

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การสื่อสารระบบดีเอสซีดีเอ็มเอ มีการนำไปใช้งานในเชิงพาณิชย์เพิ่มมากขึ้น อาทิเช่น ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Telephone) และระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สายของคอมพิวเตอร์ (Wireless Local Area Network: WLAN) ส่งผลให้เกิดความต้องการที่จะใช้งานความกว้างแถบความถี่ที่เพิ่มมากขึ้นเพื่อรองรับกับอัตราการรับ-ส่งข้อมูลที่สูงขึ้น แพ็คเกตข้อมูลที่สูงขึ้นเหล่านี้สามารถแบ่งออกได้ตามการให้บริการ ยกตัวอย่างเช่น วีดีโอโทรศัพท์ วีดีโอเกมส์ เว็บเพจ อีเมลล์ และสื่อบันเทิงต่างๆ การให้บริการเหล่านี้จะมีคุณภาพของการให้บริการ (Quality of Service ; QoS) ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งการให้บริการจะแบ่งตามอัตราการรับ-ส่งข้อมูลการใช้งาน ทำให้ความกว้างแถบความถี่ของระบบการสื่อสารดีเอสซีดีเอ็มเอ ที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน และยังเกิดปัญหาขึ้นตามมาของการส่งผ่านด้วยอัตราข้อมูลความเร็วสูงบนช่องสัญญาณวิทยุก็คือ การเกิดการแทรกสอดระหว่างสัญลักษณ์ (Inter-Symbol Interference: ISI) ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องมาจากการเกิดการจางหายในหลายวิถี [2] ส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบลดต่ำลงจึงได้มีการพัฒนาเทคนิคเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานแถบความถี่ และช่วยป้องกันสัญญาณรบกวนได้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะแสดงเทคนิคการ โมดูเลตสัญญาณข้อมูลที่ผ่านการเข้ารหัสกับสัญญาณคลื่นพาห์แบบคิวิพีเอสเค (Quadrature Phase Shift Keying ; QPSK) ของระบบดีเอสซีดีเอ็มเอ ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่สามารถช่วยป้องกันสัญญาณรบกวนระหว่างสัญลักษณ์เมื่อมีอัตราการรับ-ส่งข้อมูลที่สูงขึ้น โดยจะทำการกระจายข้อมูลที่มีความเร็วสูงให้เป็นชุดข้อมูลที่มีความเร็วต่ำลงด้วยการแปลงสัญญาณข้อมูลจากอนุกรมให้เป็นขนาน แล้วส่งผ่านช่องสัญญาณทำให้ช่วงเวลาของแต่ละสัญลักษณ์มีช่วงเวลากว้างขึ้น ทำให้สามารถลดการเกิดการแทรกสอดระหว่างสัญลักษณ์ลงได้ และลดกำลังส่งของสัญญาณบิตข้อมูลลง ดังนั้นเทคนิคการ โมดูเลตสัญญาณข้อมูลที่ผ่านการเข้ารหัสกับสัญญาณคลื่นพาห์แบบคิวิพีเอสเคนี้ จึงมีคุณสมบัติทนทานต่อการเกิดการจางหายในหลายวิถี สามารถรับ-ส่งข้อมูลด้วยอัตราความเร็วที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับระบบดีเอสซีดีเอ็มเอเดิม อีกทั้งยังใช้ย่านความถี่ที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในวิทยานิพนธ์นี้จะแสดงการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบในลักษณะของหลายผู้ใช้งานบนช่องสัญญาณการจางหายแบบนาคาгами (Nakagami Fading Channel) โดยทำการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของช่องสัญญาณนาคาгами ทำให้สามารถแสดงลักษณะของช่องสัญญาณได้หลายชนิด เช่น ช่องสัญญาณแบบเกาส์เซียนข้างเดียว (One-Side Gaussian Channel) และช่องสัญญาณแบบเรย์ลีย์ (Rayleigh Fading Channel) เป็นต้น ที่ภาครับจะนำเสนอการใช้เครื่องรับแบบเรค (Rake

Receiver) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเครื่องรับไดเวอร์ซิตีหลายวิถีเพื่อแก้ไขปัญหาการจางหายของสัญญาณ และทำการดีโมดูเลตแบบร่วมนัย (Coherent Demodulation) [15]

## 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เพื่อศึกษาระบบการสื่อสารข้อมูลแบบดิเอส-คิวพีเอส เลซีดีเอ็มเอ ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่ถูกนำไปใช้ในการสื่อสารไร้สายในยุคที่ 3 ซึ่งเป็นยุคที่ต้องการการสื่อสารข้อมูลด้วยความเร็วสูง ดังนั้นจึงทำการศึกษองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของระบบดังต่อไปนี้

1.2.1 ศึกษาการทำงานของระบบดิเอสซีดีเอ็มเอ ที่ทำการ โมดูเลตสัญญาณข้อมูลที่เข้ารหัสแล้ว กับสัญญาณคลื่นพาห์แบบคิวพีเอสเค และแบบบีพีเอสเค ที่อัตราการรับ-ส่งข้อมูลที่เท่าๆ กัน

1.2.2 ศึกษาช่องสัญญาณการจางหายแบบนาคากามิเอ็ม และศึกษาระบบการทำงานของเครื่องรับเรค ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเครื่องรับไดเวอร์ซิตีหลายวิถีที่ใช้เทคนิคการรวมสัญญาณเอาท์พุทด้วยอัตราส่วนสูงสุด

1.2.3 ศึกษาผลกระทบที่เกิดจากตัวแปรต่างๆที่ทำให้ประสิทธิภาพของระบบเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่น ตัวแปรเสริมเฟดดิ้งของช่องสัญญาณแบบนาคากามิ จำนวนผู้ใช้งานในระบบ และจำนวนสาขาของเครื่องรับเรค

## 1.3 สมมติฐานของการศึกษา

ข้อด้อยของระบบดิเอสซีดีเอ็มเอ คือการเกิดการแทรกสอดระหว่างสัญลักษณ์ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องมาจากการเกิดการจางหายในหลายวิถีส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบลดต่ำลง การแก้ปัญหาข้างต้นนี้จะใช้วิธีการ โมดูเลตสัญญาณข้อมูลที่ผ่านการเข้ารหัสกับสัญญาณคลื่นพาห์แบบคิวพีเอสเค ซึ่งสามารถลดการเกิดการแทรกสอดระหว่างสัญลักษณ์ลงได้ และประสิทธิภาพของระบบที่ทำการศึกษาคงจะเปลี่ยนแปลงตามค่าตัวแปรต่างๆเหล่านี้คือ จำนวนผู้ใช้งานในระบบ จำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรค อัตราการลดทอนของสัญญาณ ค่าตัวแปรเสริมเฟดดิ้งแบบนาคากามิ โดยที่ถ้าหากจำนวนผู้ใช้งานในระบบเพิ่มขึ้นสมรรถนะของระบบควรจะลดลง อันเนื่องมาจากมีสัญญาณแทรกสอดที่เกิดจากผู้ใช้งานอื่นเพิ่มขึ้นเมื่อพิจารณาผู้ใช้งานคนใดคนหนึ่งในระบบเป็นผู้ใช้งานอ้างอิง จำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคที่ใช้ หากเพิ่มขึ้นสมรรถนะของระบบจะดีขึ้นเพราะระบบสามารถรองรับจำนวนผู้ใช้งานได้มากขึ้น ทำให้โอกาสที่จะเกิดการแทรกสอดของสัญญาณน้อยลง ส่วนค่าตัวแปรเสริมเฟดดิ้งถ้ามีค่าเพิ่มขึ้นสมรรถนะของระบบควรจะดีขึ้นด้วย

## 1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

โดยปกติระบบซีดีเอ็มเอตามมาตรฐาน IS-95 [1] นั้นจะใช้เทคนิคการโมดูเลตสัญญาณข้อมูลที่ผ่านการเข้ารหัสกับสัญญาณคลื่นพาห์แบบบีพีเอสเค ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการโมดูเลตสัญญาณคลื่นพาห์แบบคิวพีเอสเค ซึ่งให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าการโมดูเลตแบบบีพีเอสเค โดยกำหนดให้รูปแบบของข้อมูลและรหัสการแผ่เป็นแบบเลขฐานสอง ในระบบการสื่อสารช่องสัญญาณที่เกิดการจางหายจะมีผลทำให้สมรรถนะของระบบลดลง เครื่องรับแบบเรคที่มีคุณสมบัติที่ใช้หลักการรวมอัตราส่วนสูงสุด (Maximal Ratio Combining ; MRC) [3] จึงถูกนำมาใช้แก้ปัญหาดังกล่าว และนำเสนอการใช้แบบจำลองช่องสัญญาณการจางแบบนาคากามิในการส่งสัญญาณ เพราะเป็นแบบจำลองที่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมทั้งในเมืองใหญ่และชนบท มีการแจกแจงของขนาดสัญญาณตามตัวแปรเสริมนาคากามิ และสามารถอธิบายการจางหายของสัญญาณแบบอื่นๆ ได้ด้วย การเปลี่ยนตัวแปรเสริมเฟดดิ้ง เช่น กรณีตัวแปรเสริมเฟดดิ้งมีค่าเท่ากับ 0.5 คือการแจกแจงแบบเกาส์เซียนข้างเดียว กรณีที่ตัวแปรเสริมเฟดดิ้งมีค่าเท่ากับ 1 คือการแจกแจงแบบเรย์ลี และกรณีตัวแปรเสริมเฟดดิ้งมีค่าเข้าใกล้อนันต์คือ สภาวะที่ไม่มีการลดทอนของสัญญาณโดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบที่นำเสนอกับระบบแบบเดิม

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการสื่อสารระบบซีดีเอ็มเอ ที่ใช้เทคนิคการโมดูเลตสัญญาณข้อมูลที่ผ่านการเข้ารหัสกับสัญญาณคลื่นพาห์แบบคิวพีเอสเค โดยใช้ช่องสัญญาณการจางหายแบบนาคากามิมาเปรียบเทียบกับวิธีการแบบพื้นฐาน โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองระบบการทำงานด้วยโปรแกรม MATLAB ผลที่ได้แสดงสมรรถนะของอัตราการเกิดความผิดพลาดบิตข้อมูล (Bit Error Rate ; BER) อัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ (Symbol Error Rate ; SER) และค่ากำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนเปรียบเทียบกับวิธีการแบบพื้นฐาน

## 1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทำการศึกษาระบบคิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น ส่วนๆ ประกอบด้วย

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา สมมติฐานทฤษฎีที่ใช้ ขอบเขตของการวิจัย และขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัยของระบบการสื่อสารไร้สายแบบซีดีเอ็มเอ ซึ่งประกอบด้วยเทคนิคการสเปกตรัม (Spread spectrum) พื้นฐานของแบบจำลองช่องสัญญาณ และรหัสพีเอ็น (Pseudorandom Noise ; PN)

บทที่ 3 แสดงวิธีการทำงานของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ ทั้งทางด้านส่งแบบจำลองของช่องสัญญาณ และด้านรับแบบเรคของระบบที่ใช้ในการหาค่าสมรรถนะ

บทที่ 4 กล่าวถึงสมรรถนะของระบบพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้และผลที่ได้จากการจำลองระบบ เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถที่ช่วยให้ระบบมีสมรรถนะที่ดีขึ้น

บทที่ 5 บทสรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ