

การลดการแทรกสอดจากสถานีฐานข้างเคียง ที่มีผลต่อสถานีฐานแบบรอบทิศทาง  
ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบแอนะล็อก โดยการใช้เทคนิคพีริแควนซีฮอปปีง



นาย ประเสริฐ มงคลรัตน์ชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-331-808-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REDUCTION OF INTERFERENCE FROM ADJACENT BASE STATIONS  
AFFECTING THE OMNIDIRECTIONAL BASE STATION IN THE ANALOG  
MOBILE TELEPHONE SYSTEM USING THE FREQUENCY HOPPING TECHNIQUE

Mr. Prasert Mongkonrattanachai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

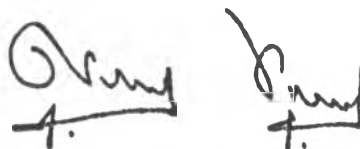
Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-331-808-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การลดการแทรกสอดจากสถานีฐานข้างเคียง ที่มีผลต่อสถานีฐานแบบรอบทิศทาง  
ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบแอนะล็อก โดยการใช้เทคนิคฟรีควอนซ์ฮอปปีง  
โดย นายประเสริฐ มงคลรัตน์ชัย  
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาতিต เบญจพลกุล

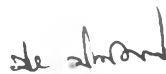
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ  
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

( ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภาวัฒน์ ชุตินวงศ์ )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

( ศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ )



อาจารย์ที่ปรึกษา

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาติต เบญจพลกุล )



กรรมการ

( อาจารย์ วชิร วีรคเชนทร์ )



กรรมการ

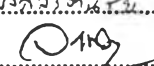
( คุณกรรียงศักดิ์ วาณิชยน์นที )

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ประเสริฐ มงคลรัตนชัย : การลดการแทรกสอดจากสถานีฐานข้างเคียง ที่มีผลต่อสถานีฐานแบบรอบทิศทางในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบแอนะล็อก โดยการใช้เทคนิคฟริควนซีฮอปปีง (REDUCTION OF INTERFERENCE FROM ADJACENT BASE STATIONS AFFECTING THE OMNIDIRECTIONAL BASE STATION IN THE ANALOG MOBILE TELEPHONE SYSTEM USING THE FREQUENCY HOPPING TECHNIQUE) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. วาติต เบนจพลกุล , 118 หน้า. ISBN 974-331-808-9.

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสนอวิธีกำหนดความถี่ของช่องสัญญาณของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนะล็อกแบบเซลลูลาร์ โดยการใช้เทคนิคฟริควนซีฮอปปีง เพื่อลดผลของการแทรกสอดจากสถานีฐานข้างเคียง เพื่อให้ได้คุณภาพของสัญญาณที่ดีขึ้น ซึ่งเราสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนะล็อกแบบเซลลูลาร์ที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน โดยการปรับปรุงซอฟต์แวร์ที่ควบคุมการทำงานของเซลล์และซุ่มสาย ในงานวิจัยนี้จะใช้แบบจำลองที่อ้างอิงกับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนะล็อกแบบเซลลูลาร์ความถี่ 800 MHz การใช้เทคนิคฟริควนซีฮอปปีง ในการกำหนดความถี่ของช่องสัญญาณ จะทำให้มีการเปลี่ยนความถี่ของช่องสัญญาณไปทุกๆช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งจะทำให้มีการกระจายผลของการแทรกสอดไปยังทุกความถี่ เป็นการช่วยให้ผลของการแทรกสอดจากสถานีฐานข้างเคียงน้อยลง การนำเสนอผลการจำลองแบบ จะเปรียบเทียบผลที่ได้จากวิธีการกำหนดความถี่แบบตายตัว ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน กับวิธีกำหนดความถี่ของช่องสัญญาณโดยการใช้เทคนิคฟริควนซีฮอปปีง ซึ่งเป็นวิธีที่เสนอ และจากผลที่ได้ในกรณีที่สถานีฐานมีจำนวนช่องสัญญาณไม่มาก หรือสถานีฐานมีทราฟฟิกขอบริการมาก หรือมีอัตราส่วนของ ทราฟฟิกขอบริการของเซลล์รอบนอกต่อเซลล์ตรงกลางที่มาก จะทำให้วิธีที่ใช้เทคนิคฟริควนซีฮอปปีงให้ผลที่ดีกว่าวิธีที่ไม่ได้ใช้เทคนิคนี้มาก ส่วนปริมาณพื้นที่เกยกันของแต่ละสถานีฐานจะไม่มีผลต่อการใช้เทคนิคฟริควนซีฮอปปีง และจากผลที่ได้ การใช้เทคนิคฟริควนซีฮอปปีงจะช่วยทำให้มีค่าจำนวนเปอร์เซ็นต์ที่อัตราส่วนกำลังของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณแทรกสอด ที่มากกว่า 18 dB ซึ่งเป็นระดับค่ามาตรฐานของคุณภาพสัญญาณระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนะล็อก เพิ่มขึ้นประมาณ 5-25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้มีคุณภาพของสัญญาณที่ดีขึ้นนั่นเอง

ภาควิชา ..... วิศวกรรมไฟฟ้า .....  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมไฟฟ้า .....  
ปีการศึกษา ..... 2541 .....

ลายมือชื่อนิสิต ..... ประเสริฐ มงคลรัตนชัย .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## C815606 : MAJOR ENGINEERING

KEY WORD: FREQUENCY HOPPING / INTERFERENCE / ANALOG CELLULAR / OMNIDIRECTIONAL PRASERT MONGKONRATTANACHAI : REDUCTION OF INTERFERENCE FROM ADJACENT BASE STATIONS AFFECTING THE OMNIDIRECTIONAL BASE STATION IN THE ANALOG MOBILE TELEPHONE SYSTEM USING THE FREQUENCY HOPPING TECHNIQUE. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. WATIT BENJAPOLAKUL, Ph.D. 118 pp. ISBN 974-331-808-9.

The objective of this research is to propose a Frequency Channel Allocation Method of analog cellular mobile telephone system by using Frequency Hopping Technique in order to decrease the effect of interference signal from adjacent base stations. This technique can be applied to the present analog cellular mobile telephone system by adding operation control software at base station and at the Mobile Telephone Switching office (MTSO). The proposed method can be used to improve the quality of the signal as well. The simulation study is based on a model of 800-MHz analog cellular mobile telephone system. Using Frequency Hopping Technique in frequency channel allocation, channel frequency will change at an interval time. The effect of interference will be distributed to all frequency channels. The current technique, Fixed frequency method, and this proposed technique, Frequency Hopping Method, were compared by considering the effect of interference signals. In case, there are not many channels equipped in a cell or there are a high level of offered traffic in the cell or the ratio of offered traffic in adjacent cell to that in the central cell is high, the results of Frequency Hopping technique method are better than those of Fixed frequency technique method. Cell area overlap does not affect the use of Frequency Hopping technique. The results show that the proposed method gives more percentage of Carrier to Interference (C/I) ratio which is over 18 dB (standard level of good quality of signal of analog cellular mobile telephone system) with an increase of 5-25 percent, compare to that of the fixed frequency method.

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า  
สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า  
ปีการศึกษา..... ๒๕๔๑

ลายมือชื่อนิสิต..... ประเสริฐ มงกอนรัตนชัย  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... วาทีต  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## กิตติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาหิต เบญจพลกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆของการวิจัยมาด้วยดีตลอด ขอขอบคุณ คุณศิริลักษณ์ เกตุคุ้ม ที่ให้กำลังใจในการทำงานมาตลอด ขอขอบคุณ คุณฤทธิร์ จันทรวงศ์ คุณจิมมี่ อุดมชาญ และการสื่อสารแห่งประเทศไทย และท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่ช่วยให้คำแนะนำและกำลังใจเสมอมา

สุดท้าย ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งได้ให้การสนับสนุนและส่งเสริม แก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

นาย ประเสริฐ มงคลรัตน์ชัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ .....	3
1.3 เป้าหมายและขอบเขตวิทยานิพนธ์ .....	3
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน .....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	4
บทที่ 2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่และแนวคิดในการใช้เทคนิคฟรีควอนซีฮอปปีง	
2.1 ส่วนประกอบของโครงข่ายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ .....	5
2.2 แถบความถี่ในการใช้งาน .....	6
2.3 หลักการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ .....	7
2.4 แนวคิดในการนำความถี่ที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ (Frequency Reuse) .....	7
2.5 สัญญาณแทรกสอด .....	11
2.6 การกำหนดความถี่ของช่องสัญญาณ .....	12
บทที่ 3 แบบจำลองและวิธีการจำลองแบบ	
3.1 วิธีการจำลองแบบ .....	15
3.2 การนำเสนอผลการจำลองแบบ .....	17
3.3 ข้อกำหนด .....	18
3.4 แบบจำลองเมื่อมีการร้องขอใช้ช่องสัญญาณ .....	21
3.5 แบบจำลองในการกำหนดความถี่ของช่องสัญญาณ .....	23
3.6 แบบจำลองในการเปลี่ยนความถี่ของช่องสัญญาณ .....	26

3.7	แบบจำลองในการตรวจวัดสัญญาณแทรกสอด .....	29
3.8	แบบจำลองการดริอปของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ .....	31
3.9	การเปรียบเทียบผลการจำลองแบบ .....	33
บทที่ 4	ผลการจำลองแบบและการวิเคราะห์ผลการจำลองแบบ	
4.1	คำอธิบาย .....	38
4.2	ผลการจำลองแบบเมื่อเปลี่ยนปริมาณทราฟฟิกขอบริการ .....	40
4.3	วิเคราะห์ผลการจำลองแบบเมื่อเปลี่ยนปริมาณทราฟฟิกขอบริการ .....	49
4.4	ผลการจำลองแบบเมื่อเปลี่ยนจำนวนช่องสัญญาณ .....	52
4.5	วิเคราะห์ผลการจำลองแบบเมื่อเปลี่ยนจำนวนช่องสัญญาณ .....	61
4.6	ผลการจำลองแบบเมื่อเปลี่ยนปริมาณพื้นที่เกยกันของเซลล์ .....	63
4.7	วิเคราะห์ผลการจำลองแบบเมื่อเปลี่ยนปริมาณพื้นที่เกยกันของเซลล์ .....	84
4.8	ผลการจำลองแบบเมื่อเปลี่ยนอัตราส่วนปริมาณทราฟฟิกขอบริการ .....	87
4.9	วิเคราะห์ผลการจำลองแบบเมื่อเปลี่ยนอัตราส่วนปริมาณทราฟฟิกขอบริการ .....	108
4.10	ผลการจำลองแบบอัตราการดริอปเมื่อเปลี่ยนปริมาณทราฟฟิกขอบริการ .....	111
4.11	วิเคราะห์ผลการจำลองแบบอัตราการดริอปเมื่อเปลี่ยนปริมาณทราฟฟิกขอบริการ .....	114
บทที่ 5	สรุปผล .....	115
	รายการอ้างอิง .....	117
	ประวัติผู้เขียน .....	118



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การแบ่งช่องสัญญาณ ในกรณีแบบ 4 เซลล์ .....	9
ตารางที่ 3.1 ช่องความถี่ในแต่ละกลุ่มความถี่ที่ใช้งาน .....	20
ตารางที่ 3.2 ผลการเปรียบเทียบในกรณีที่เซลล์มีจำนวนช่องสัญญาณ 20 ช่องสัญญาณ .....	33
ตารางที่ 3.3 ผลการเปรียบเทียบในกรณีที่เซลล์มีจำนวนช่องสัญญาณ 40 ช่องสัญญาณ .....	34
ตารางที่ 3.4 การเปรียบเทียบผลของรูปแบบการเปลี่ยนความถี่ ที่ได้ในเซลล์ที่ 1 .....	35
ตารางที่ 3.5 การเปรียบเทียบผลของรูปแบบการเปลี่ยนความถี่ ที่ได้ในเซลล์ที่ 2-19 .....	35
ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยและผลต่างสัญญาณแทรกสอดของเซลล์ที่ 1 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนทราฟฟิกขอบริการไปตั้งแต่ 10-60 เออร์แลง .....	40
ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยและผลต่างของ %C/I >18 dB ของเซลล์ที่ 1 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนทราฟฟิกขอบริการไปตั้งแต่ 10-60 เออร์แลง .....	42
ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยและผลต่างสัญญาณแทรกสอดของเซลล์ที่ 1 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 40 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนทราฟฟิกขอบริการไปตั้งแต่ 10-75 เออร์แลง .....	43
ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและผลต่างของ %C/I >18 dB ของเซลล์ที่ 1 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 40 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนทราฟฟิกขอบริการไปตั้งแต่ 10-75 เออร์แลง .....	44
ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยและผลต่างสัญญาณแทรกสอดของเซลล์ที่ 2-19 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อน กัน 25 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนทราฟฟิกขอบริการไปตั้งแต่ 10-60 เออร์แลง .....	45
ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยและผลต่างของ %C/I >18 dB ของเซลล์ที่ 2-19 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อน กัน 25 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนทราฟฟิกขอบริการไปตั้งแต่ 10-60 เออร์แลง .....	46











ตารางที่ 4.55	ค่าเฉลี่ยและผลต่างสัญญาณแทรกสอดของเซลล์ที่ 2-19 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเซลล์ที่ 1 เป็น 25 เออร์แลง รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนอัตราส่วนทราฟฟิกขอบริการตั้งแต่ 0.5-1.5 เท่า .....	106
ตารางที่ 4.56	ค่าเฉลี่ยและผลต่างของ %C/I > 18 dB ของเซลล์ที่ 2-19 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเซลล์ที่ 1 เป็น 25 เออร์แลง รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนอัตราส่วนทราฟฟิกขอบริการตั้งแต่ 0.5-1.5 เท่า .....	107
ตารางที่ 4.57	อัตราการดริอปในเซลล์ที่ 1 ด้วยเงื่อนไข C/I < 14 dB นานต่อเนื่อง 5 วินาที กรณีที่เซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนทราฟฟิกที่ขอบริการ .....	111
ตารางที่ 4.58	อัตราการดริอปในเซลล์ที่ 2-19 ด้วยเงื่อนไข C/I < 14 dB นานต่อเนื่อง 5 วินาที กรณีที่เซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนทราฟฟิกที่ขอบริการ .....	113

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 โค้งถ่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ .....	5
รูปที่ 2.2 การแบ่งช่องสัญญาณจากแถบความถี่ .....	6
รูปที่ 2.3 รูปแบบการจัดกลุ่มความถี่ที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ .....	8
รูปที่ 2.4 ลักษณะเซลล์แบบรอบทิศทางและแบบมีทิศทาง .....	11
รูปที่ 2.5 การเกิดสัญญาณแทรกสอดจากเซลล์รอบข้าง .....	12
รูปที่ 2.6 การกำหนดความถี่ช่องสัญญาณแบบตายตัว .....	13
รูปที่ 2.7 การกำหนดความถี่แบบเปลี่ยนแปลงได้ .....	14
รูปที่ 3.1 การจัดวางเซลล์ที่ใช้ในแบบจำลอง .....	15
รูปที่ 3.2 การกำหนดกลุ่มความถี่ของแต่ละเซลล์ .....	21
รูปที่ 3.3 แบบจำลองเมื่อมีการร้องขอใช้ช่องสัญญาณ .....	22
รูปที่ 3.4 แบบจำลองการกำหนดความถี่ของช่องสัญญาณแบบตายตัว .....	24
รูปที่ 3.5 แบบจำลองการกำหนดความถี่ของช่องสัญญาณแบบเปลี่ยนแปลงได้ .....	25
รูปที่ 3.6 แบบจำลองการเปลี่ยนความถี่ของช่องสัญญาณแบบเรียงลำดับ .....	27
รูปที่ 3.7 แบบจำลองการเปลี่ยนความถี่ของช่องสัญญาณแบบสุ่ม .....	28
รูปที่ 3.8 แบบจำลองการตรวจวัดสัญญาณแทรกสอด .....	30
รูปที่ 3.9 แบบจำลองการดริอป .....	32
รูปที่ 3.10 ผลการเปรียบเทียบในกรณีที่เซลล์มีจำนวนช่องสัญญาณ 20 ช่องสัญญาณ .....	33
รูปที่ 3.11 ผลการเปรียบเทียบในกรณีที่เซลล์มีจำนวนช่องสัญญาณ 40 ช่องสัญญาณ .....	34
รูปที่ 3.12 การเปรียบเทียบผลของรูปแบบการเปลี่ยนความถี่ ที่ได้จากเซลล์ที่ 1 .....	36
รูปที่ 3.13 การเปรียบเทียบผลของรูปแบบการเปลี่ยนความถี่ ที่ได้จากเซลล์ที่ 2-19 .....	36
รูปที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยและผลต่างสัญญาณแทรกสอดของเซลล์ที่ 1 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนทราฟฟิกขอบริการไปตั้งแต่ 10-60 เออร์แลง .....	41
รูปที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยและผลต่างของ %C/I >18 dB ของเซลล์ที่ 1 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนทราฟฟิกขอบริการไปตั้งแต่ 10-60 เออร์แลง .....	42













รูปที่ 4.51	ค่าเฉลี่ยและผลต่างสัญญาณแทรกสอดของเซลล์ที่ 2-19 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเซลล์ที่ 1 เป็น 10 เออร์แลง รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนอัตราส่วนทราฟฟิกขอบริการตั้งแต่ 0.5-1.5 เท่า .....	102
รูปที่ 4.52	ค่าเฉลี่ยและผลต่างของ %C/I > 18 dB ของเซลล์ที่ 2-19 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเซลล์ที่ 1 เป็น 10 เออร์แลง รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนอัตราส่วนทราฟฟิกขอบริการตั้งแต่ 0.5-1.5 เท่า .....	103
รูปที่ 4.53	ค่าเฉลี่ยและผลต่างสัญญาณแทรกสอดของเซลล์ที่ 2-19 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเซลล์ที่ 1 เป็น 15 เออร์แลง รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนอัตราส่วนทราฟฟิกขอบริการตั้งแต่ 0.5-1.5 เท่า .....	104
รูปที่ 4.54	ค่าเฉลี่ยและผลต่างของ %C/I > 18 dB ของเซลล์ที่ 2-19 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเซลล์ที่ 1 เป็น 15 เออร์แลง รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนอัตราส่วนทราฟฟิกขอบริการตั้งแต่ 0.5-1.5 เท่า .....	105
รูปที่ 4.55	ค่าเฉลี่ยและผลต่างสัญญาณแทรกสอดของเซลล์ที่ 2-19 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเซลล์ที่ 1 เป็น 25 เออร์แลง รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนอัตราส่วนทราฟฟิกขอบริการตั้งแต่ 0.5-1.5 เท่า .....	106
รูปที่ 4.56	ค่าเฉลี่ยและผลต่างของ %C/I > 18 dB ของเซลล์ที่ 2-19 กรณีที่แต่ละเซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเซลล์ที่ 1 เป็น 25 เออร์แลง รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนอัตราส่วนทราฟฟิกขอบริการตั้งแต่ 0.5-1.5 เท่า .....	107
รูปที่ 4.57	อัตราการดริอปในเซลล์ที่ 1 ด้วยเงื่อนไข C/I < 14 dB นานต่อเนื่อง 5 วินาที กรณีที่เซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนทราฟฟิกที่ขอบริการ .....	112
รูปที่ 4.58	อัตราการดริอปในเซลล์ที่ 2-19 ด้วยเงื่อนไข C/I < 14 dB นานต่อเนื่อง 5 วินาที กรณีที่เซลล์มี 20 ช่องสัญญาณ ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ รัศมีแต่ละเซลล์ซ้อนกัน 25 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปลี่ยนทราฟฟิกที่ขอบริการ .....	113