกัด การโทรศัพท์ผ่านการเชื่อมต่อ Internet สามารถไปได้ทุกจุดหมายทั่วโลก โดยปลายทางต้องมีการเชื่อมต่อเข้ากับ Internet และใช้บริการ VoIP ในเครือข่ายเดียวกัน

โครงงานนี้จึงได้ทำการนำเสนอระบบการติดต่อสื่อสารทางเสียงบน Internet เพื่อนำมาใช้แทนระบบโทรศัพท์แบบเดิม โดยได้ศึกษาการติดตั้งและประยุกต์ใช้งานระบบ VoIP ซึ่งเป็นระบบการติดต่อสื่อสารทางเสียงบน Internet และได้เลือกโปรแกรม Asterisk Software ติดตั้งบนบอร์ด Raspberry Pi ที่ทำหน้าที่เป็น Server แทนตู้สาขา PBX ของระบบโทรศัพท์แบบเดิมซึ่งเรียกตู้สาขาแบบนี้ว่า IP PBX และใช้แอพพลิเคชั่นที่ชื่อว่า Zoiper ซึ่งเป็นแอพพลิเคชั่นที่ทำให้โทรศัพท์เคลื่อนที่กลายเป็น IP Soft Phone Client แทนเครื่องโทรศัพท์แบบเดิม โดยทางผู้ศึกษาคาดว่าการประยุกต์ใช้ระบบVoIP ในโครงงานนี้จะเป็นต้นแบบให้สามารถนำไปใช้กับสำนักงานธุรกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

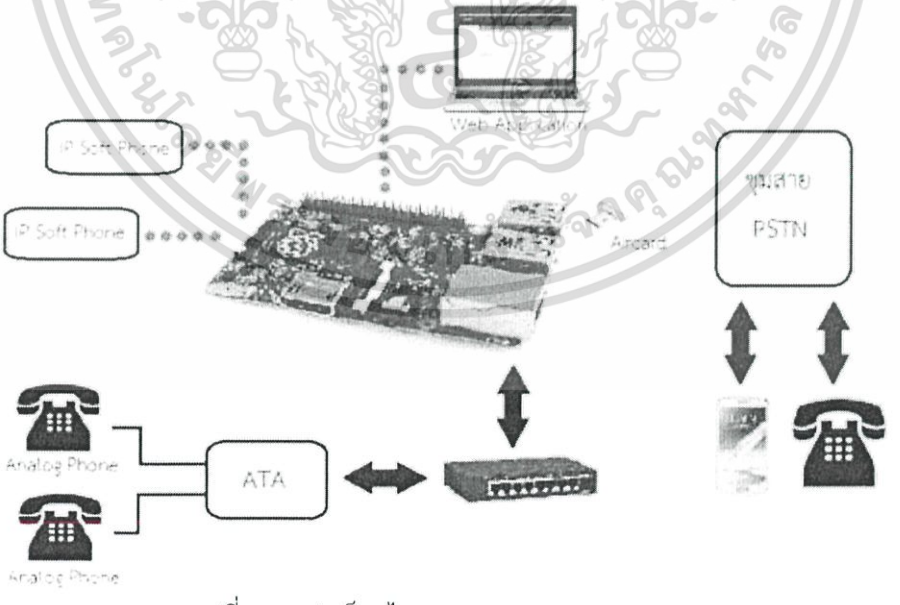
และองค์กรทั่วไปได้ และทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสารได้ทั้งภายในองค์กรและระหว่างองค์กรได้ เพราะเป็นการใช้งานบนเครือข่ายขององค์กรที่มีการติดตั้งไปก่อนแล้ว นอกจากนั้นยังสามารถทำให้การบริการและจัดการเครือข่ายขององค์กรเกิดประสิทธิภาพสูงสุดอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1) ศึกษาระบบการสื่อสารโทรศัพท์แบบ VoIP (Voice over Internet Protocol)
2) ศึกษาการทำงาน Raspberry Pi
3) ศึกษาซอฟต์แวร์ Asterisk สำหรับจัดการการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์โทรศัพท์ผ่าน Network

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาและเพิ่มความสามารถของระบบโทรศัพท์ผ่านเครือข่าย Internet ที่เรียกว่า VoIP (Voice over Internet Protocol) โดยใช้Asterisk ให้สามารถส่งและรับเสียงได้ โดยให้ Raspberry Pi ทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผล และทำการประยุกต์ให้เป็นลักษณะซอฟต์แวร์พร้อมใช้ เพื่อให้ผู้ใช้ทั่วไปสามารถติดตั้งและเปิดใช้งานระบบสื่อสารด้วยเสียงได้เอง



รูปที่ 1.1 รูปบล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

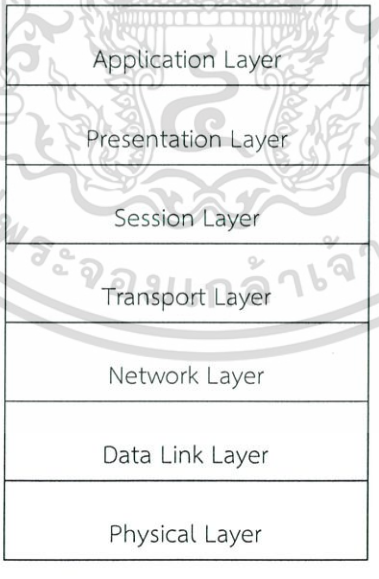
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

โครงสร้างของระบบที่ทำจะแบ่งเป็นส่วนของเครือข่ายโทรศัพท์ภายนอก ในที่นี้จะเป็นการติดต่อสื่อสารผ่าน Aircard บนบอร์ด Raspberry Pi เพื่อติดต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์สาธารณะ (PSTN) และเครือข่ายโทรศัพท์ภายในเป็นการใช้อุปกรณ์ IP Soft Phone และ Analog Phone ที่มีการใช้ ATA ในการแปลงสัญญาณให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ดังที่แสดงในรูปที่ 1.1 ระบบมีการใช้ Asterisk Software ที่เป็นระบบโทรศัพท์แบบ IP PBX สมบูรณ์แบบอาทิเช่น ระบบตอบรับอัตโนมัติ(IVR), ระบบประชุมเสียง (Conference) และระบบฝากข้อความเสียง (Voicemail) เป็นต้น โดยมีหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1OSI Model

Open Systems Interconnection Reference Model (OSI Model หรือ OSI Reference) เป็นมาตรฐานการอธิบายการติดต่อสื่อสารและเป็นโปรโตคอลของระบบคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยองค์กรที่ชื่อว่า International Organization for Standardization (ISO) ซึ่ง Model นี้ได้ถูกแบ่งย่อยออกเป็น 7 ชั้นดังรูปที่ 2.1



รูปที่2.1 OSI Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 Application Layer (ชั้นโปรแกรมประยุกต์) เป็นตัวกลางหรือส่วนติดต่อระหว่างโปรแกรมประยุกต์กับโปรแกรมใน 6 ชั้นที่เหลือ เป็น Layer ที่กำหนด Interface ระหว่าง Application ที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์กับโปรแกรมสำหรับใช้งานสื่อสาร VoIP ที่ทำงานอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์

2.1.2 Presentation Layer (ชั้นการนำเสนอข้อมูล) หน้าที่ของ Layer นี้คือจะทำหน้าที่แปลงรหัสต่างๆเพื่อส่งไปยังชั้น Application Layer และชั้นนี้จะทำหน้าที่แปลงรหัสข้อมูลเหล่านี้ให้ตรงกัน นอกจากนี้ยังสามารถทำการลดขนาดของข้อมูลเพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการรับส่งข้อมูลได้อีกด้วย

2.1.3 Session Layer (ชั้นควบคุมหน้าต่างสื่อสาร) เป็น Layer ที่ควบคุมการสื่อสารจากต้นทางไปยังปลายทาง จนยุติการสื่อสารและคอยควบคุมช่องทางการสื่อสารในกรณีที่ต้องรับส่งข้อมูลหลายๆ Processพร้อมๆกันบนเครื่องเดียวกันและยังให้ Interface สำหรับ Application layer ในการควบคุมการทำงานของโปรโตคอลในระดับ Transport Layer และ Network Layer

2.1.4 Transport Layer (ชั้นจัดการนำส่งข้อมูล) เป็น Layer ที่มีหน้าที่หลักในการรับข้อมูลจากชั้นSession Layer ซึ่งอาจต้องแบ่งข้อมูลออกเป็น Packet หลายๆ Packet ในกรณีข้อมูลมีปริมาณมากๆ แล้วจึงส่งข้อมูลทั้งชุดไปและให้บริการในการแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระหว่างกลางทางของการส่ง

2.1.5 Network Layer (ชั้นควบคุมเครือข่าย) มีหน้าที่รับผิดชอบในการควบคุมการติดต่อรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย โดยกำหนดหาเส้นทางเดินของข้อมูลจาก Node ผู้ส่งไปตาม Node ต่างๆจนถึง Node ผู้รับข้อมูลในที่สุด การกำหนดเส้นทางเดินข้อมูลจะมีทั้งแบบถาวรหรืออาจเปลี่ยนไปใช้เส้นทางอื่นได้ โดยส่วนมากจะกำหนดเส้นทางเดินข้อมูลให้สอดคล้องกับการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน

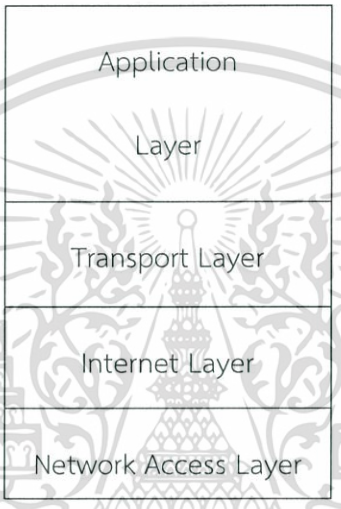
2.1.6 Data Link Layer (ชั้นเชื่อมต่อข้อมูล) มีหน้าที่รับผิดชอบในการรวบรวมข้อมูลบนเครือข่าย และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล แล้วทำการห่อหุ้มข้อมูลไว้ภายในเฟรม จากนั้นจึงส่งข้อมูลที่ปราศจากข้อผิดพลาดนี้ให้กับชั้นต่อไป

2.1.7 Physical Layer (ชั้นกายภาพ) เป็นชั้นระดับล่างสุดที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ ทำหน้าที่ในการกำหนดวิธีควบคุมการรับและการส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ในระดับบิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 TCP/IP Model

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) เป็นมาตรฐานที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ภายในระบบเครือข่าย Internet สามารถเชื่อมต่อเข้าหากัน และติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ เป็นมาตรฐานที่ว่าด้วยการกำหนดวิธีการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์โดยใช้แนวคิดของการแบ่งลำดับชั้นโปรโตคอล



รูปที่ 2.2 TCP/IP Model

2.2.1 Application Layer ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับผู้ใช้ และผู้ให้บริการต่างๆ

2.2.2 Transport Layer ควบคุมการรับส่งข้อมูลจากปลายด้านส่งถึงปลายทางด้านรับข้อมูล รวมทั้งประกอบข้อมูลส่วนย่อยๆนี้เข้าด้วยกัน เมื่อถึงปลายทาง

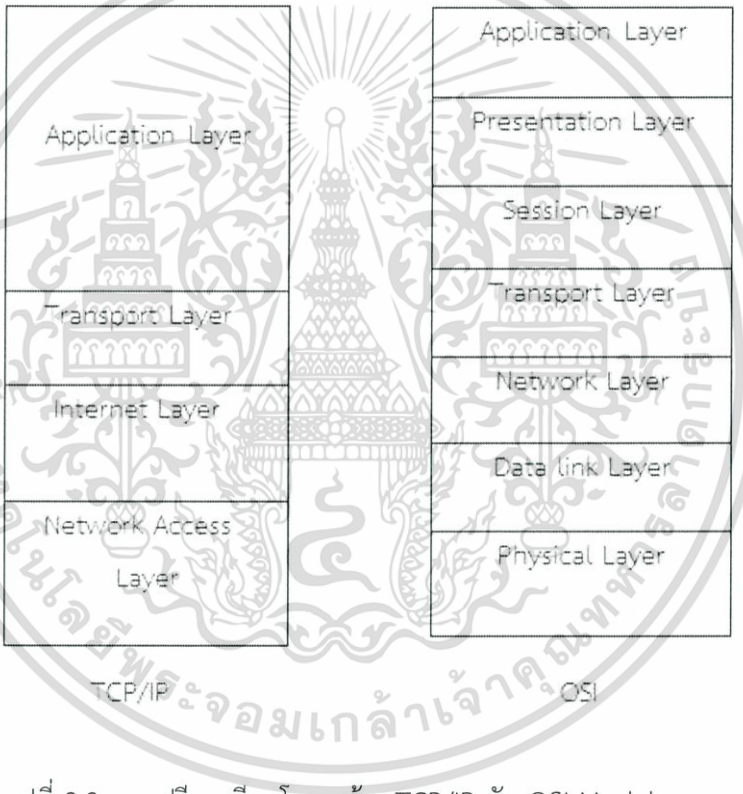
2.2.3 Internet Layer เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับระบบเครือข่ายต่างๆจนไปถึงผู้รับข้อมูล ในชั้นนี้จะมีการจัดการกับกลุ่มข้อมูลในลักษณะที่เรียกว่า Datagram

2.2.4 Network Access Layer ควบคุมฮาร์ดแวร์กับการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โปรโตคอล TCP/IP

โปรโตคอล TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) เป็นโปรโตคอลพื้นฐานของเครือข่าย Internet ซึ่งเป็นเครือข่ายที่ใหญ่ที่สุดในโลก โปรโตคอล TCP/IP เริ่มต้นพัฒนาโดยการสนับสนุนของกระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกา โดยจุดมุ่งหมายตอนแรกเพื่อใช้สื่อสาร ช่วง สงคราม หลังจากนั้นเกิดการใช้งานกันอย่างแพร่หลายมาถึงปัจจุบัน โดยมีการเปรียบเทียบโครงสร้างกับ OSI Model แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การเปรียบเทียบโครงสร้าง TCP/IP กับ OSI Model

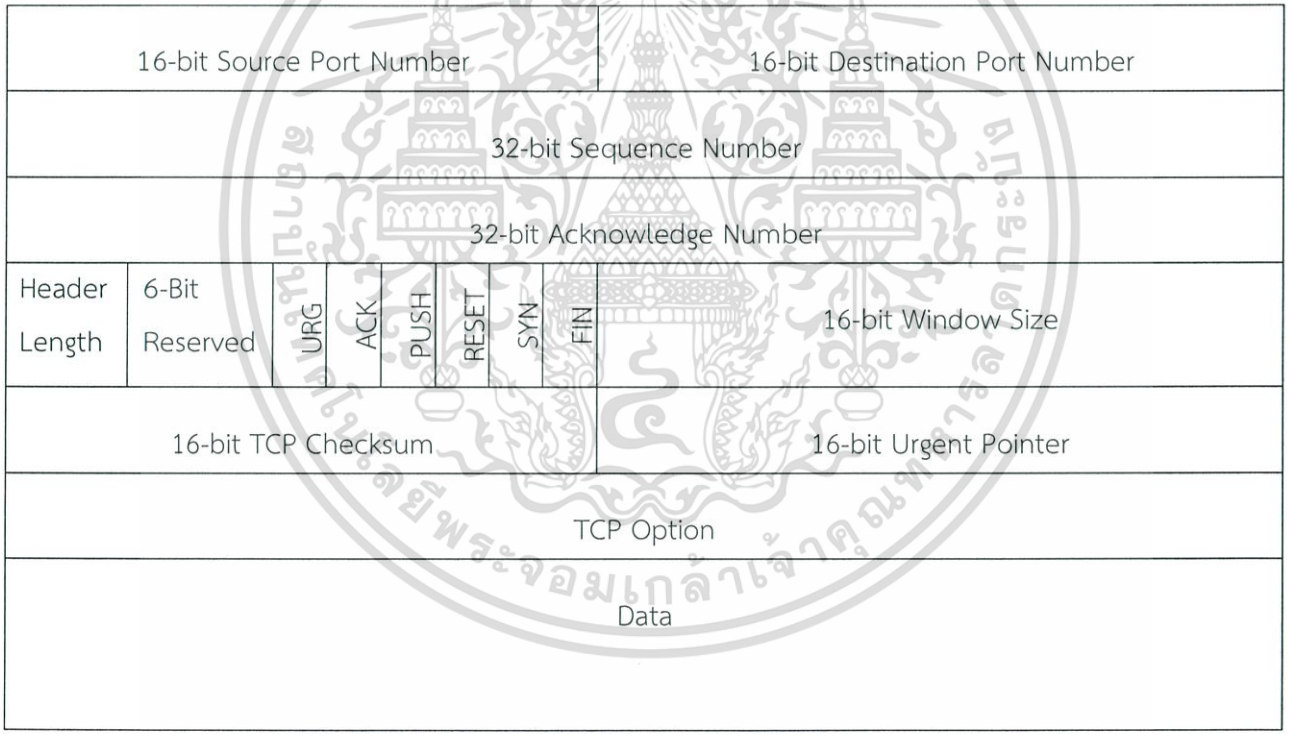
2.3.1 TCP (Transmission Control Protocol)

โปรโตคอล TCP เป็นหนึ่งในโปรโตคอลหลักในเครือข่าย Internet หน้าที่หลักของ TCP คือ ควบคุมการรับส่งข้อมูลระหว่าง Host ถึง Host ในเครือข่ายเพื่อใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันโดยต รง โปรโตคอลจะรับประกันความถูกต้องและลำดับของข้อมูลที่ส่งผ่านระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครือข่าย นอกจากนั้น TCP ยังช่วยจำแนกข้อมูลให้ส่งผ่านไปยัง Application ที่ทำงานอยู่บน Host เดียวกันให้ถูกต้องด้วย และเป็นโปรโตคอลที่ คั่นกลางระหว่าง Application และเครือข่าย IP ทำให้ Application จาก Host หนึ่งสามารถส่งข้อมูลออกยังอีก Host หนึ่งผ่านเครือข่ายเปรียบเสมือนมีท่อส่งข้อมูลระหว่างกัน

TCP เป็นโปรโตคอลที่ได้รับความนิยมที่สุดในโลกของ Internet มี Application จำนวนมากที่ใช้โปรโตคอล TCP เป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อเช่น World Wide Web โดยโปรโตคอล TCP ใน Transport Layer นั้นมีหน้าที่จัดแบ่งข้อมูลจากระดับ Application Layer ให้มีขนาดพอเหมาะที่จะส่งไปบนเครือข่าย หน่วยของข้อมูลระดับนี้เรียกว่า TCP header โดยมีโครงสร้างแสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของ TCP Header

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลในส่วนของ Header จะประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

Source Port Number: ส่วนนี้จะเป็น Port Number ที่ Host ต้นทางใช้ในการสื่อสารกันของ Session โดยทั่วไป Port นี้จะเรียกว่า Client port คือ Port ที่ Client เปิดขึ้นมาเพื่อรอการตอบรับจาก Server ซึ่งจะมีหมายเลขไม่แน่นอนและเปลี่ยนไปทุกครั้งที่มีการเริ่มการเชื่อมต่อใหม่เป็น Port ที่ถูกเปิดไว้ในระยะเวลาสั้นๆ ค่าที่ได้ของ Port นี้ขึ้นอยู่กับการจัดสรรของระบบปฏิบัติการ

Destination Port Number: เป็น Port Number ของเครื่องรับ จะเรียกอีกอย่างว่า Server Port Number ที่เปิดไว้จะขึ้นอยู่กับ Application มีให้บริการโดยทั่วไป Application แต่ละประเภทจะมี Port Number เป็นมาตรฐานสำหรับใช้ Client ได้เรียกใช้บริการ

Sequence Number: เป็นฟิลด์ที่ระบุถึงหมายเลขลำดับที่ใช้อ้างอิงในการสื่อสารข้อมูลแต่ละครั้ง เพื่อให้ทั้ง 2 ฝ่ายได้ทราบตรงกันว่าเป็นข้อมูลของชุดใด การนำไปใช้งานจะได้ไม่ปะปนกันและมีลำดับที่ถูกต้อง เพราะในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายที่ซับซ้อนนั้น Packet แต่ละชุดอาจถูกส่งไปบนเส้นทางที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่า Packet จะเดินทางมาถึงปลายทางไม่เป็นไปตามลำดับที่ส่ง

Acknowledge Number: เป็นหมายเลขของลำดับ Packet ถัดไปที่ฝั่งด้านรับคาดหวัง ซึ่งเป็นการบอกเป็นนัยว่า Packet ที่มีหมายเลขลำดับก่อนหน้านี้ได้รับหมดแล้ว

Header Length: เป็นส่วนหนึ่งที่บอกขนาดข้อมูลส่วนหัว รวมไปถึงส่วนที่เป็น Option ซึ่งมีหน่วยเป็น 32 Bit Word

Reserved: เป็นส่วนที่สงวนไว้ใช้ในอนาคตเมื่อมีการปรับปรุงโปรโตคอล

Flag: เป็นข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมข้อมูลการรับส่ง Packet โดยเมื่อจะใช้งานจะ Set ค่าให้เป็น 1 และเมื่อไม่ได้ใช้งานจะ Set ค่าให้เป็น 0 ซึ่งแต่ละ Flag จะมีรายละเอียดดังนี้

1) URG ใช้บอกความหมายว่าเป็นข้อมูลด่วน และมีข้อมูลพิเศษมาด้วย
2) ACK แสดงว่าข้อมูลในฟิลด์ Acknowledge Number นำมาใช้งานได้
3) PSH เพื่อแจ้งให้ผู้รับข้อมูลทราบว่า ควรจะส่งข้อมูล Header นี้ไปยัง Process ที่กำลังรออยู่ในทันที
4) RST ใช้ในกรณีที่เกิดการสับสนขึ้นด้วยเหตุผลต่างๆ เช่น Host มีปัญหา
5) SYN ใช้ในการเริ่มต้นขอติดต่อกับปลายทาง
6) FIN ใช้ส่งเพื่อแจ้งปลายทางทราบว่ายุติการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Window size: เป็นขนาดในการรับส่งข้อมูลในแต่ละครั้งที่ทางฝ่ายผู้รับจะสามารถรับได้ เนื่องจากในการรับข้อมูลนั้นทางผู้รับจะต้องจัดเตรียมหน่วยความจำในการพักข้อมูลที่มาจาก TCP และทำการ Demultiplex ออกมา หากไม่มีการตกลงถึงขนาดที่ฝ่ายรับสาม ารถรับได้ จะทำให้การสื่อสารข้อมูลไม่สมดุลและส่งผลให้ต้องส่งข้อมูลซ้ำหลายครั้ง

Checksum: เป็นส่วนใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในส่วนของ Header โดยฝ่ายส่งจะคำนวณค่า Checksum ของข้อมูลในส่วน Header และเมื่อฝ่ายรับได้รับข้อมูลจะทำการคำนวณ แบบเดียวกันกับฝ่ายส่ง ถ้าได้ค่าที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น ถ้าต่างกันฝ่ายรับจะตัด Header นั้นทิ้งไป

Urgent pointer: คือข้อมูลเพิ่มเติมที่จะอยู่ใน Header เมื่อมีการตั้งค่า Option บางอย่างที่ต้องการข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งไม่มีใน Header เช่น MSS, Strict Route

2.3.2 โปรโตคอล UDP (User Datagram Protocol)

เป็นโปรโตคอลที่อยู่ใน Transport Layer เมื่อเทียบกับ OSI Model โดยการส่งข้อมูล UDP นั้นจะเป็นการส่งครั้งละ 1 ชุดข้อมูลเรียกว่า UDP Datagram ซึ่งจะไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง Datagram และกลไกการตรวจสอบ Checksum ของ UDP นั้นเป็นการป้องกันข้อมูลที่อาจจะถูกแก้ไขหรือมีความผิดพลาดระหว่างการส่งและหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ปลายทางจะรู้ว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นแต่มันจะเป็นการตรวจสอบเพียงฝ่ายเดียวเท่านั้น โดยข้อกำหนดของ UDP หากพบว่า Checksum error ให้ผู้รับปลายทางทำการทิ้งข้อมูลนั้น แต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่งแต่อย่างใด การรับส่งข้อมูลแต่ละครั้งหากเกิดข้อผิดพลาดในระดับ IP เช่น ส่งไม่ถึง,หมดเวลา ผู้ส่งจะได้รับ Error message จากระดับ IP เป็น ICMP Error message แต่เมื่อข้อมูลส่งถึงปลายทางถูกต้อง แต่เกิดข้อผิดพลาดใน ส่วนของ UDP เอง จะไม่มีการยืนยันหรือแจ้งให้ผู้ส่งทราบแต่อย่างใด ซึ่งโปรโตคอล UDP จะไม่มีความน่าเชื่อถือแต่จะมีข้อได้เปรียบในด้านความเร็วในการส่งข้อมูล โดยมีโครงสร้าง Header ดังรูปที่ 2.5

16-bit Source Port Number	16-bit Destination Port Number
Length	Checksum
DATA	

รูปที่ 2.5 โครงสร้างของ UDP Header

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลในส่วนของ Header จะประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

Source Port Number: เป็น Port Number ของฝั่งส่งที่ส่งข้อมูล

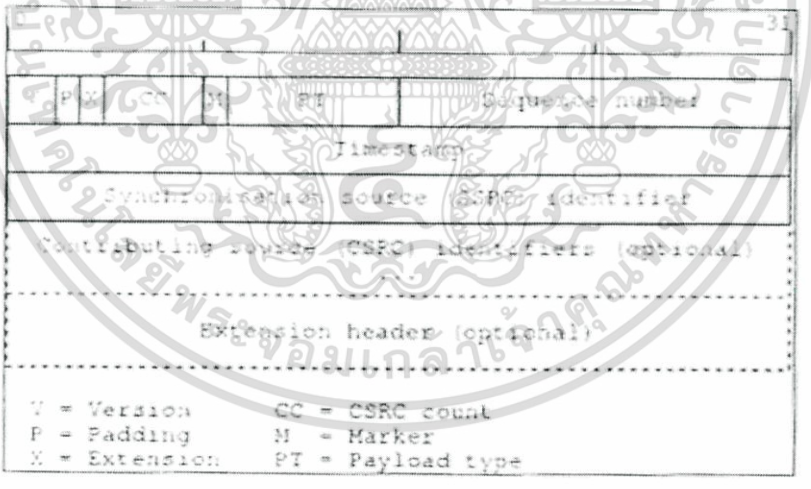
Destination Port Number: เป็น Port Number ของฝั่งรับที่จะเป็นผู้รับข้อมูล

Length: เป็นความยาวของข้อมูลทั้งส่วน Header และ Data

Checksum: เป็นตัวตรวจสอบความถูกต้อง และจะนำข้อมูลบางส่วนใน Header มาคำนวณ

2.3.3 โปรโตคอล RTP (Real Time Protocol)

เป็นโปรโตคอลที่ใช้รูปแบบการทำงานของ UDP ซึ่งจะเป็นการส่งข้อมูลในทิศทางเดียว แบบ Server ไปยัง Client โดยจะไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ดังนั้นจึงสามารถส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และได้ถูกนำมาใช้ในการส่งข้อมูล Multimedia ซึ่ง RTP ถูกใช้โดย SIP และ H.323 เพื่อทำงานด้านของการสื่อสา รแบบ Real time เช่น ออดิโอและวิดีโอ เป็นต้น Packet ของ RTP ประกอบด้วย RTP Header ตามด้วยข้อมูลที่จะส่งสำหรับ Header ของ RTP นั้นมีโครงสร้างดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของ RTP Header

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโครงสร้างของ RTP จะมีรายละเอียดของฟิลด์ต่างๆดังนี้

Version: เป็นรุ่นของโปรโตคอลของ RTP

Padding: เป็นฟิลด์ที่บอก Packet นั้นได้ถูกเติมด้วยข้อมูลที่เพิ่มให้พอดีของขนาด Packet หรือไม่

Extension: เป็นฟิลด์ที่ระบุว่าส่วน Header ของ RTP มีการขยายหรือไม่

CSRC Count: เป็นฟิลด์ที่ระบุจำนวน Contributing sources ใน Packet

Marker: ใช้สำหรับบาง Application ที่ต้องการกำหนดตำแหน่งบน Data stream

Payload Type: ใช้บอกชนิดในข้อมูล Payload

Sequence Number: ใช้บอกลำดับของ Packet เพื่อให้สามารถตรวจสอบการสูญหายของ Packet และเรียงลำดับของ Packet ใหม่ได้

Time Stamp: เป็นค่าที่บอกเวลาที่ใช้ในการชักค่าตัวอย่างของข้อมูลใน Payload ซึ่งนำไปใช้ในกระบวนการคำนวณเพื่อกำจัด Jitter และค่า Round Trip Time Delay

SSRC Identifier: เป็นเลขประจำ Session ซึ่ง Packet ที่ส่งมาจากผู้ส่งเดียวกันจะมีค่า SSRC เหมือนกัน

CSRC Identifier: ฟิลด์นี้จะถูกใช้เมื่อมีการผสม Media ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เมื่อมีการประชุมกันหลายจุด

2.3.4 โปรโตคอล RTCP (Real time Transport Control Protocol)

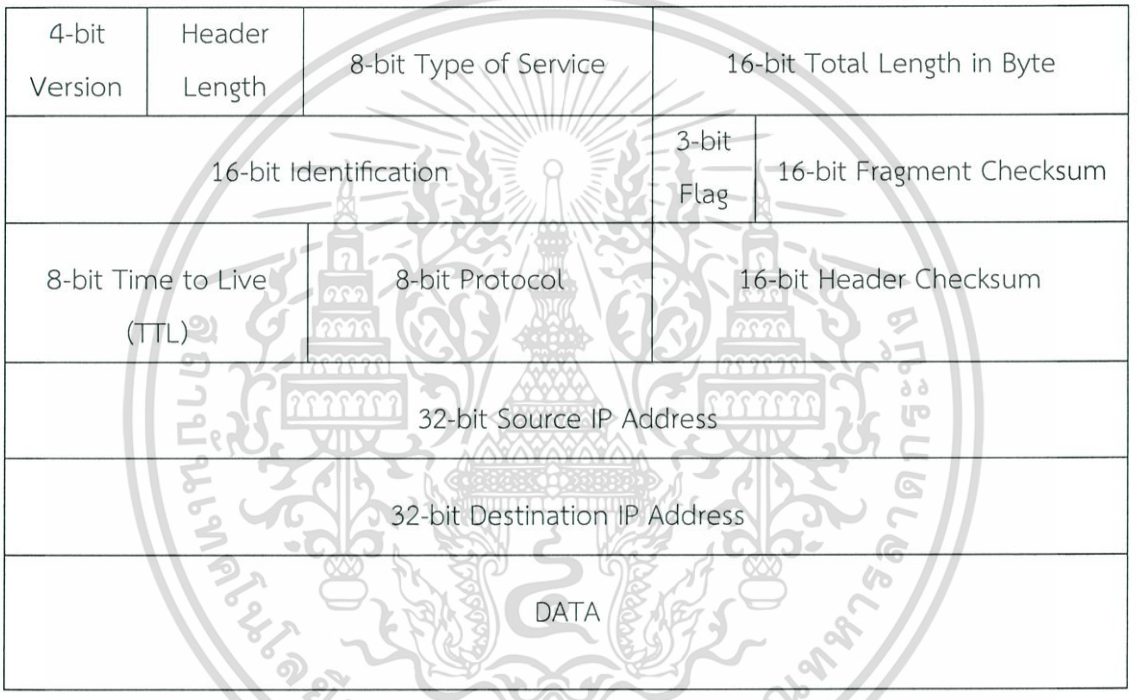
เป็นโปรโตคอลที่ทำงานร่วมกัน กับ RTP โปรโตคอลตัวนี้ใช้ในการควบคุม Session ของการส่งข้อมูลและการรายงานเกี่ยวกับคุณภาพการบริ การเช่นจำนวน Packet ที่ได้รับ Packet ที่สูญหาย Jitter เป็นต้น Packet RTCP แบ่งออกเป็น 5 ชนิดดังนี้

- SR (Sender Report) สำหรับบอกสถิติเกี่ยวกับการส่งข้อมูลของผู้ส่ง
- RR (Receive Report) สำหรับบอกสถิติเกี่ยวกับการรับข้อมูลของผู้รับ
- SDES (Source Description items) เป็นรายละเอียดต่างๆของผู้ส่ง
- BYE เป็นการแจ้งถึงการจบการทำงาน
- APP (Application Specific Function) เป็นการกำหนดการทำงานในส่วนของ Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 โปรโตคอล IP (Internet Protocol)

IP เป็นโปรโตคอลในระดับ Internet Layer ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับ Address และข้อมูล โดยจะทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการรับส่ง Packet ซึ่งจะรับข้อมูลมาจาก Layer ที่สูงกว่า ซึ่งกลไกในการหาเส้นทางของ IP ในชั้น Internet Layer จะมีความสามารถในการหาเส้นทางที่ดีที่สุดและสามารถเปลี่ยนแปลงเส้นทางได้ในระหว่างการส่งข้อมูล โปรโตคอล IP จะมีโครงสร้าง Header ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของ IP Header

ข้อมูลในส่วนของ Header จะประกอบด้วย

- Version: เป็นรุ่นของโปรโตคอลที่ใช้งานในปัจจุบัน
- Header Length: เป็นความยาวของ Header โดยทั่วไปถ้าไม่มีส่วน Option จะมีค่าเป็น 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Type of service (TOS): เป็นฟิลด์ที่ใช้เป็นข้อมูลสำหรับการกำหนดรูปแบบการบริการให้กับฝ่ายส่งเช่น อัตราการส่งผ่าน,ความล่าช้า,ความสำคัญ และความน่าเชื่อถือ
- Length: ความยาวทั้งหมดรวมทั้ง Header ซึ่งขนาด 16บิตของฟิลด์ หมายถึงความยาวสูงสุดของ Datagram คือ 65535 byte(64k) แต่ในการส่งข้อมูลจริงข้อมูลจะถูกแยกเป็นส่วนๆและนำมารวมกันอีกครั้งเมื่อส่งถึงปลายทาง
- Identification: เป็นหมายเลขของ Datagram เมื่อข้อมูลส่งถึงปลายทางจะนำข้อมูลที่มี Identification เดียวกันมารวมกัน
- Flag: จะใช้สำหรับกำหนด Datagram ว่าสามารถที่จะทำการ Fragments ได้หรือไม่
- Fragment offset: ใช้ในการกำหนด Datagram ที่มีการแยกส่วน เพื่อให้สามารถนำกลับมาเรียงต่อกันได้อย่างถูกต้อง
- Time to live (TTL): กำหนดจำนวนครั้งที่มากที่สุดที่ Datagram จะถูกส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครือข่ายเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการส่งข้อมูลโดยไม่สิ้นสุด โดยเมื่อข้อมูลถูกส่งจาก Router โดยที่ Router แต่ละตัวจะทำการลดค่า TTL ลง 1 เมื่อค่าของ TTL เป็น 0 และข้อมูลยังไม่ถึงปลายทาง ข้อมูลนั้นจะถูกยกเลิกและ Router สุดท้ายจะส่งข้อมูล ICMP แจ้งกลับมายังต้นทางว่าเกิด Time out ในระหว่างการส่งข้อมูล
- Protocol: เป็นฟิลด์ที่ใช้ระบุโปรโตคอลที่ส่งใน Datagram เช่น TCP, UDP หรือ ICMP
- Header Checksum: ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลใน Header
- Source IP address: หมายเลข IP ของผู้ส่งข้อมูล
- Destination IP address: หมายเลข IP ของผู้รับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Data: ข้อมูลจากโปรโตคอลระดับบน

2.3.6 โปรโตคอลอื่นๆในลำดับชั้น Network

นอกจากโปรโตคอล IP ซึ่งเป็นโปรโตคอลสำคัญในลำดับชั้น Network แล้วในลำดับชั้นนี้ยังสนับสนุนโปรโตคอลอีกหลายชนิดด้วยกัน เช่น โปรโตคอล ARP, RARP, ICMP, IGMP เป็นต้น

2.3.6.1 Address Resolution Protocol (ARP) ทำหน้าที่ค้นหาหมายเลข MAC Address ของเครื่องที่มีหมายเลข IP ที่ต้องการ หลักการทำงานของ ARP คือเมื่อ Host ต้องการทราบหมายเลข MAC Address ของเครื่องที่มีหมายเลข IP จะทำการ Broadcast Packet ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกัน ถ้ามีเครื่องที่มีหมายเลข IP ดังกล่าว เครื่องนั้นจะตอบกลับมาพร้อมหมายเลข MAC Address ของเครื่อง และหลังจากนั้นเครื่องต้นทางสามารถสื่อสารกับเครื่องปลายทางได้โดยตรง โดยใช้ MAC Address ที่ส่งมากับ Packet ตอบกลับ

2.3.6.2 Reverse Address Resolution Protocol (RARP) จะมีการทำงานที่คล้ายคลึงกับโปรโตคอล ARP โดยจะทำงานในลักษณะตรงกันข้าม ด้วยการแปลงหมายเลขแมคแอดเดรสให้เป็นหมายเลขไอพี ซึ่งโปรโตคอล RARP นี้ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับคอมพิวเตอร์ที่ปราศจากดิสก์หรือฮาร์ดดิสก์ (Diskless Computer) ดังนั้นเวลา Boot เครื่องจึงจำเป็นต้อง Boot จากระบบปฏิบัติการเครือข่ายของเซิร์ฟเวอร์บนเครือข่าย โดยเซิร์ฟเวอร์บนเครือข่ายจะจัดเก็บตารางความสัมพันธ์ระหว่างแมคแอดเดรสกับหมายเลขไอพี Host ที่ต้องการหมายเลขไอพีจะทำการ Broadcast RARP Query Packet ที่บรรจุ Physical Address ไปยังทุกๆ Host บนเครือข่าย จากนั้นเครื่องเซิร์ฟเวอร์บนเครือข่ายก็จะจัดการกับ RARP Packet ด้วยการตอบกลับไปด้วยหมายเลขไอพีไปยัง Host นั้นๆ

2.3.6.3 Internet Control Messages Protocol (ICMP) ทำหน้าที่รายงานข้อผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้นในระหว่างที่มีการส่ง Packet ในเครือข่ายและใช้ในการส่งแบบ Connectionless ซึ่งหมายถึงการรับส่งข้อมูลที่ฝ่ายรับและฝ่ายส่งไม่ได้ประสานกัน หรือฝ่ายรับจะไม่ทราบว่าจะมี Packet ส่งมาหาตัวเอง ดังนั้นโอกาสที่ Packet จะส่งไม่ถึงปลายทางจึงเป็นไปได้สูง

2.3.6.4 Internet Group Management Protocol (IGMP) ทำหน้าที่แจ้งให้ Router เกี่ยวกับกลุ่มของเครื่องหมาย IP ที่เป็น Multicast ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกส่งต่อๆกันออกไปยัง Router ต่างๆที่อยู่ในเครือข่าย เพื่อให้เครือข่ายสามารถรองรับการส่งข้อมูลแบบ Multicast ได้ การส่ง Packet ของ IGMP จะส่งเป็น IP Datagram ซึ่งเป็นการส่งแบบ Connectionless

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 โปรโตคอลในระดับชั้น Application

ในระดับชั้น Application มีโปรโตคอลต่างๆไว้มากมาย เพื่อสนับสนุนการทำงานของผู้ใช้งานเช่น

2.3.7.1 Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ทำงานแบบ Server Client โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ Client จะทำการเรียกร้องขอข้อมูลที่จำเป็นในการเข้าร่วมเครือข่ายจาก Server ซึ่งข้อมูลเหล่านี้รวมถึงหมายเลข IP ที่ใช้ภายในเครือข่าย ซึ่งคอมพิวเตอร์ Server เป็นฝ่ายกำหนดให้กับ Client

2.3.7.2 Domain Name System (DNS) เป็นระบบที่ใช้เก็บข้อมูลของ Domain Name (ชื่อโดเมน) ซึ่งใช้ในเครือข่ายขนาดใหญ่อย่าง Internet โดยข้อมูลที่เก็บมีหลายอย่าง แต่สิ่งสำคัญคือความสัมพันธ์ระหว่าง Domain Name นั้นๆ กับหมายเลข IP ที่ใช้งานอยู่คำว่า DNS สามารถแทนความหมายได้ทั้ง Domain Name Service (บริการชื่อโดเมน) และ Domain Name Server (เครื่องบริการชื่อโดเมน) ประโยชน์ที่สำคัญของ DNS คือช่วยแปลงหมายเลข IP ซึ่งเป็นชุดตัวเลขที่จดจำได้ยากมาเป็นชื่อที่สามารถจดจำได้ง่ายแทน

2.3.7.3 File Transfer Protocol (FTP) เป็นโปรโตคอลเครือข่ายชนิดหนึ่งใช้สำหรับแลกเปลี่ยนและจัดการไฟล์บนเครือข่าย TCP/IP เช่น Internet FTP ถูกสร้างขึ้นด้วยสถาปัตยกรรมแบบระบบรับให้บริการ (Client-Server) และใช้การเชื่อมต่อสำหรับส่วนข้อมูลและส่วนควบคุมแยกกันระหว่างเครื่อง Client กับเครื่อง Server และถูกใช้เป็นส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์อื่นๆเพื่อส่งผ่านไฟล์โดยอัตโนมัติ สำหรับการทำงานภายในโปรแกรม สามารถใช้ FTP ผ่านการพิสูจน์ตัวจริงด้วยชื่อของผู้ใช้และรหัสผ่านของผู้ใช้

2.3.7.4 Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) เป็นโปรโตคอลสำหรับส่ง e-mail ในเครือข่าย Internet SMTP เป็นโปรโตคอลแบบข้อความที่ทำงานอยู่บนโปรโตคอล TCP ใช้ในการส่ง e-mail ไปยังที่อยู่ที่กำหนด

2.3.7.5 Post Office Protocol (POP) เป็นโปรโตคอลแบบ Client Server ระหว่างผู้ใช้งานบน Workstation และ Mail Server

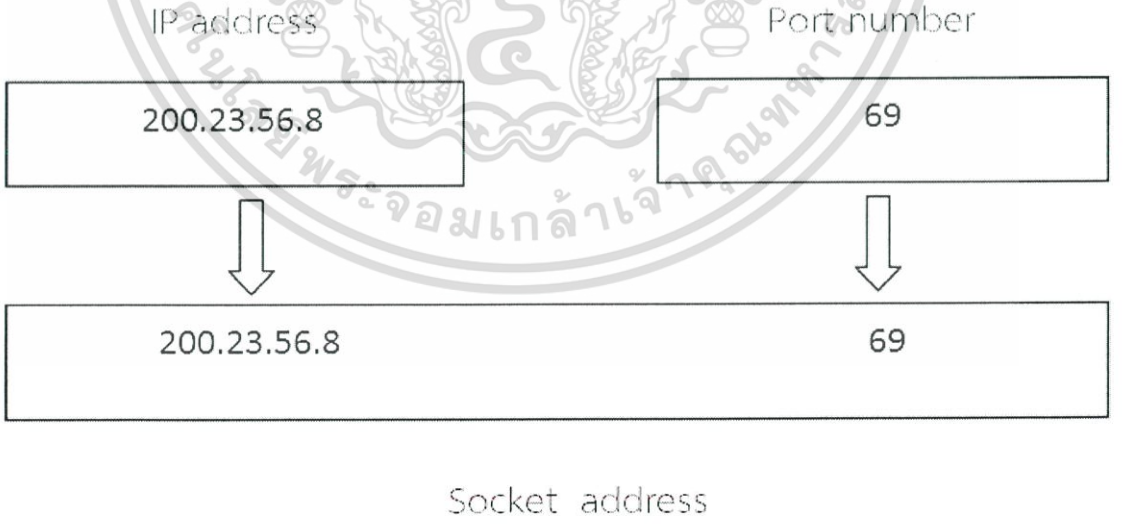
2.3.7.6 Hyper Text Transfer Protocol (HTTP) เป็นโปรโตคอลหลักที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่าง Server และ Client ของ World Wide Web (WWW) โดยถูกออกแบบมาให้มีความกะทัดรัด สามารถทำงานได้รวดเร็ว มีกระบวนการทำงานที่ไม่ซับซ้อน และมีคำสั่งที่ใช้งานไม่มากแต่สามารถรองรับข้อมูลได้ทุกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.8 หมายเลขพอร์ต (Port Number)

เป็นค่าตัวเลขที่บ่งบอกให้ทราบถึงชื่อของ Application หรือชื่อของ Service ที่ทำงานอยู่ในระดับ Application Layer โดย Port Number จะเก็บอยู่ในฟิลด์ TCP/UDP Source Port และ TCP/UDP Destination port ซึ่งอยู่ในส่วนของ TCP และ UDP Header โดยที่ในระหว่างติดต่อกันจะใช้ IP Address และเมื่อมีการรวม IP Address กับหมายเลขช่องสื่อสารหรือ Port แล้วจะเรียกว่า Socket ซึ่ง Port แต่ละหมายเลขจะถูกกำหนดด้วยหมายเลข Address ที่เป็นเลขจำนวนเต็มที่มีขนาด 16 บิต จำนวนบิตดังกล่าวถือว่าเพียงพอต่อการนำไปใช้งาน เนื่องจากขนาด 16 บิต สามารถสนับสนุน Port ได้มากถึง 65,536 Port (0-65,535) โดย Port Number ตั้งแต่ 0-1023 นี้จะถูกสงวนเพื่อการบริการมาตรฐานของ Host ที่เป็น Server ที่เรียกว่า Well-Know ports ในขณะที่เครื่อง Client ที่ต้องการขอติดต่อกับ Server นั้น จะใช้ Port Number ที่มีค่าตั้งแต่ 1024 เป็นต้นไป โดย TCP จะเป็นตัวกำหนด Port Number ที่ยังว่างอยู่ให้และจะต้องไม่ซ้ำกันกับ Port Number ที่มีการใช้งานอยู่ของเครื่อง Client นั้นๆ

สำหรับการ Multiplex ในลำดับชั้นนี้จะใช้แนวคิดที่เรียกว่า Socket ซึ่งเป็นตัวที่ใช้เพื่อแยกแยะการ Process ของฝ่ายต้นทางกับฝ่ายปลายทางที่ติดต่อกันและทำให้สามารถเปิด Session หลาย Session พร้อมกันได้ โดย Socket จะประกอบด้วย 2 สิ่งคือ หมายเลข IP และ Port Number ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ตัวอย่าง Socket Address

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.9 Web Server

เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งให้บริการที่เก็บเว็บไซต์ (Server) แล้วให้ผู้ใช้ (Client) เรียกชมหน้าเว็บไซต์ได้โดยใช้โปรโตคอล HTTP ผ่านทาง Web Browser ในส่วนของโปรแกรมที่นำมาทำ Web Server มีหลายโปรแกรม ในที่นี้ได้เลือกใช้ Apache

Apache เป็นโปรแกรมจำลอง Web Server มีหน้าที่ในการจัดเก็บหน้าหลักและส่งหน้าหลักไปยัง Browser ที่มีการเรียกเข้ายัง Web Server ที่เก็บหน้าหลักนั้นอยู่ ซึ่งปัจจุบัน จัดเป็น Web Server มีความน่าเชื่อถือมาก Apache เป็น Software ที่อยู่ในลักษณะ Open source ซึ่งเปิดให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้าร่วมพัฒนาส่วนต่างๆ ของ Apache ได้ ทำให้เกิดประโยชน์มากมาย

2.3.10 PHP

เป็นภาษาสำหรับใช้เขียนโปรแกรมบน Web site สามารถเขียนได้หลายโปรแกรม เช่นเดียวกับภาษาทั่วไป มีข้อแตกต่างจาก HTML คือ HTML นั้นเป็นภาษาที่ใช้ในการจัดรูปแบบของ Web site จัดตำแหน่งรูป จัดรูปแบบตัวอักษร หรือใส่สีสันให้แก่ Web site แต่ PHP นั้นเป็นส่วนที่ใช้ในการคำนวณ ประมวลผล เก็บค่า และทำตามคำสั่งต่างๆ อย่างเช่น รับค่าจากแบบ Form ที่ทำรับค่าจากช่องคำตอบของ Web board และเก็บไว้เพื่อนำมาแสดงต่อไป

2.3.11 MySQL

โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL (Structured Query Language) เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับความต้องการของผู้ใช้ เช่น ทำงานร่วมกับ Web Server เพื่อให้บริการแก่ภาษา Script เช่น ภาษา PHP, ภาษา ASP หรือ ภาษา JSP เป็นต้น หรือทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ เช่น ภาษา Visual Basic, ภาษา Java หรือ ภาษา C เป็นต้น MySQL เป็นฐานข้อมูลแบบ Open source database สำหรับจัดการ Database System ผ่าน SQL โปรแกรมนี้ถูกพัฒนาโดย บริษัท MySQL AB ในประเทศสวีเดนมีทั้งแบบใช้ฟรีและเชิงธุรกิจ

2.3.12 phpMyAdmin

เป็นส่วนต่อประสานที่สร้างโดยภาษา PHP ซึ่งใช้จัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่าน Web browser โดยสามารถที่จะทำการสร้างฐานข้อมูลใหม่ หรือทำการสร้าง Table ใหม่ๆ และยังมี Function ที่ใช้สำหรับการทดสอบการ Query ข้อมูลด้วยภาษา SQL พร้อมกันนั้น ยังสามารถทำการ Insert, Delete, Update หรือแม้กระทั่งใช้คำสั่งต่างๆ เหมือนกันกับใช้ภาษา SQL ในการสร้างตารางข้อมูล ในส่วนของการแสดงผลหน้าแรก เมื่อเข้าสู่หน้าแสดงผล phpMyAdmin จะแสดงรุ่นของ phpMyAdmin ที่ใช้งานอยู่ พร้อมทั้งสามารถที่จะจัดการกับรหัสอักขระที่ใช้ในการเก็บข้อมูลฝั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

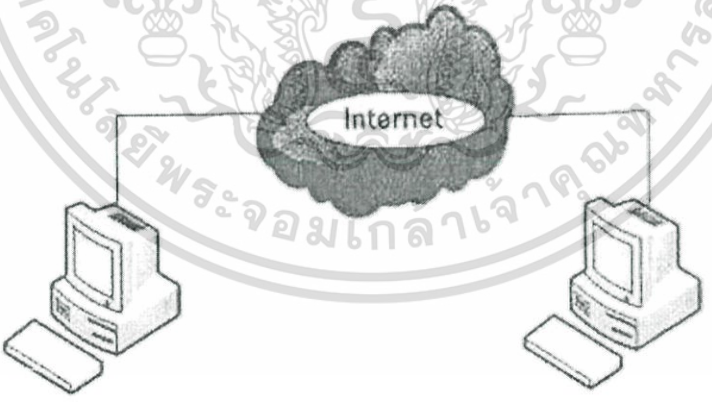
เมนูด้านซ้ายจะแสดงข้อมูลของฐานข้อมูลปัจจุบัน และเมื่อทำการเลือกแล้วจะแสดงโครงสร้างของตารางข้อมูล

2.4 เทคโนโลยี Voice over IP

ระบบการสื่อสารด้วยเสียงผ่านเครือข่าย IP (Internet Protocol) ที่เรียกว่าเทคโนโลยี Voice over-IP หรือ VoIP เป็นการส่งเสียง (Voice) ผ่านโครงข่ายที่ใช้ IP เพื่อให้ได้รับประโยชน์และมีความสะดวกมากที่สุด VoIP ได้ถูกเริ่มต้นใช้งานกันอย่างกว้างขวาง เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถสนทนาระหว่างกันได้ รวมถึงการสนทนากับโทรศัพท์พื้นฐานอีกด้วยโดยไม่เสียค่าบริการแต่อย่างใด และคุณภาพ การบริการถูกพัฒนาขึ้นมาเรื่อยๆจนเทียบ เท่าระบบโทรศัพท์พื้นฐานซึ่งการที่จะทำให้ส่งสัญญาณเสียงผ่านเครือข่าย Internet ได้นั้นจำเป็นต้องแปลงสัญญาณเสียงให้เป็น Packet ก่อนจากนั้นจึงส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย IP

2.4.1 รูปแบบการใช้งานของ VoIP

2.4.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ (PC to PC) วิธีการนี้จำเป็นต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทั้งฝั่งต้นทางและฝั่งปลายทางพร้อมทั้งติดตั้งโปรแกรมสำหรับซึ่งใช้งานสื่อสารเดียวกันหรือติดตั้งโปรแกรมสำหรับใช้งานสื่อสารที่สามารถใช้งานร่วมกันได้ ซึ่งรูปแบบนี้เป็นวิธีการสื่อสารที่ไม่ต้องเสียค่าบริการโทรศัพท์แต่อย่างใดดังรูปที่ 2.9

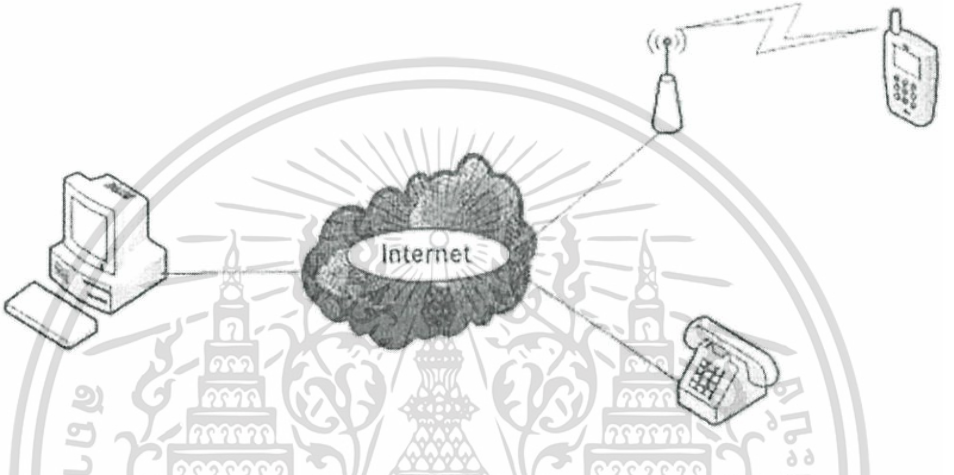


รูปที่ 2.9 การสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์

2.4.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังโทรศัพท์พื้นฐาน (PC to Phone) เป็นรูปแบบที่กรณีผู้ใช้ต้นทางมีเครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำหรับใช้งานสื่อสารและผู้รับปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

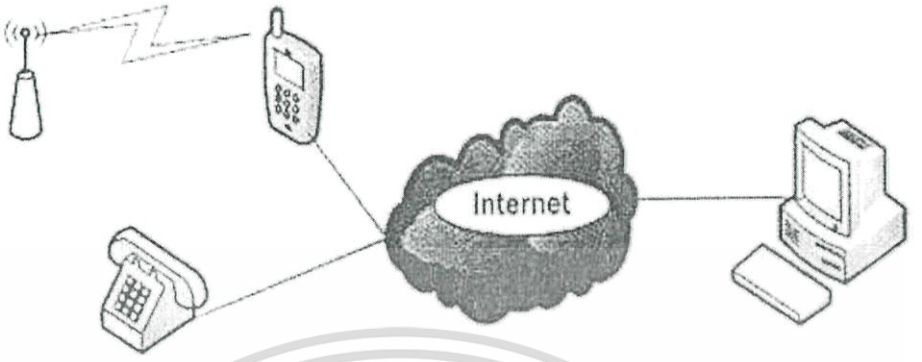
ใช้เครื่องโทรศัพท์พื้นฐาน ทำให้สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ติดต่อกับโทรศัพท์พื้นฐานได้ แต่วิธีนี้ต้องอาศัยผู้ให้บริการในการเชื่อมต่อระบบ Internet เข้ากับระบบเครือข่ายโทรศัพท์พื้นฐานท้องถิ่น (Internet Telephone Service Provider หรือ ITSP) โดยผู้ใช้บริการต้องเสียค่าบริการตามเวลาที่ใช้งานจริงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์พื้นฐาน

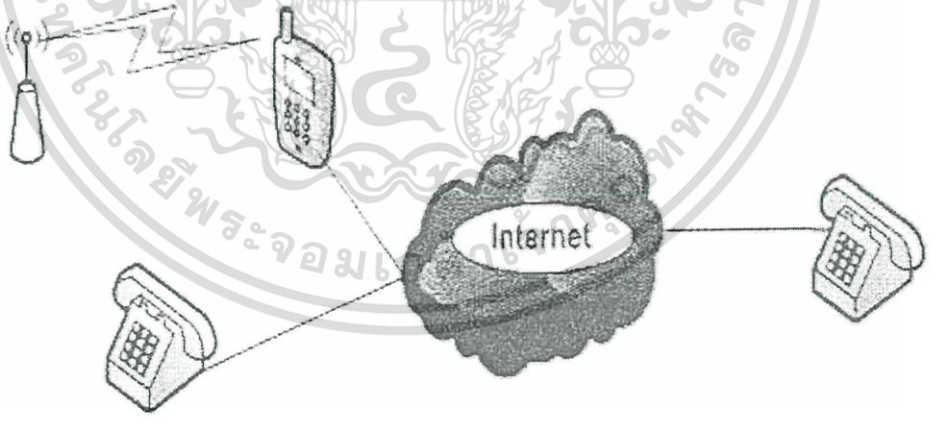
2.4.1.3 โทรศัพท์พื้นฐานไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ (Phone-to-PC) วิธีการนี้จะใช้หลักการเช่นเดียวกับวิธีเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังโทรศัพท์พื้นฐาน แต่ต้นทางจะเป็นเครื่องโทรศัพท์พื้นฐาน ขณะที่ปลายทางนั้นเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำหรับใช้งานสื่อสาร ซึ่งผู้ใช้งานต้องเสียค่าบริการตามที่ใช้งานจริงเช่นเดียวกัน ทำให้สามารถโทรศัพท์เครื่องโทรศัพท์พื้นฐานเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ดังรูป 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 การสื่อสารระหว่างโทรศัพท์พื้นฐานกับเครื่องคอมพิวเตอร์

2.4.1.4 โทรศัพท์พื้นฐานไปยังโทรศัพท์พื้นฐาน (Phone to Phone) เป็นการใช้โทรศัพท์พื้นฐานติดต่อกับโทรศัพท์พื้นฐาน แต่ในกรณีจริงๆแล้วประกอบด้วยขั้นตอนการส่งเสียงบนเครือข่าย Packet ประเภทต่างๆ ซึ่งทั้งหมดติดต่อกันระหว่างระบบโทรศัพท์พื้นฐาน (PSTN) การติดต่อกับระบบโทรศัพท์พื้นฐาน หรือการใช้โทรศัพท์ร่วมกับเครือข่ายข้อมูลจำเป็นต้องใช้ Gateway ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 การสื่อสารระหว่างโทรศัพท์พื้นฐานกับโทรศัพท์พื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 องค์ประกอบของ VoIP

2.4.2.1 Software Client หรือ IP Telephony เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการติดตั้งโปรแกรมสำหรับใช้งานสื่อสาร หรืออุปกรณ์ที่ได้รับการออกแบบขึ้นมาสำหรับการใช้งานโทรศัพท์ผ่านระบบ Internet โดยเฉพาะ

2.4.2.2 VoIP Gateway เป็นเครื่อง Server ที่ใช้งานสำหรับให้บริการโทรศัพท์ผ่านระบบ Internet เพื่อเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ตู้ชุมสายโทรศัพท์สาธารณะ PSTN (Public Switched Telephone Network) กับระบบเครือข่าย Internet เครือข่าย IP ซึ่งเป็นอุปกรณ์ในรูปแบบ Router ที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับ Router ที่ใช้งานกันอยู่ แต่มีคุณสมบัติที่ถูกเพิ่มเติมให้รองรับโปรโตคอลการสื่อสารของ VoIP

2.4.2.3 SIP Sever/ Gatekeeper เป็นเครื่อง Server ที่ได้ถูกเชื่อมต่อเข้ากับระบบ Internet เป็นตัวกลางที่ใช้บริหารจัดการและควบคุมการให้บริการของ VoIP Gateway กันเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมสำหรับใช้งานสื่อสาร VoIP หรือเครื่องโทรศัพท์แบบ IP

2.4.3 ขั้นตอนการทำงานของ VoIP

2.4.3.1 เมื่อผู้พูดโทรศัพท์จากเครื่องโทรศัพท์พื้นฐานหรือพูดผ่านไมโครโฟนที่ถูกต่อเข้ากับการ์ดเสียงของเครื่องคอมพิวเตอร์คลื่นสัญญาณเสียงแบบอนาล็อกจะได้รับการแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลจากนั้นจะถูกบีบอัดด้วยตัวถอดรหัสผ่านอุปกรณ์ PBX (Private Box Exchange) หรือ VoIP Gateway

2.4.3.2 เมื่อผ่าน VoIP Gateway แล้วจะถูกส่งต่อไปยัง Gatekeeper เพื่อค้นหา Packet เครื่องปลายทางที่จะรับการติดต่อเช่น หมายเลข IP, หมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น แล้วแปลงเป็น Packet ข้อมูลส่งออกไปบนระบบเครือข่าย Internet

2.4.3.3 ข้อมูลจะผ่านมาที่ VoIP Gateway ปลายทาง แล้วจึงทำการย้อนกระบวนการทั้งหมดเพื่อส่งให้กับฝั่งรับปลายทางต่อไป

2.5 SIP (Session Initiation Protocol)

โปรโตคอล SIP เป็นโปรโตคอลระดับ Application ถูกพัฒนาโดย IETF (Internet Engineering Task Force) โดยออกแบบให้ใช้ในการตกลงกันระหว่างคู่สนทนาหรือระหว่างผู้ใช้บริการเพื่อทำการเริ่มต้นการโทร (Establish call) เปลี่ยนแปลงรูปแบบการโทร (Modify call) และสิ้นสุดการโทรหรือจบการสนทนา (End Call/Terminate Call) ดังนั้นโปรโตคอล SIP มีหน้าที่รับผิดชอบในส่วนการส่งสัญญาณควบคุม (Control Signaling) ก่อนและจบการสนทนาเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้การทำงานอย่างเป็นระบบตามมาตรฐาน SIP ทำให้เกิดความยืดหยุ่นและความสะดวกในการใช้งานแก่ผู้ใช้บริการมากยิ่งขึ้น

2.5.1 คุณสมบัติของ SIP

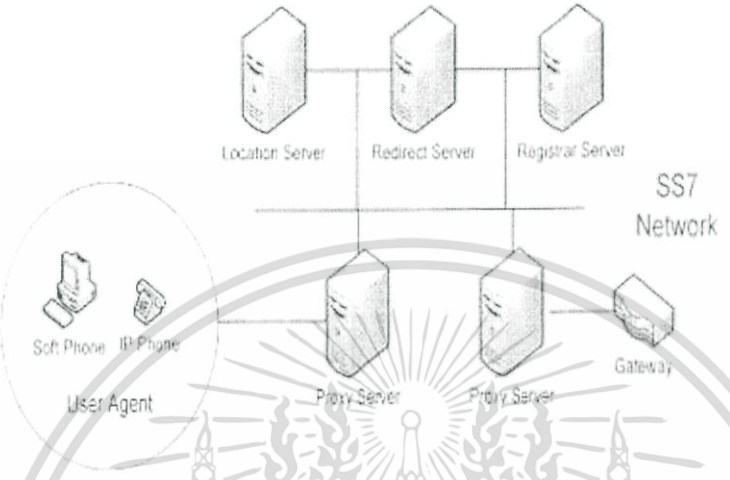
เป็นโปรโตคอลระดับ Application ซึ่งอยู่เหนือโปรโตคอลระดับ Transport โดยอนุญาตให้สามารถทำการส่งสัญญาณโดยใช้โปรโตคอลระดับ Transport ได้ทั้ง TCP (Transmission Control Protocol)และ UDP (User Datagram Protocol) รูปแบบสัญญาณที่นิยามตามมาตรฐาน SIP มีลักษณะเป็นข้อความ (Text-based) ซึ่งถูกเรียกว่า SIP Message โดยรูปแบบและ SIP ไวยากรณ์ของสัญญาณมีลักษณะคล้ายกับรูปแบบสัญญาณของโปรโตคอล HTTP (Hypertext Transfer Protocol) ทำให้ผู้พัฒนาสามารถพัฒนาได้ง่ายและเหตุที่มีการใช้สัญญาณ SIP Message ตลอดขั้นตอนการส่งสัญญาณควบคุม

ตามมาตรฐานของ SIP จะรับผิดชอบขั้นตอนการส่งสัญญาณควบคุมในส่วนก่อนและหลังการสนทนาเท่านั้น โดยในขั้นตอนการส่งข้อมูลสื่อประสม (Media stream) จะใช้โปรโตคอล RTP (Real Time Transfer Protocol) และในขั้นตอนการแลกเปลี่ยนความสามารถในการส่งข้อมูลสื่อประสม (Media Capabilities Exchange) จะใช้โปรโตคอล SDP (Session Description Protocol) ทำงานร่วมด้วย

สถาปัตยกรรมตามมาตรฐาน SIP เป็นแบบ Client/Server โดยมีการอ้างอิงตัว SIP Client โดยใช้ชื่ออ้างอิงถึงที่อยู่ของตัว SIP Client นั้นๆ ซึ่งถูกเรียกว่า SIP URL (Uniform Resource Locators) ทำให้เกิดความสะดวกสบายและความยืดหยุ่นในการใช้บริการเพิ่มมากขึ้น รวมถึงการให้บริการแบบที่ดียิ่งขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 องค์ประกอบสำคัญในระบบ SIP (SIP Component)



รูปที่ 2.13 องค์ประกอบสำคัญในระบบ SIP

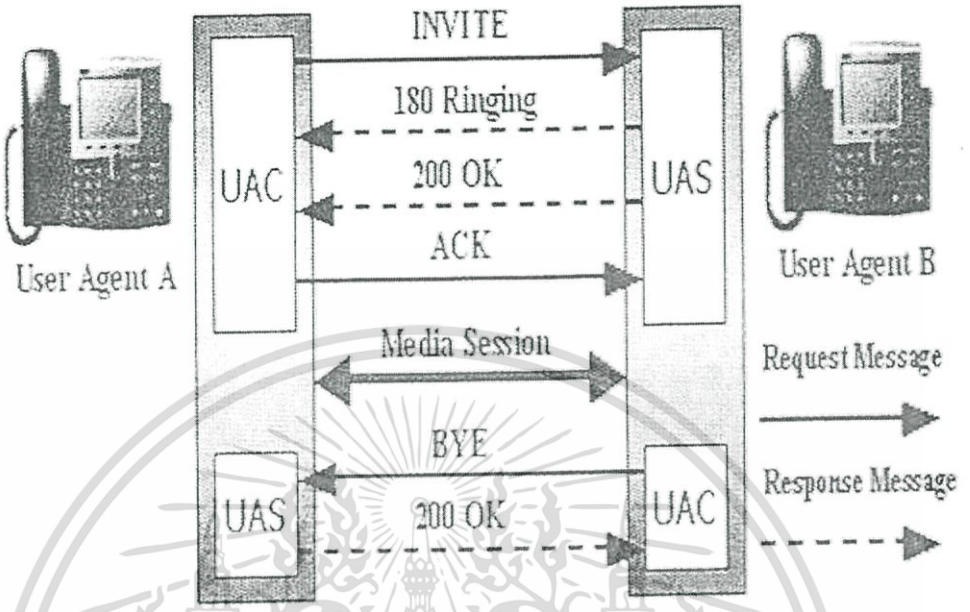
จากรูปที่ 2.13 แสดงส่วนต่างๆที่ทำร่วมกันอย่างเป็นระบบ เนื่องจากโปรโตคอล SIP มีการทำงานแบบ Client/Server ดังนั้นจึงสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ User Agent (SIP Client) และ Network Server (SIP Server)

2.5.2.1 User Agent แบ่งออกเป็น

- UAC (User Agent Client) หรือ (SIP Client) ทำหน้าที่ในการสร้างหรือเริ่มต้นการโทรโดยส่งสัญญาณร้องขอ (Request Signal) ไปยังปลายทาง
- UAS (SIP Agent Server) หรือ (SIP Server) ทำหน้าที่ในการตอบรับการโทรและส่งสัญญาณตอบกลับ (Response Signal)

โดยปกติแล้ว SIP Client จะทำหน้าที่เป็นได้ทั้ง UAC และ UAS เพื่อให้สามารถทำงานได้ทั้งเป็นผู้โทรและผู้ถูกเรียก การติดต่อเพื่อสร้างและสิ้นสุด Session ระหว่างเครื่อง Client ซึ่งเป็นการติดต่อแบบพื้นฐานที่สุดแสดงในรูปที่ 2.14 จะเห็นได้ว่าเครื่อง Client แต่ละเครื่องจะต้องสามารถร้องขอ และตอบสนองการเรียกได้ นั่นคือเครื่อง Client แต่ละเครื่องจะต้องสามารถเป็นได้ทั้ง UAC และ UAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 การสร้างและสิ้นสุด Session ระหว่างเครื่อง Client

2.5.2.2 Network Server

- Registrar Server ทำหน้าที่รับการลงทะเบียนจากผู้ใช้บริการ (SIP Client) เพื่อเก็บข้อมูลที่อยู่ ชื่อ SIP URL และข้อมูลสำคัญๆของผู้ใช้บริการ
- Proxy Server ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งสัญญาณระหว่างผู้โทรและเรียกผู้ถูกเรียก โดยรับผิดชอบการส่งสัญญาณตลอดขั้นตอนการส่งสัญญาณตามมาตรฐาน SIP
- Redirect Server ทำหน้าที่ระบุที่อยู่ของผู้ถูกเรียกที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้ โดยจะส่งที่อยู่ที่ค้นหาได้กลับไปยังผู้โทร

2.5.2.3 ส่วนการทำงานอื่นๆภายในระบบ SIP

- Location Server ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลหรือเป็นฐานข้อมูล ผู้ใช้บริการให้กับตัว Network Server ทำให้ป้องกันปัญหาเรื่องของขนาดฐานข้อมูลไม่เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

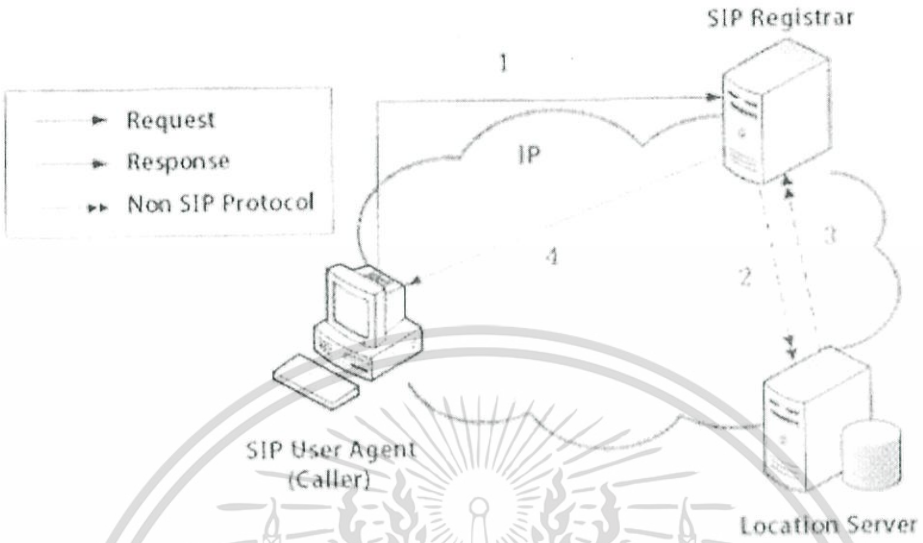
และความปลอดภัยของข้อมูลได้ตามมาตรฐาน SIP อนุญาตให้สามารถพัฒนาตัว Location Server ไว้เป็นตัวเดียวกันกับตัว SIP Server ได้

- SIP Gateway ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณและข้อมูลสื่อประสมระหว่างระบบเครือข่ายที่แตกต่างกัน เช่น การเชื่อมต่อไปยังระบบโทรศัพท์พื้นฐาน,ระบบSS7 (Signaling System7) เป็นต้น

2.5.3 การทำงานของ SIP Server ในระบบ SIP Protocol

2.5.3.1 Registrar Server เป็น SIP Server ที่ทำหน้าที่ในการรับการลงทะเบียนจาก SIP Client โดยจะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้ใน Location Server ซึ่งโดยทั่วไป Registrar Server คือ SIP Server ที่ทำหน้าที่รับการลงทะเบียน เมื่อผู้ร้องขอการติดต่อทำการส่ง Request Message ไปยัง SIP Registrar Server ตัว SIP Registrar Server จะทำการติดต่อไปยัง Location Service ของ Location Server เพื่อถามหาที่อยู่ของผู้ถูกร้องขอการติดต่อโดยสัญญาณที่ใช้นี้ตามมาตรฐานของ SIP ไม่มีการกำหนดไว้ ดังนั้น SIP Registrar Server สามารถกำหนดรูปแบบของสัญญาณที่ใช้ติดต่อระหว่าง SIP Registrar Server กับ Location Server ได้เอง ต่อมาเมื่อ Location Server สามารถหาที่อยู่ได้แล้วก็จะส่งมาบอกกับ SIP Registrar Server สุดท้าย SIP Registrar Server จะส่ง Response Message ไปให้ผู้ร้องขอการติดต่อเพื่อบอกที่อยู่ของผู้ถูกร้องขอการติดต่อตามที่ผู้ร้องขอการติดต่อต้องการ ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.15

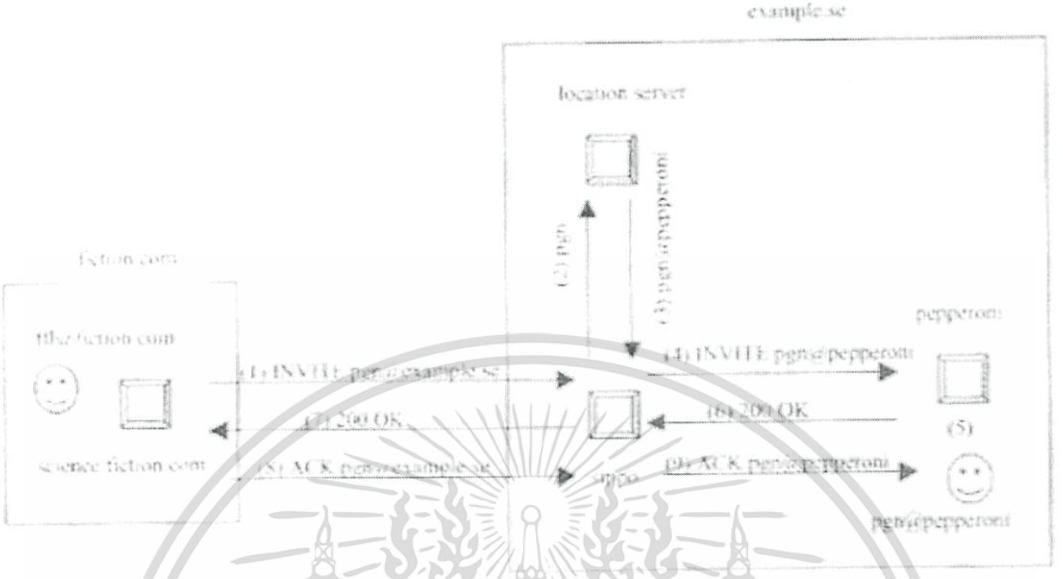
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 การทำงานของ Registrar Server

2.5.3.2 Proxy Server เป็น SIP Server ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างผู้ร้องขอการติดต่อและผู้ถูกร้องขอการติดต่อ โดยการทำงานในขั้นตอน Call Setup, Media & Channel Control และ End Call การส่งสัญญาณทุกอย่างในขั้นตอนทั้งหมดนี้จะต้องทำผ่าน SIP Server โดย SIP Server จะทำการตรวจสอบ SIP Message ที่ได้รับทุกครั้งและจะทำการส่ง SIP Message นั้นไปยังปลายทางที่ต้องการ โดยอาจมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของ SIP Message ตามความเหมาะสม สำหรับการทำงานในขั้นตอนการส่งข้อมูลเสียง (Media Stream) จะไม่ผ่าน SIP Server นั้นคือ SIP Client ทั้ง2ฝ่ายจะทำการส่งข้อมูลเสียงกันโดยตรง เมื่อมองในระดับ Logical แต่หากมองในระดับ Physical แล้ว SIP Client ทั้ง 2 ฝ่ายอาจมีการส่งข้อมูลผ่าน Server หรือ Gateway ได้ เนื่องจากการทำงานทั้งหมดมีพื้นฐานการทำงานอยู่บนระบบเครือข่าย Internet ดังนั้นการส่งข้อมูลสามารถทำงานส่งผ่านแต่ละ Node เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลไปยังปลายทางที่ต้องการได้

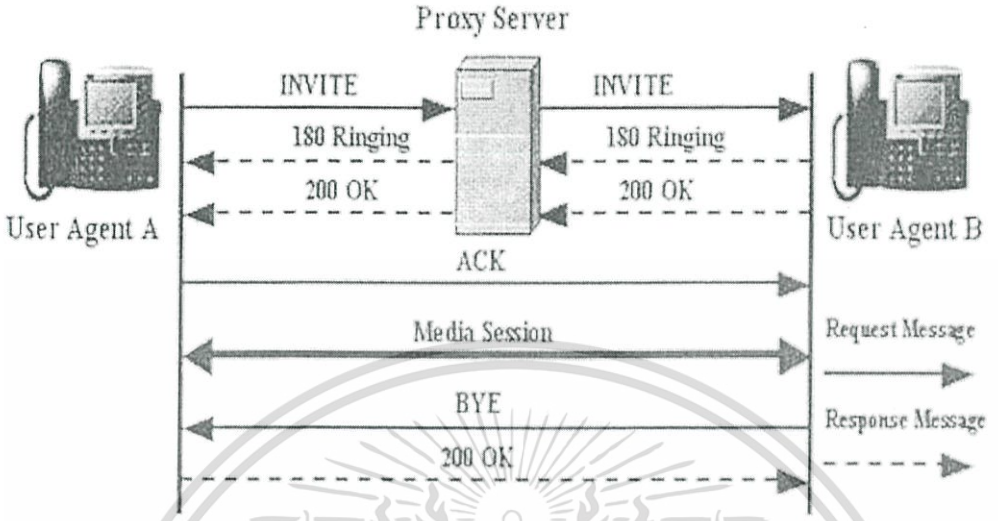
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 การทำงานของ SIP Proxy Server

จะเห็นได้ว่า Proxy Server จะทำหน้าที่ในการรับภาระหรือรับผิดชอบการติดต่อระหว่างผู้ร้องขอการติดต่อและผู้ถูกร้องขอการติดต่อ ทำให้ Proxy Server สามารถทำการเพิ่มเติมความสามารถต่างๆ เพื่อให้สามารถให้บริการ SIP Client ได้ดียิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการทำงานในลักษณะนี้ทำให้ต้องสูญเสียเวลาในช่วงการติดต่อที่ทำโดยตัว Proxy Server และ Proxy Server สามารถให้บริการ SIP Client ได้จำกัดขึ้นอยู่กับความสามารถของ Proxy server นั้นๆรูปที่ 2.17 เป็นการสร้างและสิ้นสุด Session โดยผ่านเครื่อง Server

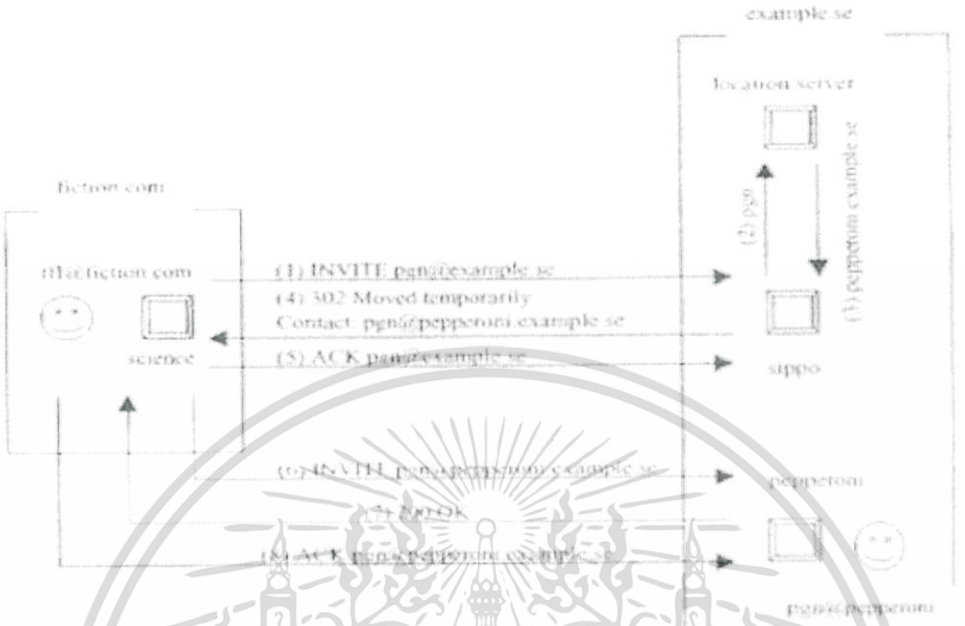
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 การสร้างและสิ้นสุด Session โดยผ่านเครื่อง Proxy Server

2.5.3.3 Redirect Sever เป็น SIP Sever ที่ทำหน้าที่ในการระบุที่อยู่ของผู้รับการติดต่อที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้ โดยจะทำการหาที่อยู่จาก Location Server ซึ่งเมื่อหาที่อยู่ได้แล้วจะส่งที่อยู่ทั้งหมดที่หาได้ให้กับผู้ร้องขอการติดต่อ ดังนั้นหลังจากที่ SIP Client ได้ที่อยู่ในการติดต่อแล้วจะต้องทำการติดต่อไปยังปลายทางที่ต้องการตามที่อยู่ที่ได้นั้นเอง โดยหากผู้ร้องขอการติดต่อได้ที่อยู่มากกว่า 1 ที่อยู่ ผู้ร้องขอการติดต่อจะต้องทำการติดต่อไปยังทุกๆที่อยู่เพื่อหาที่อยู่จริงๆ ของผู้ถูกร้องขอการติดต่อเอง ดังจะเห็นได้ว่าการทำงานในลักษณะนี้จะทำให้ภาระในการติดต่อทั้งหมดตกอยู่ที่ตัว SIP Client แต่การทำงานลักษณะนี้จะทำให้ SIP Client สามารถทำการติดต่อได้อย่างรวดเร็วในกรณีที่ได้ที่อยู่เดียวจาก SIP Server และตัว SIP Server สามารถให้บริการกับ SIP Client ได้จำนวนมาก ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.18

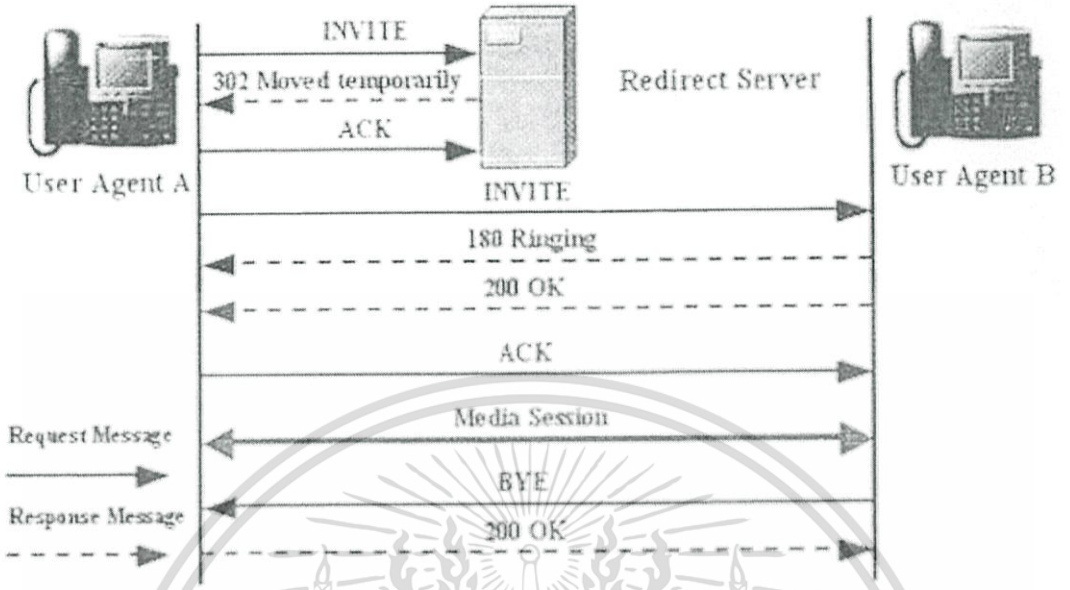
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 การทำงานของ SIP Redirect Server

สำหรับในตัวอย่างข้างต้นเป็นการติดต่อโดยได้รับที่อยู่เดียวจาก Redirect Server แต่หากได้รับมากกว่า 1 ที่อยู่ การทำงานในการติดต่อไปยังทุกๆที่อยู่ที่ได้รับนั้น โอกาสที่จะติดต่อได้จะขึ้นอยู่กับผู้ร้องขอการติดต่อ ดังนั้นหากใช้เป็น Proxy Server การจัดการส่วนนี้ Proxy Server จะทำให้การทำงานง่ายขึ้น ซึ่งแสดงได้ ดังรูปที่ 2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 การสร้างและสิ้นสุด Sessionโดยใช้เครื่อง Server Redirect

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของ Proxy Server และ Redirect Server

Proxy Server	Redirect Server
ทำงานได้ทั้งแบบ Stateless และ Stateful	สามารถรองรับการทำงานหรือให้บริการกับ SIP Client ได้จำนวนมาก
มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูงและสามารถเพิ่มการบริการได้ตามต้องการ	หน้าที่หรือความรับผิดชอบในการติดต่อจะขึ้นอยู่กับ SIP Client
รับผิดชอบการติดต่อในทุกขั้นตอนการติดต่อทั้งหมด	รับผิดชอบในการส่งข้อมูลให้ผู้ร้องขอ จากนั้นผู้ขอจะทำการติดต่อกับปลายทางเอง

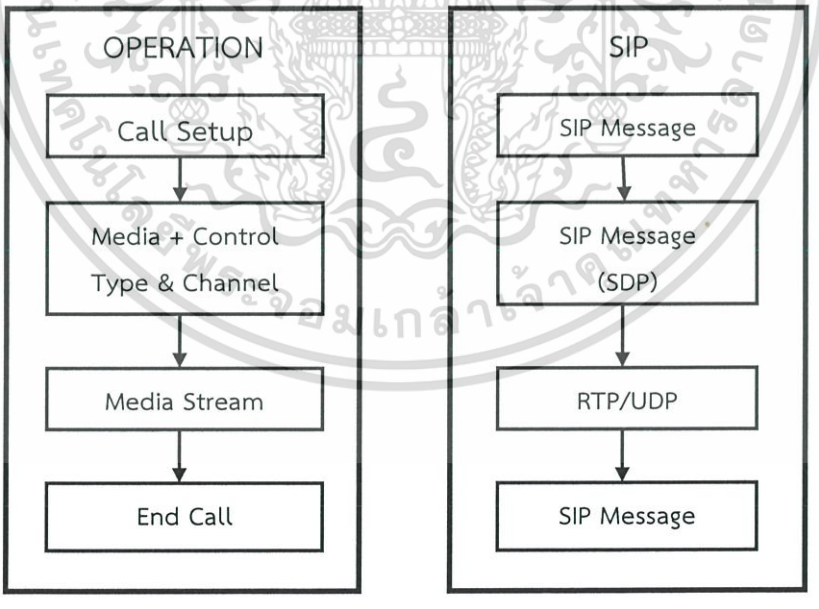
2.5.4 การทำงานของ SIP ในระบบ IP Telephony

การเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานของ SIP ในระบบ IP Telephony แสดงดังรูปที่ 2.20 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- Call Setup เป็นการเริ่มต้นการติดต่อ โดยผู้ร้องขอการติดต่อทำการติดต่อไปยังถูกร้องขอการติดต่อครั้งแรกเพื่อเรียกร้องการสนทนา ในส่วนนี้ใช้ SIP Message ที่มีชื่อว่า Message INVITE ทำการร้องขอการติดต่อไปยังปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Media & Channel Control เป็นการตกลงหรือทำการระบุข้อตกลงต่างๆ ที่ต้องการส่งข้อมูลเสียง ได้แก่ มาตรฐานการบีบอัดข้อมูลเสียง , หมายเลข IP Address และ Port Number เป็นต้น โดยส่วนนี้ จะนำโปรโตคอล SDP (Session Description Protocol) มาช่วยในการตกลงรูปแบบการติดต่อนี้
- Media Stream เป็นขั้นตอนของการส่งข้อมูลเสียงโดยใช้ตามข้อตกลงกันในขั้นตอนที่ 2 Media&Channel Control โดยทั่วไปจะนิยมใช้ Real-Time Transport Protocol หรือ RTP ในการส่งข้อมูลเสียงในขั้นตอนนี้ ไม่ได้อยู่ในความรับผิดชอบของ SIP
- End call เป็นขั้นตอนการส่งสัญญาณระหว่างสัญญาณผู้ร้องขอการติดต่อและผู้ถูกร้องขอการติดต่อเพื่อจบการติดต่อ โดยในส่วนนี้จะใช้ SIP Message ที่มีชื่อว่า Message BYE เป็นสัญญาณในการสิ้นสุดการติดต่อ หลังจากจบขั้นตอนนี้ช่องทางของสัญญาณที่สร้างขึ้นทั้งหมดจะถูกปิด หากต้องการเริ่มต้นสนทนาใหม่จะต้องทำการติดต่อตามขั้นตอนเริ่มตั้งแต่ Call Setup ใหม่ทั้งหมด



รูปที่ 2.20 การทำงานของ SIP ในระบบ IP Telephony

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 สัญญาณ SIP

2.5.5.1 Request Message เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อทำการร้องขอทั้งหมด 6 สัญญาณ ดังนี้คือ

- INVITE เป็นสัญญาณที่เฉพาะเจาะจงถึงผู้ที่ต้องการเชิญให้เข้าร่วมการสนทนา สำหรับการติดต่อที่มีเพียง 2 ฝ่าย ผู้ร้องขอการติดต่อจะบอกรายละเอียด เช่น ชนิดของมัลติมีเดียที่เฉพาะเจาะจงที่ตนเองมีความสามารถรองรับได้ พร้อมทั้ง Address และ Port ที่จะใช้
- ACK เป็นการยืนยันว่า Client ได้รับข้อความที่ Server ส่งมาให้แล้ว โดยจะใช้ควบคู่กับคำสั่ง INVITE รหัส 2xx จะเป็นรหัสที่ตอบกลับมาเพื่อให้ Client ยืนยันว่าได้รับแล้ว
- OPTION เป็นคำสั่งเพื่อที่จะทำการสอบถามข้อมูลความสามารถของผู้ที่ต้องจะให้เข้าร่วมสนทนา แต่ไม่ใช่เป็นการ INVITE โดยผู้ที่รับคำสั่งนี้จะทำการตอบกลับมาโดยอธิบายถึงความสามารถของตนที่จะสามารถสนับสนุนการทำงานอะไรได้บ้าง
- BYE เป็นคำสั่งที่ใช้เพื่อที่จะขอจบการติดต่อระหว่างกัน ซึ่งคำสั่งนี้ทั้งผู้ที่ร้องขอการติดต่อและผู้ที่ถูกร้องขอการติดต่อ สามารถที่จะใช้คำสั่งนี้ได้ทั้งสอง ซึ่งถ้าเป็นฝ่ายที่ใช้คำสั่ง BYE ก่อนอีกฝ่ายจะต้องตอบกลับมาเพื่อยืนยันว่าได้รับข้อความเพื่อขอจบการติดต่อ
- CANCEL เป็นคำสั่งที่ใช้เพื่อที่จะขอยกเลิกข้อความบางข้อความที่ได้ส่งไปก่อนหน้านั้น แต่สำหรับข้อมูลที่มีความสมบูรณ์แล้ว ซึ่งคือมีการตอบสนองการ Request เรียบร้อยแล้ว คำสั่ง CANCEL ได้เช่นเดียวกัน เช่น ในกระบวนการที่ทำการติดต่อผู้ที่ถูกร้องขอการติดต่อในหลายๆ ที่แต่มีบางที่ตอบกลับมาแล้ว Server จะส่งคำสั่ง CANCEL เพื่อยกเลิกการติดต่อกลับตัวอื่นที่ยังไม่ได้รับการตอบกลับมา
- REGISTER ใช้โดย Client เพื่อทำการลงทะเบียนโดย Address โดยจะลงทะเบียนต่อ SIP Server ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5.2 Response Message เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อตอบสนองต่อ Request Message ที่ได้รับมา ซึ่งลักษณะของสัญญาณ จะเป็น Status Code ดังต่อไปนี้

1) โหมด 1xx เป็นรหัสการตอบสนองของ Server ที่จะเป็นข้อมูลเพื่อบอกรายละเอียดให้ Client ทราบถึงสถานะของข้อความที่ส่งไปว่าตอนนี้ถึงขั้นไหนแล้ว โดยจะส่งรหัสแบบนี้มาเฉพาะในช่วงที่ Server กำลังทำงานกับข้อความนั้นเท่านั้น

- 100 บอกว่าตอนนี้กำลังพยายามติดต่ออยู่
- 180 บอกว่าตอนนี้กำลังรอการตอบรับจากผู้ที่ Server ติดต่อ
- 182 บอกว่าตอนนี้ข้อความยังรออยู่ในคิวเพื่อรอการทำงานต่อไป

2) โหมด 2xx รหัสการตอบสนองระหว่าง Client กันเองว่าคำสั่งที่ให้มีการทำงา น ข้อความที่ได้ส่งนั้นเรียบร้อยแล้ว

- 200 การยกเลิกการติดต่อด้วยคำสั่ง BYE เรียบร้อยแล้วหรือ การยกเลิกข้อความด้วยคำสั่ง CANCEL เรียบร้อยแล้วหรือ การเชิญให้มีการติดต่อด้วยคำสั่ง INVITE เรียบร้อยแล้วหรือ การลงทะเบียนต่อ Server ด้วยคำสั่ง REGISTER เรียบร้อยแล้ว

3) โหมด 3xx รหัสการตอบสนองสำหรับการติดต่อผ่าน Server ในโหมดการทำงานแบบ Redirection

- 302 บอก Address ของผู้ที่ต้องการติดต่อว่าผู้นั้นได้เปลี่ยนไปใช้ Address ใด

4) โหมด 4xx รหัสการตอบสนองหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นในระหว่างที่มีการติดต่อ โดยเป็นข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากฝั่ง Client ที่ทำการติดต่อ

- 400 บอกว่าการ Request นั้นจะต้องมีการระบุรหัสผ่านด้วย
- 404 บอกว่า Address ที่ต้องการติดต่อนั้นไม่สามารถหาได้ คือไม่ได้ลงทะเบียนกับ Server ไว้

5) โหมด 5xx รหัสการตอบสนองหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นในระหว่างที่มีการติดต่อกันโดยเป็นข้อผิดพลาดที่เกิดที่ฝั่ง Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 500 เป็นข้อผิดพลาดที่เป็นข้อผิดพลาดภายในของ Server เอง
- 501 เป็นข้อผิดพลาดในส่วนที่ต้องการทำงานนั้นยังไม่ได้มีการสร้าง
- 505 เป็นข้อผิดพลาดเนื่องจากรุ่นที่ใช้ไม่สนับสนุนการทำงาน

6) โหมด 6xx รหัสการตอบสนองหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นระหว่างที่มีการติดต่อกันโดยเป็นข้อผิดพลาดทั่วไป

- 600 เป็นข้อผิดพลาดที่มีการทำงานที่ยุ่งยากหรืออยู่ในสภาพไม่พร้อมจะทำงาน

2.5.6 SIP Address

ในระบบ SIP การส่งข้อมูลระหว่างกันจะต้องระบุ Address โดยที่ SIP จะใช้ Address ในลักษณะที่คล้ายกับ e-mail ซึ่งวิธีการใช้ Address แบบนี้ เป็นส่วนหนึ่งของ Internet Address ที่เรียกว่า URIs จะประกอบด้วย Address รูปแบบของ Address จะอยู่ในรูปแบบของ name@domain โดยอาจเป็น user@domain, user@address, phone-number@gateway หรือ user@hostโดย Address นี้จะถูกใช้อ้างอิงถึงผู้ใช้ทั้งผู้เรียกและผู้ถูกเรียกในการส่งข้อความ ตัวอย่างของ SIP URI เช่น SIP:5001@192.168.1.5 เป็นต้น

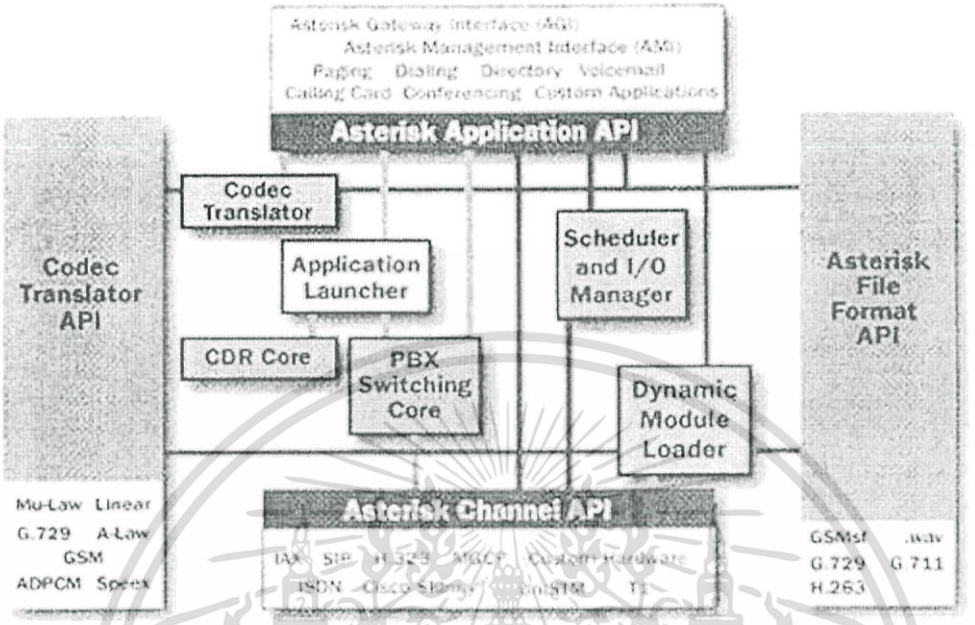
2.6 โปรแกรม Asterisk

Asterisk คือ Software ระบบโทรศัพท์แบบ IP-PBX สมบูรณ์แบบ ซึ่งสามารถทำงานได้หลายๆระบบปฏิบัติการ เช่น Linux, MAC OS X, OpenBSD, FreeBSD และ Sun-Solaris โดยได้มีการจัดเตรียมฟังก์ชั่นการใช้งานของตู้สาขาโทรศัพท์ PBX (Private Branch eXchange) คุณภาพสูงไว้ในตัว Asterisk รองรับกับระบบ VoIP (Voice over Internet Protocol) หลายโปรโตคอลเช่น SIP, H323, IAX, MGCP และ SCCP ซึ่งรองรับกับอุปกรณ์มาตรฐานและใช้ Hardware ที่ราคาไม่แพง

2.6.1 สถาปัตยกรรมของ Asterisk

Asterisk ได้มีการออกแบบระบบให้มีความยืดหยุ่นสูงโดยมีการระบุส่วนประกอบของ APIs อยู่บริเวณภายนอกซึ่งทำให้มีประโยชน์มาก เมื่อมีผู้พัฒนา API (Application Programming Interface) นำมาต่อยอดเพื่อทำงานร่วมกับระบบโทรศัพท์ Asterisk ก็สามารถทำได้ทันทีและมีระบบ Central PBX อยู่เป็นโครงสร้างภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 สถาปัตยกรรมของ Asterisk

2.6.1.1 ส่วนประกอบภายนอกของระบบโทรศัพท์ Asterisk

- Channel API ทำหน้าที่ในการจัดการกับประเภทของการเชื่อมต่อที่เข้ามาไม่ว่าจะเป็นประเภทของ VoIP ประเภทต่างๆ เช่น ISDN, IAX, H323, MGCP และรวมถึงสัญญาณ Signaling ต่างๆ
- Application API จะทำหน้าที่อนุญาตให้งานหลายๆ งานสามารถทำหน้าที่ได้หลายหน้าที่เช่น Conferencing, Directory Listening, Voice Mail ซึ่งงานบางงานจำเป็นต้องดำเนินการทันที หรืออาจจะดำเนินการในอนาคตก็ได้
- Codec Translator API ทำหน้าที่โหลดตัวเข้ารหัส/ถอดรหัสของไฟล์เสียงรูปแบบต่างๆ .gsm .wav .mp3 แล้วทำการเก็บไฟล์เหล่านั้นไว้ในระบบ
- File Format API ทำหน้าที่ในการอ่านและบันทึกไฟล์หลากหลายรูปแบบเช่น ไฟล์เสียง .gsm .wav .mp3 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.2 ส่วนประกอบภายในของระบบโทรศัพท์ Asterisk

- PBX Switching นับเป็นส่วนที่มีความสำคัญมากสำหรับ Asterisk นั่นคือ PBX Switching ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเชื่อมการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานหลายๆคน และการทำงานอัตโนมัติ รวมถึงการดูแลเกี่ยวกับ Software และ Hardware ของระบบอีกด้วย
- Application Launcher เป็นตัวประกาศว่าบริการใดจะเริ่มทำงานเช่น Voice mail, File Playback เป็นต้น
- Code Translator จะมีการใช้ Codec โมดูลเพื่อเข้ารหัสและถอดรหัสไฟล์เสียงที่ถูกบีบอัดเพื่อใช้ในส่งสัญญาณเสียง โดยมีการเลือกมาตรฐานของ Code ให้มีความเหมาะสมโดยจะคำนึงถึงคุณภาพเสียงและการใช้งานช่องสัญญาณในการส่งผ่านข้อมูล
- Scheduler and I/O Management ทำหน้าที่ในการจัดสรร และดูแลตารางงานต่างๆในระบบ เพื่อให้งานเหล่านั้นสามารถที่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้เงื่อนไขทั้งหมด
- Dynamic Module Loader ทำหน้าที่ในการจัดการโมดูลต่างๆ ที่มีความจำเป็นต่อการทำงานของระบบโทรศัพท์ Asterisk
- CDR หรือ (Call Detail Record) ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลการใช้งานโทรศัพท์ของระบบทั้งหมด เช่น หมายเลขโทรศัพท์ต้นทาง ปลายทาง วันที่ และ เวลาในการสนทนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 โปรแกรม SoftPhone Zoiper

Zoiper เป็นแอพพลิเคชั่นสำหรับ SoftPhone ของ SIP และ IAX ประยุกต์ใช้สำหรับการโทรในรูปแบบ VoIP ผ่าน 3G หรือ WiFi และมีส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ได้ง่าย อีกทั้งก็มีคุณภาพเสียงที่ดีด้วย ในการใช้งานแอพพลิเคชั่นนี้ผู้ใช้ต้องทำการสมัครเป็นสมาชิก SIP Server หรือ IAX Server จากนั้นจึงจะสามารถใช้งานได้ เมื่อโทรศัพท์มีการลงแอพพลิเคชั่นนี้แล้วจะสามารถรองรับการเชื่อมต่อผ่าน SIP Server ได้

รูปที่ 2.22 แอพพลิเคชั่น Zoiper สำหรับรองรับการเชื่อมต่อแบบ SIP Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

ในบทนี้เป็นการออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์โครงงานนี้ประกอบไปด้วยการติดตั้งระบบโทรศัพท์ Asterisk, การสร้างระบบตอบรับอัตโนมัติ IVR (Interactive Voice Response), การสร้างระบบประชุมทางโทรศัพท์ (Teleconference), การสร้างระบบฝากข้อความเสียง (Voice Mail), การเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ Asterisk กับโครงข่าย PSTN, การจัดทำ Web, การเชื่อมต่อระหว่าง Web กับ Software Asterisk, และการจัดทำระบบฐานข้อมูล

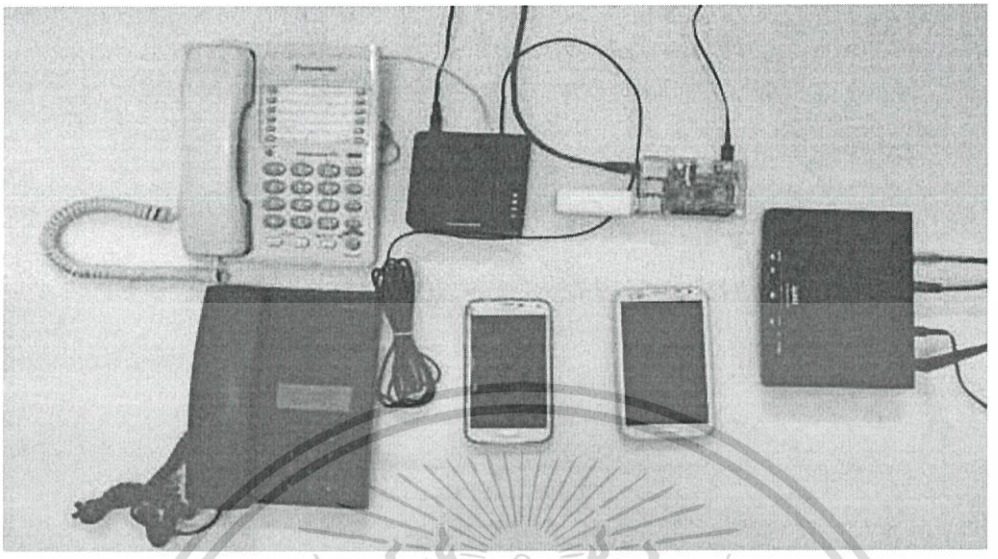
3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบระบบโทรศัพท์ทั้งหมด

ระบบโทรศัพท์ทั้งหมดที่ได้ทำการออกแบบไว้จะเป็นการจัดการให้ผู้ใช้ (User) สามารถออกแบบระบบชุมสายโทรศัพท์ของตนเองได้ผ่าน Web ที่ได้สร้างขึ้น โดยสามารถเรียกใช้ feature ต่างๆได้ตามความต้องการ ไม่ว่าจะเป็น การเพิ่ม, แก้ไข หรือลบหมายเลขโทรศัพท์ภายใน, การโทรภายในโครงข่ายแบบปกติ, การใช้งานระบบฝากข้อความเสียง, การใช้งานระบบโทรศัพท์ตอบรับอัตโนมัติ รวมถึงการใช้งานระบบโทรศัพท์ Analog ด้วย

ในการออกแบบของ Web นอกจากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ยังทำการสร้างปุ่ม Save ขึ้นมาด้วย โดยมีการเริ่มทำงานเมื่อทำการกด Save ซึ่งอยู่บนหน้าต่างของ Web ที่ได้สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้ว ระบบก็จะทำการบันทึกลงไปเก็บไว้ในส่วนของฐานข้อมูล และมีการแก้ไขลงไปยัง Asterisk ซึ่งอยู่ภายในบอร์ด Raspberry Pi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



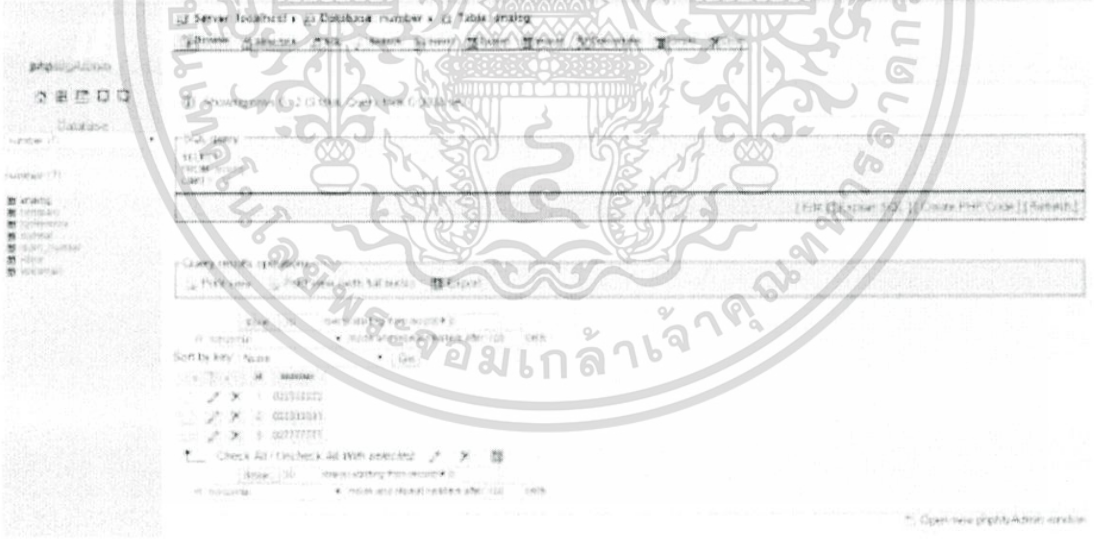
รูปที่ 3.1 ระบบทั้งหมด

จากรูปที่ 3.1 ได้แสดงระบบทั้งหมด โดยมีบอร์ด Raspberry Pi ทำหน้าที่เป็นตัว Server, โทรศัพท์มือถือทำหน้าที่เสมือนกับ IP SoftPhone, โทรศัพท์อนาล็อก, ATA ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่แปลงโทรศัพท์แบบอนาล็อกไปเป็น IP telephone และ Router ทำหน้าที่เพื่อป้องกันคุณภาพช่องสัญญาณไอพี เพื่อให้ข้อมูลไปถึงปลายทางหรือกลับมาได้อย่างถูกต้อง

3.1.2 การจัดทำระบบฐานข้อมูล ในส่วนของการจัดการระบบฐานข้อมูลนั้น มีทั้งหมด 5 ส่วน คือ ในส่วนของหมายเลขที่มีอยู่ในส่วนของ user ที่เป็น IP Phone, ในส่วนของหมายเลขของ user ที่เป็น Analog Phone, ในส่วนของ conference สำหรับเก็บหมายเลขห้อง และ password, ในส่วนของการเก็บข้อมูลผู้ใช้ที่อยู่ในห้องประชุม conference และในส่วนของการเก็บหมายเลขบริษัทที่เป็นตัวกลางในการติดต่อผ่านระบบตอบรับอัตโนมัติ (IVR) สามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 ฐานข้อมูลของหมายเลขที่มีอยู่ในส่วนของ user ที่เป็น IP Phone



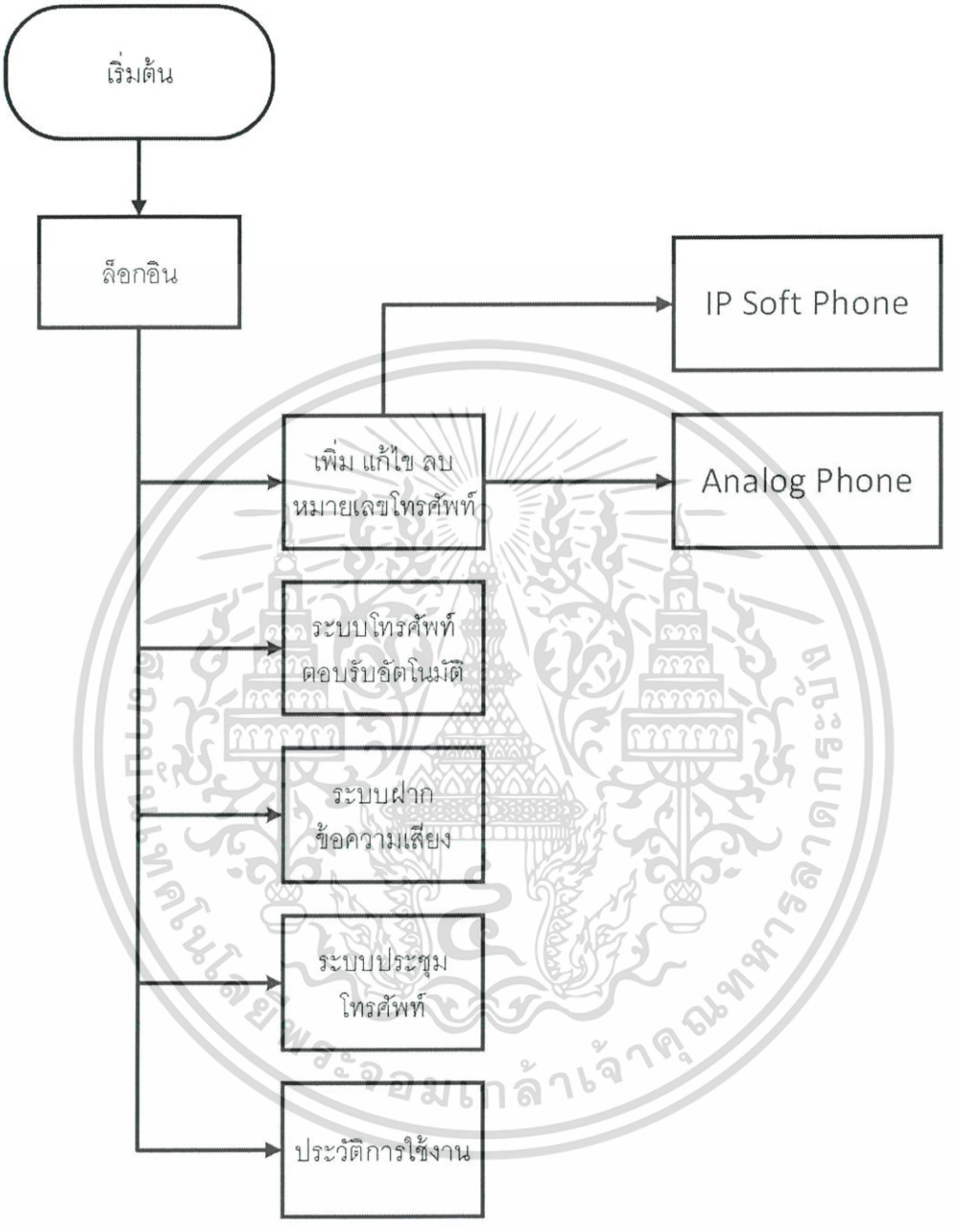
รูปที่ 3.3 ฐานข้อมูลของหมายเลขของ user ที่เป็น Analog Phone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 ฐานข้อมูลของ conference สำหรับเก็บหมายเลขห้อง และ password

3.1.3 แผนการออกแบบเว็บไซต์ ในการออกแบบเว็บไซต์จะต้องมีการล็อกอินเพื่อเข้าสู่เว็บไซต์ จากนั้นก็จะมีในส่วนของการเพิ่ม แก้ไข หรือลบ หมายเลขโทรศัพท์ (โดยมีการเลือกระหว่าง IP Soft Phone หรือ Analog Phone), การสร้างระบบโทรศัพท์ตอบรับอัตโนมัติ, การสร้างระบบฝากข้อความเสียง, การสร้างระบบประชุมทางโทรศัพท์ และประวัติการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

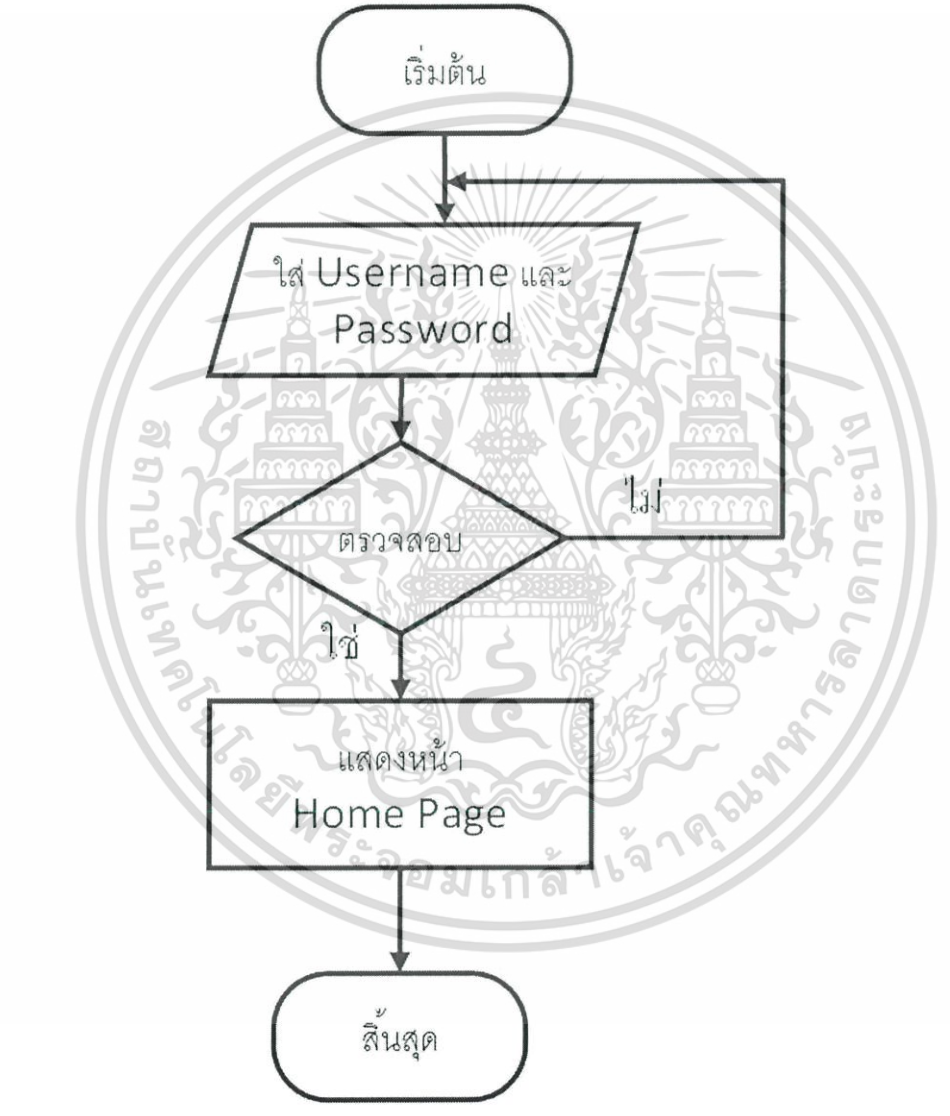


รูปที่ 3.5 แผนผังการออกแบบเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 แผนผังการทำงานของหน้าเว็บไซต์

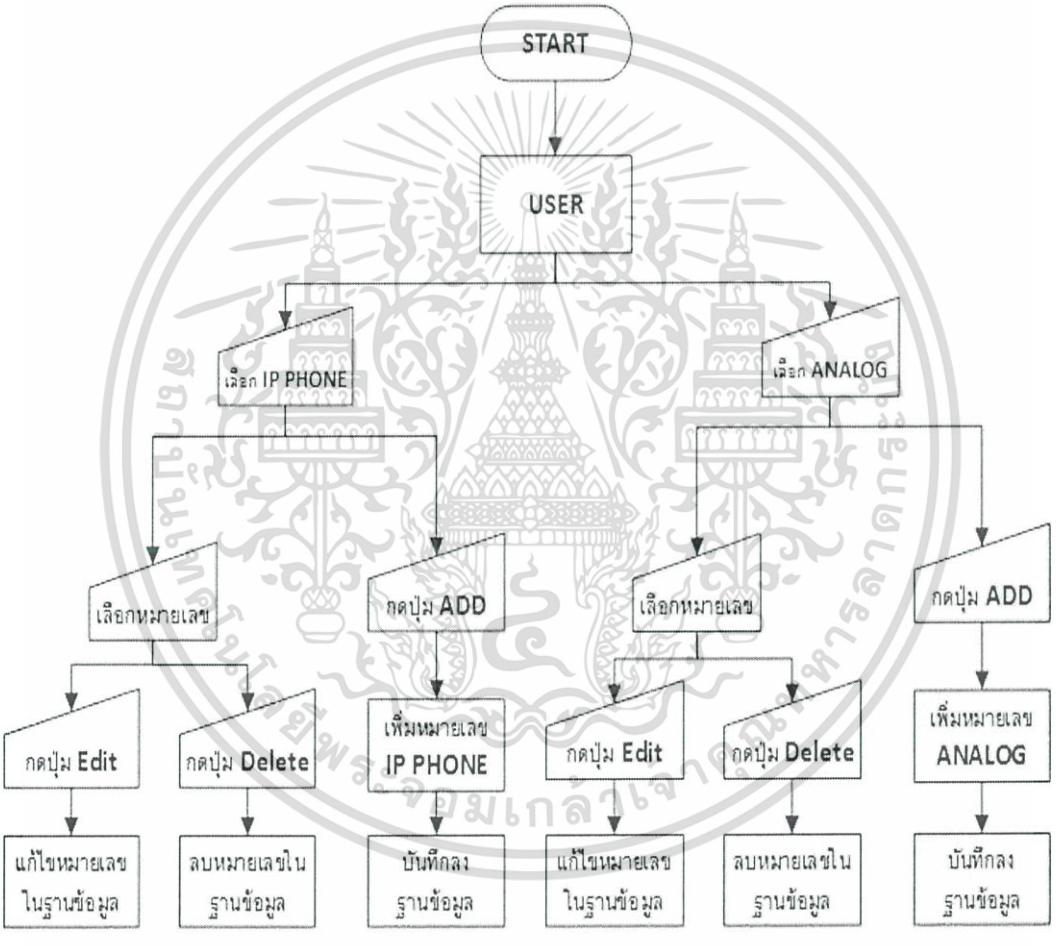
3.1.4.1 แผนผังการทำงานของ Web page เข้าระบบ ในส่วนของหน้า Web สำหรับเข้าระบบ จะต้องทำการใส่ Username และ Password ให้ถูกต้อง เพื่อที่จะเข้าสู่หน้า Home page แต่ถ้าใส่ Username และ Password ไม่ถูกต้อง ก็จะต้องใส่ Username และ Password ใหม่ให้ถูกต้อง



รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานของ Web page เข้าระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

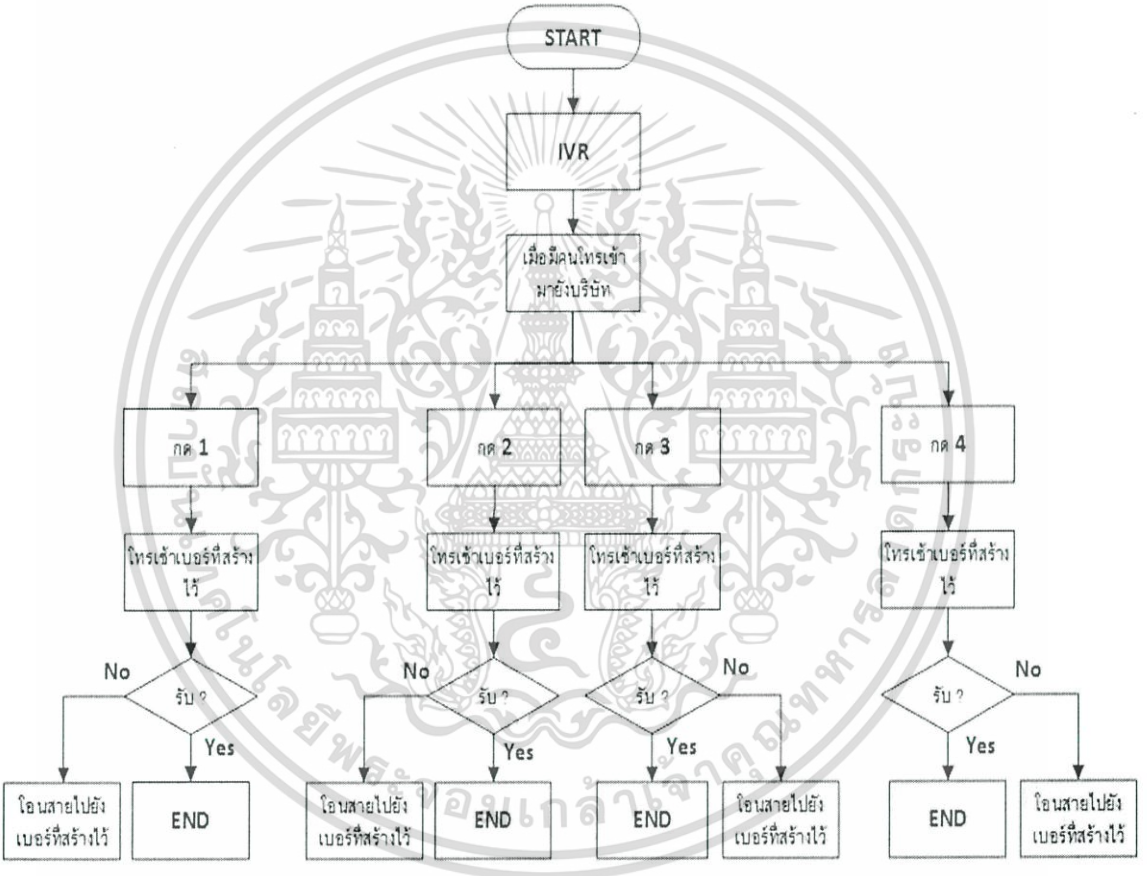
3.1.4.2 แผนผังการทำงานของ Web page เพิ่มหมายเลขผู้ใช้งานแก้ไข และลบหมายเลขผู้ใช้งาน ส่วนของการออกแบบ Web page ในส่วนนี้ เมื่อมีการกดเข้าไปที่ USER ก็จะต้องเลือกว่าต้องการแก้ไข USER ในส่วนของ IP Phone หรือ Analog หากต้องการแก้ไข (กดปุ่ม edit) หรือลบ (กดปุ่ม delete) หมายเลขที่มีอยู่แล้ว ก็จะต้องทำการเลือกยังหมายเลขดังกล่าว แต่ถ้าหากต้องการเพิ่มหมายเลขใหม่ ก็สามารถกดที่ปุ่ม ADD และเพิ่มหมายเลขที่ต้องการลงไป การเพิ่ม แก้ไข หรือลบก็จะถูกอัพเดทลงไปในฐานข้อมูล



รูปที่ 3.7 แผนผังการทำงานของ Web page เพิ่มหมายเลขผู้ใช้งานแก้ไข และลบหมายเลขผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

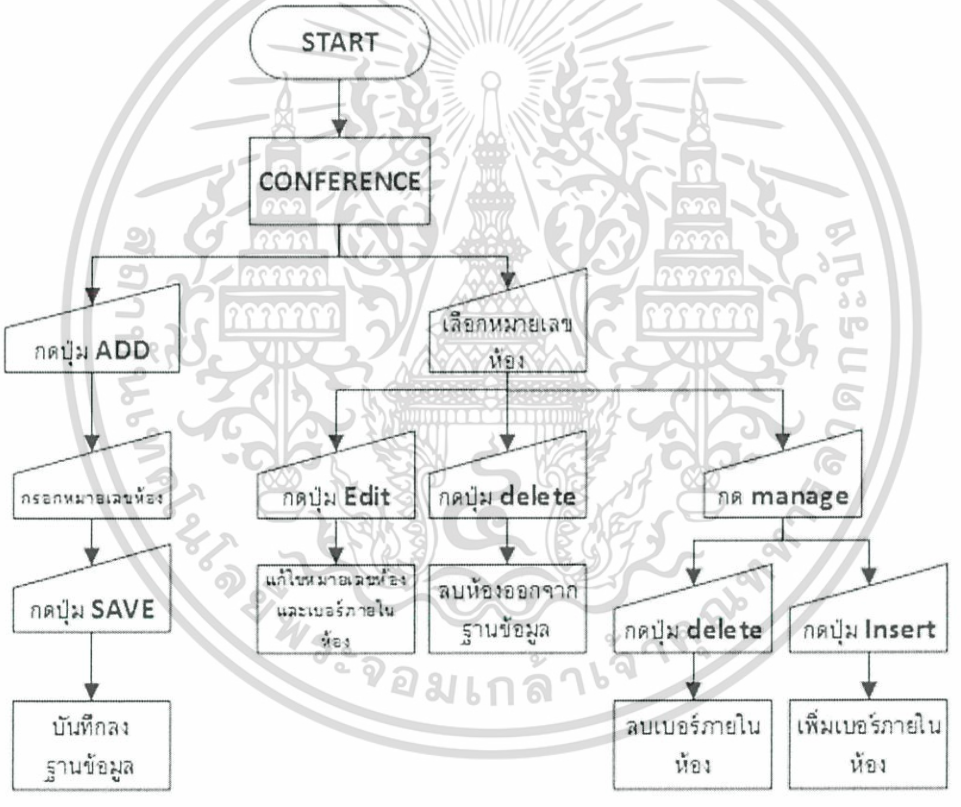
3.1.4.3 แผนผังการทำงานของ Web page ระบบตอบรับอัตโนมัติ เมื่อกดเข้าไปที่ IVR ก็จะต้องทำการใส่หมายเลข หรือแก้ไขหมายเลขที่ถือเป็นตัวกลางในการติดต่อภายในอีกทีหนึ่ง และทำการเพิ่มหมายเลขภายในทั้งหมดที่ต้องการ และเบอร์ที่ต้องการให้ทำการโอนสายไปหากไม่มีการตอบรับจากปลายทาง ในส่วนของการออกแบบการทำงานคือ เมื่อมีผู้ติดต่อเข้ามายังบริษัท หรือเบอร์กลาง ก็จะต้องมีการกดหมายเลขเพื่อเข้าสู่แผนกต่างๆตามที่ต้องการ หากมีผู้รับสายก็จะสามารถทำการสนทนากันได้ แต่ถ้าหากไม่มีผู้รับสายก็จะทำการโอนสายไปยังอีกหมายเลขหนึ่ง



รูปที่ 3.8 แผนผังการทำงานของ Web page ระบบตอบรับอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

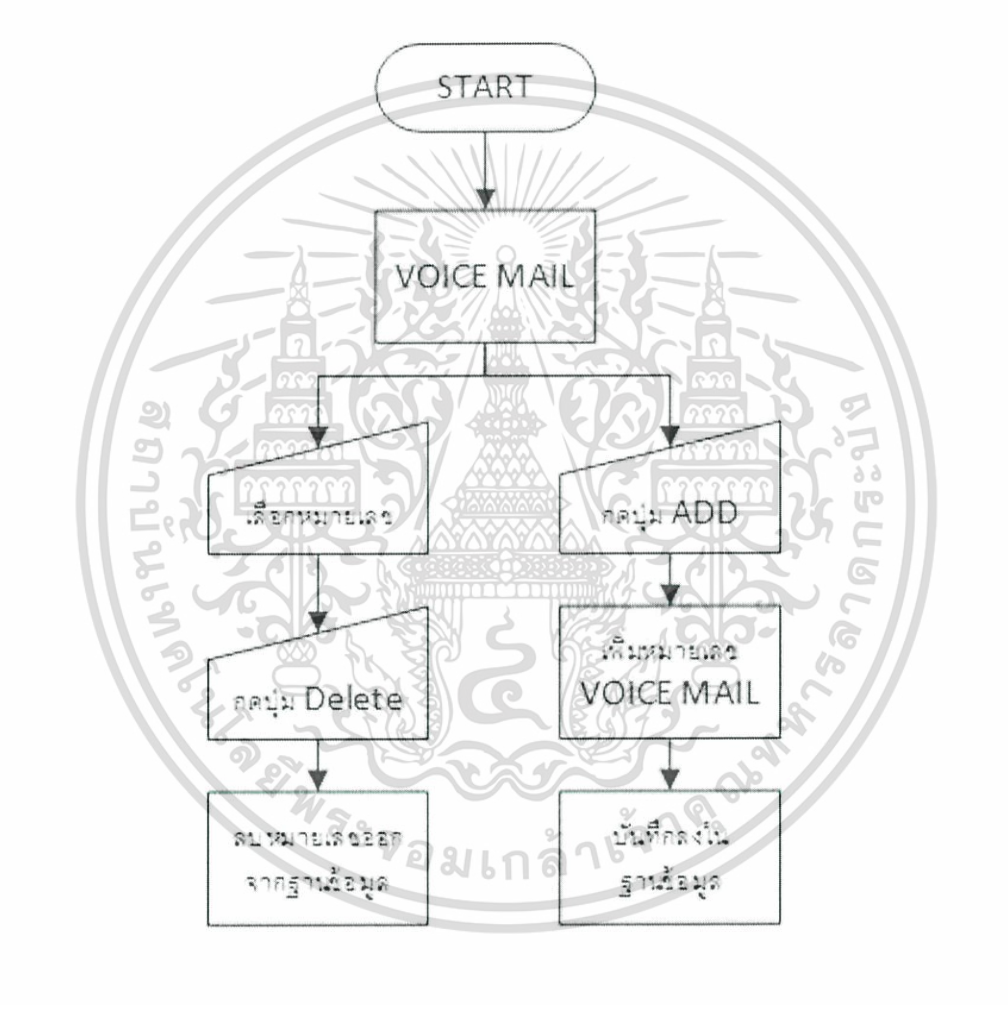
3.1.4.4 แผนผังการทำงานของ Web page ระบบ Conference ในส่วนนี้เมื่อทำการกดเข้าไปที่ conference หากต้องการที่จะเพิ่มหมายเลขห้อง ก็จะต้องทำการกดปุ่ม ADD , ถ้าหากมีการสร้างห้องไว้อยู่แล้ว ก็จะสามารถกดปุ่ม Edit เพื่อทำการแก้ไขหมายเลขห้องและเบอร์ภายในห้องได้, ถ้าหากต้องการลบห้องประชุมที่มีการสร้างไว้ ก็สามารถกดปุ่ม Delete ก็จะทำการลบห้องออกจากฐานข้อมูล และถ้ากด manage ก็จะเป็นการจัดการหมายเลขโทรศัพท์ภายในห้อง โดยถ้าหากต้องการลบหมายเลขภายใน (กดปุ่ม delete) และถ้าหากต้องการเพิ่มหมายเลขภายใน (กดปุ่ม insert) สามารถแสดงได้ดังแผนผังการทำงานนี้



รูปที่ 3.9 แผนผังการทำงานของ Web page ระบบ Conference

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4.5 แผนผังการทำงานของ Web page ระบบฝากข้อความเสียง ในส่วนของระบบฝากข้อความเสียง เมื่อกดเข้าไปที่ Voice Mail หากต้องการให้หมายเลขที่มีอยู่ในส่วนของ Voice Mail นั้นไม่สามารถฝากข้อความเสียงได้ ต้องทำการลบหมายเลขที่ต้องการ โดยกดปุ่ม delete เพื่อทำการลบหมายเลขดังกล่าว และถ้าหากต้องการเพิ่มหมายเลขที่ต้องการให้มีการฝากข้อความเสียงเป็นเบอร์ใหม่ สามารถทำได้โดยการกดปุ่ม ADD สามารถแสดงได้ดังนี้



รูปที่ 3.10 แผนผังการทำงานของ Web page ระบบฝากข้อความเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4.6 แผนผังการทำงานของ Web page ของ History ในส่วนของประวัติการโทรของผู้ใช้งาน จะมีในส่วนของระบบโทรศัพท์ภายใน สำหรับดูสถิติการใช้งาน และระบบโทรศัพท์ภายนอกสำหรับดูสถิติการใช้งาน

รูปที่ 3.11 แผนผังการทำงานของ History

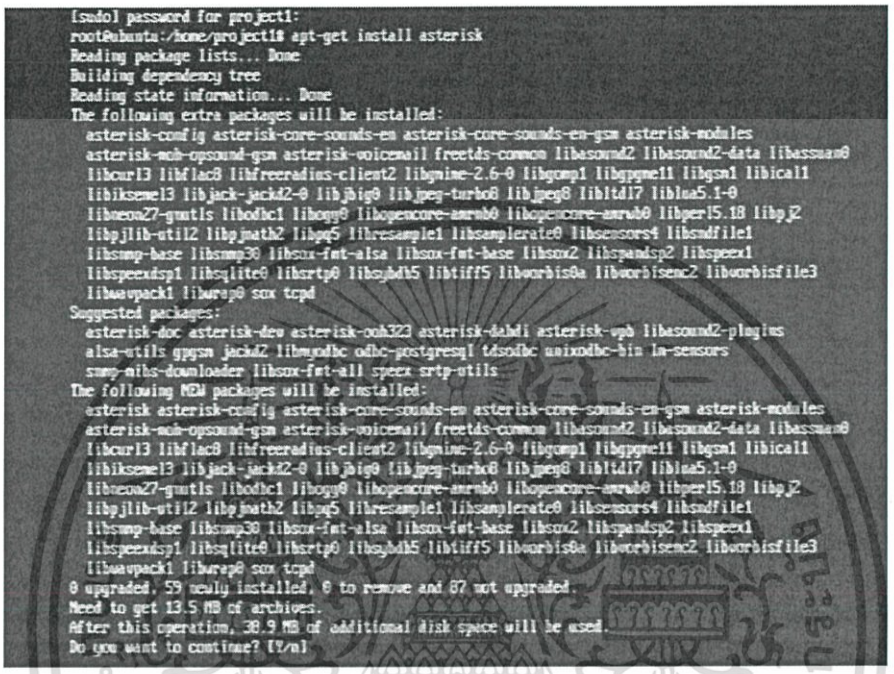
3.2 การติดตั้งระบบโทรศัพท์ Asterisk

ในโครงงานนี้จะเป็นการนำ Raspberry Pi มาเป็นตัวประมวลผล ซึ่งทำหน้าที่เป็น Server ของระบบ โดยจะใช้ Asterisk ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ระบบโทรศัพท์แบบ IP-PBX ที่สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ Linux ดังนั้นในการติดตั้งระบบโทรศัพท์ Asterisk จำเป็นจะต้องทำการลง Asterisk โดยทำการดาวน์โหลดโปรแกรมจาก Internet และพิมพ์คำสั่งเพื่อติดตั้งดังนี้

```
sudo apt-get install asterisk
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจะรายงานจำนวนโปรแกรมทั้งหมดที่ต้องการติดตั้ง หากต้องการที่จะทำการติดตั้งต่อไปให้กดปุ่ม Y เพื่อทำการติดตั้ง Asterisk จากนั้นจะเริ่มดาวน์โหลดโปรแกรมต่างๆ ที่มีความจำเป็นต่อการใช้งานของ Asterisk ดังแสดงในรูปที่ 3.12



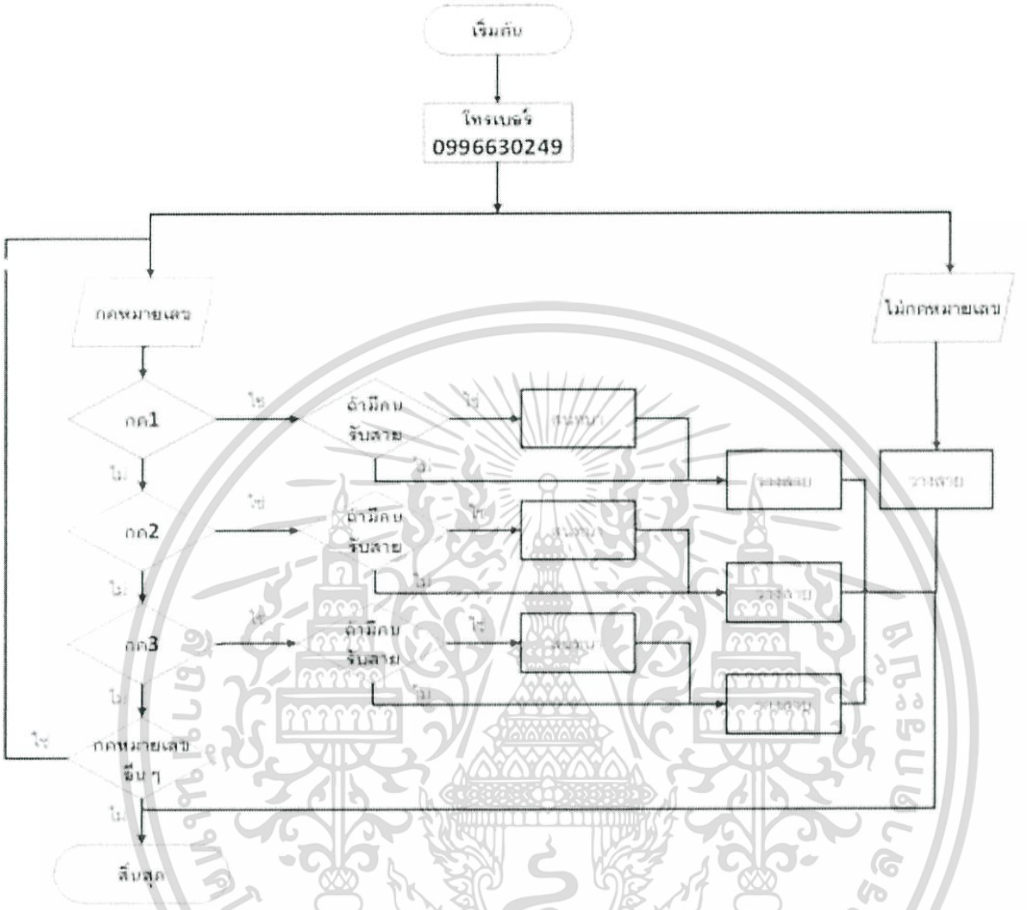
รูปที่ 3.12 ระบบดาวน์โหลดโปรแกรมที่จำเป็นต่อการติดตั้ง Asterisk

3.3 การสร้างระบบโทรศัพท์ตอบรับอัตโนมัติ

การสร้างระบบโทรศัพท์ตอบรับอัตโนมัติ หรือที่เรียกว่า IVR (Interactive Voice Response) เป็นการสร้างหมายเลขโทรศัพท์เพื่อให้ผู้ที่ต้องการจะติดต่อกับองค์กร สามารถติดต่อภายในได้อย่างสะดวก ผ่านระบบตอบรับอัตโนมัติ โดยมีการแยกหมายเลขการติดต่อสำหรับแผนกที่ต้องการเป็นหมายเลขต่างๆ ซึ่งภายในระบบโทรศัพท์ตอบรับอัตโนมัติ ก็จะมีฟังก์ชั่นต่างๆ อาทิเช่น การโอนสาย, ระบบฝากข้อความเสียง เป็นต้น

รูปแบบการสร้างระบบโทรศัพท์ตอบรับอัตโนมัติหลักๆแล้วจะถือเป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างระบบโทรศัพท์ภายในกับ ระบบโทรศัพท์สาธารณะ โดยจะมีการติดต่อกันผ่าน Aircard ที่ใส่ Sim Card เบอร์โทรศัพท์ 0996630249

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.13 แผนผังการทำงานของระบบตอบรับอัตโนมัติ (IVR)

3.4 การสร้างระบบประชุมทางโทรศัพท์

การสร้างห้องประชุมออนไลน์ทางโทรศัพท์ เพื่อให้สามารถโทรสื่อสารกัน โดยมีห้องประชุมเพื่อให้เกิดการประชุมทางโทรศัพท์ที่ห้องประชุมที่ได้สร้างขึ้น ในที่นี้ได้ใช้ Application ที่มีชื่อว่า “confbrige” นำมาติดตั้งในบอร์ด Raspberry Pi บนระบบโทรศัพท์ Asterisk จากนั้นทำการเขียน Dial Plan ในส่วนของการสร้างห้องประชุมและกำหนด PIN รหัสในการเข้าไปทำการประชุมทางโทรศัพท์ โดยไปกำหนดเขียนค่าต่างๆในไฟล์ confbrige.conf ตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การสร้างระบบฝากข้อความเสียง (Voice mail)

การสร้างระบบฝากข้อความเสียง จะอนุญาตให้ผู้ที่เรียกสายเข้ามาสามารถที่จะฝากข้อความเสียงถึงหมายเลขโทรศัพท์นั้น ได้โดยจะมีระบบตอบรับอัตโนมัติให้ผู้เรียกสามารถพูดข้อความเสียงที่ต้องการฝาก และผู้ที่เป็นเจ้าของหมายเลขโทรศัพท์ดังกล่าว สามารถที่จะมาเปิดฟังข้อความเสียงที่มีผู้ฝากมาถึงโดยการเปิดฟังผ่านทาง Voice Mail ของระบบโทรศัพท์ Asterisk ได้ การเขียน Dial Plan ในส่วนของการสร้างระบบโทรศัพท์ตอบรับอัตโนมัติ ก็ยังคงต้องเขียนลงภายในไฟล์ extensions.conf เช่นกัน

Voice Mail เป็นระบบฝากข้อความเสียง เมื่อมีผู้เรียกสายมายังหมายเลข แต่ไม่สามารถรับสายนั้นได้ ระบบจะทำการบันทึกเสียงให้กับหมายเลขโทรศัพท์นั้น ในกรณีที่สายไม่ว่าง (Busy) หรือหมายเลขโทรศัพท์ไม่พร้อมจะใช้งาน (unavailable) การใช้งานระบบ Voice Mail นี้เหมาะสำหรับเครื่องโทรศัพท์ที่เป็นแบบ IP Phone หรือ Software Phone เพราะจะมีการแจ้งเตือนเมื่อมีผู้ฝากข้อความมายังหมายเลข แสดงให้เห็นที่หน้าจอของโทรศัพท์ หรือบนตัวโปรแกรม Software Phone นั้นๆ แต่ก็สามารถใช้งานระบบ Voice Mail ผ่านตัวเครื่องโทรศัพท์แบบธรรมดาหรืออนาล็อกได้เช่นกันเมื่อมีการติดตั้งระบบโทรศัพท์ Asterisk แล้วก็จะต้องมีการกำหนดว่าผู้ใช้งานคนใด ใช้ Voice mailbox ใด และใช้รหัสผ่านใด เพื่อเข้าตรวจสอบข้อความเสียง ซึ่งกระบวนการกำหนดสามารถทำได้ดังนี้

3.5.1สร้าง Voice mailbox ภายในไฟล์ voicemail.conf

รูปแบบ : mailbox => password, Full name, e-mail

ดังนี้ 1000 => 1234Parunee Ngamsawangjit, muumaprang.35@gmail.com

1001 => 4321, Poonyaporn Siripanichpong, Piimpiimz.0804@gmail.com

1002 => 2134, Piyapat Kanchanawaha, littlepiyapat@gmail.com

3.5.2 เขียน Dial plan ในไฟล์ extensions.conf เพื่อให้ Voice Mail ทำงาน

```
[default]
    exten => 1000,1,Dial(SIP/1000)
    exten => 1000,2,VoiceMail(1000@default)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

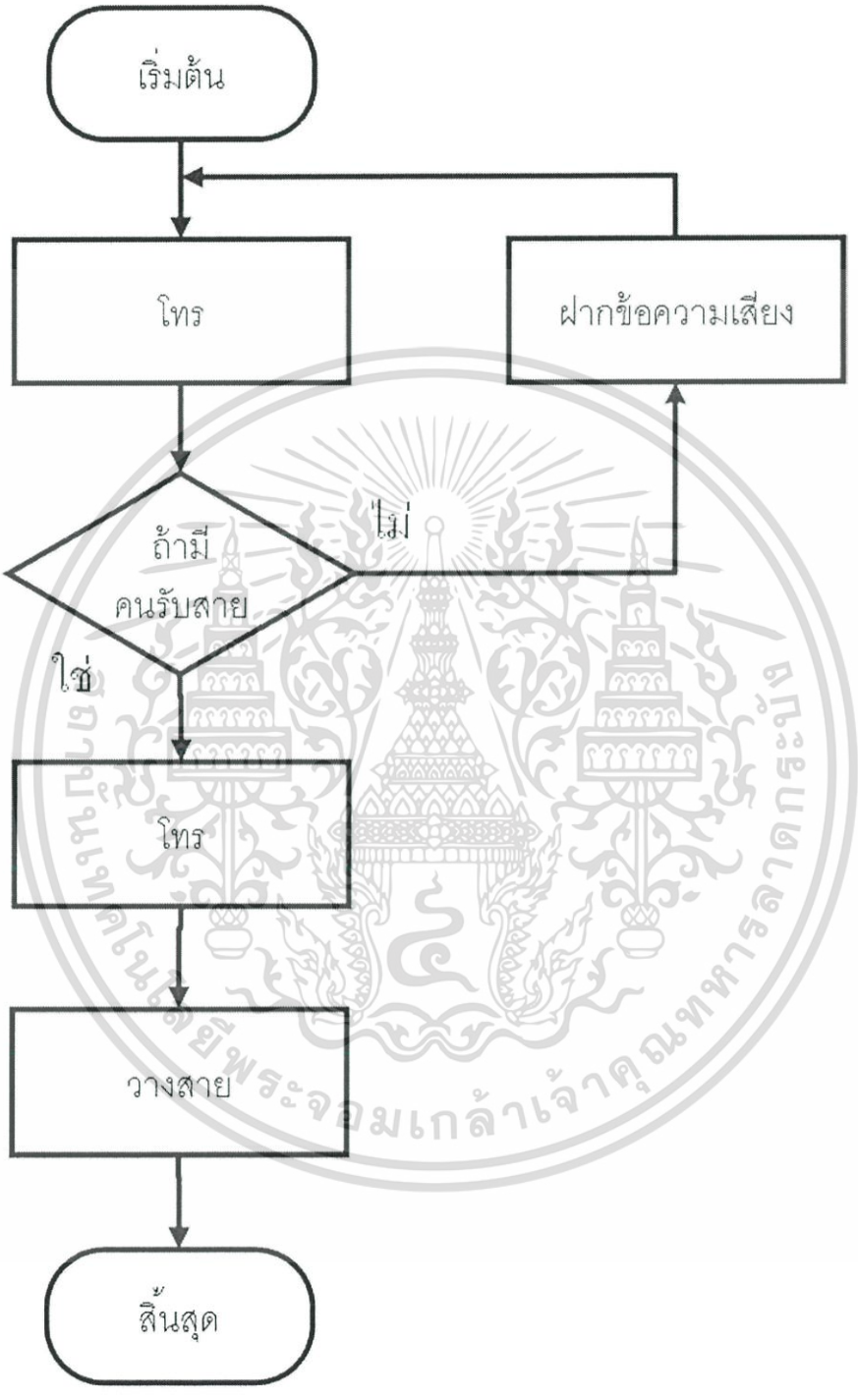
```
exten => 1001,1,Dial(SIP/1001)

exten => 1001,2,VoiceMail(1001@default)

exten => 1002,1,Dial(SIP/1002)

exten => 1002,2,VoiceMail(1002@default)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แผนผังการทำงานของระบบฝากข้อความเสียง (Voice Mail)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ Asterisk กับโครงข่าย PSTN

การเชื่อมต่อโทรศัพท์ภายในไปยังโครงข่ายสาธารณะ (PSTN) จำเป็นต้องใช้ตัวอุปกรณ์ Aircard หรือ Dongle สำหรับเป็นตัวกลางในการโทรติดต่อไปยังโครงข่ายภายนอกโดยจำเป็นที่จะต้องทำการดาวน์โหลด chan_dongle (Channel Dongle) เพื่อสำหรับรองรับการใช้งานของ dongle ด้วย โดยจะมีการออกแบบเป็นดังนี้

1) เมื่อระบบโทรศัพท์โครงข่ายสาธารณะต้องการเข้ามาติดต่อกับโครงข่ายโทรศัพท์ภายในก็จะสามารถทำการติดต่อเข้ามาผ่านเบอร์โทรศัพท์สาธารณะที่เป็นเบอร์กลางสำหรับติดต่อไปยังโทรศัพท์ภายในอีกทีหนึ่ง ดำเนินการในรูปแบบของระบบโทรศัพท์ตอบรับอัตโนมัติ
2) เมื่อระบบโทรศัพท์โครงข่ายภายในต้องการที่จะติดต่อไปยังโครงข่ายสาธารณะ ก็จะสามารถทำได้ โดยการติดต่อผ่านเบอร์โทรศัพท์สาธารณะที่เป็นเบอร์กลางสำหรับติดต่อไปยังระบบโทรศัพท์สาธารณะอีกทีหนึ่ง

รูปที่ 3.15 Aircard Huawei รุ่น E153

คุณสมบัติของ Aircard Huawei รุ่น E153

- รองรับความเร็วสูงสุด ในระบบ 3G(HSDPA) 3.6 Mbps
- รองรับ EDGE/GPRS 850/900/1800/1900MHz (DTAC, AIS, TRUE)
- รองรับ 3G/UMTS 850/2100MHz (TRUE, DTAC, TOT)
- ใช้งานง่ายผ่าน USB Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีโปรแกรมและDriverในตัวเครื่อง(ไม่ต้องใช้ CD)
- ใส่ Micro SD Card เพิ่มได้สูงสุด 8 GB
- สามารถส่ง SMS ผ่านโปรแกรมได้
- สามารถใช้งานรูปแบบ Voice ได้

การที่จะใช้ Aircard หรือ Dongle เป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างระบบโทรศัพท์โครงข่ายสาธารณะกับระบบโทรศัพท์โครงข่ายภายในจะต้องมีการใช้งาน 2 ไฟล์ ซึ่งก็คือ chan_dongle.so และ dongle.conf เพื่อรองรับการใช้งานdongle ได้ และจะต้องมีการกำหนดค่าภายในไฟล์ extensions.conf ภายในไฟล์นี้จะต้องมีการกำหนดว่า หากมีการเรียกไปยังหมายเลขภายนอก ให้ทำการโทรออกผ่านตัว dongle ที่ได้ทำการติดตั้งไว้ และเมื่อมีการโทรเข้าจากหมายเลขภายนอกเข้ามายังระบบโครงข่ายภายใน ก็จะต้องติดต่อมายังหมายเลขโทรศัพท์ ของตัว dongle ด้วยในส่วนของการกำหนดค่าภายในไฟล์ extensions.conf ดังนี้

```
exten => _0XXXXXXXXX,1,Dial(Dongle/dongle0/${EXTEN})
```

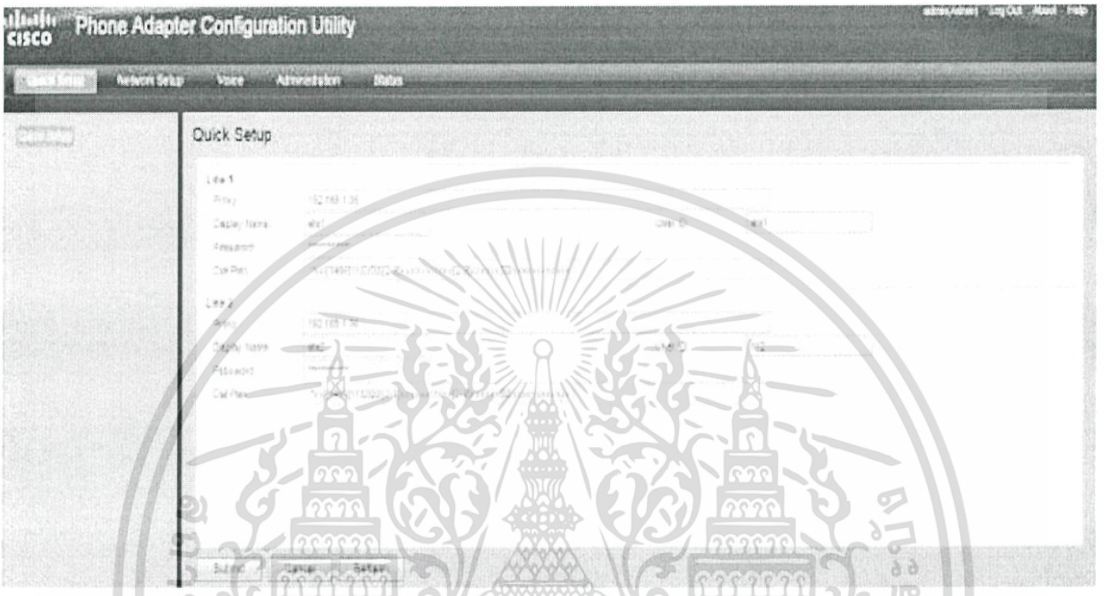
เป็นการกำหนดว่าเมื่อหมายเลขภายในมี การเรียกไปยังหมายเลขโทรศัพท์ภายนอก ให้ใช้ตัว dongle ในการติดต่อสื่อสาร อีกทั้งจะต้องมีการใช้ Extensions สำหรับให้ระบบทำการรับสายโทรศัพท์สาธารณะที่มีผู้เรียกสายเข้ามาผ่านทาง Dongle และก็จะมีระบบตอบรับอัตโนมัติ (IVR) เพื่อที่จะสามารถติดต่อไปยังหมายเลขโทรศัพท์ ภายในได้อีกทีหนึ่ง

3.7 การติดตั้งโทรศัพท์ Analog สำหรับติดต่อกันระหว่างโครงข่ายโทรศัพท์ภายใน

ในส่วนของการออกแบบได้ทำการใช้ ATA (Analog Telephone Adapter) เป็นตัวช่วยในการติดต่อสื่อสาร โดยจะมี Analog Phone สามารถต่อได้ 2 ตัว ส่วนของการติดตั้งโทรศัพท์ Analog จะต้องมีการใช้ตัวกลางในการใช้ติดต่อสื่อสารซึ่งก็คือ ATA เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณโทรศัพท์อนาล็อก (Analog) ให้เป็น VoIP (SIP) มาพร้อมด้วย 2 พอร์ท FXS แบบ RJ-11 และ 1 พอร์ท 10/100 RJ-45 สำหรับเชื่อมต่อระบบเครือข่าย สามารถใช้งานโทรศัพท์ SIP VoIP ได้พร้อมกัน 2 คู่สาย (รองรับมาตรฐาน G.729a ได้ครั้งละ 1 คู่สาย) เหมาะสำหรับการใช้งาน โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างประเทศแบบประหยัด หรือโทรศัพท์ฟรีระหว่างสาขาผ่าน Internet โดยสามารถที่จะเข้าไป Config ATA โดยการกรอกรายละเอียดต่างๆดังนี้



รูปที่ 3.16 หน้าเว็บสำหรับการ config ATA

จากรูปที่ 3.15

Line 1 และ Line 2 คือ ตัวโทรศัพท์อนาล็อกเครื่องที่หนึ่งและสอง

Proxy ใส่ Domain name หรือ URL ของ Server

Display Name ใส่ชื่อที่ต้องการใช้ในการระบุในบัญชี และชื่อนี้มักจะถูกนำมาใช้เป็นชื่อ Caller ID

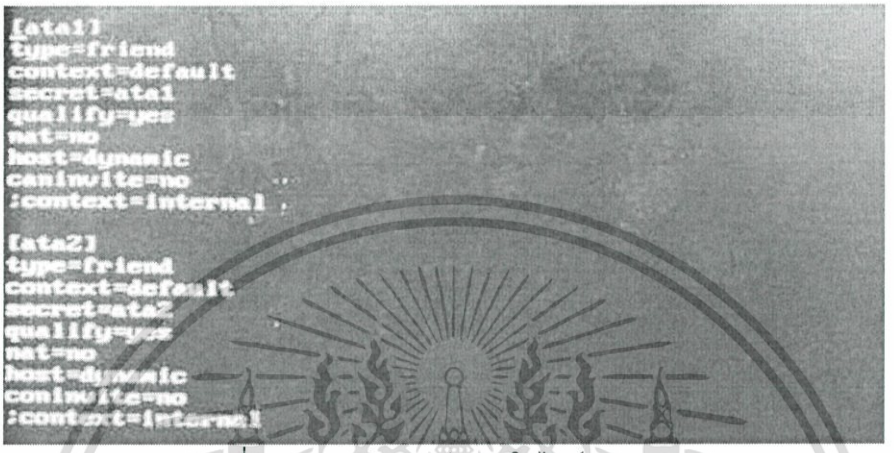
User ID ใส่ ID ผู้ใช้ที่จะต้องเข้าสู่บัญชี

Password ป้อนรหัสผ่านที่ต้องการเพื่อเข้าสู่ระบบ Internet ในบัญชี จากนั้นกด Submit

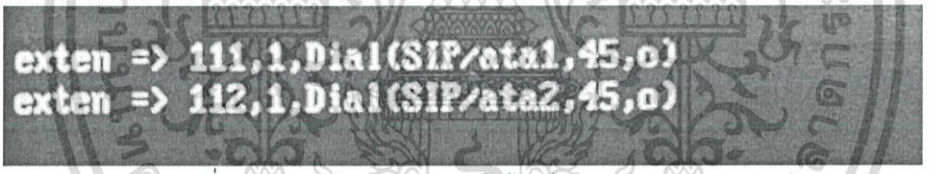
นอกจากนี้ยังต้องมีการกำหนดการตั้งค่าต่างๆภายในไฟล์ของ Asterisk ทั้งหมด 2 ไฟล์ คือ ในส่วนของ sip.conf ให้ทำการสร้างหมายเลขโทรศัพท์ สำหรับ Line1 และ Line2 ที่ออกมาจากพอร์ทของ ATA โดยให้ Line1 มี User ID ชื่อ ata1 และ Line2 มี User ID ชื่อ ata2 และในส่วนของ extensions.conf ให้ทำการเขียนแผนโทรศัพท์ (Dial plan) โดยเมื่อมีการกดโทรมายังหมายเลข 111 ให้ทำการเรียกสายมายัง User ID ที่ชื่อว่า ata1 และเมื่อมีการกดโทรมายังหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

112 ให้ทำการเรียกสายมายัง User ID ที่ชื่อว่า ata2 สามารถแสดงการกำหนดค่าภายในไฟล์ sip.conf และ extensions.conf ดังรูปด้านล่างดังนี้



รูปที่ 3.17 การกำหนดค่าภายในไฟล์ sip.conf



รูปที่ 3.18 การกำหนดค่าภายในไฟล์ extensions.conf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

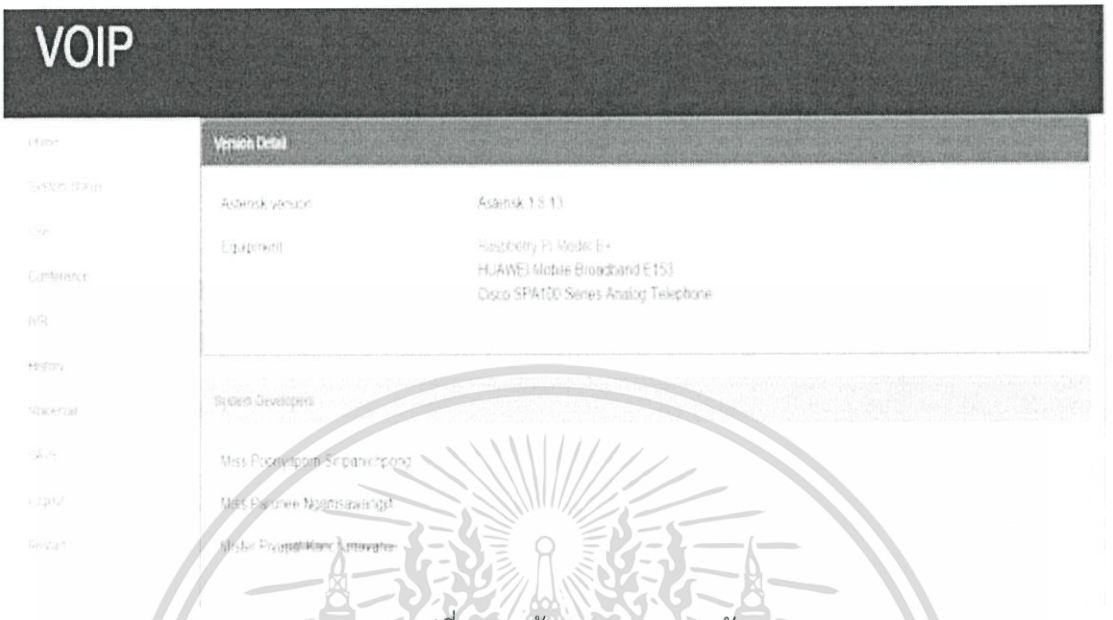
4.1 Web Application

ทำการเข้า Web browser เพื่อเข้าใช้งาน Web Application โดยเข้าไป ที่ http://192.168.1.36/login.php จะแสดงหน้าเข้าระบบดังรูปที่ 4.1 โดยจะต้องกรอก Username และ Password เพื่อป้องกันรักษาความปลอดภัยของระบบ ให้สามารถใช้ได้เฉพาะผู้ดูแลระบบเท่านั้น ถ้ากรอก Username และ Password ได้ถูกต้องก็จะสามารถเข้าไปยังหน้าถัดไปได้ ในกรณีที่ใส่ Username และ Password ไม่ตรงกับค่าที่กำหนดไว้ก็จะไม่สามารถไปหน้าต่อไปได้ โดยจะกลับมาหน้าล็อกอินเข้าสู่หน้าหลักอีกครั้ง

รูปที่ 4.1 หน้าล็อกอินเข้าสู่หน้าหลัก

เมื่อทำการกรอก Username และ Password ถูกต้องแล้ว จะเข้าสู่หน้าหลักของ Web Application โดยที่หน้าหลักแถบด้านขวาจะมีเมนูในการตั้งค่าต่างๆและสถานะของระบบที่ใช้งานอยู่บอกรายละเอียดเช่น รุ่นของ Asterisk อุปกรณ์ที่ใช้ แสดงอยู่ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



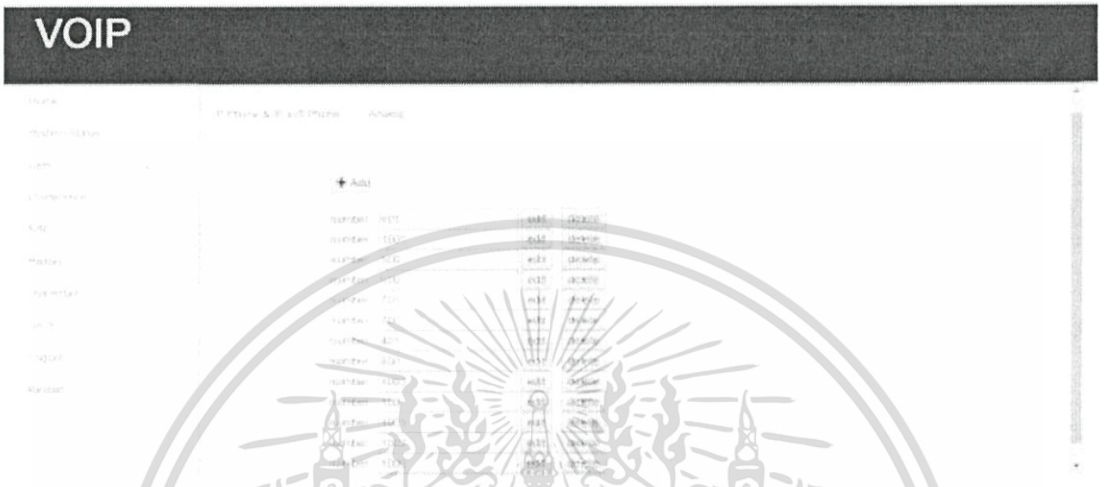
รูปที่ 4.2 หน้า Web page หลัก

เมื่อเลือกแถบเมนู System Status ก็จะแสดงหมายเลขทั้งหมดที่อยู่ในระบบ และก็จะมีการแสดงสถานะบ่งบอกว่ามีการออนไลน์หรือออฟไลน์อยู่ ดังแสดงในรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 หน้า Web page ของเมนู System Status

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกเมนู User ที่แสดงอยู่แถบด้านซ้าย จะเป็นการตั้งค่าในส่วนของการเพิ่มหมายเลขและการแก้ไขหมายเลข รวมไปถึงการลบหมายเลข แสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 หน้า Web page เพิ่มหมายเลขผู้ใช้งานในส่วนของ IP Phone & IP Soft Phone

ในส่วนถัดไปคือ การเพิ่มหมายเลขผู้ใช้งานและแก้ไขหมายเลขในส่วนของโทรศัพท์ประเภท Analog Phone ดังแสดงในรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 หน้า Web page เพิ่มหมายเลขผู้ใช้งานในส่วนของ Analog Phone

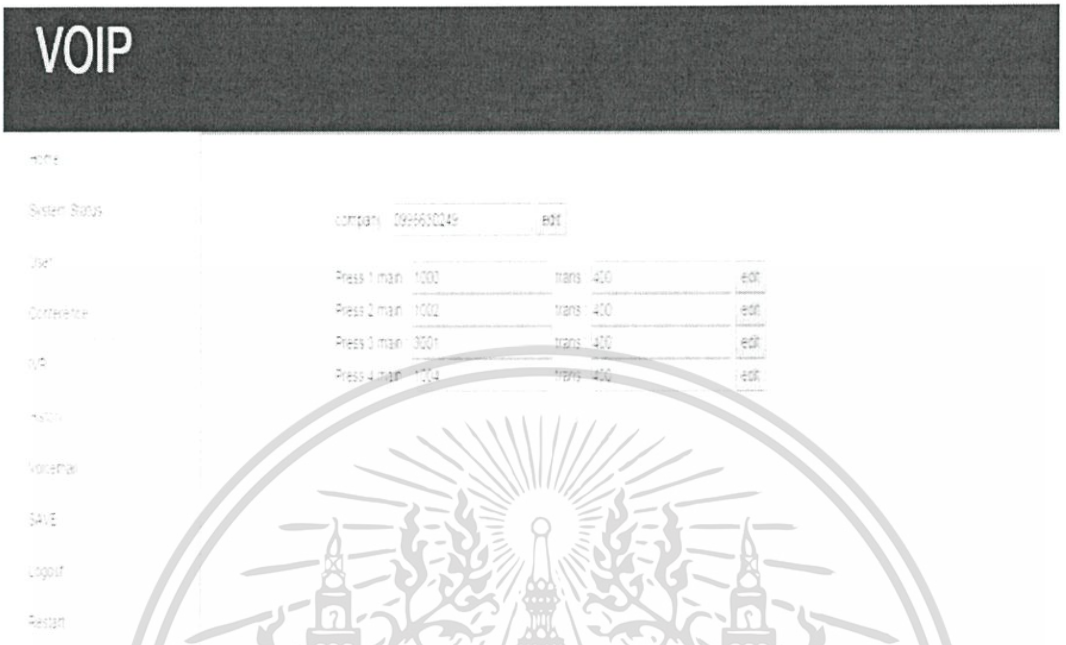
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนต่อมาเมื่อเลือกเมนู Conference จะเป็นการตั้งค่าในส่วนของการสร้างห้องประชุมสาย เมื่อกดปุ่ม Add จะมีการสร้างหมายเลขของห้องประชุม และรหัสของห้องประชุมนั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 หน้า Web page ของแถบเมนู Conference ในการสร้างห้องประชุมสาย

ในส่วนต่อมาเมื่อเลือกเมนู IVR จะเป็นการตั้งค่าเพื่อที่จะทำระบบประชุมสายอัตโนมัติ อาทิเช่น โทรสายเข้ามาหมายเลขหลักแล้วจะได้ยินเสียงตอบรับอัตโนมัติ เพื่อที่จะกด 1 เพื่อต่อสายไปที่หมายเลข 1000 ในกรณีที่ไม่มีคนรับสายก็จะถูกโอนสายต่อไปที่หมายเลข 400 เป็นต้น มีหน้า Web ของการตั้งค่าดังรูปที่ 4.7

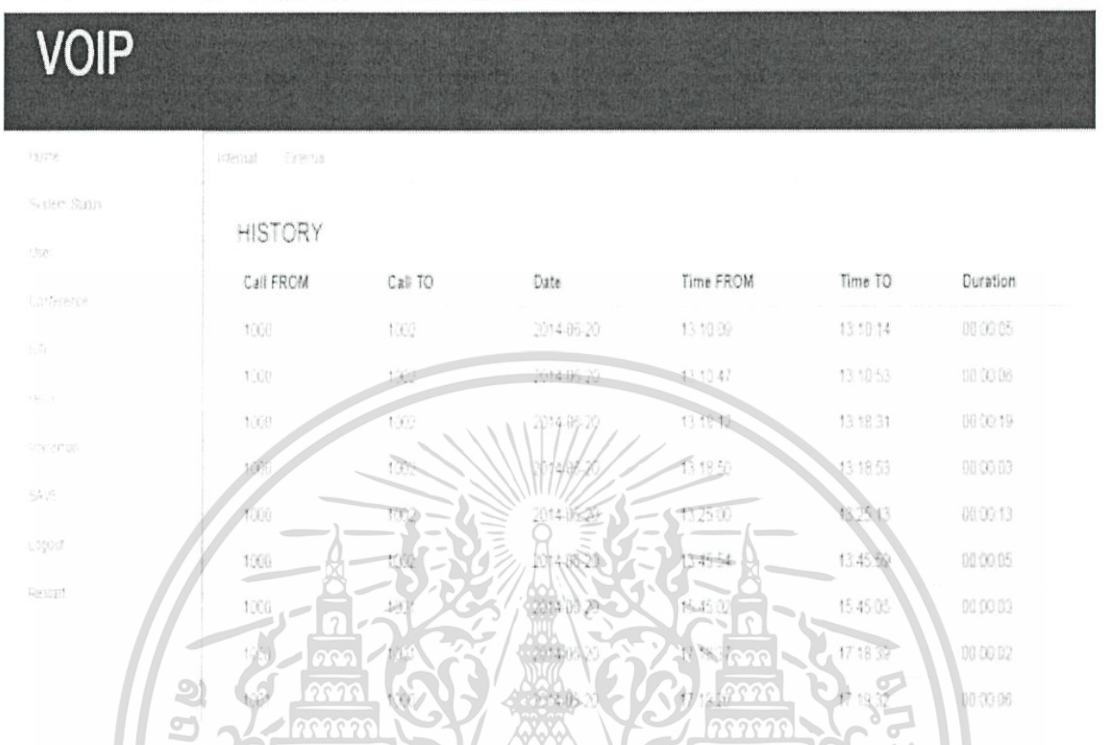
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 หน้า Web page ของระบบ IVR

เมื่อเลือกเมนู History จะเป็นหน้าของการแสดงข้อมูลประวัติการโทรในแต่ละครั้ง โดยจะแบ่งเป็นสองส่วนหลักๆคือ การโทรภายใน (Internal) และการโทรภายนอก (External) โดยในส่วนข้อมูลที่นำมาแสดงก็จะเป็น หมายเลขใดโทรถึงหมายเลขใด เวลาในการโทร และวันที่ทำการโทร ดังแสดงในภาพที่ 4.8

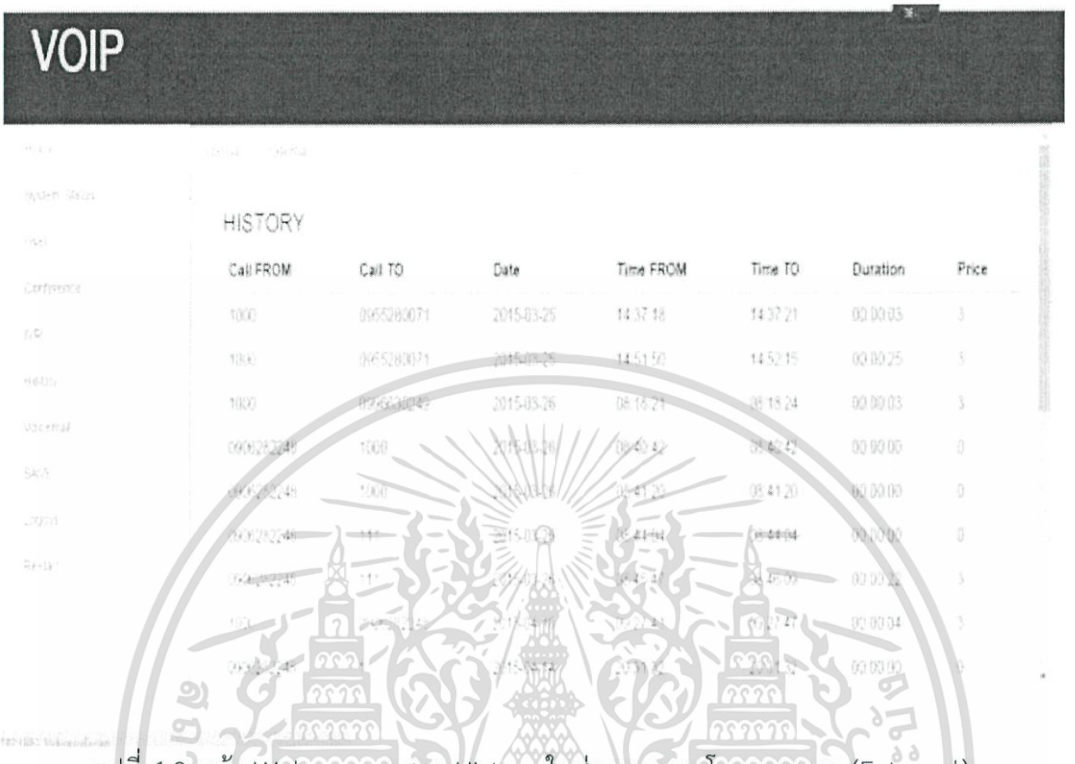
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 หน้า Web page แสดง History ในส่วนของการโทรภายใน (Internal)

ในส่วนของ History ของการโทรภายนอกจะแสดงข้อมูลเหมือนกับการโทรภายในคือ หมายเลขใดโทรถึงหมายเลขใด เวลาในการโทร และวันที่ทำการโทร แต่ที่จะมีเพิ่มเข้ามาคือ ค่าใช้จ่ายในการโทร ดังแสดงในภาพที่ 4.9

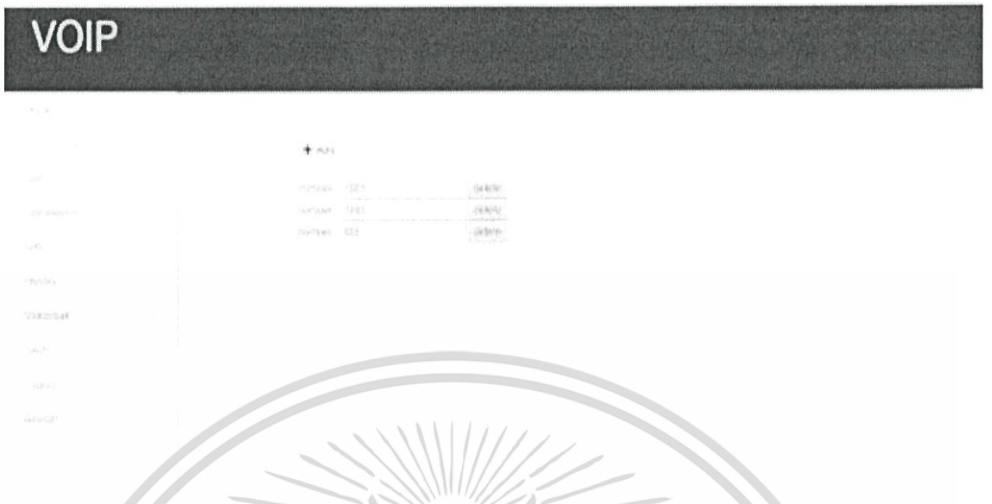
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 หน้า Web page แสดง History ในส่วนของการโทรภายนอก (External)

ในส่วนของ Voice Mail เมื่อเลือกเมนู Voicemail จะเป็นการตั้งค่าในส่วนของการสร้างหมายเลข และลบหมายเลขที่ต้องการให้สามารถใช้ฟังก์ชันฝากข้อความเสียงได้ ดังแสดงในภาพที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



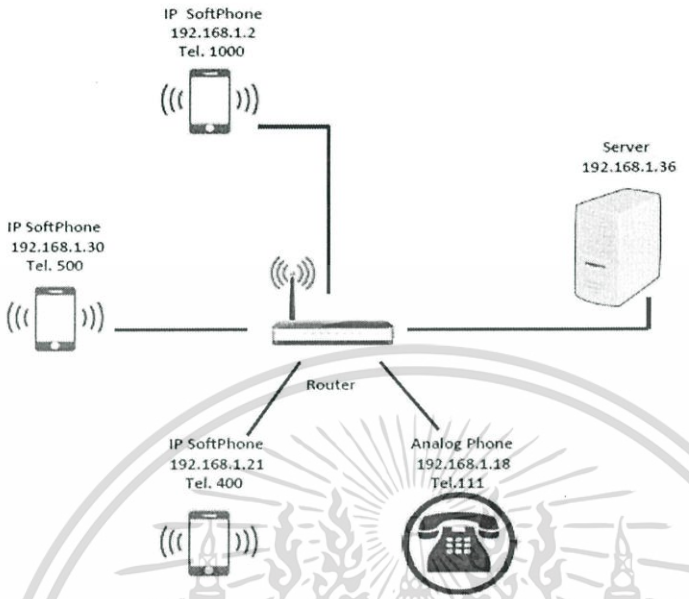
รูปที่ 4.10 หน้า Web page แสดงส่วนของ Voice Mail

เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงระบบต่างๆเรียบร้อยแล้ว ทำการกดปุ่ม Save ระบบจะทำการเปลี่ยนแปลงไฟล์คอนฟิกภายในระบบ เช่น extensions.conf, sip.conf, voicemail.conf, confbridge.conf และเมื่อเลือกเมนู Restart จะทำการอัพเดตภายในระบบเพื่อให้พร้อมใช้งาน

4.2 การดักจับแพ็กเกตด้วยโปรแกรม Wireshark

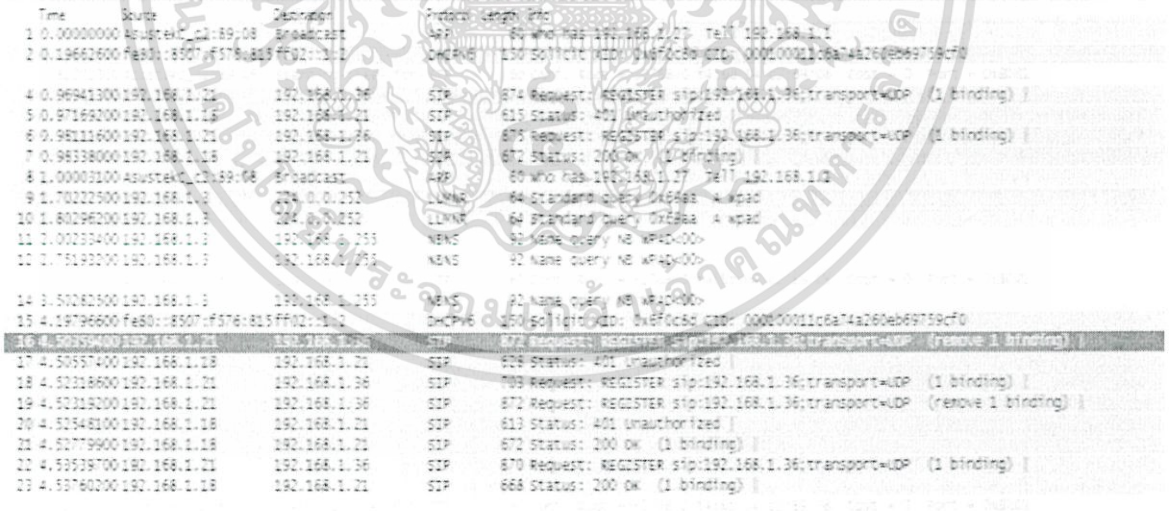
การทดลองในส่วนของโทรศัพท์ จะใช้โปรแกรม Wireshark ลงในบอร์ด Raspberry Pi ที่ทำหน้าที่เป็น Server เพื่อที่จะทำการดักจับแพ็กเกตที่วิ่งไปมาระหว่างการอินเทอร์เฟซของพอร์ต Ethernet ในส่วนของผลการทดลองจะใช้ IP Soft Phone ซึ่งก็คือโทรศัพท์มือถือ ที่ลงแอพพลิเคชั่น Zoiper จำนวน 3 เครื่อง และใช้ Analog Phone 1 เครื่อง ติดต่อกันผ่าน Router สำหรับโครงข่ายโทรศัพท์ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 Topology ที่ใช้ในการทดลอง

4.2.1 ผลการทดลองในส่วนของการลงทะเบียน SIP account บนแอพพลิเคชั่น Zoiper กับ SIP Server

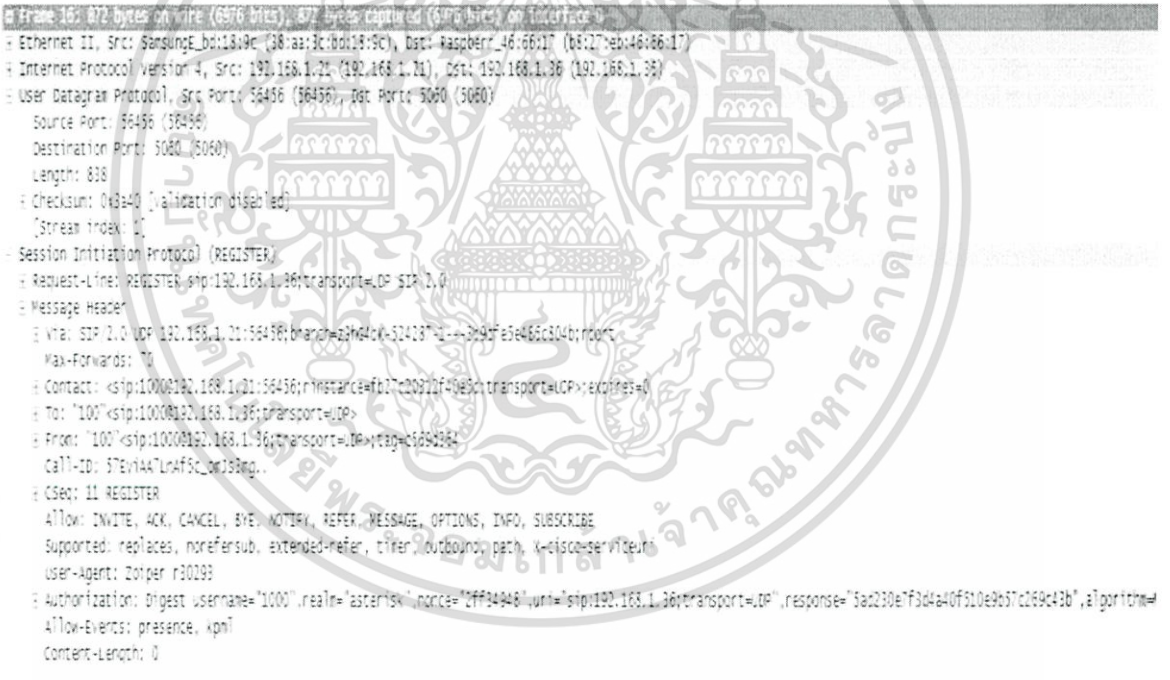


	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	AsustekC_c2:69:08	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.1
2	0.196626600	fe80::8507:f576:815f:ff02:1:1		DHCPv6	150	Solicit XID: 0x6f0c8a CID: 000100011c6a74a260eb69759cf0
4	0.969413000	192.168.1.21	192.168.1.36	SIP	874	Request: REGISTER sip:192.168.1.36;transport=UDP (1 binding)
5	0.971692000	192.168.1.36	192.168.1.21	SIP	613	Status: 401 Unauthorized
6	0.981116000	192.168.1.21	192.168.1.36	SIP	875	Request: REGISTER sip:192.168.1.36;transport=UDP (1 binding)
7	0.983380000	192.168.1.18	192.168.1.21	SIP	672	Status: 200 OK (1 binding)
8	1.000031000	AsustekC_c2:69:08	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.1
9	1.701222000	192.168.1.3	224.0.0.252	LLMNR	64	Standard query 0x6988 A wpad
10	1.801996200	192.168.1.3	224.0.0.252	LLMNR	64	Standard query 0x6988 A wpad
11	2.000334400	192.168.1.3	192.168.1.255	NBNS	92	Name query NB WPAD<00>
12	2.751932200	192.168.1.3	192.168.1.255	NBNS	92	Name query NB WPAD<00>
14	3.502682500	192.168.1.3	192.168.1.255	NBNS	92	Name query NB WPAD<00>
15	4.197796600	fe80::8507:f576:815f:ff02:1:1		DHCPv6	150	Solicit XID: 0x6f0c8a CID: 000100011c6a74a260eb69759cf0
16	4.503594000	192.168.1.36	192.168.1.255	SIP	874	Request: REGISTER sip:192.168.1.36;transport=UDP (remove 1 binding)
17	4.505574000	192.168.1.21	192.168.1.21	SIP	613	Status: 401 Unauthorized
18	4.512186000	192.168.1.21	192.168.1.36	SIP	709	Request: REGISTER sip:192.168.1.36;transport=UDP (1 binding)
19	4.512319200	192.168.1.21	192.168.1.36	SIP	872	Request: REGISTER sip:192.168.1.36;transport=UDP (remove 1 binding)
20	4.513481000	192.168.1.18	192.168.1.21	SIP	613	Status: 401 Unauthorized
21	4.517799000	192.168.1.18	192.168.1.21	SIP	672	Status: 200 OK (1 binding)
22	4.535397000	192.168.1.21	192.168.1.36	SIP	870	Request: REGISTER sip:192.168.1.36;transport=UDP (1 binding)
23	4.537602000	192.168.1.18	192.168.1.21	SIP	668	Status: 200 OK (1 binding)

รูปที่ 4.12 การดักจับแพ็กเกตขณะที่การลงทะเบียน SIP Account บน IP Soft Phone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.12 ในส่วนของการใช้โปรแกรม Wire Shark จะต้องทำการเลือกการอินเทอร์เฟซว่าจะเลือกดูที่ตัวไหน เพื่อที่จะดูการวิ่งของ SIP Server กับ IP Soft Phone ในส่วนของ IP Soft Phone ก็จะต้องทำการใส่ username, password ที่ใช้ในการลงทะเบียน SIP Account ให้สามารถเข้าสู่ SIP Server ได้ ซึ่งในที่นี้ใช้ SIP Server จะใช้ IP 192.168.1.36 โดย IP Soft Phone จะส่ง SIP Request Message ไปยัง SIP Server เพื่อเป็นการร้องขอการลงทะเบียน ในส่วนของการแสดงรายละเอียดสถานะว่าเป็น Status: 401 Unauthorized หมายถึง SIP Account นี้ยังไม่มีการยืนยันตัวตนให้ส่ง username และ password รวมถึงรายละเอียดต่างๆ เพื่อใช้ในการยืนยันตัวตน ถ้า username และ password รวมถึงรายละเอียดต่างๆถูกต้อง SIP Server ก็จะทำการส่ง SIP Response Message ว่า 200 OK เพื่อเป็นการบอก IP Soft Phone ว่า ทำการ Register ในส่วนของ SIP Account เรียบร้อยแล้ว



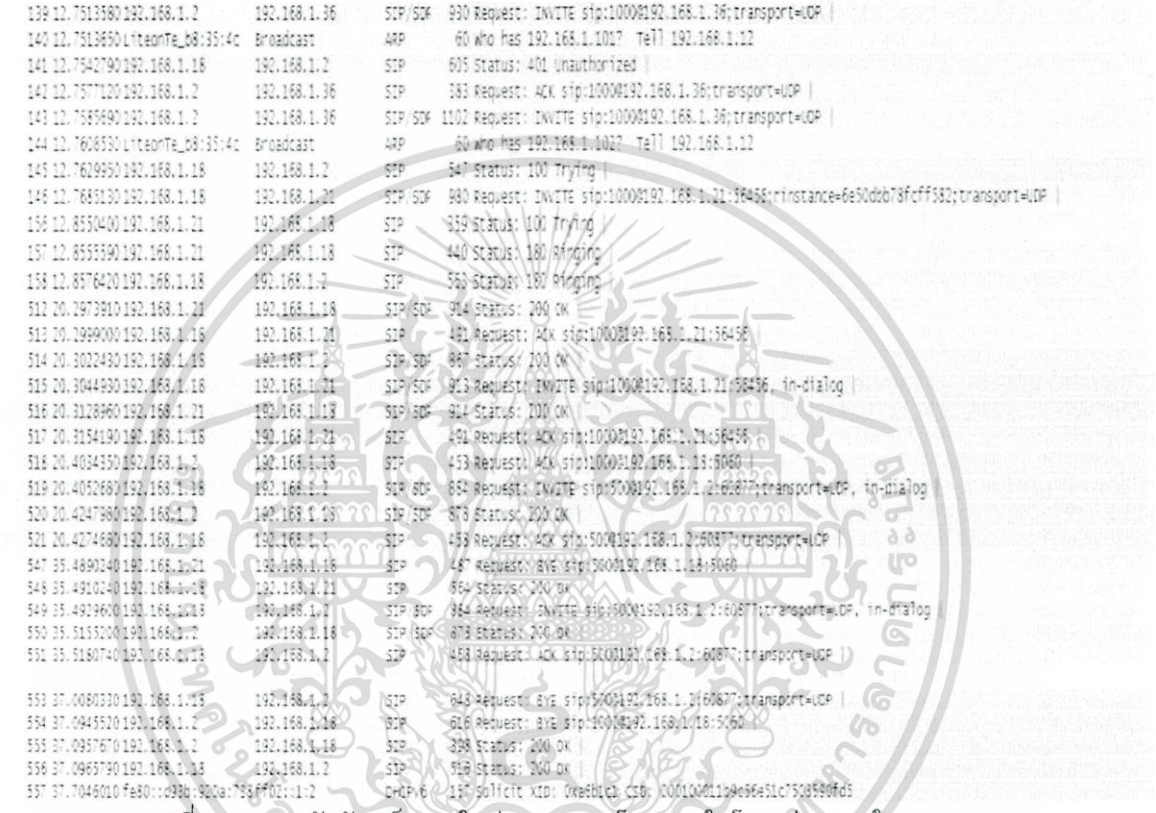
รูปที่ 4.13 รายละเอียดการส่ง SIP Request Message ไปยัง SIP Server

จากรูปที่ 4.13 ในส่วนของ port ต่างๆที่ใช้มีดังนี้คือ ต้นทางที่ใช้ซื่อก็คือ IP Soft Phone คือ port : 56456 จาก IP 192.168.1.21 และปลายทางซึ่งก็คือ SIP Server คือ port :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5060 จาก IP 192.168.1.36 เป็นการยื่นคำขอลงทะเบียน SIP Account หมายเลข 1000 ผ่านแอพพลิเคชั่น Zoiper ที่แสดงในส่วนของ User-Agent

4.2.2 ผลการทดลองในส่วนของการโทรติดต่อกันระหว่างโครงข่ายภายใน



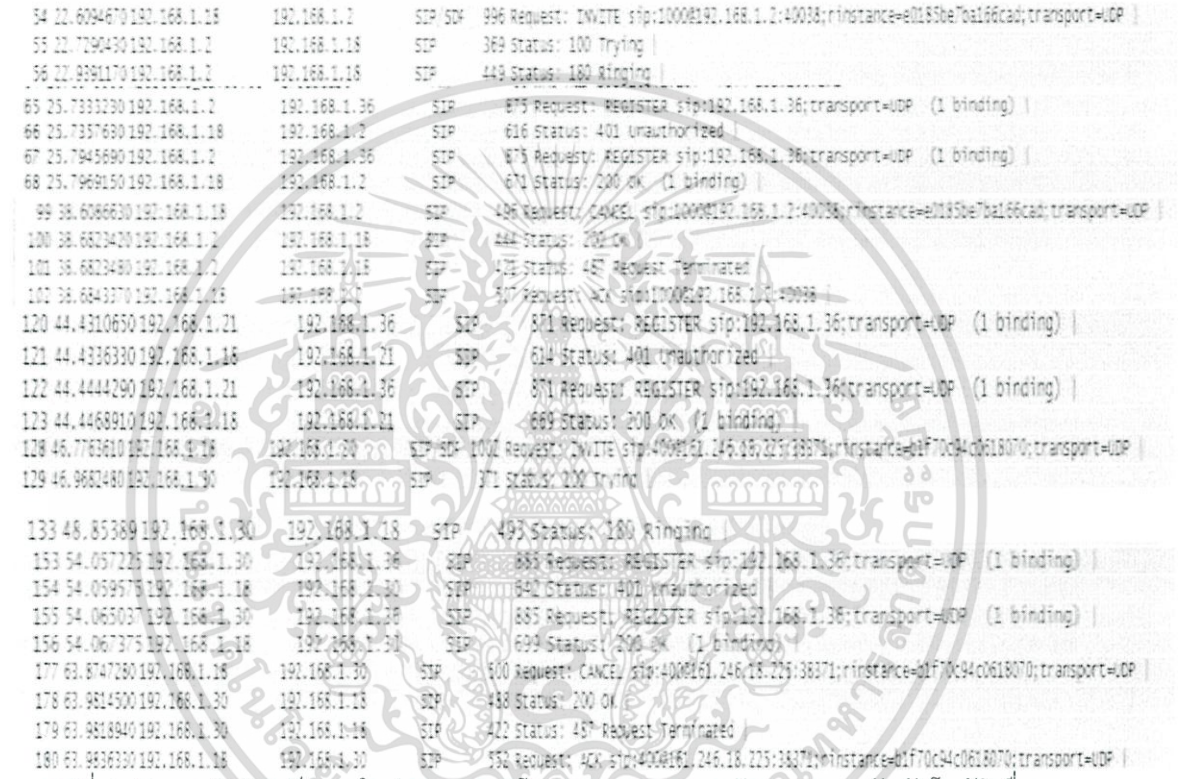
รูปที่ 4.14 การดักจับแพ็กเกตในส่วนของการโทรภายในโครงข่ายภายใน

ก่อนที่จะทำการโทรติดต่อกันภายใน ก็จะต้องมีการลงทะเบียน SIP Account ให้เรียบร้อย จึงสามารถโทรติดต่อกันได้ ซึ่งส่วนนี้ได้อธิบายไว้ดังรูปที่ 4.11 ส่วนของการโทรติดต่อกันภายในดังรูปที่ 4.14 ที่เพิ่มเข้ามานั้นจะเป็นการเรียก SIP Request Message จาก IP Soft Phone ไปยัง SIP Server ด้วย INVITE เป็นการขอเรียกเบอร์โทรศัพท์ดังกล่าว โดย Message ในส่วนนี้จะส่ง SDF ไปด้วย เพื่อระบุ port ที่ใช้ในการ transport ของโปรโตคอล RTP และระบุ Codec ที่สามารถใช้งานได้ จากนั้นก็จะมี SIP Response Message จาก SIP Server แสดงสถานะว่า 100 Trying กลับมาว่ากำลังดำเนินการเรียกเบอร์โทรศัพท์ และเมื่อสามารถเรียกไปยังเบอร์โทรศัพท์ได้แล้ว ก็จะมี SIP Response Message ตอบกลับมาแสดงสถานะว่า 180 Ringing และ จากนั้นเมื่อมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับสายก็จะสามารถติดต่อกันได้ผ่านโปรโตคอล RTP เมื่อเสร็จสิ้นการติดต่อ ก็จะมีการส่ง SIP Response Message บอกกัน แสดงสถานะ BYE แทนการวางสายหรือสิ้นสุดการติดต่อ

4.2.3 ผลการทดลองในส่วนของการใช้เลขหมายสาธารณะติดต่อมายังระบบตอบรับอัตโนมัติของโครงข่ายโทรศัพท์ภายใน



รูปที่ 4.15 การดักจับแพ็กเกตในส่วนของการโทรจากภายนอกมายังระบบตอบรับอัตโนมัติเพื่อติดต่อกับระบบโทรศัพท์โครงข่ายภายใน

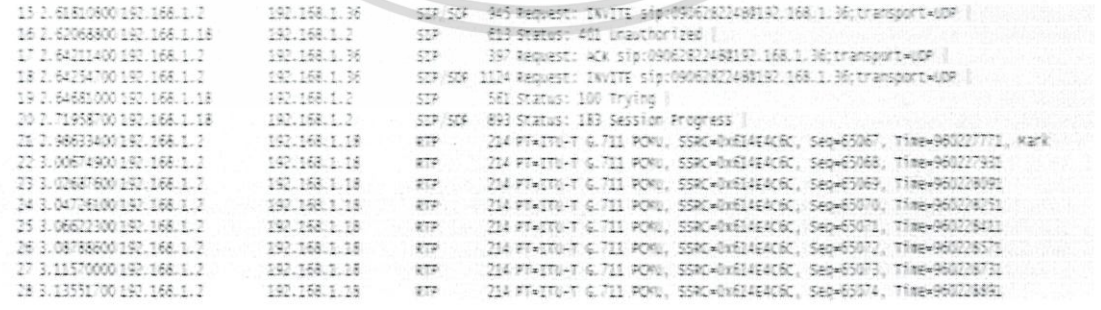
จากรูปที่ 4.15 ในส่วนนี้ได้ทำการใช้การโทรจากระบบโทรศัพท์สาธารณะ (PSTN) เข้ามายัง โครงข่ายภายใน ผ่านระบบตอบรับอัตโนมัติที่หมายเลข 0996630249 โดยระบบจะทำการเล่นระบบตอบรับอัตโนมัติ ในที่นี้ได้ทำการกดหมายเลข 1 เพื่อทำการติดต่อไปยังหมายเลข 1000 และถ้าหากไม่มีการรับสาย ก็จะทำการโอนสายไปยังอีกหมายเลขหนึ่ง ซึ่งในที่นี้ก็คือหมายเลข 400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

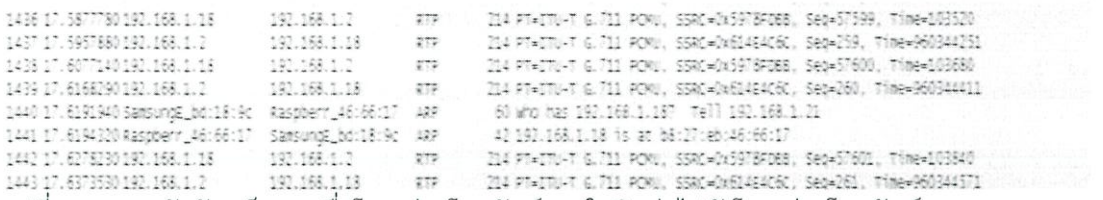
ในกรณีที่ติดต่อเข้าไปยังแผนกแล้วมีการรับสาย ก็จะมีการติดต่อสื่อสารกันผ่านโปรโตคอล RTP และ จะมีการส่ง SIP Request Message แสดงสถานะ BYE เพื่อบอกว่าได้สิ้นสุดการสนทนาเรียบร้อยแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 4.16

รูปที่ 4.16 แพ็กเกตเมื่อมีการติดต่อสื่อสารกัน

4.2.4 ผลการทดลองในส่วนของการติดต่อจากโทรศัพท์ภายในไปยังโครงข่ายโทรศัพท์สาธารณะภายนอก



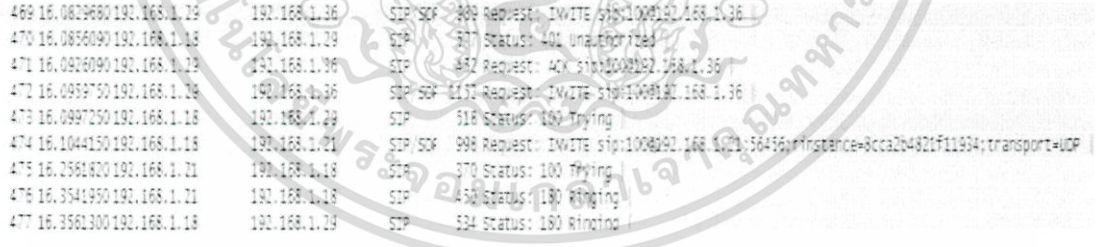
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



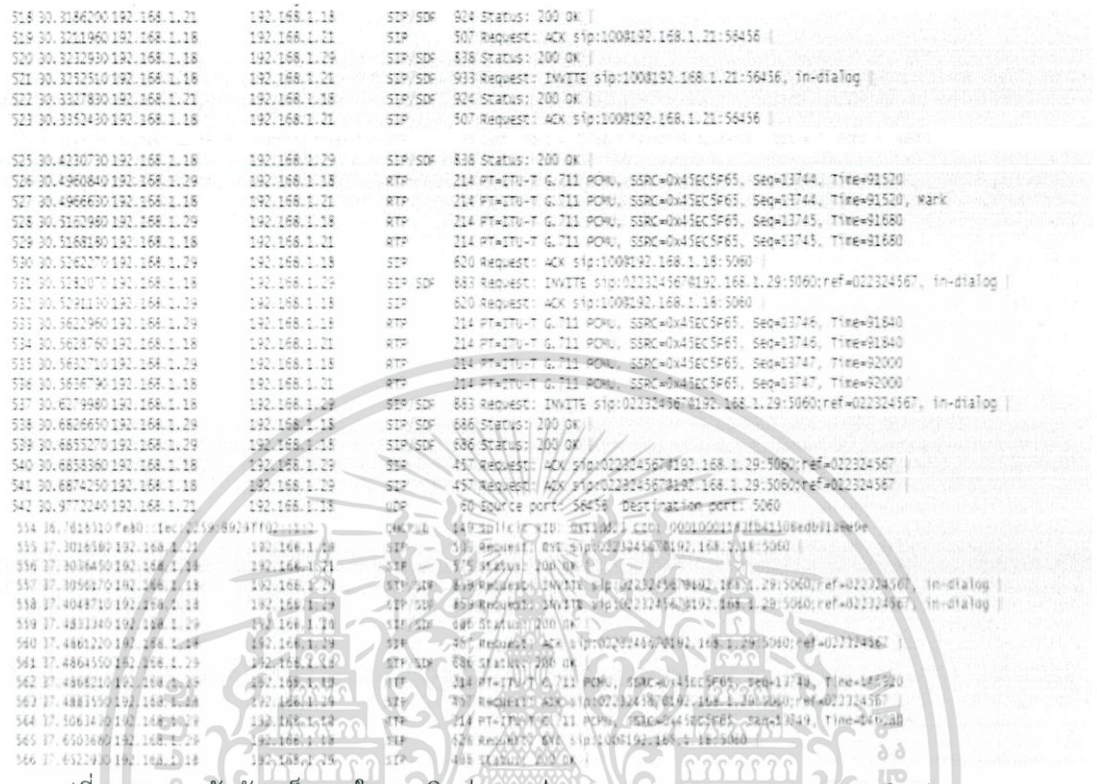
รูปที่ 4.17 การดักจับแพ็กเกตเมื่อโครงข่ายโทรศัพท์ภายในติดต่อไปยังโครงข่ายโทรศัพท์สาธารณะ

จากรูปที่ 4.17 ในส่วนนี้ IP Soft Phone หมายเลข IP 192.168.1.2 ได้ทำการติดต่อสื่อสารไปยังโครงข่ายสาธารณะภายนอก 090628XXXX โดย IP Soft Phone จะทำการส่ง SIP Request Message ว่า INVITE เป็นการส่งคำขอเพื่อจะติดต่อกับหมายเลขโทรศัพท์ภายนอก จากนั้นมีการตอบกลับเป็น 401 Unauthorized ให้ทำการยืนยันตัวตนของ IP Soft Phone อีกครั้งหนึ่ง เมื่อได้รับแล้ว SIP Server ก็จะทำการส่ง SIP Response Message กลับมาว่า ACK ว่าเป็นการได้รับเรียบร้อยแล้ว จากนั้นก็จะทำการ INVITE อีกครั้งหนึ่ง และ SIP Server แสดงสถานะตอบกลับว่า 100 Trying กลับมาว่ากำลังดำเนินการเรียกเบอร์โทรศัพท์ และเมื่อสามารถเรียกไปยังเบอร์โทรศัพท์ได้แล้ว ก็จะมี SIP Response Message ตอบกลับมาแสดงสถานะว่า 180 Ringing เมื่อทำการติดต่อสื่อสารกันก็จะใช้โปรโตคอล RTP ในการติดต่อสื่อสาร

4.2.5 ผลการทดลองในส่วนของการติดต่อสื่อสารระหว่าง Analog Phone และ IP Soft Phone ของโครงข่ายโทรศัพท์ภายใน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 การดักจับแพ็กเกตในการติดต่อระหว่าง Analog Phone และ IP Soft Phone ของโครงข่ายโทรศัพท์ภายใน

จากรูปที่ 4.18 ในส่วนนี้เป็นการใช้ Analog Phone หมายเลข IP 192.168.1.29 เบอร์ 022324567 ติดต่อไปยัง IP Soft Phone หมายเลข IP 192.168.1.21 เบอร์ 100 เมื่อมีการเรียกร้องขอเพื่อติดต่อไปยังหมายเลขต่างๆจะต้องมีการส่ง SIP Request Message ว่า INVITE เป็นการยื่นขอร้องการติดต่อสื่อสาร หากมีส่วนที่แสดง เป็น 401 Unauthorized ให้ทำการยืนยันตัวตนของ IP Soft Phone อีกครั้งหนึ่ง เมื่อได้รับแล้ว SIP Server ก็จะทำการส่ง SIP Response Message กลับมาว่า ACK ว่าเป็นการได้รับเรียบร้อยแล้ว และก็จะเริ่มการติดต่ออีกครั้งหนึ่ง หากระบบกำลังดำเนินการจะแสดงเป็น 100 Trying เมื่อสามารถเรียกไปยังเบอร์โทรศัพท์ได้แล้ว ก็จะมี SIP Response Message ตอบกลับมาแสดงสถานะว่า 180 Ringing หากมีคนรับสายก็จะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ผ่านโปรโตคอล RTP และเมื่อสิ้นสุดการติดต่อสื่อสาร จะมีการส่ง SIP Request Message แสดงสถานะ BYE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

Asterisk Server สามารถใช้งานบนบอร์ด Raspberry Pi ทำหน้าที่เสมือนเป็น IP PBX ได้ด้วย โทรศัพท์แบบ VoIP หรือ Soft Phone รวมไปถึงโทรศัพท์แบบอนาล็อก โดยมีฟังก์ชั่ น การโทรภายในโครงข่าย Internet เดียวกัน ฟังก์ชั่นการโทรออกไปยังชุมสายโทรศัพท์พื้นฐานภายนอก ฟังก์ชั่นระบบฝากข้อความเมื่อผู้ถูกเรียกใช้ถูกเรียกไม่สามารถรับโทรศัพท์ได้ และฟังก์ชั่นการประชุมสายโทรศัพท์ Asterisk Server สามารถกำหนดค่าในแต่ละฟังก์ชั่นเพื่อให้ สอดคล้องกับผู้ใช้งานผ่าน Web Application และสามารถเก็บข้อมูลการใช้งานโทรศัพท์ได้

ภายในระบบใช้ Raspberry Pi model B+ ภายในลง ระบบปฏิบัติการ Linux ที่ชื่อว่า Raspbian Version 3.12.35 โดยใช้ Asterisk Software version 1.8.13 ทำหน้าที่เป็น Asterisk Server โทรศัพท์ที่ใช้จะมี IP Soft Phone และ Analog Phone ส่วนนี้จะต้องมีการใช้ ATA (Analog Telephone Adapter) เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณโทรศัพท์อนาล็อ ก (Analog) ให้เป็น VoIP (SIP) ส่วนของการติดต่อสื่อสารกันระหว่างโครงข่ายโทรศัพท์ ภายในและโครงข่ายสาธารณะ (PSTN) จะใช้ Aircard ของ Huawei E153 สำหรับการติดต่อสื่อสารกัน ในโหมดของการสร้างห้องประชุมเสียง สามารถรองรับได้ทั้งหมด 10 คู่สาย ผู้ใช้สามารถจัดการระบบ รวมถึงฟังก์ชันต่างๆ, สามารถทำการ Restart Server เพื่อทำการอัพเดทแผนการโทรศัพท์ (Dial Plan) รวมถึง การตั้งค่าต่างๆ , สามารถตรวจสอบประวัติ การใช้ งานการโทรทั้งภายในเครือข่ายและภายนอกเครือข่ายได้ผ่านทาง Web Application และผู้ใช้สามารถติดต่อระบบโทรศัพท์ ภายในเข้ากับ ระบบโครงข่ายสาธารณะ (PSTN) ด้วย Aircard

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาในการใช้ งานโปรแกรม Asterisk ที่รองรับในแต่ละระบบปฏิบัติการ โดยมีคำสั่ง ควบคุมโปรแกรม Asterisk ในแต่ละรุ่นแตกต่างกัน ปัญหาในการใช้งานเมื่อมีผู้ใช้งานโทรศัพท์เป็นจำนวนมากในเวลาเดียวกัน อาจจะส่งผลกระทบทำให้ การทำงานที่ความผิดพลาด เช่น เสียงกระตุก เสียงขาดหาย เป็นต้น เพราะเนื่องจากการเข้ารหัสของเสียงในการส่งข้อมูลนั้นใช้ Bandwidth ในเครือข่ายที่มาก ทำให้ไม่สามารถรองรับการใช้ งานคู่สายเป็นจำนวนมากได้ ในเวลาเดียวกัน และ ในส่วนของการใช้โทรศัพท์ Analog เป็นตัวติดต่อสื่อสาร จะเกิดความล่าช้า (Delay)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาในส่วนของการแสดงสถานการณ์ เชื่อมต่อแต่ละรายชื่อที่เชื่อมต่อเข้ากั บ Asterisk Server และพัฒนาในส่วนของการเข้ารหัสโดยในการทดลองนั้นใช้ มาตรฐานการเข้ า รหัสแบบ G.711 ซึ่งใช้ Bandwidth ในการส่งข้อมูลเป็นจำนวนมาก ดังนั้นควรพัฒนาโดยใช้ มาตรฐานอื่นๆด้วย

ในส่วนของระบบตอบรับอัตโนมัติ ยังสามารถพัฒนาให้ ผู้ใช้สามารถเพิ่มไฟล์ เสียงเข้ า ไปได้เอง, สามารถกำหนดระยะเวลาในการรอให้ผู้ที่ต้องการติดต่อกดหมายเลขเพื่อติดต่อแผนกต่างๆ ที่อยู่ภายในได้ ก่อนที่จะทำเหตุการณ์ลำดับถัดไป , สามารถให้ผู้ใช้ เปลี่ยน Username และ Password ในการเข้าไปยัง Home page บน Web Application เพื่อจัดการระบบได้ และส่วนของการเพิ่มหมายเลข user ใหม่ ในระบบ Analog ยังต้องมีการ Config ATA ด้วย สามารถที่จะพัฒนาให้ผู้ใช้สามารถ Config ในส่วนนี้ได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] กิตติพงษ์ สุวรรณราช .*ออกแบบและติดตั้งระบบโทรศัพท์ IP-PBX ด้วย Asterisk*. ออฟเซ็ตเพรส จำกัด, 2551

[2] บัณฑิต จามรภูติ .*คัมภีร์ Ubuntu Linux Server เล่ม 1*. พิมพ์ครั้งที่ 9 กรุงเทพ : ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2552

[3] สุวัฒน์ ปุณณชัยยะ, ต้น ตัณฑ์สุทธิวงศ์, สุพจน์ ปุณณชัยยะ, *เปิดโลกของ TCP/IP และโปรโตคอลของอินเตอร์เน็ต (Second Edition)*, กรุงเทพ : โปรวิชั่น, 2545

[4] ไพศาล โมลิสกุลมงคล, *"พัฒนา Web Database ด้วย PHP"*, ไทยเจริญการพิมพ์, กรุงเทพฯ, 2538

[5] David Gomilion ,Barrie Dempster. *Building Telephony System with Asterisk* . PACK Publishing, 2005

[6] Alberto Escudero Pascual, Louise Berthilson, *VoIP 4D Primer*, 2007

[7] Henry Sinnreich, Alan B.Johnson. *Internet Communication Using SIP*. Wiley Publishing, 2006

[8] ก่อกิจ วีระอาชากูล, *ติดตั้งและปรับแต่งเซิร์ฟเวอร์ Linux สำหรับ Admin Linux โดยเฉพาะ*. บริษัท ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเซอร์ จำกัด, 2554

[9] http://www.asteriskclub.com

[10] http://www.asterisk.org

[11] http://forum.asteriskthailand.com

[12] http://thaibsd.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้