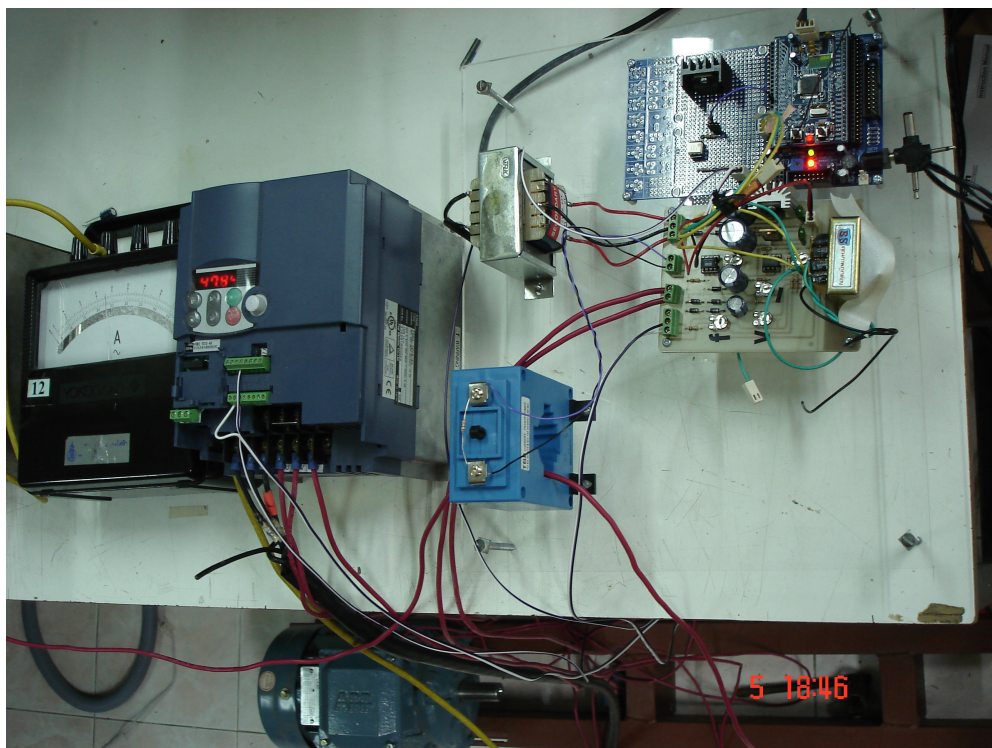


บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

ระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ตามสภาวะโหลดโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม แสดงดังภาพประกอบ 4-1 ระบบควบคุมจะรับสัญญาณแรงดันเฟสของมอเตอร์ ความถี่ของแหล่งจ่ายที่จ่ายกำลังให้มอเตอร์และกระแสของมอเตอร์ ผ่านวงจรขยายสัญญาณและป้อนเข้าสู่ A/D CONVERTER ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ LPC 2119 ที่ติดตั้งอยู่บนบอร์ด ET-ARM7 Stamp LPC2119 จะทำหน้าที่คำนวณปริมาณโหลดการะจากสัญญาณทั้ง 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 เมื่อระบบรับรู้ปริมาณโหลดค่าใหม่ก็จะคำนวณความถี่ที่เหมาะสมในการขับเคลื่อนมอเตอร์ และสร้างสัญญาณควบคุมไปสั่งการให้อินเวอร์เตอร์ปรับความเร็วของมอเตอร์ตามค่าที่คำนวณได้ จะเห็นว่าเมื่อกระแสของมอเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้นอินเวอร์เตอร์จะขับเคลื่อนมอเตอร์ที่ความถี่สูงขึ้น และเมื่อกระแสของมอเตอร์มีค่าลดลงอินเวอร์เตอร์จะขับเคลื่อนมอเตอร์ที่ความถี่ต่ำลง

Phase voltage	Frequency	Current	Torque
164.570700	37.503690	1.063508	0.160258
164.570700	37.503690	1.048387	0.154760
166.291700	37.895880	1.053428	0.156294
163.710200	37.307590	1.063508	0.160398
166.076600	37.846860	1.068549	0.161902
163.710200	37.307590	1.048387	0.154893
165.431200	37.699790	1.058468	0.158259
163.495100	37.258570	1.048387	0.154926
164.570700	37.503690	1.129032	0.187319
164.140400	37.405640	1.063508	0.160328
164.570700	37.503690	1.048387	0.154760
164.570700	37.503690	1.028226	0.147819
162.849700	37.111490	1.048387	0.155026
165.646300	37.748810	1.068549	0.161972
163.064800	37.160510	1.028226	0.148038
164.785800	37.552720	1.048387	0.154726
164.140400	37.405640	1.048387	0.154826
162.634600	37.062470	1.048387	0.155060
164.570700	37.503690	1.058468	0.158396
165.431200	37.699790	1.053428	0.156429
166.721900	37.993930	1.048387	0.154427
164.570700	37.503690	1.048387	0.154760
165.000900	37.601730	1.093750	0.171987
161.343800	Frequen_		

ภาพประกอบ 4-2 ผลการทำงานของระบบควบคุมขณะทำงานที่ความถี่ประมาณ 37 Hz

Phase voltage	Frequency	Current	Torque
194.473100	44.318080	2.545363	3.483415
195.118400	44.465160	2.545363	3.483434
193.182300	44.023930	2.439517	3.150401
192.106700	43.778820	2.500000	3.343234
188.879800	43.043440	2.479839	3.280485
189.094900	43.092470	2.535283	3.452580
192.967200	43.974910	2.520162	3.405897
192.106700	43.778820	2.474799	3.263820
189.094900	43.092470	2.449597	3.184245
185.868100	42.357110	2.505040	3.359792
189.094900	43.092470	2.525202	3.421686
192.321800	43.827830	2.479839	3.279749
190.600800	43.435640	2.474799	3.264166
194.257900	44.269050	2.494960	3.327106
187.804200	42.798320	2.540323	3.467963
192.537000	43.876860	2.464718	3.231629
191.676500	43.680770	2.505040	3.359036
189.094900	43.092470	2.489920	3.312144
188.664700	42.994420	2.545363	3.483284
191.461300	43.631740	2.515121	3.390401
192.537000	43.876860	2.515121	3.390307
189.094900	43.092470	2.494960	3.327930
187.373900	42.700270	2.494960	3.328217
Phase vol_			

ภาพประกอบ 4-3 ผลการทำงานของระบบควบคุมขณะทำงานที่ความถี่ประมาณ 43 Hz

Phase voltage	Frequency	Current	Torque
219.212500	49.955890	3.281251	5.557029
220.072900	50.151990	3.286290	5.573296
220.072900	50.151990	3.402219	5.881522
220.072900	50.151990	3.251009	5.477654
219.642700	50.053940	3.251009	5.476366
219.642700	50.053940	3.377017	5.814286
219.427600	50.004920	3.301412	5.612110
220.072900	50.151990	3.281251	5.559667
219.212500	49.955890	3.230848	5.420285
216.200700	49.269550	3.291331	5.574988
219.427600	50.004920	3.291331	5.584925
220.072900	50.151990	3.286290	5.573296
220.072900	50.151990	3.261090	5.505029
219.642700	50.053940	3.245969	5.462669
220.072900	50.151990	3.215727	5.381625
220.072900	50.151990	3.281251	5.559667
219.857800	50.102960	3.276211	5.545367
220.072900	50.151990	3.286290	5.573296
220.072900	50.151990	3.311493	5.641250
219.212500	49.955890	3.286290	5.570649
219.212500	49.955890	3.316534	5.652100
219.642700	50.053940	3.266130	5.517399
220.072900	50.151990	3.251009	5.477654
Phase voltage _			

ภาพประกอบ 4-4 ผลการทำงานของระบบควบคุมขณะทำงานที่ความถี่ประมาณ 50 Hz



ภาพประกอบ 4-5 ผลการทำงานของอินเวอร์เตอร์เมื่อปริมาณโหลดค่าน้อย



ภาพประกอบ 4-6 ผลการทำงานของอินเวอร์เตอร์เมื่อปริมาณโหลดค่าปานกลาง

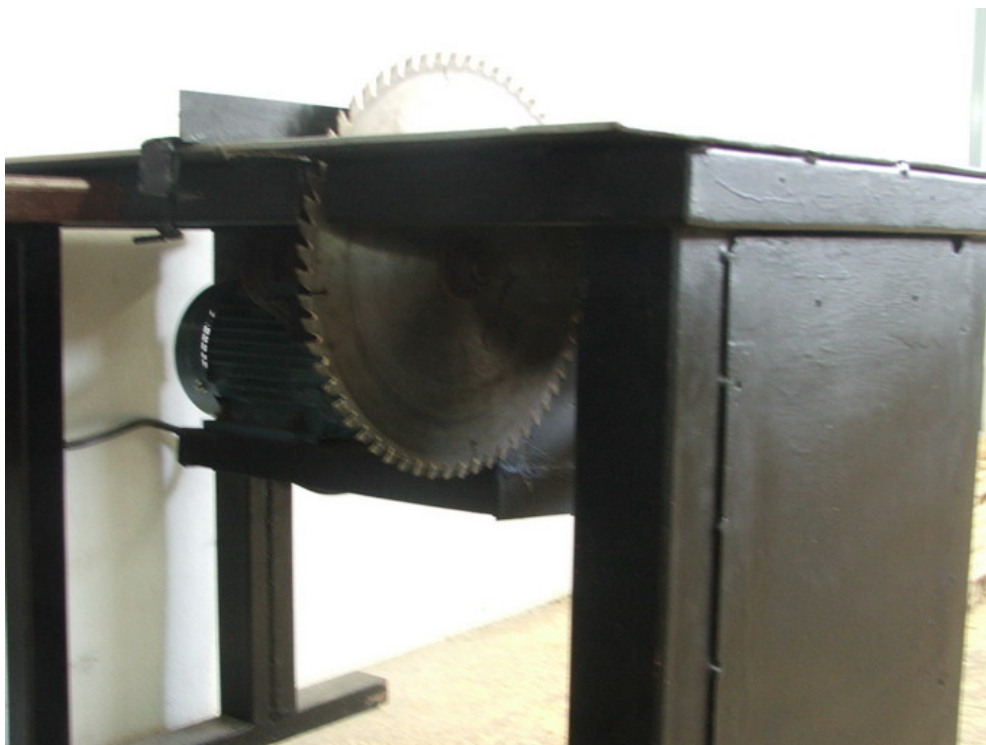


ภาพประกอบ 4-7 ผลการทำงานของอินเวอร์เตอร์เมื่อปริมาณโหลดค่ามาก

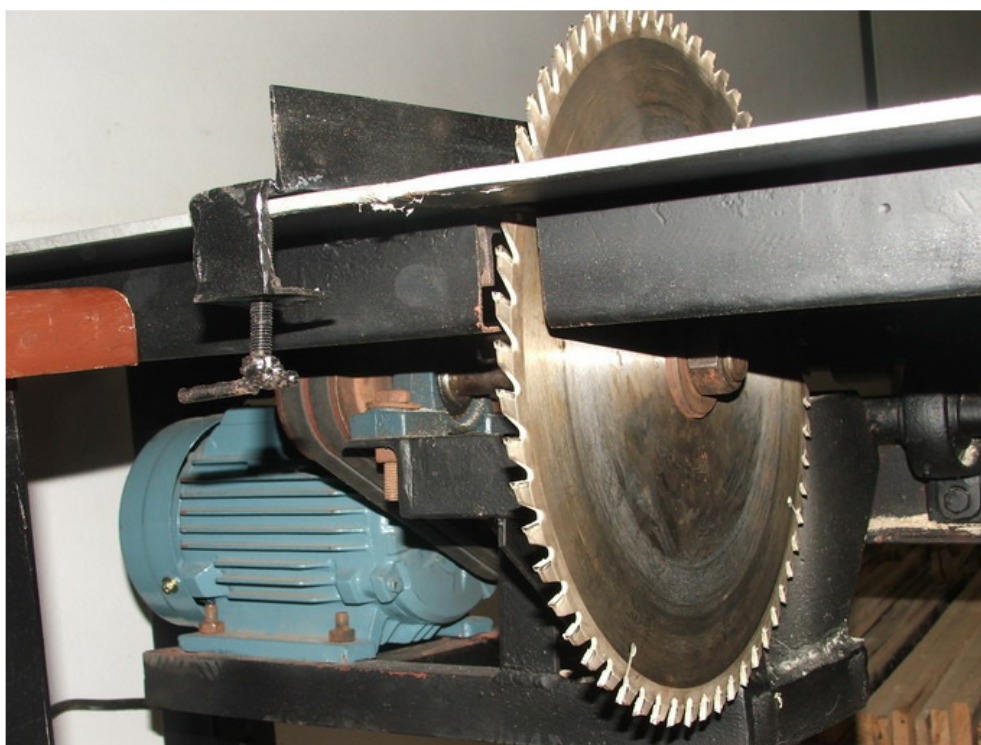
4.2 การทดสอบการทำงานของเครื่องเลื่อยเมื่อใช้ระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลด

4.2.1 เครื่องเลื่อยที่ใช้ทดสอบการทำงานของระบบควบคุม

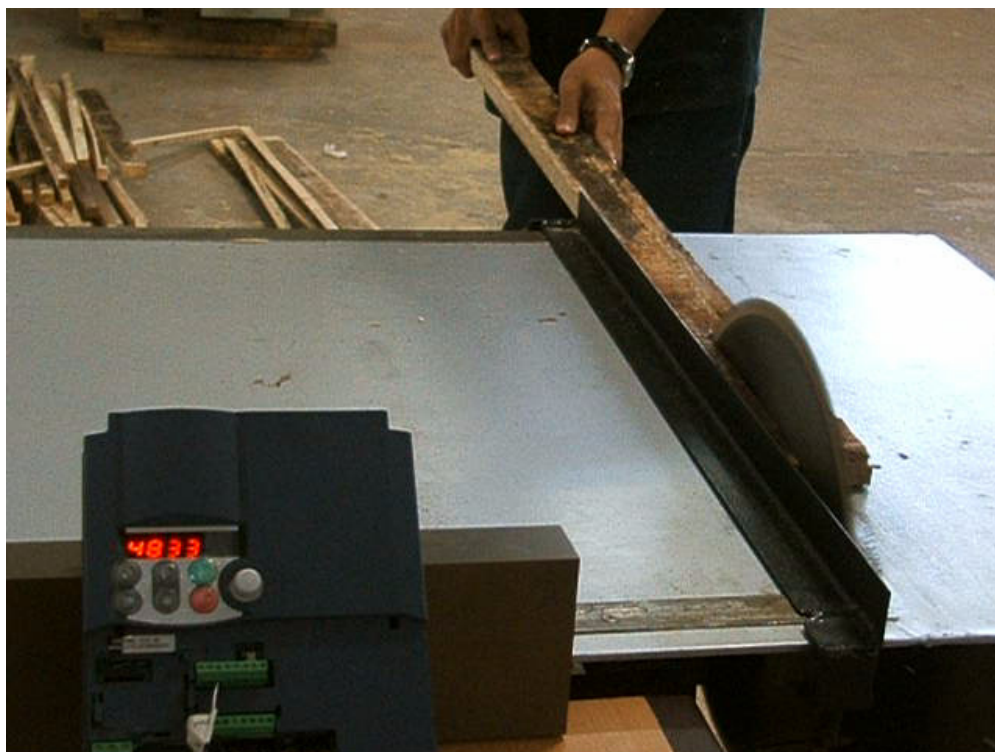
เครื่องเลื่อยที่ใช้ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์จะมีลักษณะเป็นโต๊ะเลื่อยที่ประกอบด้วยใบเลื่อย ซึ่งใบเลื่อยจะถูกขับให้หมุนด้วยมอเตอร์ผ่านทางสายพาน ความเร็วของมอเตอร์และใบเลื่อยมีค่าใกล้เคียงกัน ใบเลื่อยสามารถปรับขึ้นลงได้ตามขนาดไม้ ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบเครื่องเลื่อยไม้เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลดดังภาพประกอบ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



ภาพประกอบ 4-8 เครื่องเลื่อยไม้ที่ใช้ทดสอบการทำงานของระบบควบคุม



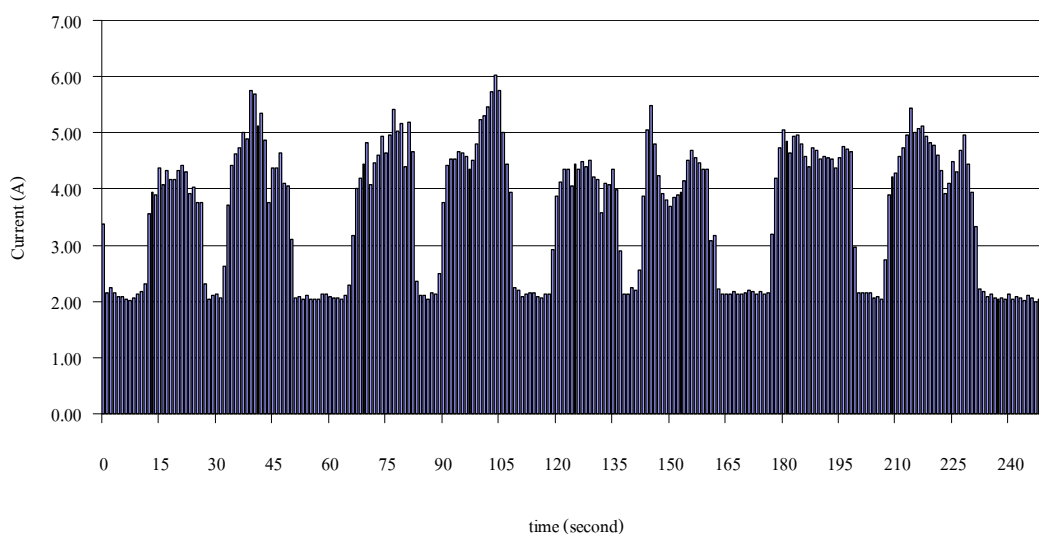
ภาพประกอบ 4-9 การจับใบเลื่อยด้วยมอเตอร์ผ่านทางสายพาน



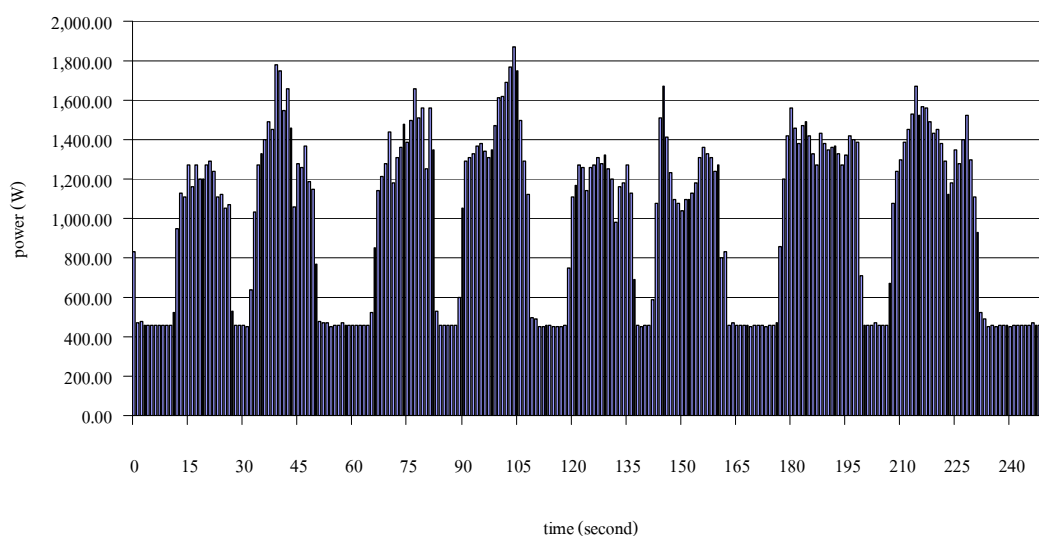
ภาพประกอบ 4-10 การทำงานของระบบควบคุมขณะกำลังเลื่อยไม้

4.2.2 ผลการทำงานของเครื่องเลื่อยเมื่อใช้ระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลด

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

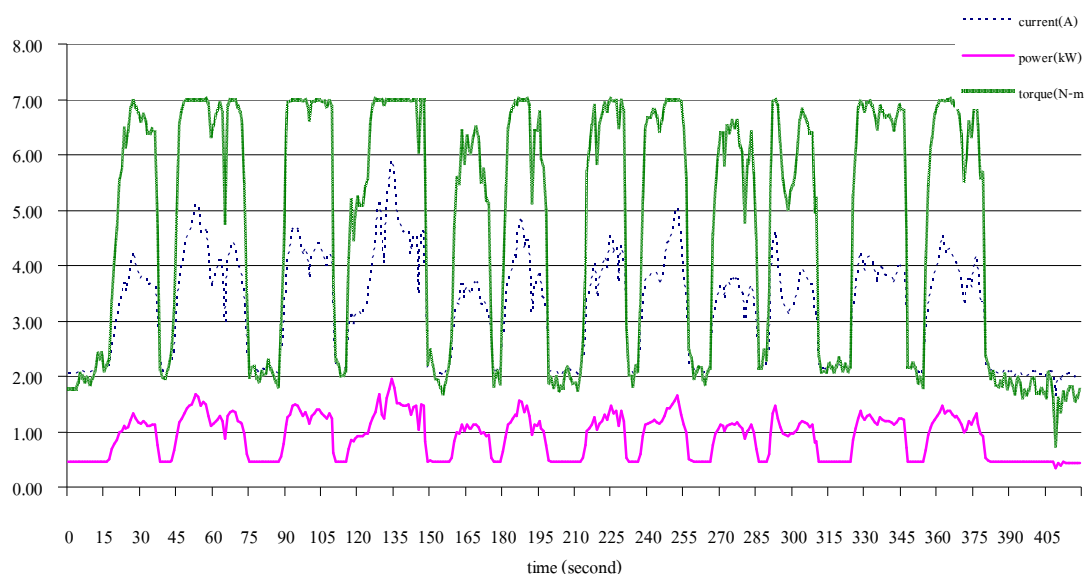


ภาพประกอบ 4-11 ลักษณะกระแสของมอเตอร์เครื่องเลื่อยขณะเลื่อยอย่างต่อเนื่อง



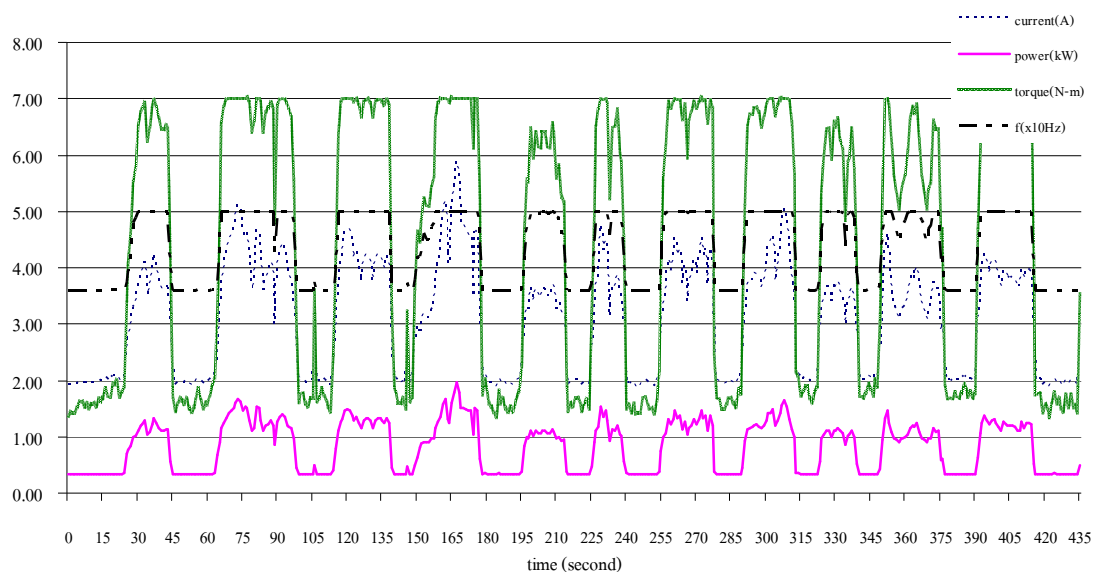
ภาพประกอบ 4-12 ลักษณะกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องเลื่อยขณะเลื่อยอย่างต่อเนื่อง

การทำงานของเครื่องเลื่อยจะเป็นลักษณะที่มอเตอร์อยู่ในสภาวะมีโหลดและไม่มีโหลด สลับกัน ปริมาณโหลดขึ้นอยู่กับขนาดไม้ที่ผ่านใบเลื่อยและความเร็วในการเลื่อย การทดสอบการทำงานเปรียบเทียบกันระหว่างกรณีไม่ใช้ระบบควบคุมกับกรณีการใช้ระบบควบคุมจะใช้การเปรียบเทียบที่รูปแบบการเลื่อยไม้ในสภาวะปกติ คือมีช่วงเวลาของการเลื่อยประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาทำงานทั้งหมดของเครื่องเลื่อย



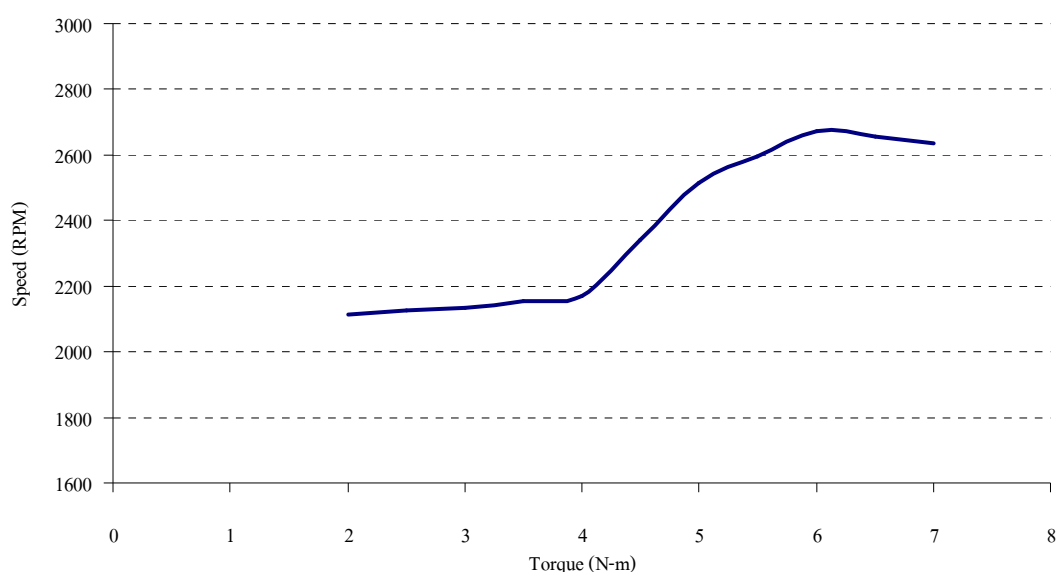
ภาพประกอบ 4-13 กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องเลื่อยเมื่อไม่ใช้ระบบควบคุมความเร็ว

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



ภาพประกอบ 4-14 กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องเลื่อยเมื่อใช้ระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลด

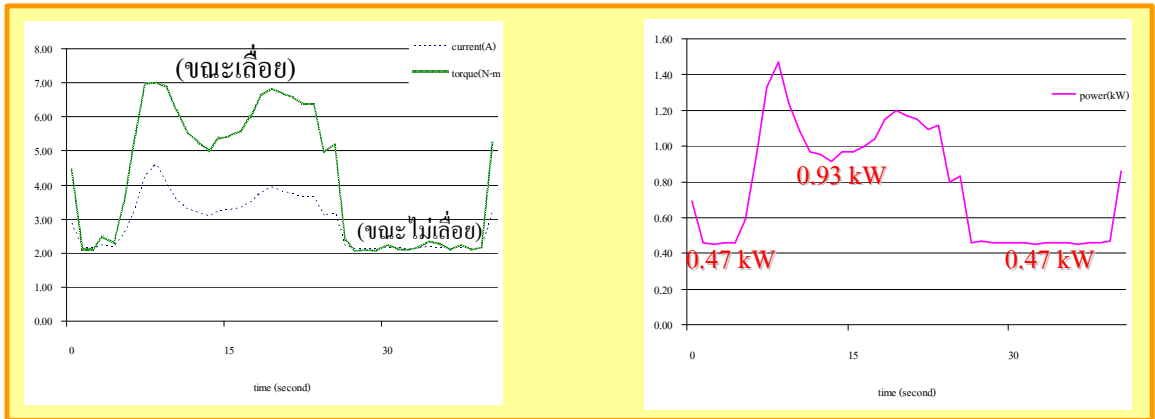
เมื่อติดตั้งระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลดกับมอเตอร์เครื่องเลื่อยไม้แล้วทดสอบการทำงานของเครื่องเลื่อย พบว่าเครื่องเลื่อยสามารถทำงานได้ดีไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของไม้ที่เลื่อย สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเลื่อยได้อย่างรวดเร็ว จากภาพประกอบ 4-14 แสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมสามารถตอบสนองได้ดีต่อปริมาณโหลดภาระที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว คือเมื่อเครื่องเลื่อยมีโหลดเพิ่มขึ้นระบบควบคุมสามารถปรับความเร็วในการเลื่อยให้สูงขึ้นได้ทันทีและจะปรับความเร็วลดลงเมื่อปริมาณโหลดมีค่าน้อยลง จากการทำงานของระบบควบคุมดังกล่าวจะทำให้มอเตอร์เครื่องเลื่อยใช้กำลังไฟฟ้าน้อยลงในขณะที่ไม่มีการเลื่อยหรือขณะเครื่องเลื่อยมีโหลดน้อยๆ โดยเครื่องเลื่อยจะใช้กำลังไฟฟ้าขณะไม่มีการเลื่อยเพียงประมาณ 350 วัตต์ (กรณีไม่ได้ติดตั้งระบบควบคุมจะใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 470 วัตต์)



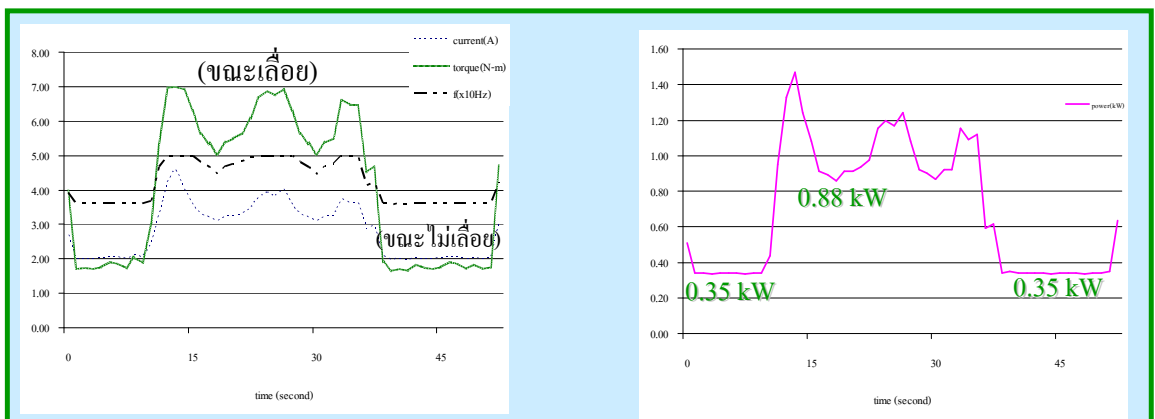
ภาพประกอบ 4-15 ความเร็วของมอเตอร์เครื่องเลื่อยขณะเลื่อยไม้ที่ปริมาณ โหลดต่างๆ

ความเร็วของมอเตอร์เครื่องเลื่อยไม้เมื่อติดตั้งระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะ โหลดจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามปริมาณ โหลดภาระของเครื่องเลื่อย ภาพประกอบ 4-15 แสดงความเร็วของมอเตอร์เครื่องเลื่อยขณะเลื่อยไม้ที่ปริมาณ โหลดต่างๆ ซึ่งจะเห็นว่าในขณะไม่มีการเลื่อยความเร็วของมอเตอร์เครื่องเลื่อยไม้มีค่าประมาณ 2,120 รอบต่อนาที เมื่อมีการเลื่อยไม้ความเร็วของมอเตอร์เครื่องเลื่อยจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณ โหลดที่เพิ่มขึ้น โดยความเร็วสูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าประมาณ 2,670 รอบต่อนาที ที่ โหลดประมาณ 6 N-m และความเร็วจะกลับลดลงเมื่อ โหลดมีค่ามากกว่า 6 N-m โดยเมื่อปริมาณ โหลดมีค่า 7 N-m ความเร็วของเครื่องเลื่อยมีค่าประมาณ 2,630 รอบต่อนาที

4.3 การวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงาน



(a)



(b)

ภาพประกอบ 4-16 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานของการเลี้ยวไม่

(a) ไม่มีการใช้ระบบควบคุม

(b) มีการใช้ระบบควบคุม

ภาพประกอบ 4-16 เปรียบเทียบลักษณะกระแสและกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องเลี้ยวในการเลี้ยวไม่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่งจะเห็นว่าในขณะไม่มีการเลี้ยวกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์จะลดลงประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์ พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงตลอดช่วงของการเลี้ยวจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของการเลี้ยว ถ้าตลอดช่วงของการเลี้ยวมอเตอร์เครื่องเลี้ยวทำงานแบบไม่มีโหลดนานการติดตั้งระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ตามสถานะโหลดจะช่วยทำให้ประหยัดพลังงานตลอดช่วงของการ

เลื่อยได้มาก โดยจากลักษณะการเลื่อยไม้โดยทั่วไปการติดตั้งระบบควบคุมความเร็วตามสถานะ โทลจะสามารประหยัคพลังงานของการเลื่อยลงได้ 10 – 15 เปอร์เซ็นต์