

การควบคุมกำลังแบบใช้เงื่อนไขบังคับอันดับสองหลายบิตและการทำนายอัตราขยายขยายเชื่อมโยง  
ด้วยวิธีสมการกำลังสองในระบบสื่อสารเคลื่อนที่เซลลูลาร์แบบซีดีเอ็มเอ



นาย เจษฎา โลหะวิวัฒน์กุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-0777-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I205 45034

1 2 พ.ย. 2546

MULTI-BIT CONSTRAINED SECOND-ORDER POWER CONTROL AND QUADRATIC EQUATION LINK  
GAIN PREDICTION  
IN CDMA CELLULAR MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS

Mr. Jesda Lohavivattanakul

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

Department of Electrical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-03-0777-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การควบคุมกำลังแบบใช้เงื่อนไขบังคับอันดับสองหลายบิตและการ  
ทำนายอัตราขยายขยายเชื่อมโยงด้วยวิธีสมการกำลังสองในระบบสื่อสาร  
เคลื่อนที่เซลลูลาร์แบบซีดีเอ็มเอ

โดย

นาย เจษฎา โลหะวิวัฒน์กุล


สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้า

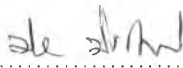
อาจารย์ที่ปรึกษา

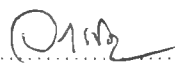
รองศาสตราจารย์ ดร. วาทิต เบญจพลกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ ประพัฒน์มงคล)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร. วาทิต เบญจพลกุล)

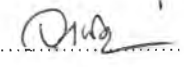
  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล)

เจษฎา โฉนะวิวัฒน์กุล : การควบคุมกำลังแบบใช้เงื่อนไขบังคับอันดับสองหลายบิตและการทำนายอัตราขยายขยายเชื่อมโยงด้วยวิธีสมการกำลังสองในระบบสื่อสารเคลื่อนที่เซลลูลาร์แบบซีดีเอ็มเอ (MULTI-BIT CONSTRAINED SECOND-ORDER POWER CONTROL AND QUADRATIC EQUATION LINK GAIN PREDICTION IN CDMA CELLULAR MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. วาทีต เบญจพลกุล, 112 หน้า. ISBN 974-03-0777-9.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอวิธีการควบคุมกำลังด้านขาขึ้น (Uplink) ในระบบสื่อสารเคลื่อนที่เซลลูลาร์แบบซีดีเอ็มเอ โดยนำวิธีการควบคุมกำลังแบบ Constrained Second-Order Power Control (CSOPC) ซึ่งเป็นวิธีการควบคุมกำลังเพื่อให้กำลังของสถานีเคลื่อนที่เข้าสู่ค่ากำลังที่ต้องการ (Desired Power) มาทำงานร่วมกับการทำนายค่าอัตราขยายขยายเชื่อมโยง (Link Gain) ด้วยวิธี Quadratic Equation Link Gain Prediction (วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1) และวิธี Recursive Least Square (วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2) ซึ่งการคำนวณจะกระทำที่สถานีฐานจากนั้นจึงส่งคำสั่งควบคุมกำลัง (Power Control Command, cmd) ที่ถูกสร้างด้วยบิตควบคุมกำลังจำนวนมากกว่า 1 บิต กลับมายังสถานีเคลื่อนที่ โดยจะเปรียบเทียบสมรรถนะวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอทั้ง 2 วิธีกับวิธี CSOPC ที่ไม่มีการทำนายอัตราขยายขยายเชื่อมโยงและวิธี SIR-based Pulse-Code-Modulation (PCM) Power Control ซึ่งเป็นวิธีควบคุมกำลังที่ใช้บิตควบคุมกำลังมากกว่า 1 บิต เช่นเดียวกับวิธีที่เสนอ

จากผลการจำลองแบบพบว่าวิธีควบคุมกำลังที่เสนอทำให้เกิดความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหาย (Outage Probability) ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับของวิธีควบคุมกำลังแบบ PCMPC และ CSOPC ที่ค่าทุกค่าของ Desired SIR (-12, -11.5, ..., -8 dB), ที่ค่าทุกค่าของจำนวนสถานีเคลื่อนที่ (8 ถึง 13 สถานี) ที่ใช้ในการจำลองแบบ และที่จำนวนทุกจำนวนของบิตควบคุมกำลัง (2 ถึง 8 บิต) แต่ทำให้เกิดความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายสูงกว่าของวิธี PCMPC กรณีที่จำนวนบิตควบคุมกำลังเท่ากับ 1 บิต ส่วนวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 ทำให้เกิดความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับของวิธีควบคุมกำลังแบบ PCMPC, CSOPC และวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 ที่ค่าทุกค่าของ Desired SIR (-12, -11.5, ..., -8 dB), ที่ค่าทุกค่าของจำนวนสถานีเคลื่อนที่ (8 ถึง 13 สถานี) ที่ใช้ในการจำลองแบบ และจำนวนบิตควบคุมกำลัง (2 ถึง 8 บิต) แต่ทำให้เกิดความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหาย ( $1.66 \times 10^{-1}$  และ  $1.60 \times 10^{-1}$  กรณีวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) สูงกว่าของวิธี PCMPC กรณีที่จำนวนบิตควบคุมกำลังเท่ากับ 1 บิต ( $3.06 \times 10^{-1}$ ) วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 และ 2 สามารถลดความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเมื่อเทียบกับวิธี PCMPC ลงได้ 63.85 และ 82.21 % ตามลำดับ โดยความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายที่ลดลงของวิธีที่เสนอทั้งสองวิธีนั้นต้องแลกเปลี่ยน (tradeoff) กับเวลาที่ใช้ในการคำนวณที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในการนำวิธีที่เสนอไปใช้ในทางปฏิบัติมีความเป็นไปได้ด้วยการใช้ Processor รุ่นใหม่ๆ ซึ่งมีความเร็วในการประมวลผลสูง รวมทั้งการคำนวณแบบขนาน ซึ่งทำให้สามารถคำนวณได้เร็วขึ้น

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า  
 สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า  
 ปีการศึกษา 2544

ลายมือชื่อนิสิต ..... เจษฎา โฉนะวิวัฒน์กุล .....  
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  .....

# # 4270259021 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

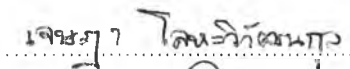
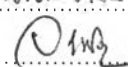
KEYWORD: Power Control, Link Gain Estimation, CDMA

JESDA LOHAVIVATTANAKUL : MULTI-BIT CONSTRAINED SECOND-ORDER POWER CONTROL AND QUADRATIC EQUATION LINK GAIN PREDICTION IN CDMA CELLULAR MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. DR. WATIT BENJAPOLAKUL, 112 pp.  
ISBN 974-03-0777-9.

This thesis proposes two uplink power control schemes in DS-SS-CDMA cellular mobile radio systems. The proposed power control schemes are the modified versions of Constrained Second-Order Power Control (CSOPC), which is a scheme to control the mobile station power to converge to the desired power, combining with link gain prediction using Quadratic Equation (Proposed Scheme 1) and Recursive Least Square (RLS) criterion (Proposed Scheme 2). The calculation for power control is done at the base station and then the power control command (cmd) (multi-bit power control) is sent to the mobile station. The performance of the proposed schemes is compared to those of CSOPC with no link gain prediction and SIR-based Pulse-Code-Modulation (PCM) Power Control which is a multi-bit power control scheme, the same as the proposed schemes.

The simulation results show that the proposed schemes give lower outage probability than PCMPC and CSOPC in all cases of the desired SIR (-12, -11.5, ..., -8 dB) , all cases of the number of mobile stations (8 to 13 stations) and all cases of the number of desired power control bits (2 to 8 bits). However, the proposed schemes give higher outage probability than PCMPC when the number of power control bits is 1. The proposed scheme 2 gives the lowest outage probability in all cases of the desired SIR (-12, -11.5, ..., -8 dB) , all cases of the number of mobile stations (8 to 13 stations) and all cases of the desired power control bits (2 to 8 bits) when compared to PCMPC, CSOPC and the Proposed Scheme 1, but gives higher outage probability ( $1.60 \times 10^{-1}$ ) than PCMPC ( $3.06 \times 10^{-2}$ ) when the number of power control bits is 1. The Proposed Schemes 1 and 2 reduce outage probability compared to PCMPC for 63.85 and 82.21 % respectively. Large reduction in outage probability obtained from the Proposed Schemes 1 and 2 are tradeoff with an increase in their calculation time. Application of the Proposed Schemes 1 and 2 in practical system are possible by using new high-speed processor and parallel processing architecture.

Department of Electrical Engineering  
Field of Study Electrical Engineering  
Academic year 2001

Student's Signature .....   
Advisor's Signature ..... 

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รศ. ดร. วาทีต เบนญจพลกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ ตลอดจนข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดเวลาในการทำงานวิจัยด้วยดีมาตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นอกจากนี้ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ห้องปฏิบัติการโทรคมนาคม ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ และกำลังใจตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย รวมถึงห้องปฏิบัติการโทรคมนาคม ซึ่งเป็นสถานที่ทำงานวิจัยตลอดจนอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยที่ให้ทุนการศึกษาต่อระดับปริญญาโทในประเทศสำหรับบุคคลภายนอก และขอขอบคุณทบวงมหาวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนและส่งเสริมวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท – เอก ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดจนสำเร็จการศึกษา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	บ
บัญชีคำศัพท์.....	ล
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 การเข้าถึงหลายทาง (Multiple Access).....	1
1.2 ความเป็นมาของระบบ CDMA.....	2
1.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบ CDMA.....	3
1.4 วิธีจัดลำดับเข้าถึงโดยตรง (Direct Sequence Spread Spectrum).....	5
1.5 วิธีการควบคุมกำลัง.....	7
1.6 วิธีการควบคุมกำลังแบบวงปิดที่มีผู้เสนอ.....	8
1.7 แนวคิดที่นำเสนอ.....	9
1.8 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์.....	10
1.9 ขอบเขตของงานวิจัย.....	10
1.10 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	11
1.11 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ.....	11
1.12 ภาพรวมของวิทยานิพนธ์.....	11
2 แนวคิด ผลงานที่ผ่านมาและวิธีการที่เสนอ.....	13
2.1 กล่าวนำ.....	13
2.2 วิธีการควบคุมกำลังที่มีผู้เสนอ.....	22
2.3 การทำนายอัตราขยายซ้ำเชื่อมโยง (Link Gain) โดยวิธีสมการกำลังสอง ภาพรวมของวิทยานิพนธ์.....	33

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า	
2.4	Multi-Bit Constrained Second-Order Power Control and Quadratic Equation Link Gain Prediction (วิธีที่เสนอ).....	34
3	แบบจำลอง.....	41
3.1	ข้อกำหนดของการจำลองระบบ.....	41
3.2	วิธีจำลองแบบของการควบคุมกำลัง.....	42
3.3	การนำเสนอผลการจำลองแบบ.....	43
3.4	การทดสอบความถูกต้องของการจำลองแบบ.....	43
3.5	การทดสอบความถูกต้องของความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับ Desired Level และจำนวนสถานีเคลื่อนที่.....	44
4	ผลการจำลองแบบและการวิเคราะห์ผลการจำลองแบบ.....	49
4.1	ผลการจำลองแบบ.....	49
4.2	ผลของ Desired SIR ที่มีต่อความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหาย.....	50
4.3	ผลของจำนวนสถานีเคลื่อนที่ที่มีต่อความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหาย.....	58
4.4	ผลของจำนวนบิตควบคุมกำลังที่มีต่อความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหาย.....	62
4.5	ผลของขอบเขตบนของการควอนไทซ์ ( $Q_{max}$ ) ที่มีต่อความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายของวิธี CSOPC, วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 และ 2....	64
4.6	ผลของขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ ( $Q_{min}$ ) ที่มีต่อความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหาย.....	69
4.7	กำลังของสถานีเคลื่อนที่และค่า SIR ของสถานีเคลื่อนที่เทียบกับเวลาของวิธีการควบคุมกำลังแบบ PCMPC, CSOPC, วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 และ 2.....	73
4.8	ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (Probability Density Function, pdf) ของค่า SIR ที่ได้รับจากวิธี CSOPC, PCMPC และวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 และ 2.....	89



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.9 เวลาที่ใช้ในการจำลองแบบของวิธี CSOPC, PCMPC, วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 และ วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2.....	93
4.10 วิเคราะห์ความซับซ้อนของวิธีควบคุมกำลังที่เสนอเปรียบเทียบกับวิธี PCMPC และ CSOPC.....	96
4.11 การนำวิธีที่เสนอไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติ.....	98
5 สรุปผลการจำลองแบบและข้อเสนอแนะ.....	
5.1 สรุปผลการจำลองแบบ.....	99
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	102
รายการอ้างอิง.....	103
ภาคผนวก.....	105
บทความทางวิชาการที่ได้นำเสนอในที่ประชุมวิชาการระหว่างประเทศ CIC-2001 (CDMA INTERNATIONAL CONFERENCE) ครั้งที่ 6 ซึ่งจัดขึ้นที่ประเทศเกาหลีใต้ระหว่างวันที่ 30 ตุลาคม ถึง 2 พฤศจิกายน 2544.....	106
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	112

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า SIR ที่ได้จากการคำนวณ ข้อมูลดิบและจากการประมาณด้วย Gaussian pdf โดยกำหนดให้ค่า Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิต ควบคุมกำลัง = 5 บิต..... 91
ตารางที่ 4.2	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายที่ลดลงของวิธีที่เสนอเมื่อเทียบกับ กับของวิธี PCMPC และ CSOPC เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิต ควบคุมกำลัง = 5 บิต และจำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี..... 97
ตารางที่ 4.3	เวลาในการจำลองแบบที่เพิ่มขึ้นของวิธีที่เสนอเมื่อเทียบกับของวิธี PCMPC และ CSOPC เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุม กำลัง = 5 บิต และจำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี..... 97

## สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1.1	การเข้าถึงหลายทางแบบ (ก) FDMA (ข) TDMA (ค) CDMA.....	1
รูปที่ 1.2	เทคนิคการมอดูเลตในระบบ CDMA .....	4
รูปที่ 1.3	(ก) วิธีจัดลำดับเข้าถึงโดยตรง (ข) วิธีกระโดดเปลี่ยนทางความถี่ (ค) วิธีการโดดเปลี่ยนทางเวลา.....	5
รูปที่ 1.4	แผนภาพแสดงเครื่องส่งแบบ DS-CDMA.....	6
รูปที่ 1.5	ตัวอย่างการสร้าง BPSK-Modulated Spread Spectrum Signal.....	6
รูปที่ 1.6	แผนภาพแสดงเครื่องรับแบบ DS-CDMA.....	7
รูปที่ 2.1	ปรากฏการณ์ใกล้-ไกล (Near-Far Effect).....	13
รูปที่ 2.2	การกำหนดตำแหน่งบิตที่ใช้ในการควบคุมกำลังในช่องสัญญาณ ทราฟฟิกไปหน้า.....	15
รูปที่ 2.3	แบบจำลองแบบ Random ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณเฟดดิ้ง แบบเรย์ลี.....	18
รูปที่ 2.4	แบบจำลองของระบบเซลลูลาร์ที่ประกอบด้วย 19 เซลล์.....	21
รูปที่ 2.5	วิธีการควบคุมกำลังโดยยึดหลักของ SIR แบบพัลส์โคดมอดูเลชัน.....	33
รูปที่ 2.6	การส่งกำลังผ่านอัตราขยายขยายเชื่อมโยงเมื่อไม่มีการทำนาย อัตราขยายขยายเชื่อมโยง (Link Gain Prediction).....	38
รูปที่ 2.7	การส่งกำลังผ่านอัตราขยายขยายเชื่อมโยงเมื่อมีการทำนาย อัตราขยายขยายเชื่อมโยง (Link Gain Prediction).....	39
รูปที่ 2.8	วิธีควบคุมกำลังแบบใช้เงื่อนไขบังคับอันดับสองหลายบิต และการทำนายอัตราขยายขยายเชื่อมโยงด้วยวิธีสมการกำลังสอง.....	39
รูปที่ 3.1	การแจกแจงตำแหน่งของสถานีฐานและสถานีเคลื่อนที่ในการจำลอง ระบบเซลลูลาร์จำนวน 19 เซลล์, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ เท่ากันในทุกเซลล์เท่ากับ $N_u$ .....	42
รูปที่ 3.2	กราฟแสดงความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายที่ได้จากการ จำลองแบบเทียบกับ Desired Level ที่จำนวนสถานีเคลื่อนที่ต่างๆ กัน.....	45

## สารบัญญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.3	กราฟแสดงความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายที่ได้จาก [6] เทียบกับ Desired Level ที่จำนวนสถานีเคลื่อนที่ต่างๆ กัน..... 46
รูปที่ 3.4	กราฟแสดงค่า SIR เทียบกับ เวลา (วินาที) ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 10 สถานีของวิธี PCMPC เมื่อ Desired SIR Level = -12 dB..... 46
รูปที่ 3.5	กราฟแสดงค่า SIR เทียบกับ เวลา (วินาที) ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 10 สถานีของวิธี PCMPC เมื่อ Desired SIR Level = -10 dB..... 47
รูปที่ 3.6	กราฟแสดงค่า SIR เทียบกับ เวลา (วินาที) ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 10 สถานีของวิธี PCMPC เมื่อ Desired SIR Level = -9 dB..... 47
รูปที่ 3.7	กราฟแสดงค่า SIR เทียบกับ เวลา (วินาที) ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 10 สถานีของวิธี PCMPC เมื่อ Desired SIR Level = -8 dB..... 48
รูปที่ 4.1	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับ Desired SIR เมื่อ จำนวนผู้ใช้ต่างๆ กันของวิธีควบคุมกำลังแบบ PCMPC โดยกำหนดให้ จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 8, 9, 10, 11, 12 และ 13 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, Step Size = 1 dB..... 53
รูปที่ 4.2	การทำควอนไทซ์คำสั่งควบคุมกำลัง สำหรับวิธีการควบคุมกำลังวิธีที่เสนอ วิธีที่ 1 เมื่อจำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, ขอบเขตบนของการควอนไทซ์ ( $Q_{max}$ ) = 2.2 และขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ ( $Q_{min}$ ) = 0.6..... 55
รูปที่ 4.3	การทำควอนไทซ์คำสั่งควบคุมกำลัง สำหรับวิธีการควบคุมกำลังแบบ CSOPC และ วิธีที่เสนอวิธีที่ 2 เมื่อจำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, ขอบเขตบนของการควอนไทซ์ ( $Q_{max}$ ) = 2.6 และ ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ ( $Q_{min}$ ) = 0.5..... 55
รูปที่ 4.4	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับ Desired SIR ของวิธี ควบคุมกำลังแบบ CSOPC โดยกำหนดให้จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 8, 9, 10, 11, 12 และ 13 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, $Q_{max}$ = 2.6, $Q_{min}$ = 0.5..... 56

## สารบัญญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.5 ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับ Desired SIR ของวิธีควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 โดยกำหนดให้จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 8, 9, 10, 11, 12 และ 13 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, $Q_{max} = 2.2$ , $Q_{min} = 0.6$ .....	57
รูปที่ 4.6 ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับ Desired SIR ของวิธีควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 โดยกำหนดให้จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 8, 9, 10, 11, 12 และ 13 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, $Q_{max} = 2.6$ , $Q_{min} = 0.5$ .....	57
รูปที่ 4.7 ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับค่า Desired SIR ของวิธีการควบคุมกำลังแบบ CSOPC ( $Q_{max} = 2.6$ , $Q_{min} = 0.5$ ), PCMPC (Step Size = 1 dB), วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 ( $Q_{max} = 2.2$ , $Q_{min} = 0.6$ ) และวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 ( $Q_{max} = 2.6$ , $Q_{min} = 0.5$ ) โดยกำหนดให้ จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี .....	58
รูปที่ 4.8 ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับจำนวนสถานีเคลื่อนที่ของวิธีการควบคุมกำลังแบบ CSOPC ( $Q_{max} = 2.6$ , $Q_{min} = 0.5$ ), PCMPC (Step Size = 1 dB) วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 ( $Q_{max} = 2.2$ , $Q_{min} = 0.6$ ) และวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 ( $Q_{max} = 2.6$ , $Q_{min} = 0.5$ ) โดยกำหนดให้ค่า Desired SIR = -12 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต .....	60
รูปที่ 4.9 ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับจำนวนสถานีเคลื่อนที่ของวิธีการควบคุมกำลังแบบ CSOPC ( $Q_{max} = 2.6$ , $Q_{min} = 0.5$ ), PCMPC (Step Size = 1 dB), วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 ( $Q_{max} = 2.2$ , $Q_{min} = 0.6$ ) และวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 ( $Q_{max} = 2.6$ , $Q_{min} = 0.5$ ) โดยกำหนดให้ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต .....	61

## สารบัญญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.10	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับจำนวนสถานีเคลื่อนที่ของวิธีการควบคุมกำลังแบบ CSOPC ( $Q_{max} = 2.6$ , $Q_{min} = 0.5$ ), PCMPC (Step Size = 1 dB), วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 ( $Q_{max} = 2.2$ , $Q_{min} = 0.6$ ) และวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 ( $Q_{max} = 2.6$ , $Q_{min} = 0.5$ ) โดยกำหนดให้ Desired SIR = -10 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต	61
รูปที่ 4.11	ค่า SIR ที่มากที่สุดของระบบเทียบกับจำนวนสถานีเคลื่อนที่.....	62
รูปที่ 4.12	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับจำนวนบิตควบคุมกำลังของวิธี CSOPC ( $Q_{max} = 2.6$ , $Q_{min} = 0.5$ ), PCMPC (Step Size = 1 dB), วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 ( $Q_{max} = 2.2$ , $Q_{min} = 0.6$ ) และวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 ( $Q_{max} = 2.6$ , $Q_{min} = 0.5$ ) โดยกำหนดให้ Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี.....	63
รูปที่ 4.13	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับขอบเขตบนของการควอนไทซ์ ( $Q_{max}$ ) โดยการใช้ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ ( $Q_{min}$ ) ต่างๆ กัน เท่ากับ 0.4, 0.9, 0.1, 0.5 และ $1/Q_{max}$ ของวิธี CSOPC โดยกำหนดให้ Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต.....	65
รูปที่ 4.14	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับขอบเขตบนของการควอนไทซ์ ( $Q_{max}$ ) โดยการใช้ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ ( $Q_{min}$ ) ต่างๆ กัน เท่ากับ 0.6, 0.1, 0.5 และ $1/Q_{max}$ ของวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 โดยกำหนดให้ Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต.....	66
รูปที่ 4.15	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับขอบเขตบนของการควอนไทซ์ ( $Q_{max}$ ) โดยการใช้ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ ( $Q_{min}$ ) ต่างๆ กัน เท่ากับ 0.6, 0.1, 0.5 และ $1/Q_{max}$ ของวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 โดยกำหนดให้ Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต (รูปขยายของรูปที่ 4.14).....	66

## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.16	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับขอบเขตบนของการควอนไตซ์ ( $Q_{max}$ ) เมื่อขอบเขตล่างของการควอนไตซ์ ( $Q_{min}$ ) = 0.6, 0.1, 0.5 และ $1/Q_{max}$ ของวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 โดยกำหนดให้ Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต (รูปขยายของรูปที่ 4.14).....	67
รูปที่ 4.17	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับขอบเขตบนของการควอนไตซ์ ( $Q_{max}$ ) โดยการใช้ขอบเขตล่างของการควอนไตซ์ ( $Q_{min}$ ) ต่างๆ กัน เท่ากับ 0.4, 0.1, 0.5 และ $1/Q_{max}$ ของวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 โดยกำหนดให้ Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต.....	67
รูปที่ 4.18	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับขอบเขตบนของการควอนไตซ์ ( $Q_{max}$ ) โดยการใช้ขอบเขตล่างของการควอนไตซ์ ( $Q_{min}$ ) ต่างๆ กัน เท่ากับ 0.4, 0.1, 0.5 และ $1/Q_{max}$ ของวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 โดยกำหนดให้ Desired SIR = -11dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต (รูปขยายของรูปที่ 4.17).....	68
รูปที่ 4.19	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับขอบเขตบนของการควอนไตซ์ ( $Q_{max}$ ) โดยการใช้ขอบเขตล่างของการควอนไตซ์ ( $Q_{min}$ ) ต่างๆ กัน เท่ากับ 0.4, 0.5 และ $1/Q_{max}$ ของวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 โดยกำหนดให้ Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต (รูปขยายของรูปที่ 4.17).....	68
รูปที่ 4.20	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับขอบเขตล่างของการควอนไตซ์ ( $Q_{min}$ ) เมื่อขอบเขตบนของการควอนไตซ์ ( $Q_{max}$ ) = 1.5, 2, 2.1, 10 และ $1/Q_{min}$ ของวิธี CSOPC โดยกำหนดให้ Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต.....	70

## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.21	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับขอบเขตล่างของการควอนไตซ์ ( $Q_{min}$ ) เมื่อขอบเขตบนของการควอนไตซ์ ( $Q_{max}$ ) = 1.5, 2, 10 และ $1/Q_{min}$ ของวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 โดยกำหนดให้ Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต.....	71
รูปที่ 4.22	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับขอบเขตล่างของการควอนไตซ์ ( $Q_{min}$ ) เมื่อขอบเขตบนของการควอนไตซ์ ( $Q_{max}$ ) = 1.5, 2, 10 และ $1/Q_{min}$ ของวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 โดยกำหนดให้ Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต (รูปขยายของรูปที่ 4.21).....	71
รูปที่ 4.23	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับขอบเขตล่างของการควอนไตซ์ ( $Q_{min}$ ) เมื่อขอบเขตบนของการควอนไตซ์ ( $Q_{max}$ ) = 1.5, 2, 2.6, 10 และ $1/Q_{min}$ ของวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 โดยกำหนดให้ Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต.....	72
รูปที่ 4.24	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับขอบเขตล่างของการควอนไตซ์ ( $Q_{min}$ ) เมื่อขอบเขตบนของการควอนไตซ์ ( $Q_{max}$ ) = 1.5, 2, 2.6, 10 และ $1/Q_{min}$ ของวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 โดยกำหนดให้ Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต (รูปขยายของรูปที่ 4.23).....	72
รูปที่ 4.25	กำลังของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลา 200 รอบแรกของการควบคุมด้วยวิธี PCMPC เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, Step Size = 1 dB.....	75
รูปที่ 4.26	SIR ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลา 200 รอบแรกของการควบคุมด้วยวิธี PCMPC เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, Step Size = 1 dB.....	75



## สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า	
รูปที่ 4.27	กำลังของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลาที่ 200-600 ของการควบคุมด้วยวิธี PCMPC เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, Step Size = 1 dB.....	76
รูปที่ 4.28	SIR ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลาที่ 200-600 ของการควบคุมด้วยวิธี PCMPC เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, Step Size = 1 dB.....	76
รูปที่ 4.29	กำลังของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลา 200 รอบแรกของการควบคุมด้วยวิธี CSOPC เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, ขอบเขตบนของการควอนไทซ์ ( $Q_{max}$ ) = 2.6, ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ ( $Q_{min}$ ) = 0.5.....	77
รูปที่ 4.30	SIR ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลา 200 รอบแรกของการควบคุมด้วยวิธี CSOPC เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, ขอบเขตบนของการควอนไทซ์ ( $Q_{max}$ ) = 2.6, ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ ( $Q_{min}$ ) = 0.5.....	78
รูปที่ 4.31	กำลังของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลาที่ 200-600 ของการควบคุมด้วยวิธี PCMPC เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, ขอบเขตบนของการควอนไทซ์ ( $Q_{max}$ ) = 2.6, ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ ( $Q_{min}$ ) = 0.5.....	78
รูปที่ 4.32	SIR ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลาที่ 200-600 ของการควบคุมด้วยวิธี PCMPC เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, ขอบเขตบนของการควอนไทซ์ ( $Q_{max}$ ) = 2.6, ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ ( $Q_{min}$ ) = 0.5.....	79
รูปที่ 4.33	กำลังของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลา 200 รอบแรกของการควบคุมด้วยวิธีควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, ขอบเขตบนของการควอนไทซ์ ( $Q_{max}$ ) = 2.2, ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ ( $Q_{min}$ ) = 0.6.....	80

## สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.34	81
<p>SIR ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลา 200 รอบแรกของการควบคุมด้วยวิธีควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, ขอบเขตบนของการควอนไทซ์ (<math>Q_{max}</math>) = 2.2, ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ (<math>Q_{min}</math>) = 0.6.....</p>	
รูปที่ 4.35	81
<p>กำลังของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลาที่ 200-600 ของการควบคุมด้วยวิธีควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, ขอบเขตบนของการควอนไทซ์ (<math>Q_{max}</math>) = 2.2, ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ (<math>Q_{min}</math>) = 0.6.....</p>	
รูปที่ 4.36	82
<p>SIR ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลาที่ 200-600 ของการควบคุมด้วยวิธีควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, ขอบเขตบนของการควอนไทซ์ (<math>Q_{max}</math>) = 2.2, ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ (<math>Q_{min}</math>) = 0.6.....</p>	
รูปที่ 4.37	83
<p>กำลังของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลา 200 รอบแรกของการควบคุมด้วยวิธีควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, ขอบเขตบนของการควอนไทซ์ (<math>Q_{max}</math>) = 2.6, ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ (<math>Q_{min}</math>) = 0.5.....</p>	
รูปที่ 4.38	84
<p>SIR ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลา 200 รอบแรกของการควบคุมด้วยวิธีควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, ขอบเขตบนของการควอนไทซ์ (<math>Q_{max}</math>) = 2.6, ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ (<math>Q_{min}</math>) = 0.5.....</p>	
รูปที่ 4.39	84
<p>กำลังของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลาที่ 200-600 ของการควบคุมด้วยวิธีควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, ขอบเขตบนของการควอนไทซ์ (<math>Q_{max}</math>) = 2.6, ขอบเขตล่างของการควอนไทซ์ (<math>Q_{min}</math>) = 0.5.....</p>	

## สารบัญญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.40	SIR ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลาที่ 200-600 ของการควบคุมด้วยวิธีควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต, ขอบเขตบนของการควอนไตซ์ ( $Q_{max}$ ) = 2.6, ขอบเขตล่างของการควอนไตซ์ ( $Q_{min}$ ) = 0.5..... 85
รูปที่ 4.41	กำลังของสถานีเคลื่อนที่สถานีหนึ่งในจำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลาที่ 200-250 ของการควบคุมด้วยวิธีควบคุมกำลังแบบสมบูรณ์ (Perfect PC), CSOPC ( $Q_{max}$ = 2.6, $Q_{min}$ = 0.5), PCMPC (Step Size = 1 dB) , วิธีที่เสนอวิธีที่ 1 ( $Q_{max}$ = 2.2, $Q_{min}$ = 0.6) และวิธีที่เสนอวิธีที่ 2 ( $Q_{max}$ = 2.6, $Q_{min}$ = 0.5) เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต..... 88
รูปที่ 4.42	SIR ของสถานีเคลื่อนที่สถานีหนึ่งในจำนวน 12 สถานีเทียบกับรอบเวลาที่ 200-250 ของการควบคุมด้วยวิธีควบคุมกำลังแบบสมบูรณ์ (Perfect PC), CSOPC ( $Q_{max}$ = 2.6, $Q_{min}$ = 0.5), PCMPC (Step Size = 1 dB) , วิธีที่เสนอวิธีที่ 1 ( $Q_{max}$ = 2.2, $Q_{min}$ = 0.6) และวิธีที่เสนอวิธีที่ 2 ( $Q_{max}$ = 2.6, $Q_{min}$ = 0.5) เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต..... 89
รูปที่ 4.43	ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของค่า SIR ที่ได้รับจากวิธี CSOPC ( $Q_{max}$ = 2.6, $Q_{min}$ = 0.5), PCMPC (Step Size = 1 dB) วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 ( $Q_{max}$ = 2.2, $Q_{min}$ = 0.6) และวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 ( $Q_{max}$ = 2.6, $Q_{min}$ = 0.5) โดยกำหนดให้ค่า Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต..... 92
รูปที่ 4.44	ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของค่า SIR ที่ได้รับจากวิธี CSOPC ( $Q_{max}$ = 2.6, $Q_{min}$ = 0.5), PCMPC (Step Size = 1 dB) วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 1 ( $Q_{max}$ = 2.2, $Q_{min}$ = 0.6) และวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอวิธีที่ 2 ( $Q_{max}$ = 2.6, $Q_{min}$ = 0.5) โดยกำหนดให้ค่า Desired SIR = -11 dB, จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต..... 92

## สารบัญญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.45	เวลาที่ใช้ในการจำลองแบบเทียบกับจำนวนสถานีเคลื่อนที่ของวิธีควบคุมกำลังแบบ CSOPC ( $Q_{max} = 2.6, Q_{min} = 0.5$ ), PCMPC (Step Size = 1 dB), วิธีที่เสนอวิธีที่ 1 ( $Q_{max} = 2.2, Q_{min} = 0.6$ ) และวิธีที่เสนอวิธีที่ 2 ( $Q_{max} = 2.6, Q_{min} = 0.5$ ) เมื่อ Desired SIR = -11 dB, จำนวนบิตควบคุมกำลัง = 5 บิต.....	94
รูปที่ 4.46	เวลาที่ใช้ในการจำลองแบบเทียบกับจำนวนบิตควบคุมกำลังของวิธีควบคุมกำลังแบบ CSOPC ( $Q_{max} = 2.6, Q_{min} = 0.5$ ), PCMPC (Step Size = 1 dB), วิธีที่เสนอวิธีที่ 1 ( $Q_{max} = 2.2, Q_{min} = 0.6$ ) และวิธีที่เสนอวิธีที่ 2 ( $Q_{max} = 2.6, Q_{min} = 0.5$ ) เมื่อ Desired SIR = -11 dB จำนวนสถานีเคลื่อนที่ = 12 สถานี.....	95

## บัญชีคำศัพท์

การเข้าถึงหลายทาง	Multiple Access
การเข้าถึงหลายทางแบบสเปกตรัมแผ่	Spread Spectrum Multiple Access ย่อว่า SSMA
การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งความถี่	Frequency Division Multiple Access ย่อว่า FDMA
การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งรหัส	Code Division Multiple Access ย่อว่า CDMA
การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งเวลา	Time Division Multiple Access ย่อว่า TDMA
การควบคุมกำลังด้านขาขึ้น	Uplink Power Control
การควบคุมกำลังด้านขาลง	Downlink Power Control
การควบคุมกำลังแบบรวมศูนย์	Centralized Power Control
การควอนไทซ์	Quantization
การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม	Uniform Distribution
การแทรกสอดระหว่างสัญลักษณ์	Intersymbol Interference
การแผ่ของการประวิงเวลา	Time Delay Spread
การสูญเสียเนื่องจากการแพร่กระจาย	Propagation Loss
การสูญเสียเนื่องจากถูกบัง	Shadowing Loss
กำลังที่ต้องการ	Desired Power
ความถี่กลาง	Central Frequency
ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหาย	Outage Probability
ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายระยะสั้น	Short-Term Outage Probability
ค่าอัตราส่วนกำลังของสัญญาณต่อกำลังของสัญญาณแทรกสอด	Signal-to-Interference Ratio
เครื่องปรับเท่า	Equalizer
ปรากฏการณ์ใกล้-ไกล	Near-Far Effect
ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น	Probability Density Function ย่อว่า pdf

เฟดดิ้ง	Fading
เฟดดิ้งแบบเรย์ลี	Rayleigh Fading
เฟดดิ้งระยะยาว	Long-Term Fading
เฟดดิ้งระยะสั้น	Short-Term Fading
รหัสแผ่	Spreading Code
สเปกตรัมแผ่โดยการกระโดดเปลี่ยนความถี่	Frequency Hopping Spread Spectrum
สเปกตรัมแผ่โดยการกระโดดเปลี่ยนเวลา	Time Hopping Spread Spectrum
สเปกตรัมแผ่โดยการจัดลำดับเข้าถึงโดยตรง	Direct Sequence Spread Spectrum
เวลาป้องกัน	Guard Time
สเปกตรัมแผ่	Spread Spectrum
สหสัมพันธ์ข้าม	Cross-Correlation
สัญญาณแทรกสอด	Interference
สายอากาศส่งสัญญาณแบบรอบทิศทาง	Omnidirectional Antenna
อัตราขยายขยายเชื่อมโยง	Link Gain
อัตราขยายประมวลผล	Processing Gain
	ย่อว่า PG
Bang-Bang type Power Control	ย่อว่า B-BPC
Constrained Second-Order Power Control	ย่อว่า CSOPC
Distributed Constrained Power Control	ย่อว่า DCPC
Jacobian OverRelaxation Iterative Method	ย่อว่า JOR
Modified-Constrained Second-Order	
Power Control	ย่อว่า M-CSOPC
Pulse Code Modulation Power Control	ย่อว่า PCMPC
Recursive Least Square	ย่อว่า RLS
Successive OverRelaxation Iterative Method	ย่อว่า SOR