

## การควบคุมความเร็วมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวด้วยอินเวอร์เตอร์แหล่งจ่ายแรงดัน 3 ขา (ชาวน์พีดับเบิลยูเอ็ม) Single Phase Induction Motor Speed Controlled with 3-leg Voltage Source Inverter (SPWM)

ณรรณ เกิดสำอางค์<sup>1</sup> อนุชิต เจริญ<sup>1</sup> วิญญู แสงสินถลึง<sup>1</sup> คมกฤษ แก่นทอง<sup>2</sup> และ วิทยา ทิพย์สุวรรณพร<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบสร้างอินเวอร์เตอร์ แหล่งจ่ายแรงดันสามขา แบบชาวน์พีดับเบิลยูเอ็ม (Sine Pulse Width Modulation) สำหรับการควบคุมความเร็วมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว ส่วนขับเคลื่อนมอเตอร์ใช้ไอซีขับเคลื่อนเบอร์IR2130ในส่วนของสัญญาณกระแสเอาต์พุตที่ได้จะมีลักษณะคล้ายชายนำมากเป็นผลให้ฮาร์มอนิกสักระยะลดลง จึงทำให้ประสิทธิภาพในการควบคุมมอเตอร์สูงขึ้นการสังเคราะห์สัญญาณการสวิตช์แบบชาวน์พีดับเบิลยูเอ็มด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 (Adu7024) ซึ่งสามารถโปรแกรมได้ และมีความเร็วในการสังเคราะห์สัญญาณการสวิตช์สูง และราคาถูก ในการออกแบบสัญญาณควบคุมความเร็วของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว จะใช้หลักการควบคุมอัตราส่วนระหว่างแรงดันต่อความถี่ (V/f) ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ โดยให้แรงบิดที่คงตัว โดยการควบคุมความเร็วมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวแบบลูปิดด้วยเทคนิคการควบคุมแบบ PI

**คำสำคัญ:** อินเวอร์เตอร์แรงดันสามขา, ชาวน์พีดับเบิลยูเอ็ม, PI

### Abstract

This research is design and construct of sine pulse width modulation (Sine PWM) inverter for controlling speed of single-phase induction motor. 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. 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. 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:** 3-leg Voltage Source Inverter, SPWM, PI

### 1. ข้อมูลทั่วไป

มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำเฟสเดียว ได้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ในอุปกรณ์และเครื่องมือในงานด้านอุตสาหกรรมและทางการค้า ด้วยเหตุผลของประสิทธิภาพในการเปลี่ยนรูปจากพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกลในราคาที่ไม่แพงมาก ซึ่งปกติมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดนี้จะมีการ

พันขดลวดสองชุดคือ ขดลวดหลักและขดลวดช่วยที่วางห่างกัน 90 องศาทางไฟฟ้า การพันขดลวดหลักและขดลวดช่วยมีจำนวนรอบไม่เท่ากันสามารถพิจารณาเป็นมอเตอร์สองเฟสแบบไม่สมมาตร[1]โดยจะมีคาปาซิเตอร์ค่อนุกรมอยู่กับขดลวดช่วย เมื่อทำการปลดคาปาซิเตอร์ออกสามารถควบคุมความเร็วโดยการควบคุมความถี่ งานวิจัยนี้นำเสนอการควบคุมอินเวอร์เตอร์แรงดันสามขดสามขา (3-leg) แบบไม่สมมาตร สำหรับควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำเฟสเดียว ด้วยการมอดูเลตแบบชาวน์พีดับเบิลยูเอ็ม และควบคุมลูปิดด้วยเทคนิค PI ซึ่งได้ทดสอบการทำงานลูปิดที่ความถี่ต่างๆ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงมุม  $\delta$  เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการปรับค่าต่างๆ และในส่วนท้ายการทดลองเป็นการควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์แบบลูปิด ซึ่งผลการทดลองสามารถควบคุมได้ตามต้องการ

### 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 สมการจำลองมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำเฟสเดียว

ความเป็นเชิงเส้นของวงจรแม่เหล็ก ระยะห่างช่องอากาศที่คงที่ และการพันขดลวดมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว สร้างการกระจายสนามแม่เหล็กแบบชาวน์ในช่องอากาศ รูปแบบจำลองไดนามิกส์ของมอเตอร์ได้นำเสนอข้างต้นใน[2] ที่ตัวแปรทั้งหมดถูกย้ายมาขงเฟรมอ้างอิงที่อยู่กับที่ (ถูกกำหนดด้วยตัวก s) โดยใช้วิธีการของสเปซเวกเตอร์

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

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

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

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

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

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

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

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