วิโรจน์ แสงธงทอง : การพัฒนาตัวสังเกตอัตราเร็วและโหลดทอร์กชนิดโหมดการเลื่อนแบบปรับตัวที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบเวกเตอร์ไร้เซ็นเซอร์ (DEVELOPMENT OF AN ADAPTIVE SLIDING-MODE SPEED AND LOAD TORQUE OBSERVER FOR A SENSORLESS VECTOR CONTROLLED INDUCTION MOTOR) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.สราวุฒิ สุจิตจร, 331 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการพัฒนาตัวสังเกตอัตราเร็วและตัวสังเกตสถานะโหลดทอร์กที่ใช้ในงานควบคุมอัตราเร็วของมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสแบบเวกเตอร์ไร้เซ็นเซอร์ ตัวสังเกตทั้งสองมีโครงสร้างชนิดโหมดการเลื่อนแบบปรับตัวและทำหน้าที่แทนตัวตรวจรู้อัตราเร็วและอุปกรณ์วัดทอร์ก ตัวสังเกตอัตราเร็วดังกล่าวที่พิจารณากำลังงานสูญเปล่าในแกน จะได้รับแรงดันและกระแสไฟฟ้าสเตเตอร์ที่เกิดจากการวัด เพื่อคำนวณเส้นแรงแม่เหล็กโรเตอร์ และมีกฎการปรับตัวแบบพีไอประมาณค่าอัตราเร็วเชิงมุมโรเตอร์แบบออนไลน์ ในขณะที่ตัวสังเกตสถานะโหลดทอร์กข้างต้นที่มีกฎการปรับตัวแบบพีไอ จะได้รับทอร์กทางแม่เหล็กไฟฟ้าของมอเตอร์ที่เกิดจากการคำนวณ และอัตราเร็วเชิงมุมโรเตอร์ที่เกิดจากการประมาณค่าของตัวสังเกตอัตราเร็ว เพื่อประมาณค่าโหลดทอร์กแบบออนไลน์ ตัวสังเกตทั้งสองเชื่อมต่อเรียงกันและทำงานในโหมดร่วม การวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบนันออโทโนมัสด้วยวิธีการที่สองของเลียปูโนฟ พบว่าตัวสังเกตทั้งสองมีเสถียรภาพแบบสม่ำเสมอ ด้วยการประยุกต์ทฤษฎีเซตไม่ผันแปรของลาแซลเลจะสามารถแสดงถึงการทำงานของตัวสังเกตที่มีแนวโน้มลู่เข้าหาสภาวะสมดุลตั้งแต่ก่อนการสิ้นสุดสถานะชั่วครู่จนถึงสถานะอยู่ตัวที่แน่นอน เมื่อวิธีการอินทิกรัลเชิงเลขของเฮอุนถูกนำมาใช้ดิสครีไตซ์ตัวสังเกตทั้งสองให้อยู่ในรูปแบบของสมการผลต่างสืบเนื่องที่สามารถใช้งานได้ในทางปฏิบัติ ถ้าคาบระยะเวลาการสุ่มวัดสั้นเพียงพอ ตัวสังเกตทั้งสองในเวลาดิสครีตจะยังคงมีเสถียรภาพและมีการทำงานที่ลู่เข้าหาสภาวะสมดุลในสถานะอยู่ตัว นอกจากนี้เมื่อตัวสังเกตที่นำเสนอถูกใช้งานเป็นส่วนหนึ่งของระบบควบคุมอัตราเร็ววงปิดไร้เซ็นเซอร์ที่มีการชดเชยโหลดทอร์กแบบป้อนไปหน้า ผลการจำลองสถานการณ์ได้แสดงถึงสมรรถนะที่น่าพอใจในการประมาณค่าอัตราเร็วเชิงมุมและโหลดทอร์ก และผลตอบสนองของอัตราเร็วเพลาหมุนที่ติดตามคำสั่งอัตราเร็ว

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2550 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

WIROTE SANGTUNGTONG : DEVELOPMENT OF AN ADAPTIVE SLIDING-MODE SPEED AND LOAD TORQUE OBSERVER FOR A SENSORLESS VECTOR CONTROLLED INDUCTION MOTOR.
THESIS ADVISOR : PROF. SARAWUT SUJITJORN, Ph.D. 331 PP.

SPEED OBSERVER/LOAD TORQUE OBSERVER/INVARIANCE PRINCIPLE/ LYAPUNOV STABILITY/ADAPTIVE SLIDING-MODE OBSERVER/ INDUCTION MOTOR

This thesis presents the development of a novel speed and load torque observer used in a speed-sensorless vector-controlled three-phase induction motor drive. The observers are of the type adaptive sliding-mode and used to replace the speed sensor and the torque transducer. The speed observer incorporating core loss acquires the stator voltages and currents in order to compute the rotor flux while its PI adaptive law simultaneously performs an on-line estimation of the rotor speed. The load torque observer obtains the calculated electromagnetic torque of the motor and the estimated rotor speed from the same speed observer in order to perform the on-line load-torque estimation. Two proposed observers have a cascade configuration and both of them operate in a combined mode. The Lyapunov's second method has been used to guarantee the uniform stability of these observers treated as non-autonomous systems. Applying the LaSalle's theorem of invariant sets, we can confirm that the developed observers' operations converge to the equilibrium status before the end of the transient periods approaching the uniformly stable steady states. Moreover, the discretized observers using Heun's numerical integration method remain stable, and also their

practical operations approach equilibria in steady states under a sufficiently small sampling-period. Additionally, the proposed observers are used in a closed-loop sensorless speed control system with feed-forward load-torque compensation. The simulation results indicate satisfactory performances of speed and load-torque estimations together with good command following speed responses.

School of Electrical Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2007 Advisor's Signature_____