บทคัดย่อ

การควบคุมการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงแบบไร้แปรงถ่านในช่วงเริ่มหมุนเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับระบบเครื่องปรับอากาศที่ไม่มีตัวตรวจจับตำแหน่งของโรเตอร์ ถ้าเริ่มต้นหมุนโดยไม่รู้ตำแหน่งจริงของโรเตอร์ จะทำให้เกิดกระแสกระชากขึ้น จากการทดสอบพบว่ากระแสกระชากสูงสุดที่เกิดขึ้นในช่วงบังคับเริ่มหมุนมีค่ามากกว่าระดับกระแสในช่วงทำงานปกติถึงหกเท่า ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้อุปกรณ์สวิตช์กำลังที่สามารถรองรับระดับกระแสสูงสุดนี้ได้ ผลที่ตามมาคือต้นทุนการผลิตของระบบเพิ่มขึ้น ดังนั้น ถ้าสามารถลดกระแสกระชากให้มีค่าต่ำลงได้ ก็สามารถเลือกใช้อุปกรณ์สวิตช์กำลังที่มีพิกัดกระแสต่ำลง และทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงด้วย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเสนอวิธีการประมาณช่วงค่าตำแหน่งของโรเตอร์ที่ถูกต้องเพื่อแก้ปัญหากระแสกระชากในช่วงเริ่มต้นทำงานของมอเตอร์ BLDC การประมาณค่าตำแหน่งจะใช้หลักการง่ายๆ โดยการตรวจวัดและเปรียบเทียบผลตอบสนองของกระแสและแรงดันเฟสที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระดับค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดสเตเตอร์ที่ได้รับอิทธิพลมากจากตำแหน่งขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์ เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจ่ายแรงดันพัลส์ทั้งสามครั้ง สามารถประมาณค่าตำแหน่งของโรเตอร์ได้ด้วยความละเอียดสูงสุดเท่ากับ 30 องศาทางไฟฟ้า

จากผลการประมาณค่าตำแหน่งของโรเตอร์ที่ได้ จะนำมากำหนดตำแหน่งเริ่มต้นขั้นที่หนึ่งของวิธีการขับเคลื่อนแบบ 6 ขั้น 120 องศาได้ ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่า กระแสกระชากในขณะเริ่มต้นทำงานมีระดับลดลงกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากวิธีการเดิม การนำเอาวิธีดังกล่าวมาใช้งาน จะสามารถลดค่าพิกัดกระแสของอุปกรณ์สวิตช์จากเดิม 30 แอมป์ มาใช้ที่ 10 แอมป์ได้ จึงทำให้ราคาต้นทุนการผลิตลดลงจากเดิมได้ถึง 26 เปอร์เซ็นต์

Abstract

Control of brushless dc (BLDC) motors during start-up period is crucial, particularly when applied in air-conditioning systems without rotor position sensors. Moreover, start-up while not knowing the actual rotor position will result in current overshoot. According to our preliminary study, it is found that the maximum overshoot current occurring during the forced synchronous mode can reach six times higher than that during normal operation. The selection of power switches with larger current ratings, but with heavy price tags, seems to be necessary. As a result, the production costs of such air-conditioning systems are increased. Thus, a method to reduce the current overshoot during start-up is needed. This means that power switches with lower current ratings will possibly be selected and the production costs will still remain low.

This thesis presents a method to cope with the problem regarding current overshoot during start-up of a BLDC motor at standstill by estimating its initial rotor position. The key principle of the rotor position estimation is based on the simple detection and comparison of phase voltage and current responses relating to the stator inductance varied with the position of the rotor magnet. In the proposed method, three pulse voltage injections are applied and 30 degrees maximum resolution can be achieved.

Based on the estimated rotor position, the initial step of the 6-step, 120-degree drive can be properly determined. From the experimental results using the proposed method, it is evident that the current overshoot during start-up can be reduced down to 4 A, 25% of that using the conventional method. As a result, the current rating and the price of the selected power module can be cut down to 33% and 26%, respectively.