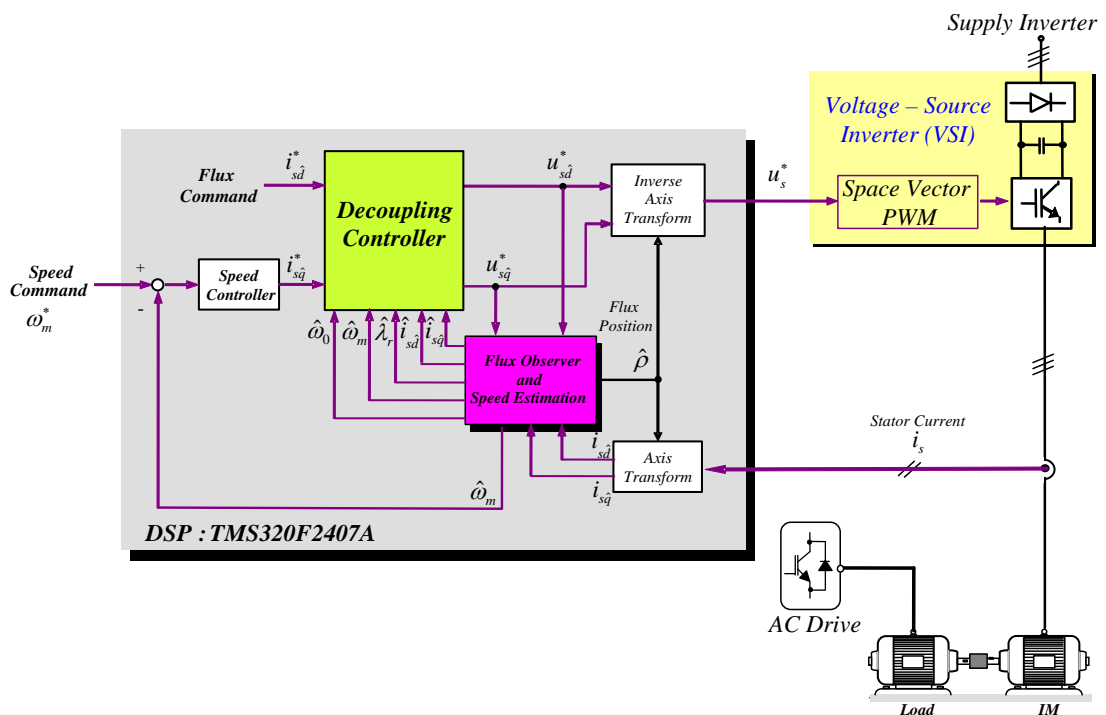


บทที่ 4 ผลการทดสอบการทำงานของระบบ

4.1 โครงสร้างของระบบที่ใช้ในการทดสอบ

โครงสร้างของระบบที่ใช้ในการทดสอบการทำงานแสดงในรูปที่ 4.1 ซึ่งประกอบไปด้วย วงรอบควบคุมความเร็ว วงรอบควบคุมฟลักซ์แม่เหล็ก และการควบคุมเวกเตอร์แบบแยกการเชื่อมร่วมโดยรีเซนเซอร์วัดความเร็ว โดยใช้ตัวประมวลสัญญาณเชิงดิจิทัล (DSP) เบอร์ TMS320F2407 ของบริษัท Texas Instrument ในการประมวลผล และใช้เวลาในการสุ่มสัญญาณ (Sampling time) $200 \mu s$ ความถี่ในการสวิตช์เท่ากับ 5 kHz และเพื่อเป็นการยืนยันถึงความถูกต้องของแนวคิดที่นำเสนอนี้จึงนำผลการจำลองการทำงานมารวมไว้เพื่อเปรียบเทียบกับ ค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์และตัวควบคุมความเร็วแสดงไว้ในภาคผนวก ก



รูปที่ 4.1 โครงสร้างของระบบที่ใช้ในการทดลอง

4.2 ผลการทดลองสมรรถนะโดยรวมของระบบที่ได้ทำการออกแบบ

สำหรับผลการทดลองที่จะนำเสนอใช้อัตราขยายป้อนกลับที่ออกแบบตามวิธีการที่นำเสนอในงานวิจัยนี้คือ

$$G_1 = 0, G_2 = 0, H_1 = 0, H_2 = -\frac{R_s L_r}{R_r} \hat{\omega}_m \quad (4.1)$$

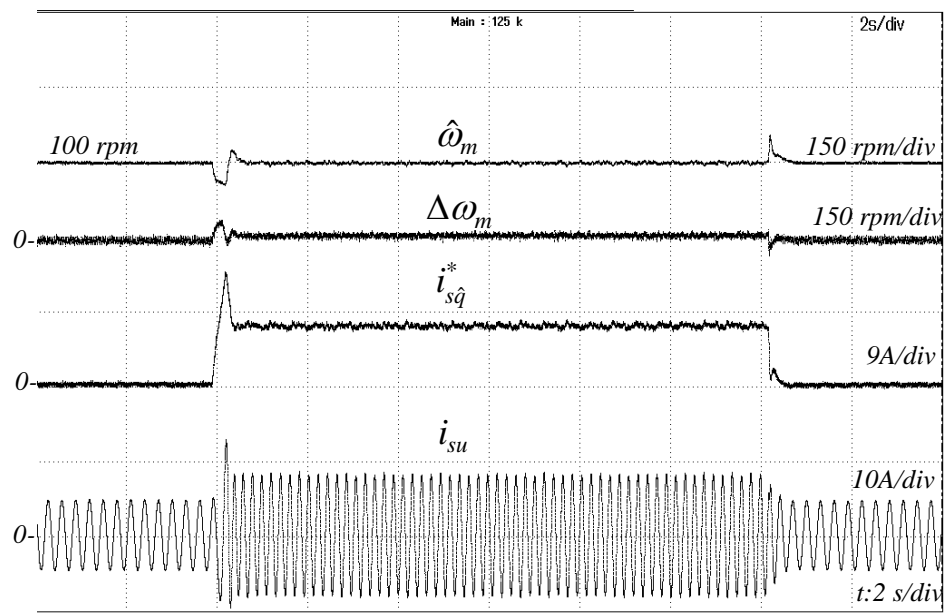
ซึ่งผลตอบสนองในรูปที่ 4.2-4.1 แสดงถึงสมรรถนะของระบบที่ได้ทำการออกแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ผลตอบสนองในขณะเกิดโหลดแบบขั้น

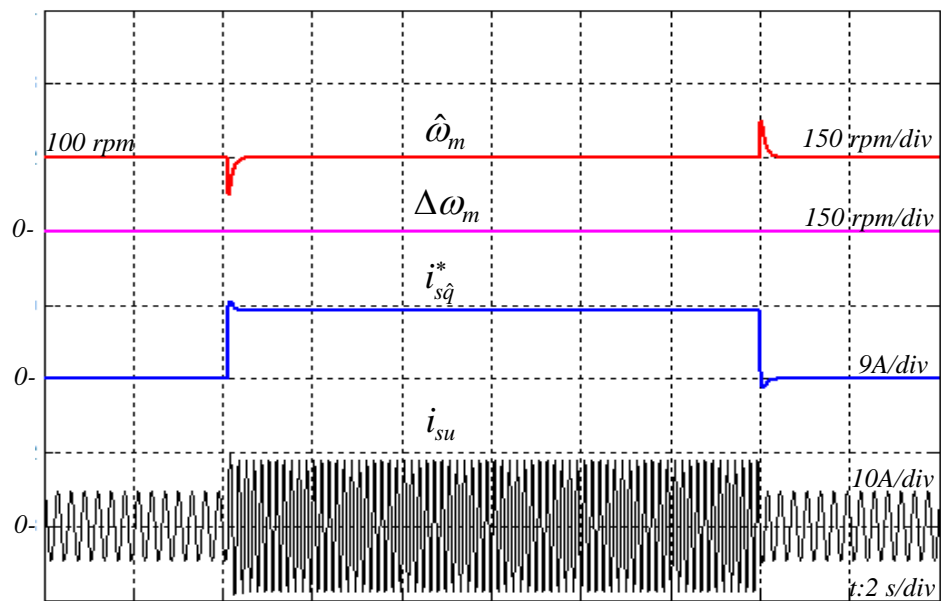
รูปที่ 4.2-4.3 และ 4.4-4.5 แสดงผลตอบสนองของระบบในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่พิกัดขึ้น ที่ความเร็ว 100 rpm และ 1000 rpm ตามลำดับ จากผลการจำลองและผลการทดลอง จะเห็นว่าค่าความผิดพลาดของความเร็วประมาณ $\Delta\omega_m$ มีค่าประมาณศูนย์ในสภาวะอยู่ตัวและมีเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโหลดอย่างรวดเร็ว นั้น ค่าความผิดพลาดของความเร็วประมาณ $\Delta\omega_m$ จะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยและเข้าสู่ศูนย์อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการออกแบบระบบที่นำเสนอนี้ ให้ผลตอบสนองทางพลวัตในขณะเกิดโหลดแบบขั้นได้เป็นอย่างดี

4.2.2 ผลตอบสนองในขณะกลับทิศทางหมุนทันทีทันใด

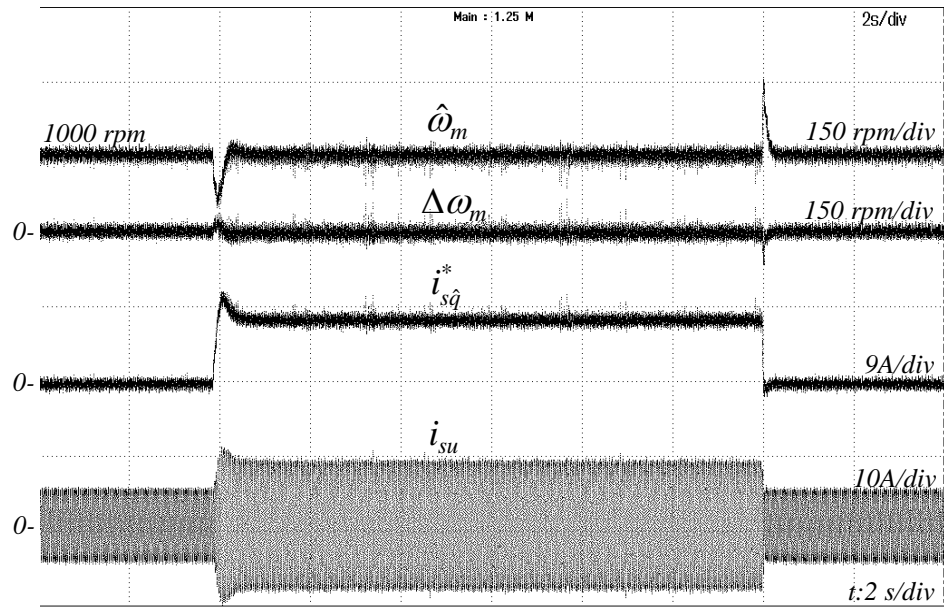
รูปที่ 4.6-4.7 และ 4.8-4.9 แสดงให้เห็นถึงผลการตอบสนองขณะกลับทิศทางหมุนแบบทันทีทันใด จาก -1000 rpm ไป 1000 rpm และจาก 1000 rpm ไป -1000 rpm ตามลำดับ จะเห็นว่า ขณะกลับทิศทางหมุน จะเกิดกระแสสร้างแรงบิด i_{sq} ระบบควบคุมสามารถควบคุมความเร็วได้ตามคำสั่งอย่างรวดเร็ว โดยใช้เวลาในการกลับทิศทางหมุนประมาณ 0.25 วินาที



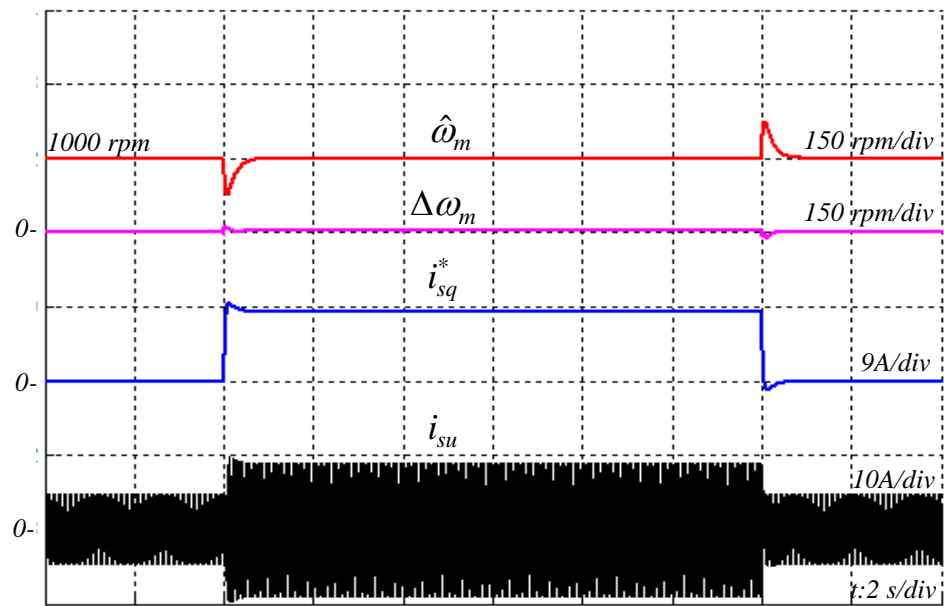
รูปที่ 4.2 ผลการทดลองในขณะเกิด โหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 100 rpm



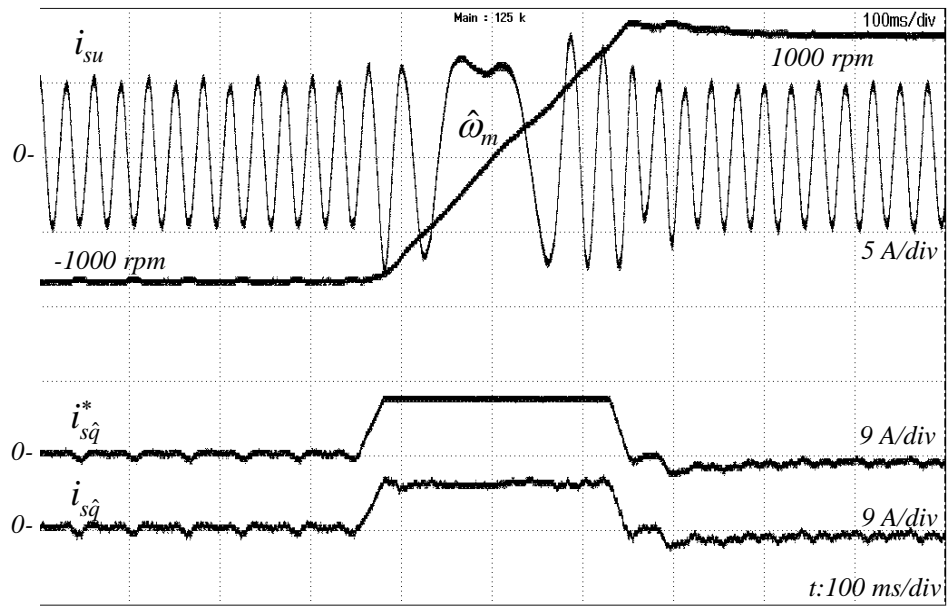
รูปที่ 4.3 ผลการจำลองในขณะเกิด โหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 100 rpm



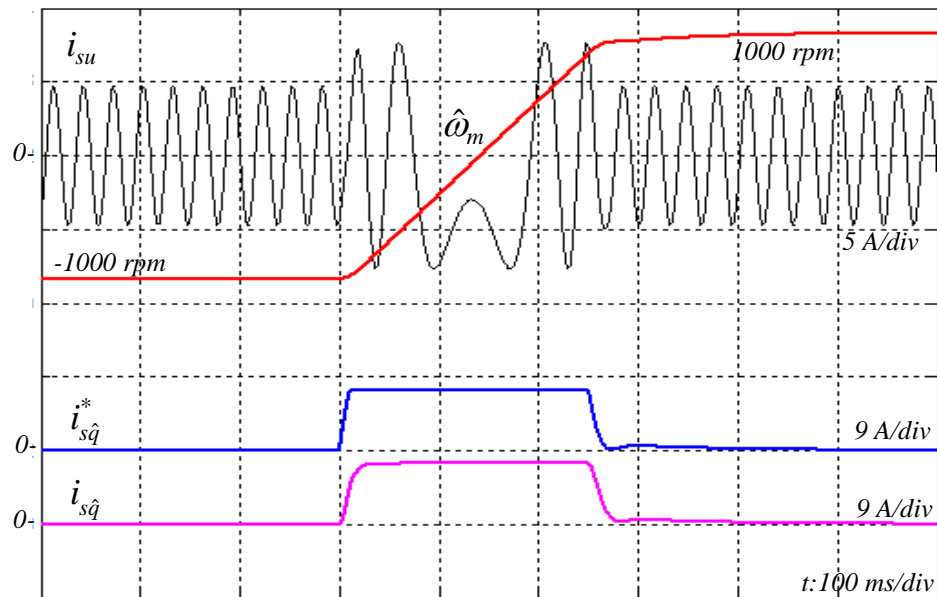
รูปที่ 4.4 ผลการทดลองในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 1000 rpm



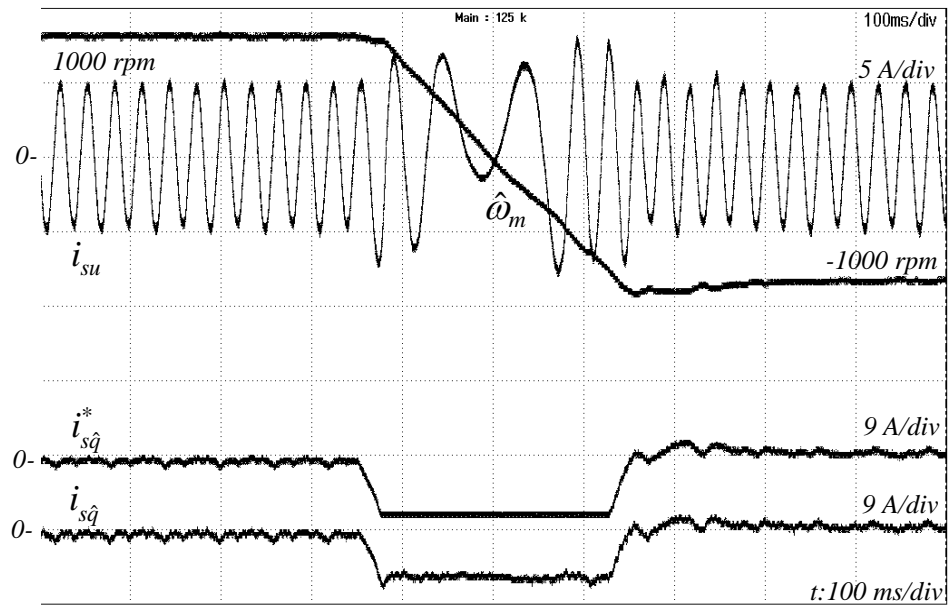
รูปที่ 4.5 ผลการจำลองในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 1000 rpm



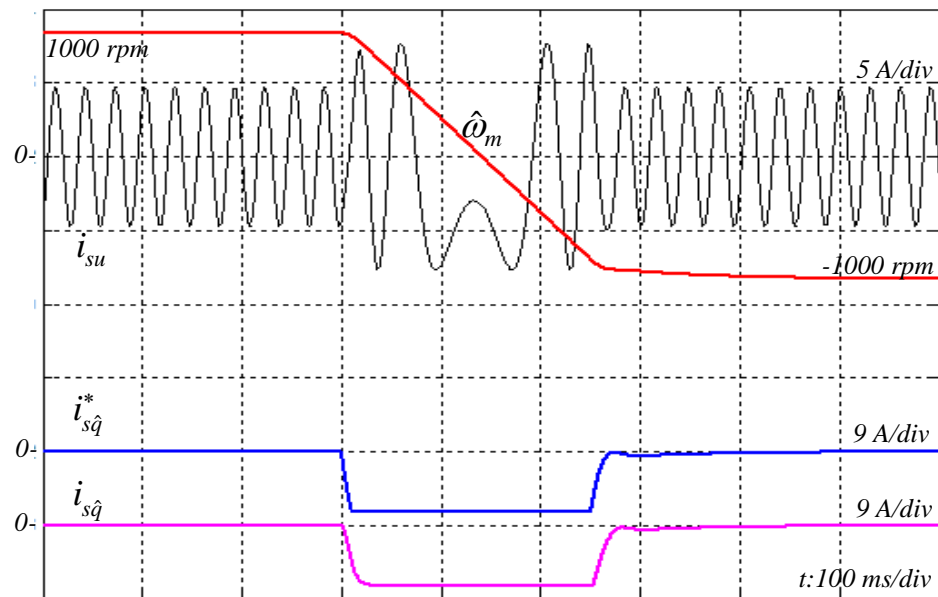
รูปที่ 4.6 ผลการทดลองการตอบสนองขณะกลับทิศทางหมุนแบบทันทีทันใดจาก
-1000 rpm ไป 1000 rpm



รูปที่ 4.7 ผลการจำลองการตอบสนองขณะกลับทิศทางหมุนแบบทันทีทันใดจาก
-1000 rpm ไป 1000 rpm



รูปที่ 4.8 ผลการทดลองการตอบสนองขณะกลับทิศทางหมุนแบบทันทีทันใดจาก 1000 rpm ไป -1000 rpm



รูปที่ 4.9 ผลการจำลองการตอบสนองขณะกลับทิศทางหมุนแบบทันทีทันใดจาก 1000 rpm ไป -1000 rpm

4.2.3 ผลตอบสนองในขณะเปลี่ยนแปลงความเร็วคำสั่งในช่วงแคบ

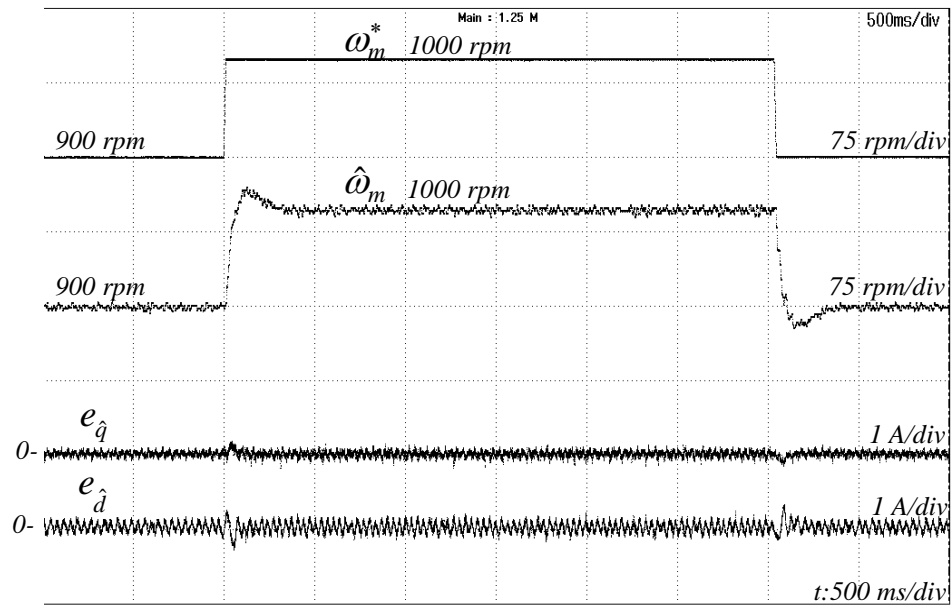
รูปที่ 4.10-4.11 เป็นผลตอบสนองในขณะเปลี่ยนแปลงความเร็วคำสั่งในช่วงแคบระหว่าง 900 rpm และ 1000 rpm จะเห็นว่าระบบควบคุมสามารถควบคุมความเร็วได้ตามค่าคำสั่งอย่างรวดเร็ว โดยมีเวลาขาขึ้น (rise-time) ประมาณ 100 ms นอกจากนั้นแล้วระบบยังสามารถควบคุมแรงบิดได้เป็นอย่างดี โดยสังเกตจากการที่กระแสสร้างแรงบิด i_{sq} สามารถติดตามกระแสสร้างแรงบิดคำสั่ง i_{sq}^* ได้อย่างรวดเร็วและมีค่าความผิดพลาดเป็นศูนย์ในสถานะอยู่ตัว ผลการจำลองการทำงานและผลการทดลองก็มีความสอดคล้องกันดี

4.2.4 ผลตอบสนองในขณะกลับทิศทางการหมุน

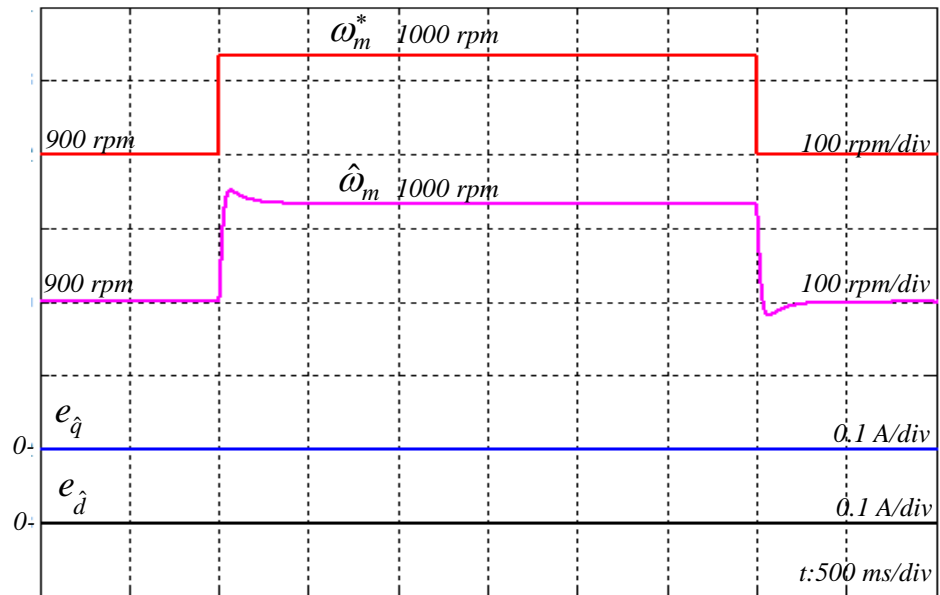
รูปที่ 4.12-4.13 เป็นผลตอบสนองในขณะกลับทิศทางการหมุนระหว่าง 1000 rpm และ -1000 rpm ซึ่ง จะเห็นว่าระบบควบคุมเวกเตอร์แบบไร้เซนเซอร์วัดตำแหน่งที่นำเสนอ สามารถควบคุมมอเตอร์ให้กลับทิศทางการหมุนตามค่าคำสั่งได้เป็นที่น่าพอใจ ซึ่งจะเห็นได้จากค่าความเร็วประมาณและค่าความเร็วจริงสามารถติดตามค่าความเร็วคำสั่งได้เป็นอย่างดี ทั้งจากการจำลองการทำงานและผลการทดลอง

4.2.5 ผลตอบสนองในขณะเปลี่ยนแปลงความเร็วคำสั่งในช่วงกว้างอย่างซ้ำๆ

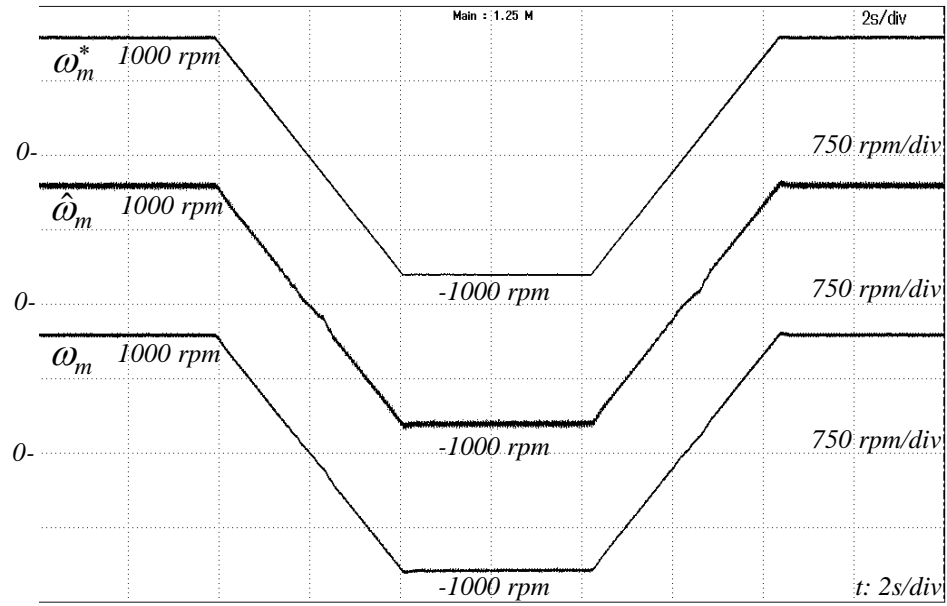
เพื่อแสดงให้เห็นว่าระบบขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบไร้เซนเซอร์วัดความเร็วที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถทำงานและขับโหลดที่พิกัดได้ตั้งแต่ย่านความเร็วต่ำจนถึงย่านความเร็วสูง ในหัวข้อนี้จึงทำการทดสอบโดยเปลี่ยนแปลงค่าความเร็วคำสั่งอย่างซ้ำๆ ในช่วงกว้างระหว่าง 1000 rpm ไปจนถึง 100 rpm และ จาก 100 rpm ไปจนถึง 1000 rpm โดยคงโหลดไว้ที่พิกัดตลอดเวลา ผลตอบสนองแสดงได้ดังรูปที่ 4.14-4.17 จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ตัวสังเกตและระบบควบคุมเวกเตอร์แบบไร้เซนเซอร์วัดความเร็วที่ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุกช่วงการทำงาน



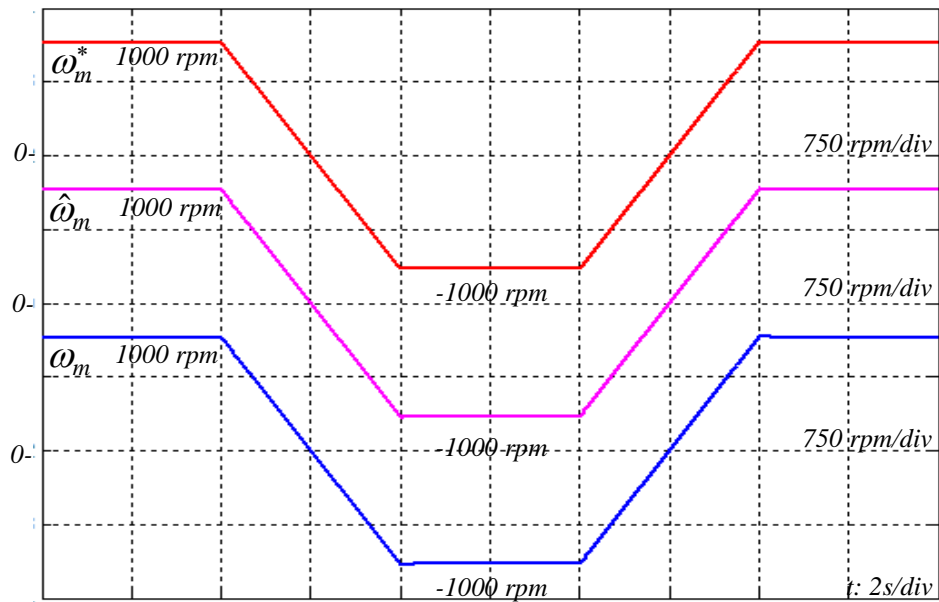
รูปที่ 4.10 ผลการทดลองการทำงานในขณะเปลี่ยนแปลงความเร็วในช่วงแคบระหว่าง 900 rpm และ 1000 rpm



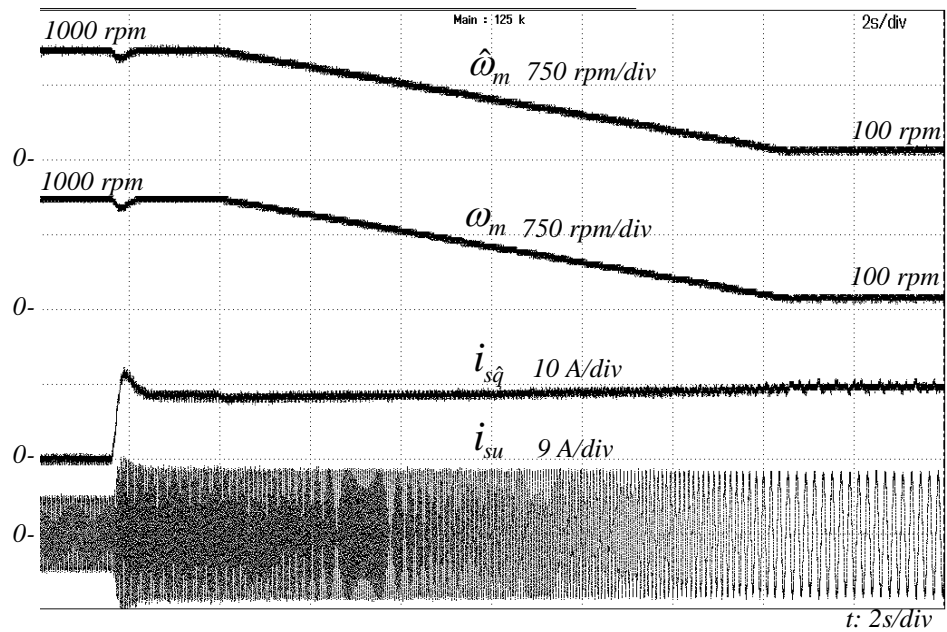
รูปที่ 4.11 ผลการจำลองการทำงานในขณะเปลี่ยนแปลงความเร็วในช่วงแคบระหว่าง 900 rpm และ 1000 rpm



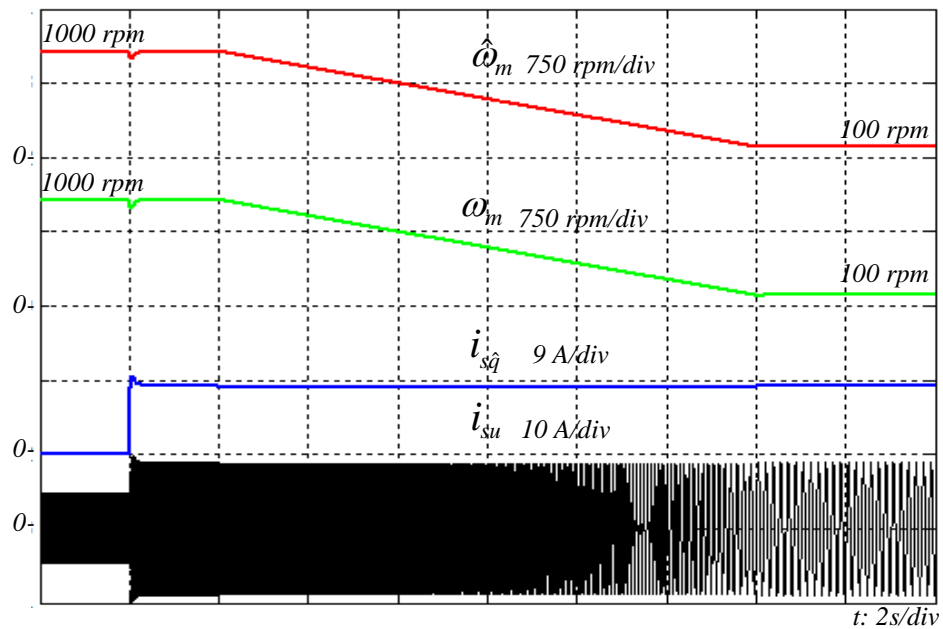
รูปที่ 4.12 ผลการทดลองการทำงานในขณะกลับทิศทางการหมุนระหว่าง
1000 rpm และ -1000 rpm



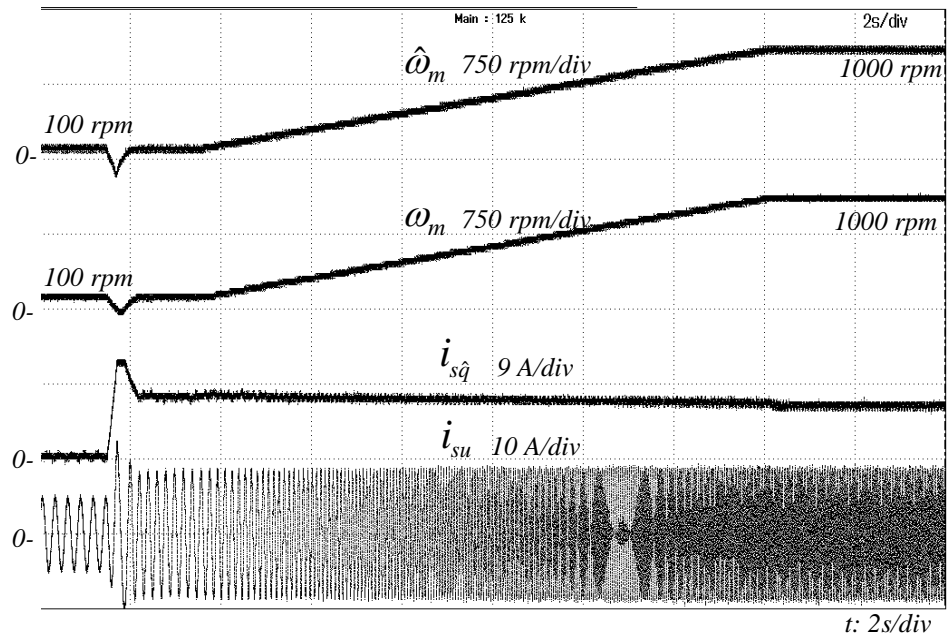
รูปที่ 4.13 ผลการจำลองการทำงานในขณะกลับทิศทางการหมุนระหว่าง
1000 rpm และ -1000 rpm



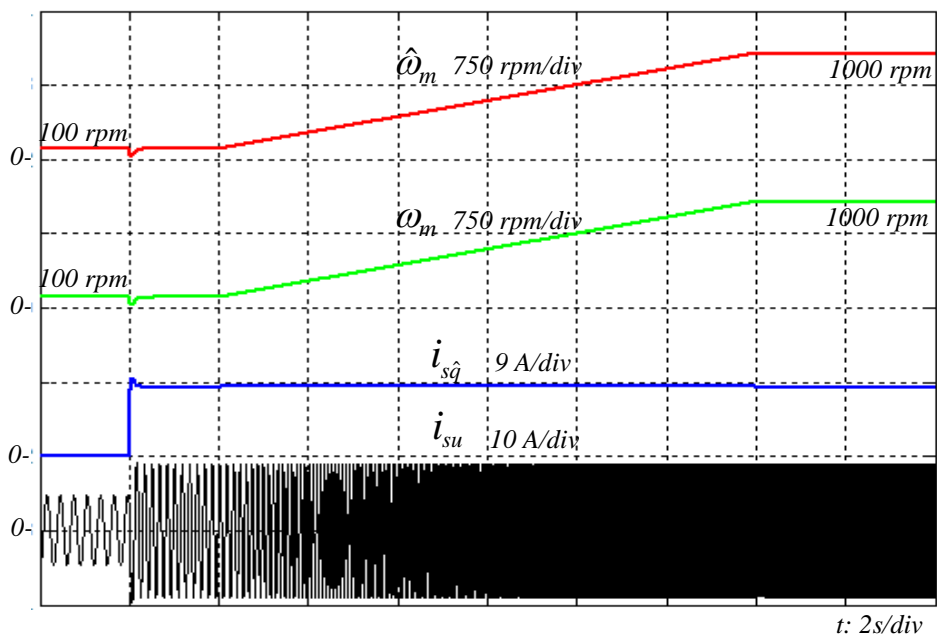
รูปที่ 4.14 ผลการทดลองในขณะที่เปลี่ยนแปลงความเร็วช้าๆ ในช่วงกว้างจาก 1000 rpm ไป 100 rpm ที่โหลดพิกัด



รูปที่ 4.15 ผลการจำลองในขณะที่เปลี่ยนแปลงความเร็วช้าๆ ในช่วงกว้างจาก 1000 rpm ไป 100 rpm ที่โหลดพิกัด



รูปที่ 4.16 ผลการทดลองในขณะที่เปลี่ยนแปลงความเร็วช้าๆ ในช่วงกว้างจาก 100 rpm ไป 1000 rpm ที่โหลดพิกัด



รูปที่ 4.17 ผลการจำลองในขณะที่เปลี่ยนแปลงความเร็วช้าๆ ในช่วงกว้างจาก 100 rpm ไป 1000 rpm ที่โหลดพิกัด