การควบคุมอินเวอร์เตอร์แบบห้ากิ่งเพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสสองตัวโดยการมอดดูเลตความกว้างพัลซ์ด้วยวิธีสเปซเวคเตอร์

Five-leg Inverter control for Driving Two Three-Phase Induction motors using Space Vector Pulse width modulation

สาธิต สมญาดี วิจิตร กิณเรศ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ การออกแบบอินเวอร์เตอร์แบบแหล่งจ่ายแรงดันโดยการมอดดูเลตความกว้างพัลซ์ด้วยวิธีสเปซเวคเตอร์เพื่อควบคุมอินเวอร์เตอร์แบบห้ากิ่งให้ขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสสองตัว อินเวอร์เตอร์แบบห้ากิ่งสามารถจะขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสสองตัวอย่างอิสระพร้อม ๆ กันได้ โดยที่เฟส U และ V ของมอเตอร์ทั้งสองตัวจะถูกต่อเข้ากับ แต่ละกิ่งของอินเวอร์เตอร์ ส่วนเฟส W ของมอเตอร์ทั้งสองจะถูกนำมาต่อร่วมกันที่กิ่งร่วม เนื่องจากเฟส W ของมอเตอร์ทั้งสองถูกนำมาต่อร่วมกันที่กิ่งร่วม นี่จึงเป็นสาเหตุให้รูปแบบการสวิทช์แตกต่างไปจากเดิม วิธีการมอดดูเลตของอินเวอร์เตอร์สามกิ่งจึงไม่สามารถนำมาใช้สำหรับควบคุมอินเวอร์เตอร์แบบห้ากิ่งได้ จากผลการทดลองยืนยันได้ว่ามอเตอร์ทั้งสองตัวสามารถที่จะหมุนด้วยความเร็วรอบที่แตกต่างกันได้

คำสำคัญ: อินเวอร์เตอร์แบบห้ากิ่ง, มอเตอร์เหนี่ยวนำ, การมอดดูเลตความกว้างพัลซ์ด้วยวิธีสเปซเวคเตอร์

Abstract

This paper presents design a voltage source inverter type space vector pulse width modulation (SVPWM) for control five-leg inverter for driving two three-phase induction motors. The five-leg inverter is a single inverter that can drive two three-phase motors independently. U and V phase of both motors are connected in each leg respectively whereas W phase of both motors are connected in a common leg. In the five-leg inverter, because W phase of the motors are connected in the common leg, it causes difference from a switching pattern of W phase in two motors. For this reason, the modulation method for a three leg inverter can't use for the five-leg inverter. The obtained results confirm that both motors are able to operate at different speed.

Key words: Five-leg inverter, Induction motor, Space vector pulse width modulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

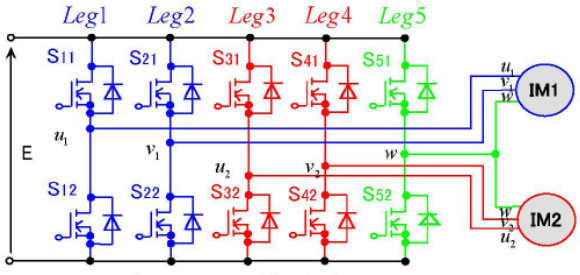
1. บทนำ

การลดจำนวนสวิทช์ ในระบบ อินเวอร์เตอร์นี้ จะทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้เนื่องจาก จะทำให้ลดจำนวนการใช้วัตถุดิบ ลดพลังงาน และเวลาในการสร้างอุปกรณ์ อีกทั้งยังทำให้เมื่อนำไปใช้งานจะเกิดการสูญเสียพลังงานจากการสวิทช์ (Switching loss) น้อยลงด้วย ซึ่งเป็นการช่วยลดพลังงานได้อีกทางหนึ่ง [1], [6], [4]

บทความนี้นำเสนอ การออกแบบการควบคุมอินเวอร์เตอร์แบบห้าก้ิง เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสองตัวพร้อมกัน ให้หมุนด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน และรับภาระโหลดที่แตกต่างกันได้ด้วย โดยเป็นการนำเสนอวิธีในการควบคุมการมอดดูเลตความกว้างพัลซ์ด้วยวิธีสเปซเวคเตอร์ให้สามารถควบคุมการสวิทช์ทั้งสิบตัวของอินเวอร์เตอร์แบบห้าก้ิงให้ทำงานสัมพันธ์ กับแรงดันและความถี่ (V/f) ที่ต้องการส่งไปควบคุมมอเตอร์ทั้งสองตัว การทดลองเริ่มต้นด้วยการสร้างแบบจำลองของระบบด้วยโปรแกรม MATLAB/SIMULINK และใช้ชุดทดลอง dSPACE 1104 เป็นตัวสร้างสัญญาณควบคุมส่งไปยังชุดอินเวอร์เตอร์ห้าก้ิง

2. รูปแบบของอินเวอร์เตอร์แบบห้าก้ิง

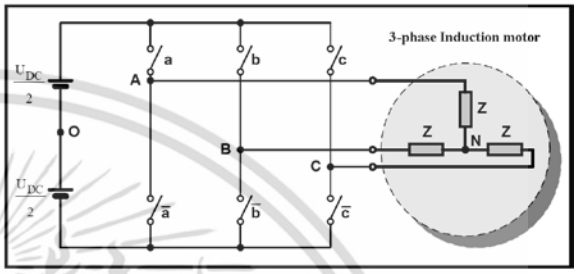
รูปแบบอินเวอร์เตอร์แบบห้าก้ิง แบบแหล่งจ่ายแรงดันเพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส พร้อมกันสองตัว แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งเป็นการลดจำนวนสวิทช์จากเดิม 12 ตัว เหลือเพียง 10 ตัว จากรูปเฟส W ของมอเตอร์ทั้งสองจะถูกต่อร่วมกันที่ก้ิงที่ 5 (Leg 5) [2] ทำให้ ณ เวลาใด ๆ ในการสวิทช์แรงดันให้แก่มอเตอร์ทั้งสองตัว รูปแบบการสวิทช์แรงดันที่ก้ิง 5 จะถือเป็นเรื่องสำคัญมากที่จะถูกนำมาพิจารณา ด้วยสาเหตุนี้การมอดดูเลชั่น (Modulation) สำหรับอินเวอร์เตอร์แบบสามก้ิง จะไม่สามารถนำมาใช้ได้



รูปที่ 1: รูปแบบของอินเวอร์เตอร์แบบห้าก้ิง

2.1 การมอดดูเลตความกว้างพัลซ์ด้วยวิธีสเปซเวคเตอร์

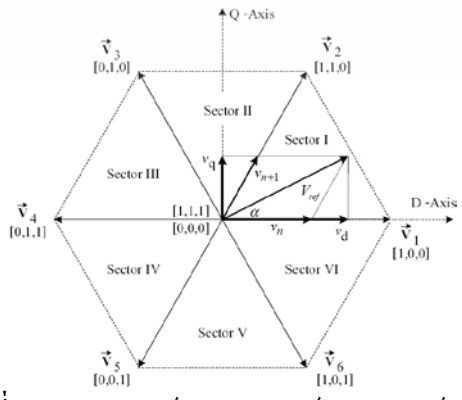
เมื่อจะกล่าวถึง วิธีในการควบคุมความเร็วมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส ก็สามารถแยกระบบออกเป็นส่วน ๆ ที่สำคัญได้ดังนี้ คือ แหล่งจ่ายไฟ อินเวอร์เตอร์ มอเตอร์ และวิธีในการสั่งสวิทช์ ซึ่งโดยทั่วไป ๆ อินเวอร์เตอร์ มอเตอร์ และแหล่งจ่ายแรงดันนั้นจะถือเป็นฮาร์ดแวร์ซึ่งจะมีลักษณะโดยทั่วไปดังรูปที่ 2



รูปที่ 2: อินเวอร์เตอร์แบบแหล่งจ่ายแรงดันสามเฟส

ส่วนวิธีในการสวิทช์นั้น จะถือเป็นวิธีการทางซอฟแวร์ ปัจจุบันได้มีการนำเสนอในหลากหลายรูปแบบ ซึ่งวิธีการหนึ่งที่ใช้งานอย่างแพร่หลายคือ การควบคุมแรงดันต่อความถี่ (V/f) โดยมอดดูเลตความกว้างพัลซ์ด้วยวิธีสเปซเวคเตอร์ ซึ่งมีวิธีการดังนี้

จากรูปที่ 2 จะเห็นว่า การสวิทช์วงจรของสวิทช์ทั้งหกตัวจะมีได้ทั้งหมด 8 แบบคือ [0,0,0], [0,0,1], [0,1,0], [0,1,1], [1,0,0], [1,0,1], [1,1,0] และ [1,1,1] แต่จะมีการสวิทช์วงจรเพียง 2 แบบคือ [0,0,0] และ [1,1,1] เท่านั้นที่ไม่มีแรงดันจ่ายไปยังมอเตอร์ [5] ส่วนการสวิทช์วงจรอีก 6 แบบที่เหลือ จะเป็นการสวิทช์วงจรที่มีแรงดันจ่ายไปยังมอเตอร์ และสัมพันธ์กับเวคเตอร์สเปซที่มีมุมเฟสต่างกัน π / 3 หรือ 60° ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3: ความสัมพันธ์ของการสวิทช์และเวคเตอร์สเปซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 การคำนวณหาความกว้างพัลซ์ของการสวิทซ์ เมื่อเวคเตอร์อ้างอิงอยู่ในเซคเตอร์ต่าง ๆ

Sector I	Sector II	Sector III
$(0 \le \omega t \le \frac{\pi}{3})$	$(\frac{\pi}{3} \le \omega t \le \frac{2\pi}{3})$	$(\frac{2\pi}{3} \le \omega t \le \pi)$
$T_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} m T_s \cos(\omega t + \frac{\pi}{6})$	$T_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} m T_s \cos(\omega t + \frac{11\pi}{6})$	$T_3 = \frac{\sqrt{3}}{2} m T_s \cos(\omega t + \frac{3\pi}{2})$
$T_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} m T_s \cos(\omega t + \frac{3\pi}{2})$	$T_3 = \frac{\sqrt{3}}{2} m T_s \cos(\omega t + \frac{7\pi}{6})$	$T_4 = \frac{\sqrt{3}}{2} m T_s \cos(\omega t + \frac{5\pi}{6})$
$T_0 = T_s - T_1 - T_2$	$T_0 = T_s - T_2 - T_3$	$T_0 = T_s - T_3 - T_4$
Sector IV	**Sector V**	**Sector VI**
$(\pi \le \omega t \le \frac{4\pi}{3})$	$(\frac{4\pi}{3} \le \omega t \le \frac{5\pi}{3})$	$(\frac{5\pi}{3} \le \omega t \le 2\pi)$
$T_4 = \frac{\sqrt{3}}{2} m T_s \cos(\omega t + \frac{7\pi}{6})$	$T_5 = \frac{\sqrt{3}}{2} m T_s \cos(\omega t + \frac{5\pi}{6})$	$T_6 = \frac{\sqrt{3}}{2} m T_s \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$
$T_5 = \frac{\sqrt{3}}{2} m T_s \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$	$T_6 = \frac{\sqrt{3}}{2} m T_s \cos(\omega t + \frac{\pi}{6})$	$T_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} m T_s \cos(\omega t + \frac{11\pi}{6})$
$T_0 = T_s - T_4 - T_5$	$T_0 = T_s - T_5 - T_6$	$T_0 = T_s - T_1 - T_6$

เมื่อ

T_s คือ คาบเวลาความถี่สวิทชิ่ง

M คือ อัตราส่วนการมอดดูเลชั่น

$T_{1...6}, T_0$ คือ ค่าความกว้างพัลซ์ของการสวิทซ์

การควบคุมความเร็วมอเตอร์ด้วยวิธี SVPWM ก็คือการสร้างแรงดันส่งไปยังตัวมอเตอร์ ให้ได้ตามขนาดและมุมของเวคเตอร์อ้างอิง (V_{ref}) โดยการปรับความกว้างพัลซ์ของการสวิทซ์ ซึ่งการคำนวณหาความกว้างพัลซ์เมื่อเวคเตอร์อ้างอิงอยู่ในเซกเตอร์ทั้งหก สามารถทำได้โดยคำนวณจากสมการที่แสดงในตารางที่ 1 [5]

ตารางที่ 2 แสดงรูปแบบการเรียงลำดับการสวิทซ์

Sector 1	$V_0 \to V_1 \to V_2 \to V_2 \to V_1 \to V_0$
Sector 2	$V_0 \to V_2 \to V_3 \to V_3 \to V_2 \to V_0$
Sector 3	$V_0 \to V_3 \to V_4 \to V_4 \to V_3 \to V_0$
Sector 4	$V_0 \to V_4 \to V_5 \to V_5 \to V_4 \to V_0$
Sector 5	$V_0 \to V_5 \to V_6 \to V_6 \to V_5 \to V_0$
Sector 6	$V_0 \to V_6 \to V_1 \to V_1 \to V_6 \to V_0$

เมื่อคำนวณหาความกว้างพัลซ์ของการสวิทซ์ แต่ละรูปแบบได้แล้ว จะนำมาเรียงลำดับการสวิทซ์ดังตารางที่ 2 ยกตัวอย่างเมื่อเวคเตอร์อ้างอิงอยู่ในเซกเตอร์ที่ 1 โดยรูปสัญญาณในการควบคุมการสวิทซ์ ตามลักษณะการเรียงลำดับดังกล่าวนี้จะเป็นดังรูปที่ 4 ซึ่งเหมาะแก่การนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมอินเวอร์เตอร์แบบห้ากิ่ง

2.2 การปรับความกว้างพัลซ์สำหรับอินเวอร์เตอร์แบบห้ากิ่ง

เมื่อต้องการควบคุมมอเตอร์สองตัวให้ทำงานอิสระต่อกันโดยใช้อินเวอร์เตอร์แบบห้ากิ่งนั้น จะมีลักษณะการควบคุมต่างจากการควบคุมมอเตอร์สองตัว โดยใช้อินเวอร์เตอร์สามกิ่งสองตัวเพียงเล็กน้อย คือ เริ่มจากการสร้างสัญญาณควบคุมความกว้างพัลซ์สำหรับอินเวอร์เตอร์แบบสามกิ่งสำหรับมอเตอร์แต่ละตัวตามวิธีที่กล่างมาข้างต้น จากนั้นนำสัญญาณความกว้างของพัลซ์ที่กิ่ง W ของมอเตอร์ทั้งสอง มาเปรียบเทียบเพื่อหาว่ามอเตอร์ตัวใดมีความกว้างพัลซ์มากที่สุด จากนั้นนำความแตกต่างที่ได้ไปเพิ่มในทุกเฟสของมอเตอร์อีกตัวหนึ่งดังรูปที่ 5 โดยการเพิ่มความกว้างพัลซ์ลักษณะนี้จะเป็นการเพิ่มเวคเตอร์ V7 หรือการสวิทซ์เป็น [1,1,1] นั่นเอง ซึ่งจะไม่มีผลกระทบต่อขนาดและมุมของเวคเตอร์เดิม เนื่องจากเป็นการสวิทซ์แรงดันศูนย์ จากนั้นเมื่อเฟส W ของมอเตอร์ทั้งสองมีความกว้างพัลซ์ขนาดเท่ากันแล้ว ก็สามารถยุบรวมเป็นกิ่งเดียวกันได้ ทำให้เหลือเพียงห้ากิ่ง

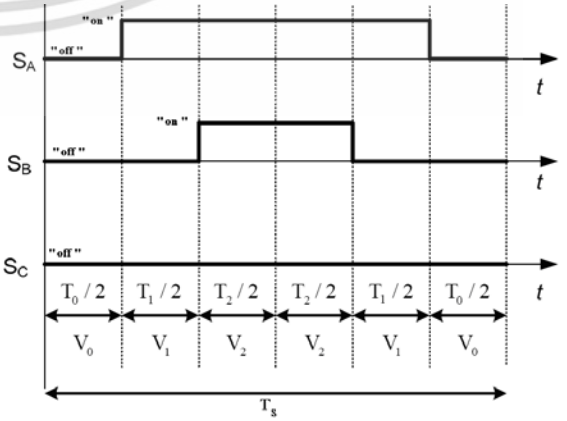
การใช้กิ่งร่วมกันทำให้เกิดการขยายช่วงเวลาการสวิทซ์ออกไปในลักษณะเช่นนี้ทำให้พอจะสรุปข้อจำกัดของการสั่งสวิทซ์แรงดันไปยังมอเตอร์ทั้งสอง ได้ดังนี้ [1],[2],[3]

$$V_{DC\ Bus} \ge \max(\vec{U}_{m1} + \vec{U}_{m2})$$

ถ้าต้องจ่ายแรงดันไปยังมอเตอร์โดย $\vec{U}_{Rated} = \vec{U}_{m1} = \vec{U}_{m2}$

เพราะฉะนั้น $V_{DC\ Bus} \ge 2\vec{U}_{Rated}$

เมื่อ $\vec{U}_{m1}, \vec{U}_{m2}$ คือแรงดัน Phase to Phase ของมเตอร์

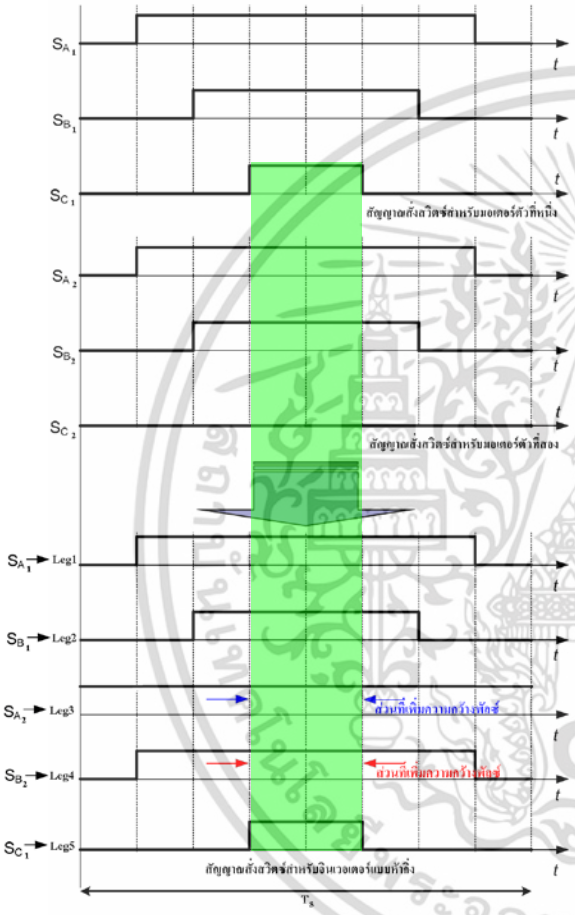


รูปที่ 4: ตัวอย่างสัญญาณการสั่งสวิทซ์ในหนึ่งคาบเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

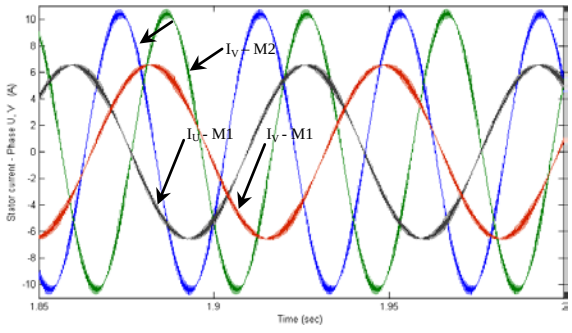
3. ผลการจำลองการทำงาน

การจำลองผลจะทำการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Matlab / Simulink โดยกำหนดให้มอเตอร์ทั้งสองตัวมีพิกัดเท่ากัน ดังนี้ 4KW, 400V, 50Hz, 4 poles โดยที่มอเตอร์ตัวที่ 1 ได้รับการสวิทซ์แรงดันที่ความถี่ 15Hz รับโหลด 10 Nm มอเตอร์ตัวที่ 2 ได้รับการสวิทซ์แรงดันที่ความถี่ 25 Hz รับโหลด 20 Nm แรงดันที่อินเวอร์เตอร์ (DC bus) 420V ความถี่พาหะ (Carrier frequency) 7.5 KHz

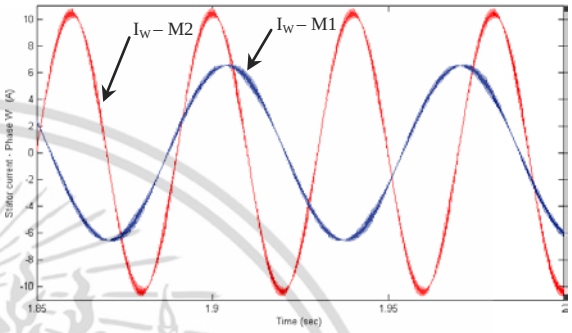


รูปที่ 5: แสดงการเพิ่มความกว้างพัลซ์ เพื่อสร้างสัญญาณสวิทซ์ให้กับอินเวอร์เตอร์แบบห้ากิ่ง

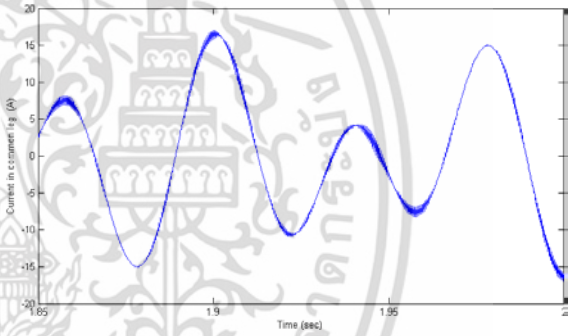
ผลการจำลองแสดงดังรูปที่ 6 เป็นการแสดงกระแสสเตเตอร์ของมอเตอร์ทั้งสองตัว เมื่อสังเกตจากกระแสที่เกิดขึ้นพอจะสรุปได้ว่าวิธีการควบคุมดังกล่าวที่นำเสนอมาสามารถจะควบคุมความเร็วมอเตอร์ทั้งสองให้มีความแตกต่างกันได้ เนื่องจากกระแสที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นสัญญาณซายน์ (Sinusiodal) ที่มีความถี่ตามที่ได้กำหนดไว้ คือ มอเตอร์ตัวที่หนึ่ง 15 Hz และมอเตอร์ตัวที่สอง 25 Hz



(ก)



(ข)



(ค)

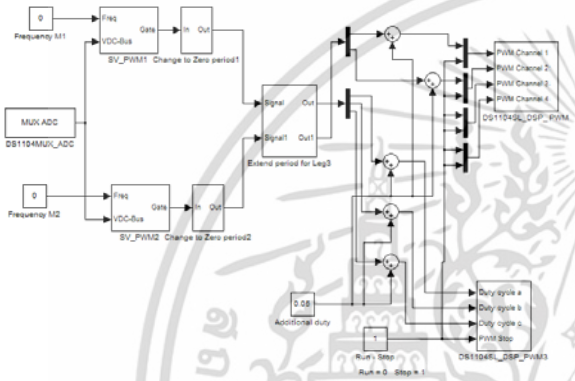
รูปที่ 6: แสดงกระแส **(ก)** เฟส U และ V ของมอเตอร์ทั้งสองตัว **(ข)** เฟส W **(ค)** กระแสในกิ่งร่วม

4. การออกแบบ และสร้างชุดทดลอง

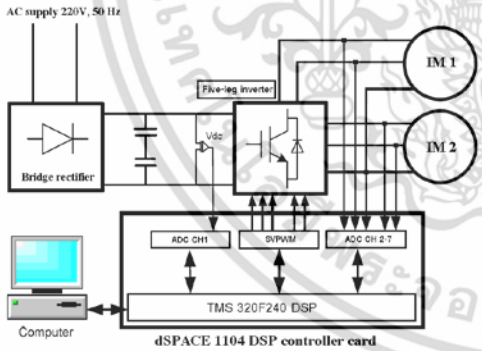
การสร้างจะเริ่มต้นจากการออกแบบแบบจำลอง ด้วยโปรแกรม MATLAB/SIMULINK เพื่อพิสูจน์แนวคิดที่ได้นำเสนอ เมื่อตรวจสอบผลจากแบบจำลองแล้วพบว่าการจำลองผลเป็นไปตามแนวคิด และให้ผลเป็นที่น่าพอใจ จากนั้นแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้ทำการรับ/ส่งค่าสัญญาณต่าง ๆ ไปยังบอร์ดควบคุม dSPACE 1104 เช่น ค่าความกว้างพัลซ์ และค่าแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟ โปรแกรมที่ได้ออกแบบสำหรับควบคุมอินเวอร์เตอร์แบบห้ากิ่ง ซึ่งพร้อมที่จะทำการ โปรแกรมไปยังบอร์ดควบคุม dSPACE 1104 แสดงดังรูปที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณควบคุมจาก dSPACE 1104 จะถูกส่งไปควบคุมอินเวอร์เตอร์ห้ากิ่งซึ่งถูกสร้างด้วย IGBT module ขนาดพิกัดกระแส 25A และมีพิกัดแรงดัน 1200 V โดยลักษณะการเชื่อมต่อวงจรจะแสดงดังรูปที่ 8 โดยมีพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้ พิกัดมอเตอร์ตัวที่หนึ่ง 220/380V, 50 Hz, 1KW, 2 poles พิกัดมอเตอร์ตัวที่สอง 220/380V, 50Hz, 2 KW, 4 poles ต่อวงจรแบบ Δ มอเตอร์ทั้งสองไม่ได้รับภาระโหลด แรงดันที่อินเวอร์เตอร์ 350 V ความถี่พาหะ 7.5 KHz ค่าประวิงเวลา (Dead time) 3.5 μs ชุดทดลองที่สร้างขึ้นแสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 7: รูปแบบจำลองในการควบคุมอินเวอร์เตอร์แบบห้ากิ่ง ซึ่งถูกโปรแกรมไปยัง dSPACE 1104



รูปที่ 8: ลักษณะการเชื่อมต่อชุดทดลอง

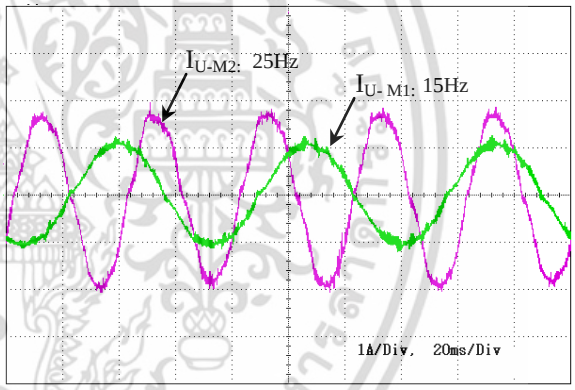
รูปที่ 9: ชุดทดลอง

5. ผลการทดลอง

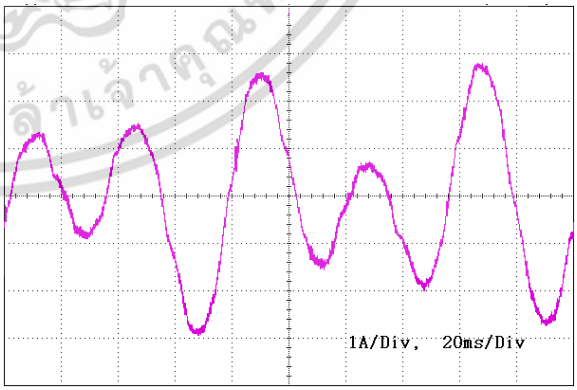
การทดลองทำโดยการป้อนแรงดัน และความถี่ที่แตกต่างกันให้กับมอเตอร์ทั้งสอง เพื่อต้องการให้มอเตอร์ทั้งสองตัวหมุนด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน จากนั้นวัดกระแสแต่ละเฟสของมอเตอร์ และบันทึกสัญญาณด้วยดิจิตอลออสซิลโลสโคป

เมื่อสังเกตจากกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละเฟสของมอเตอร์พบว่า ความถี่ของกระแสจะเป็นไปตามค่าความถี่ในการสวิทช์แรงดันที่กำหนดไว้ ทำให้มอเตอร์ทั้งสองตัวหมุนด้วยความเร็วแตกต่างกันตามความถี่ของการสวิทช์

ผลการทดลองแสดง ให้เห็นว่า ระบบสามารถควบคุมให้มอเตอร์ทั้งสองสามารถหมุนด้วยความเร็วที่แตกต่างกันได้อย่างอิสระ ในลักษณะเช่นเดียวกับการใช้อินเวอร์เตอร์สามกิ่งสองตัว



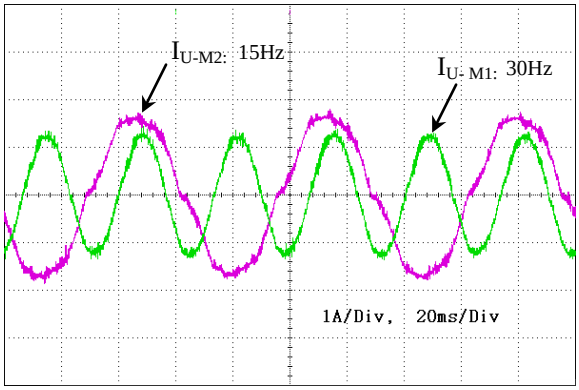
(ก)



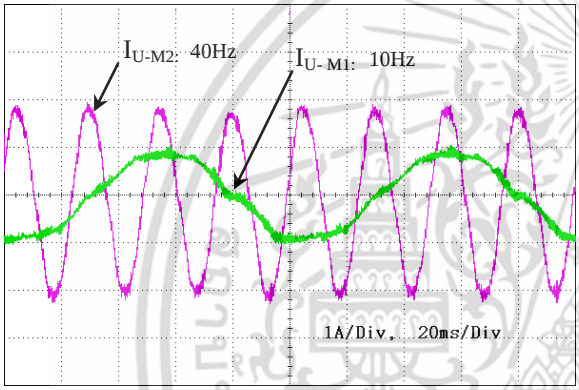
(ข)

รูปที่ 10: **(ก)** กระแสไฟฟ้าในเฟส U ของมอเตอร์ทั้งสองตัวเมื่อสวิทช์แรงดันที่ความถี่ 25Hz สำหรับมอเตอร์ตัวที่หนึ่ง และ 15Hz สำหรับมอเตอร์ตัวที่สอง โดยที่มอเตอร์ทั้งสองไม่มีภาระโหลด **(ข)** กระแสในกิ่งร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11: กระแสไฟฟ้าในเฟส U ของมอเตอร์ทั้งสองตัว เมื่อสวิทช์แรงดันที่ความถี่ 30Hz สำหรับมอเตอร์ตัวที่หนึ่ง และ 15Hz สำหรับมอเตอร์ตัวที่สอง



รูปที่ 12: กระแสไฟฟ้าในเฟส U ของมอเตอร์ทั้งสองตัว เมื่อสวิทช์แรงดันที่ความถี่ 10Hz สำหรับมอเตอร์ตัวที่หนึ่ง และ 40Hz สำหรับมอเตอร์ตัวที่สอง

6. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ถูกออกแบบ สร้าง และทดสอบระบบควบคุมอินเวอร์เตอร์แบบห้ากิ่ง เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสองตัวพร้อมกัน โดยการมอดดูเลตความกว้างพัลซ์ การควบคุมจะใช้วิธีการทางด้านดิจิตอล โดยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอล dSPACE 1104 ทำงานร่วมกับโปรแกรมสร้างแบบจำลอง MATLAB/SIMULINK ส่งสัญญาณไปควบคุมอินเวอร์เตอร์ที่มี IGBT Module ที่ทำหน้าที่เป็นสวิทช์

จากผลการทดลองสามารถที่จะยืนยันได้ว่า การใช้อินเวอร์เตอร์แบบห้ากิ่ง ควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสสองตัว ให้หมุนด้วยความเร็วที่ต่างกัน รวมถึงพิกัดของมอเตอร์ทางด้านกำลังงานยังแตกต่างกันได้อีกด้วย ด้วยเหตุนี้สามารถสรุปได้ว่า ถ้าต้องการควบคุมมอเตอร์สองตัวพร้อม ๆ กันสามารถใช้อินเวอร์เตอร์แบบห้ากิ่งที่มีสวิทช์เพียงสิบตัวทดแทน การใช้อินเวอร์เตอร์แบบหกกิ่งที่มีสวิทช์ถึงสิบสองตัวได้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] สาธิต สมญาดี และ วิจิตร กิณเรศ, “การออกแบบควบคุมอินเวอเตอร์แบบห้ากิ่งเพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสสองตัวโดยวิธีการควบคุมแรงบิดโดยตรง”, วิศวกรรมสาร มข., ปีที่ 36, ฉบับที่ 2 (107-116), เม.ย.-มิ.ย. 2552

[2] K. Oka, M. Hizume, Y. Kimura and K. Matsuse, “Improved method of voltage transfer ratio of Five-Leg inverter,” JIASC 2005, pp. 75-78

[3] PH. Delarue, A. Bouscayrol, and B. Francois, “Control implementation of a five-leg inverter voltage-source-inverter supplying two three-phase induction machines,” Proc. IEEE Int. Elec. , 2003, pp. 1909-1915

[4] Enrique Ledezma, Brenden McGrath, and Thomas A. Lipo, “Dual AC-Drive system with a reduce switch count,” IEEE Trans. on Ind. Appl., vol. 37, no. 5, pp. 1325-1333, 2001.

[5] K. Zhou, and D. Wang, “Relationship Between Space-Vector Modulation and Three-Phase Carrier-Based PWM: A Comprehensive Analysis,” IEEE Trans. on Ind. Appl., vol. 49, no. 1, pp. 186-196, Feb. 2002.

[6] A. Bouscayrol, B. Francois, and PH. Delarue, “Control Implementation of a Five-Leg AC-AC converter to supply a Three-phase induction machine,” IEEE Trans. on power electronics., vol. 20, no. 1, pp. 107-115, Jan. 2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้