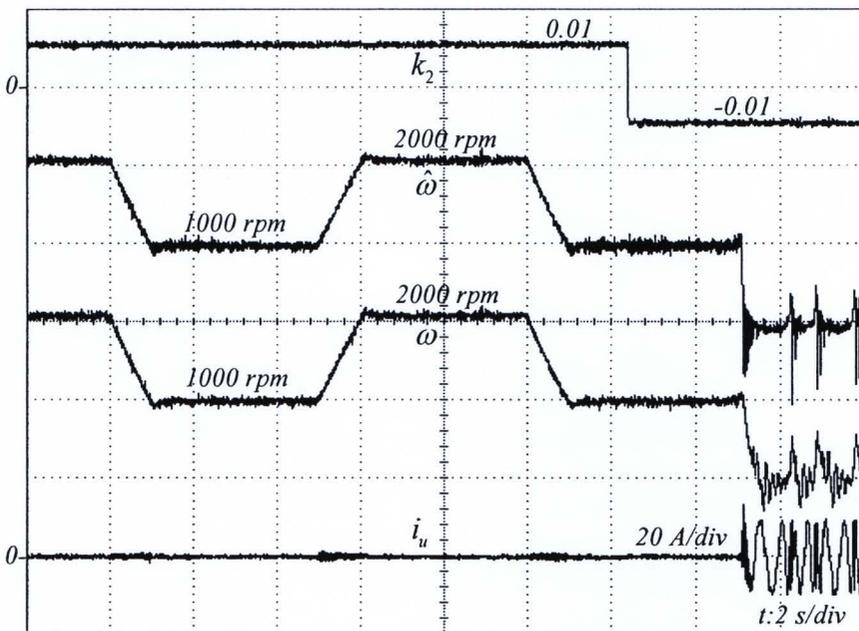


6.2 ผลการทดลองเกี่ยวกับเสถียรภาพ

ในหัวข้อนี้จะเป็นผลการทดลองเกี่ยวกับเสถียรภาพของระบบประมาณ โดยมี การทดลองอยู่ 2 หัวข้อ การทดลองเกี่ยวกับเงื่อนไขความมีเสถียรภาพและผลการทดลองเกี่ยวกับการใช้อัตราขยายป้อนกลับที่ให้สัมประสิทธิ์การหน่วงต่ำและการขาดเสถียรภาพ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

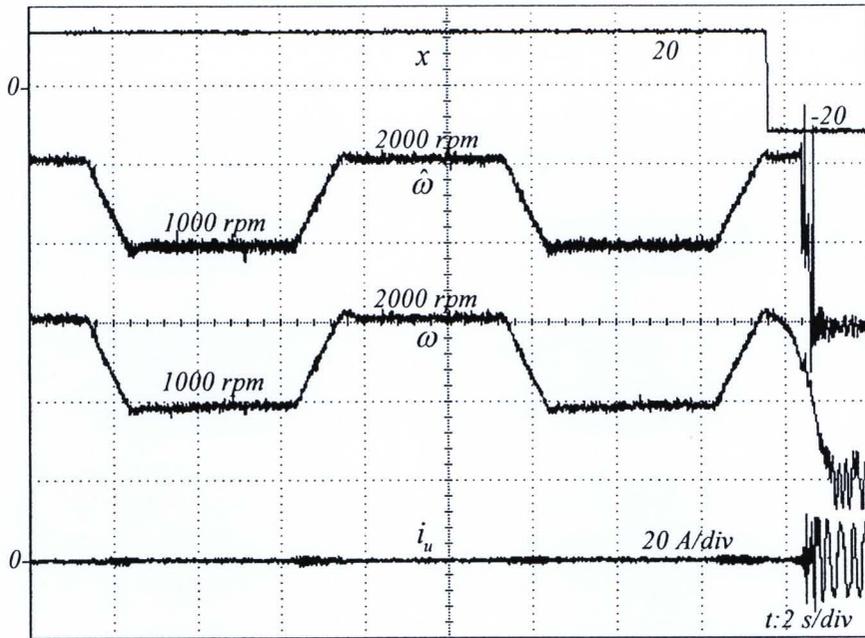
6.2.1 เงื่อนไขความมีเสถียรภาพ

เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของรูปสมการทั่วไปและเงื่อนไขของอัตราขยายป้อนกลับที่ทำให้ตัวสังเกตมีเสถียรภาพตลอดย่านการทำงานที่นำเสนอในบทที่ 3 ในหัวข้อย่อยนี้ จึงนำเสนอผลการทดลองเมื่ออัตราขยายป้อนกลับสอดคล้องและไม่สอดคล้องตามเงื่อนไขความมีเสถียรภาพ จากผลการทดลองที่แสดงในรูปที่ 6.2-6.3 จะเห็นได้ว่าระบบประมาณสามารถทำงานในขณะเร่งลดความเร็วระหว่าง 1000 rpm และ 2000 rpm ได้เป็นอย่างดีช่วงที่อัตราขยายป้อนกลับสอดคล้องตามเงื่อนไขการมีเสถียรภาพ กล่าวคือ $k_2 > 0$ ในรูปที่ 6.2 และ $x > 0$ ในรูปที่ 6.3 แต่ระบบจะขาดเสถียรภาพเมื่อปรับเปลี่ยนให้ $k_2 < 0$ หรือ $x < 0$ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่ารูปสมการทั่วไปและเงื่อนไขของอัตราขยายป้อนกลับที่นำเสนอมีความถูกต้อง



รูปที่ 6.2 ผลการทดลองในกรณีที่อัตราขยายป้อนกลับสอดคล้องและไม่สอดคล้องกับเงื่อนไข

ความมีเสถียรภาพ (k_2 เปลี่ยนจาก +0.01 เป็น -0.01) โดยที่ $y = -\hat{\omega}$, $x = R/L$



รูปที่ 6.3 ผลการทดลองในกรณีที่อัตราขยายป้อนกลับสอดคล้องและไม่สอดคล้องกับเงื่อนไข

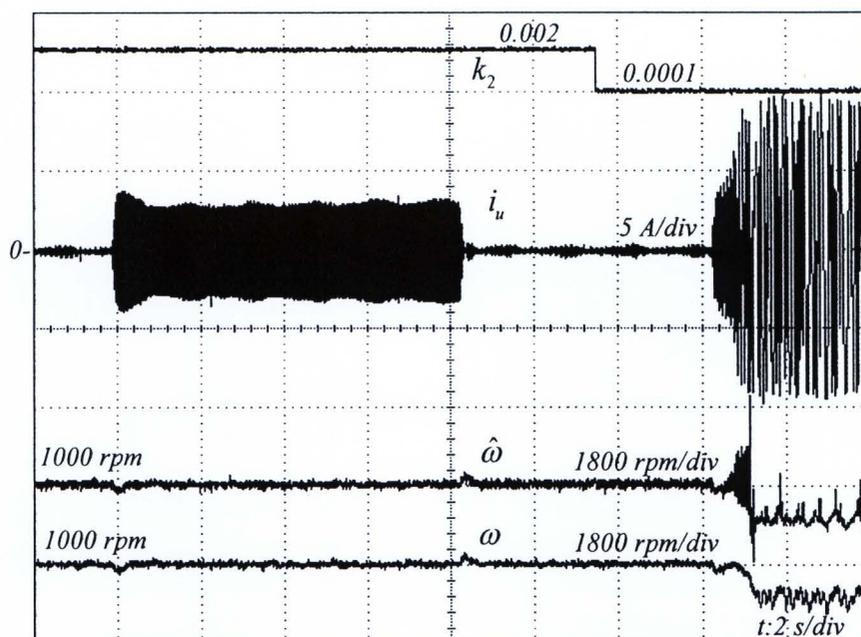
ความมีเสถียรภาพ (x เปลี่ยนจาก +20 เป็น -20) โดยที่ $y = -\hat{\omega}$, $k_2 = L$

6.2.2 การใช้อัตราขยายป้อนกลับที่ให้สัมประสิทธิ์การหน่วงต่ำและการขาดเสถียรภาพ

ในหัวข้อย่อๆนี้จะนำเสนอปรากฏการณ์การขาดเสถียรภาพของระบบโดยรวมเมื่อมีการใช้ตัวสังเกตที่มีสัมประสิทธิ์การหน่วงต่ำ ผลการทดลองที่แสดงในรูปที่ 6.4-6.5 สามารถอธิบายได้ดังนี้ ผลการทดลองในรูปที่ 6.4 เป็นการทำงานที่ความเร็วคำสั่ง 1000 rpm ในกรณี $y = -\hat{\omega}$, $x = R/L$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อค่า $k_2 = 0.002$ ระบบสามารถทำงานขับโหลดแบบขั้นที่พิกัดได้อย่างมีเสถียรภาพ แต่เมื่อลดค่า k_2 ลงเป็น $k_2 = 0.0001$ จะเห็นว่าระบบโดยรวมจะขาดเสถียรภาพเมื่อมีโหลดแบบขั้น ซึ่งก็สอดคล้องกับผลการจำลองการทำงานในรูปที่ 6.5 เราสามารถคำนวณหาค่าตำแหน่งศูนย์และขั้ววงรอบเปิดที่ $k_2 = 0.0001$ ได้ดังนี้

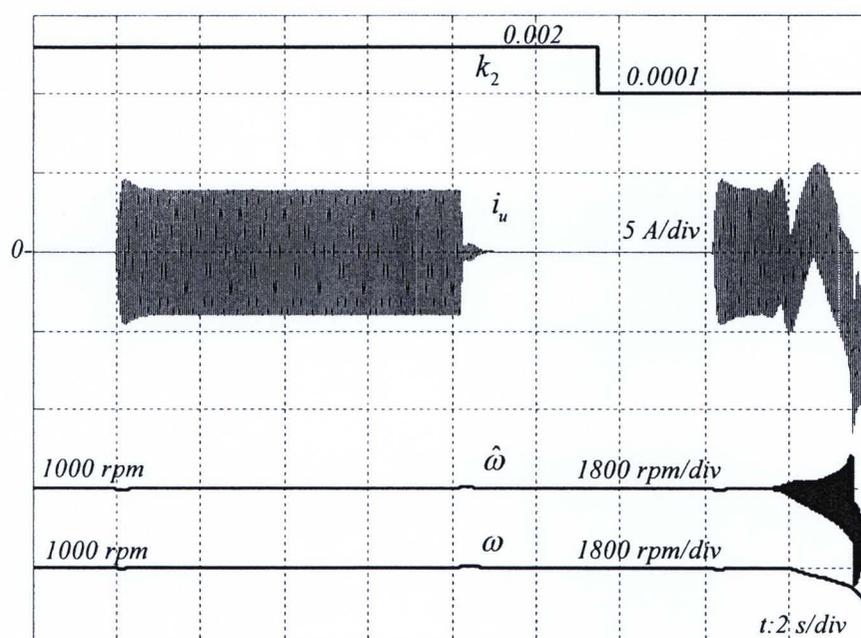
$$\left. \begin{aligned} z_1 &= -118, & z_{2,3} &= -0.24 \pm j314 \\ p_{1,2} &= -0.48 \pm j315, & p_{3,4} &= -118 \pm j1.3 \end{aligned} \right\} \quad (6.1)$$

จากสมการที่ (6.1) จะเห็นว่าศูนย์เด่น (Dominant zeros) $z_{2,3}$ และขั้วเด่น (Dominant poles) $p_{1,2}$ จะมีสัมประสิทธิ์การหน่วง (ξ) ที่ต่ำมาก ประมาณ 7.63×10^{-4} และ 15×10^{-4} ตามลำดับ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เมื่อป้อนกลับค่าประมาณจากตัวสังเกตไปใช้ในระบบควบคุมแบบเวกเตอร์ระบบวงรอบปิดจึงขาดเสถียรภาพ



รูปที่ 6.4 ผลการทดลองในกรณีที่ใช้อัตราขยายป้อนกลับที่ให้สัมประสิทธิ์การหน่วงที่

เพียงพอหรือต่ำ (k_2 เปลี่ยนจาก 0.002 เป็น 0.0001) ที่ความเร็วคำสั่ง 1000 rpm โดยที่ $y = -\hat{\omega}, x = R/L$



รูปที่ 6.5 ผลการจำลองการทำงานในกรณีที่ใช้อัตราขยายป้อนกลับที่ให้สัมประสิทธิ์การหน่วงที่

เพียงพอหรือต่ำ (k_2 เปลี่ยนจาก 0.002 เป็น 0.0001) ที่ความเร็วคำสั่ง 1000 rpm โดยที่ $y = -\hat{\omega}, x = R/L$

6.3 ผลการทดลองเกี่ยวกับสมรรถนะโดยรวมของระบบที่ได้ทำการออกแบบ

สำหรับผลการทดลองที่จะนำเสนอตั้งแต่หัวข้อนี้เป็นต้นไปจะใช้อัตราขยายย้อนกลับที่ออกแบบตามวิธีการที่นำเสนอในบทที่ 4 ซึ่งนำมาเขียนใหม่คือ

$$x = |\omega_0|, \quad y = -\omega_0, \quad k_2 = L \left(\frac{\omega_0}{\omega} \right)^2 \quad (6.2)$$

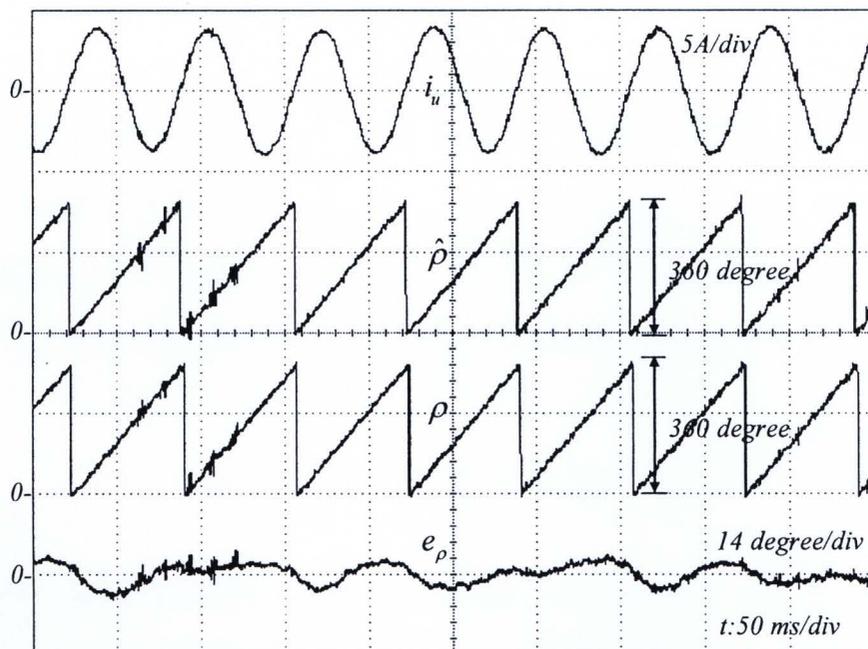
หรือ

$$\left. \begin{aligned} G_1 &= -|\omega_0| + \frac{R}{L}, \quad G_2 = \omega_0 - \omega, \\ H_1 &= L|\omega_0|, \quad H_2 = -L(\omega_0 - \omega) - L \frac{\omega_0^2}{\omega} \end{aligned} \right\} \quad (6.3)$$

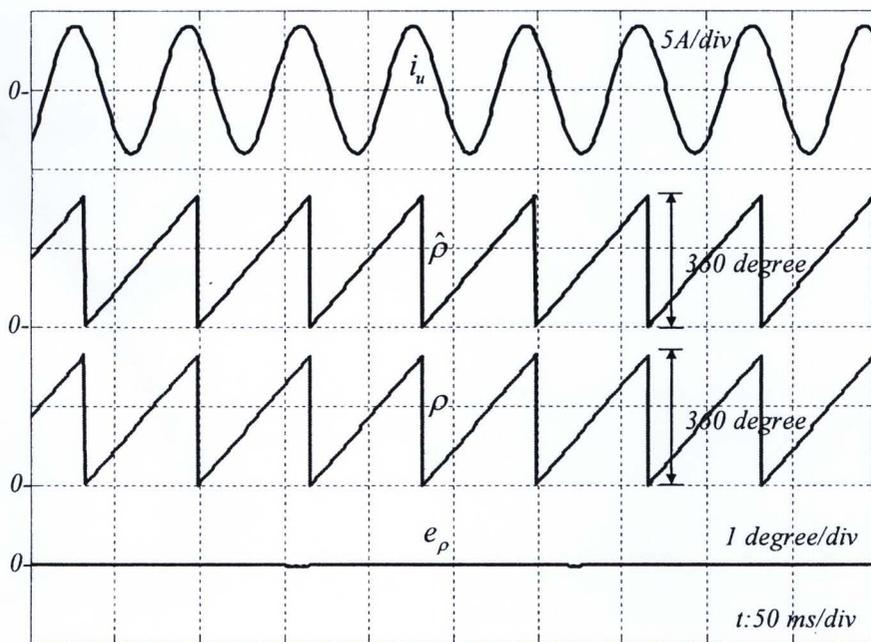
ซึ่งผลตอบสนองในรูปที่ 6.6-6.41 แสดงถึงสมรรถนะของระบบที่ได้ทำการออกแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.3.1 ผลการทดลองในสภาวะอยู่ตัวที่ความเร็วต่าง ๆ

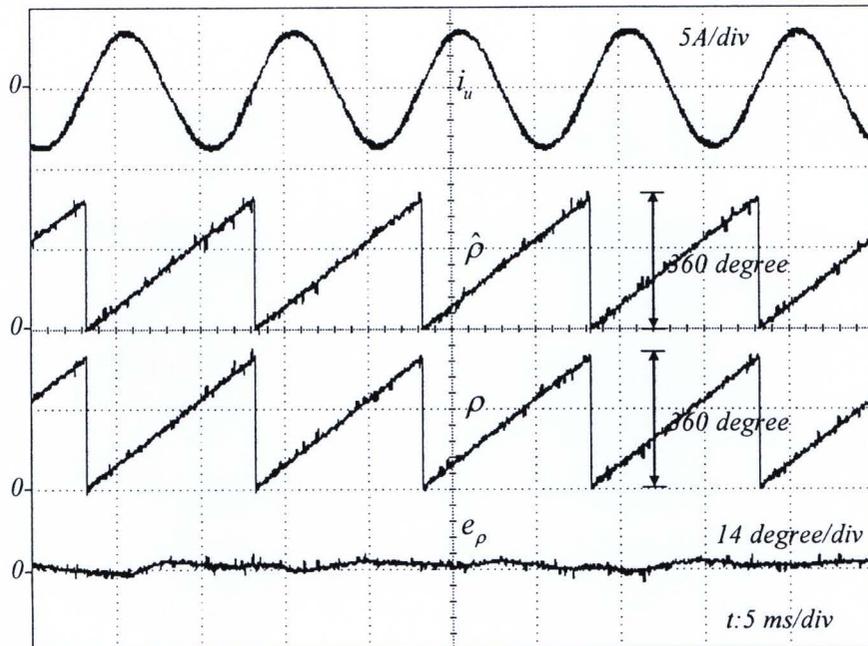
รูปที่ 6.6-6.7 และ 6.8-6.9 เป็นผลการทดลองและผลการจำลองการทำงานที่แสดงถึงสมรรถนะในสภาวะอยู่ตัวของระบบขับเคลื่อนแบบไร้เซนเซอร์ที่นำเสนอในย่านความเร็วต่ำ (300 rpm) และย่านความเร็วสูง (2000 rpm) ตามลำดับ โดยมีโหลดที่ค่าพิกัด จากผลในรูปที่ 6.6-6.9 จะเห็นว่าค่าความผิดพลาดของตำแหน่ง e_p นั้นโดยเฉลี่ยเป็นศูนย์ค่าผิดพลาดสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 3 องศา และมีค่าลดลงที่ความเร็วสูงขึ้น การควบคุมกระแสก็สามารถทำงานได้เป็นอย่างดีโดยรูปคลื่นกระแสจะเป็นรูปไซน์และปราศจากการแกว่ง นอกจากนี้ผลการทดลองก็สอดคล้องกับผลการจำลองการทำงานเป็นอย่างดี



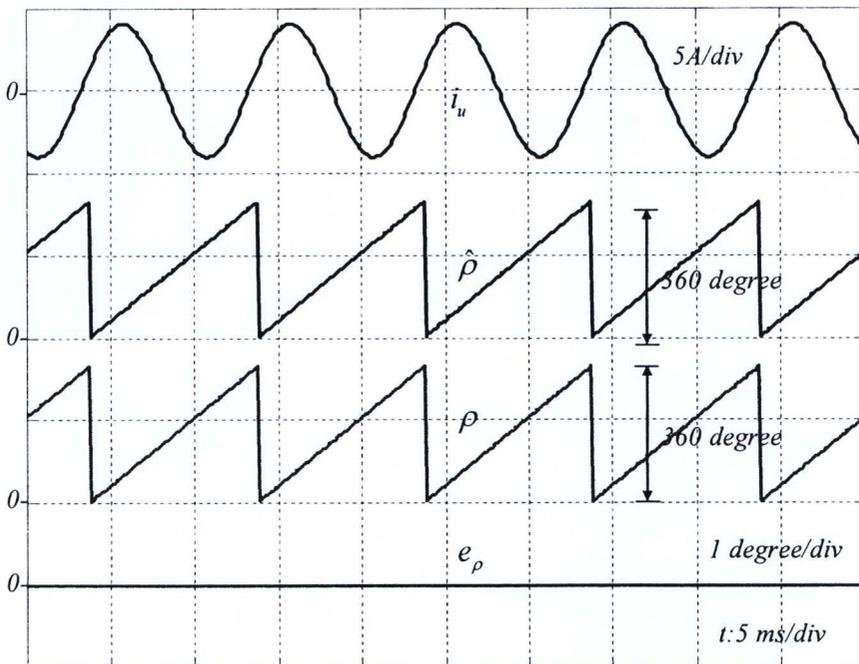
รูปที่ 6.6 ผลการทดลองในสภาวะอยู่ตัวที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 300 rpm



รูปที่ 6.7 ผลการจำลองการทำงานในสภาวะอยู่ตัวที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 300 rpm



รูปที่ 6.8 ผลการทดลองในสภาวะอยู่ตัวที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 2000 rpm

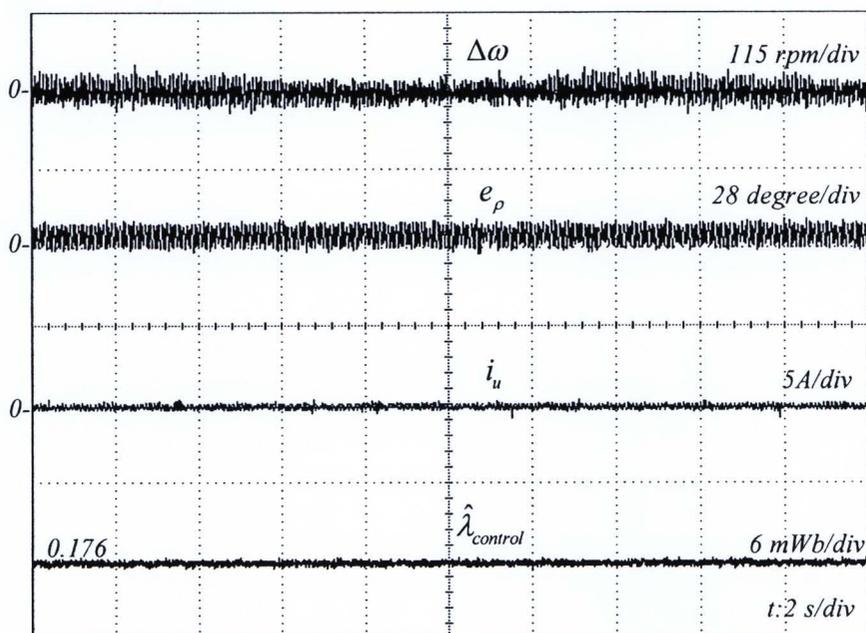


รูปที่ 6.9 ผลการจำลองการทำงานในสภาวะอยู่ตัวที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 2000 rpm

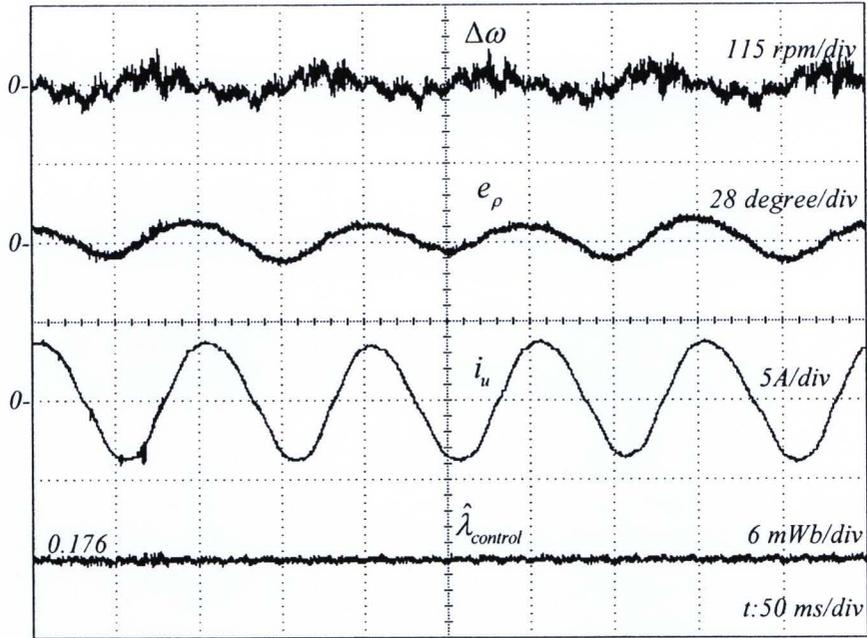
6.3.2 ผลการทดลองในย่านความเร็วต่ำมาก

ในหัวข้อนี้จะเป็นการทดสอบระบบขับเคลื่อนแบบไร้เซนเซอร์ที่นำเสนอย่านความเร็วต่ำมาก โดยผลการทดลองแสดงในรูปที่ 6.10-6.19 จะเห็นว่าระบบขับเคลื่อนที่นำเสนอ

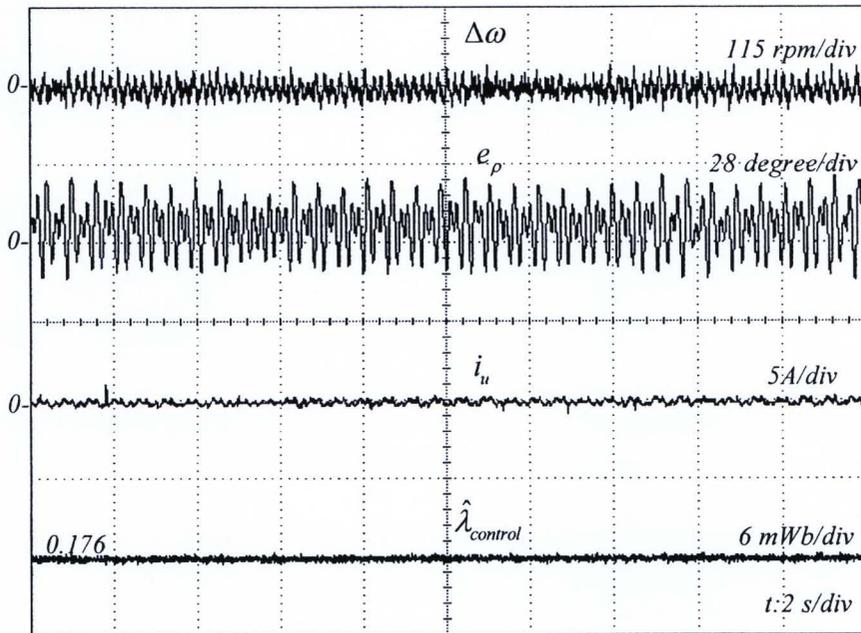
สามารถขับโหลดที่พิกัดได้ด้วยความเร็วต่ำสุดที่ 50 rpm (รูปที่ 6.17) อย่างไรก็ตามการแกว่งหรือการกระเพื่อมของค่าความเร็วและตำแหน่งจะมีมากเมื่อทำงานที่ความเร็วต่ำกว่า 100 rpm ทั้งนี้เนื่องจากค่าแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำมีค่าต่ำมากในย่านความเร็วต่ำ ผลกระทบจากคุณสมบัติไม่เชิงเส้นของอินเวอร์เตอร์ ค่าความผิดพลาดจากการตรวจจับกระแส ค่าความผิดพลาดจากการใช้แรงดันคำสั่งแทนค่าแรงดันจริง การชดเชยผลของการประวิงเวลาที่ไม่สมบูรณ์ ฯลฯ ล้วนเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งอิทธิพลต่อการประมาณค่าของตัวสังเกต ซึ่งนำไปสู่การขาดเสถียรภาพของระบบโดยรวมในย่านความเร็วต่ำมากในทางปฏิบัติได้ ในรูปที่ 6.18 และ 6.19 ระบบโดยรวมจะขาดเสถียรภาพเมื่อขับโหลดประมาณ 25% ของพิกัดที่ความเร็ว 25 rpm นอกจากนั้นแล้วสิ่งที่สังเกตได้จากการทดสอบนี้คือค่าความผิดพลาดของระบบประมาณ (ความเร็วและตำแหน่ง) ตั้งแต่ความเร็วต่ำกว่า 100 rpm จะมีค่ามากในสภาวะไร้โหลด แต่จะมีค่าน้อยเมื่อมีโหลด ทั้งนี้เป็นเพราะว่าข้อมูลกระแสที่ตัวสังเกตใช้ในการประมาณค่าความเร็วและตำแหน่งในสภาวะไร้โหลดนั้นได้ผนวกเอาผลความไม่เป็นอุดมคติข้างต้นไว้ด้วย จึงทำให้เกิดค่าความผิดพลาดค่อนข้างมาก แต่ในขณะที่ขับโหลดนั้นองค์ประกอบหลักมูลของกระแสมีค่ามากเพียงพอที่จะละลายผลความไม่เป็นอุดมคติดังกล่าวมาได้ จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ตัวสังเกตประมาณค่าได้ถูกต้องมากกว่าตอนไร้โหลด



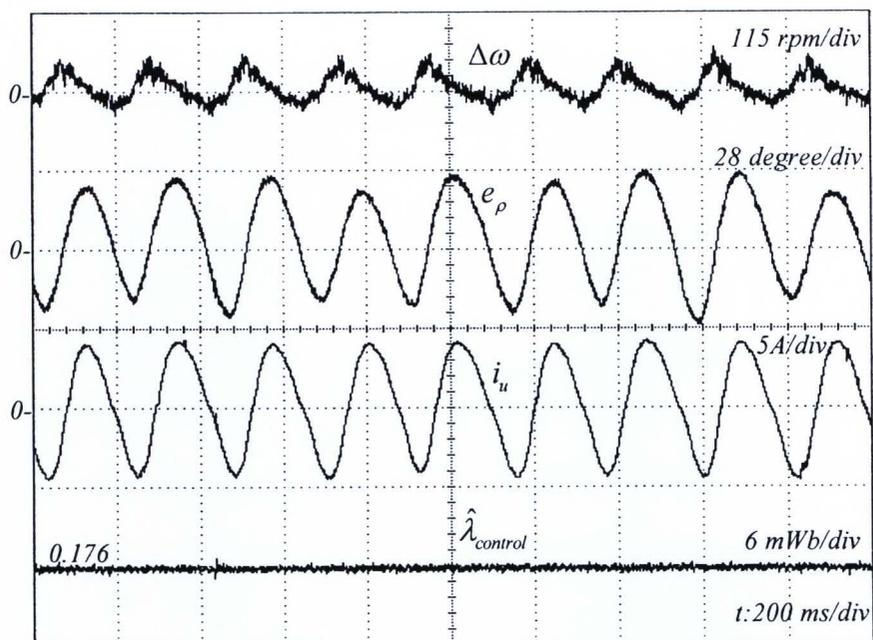
รูปที่ 6.10 ผลการทดลองในขณะไร้โหลดที่ความเร็วคำสั่ง 200 rpm



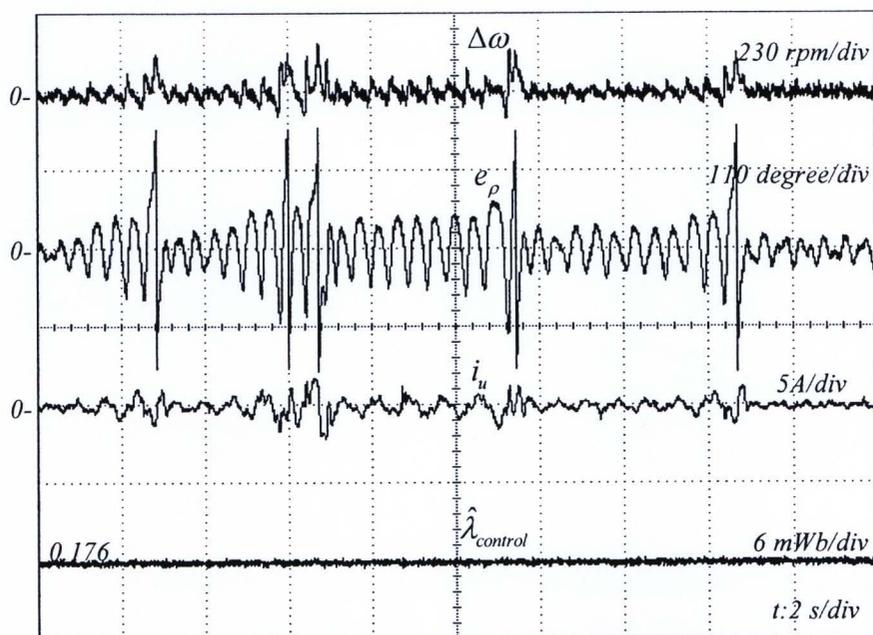
รูปที่ 6.11 ผลการทดลองในขณะที่ขับโหลดที่พิกัดที่ความเร็วคำสั่ง 200 rpm



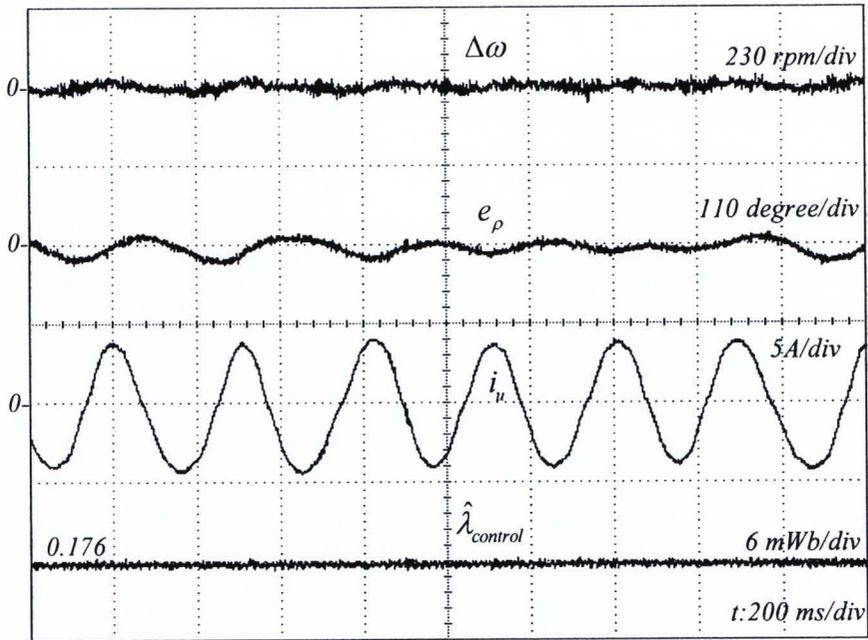
รูปที่ 6.12 ผลการทดลองในขณะที่ไว้โหลดที่ความเร็วคำสั่ง 100 rpm



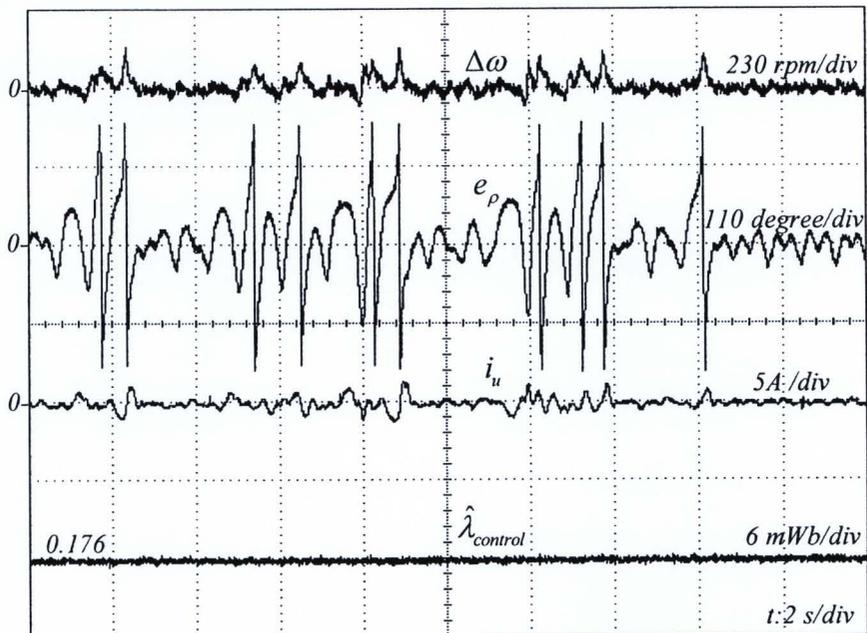
รูปที่ 6.13 ผลการทดลองในขณะที่ขับโหลดที่พิกัดที่ความเร็วคำสั่ง 100 rpm



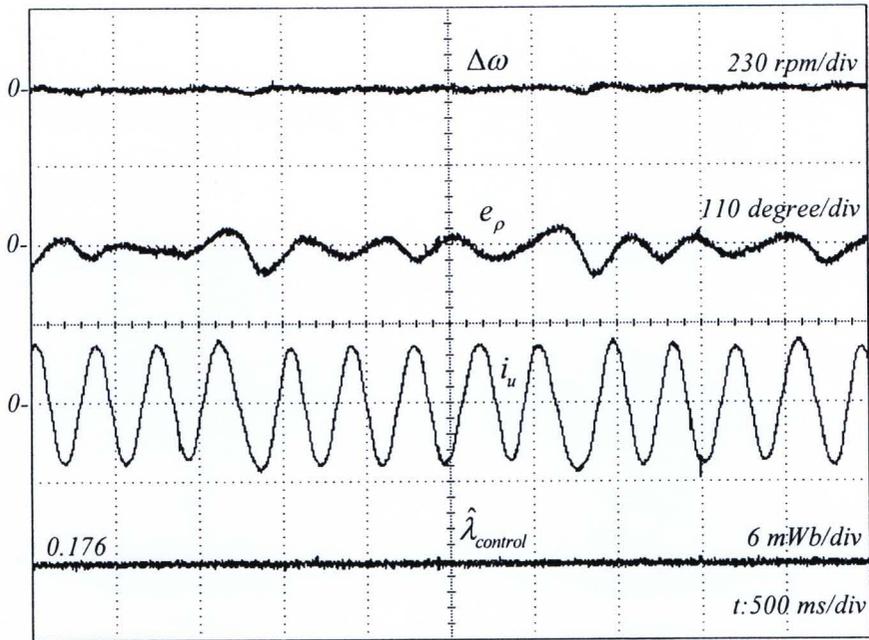
รูปที่ 6.14 ผลการทดลองในขณะที่ไร้โหลดที่ความเร็วคำสั่ง 75 rpm



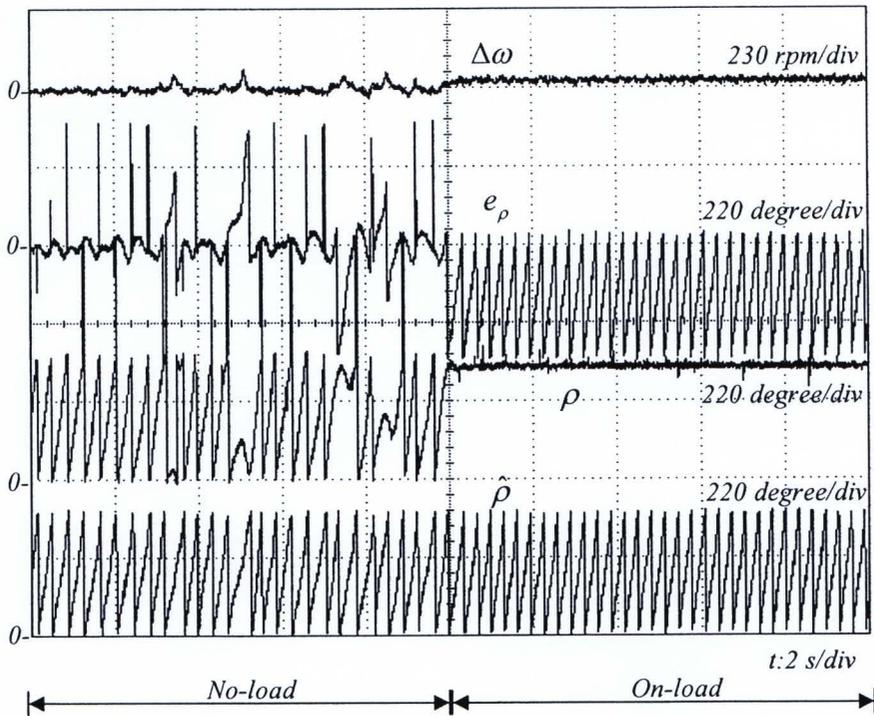
รูปที่ 6.15 ผลการทดลองในขณะขับโหลดที่พิกัดที่ความเร็วคำสั่ง 75 rpm



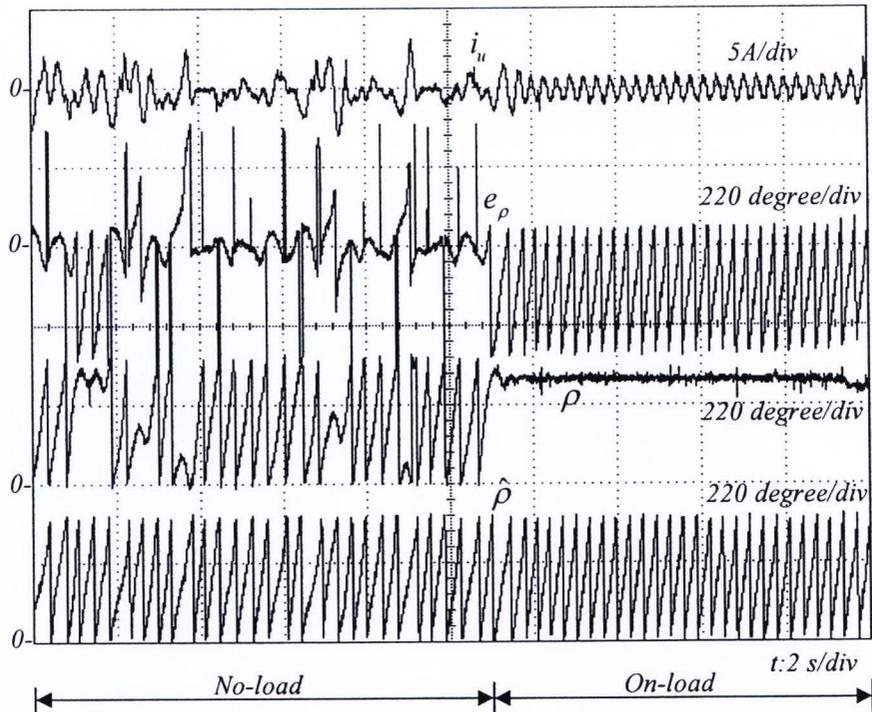
รูปที่ 6.16 ผลการทดลองในขณะไร้โหลดที่ความเร็วคำสั่ง 50 rpm



รูปที่ 6.17 ผลการทดลองในขณะขับโหลดที่พิกัดที่ความเร็วคำสั่ง 50 rpm



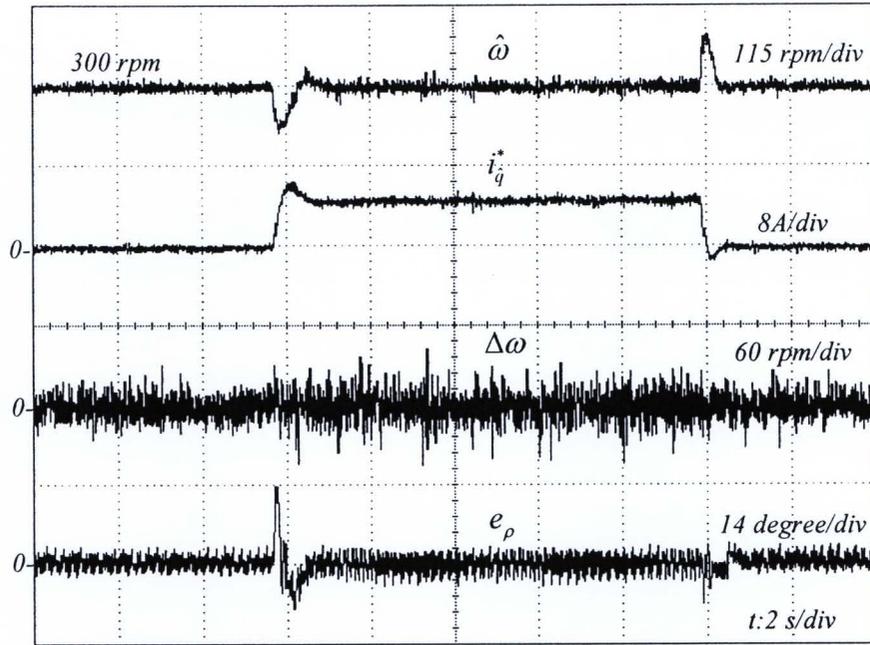
รูปที่ 6.18 ผลการทดลองในขณะที่ระบบโดยรวมขาดเสถียรภาพจากการขับโหลดที่ 25% ของพิกัดที่ความเร็วคำสั่ง 25 rpm (ข้อมูลความเร็วและตำแหน่ง)



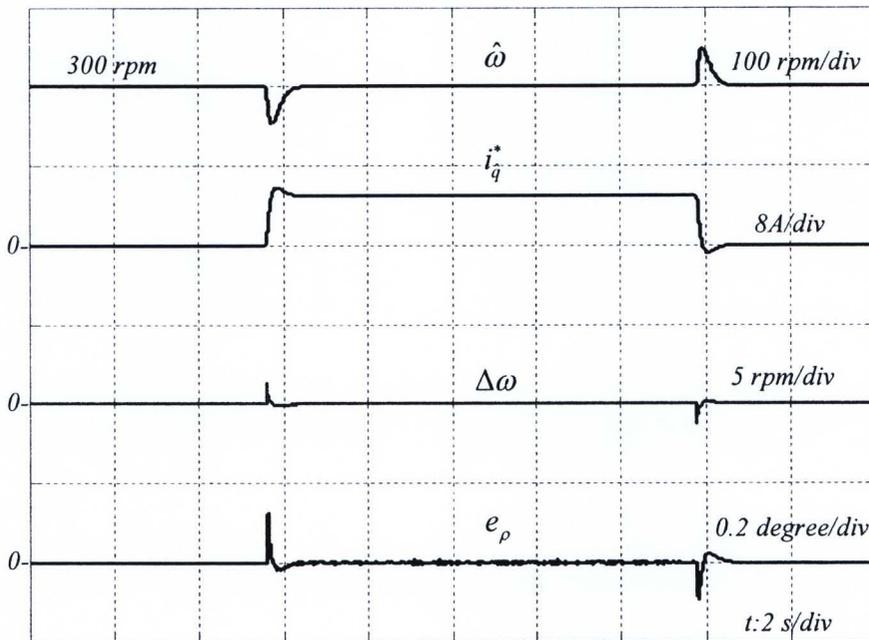
รูปที่ 6.19 ผลการทดลองในขณะที่ระบบโดยรวมขาดเสถียรภาพจากการขับโหลดที่ 25% ของพิกัด ที่ความเร็วคำสั่ง 25 rpm (ข้อมูลกระแสและตำแหน่ง)

6.3.3 ผลตอบสนองในขณะที่เกิดโหลดแบบขั้น

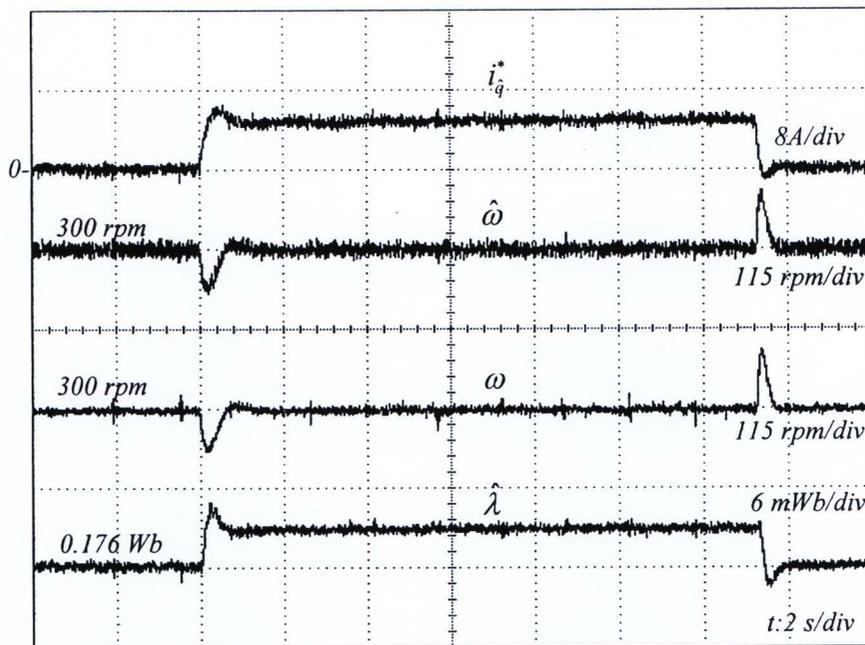
รูปที่ 6.20-6.23 และ 6.24-6.27 แสดงผลตอบสนองของระบบในขณะที่เกิดโหลดแบบขั้นที่พิกัดขั้น ที่ความเร็ว 300 rpm และ 2000 rpm ตามลำดับ จากผลการจำลองและผลการทดลองในรูปที่ 6.20-6.27 จะเห็นว่าค่าความผิดพลาดของความเร็วประมาณ $\Delta\omega$ มีค่าประมาณ ศูนย์ทั้งในสภาวะชั่วคราวและในสภาวะอยู่ตัว และเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของโหลดอย่างรวดเร็ว นั้น ค่าความผิดพลาดของตำแหน่ง e_p จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและเข้าสู่ศูนย์อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการออกแบบระบบที่นำเสนอนี้ ให้ผลตอบสนองทางพลวัตในขณะที่เกิดโหลดแบบขั้นได้เป็นอย่างดี รูปที่ 6.22 และ 6.26 แสดงถึงข้อมูลขนาดของฟลักซ์แม่เหล็ก ซึ่งจะเห็นว่าค่าความผิดพลาดทางขนาดของฟลักซ์มีค่าน้อยมาก โดยมีค่าประมาณ 3 mWb ((1.7% เมื่อเทียบกับค่าที่ระบุจากป้าย (nominal)) และ 0.6 mWb (0.34% เมื่อเทียบกับค่าที่ระบุ) ที่ความเร็ว 300 rpm และ 2000 rpm ตามลำดับ การที่ค่าผิดพลาดมีค่าน้อยลงเมื่อความเร็วสูงขึ้น ชี้ให้เห็นว่าความผิดพลาดนี้น่าจะเป็นผลมาจากค่าพารามิเตอร์ เช่น ความต้านทาน ความเหนียวนำ ฯลฯ ซึ่งจะมีผลมากในย่านความเร็วต่ำ



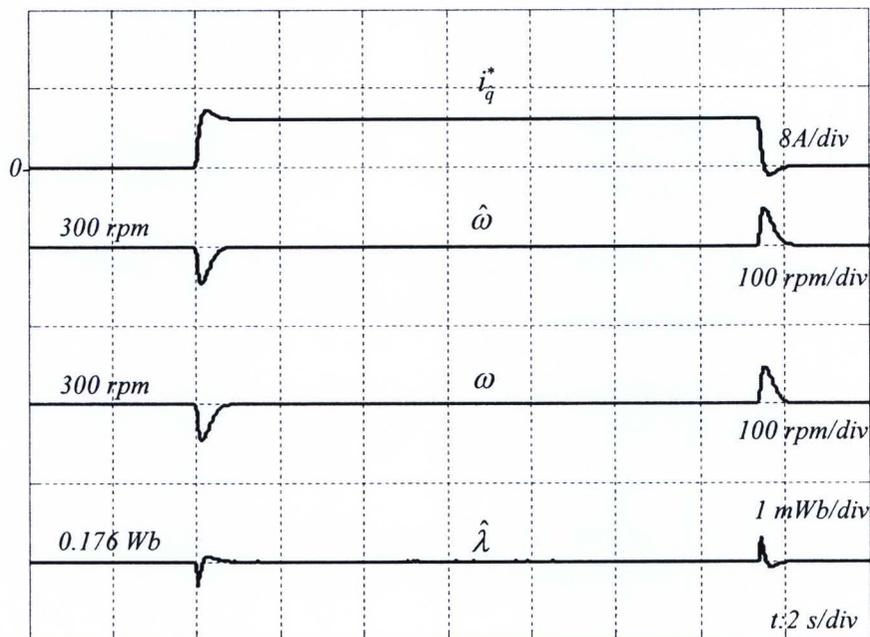
รูปที่ 6.20 ผลการทดลองในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 300 rpm (ข้อมูลความเร็ว ตำแหน่ง และกระแสสร้างแรงบิด)



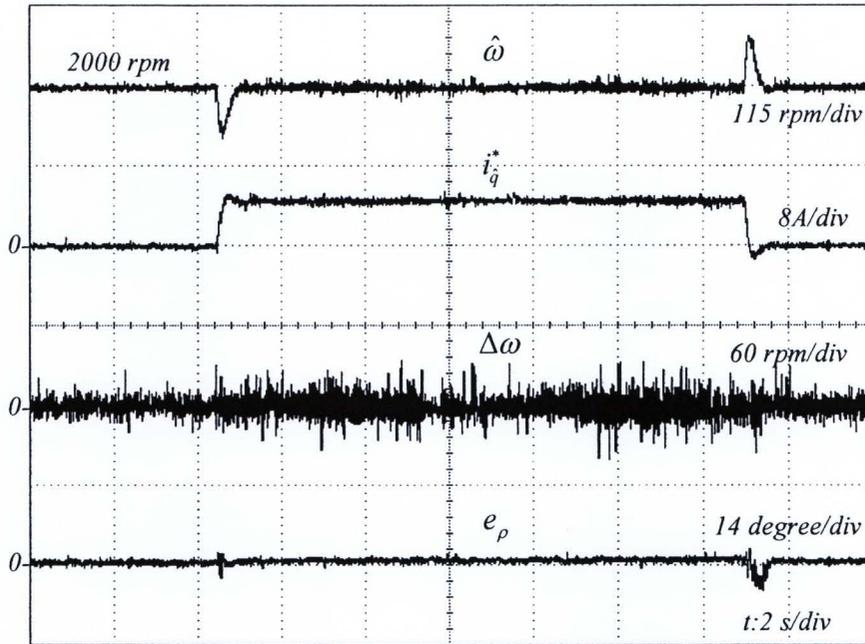
รูปที่ 6.21 ผลการจำลองการทำงานในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 300 rpm (ข้อมูลความเร็ว ตำแหน่ง และกระแสสร้างแรงบิด)



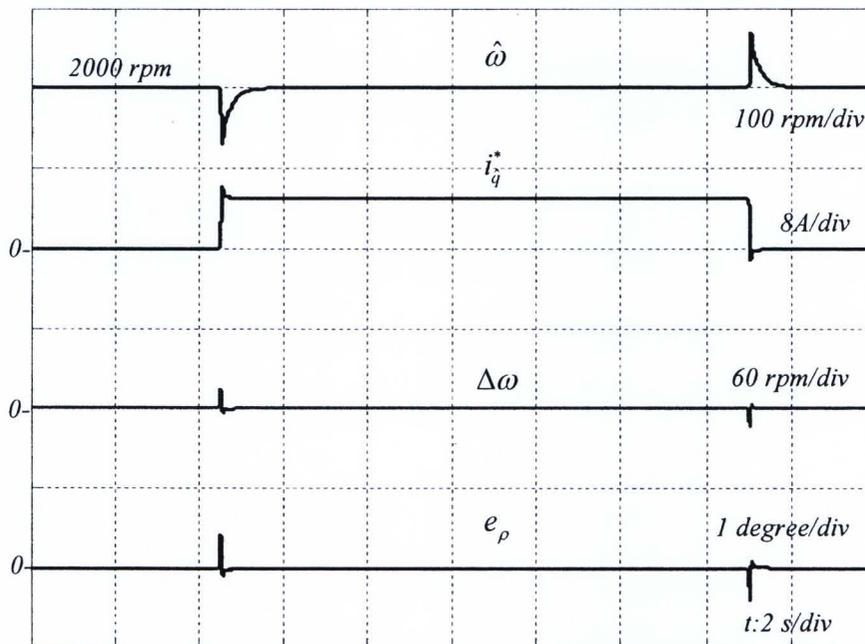
รูปที่ 6.22 ผลการทดลองในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 300 rpm (ข้อมูลความเร็ว ตำแหน่ง และฟลักซ์แม่เหล็ก)



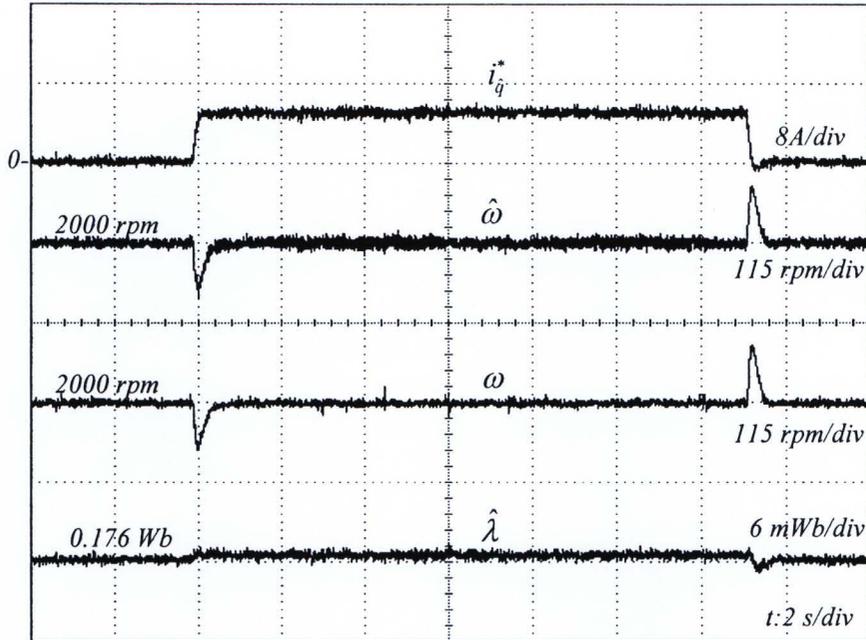
รูปที่ 6.23 ผลการจำลองการทำงานในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 300 rpm (ข้อมูลความเร็ว ตำแหน่ง และฟลักซ์แม่เหล็ก)



รูปที่ 6.24 ผลการทดลองในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง
2000 rpm (ข้อมูลความเร็ว ตำแหน่ง และกระแสสร้างแรงบิด)

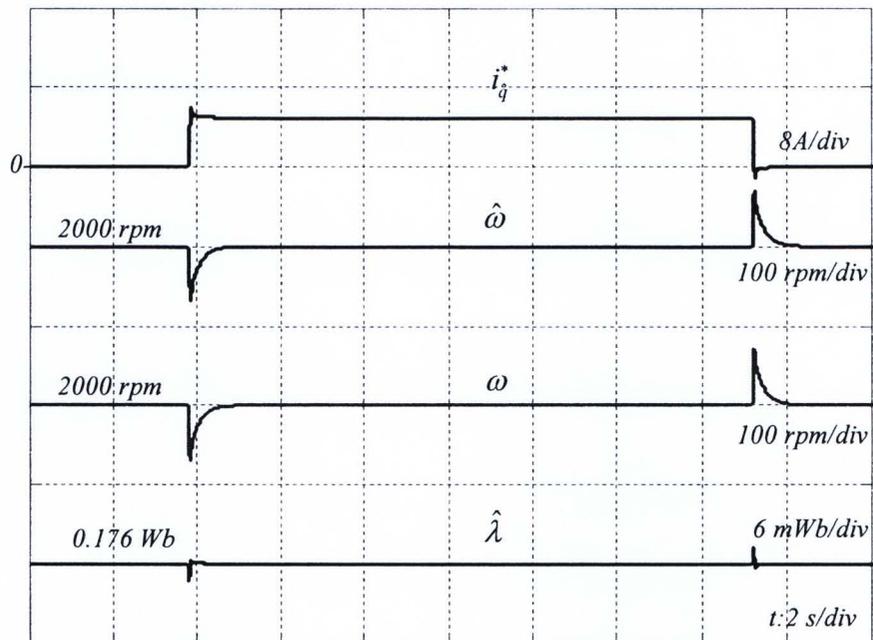


รูปที่ 6.25 ผลการจำลองการทำงานในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง
2000 rpm (ข้อมูลความเร็ว ตำแหน่ง และกระแสสร้างแรงบิด)



รูปที่ 6.26 ผลการทดลองในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง

2000 rpm (ข้อมูลความเร็ว ตำแหน่ง และฟลักซ์แม่เหล็ก)



รูปที่ 6.27 ผลการจำลองการทำงานในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง

2000 rpm (ข้อมูลความเร็ว ตำแหน่ง และฟลักซ์แม่เหล็ก)

6.3.4 ผลการทดลองในขณะเร่งลดความเร็ว

รูปที่ 6.28-6.29 แสดงถึงผลตอบสนองในขณะเร่งลดความเร็วระหว่าง 1000 rpm และ 2000 rpm และไม่มีค่าความผิดพลาดของพารามิเตอร์ จากผลการทดลองในรูปที่ 6.28 จะเห็นว่าความเร็วประมาณ $\hat{\omega}$ สามารถติดตามความเร็วจริงได้เป็นอย่างดีในขณะเร่งลดความเร็ว โดยที่ค่าความผิดพลาดของความเร็ว $\Delta\omega$ มีค่าตามที่ออกแบบกล่าวคือประมาณ 10 rpm และมีค่าประมาณศูนย์ในสภาวะอยู่ตัว สำหรับค่าความผิดพลาดของตำแหน่ง e_p นั้นก็มีค่าประมาณศูนย์ในสภาวะอยู่ตัวและมีค่าน้อยกว่า 8 องศา ในสภาวะชั่วคราว สอดคล้องกับผลการจำลองการทำงานในรูปที่ 6.30 จากลักษณะพลวัตของค่าความผิดพลาดของระบบประมาณจะเห็นว่าผลตอบสนองมีการหน่วงเป็นที่น่าพอใจโดยปราศจากการแกว่งของค่าประมาณ

6.3.5 ผลการทดลองในขณะกลับทิศทางการหมุน

รูปที่ 6.30-6.31 เป็นผลตอบสนองในขณะกลับทิศทางการหมุนระหว่าง 2000 rpm และ -2000 rpm ซึ่งจะเห็นว่าระบบควบคุมเวกเตอร์แบบไร้เซนเซอร์วัดตำแหน่งที่น่าเสนอ สามารถควบคุมมอเตอร์ให้กลับทิศทางการหมุนตามค่าคำสั่งได้เป็นที่น่าพอใจ ซึ่งจะเห็นได้จากค่าความเร็วประมาณและค่าความเร็วจริงสามารถติดตามค่าความเร็วคำสั่งได้เป็นอย่างดี ทั้งจากผลการจำลองการทำงานและผลการทดลอง

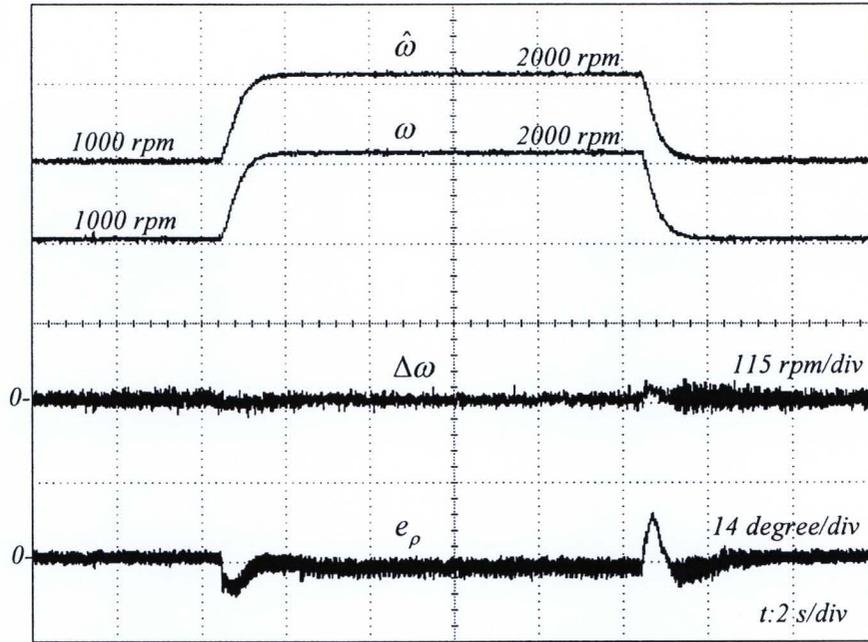
6.3.6 ผลการทดลองในขณะเปลี่ยนแปลงความเร็วคำสั่งในช่วงแคบ

รูปที่ 6.32-6.33 เป็นผลตอบสนองในขณะเปลี่ยนแปลงความเร็วคำสั่งในช่วงแคบระหว่าง 2000 rpm และ 2100 rpm จะเห็นว่าระบบควบคุมสามารถควบคุมความเร็วได้ตามค่าคำสั่งอย่างรวดเร็ว โดยมีเวลาขาขึ้น (rise-time) ประมาณ 100 ms นอกจากนั้นแล้วระบบยังสามารถควบคุมแรงบิดได้เป็นอย่างดี โดยสังเกตจากการที่กระแสสร้างแรงบิด i_q^* สามารถติดตามกระแสสร้างแรงบิดคำสั่ง i_q^* ได้อย่างรวดเร็วและมีค่าความผิดพลาดเป็นศูนย์ในสภาวะอยู่ตัว ผลการจำลองการทำงานและผลการทดลองก็มีความสอดคล้องกันดี

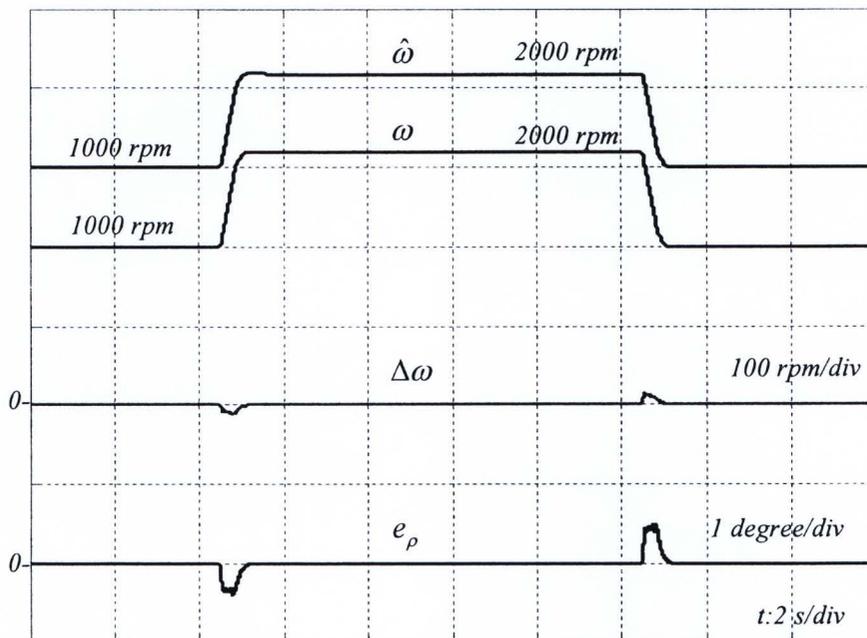
6.3.7 ผลการทดลองในขณะที่เปลี่ยนแปลงความเร็วคำสั่งในช่วงกว้างอย่างช้า ๆ

เพื่อแสดงให้เห็นว่าระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ซิงโครนัสแม่เหล็กถาวรแบบไร้เซนเซอร์วัดตำแหน่งที่นำเสนอนี้สามารถทำงานและขับโหลดที่พิกัดได้ตั้งแต่ย่านความเร็วต่ำจนถึงย่านความเร็วสูง ในหัวข้อนี้จึงทำการทดสอบโดยเปลี่ยนแปลงค่าความเร็วคำสั่งอย่างช้า ๆ ในช่วงกว้างระหว่าง 2000 rpm และ 200 rpm โดยคงโหลดไว้ที่พิกัดตลอดเวลา ผลตอบสนองแสดงได้ดังรูปที่ 6.34-6.41 จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ตัวสังเกตและระบบควบคุมเวกเตอร์แบบไร้เซนเซอร์วัดตำแหน่งที่ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุกย่านความเร็ว จากผลการทดลองในรูปที่ 6.34 และ 6.38 จะเห็นว่าความเร็วประมาณสามารถติดตามความเร็วจริงได้ตลอดช่วงการทำงานและสอดคล้องกับผลการจำลองการทำงานในรูปที่ 6.36 และ 6.40 ตามลำดับ จากผลการทดลองใน รูปที่ 6.35 และ 6.39 จะพบว่ามีความผิดพลาดของตำแหน่ง e_p โดยเฉลี่ยเป็นศูนย์ตลอดช่วงการทำงานและมีค่าการกระเพื่อมสูงสุดประมาณ 10 องศา ที่ความเร็ว 200 rpm สำหรับผลการจำลองการทำงานในรูปที่ 6.37 และ 6.41 ค่าความผิดพลาดของตำแหน่ง e_p มีค่าเป็นศูนย์ตลอดช่วงการทำงาน จากรูปที่ 6.35 และ 6.39 จะเห็นว่าค่า $\hat{\lambda}_{control}$ นั้นก็การใช้งานตามที่ออกแบบในบทที่ 5 กล่าวคือค่า $\hat{\lambda}_{control}$ จะถูกตรึงไว้ที่ค่า $\hat{\lambda}|_{|\hat{\omega}|=\omega_1}$ ตลอดช่วงที่ค่า $\hat{\omega}$ ต่ำกว่า ω_1 (453 rpm) ที่กำหนด ในส่วนของการจำลองการทำงานนั้นค่า $\hat{\lambda}_{control}$ จะมีค่าเท่ากับค่าที่ระบุตลอดช่วงการทำงาน ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีค่าความผิดพลาดของค่าพารามิเตอร์มารบกวนการประมาณของตัวสังเกต

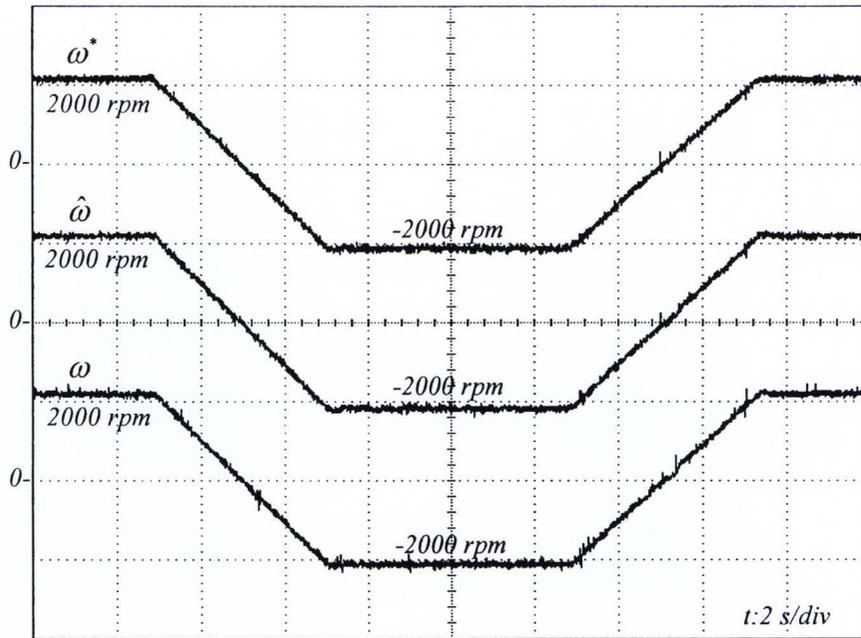




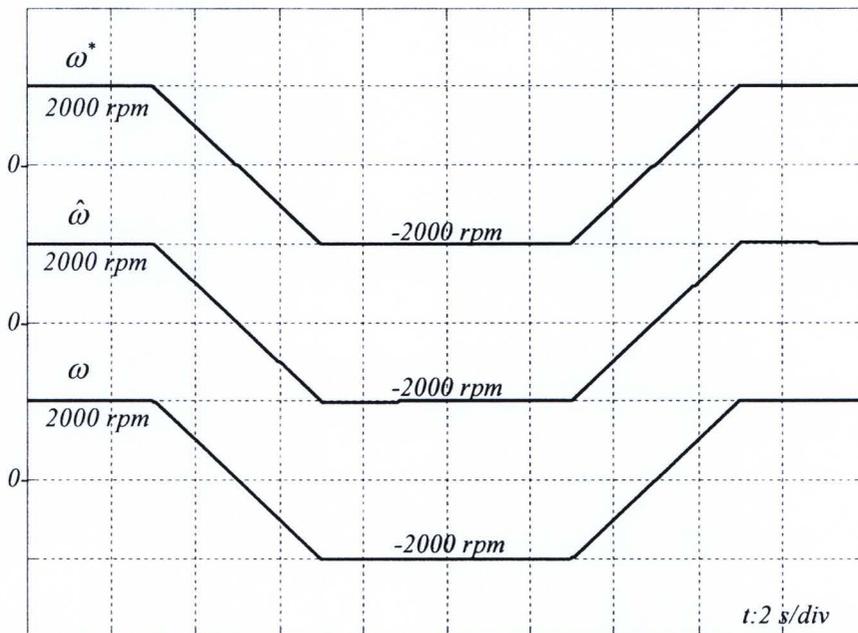
รูปที่ 6.28 ผลการทดลองขณะเร่งลดความเร็วระหว่าง 1000 rpm และ 2000 rpm



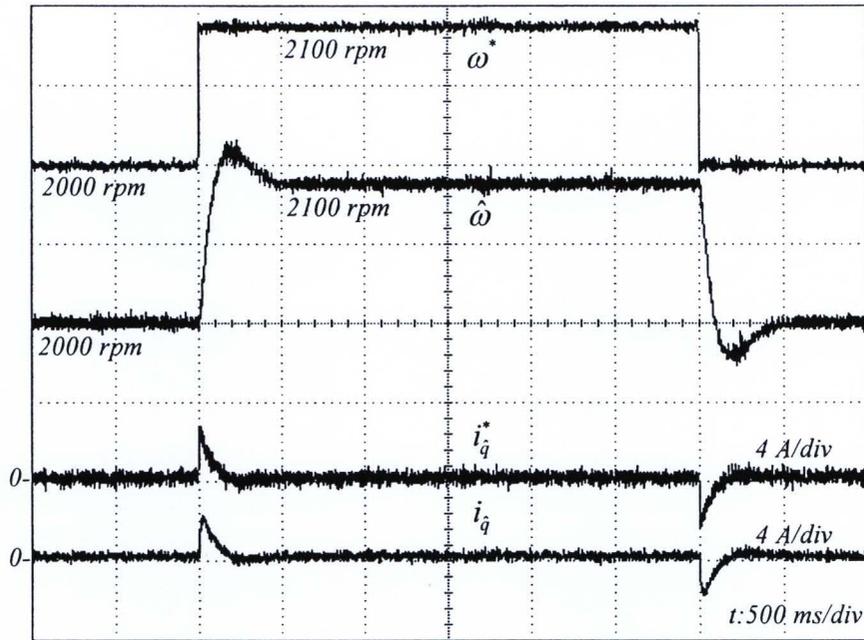
รูปที่ 6.29 ผลการจำลองการทำงานขณะเร่งลดความเร็วระหว่าง 1000 rpm และ 2000 rpm



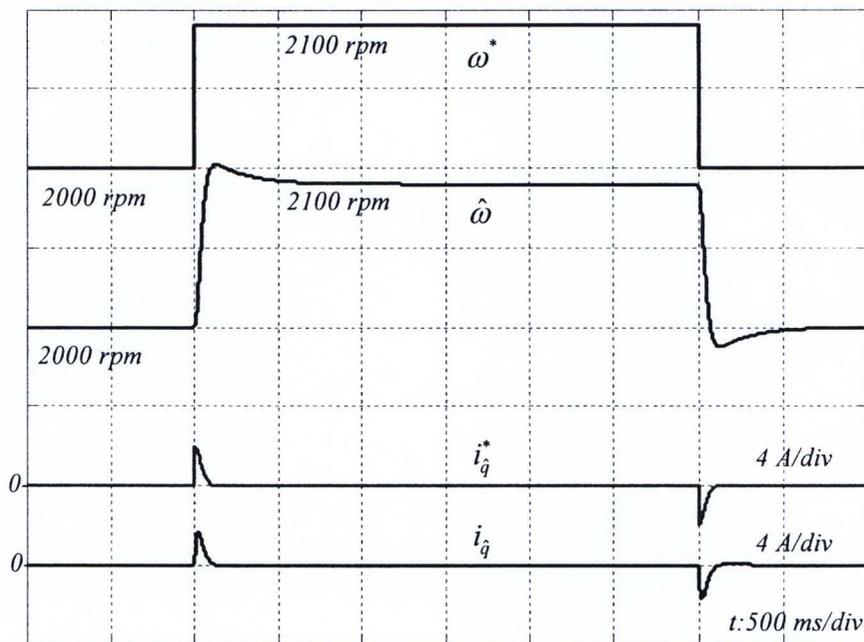
รูปที่ 6.30 ผลการทดลองในขณะกลับทิศทางการหมุนระหว่าง 2000 rpm และ -2000 rpm



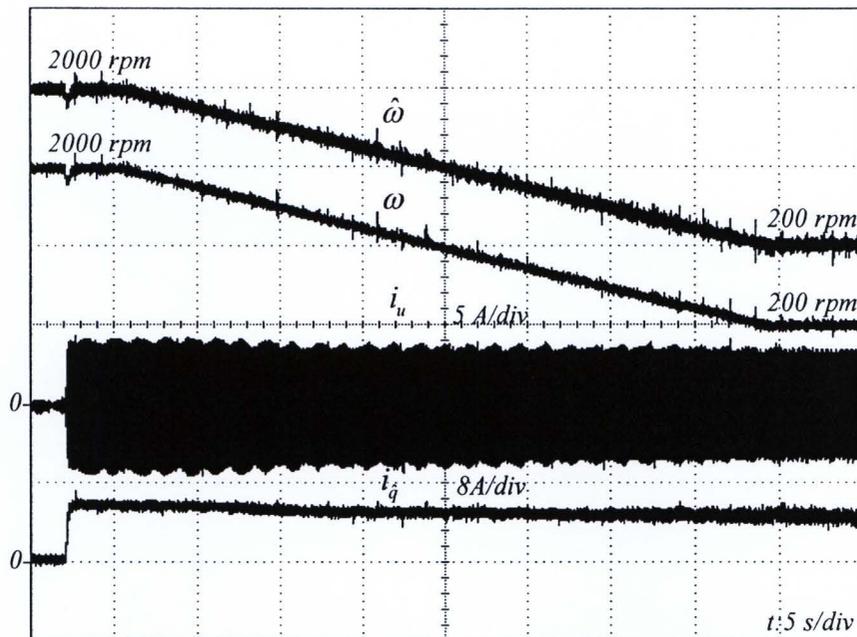
รูปที่ 6.31 ผลการจำลองการทำงานในขณะกลับทิศทางการหมุนระหว่าง 2000 rpm และ -2000 rpm



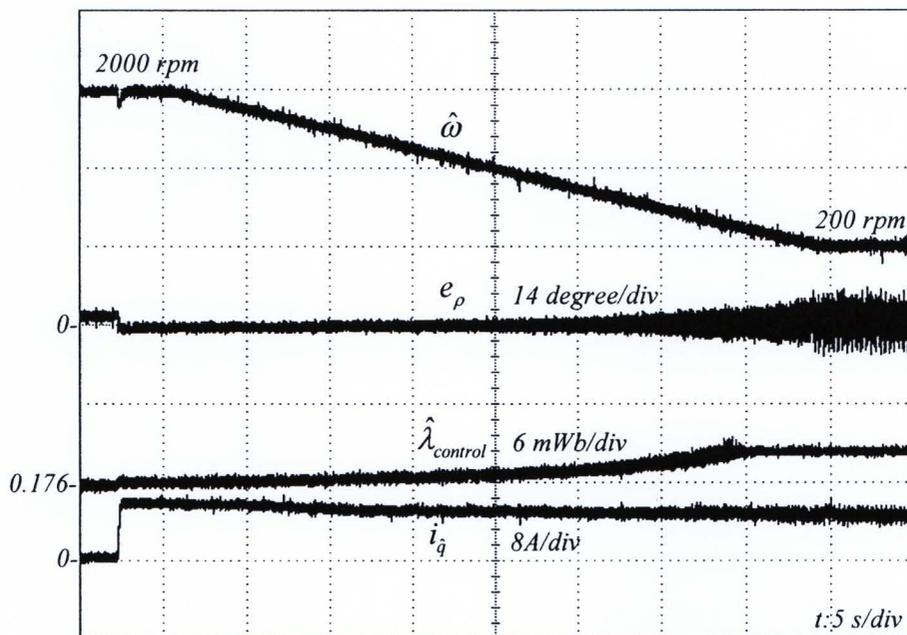
รูปที่ 6.32 ผลการทดลองในขณะเปลี่ยนแปลงความเร็วในช่วงแคบระหว่าง 2000 rpm และ 2100 rpm



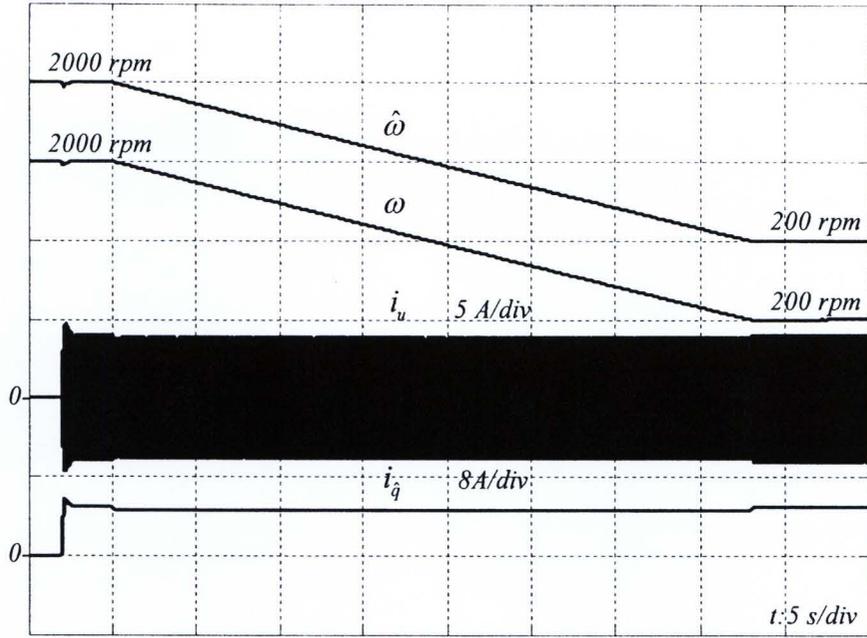
รูปที่ 6.33 ผลการจำลองการทำงานในขณะเปลี่ยนแปลงความเร็วในช่วงแคบระหว่าง 2000 rpm และ 2100 rpm



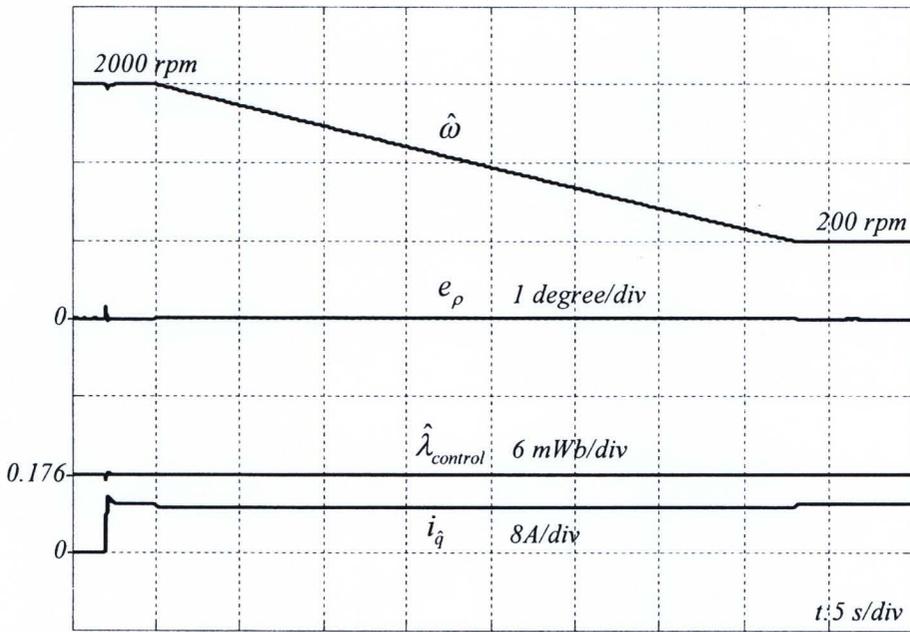
รูปที่ 6.34 ผลการทดลองในขณะที่เปลี่ยนแปลงความเร็วช้า ๆ ในช่วงกว้างจาก 2000 rpm ไป 200 rpm ที่โหลดพิกัด (ข้อมูลความเร็วและกระแส)



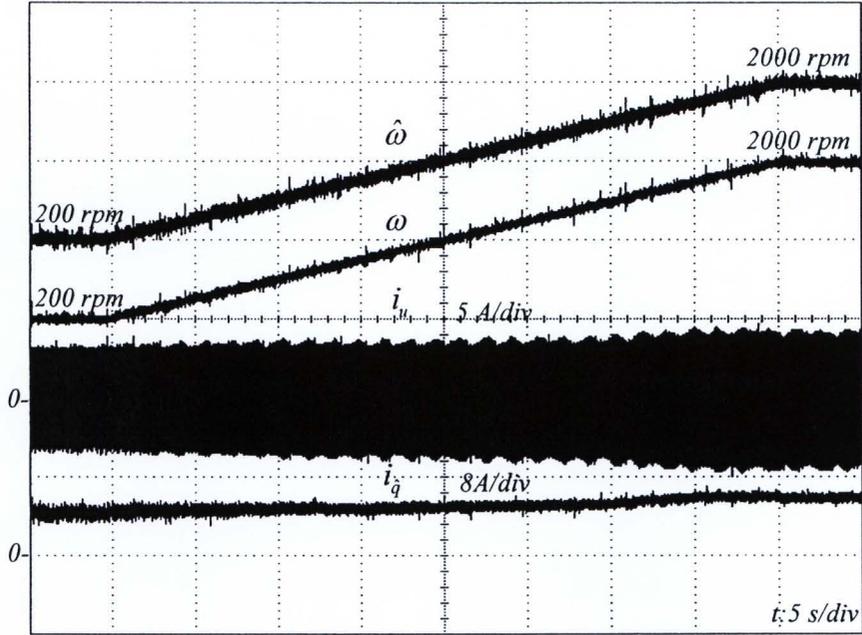
รูปที่ 6.35 ผลการทดลองในขณะที่เปลี่ยนแปลงความเร็วช้า ๆ ในช่วงกว้างจาก 2000 rpm ไป 200 rpm ที่โหลดพิกัด (ข้อมูลความเร็ว กระแส และฟลักซ์แม่เหล็ก)



รูปที่ 6.36 ผลการจำลองการทำงานในขณะที่เปลี่ยนแปลงความเร็วช้า ๆ ในช่วงกว้างจาก 2000 rpm ไป 200 rpm ที่โหลดพิกัด (ข้อมูลความเร็วและกระแส)

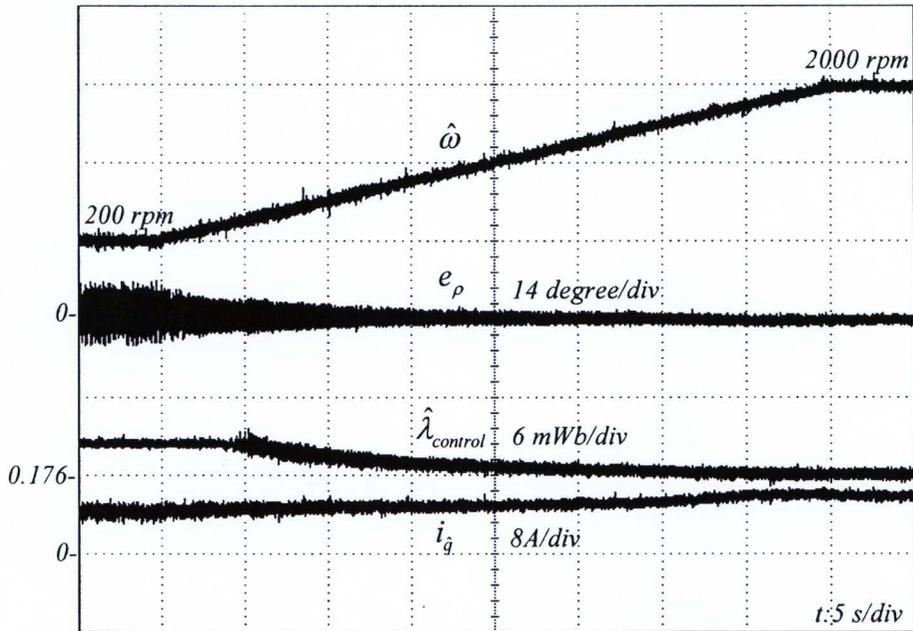


รูปที่ 6.37 ผลการจำลองการทำงานในขณะที่เปลี่ยนแปลงความเร็วช้า ๆ ในช่วงกว้างจาก 2000 rpm ไป 200 rpm ที่โหลดพิกัด (ข้อมูลความเร็ว กระแส และฟลักซ์แม่เหล็ก)



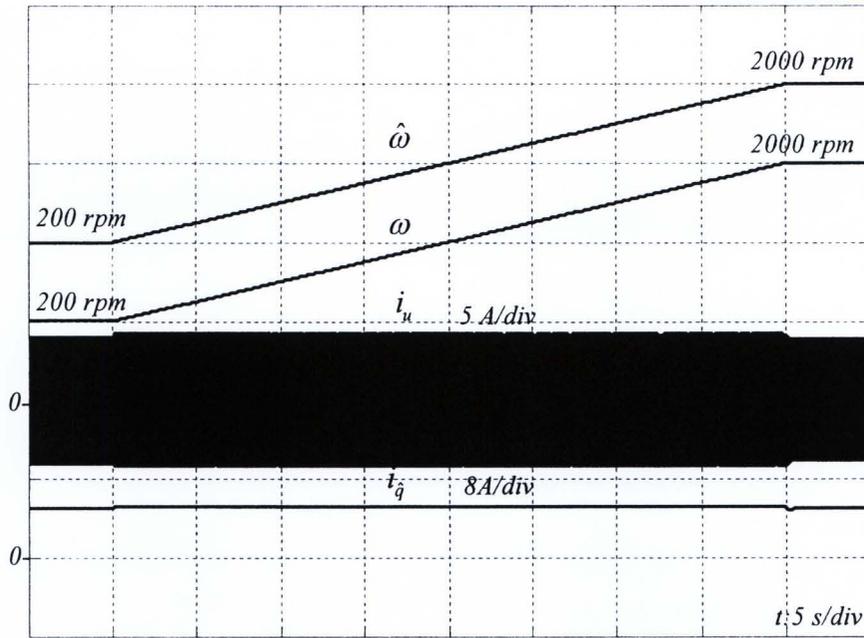
รูปที่ 6.38 ผลการทดลองในขณะที่เปลี่ยนแปลงความเร็วช้า ๆ ในช่วงกว้างจาก 200 rpm ไป

2000 rpm ที่โหลดพิกัด (ข้อมูลความเร็วและกระแส)

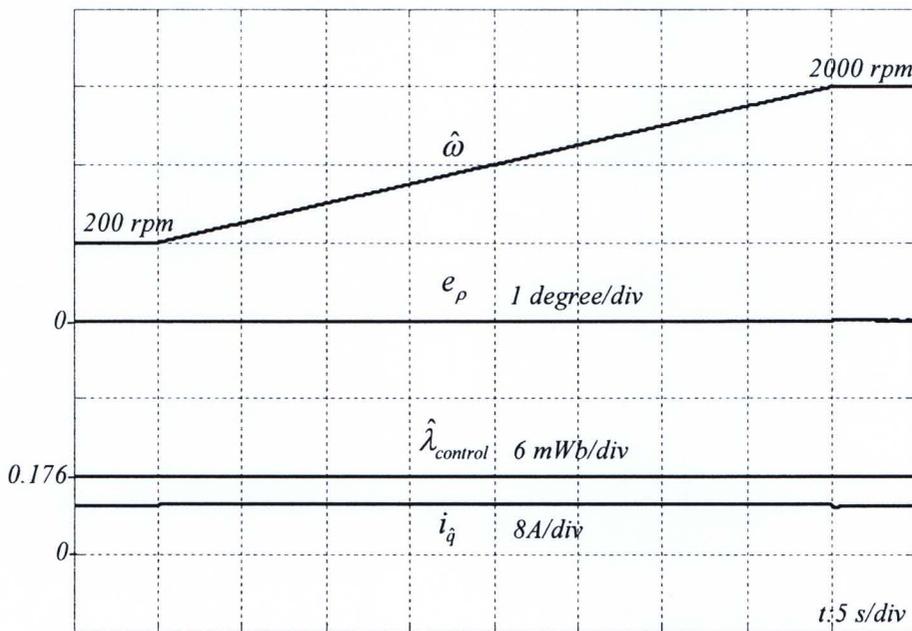


รูปที่ 6.39 ผลการทดลองในขณะที่เปลี่ยนแปลงความเร็วช้า ๆ ในช่วงกว้างจาก 200 rpm ไป

2000 rpm ที่โหลดพิกัด (ข้อมูลความเร็ว กระแส และฟลักซ์แม่เหล็ก)



รูปที่ 6.40 ผลการจำลองการทำงานในขณะที่เปลี่ยนแปลงความเร็วช้า ๆ ในช่วงกว้างจาก 200 rpm ไป 2000 rpm ที่โหลดพิกัด (ข้อมูลความเร็วและกระแส)



รูปที่ 6.41 ผลการจำลองการทำงานในขณะที่เปลี่ยนแปลงความเร็วช้า ๆ ในช่วงกว้างจาก 200 rpm ไป 2000 rpm ที่โหลดพิกัด (ข้อมูลความเร็ว กระแส และฟลักซ์แม่เหล็ก)

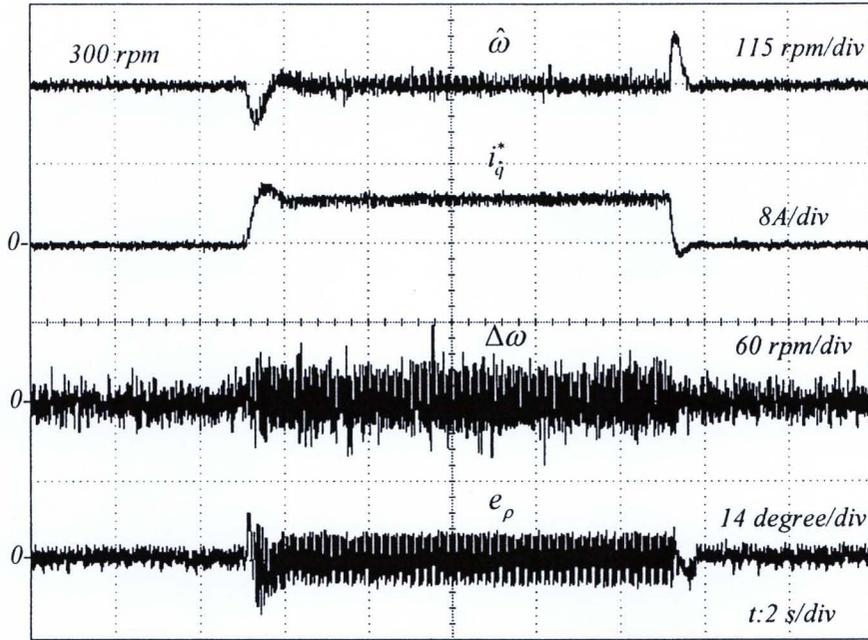
6.4 ผลการทดลองเมื่อมีค่าความผิดพลาดของค่าพารามิเตอร์

รูปที่ 6.42-6.45 เป็นผลการทดลองและผลการจำลอง เพื่อเป็นการยืนยันถึงความถูกต้องของการวิเคราะห์ทางทฤษฎีที่ได้นำเสนอแล้วในบทที่ 5 เกี่ยวกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ ในการทดสอบนี้ค่าความเร็วคำสั่งจะกำหนดไว้ที่ 300 rpm ซึ่งเป็นย่านความเร็วต่ำเพื่อจะให้เห็นผลกระทบได้ชัดเจน รูปที่ 6.42-6.43 เป็นผลทดสอบในกรณีที่มี $|\Delta R| = 50\%$ แสดงให้เห็นว่าค่าความผิดพลาดของค่าประมาณทั้ง $\Delta\omega$ และ e_p มีค่าประมาณศูนย์ทั้งในสภาวะไร้โหลดและมีโหลดที่พิกัด ผลที่ได้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ทางทฤษฎีที่ว่าค่าความผิดพลาดของค่าความต้านทานจะไม่ส่งผลกระทบต่อค่าประมาณค่าทั้งตำแหน่งและความเร็วในสภาวะอยู่ตัว

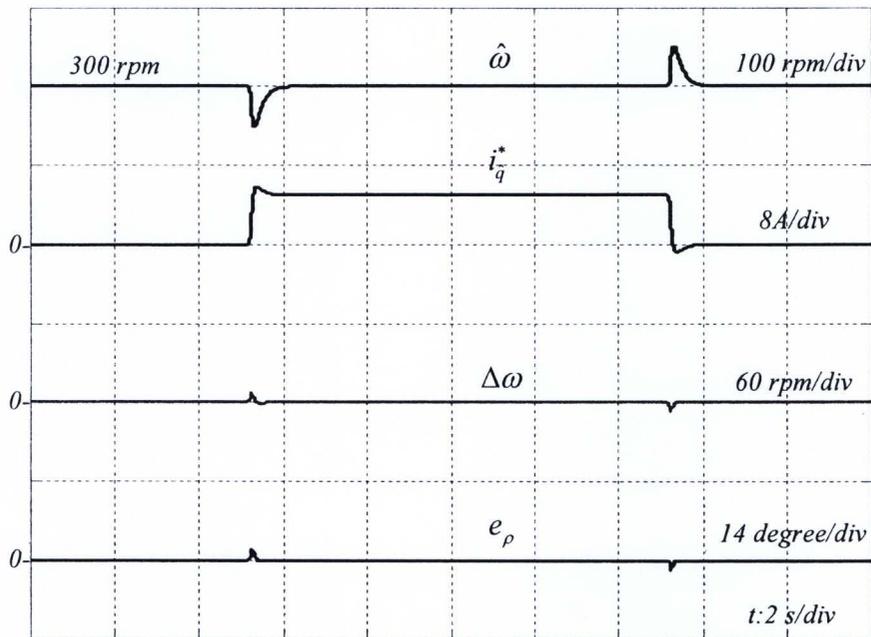
รูปที่ 6.44-6.45 เป็นผลตอบสนองเมื่อมีค่า $|\Delta L| = 20\%$ ซึ่งจะเห็นว่าค่าความผิดพลาดของความเร็ว $\Delta\omega$ มีค่าประมาณศูนย์ทั้งในสภาวะชั่วคราวและในสภาวะอยู่ตัวเช่นกัน สำหรับค่าความผิดพลาดของตำแหน่ง e_p นั้นมีค่าเป็นศูนย์ในสภาวะไร้โหลดและมีค่าประมาณ 7 องศา ในขณะมีโหลดที่พิกัด ซึ่งเป็นค่าที่ถูกต้องตามการคำนวณในสมการที่ (5.19) ดังนั้นทั้งผลการจำลองการทำงานและผลการทดลอง ก็สอดคล้องกับผลทางทฤษฎีที่ว่าค่าความผิดพลาดของค่าความเหนี่ยวนำจะส่งผลกระทบเฉพาะต่อการประมาณค่าตำแหน่งแต่ไม่มีนัยสำคัญต่อการควบคุมแรงบิด

ผลการจำลองการทำงานและผลการทดลองทั้งหมดจึงยืนยันถึงความถูกต้องของผลวิเคราะห์ทางทฤษฎีที่นำเสนอและสามารถกล่าวได้ว่า ตัวสังเกตที่ออกแบบนี้มีความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานและค่าความเหนี่ยวนำ

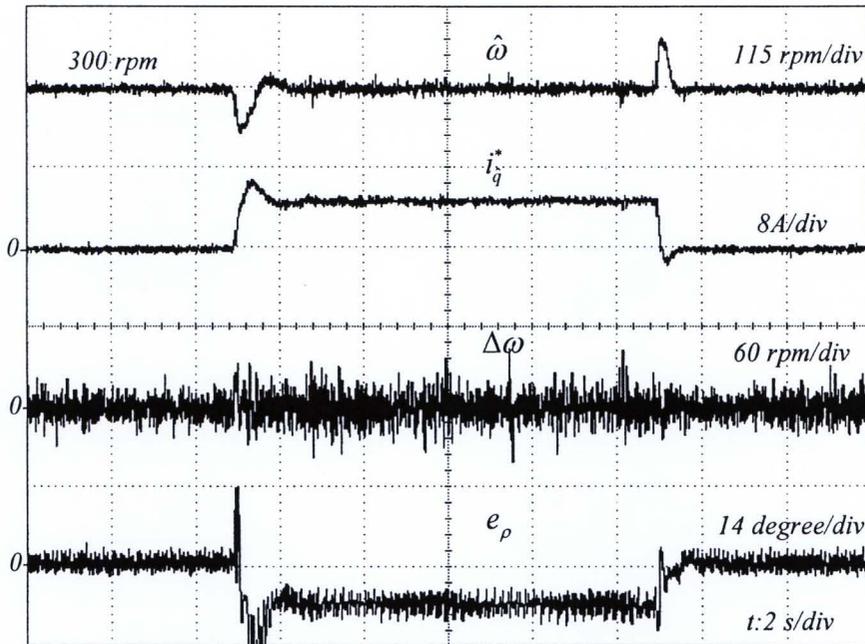




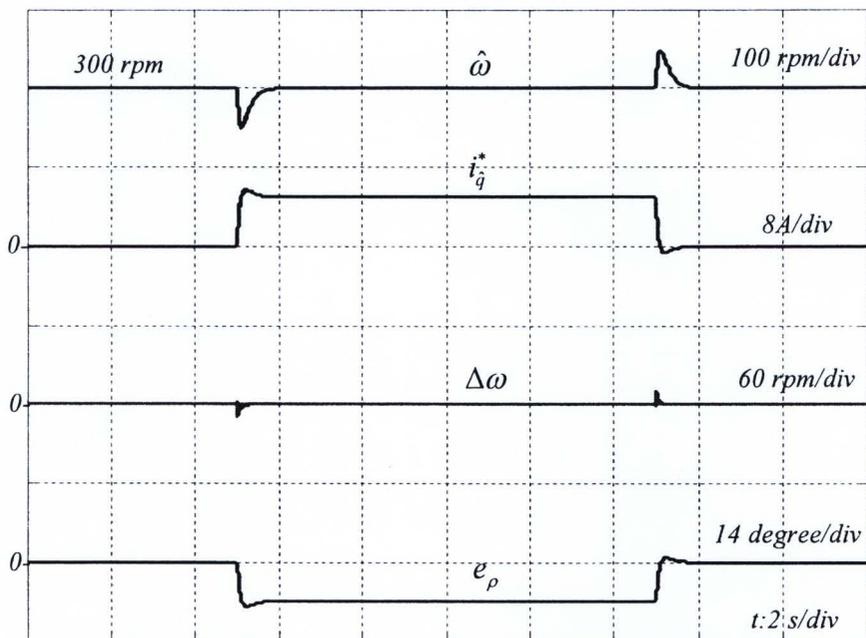
รูปที่ 6.42 ผลการทดลองในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 300 rpm โดยมี $|\Delta R| = 50\%$



รูปที่ 6.43 ผลการจำลองการทำงานในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 300 rpm โดยมี $|\Delta R| = 50\%$



รูปที่ 6.44 ผลการทดลองในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 300 rpm โดยมี $|\Delta L| = 20\%$



รูปที่ 6.45 ผลการจำลองการทำงานในขณะเกิดโหลดแบบขั้นที่แรงบิดพิกัดและความเร็วคำสั่ง 300 rpm โดยมี $|\Delta L| = 20\%$