

การออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคาร
ส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

ปริญญานิพนธ์
ของ
สมเกียรติ ไชยจำ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
พฤษภาคม 2547
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

621.352

พ.ศ. 2547 ก

8-5

การออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคาร
ส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์

บทคัดย่อ
ของ
สมเกียรติ ไชยจำ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
พฤษภาคม 2547

สมเกียรติ ไชยจำ. (2547). การออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา.

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อออกแบบและสร้าง ศึกษาประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนแรกคือ เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ส่วนที่ 2 คือภาคส่ง ส่วนที่ 3 คือภาครับ ส่วนที่ 4 คือภาคผสมสัญญาณ/ถอดสัญญาณเสียง

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ โดยใช้เครื่องมือสร้างและทดสอบที่ บริษัท กสท.โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน)

ผู้วิจัยได้ประเมินประสิทธิภาพเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ แบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านคุณลักษณะทางไฟฟ้า มีการตอบสนองความถี่ 300 ถึง 3400 Hz มีค่าน้อยกว่า -3 dB ที่ความระยะทาง 100 เมตร และอัตราขยายจาก -8dB ถึง +7dB มีค่าผิดพลาด -0.15 ถึง + 0.15dB ด้านที่ 2 คือ ด้านความสามารถในการทำงานคือ ความถูกต้องของการเชื่อมต่อร้อยละ 100

การประเมินผลการใช้งานเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ผลปรากฏว่ามี ความสะดวกสำหรับการติดตั้งใช้งานและ การเคลื่อนย้าย คิดเป็นร้อยละ 100

DESIGN AND CONSTRUCTION OF INTERNAL COMMUNICATION DEVICE
TRANSMITTING THROUGH ALTERNATING CURRENT LINE 220 VOLTS

AN ABSTRACT
BY
SOMKIAT CHAIJUM

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University
May 2004

Somkiat Chaijum. (2004). *Design and Construction of Internal Communication Device Transmitting Through Alternating Current Line 220 Volts* . Master thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Dr. Pairust Vongyuttakrai, Assist. Prof. Dr. Threraphon Thephasadin Na Ayuthya.

The objectives of this research were to design, construction, evaluated the efficiency and the performance of a communication device transmitting through Alternating current line 220 volts.

The researcher design the internal communication device transmitting through alternative current line 220 volt. In to four parts. First is the communication device circuit. Second is the transmitting part. Third is the receiver part and. Fourth is the Modulation&Demodulation part.

The researcher constructed the internal communication device transmitting through alternative current line 220 volt by using tools and equipment at the CAT Telecommunication (Public Company) Ltd..

The researcher evaluated the efficiency of internal communication device transmitting through alternative current line 220 volt in to two areas. First is the electrical characteristic have frequency response 300-3400 Hz. Loss <-3 dB at 100 meters and the gain of amplifier was between -8dB to +7dB and have error of -0.15 to +0.15. Second is the connection ability the result found that it's able to connect 100%.

The performance of a communication device transmitting through Alternating current line 220 volts was consider in to two areas. First is the installation the result found that it's able to install connect 100%. Second is the portable convenient the result found that it's convenient to portable 100%.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคาร
ส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

ของ
นายสมเกียรติ ไชยจำ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)
วันที่ 10 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุคันธกุล)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ โสภา สุธาวัน)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาของ อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้า แนะนำแหล่งการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนการปรับปรุงแก้ไขข้อความ และรูปแบบของปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ สุตใจ เห่งสีไพร อาจารย์ และ วิโรจน์ เอ็งสุโสภณ คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันทรกุล และ อาจารย์ โอภาส สุขหวาน คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงปริญญานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย ที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขการออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ให้มีคุณภาพสูงขึ้น

คุณประโยชน์ใดๆ ที่พึงจะได้รับจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องสักการะบูชาต่อพระคุณของบิดา มารดา และครูอาจารย์ และขอมอบความดีให้แก่ผู้มีส่วนร่วมในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ทุกท่าน

สมเกียรติ ไชยจำ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
ความสำคัญของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
ตัวแปรที่ศึกษา	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
สมมุติฐานการวิจัย.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
แหล่งกำเนิดไฟฟ้า	5
สายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า	9
เทคโนโลยีทางการสื่อสาร	11
Operation Amplifier	15
มาตรฐานสำหรับการสื่อสาร	19
การลดทอนของสัญญาณในสายชนิดต่างๆ	20
เครื่องสื่อสารภายในอาคาร.....	22
ทฤษฎีการกรองความถี่.....	24
การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์.....	25
คุณภาพในการรับส่งสัญญาณ เสียตามมาตรฐานของ ITU-T	29
เอกสารงานและวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	32
การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน	33
การออกแบบและสร้างเครื่องมือ	34
การทดลองการทำงาน	39
เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน	39
การวิเคราะห์ข้อมูล	39
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	40
การนำไปใช้งานและการประเมินผล.....	40
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	40

สารบัญ(ต่อ)

บทที่

หน้า

4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
5	สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	46
	ความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีการศึกษาค้นคว้า	46
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	47
	อภิปรายผล	48
	ข้อเสนอแนะ	49
	ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป	50
	บรรณานุกรม.....	51
	ภาคผนวก	54
	ภาคผนวก ก. จดหมายขอเชิญผู้เชี่ยวชาญ	55
	ภาคผนวก ข. โครงสร้างและวงจร	57
	ภาคผนวก ค. คู่มือทำงานและเครื่องทดสอบ.....	61
	ประวัติย่อผู้วิจัย.....	65

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การตอบสนองความถี่ทางด้านส่งของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ โดยแบ่งตามระยะทาง 80,90,100 และ 110 ม.....	42
2 อัตราขยาย (gain Amplifier) ของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์.....	43
3 ความถูกต้องในการเลือกการติดต่อระหว่าง แม่ข่าย(Base) กับ ลูกข่าย (Subscriber).....	44
4 ผลกระทบประเมนของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์สมรรถนะการใช้งาน	45

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
2 แสดงไฟฟ้าเกิดจากแสงสว่าง	7
3 แสดงไฟฟ้าเกิดจากแรงกดดัน.....	8
4 แสดงไฟฟ้าเกิดจากอำนาจแม่เหล็ก	8
5 สายไฟฟ้าเดี่ยวและสายคู่	10
6 สายเคเบิลใต้ดิน.....	11
7 การส่งสัญญาณทางเดียว	12
8 การส่งสัญญาณที่ละทาง.....	12
9 การส่งสัญญาณสองทาง	13
10 วงจรแบบ Two-wire	13
11 วงจรแบบ Four-wire.....	14
12 เครือข่ายแบบจุดต่อจุด.....	14
13 เครือข่ายแบบดาว.....	15
14 เครือข่ายแบบดาข่าย	15
15 Operation Amplifier.....	16
16 วงจรขยายแบบ Open Loop	16
17 วงจรขยายแบบกลับเฟส	17
18 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส	17
19 วงจรผ่านค่าโวลต์เฉจ.....	18
20 วงจรรวมสัญญาณ.....	18
21 วงจรอินทรีย์ทรานสดิวเซอร์อินพุต เพื่อออกเอาต์พุต.....	18
22 วงจร Differentite สัญญาณอินพุต.....	19
23 การลดทอนพลังงานในตัวกลางในการส่งข้อมูลแบบนำทาง	21
24 สายคู่ตีเกลียวแบบไม่มีฉนวนหุ้ม	22
25 สายคู่ตีเกลียวแบบมีฉนวนหุ้ม	22
26 การลดทอนของสายคู่ตีเกลียว	23
27 Kind of Frequency	24
28 วงจร Lowpass Filter.....	25
29 วงจร Highpass Filter.....	25
30 แสดงความแตกต่างของ ความถี่เสียง กับ ความถี่ไฟฟ้า กระแสสลับ 220 โวลต์.....	25
31 การส่งสัญญาณเสียง ร่วมกับ ความถี่แรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์	26
32 ผังเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V.	26
33 ผังของไอซี เบอร์567	27
34 วงจรเสมือนของไอซี เบอร์567	28

บัญชีภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
35 ขนาดสัญญาณ ทำการทดสอบ Transmission	29
36 ขั้นตอนการค้นคว้า	32
37 ผังเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V.....	34
38 ภาพแสดงจุดวัดและปรับสัญญาณ	36
39 การทดสอบการตอบสนองความถี่ของเครื่องสื่อสารภายในอาคารผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์.....	37
40 การทดสอบอัตราขยายของเครื่องสื่อสารภายในอาคารผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์.....	37
41 มาตรฐานการตอบสนองความถี่ระบบสื่อสาร.....	40

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ถ้าหากจะเปรียบเทียบการสื่อสารกับระบบการหล่อเลี้ยงโลหิตในร่างกายแล้วจะเห็นได้ว่าถ้าระบบโลหิตในร่างกายหยุดลงร่างกายมนุษย์ก็อาจจะไม่มีชีวิตอยู่ได้เช่นเดียวกับระบบการสื่อสารในองค์กรก็เช่นกัน ถ้าหากระบบการสื่อสารหยุดชะงักลงก็จะทำให้องค์กรการนั้น ๆ เกือบจะหยุดเคลื่อนไหวในทุก ๆ ส่วนได้ เพราะไม่สามารถประสานสัมพันธ์กันได้ เช่นตัวอย่างในกรณีศึกสงคราม ในอ่าวเปอร์เซีย เมื่อเร็ว ๆ นี้ ประธานาธิบดี ซัดดัม ฮุสเซน ของอิรัก ไม่สามารถสื่อสารกับทหารของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะฝ่ายพันธมิตรได้ทำลายระบบการสื่อสารของอิรักเกือบหมด และทำให้อิรักเองไม่สามารถติดต่อสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้ทหารของฝ่ายอิรักไม่ทราบข้อมูลที่แท้จริงว่าเป็นอย่างไร ดังนั้นถ้าหากต้องการให้องค์กรเคลื่อนไหวเพื่อ ดำเนินการอยู่ได้แล้ว แนนอนก็ต้องอาศัยระบบการติดต่อสื่อสารเกือบทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามอาจจะกล่าวได้ว่าประโยชน์ของการติดต่อสื่อสารนั้นจะมีประโยชน์ต่อการบริหารดังต่อไปนี้คือ

1. ช่วยให้การวินิจฉัยสั่งการให้เป็นไปอย่างรวดเร็ว แนนอนและถูกต้องโดยเฉพาะ การนำเอาระบบการสื่อสารสมัยใหม่มาใช้ เช่นระบบอิเล็กทรอนิกส์ ระบบสื่อสารดาวเทียม ซึ่งตัวอย่างเห็นได้ชัดเจนคือในกรณีสงครามอ่าวเปอร์เซีย

2. ช่วยให้เกิดการประสานงานที่ดี โดยการจักระบบการสื่อสารให้มีประสิทธิภาพ เมื่อมีระบบที่มีประสิทธิภาพก็จะทำให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างสอดคล้อง ประหยัดในการปฏิบัติงานและ ลดอันตรายจากการทำงานลงได้ (จิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์กรเบื้องต้น. 3 มกราคม 2546 : <http://electrical.rikp.ac.th/E-LEARNING/song/newpage/rikp.ac.th/Index/INDEX8/INDEX10.HTM>)

การสื่อสารจัดเป็นสิ่งสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะมนุษย์จะอยู่คนเดียวตามลำพังไม่ได้ ต้องอยู่ร่วมกับผู้อื่นในชุมชนในสังคม ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการติดต่อสื่อสาร (การจูงใจและการติดต่อสื่อสาร. 3 มกราคม 2546 : <http://topcool.arowa.com/master.htm>) และยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การดำเนินการไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ ตัวอย่างเช่นโรงงานอุตสาหกรรม/แปรรูป, โรงพยาบาล, หน่วยงานราชการ และสถานศึกษา เป็นตัวอย่างของสังคมย่อยที่ต้องอาศัย ฟังจากระบบสื่อสาร ที่ใช้ตัวกลาง (Media) สื่อสารที่เป็น - บรรยายภาพ อวกาศว่าง (free space) เช่นวิทยุสื่อสาร (walky talky), โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Telephone) หรือสายสื่อสารสัญญาณเป็นตัวกลาง เช่น เครื่องสื่อสารภายในอาคาร (Intercom) โทรศัพท์ติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed Telephone) (ระบบสื่อสาร. 3 มกราคม 2546 : <http://kmitnb05.kmitnb.ac.th/~mte98012/Chapter02.htm>)

ระบบสื่อสารที่ใช้บรรยากาศ เป็นตัวกลางจะมีขั้นตอนในการขอใช้ความถี่ที่ยุงยาก (การขอจัดสรรความถี่วิทยุ. 4 มกราคม 2546 : http://www.ptd.go.th/manage_freq.htm) เพื่อเป็นการจัดระเบียบการใช้ตามพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับกิจการวิทยุกระจายเสียงวิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2543 หากผ่านขั้นตอนการขอใช้ความถี่ได้แล้ว สิ่งทีผู้ระบบนี้ต้องประสบก็คือ ค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องวิทยุมาใช้ซึ่งมีราคาสูง แต่ระบบนี้ก็จะมีความสะดวกในการใช้งาน

ส่วนระบบสื่อสารที่ใช้ สายสื่อสารสัญญาณเป็นตัวกลางนั้น ผู้ใช้สามารถดำเนินการเองได้โดยไม่ต้องขออนุญาตหน่วยงานใด เพราะเป็นการสื่อสารที่ใช้ภายในองค์กรหรือหน่วยงานเท่านั้น แต่การสื่อสารระบบนี้มีความไม่สะดวกคือ เมื่อใดทีใช้ระบบนี้จะต้องมีการเชื่อมโยงคู่สายสื่อสารสัญญาณ เพื่อติดตั้งเครื่องสื่อสาร ซึ่งมี

ค่าใช้จ่ายในการเชื่อมโยงสายสัญญาณ (ค่าใช้จ่ายการเดินสายภายในอาคาร. 4 มกราคม 2546 : [http:// www.ttt.co.th/newpage/fix_folder/main_fix.htm](http://www.ttt.co.th/newpage/fix_folder/main_fix.htm))

จากความไม่สะดวกในการใช้ระบบสื่อสารทั้ง 2 ระบบ ดังข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะ ออกแบบสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ใช้ ทดแทน เครื่องสื่อสารที่ต้องใช้สายสัญญาณเฉพาะ โดยมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานของ สหภาพโทรคมนาคม นานาชาติ (International Telecommunication Union Transmission. ITU-T) ซึ่งจะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใน การเชื่อมโยงสายสัญญาณเพิ่มใหม่

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้าง เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อน ไฟฟ้า - กระแสสลับ 220 โวลต์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของ เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อน ไฟฟ้า กระแสสลับ 220 โวลต์ ตามมาตรฐานของสหภาพโทรคมนาคมนานาชาติ (International Telecommu - nication Union Transmission.)
3. เพื่อประเมินสมรรถนะการใช้งานเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อน ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

ความสำคัญของการวิจัย

ได้เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ซึ่ง สามารถนำไปใช้สื่อสารภายในอาคาร สามารถทดแทนเครื่องสื่อสารภายในอาคารที่ใช้สายสัญญาณลดเวลา และค่าใช้จ่ายในการเชื่อมโยงสายสัญญาณเมื่อติดตั้งเครื่องสื่อสารภายในอาคาร

ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยออกแบบและสร้าง เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแส สลับ 220 โวลต์ ภายในระยะทางประมาณ 100 เมตร ซึ่งอยู่ในเฟสเดียวกัน โดยผลัด การรับ/ส่ง (Half Duplex) มีประสิทธิภาพการ รับ/ส่ง สัญญาณเสียงตามมาตรฐานของสหภาพโทรคมนาคมนานาชาติ (Inter - national Telecommunication Union Transmission)

ตัวแปรศึกษา

ผู้วิจัยออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแส สลับ 220 โวลต์ มีประสิทธิภาพตามมาตรฐานของสหภาพโทรคมนาคมนานาชาติ (International Telecom - munication Union Transmission) โดยมีตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้

1. ด้านคุณลักษณะทางไฟฟ้า แบ่งออกเป็น

1.1 การตอบสนองความถี่(Frequency Response) ช่วง 300-3400 Hz

1.2 อัตราการขยาย(gain) ปรับได้ตั้งแต่ -8dB ถึง +7dB

2. ด้านความสามารถในการทำงาน มีการเชื่อมต่อระหว่างแม่ข่าย(Base) และลูกข่าย (Subscriber) ที่ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 99.9

3. ด้านสมรรถนะการใช้งาน แบ่งออกเป็น

3.1 การติดตั้งใช้งาน สามารถติดตั้งได้สะดวก

3.2 การเคลื่อนย้าย สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

นิยามศัพท์เฉพาะ

สัญญาณเสียง

หมายถึง สัญญาณที่มีความถี่ระหว่าง 300 Hz – 3400 Hz

ประสิทธิภาพ

หมายถึง มาตรฐานของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ และการใช้งาน แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ

1. คุณลักษณะทางไฟฟ้าของ เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ได้มาตรฐานตามสหภาพโทรคมนาคมนานาชาติ (International Telecommunication Union Transmission) กำหนด ดังนี้

1.1 สัญญาณที่ส่งมีความถี่ระหว่าง 300 Hz – 3400 Hz

1.2 อัตราการขยาย(gain) ปรับได้ตั้งแต่ -8dB ถึง +7dB

2. ด้านความสามารถในการทำงาน มีการเชื่อมต่อระหว่างแม่ข่าย(Base) และลูกข่าย(Subscriber) ที่ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 99.9

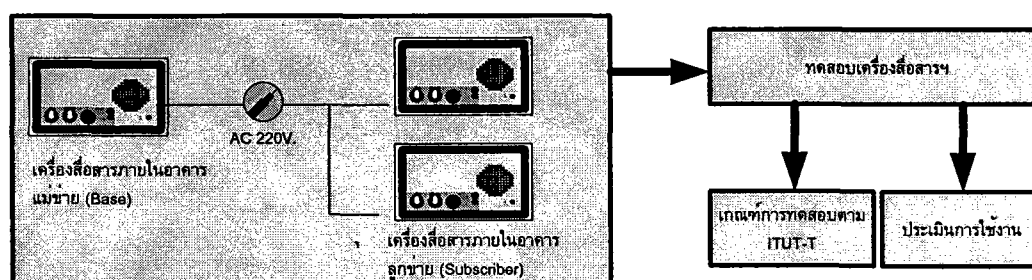
เครื่องสื่อสารภายในอาคาร

หมายถึง เครื่องรับ/ส่ง สัญญาณเสียง ภายในอาคารภายในระยะทางประมาณ 100 เมตร ซึ่งอยู่ในเฟสเดียวกัน โดยผลัด การรับ/ส่ง (Half Duplex) มีประสิทธิภาพ การ รับ/ส่ง ตามมาตรฐานของสหภาพโทรคมนาคมนานาชาติ (International Telecommunication Union Transmission)

สมรรถนะการใช้งาน

หมายถึง ผู้ใช้งานเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ สามารถติดตั้ง/เคลื่อนย้ายได้สะดวก

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

สมมุติฐานในการวิจัย

เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ที่ออกแบบและสร้าง มีประสิทธิภาพตามมาตรฐานของสหภาพโทรคมนาคมนานาชาติ (International Telecommunication Union Transmission) มีความถูกต้องในการเชื่อมต่อมากกว่าร้อยละ 99.9 และมีสมรรถนะในการใช้งาน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อน ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า
2. สายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า
3. เทคโนโลยีทางการสื่อสาร
4. เครื่องสื่อสารภายในอาคาร
5. ทฤษฎีการกรองความถี่
6. การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์
7. คุณภาพในการรับ/ส่งสัญญาณ เสียงตามมาตรฐานของ ITU-T
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

โดยทั่วไปไฟฟ้าเกิดขึ้นได้หลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่สำคัญซึ่งทำให้เกิดไฟฟ้าได้นั้น พอจะสรุปได้ เช่น เกิดจากการขัดสี ปฏิกิริยา แสงสว่าง แรงกดดัน และอำนาจแม่เหล็ก ซึ่งลักษณะการเกิดไฟฟ้าในแต่ละวิธีดังนี้

1.1 ไฟฟ้าที่เกิดจากการขัดสี เกิดจากการที่วัตถุสองชนิดที่แตกต่างกันมาขัดสีกัน ทำให้วัตถุชนิดหนึ่งเสียอิเล็กตรอนให้แก่ วัตถุอีกชนิดหนึ่ง วัตถุที่เสียอิเล็กตรอนจะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก วัตถุที่ได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจะมีประจุไฟฟ้าลบ ไฟฟ้าเกิดจากการขัดสีนี้เรียกว่าไฟฟ้าสถิต วัตถุที่นำมาขัดสีให้เกิดประจุไฟฟ้าได้ง่าย เช่น แท่งแก้ว แท่งอำพัน แท่งยางแข็ง ผ้าไหม ผ้าขนสัตว์ ผ้าแพร เป็นต้น

จากการทดลองเอาแท่งยางแข็งถูกับผ้าขนสัตว์ อิเล็กตรอนจะไหลออกมาจากผ้าขนสัตว์ไปสู่แท่งยางแข็งเกิดประจุไฟฟ้าลบในแท่งยางแข็ง ถ้านำแท่งยางแข็งไปทดลองกับเครื่องมือตรวจไฟฟ้าสถิตที่เรียกว่าอิเล็กโทรสโคป (Electroscope) จะพบว่าแท่งยางแข็งมีประจุไฟฟ้าลบเกิดขึ้นตัวอย่างเช่น คนตกใจโดยกะทันหัน เนื่องจากเดินด้วยเท้าเปล่าบนพรมซึ่งทำด้วยผ้าขนสัตว์ ทั้งนี้เพราะเกิดจากการขัดสีระหว่างเท้ากับพรมทำให้เกิดประจุไฟฟ้าไหลเข้าสู่ตัวคนตัวอย่างไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการ ขัดสี ตามปรากฏการณ์ธรรมชาติได้แก่ก่อนเมฆกับอากาศก่อนเมฆได้รับอิเล็กตรอนจากอากาศและสะสมไว้มากๆ อิเล็กตรอนจึงหาทางถ่ายเทไปให้ก้อนเมฆอื่นๆขณะถ่ายเทจะทำให้เห็นเป็นฟ้าแลบเกิดขึ้นหากอิเล็กตรอนถ่ายเทให้กับพื้นดินก็จะทำให้เกิดฟ้าผ่า และถ้าอิเล็กตรอนที่ถ่ายเทจากก้อนเมฆผ่านลงมาถูกคน สัตว์ ต้นไม้ อาคาร หรือสถานที่ก็จะทำให้เกิดอันตรายแก่สิ่งที่มีอิเล็กตรอนนั้นผ่านได้

1.2 ไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี ได้มาจากการทดลองที่เรียกว่า วอลเทอิก เซลล์ซึ่งประกอบด้วยแท่งทองแดง กับ สังกะสีจุ่มลงในกรดกำมะถัน หรือกรดซัลฟิวริก ซึ่งใช้เป็นสารละลาย อิเล็กโทรไลต์ โลหะ

สองชนิดนี้จะทำปฏิกิริยาเคมีกับกรดกำมะถัน เกิดไฟฟ้าขึ้นซึ่งเป็นกระแสตรงโดยมีสังกะสีเป็นขั้วลบและทองแดงเป็นขั้วบวกสามารถนำไป ทดลองกับหลอด ไฟฟ้าเล็กๆ ซึ่งจะทำให้หลอดไฟติดได้ ต่อมาภายหลังวิวัฒนาการมา เป็น เซลล์แห้ง (ถ่านไฟฉาย) กับ (แบตเตอรี่)

1.2.1 เซลล์แห้ง (Dry Cell) ประกอบด้วยกระป๋องสังกะสีซึ่งใช้เป็นขั้วลบ และมีแท่งคาร์บอนอยู่กลางซึ่งเป็นขั้วบวก ส่วนสารละลาย อิเล็กโทรไลต์จะใช้สารละลายของแอมโมเนียคลอไรด์ ผสมแมงกานีสไดออกไซด์ ที่กันกระป๋องจะมียางมะตอยกับยาง กันไม่ให้แท่งคาร์บอนแตะกับกันกระป๋องส่วนด้านบนใส่ซีล้อยหรือ ยางมะตอย แล้วปิดฝาครอบแท่งคาร์บอน เมื่อใช้เซลล์แห้งจนหมดกระป๋องแสดงว่าสังกะสีกับอิเล็กโทรไลต์ จะทำปฏิกิริยากันจนหมดไม่สามารถจะทำให้เกิด ปฏิกิริยาได้อีกจึงไม่มีไฟฟ้าเกิดขึ้น ดังนั้นเซลล์แห้งจึงมีช่วงเวลาการใช้งานได้น้อย

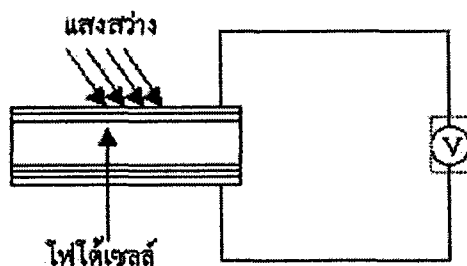
1.2.2 เซลล์ปฐมภูมิ (primary cell) จากการทดลองของวอลตา นักวิทยาศาสตร์ชาว อิตาลี พบว่า เมื่อนำโลหะสองชนิดที่แตกต่างกันเช่นสังกะสีกับทองแดงจุ่มลงในสารละลาย อิเล็กโทรไลต์ โดยอิเล็ก – ตรอน (ประจุลบ) จากทองแดงจะถูกดูดเข้าไปยังขั้วของสังกะสีเมื่อทองแดงขาดประจุลบจะเปลี่ยนความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็นบวกทันทีที่เรียกว่าขั้วบวกส่วนสังกะสีจะเป็นขั้วลบตามความต่างศักย์ที่ปรากฏถ้าต่อวงจรไฟฟ้าให้ครบวงจร การถ่ายเท อิเล็กตรอนก็จะเกิดขึ้น ซึ่งเรียกว่ามีการ ไหลของกระแสไฟฟ้านั่นเองและถ้าปล่อยให้มีการไหลของกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นเช่นนั้นเรื่อยๆจะปรากฏว่าแท่งสังกะสีที่ เป็นขั้วลบจะเกิดการสึกกร่อนไปทีละน้อยส่วนที่แท่งทองแดงที่เป็นขั้วบวกจะมีฟองก๊าซอยู่รอบๆและการทำงานนี้จะไม่เกิดขึ้นอีกต่อไปไม่สามารถจะจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมาได้ เราเรียก วงจรแบบนี้ว่าเซลล์ตาย(Dead Cell) หรือ เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell) นั่นเอง

1.2.3 เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) เป็นเซลล์ที่เมื่อใช้ไฟหมด แล้วสามารถอัดไฟได้ใหม่ โดยทั่วไปจะมีพื้นที่ที่เป็นแผ่นโลหะใหญ่มากเพื่อทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นมากที่สุดดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นก็จะมากด้วยตามพื้นที่โลหะระหว่างแผ่นและแผ่นบวกจะมีฉนวนกันซึ่งอาจจะเป็นไม้หรือแก้วพูนเพื่อให้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ผ่านไปได้ขั้วบวกและขั้วลบจะต่อยึดกับฝายางที่กันกรดได้และยังมีรู สำหรับเติมน้ำกลั่นให้กับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ได้อีกด้วย เพราะขณะที่ใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ จะระเหยไป นอกจากนี้ยังเป็นทางปล่อยก๊าซที่เกิดจากแผ่นบวกออกไปสู่ภายนอกได้อีกด้วย

1.2.4 แบตเตอรี่ (Battery) คือ เซลล์ทุติยภูมิตั้งแต่สองเซลล์ที่มาต่อเข้าด้วยกันเมื่อใช้ไฟหมดแล้วสามารถอัดไฟให้ใหม่ได้อีกแบตเตอรี่ทั่วไปมักจะใช้เซลล์สามช่องหรือหกช่องต่ออนุกรมกัน แต่ละช่องจะได้ไฟสองโวลต์เช่นถ้าต่อ 3 ช่องก็ได้ 6 โวลต์ ถ้าต่อ 6 ช่อง ได้ 12 โวลต์ อิเล็กตรอนก็จะทำงานได้ ต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าเช่นเซลล์หรือแบตเตอรี่ซึ่งมีขนาดตั้งแต่เท่ากระดุมที่ใช้กันในกล้องถ่ายรูปและเครื่องช่วยฟังโดยมีแรงดัน ประมาณ 1.3 โวลต์ จนถึงขนาดถ้วยแก้วที่ใช้ในห้องทดลอง เซลล์เปียกหรือแบตเตอรี่จะให้กระแสไฟฟ้า ได้สูงกว่าเซลล์แห้งจึงใช้ได้นานกว่า ด้วยเหตุนี้แบตเตอรี่ในรถยนต์จึงสามารถใช้กับอุปกรณ์ทุกชนิด เช่นพัดลมละลายความร้อนมอเตอร์ปั๊มน้ำมอเตอร์ เร่ง หรือมอเตอร์จุดหลอดไฟเป็นต้น แบตเตอรี่รถยนต์เป็น ชนิดกรด แต่ยังมีอีกชนิดหนึ่งคือชนิดต่างซึ่งมีข้อดีบางอย่างที่ดีกว่าชนิดกรด เช่น ไม่กัดแบตเตอรี่และตัวรถแบตเตอรี่ทั้งสองชนิดรวมกันเรียกว่าแบตเตอรี่เปียก หรือแอมบูเลเตอร์ เมื่อใช้ไฟหมดแล้ว สามารถอัดไฟเข้าไปใหม่ได้

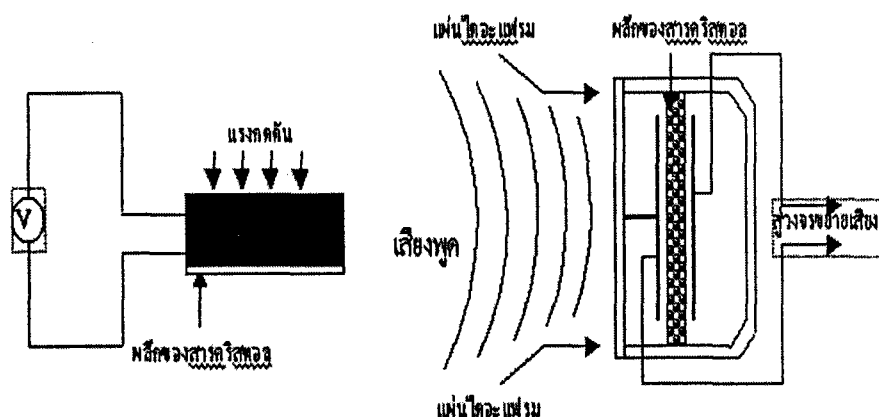
1.3 ไฟฟ้าเกิดจากแสงสว่าง สารบางชนิดเมื่ออยู่ในที่มืดจะแสดง ปฏิกิริยาใด ๆออกมา แต่เมื่อถูกแสงแดดแล้วสารนั้นสามารถที่จะปล่อยอิเล็กตรอนได้ เป็นเวลาหลายสิบปีนักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าแต่ยังนำแสงสว่างมาใช้ประโยชน์ได้น้อยมากเช่น อุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่เรียกว่า

โฟโตวอลเทอิกเซลล์ ซึ่งประกอบด้วยวัสดุวางเป็นชั้นๆ เมื่อถูกกับแสงสว่างอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะวิ่งจากด้านบนไป สู่วอลต์มิเตอร์แล้วไหลกลับมาชั้นล่าง เมื่อดูที่เข็มของโวลต์ โฟโตเซลล์ มิเตอร์จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น ยังมีหลอดอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่า โฟโตวอลเทอิกเซลล์ (อิเล็กทรอนิกส์ หรือ พี.อี.เซลล์) ซึ่งใช้มากในวงการอุตสาหกรรม เช่น ในกล้องถ่ายรูปที่มีเครื่องวัดแสงโดยอัตโนมัติ ระบบไฟฟ้าอัตโนมัติหน้ารถยนต์ เครื่องฉายภาพยนตร์ เสียงสวิทช์ปิดเปิด ประตูอัตโนมัติ โดยจะมีหลักการทำงานแบบง่ายๆ เมื่อลำแสงมากระทบ โฟโตเซลล์ก็จะเกิดอิเล็กตรอนไหลในวงจรนั้นๆได้



ภาพประกอบ 2 แสดงไฟฟ้าเกิดจากแสงสว่าง ((27เมษายน2547). แหล่งกำเนิดไฟฟ้า. (Online). Available : <http://www.saroy.5u.com/images/pic20.jpg>)

1.4 ไฟฟ้าที่เกิดจากแรงกดดัน เมื่อเราพูดไปในไมโครโฟนหรือโทรศัพท์แบบต่างๆ คลื่นของความแรงกดดันของพลังงานเสียงจะทำให้แผ่นไดอะแฟรม เคลื่อนไหว ซึ่งแผ่นไดอะแฟรมจะทำให้ขดลวดเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กจึงทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าซึ่งถูกส่งไปตามสายจนถึงเครื่องรับ บางทีไมโครโฟนที่ใช้กับเครื่องขยายเสียงหรือเครื่อง วิทยุก็ใช้หลักการเช่นนี้เหมือนกันอย่างไรก็ตามไมโครโฟนทุกชนิดมีหลักการทำงานที่เหมือนกันคือใช้เปลี่ยนคลื่นแรงกดของเสียงให้เป็นไฟฟ้าโดยตรงนั่นเอง ผลึกของวัสดุบางอย่างถ้าถูกกดจะทำให้เกิดประจุไฟฟ้าขึ้นได้ เช่น หินเขี้ยวหนุมาน หินทูลามินและเกลือโรลล์ ซึ่งแสดงให้เห็นได้อย่างดีว่าแรงกดเป็นต้นกำเนิดไฟฟ้าถ้าเอาผลึกที่ทำจากวัสดุเหล่านี้สอดเข้าไประหว่างโลหะทั้งสองนั้นจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับแรงกดหรืออาจจะใช้ผลึกนี้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลัง งานกลได้โดยจ่ายประจุเข้าที่แผ่นโลหะทั้งสองเพราะจะทำให้ผลึกนั้นหดตัวและขยายตัวออกได้ตาม ปริมาณของประจุ ต้นกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้แรงกดนี้นำไปใช้ได้แต่มีขอบเขตจำกัดคือ ใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ ที่ใช้กำลังต่ำมาก เช่น ไมโครโฟนชนิดแร่ หูฟังชนิดแร่ หัวเข็มรับเครื่องเล่นจานเสียง และเครื่องโซนาร์ซึ่งใช้ส่งคลื่นได้นำ เหล่านี้ล้วนแต่ใช้ผลึกทำให้เกิดไฟฟ้าด้วยแรงกดทั้งสิ้นดังนั้นเวลากรอกเสียงพูดลงในไมโครโฟนหรือเครื่องโทรศัพท์แผ่นไดอะแฟรมซึ่งเชื่อมโยงติดกับคริสตอลจะเกิดแรงดันไฟฟ้าเล็กน้อยแล้วแต่จังหวะพูดในขณะที่เสียงพูดกระทบแผ่นไดอะแฟรมก็จะถูกเปลี่ยนเป็นอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าไหลเข้าสู่เครื่องขยายเสียงเพื่อให้ออกมาเป็นเสียงดังทางลำโพงขยายเสียงต่อไป



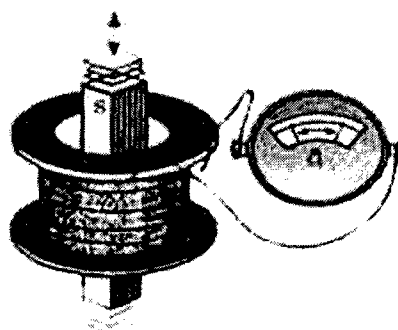
ภาพประกอบ 3 แสดงไฟฟ้าที่เกิดจากแรงกดดัน (27เมษายน2547). แหล่งกำเนิดไฟฟ้า. (Online) Available : <http://www.saroy.5u.com/images/pic20.jpg>

1.5 ไฟฟ้าที่เกิดจากอำนาจแม่เหล็ก จากการทดลองของไมเคิล ฟาราเดย์ นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษพบว่าเมื่อนำแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านขดลวด หรือนำขดลวดเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดนั้นและยังสรุปต่อไปได้อีกว่ากระแสไฟฟ้าจะเกิดได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

1.5.1 จำนวนขดลวด ถ้าขดลวดมีจำนวนมากก็จะเกิดแรงดัน ไฟฟ้าเหนี่ยวนำมากด้วย

1.5.2 จำนวนเส้นแรงแม่เหล็ก ถ้าเส้นแรงแม่เหล็กมีจำนวนมากก็จะ เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำมากด้วย

1.5.3 ความเร็วในการเคลื่อนที่ของแม่เหล็ก ถ้าเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กเร็วขึ้นก็จะเกิดแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ซึ่งต่อมาได้นำหลักการนี้มาคิดประดิษฐ์เป็นเครื่องกำเนิด ไฟฟ้าหรือเอนเนอเรเตอร์



ภาพประกอบ 4 แสดงไฟฟ้าที่ไฟฟ้าที่เกิดจากอำนาจแม่เหล็ก (27เมษายน2547). แหล่งกำเนิดไฟฟ้า. (Online). Available : <http://www.saroy.5u.com/images/pic20.jpg>

2. สายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า

สายไฟฟ้าที่ใช้ในงานไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้หลายประเภทตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งในทางเทคนิคมีชื่อเรียกกันดังนี้

678 Electric Wire

หมายถึง เส้นลวดที่ใช้เป็นสายตัวนำไฟฟ้า

2.2 Electric Cord

หมายถึง สายไฟฟ้าที่มีขนาดเล็ก มีฉนวนแบบอ่อนตัวที่สามารถบิดงอได้ง่าย

2.3 Electric Cable

หมายถึง สายไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่มีฉนวนป้องกันไฟฟ้ารั่วไหลได้อย่างมั่นคง ปลอดภัย ใช้ฝังใต้ดิน ทอดข้ามแม่น้ำ หรือเป็นสายเปลือยแขวนลอย ลักษณะที่สำคัญของสายไฟฟ้าจะอยู่ที่ความสามารถที่จะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลได้สูง สุดและองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ชนิดของตัวนำไฟฟ้าและฉนวนที่หุ้มประเภท ของ การใช้งาน แรงดันไฟฟ้าที่สายไฟฟ้าจะทนได้ขณะใช้งาน และสภาพความแข็งแรงทางกล

วัสดุตัวนำไฟฟ้า วัสดุที่ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าได้แก่ โลหะเงิน โลหะทองแดงโลหะอลูมิเนียม โลหะเงินเยอร์มัน โลหะตะกั่ว และโลหะผสมต่าง ๆ สายไฟฟ้าที่ใช้งานภายในอาคารบ้านเรือนจะใช้โลหะทองแดง และระบบไฟฟ้าแรงสูงจะใช้โลหะอะลูมิเนียมโลหะทองแดงที่ใช้ในงานไฟฟ้าจะต้องมีความบริสุทธิ์มาก หากมีสิ่งเจือปนเล็กน้อยก็จะทำให้ค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นมาก โลหะทองแดงจะต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 ทองแดงที่ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าได้แก่

1. สายทองแดงแข็งปานกลาง เป็นสายทองแดงที่ทำการรีดเส้นลวด เมื่อได้ขนาดตามที่ต้องการแล้วจะไม่นำไปอบให้อ่อน สายทองแดงชนิดนี้จะแข็งและทนต่อแรงดึงได้สูงสูงกว่าสายทองแดงชนิดอบให้อ่อนใช้ในงานเดินสายไฟฟ้ากลางแจ้ง และสามารถขึ้นให้ตึงมาก ๆ ได้ เช่น สายโทรศัพท์ สายโทรเลข สายทองแดงชนิดรีดแข็งนี้มีความต้านทานสูงกว่าสายทองแดงอ่อนราว 2.7%

2. สายทองแดงอ่อนหรือชนิดอบให้อ่อน คือ สายทองแดงที่รีดได้ขนาดแล้วนำไปอบด้วยความร้อนให้อ่อน ซึ่งเมื่อนำไปหรือโค้งงอ จะสามารถทำได้ง่าย ทนแรงดึงได้เพียง 60% ของสายทองแดงชนิดแข็ง

วัสดุฉนวนไฟฟ้า ฉนวนคือวัสดุที่มีคุณสมบัติในการกีดกันหรือขัดขวางการไหลของกระแสไฟฟ้า หรือวัสดุที่กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านได้ได้แก่ ยาง ไฟเบอร์ พลาสติก ฯลฯ ฉนวนจะต้องสามารถป้องกันตัวนำไฟฟ้าจากความร้อนหรือของเหลวที่สามารถกัดกร่อนตัวนำไฟฟ้า และสามารถกันน้ำได้ดี ฉนวนที่ใช้หุ้มตัวนำไฟฟ้าต้องมีความต้านทานสูง ต้องไม่ถูกกรดหรือด่างกัดกร่อนได้ตั้งแต่อุณหภูมิ 0 ถึง 200 องศาฟาเรนไฮต์ และต้องไม่ดูดความชื้นในอากาศ ฉนวนที่ใช้หุ้มตัวนำไฟฟ้ามีอยู่หลายชนิด ได้แก่ แร่ใยหิน ยางทนความร้อนพลาสติก PVC ฉนวนที่นิยมใช้งานได้แก่

1. ฉนวนยาง ฉนวนยางที่ใช้หุ้มตัวนำไฟฟ้าและสายเคเบิลทำจากยางพารา 20 ถึง 40% ผสมกับแร่ธาตุอีกหลายชนิด เช่น ผงซิลิเกตของแมกนีเซียม สังกะสีออกไซด์ ฯลฯ และมีกำมะถันปนอยู่ด้วยเล็กน้อย ใช้ทำสายไฟฟ้าแรงสูง

2. พลาสติก PVC เป็นฉนวนที่มีคุณสมบัติบดบังได้ แต่ไม่ดีเท่ากับยาง ไม่มีปฏิกิริยากับออกซิเจนและน้ำมันต่าง ๆ ไม่มีปฏิกิริยากับกรดและด่าง ทนอุณหภูมิได้สูง จึงเป็นที่นิยมใช้งานกันมากในปัจจุบัน

สายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า การแบ่งประเภทของสายไฟฟ้า สายไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

1. สายไฟฟ้าที่มีฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าชนิดนี้มีใช้งานกันมากตามอาคารบ้านเรือนและอุปกรณ์ไฟฟ้าหลาย ๆ ชนิด สายไฟฟ้าที่มีฉนวนหุ้มยังมีหลายชนิดได้แก่

1.1 สายไฟฟ้าที่หุ้มภายนอกด้วยด้ายถัก ได้แก่ สายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยยาง แต่ภายนอกจะถักด้วยหุ้มอีกชั้นหนึ่ง ใช้กับเตารีดและเครื่องให้ความร้อน

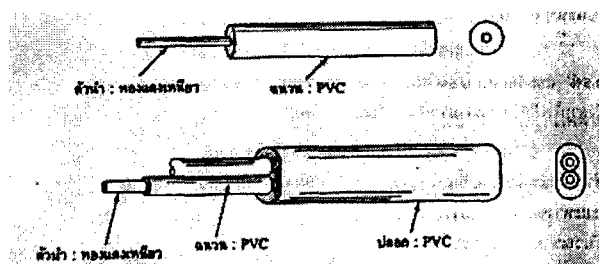
1.2 สายหุ้มยาง เป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยยางที่มีทั้งแบบธรรมดาและแบบทนความร้อน สายไฟฟ้าแบบนี้จะเปื่อยและเสื่อมคุณภาพเร็ว ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้งาน

1.3 สายหุ้ม PVC ชนิดนี้มีความทนทานต่อดินฟ้าอากาศ ไม่ติดไฟ ทนความร้อนแข็งเหนียว ไม่เปื่อยง่าย นิยมใช้งานมากที่สุด

1.4 สายหุ้มพลาสติกธรรมดา เป็นสายอ่อนเส้นเล็ก ภายในมีหลายเส้นเป็นสายไฟที่ไม่ถาวร ติดไฟได้ง่าย

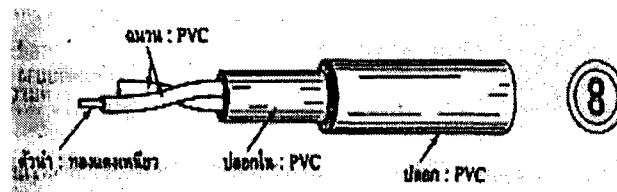
1.4.1 สายเดี่ยว เป็นสายไฟฟ้า 1 เส้น มี 1 แกน ใช้เดินทั้งภายในและภายนอกอาคารสายไฟ - ฟาชนิดนี้ ถ้าเดินในอาคารนิยมใช้ร้อยในท่อแล้วยึดต่อกับผนัง หรือฝังท่อในเสาหรือพื้น บางครั้งก็นำมาใช้เดินภายนอกอาคาร การเดินสายเดี่ยวนี้ไม่นิยมเดินติดลิป แต่จะเดินในท่อหรือวางรางเหล็กเสมอ หรือยึดติดกับผนังโดยใช้ประกับยึดเป็นช่วง ๆ ดังแสดงในภาพประกอบ 4.

1.4.2 สายคู่ เป็นสายไฟฟ้าที่ใช้เดินภายในอาคาร เป็นสายไฟฟ้าชนิด 1 เส้นมี 2 แกนหรืออาจทำพิเศษให้มี 3 แกน โดยมีสายดินอีก 1 แกน ดังแสดงในภาพประกอบ 4.



ภาพประกอบ 5 สายเดี่ยวและสายคู่ ((7ตุลาคม 2546). สายไฟฟ้า. (Online).Available : <http://cs.riudon.ac.th/sak/datacom/esignal.htm>)

1.4.3 สายเคเบิลใต้ดิน เป็นสายไฟฟ้าชนิดที่มีฉนวนPVCหุ้มลวดทองแดงอยู่แล้วยังมีฉนวนหุ้มภายนอกอีกชั้นหนึ่ง ดังแสดงในภาพประกอบ 5.



ภาพประกอบ 6 สายเคเบิลใต้ดิน ((7ตุลาคม 2546). สายไฟฟ้า. (Online).Available : <http://cs.riudon.ac.th/sak/datacom/esignal.htm>)

2. สายเปลือย หมายถึงสายไฟฟ้าที่ไม่มีฉนวนหุ้ม ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.1 สายเคเบิลนำยาหรือสายอีนาเมล เป็นสายเปลือยที่เคลือบนำยาเคมี ใช้งานกันมากในงานพันขดลวดไดนาโม มอเตอร์ หม้อแปลง ฯลฯ

2.2 สายที่มีเปลือกโลหะหุ้ม นิยมใช้ฝังเข้ากับผนังตึก สายไฟฟ้าชนิดนี้มีราคาแพง สายไฟฟ้าที่ไม่มีฉนวนหุ้มภายนอก ใช้เป็นสายไฟฟ้าแรงสูงที่เชื่อมโยงระหว่างเขื่อนกับสถานีจ่ายไฟหรือเชื่อมโยงระหว่างจังหวัดต่าง ๆ สายเปลือยสามารถจุกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าสายหุ้มฉนวนที่มีขนาดและพื้นที่เท่ากันได้เกือบเท่าตัว เนื่องจากขั้วในที่สูงและมีลมพัดผ่านตลอดเวลา เป็นการระบายความร้อนให้กับสายไฟฟ้า ทำให้สายไฟฟ้าไม่เกิดความร้อน สายเปลือยใช้กับระบบไฟแรงสูงที่มีแรงดัน 11 กิโลโวลต์ขึ้นไป สายเปลือยที่นิยมใช้งานได้แก่ สายอะลูมิเนียม เพราะมีน้ำหนักเบาและราคาถูก มีอยู่หลายชนิดได้แก่

2.2.1 สายอะลูมิเนียมล้วน ทำจากเส้นลวดอะลูมิเนียมล้วนขนาดเท่า ๆ กัน พันตีเกลียวเป็นชั้น ๆ สายไฟฟ้าชนิดนี้รับแรงดึงได้ต่ำมาก จึงไม่สามารถซึ่งสายไฟให้มีระยะห่างมาก ๆ ได้

2.2.2 สายอะลูมิเนียมผสม เป็นสายไฟฟ้าที่มีส่วนผสมของอะลูมิเนียม 99% แมกนีเซียม 0.5% และซิลิคอน 0.5% มีความเหนียวและสามารถรับแรงดึงได้สูงกว่าอะลูมิเนียมล้วน ใช้ซึ่งสายไฟที่มีระยะห่างมาก ๆ ใช้ในงานเดินสายไฟบริเวณชายทะเล

2.2.3 สายอะลูมิเนียมแกนเหล็ก เป็นสายอะลูมิเนียมตีเกลียวที่มีสายเหล็กอยู่ตรงกลางทำให้รับแรงดึงได้สูงขึ้น จึงนิยมใช้สายอะลูมิเนียมแกนเหล็กกับสายงานสายส่งไฟฟ้าแรงสูงที่มีระยะห่างของช่วงเสาอย่างมาก ๆ เช่น เสาโครงเหล็ก สายอะลูมิเนียมแกนเหล็กจะไม่ใช้งานในบริเวณชายทะเล เพราะไอของเกลียวจะเกิดการกัดกร่อนสายไฟฟ้า ทำให้อายุการใช้งานสั้นลง

2.2.4 สายอะลูมิเนียมแกนโลหะผสม เป็นสายไฟฟ้าแรงสูงที่คล้ายกับสายอะลูมิเนียม - แกนเหล็ก แต่รับแรงดึงได้น้อยกว่า

(7ตุลาคม 2546). สายไฟฟ้า. (Online).Available : <http://cs.riudon.ac.th/sak/datacom/esignal.htm>)

3. เทคโนโลยีทางการสื่อสาร

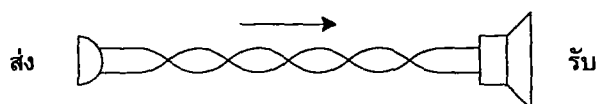
เทคโนโลยีการสื่อสาร หมายถึงวิธีการหรือกระบวนการ รับ/ส่งข้อมูลข่าวสาร ระหว่างจุดสองจุดไม่ว่าจะใกล้หรือไกลอยู่ถึงอีกด้านของโลก สัญญาณความถี่เสียง(Voice-Frequency) ที่ถูกส่งไปในระบบส่งสัญญาณจะมีช่วงความถี่แคบมากอยู่ระหว่าง 300-3,400 Hz ในขณะที่หูมนุษย์สามารถได้ยินตั้งแต่ 16-20,000 Hz และสามารถสร้างเสียงได้ตั้งแต่ 100-10,000 Hz ทั้งนี้เนื่องจากการยอมรับของผู้ใช้งานในระบบการสื่อสารระยะไกลจนกลายมาเป็นข้อเสนอแนะของ คณะกรรมการโทรเลขและโทรศัพท์(International

Telegraph and Telephone Consultative Committee หรือ CCITT) ถึงความเพียงพอของคุณภาพระดับที่ยอมรับได้ในการส่งสัญญาณเสียง ซึ่งมีเหตุผลจากสัญญาณเสียงเฉลี่ยของผู้ชายจะอยู่ในช่วงความถี่ 125-2,000 Hz ส่วนเสียงเฉลี่ยของผู้หญิงจะอยู่ในช่วงความถี่ 300-3400 Hz ดังนั้นโครงสร้างโดยทั่วไปของระบบสื่อสารระยะไกลทั้งหมดจึงใช้ช่วงความถี่ค่านี้ในการกระจายหรือเชื่อมต่อสัญญาณต่าง ๆ Michael Talbot-Smith. 1994 : 19-20

3.1 การส่งสัญญาณ

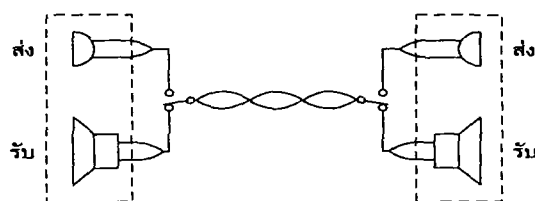
(Trevor Housley. 1987 : 24-32) คำจำกัดความของการส่งสัญญาณ สายส่งสัญญาณ สำหรับการติดต่อสื่อสาร (Communication Line) คือตัวกลางในการนำข่าวสารสำหรับระบบการสื่อสารข้อมูล ซึ่งสาย (Line) ส่วนใหญ่มาจากเครือข่ายโทรศัพท์ จึงมักถูกเรียกว่าสายโทรศัพท์ การส่งสัญญาณแบ่งออกเป็น 3 แบบ

3.1.1 การส่งสัญญาณทางเดียว (One-way Transmission) ประกอบด้วยสายส่งสัญญาณ สำหรับการติดต่อสื่อสารช่องทาง 1 ช่องหรือมากกว่า ที่สามารถนำข้อมูลไปได้ในทิศทางเดียว เช่นการส่งสัญญาณจากสถานีวิทยุหรือโทรทัศน์ เครื่องรับสามารถรับสัญญาณแต่ไม่สามารถส่งข้อมูลกลับไปยังสถานีได้



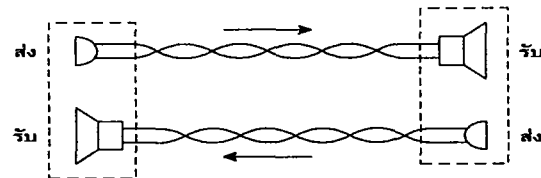
ภาพประกอบ 7 การส่งสัญญาณทางเดียว (Trevor Housley. 1987 : 25)

3.1.2 การส่งสัญญาณทีละทาง (Either-way Transmission) คือการส่งข้อมูลไปตามช่องสัญญาณ สามารถทำได้ 2 ทิศทางเพียงแต่ไม่สามารถส่งได้ในเวลาเดียวกันต้องสลับทิศทางในการส่ง โดยปลายทางทั้งสองข้างจะมีอุปกรณ์ที่สามารถส่งหรือรับ เมื่อฝ่ายแรกเป็นผู้ส่งอีกฝ่ายจะเป็นผู้รับ และเมื่อต้องการตอบกลับฝ่ายหลังจะทำหน้าที่เป็นผู้ส่งและฝ่ายแรกเป็นผู้รับ เป็นการส่งข้อมูล 2 ทางโดยผลัดกันรับส่งข้อมูล ซึ่งโดยทั่วไปจะเรียกว่า การรับส่งแบบ Half-duplex



ภาพประกอบ 8 การส่งสัญญาณทีละทาง (Trevor Housley. 1987 : 27)

3.1.3 การส่งสัญญาณสองทาง (Both-way Transmission) ประกอบด้วยสายส่งสัญญาณสำหรับการติดต่อสื่อสาร 2 ช่อง ที่สามารถส่งข้อมูลทั้ง 2 ทางได้ในเวลาเดียวกัน โดยช่องหนึ่งสำหรับการส่ง และอีกช่องสำหรับการรับ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การรับส่งแบบ Full-duplex

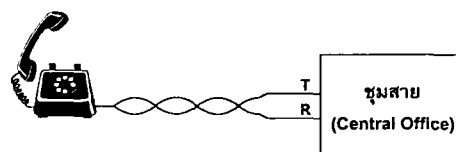


ภาพประกอบ 9 การส่งสัญญาณสองทาง (Trevor Housley.1987 : 29)

3.2 ระบบการส่งสัญญาณ

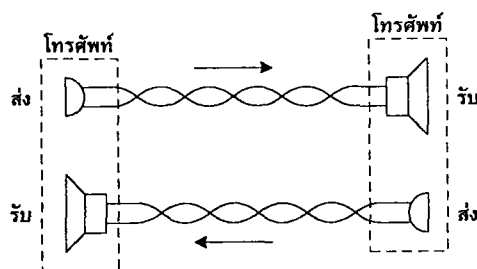
ระบบการส่งสัญญาณแบ่งออกเป็น 2 ระบบ (Michael Talbot-Smith. 1994 : 6.27-28)

3.2.1 Two-Wire Circuit คือระบบการรับส่งสัญญาณโดยใช้สายสัญญาณ 1 คู่ หรือ 2 เส้น ใช้มากในการต่อโทรศัพท์กับชุมสาย(Central Office : CO) (Winston D. Gayler. 1989 : 115)



ภาพประกอบ 10 วงจรแบบ Two-Wire (Winston D. Gayler. 1989 : 115)

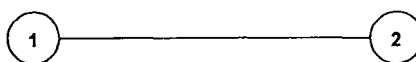
3.2.2 Four-Wire Circuit คือระบบการรับส่งสัญญาณโดยใช้สายสัญญาณ 2 คู่ หรือ 4 เส้น คู่หนึ่งสำหรับส่งและอีกคู่หนึ่งสำหรับรับ (Winston D. Gayler. 1989 : 115)



ภาพประกอบ 11 วงจรแบบ Four-Wire (Winston D. Gayler. 1989 : 115)

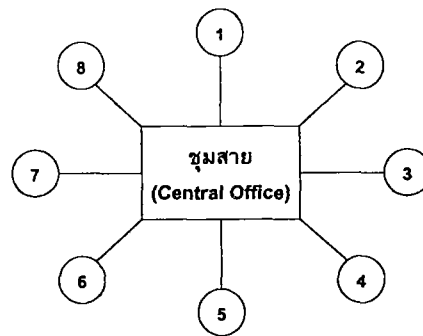
3.3 ชนิดของเครือข่ายการสื่อสาร

3.3.1 เครือข่ายแบบจุดต่อจุด (Point to Point Network) เป็นการต่อเครือข่ายการสื่อสารแบบพื้นฐาน เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ปลายทาง 2 จุด ในการรับส่งสัญญาณ ซึ่งอาจจะเป็นแบบทางเดียว(One-way) ที่ละทาง(Half-duplex) หรือสองทาง(Full-duplex) (Trevor Housley. 1987 : 60) โดยไม่คำนึงถึงระยะทาง สื่อที่ใช้ อาจจะเป็นสายไฟ สายแบบมีแกน(Coaxial Cable) หรือคลื่นวิทยุผ่านไมโครเวฟ(Microwave Radio Link) ก็ได้ (John C. Bellamy. 2000 : 18)



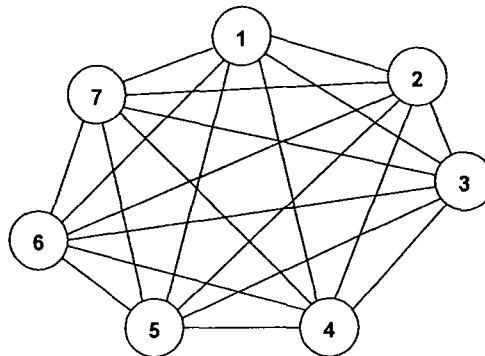
ภาพประกอบ 12 เครือข่ายแบบจุดต่อจุด (Trevor Housley. 1987 : 60)

3.3.2 เครือข่ายแบบดาว (Star Network) อุปกรณ์ปลายทางแต่ละตัวจะต่อกับตัวศูนย์กลางหรือชุมสาย(Central Office : CO) เป็นเครือข่ายที่มีสมรรถนะที่ดีเยี่ยมเพราะอุปกรณ์ทุกตัวสามารถเชื่อมต่อถึงกันได้และประหยัดคู่สาย(Trevor Housley. 1987 : 60-61)จะเห็นได้ทั่วไปในระบบโทรศัพท์ ไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ(Public Switched Telephone Network : PSTN) หรือ ตู้สาขาส่วนบุคคล(Private Branch Exchanges : PBX)



ภาพประกอบ 13 เครือข่ายแบบดาว (Trevor Housley. 1987 : 61)

3.3.3 เครือข่ายแบบตาข่าย (Mesh-Connected Network) เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทุกตัวถึงกันโดยตรง ใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่างชุมสาย(John C. Bellamy. 2000 : 6-7)



ภาพประกอบ 14 เครือข่ายแบบตาข่าย (John C. Bellamy. 2000 : 7)

3.4 Operation Amplifier

Operation Amplifier คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบเพื่อให้สามารถทำงานได้หลายรูปแบบ และเน้นความสะดวกในการใช้งาน OP-Amp เป็น IC(Integrated Circuit) ชนิดหนึ่ง บางครั้งจึงเรียก OP-Amp ว่าเป็น IC เอนกประสงค์ เพราะสามารถนำไปต่อวงจรได้มากมาย เช่น ขยายสัญญาณ ผลิตสัญญาณ เปรียบเทียบสัญญาณ รวมสัญญาณ และอื่นๆ

3.4.1 คุณสมบัติของ OP-Amp ในทางอุดมคติ (Ideal OP-Amp) มีดังนี้

3.4.1.1 Input Impedance (R_i) = $\infty \Omega$ ปกติประมาณ 5 Mohm

3.4.1.2 Output Impedance (R_o) = 0Ω ปกติประมาณ 10 ohm

3.4.1.3 Voltage Gain (A_v) $= \infty \Omega$ ปกติประมาณ 10^5 เท่า

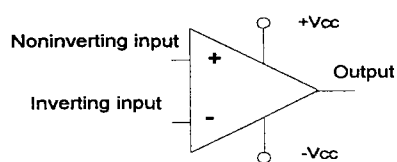
3.4.1.4 Bandwidth $= \infty \text{ Hz}$ ปกติประมาณ 5 MHz

3.4.1.5 ไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ

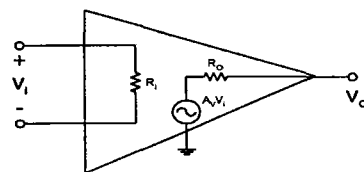
3.4.1.6 การสวิงของเอาต์พุตเป็นแบบเส้นตรง (Linear Output Swing)

3.4.1.7 ไม่มีสัญญาณรบกวน

สัญญาณลักษณะ OP-Amp



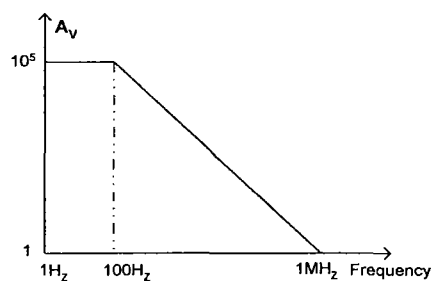
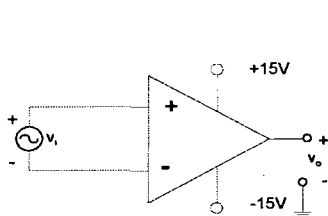
วงจรเสมือน OP-Amp



ภาพประกอบ 15 ((7ตุลาคม 2546). Operation Amplifier.(Online).Available : <http://eestaf.kku.ac.th/~vichai/Lecture/Electronics/EL05.doc>)

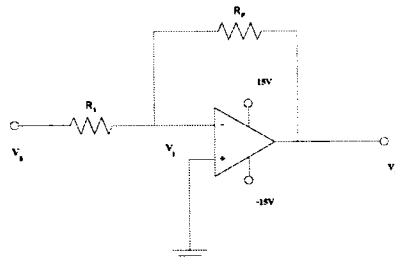
3.4.2 วงจรขยายสัญญาณ OP-Amp สามารถแบ่งได้ดังนี้

3.4.2.1 แบบ Open Loop คือวงจรขยายแบบ Open Loop การขยายจะขยายจน Saturate



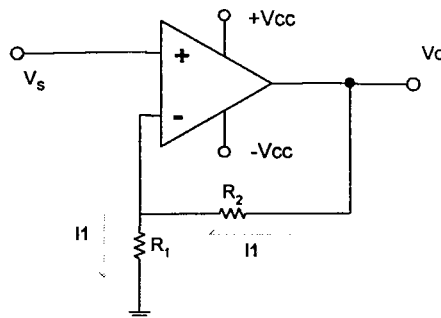
ภาพประกอบ 16 วงจรขยายสัญญาณแบบ Open Loop ((7ตุลาคม 2546). Operation Amplifier. (Online).Available : <http://eestaff.kku.ac.th/~vichai/Lecture/Electronics/EL05.doc>)

3.4.2.2 วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส (Inverting Amplifier) คือวงจรขยายที่สัญญาณออกมามีเฟสต่างจาก สัญญาณที่เข้าไป



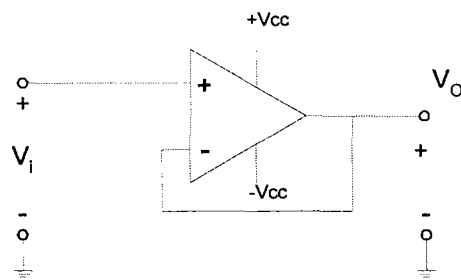
ภาพประกอบ 17 วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส ((7ตุลาคม 2546). Operation Amplifier.
(Online).Available : <http://eestaff.kku.ac.th/~vichai/Lecture/Electronics/EL05.doc>)

3.4.2.3 วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส (Non inverting Amplifier) คือวงจรขยายที่สัญญาณออกมามีเฟสเหมือนกับสัญญาณที่ป้อนเข้าไป



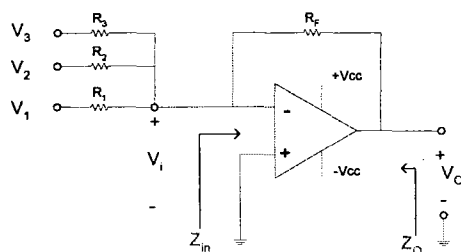
ภาพประกอบ 18 วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส ((7ตุลาคม 2546). Operation Amplifier.
(Online).Available : <http://eestaff.kku.ac.th/~vichai/Lecture/Electronics/EL05.doc>)

3.4.3 Unity Follower หรือ Voltage Follower คือวงจรที่ส่งผ่านค่าโวลต์ตรง จาก อินพุตไปยังเอาต์พุตด้วยอัตราขยายเท่ากับ 1 เท่า สิ่งที่ได้คือ input impedance สูง output impedance ต่ำ



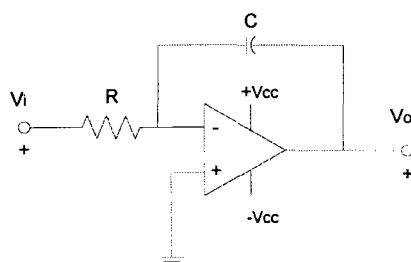
ภาพประกอบ 19 วงจรส่งผ่านค่าโวลต์เต็ม ((7ตุลาคม 2546). Operation Amplifier. (Online) . Available : <http://eestaff.kku.ac.th/~vichai/Lecture/Electronics/EL05.doc>)

3.4.4 Summing Amplifier คือวงจรรวมสัญญาณ



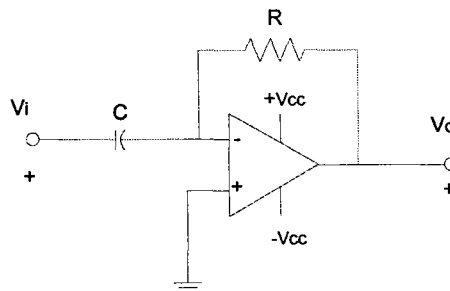
ภาพประกอบ 20 วงจรรวมสัญญาณ ((7ตุลาคม 2546). Operation Amplifier.(Online).Available : <http://eestaff.kku.ac.th/~vichai/Lecture/Electronics/EL05.doc>)

3.4.5 Integrator คือวงจร Low Pass Filter หรือวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน



ภาพประกอบ 21 วงจรอินทิเกรตสัญญาณอินพุต เพื่อออกเอาต์พุต ((7ตุลาคม 2546). Operation Amplifier.(Online).Available : <http://eestaff.kku.ac.th/~vichai/Lecture/Electronics/EL05.doc>)

3.4.6 Differentiator คือวงจร high pass Filter หรือวงจรกรองความถี่สูงผ่าน



ภาพประกอบ 22 วงจร Differentiate สัญญาณอินพุต

((7ตุลาคม 2546). Operation Amplifier. (Online). Available : <http://eestaff.kku.ac.th/~vichai/Lecture/Electronics/EL05.doc>)

3.5 มาตรฐาน สำหรับการสื่อสาร

ในระหว่างทำการสื่อสารข้อมูลอุปกรณ์เครื่องมือที่เป็นผู้รับจะต้องรู้จัก หรือว่า เข้าใจข่าวสารหรือข้อมูลที่ อุปกรณ์เครื่องมือที่เป็นผู้ส่ง ส่งมาให้ ดังนั้น อุปกรณ์ของผู้รับและผู้ส่งจะต้องใช้วิธีการส่ง (Transmission) การอินเตอร์เฟซ (Interface) การเข้ารหัส (Coding) และวิธีการตรวจสอบ ในกรณีข้อมูลที่รับ และส่งมีปัญหา (Error Detection) ให้เป็นรูปแบบเดียวกัน หรือสามารถแปลง ให้เป็น รูปแบบเดียวกันได้เพื่อความ เป็นระเบียบ และความสะดวก แก่ผู้ผลิต และผู้ใช้ สามารถติดต่อสื่อสารข้อมูล กันเป็นแบบระบบเปิด (Open System) ซึ่งได้ มีการกำหนดมาตรฐาน สากลสำหรับระบบการติดต่อ สื่อสารข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยมาตรฐานของรหัส โปรโตคอล และ สถาปัตยกรรม (Architecture) ซึ่งมี ความจำเป็นอย่างมากที่ ท่านควรจะทำความรู้จักกับชื่อ ของมาตรฐาน และองค์กรที่พัฒนามาตรฐาน ขึ้น ซึ่งชื่อเหล่านี้จะมี ประโยชน์ต่อท่านต่อไปเมื่อทำการศึกษาระบบ การสื่อสารข้อมูล

3.5.1 องค์กรมาตรฐานสากล (The International Standards Organization : ISO) เป็นองค์กรพัฒนามาตรฐานสากลในเรื่องของการสื่อสาร ข้อมูล และเป็น สถาบันที่พัฒนารูปแบบ OSI (Open Systems Interconnection Model) ซึ่งเป็น รูปแบบของ สถาปัตยกรรม เครือข่าย โดยมีการแบ่ง โครงสร้าง การ ติดต่อ สื่อสารออกเป็น 7 ชั้น หรือ 7 เลเยอร์ (Layer) สำหรับการ เชื่อมโยงการสื่อสาร ในเครือข่ายระหว่าง คอมพิวเตอร์ที่มีความแตกต่างกัน สถาบัน ISO ประกอบ ด้วยคณะกรรมการจาก 89 ประเทศสมาชิก มาตรฐานที่ ISO ได้ประกาศใช้ มีมากกว่า 5,000 มาตรฐาน

3.5.2 สถาบันมาตรฐานอเมริกัน (The American National Standards Institute ANSI) เป็นองค์กรพัฒนามาตรฐานในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นหนึ่งในตัวแทน ของกลุ่มประเทศสมาชิกใน ISO ด้วย มาตรฐานที่ ANSI กำหนดขึ้นจะ เกี่ยวข้องกับการสื่อสารข้อมูลและระบบเครือข่าย มาตรฐานที่พัฒนาส่วนใหญ่จะ เป็นมาตรฐานการประดิษฐ์ตัวเลขของการติดต่อสื่อสาร ข้อมูล และ มาตรฐาน เทอร์มินัล และ

ล่าสุด ANSI ยังรับผิดชอบในการกำหนดมาตรฐาน การสื่อสาร ในเครือข่ายแบบFDDI (Fiber Distributed Data Interface) อีกด้วย

3.5.3 สถาบันอุตสาหกรรม วิศวกรรมไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ (The Institute of Electrical and Electronic Engineers : IEEE) เป็นกลุ่มนักวิชาการและผู้ประกอบอาชีพทางสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ในประเทศสหรัฐอเมริกา มาตรฐาน ที่ IEEE กำหนดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็น มาตรฐานทางอุตสาหกรรม ทางด้านไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ และ มาตรฐาน เกี่ยวกับไมโครโปรเซสเซอร์ และอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ใน ไมโครคอมพิวเตอร์ มาตรฐานที่ ค้นเคยกันดี เช่น IEEE 802.3 สำหรับระบบเครือข่าย ท้องถิ่น LAN CSMA/CD หรือ Ethernet

3.5.4 สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (The Electronics Industries Association : EIA) เป็นองค์กรกำหนดมาตรฐานทางอุตสาหกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ของ ประเทศสหรัฐอเมริกา มาตรฐานของ IEA จะขึ้นต้นด้วย RS (Recommended Standard) เช่น อินเตอร์เฟซ RS-232-C นอกจากนี้ยังมีมาตรฐานในกลุ่ม ประเทศอื่น ๆ อีก เช่น BSI (ประเทศอังกฤษ) NFNOR (ฝรั่งเศส) DIN (เยอรมัน) และอื่น ๆ

(10มกราคม 2546). มาตรฐานสากล. (Online).Available :

http://www.spu.ac.th/msit1/pubmsit2/datacomm/unit1_2.html

3.6 การลดทอนของสัญญาณในสายชนิดต่าง ๆ

การลดทอนของสัญญาณหมายถึง การลดลงของสัญญาณเมื่อถูกส่งผ่านตัวกลาง (Media) ที่ใช้ สำหรับเป็นตัวส่งผ่านสัญญาณ ในสายชนิดต่างๆ สามารถจำแนกได้ดังนี้

3.6.1 สายคู่บิดเกลียว (TWISTED PAIR) มีลักษณะทางกายภาพ, การใช้งาน และลักษณะ ดังนี้

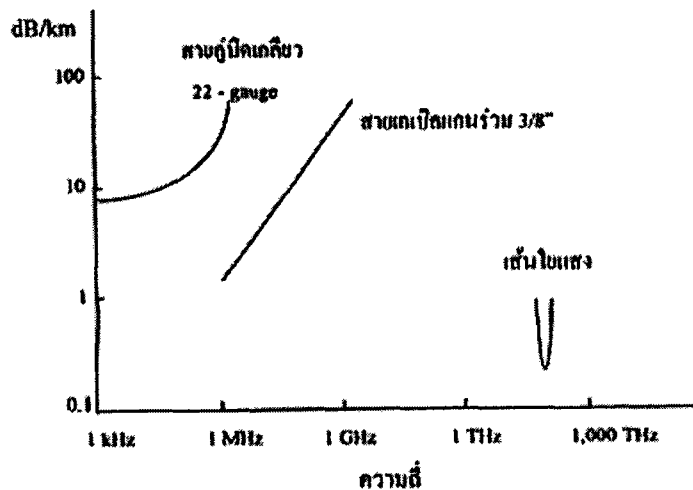
3.6.1.1 ลักษณะทางกายภาพ สายคู่บิดเกลียวประกอบด้วยเส้นลวดทองแดงที่มีฉนวนหุ้มจำนวน 2 เส้นนำมาบิดเป็นเกลียวด้วยกัน โดยทั่วไปสายคู่บิดเกลียวหลาย ๆ คู่จะถูกรวมเข้าด้วยกัน โดยการพันด้วย tough protective sheath เป็นสายเคเบิลเพียงเส้นเดียว การบิดเกลียวของเส้นลวดทองแดงที่มีฉนวนหุ้มแต่ละคู่เป็นการลดการแทรกสอดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic interference) ระหว่างสายแต่ละคู่ เส้นลวดทองแดงที่ใช้มีความหนาตั้งแต่ 0.016 ถึง 0.036 นิ้ว

3.6.1.2 การใช้งาน สายคู่บิดเกลียวเป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลทั้งแบบแอนะล็อกและแบบดิจิทัลที่เราใช้กันมากที่สุด เช่น เป็นสาย backbone ของระบบโทรศัพท์ หรือใช้เป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลภายในตึก

ในระบบโทรศัพท์ เราใช้สายคู่บิดเกลียวต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (local telephone exchange) นั่นคือเราใช้สายคู่บิดเกลียวเป็น “วงท้องถิ่น” หรือ “local loops” ส่วนการใช้เป็นตัวกลางภายในตึกนั้น เราใช้ต่อเครื่องโทรศัพท์เข้ากับตู้สาขา (Private Branch eXchange – PBX)

การสื่อสารข้อมูลผ่านวงท้องถิ่นต้องใช้โมเด็มเป็นอุปกรณ์ในการส่งข้อมูล โดยที่อัตราข้อมูลส่งสูงสุดมีค่าเท่ากับ 9600 bps อย่างไรก็ตามในการใช้สายคู่บิดเกลียวสำหรับสายผ่านระยะไกล (long distance trunking) สามารถส่งข้อมูลได้สูงถึง 4 Mbps.

3.6.1.3 คุณสมบัติการส่งข้อมูล สายคู่บิดเกลียวก่อนข้างมีขีดจำกัดในเรื่องระยะทางแบนด์วิธและอัตราข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับตัวกลางในการส่งข้อมูลแบบอื่น



ภาพประกอบ 23 การลดทอนพลังงานในตัวกลางในการส่งข้อมูลแบบนำทาง

(7 ตุลาคม 2546). การลดทอนของสัญญาณ. (Online). Available :

<http://cs.ruudon.ac.th/sak/datacom/esignal.htm>)

จะเห็นได้ว่าการลดทอนของสัญญาณในสายคู่บิดเกลียวมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ค่อนข้างมาก นอกจากนี้สายคู่บิดเกลียวมีคุณสมบัติถูกรบกวนจากการแทรกสอดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสัญญาณรบกวนได้ง่าย

3.6.2 สายคู่ตีเกลียว (Twisted Pair) สายคู่ตีเกลียวประกอบด้วยสายไฟ 2 หรือ 4 คู่ถักเข้าด้วยกันตลอดทั้งเส้นเพราะว่าแต่ละเส้นเป็นตัวนำไฟฟ้า การพันสายเข้าด้วยกันจะทำให้เกิดเป็นฉนวนกันสัญญาณรบกวน RF ได้ สายคู่ตีเกลียวมีอยู่ 2 ประเภท ก็คือแบบมีฉนวนหุ้ม (Shielded Twisted pair - STP) และแบบไม่มีฉนวนหุ้ม (Un shielded Twisted pair - UTP) ความแตกต่างก็คือ แบบมีฉนวนหุ้มมีชั้นตัวนำล้อมรอบสายที่ถักตัวกัน ซึ่งจะได้อิทธิพลพิเศษไว้ป้องกันสัญญาณรบกวนอีกชั้นหนึ่ง แบบมีฉนวนหุ้ม ราคาแพงกว่าแบบไม่มีฉนวนหุ้มเล็กน้อย แต่ก็กันสัญญาณ RF ภายนอกได้ดีกว่า และอาจจะเหมาะกับบริเวณที่สายแบบไม่มีฉนวนหุ้มทำงานได้ไม่ดี



ภาพประกอบ 24 สายคู่ตีเกลียวแบบไม่มีฉนวนหุ้ม

(7 ตุลาคม 2546). การลดทอนของสัญญาณ. (Online). Available : <http://cs.ruudon.ac.th/sak/datacom/esignal.htm>)



ภาพประกอบ 25 สายคู่ตีเกลียวแบบมีฉนวนหุ้ม

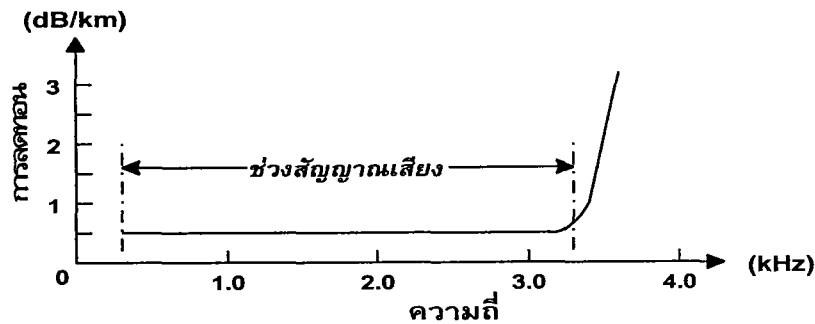
(7 ตุลาคม 2546). การลดทอนของสัญญาณ. (Online). Available : <http://cs.ruudon.ac.th/sak/datacom/esignal.htm>)

4. เครื่องสื่อสารภายในอาคาร

เครื่องสื่อสารภายในอาคาร หมายถึง เครื่องที่ใช้รับ/ส่ง สัญญาณเสียงภายในอาคาร เครื่องสื่อสารภายในอาคาร จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

4.1 เครื่องสื่อสารที่ใช้สายเป็นสื่อสัญญาณ มีอยู่ด้วยกันหลายประเภทดังนี้

4.1.1 สายคู่ตีเกลียว (Twisted-pair Cable) เป็นสายตัวนำ(ทองแดง)ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 มิลลิเมตร หุ้มฉนวน 2 เส้นพันตีเกลียวเพื่อป้องกันการรบกวน สายคู่ตีเกลียวอาจจะมีตั้งแต่ 2 คู่ ไปจนถึง 4,000 คู่ (Multi-core Cable) คุณลักษณะของสัญญาณเสียงในสายคู่ตีเกลียว ในการตอบ - สอนง ต่อสัญญาณเสียงจะขึ้นอยู่กับ ความถี่ของสัญญาณ ความยาว และขนาดของสาย เมื่อสัญญาณเสียงถูกส่งไปตามสายจะถูกลดทอน(Attenuation) ลงไปเรื่อยๆ เมื่อความถี่สูงขึ้น และจะสูงขึ้นมากขึ้นที่ความถี่ประมาณ 3,400 เฮิรตซ์ เป็นเส้นโค้งดังภาพประกอบ และคุณภาพของสัญญาณเสียงจะลดลงเมื่อความยาวของสายเพิ่มขึ้น โดยปกติจะมีความยาวได้ไม่เกิน 10 กิโลเมตร(Michael Talbot-Smith. 1994 : 21-22)



ภาพประกอบ 26 การลดทอนของสายคู่ตีเกลียว (Michael Talbot-Smith. 1994 : 22)

4.1.2 สายโคแอกเชียล (Coaxial Cable) ประกอบด้วยตัวนำ 2 ชุด ตัวนำแกนกลางจะถูกหุ้มด้วยตัวนำชั้นนอกมีฉนวนกันระหว่างตัวนำทั้งสองและหุ้มตัวนำชั้นนอกอีกชั้นหนึ่ง ตัวนำชั้นนอกจะเป็นตัวป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอกที่จะเข้าตัวนำแกนกลางและป้องกันสัญญาณจากตัวนำแกนกลางออกไปรบกวนภายนอก เป็นสายที่สามารถใช้กับการส่งสัญญาณที่มีความถี่สูงขึ้นไป (Michael Talbot-Smith. 1994 : 6.22) หรือเรียกว่ามีลักษณะแถบความถี่กว้างขึ้น(Wide Bandwidth) สามารถส่งสัญญาณเสียงทางโทรศัพท์ได้มากกว่าหนึ่งพันวงจรในเวลาเดียวกัน(Trevor Housley. 1987 : 327)

4.1.3 เคเบิลใยแก้วนำแสง (Optical-fiber Cable) เป็นสายที่มีคุณสมบัติดีกว่าสายแบบที่ใช้ตัวนำไฟฟ้าคือ มีแถบความถี่กว้างมาก(Large Bandwidth) การสูญเสียต่ำ สนามแม่เหล็กไฟฟ้าไม่สามารถรบกวนได้ มีหลักพื้นฐานในการส่งสัญญาณคือ แปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นแสงและส่งไปตามเคเบิลใยแก้วนำแสง(Michael Talbot-Smith. 1994 : 6.22-23)

4.2 เครื่องสื่อสารที่ใช้คลื่นวิทยุเป็น พาหะนำสัญญาณเสียงจาก ที่หนึ่งไปยังที่หนึ่ง ซึ่งจะอยู่ในย่านความถี่สูง หรือ สูงมาก ซึ่งมีทั้งข้อดีและข้อเสีย คือ

4.2.1 ข้อเสีย คือ การใช้คลื่นวิทยุจะมีการรบกวน ขึ้นได้หากมีการป้องกัน ไม่ดีพอ

4.2.2 ข้อดี คือ มีความสะดวกในการใช้งานหากมีการเคลื่อนย้าย ตำแหน่งใช้งาน

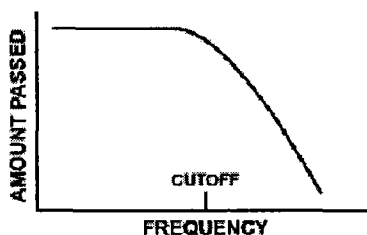
5. ทฤษฎีการกรองความถี่

ความถี่หมายถึง สัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ในการสื่อสาร สามารถแบ่งได้ดังนี้

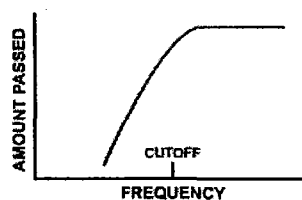
5.1 ความถี่วิทยุ (Radio Frequency RF.) คือสัญญาณความถี่ที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยินเสียง เนื่องจากความถี่สูง เกินกว่ามนุษย์จะได้ยินเสียง สัญญาณเสียงที่มนุษย์สามารถรับฟังได้อยู่ระหว่าง 300 - 3400 Hz ประโยชน์สำหรับเป็นพาหะสัญญาณเสียงให้ไปได้ไกลขึ้น เพราะปกติมนุษย์จะไม่สามารถส่งเสียงไปได้ไกลมากเท่านี้ แต่หากมีสัญญาณพาหะก็จะทำให้ส่งสัญญาณได้ไกลขึ้นมาก

5.2 ความถี่เสียง (Audio Frequency AF.) คือเสียงที่มีความถี่ตั้งแต่ 300 - 3400 Hz

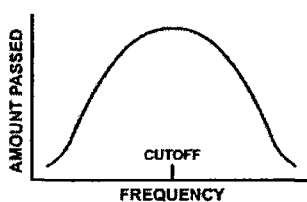
การกรองความถี่ คือการเลือกความถี่ที่ต้องการไปใช้งานไปใช้งาน เนื่องจากความถี่นั้นมีมาก จาก 0 - ∞ Hz ดังนั้นจึงต้องมีการกรองความถี่ ซึ่งแบ่งได้ 4 ลักษณะคือ กรองความถี่ต่ำ (Lowpass Filter) กรองความถี่สูง (Highpass Filter) กรองความถี่เฉพาะย่าน (Bandpass Filter) และกรองความถี่เฉพาะที่ (Band reject Filter)



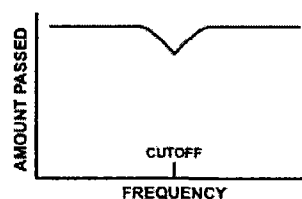
Lowpass Filter



Highpass Filter



Bandpass Filter

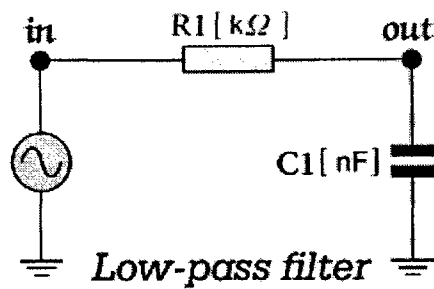


Band Reject Filter

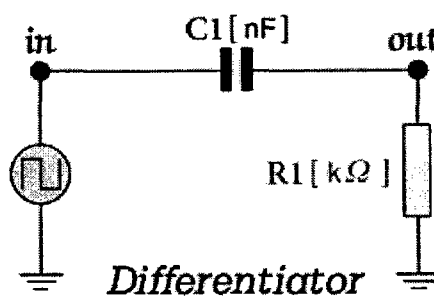
ภาพประกอบ 27 Kind of Frequency Filter : (28 เมษายน 2547). ทฤษฎีการกรองความถี่.

(Online).Available : <http://www.technicyaso.ac.th/teacher/chingchai/test04.doc>

สามารถทำได้โดยการใช้อุปกรณ์ที่เป็น Passive ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ไม่ต้องใช้ไฟฟ้าป้อนให้อุปกรณ์เพื่อทำงาน เช่น Resistor (R) , Capacitor (C) และ Inductor (L) ตัวอย่างดังภาพประกอบ 27-28



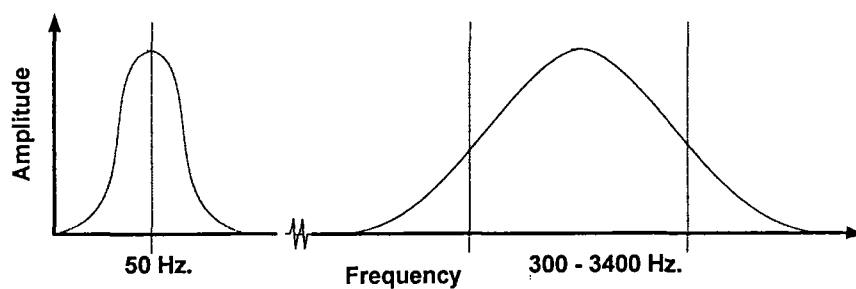
ภาพประกอบ 28 วงจร Lowpass Filter. (28 เมษายน 2547). Lowpass Filter. (Online). Available :
http://www.st-andrews.ac.uk/~www_pa/Scots_Guide/experiment/lowpass/lp.gif



ภาพประกอบ 29 วงจร Highpass Filter.(28 เมษายน 2547). Highpass Filter. (Online). Available :
http://www.st-andrews.ac.uk/~www_pa/Scots_Guide/experiment/diff/dcirc.gif

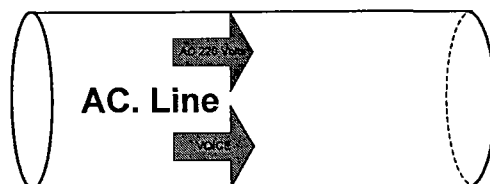
6. การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

จากความแตกต่างความถี่ ระหว่าง ความถี่เสียง (300-3400 Hz.) กับ ความถี่ของแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสสลับ 220 โวลท์ (50 Hz.) ดังรูป



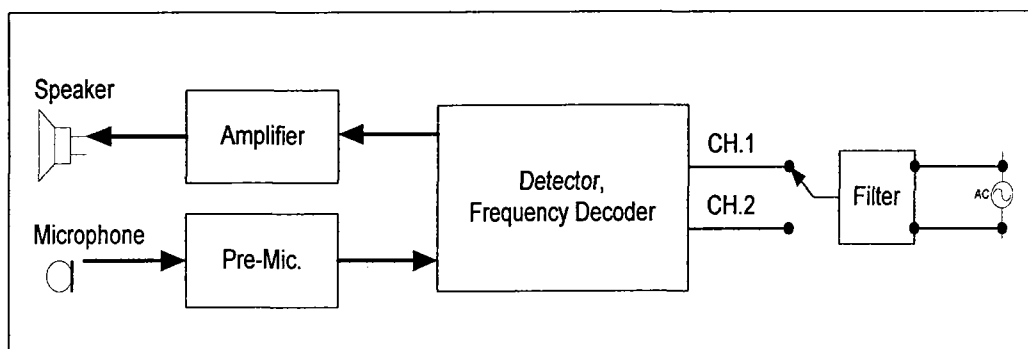
ภาพประกอบ 30 แสดง ความแตกต่างของ ความถี่เสียง กับ ความถี่ของแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสสลับ 220 โวลท์

จากความแตกต่างของความถี่ ข้างต้น เพื่อความสะดวกในการใช้งาน ของเครื่องสื่อสารภายในอาคาร โดยไม่ต้องมีการเชื่อมโยงคู่สายใหม่ เมื่อมีการ ติดตั้งเครื่องสื่อสารใหม่ หรือ เมื่อมีการเคลื่อนย้ายเครื่องสื่อสาร ในการใช้งาน จึงได้มีแนวคิดที่จะใช้สายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสสลับ 220 โวลต์ เป็นสายสื่อสาร สัญญาณ แสดงดังรูป



ภาพประกอบ 31 แสดง การส่งสัญญาณเสียง ร่วมกับ แรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสสลับ 220 โวลต์ ภายในสายส่งสัญญาณเดียวกัน

6.1 ผังของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ จากข้อหลักการของความแตกต่างของ ความถี่ข้างต้น สามารถออกแบบ ผังของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ได้ดังรูป



ภาพประกอบ 32 แสดงผังของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

6.2 การทำงานของส่วนประกอบของ เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ แยกได้ดังนี้

6.2.1 Filter มีหน้าที่ กรองความถี่ เสียง (300-3400 Hz.) ออกจาก ความถี่ของแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

6.2.2 Detector, Frequency Decoder มีหน้าที่ แยกช่องสัญญาณ และความถี่ ของ เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ออกจากกัน

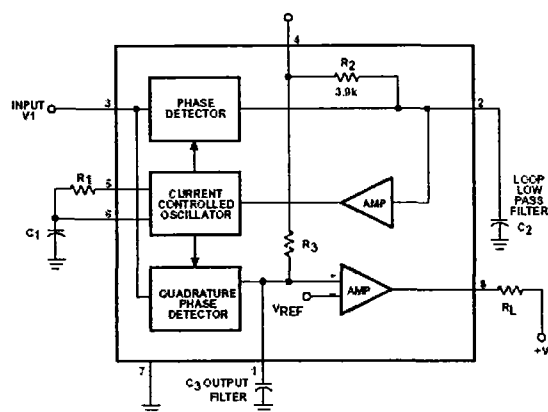
6.2.3 Amplifier ทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียง

6.2.4 Pre-Mic. มีหน้าที่ขยายเสียงจาก Microphone

6.2.5 Speaker มีหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้า เป็นสัญญาณเสียง

6.2.6 Microphone มีหน้าที่แปลงสัญญาณเสียง เป็น สัญญาณไฟฟ้า

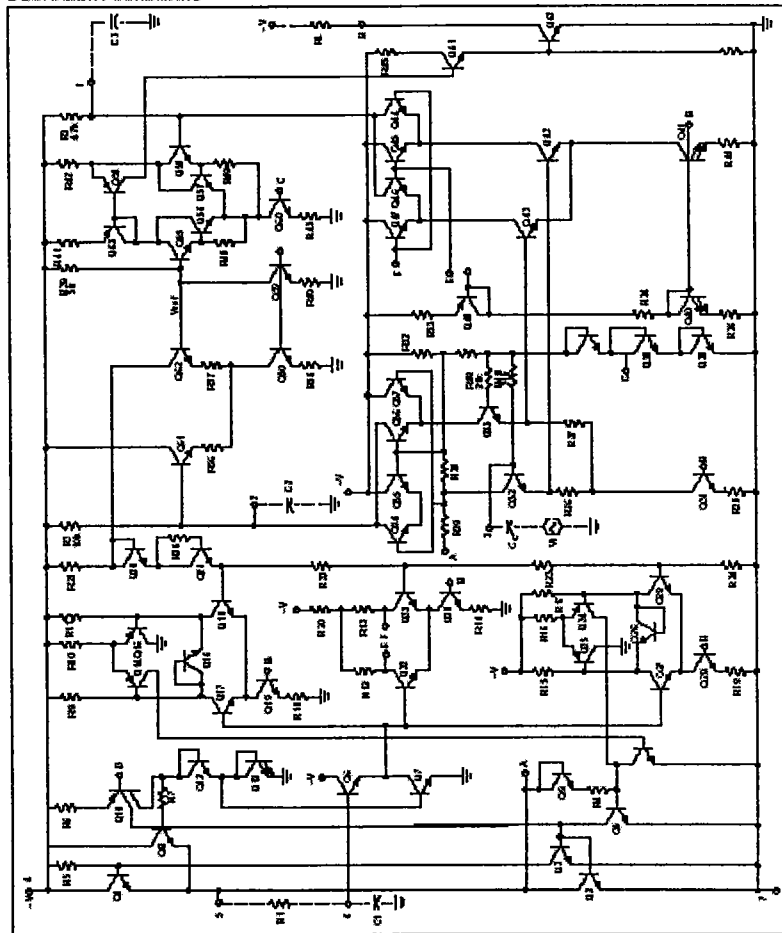
จากผังการทำงาน ในส่วนของ Detector, Frequency Decoder สามารถใช้อุปกรณ์ที่เป็น ไอซี เบอร์ NE567 ได้เนื่องจากมีหน้าที่การทำงานที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้ ซึ่งมีผังการทำงาน แสดงดัง ภาพประกอบ 32



ภาพประกอบ 33 แสดงผังของไอซี เบอร์ NE567 (30 ตุลาคม 2546). IC #NE567. (Online). Available : http://www.ee.nmt.edu/~wedeward/EE382/SP00/NE_SE567.pdf

จากภาพแสดงผังของไอซี เบอร์ NE567 จะมีรายละเอียดของผังดังภาพประกอบ 34

EQUIVALENT SCHEMATIC



ภาพประกอบ 34 แสดงวงจรเสมือนของ ไอซี เบอร์ NE567 (30 ตุลาคม 2546). IC #NE567.(Online).

Available : http://www.ee.nmt.edu/~wedeward/EE382/SP00/NE_SE567.pdf

6.3 ลักษณะเด่น ของไอซี เบอร์ NE567 คือ

- 6.3.1 สามารถความถี่ย่านกว้าง ตั้งแต่ .01 Hz.-500 KHz.
- 6.3.2 ความถี่กลาง (Frequency Centre) มีความเที่ยงตรงสูง
- 6.3.3 ปราศจากการรบกวน
- 6.3.4 สามารถปรับความถี่ได้จาก ตัวต้านทาน (Resistor) ภายนอก
- 6.3.5 สามารถใช้ในหน่วยงานทหาร

(30 ตุลาคม 2546). IC #NE567.(Online). Available :

http://www.ee.nmt.edu/~wedeward/EE382/SP00/NE_SE567.pdf

และยังเป็นอุปกรณ์ที่หาซื้อได้ภายในประเทศ จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ ไอซี เบอร์ NE567 ใน ส่วนของ Detector, Frequency Decoder

7. คุณภาพในการรับ/ส่งสัญญาณ เสียงตามมาตรฐานของ ITU-T

คุณภาพในการรับ/ส่งสัญญาณ เสียงตามมาตรฐานของ ITU-T หมายถึง ข้อกำหนดต่างๆ ในมาตรฐาน ITU-T ประกอบด้วย ส่วนประกอบ 3 หัวข้อ ดังนี้

7.1 แบนด์วิดท์ (Bandwidth) หมายถึง ความถี่ที่ส่งผ่านสื่อกลางได้ ในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งมีระหว่าง 300Hz-3400Hz

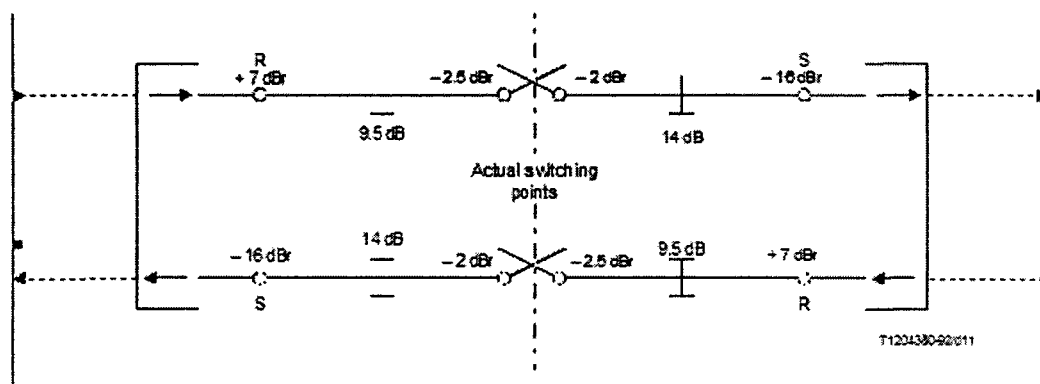
7.2 การลดทอนสัญญาณ (Attenuation) ต้องไม่เกินกว่า 3 dB

7.3 สัญญาณรบกวน มีเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายประเภท สามารถแผ่คลื่นสัญญาณออกมารบกวนการรับ-ส่งข้อมูลของสื่อกลาง เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร บันไดเลื่อน ไฟนีออน ฯลฯ มีสื่อกลางบางชนิดไม่สามารถป้องกันสัญญาณรบกวนเหล่านี้ได้ ทำให้ประสิทธิภาพในการรับ-ส่งข้อมูลด้อยลง

(8 ตุลาคม 2546). ประสิทธิภาพการ รับ/ส่ง ข้อมูล. (Online). Available :

<http://www.benjama.ac.th/ebooks/cable/efficient.htm>

8.4 ขนาดของสัญญาณ ที่ทำการทดสอบ Transmission



ภาพประกอบ 35 (14 ตุลาคม 2546). ITU-T Telecommunication Standardization Sector Of ITU (CD-ROM) : P28

8. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

หน้าที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2542 : 250-264) ได้ออกแบบและสร้างชุดเชื่อมต่อระบบวิทยุสื่อสาร โดยการหาตำแหน่งติดตั้งสถานีศูนย์กลางด้วยการคำนวณ ทำการทดสอบและจัดวงจร 4-Wire E&M เพื่อใช้สำหรับเชื่อมโยงสัญญาณเสียงจากตัวรับสัญญาณที่กระจายอยู่รอบพื้นที่ใช้งาน สิ่งที่จะทำให้การส่งสัญญาณเสียงไปถึงผู้รับได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ต้องทำความเข้าใจและต้องคำนึงถึงระดับทดสอบและรูปแบบการวัด ย่านความถี่ ค่าความต้านทานต่อไฟฟ้ากระแสสลับ (Impedance) อัตราขยายของระบบส่งสัญญาณ ตัวปรับลดทอนสัญญาณ (Attenuator) ในการวัดและทดสอบระบบส่งสัญญาณ ได้ใช้ความถี่ 1 kHz Impedance 600 โอห์ม ระดับสัญญาณต้นทาง -16dBm และวัดที่ปลายทางได้ 23dBm (อัตราขยายของระบบส่งสัญญาณเท่ากับ

23dB) ส่วนการควบคุมสัญญาณระหว่าง 4-Wire E&M กับสถานีทวนสัญญาณใช้ Opto-Transistor เป็นตัวเชื่อมต่อ

ณัฐกรกมล นาเมือง และ พิเชฐ ม่วงนวล. (2538 : 472-478) ได้พัฒนาเครื่องต่อโทรศัพท์ตรงโดยไม่ผ่านโอเปอร์เรเตอร์ (Direct Inward System Access : DISA) โดย DISA จะทำงานร่วมกับ PABX ทำหน้าที่เป็นโอเปอร์เรเตอร์อัตโนมัติ DISA จะตรวจการเรียกเข้าจากสายภายนอก และส่งเสียงที่บันทึกไว้บอกให้ผู้เรียกเข้ากดเลขหมายภายใน DISA จะบันทึกเลขหมาย และส่งเลขหมายดังกล่าวให้กับ PABX ต่อไป การตรวจสอบสายเรียกเข้า(สัญญาณกระดิ่ง) จะใช้ไอซีเชื่อมโยงทางแสง (Opto-Couple) เบอร์ 4N25 เป็นตัวเปลี่ยนสัญญาณกระดิ่งที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 100 โวลต์ ความถี่ 20 Hz ให้เป็นพัลส์ ขนาด 5 โวลต์ สำหรับใช้งานในวงจร ส่วนวงจรเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ ที่ทำหน้าที่คล้ายกับการยกและวางหูโทรศัพท์ จะใช้อุปกรณ์ Relay สำหรับติดต่อกับหม้อแปลงที่มีความต้านทานประมาณ 600 โอห์ม เท่ากับความต้านทานของโทรศัพท์ขณะยกหู

แตงระวี เพชรศรีทอง และ วิทยา วงศ์กนิษฐ์. (2538 : 538-541) ได้ออกแบบเครื่องคำนวณและบันทึกค่าโทรศัพท์ โดยเครื่องจะทำการตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ และเข้าสู่โหมดเตรียมพร้อมรับสัญญาณกดหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF) จากนั้นจึงตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone) เมื่อสัญญาณหายไปจึงเริ่มนับเวลา เมื่อมีการวางหูโทรศัพท์เครื่องจะหยุดการนับเวลาและบันทึกค่าต่างๆไว้ หากมีการเรียกเข้าก่อนเครื่องจะไม่ทำการบันทึกค่า ในการตรวจสอบการยกหูวางหูโทรศัพท์ได้ใช้ Opto-Couple เบอร์ 4N33 เพื่อตรวจสอบระดับแรงดันในคู่สายโทรศัพท์ซึ่งปกติจะมีค่า 48 โวลต์ และจะตกลงเหลือ 8-10 โวลต์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ ส่วนวงจรตรวจสอบสายเรียกเข้า(สัญญาณกระดิ่ง) ใช้ IC เบอร์ MC34012 สำหรับตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งซึ่งมีแรงดันสูง จากนั้นจึงส่งผ่าน Opto-Couple เพื่อแยกการวัดของวงจรกับของโทรศัพท์ออกจากกัน

ศิริชัย บุญบางยาง และ วิโรจน์ พลสูงเนิน. (2538 : 548-555) ได้ออกแบบเครื่องบันทึกการใช้งานโทรศัพท์อัตโนมัติ สำหรับบันทึกการเวลา วัน เดือน ปี ที่โทรออกและรับสายโทรศัพท์ การตรวจสอบสัญญาณต่างๆ ใช้หลักการและวงจรเหมือนกับเครื่องคำนวณและบันทึกค่าโทรศัพท์ของ ณัฐกรกมล นาเมือง

อภิชาติ งามวิลัย และ ศิริ ก้อนทอง. (2537 : 188-192) ได้ออกแบบชุดระบบเชื่อมต่อโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นการใช้เครื่องมือมือถือร่วมกับระบบโทรศัพท์ และมีการบันทึกการใช้งาน มีการติดต่อสื่อสารแบ่งออกเป็น 3 โหมด คือ โหมดการใช้โทรศัพท์เรียกเข้าระบบวิทยุ โหมดการใช้ระบบวิทยุเรียกเข้าโทรศัพท์ และโหมดการใช้ระบบวิทยุเรียกเข้าวิทยุ ภายในเครื่องประกอบด้วยวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง วงจรตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF) วงจรประมวลผล และวงจรเชื่อมต่อระหว่างสายโทรศัพท์กับเครื่องรับส่งวิทยุ วงจรเชื่อมต่อนี้ผู้วิจัยได้ใช้ทรานส์ฟอร์มเมอร์ 3 ขด ขดแรกต่อกับสายโทรศัพท์ที่เป็นการรับส่งสองทางแบบ 2 Wire ขดที่สองต่อกับเครื่องรับวิทยุ และขดสุดท้ายต่อกับเครื่องส่งวิทยุ เป็นการแปลงสัญญาณจากการรับส่งแบบ 2 Wire เป็น 4 Wire โดยไม่ใช้วงจร Hybrid ในการลดสัญญาณย้อนกลับจากด้านรับออกไปที่ด้านส่ง เนื่องจากวงจรด้าน 4 Wire เป็นการรับส่งแบบผลัดกันรับส่ง (Half-Duplex) ปัญหาที่พบในการวิจัยนี้คือ เกิดการสูญเสียในการ Coupling จากเครื่องรับไปด้าน 2 Wire ทำให้เสียงของเครื่องโทรศัพท์ที่รับฟังจากเครื่องรับวิทยุมีระดับที่เบา

พิเชฐ ม่วงนวล และ วิโรจน์ พลสูงเนิน. (2537 : 193-200) ได้ออกแบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบไร้สาย (Wireless Private Automatic Branch Exchange : WPABX) เพื่อแก้ปัญหาในการเดินสายโทรศัพท์ ภายในเครื่องประกอบด้วย เครื่อง PABX ขนาด 3 สายนอก 12 สายใน และส่วน

รับส่งวิทยุย่านความถี่ 46-49 MHz จำนวน 12 วงจร ที่ต่อกับ PABX ทางด้านสายใน ส่วนด้านโทรศัพท์ลูกข่ายใช้เครื่องรับส่งวิทยุมือถือย่านความถี่ 46-49 MHz ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ภายในส่วนรับส่งวิทยุ ยังประกอบด้วย วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง วงจรประมวลผล วงจรจำลองการยกหูวางหูโทรศัพท์ วงจรรับส่งวิทยุ และวงจรเชื่อมต่อระหว่างสายโทรศัพท์กับเครื่องรับส่งวิทยุ วงจรเชื่อมต่อใช้ทรานส์ฟอเมอร์ 3 ขด ขดแรกต่อกับสายโทรศัพท์ที่เป็นการรับส่งสองทางแบบ 2 Wire ขดที่สองต่อกับเครื่องรับวิทยุ และขดสุดท้ายต่อกับเครื่องส่งวิทยุ เป็นการแปลงสัญญาณจากการรับส่งแบบ 2 Wire เป็น 4 Wire โดยใช้สัญญาณ Squelch จากเครื่องรับเป็นตัวควบคุมการรับส่งสัญญาณ

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

——. (21 otc. 2003). Time Division Multiplexing (TDM) versus Wavelength Division Multiplexing (WDM) . (Online). Available : <http://www.nakazawa.riec.tohoku.ac.jp/English/research/re02.html>. เครือข่าย Ultrahigh-speed photonic สามารถใช้ได้อย่างเหมาะสมกับ การเพิ่มของ การรับ/ส่ง ข้อมูล Internet ในอนาคต ตัวที่ใช้รวมสัญญาณ (Multiplexer) มีด้วยกัน 2 ชนิดคือ

1. Wavelength division multiplexing (WDM) เป็นรวมสัญญาณ โดยอาศัย ความสว่างของคลื่น (lightwaves) ซึ่งมีความแตกต่างของความยาวคลื่น (wavelengths)

2. Time division multiplexing (TDM) เป็นรวมสัญญาณ โดยอาศัย ความแตกต่างของ ช่อง (Slot) ของเวลา (Time)

ในระบบ TDM. ต้องการการตรวจเช็คกับสัญญาณตัวส่ง ตัวอย่างเช่น การรวมสัญญาณ (multiplexers) และตัวถอดสัญญาณ (de multiplexers) ซึ่งมีการกึ่งสัญญาณนาฬิกา (Clock) เพื่อให้การ รับ/ส่งสัญญาณ ไปพร้อมๆ กัน (synchronization) ซึ่งเป็นรูปแบบ ตัวรวมสัญญาณแบบ "Digital"

Optical TDM (OTDM) มีข้อดีที่สุดในการ รับ/ส่ง สัญญาณ ในระบบ Optical ข้อสำคัญประการหนึ่งคือ โครงสร้างของ photonic networks ได้บวกการพัฒนาของ high speed signal processing.

——. (21 otc. 2003). Speech Recognition. (Online). Available : http://www.die.uchile.cl/LPTV/research%20_area.htm การจำเสียงได้ (Speech Recognition) เป็นขั้นตอนของการแปลงของสัญญาณการสะท้อน การรับสัญญาณของไมโครโฟน หรือ โทรศัพท์ ของคำพูด ขั้นตอนการจำเสียงได้นี้ มีการใช้งาน เช่น การใช้คำสั่ง และการควบคุม การใส่ข้อมูลเข้าไป ข้อมูลนั้นจะถูกจัดเตรียมเพื่อใช้งาน เช่น การนำไปใช้ใน ขั้นตอนการเรียนรู้ภาษา ในคำสั่ง เพื่อให้ความเข้าใจในคำพูด. เมื่อเร็ว ๆ นี้ ในวิชา computational power and software design สามารถทำ Automatic Speech Recognition (ASR) อย่างแพร่หลายในผู้ใช้งาน

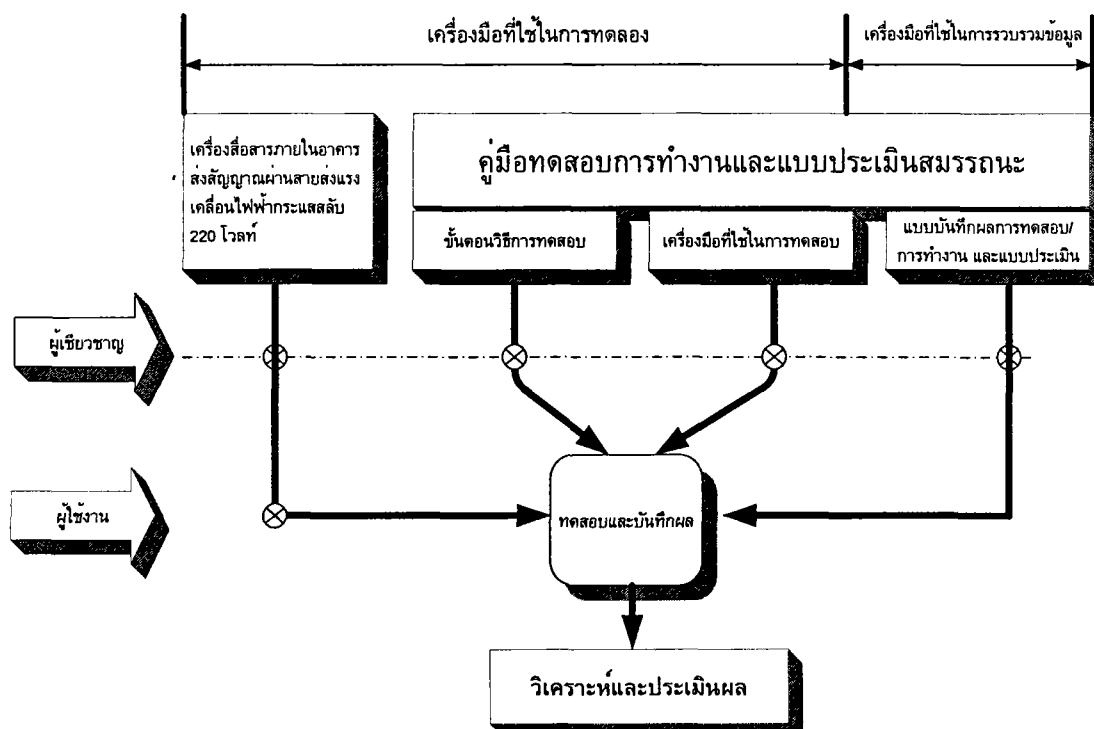
จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจะทำการออกแบบการส่งสัญญาณเสียง ผ่านสายส่งแรงเคลื่อน 220 โวลต์ โดยใช้หลักการแยกความถี่ ระหว่าง แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่มีความถี่ 50 Hz กับ ความถี่เสียง 300 – 3400 Hz ไม่ให้มีการสูญเสีย และทำการขยายเสียง โดยใช้ ทฤษฎีการกรองความถี่ หลักการลดทอนสัญญาณ พร้อมทั้งการขยายสัญญาณ เพื่อใช้สำหรับการออกแบบและสร้างเครื่อง สื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณ ผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีส่วนประกอบเครื่องมือและขั้นตอนในการศึกษาค้นคว้าดังภาพประกอบ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนในการศึกษาค้นคว้าดังต่อไปนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน
2. การออกแบบและสร้างเครื่องมือ
3. การทดลองการทำงาน
 - 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - 3.2 ขั้นตอนการทดลอง
 - 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล
 - 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
4. การนำไปใช้งานและประเมินผล
 - 4.1 ประเมินผลการนำไปใช้งาน
 - 4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล
 - 4.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพประกอบ 36 ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เป็นการศึกษา รายละเอียด มาตรฐานในระบบสื่อสาร การทำงานของ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ คุณสมบัติของสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ และสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบและสร้าง เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแส สลับ 220 โวลต์ ประกอบด้วยหัวข้อที่ศึกษาคือ

- 1.1 ศึกษาการกำเนิดไฟฟ้า ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ
- 1.2 ศึกษาการใช้งาน ของสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า
- 1.3 ศึกษาเทคโนโลยีทางการสื่อสาร
- 1.4 ศึกษาการทำงานเครื่องสื่อสารภายในอาคารที่เชื่อมโยงโดยผ่าน คู่สายทองแดง และ

ผ่านคลื่นวิทยุ

1.5 ศึกษามาตรฐาน คุณภาพในการรับ/ส่งสัญญาณเสียง ลักษณะ จากเอกสารมาตรฐานของสหภาพโทรคมนาคมนานาชาติ ส่วนมาตรฐานระบบสื่อสาร (International Telecommunication Union Transmission)

2. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับกำหนดขั้นตอนและวิธีการทดสอบเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแส สลับ 220 โวลต์ ประกอบด้วยหัวข้อที่ศึกษาคือ

- 2.1 ศึกษาขั้นตอนและวิธีการทดสอบระหว่างกระบวนการและขั้นตอนสุดท้ายของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์
- 2.2 ศึกษาวิธีการทดสอบและค่ามาตรฐานที่ใช้ในการการติดต่อ สำหรับระบบสื่อสารจากเอกสารมาตรฐานของสหภาพโทรคมนาคมนานาชาติ (International Telecommunication Union Transmission)

3. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและทดสอบอุปกรณ์เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแส สลับ 220 โวลต์ ประกอบด้วยหัวข้อที่ศึกษาคือ

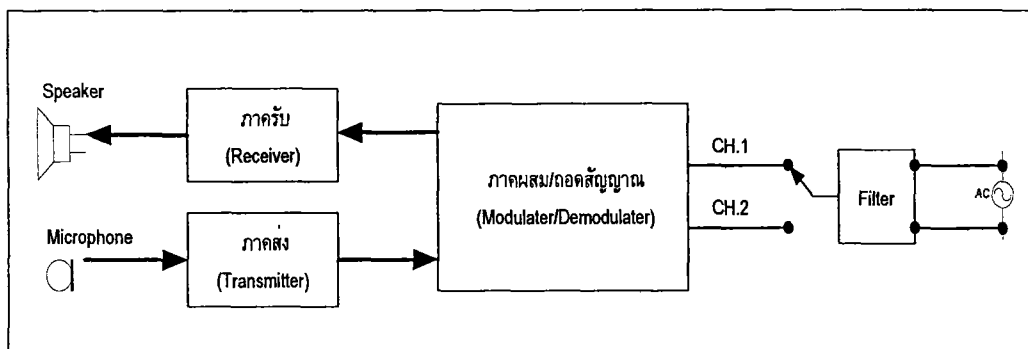
- 3.1 ศึกษาวิธีการวัด การทดสอบ และค่ามาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับระบบสื่อสาร เอกสารมาตรฐานของสหภาพโทรคมนาคมนานาชาติ (International Telecommunication Union Transmission)
- 3.2 ศึกษาการใช้งาน วิธีการวัด การทดสอบ เครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้อง เช่น ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) เครื่องทดสอบการส่งสัญญาณ (Data Line Analyzer DLA-9D) จากคู่มือการใช้งาน

การออกแบบและสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ และคู่มือทดสอบการทำงาน แต่ละส่วนมีขั้นตอนและรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้

1. การออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ โดยเริ่มจากความต้องการแล้วออกแบบระบบรวม และแบ่งอุปกรณ์แปลงสัญญาณออกเป็นส่วนย่อยๆ จากนั้นจึงสร้างจากส่วนย่อยรวมเป็นระบบ ซึ่งมีขั้นตอน และรายละเอียดในการดำเนินงานดังนี้

1.1 จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสามารถกำหนดหน้าที่การทำงาน และลักษณะของ เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์



ภาพประกอบ 37 แสดงผังของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

ในการออกแบบโครงสร้าง (Block Diagram) รูปลักษณะ ของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ได้แบ่งวงจรออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนส่งสัญญาณเสียง ส่วนรับสัญญาณเสียง และ ส่วนผสมสัญญาณ/ ถอดสัญญาณเสียง

1.2 ทำการออกแบบวงจรทั้ง 3 ส่วน (ภาคผนวก ข)

1.3 ตรวจสอบผลการออกแบบวงจรส่วนต่างๆ โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ คำนวณ และออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ คือ นายสังคม คืบขุนทด ตำแหน่งวิศวกร ระดับ 7 ที่ทำการสื่อสารข้อมูล กองสื่อสารข้อมูล บริษัท กสท.โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) วุฒิการศึกษาปริญญาตรี มีประสบการณ์ในการทำงานด้านการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์,ระบบสายส่งสัญญาณ และระบบสื่อสาร

1.4 นำข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ มาทำการแก้ไขปรับปรุงวงจรดังนี้

1.4.1 ในส่วนของภาคขยายเสียงนั้น แนะนำควรใช้อุปกรณ์ที่มีความไม่ซับซ้อนยุ่งยาก อย่างเช่น วงจรรวม (Integrate Circuit หรือ I.C.) ที่ง่ายต่อการออกแบบภาคขยายเสียง เช่น I.C. เบอร์ LM386 เป็นต้น

1.4.2 เพิ่มสวิตช์สำหรับใช้สำหรับเรียกเครื่องที่เราต้องการเรียก โดยใช้สัญญาณเสียง ที่ผลิตจากเครื่องแทนเสียงเรียก

1.4.3 เพิ่มสัญญาณไฟแสดงให้ทราบว่าขณะนี้เครื่องกำลังทำงานทำงาน

1.4.4 แนะนำการเชื่อมโยงสายภายในเครื่อง หากเป็นส่วนสำคัญป้องกันการรบกวน ควรใช้สายชีลด์ เช่น สายที่เชื่อมต่อกับไมโครโฟน (Microphone) เป็นต้น

1.5 ออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ (Printed Circuit Board : PCB) ตามวงจรที่ได้ทำการแก้ไข แล้ว ประกอบด้วยแผ่นวงจรพิมพ์สำหรับ ภาครับ (Receiver), ภาคส่ง (Transmitter), ภาคผสม/ถอดสัญญาณ (Modulator/Demodulator) และ แหล่งจ่ายไฟ

1.6 ทำกล่องและแผ่นปิดหน้าปัด ที่ ทำการสื่อสารข้อมูล กองสื่อสารข้อมูล

1.7 ใช้อุปกรณ์ตามรายละเอียดที่ได้กำหนดไว้ในวงจร

1.8 ประกอบอุปกรณ์ลงในแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบแผ่นหน้าปัด ประกอบกล่อง และเดิน สายไฟภายในกล่อง

1.9 ทำการทดสอบ และปรับปรุงวงจร ภาคส่ง (Transmitter) โดยมีข้อแก้ไขปรับปรุงวงจร ดังนี้

1.9.1 เพิ่ม Capacitor ที่ใช้สำหรับ ส่งผ่านสัญญาณเสียงจาก ไมโครโฟน

1.9.2 ปรับแต่งขดลวดที่ใช้สำหรับส่งผ่านสัญญาณ

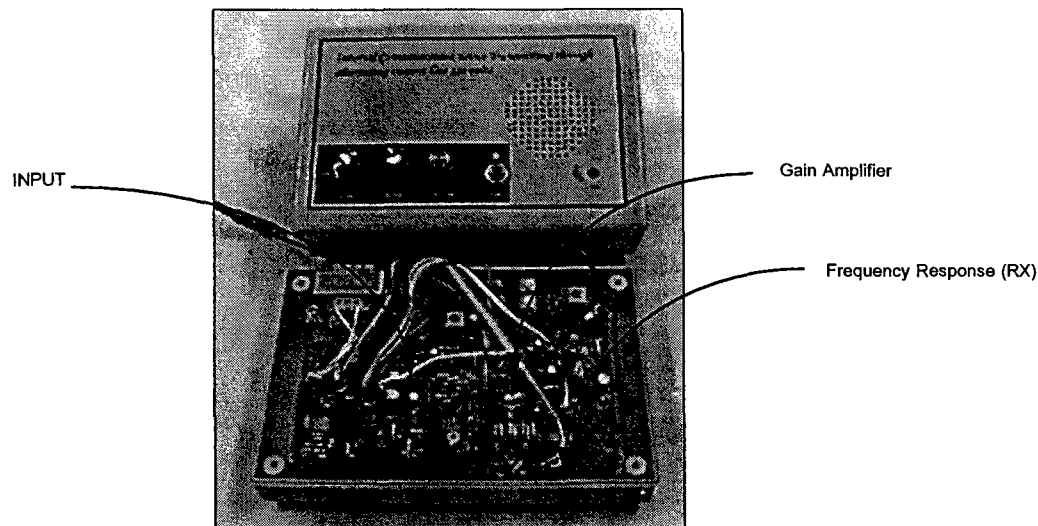
1.10 ทำการประกอบเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ อีกจำนวน 2 เครื่อง

2. การออกแบบและสร้างคู่มือทดสอบการทำงานมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

2.1 ทำการออกแบบคู่มือทดสอบการทำงาน ภายในคู่มือทดสอบการทำงานประกอบด้วย หัวข้อ ทั่วไป การปรับแต่ง เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ วงจรสำหรับการทดสอบ และผลการทดสอบ โดยมี รายละเอียดดังนี้

2.1.1 ทั่วไป เป็นการอธิบายถึงส่วนประกอบของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่ง สัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ ขอบเขต และการนำไปใช้งาน

2.1.2 การปรับแต่ง เป็นการแสดงภาพตำแหน่งจุดตรวจวัด และปรับแต่ง พร้อมทั้ง ขั้นตอนในการปรับแต่งเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์



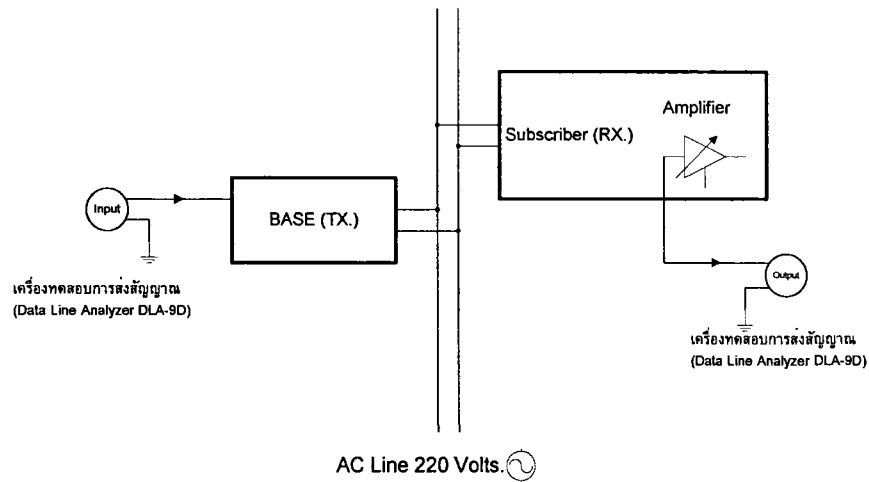
ภาพประกอบ 38 ภาพแสดงตำแหน่งจุดวัดและปรับแต่งสัญญาณ

2.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ คือ เครื่องทดสอบการส่งสัญญาณ (Data Line Analyzer DLA-9D)

2.1.4 วงจรสำหรับการทดสอบ เป็นการแสดงชนิดของเครื่องมือวัดที่ใช้ ค่าที่กำหนด ขั้นตอนการทดสอบ และการต่อเครื่องมือวัดกับเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ สำหรับใช้ในการวัดค่าต่างๆ ดังนี้

2.1.4.1 การตอบสนองความถี่ (Frequency Response) สำหรับเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ มีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

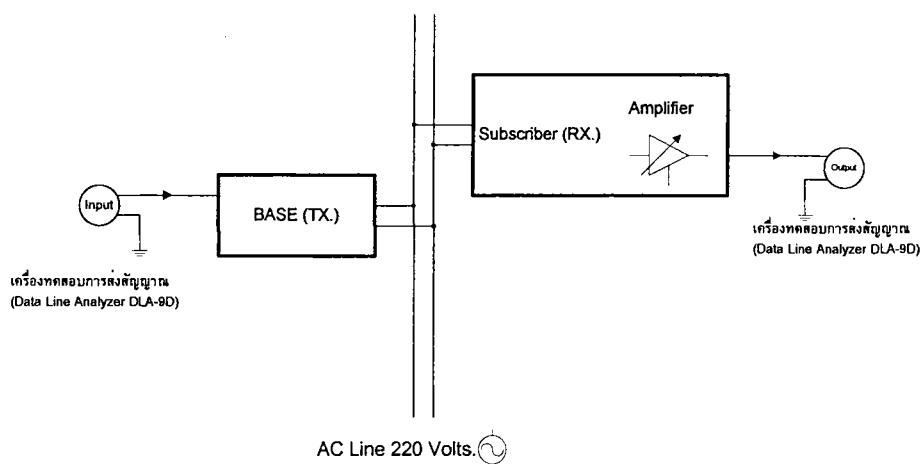
1. ป้อน Input ที่ความถี่อ้างอิง (1020Hz) และปรับระดับสัญญาณ ให้อ่านค่าที่ Output ได้ 0 dBm
2. เปลี่ยนความถี่ที่ Input ตามค่าในตาราง และบันทึกค่า Output



ภาพประกอบ 39 การทดสอบการตอบสนองความถี่ของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลท์

2.1.4.2 อัตราการขยาย (Gain (Amplifier)) สำหรับเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลท์ มีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

1. ป้อน Input ที่ความถี่อ้างอิง (1020Hz) และมีระดับสัญญาณ 0 dBm
2. ปรับระดับสัญญาณตามตาราง และบันทึกค่า Output



ภาพประกอบ 40 การทดสอบการอัตราขยายของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลท์

2.1.5 ผลการทดสอบ เป็นตารางสำหรับบันทึกผลจากการวัดค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลท์

2.2 นำคู่มือทดสอบการทำงานส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบคู่มือทดสอบ เมื่อวันที่ 26 มกราคม 2547 เป็นผู้เชี่ยวชาญ นายสังคม คืบขุนทด ตำแหน่งวิศวกร ระดับ 7 ที่ทำการสื่อสารข้อมูล กองสื่อสารข้อมูล บริษัท กสท.โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) วุฒิการศึกษาปริญญาตรี มีประสบการณ์ในการทำงานด้านการการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์,ระบบสายส่งสัญญาณ และระบบสื่อสาร

2.3 นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ มาทำการแก้ไขปรับปรุง โดยมีแก้ไขปรับปรุงดังนี้

2.3.1 เพิ่มภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ และอธิบายลักษณะการทำงานโดยย่อ

2.3.2 เพิ่มภาพจริงของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลท์ พร้อมแสดงตำแหน่งที่ตรวจวัด และปรับแต่ง

2.3.3 แสดงค่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

การทดลองการทำงาน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1.1.1 เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์

1.1.2 คู่มือทดสอบการทำงาน หมายถึง เอกสารที่แสดงวิธีการต่อวงจร การป้อนสัญญาณ และวิธีการวัดค่าต่างๆ สำหรับทดสอบการทำงาน of เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์

1.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์แปลงสัญญาณของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ ได้แก่

1.1.3.1 ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)

1.1.3.2 ดิจิตอล มัลติมิเตอร์ (Digital Multi meter)

1.1.3.3 เครื่องทดสอบการส่งสัญญาณ (Data Line Analyzer DLA-9D)

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือ

แบบบันทึกผลการทดสอบการทำงาน แบ่งออกเป็น 2 แบบ ตามการทดสอบเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ คือ การทดสอบการตอบสนองความถี่ , อัตราการขยาย ของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์

2. ขั้นตอนการทดลอง

ทำการดำเนินการทดลอง โดยใช้เครื่องมือในการทดสอบ และสถานที่ ของที่ทำการสื่อสารข้อมูล กองสื่อสารข้อมูล บริษัท กสท.โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.2 ต่อวงจรตามวิธีการในคู่มือทดสอบการทำงาน

2.3 ป้อนสัญญาณตามที่กำหนดในคู่มือทดสอบการทำงาน

2.4 วัดค่าต่างๆ ตามที่กำหนด และบันทึกผลการทดสอบ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

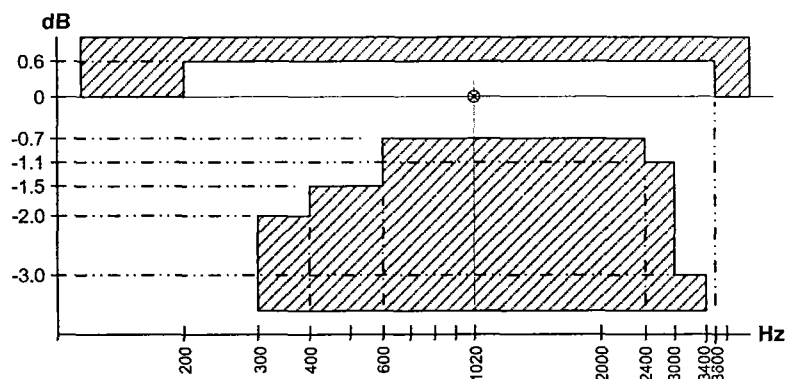
เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองอุปกรณ์เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ ทางด้านคุณลักษณะทางไฟฟ้า และความสามารถในการทำงาน มาใช้ในการวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านคุณลักษณะทางไฟฟ้าตามมาตรฐานสหภาพโทรคมนาคมนานาชาติ (International Telecommunication Union Transmission) ดังนี้

3.1.1 การตอบสนองความถี่(Frequency Response) ในช่วงความถี่ 300-3400 Hz (ดังภาพประกอบ 40)

มีค่าอยู่ในขอบเขต น้อยกว่าหรือเท่า - 3dB หมายถึง ผ่าน

มีค่ามากกว่า - 3dB หมายถึง ไม่ผ่าน



ภาพประกอบ 41 มาตรฐานการตอบสนองความถี่ระบบสื่อสาร

3.1.2 อัตราขยาย(Gain) ปรับได้ตั้งแต่ -8dB ถึง +7dB

มีค่าผิดพลาดไม่เกิน $\pm 0.5\text{dB}$ หมายถึง ผ่าน

มีค่าผิดพลาดเกิน $\pm 0.5\text{dB}$ หมายถึง ไม่ผ่าน

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับค่าความถูกต้องในการเชื่อมต่อของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลท์ คือ ค่าร้อยละ

$$\text{ค่าร้อยละ} = \frac{\text{ตัวเลขที่ต้องการเปรียบเทียบ} \times 100}{\text{จำนวนเต็ม}}$$

การนำไปใช้งานและการประเมินผล

การนำไปใช้งานและการประเมินผลสมรรถนะการใช้งาน เป็นการนำเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลท์ ไปทดลองใช้งานจริงโดย พนักงาน บริษัท กสท. โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) จำนวน 30 คน พร้อมทั้งให้ประเมินผล ในแบบประเมินการใช้งาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การประเมินการสมรรถนะใช้งานของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลท์ คือ ค่าร้อยละ

$$\text{ค่าร้อยละ} = \frac{\text{ผู้ใช้งานที่ต้องการเปรียบเทียบ} \times 100}{\text{ผู้ใช้งานทั้งหมด}}$$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ได้แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อตามลำดับดังนี้

1. การออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์
2. ประสิทธิภาพของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ สามารถแบ่งได้ 2 ด้านคือ
 - 2.1 ประสิทธิภาพด้านคุณลักษณะทางไฟฟ้า
 - 2.2 ประสิทธิภาพด้านความสามารถในการทำงาน
3. สมรรถนะเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

1. ผลการออกแบบและสร้าง

จากการออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ได้ผลดังภาคผนวก ข.

2. ประสิทธิภาพของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

การทดสอบประสิทธิภาพด้านคุณลักษณะทางไฟฟ้าของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ประกอบด้วย การตอบสนองความถี่ และอัตราขยาย โดยแบ่งตามระยะทางที่ทดสอบ คือ 80,90,100 และ 110 เมตร ซึ่งผลการศึกษาในส่วนนี้ได้แสดงไว้ในตาราง

ตาราง 1 การตอบสนองความถี่ของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ โดยแบ่งตามระยะทาง 80,90,100 และ 110 เมตร

ความถี่ (Hz)	การตอบสนองความถี่ของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ (dB)			
	80 ม.	90 ม.	100 ม.	110 ม.
300	-2.0	-2.4	-2.6	-3.0
400	-1.4	-1.8	-2.2	-2.6
500	-1.0	-1.4	-1.8	-2.2
600	-0.7	-1.1	-1.5	-1.9
700	-0.4	-0.8	-1.2	-1.7
800	-0.3	-0.7	-1.1	-1.5
900	-0.1	-0.5	-0.9	-1.3
1020*	0	-0.4	-0.8	-1.2
2000	-0.8	-1.2	-1.6	-2.0
2400	-1.2	-1.6	-2.0	-2.4
3000	-1.6	-2.0	-2.4	-2.8
3400	-2.0	-2.4	-2.8	-3.2
ค่าเบี่ยงเบน	0ถึง-2.0	-0.4ถึง-2.4	-0.8ถึง-2.8	-1.2ถึง-3.2
สรุปผล	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน

* ความถี่ 1020 Hz เป็นความถี่อ้างอิง

จากตาราง 1 แสดงการตอบสนองความถี่ของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ มีการลดทอนของสัญญาณในช่วงความถี่ต่ำและสูง คือที่ความถี่ 300Hz - 3600Hz มีค่าเบี่ยงเบนอยู่ในช่วง -3 dB

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 1 ได้ค่าประสิทธิภาพในการตอบสนองความถี่ที่เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ (dB) ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ ITU-T คือ ระยะทาง 100 เมตร

ตาราง 2 การอัตราขยาย (Gain (Amplifier)) สำหรับเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์

ความถี่ (Hz)	การอัตราขยายทางด้านรับ สำหรับเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์	
	แม่ข่าย (Base) – ลูกข่าย (Sub)#1	แม่ข่าย (Base) – ลูกข่าย (Sub)#2
-8	-8.10	-8.15
-7	-7.15	-7.10
-6	-6.10	-6.10
-5	-5.15	-5.10
-4	-4.10	-4.10
-3	-3.10	-3.15
-2	-2.15	-2.15
-1	-1.05	-1.00
0	0	0
+1	+1.10	+1.00
+2	+2.15	+2.10
+3	+3.15	+3.10
+4	+4.10	+4.15
+5	+5.05	+5.10
+6	+6.10	+6.10
+7	+7.15	+7.15
ค่าเบี่ยงเบน	-0.15 ถึง +0.15	-0.15 ถึง +0.15
สรุปผล	ผ่าน	ผ่าน

จากตาราง 2 แสดงว่าการขยายจากตำแหน่งต่ำสุด-8 dB และตำแหน่งสูงสุด+7 dB มีค่าความเบี่ยงเบน

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 2 ได้ประสิทธิภาพในการปรับขยายทางด้านรับสำหรับเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ITU-T

3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านความสามารถในการทำงาน

การทดสอบประสิทธิภาพด้านความสามารถในการทำงานของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ ประกอบด้วย ความถูกต้องในการเลือกการติดต่อระหว่างแม่ข่าย (Base) กับ ลูกข่าย (Subscriber) ซึ่งผลการศึกษาในส่วนนี้ได้แสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 ความถูกต้องในการเลือกการติดต่อระหว่าง แม่ข่าย (Base) กับ ลูกข่าย (Subscriber)

ความถูกต้องในการเชื่อมต่อ	ความถูกต้องในการเลือกการติดต่อระหว่าง แม่ข่าย (Base) กับ ลูกข่าย (Subscriber) (%)
แม่ข่าย – ลูกข่ายที่ 1	100
แม่ข่าย – ลูกข่ายที่ 2	100
ลูกข่ายที่ 1 – แม่ข่าย	100
ลูกข่ายที่ 2 – แม่ข่าย	100

จากตาราง 3 แสดงว่าเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ ได้ทำการทดสอบการเลือกติดต่อ ระหว่าง แม่ข่าย – ลูกข่ายที่ 1, แม่ข่าย – ลูกข่ายที่ 2, ลูกข่ายที่ 1 – แม่ข่าย, ลูกข่ายที่ 2 – แม่ข่าย จำนวน 1,000 ครั้ง มีความถูกต้องร้อยละ 100

ผลการวิเคราะห์จากตาราง ได้ค่าประสิทธิภาพของความถูกต้องในการเชื่อมต่อสำหรับวงจรเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ผลการประเมินสมรรถนะการนำไปใช้งาน

ตาราง 4 ผลผลิการประเมินสมรรถนะการใช้งาน ของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ จากพนักงาน บริษัท กสท.โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) จำนวน 30 คน

ลำดับ	รายละเอียด	ระดับการประเมิน	
		ผ่าน(คน)	ไม่ผ่าน(คน)
1.	ความสะดวกสำหรับติดตั้งใช้งาน		
	การติดตั้งรวดเร็ว	30	-
	การติดตั้งโดยไม่ต้องเชื่อมต่อสายเพิ่ม	30	-
2.	ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย		
	ขนาดของเครื่องสื่อสารฯ	30	-
	น้ำหนักของเครื่องสื่อสาร	30	-

จากตาราง 4 แสดงว่าเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ มีสมรรถนะการนำไปใช้งาน ผ่านการประเมินร้อยละ 100

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 4 สมรรถนะการใช้งานมีความสะดวกในการติดตั้งและเคลื่อนย้ายเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ มีข้อสรุปการศึกษาค้นคว้า อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

ความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีการศึกษาค้นคว้า

ความมุ่งหมายในการออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ และเพื่อประเมินสมรรถนะการใช้งาน

สมมุติฐานในการออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ นี้ จะได้มาตรฐานตามที่สหภาพโทรคมนาคมนานาชาติ กำหนด มีประสิทธิภาพในการเชื่อมต่อมากกว่าร้อยละ 99.9 และมีสมรรถนะการใช้งาน

วิธีการศึกษาค้นคว้า ได้ทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จากเอกสาร งานวิจัย อินเตอร์เน็ต คู่มือการใช้งาน คู่มือทางเทคนิคต่างๆ สำหรับใช้ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือ เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ ประกอบด้วย ส่วนส่งสัญญาณเสียง ส่วนรับสัญญาณเสียง และ ส่วนผสมสัญญาณ/ ถอดสัญญาณเสียง ส่วนที่สองคือคู่มือทดสอบการทำงานประกอบด้วย หัวข้อทั่วไป เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ วงจรสำหรับการทดสอบ และตารางบันทึกผลการทดสอบ ทำการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ เมื่อแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแล้ว จึงทำการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานโดยจัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ต่อวงจรตามวิธีการในคู่มือทดสอบการทำงาน ป้อนสัญญาณตามที่กำหนดในคู่มือทดสอบการทำงาน ทำการวัดค่าต่างๆ ตามที่กำหนด และบันทึกผลการทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพ ด้วยการเปรียบเทียบผลการทดสอบกับค่ามาตรฐานตามที่สหภาพโทรคมนาคมนานาชาติกำหนดโดยแบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ

1. ทางด้านคุณลักษณะทางไฟฟ้า คือ การตอบสนองความถี่
2. อัตราขยาย และทางด้านความสามารถในการทำงานคือ ความถูกต้องของการเชื่อมต่อระหว่างแม่ข่าย และลูกข่าย และ มีสมรรถนะการใช้งาน คือ มีความสะดวกในการติดตั้ง/เคลื่อนย้าย

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

จากการออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสสลับ 220 โวลต์ สามารถสรุปได้ 3 หัวข้อ ดังนี้

1. การออกแบบ
2. การหาประสิทธิภาพ
3. การประเมินสมรรถนะการใช้งาน

1. การออกแบบ

เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ จะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ภาคส่ง (Transmission), ภาครับและภาคผสม/ ถอดสัญญาณเสียง

1.1 ภาคส่ง (Transmitter) ได้ศึกษาและออกแบบตามลักษณะการส่งสัญญาณเสียง, การส่งกระแสไฟฟ้าในสายส่งแรงเคลื่อน, ลักษณะการส่งสัญญาณสื่อสาร, การลดทอนในสายสัญญาณชนิดต่างๆ และงานวิจัยดังนี้

1.1.1 เกี่ยวกับการทดสอบสายโทรศัพท์ ของนายแดงระวี เพชรศรีทอง และวิทยา วงศ์-กนิษฐ์ ในเรื่องการทดสอบสายโทรศัพท์

1.1.2 เกี่ยวกับการต่อเชื่อมโทรศัพท์ ของนายอภิชาติ งามวิสัย และศิริ ก้อนทอง ในเรื่องการต่อเชื่อมโทรศัพท์

1.1.3 มาตรฐานการรับ/ส่ง สัญญาณเสียงตามมาตรฐานของ ITU-T

1.2 ภาครับ (Receiver) ได้ศึกษาและออกแบบตามเทคโนโลยีทางการสื่อสาร, Operation Amplifier และมาตรฐานสำหรับการสื่อสาร, การลดทอนในสายสัญญาณชนิดต่างๆ

1.3 ภาคผสม/ถอดสัญญาณเสียง (Modulator/Demodulator) ได้ศึกษาและออกแบบตามลักษณะการส่งสัญญาณเสียง, การส่งกระแสไฟฟ้าในสายส่งแรงเคลื่อน, ลักษณะการส่งสัญญาณสื่อสาร และการทำงานของ IC #567

2. การหาประสิทธิภาพ

เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ วิเคราะห์ 3 ด้าน ดังนี้

2.1 ด้านคุณลักษณะทางไฟฟ้า คือการตอบสนองทางความถี่ในช่วงที่ 300 Hz – 3400 Hz โดยมีอัตราการสูญเสียไม่เกิน -3 dB ตามมาตรฐาน ITU-T ซึ่งแบ่งตามระยะทาง ระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับลูกข่ายได้ผลดังนี้

2.1.1 ที่ระยะทาง 80 เมตร มีค่าการสูญเสียของสัญญาณระหว่าง 0 ถึง -2.0

2.1.2 ที่ระยะทาง 90 เมตร มีค่าการสูญเสียของสัญญาณระหว่าง -0.4 ถึง -2.4

2.1.3 ที่ระยะทาง 100 เมตร มีค่าการสูญเสียของสัญญาณระหว่าง -0.8 ถึง -2.8

2.1.4 ที่ระยะทาง 110 เมตร มีค่าการสูญเสียของสัญญาณระหว่าง -1.2 ถึง -3.2

จากการทดสอบสรุปได้ว่า ระยะทางระหว่างการติดต่อระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับลูกข่าย คือ 100 เมตร

2.2 ด้านอัตราการขยาย คือเครื่องสื่อสารมีอัตราการขยายของสัญญาณ -8dB - +7dB ตามมาตรฐาน ITU-T

จากการทดสอบสรุปได้ว่า อัตราการขยาย คือ -0.15 dB - +0.15 dB

2.3 ด้านความถูกต้องในการเชื่อมโยง ระหว่าง แม่ข่ายกับลูกข่าย คือสามารถเชื่อมต่อระหว่างแม่ข่าย มากกว่า ร้อยละ 99.9

ผลการเชื่อมต่อระหว่าง แม่ข่ายกับลูกข่าย คือ ร้อยละ 100

3. การประเมินสมรรถนะการใช้งาน

การประเมินการเป็นการทำงานจริงจาก พนักงานบริษัท กสท.โทรคมนาคม จำกัด(มหาชน) จำนวน 30 คน โดยจำแนกหัวข้อการประเมิน คือ

3.1 ความสะดวกในการใช้งาน

3.1.1 การติดตั้งรวดเร็ว

ผลมีความพอใจ ร้อยละ 100

3.1.2 การติดตั้งโดยไม่ต้องเชื่อมโยงคู่สายเพิ่ม

ผลมีความพอใจ ร้อยละ 100

3.2 ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย

3.2.1 ขนาดของเครื่องสื่อสารฯ

ผลขนาดของเครื่องสื่อสารมีขนาดที่เหมาะสม ร้อยละ 100

3.2.2 น้ำหนักของเครื่องสื่อสารฯ

ผลน้ำหนักของเครื่องสื่อสารน้ำหนักที่เหมาะสม ร้อยละ 100

อภิปรายผล

จากการออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสสลับ 220 โวลท์ อภิปรายผลได้ดังนี้

1. การออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสสลับ 220 โวลท์ เครื่องสื่อสารจะประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ ภาครับ ,ภาคส่ง และภาค ผสม/ถอดสัญญาณเสียง

1.1 ภาครับ ออกแบบและสร้างจาก Integrate Circuit (IC.) Operation Amplifier # LM386 ซึ่งเป็นวงจรขยายแถบกว้าง(Wide Band) สามารถขยายความถี่ในช่วง 300 Hz – 3400 Hz ได้อย่างดี (Operation Amplifier. (Online).Available : <http://eestaff.kku.ac.th/~vichai/Lecture/Electronics/EL05.doc>)

1.2 ภาคส่ง ออกแบบและสร้างจาก Integrate Circuit (IC.) Operation Amplifier # LM386 (Operation Amplifier. (Online).Available : <http://eestaff.kku.ac.th/~vichai/Lecture/Electronics/EL05.doc>) เช่นเดียวกัน โดยขยายเสียงจาก ไมโครโฟน และส่งเข้าไปยังและภาค ผสม/ถอดสัญญาณเสียง

1.3 ภาคผสม/ถอดสัญญาณเสียง ออกแบบและสร้างจาก Integrate Circuit (IC.) #LM 567 เพราะเป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้ย่านความถี่ที่กว้าง คือ ตั้งแต่ 0.01Hz.-500 Hz. ความถี่กลางมีความเที่ยงตรงสูง ปราศจากเสียงรบกวน สามารถเลือกความถี่ได้จากการเปลี่ยนค่าของความต้านทานจากภายนอก IC #NE567. (Online). Available : http://www.ee.nmt.edu/~wedeward/EE382/SP00/NE_SE567.pdf

2. ประสิทธิภาพของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ สามารถแบ่งได้ 2 ด้านคือ

2.1 ประสิทธิภาพด้านคุณลักษณะทางไฟฟ้า การตอบสนองความถี่มีค่าอยู่ในขอบเขตตามมาตรฐานกำหนด แต่ลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจรแปลงสัญญาณมีลักษณะที่แตกต่างกันเนื่องจากการใช้ทรานส์ฟอร์มเมอร์ เพื่อทำหน้าที่เหนี่ยวนำสัญญาณ จึงทำให้เกิดการลดทอนของสัญญาณในช่วงความถี่ต่ำและสูง เป็นไปตามคุณลักษณะการเหนี่ยวนำ(Inductor) คือค่ารีแอคแตนซ์(X_L) ของทรานส์ฟอร์มเมอร์(ตัวเหนี่ยวนำ) จะแปรผันตามความเหนี่ยวนำ(Inductance)กับความถี่ และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์ม นั่นคือ จำนวนกระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำนั้นจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ที่ป้อนให้ (สมศักดิ์ ปานแก้ว.2539 : 86-88) ข้อจำกัดในการรับส่งสัญญาณเสียง คือ ระยะทางจากการทดลองระยะทางในการรับส่งสัญญาณเสียง และคุณภาพเสียงตามมาตรฐาน คือ ระยะทางประมาณ 100 เมตร ส่วน อัตราการขยายของเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแส สลับ 220 โวลต์ มีความผิดพลาดอยู่ในขอบเขตตาม มาตรฐานกำหนด เนื่องจากออปแอมป์เป็นวงจรขยายแถบกว้าง(Wide Band) จึงสามารถขยายความถี่ในช่วง 300 Hz – 3400 Hz ได้อย่างดี (Operation Amplifier. (Online).Available : <http://eestaff.kku.ac.th/~vichai/Lecture/Electronics/EL05.doc>)

2.2 ประสิทธิภาพด้านความสามารถในการทำงาน คือความถูกต้องในการเชื่อมต่อนั้น เนื่องจาก ใช้อุปกรณ์ Integrate Circuit (IC.) #LM 567 ที่สามารถใช้ย่านความถี่ที่กว้าง คือ ตั้งแต่ 0.01Hz.-500 Hz. ความถี่กลางมีความเที่ยงตรงสูง ปราศจากเสียงรบกวน สามารถเลือกความถี่ได้จากการเปลี่ยนค่าของความต้านทานจากภายนอก IC #NE567. (Online). Available : http://www.ee.nmt.edu/~wedeward/EE382/SP00/NE_SE567.pdf จึงทำให้ผลในการเชื่อมต่อได้ผล ร้อยละ 100

3. สมรรถนะเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ จากประเมินผลจากการสอบถามจาก พนักงาน บริษัท กสท.โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) จำนวน 30 คน ผล มีความพอใจ ร้อยละ 100 เพราะข้อที่สอบถามเป็นข้อสอบถามที่เจาะจงในการติดตั้งใช้งานและการเคลื่อนย้ายเครื่อง และเครื่องเป็นเครื่องที่มีขนาดไม่ใหญ่ และการติดตั้งเพียงแต่เสียบปลั๊กเข้ากลับเต้ารับไฟฟ้า 220 โวลต์ เท่านั้น ก็สามารถใช้งานได้ ดังนั้นจึงทำให้ได้ผลการตอบและพอใจจากการใช้งานร้อยละ 100

ข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้งาน และข้อพิจารณาสำหรับการปรับปรุงให้เครื่องสามารถทำงานได้ดีขึ้นสามารถเพิ่มเติมได้ ดังนี้

1. ควรปรับปรุงให้เป็นการติดต่อระบบ รับ/ส่ง สัญญาณสองทาง (Full Duplex) ซึ่งจากงานวิจัยเป็นผลัดกัน รับ/ส่ง (Half Duplex)

2. ระยะทางในการติดต่อ ซึ่งจากการทดสอบระยะทางที่สามารถติดต่อระหว่างเครื่อง แม่ข่าย กับ ลูกข่าย ที่มีคุณภาพของเสียง อยู่ในมาตรฐานของ ITU-T คือ ประมาณ 100 เมตร ซึ่งหากระยะทางที่ใช้ติดต่อ มากกว่า 100 เมตรจะทำให้การติดต่อไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานกำหนด

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

การใช้งานเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลท์ ในการติดต่อสื่อสารภายในอาคารจากงานวิจัยนี้นั้น จะมีข้อบกพร่องก็คือการรับ/ส่งสัญญาณเสียงต้องใช้ สวิตช์เลือก รับ/ส่ง สัญญาณเสียง

ดังนั้นจึงควรพัฒนาระบบการ รับ/ส่ง สัญญาณเสียง จากระบบผลัดกัน รับ/ส่ง สัญญาณเสียง (Half Duplex) เป็น ระบบรับ/ส่ง สัญญาณสองทาง (Full Duplex) และปรับปรุงให้เครื่องสามารถติดต่อโดยมี ระยะทางในการติดต่อประมาณ 200 เมตร สำหรับอาคารสูง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ณัฐภูมิ นามเมือง และ พิเชฐ ม่วงนวล. (2538) การพัฒนาเครื่องต่อโทรศัพท์โดยไม่ผ่านโอเพอร์เรเตอร์ในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 18 หน้า 472-479, วิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- แดงระวี เพชรศรีทอง และ วิทยา วงศ์กนิษฐ์. (2538) เครื่องคำนวณและบันทึกค่าโทรศัพท์ ในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 18 หน้า 538-541, วิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- นัทธี นุญฉาย. (2542). การออกแบบและสร้างชุดควบคุมเชื่อมต่อระบบวิทยุสื่อสาร. วิทยานิพนธ์. วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิเชฐ ม่วงนวล และ วิโรจน์ พลสูงเนิน. (2537) เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบไร้สาย ในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 17 หน้า 193-200, วิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อภิชาติ งามวิลัย และ ศิริ ก้อนทอง. (2537) การออกแบบชุดระบบเชื่อมต่อโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ ในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 17 หน้า 188-192, วิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- (3มกราคม 2546). จิตวิทยายุทธศาสตร์และองค์กรเบื้องต้น. (Online).Available.:
<http://electrical.rikp.ac.th/E-LEARNING/song/newpage/rikp.ac.th/Index/INDEX8/INDEX10.HTM>)
- (3มกราคม 2546). ระบบสื่อสาร. (Online).Available:
<http://kmitnb05.kmitnb.ac.th/~mte98012/Chapter02.htm>
- (4มกราคม 2546). การขอจัดสรรความถี่วิทยุ. (Online).Available :
http://www.ptd.go.th/manage_freq.htm
- (4มกราคม 2546). ค่าใช้จ่ายการเดินสายภายในอาคาร. (Online).Available :
http://www.ttt.co.th/newpage/fix_folder/main_fix.htm
- (10มกราคม 2546). มาตรฐานสากล. (Online).Available :
http://www.spu.ac.th/msit1/pubmsit2/datacomm/unit1_2.html
- (7ตุลาคม 2546). สายไฟฟ้า. (Online).Available :
<http://cs.riudon.ac.th/sak/datacom/esignal.htm>
- (7ตุลาคม 2546). Operation Amplifier. (Online).Available :
<http://eestaff.kku.ac.th/~vichai/Lecture/Electronics/EL05.doc>
- (7ตุลาคม 2546). การลดทอนของสัญญาณ. (Online).Available :
<http://cs.riudon.ac.th/sak/datacom/esignal.htm>

- , (7ตุลาคม 2546). *ทฤษฎีการกรองความถี่*. (Online). Available :
<http://www.saroy.5u.com/electric65.htm>
- , (8ตุลาคม 2546). *ประสิทธิภาพการ รับ/ส่ง ข้อมูล*. (Online). Available :
<http://www.benjama.ac.th/ebooks/cable/efficient.htm>
- , (29ตุลาคม 2546). *แหล่งกำเนิดไฟฟ้า*. (Online). Available :
<http://www.st.kmutt.ac.th/~s5400211/module7/source.html>
- , (30ตุลาคม 2546). IC NE567. (Online). Available :
http://www.ee.nmt.edu/~wedeward/EE382/SP00/NE_SE567.pdf
- International Telecommunication Union. (sep 2001). ITU-T Telecommunication Standardization Sector Of ITU (CD-ROM) : P28
- , (1988). *ITU-T Rec. O.6 1020 Hz Reference Test Frequency*. Geneva : Switzerland.
- John C. Bellamy. (2000). *Digital Telephony*. 3rd ED. New York : A Wiley-Interscience.
- Michael Talbot-Smith. (1994). *Audio Engineer's Reference Book*. Great Britain : Focal
- Paul Horowitz and Winfield Hill. (1989). *The Art of Electronics*. 2nd ED New York : Cambridge.
- Tony Ward and James Angus. (1996). *Electronic Product Design*. Great Britain : Alden.
- Trevor Housley. (1987). *Datacommunication and Teleprocessing Systems*. 2nd ed. London : Prentice-Hall International.
- Winston D. Gayler. (1989). *Telephone Voice Transmission : Standards and Measurment*. London : Prentice-Hall International.
- , (21 oct. 2003). *Time Division Multiplexing (TDM) versus Wavelength Division Multi -plexing (WDM)* . (Online). Available : <http://www.nakazawa.riec.tohoku.ac.jp/English/reserch/re02.html>.
- , (21 oct.2003). *Speech Recognition*. (Online). Available : http://www.die.uchile.cl/LPTV/research%20_area.htm
- , (28 April .2004). *Kind of Frequency Filter* . (Online). Available :
<http://www.technicyaso.ac.th/teacher/chingchai/test04.doc>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
จดหมายขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ที่ ศธ 0519.12/114



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

12 ธันวาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายสังคม กีบขุนทด วิศวกรระดับ 7

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายสมเกียรติ ไชยขำ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์บุทโธ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินการออกแบบและสร้างเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมิน ให้ นายสมเกียรติ ไชยขำ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรรณ์ หะวานนท์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

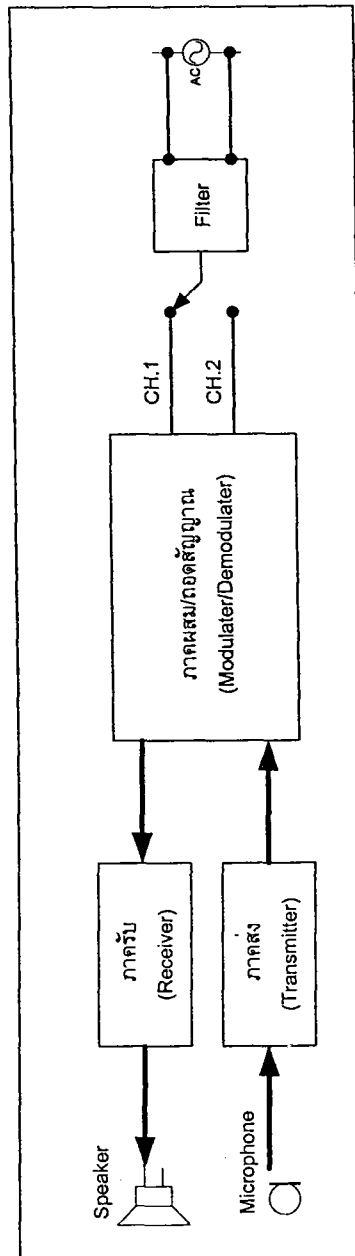
รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

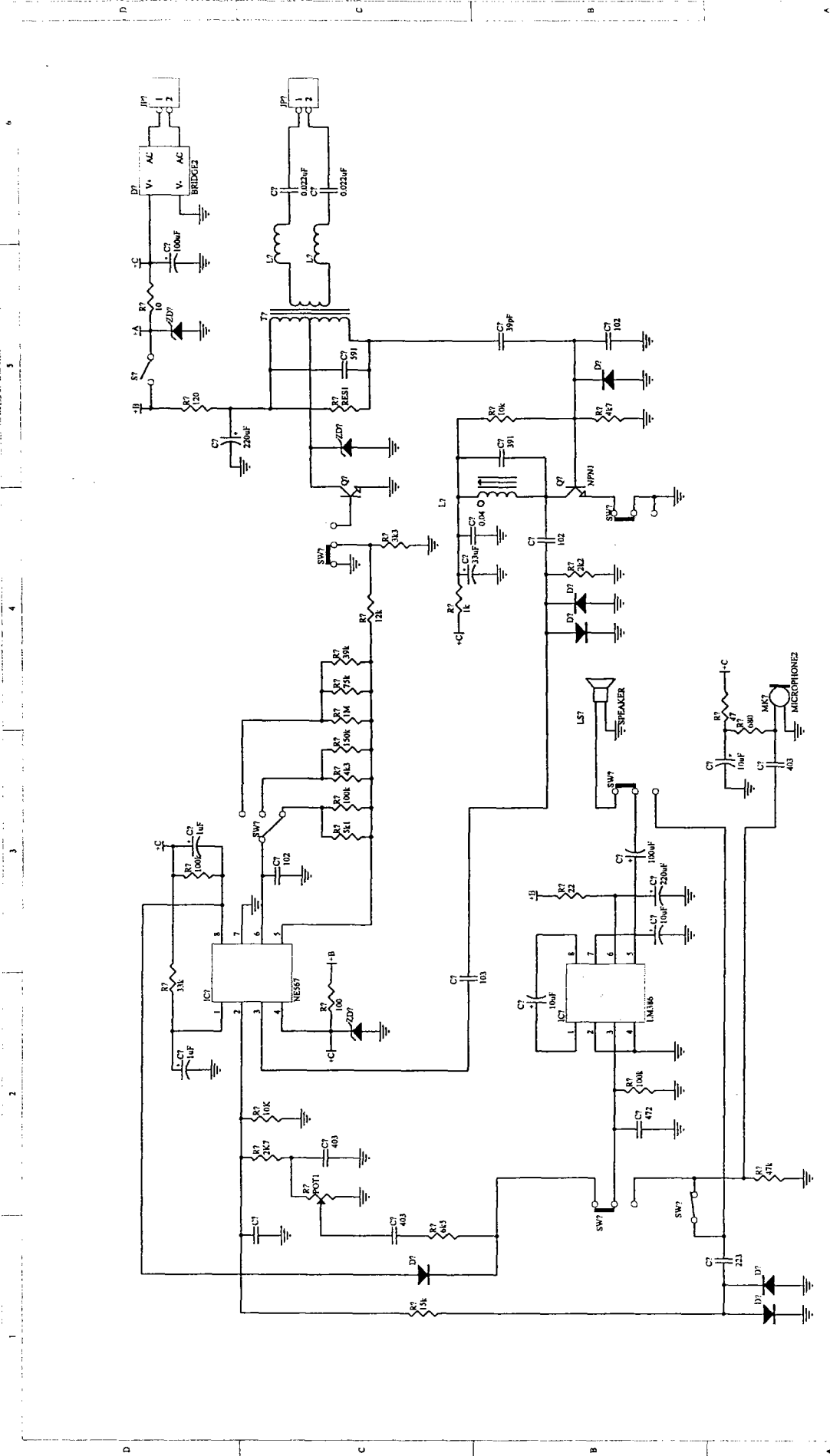
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-6142618 มือถือ 01-3500109

ภาคผนวก ข
โครงสร้าง และวงจร



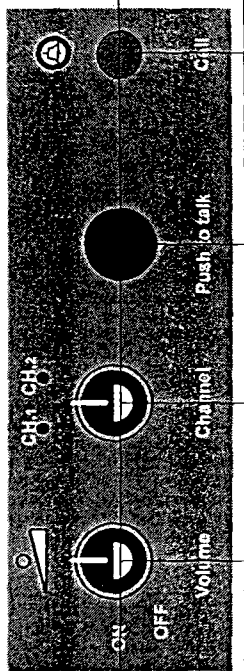
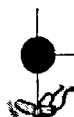
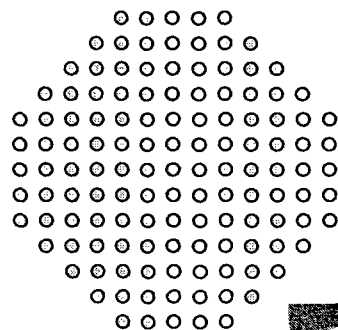
Checked by	Title	Design and Construction of Internal Communication Device Transmitting Through Alternating Current Line 220 Vols
Approved by	Detail	Block Diagram
	Design by	C. Somlart



Title		Number	Revision
Size			
B			
Date			
File			

10-04-2003
 D:\My Documents\SWI\apple\The Line Interfaced\Labr\Dat

Internal Communication device Transmitting through alternating current line 220 volts



30 mm

30 mm

50 mm

30 mm

25 mm

25 mm

30 mm

125 mm

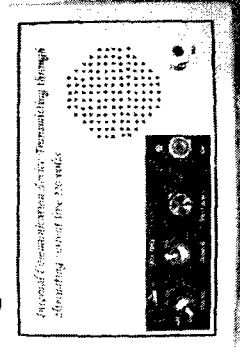
Checked by	Title	Design and Construction of Internal Communication Device Transmitting Through Alternating Current Line 220 Volta
Approved by	Detail	Chassis
	Design by	C. Somlier

ภาคผนวก ค
คู่มือการทำงานและเครื่องมือทดสอบ

คู่มือการใช้งาน

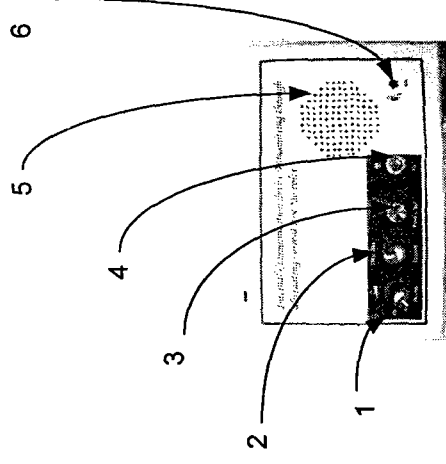
รายละเอียดทั่วไป (General Description)

เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสกลับ 220 โวลต์ เป็นเครื่องสื่อสารที่ใช้ภายในอาคาร สามารถติดต่อในลักษณะจุดต่อจุด (Point to Point) หรือลักษณะ จุดต่อหลายจุด (Point to Multipoint) โดยสามารถเลือกการติดต่อได้ที่ละจุด โดยใช้ สายไฟฟ้ากระแสกลับ 220 โวลต์ ที่ใช้ทั่วไป เป็นสายส่งรับสัญญาณ โดยมีข้อกำหนด คือสายไฟฟ้าที่ใช้งานต้องเป็น เฟสเดียวกัน โดยไม่ผ่าน หม้อแปลงไฟฟ้า และระยะทางที่ทำการต่อประมาณ 500 เมตร



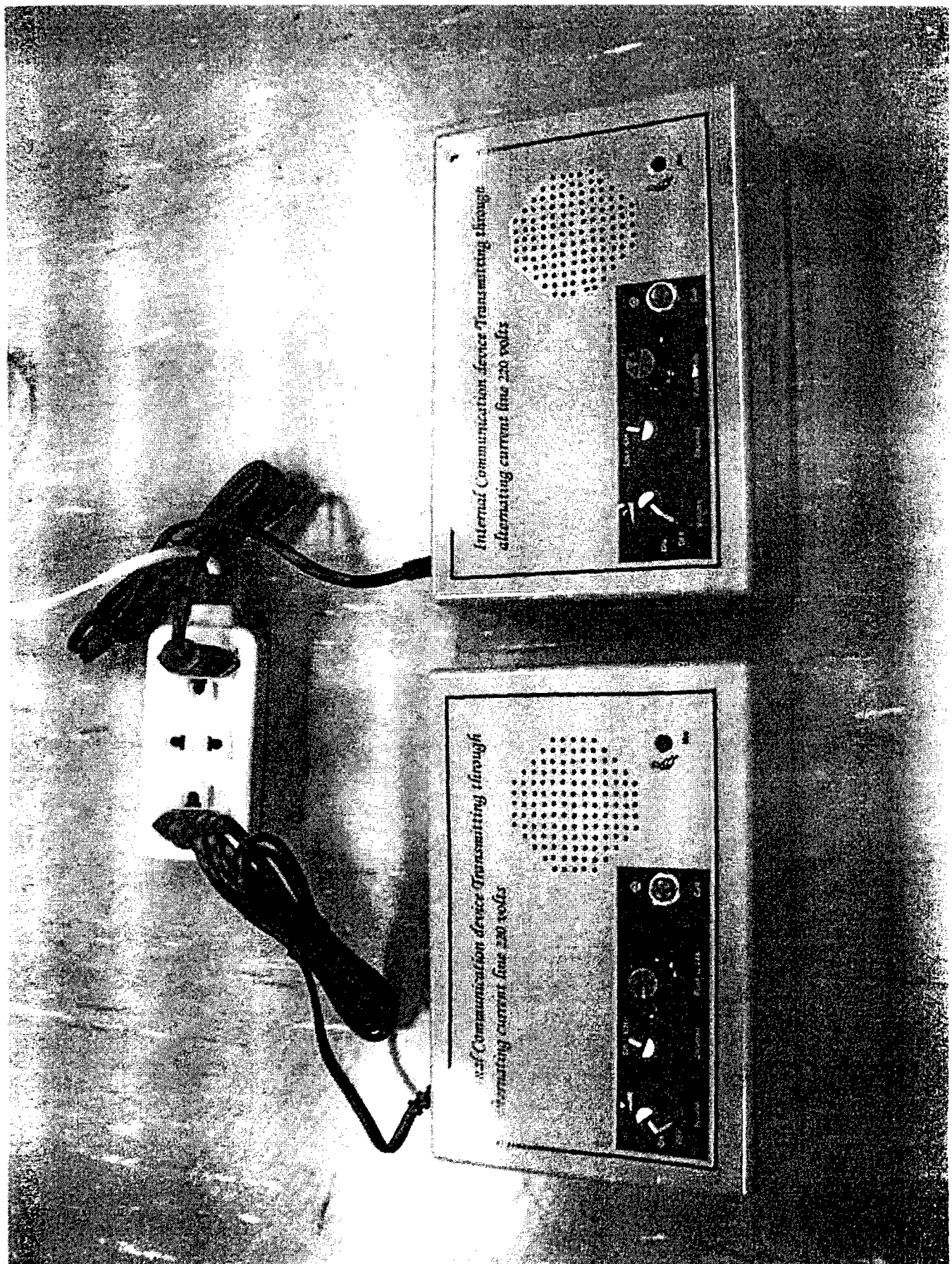
เครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสกลับ 220 โวลต์

การใช้งานเครื่องสื่อสารภายในอาคารส่งสัญญาณผ่านสายส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสกลับ 220 โวลต์ มีรายละเอียด ดังนี้

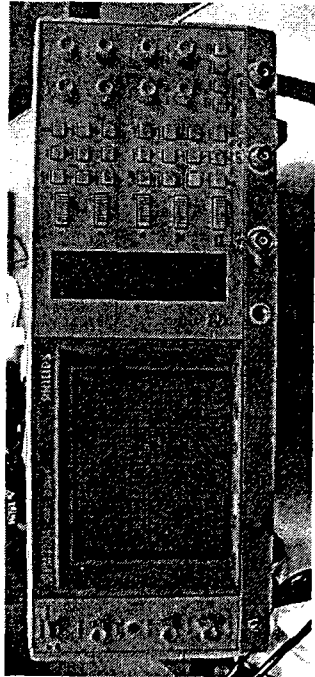


1. สวิตช์ ปิดเปิด เครื่องเพื่อทำงาน และเป็น Volume เพิ่ม/ลด ความดังของเสียง
2. Selector เลือกช่องสัญญาณสำหรับการติดต่อสื่อสาร
3. Switch Push to Talk กดสวิตช์เมื่อต้องการพูดและปล่อยสวิตช์เมื่อรับสัญญาณ
4. สวิตช์กดเพื่อเรียก
5. ลำโพง สำหรับฟังเสียง
6. Microphone สำหรับรับสัญญาณเสียงพูด

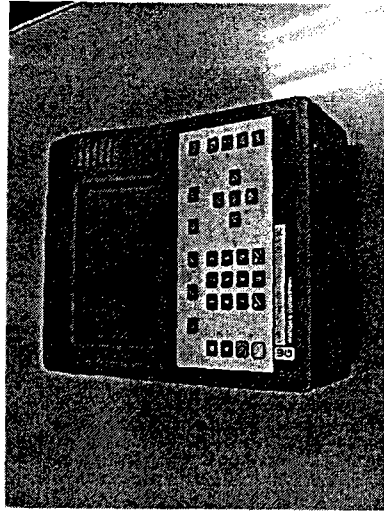
การใช้งาน สะดวกเพียงเสียบปลั๊กไฟฟ้า 220 โวลต์ 2 – 3 เครื่อง และทำการเปิดสวิตช์ และเลือกช่องสัญญาณ และกด สวิตช์ Push to Talk เมื่อต้องการพูด อีกด้านไม่ต้องกด สวิตช์ หากต้องการพูดโต้ตอบก็ทำเช่นเดียวกัน



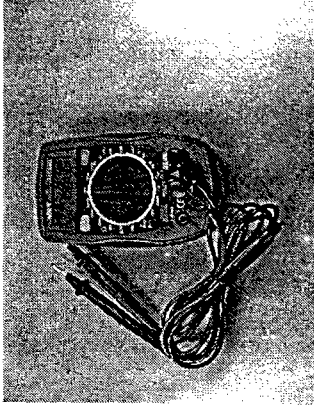
เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ (Test Equipment)



เครื่องวัดรูปคลื่นสัญญาณ (Oscilloscope)
หน้าที่ วัดรูปคลื่นสัญญาณ
ใช้สำหรับ วัดรูปคลื่นสัญญาณต่างๆในการทำงานของเครื่องสื่อสาร



เครื่องทดสอบการส่งสัญญาณ (Data Line Analyzer DLA-9D)
หน้าที่ วัดความแรงของสัญญาณ
ใช้สำหรับ วัดวัดความแรงของสัญญาณในการวัดความถี่ตอบสนอง



ดิจิตอลมิเตอร์ (Digital Multi meter)
หน้าที่ วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า, วัดการเชื่อมต่อของสัญญาณ
ใช้สำหรับ วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า, วัดการเชื่อมต่อของสัญญาณ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อสกุล	นายสมเกียรติ ไชยจำ
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2508
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	63/133 ซ.แสมดำ2 แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร10150 โทร. 0-2895-5778
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	วิศวกรระดับ 8
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท กสท.โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) อาคารโทรคมนาคม 30 ชั้น ถ.เจริญกรุง แขวงสี่พระยา เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร 10501 โทร. 0-2614-2618 E-mail : somkiat.h@catttelecom.co.th

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2523	มัธยมศึกษาปีที่ 2 จาก โรงเรียนวัดอินทาราม
พ.ศ. 2523	มัธยมศึกษาปีที่ 3 สมัยสอบบุคคลภายนอก จาก กระทรวงศึกษาธิการ
พ.ศ. 2525	ปวช.(อิเล็กทรอนิกส์) จากเทคนิคสมุทรสาคร
พ.ศ. 2526	ประกาศนียบัตรโทรคมนาคม จากโรงเรียนการไปรษณีย์และ โทรคมนาคม การสื่อสารแห่งประเทศไทย
พ.ศ. 2530	ปวส. (อิเล็กทรอนิกส์) จาก วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน
พ.ศ. 2538	อสบ. (โทรคมนาคม) จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2547	กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร