บทที่ 7

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 บทสรุป

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนเชิงพารามิเตอร์ค่าจริงและการออกแบบตัวควบคุมคงทนสำหรับระบบการควบคุมกำลังผลิตและความถี่ ซึ่งระบบนี้มีหน้าที่ในการควบคุมปริมาณการผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ รวมถึงการรักษาความถี่ให้อยู่ในขอบเขต ความไม่แน่นอนเชิงพารามิเตอร์ค่าจริงนี้เกิดขึ้นเนื่องจากปริมาณความต้องการไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้จุดทำงานของระบบ มีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในวงกว้าง ปัญหาความไม่แน่นอนเชิงพารามิเตอร์ค่าจริงนี้เป็นกรณีเฉพาะของระบบลูเร ดังนั้นเราสามารถนำวิธีการวิเคราะห์สมรรถนะและสังเคราะห์ตัวควบคุมคงทนของระบบลูเรมาประยุกต์ใช้กับระบบดังกล่าวได้

บทที่ 2 นำเสนอพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ประกอบด้วยพื้นฐานทางพีชคณิต, การแยกย่อยค่าเอกฐานสำหรับการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนเชิงพารามิเตอร์, อสมการเมทริกซ์เชิงเส้นและอสมการเมทริกซ์เชิงเส้นคู่สำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะและการสังเคราะห์ตัวควบคุม, นอร์ม $\mathcal{H}_2$ และบทตั้งที่เป็นประโยชน์สำหรับการสังเคราะห์ตัวควบคุมคงทน

บทที่ 3 กล่าวถึงการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนเชิงพารามิเตอร์ค่าจริงของระบบกำลังผลิตและความถี่เพื่อเปลี่ยนรูปแบบให้อยู่ในรูปของระบบลูเร ความไม่แน่นอนดังกล่าวมีสาเหตุมาจากการทำให้เป็นเชิงเส้นรอบจุดทำงาน ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการวัด และความผิดพลาดที่เกิดจากตัวขับเร้า แบบจำลองของระบบที่รวมความไม่แน่นอนเชิงพารามิเตอร์ค่าจริงสามารถเขียนให้อยู่ในรูป $A + \Delta A$ จากนั้น ทำการแยกย่อยค่าเอกฐานของ ΔA จากขั้นตอนนี้ทำให้เราสามารถอธิบายระบบที่มีความไม่แน่นอนเชิงพารามิเตอร์ค่าจริงให้อยู่ในรูปแบบของระบบเชิงเส้นที่มีการป้อนกลับผ่านฟังก์ชันเชิงเส้น ซึ่งเป็นกรณีเฉพาะของระบบลูเร การแปรค่าพารามิเตอร์ของระบบกำลังผลิตและความถี่ที่นำมาพิจารณาแบ่งเป็น 3 กรณี คือ กรณีแปรค่าคงที่ของเทอร์ไบน์, กรณีแปรค่าซิงโครไนส์ทอร์กและกรณีแปรค่าคงที่ของเทอร์ไบน์พร้อมกับค่าซิงโครไนส์ทอร์ก

บทที่ 4 นำเสนอเงื่อนไขสำหรับคำนวณขอบเขตบนของสมรรถนะ $\mathcal{H}_2$ กรณีเลวสุดของระบบลูเรที่มีความไม่แน่นอนในเมทริกซ์พลวัตและเมทริกซ์สมรรถนะขาออกซึ่งเกิดจากความผิดพลาดจากการวัดและตัวขับเร้า ภายใต้เงื่อนไขเซกเตอร์ เงื่อนไขดังกล่าวมีพื้นฐานอยู่บนฟังก์ชันเลียปูโนฟ ที่นำเสนอ ซึ่งสามารถประกันค่าสมรรถนะ $\mathcal{H}_2$ สำหรับระบบลูเรที่ระบุขอบเขตเซกเตอร์ โดยอสมการเงื่อนไขเพียงพอที่ได้มีพจน์ D_{zp} ที่เกิดจากความไม่แน่นอนในเมทริกซ์สมรรถนะขาออก

บทที่ 5 กล่าวถึงการออกแบบตัวควบคุม $\mathcal{H}_2$ คงทนสำหรับระบบเชิงเส้นที่มีความไม่แน่นอนในเมทริกซ์พลวัต, เมทริกซ์สมรรถนะขาออกและเมทริกซ์สัญญาณออก ที่มีเซกเตอร์จำกัด เป้าหมายการ

ควบคุมคือทำให้สมรรถนะ $\mathcal{H}_2$ กรณีเลวสุดของระบบมีค่าต่ำสุดเมื่อระบบมีความไม่แน่นอนอยู่ภายใต้เงื่อนไขเซกเตอร์ โดยหาตัวควบคุม K ที่ป้อนกลับแล้วทำให้ค่าขอบเขตบนของสมรรถนะ $\mathcal{H}_2$ กรณีเลวสุดมีค่าต่ำสุด จากอสมการเงื่อนไขเพียงพอทำให้ทราบว่าความผิดพลาดที่เกิดจากการวัดทำให้เกิดความไม่แน่นอนในเมทริกซ์สัญญาณออกที่ได้จากการวัดและเมทริกซ์สมรรถนะขาออก ซึ่งความไม่แน่นอนดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์สมรรถนะของระบบและยังส่งผลถึงการสังเคราะห์ตัวควบคุมคงทน

บทที่ 6 นำเสนอตัวอย่างการสังเคราะห์ตัวควบคุม $\mathcal{H}_2$ คงทนสำหรับระบบกำลังการผลิตและความถี่ในการสังเคราะห์ตัวควบคุมคงทนสำหรับระบบ LFC แบ่งเป็นกรณีศึกษา 2 กรณี ได้แก่กรณีแปรค่าคงตัวทางเวลาของเทอร์ไบน์และ กรณีแปรค่าที่ค่าคงตัวทางเวลาของเทอร์ไบน์และสัมประสิทธิ์ซิงโครไนซ์ทอร์ก จากผลการออกแบบตัวควบคุมพบว่าระเบียบวิธีในการออกแบบสามารถให้ตัวควบคุมที่ทำให้ระบบวงปิดมีเสถียรภาพและค่าสมรรถนะ $\mathcal{H}_2$ อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ จากนั้นเมื่อนำตัวควบคุมที่สังเคราะห์ได้มาทดสอบกับระบบการควบคุมกำลังการผลิตและความถี่ 2 พื้นที่ และพิจารณาจุดทำงาน 3 จุด คือ ค่าที่สภาวะระบุ ค่าที่ขอบล่างและค่าที่ขอบบน พบว่าเมื่อพื้นที่ 1 มีความต้องการกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในลักษณะเป็นพัลส์ ตัวควบคุม PCS สามารถจัดการกับสัญญาณรบกวน ACE_1, ACE_2 ให้กลับเข้าสู่ค่าศูนย์ได้และใช้สัญญาณควบคุมที่ได้จากตัวควบคุม PCS มีขนาดน้อยกว่าที่ได้จากตัวควบคุม LQG ในทั้งจุดทำงาน 3 จุด อย่างไรก็ตามเมื่อจุดทำงานมีค่าเปลี่ยนไประบบจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมต่างกันไป นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงความต้องการกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ 1 ส่งผลพื้นที่ 2 มีปริมาณสัญญาณเข้าตัวบังคับเทอร์ไบน์ที่เปลี่ยนไป เนื่องจากตัวควบคุมที่ได้เป็นตัวควบคุมแบบรวมศูนย์ (centralized controller) ทำให้เกิดการเชื่อมต่อระหว่างการควบคุมใน 2 พื้นที่

7.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากตัวควบคุม PCS ที่สังเคราะห์ขึ้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีลักษณะเป็นตัวควบคุมแบบรวมศูนย์ทำให้พลวัตของระบบมีการเชื่อมต่อกัน และส่งผลให้สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ 1 มีผลให้เกิดการเบี่ยงเบนความถี่ในพื้นที่ 2 ดังนั้นในงานวิจัยต่อไปควรมีการศึกษาตัวควบคุมคงทนที่มีลักษณะแยกศูนย์ (decentralized controller) เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมดีขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย