นิติศักดิ์ หนูมาน้อย : การออกแบบระบบควบคุมแบริ่งแม่เหล็กแบบกระตุ้นและการประยุกต์ใช้งาน (CONTROL SYSTEM DESIGN OF ACTIVE MAGNETIC BEARING AND ITS APPLICATION) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.จิระพล ศรีเสริฐผล, 120 หน้า.

ระบบแบริ่งแม่เหล็กแบบกระตุ้น มีข้อได้เปรียบกว่าแบริ่งทั่วไป อาทิ การทำงานที่ไม่มีการสึกหรอทางกล การเสียดทานต่ำ การบำรุงรักษาน้อย และไม่มีมลพิษจากสารหล่อลื่น อย่างไรก็ตาม ยังมีค่าใช้จ่ายในการซื้อที่สูงเมื่อเทียบกับแบริ่งทั่วไป วงเปิดของระบบแบริ่งแม่เหล็กแบบกระตุ้นนั้นไม่มีเสถียรภาพ และไม่เป็นเชิงเส้น นอกจากนี้การเคลื่อนที่ของโรเตอร์ที่รองรับด้วยระบบแบริ่งแม่เหล็กแบบกระตุ้นมีความเกี่ยวโยงกัน ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ และการหมุนรอบศูนย์กลางทางเรขาคณิตของโรเตอร์ ดังนั้น งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบ สร้าง และทดสอบระบบรองรับด้านเดียวแบบปลายยื่นด้วยแบริ่งแม่เหล็กแบบกระตุ้นในแนวรัศมี ที่มีลำดับการวางขั้วของระบบแบริ่งแม่เหล็กแบบกระตุ้นในแนวรัศมีแบบ 8 ขั้ว ได้ถูกออกแบบสำหรับช่องว่างอากาศ 1 มิลลิเมตร และสอบเทียบเพื่อระบุความเป็นเชิงเส้นที่สามารถรองรับน้ำหนักได้สูงสุด 198 นิวตัน การทดสอบได้ดำเนินการบนการตอบสนองที่หมุนด้วยความเร็วรอบไม่เกิน 60 เฮิร์ต (3,600 รอบต่อนาที) ที่ได้จากฟังก์ชันการตอบสนองเชิงความถี่ เพื่ออธิบายระบบรองรับด้านเดียวแบบปลายยื่นจากการทดสอบโมดอล แบบจำลองไฟไนต์อิลิเมนต์กับรหัสวิธีเชิงพันธุกรรม และแผนภาพความเร็ว สำหรับการออกแบบควบคุมแบบแยกอิสระได้ใช้ความสัมพันธ์ทางกายภาพ และปรากฏการณ์ของระบบรองรับด้านเดียวแบบปลายยื่น เพื่อออกแบบตัวควบคุมพีไอดี และตัวชดเชยการรบกวนฮาร์โมนิกส์ ผลการทดสอบสามารถขจัดการกระตุ้นการรบกวนฮาร์โมนิกส์ของวงโคจรเพลาได้ โดยใช้สัญญาณการชดเชยจากการควบคุมแยกอิสระ ทำให้ที่ความถี่สั่นพ้องมีการสั่นสะเทือนเฉลี่ยของการกระจัดลดลงประมาณ 60 – 83% และพฤติกรรมของระบบรองรับด้านเดียวแบบปลายยื่นด้วยแบริ่งแม่เหล็กแบบกระตุ้นในแนวรัศมีได้ถูกวินิจฉัยด้วยรูปแบบวงโคจร และรูปร่างการเบี่ยงเบนขณะปฏิบัติงาน ภายใต้การทำงานจริงของระบบ

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

NITISAK NUMANOY : CONTROL SYSTEM DESIGN OF ACTIVE MAGNETIC BEARING AND ITS APPLICATION. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. JIRAPHON SRISERTPHOL, Ph.D., 120 PP.

ACTIVE MAGNETIC BEARING/ DECOUPLING SYSTEM/ DECOUPLING CONTROL/ PID WITH HDC CONTROLLER

Active magnetic bearing systems (AMBSs) possess several advantages over conventional bearing, such as operation with no mechanical wear, low friction, less maintenance, and the absence of pollution by lubrication. However, the costs of purchase are several times higher compared with conventional bearings, and the open loop of an AMBS is an instability and nonlinearity. Further, the motions of rotor-AMBS are coupled from the translation and rotation of the geometric center of the rotor. The objective of this research is to design, build and test an overhung rotor supported by the radial AMBS. The pole polarization sequence of a radial AMBS on the order of 8 pole was designed for 1 millimeter of air-gap. The calibration results have been used to identify the linearization from which a load capacity of up to 198 N can be produced. An experimental test was conducted on the response to run under rotating speed 60 Hz (3,600 RPM), using a frequency response function (FRF) approach and a description of the overhung rotor from modal testing, finite element analysis model with genetic algorithm (FEM–GA) and waterfall diagrams. The decoupling control system was achieved using the relative geometry and phenomenon of an overhung rotor, which has been used to design a PID controller and harmonic disturbance compensator (HDC). The experimental results can be removed the harmonic disturbance excitation of the shaft orbit using compensation signals from

decoupling control. In case of the resonance frequencies, the average vibration of the displacements was achieved a reduction of about 60–83%, and the behaviors of overhung rotor supported by a radial AMBS symptoms were investigated by the orbital patterns and operating deflection shapes (ODSs) under the real operating system.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Mechanical Engineering

Academic Year 2019

Student's Signature

Advisor's Signature