สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ประสิทธิภาพโครงข่ายท้องถิ่นแบบไร้สายของภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

Performance of Wireless Local Area Network for Department of Information Engineering

นายวิทวัส พรหมรักษา
นายวิสุทธิ์ ภู่ห้อย

วพ.
ว593ป
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72274
วัน,เดือน,ปี 13 มิ.ย. 2550

b 11766566
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Performance of Wireless Local Area Network for Department of Information Engineering

BY

Mr. Wittawat Phromraksa

Mr. Wisut Poohoy

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEER ING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ประสิทธิภาพโครงข่ายท้องถิ่นแบบไร้สายของภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ชื่อนักศึกษา	นายวิทวัส พรหมรักษา	รหัสนักศึกษา	47015613
	นายวิสุทธิ์ ภู่ห้อย	รหัสนักศึกษา	47015614
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สถาพร พรหมวงศ์		
	ผศ.พิชญ สุพรรณกูล		
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2549		

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สถาพร พรหมวงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.พิชญ สุพรรณกูล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ประสิทธิภาพโครงข่ายท้องถิ่นแบบไร้สายของภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ชื่อนักศึกษา	นายวิทวัส พรหมรักษา	รหัสประจำตัว 47015613
	นายวิสุทธิ์ ภู่ห้อย	รหัสประจำตัว 47015614
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สถาพร พรหมวงศ์	
	ผศ.พิชญ สุพรรณกูล	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2549	

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายเฉพาะบริเวณ (Wireless LAN) ได้เข้ามีบทบาทและได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ดังนั้นเพื่อการสื่อสารไร้สายที่มีประสิทธิภาพ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงผลกระทบต่างๆ โครงงานนี้ได้ศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการสื่อสารไร้สายเฉพาะบริเวณ (Wireless LAN) โดยคำนึงถึงผลการลดทอนของสัญญาณที่แพร่กระจายออกมาในการสื่อสารไร้สายเฉพาะบริเวณ (Wireless LAN) โดยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ที่บริเวณทางเดินชั้น 12 ของอาคารวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และได้ใช้อุปกรณ์ในการวัดครั้งนี้คือ เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา (Notebook) ซึ่งใช้วัดระดับของสัญญาณที่แพร่กระจายออกมาและนำค่าที่วัดได้ไปวิเคราะห์การลดทอนของสัญญาณต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Performance of Wireless Local Area Network for Department of Information Engineering
Student	Mr.Wittawat Phromraksa ID. 47015613
	Mr.Wisut Poohoy ID. 47015614
Advisor	Mr.Sathaporn Promwong
	Asst.Prof. Pichaya Supanakoon
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering
Department	Information Engineering
Academic Year	2006

ABSTRACT

Recently, Wireless Local Area Network (WLAN) technology has been role and popular. For the effective wireless communication should be study in effect factors that responding. This project has to study and analysis the effect of WLAN by consider to the propagate attenuation. To using place for experiment at 12thfloor of central lecture building in faculty of Engineering, KMITL. In this project has using a notebook to running all process and measuring propagation of signal level also recording data to analyze signal attenuation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ผลสำเร็จที่เกิดขึ้นได้นั้นไม่อาจเป็นไปได้ ถ้าไม่ได้รับความกรุณาจากท่านอาจารย์สถาพร พรหมวงศ์ และ ผศ.พิชญ สุพรรณกูล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ช่วยกรุณาให้คำแนะนำ ชี้แนวทางในการแก้ไขปัญหา และขอบคุณคณาจารย์ บุคลากรในภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ต่างๆ ให้แก่พวกข้าพเจ้า

นอกเหนือจากอาจารย์ท่านต่างๆ ที่ได้กล่าวมาในข้างต้นแล้ว ยังต้องขอบคุณพี่นักศึกษาปริญญาโทและกลุ่มเพื่อนๆ ที่ได้ให้ข้อคิดและข้อแนะนำ รวมทั้งความรู้ต่างกับโครงงานนี้

สุดท้ายต้องขอขอบพระคุณอันยิ่งใหญ่ของบิดา มารดาที่คอยให้กำลังใจ และสนับสนุนช่วยเหลือ ในการทำงานทุกๆด้าน ซึ่งหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายวิทวัส พรหมรักษา

นายวิสุทธิ์ ภู่ห้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ข

กิตติกรรมประกาศ ค

สารบัญ ง

สารบัญภาพ ช

สารบัญตาราง ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 บทนำ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ประโยชน์ของโครงงาน 2

1.5 วิธีการดำเนินงาน 3

บทที่ 2 การสื่อสารระบบ WLAN 4

2.1 กล่าวนำ 4

2.2 ระบบ WLAN ตามมาตราฐาน 802.11 4

2.2.1 มาตราฐาน 802.11b 4

2.2.2 มาตราฐาน 802.11g 5

2.2.3 มาตราฐาน 802.11a 5

2.3 จุดเด่นของระบบการสื่อสารแบบ WLAN 5

2.4 การทำงานขั้นพื้นฐานของระบบ WLAN 6

2.4.1 การเชื่อมต่อแบบ Peer-to Peer (ad hoc mode) 6

2.4.2 การเชื่อมต่อแบบ Client/server (Infrastructure mode) 6

2.4.3 การเชื่อมต่อแบบ Multiple access point and roaming 7

2.4.4 การเชื่อมต่อแบบ Use of an Extension Point 8

2.4.5 การเชื่อมต่อแบบ Use of Directional Antennas 8

2.5 เทคโนโลยีของระบบ WLAN 9

2.5.1 Narrow band technology 9

2.5.2 Spread Spectrum technology 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

2.5.3 Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) 10

2.5.4 Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM) 11

2.6 ระบบการสื่อสารโดยพื้นฐาน 12

2.6.1 อุปกรณ์อินพุทและเอาท์พุท 12

2.6.2 เครื่องส่ง 13

2.6.3 ช่องทางสื่อสาร 13

2.6.4 ความถี่และความยาวคลื่น 13

2.6.5 สัญญาณรบกวน (Noise) 14

2.6.6 เครื่องรับ 15

2.7 ลักษณะการเกิดคลื่น 15

2.8 คุณสมบัติของคลื่น 15

2.8.1 การสะท้อนของคลื่น 18

2.8.2 การหักเหของคลื่น 18

2.8.3 การแพร่กระจายของคลื่น 19

2.8.4 การแทรกสอดของคลื่น 20

2.9 คุณสมบัติอื่นๆที่เกิดขึ้นกับคลื่น 22

บทที่ 3 ทฤษฎีและหลักการวิเคราะห์ 24

3.1 สาเหตุและที่มา 24

3.2 พารามิเตอร์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณ 24

3.2.1 Friis's Transmission Formula 24

3.2.2 การสูญเสียเชิงวิถี (Path Loss) 25

3.2.3 Signal-to-Noise Ratio (SNR) 26

3.3 ทฤษฎีสายอากาศ 26

3.3.1 ประเภทของสายอากาศ 27

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 28

4.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ 28

4.1.1 เอ็กเซสพอยน์ (Access Point) 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

4.1.2 คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค 29

4.1.3 สาย UTP 30

4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติการทดลอง 30

4.3 การทดลองและผลการทดลอง 34

4.3.1 บทนำ 34

4.3.2 การวิเคราะห์และแสดงค่าสัญญาณของแอ็กเซสพอยน์ ที่ชั้น12 34

4.3.3 การวิเคราะห์และแสดงค่าของ Path Loss ที่ได้จากการคำนวณ 58

4.3.4 การวิเคราะห์และแสดงค่า Signal-to-Noise Ratio (SNR) 62

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 65

5.1 สรุปผลที่ได้จากการทดลอง 65

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงงานและแนวทางการแก้ไข 65

5.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม 66

เอกสารอ้างอิง 67

ภาคผนวก 68

ภาคผนวก ก. คุณสมบัติของแอ็กเซสพอยน์ที่ใช้ในการติดตั้ง 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้าที่
2.1	การทำงานแบบ Ac hoc mode	6
2.2	การทำงานแบบ Access Point	7
2.3	การทำงานแบบ Multiple Access Point and roaming	7
2.4	การทำงานแบบการใช้ Extension Point	8
2.5	การทำงานแบบการใช้ Directional Antennas	8
2.6	การทำงานแบบ Spread Spectrum	10
2.7	เทคนิคแบบ DSSS	10
2.8	ระบบสื่อสารพื้นฐาน	12
2.9	ภาคตัดขวางของลูกคลื่น	15
2.10	คลื่นวิทยุกระจายออกจากอากาศ	16
2.11	คุณสมบัติพื้นฐานของคลื่น	17
2.12	การสะท้อนของคลื่นวิทยุ	18
2.13	การหักเหของคลื่นวิทยุ	19
2.14	การเบี่ยงเบนของคลื่นวิทยุ	20
2.15	การแทรกสอดของ Direct Rays และ Ground-Reflected Rays	20
2.16	Radiation Pattern with Interference	21
2.I7	การกระจัดกระจายของคลื่น	22
4.1	รัศมีการเชื่อมกับแอ็กเซสพอยน์	28
4.2	ลักษณะของเครื่องรับและส่งข้อมูล (แอ็กเซสพอยน์)	29
4.3	คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค	29
4.4	สาย UTP ที่ใช้ติดตั้ง	30
4.5	ตำแหน่งติดตั้งแอ็กเซสพอยน์ที่ชั้น 12	30
4.6	การติดตั้งแอ็กเซสพอยน์	31
4.7	รูปแบบโมเดลที่ใช้ในการทดลอง	31
4.8	พื้นที่ที่ใช้ทำการทดลองบริเวณทางเดินด้านซ้ายของ ชั้น 12 อาคาร 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้าที่
4.9	พื้นที่ที่ใช้ทำการทดลองบริเวณทางเดินด้านขวาของ ชั้น 12 อาคาร 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	32
4.10	การวัดสัญญาณตามห้องต่างๆ	33
4.11	การวัดสัญญาณบริเวณทางเดิน	33
4.12	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 5 เมตร	34
4.13	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 10 เมตร	35
4.14	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 15 เมตร	35
4.15	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 20 เมตร	36
4.16	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 25 เมตร	36
4.17	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 30 เมตร	37
4.18	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 35 เมตร	37
4.19	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 40 เมตร	38
4.20	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 45 เมตร	38
4.21	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 50 เมตร	39
4.22	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 5 เมตร	39
4.23	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 10 เมตร	40
4.24	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 15 เมตร	40
4.25	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 20 เมตร	41
4.26	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 25 เมตร	41
4.27	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 30 เมตร	42
4.28	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 35 เมตร	42
4.29	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 40 เมตร	43
4.30	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 45 เมตร	43
4.31	ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 50 เมตร	44
4.32	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 5 เมตร	45
4.33	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 10 เมตร	45
4.34	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 15 เมตร	46
4.35	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 20 เมตร	46
4.36	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 25 เมตร	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้าที่
4.37	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 30 เมตร	47
4.38	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 35 เมตร	48
4.39	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 40 เมตร	48
4.40	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 45 เมตร	49
4.41	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 50 เมตร	49
4.42	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 5 เมตร	50
4.43	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 10 เมตร	50
4.44	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 15 เมตร	51
4.45	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 20 เมตร	51
4.46	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 25 เมตร	52
4.47	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 30 เมตร	52
4.48	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 35 เมตร	53
4.49	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 40 เมตร	53
4.50	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 45 เมตร	54
4.51	ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 50 เมตร	54
4.52	ระดับของสัญญาณที่วัดได้บริเวณทางเดินด้านซ้าย	55
4.53	ระดับของสัญญาณที่วัดได้บริเวณทางเดินด้านขวา	55
4.54	ระดับของสัญญาณที่วัดได้ตามห้องต่างๆทางด้านซ้าย	56
4.55	ระดับของสัญญาณที่วัดได้ตามห้องต่างๆทางด้านขวา	56
4.56	ค่า Path Loss ที่บริเวณทางเดินด้านซ้าย	58
4.57	ค่า Path Loss ที่บริเวณทางเดินด้านขวา	59
4.58	ค่า Path Loss ที่ห้องต่างๆทางด้านซ้าย	59
4.59	ค่า Path Loss ที่ห้องต่างๆทางด้านขวา	60
4.60	ค่า SNR ที่บริเวณทางเดินด้านซ้าย	62
4.61	ค่า SNR ที่ห้องต่างๆทางด้านซ้าย	62
4.62	ค่า SNR ที่บริเวณทางเดินด้านขวา	63
4.63	ค่า SNR ที่ห้องต่างๆทางด้านขวา	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
1.1	เวลาการดำเนินงาน	3
2.1	ย่านความถี่และความยาวคลื่น	14
4.1	ผลของระดับสัญญาณที่วัดได้บริเวณทางเดินด้านซ้าย	57
4.2	ผลของระดับสัญญาณที่วัดได้บริเวณทางเดินด้านขวา	57
4.3	ผลของระดับสัญญาณที่วัดได้ตามห้องต่างๆทางด้านซ้าย	57
4.4	ผลของระดับสัญญาณที่วัดได้ตามห้องต่างๆทางด้านขวา	57
4.5	ค่า Path Loss (dB) เทียบกับระยะทางต่างๆ	61
4.6	ค่า SNR (dB) เทียบกับระยะทางต่างๆ	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ในปัจจุบันนี้การใช้ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์กำลังเป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวางในองค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีใช้อยู่กันอย่างแพร่หลายมีอยู่สองประเภทใหญ่ๆคือ ระบบเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ (Local Area Network หรือ LAN) และระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง (Wide Area Network หรือ WAN) และในปัจจุบันได้มีสื่อใหม่ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันโดยไม่ใช้สายเคเบิ้ล (Cable) หรือที่เรียกกันว่า โครงข่ายท้องถิ่นแบบไร้สาย (Wireless LAN) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมากในยุคนี้

ระบบ Wireless LAN (WLAN) คือระบบการสื่อสารข้อมูลที่มีความคล่องตัวมากซึ่งจะมาทดแทนหรือเพิ่มต่อกับระบบเครือข่ายแบบใช้สาย ย่านความถี่ที่ใช้เป็นความถี่ในช่วง ISM Band (Industrial Scientific and Medical Band) ซึ่งเป็นความถี่เสรีที่ใช้กันทั่วโลกโดยไม่ต้องขออนุญาตซึ่งมี 3 ย่านด้วยกันคือ ย่าน 900 เมกะเฮิรตซ์ ย่าน 2.4 กิกะเฮิรตซ์และย่าน 5 กิกะเฮิรตซ์ นอกจากนั้นแล้วระบบ WLAN ก็มีคุณสมบัติทุกอย่างเหมือนกับระบบแลน (LAN) แบบใช้สายอีกด้วย ที่สำคัญ ก็คือการเคลื่อนย้ายการใช้งานทำได้โดยสะดวกไม่เหมือนระบบ LAN แบบใช้สายที่ต้องใช้เวลาและการลงทุนในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันนี้โลกของเราเป็นยุคแห่งการติดต่อสื่อสารเทคโนโลยีต่างๆ เช่น โทรศัพท์มือถือเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินธุรกิจและการใช้ชีวิตประจำวัน ค วามต้องการข้อมูลและการบริการต่างๆ มีความจำเป็นสำหรับนักธุรกิจ เทคโนโลยีที่สนองต่อความต้องการเหล่านั้นมีมากมาย เช่น โทรศัพท์มือถือ เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค (Notebook) เครื่องปาล์ม (Palm) ได้ถูกนำมาใช้เป็นอย่างมากและผู้ที่น่าจะได้ประโยชน์จากการใช้ระบบ WLAN มีมากมายไม่ว่าจะเป็น หมอหรือพยาบาลในโรงพยาบาล เพราะสามารถดึงข้อมูลมารักษาผู้ป่วยได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์พกพาที่เชื่อมต่อกับระบบ WLAN ได้ทันที นักศึกษาในมหาวิทยาลัยก็สามารถใช้งานคอมพิวเตอร์พกพาเพื่อค้นคว้าข้อมูลในห้องสมุดของมหาวิทยาลัย หรือใช้อินเตอร์เน็ตจากสนามหญ้าในมหาวิทยาลัยได้ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการเปิดให้บริการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเตอร์เน็ตแบบไร้สายตามสนามบินใหญ่ทั่วโลกและนำมาใช้งานแพร่หลายในห้างสรรพสินค้าและโรงแรมต่างๆแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ศึกษาคุณลักษณะ คุณสมบัติและโครงสร้างการทำงานของระบบ WLAN

2. ศึกษาผลที่ได้จากการวัดและนำมาวิเคราะห์โดยใช้ MATLAB Program

3. วิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบ WLAN ตลอดจนแนวทางในการพัฒนาระบบ WLAN

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการศึกษาและทดลองประสิทธิภาพการทำงานของระบบ WLAN โดยทดลองที่ชั้น 12 ของอาคาร 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งได้กำหนดขอบเขตของโครงงานดังนี้

1. ศึกษาคุณลักษณะ คุณสมบัติและโครงสร้างการทำงานของระบบ WLAN

2. ติดตั้งระบบ WLAN ที่ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศที่ชั้น 9-12 อาคาร12 ชั้นคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ทดลองเพื่อหาค่าการสูญเสียเชิงวิถี (Path Loss) และค่า Signal-to-Noise Ratio (SNR) ที่ระยะทางต่างๆ โดยนำค่าที่ได้จากการทดลองของระบบมาเปรียบเทียบระหว่างบริเวณทางเดินของชั้น 12 กับห้องต่างๆของชั้น 12

4. วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลองและเปรียบเทียบผลการทดลอง เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาระบบ WLAN เพื่อไปใช้ในสำนักงานหรือบ้านพักอาศัย

1.4 ประโยชน์ของโครงงาน

1. ทำให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการสื่อสารไร้สายโดยเฉพาะระบบ WLAN มากขึ้น

2. ทำให้สามารถติดตั้งใช้งานระบบ WLAN ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสถานที่ต่างๆ

3. ทำให้ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศมีระบบ WLAN ไว้ใช้สืบค้นข้อมูล เพื่อเป็นประโยชน์แก่นักศึกษารุ่นน้องต่อๆไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 วิธีการดำเนินงาน

งานวิจัยในโครงงานนี้เป็นการหาประสิทธิภาพของระบบ WLAN ซึ่งจะเป็นการศึกษาและวิเคราะห์เรื่องต่างๆดังนี้

บทที่ 1 จะเป็นการกล่าวนำที่มาของระบบ WLAN วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบเขตของโครงงาน ประโยชน์ของโครงงานและวิธีการดำเนินงาน ภาพรวมส่วนใหญ่ในบทนี้จะเป็นเพียงแนวคิดริเริ่มซึ่งจะขยายผลในบทต่อๆไป

บทที่ 2 จะเป็นการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งก็มีเรื่องหลักๆ คือ ระบบการสื่อสารแบบ WLAN จุดเด่นของระบบสื่อสารแบบ WLAN และเทคโนโลยีการสื่อสารในระบบ WLAN ฯลฯ

บทที่ 3 จะเกี่ยวกับทฤษฎีที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ระบบ คือค่าค่าการสูญเสียเชิงวิถี (Path Loss) และ ค่า Signal-to-Noise Ratio (SNR)

บทที่ 4 เป็นการนำความรู้ที่ได้ศึกษาทั้งหมดมาทำการติดตั้งระบบ หลังจากนั้นก็ทำการทดลองเพื่อหาสัญญาณที่รับได้ทางด้านรับ ค่าการสูญเสียเชิงวิถีและค่า SNR โดยใช้คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ควัดเทียบกับระยะทางซึ่งเริ่มตั้งแต่ระยะทาง 5-50 เมตร จากนั้นก็ทำการวิเคราะห์ผลต่อไป

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบระหว่างบริเวณทางเดินของชั้น 12 กับห้องต่างๆของชั้น 12 พร้อมทั้งให้ข้อแนะนำในการนำเทคโนโลยีระบบนี้ไปใช้

ตารางที่ 1.1 เวลาการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2549							2550	
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1. ศึกษาทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้									
2. การรวมรวมข้อมูล									
3. เลือก Access Point ที่จะมาติดตั้ง									
4. ติดตั้งระบบ WLAN									
5. ทำการทดลองวัดประสิทธิภาพ									
6. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ระบบการสื่อสารแบบ WLAN

2.1 กล่าวนำ

ระบบ WLAN เกิดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ.1970 บนเกาะฮาวายโดยโครงงานของนักศึกษาของมหาวิทยาลัยฮาวายที่ชื่อว่า "ALHONET" ขณะนั้นลักษณะการส่งข้อมูลเป็นแบบ Bi-directional ส่งแบบไป-กลับอย่างง่ายๆผ่านคลื่นวิทยุโดยสื่อสารกันระหว่างคอมพิวเตอร์ 7 เครื่อง ซึ่งตั้งอยู่บนเกาะ 4 เกาะโดยรอบและมีศูนย์กลางการเชื่อมต่ออยู่ที่เกาะๆหนึ่งที่ชื่อว่า Oahu นอกจากนั้นแล้วยังได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1980 โดยใช้ย่านความถี่ 900 เมกะเฮิรตซ์และใช้ความถี่ย่าน ISM Band ด้วยความที่ระบบ WLAN นี้ใช้ความถี่เดียวกับระบบโทรศัพท์แบบเซลลูลาร์ (ในสมัยนั้น) ทำให้สามารถใช้อุปกรณ์เครื่องรับ-ส่งได้พร้อมกัน ทำให้สะดวกและประหยัดในการพัฒนาระบบ WLAN แต่ไม่เป็นที่นิยมเพราะย่านความถี่ 900 เมกะเฮิรตซ์นี้นำไปใช้กับระบบโทรศัพท์มือถือ

องค์กรที่เข้ามาทำหน้าที่กำหนดมาตราฐานของระบบ WLAN คือสถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) ซึ่งได้กำหนดมาตราฐาน IEEE 802.11 เพื่อใช้ระบุมาตรฐานระบบ WLAN รุ่นต่างๆที่ออกมา

2.2 ระบบ WLAN ตามมาตราฐาน 802.11

ระบบ WLAN ที่ใช้งานกันส่วนใหญ่ถูกพัฒนาขึ้นมาตามมาตราฐาน 802.11 ซึ่งมีด้วยกัน 3 มาตราฐานคือ a , b , g ซึ่งแต่ละตัวก็มีวิธีการมอดูเลท (Modulate) สัญญาณต่างกันและใช้ความถี่ต่างกันจึงมีประสิทธิภาพที่ต่างกันด้วย

2.2.1 มาตราฐาน 802.11b

เป็นมาตรฐานเครือข่าย WLAN ที่มีผู้ใช้มากที่สุด เพราะความถี่ย่าน 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่เสรีทุกประเทศเปิดให้ใช้โดยอิสระ มีความเร็วในการทำงาน 4 ระดับคือ 11 , 5.5 , 2 และ 1 เมกกะบิดต่อวินาที เครือข่ายนี้มีปัญหาครงที่มีความเร็วต่ำที่สุดในบรรดามาตราฐานต่างๆและมีปัญหาสัญญาณรบกวนค่อนข้างสูง เนื่องจากความถี่ที่ย่าน 2.4 กิกะเฮิรดซ์มีอุปกรณ์ใช้งานอยู่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 มาตราฐาน 802.11g

เป็นมาตราฐานตัวใหม่ล่าสุด ข้อดีคือมีความเร็วในการทำงานสูงถึง 54 เมกกะบิตต่อวินาที และมีระยะทำงานไกลสูงสุดเท่ากับมาตราฐาน 802.11b นอกจากนี้ยังสามารถทำงานร่วมกับเครือข่าย WLAN มาตราฐาน 802.11b ได้โดยไม่มีปัญหา

2.2.3 มาตราฐาน 802.11a

เป็นมาตราฐานตัวเก่าที่เปิดตัวมาพร้อมกับมาตราฐาน 802.11b ตั้งแต่ปี 1999 แต่ไม่ค่อยผู้นิยมใช้ เนื่องจากใช้ความถี่ย่าน 5 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นย่านที่ไม่ได้เปิดให้ใช้อย่างเสรีในทุกๆประเทศ ในประเทศไทยย่านความถี่นี้ก็ไม่เปิดให้ใช้เช่นกัน ข้อดีของมาตราฐานนี้คือ มีความเร็วในการทำงานสูงถึง 54 เมกกะบิต แต่ก็มีข้อเสียคือ ใช้งานได้ไกลสุดประมาณ 50 เมตรเท่านั้น

2.3 จุดเด่นของระบบการสื่อสารแบบ WLAN

2.3.1 mobility improves productivity & service มีความคล่องตัวสูง ดังนั้นไม่ว่าเราจะเคลื่อนที่ไปที่ไหน หรือเคลื่อนย้ายคอมพิวเตอร์ไปตำแหน่งใด ก็ยังสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายได้ตลอดเวลา ตราบใดที่ยังอยู่ในระยะการส่งข้อมูล

2.3.2 installation speed and simplicity สามารถติดตั้งได้ง่ายและรวดเร็ว เพราะไม่ต้องเสียเวลาติดตั้งสายเคเบิลและไม่รกรุงรัง

2.3.3 installation flexibility สามารถขยายระบบเครือข่ายได้ง่ายเพราะเพียงแค่มีการ์ดระบบ WLAN มาต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค หรือคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะก็เข้าสู่เครือข่ายได้ทันที

2.3.4 reduced cost-of-ownership ลดค่าใช้จ่ายโดยรวม ที่ผู้ลงทุนต้องลงทุน ซึ่งมีราคาสูง เพราะในระยะยาวแล้ว ระบบ WLAN ไม่จำเป็นต้องเสียค่าบำรุงรักษาและการขยายเครือข่ายก็ลงทุนน้อยกว่าเดิมหลายเท่า เนื่องจากความง่ายในการติดตั้ง

2.3.5 scalability ระบบ WLAN ทำให้องค์กรสามารถปรับขนาดและความเหมาะสมได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก เพราะสามารถโยกย้ายตำแหน่งการใช้งาน โดยเฉพาะระบบที่มีการเชื่อมระหว่างจุดต่อจุด เช่น ระหว่างตึก

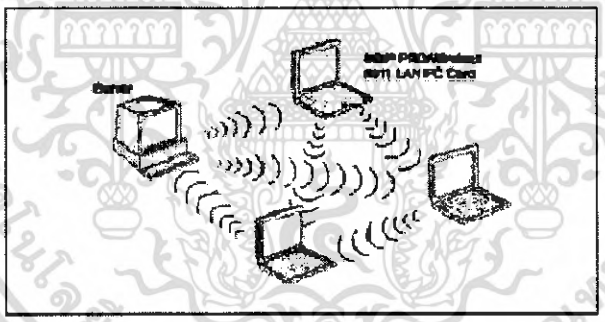
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การทำงานขั้นพื้นฐานของระบบ WLAN

ระบบ WLAN เป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไม่มากนักและมักจำกัดอยู่ในอาคารหลังเดียวหรืออาคารในละแวกเดียวกัน การใช้งานที่น่าสนใจที่สุดของระบบ WLAN ก็คือความสะดวกสบายที่ไม่ต้องติดอยู่กับที่ ผู้ใช้สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้โดยที่ยังสื่อสารอยู่ในระบบเครือข่าย

2.4.1 การเชื่อมต่อแบบ Peer-to-peer (ad hoc mode)

รูปแบบการเชื่อมต่อระบบ WLAN แบบ Peer to Peer เป็นลักษณะการเชื่อมต่อแบบโครงข่ายโดยตรงระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 เครื่องหรือมากกว่านั้น เป็นการใช้งานร่วมกันของ Wireless Adapter Cards โดยไม่ได้มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายแบบใช้สายเลย โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะมีความเท่าเทียมกัน สามารถทำงานของตนเองได้และขอใช้บริการเครื่องอื่นได้ เหมาะสำหรับการนำมาใช้งานเพื่อจุดประสงค์ในด้านความรวดเร็วหรือติดตั้งได้โดยง่ายเมื่อไม่มีโครงสร้างพื้นฐานที่จะรองรับ ยกตัวอย่างเช่น ในศูนย์ประชุม หรือการประชุมที่จัดขึ้นนอกสถานที่



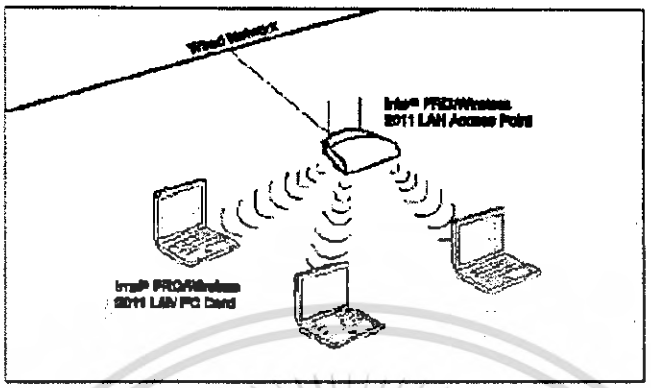
รูปที่ 2.1 การทำงานแบบ Ac hoc mode

2.4.2 การเชื่อมต่อแบบ Client/server (Infrastructure mode)

ระบบ WLAN แบบ Client / server หรือ Infrastructure mode เป็นลักษณะการรับส่งข้อมูลโดย อาศัยแอ็กเซสพอยน์ (Access Point) หรือเรียกว่า "Hot spot" ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมต่อระหว่างระบบเครือข่ายแบบใช้สายกับเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Client) โดยจะกระจายสัญญาณคลื่นวิทยุเพื่อรับ-ส่งข้อมูลเป็นรัศมีโดยรอบ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในรัศมีของแอ็กเซสพอยน์จะกลายเป็นเครือข่ายกลุ่มเดียวกันทันที โดยเครื่องคอมพิวเตอร์จะสามารถติดต่อกันหรือติดต่อกับเซิฟเวอร์ (Server) เพื่อแลกเปลี่ยนและค้นหาข้อมูลได้โดยติดต่อผ่านแอ็กเซสพอยน์เท่านั้น ซึ่งแอ็กเซสพอยน์หนึ่งจุด สามารถให้บริการเครื่องลูกข่ายได้ถึง 15-50 อุปกรณ์ของเครื่องลูกข่าย เหมาะสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

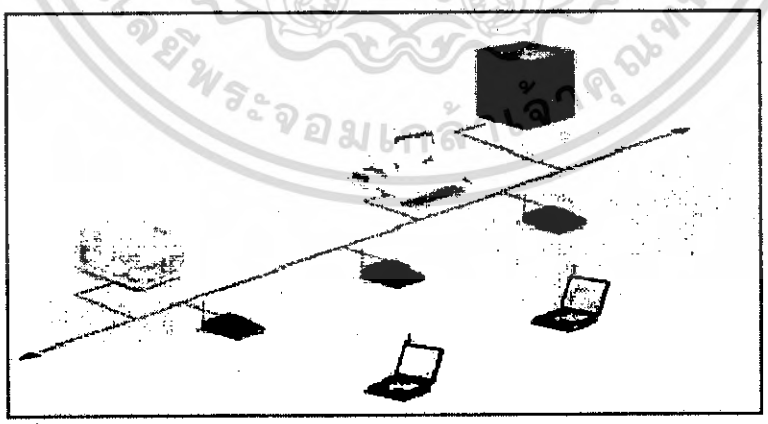
การนำไปขยายเครือข่ายหรือใช้ร่วมกับระบบเครือข่ายแบบใช้สายเดิมในออฟฟิต (office) ห้องสมุด หรือในห้องประชุม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มากขึ้น



รูปที่ 2.2 การทำงานแบบ Access Point

2.4.3 การเชื่อมต่อแบบ Multiple access points and roaming

โดยทั่วไปแล้วการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับแอ็กเซสพอยน์ของระบบ WLAN จะอยู่ในรัศมีประมาณ 500 ฟุต ภายในอาคาร และ 1000 ฟุต ภายนอกอาคาร หากสถานที่ที่ติดตั้งมีขนาดกว้างมากๆ เช่นคลังสินค้า บริเวณภายในมหาวิทยาลัย สนามบิน จะต้องมีการเพิ่มจุดการติดตั้งแอ็กเซสพอยน์ให้มากขึ้น เพื่อให้การรับ-ส่งสัญญาณในบริเวณของเครือข่ายขนาดใหญ่ เป็นไปอย่างครอบคลุมทั่วถึง

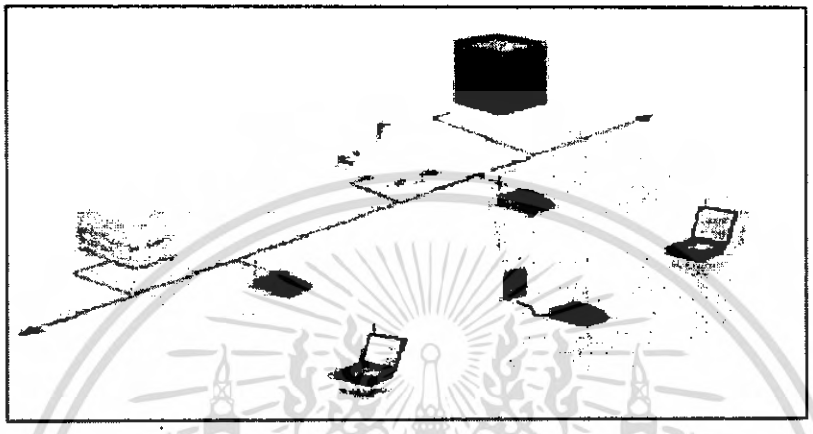


รูปที่ 2.3 การทำงานแบบ Multiple access point and roaming

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 การเชื่อมต่อแบบ Use of an Extension Point

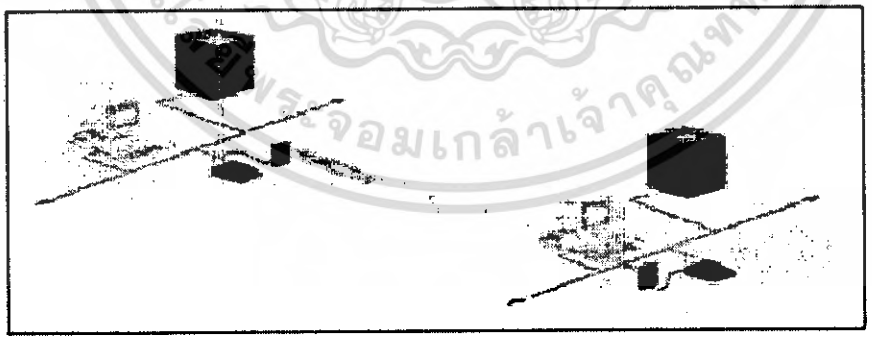
กรณีที่โครงสร้างของสถานที่ติดตั้งระบบ WLAN มีปัญหา ผู้ออกแบบระบบอาจจะใช้ Extension Points ที่มีคุณสมบัติเหมือนกับแอ็กเซสพอยน์ แต่ไม่ต้องผูกติดไว้กับระบบ WLAN เป็นส่วนที่ใช้เพิ่มเติมในการรับส่งสัญญาณ



รูปที่ 2.4 การทำงานแบบการใช้ Extension Point

2.4.5 การเชื่อมต่อแบบ Use of Directional Antennas

ระบบ WLAN แบบนี้เป็นแบบใช้สายอากาศในการรับส่งสัญญาณระหว่างอาคารที่อยู่ห่างกัน โดยการติดตั้งสายอากาศที่แต่ละอาคาร เพื่อส่งและรับสัญญาณระหว่างกัน



รูปที่ 2.5 การทำงานแบบการใช้ Directional Antennas

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เทคโนโลยีของระบบ WLAN

โดยทั่วไปแล้วระบบ WLAN จะใช้เทคโนโลยีในการส่งสัญญาณอยู่ 2 ประเภท คือ ประเภทที่ใช้สัญญาณคลื่นความถี่วิทยุซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ Narrow band และ Spread spectrum ในการติดต่อรับ-ส่งข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 Narrow band Technology

ระบบวิทยุแบบความถี่แคบเป็นการรับ-ส่งสัญญาณคลื่นวิทยุบนความถี่เฉพาะ โดยคลื่นความถี่ดังกล่าวเป็นที่รู้จักในชื่อของแถบความถี่ ISM (Industrial Scientific / Medical) ที่มีความถี่แบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 902 MHz ถึง 928 MHz, 2.14 MHz ถึง 2.484 และ 5.725 MHz ถึง 5.850 MHz

สัญญาณจะมีกำลังต่ำ (โดยทั่วไปประมาณ 1 มิลลิวัตต์) และใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างต้นทางกับปลายทางเพียง 1 คู่เท่านั้นและไม่สามารถส่งสัญญาณข้ามโหนดไปมาได้ การส่งข้อมูลแบบนี้เปรียบได้กับคู่สายโทรศัพท์ที่สามารถคุยได้เฉพาะต้นทางกับปลายทางแต่ไม่สามารถคุยพร้อมกันได้หลายๆคน

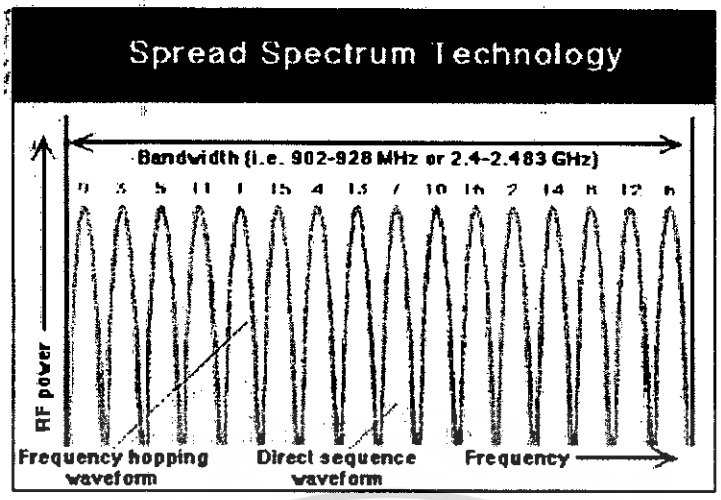
ข้อจำกัดของการใช้สัญญาณแบบนี้ คือจะต้องขออนุญาตจาก FCC (Federal Communication Committee) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่กำหนดความถี่ในการใช้สัญญาณคลื่นวิทยุแบบแนโรแบนด์ (Narrow band)

2.5.2 Spread spectrum technology

ระบบ WLAN ส่วนใหญ่นิยมใช้เทคนิค Spread spectrum technology ซึ่งใช้ความถี่ที่กว้างกว่า Narrow band Technology ซึ่ง Spread Spectrum ก็คือ วิธีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณข้อมูลเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ความถี่วิทยุมากเกินความจำเป็น แรกทีเดียวเทคนิคนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในกิจการทางทหาร ซึ่งต้องการความเชื่อถือได้ในระดับสูงมาก ในระหว่างการรบข้าศึกอาจใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ดักฟังสัญญาณ เพื่อขโมยความลับหรือรบกวนการทำงาน แต่ในระบบนี้การส่งสัญญาณถูกส่งออกไปหลายความถี่พร้อมกันจึงทำให้การดักฟังเป็นไปได้ยากขึ้น รวมทั้งการรบกวนการสื่อสารก็ยากมากขึ้นด้วย เพราะจะต้องค้นหาคลื่นความถี่ทั้งหมดให้ได้ โดยการส่งสัญญาณจะใช้แถบความถี่ ISM ที่ช่วงความถี่ระหว่าง 902-928 MHz และ 2.4-2.484 GHz

เทคนิค Spread Spectrum สามารถแบ่งได้ เป็น 2 แบบ คือ Direct Sequence และ Frequency Hopping ซึ่งในส่วนนี้จะกล่าวเพียงเทคนิค Direct Sequence

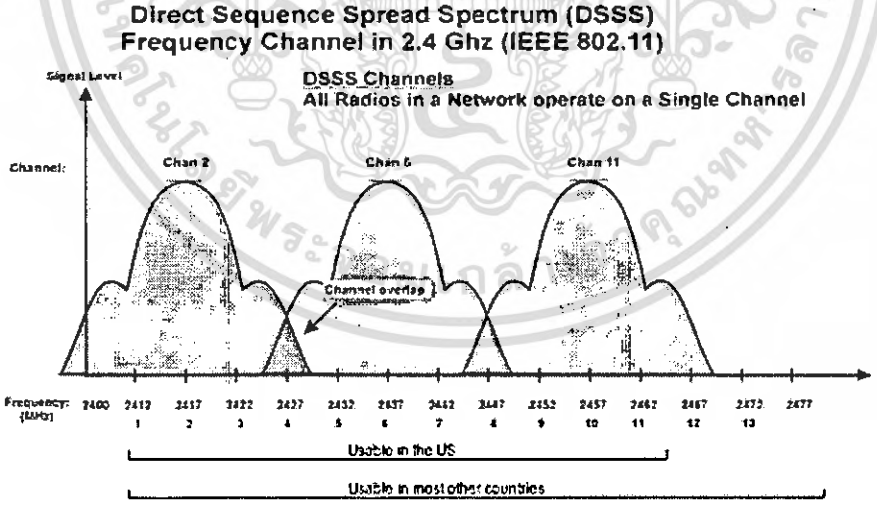
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การทำงานแบบ Spread spectrum

2.5.3 Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)

Direct Sequence Spread Spectrum เป็นเทคนิคที่ยังใช้คลื่นพาหะที่ต้องระบุความถี่ที่ใช้ สามารถส่งข้อมูลได้มากกว่าแบบแนโรแบนด์ ข้อมูลจะถูกกระจายให้ช่วงความถี่กว้างขึ้น (RF bandwidth) ในรูปแบบของรหัสเฉพาะ รูปแบบของรหัสเฉพาะที่เป็นที่รู้จักกันดีคือ Pseudo-noise Sequence หรือ PN sequence



รูปที่ 2.7 เทคนิคแบบ DSSS

รูปแบบนี้จะใช้การเข้ารหัสในวิธีพิเศษ โดยการแปลงเลขฐานสองแต่ละบิตในข้อมูลดั้งเดิม ที่จะส่งไปให้อยู่ในรูปแบบเลขฐานสองที่มีความยาวเพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ข้อมูลเลขฐานสอง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจจะถูกแปลงเป็น 0010010101 และข้อมูล 0 จะถูกแปลงเป็น Inverse ของ 1 คือ 1101101010 แล้ว ข้อมูลที่แปลงแล้วเหล่านี้จะถูก ส่งไปพร้อมๆกันในลักษณะขนาน ซึ่งหากผู้รับสามารถจดจำรูปแบบการแปลงข้อมูลได้ก็จะถูกส่งไป โดยที่สัญญาณรบกวนไม่สามารถทำให้ข้อมูลเสียหายไปได้ หรือหากรูปแบบที่ส่งไปเกิดผิดพลาดไปไม่ว่าจะด้วยสาเหตุใดก็ตาม ทางฝ่ายรับก็สามารถที่จะใช้เทคนิคในทางสถิติเพื่อกู้ข้อมูลที่ผิดพลาดไปให้กลับคืนมาได้

วิธีนี้จะใช้ในมาตรฐาน IEEE802.11 และIEEE 802.11b ผู้ผลิตระบบ WLAN ส่วนใหญ่จะเลือกใช้วิธีการนี้ เพราะว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมมากกว่าวิธีอื่นในสภาพแวดล้อมที่มีการแทรกสอดจากคลื่นวิทยุอื่นๆ อย่างรุนแรง นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ตัดสินใจได้ว่าจะทำการจัดสรรแถบความถี่ในการส่งข้อมูลอย่างไรบ้าง เช่น อาจจะจัดแบ่งแถบความถี่เป็นช่วงย่อยๆหลายช่วง เพื่อใช้ส่งข่าวสารหลายชิ้นไปพร้อมๆกัน

2.5.4 Orthogonal frequency division multiplex (OFDM)

เทคนิคนี้ถูกนำมาใช้ในเพื่อเพิ่มความเร็วในการส่งข้อมูลในมาตราฐานใหม่ๆของระบบ WLAN คือ IEEE 802.11a และ 802.11g การส่งสัญญาณคลื่นวิทยุแบบนี้เป็นการมัลติเพล็กสัญญาณโดยช่องสัญญาณความถี่จะถูกแบ่งออกเป็นความถี่พาหะย่อย (subcarrier) หลายๆความถี่ โดยแต่ละความถี่พาหะย่อยจะตั้งฉากซึ่งกันและกัน ทำให้มันเป็นอิสระต่อกัน ความถี่ที่คลื่นพาหะที่ตั้งฉากกันนั้นทำให้ไม่มีปัญหาการซ้อนทับกันของสัญญาณที่อยู่ติดกัน

OFDM เป็นเทคนิคการมัลติเพล็กโดยการแบ่งความถี่ เมื่อช่องความถี่ถูกแบ่งออกเป็นขนาดเล็กๆ N ช่อง แต่ละช่องมีขนาดเท่ากับขนาดของสัญลักษณ์ (bit rate) ดิจิตอล ทางด้านส่งจะมีสัญญาณดิจิตอลความเร็วสูงที่ถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มข้อมูลย่อยๆที่มีความถี่ต่ำกว่าจะถูกมอดูเลทกับสัญญาณพาหะย่อย 1 สัญญาณและนำสัญญาณทั้งหมดส่งขนานกันออกไป

รูปแบบในการมอดูเลทสัญญาณพาหะย่อยที่นิยมทั่วไปได้แก่ QAM, 16 QAM หรือ 64 QAM เป็นต้น ใน OFDM กลุ่มของข้อมูลจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปขนานกัน โดยการมอดูเลทกับสัญญาณพาหะย่อย ดังนั้นจะกลายมาเป็นสัญญาณบนแกนความถี่ ซึ่งการแปลงสัญญาณกลับให้อยู่บนแกนเวลาอีกครั้ง โดยการแปลงกลับฟาสท์ฟูเรียร์ (IFFT) จากนั้นจะสัญลักษณ์บนแกนเวลาจะถูกมัลติเพล็กเข้าด้วยกันให้เป็นอนุกรมของสัญญาณแล้วจึงส่งสัญญาณออกไปทางสายอากาศ

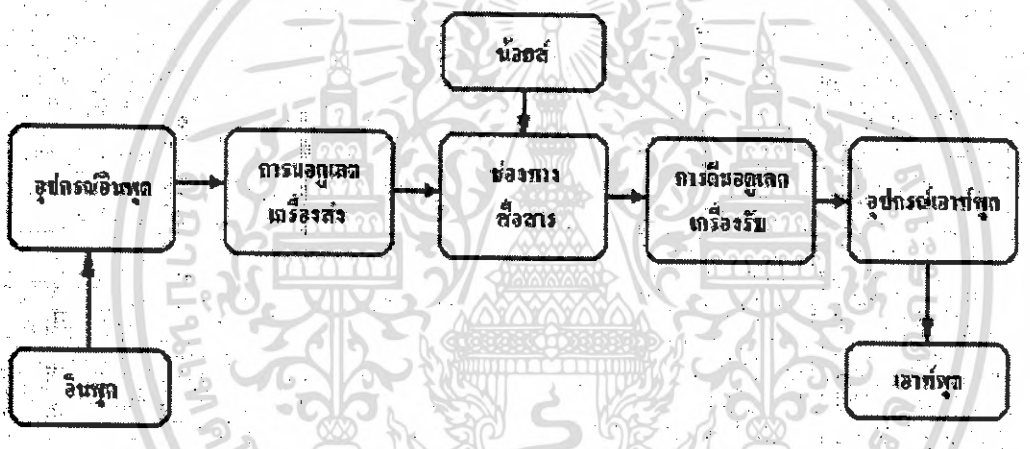
หลังจากการมอดูเลทแบบ OFDM จะมีการสอดแทรกช่วงแถบป้องกันแคบๆ เพื่อลดสัญญาณรบกวนระหว่างสัญลักษณ์ (Inter symbol Interference: ISI) ที่เกิดจากสัญญาณหลายเส้นทาง (multi-path) เราเรียกแถบป้องกันแคบๆนี้ว่า การเสริมไซคริก (cyclic prefix) ส่วนในเครื่องรับจะดำเนินกระบวนการตรงข้ามกับเครื่องส่ง ในเครื่องรับจะใช้การแปลงฟาสท์ฟูเรียร์แปลงสัญญาณที่อยู่บนแกนเวลาไปเป็นแถบความถี่สมมูลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของ OFDM คือสามารถใช้งานแถบความถี่ในระบบที่เคยใช้สัญญาณพาหะเดี่ยวได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ (spectral efficiency) สามารถป้องกันผลกระทบจากการเคลื่อนที่ของสัญญาณหลายเส้นทาง (immunity to multi-path) และมีความไวต่ำต่อการเลือนหายไปของความถี่ที่เลือก (less sensitivity to frequency selective fading)

2.6 ระบบสื่อสารโดยพื้นฐาน

ในระบบสื่อสารไม่ว่าจะเป็นในระบบใดก็ตามแผนผังโดยพื้นฐานมักเหมือนกับ รูปที่ 2.8 ซึ่งจะสังเกตเห็นว่า ระบบสื่อสารโดยพื้นฐานประกอบด้วยอุปกรณ์อินพุท (Input Device) เครื่องส่ง ช่องทางสื่อสาร (communication Channel) หรือแชนแนล ซึ่งมักจะมีสัญญาณรบกวน (Noise) มารบกวนเครื่องรับและอุปกรณ์เอาท์พุท (Output Device)



รูปที่ 2.8 ระบบสื่อสารพื้นฐาน

2.6.1 อุปกรณ์อินพุทและเอาท์พุท

อุปกรณ์อินพุท คืออุปกรณ์ที่ทำการแปลงข้อมูลข่าวสารให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าส่วนอุปกรณ์เอาท์พุทก็คือ อุปกรณ์ที่ทำการแปลงสัญญาณไฟฟ้าให้กลับมาเป็นข้อมูลข่าวสาร มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปแล้วแต่การใช้งาน เช่น ในระบบวิทยุกระจายเสียง อุปกรณ์อินพุทอาจเป็นไมโครโฟน และอุปกรณ์เอาท์พุทเป็นลำโพง สำหรับไมโครโฟนทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และส่วนลำโพงทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้ากลับเป็นคลื่นเสียง

ในทำนองเดียวกันในระบบแพร่ภาพทางโทรทัศน์อุปกรณ์อินพุท ก็คือกล้องถ่ายโทรทัศน์ ซึ่งแปลงพลังงานแสง (จากภาพ) ไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าและอุปกรณ์เอาท์พุท ก็คือหลอดภาพโทรทัศน์ซึ่งเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้ากลับคืนเป็นพลังงานแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข่าวสารที่รับหรือส่งระหว่างกัน แบ่งออกเป็น 3 พวกใหญ่ คือ

1. เสียงหรือออดิโอ (Audio) ได้แก่ เสียงพูดในระบบโทรศัพท์ เสียงเพลง หรือซึ่งต้องการคุณภาพเสียงดีในระบบวิทยุกระจายเสียง
2. ภาพ (Picture) ได้แก่ ภาพนิ่งในระบบโทรสารและระบบส่งภาพระยะไกลในระบบโทรทัศน์
3. ข้อมูลส่วนใหญ่ส่งมาเป็นรหัสให้แก่เครื่องยนต์,เครื่องคอมพิวเตอร์ฯลฯ ได้แก่ ข้อมูลและคำสั่งในระบบโทรมาตรตัวอักษร ในระบบโทรพิมพ์ หรือโทรเลขด้วยข้อมูลคอมพิวเตอร์ ในระบบสื่อสารคอมพิวเตอร์

2.6.2 เครื่องส่ง

เครื่องส่งจะทำหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าจากอุปกรณ์อินพุท แล้วทำการมอดูเลทลงบนคลื่นพาหะความถี่สูง เครื่องส่งประกอบด้วยแหล่งกำเนิดสัญญาณความถี่สูง (เรียกว่า ออสซิลเลเตอร์) กับมอดูเลท เครื่องส่งส่วนใหญ่มักมีภาคขยายอีกเพื่อให้สัญญาณที่ส่งออกมามีกำลังแรง ทำให้สื่อสารกันได้ไกลขึ้น

2.6.3 ช่องทางสื่อสาร

ช่องทางสื่อสารในที่นี้ ได้แก่ บรรยากาศอวกาศว่าง (free space) หรือสาย ฯลฯ แต่ในที่นี้เราจะกล่าวถึงเฉพาะระบบวิทยุเท่านั้น ช่องทางสื่อสารของระบบวิทยุอาศัยการแผ่คลื่นวิทยุออกไปโดยผ่านบรรยากาศซึ่งเป็นตัวกลาง (medium) ซึ่งคลื่นเดินทางจากเครื่องส่งผ่านไปยังเครื่องรับ

2.6.4 ความถี่และความยาวคลื่น

เรานิยมแบ่งคลื่นวิทยุออกเป็นย่านความถี่ต่างๆ โดยมีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hertz) ในประวัติศาสตร์การวิทยุ เราแบ่งคลื่นวิทยุตามความยาวคลื่น (Wavelength) ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และความยาวคลื่นเป็นไปตามสูตรดังนี้

$$\lambda = C / f$$

ในที่นี้ λ คือ ความยาวคลื่นมีหน่วยเป็นเมตร

C คือ ความเร็วของคลื่นวิทยุในอากาศ เท่ากับ ความเร็วของแสง = 3×10^8 เมตรต่อวินาที

f คือ ความถี่มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ย่านความถี่และความยาวคลื่น

ย่านความถี่	ความถี่	ความยาวคลื่น
Very Low Frequency (VLF)	ต่ำกว่า 30 kHz	ยาวกว่า 10 km
Low Frequency(LF)	30-300 kHz	10-1 km
Medium Frequency(MF)	300-3000 kHz	1000-100 m
High Frequency (HF	3-30 MHz	100-10 m
Very High Frequency (VHF)	30-300 MHz	10-1 m
Ultra High Frequency (UHF)	300-3000 MHz	100-10 cm
Super High Frequency (SHF)	3-30 GHz	10-1 cm
Extremely High Frequency (EHF)	30-300 GHz	10-1 mm

2.6.5 สัญญาณรบกวน (Noise)

เป็นสัญญาณที่เข้ามาแทรกแซงหรือทำการรบกวน (Interference) สัญญาณรบกวนที่รับเข้ามาสามารถแบ่งออกได้ 4 ประเภท คือ

1. สัญญาณรบกวนบรรยากาศ (atmospheric noise) เกิดขึ้นจากความแปรปรวนของบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก เช่น ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า ก่อให้เกิดคลื่นวิทยุแผ่กระจายออกไปรอบโลก สัญญาณรบกวนบรรยากาศเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา แม้จะไม่มีพายุฝนฟ้าคะนองก็ตาม

2. สัญญาณรบกวนจากอวกาศ (space noise) เกิดจากดวงอาทิตย์และดวงดาวนับล้านๆดวงในจักรวาล ดวงอาทิตย์เป็นวัตถุที่มีขนาดมหึมาและมีความร้อนสูงถึง 6,000 องศาเซลเซียสที่ผิวดวงอาทิตย์ ฉะนั้นดวงอาทิตย์จะแผ่พลังงานออกมามีสเปกตรัมความถี่กว้างมาก พลังงานนี้ปรากฏออกเป็นนอยส์คงที่ อย่างไรก็ตามที่ผิวดวงอาทิตย์ยังมีความแปรปรวนอื่นๆอีก เช่น จุดบนดวงอาทิตย์ (sun spot) การลุกโชติช่วง (solar flare) ซึ่งก่อให้เกิดนอยส์เพิ่มขึ้นอีก นอกจากนี้ดวงอาทิตย์บางดวงที่ไกลออกไปจากระบบสุริยะจักรวาลก็มีคุณสมบัติเหมือนดวงอาทิตย์ คือ มีความร้อนสูงและสามารถกำเนิดนอยส์มายังโลกได้

3. สัญญาณรบกวนที่เกิดจากสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-Made Noise) ได้แก่ สัญญาณรบกวนจากมอเตอร์ไฟฟ้า เช่น พัดลม ที่เป่าผม เครื่องดูดฝุ่น นอกจากนี้ก็ยังมีสัญญาณรบกวนจากระบบจุดระเบิดของรถยนต์ การรั่วไหลของสายไฟแรงสูง หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ฯลฯ

4. สัญญาณรบกวนภายในอุปกรณ์เครื่องรับ (Internal Noise) แ ยกเป็น 2 ประเภท คือ สัญญาณรบกวนอุณหภูมิ (Thermal Noise) และสัญญาณรบกวนสั้น (Shot Noise) สัญญาณรบกวนอุณหภูมิเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในตัวอุปกรณ์ บางครั้งเรียกว่า จอห์นสันสัญญาณรบกวน (Johnson Noise) ส่วนสัญญาณรบกวนสั้นเกิดขึ้นในอุปกรณ์แอ็กทีฟ (Active Device) ทุกชนิด เนื่องจากการรวมตัวของอิเล็กตรอนกับโฮล (Hole) เช่น ในทรานซิสเตอร์ ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

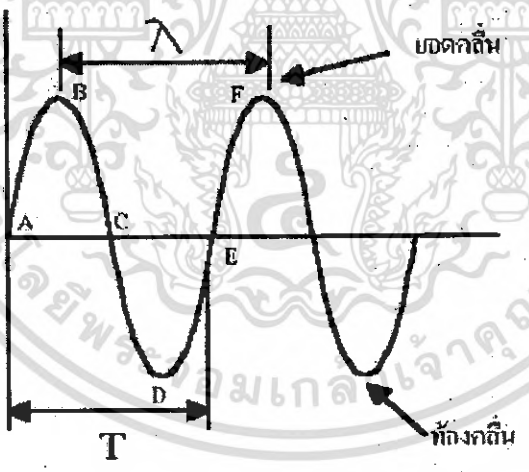
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 เครื่องรับ

เมื่อรับสัญญาณจากเครื่องรับสัญญาณจะมีกำลังอ่อนลงและยังมีนอยส์เข้ามาแทรกแซงสัญญาณที่ต้องการจะรับอีกด้วย ดังนั้นการรับสัญญาณอ่อนๆเช่นนี้ เครื่องรับจึงต้องมีความสามารถพิเศษในการเลือกรับและขยายเอาเฉพาะสัญญาณความถี่ที่ต้องการ พร้อมทั้งต้องมีกรรมวิธีในการกำจัดนอยส์หรือต่อสู้เอาชนะนอยส์ที่รบกวนสัญญาณที่รับได้จะผ่านการดีมอดูเลทเพื่อแปลงสัญญาณข่าวสารที่เข้ามอดูเลทกลับมา ซึ่งกรรมวิธีนี้ค่อนข้างสลับซับซ้อนพอสมควร

2.5 ลักษณะการเกิดคลื่น

สมมุติว่าเราโยนก้อนหินลงไปในน้ำ ทันทีที่ก้อนหินกระทบผิวน้ำจะเกิดลูกคลื่นของน้ำกระจายไปโดยรอบเป็นวงกลม สังเกตเห็นว่ารูปคลื่นกระจายกว้างออกไปเรื่อยๆ แต่ผิวน้ำนั้นเพียงกระเพื่อมขึ้นลงเท่านั้น ดังนั้นกล่าวได้ว่า การเดินทางของคลื่นเป็นการเดินทางของพลังงานชนิดหนึ่ง ซึ่งถ้าสังเกตผิวน้ำที่กระเพื่อมขึ้นลงจะเห็นว่ามีลักษณะเป็นลอนคล้ายลอนของสังกะสีหลังคาบ้าน หากดูทางภาคตัดขวางจะมีลักษณะเป็นคลื่นซายน์ (sine wave) ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ภาคตัดขวางของลูกคลื่น

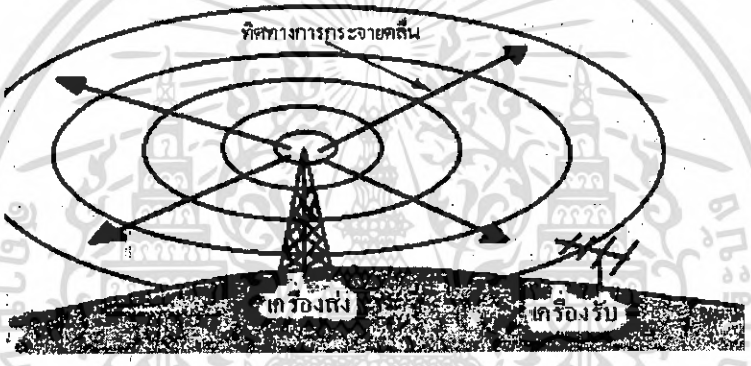
จุดสูงสุดของคลื่นเรียกว่า ยอดคลื่นและจุดต่ำสุดของคลื่นเรียกว่า ท้องคลื่น ลูกคลื่นแต่ละลูกคลื่นจะแสดงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพครบหนึ่งรอบพอดี จากรูปที่ 2.9 การเปลี่ยนแปลงจาก A ถึง E คือ A B C D E จะแทนคลื่นหนึ่งลูก หลังจากนั้นจะเริ่มรอบใหม่หรือคลื่นลูกใหม่ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเราปักไม้ไว้ในน้ำแล้วคอยสังเกตดูลูกคลื่นที่ผ่านไม้นั้น จำนวนลูกคลื่นที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งกำหนดต่อวินาที เราเรียกว่า ความถี่ ซึ่งหมายถึง จำนวนรอบของการเปลี่ยนแปลงต่อวินาที (Cycle Per Second) ในปัจจุบันเรียกว่า เฮิรตซ์

การวัดระยะห่างระหว่างยอดคลื่นของคลื่นแต่ละลูก ค่าที่ได้เรียกว่า ความยาวคลื่น ใช้สัญลักษณ์ λ มีหน่วยเป็นเมตร ระยะเวลาที่คลื่นใช้ไปในการเดินทางเป็นระยะทางหนึ่งความยาวคลื่น เรียกว่า คาบ (Period) ใช้แทนด้วยตัวอักษร T มีหน่วยเป็นวินาที

คลื่นวิทยุก็มีความคล้ายคลึงกันกับคลื่นในน้ำ คลื่นจะเกิดได้จะต้องมีแหล่งกำเนิด ในกรณีของคลื่นในน้ำนั้นเกิดจากการโยนก้อนหินกระทบผิวน้ำ แต่คลื่นวิทยุนั้นเกิดจากการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าในอากาศ ซึ่งจะเกิดคลื่นวิทยุกระจายออกไปรอบๆสายอากาศดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 คลื่นวิทยุกระจายออกจากสายอากาศ

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างๆของคลื่นวิทยุ คือ

$$C = \lambda f \quad \text{หรือ} \quad \lambda = C / f \quad \text{และ} \quad f = 1 / T$$

โดย

C	=	ความเร็วแสง 3×10^8 เมตรต่อวินาที
f	=	ความถี่
λ	=	ความยาวคลื่น
T	=	คาบเวลา

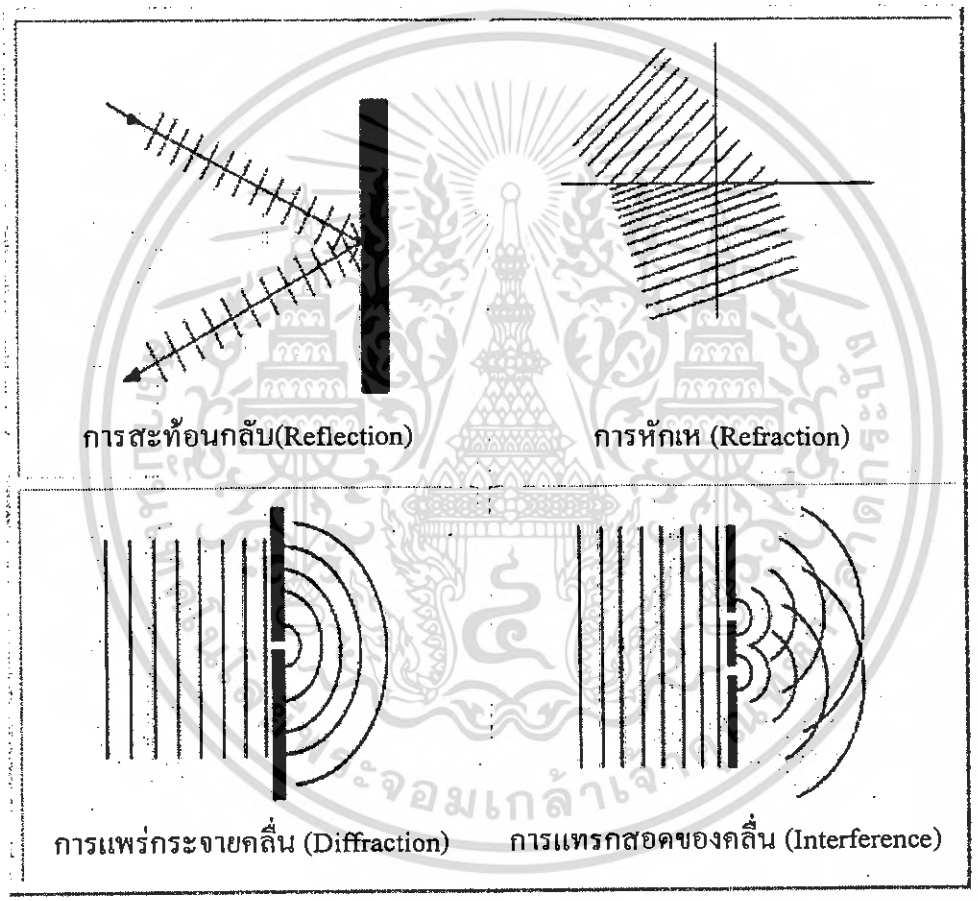
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.8 คุณสมบัติของคลื่น

คุณสมบัติพื้นฐานของคลื่นต่างๆ สามารถพิจารณาได้ 4 ประการคือ

1. การสะท้อนกลับ (Reflection)
2. การหักเห (Refraction)
3. การแพร่กระจายของคลื่น (Diffraction)
4. การแทรกสอดของคลื่น (Interference)



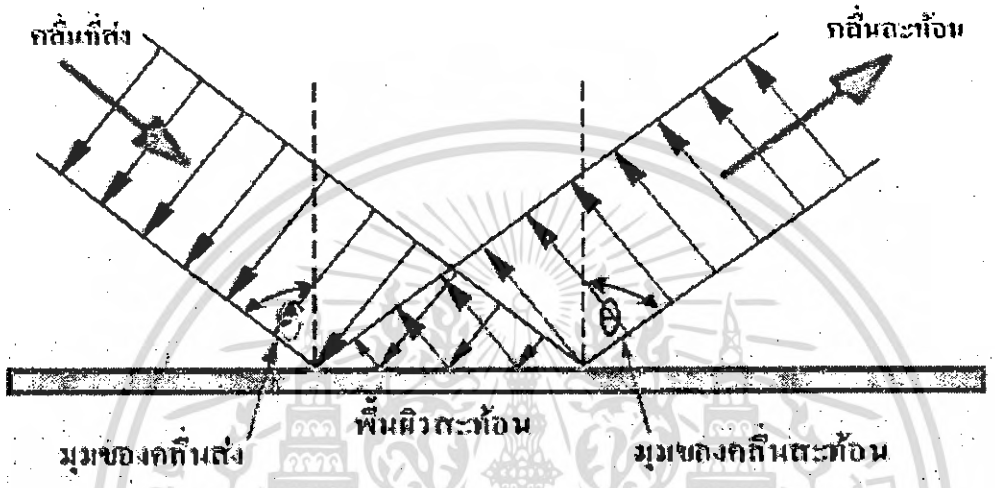
รูปที่ 2.11 คุณสมบัติพื้นฐานของคลื่น

72274

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 การสะท้อนของคลื่น

การสะท้อนของคลื่นหมายถึง การเปลี่ยนทิศทางการเดินทางของคลื่นโดยทันทีทันใดเมื่อคลื่นนั้นเดินทางตกกระทบที่ผิวของตัวกลาง นั่นคือคลื่นกระดอนออกจากผิวสะท้อนของตัวกลางในลักษณะเดียวกับแสงสะท้อนจากกระจกเงาจากรูปที่ 2.12 แสดงปรากฏการณ์ของการสะท้อนของคลื่นวิทยุ สังเกตได้ว่ามุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

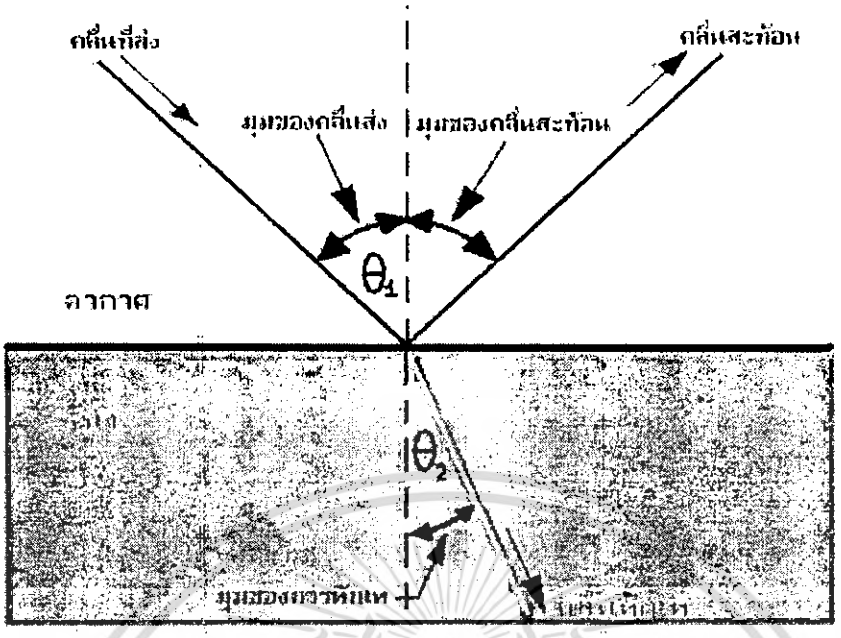


รูปที่ 2.12 การสะท้อนของคลื่นวิทยุ

2.8.2 การหักเหของคลื่น

การหักเหของคลื่นวิทยุเกิดขึ้นเมื่อคลื่นวิทยุเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าไม่เหมือนกัน โดยที่มุมตกกระทบ ณ ตัวกลางที่สองไม่เป็นมุมฉาก พลังงานคลื่นส่วนหนึ่งจะสะท้อนกลับเข้าไปยังตัวกลางที่หนึ่ง โดยมีมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน แต่ยังมีพลังงานคลื่นอีกส่วนหนึ่งเดินทางเข้าไปยังตัวกลางที่สอง การเดินทางเข้าไปยังตัวกลางที่สองนี้จะไม่เป็นแนวเส้นตรงต่อไปจากแนวทางเดินในด้านตัวกลางแรก แต่จะหักเหออกไปมากน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัวกลางทั้งสอง สาเหตุที่เกิดการหักเหของทางเดินของคลื่นวิทยุเนื่องจากความเร็วของคลื่นวิทยุในตัวกลางที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่างกันจะไม่เท่ากัน เช่น คลื่นวิทยุที่เดินทางในน้ำบริสุทธิ์จะช้ากว่าเดินทางในอากาศถึง 9 เท่า เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



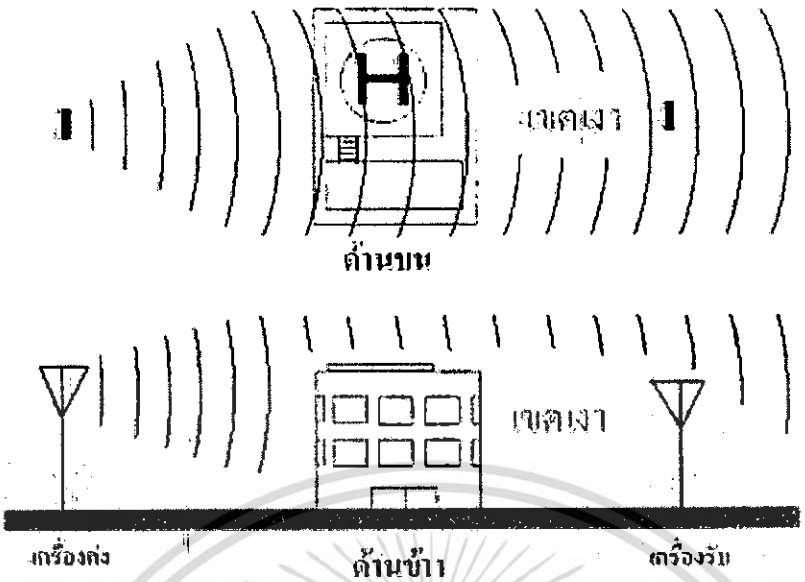
รูปที่ 2.13 การหักเหของคลื่นวิทยุ

จากรูปที่ 2.13 จะเห็นได้ว่าเมื่อหน้าคลื่น (wave front) ตกกระทบพื้นผิวระหว่างตัวกลางทั้งสองนั้น ส่วนของคลื่นที่สัมผัสผิวน้ำก็จะเริ่มเดินทางเข้าไปในน้ำด้วยความเร็วช้าลง ในขณะที่หน้าคลื่นอีกส่วนหนึ่งยังคงอยู่ในอากาศจะเดินทางเร็วกว่า ตัวอย่างคลื่นที่ใช้ติดต่อสื่อสารที่อาศัยการหักเหของคลื่น คือการสื่อสารในย่านความถี่สูง (High Frequency) ซึ่งอาศัยเพดานไฟฟ้า Ionosphere เมื่อคลื่นวิทยุเดินทางจากพื้นโลกผ่านเข้าไปยังเพดานไฟฟ้าลำคลื่นจะค่อยๆหักเหไปเรื่อยๆ ในที่สุดคลื่นก็จะกลับออกมาจากเพดานไฟฟ้าและกลับมายังพื้นโลกอีก

2.8.3 การแพร่กระจายของคลื่น

การแพร่กระจายคลื่นมีชื่อเรียกได้ต่างๆกันไป เช่น การเลี้ยวเบนของคลื่นหรือการเบี่ยงเบนของคลื่น การเบี่ยงเบนของคลื่นเกิดขึ้น เมื่อคลื่นเดินทางผ่านมุมหรือขอบของตัวกลางทึบ ที่คลื่นนั้นไม่สามารถผ่านได้ เช่น คลื่นวิทยุความถี่สูงมากเดินผ่านยอดเขา คลื่นนี้มีคุณสมบัติเดินทางเป็นเส้นตรง ดังนั้นถ้าเราลากเส้นตรงจากสายอากาศไปยังยอดเขาส่วนที่อยู่หลังยอดเขาและต่ำกว่าเส้นนี้ลงมาไม่ควรที่จะได้รับคลื่นได้เลย แต่บางส่วนที่อยู่หลังยอดเขา สามารถรับคลื่นวิทยุย่านความถี่สูงได้ เนื่องจากความถี่สูงขึ้น การเบี่ยงเบนของคลื่นก็ยิ่งลดลง กล่าวคือคลื่นจะเดินทางเป็นแนวเส้นตรง แต่บางส่วนของคลื่นเกิดการกระทบกับสลิตแคบๆ (ยอดเขา) ทำให้คลื่นเกิดการแตกกระจายออกไปโดยรอบ เสมือนกับเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่นั่นเองดังรูปที่ 2.14 แสดงคลื่นผ่านช่องสลิดที่แคบ โดยมีหลักการดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น

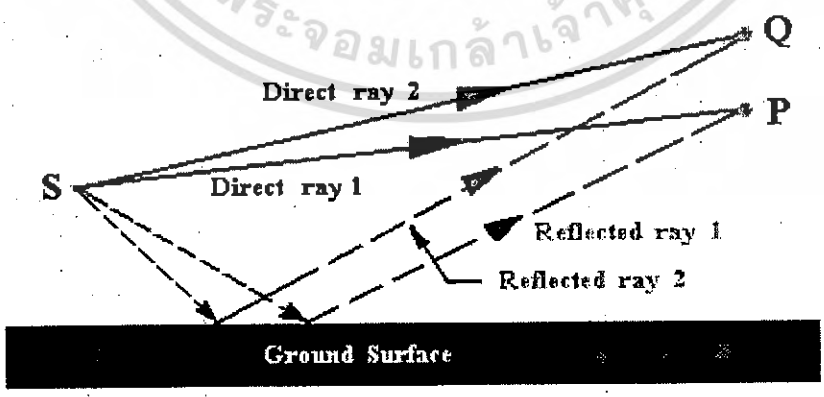
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 การเบี่ยงเบนของคลื่นวิทยุ

2.8.4 การแทรกสอดของคลื่น

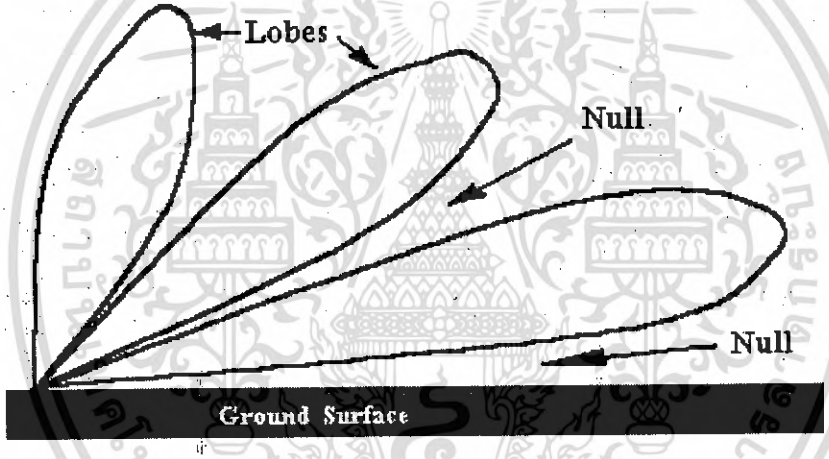
การแทรกสอดของคลื่นเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทาง optical ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สิ่งที่เกิดขึ้น คือเมื่อคลื่นสองคลื่นที่ออกจากแหล่งจ่ายอันเดียวและเดินทางมาด้วยเส้นทางที่ต่างกัน มาถึงจุดหนึ่งพร้อมกันและจะเกิดขึ้นบ่อยมากในการเดินทางของ High frequency Sky Wave propagation และใน Microwave space wave propagation ซึ่งเกิดจากการที่สายอากาศของไมโครเวฟถูกตั้งอยู่ใกล้กับพื้นดินและคลื่นที่มาถึงจุดรับไม่ใช่เพียงจากทิศทางตรงแต่เป็นคลื่นที่หลังจากสะท้อนจากพื้นดินด้วยดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การแทรกสอดของ Direct Rays และ Ground Reflected Rays

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.15 จะเห็นได้ว่าเส้นทางของคลื่นตรง (Direct ray) สั้นกว่าเส้นทางจากการสะท้อน (Reflected ray) สำหรับบางครั้งการรวมกันของความถี่และความสูงของสายอากาศเหนือพื้นโลกและความแตกต่างระหว่างเส้นทาง Direct ray 1 กับ Reflected ray 1 เท่ากับประมาณครึ่งความยาวคลื่น สิ่งนี้จะเป็นการหักล้างอย่างสมบูรณ์ ณ จุดรับ P ถ้าพื้นโลกเป็นตัวสะท้อนที่สมบูรณ์และหักล้างกันบางส่วนสำหรับพื้นโลกที่ไม่สมบูรณ์ ส่วนจุดรับอื่นๆ (P) ด้วยเหตุที่เส้นทางแตกต่างระหว่าง Direct ray 2 กับ Reflected ray 2 มีค่าเท่ากับหนึ่งความยาวคลื่นพอดี ในกรณีนี้การเสริมกันของคลื่นที่รับได้จะเกิดขึ้น ณ จุดนี้และจะเป็นเฉพาะบางส่วนหรือทั้งหมดขึ้นอยู่กับความสามารถการสะท้อนของพื้นโลก การเกิดอย่างต่อเนื่องของจุดนี้มากกว่าหนึ่งอันที่จุดอื่นๆ อาจพบได้อีกจะได้เป็นรูปแบบการแทรกสอดขึ้น ซึ่งประกอบด้วยจุดหักล้างกัน (Cancellation) และจุดเสริมกัน (Reinforcement) วางสลับกันดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 Radiation Pattern with Interference

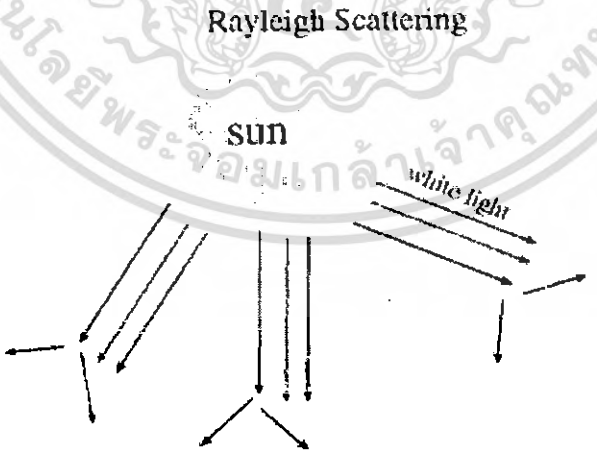
จากรูปที่ 2.16 คือจุดต่อกันของ Electric intensity ที่เท่าๆกัน รูปแบบนี้เกิดขึ้นโดยสายอากาศ ณ จุดความสูงจากพื้นโลกประมาณหนึ่งความยาวคลื่น การสะท้อนจากพื้นโลก (ถือว่าเป็นแผ่นระนาบและตัวนำที่สมบูรณ์) ทำให้เกิดการแทรกสอด อาจคำนวณหรือพล็อตได้จากการวัด Field Strength อย่างถูกต้อง ซึ่งส่วนที่คล้ายกลีบดอกไม้นี้เรียกว่า Lobes จะมีจุดที่เสริมกันดังเช่นจุด Q ของรูปที่ 2.15 ขณะที่ Nulls ระหว่าง Lobes ตรงกับจุดที่หักล้างกัน เช่น จุด P ของรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 คุณสมบัติอื่นๆที่เกิดขึ้นกับคลื่น

การถูกดูดกลืน (Absorption) เมื่อคลื่นวิทยุเดินผ่านตัวกลาง พลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปในลักษณะที่กลายเป็นความร้อนเรียกว่า คลื่นวิทยุถูกดูดกลืนโดยตัวกลาง ตัวกลางนั้นไม่ว่าจะเป็นตัวนำหรือมีภาพเป็นตัวต้านทานต่อคลื่นวิทยุ อาคารตึก และสิ่งก่อสร้างต่างๆบนพื้นโลก อุณหภูมิของอากาศ น้ำและฝุ่นละออง ซึ่งประกอบกันเป็นชั้นบรรยากาศ สามารถเป็นตัวดูดกลืนพลังงานได้ทั้งสิ้น

การกระจัดการกระจาย (Scattering) เมื่อคลื่นเดินทางตกกระทบบนตัวกลางที่รวมกันเป็นกลุ่มพลังงาน ส่วนหนึ่งจะสะท้อนออกมาและบางส่วนเดินทางหักเหเข้าไปในตัวกลาง ส่วนหนึ่งของพลังงานที่เข้าไปในตัวกลางจะถูกดูดกลืนแปลงรูปเป็นความร้อนและมีอีกส่วนหนึ่งถูกตัวกลางคายออกมาอีกในรูปของการกระจายพลังงานคลื่น เนื่องจากคลื่นที่กระจายออกมานี้ไม่ค่อยเป็นระเบียบเราจึงเรียกว่าคลื่นกระจัดกระจาย การกระจัดกระจายของคลื่นนี้ บางครั้งก็นำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น ในระบบการสื่อสารที่เรียกว่า Tropospheric Scatter ซึ่งอาศัยการกระจัดกระจายของคลื่นวิทยุจากกลุ่มอากาศที่หนาแน่นในชั้นบรรยากาศ Troposphere ซึ่งอยู่ห่างจากผิวโลกประมาณ 10 กิโลเมตร ในบางครั้งการกระจัดกระจายของคลื่นก็มีผลเสีย เช่น การสื่อสารย่านความถี่ไมโครเวฟ เมื่อคลื่นตกกระทบเม็ดฝนจะทำให้คลื่นเกิดการสูญเสีย เป็นผลจากการกระจัดกระจายและการหักเหทำให้คลื่นไม่สามารถเดินทางไปยังปลายทางได้หมด



รูปที่ 2.17 การกระจัดกระจายของคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดทอนพลังงาน (Attenuation) ของคลื่นจะมีความหมายหรือสาเหตุคล้ายคลึงกับการถูกดูดกลืน คือการลดทอนพลังงานคลื่น อันเนื่องมาจากการถ่างออกของลำคลื่นวิทยุในลักษณะที่คล้ายคลึงกับการถ่างออกของลำแสงไฟฉาย ปรากฏการณ์เช่นนี้จะทำให้ความเข้มของพลังงานคลื่นวิทยุต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ลดลงไปเรื่อยๆ เมื่อคลื่นเดินทางห่างจากจุดกำเนิดออกไป ถ้าแหล่งกำเนิดคลื่นมีลักษณะที่สามารถกระจายคลื่นได้ทุกทิศทางรอบตัวหรือเรียกว่า Isotropic Antenna นั้นคลื่นที่ถูกสร้างขึ้นจะลดความเข้มลงไปเรื่อยๆ เมื่อคลื่นเดินทางห่างออกไป โดยความเข้มจะแปรกลับกับระยะทางกำลังสองนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ทฤษฎีและหลักการวิเคราะห์

3.1 สาเหตุและที่มา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารเป็นสิ่งที่จำเป็นโดยเฉพาะเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายที่จะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานได้มากขึ้น และเทคโนโลยีการสื่อสารแบบ WLAN เป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่ควรทำการศึกษา โครงงานนี้จึงได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการสื่อสารแบบ WLAN เพื่อศึกษาผลกระทบต่างๆที่มีต่อการสื่อสารแบบ WLAN เพื่อหาแนวทางในการนำระบบ WLAN ไปใช้งานให้มีประสิทธิภาพ

3.2 พารามิเตอร์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณ

3.2.1 Friis' Transmission Formula

เป็นสมการเพื่อใช้หาฟังก์ชันการส่งผ่านความถี่ในอากาศว่าง (Free space) ในการหารูปแบบของสัญญาณการส่งผ่านได้พิจารณาจากฟังก์ชันการส่งผ่าน H_{Friis}

$$H_{Friis}(f,d) = \frac{V_r(f)}{V_t(f,d)} = H_f(f,d)H_r(f)H_t(f) \qquad (3.1)$$

โดยที่

H_f คือ ฟังก์ชันการส่งผ่านความถี่ในอากาศว่าง

H_r คือ ฟังก์ชันการส่งผ่านของสายอากาศทางด้านรับ

H_t คือ ฟังก์ชันการส่งผ่านของสายอากาศทางด้านส่ง

V_r คือ ค่าแอมปลิจูดของสัญญาณทางด้านรับ

V_t คือ ค่าแอมปลิจูดของสัญญาณทางด้านส่ง

f คือ ความถี่

d คือ ระยะห่างระหว่างด้านส่งและด้านรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการ Transfer function ใน Free space สามารถเขียนได้ดังนี้

$$H_f(f,d) = \frac{c}{4\pi df} e^{-j2\pi df/c} \tag{3.2}$$

รูปแบบสัญญาณทางด้านรับ $v_r(t,d)$ หาได้จากสมการ

$$v_r(t,d) = v_t(t) \otimes h_{Friis}(t,d) \tag{3.3}$$

โดยที่

$v_t(t)$ คือ รูปแบบสัญญาณทางด้านส่ง

$\otimes$ คือ คอนโวลูชั่น

$h_{Friis}(t,d)$ คือ Impulse response of the extension of Friis' formula

หาได้จาก

$$h_{Friis}(t,d) = F^{-1}\{H_{Friis}(f,d)\} \tag{3.4}$$

3.2.2 การสูญเสียเชิงวิถี (Path loss)

เป็นการลดทอนของสัญญาณที่แปรตามระยะทางระหว่างภาคส่งและภาครับสัญญาณ โดยที่ค่าเฉลี่ยกำลังของคลื่นสัญญาณจะลดลงตามค่า d^n โดย d คือระยะทางระหว่างภาครับและภาคส่ง ส่วน n เป็นค่าคงที่ค่าหนึ่งมีขนาดแตกต่างกันไปตามสภาพของบริเวณที่สัญญาณส่งผ่าน ซึ่งสามารถนิยามได้ตามสมการดังนี้

$$PL_f(f,d)[dB] = 20\log\left[\frac{4\pi fd}{C}\right] \tag{3.5}$$

โดยที่

f คือ ความถี่

d คือ ระยะห่างระหว่างด้านส่งและด้านรับ

C คือ ความเร็วของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 Signal-to Noise Ratio (SNR)

Signal-to noise ratio (SNR) คือการหาอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูล โดยค่าอัตราส่วนนี้จะสามารถบอกได้ถึงคุณภาพของการส่งสัญญาณ

$$SNR[dB] = \frac{P_{signal}}{P_{noise}} \tag{3.6}$$

โดยปกติค่า Signal-to Noise Ratio (SNR) จะถูกแสดงในหน่วยเดซิเบล (decibel)

3.3 ทฤษฎีสายอากาศ

สายอากาศเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญตัวหนึ่งในระบบสื่อสาร ทำหน้าที่แพร่กระจายและรับสัญญาณที่แพร่กระจายออกมาจากสายอากาศต้นอื่น ถ้าใช้สายอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำก็จะไม่สามารถหรือส่งสัญญาณวิทยุออกไปได้เลย เพื่อเป็นการวัดประสิทธิภาพการทำงานของสายอากาศจึงได้มีการกำหนดสายอากาศในทางทฤษฎีขึ้นมาเรียกว่า สายอากาศแบบไอโซโทรปิก (Isotropic Antenna) สายอากาศนี้มีการแพร่กระจายคลื่นเป็นรูปทรงกลมคล้ายลูกโป่ง นั่นหมายถึงว่าไม่ว่าคุณจะอยู่บริเวณใดของสายอากาศนี้ก็จะสามารถรับสัญญาณได้ดี

เทคนิคที่ใช้เพิ่มอัตราขยายของสายอากาศ (Antenna Gain) ทำได้โดยการกำหนดรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นนี้ใหม่คล้ายกับการบีบลูกโป่ง ซึ่งทำให้การแพร่กระจายของคลื่นเปลี่ยนไป การบีบลูกโป่งจากด้านบนจะทำให้ลูกโป่งขยายออกในแนวนอน นั่นหมายถึงทิศทางการแพร่กระจายคลื่นก็จะดีในแนวนอนและการกระจายคลื่นในแนวตั้งก็จะลดลง นั่นก็เป็นรูปแบบการกระจายคลื่นที่เราต้องการเนื่องจากการเพิ่มระยะการรับ-ส่งคลื่นเราต้องการให้เพิ่มระยะทางในแนวนอนมากกว่าแนวดิ่ง

อัตราขยายของสายอากาศนั้นจะวัดค่าพลังงานในทิศทางที่ต้องการสูงสุด เมื่อเทียบกับพลังงานที่แพร่กระจายมาจากสายอากาศในทางทฤษฎีแบบไอโซโทรปิก หากสายอากาศนี้มีอัตราขยายสูงๆ ก็คล้ายกับการบีบลูกทรงกลมนี้ออกเป็นรูปแบบต่าง ๆ นั่นก็จะทำให้เกิดผลกระทบด้านพื้นที่ให้ครอบคลุมและองศาการกระจายคลื่นลดลง ตัวอย่างเช่น สายอากาศแบบไดโพล (Dipole Antenna) จะมีรูปร่างการกระจายคลื่นคล้ายรูปโดนัท นั่นหมายถึงเรากำลังใช้มือบีบลูกโป่งตรงกลางสองข้างจนมีรูปร่างคล้ายโดนัท นี้ก็ทำให้การกระจายของคลื่นในตรงกลางของโดนัทลดลงแต่จะไปเพิ่มการกระจายด้านแนวนอนทั้งสองข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 ประเภทของเสาอากาศ

สายอากาศสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ จากรูปแบบการกระจายของคลื่นคือ

3.3.1.1 สายอากาศแบบรอบตัว (Omni Directional Antenna) สายอากาศประเภทนี้มีทิศทางการแพร่กระจายคลื่นรอบทิศทาง 360 องศา เหมาะสำหรับใช้ติดต่อกับเครื่องลูกข่ายที่เคลื่อนไหวอยู่ในตำแหน่งและทิศทางที่ไม่แน่นอน สายอากาศประเภทนี้จะเป็นสายอากาศพื้นฐานที่ติดมาพร้อมกับอุปกรณ์สื่อสารทั่วไป ชื่อของสายอากาศแบบนี้ที่นิยมใช้กัน ได้แก่ เสาอากาศแบบไดโพล อัตราขยายของสายอากาศแบบนี้ในระบบ WLAN มีตั้งแต่ 2-12 dBi

3.3.1.2 สายอากาศแบบทิศทาง (Directional Antenna) เป็นสายอากาศที่มีทิศทางการแพร่กระจายของคลื่นที่มีทิศทางชัดเจน เหมาะสำหรับการติดต่อระหว่างจุดต่อจุด สามารถเพิ่มระยะทางการใช้งานได้ไกลกว่าสายอากาศแบบรอบตัว แต่มีข้อเสียคือถ้าไม่อยู่ในทิศทางการแพร่กระจายของคลื่นจะไม่สามารถรับสัญญาณได้เลย ชื่อของสายอากาศแบบที่นิยมใช้กัน ได้แก่ สายอากาศแบบเซ็กเตอร์ (Sector Antenna) สายอากาศแบบยากิ (Yagi Antenna) สายอากาศแบบกริด (Grid Antenna) สายอากาศแบบจาน (Solid Dish Antenna) อัตราขยายของสายอากาศแบบนี้ในระบบ WLAN มีตั้งแต่ 6-21 dBi สายอากาศแบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเพื่อลดการรบกวนกันของอุปกรณ์ในระบบ WLAN ที่มีช่องสัญญาณให้เลือกใช้จำนวนน้อยๆ

การติดตั้งสายอากาศเพื่อเพิ่มอัตราขยายสัญญาณนั้นจะมีผลทำให้คลื่นมีความสามารถเดินทางไปได้ไกลกว่าปกติ นั่นก็อาจทำให้เกิดปัญหาการรบกวนนี้ทาง กทช. (สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ) จึงได้กำหนดค่าอัตราขยายของสายอากาศ (Antenna Gain) ไว้ที่ประมาณ 6 dBi หากใช้สายอากาศที่มีอัตราขยายมากกว่านี้อาจจะเกิดการรบกวนได้ ถือว่าเป็นการผิดกฎหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

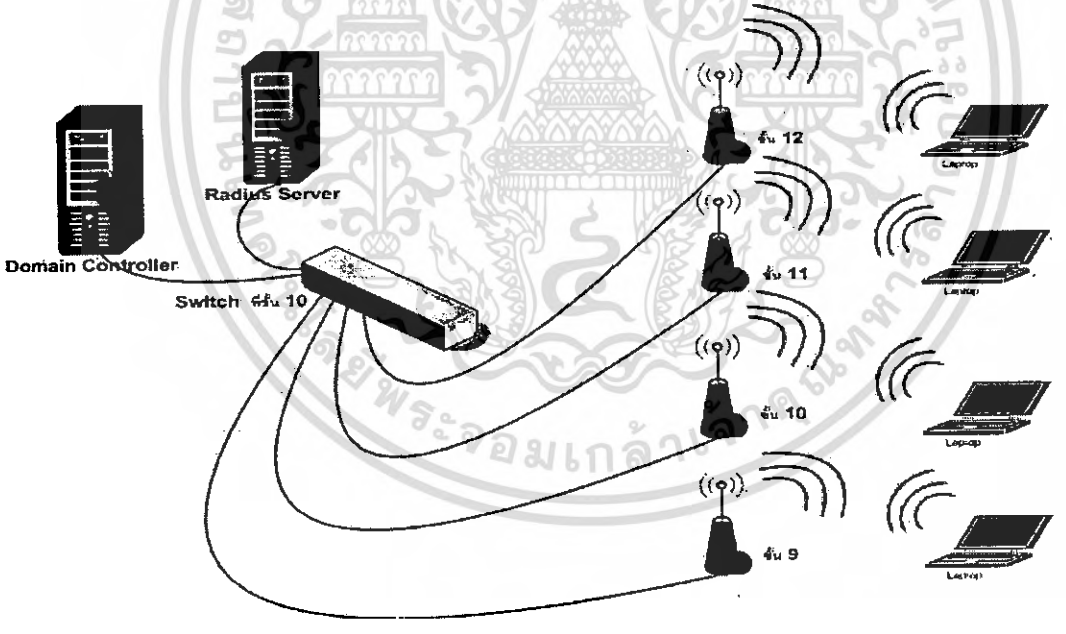
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

4.1.1 แอ็กเซสพอยน์ (Wireless access point)

แอ็กเซสพอยน์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่คล้ายกับฮับ (Hub) ของระบบ LAN แบบใช้สาย มันจะรับเป็นบัฟเฟอร์ (buffer) และส่งข้อมูลระหว่างระบบ WLAN กับโครงข่ายแบบใช้สาย สนับสนุนการใช้งานของอุปกรณ์ไร้สายแบบเป็นกลุ่ม ตัวแอ็กเซสพอยน์จะเชื่อมต่อกับแบ็คโบน (backbone) ของโครงข่ายแบบใช้สายผ่านมาตราฐานเคเบิ้ลแบบอีเทอร์เน็ต (Ethernet) และสื่อสารกับอุปกรณ์ไร้สายโดยผ่านสายอากาศ ปกติตัวแอ็กเซสพอยน์จะติดตั้งอยู่ที่กำแพงหรือบนเพดาน เหมือนๆกับเซลล์ (cells) ในเครือข่ายโทรศัพท์ไร้สายแบบเซลลูลาร์ (Cellular) เมื่อมีแอ็กเซสพอยน์หลายๆตัวก็จะสามารถใช้งานแบบ hand-off หรือ roaming ได้ (การเคลื่อนที่จากการรับส่งสัญญาณกับแอ็กเซสพอยน์ตัวหนึ่งไปยังแอ็กเซสพอยน์อีกตัวหนึ่ง)

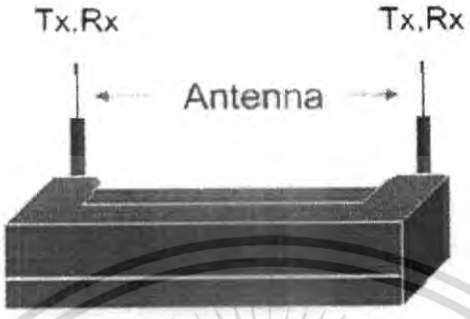


รูปที่ 4.1 รัศมีการเชื่อมต่อกับแอ็กเซสพอยน์

รัศมีของการเชื่อมต่อแอ็กเซสพอยน์ เราเรียกเป็นไมโครเซลล์ (microcell) มีระยะอยู่ที่ 20 เมตรถึง 500 เมตรและแอ็กเซสพอยน์หนึ่งตัวสนับสนุนผู้ใช้งานได้ 15 ถึง 250 คน (ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีการคอนฟิก (config) และการใช้) มันมีความสามารถในการขยายระบบได้โดยง่าย ซึ่งทำได้โดยการเพิ่มแอ็กเซสพอยน์เข้าไป ซึ่งจะทำให้ลดความคับคั่งของการใช้งานโครงข่ายและเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัศมีครอบคลุมการใช้งานมากขึ้น ตัวแอ็กเซสพอยน์สามารถสะกดรอยติดตามผู้ใช้งานผ่านขอบเขตของมันได้ นอกจากนั้นก็ยังยอมรับหรือปฏิเสธการใช้งานของผู้ใช้งานผ่านตัวมันได้



รูปที่ 4.2 ลักษณะของเครื่องรับและส่งข้อมูล (แอ็กเซสพอยน์)

4.1.2 คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค

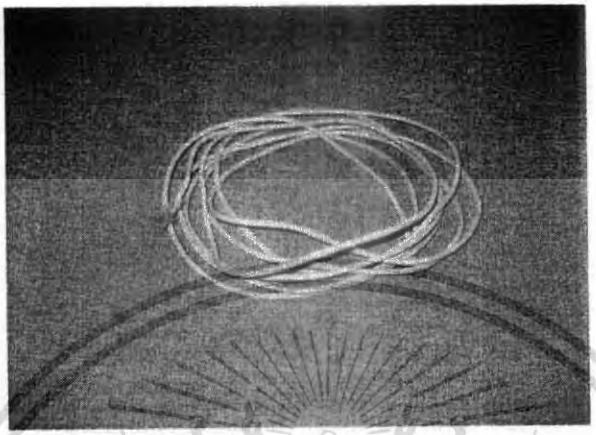
เนื่องจากในคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค ได้มีการติดตั้งการ์ดแบบไร้สายไว้เรียบร้อยแล้ว จึงสามารถที่จะนำมาใช้วัดความแรงของสัญญาณที่เกิดขึ้นตามจุดต่างๆภายในภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศได้

รูปที่ 4.3 คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 สาย UTP

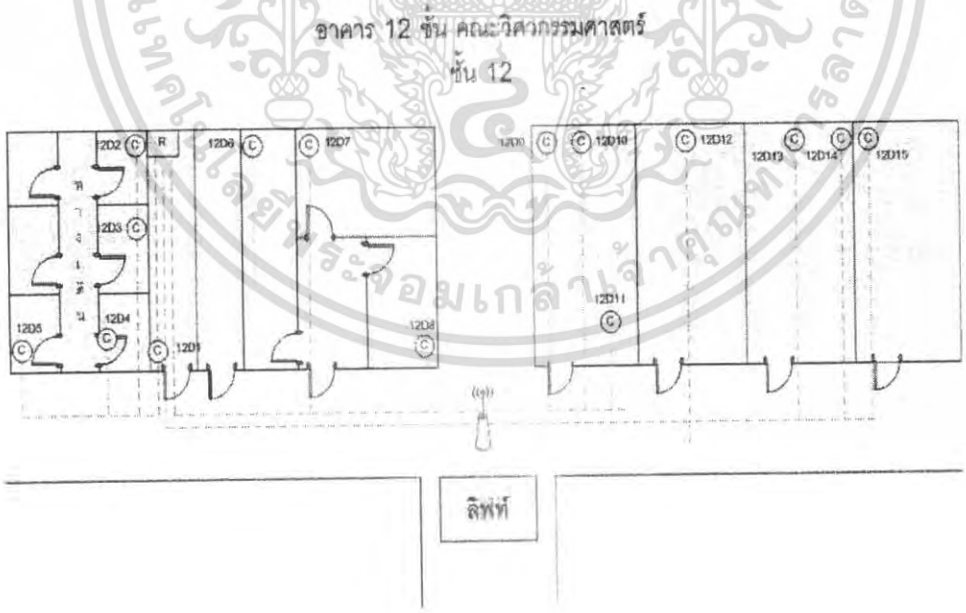
ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างตัวแอ็กเซสพอยน์กับสวิตซ์ (Switch) เพื่อเชื่อมต่อไปยังเซิฟเวอร์ของภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ



รูปที่ 4.4 สาย UTP ที่ใช้ติดตั้ง

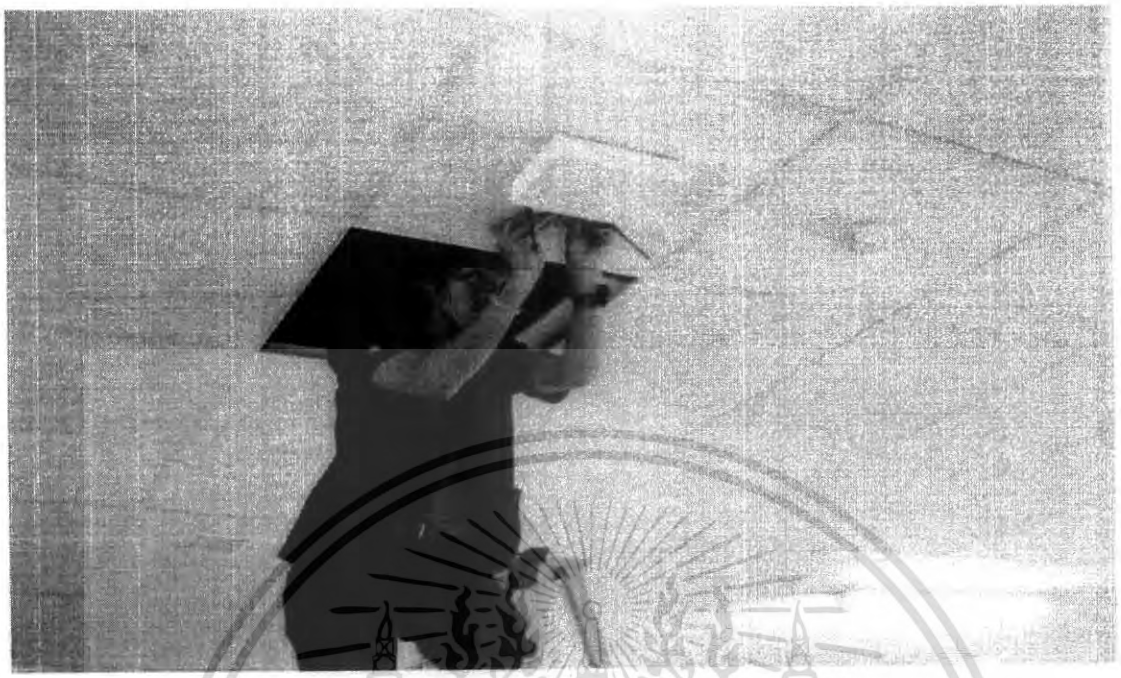
4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติการทดลอง

1. ติดตั้งแอ็กเซสพอยน์ที่หน้าลิฟท์ของชั้น 12 ของภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ



รูปที่ 4.5 ตำแหน่งติดตั้งแอ็กเซสพอยน์ที่ชั้น 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

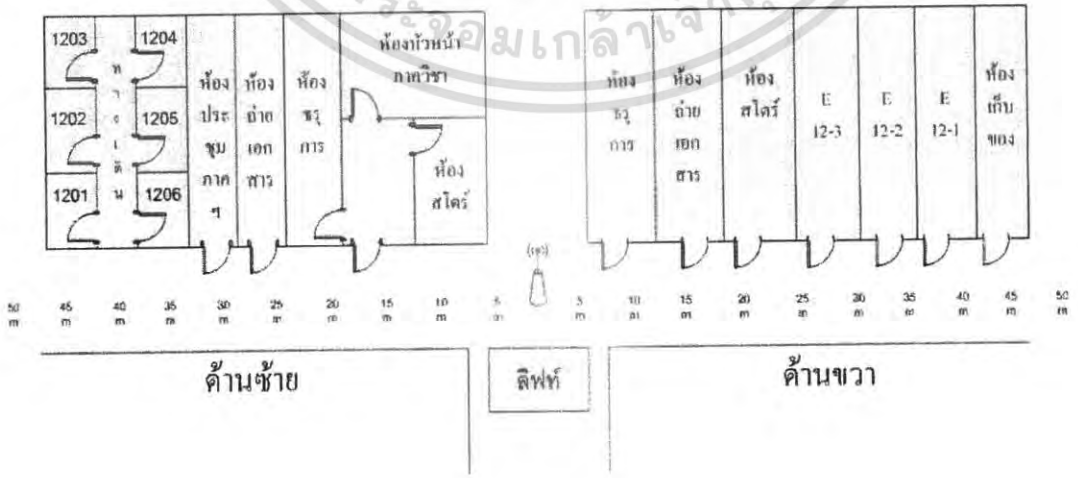


รูปที่ 4.6 การติดตั้งแอ็กเซสพอยน์

2. ทดสอบการแพร่กระจายของสัญญาณที่ถูกส่งออกมาจากแอ็กเซสพอยน์ โดยใช้คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คเป็นตัววัด

อาคาร 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์

ชั้น 12



รูปที่ 4.7 รูปแบบโมเดลที่ใช้ในการทดลอง

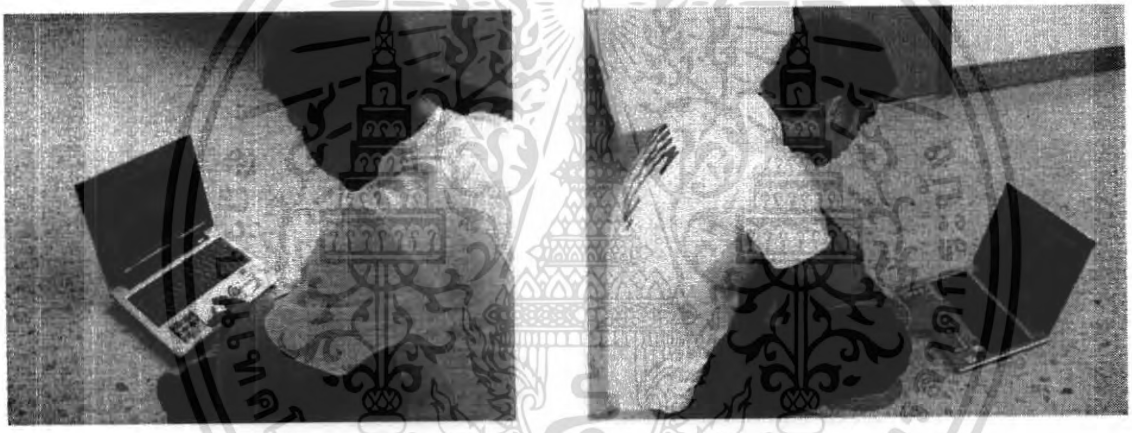
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 พื้นที่ที่ใช้ทำการทดลองบริเวณทางเดินด้านซ้ายของ ชั้น 12 อาคาร 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รูปที่ 4.9 พื้นที่ที่ใช้ทำการทดลองบริเวณทางเดินด้านขวาของ ชั้น12 อาคาร 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.10 การวัดสัญญาณตามห้องต่างๆ



รูปที่ 4.11 การวัดสัญญาณบริเวณทางเดิน

3. เปรียบเทียบค่าการแพร่กระจายของแอ็กเซสพอยน์ตามระยะทางต่างๆตั้งแต่ 5 – 50 เมตร

4. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองและผลการทดลอง

4.3.1 บทนำ

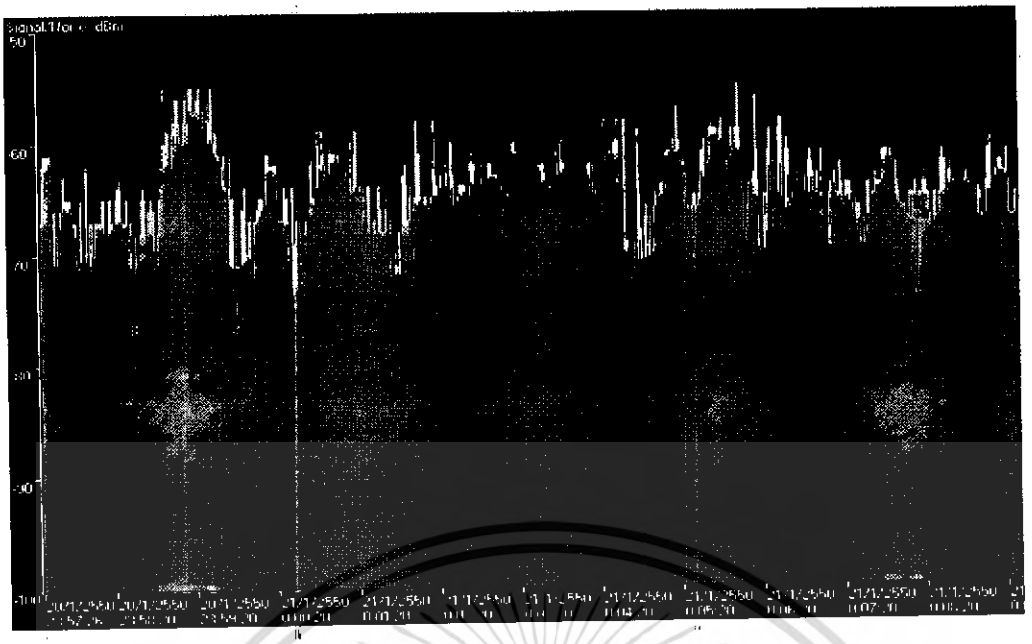
หลังจากที่ได้กล่าวถึงทฤษฎีของระบบการสื่อสารแบบ WLAN และทฤษฎีที่เกี่ยวกับการลดทอนของสัญญาณตามที่ได้อธิบายมาแล้วในบทที่ 2 และบทที่ 3 มาเรียบร้อยแล้ว ในบทนี้จะนำเสนอ ถึงผลการทดลองที่ได้ทำการวัดตามโมเดลของการทดลองในบทที่ 4 โดยผลที่วัดได้จะเป็นช่องสัญญาณของระบบสื่อสารแบบ WLAN และจะนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ โดยจะนำมาวิเคราะห์ค่าการสูญเสียเชิงวิถี ซึ่งตั้งแต่นี้จะเรียกว่าค่า Path Loss

4.3.2 การวิเคราะห์และแสดงค่าสัญญาณของแอ็กเซสพอยน์ ที่ชั้น 12

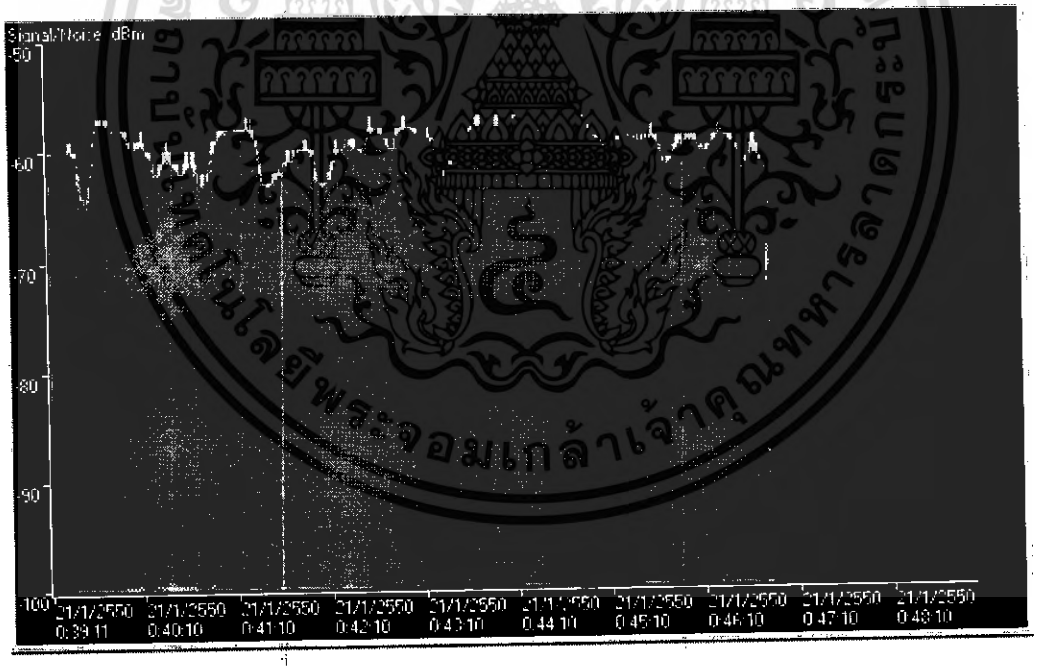
4.3.2.1 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายของชั้น 12 ตามระยะทางต่างๆ

รูปที่ 4.12 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

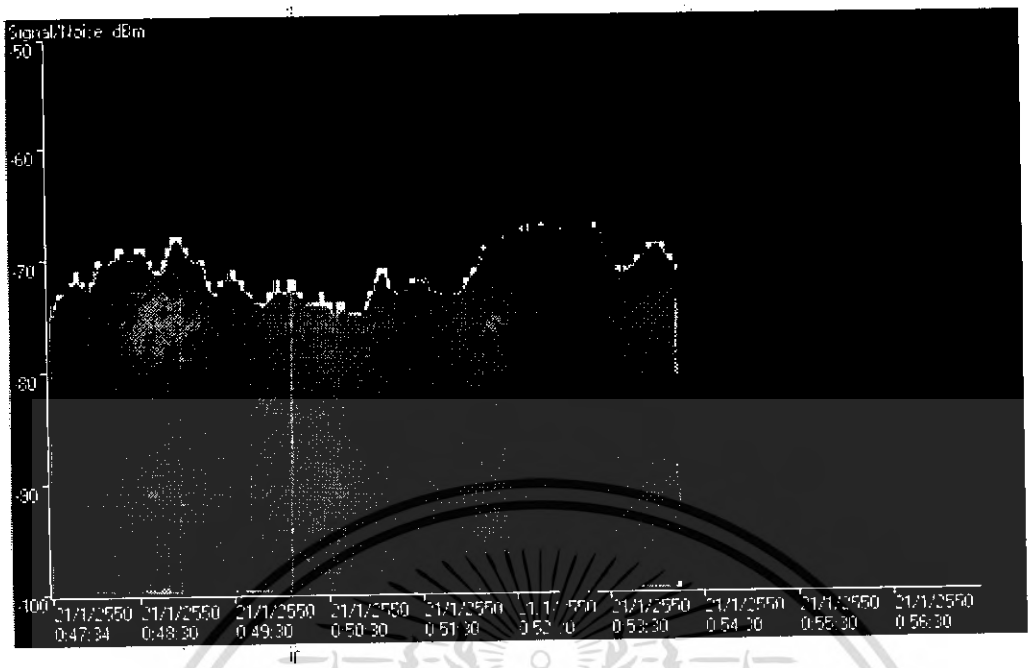


รูปที่ 4.13 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 10 เมตร

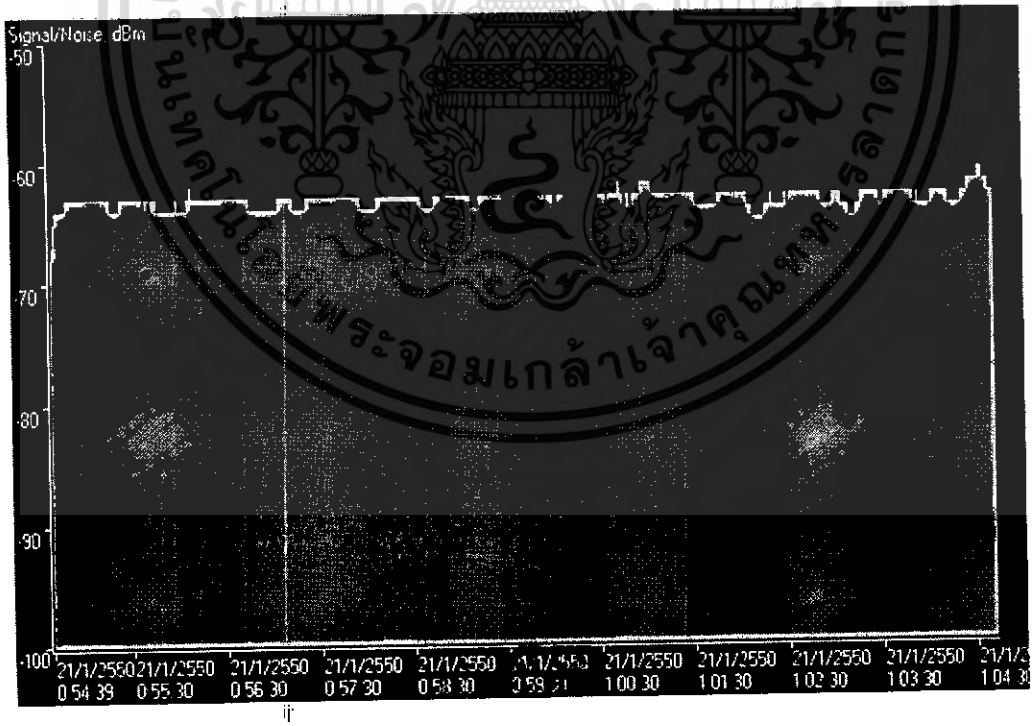


รูปที่ 4.14 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 15 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

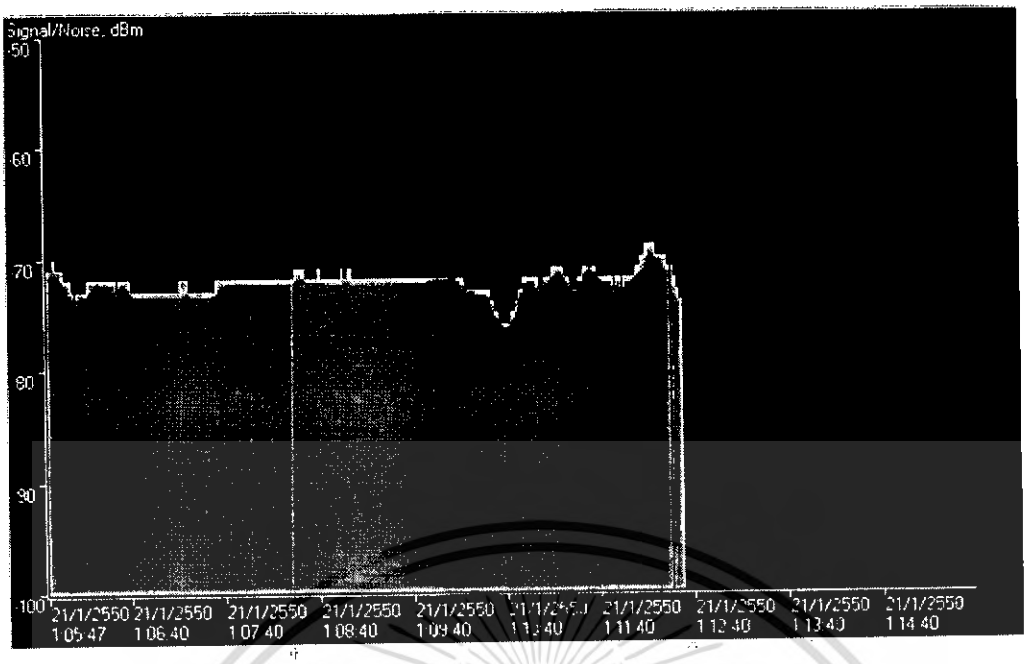


รูปที่ 4.15 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 20 เมตร

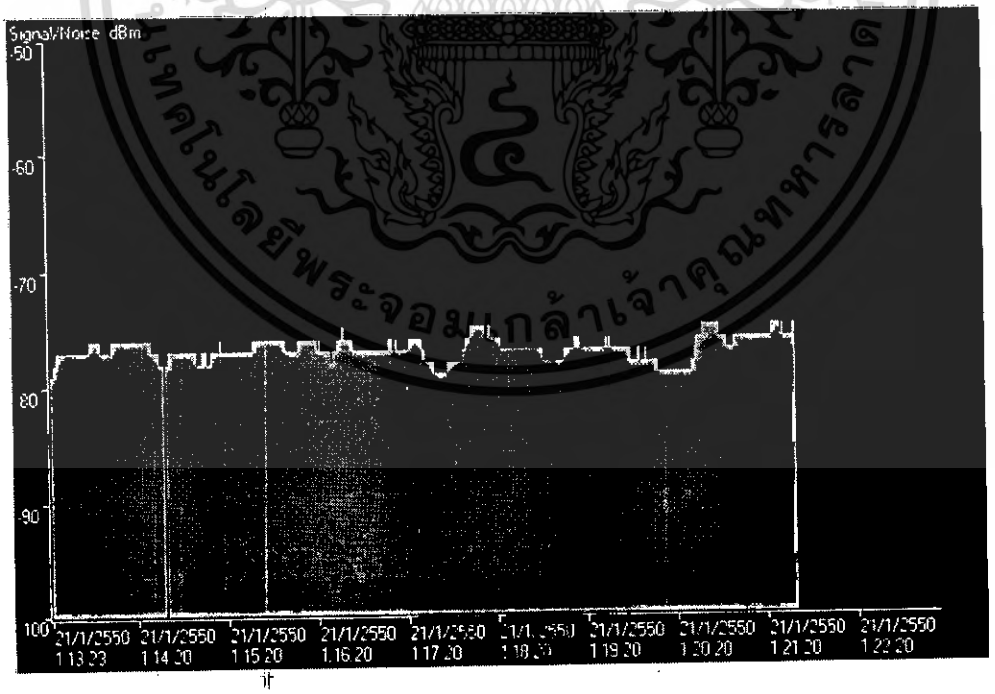


รูปที่ 4.16 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 25 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

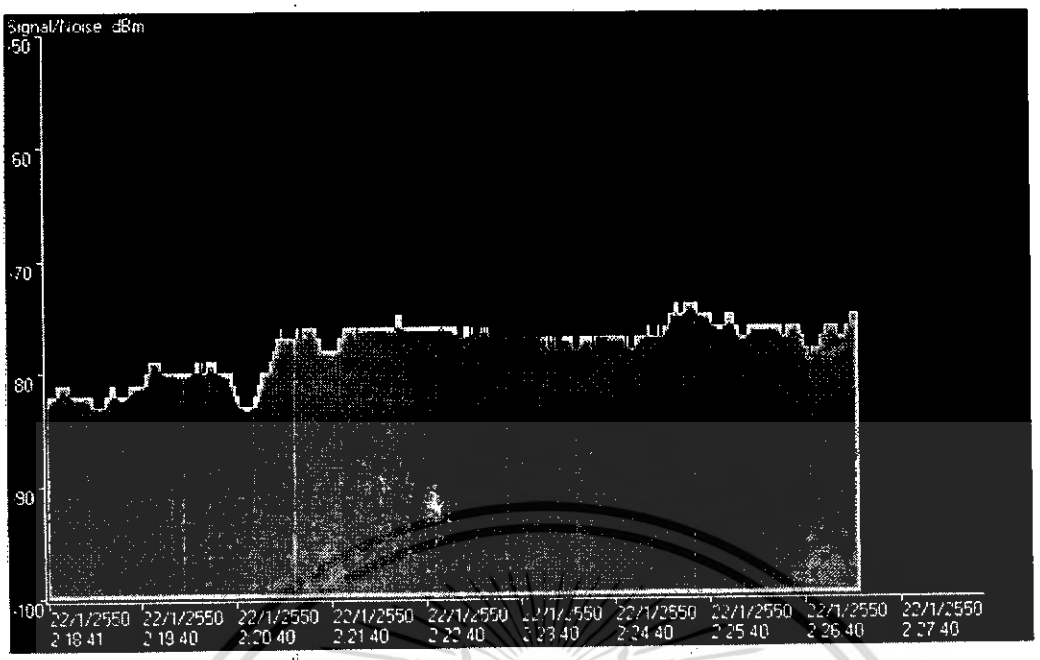


รูปที่ 4.17 ระดับของสัญญาณที่บริเวณทางเดินด้านซ้ายระยะทาง 30 เมตร

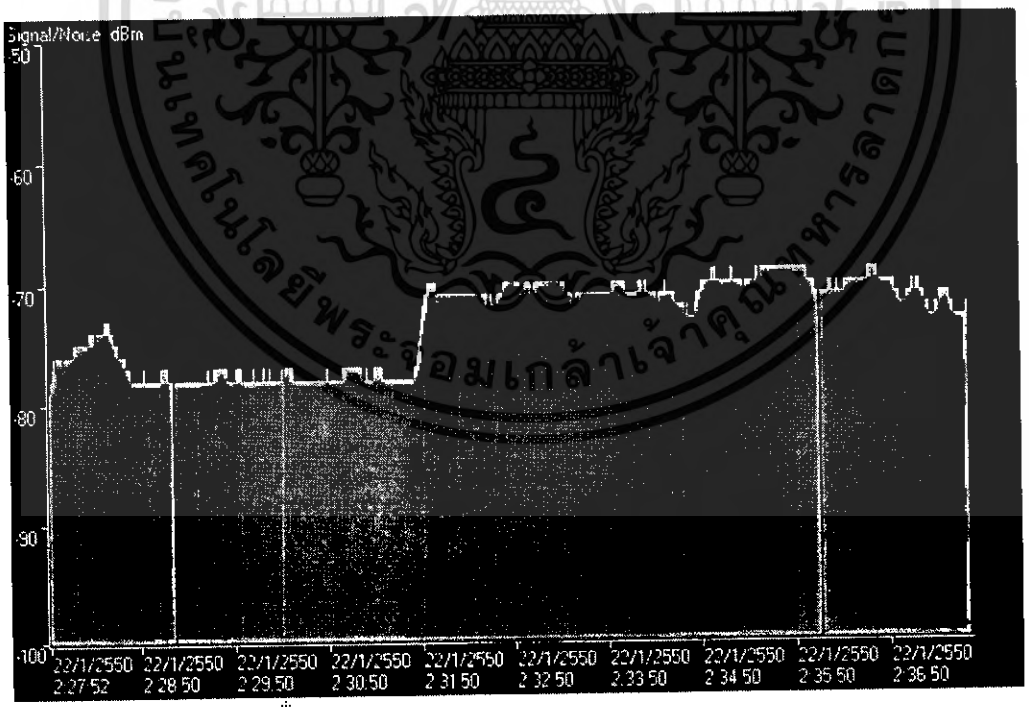


รูปที่ 4.18 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 35 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

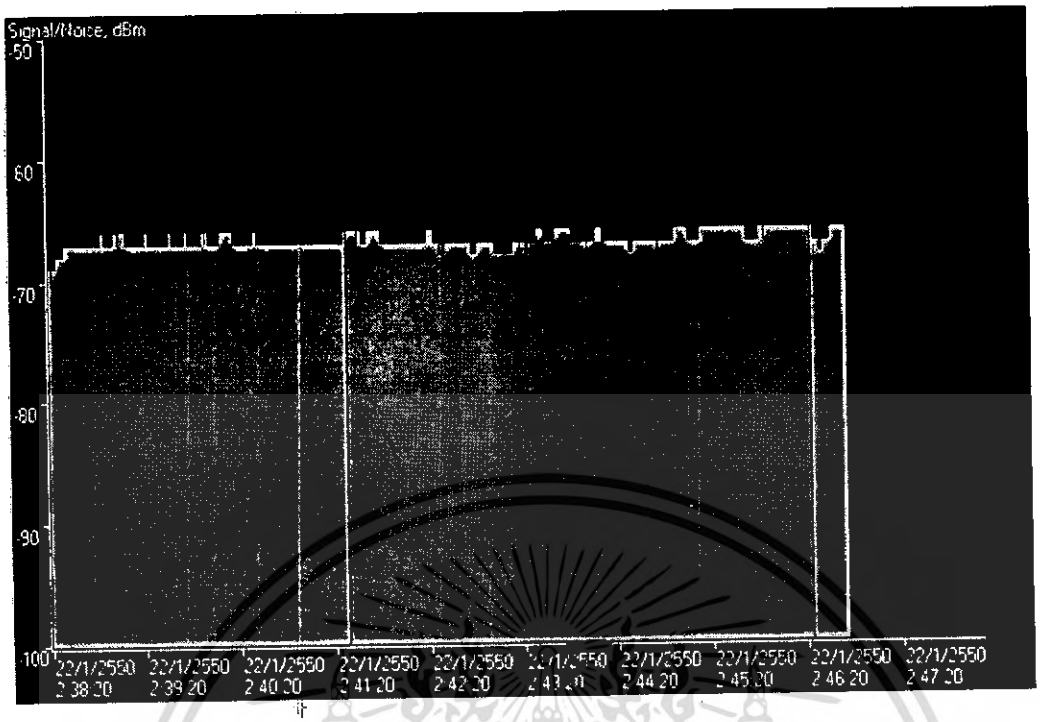


รูปที่ 4.19 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 40 เมตร



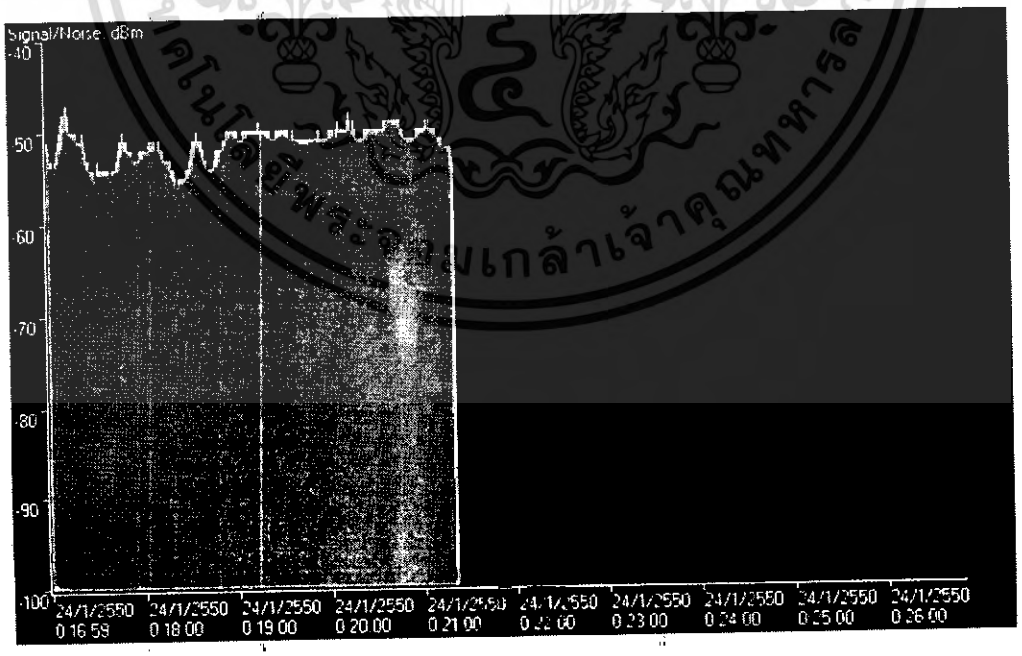
รูปที่ 4.20 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 45 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



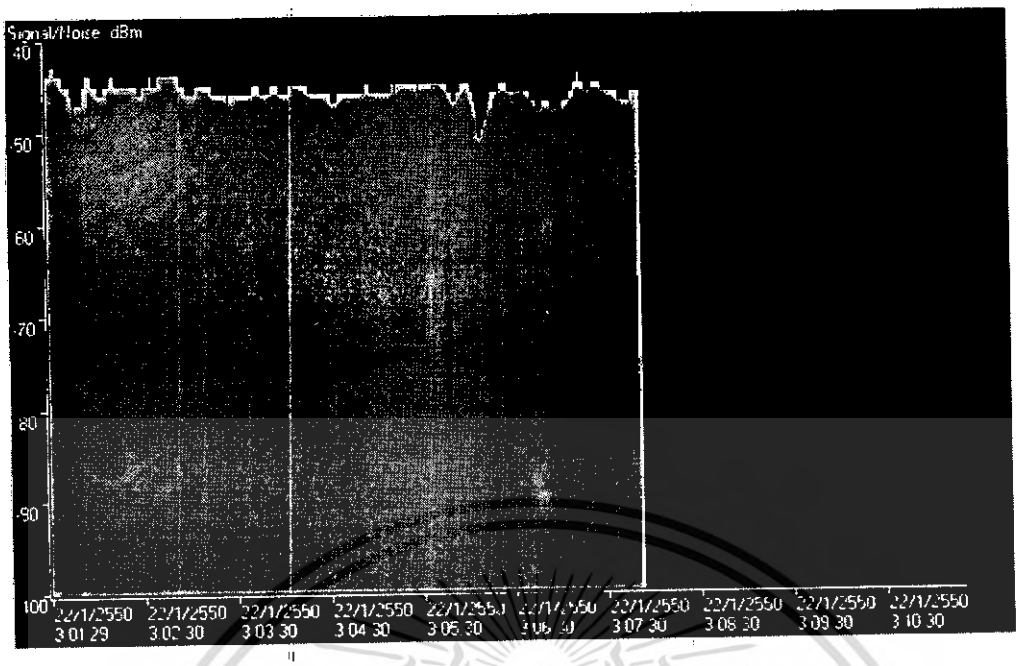
รูปที่ 4.21 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านซ้ายที่ระยะทาง 50 เมตร

4.3.2.2 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาของชั้น 12 ตามระยะทางต่างๆ

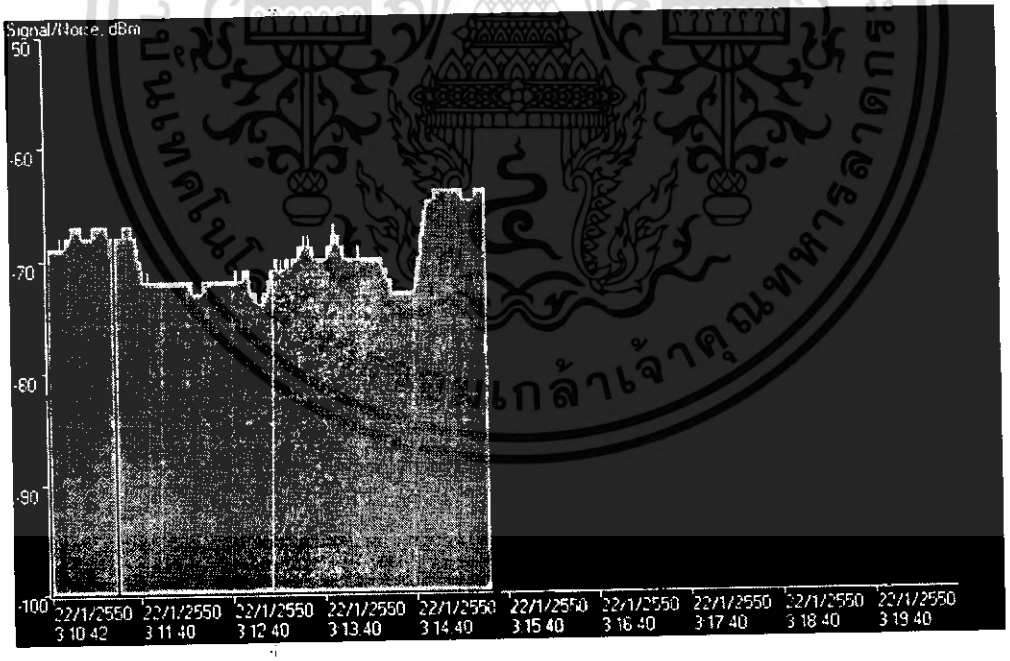


รูปที่ 4.22 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

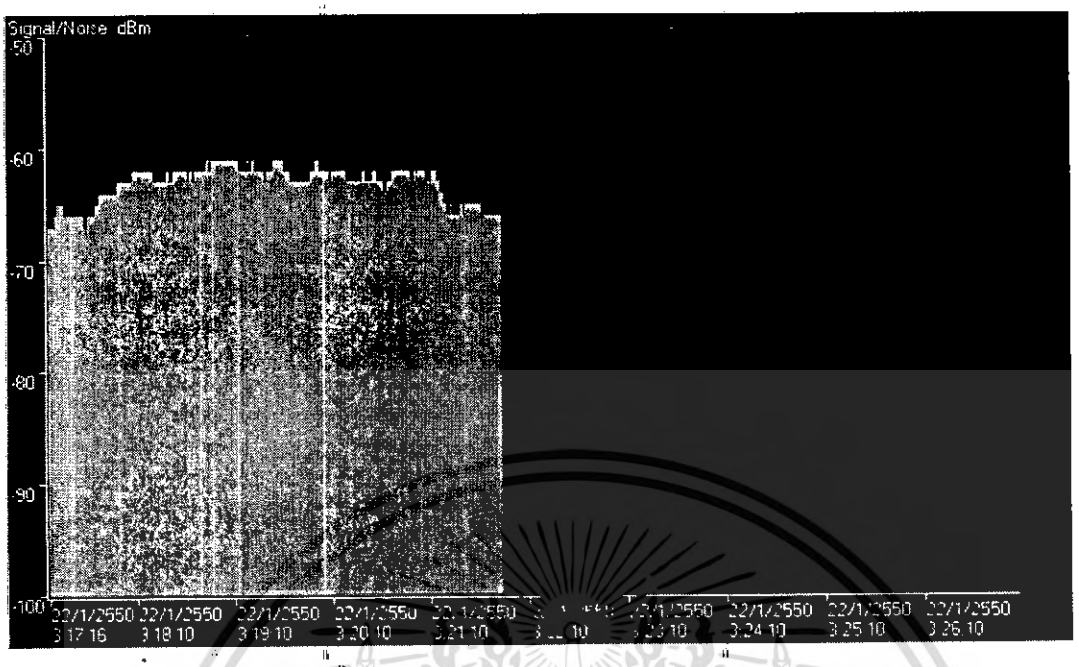


รูปที่ 4.23 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 10 เมตร

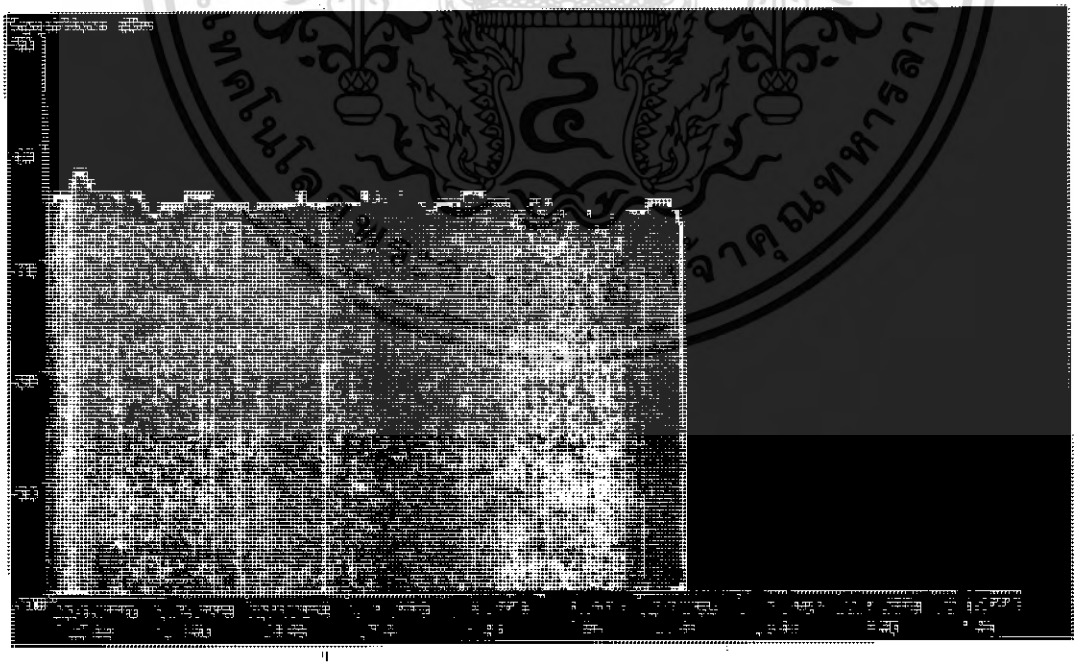


รูปที่ 4.24 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 15 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

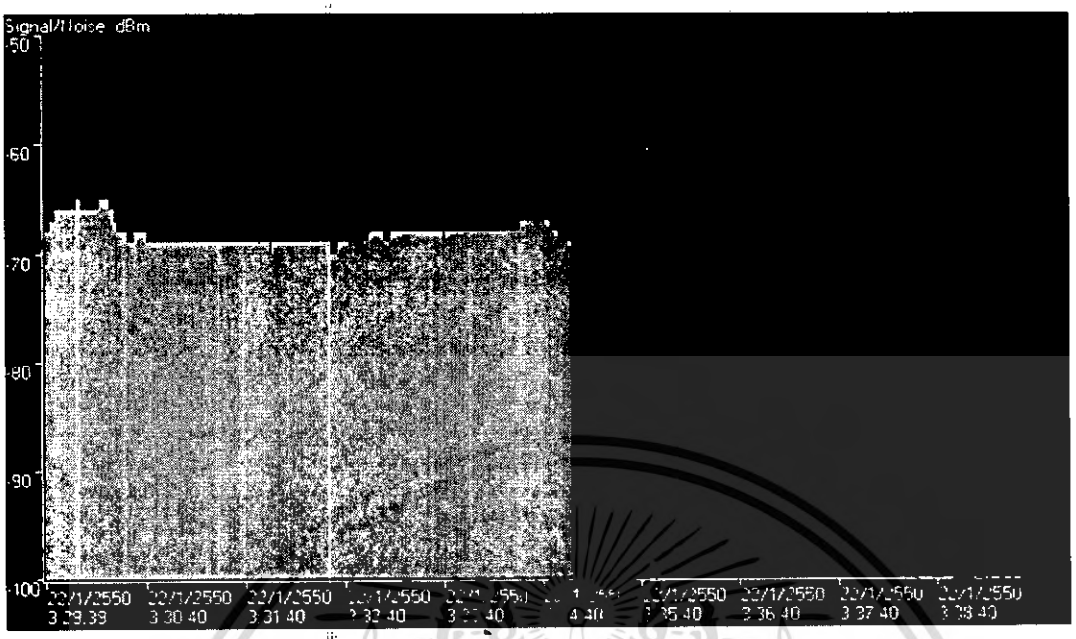


รูปที่ 4.25 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 20 เมตร

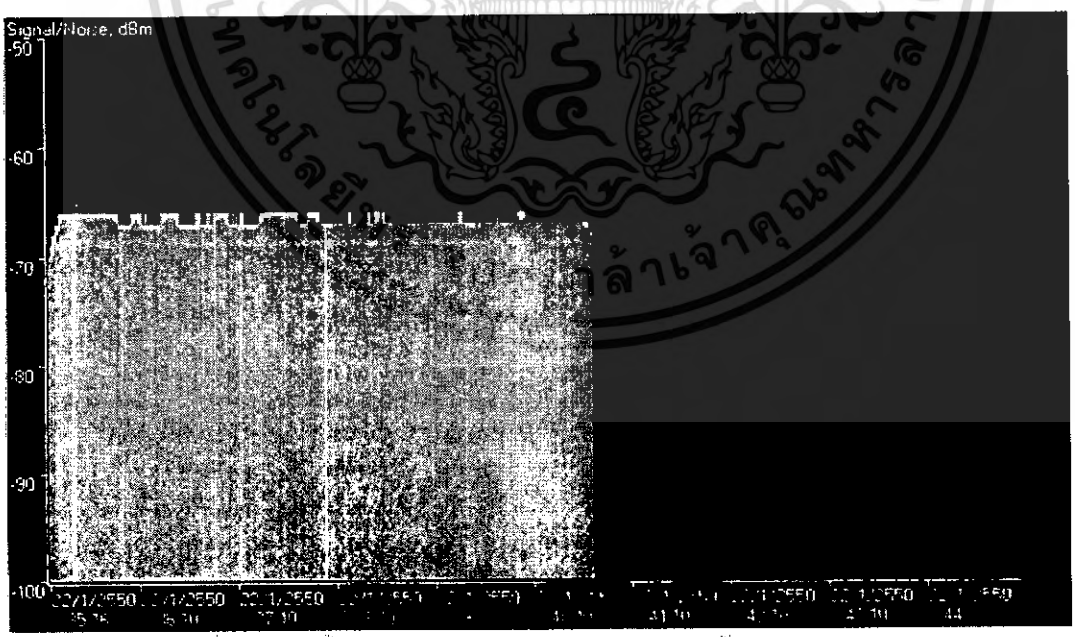


รูปที่ 4.26 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 25 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

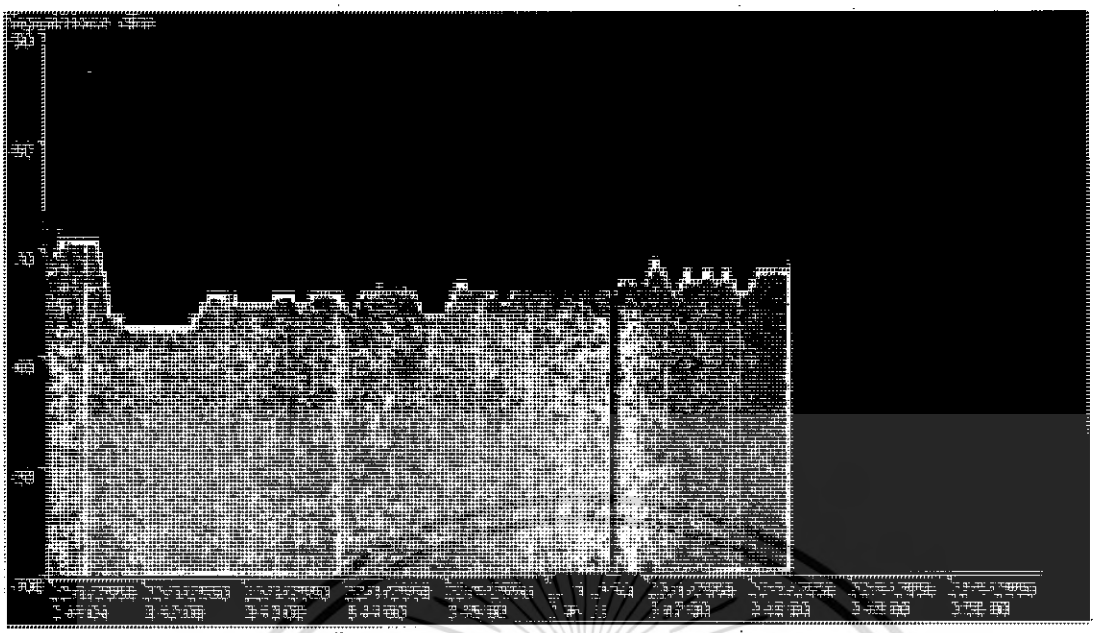


รูปที่ 4.27 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 30 เมตร

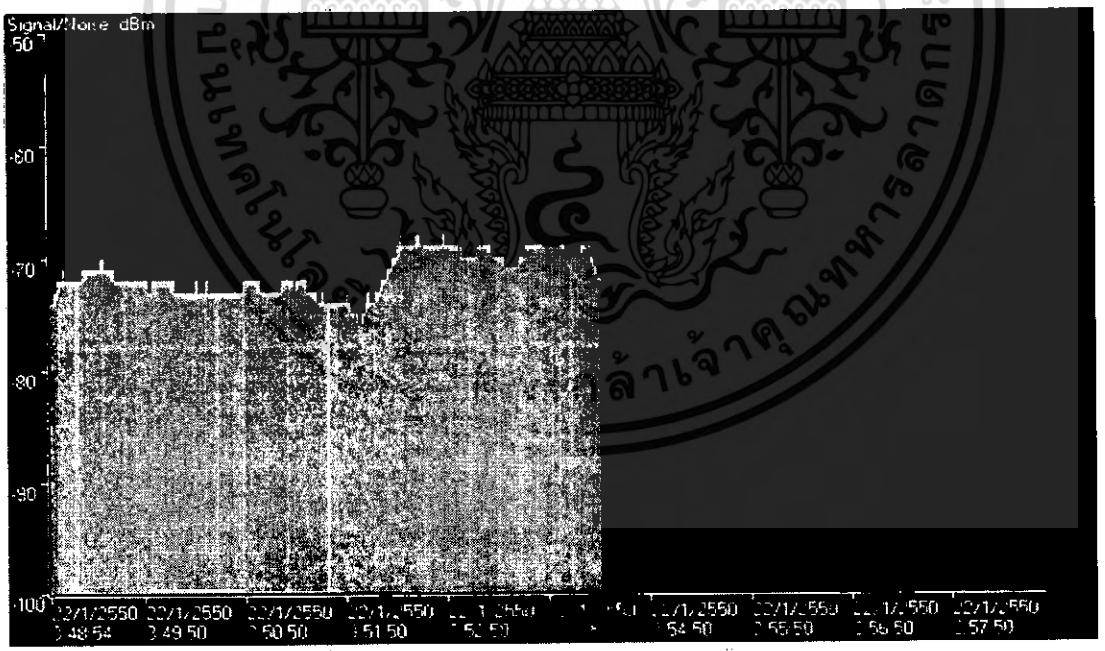


รูปที่ 4.28 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 35 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

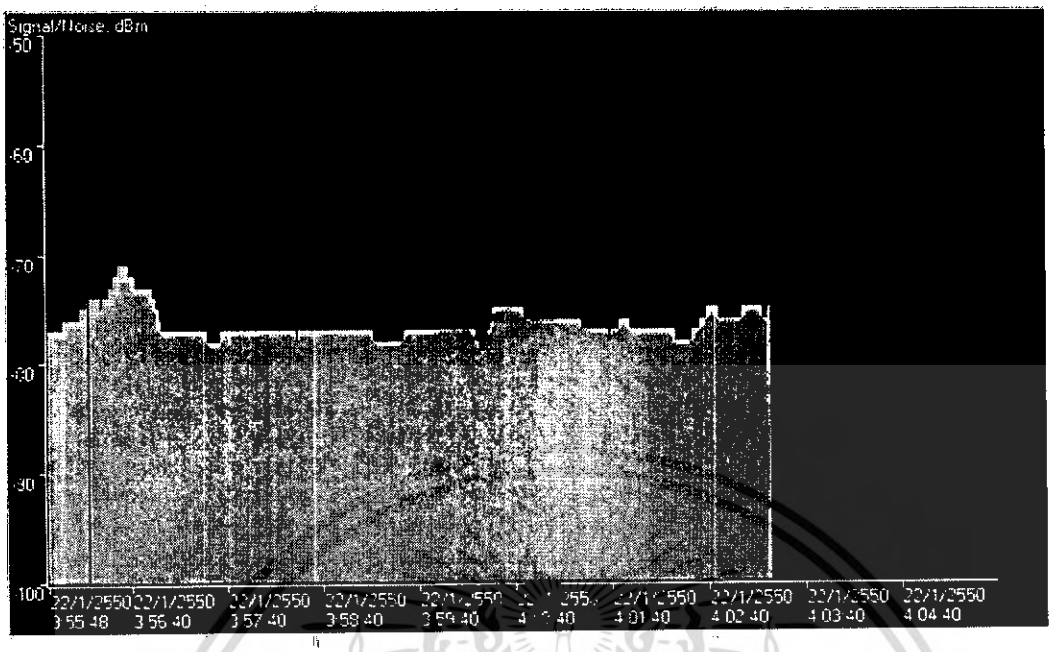


รูปที่ 4.29 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 40 เมตร



รูปที่ 4.30 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 45 เมตร

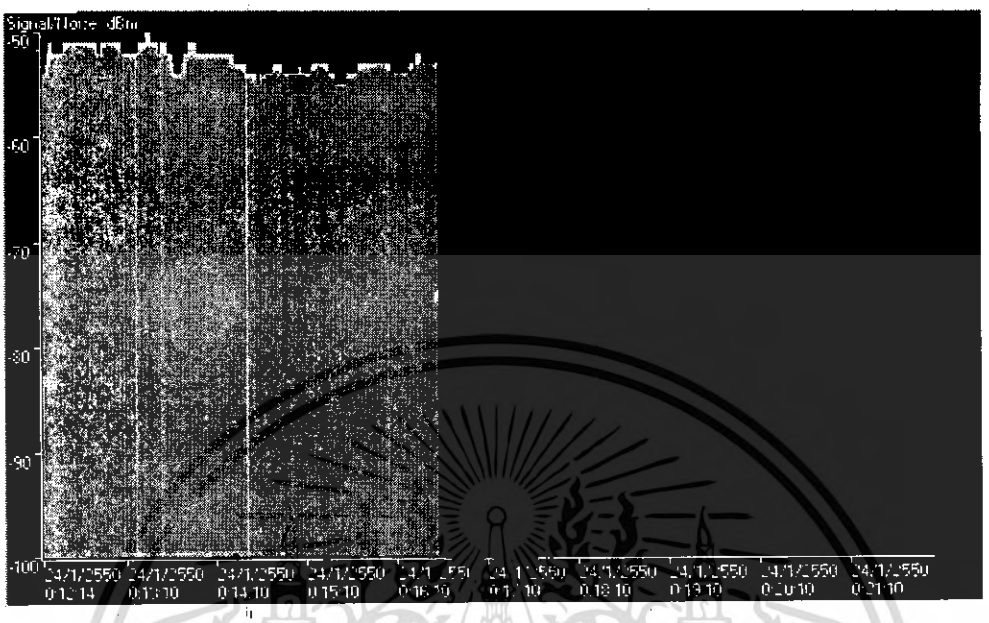
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



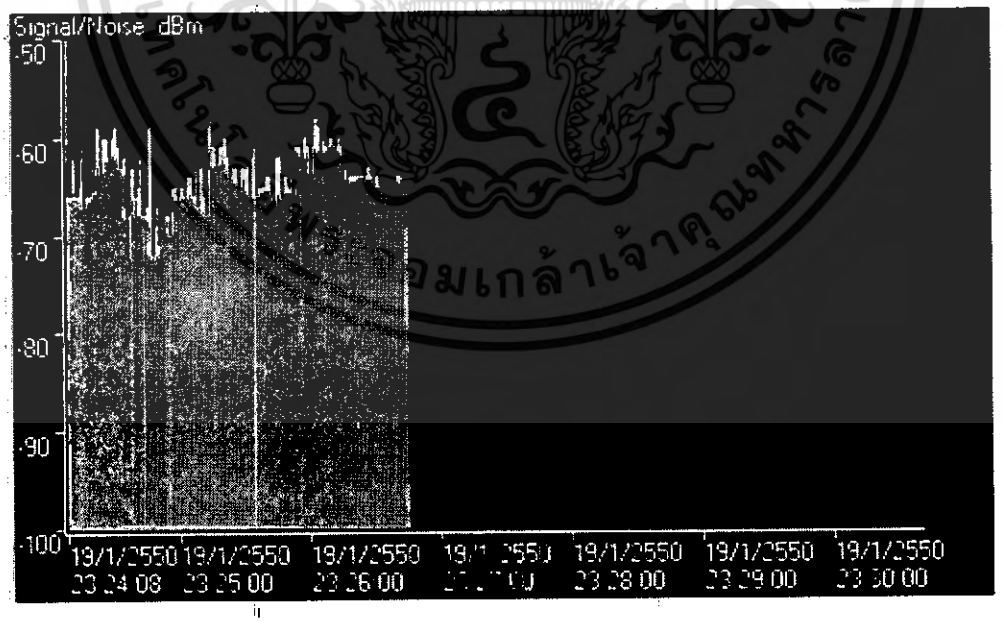
รูปที่ 4.31 ระดับของสัญญาณบริเวณทางเดินด้านขวาที่ระยะทาง 50 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.3 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายของชั้น 12 เทียบระยะทาง

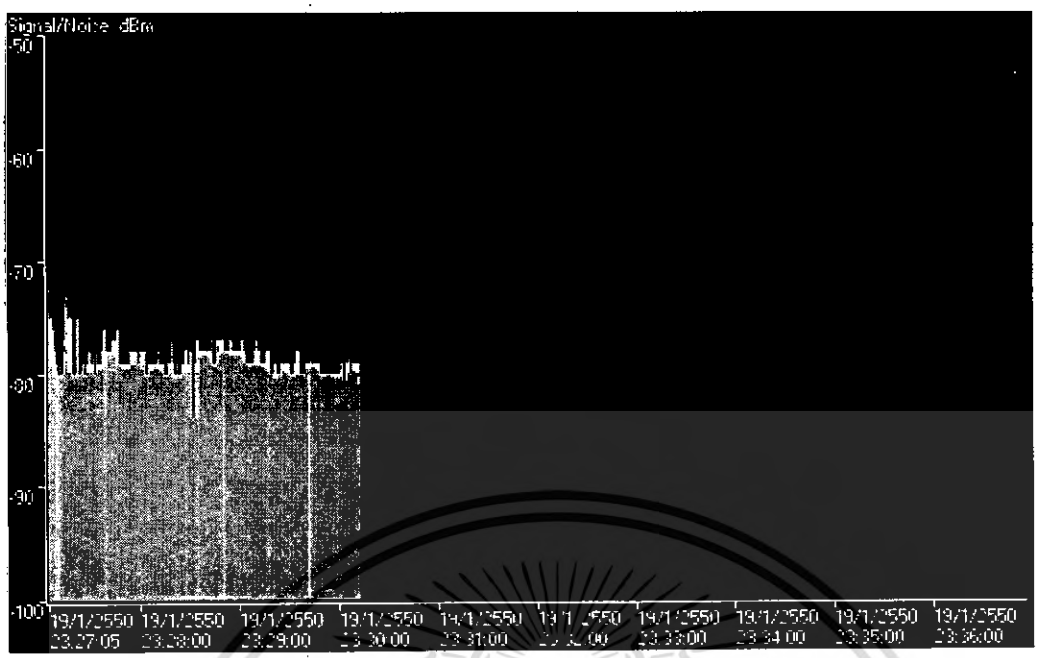


รูปที่ 4.32 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 5 เมตร

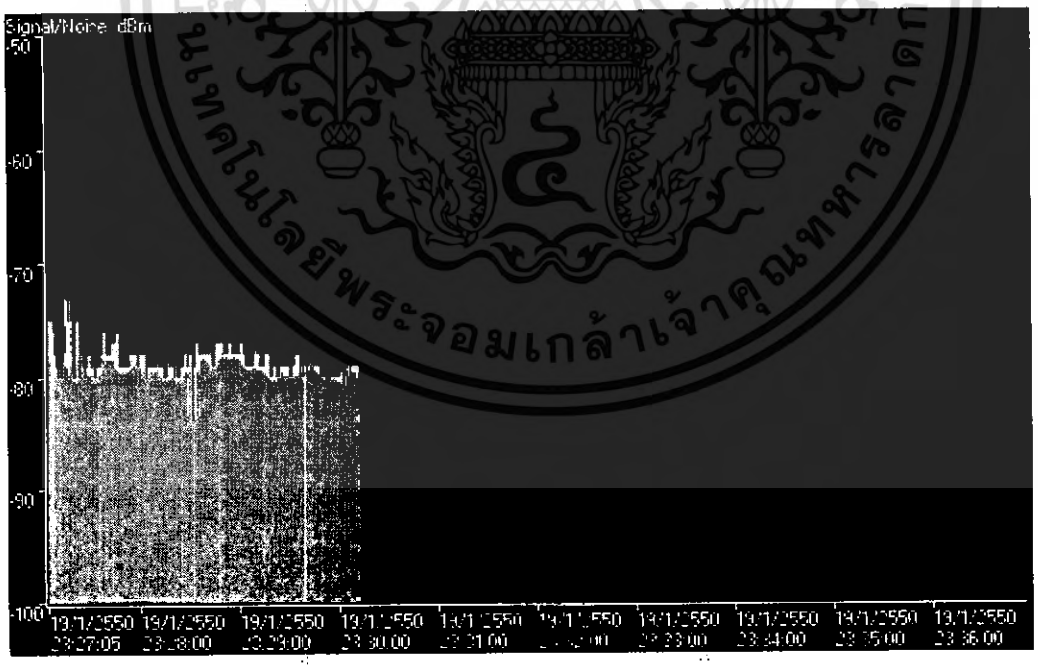


รูปที่ 4.33 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 10 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

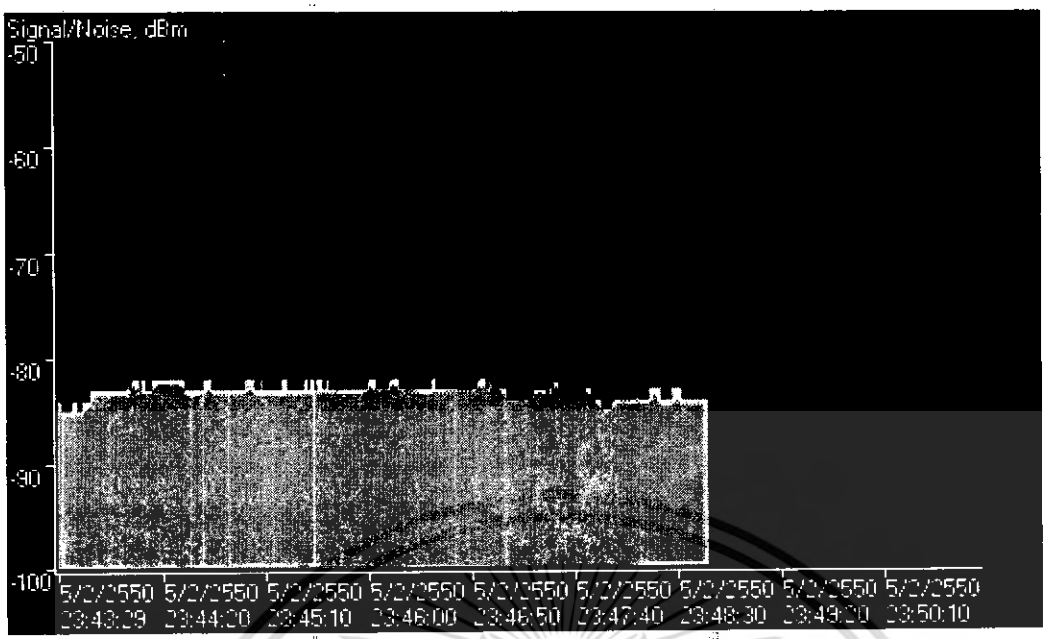


รูปที่ 4.34 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 15 เมตร

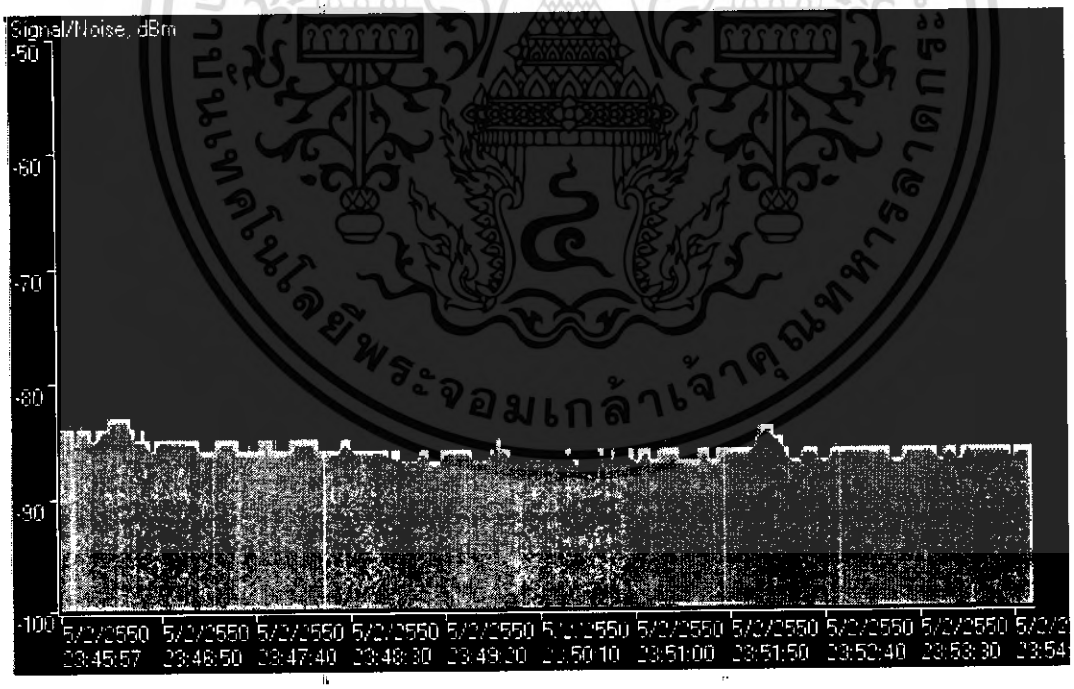


รูปที่ 4.35 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 20 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

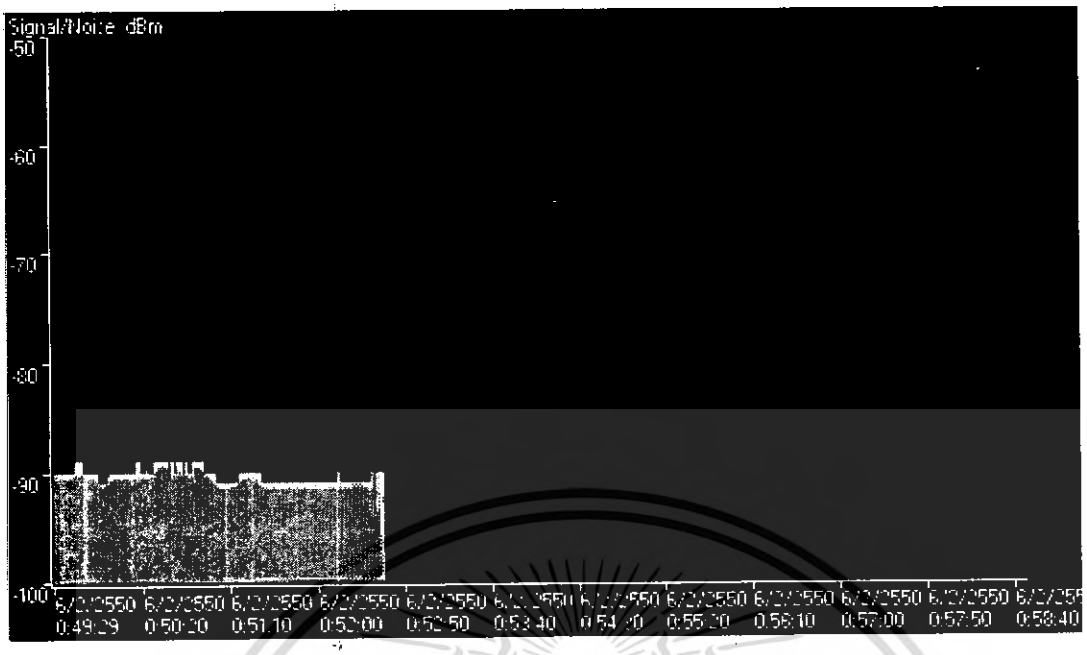


รูปที่ 4.36 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 25 เมตร



รูปที่ 4.37 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 30 เมตร

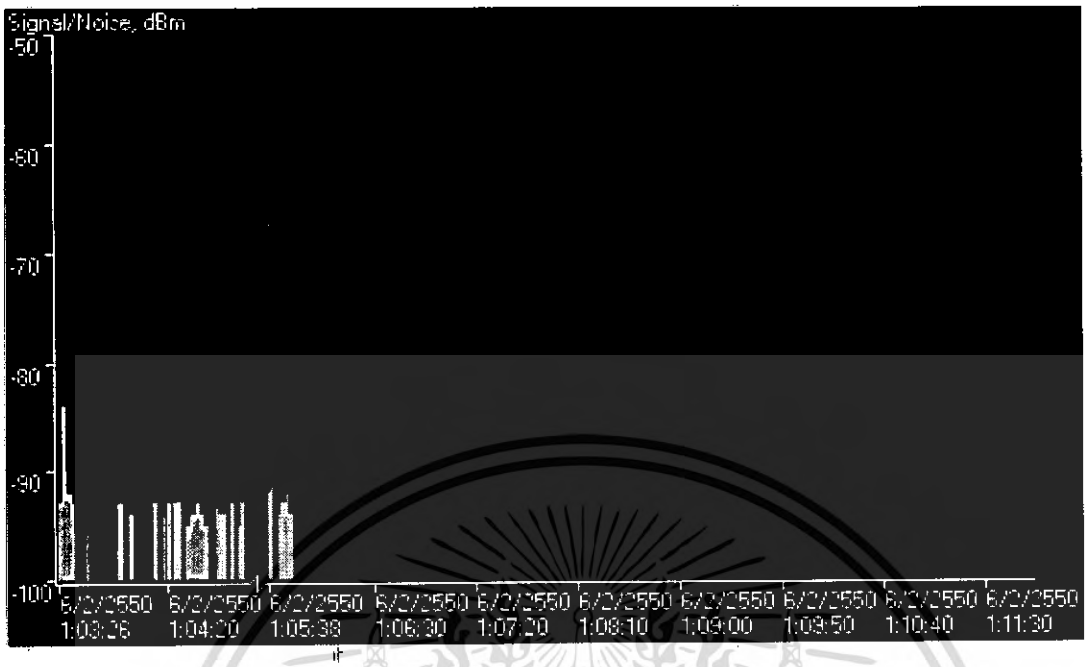
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



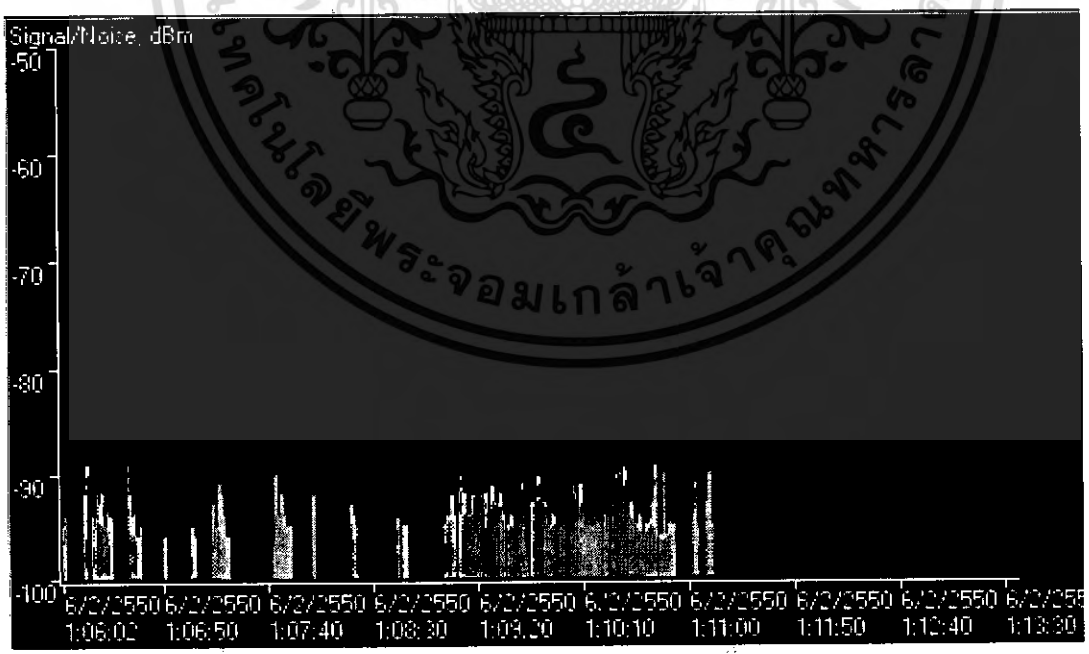
รูปที่ 4.38 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 35 เมตร

รูปที่ 4.39 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 40 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



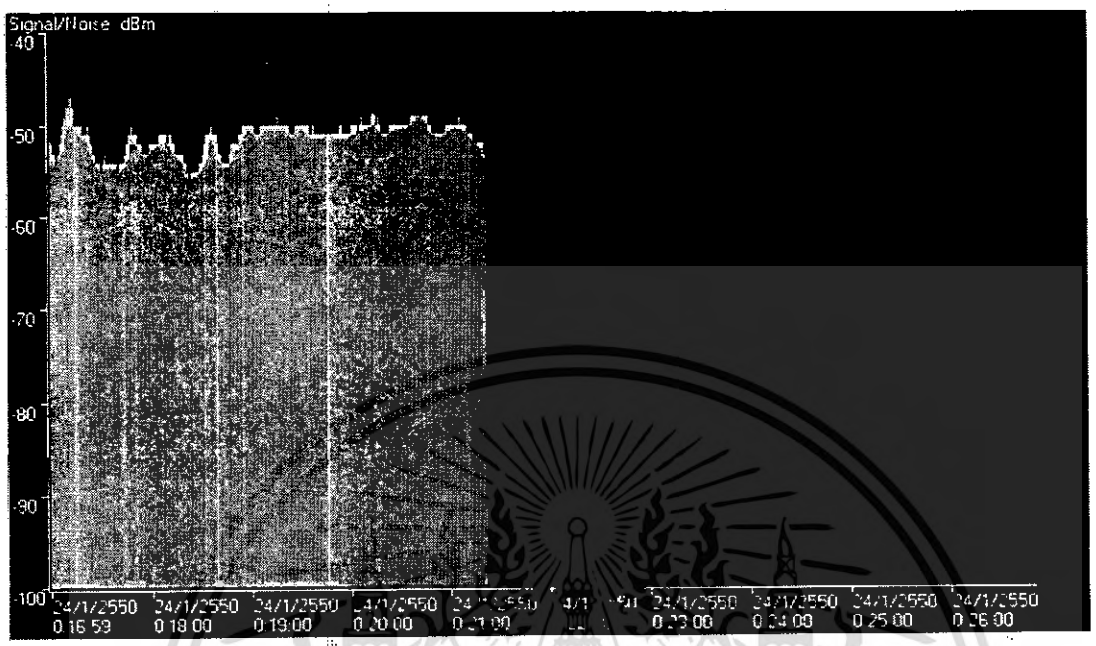
รูปที่ 4.40 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 45 เมตร



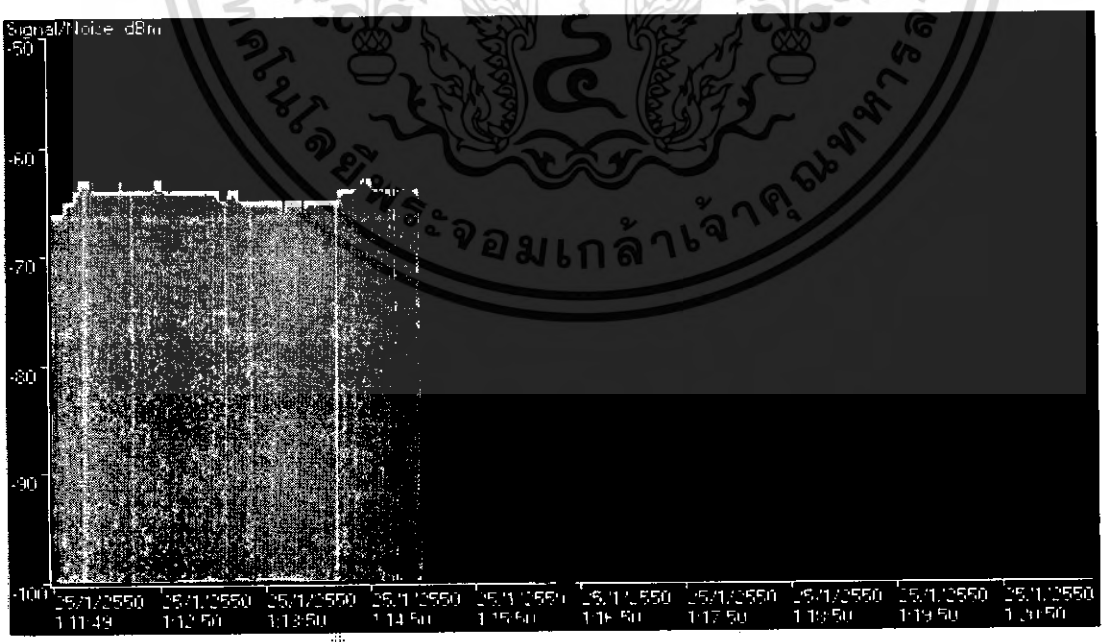
รูปที่ 4.41 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านซ้ายเทียบเท่าระยะทาง 50 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.4 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาของชั้น 12 เทียบระยะทาง

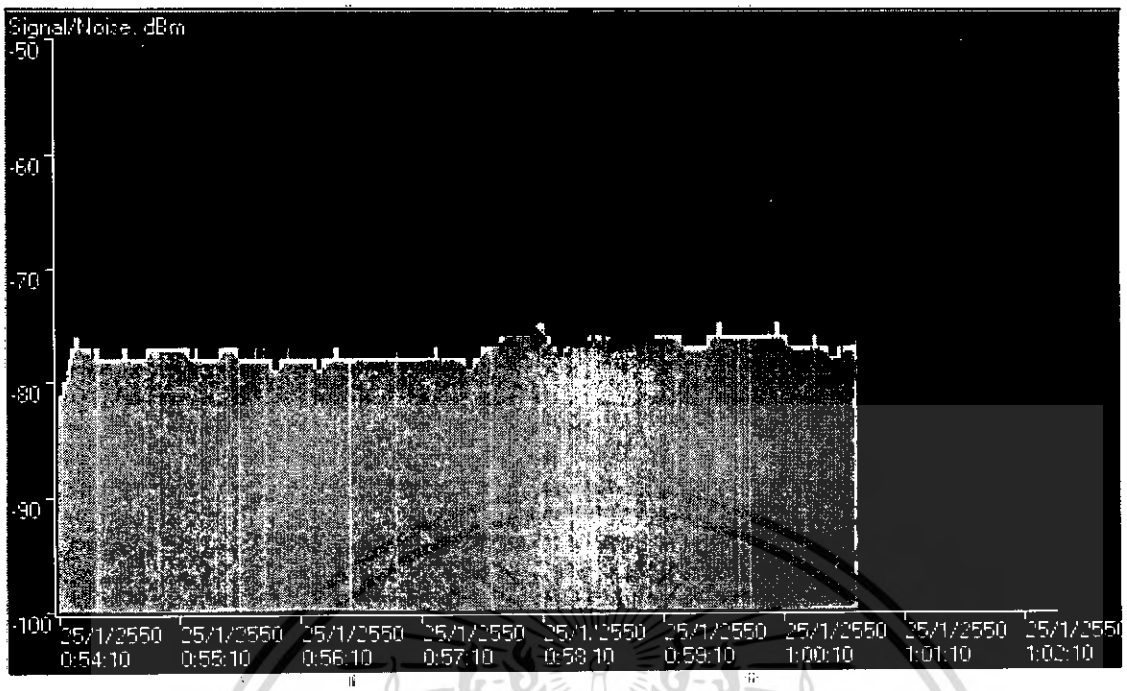


รูปที่ 4.42 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 5 เมตร

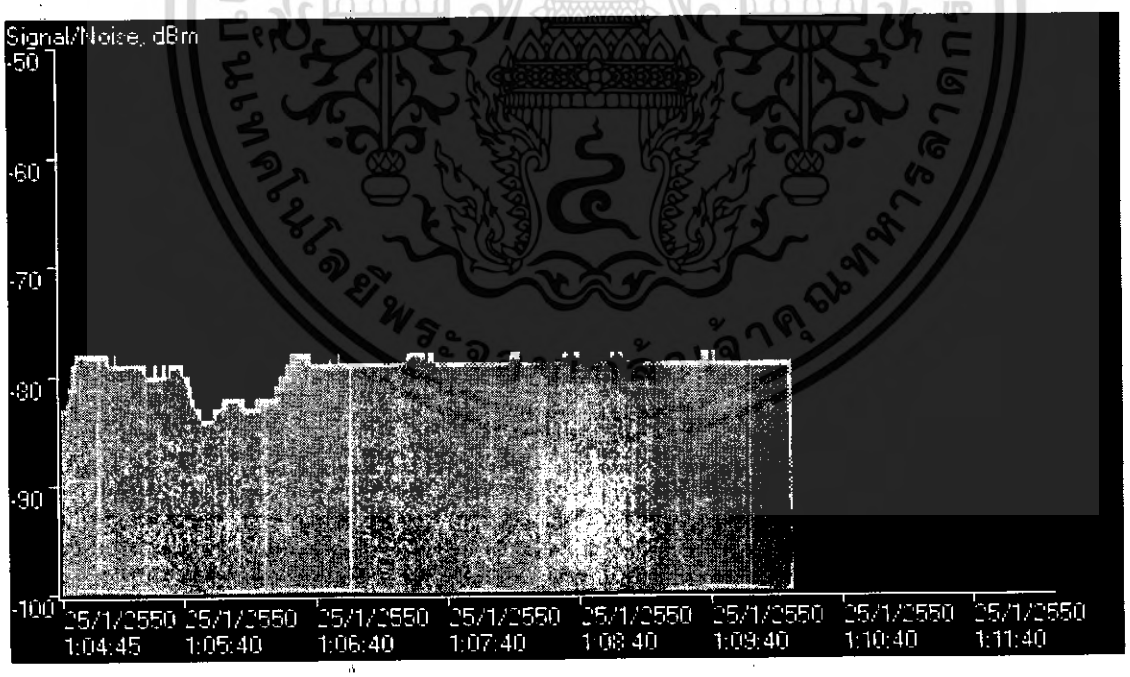


รูปที่ 4.43 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 10 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

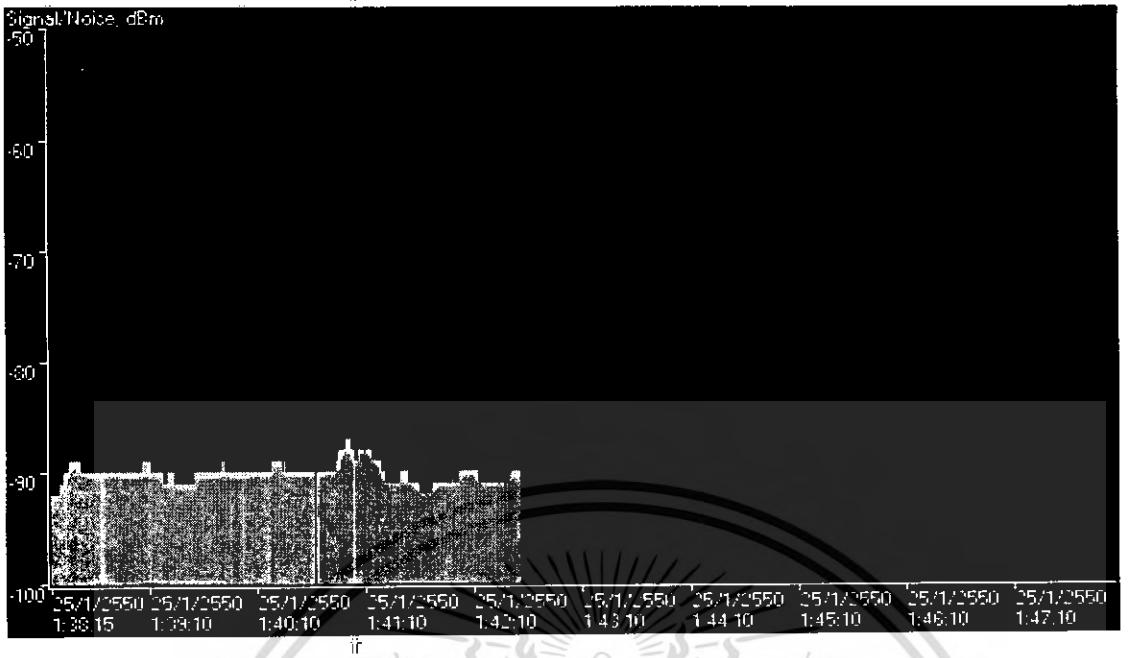


รูปที่ 4.44 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 15 เมตร

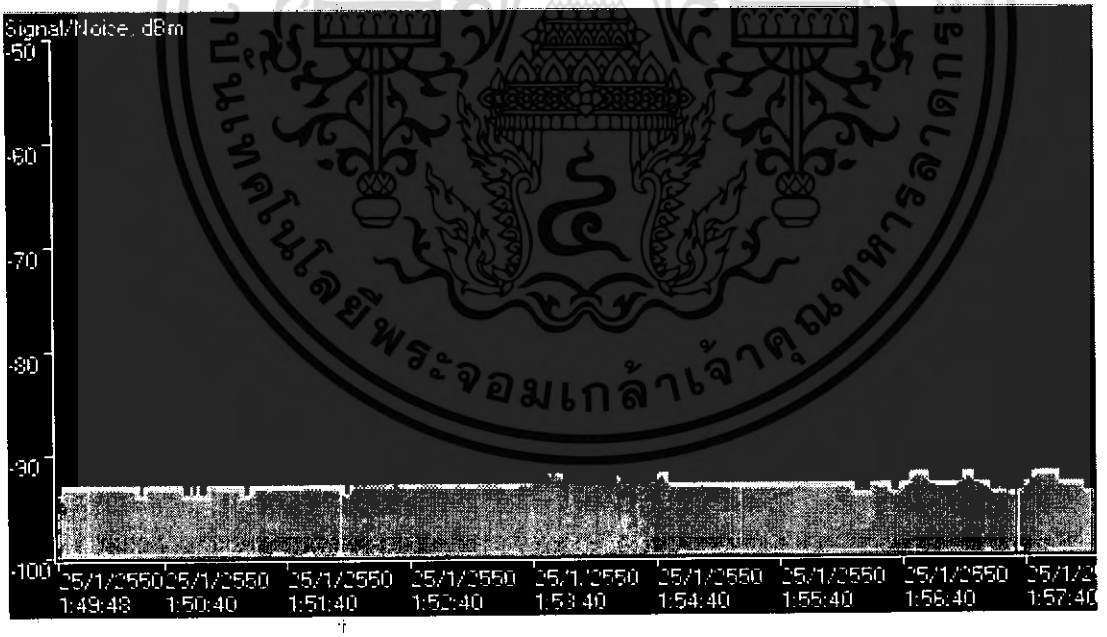


รูปที่ 4.45 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 20 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

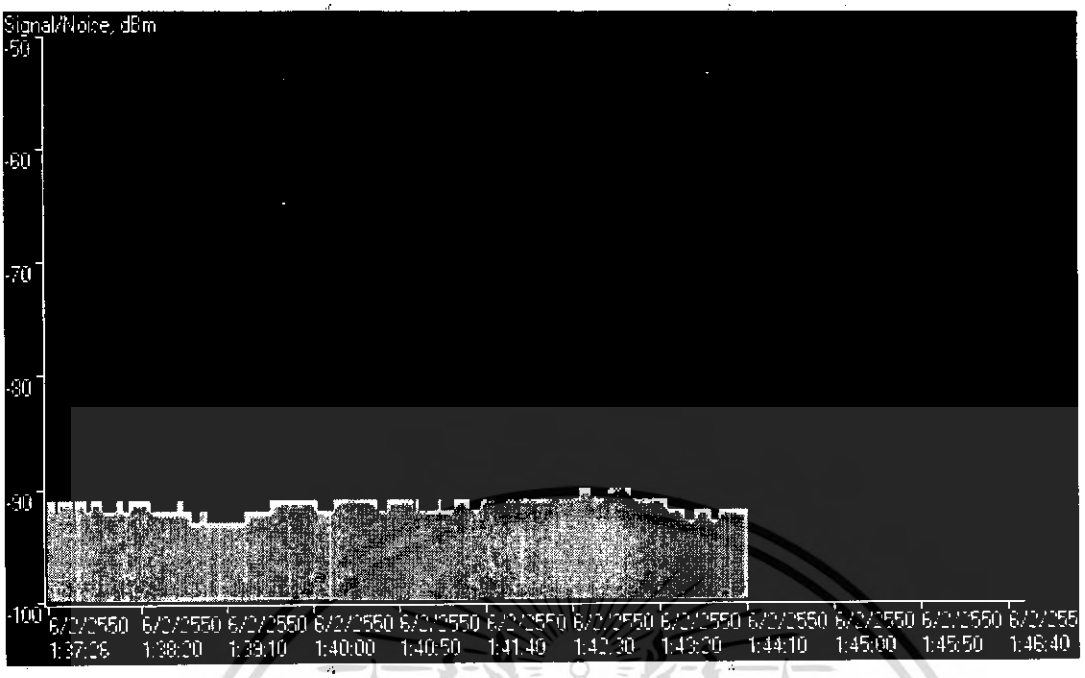


รูปที่ 4.46 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 25 เมตร

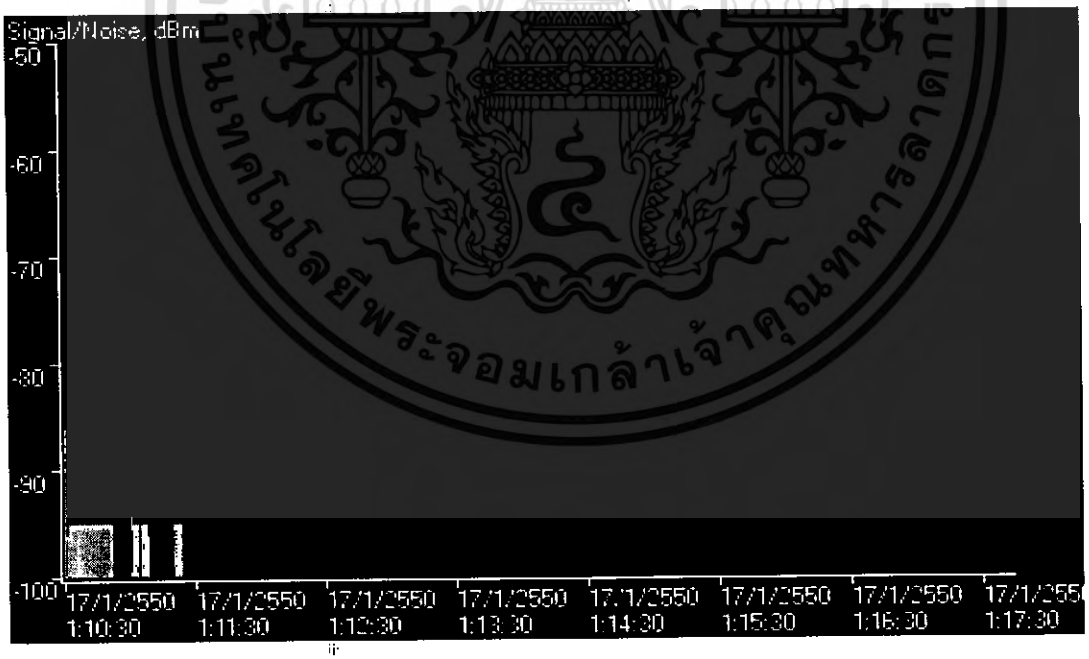


รูปที่ 4.47 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 30 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

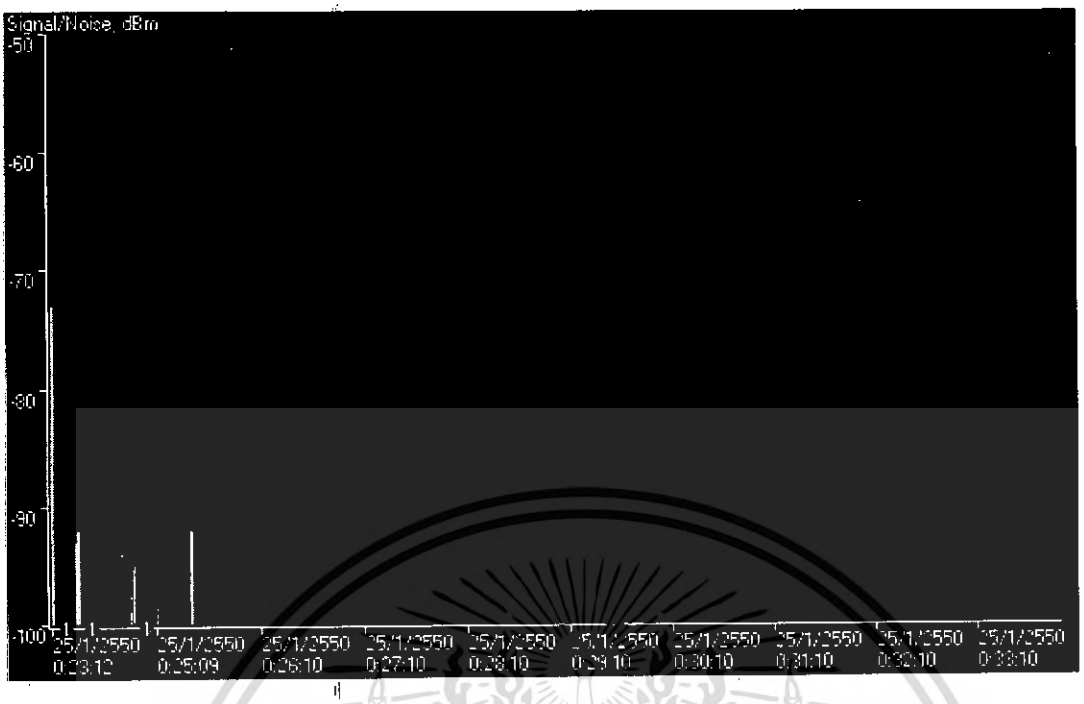


รูปที่ 4.48 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 35 เมตร

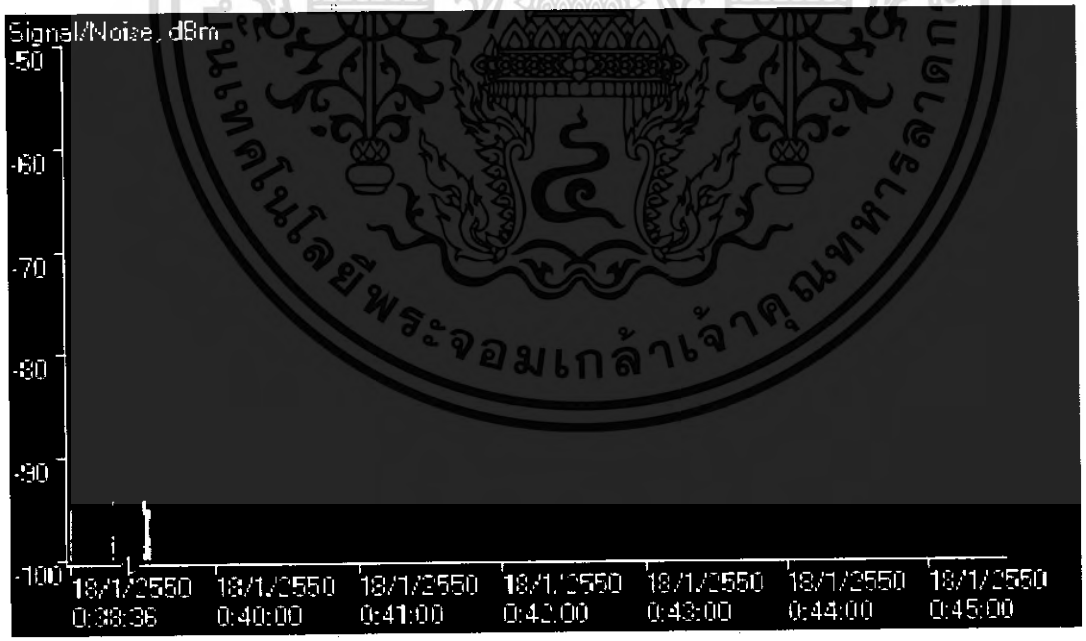


รูปที่ 4.49 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 40 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



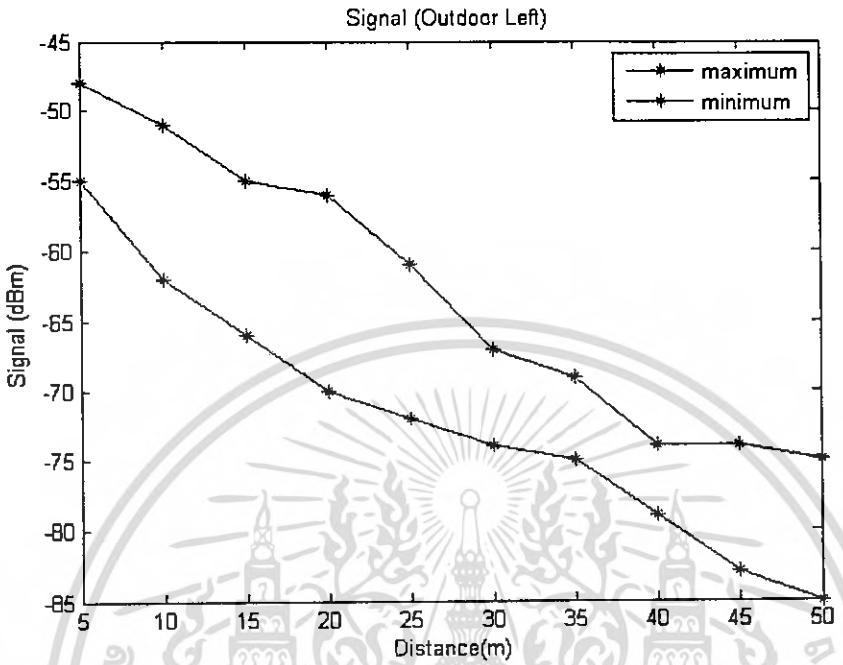
รูปที่ 4.50 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 45 เมตร



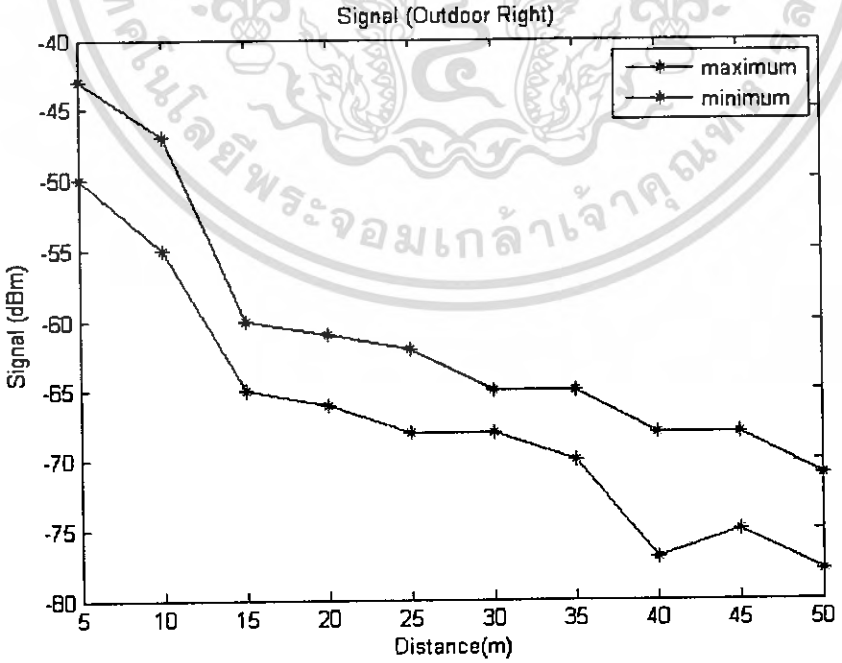
รูปที่ 4.51 ระดับของสัญญาณห้องต่างๆทางด้านขวาเทียบเท่าระยะทาง 50 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากได้ค่าระดับของสัญญาณที่ระยะทางต่างๆแล้ว นำค่าสัญญาณที่ได้มาซิมมูเลท (Simmulate) ในโปรแกรม MATLAB ซึ่งจะได้กราฟออกมาดังนี้

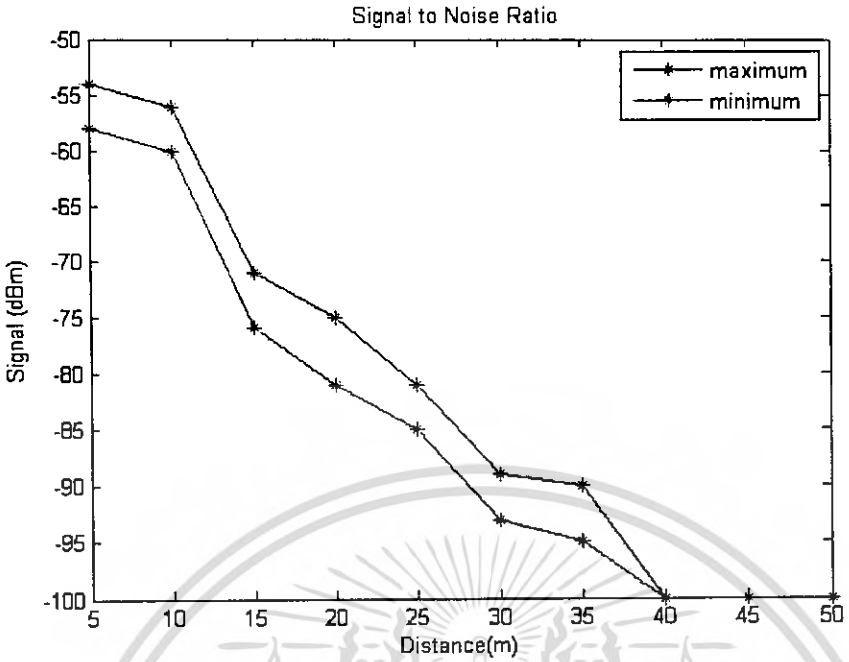


รูปที่ 4.52 ระดับของสัญญาณที่วัดได้บริเวณทางเดินด้านซ้าย

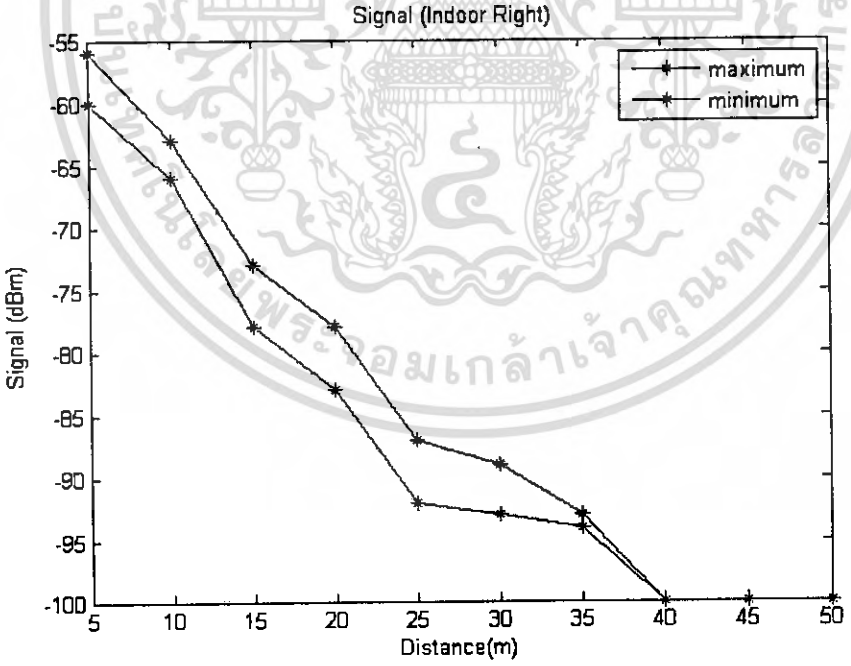


รูปที่ 4.53 ระดับของสัญญาณที่วัดได้บริเวณทางเดินด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.54 ระดับของสัญญาณที่วัดได้ตามห้องต่างๆทางด้านซ้าย



รูปที่ 4.55 ระดับของสัญญาณที่วัดได้ตามห้องต่างๆทางด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลของระดับสัญญาณที่วัดได้บริเวณทางเดินด้านซ้าย

ระยะห่าง (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
ค่าสูงสุด(dBm)	-48	-51	-55	-56	-61	-67	-69	-74	-74	-75
ค่าต่ำสุด (dBm)	-55	-62	-66	-70	-72	-74	-75	-79	-83	-85

ตารางที่ 4.2 ผลของระดับสัญญาณที่วัดได้บริเวณทางเดินด้านขวา

ระยะห่าง (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
ค่าสูงสุด(dBm)	-43	-47	-60	-61	-62	-65	-65	-68	-68	-71
ค่าต่ำสุด (dBm)	-50	-55	-65	-66	-68	-68	-70	-79	-75	-78

ตารางที่ 4.3 ผลของระดับสัญญาณที่วัดได้ตามห้องต่างๆทางด้านซ้าย

ระยะห่าง (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
ค่าสูงสุด(dBm)	-54	-56	-71	-75	-81	-89	-90	-100	-100	-100
ค่าต่ำสุด (dBm)	-58	-60	-76	-81	-85	-93	-95	-100	-100	-100

ตารางที่ 4.4 ผลของระดับสัญญาณที่วัดได้ตามห้องต่างๆทางด้านขวา

ระยะห่าง (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
ค่าสูงสุด(dBm)	-56	-63	-73	-78	-87	-89	-93	-100	-100	-100
ค่าต่ำสุด (dBm)	-60	-66	-78	-83	-92	-93	-94	-100	-100	-100

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 สัญญาณที่วัดได้จะมีค่าลดลงตามระยะทางคือสัญญาณที่วัดได้บริเวณทางเดินทั้งด้านซ้ายและด้านขวาจะมีค่าลดลงประมาณ -3 dB เมื่อระยะทางเปลี่ยนไป 5 เมตร

จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 สัญญาณที่วัดได้ตามห้องต่างๆ มีค่าลดลงมากกว่าสัญญาณที่วัดได้จากบริเวณทางเดินทั้งสองด้าน แต่เมื่อถึงระยะทาง 40 เมตร สังเกตได้ว่าค่าสัญญาณที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับค่าสัญญาณรบกวน (ประมาณ -100 dB)

จากผลการทดลองที่ได้มานั้นจะพบว่ากรณีทั้งสองแบบนั้น ระยะห่างระหว่างตัวส่ง (Access Point) และตัวรับ (Notebook) จะมีผลทำให้ค่าสัญญาณที่วัดได้ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การวิเคราะห์และแสดงค่า Path Loss ที่ได้จากการคำนวณ

ค่า Path Loss จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาการลดทอนของสัญญาณด้านรับซึ่งค่า Path Loss นั้นจะหามาได้จากสมการที่ 3.5 ที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3

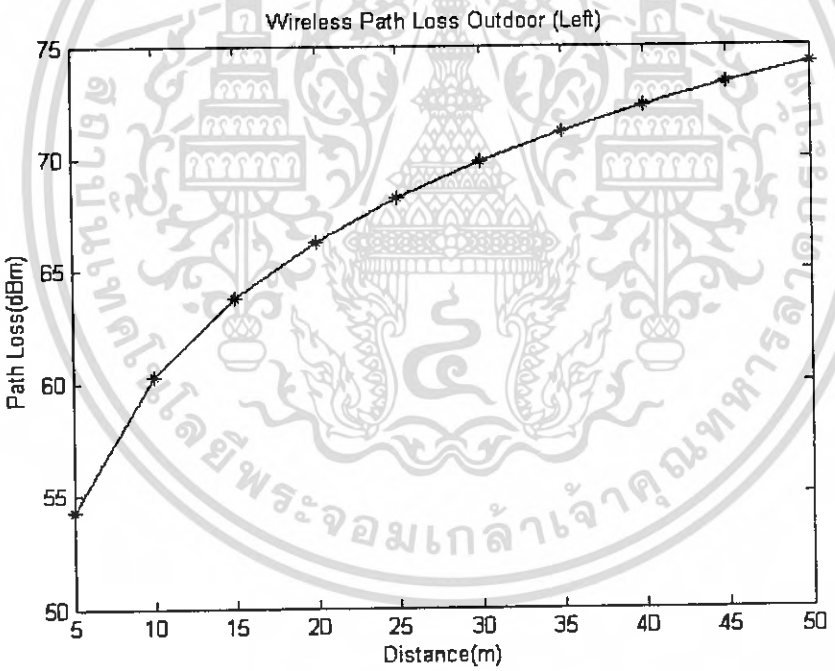
$$PL_f(f,d)[dB] = 20\log\left[\frac{4\pi fd}{C}\right] \tag{3.5}$$

โดยที่

f คือ ความถี่

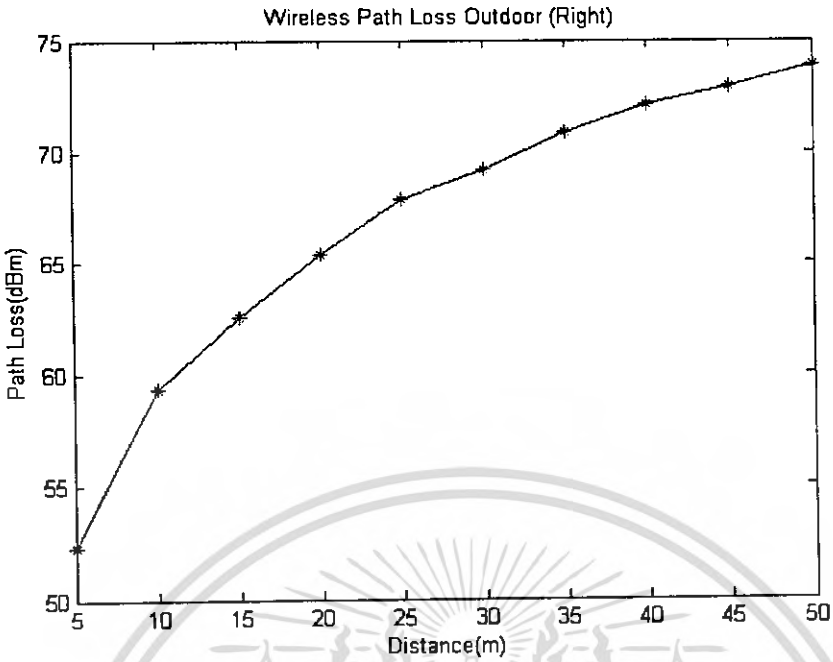
d คือ ระยะห่างระหว่างด้านส่งและด้านรับ

และค่าที่ได้จะแสดงดังต่อไปนี้

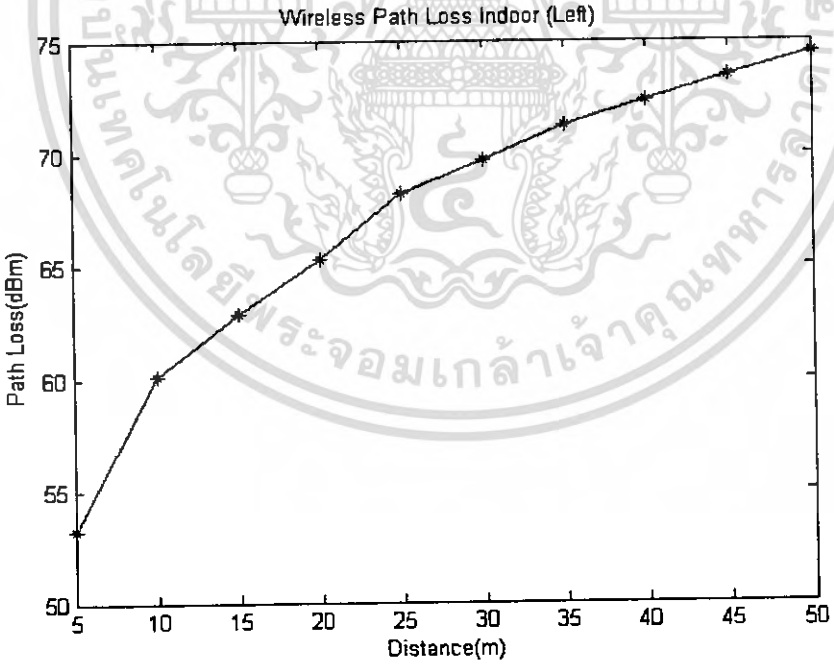


รูปที่ 4.56 ค่า Path Loss ที่บริเวณทางเดินด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

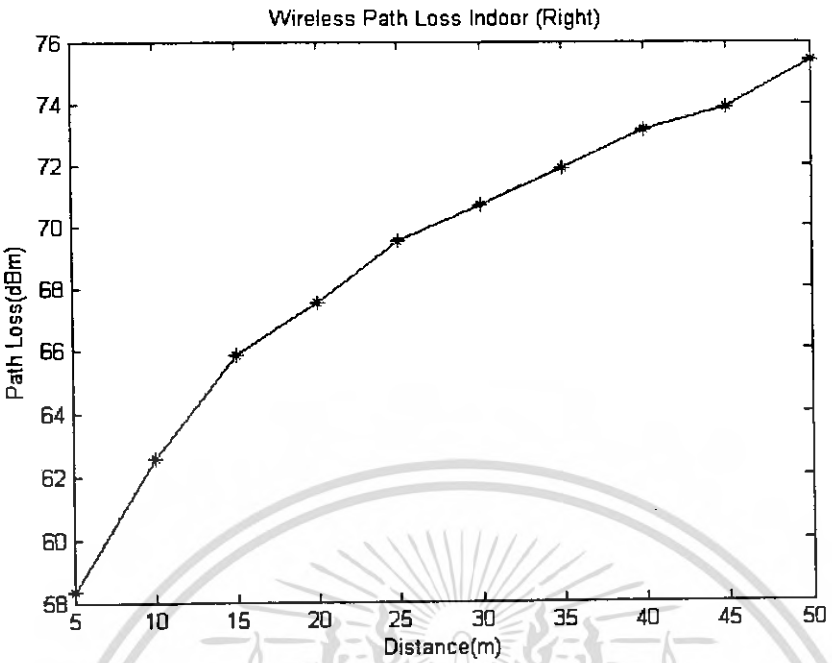


รูปที่ 4.57 ค่า Path Loss ที่บริเวณทางเดินด้านขวา



รูปที่ 4.58 ค่า Path Loss ที่ห้องต่างๆทางด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.59 ค่า Path Loss ที่ห้องต่างๆทางด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่า Path Loss (dB) เทียบกับระยะทางต่างๆ

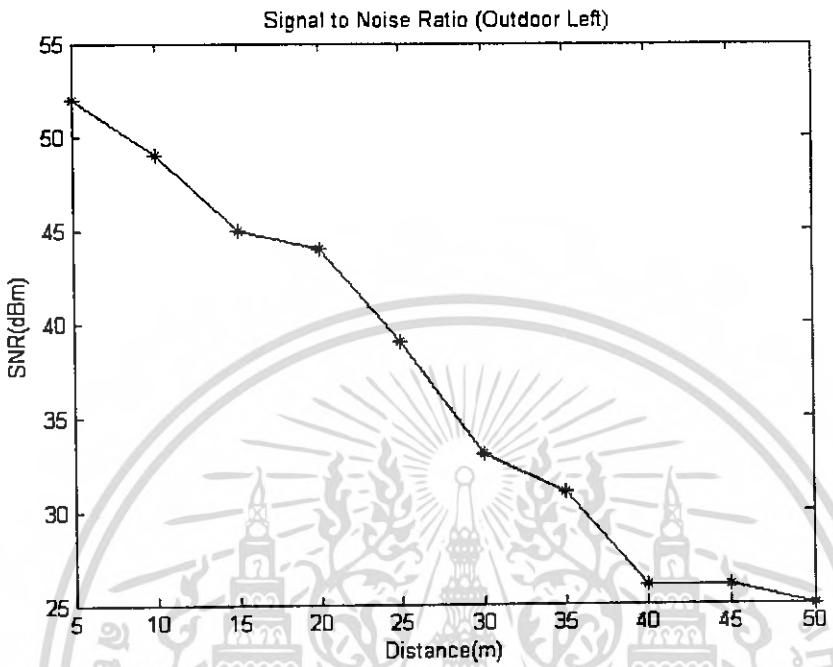
ระยะห่าง (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
บริเวณทางเดินด้านซ้าย	54.26	60.26	63.79	66.29	68.22	69.81	71.15	72.31	73.33	74.25
ห้องต่างๆทางด้านซ้าย	58.33	62.55	65.84	67.50	69.51	70.64	71.86	73.14	73.89	75.38
บริเวณทางเดินด้านขวา	52.31	59.35	62.55	65.37	67.87	69.21	70.90	72.09	72.94	73.89
ห้องต่างๆทางด้านขวา	58.33	62.55	65.84	67.50	69.51	70.64	71.86	73.14	73.89	75.38

จากการคำนวณจะเห็นได้ว่าจะกรณีทั้งสองแบบนั้น ระยะห่างระหว่างตัวส่งและตัวรับจะมีผลทำให้ค่า Path Loss มีค่าสูงขึ้น ซึ่งถ้าระยะห่างมากขึ้นค่า Path Loss จะสูงขึ้นตามไปด้วย นั่นคือที่ระยะห่างของตัวส่งและตัวรับที่ห่างกันที่ 5 เมตรจะมีค่าของ Path Loss ที่เฉลี่ยประมาณ 55.80 dB ซึ่งที่ระยะตั้งแต่ 10-50 เมตร จะมี Path Loss เพิ่มขึ้นประมาณ 3 dB นอกจากนั้นยังสังเกตได้อีกว่าค่า Path Loss ที่ห้องต่างๆจะมีค่าสูงกว่า ค่า Path Loss บริเวณทางเดินอีกด้วย

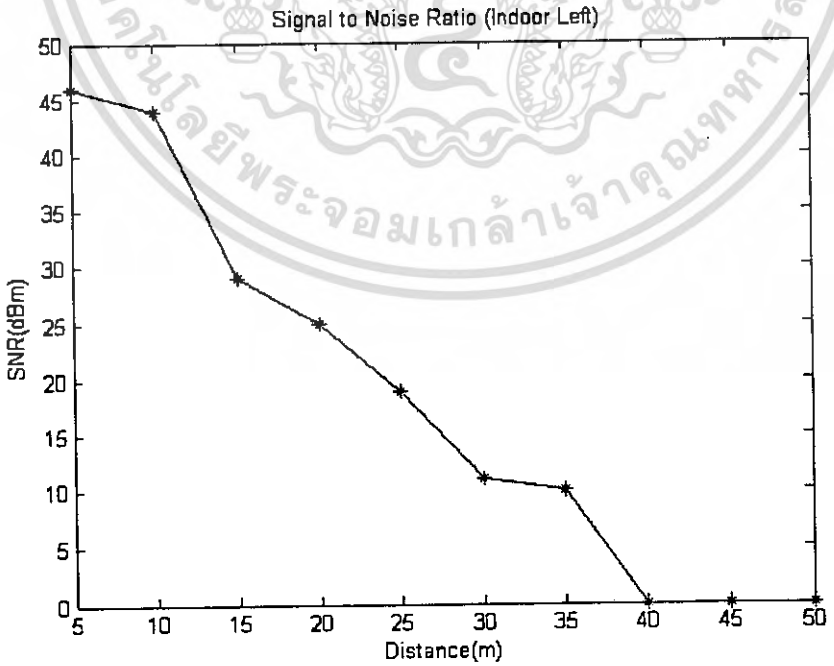
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การวิเคราะห์และแสดงค่าSignal-to-Noise Ratio (SNR)

4.3.4.1ค่า SNR ทางด้านซ้ายเทียบกับระยะทาง



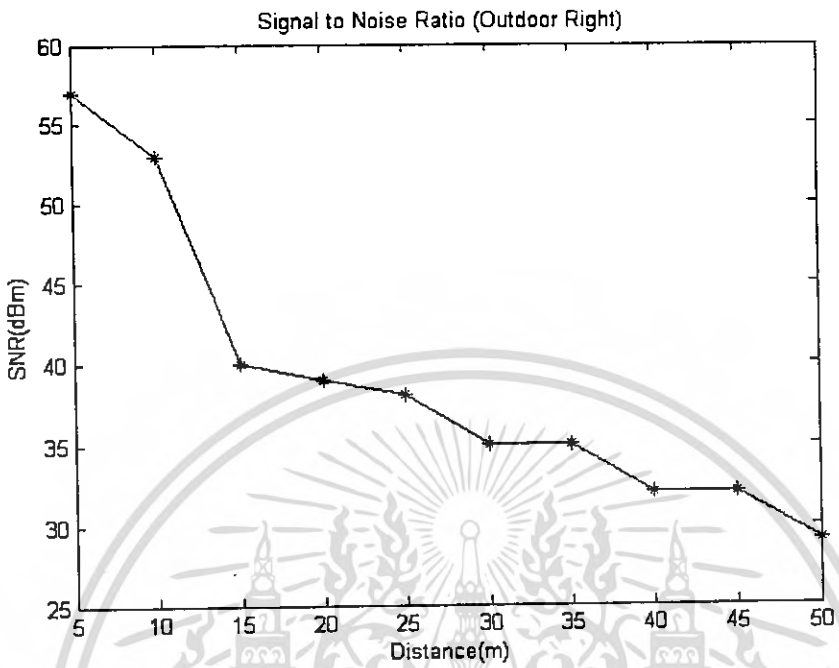
รูปที่ 4.60 ค่า SNR ที่บริเวณทางเดินด้านซ้าย



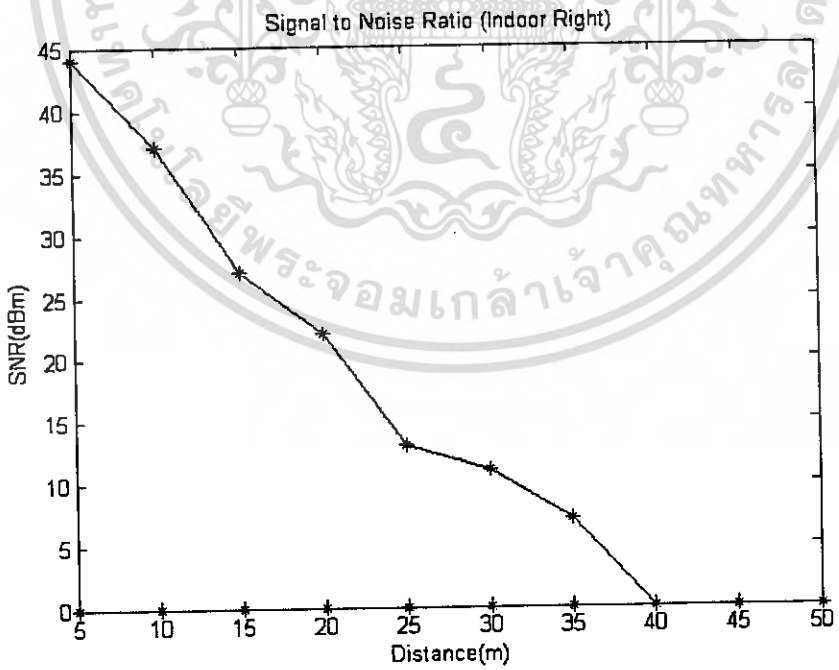
รูปที่ 4.61 ค่า SNR ที่ห้องต่างๆทางด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4.2 ค่า SNR ทางด้านขวาเทียบกับระยะทาง



รูปที่ 4.62 ค่า SNR ที่บริเวณทางเดินด้านขวา



รูปที่ 4.63 ค่า SNR ที่ห้องต่างๆทางด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ค่า SNR (dB) เทียบกับระยะทางต่างๆ

ระยะห่าง (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
บริเวณทางเดินด้านซ้าย	52	49	45	44	39	33	31	26	26	25
ห้องต่างๆทางด้านซ้าย	46	44	29	25	19	11	10	0	0	0
บริเวณทางเดินด้านขวา	57	53	40	39	38	35	35	32	32	29
ห้องต่างๆทางด้านขวา	44	37	27	22	13	11	7	0	0	0

จากการทดลองจะเห็นว่า ค่า SNR ที่วัดได้ทั้งสองแบบนั้น เมื่อเทียบกับระยะทาง คือเมื่อระยะทางเพิ่มมากขึ้น ค่า SNR ที่วัดได้นั้นจะมีค่าลดลงมาจากค่าสัญญาณรบกวนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเมื่อเอาทั้งสองแบบมาเปรียบเทียบกันทางด้านซ้ายที่ระยะทาง 5 เมตร ค่า SNR จะมีค่าต่างกันประมาณ 6 dB ส่วนทางด้านขวาก็จะมีค่าต่างกันประมาณ13 dB และจะลดลงต่ำสุดเมื่อมีระยะห่างจากตัวส่งตั้งแต่ 40 เมตรเป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลที่ได้จากการทดลอง

จากที่ได้ทำการทดลองและนำผลที่ได้มาวิเคราะห์โดยสามารถเขียนถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อประสิทธิภาพโครงข่ายท้องถิ่นแบบไร้สายของภาควิศวกรรมสารสนเทศ จะสามารถหาข้อสรุปได้ดังนี้

ถ้าระยะทางระหว่างตัวส่งและตัวรับมีระยะทางที่ใกล้กันจะทำให้กำลังงานของสัญญาณมีค่าสูง แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าระยะทางระหว่างตัวส่งกับตัวรับมีระยะทางที่ห่างกัน กำลังงานของสัญญาณที่วัดออกมาได้นั้นก็จะมีค่าต่ำลง ซึ่งจะดูได้จากค่า Path Loss ที่มีค่าสูงขึ้นเมื่อระยะทางเปลี่ยนไป ในช่วงระยะทาง 5 - 10 เมตร ค่า SNR ที่วัดได้นั้นมีค่าสูง ซึ่งก็แสดงว่าสัญญาณที่ส่งผ่านไปนั้นถูกรบกวนน้อย แต่เมื่อมีระยะทางมากกว่า 10 เมตร สัญญาณที่ส่งผ่านมานั้นถูกรบกวนมากขึ้น จึงทำให้ค่า SNR ที่วัดได้มีค่าลดลงกำลังงานของสัญญาณยังคงอยู่ เมื่อระยะทางเปลี่ยนไปค่า SNR ก็จะค่อยๆลดลง แต่เมื่อนำผลของระดับสัญญาณที่วัดได้บริเวณทางเดินของชั้น 12 ไปเปรียบเทียบกับผลของระดับสัญญาณที่วัดได้ตามห้องต่างๆที่ชั้น 12 จากการสังเกตจะเห็นได้ว่า เมื่ออยู่ในห้อง ระดับของสัญญาณที่วัดได้นั้นมีค่าลดลงไปมาก ซึ่งดูได้จากสัญญาณที่วัดได้ ค่า Path Loss และ ค่า SNR ซึ่งสาเหตุมาจากการลดทอนของสัญญาณเนื่องจากระยะทางและกำแพงทำให้การแพร่กระจายของคลื่นมีประสิทธิภาพลดลง นอกจากนั้นแล้วส่วนหนึ่งก็มาจากคุณสมบัติของคลื่นเอง

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจะใช้งานระบบ WLAN ให้เกิดประสิทธิภาพนั้นสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือ ระยะทางที่ใช้งาน อัตราการลดทอนของสัญญาณและสัญญาณรบกวนอื่นๆ ซึ่งที่กล่าวมานั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นซึ่งจะต้องมีการวิจัยในรูปแบบอื่นกันต่อไป

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงงานและแนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงงานนี้คือ การเดินสายแลนเพื่อไปเชื่อมต่อกับแอ็กเซสพอยน์ เดินสายได้อย่างลำบากมาก เนื่องจากผนังแต่ละชั้นมีความหนามาก นอกจากนั้นแล้วในช่วงทดสอบการเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Internet) ยังไม่สามารถเชื่อมต่อได้เลย เนื่องจากแอ็กเซส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอยน์ไม่สามารถแจก IP Address ได้และสัญญาณที่วัดได้บริเวณท้ายอาคาร ของชั้น12 รับสัญญาณไม่ค่อยได้เพราะผนังมีความซับซ้อนมากทำให้สัญญาณไม่สามารถทะลุผ่านไปได้ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยติดตั้งแอ็กเซสพอยน์เพิ่มหรือการอัพเกรดเฟิร์มแวร์ (Firmware) ของแอ็กเซสพอยน์ ซึ่งก็จะต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ระบบ WLAN เป็นระบบการติดต่อสื่อสารในระยะสั้น เช่น การติดต่อระหว่างโน้ตบุ๊ค หรือการติดต่อกันระหว่างเครือข่ายใกล้เคียง ส่วนความถี่ที่ใช้งานเป็นย่านที่ให้เปิดใช้อย่างเสรี ซึ่งอาจจะถูกรบกวนได้ง่ายจากการใช้งานที่ช่องสัญญาณเดียวกันหรือระบบ WLAN อื่นๆข้างเคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] A. Meemongkon & A. KuntiKul. " Design and Install Wireless LAN ", IDC Info Distributor Center, December 2004.

[2] Rappaport, T.S. Wireless Communication : Principle and Practice (2nd Ed). Prentice Hall , NJ.2002.

[3] IEEE 802.11b High Rate Wireless Local Area Network, K. Sarinnapakorn, March 2001, http://alpha.fdu.edu/~kanoksri/IEEE80211b.html

[4] J. Takada, S. Promwong and W. Hachitani, " Extention of Friis Transmission Formula for UWB System", IEICE Tech.Rep.,May 2003

[5] เอกสารอ้างอิงจากอินเทอร์เน็ต www.thaiwirelesslan.com

[6] เอกสารอ้างอิงจากอินเทอร์เน็ต www.wireless.com

[7] เอกสารอ้างอิงจากอินเทอร์เน็ต www.ieee.org

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

คุณสมบัติของ Access Point ที่ใช้ในการติดตั้ง

Features

- IEEE 802.11g supports data rates up to 54Mbps
- Backwards compatible with existing IEEE 802.11b devices
- Easy wireless configuration with SecureEasySetup push button
- Supports WPA Security, Linksys Wireless Guard, and 64/128- bit WEP Encryption
- Built in Web UI Configuration for easy configuration from any Web-browser
- Firmware upgradable through Web-browser
- Supports Wireless Bridging,Wireless Repeater, MAC Address Filtering, and Event Logging
- SecureEasySetup push button makes it easy to configure your wireless devices
- Free Technical Support-24Hours a Day, 7 Days a Week, Toll-Free US Calls
- Three-Year Limited Warranty

Specifications

Model Number	WAP54G
Standards	IEEE 802.11g, IEEE 802.11b, IEEE 802.3, IEEE 802.3u
Ports/Buttons	One 10/100 Auto-Cross Over (MDI/MDI-X) port, power port, reset and SES button
Cabling Type	RJ-45
LEDs	Power, Activity, Link
Transmit Power	802.11g: Typ. 13.5 +/- 2dBm @ Normal Temp Range 802.11b: Typ: 16.5 +/- 2dBm @ Normal Temp Range
Security features	WPA, Linksys Wireless Guard, WEP Encryption, MAC Filtering,
SSID	Broadcast enable/disable
WEP	key bits 64/128-bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Environmental

Dimensions	7.32" x 1.89" x 6.65"
W x H x D	(186 mm x 48 mm x 169 mm)
Weight	1.01 lbs. (0.46 kg)
Power	External, 12V DC
Certifications	FCC
Operating Temp.	32°F to 150F (0°C to 40°C)
Storage Temp.	-40°F to 185°F (0°C to 70°C)
Operating Humidity	10 ~85% Non-condensing
Storage Humidity	5 ~90% Non-condensing
Warranty	3-Years

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้