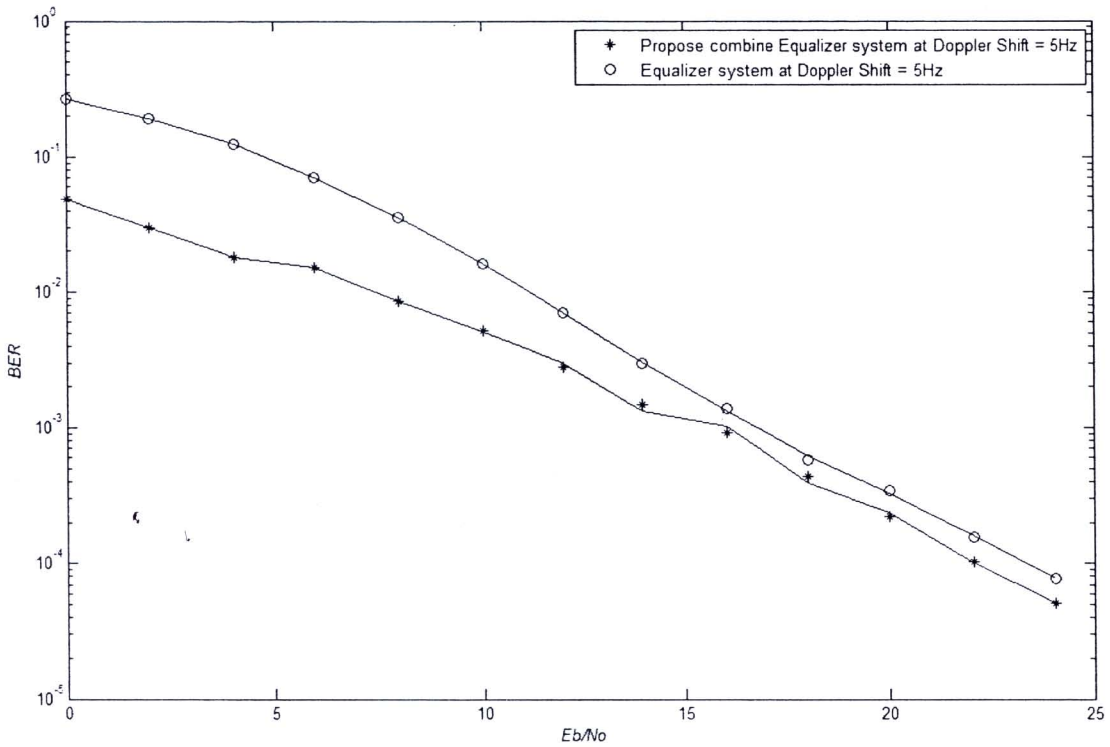
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

บทที่ 4
ผลการศึกษา

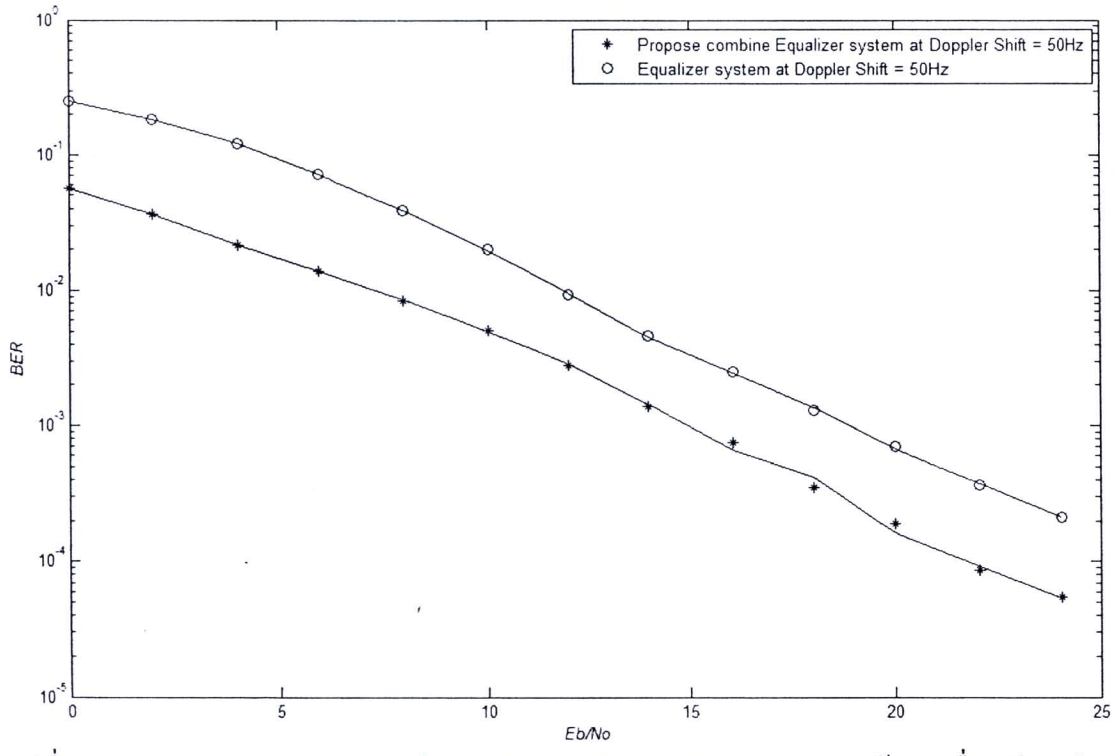
ในบทนี้จะเป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะของระบบโดยใช้โปรแกรมจำลองระบบการสื่อสารเคลื่อนที่ที่นำเสนอ โดยในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบการสื่อสารที่นำ เสนอ ในงานวิจัยนี้ได้ถูกจำลองสามารถที่จะแบ่งเป็น หลายสภาพแวดล้อม ได้แก่ สภาพแวดล้อมที่มีการเคลื่อนที่สูงหรือมีค่า f_{max} เท่ากับ 200 Hz แล้วทำการปรับเปลี่ยนค่า f_{max} ลดลงเป็น 150 Hz, 100 Hz, 50 Hz และสภาพแวดล้อมที่มีการเคลื่อนที่ต่ำหรือ f_{max} เท่ากับ 5 Hz โดยในแต่ละสภาพแวดล้อมจะเป็นทำการเปรียบเทียบระหว่างระบบที่มีการติดตั้ง Equalizer กับระบบที่นำเสนอติดตั้งรวมกับ Equalizer โดยแบบจำลองจะมีพหุวิถีพารามิเตอร์ตามตารางที่ 3.1 และพารามิเตอร์ในการปรับแอมพลิจูดกับเฟสใช้ตามตารางที่ 3.2 และใช้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตามที่เสนอในบทที่ผ่านมา โดยได้ศึกษาผลของการจำลองระบบการสื่อสารเคลื่อนที่ ที่นำเสนอเป็นผลลัพธ์ของค่าความผิดพลาดของบิตต่อพลังงานที่ทำการส่งสัญลักษณ์ข้อมูล ซึ่งมีผลโดยตรงต่อค่าของสมรรถนะของระบบโดยแบ่งได้ตามหัวข้อการวิเคราะห์ดังนี้

4.1 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer

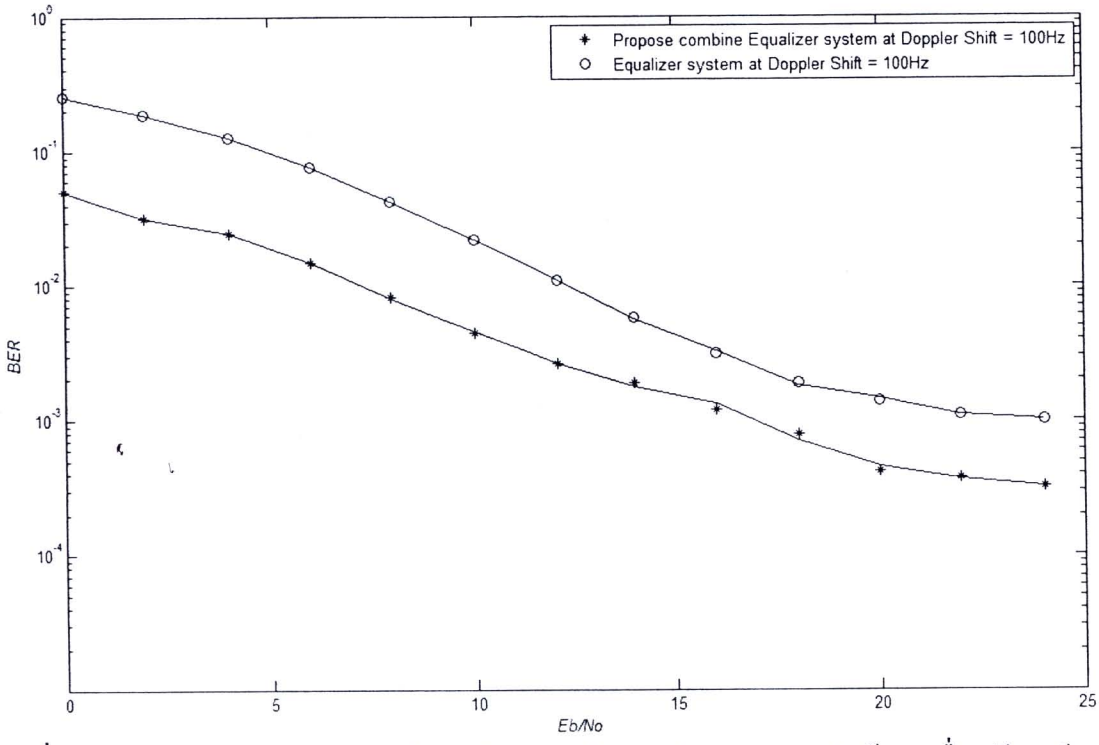
ในหัวข้อนี้จะเป็นการแสดงถึงสมรรถนะของระบบการสื่อสารเคลื่อนที่ที่ทำการนำเสนอ เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงความเร็วของระบบการสื่อสารเคลื่อนที่ที่นำเสนอเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer เพียงอย่างเดียว โดยทำการปรับเปลี่ยนค่าของความถี่ดอปเปลอร์ของทั้ง 2 ระบบ เป็น 5 Hz, 50 Hz, 100 Hz, 150 Hz และ 200 Hz ตามลำดับ โดยที่ผลลัพธ์ของการทดสอบระบบทั้ง 2 ระบบ จะแสดงตั้งแต่รูปที่ 4.1 - 4.5 เพื่อที่จะแสดงให้ทราบถึงสมรรถนะของระบบที่แสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer เพียงอย่างเดียว



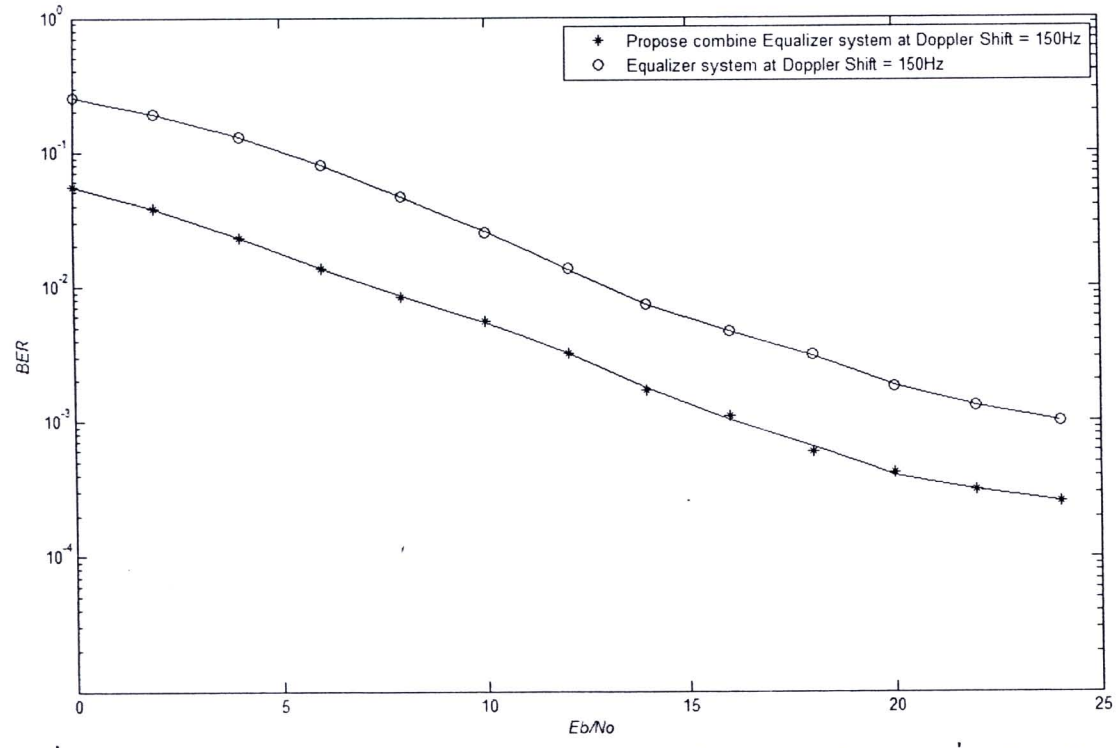
รูปที่ 4.1 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer เพียงอย่างเดียว เมื่อ f_{max} = 5 Hz



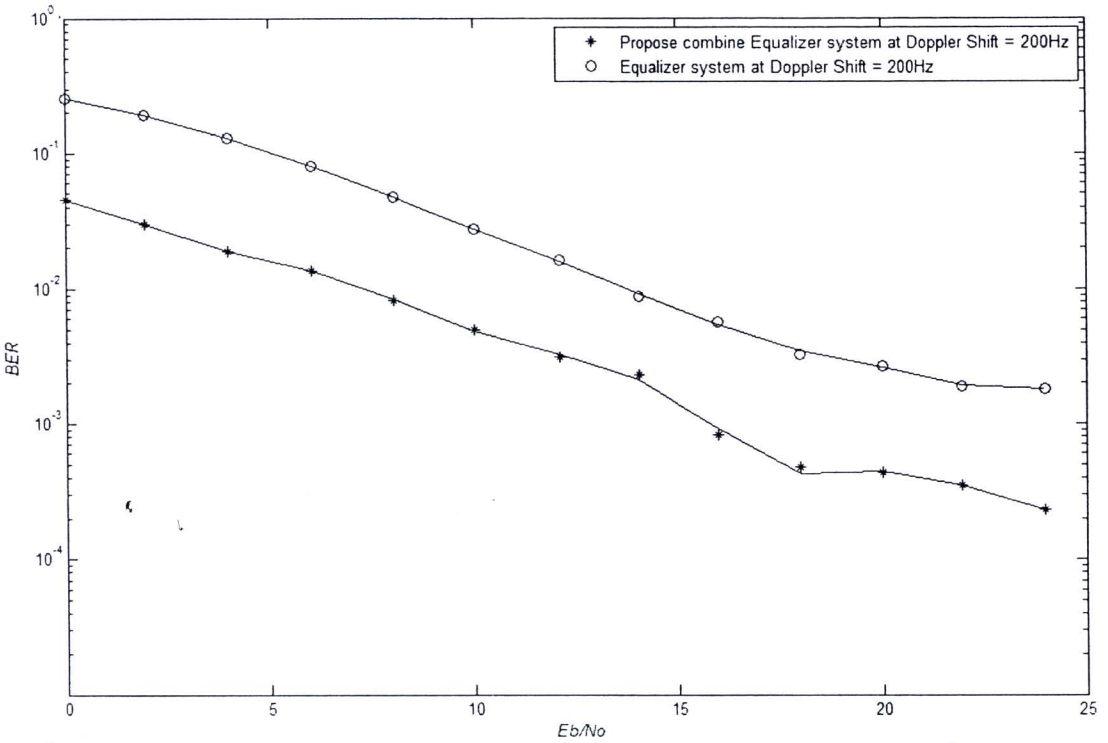
รูปที่ 4.2 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer เพียงอย่างเดียว เมื่อ f_{max} = 50 Hz



รูปที่ 4.3 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer เพียงอย่างเดียว เมื่อ f_{max} = 100 Hz



รูปที่ 4.4 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer เพียงอย่างเดียว เมื่อ f_{max} = 150 Hz



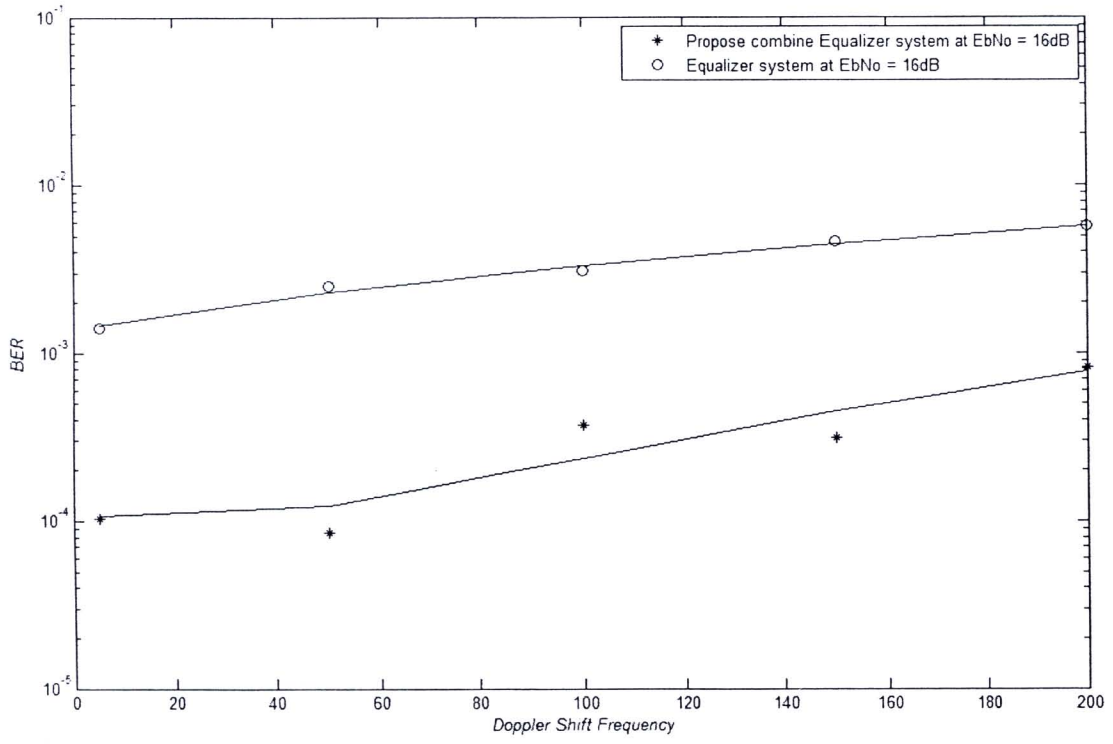
รูปที่ 4.5 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer เพียงอย่างเดียว เมื่อ f_{max} = 200 Hz

จากการจำลองในสภาพแวดล้อมที่กำหนดข้างต้นเพื่อทดสอบระบบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ จะทำการทดสอบผ่านการจำลองด้วยการส่งข้อมูลรอบละ 500,000 บิต จำนวน 10 รอบ ที่มีความอิสระกันทางสถิติ และนำผลลัพธ์ที่ได้มาเฉลี่ยกันทางสถิติ

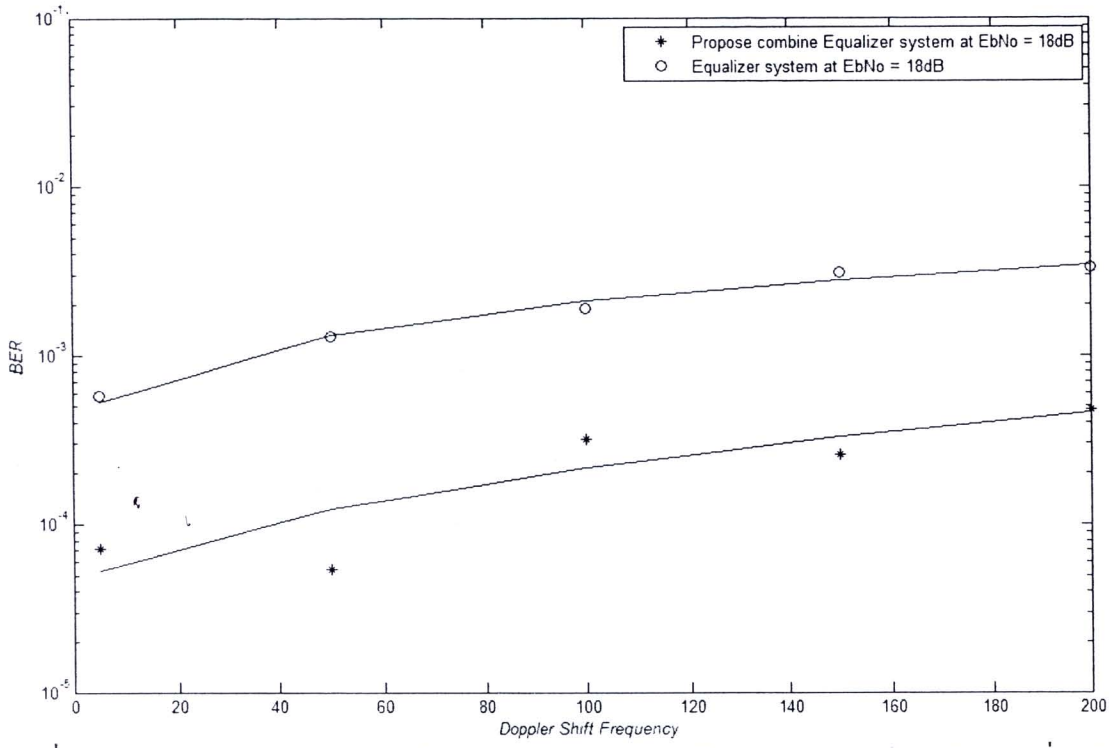
ในการจำลองระบบการสื่อสารเคลื่อนที่ทั้งหลายสภาพแวดล้อม โดยมีการใช้พารามิเตอร์ของช่องสัญญาณพหุวิถี พลังงานในการส่งแต่ละสัญลักษณ์ต่อพลังงานของสัญญาณรบกวน และ อัตราการส่งข้อมูลที่เท่ากัน โดยมีพารามิเตอร์ที่ปรับเปลี่ยนคือ f_{max} ซึ่งเลือกค่า f_{max} 5 Hz, 50 Hz, 100 Hz, 150 Hz และ 200 Hz ตามลำดับ เพื่อสะท้อนการใช้งานในขณะเกือบหยุดนิ่งและในขณะที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วค่อนข้างสูง กล่าวคือเมื่อทำการทดสอบที่ f_{max} = 5 Hz ระบบที่นำเสนอมีประสิทธิภาพดีกว่าระบบเก่าอย่างชัดเจน โดยทำการเปรียบเทียบทั้ง 2 ระบบ ด้วยการใช้พลังงานในการส่งบิตข้อมูลที่ 24 dB ระบบที่นำเสนอจะมีสมรรถนะที่ดีกว่าระบบที่มีเพียง Equalizer เพียงอย่างเดียว โดยจะใช้พลังงานในการส่งบิตข้อมูลน้อยกว่าประมาณ 1 dB แต่เมื่อระบบมี f_{max} ทีสูงมากขึ้นเป็น 50 Hz, 100 Hz, 150 Hz และ 200 Hz ตามลำดับ ระบบที่ทำการนำเสนอ จะมีประสิทธิภาพดีกว่าระบบเก่าประมาณ 5 dB 7 dB 8 dB และ 10 dB ตามลำดับ โดยในการทดสอบส่งบิตข้อมูลจำนวน 500,000 บิต ซึ่งระบบที่นำเสนอสามารถที่จะลดความผิดพลาดในการรับข้อมูลของเครื่องรับได้ดีขึ้น

4.2 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลต่อความถี่ดอปเปลอร์เปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer

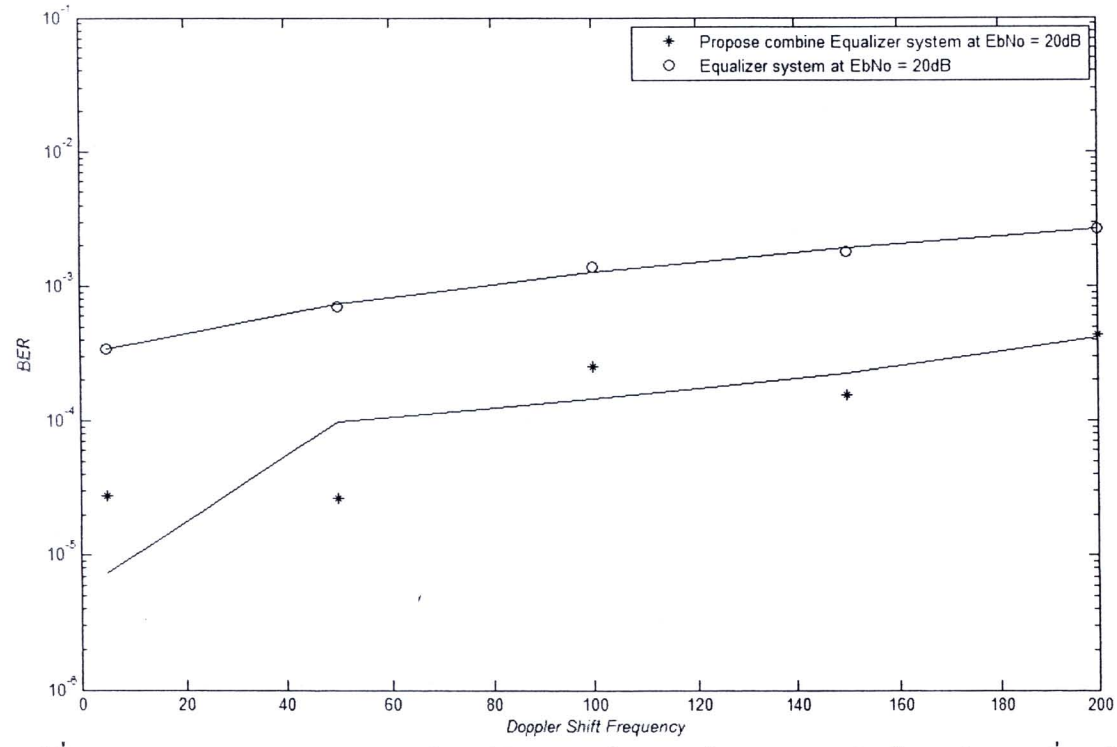
ในหัวข้อนี้จะเป็นการแสดงถึงสมรรถนะของระบบการสื่อสารเคลื่อนที่ที่ทำการนำเสนอ เมื่อทำการส่งพลังงานของกลุ่มสัญลักษณ์ด้วยพลังงานคงที่โดยทำการเปลี่ยนแปลงความเร็วของระบบการสื่อสารเคลื่อนที่ที่นำเสนอเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer เพียงอย่างเดียว โดยทำการปรับเปลี่ยนค่าของความถี่ดอปเปลอร์ของทั้ง 2 ระบบ เป็น 5 Hz, 50 Hz, 100 Hz, 150 Hz และ 200 Hz ตามลำดับ โดยที่ผลลัพธ์ของการทดสอบระบบทั้ง 2 ระบบ จะแสดงตั้งแต่รูปที่ 4.6 - 4.10 เพื่อที่จะแสดงให้ทราบถึงสมรรถนะของระบบที่แสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer เพียงอย่างเดียว



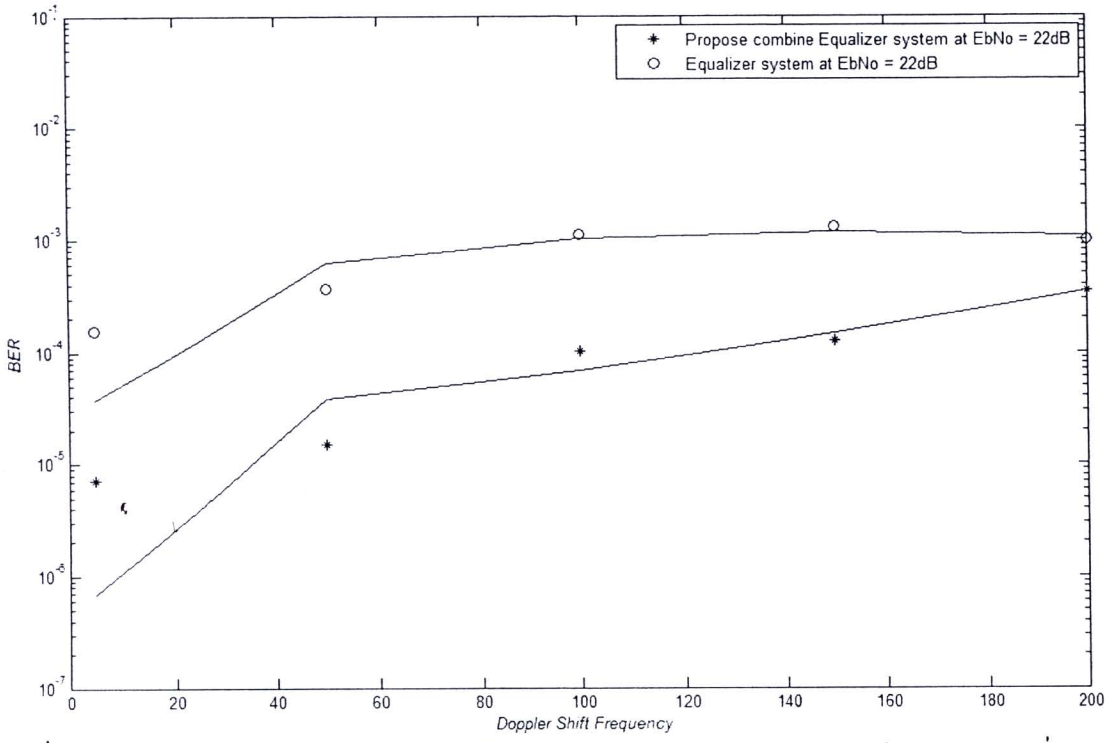
รูปที่ 4.6 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลต่อความถี่ดอปเปลอร์เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer เพียงอย่างเดียวเมื่อใช้กำลังส่งเท่ากับ 16 dB



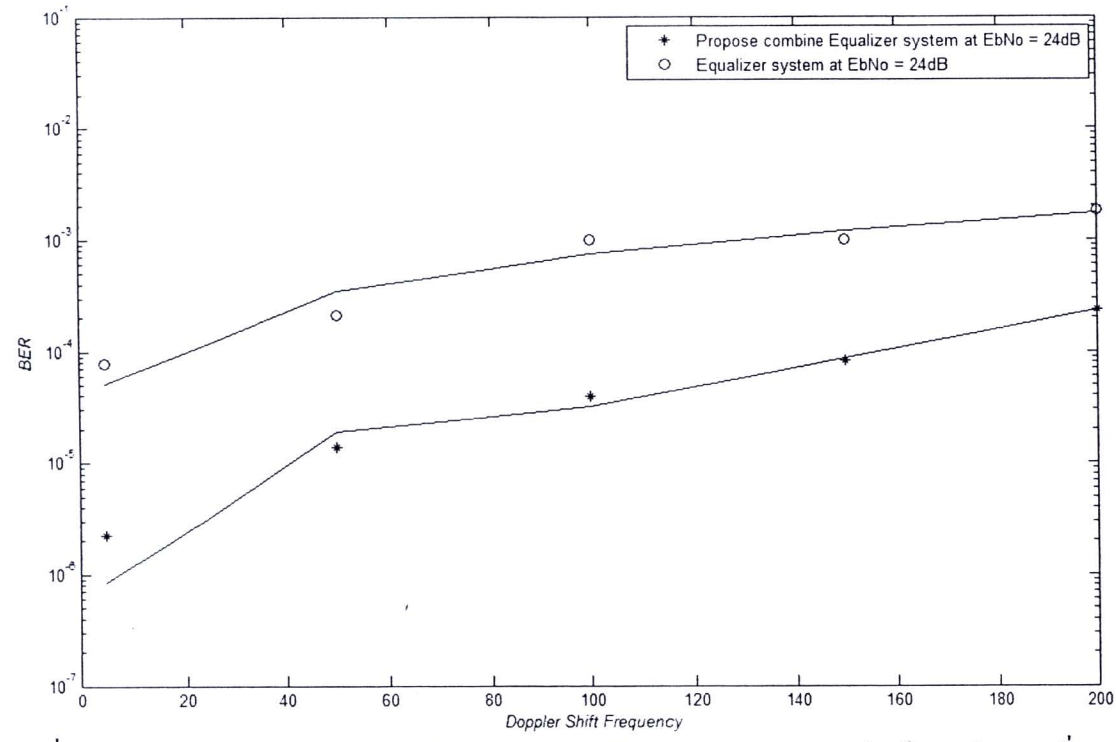
รูปที่ 4.7 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลต่อความถี่ดอปเปลอร์เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer เพียงอย่างเดียวเมื่อใช้กำลังส่งเท่ากับ 18 dB



รูปที่ 4.8 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลต่อความถี่ดอปเปลอร์เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer เพียงอย่างเดียวเมื่อใช้กำลังส่งเท่ากับ 20 dB



รูปที่ 4.9 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลต่อความถี่ดอปเปลอร์เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer เพียงอย่างเดียวเมื่อใช้กำลังส่งเท่ากับ 22 dB



รูปที่ 4.10 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลต่อความถี่ดอปเปลอร์เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มี Equalizer เพียงอย่างเดียวเมื่อใช้กำลังส่งเท่ากับ 24 dB

จากการจำลองในสภาพแวดล้อมที่กำหนดข้างต้นเพื่อทดสอบระบบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ จะทำการทดสอบผ่านการจำลองด้วยการส่งข้อมูลรอบละ 500,000 บิต จำนวน 10 รอบ ที่มีความอิสระกันทางสถิติ และนำผลลัพธ์ที่ได้มาเฉลี่ยกันทางสถิติ

ในการจำลองระบบการสื่อสารเคลื่อนที่ทั้งหลายสภาพแวดล้อม โดยมีการใช้พารามิเตอร์ของช่องสัญญาณพหุวิถี พลังงานในการส่งแต่ละสัญลักษณ์ต่อพลังงานของสัญญาณรบกวน และ อัตราการส่งข้อมูลที่เท่ากัน โดยมีพารามิเตอร์ที่ปรับเปลี่ยนคือ $f_{\max}$ ซึ่งเลือกค่า $f_{\max}$ 5 Hz, 50 Hz, 100 Hz, 150 Hz และ 200 Hz ตามลำดับ และใช้กำลังในการส่งบิตข้อมูลที่คงที่ เพื่อสะท้อนการใช้งานในขณะเกือบหยุดนิ่งและในขณะที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วค่อนข้างสูง กล่าวคือ เมื่อทำการทดสอบที่กำลังส่ง 16 dB ระบบที่นำเสนอมีประสิทธิภาพดีกว่าระบบเก่าอย่างชัดเจน โดยมีความผิดพลาดของข้อมูลที่ส่งจากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับเฉลี่ยประมาณ 10 เท่า ของระบบที่มีเพียง Equalizer เพียงอย่างเดียว แต่เมื่อระบบมีการส่งพลังงานในการส่งข้อมูลที่สูงมากขึ้นเป็น 18 dB 20 dB 22 dB และ 24 dB ตามลำดับ ระบบที่ทำการนำเสนอ จะมีประสิทธิภาพดีกว่าระบบเก่าเฉลี่ยประมาณ 9 เท่า 8 เท่า 7 เท่า และ 11 เท่า ตามลำดับ โดยในการทดสอบส่งข้อมูลบิตจำนวน 500,000 บิต ซึ่งระบบที่นำเสนอสามารถที่จะลดความผิดพลาดในการรับข้อมูลของเครื่องรับได้ดีขึ้น