

การควบคุมความเร็วมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวด้วยอินเวอร์เตอร์แหล่งจ่ายแรงดัน 4 ขา (ชาขนพั้ดบเบิลยูเอ็ม) Single Phase Induction Motor Speed Controlled with 4 - leg Voltage Source Inverter (SPWM)

วิญญู แสงสินกสิกิจ¹ อนุชิต เจริญ¹ ณรรรม เกิดสำอางค์¹ ธัญธาธ จันทรแจ่ม¹ และ วิทยา ทิพย์สุวรรณพร²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบสร้างอินเวอร์เตอร์แหล่งจ่ายแรงดัน 4 ขา แบบชาขนพั้ดบเบิลยูเอ็ม (Sine Pulse Width Modulation) สำหรับการควบคุมความเร็วมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว โดยสร้างสัญญาณการสวิตช์แบบชาขนพั้ดบเบิลยูเอ็ม ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 (Adu7024) ซึ่งสามารถโปรแกรมได้ และมีความเร็วในการสร้างสัญญาณการสวิตช์สูง ราคาถูก และส่วนขับมอเตอร์ใช้ไอซีขับเกตเบอร์ IR2130 จำนวน 2 ตัว ในส่วนของสัญญาณกระแสเอาต์พุตที่ได้ จะมีลักษณะคล้ายชาขนพั้ดบเบิลยูเอ็ม เป็นผลให้ประสิทธิภาพการควบคุมมอเตอร์ได้สูงขึ้นและในการออกแบบสัญญาณควบคุมความเร็วของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว จะใช้หลักการควบคุมอัตราส่วนระหว่างแรงดันต่อความถี่(v/f) ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ให้ได้แรงบิดที่คงตัว โดยการควบคุมความเร็วมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวแบบลูปปิดใช้เทคนิคการควบคุมแบบ PI

คำสำคัญ: อินเวอร์เตอร์แรงดันสี่ขา, ชาขนพั้ดบเบิลยูเอ็ม, PI

Abstract

This research is design and construct of sine pulse width modulation (Sine PWM) 4-leg voltage source inverter for controlling speed of single-phase induction motor. The Sine PWM switching signal is generated by ARM7(Adu7024) micro-controller which is programmable and cheap, while having high frequency to generating switching signal. Two ICs No. IRF2130 are used for motor driving part. The characteristics of output current signal are nearly close to sinusoidal pattern resulting to high efficiency for motor control. In order to control the speed of induction motor, ratios of voltage to frequency (V/f) are controlled and constant torques are obtained by implementing technique of PI close-loop control.

Keywords: 4-leg Voltage Source Inverter , SPWM , PI

1. ข้อมูลทั่วไป

มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำเฟสเดียว ถูกนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง ทั้งในครัวเรือน และในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ในการใช้งานจะใช้กับแหล่งจ่ายแรงดันเฟสเดียว และกำลังการใช้งานขนาดเล็ก ซึ่งปกติมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดนี้จะมีการพันขดลวดสองชุดคือ ขดลวดหลักและขดลวดช่วยที่วางห่างกัน 90 องศาทางไฟฟ้า การพันขดลวดหลักและขดลวดช่วยมี

จำนวนรอบไม่เท่ากัน สามารถพิจารณาเป็นมอเตอร์สองเฟสแบบไม่สมมาตร [1],[2] ถ้าตัวเก็บประจุสตาร์ท และรันถูกปลอกออกชุดควบคุมความเร็วสามารถควบคุมความเร็วโดยการควบคุมความถี่

งานวิจัยนี้นำเสนอการควบคุมอินเวอร์เตอร์แรงดันชนิดสี่ขา (4-leg) แบบไม่สมมาตร[3] สำหรับควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำเฟสเดียวด้วยการมอดูเลตแบบชาขนพั้ดบเบิลยูเอ็ม และควบคุมลูปปิดด้วยเทคนิค PI และใช้หลักการควบคุมความเร็วด้วย v/f ซึ่งได้ทดสอบการทำงานลูปเปิดที่ความถี่ต่างๆ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงมุม δ และการเปลี่ยนแปลง m_d และ m_q เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการปรับค่าต่างๆ ท้ายการทดลองเป็นการควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์แบบลูปปิด ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ตามต้องการ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 สมการจำลองมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำเฟสเดียว

ความเป็นเชิงเส้นของวงจรมแม่เหล็ก ระยะห่างช่องอากาศที่คงที่ และการพันขดลวดมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวสร้างการกระจายสนามแม่เหล็ก แบบชาขนพั้ดบเบิลยูเอ็มในช่องอากาศ รูปแบบจำลองไดนามิกของมอเตอร์ได้นำเสนอข้างต้นใน[4] ที่ตัวแปรทั้งหมดถูกย้ายมายังเฟรมอ้างอิงที่อยู่กับที่ (ถูกกำหนดด้วยตัวอักษร s)

$$V_{sd}^s = r_{sd}i_{sd}^s + \frac{d\lambda_{sd}^s}{dt} \tag{1}$$

$$V_{sq}^s = r_{sq}i_{sq}^s + \frac{d\lambda_{sq}^s}{dt} \tag{2}$$

$$0 = r_{rd}i_{rd}^s + \frac{d\lambda_{rd}^s}{dt} + \omega_r \lambda_{rq}^s \tag{3}$$

$$0 = r_{rq}i_{rq}^s + \frac{d\lambda_{rq}^s}{dt} - \omega_r \lambda_{rd}^s \tag{4}$$

$$\lambda_{sd}^s = l_{sd}i_{sd}^s + M_{srd}i_{rd}^s \tag{5}$$

$$\lambda_{sq}^s = l_{sq}i_{sq}^s + M_{srq}i_{rq}^s \tag{6}$$

$$\lambda_{rd}^s = l_{rd}i_{rd}^s + M_{srd}i_{sd}^s \tag{7}$$

$$\lambda_{rq}^s = l_{rq}i_{rq}^s + M_{srq}i_{sq}^s \tag{8}$$

PE048