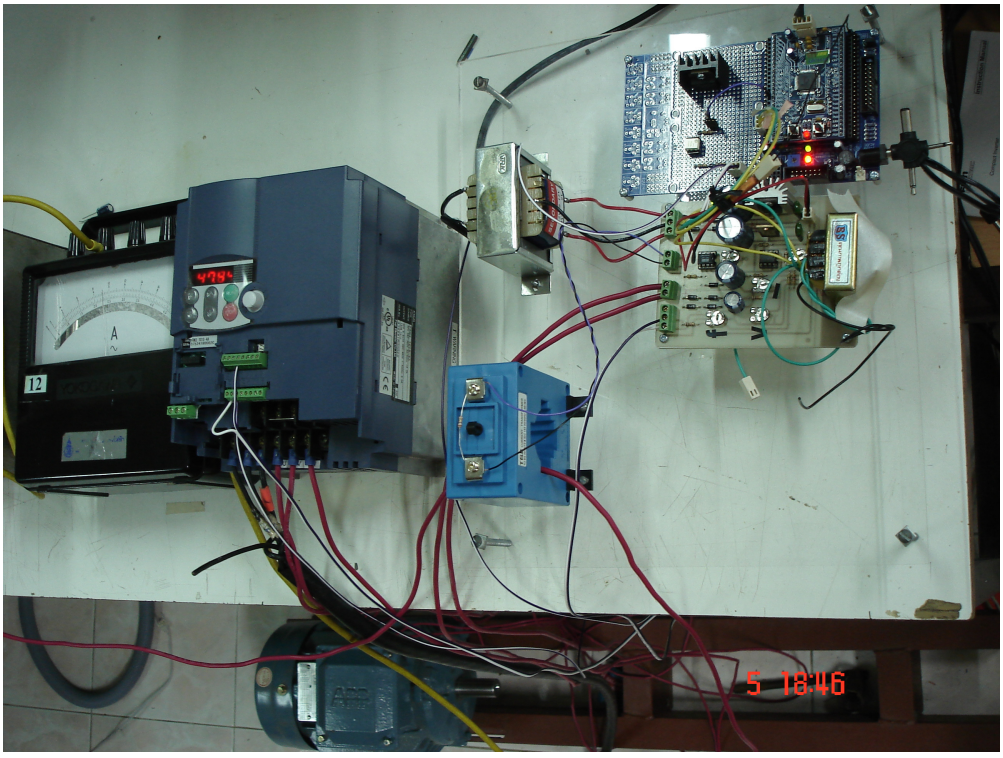
บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

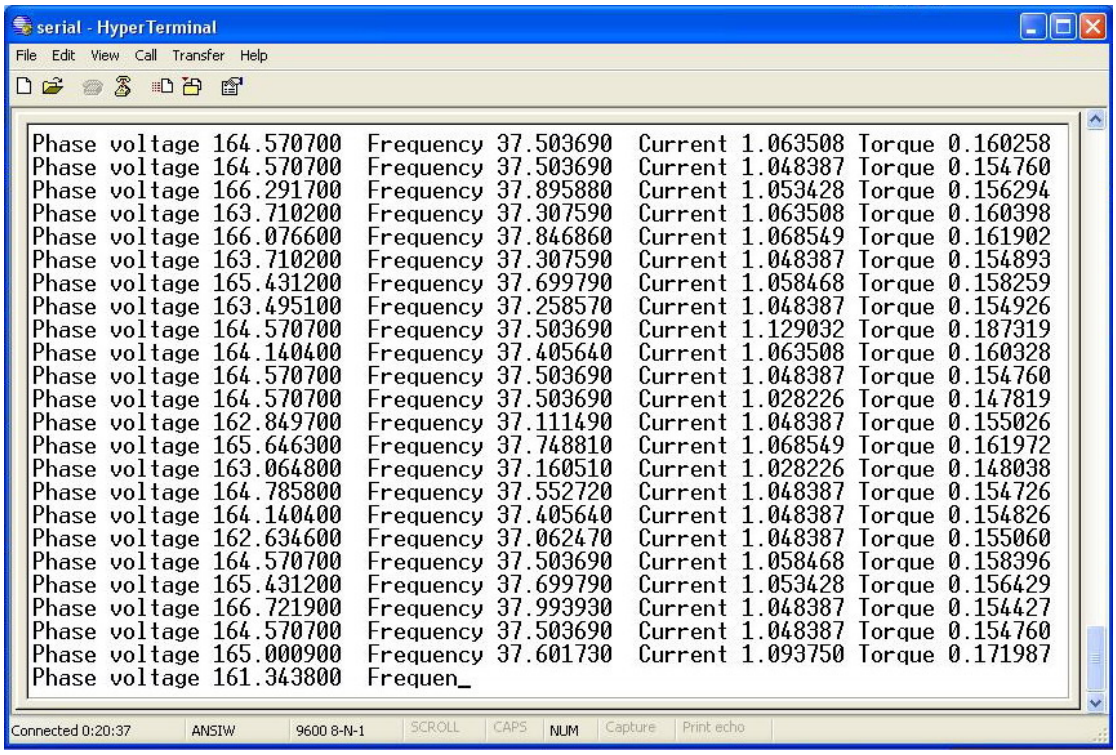
ระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ตามสภาวะโหลดโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม แสดงดังภาพประกอบ 4-1 ระบบควบคุมจะรับสัญญาณแรงดันเฟสของมอเตอร์ ความถี่ของแหล่งจ่ายที่จ่ายกำลังให้มอเตอร์และกระแสของมอเตอร์ ผ่านวงจรขยายสัญญาณและป้อนเข้าสู่ A/D CONVERTER ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้คือไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ LPC 2119 ที่ติดตั้งอยู่บนบอร์ด ET-ARM7 Stamp LPC2119 จะทำหน้าที่คำนวณปริมาณโหลดภาระจากสัญญาณทั้ง 3 สัญญาณ พร้อมทั้งคำนวณความถี่ที่เหมาะสมสำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสร้างสัญญาณ PWM OUTPUT (0-3.3Vdc) ที่สอดคล้องกับระดับความถี่ที่จะใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ สัญญาณ PWM OUTPUT ของไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวกำหนดระดับแรงดัน (0-10Vdc) ที่ใช้เป็นสัญญาณสำหรับควบคุมความถี่ของอินเวอร์เตอร์



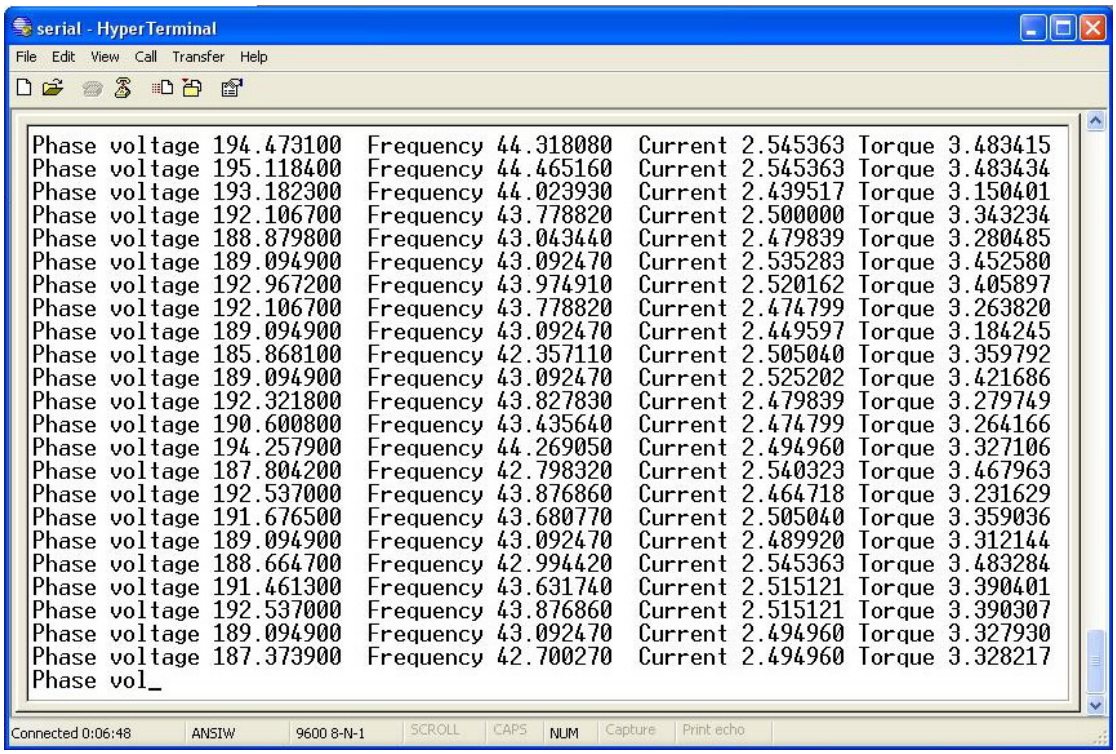
ภาพประกอบ 4-1 ชุดควบคุมความเร็วของมอเตอร์ตามสภาวะโหลด

4.1 ผลการทดสอบการทำงานของระบบควบคุม

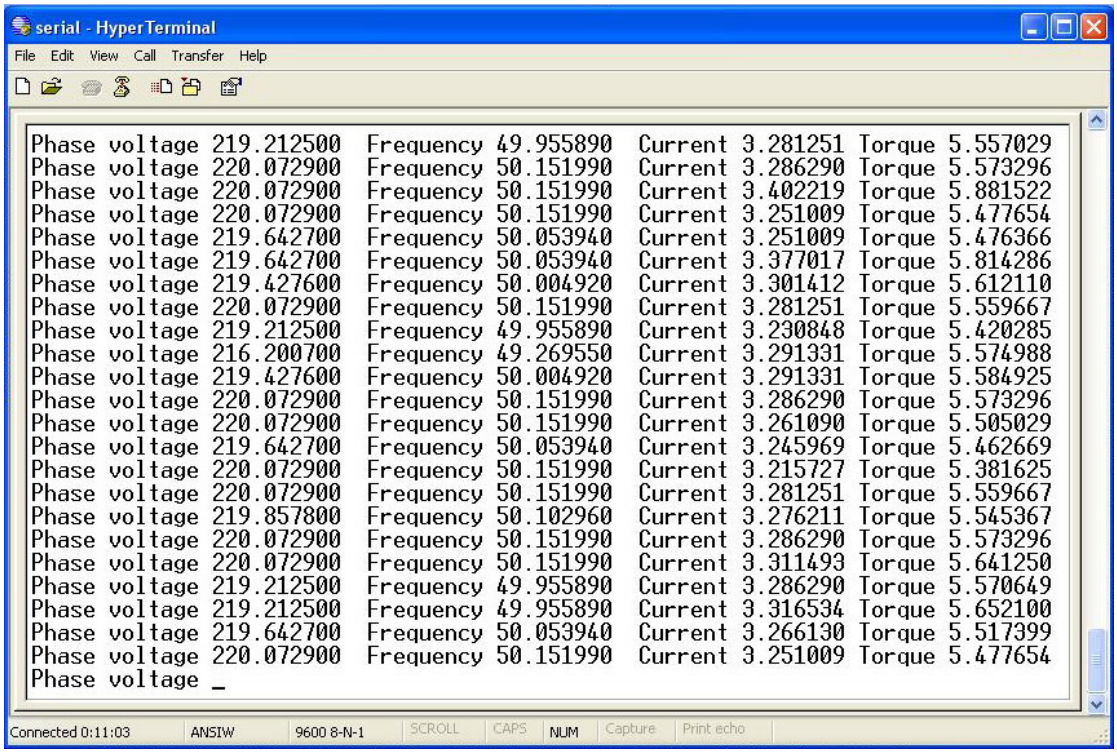
ผลการทำงานของระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ตามสภาวะโหลดดังภาพประกอบ 4-2 และผลการทำงานของอินเวอร์เตอร์ที่แต่ละสภาวะโหลดดังภาพประกอบ 4-3 พบว่าเมื่อโหลดของมอเตอร์เปลี่ยนแปลง (กระแสของมอเตอร์เปลี่ยนแปลง) ระบบควบคุมจะคำนวณปริมาณโหลดใหม่ เมื่อระบบรับรู้ปริมาณโหลดค่าใหม่ก็จะคำนวณความถี่ที่เหมาะสมในการขับเคลื่อนมอเตอร์และสร้างสัญญาณควบคุมไปสั่งการให้อินเวอร์เตอร์ปรับความเร็วของมอเตอร์ตามค่าที่คำนวณได้ จะเห็นว่าเมื่อกระแสของมอเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้นอินเวอร์เตอร์จะขับเคลื่อนมอเตอร์ที่ความถี่สูงขึ้น และเมื่อกระแสของมอเตอร์มีค่าลดลงอินเวอร์เตอร์จะขับเคลื่อนมอเตอร์ที่ความถี่ต่ำลง



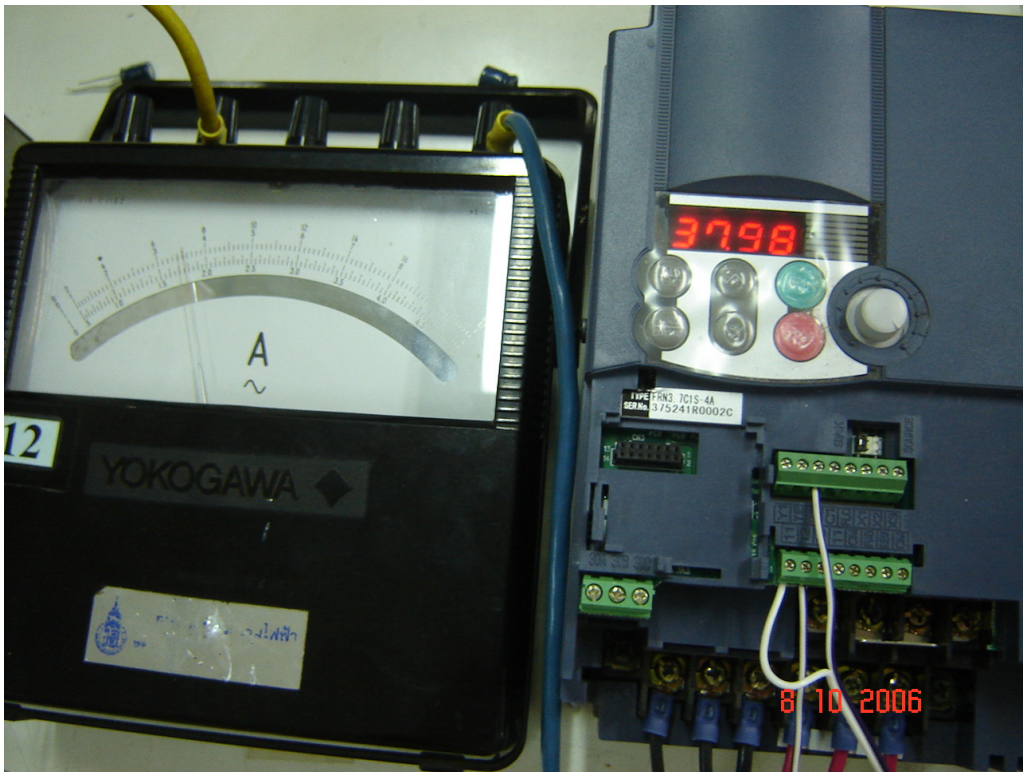
ภาพประกอบ 4-2 ผลการทำงานของระบบควบคุมขณะทำงานที่ความถี่ประมาณ 37 Hz



ภาพประกอบ 4-3 ผลการทำงานของระบบควบคุมขณะทำงานที่ความถี่ประมาณ 43 Hz



ภาพประกอบ 4-4 ผลการทำงานของระบบควบคุมขณะทำงานที่ความถี่ประมาณ 50 Hz



ภาพประกอบ 4-5 ผลการทำงานของอินเวอร์เตอร์เมื่อปริมาณโหลดค่าน้อย

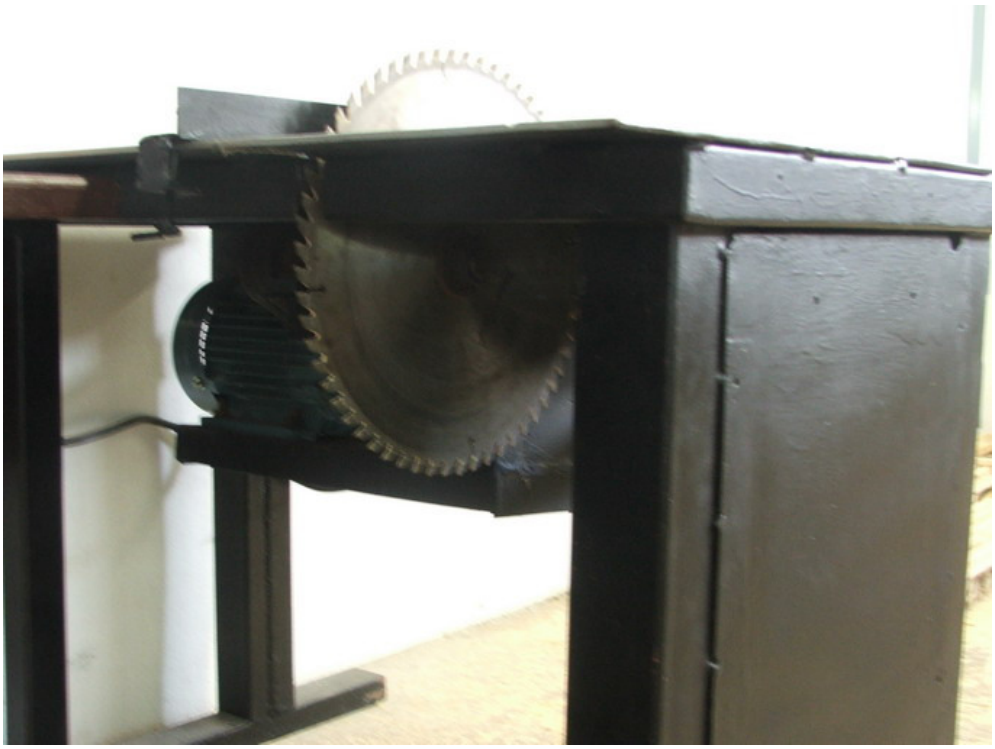
ภาพประกอบ 4-6 ผลการทำงานของอินเวอร์เตอร์เมื่อปริมาณโหลดค่าปานกลาง

ภาพประกอบ 4-7 ผลการทำงานของอินเวอร์เตอร์เมื่อปริมาณโหลดค่ามาก

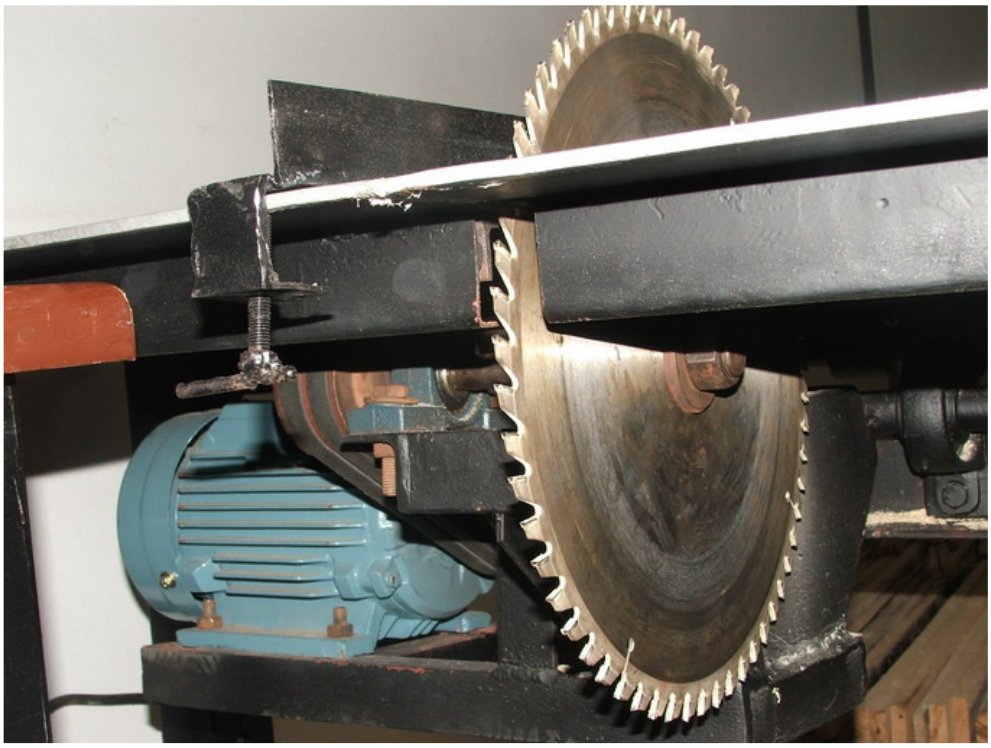
4.2 การทดสอบการทำงานของเครื่องเลื่อยเมื่อใช้ระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลด

4.2.1 เครื่องเลื่อยที่ใช้ทดสอบการทำงานของระบบควบคุม

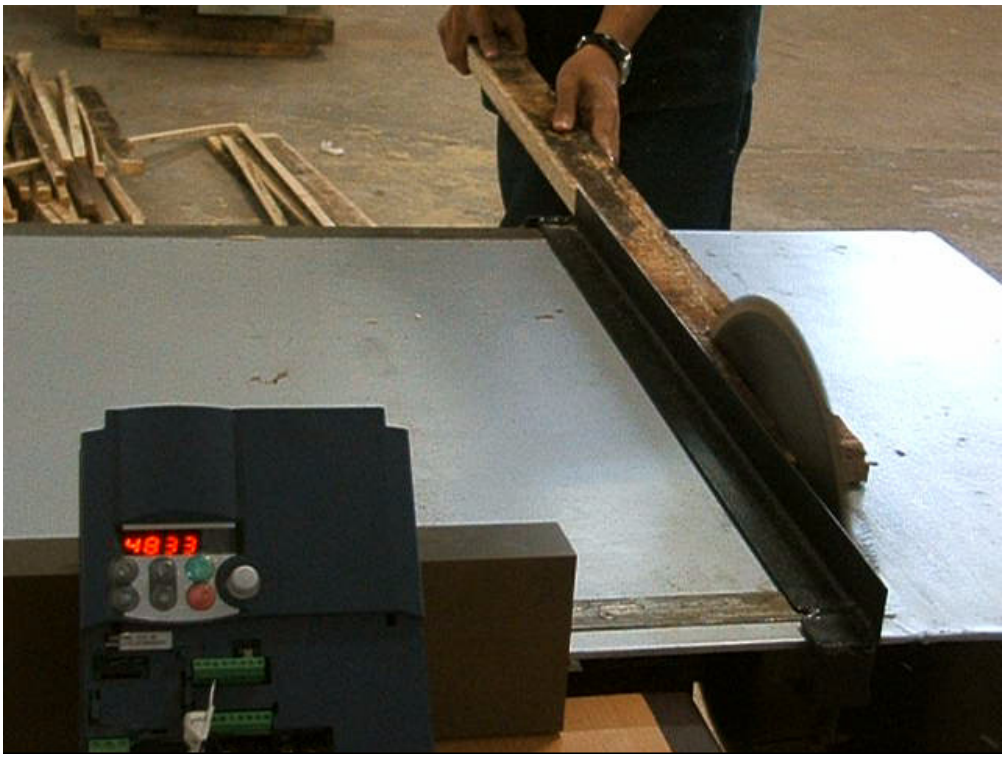
เครื่องเลื่อยที่ใช้ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์จะมีลักษณะเป็นโต๊ะเลื่อยที่ประกอบด้วยใบเลื่อย ซึ่งใบเลื่อยจะถูกขับให้หมุนด้วยมอเตอร์ผ่านทางสายพาน ความเร็วของมอเตอร์และใบเลื่อยมีค่าใกล้เคียงกัน ใบเลื่อยสามารถปรับขึ้นลงได้ตามขนาดไม้ ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบเครื่องเลื่อยไม้เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลดดังภาพประกอบ 4-8 และภาพประกอบ 4-9 โดยสามารถติดตั้งระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลดกับเครื่องเลื่อยในการเลื่อยไม้ซึ่งพบว่าเครื่องเลื่อยสามารถทำงานได้ดีไม่แตกต่างจากกรณีไม่ติดตั้งระบบควบคุม การทำงานของเครื่องเลื่อยเมื่อติดตั้งระบบควบคุมแสดงดังภาพประกอบ 4-10



ภาพประกอบ 4-8 เครื่องเลื่อยไม้ที่ใช้ทดสอบการทำงานของระบบควบคุม



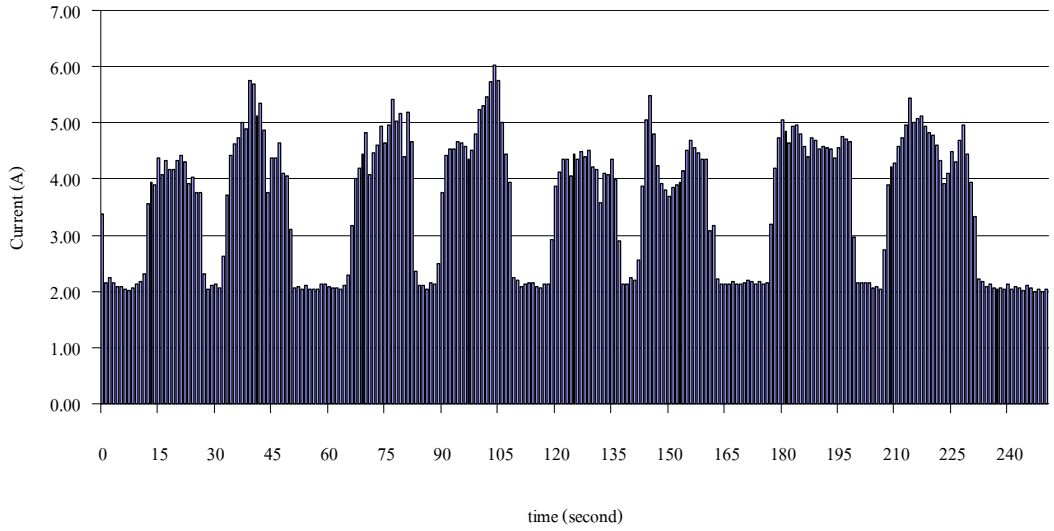
ภาพประกอบ 4-9 การขับใบเลื่อยด้วยมอเตอร์ผ่านทางสายพาน



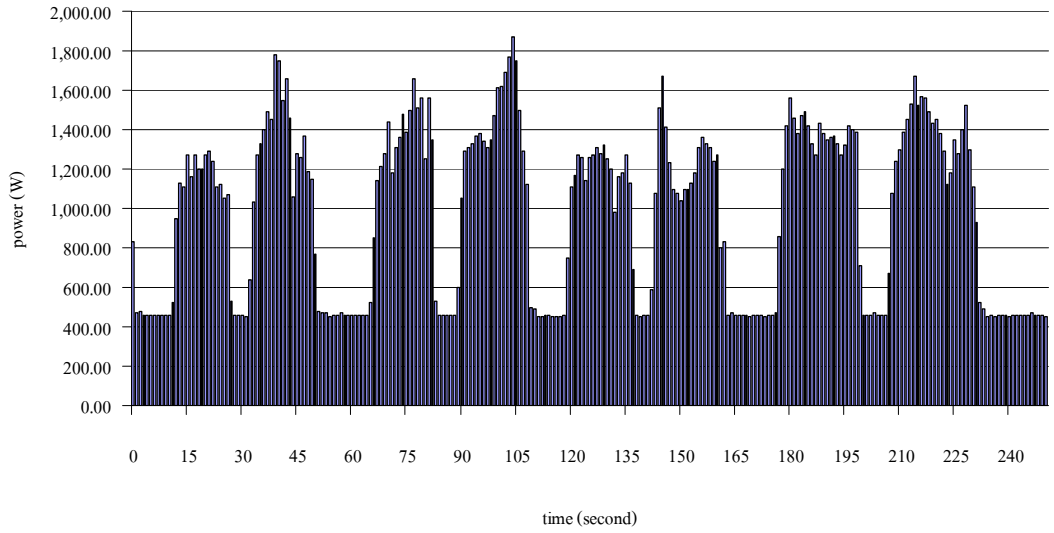
ภาพประกอบ 4-10 การทำงานของระบบควบคุมขณะกำลังเลื่อยไม้

4.2.2 ผลการทำงานของเครื่องเลื่อยเมื่อใช้ระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลด

จากข้อมูลการเลื่อยไม้อย่างต่อเนื่องของมอเตอร์เครื่องเลื่อยไม้ทำให้ทราบรูปแบบของการเลื่อยไม้ (ลักษณะกระแสและกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องเลื่อย) ภาพประกอบ 4-11 และภาพประกอบ 4-12 แสดงรูปแบบการเลื่อยตามลักษณะกระแสและกำลังไฟฟ้าตามลำดับ ซึ่งจะพบว่ารูปแบบการเลื่อยไม้ในสภาวะปกติมีช่วงเวลาของการเลื่อยประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาทำงานทั้งหมดของเครื่องเลื่อย

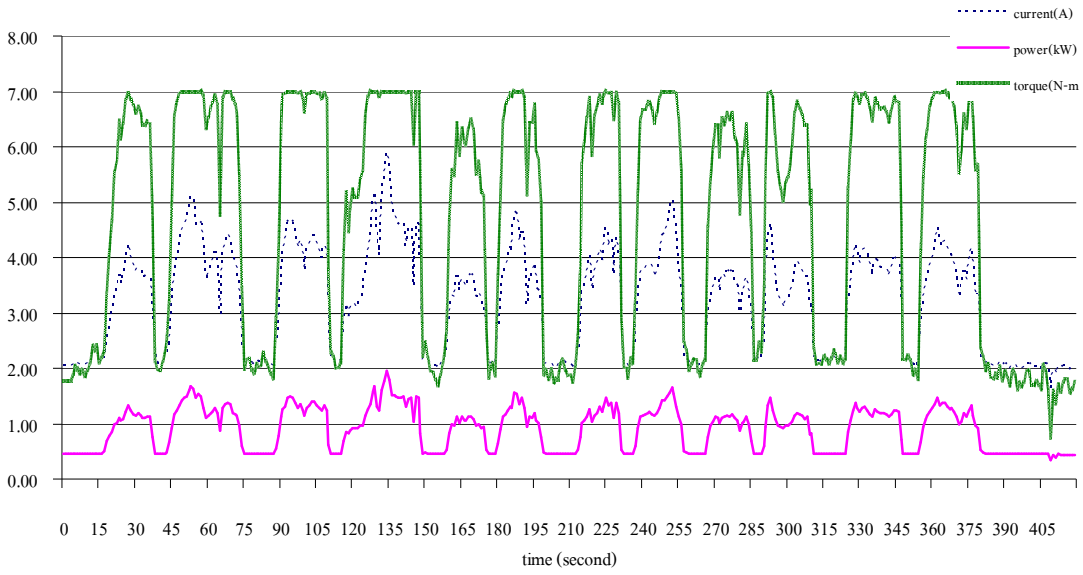


ภาพประกอบ 4-11 ลักษณะกระแสของมอเตอร์เครื่องเลื่อยขณะเลื่อยอย่างต่อเนื่อง



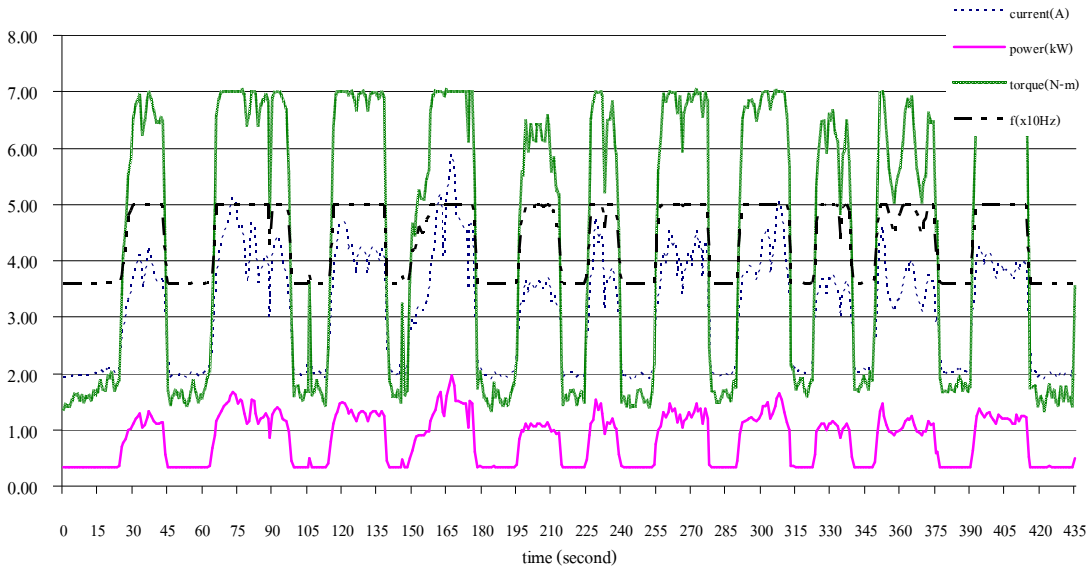
ภาพประกอบ 4-12 ลักษณะกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องเลื่อยขณะเลื่อยอย่างต่อเนื่อง

การทำงานของเครื่องเลื่อยจะเป็นลักษณะที่มอเตอร์อยู่ในสภาวะมีโหลดและไม่มีโหลดสลับกัน ปริมาณโหลดขึ้นอยู่กับขนาดไม้ที่ผ่านใบเลื่อยและความเร็วในการเลื่อย การทดสอบการทำงานเปรียบเทียบกันระหว่างกรณีไม่ใช้ระบบควบคุมกับกรณีการใช้ระบบควบคุมจะใช้การเปรียบเทียบที่รูปแบบการเลื่อยไม้ในสภาวะปกติ คือมีช่วงเวลาของการเลื่อยประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาทำงานทั้งหมดของเครื่องเลื่อย



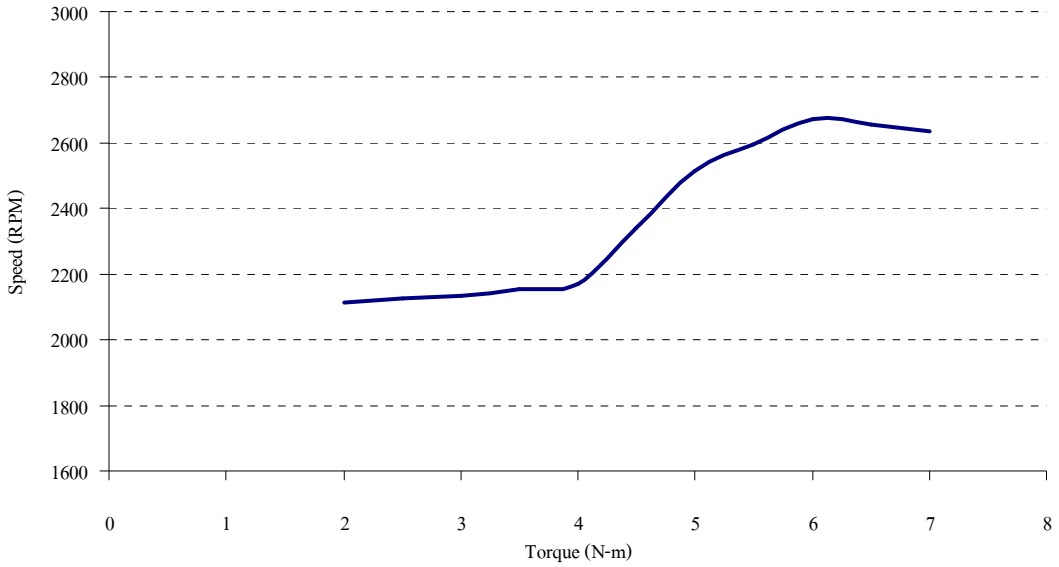
ภาพประกอบ 4-13 กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องเลื่อยเมื่อไม่ใช้ระบบควบคุมความเร็ว

ภาพประกอบที่ 4-13 แสดงให้เห็นการทำงานของมอเตอร์เครื่องเลื่อยที่ไม่ได้ใช้ระบบควบคุมความเร็ว ซึ่งจะเห็นว่าการทำงานของมอเตอร์จะแปรเปลี่ยนตลอดเวลาทำให้มอเตอร์จะต้องสร้างแรงบิดให้สอดคล้องกับแรงบิดที่ต้องการในการเลื่อยไม้แต่ละท่อน ทำให้กระแสและกำลังไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย จากผลการทดลองเลื่อยไม้ยางพาราพบว่าในขณะที่ไม่มีการเลื่อยมอเตอร์จะใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 470 วัตต์ ส่วนในขณะที่มีการเลื่อยมอเตอร์จะใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 470-2,000 วัตต์ ขึ้นอยู่กับขนาดไม้และความเร็วในการเลื่อย



ภาพประกอบ 4-14 กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องเลื่อยเมื่อใช้ระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลด

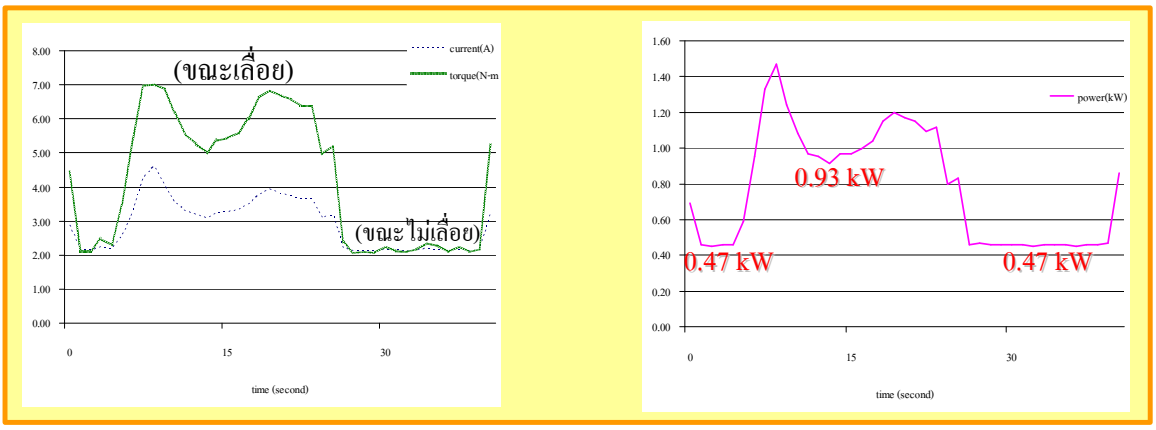
เมื่อติดตั้งระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลดกับมอเตอร์เครื่องเลื่อยไม้แล้วทดสอบการทำงานของเครื่องเลื่อย พบว่าเครื่องเลื่อยสามารถทำงานได้ดีไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของไม้ที่เลื่อย สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความถี่ในการเลื่อยได้อย่างรวดเร็ว จากภาพประกอบ 4-14 แสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมสามารถตอบสนองได้ดีต่อปริมาณโหลดภาระที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว คือเมื่อเครื่องเลื่อยมีโหลดเพิ่มขึ้นระบบควบคุมสามารถปรับความถี่ในการเลื่อยให้สูงขึ้นได้ทันทีและจะปรับความถี่ลดลงเมื่อปริมาณโหลดมีค่าน้อยลง จากการทำงานของระบบควบคุมดังกล่าวจะทำให้มอเตอร์เครื่องเลื่อยใช้กำลังไฟฟ้าน้อยลงในขณะไม่มีการเลื่อยหรือขณะเครื่องเลื่อยมีโหลดน้อยๆ โดยเครื่องเลื่อยจะใช้กำลังไฟฟ้าขณะไม่มีการเลื่อยเพียงประมาณ 350 วัตต์ (กรณีไม่ได้ติดตั้งระบบควบคุมจะใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 470 วัตต์)



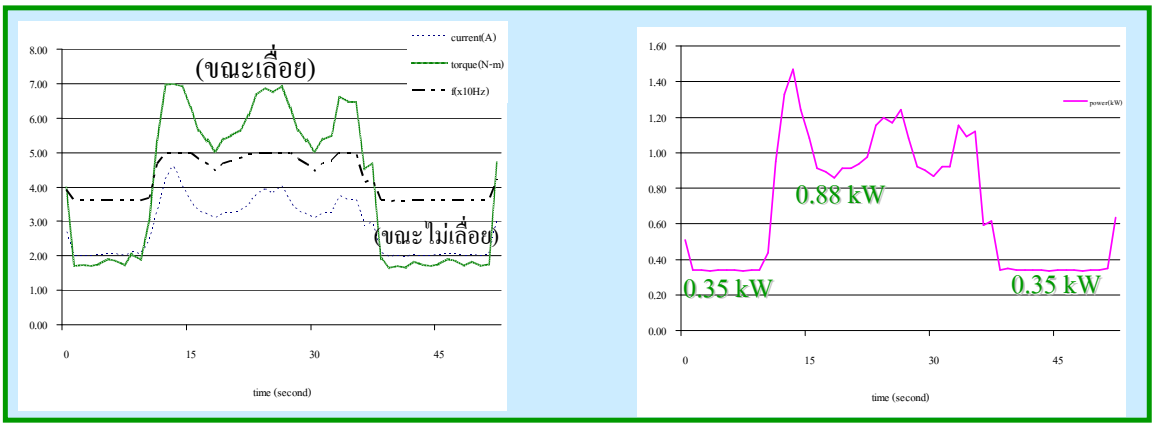
ภาพประกอบ 4-15 ความเร็วของมอเตอร์เครื่องเลื่อยขณะเลื่อยไม้ที่ปริมาณโหลดต่างๆ

ความเร็วของมอเตอร์เครื่องเลื่อยไม้เมื่อติดตั้งระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลดจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามปริมาณโหลดภาระของเครื่องเลื่อย ภาพประกอบ 4-15 แสดงความเร็วของมอเตอร์เครื่องเลื่อยขณะเลื่อยไม้ทีปริมาณโหลดต่างๆ ซึ่งจะเห็นว่าในขณะไม่มีการเลื่อยความเร็วของมอเตอร์เครื่องเลื่อยไม้มีค่าประมาณ 2,120 รอบต่อนาที เมื่อมีการเลื่อยไม้ความเร็วของมอเตอร์เครื่องเลื่อยจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณโหลดที่เพิ่มขึ้น โดยความเร็วสูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าประมาณ 2,670 รอบต่อนาที ที่โหลดประมาณ 6 N-m และความเร็วจะกลับลดลงเมื่อโหลดมีค่ามากกว่า 6 N-m โดยเมื่อปริมาณโหลดมีค่า 7 N-m ความเร็วของเครื่องเลื่อยมีค่าประมาณ 2,630 รอบต่อนาที

4.3 การวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงาน



(a)



(b)

ภาพประกอบ 4-16 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานของการเลื่อยไม้

(a) ไม่มีการใช้ระบบควบคุม

(b) มีการใช้ระบบควบคุม

ภาพประกอบ 4-16 เปรียบเทียบลักษณะกระแสและกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องเลื่อยในการเลื่อยไม้ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่งจะเห็นว่าในขณะไม่มีการเลื่อยกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์จะลดลงประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์ พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงตลอดช่วงของการเลื่อยจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของการเลื่อย ถ้าตลอดช่วงของการเลื่อยมอเตอร์เครื่องเลื่อยทำงานแบบไม่มีโหลดนานการติดตั้งระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ตามสภาวะโหลดจะช่วยให้ประหยัดพลังงานตลอดช่วงของการ

เลื่อยได้มาก โดยจากลักษณะการเลื่อยไม้โดยทั่วไปการติดตั้งระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลดจะสามารถประหยัดพลังงานของการเลื่อยลงได้ 10 – 15 เปอร์เซ็นต์