บทที่ 4
ผลการทดสอบ

สำหรับการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของสเต็ปมอเตอร์ในครั้งนี้ จะแบ่งเป็นสามส่วน ดังนี้

4.1 การทดสอบเพื่อค่าความเร็วและความเร่งของสเต็ปมอเตอร์ ในกรณีของการเดินเครื่องเปล่า

4.1.1 ขั้นตอนการทดสอบ

4.1.1.1 กำหนดค่าความเร่ง และความเร็วเริ่มต้นในโปรแกรม Mach3 เป็น 20% ของค่าความเร่งและความเร็วสูงสุดของสเต็ปมอเตอร์

4.1.1.2 ทำการเขียน NC Code ผ่านโปรแกรม Mach3 เพื่อทำการขับเคลื่อนสเต็ปมอเตอร์ สังเกตการณ์ตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์ว่าสามารถขับเคลื่อนเครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติได้หรือไม่ และบันทึกผล

4.1.1.3 ทำการกำหนดค่าความเร็วเพิ่มขึ้นครั้งละ 10% จนกระทั่งถึงค่าความเร็วสูงสุด และทำการการทดสอบซ้ำในข้อที่ 4.1.1.1 - 4.1.1.2

4.1.1.4 ทำการกำหนดค่าความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ 10% จนกระทั่งถึงค่าความเร่งสูงสุด และทำการการทดสอบซ้ำในข้อที่ 4.1.1.2 - 4.1.1.3

4.1.1.5 ทำการทดสอบซ้ำในข้อที่ 4.1.1.1 - 4.1.1.4 ให้ครบทั้งสามแนวแกน

4.1.2 ผลการทดสอบการเคลื่อนที่ในแนวแกน X ,Y และ Z

จากผลการทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติขนาดเล็ก สามารถแสดงค่าความเร็ว และความเร่งที่เครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติสามารถเคลื่อนที่ได้ ดังแสดงในตารางด้านล่าง

ตาราง 1 แสดงผลการทดสอบหาความเร่งและความเร็วของสเต็ปมอเตอร์ที่สามารถขับเคลื่อนเครื่องกัดชิ้นงานในแนวแกน X ได้

ความเร็ว (mm/s) / ความเร่ง (mm/s^2)	31.20	46.80	62.40	78.00	93.60	109.20	124.80	140.40	156.00
656.23	/[1]	/	/	/	/	/	/	/	/
984.35	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1312.46	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1640.58	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1968.69	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2296.81	/	/	/	/	/	/	/	/	X[2]
2624.92	/	/	/	/	/	/	/	X	X
2953.04	/	/	/	/	/	/	X	X	X
3281.15	/	/	/	/	/	X	X	X	X

หมายเหตุ [1] สามารถขับเคลื่อนได้, [2] ไม่สามารถขับเคลื่อนได้

ตาราง 2 แสดงผลการทดสอบหาความเร่งและความเร็วของสเต็ปมอเตอร์ที่สามารถขับเคลื่อนเครื่องกัดชิ้นงานในแนวแกน Y ได้

ความเร็ว (mm/s) / ความเร่ง (mm/s^2)	31.20	46.80	62.40	78.00	93.60	109.20	124.80	140.40	156.00
656.23	/[1]	/	/	/	/	/	/	/	/
984.35	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1312.46	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1640.58	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1968.69	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2296.81	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2624.92	/	/	/	/	/	/	/	/	/

ตาราง 2 (ต่อ)

ความเร็ว (mm/s) / ความเร่ง (mm/s^2)	31.20	46.80	62.40	78.00	93.60	109.20	124.80	140.40	156.00
2953.04	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3281.15	/	/	/	/	/	/	/	/	/

หมายเหตุ [1] สามารถขับเคลื่อนได้, [2] ไม่สามารถขับเคลื่อนได้

ตาราง 3 แสดงผลการทดสอบหาความเร่งและความเร็วของสเต็ปมอเตอร์ที่สามารถขับเคลื่อนเครื่องกัดชิ้นงานในแนวแกน Z ได้

ความเร็ว (mm/s) / ความเร่ง (mm/s^2)	31.20	46.80	62.40	78.00	93.60	109.20	124.80	140.40	156.00
656.23	/[1]	/	/	/	/	/	/	/	/
984.35	/	/	/	/	/	/	/	/	X[2]
1312.46	/	/	/	/	/	/	/	X	X
1640.58	/	/	/	/	/	/	X	X	X
1968.69	/	/	/	/	/	/	X	X	X
2296.81	/	/	/	/	/	/	X	X	X
2624.92	/	/	/	/	/	/	X	X	X
2953.04	/	/	/	/	/	/	X	X	X
3281.15	/	/	/	/	/	/	X	X	X

หมายเหตุ [1] สามารถขับเคลื่อนได้, [2] ไม่สามารถขับเคลื่อนได้

จากผลการทดสอบการเดินเครื่องเปล่าทั้งสามแนวแกน พบว่าค่าความเร็วสูงสุดที่เครื่องกัดชิ้นงานสามารถเคลื่อนที่ได้ทุกค่าความเร่งคือ 93.60 mm/s ดังนั้นจะเลือกใช้ค่าความเร็วดังกล่าวนี้เพื่อทดสอบหาการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเร่ง และโหลดที่สเต็ปมอเตอร์ต้องเอาชนะเพื่อขับเคลื่อนเครื่องจักร

4.2 การทดสอบเพื่อหาการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์ด้วยชุดจำลองเพื่อทดสอบหาสมรรถนะของสเต็ปมอเตอร์

สำหรับการทดสอบในส่วนนี้จะทำการทดสอบการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์ โดยอาศัยชุดจำลองการทดสอบสมรรถนะของสเต็ปมอเตอร์ ที่ประกอบด้วยสเต็ปมอเตอร์จับยึดอยู่กับเทคโคเจนเนอเรเตอร์ โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

4.2.1 ขั้นตอนการทดสอบ

4.2.1.1 ประกอบชิ้นงานที่ทำหน้าที่สร้างโหลด 130% สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบเข้ากับแกนของสเต็ปมอเตอร์

4.2.1.2 ทำการเขียน NC Code ผ่านโปรแกรม Mach3 เพื่อทำการขับเคลื่อนสเต็ปมอเตอร์โดยกำหนดค่าความเร็วเป็นค่าคงที่เท่ากับ 93.60 mm/s และความเร่งเริ่มต้นคือ 20% ของค่าความเร่งสูงสุดของสเต็ปมอเตอร์

4.2.1.3 ตรวจจับสัญญาณการตอนสนองของสเต็ป มอเตอร์โดยอาศัยออสซิลโลสโคป และบันทึกผล

4.2.1.4 ทำการทดสอบซ้ำในข้อที่ 4.2.1.2 - 4.2.1.3 โดยการปรับเปลี่ยนค่าความเร่งโดยการเพิ่มค่าขึ้นครั้งละ 10% ของค่าความเร่งสูงสุด ทำการทดสอบซ้ำไปเรื่อยๆจนพบว่าการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์มีการโอเวอร์ชูด จึงให้หยุดการทดสอบ

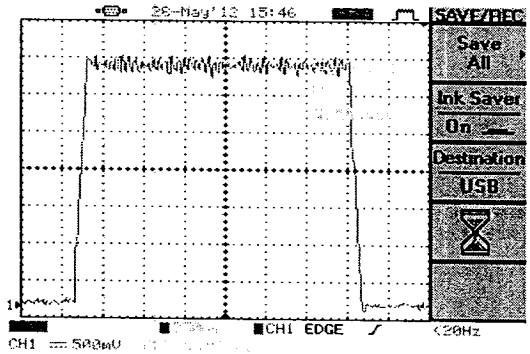
4.2.1.5 ทำการทดสอบซ้ำในข้อที่ 4.2.1.2 - 4.2.1.4 ในช่วงของค่าความเร่งก่อนที่การตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์จะเกิดการโอเวอร์ชูด กับค่าความเร่งที่การตอบสนองเกิดการโอเวอร์ชูด โดยให้ปรับเปลี่ยนค่าความเร่งเพิ่มขึ้นหรือลดลงครั้งละ 1% ของค่าความเร่งสูงสุดจนกระทั่งได้ค่าความเร่งสูงสุด ก่อนที่การตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์จะเกิดการโอเวอร์ชูดขึ้น

4.2.1.6 ทำการทดสอบซ้ำในข้อที่ 4.2.1.2 - 4.2.1.5 โดยการเปลี่ยนชิ้นงานที่ทำหน้าที่สร้างโหลดจนกระทั่งครบทั้ง 5 ชิ้น

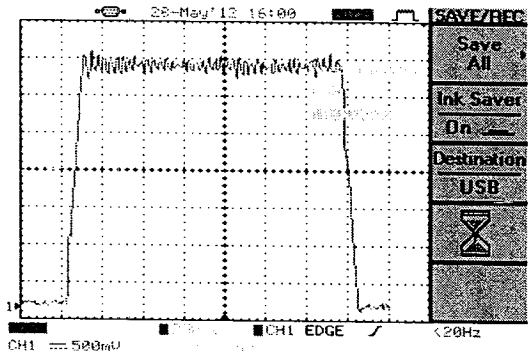
4.2.1.7 ทำการทดสอบซ้ำในข้อที่ 4.2.1.2 - 4.2.1.6 โดยการเปลี่ยนชิ้นงานที่ทำหน้าที่สร้างโหลดสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งจนกระทั่งครบทั้ง 5 ชิ้น

4.2.2 ผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์

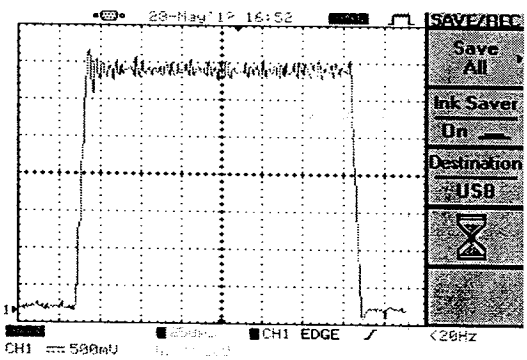
4.2.2.1 การตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (X,Y) เมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้ง 10% ของค่าความเร่งสูงสุด



(ก) ที่ความเร่ง 656.23 mm/s^2

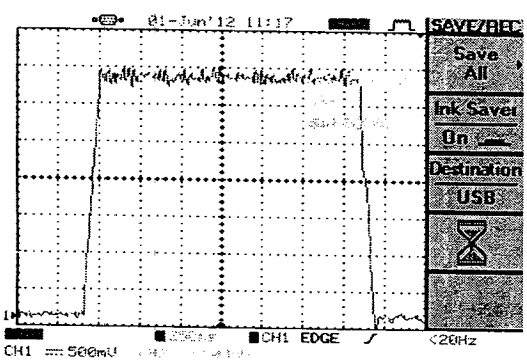


(ข) ที่ความเร่ง 984.35 mm/s^2

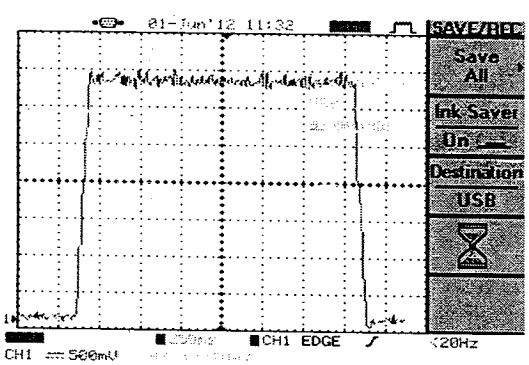


(ค) ที่ความเร่ง 1,312.46 mm/s^2

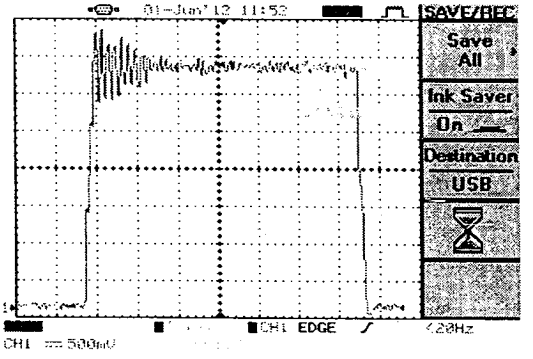
ภาพประกอบ 20 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (X,Y) เมื่อโหลดเป็น 130% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ 10%



(ก) ที่ความเร่ง 656.23 mm/s^2

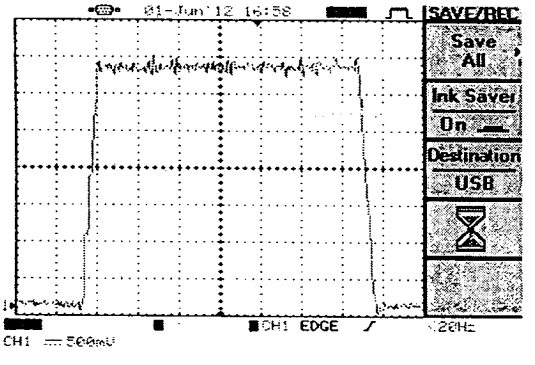


(ข) ที่ความเร่ง 984.35 mm/s^2

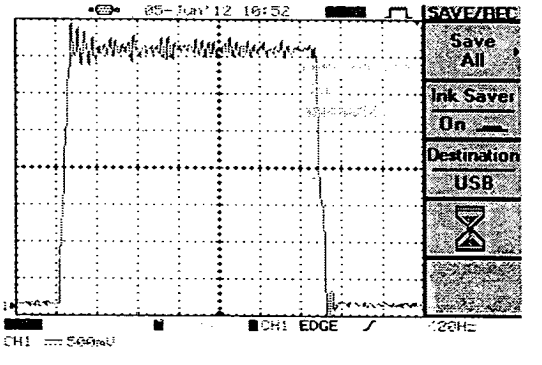


(ค) ที่ความเร่ง 1,312.46 mm/s^2

ภาพประกอบ 21 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (X,Y) เมื่อโหลดเป็น 140% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ 10%

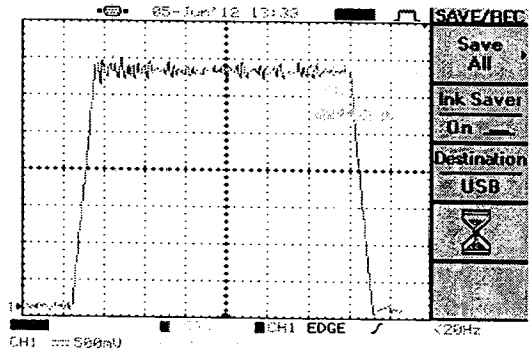


(ก) ที่ความเร่ง 656.23 mm/s^2

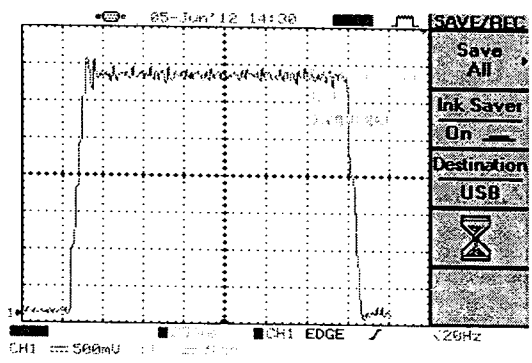


(ข) ที่ความเร่ง 984.35 mm/s^2

ภาพประกอบ 22 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (X,Y) เมื่อโหลดเป็น 150% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ 10%

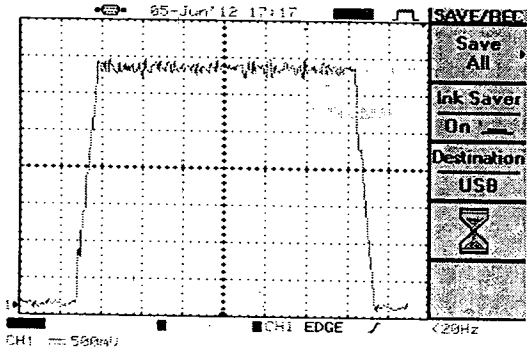


(ก) ที่ความเร่ง 656.23 mm/s^2

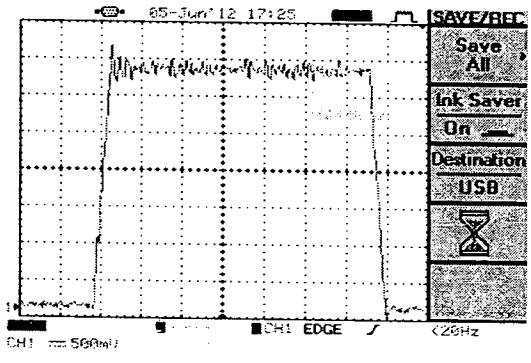


(ข) ที่ความเร่ง 984.35 mm/s^2

ภาพประกอบ 23 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (X,Y) เมื่อโหลดเป็น 160% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ 10%



(ก) ที่ความเร่ง 656.23 mm/s^2

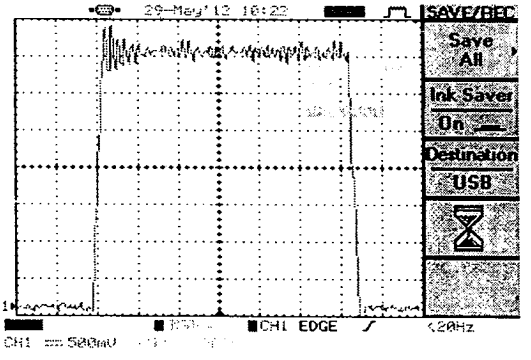


(ข) ที่ความเร่ง 984.35 mm/s^2

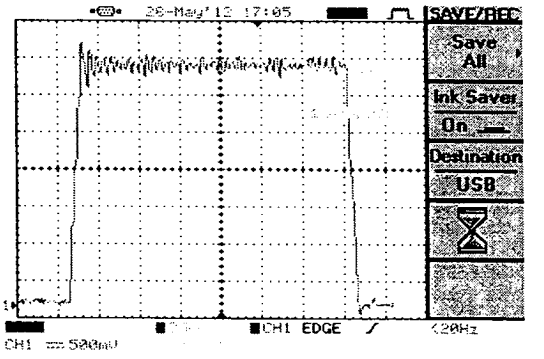
ภาพประกอบ 24 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (X,Y) เมื่อโหลดเป็น 170% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ 10%

จากภาพประกอบ 20 –24 พบว่าที่ค่าความเร็วคงที่ 93.60 mm/s ค่าความเร่งต่ำสุดสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบที่การตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์เริ่มเกิดการโอเวอร์ชูดขึ้น เมื่อโหลดมีขนาด 130%, 140%, 150%, 160% และ 170% มีค่าเท่ากับ 1,312.46 mm/s^2, 1,312.46 mm/s^2, 984.35 mm/s^2, 984.35 mm/s^2 และ 984.35 mm/s^2 ตามลำดับ

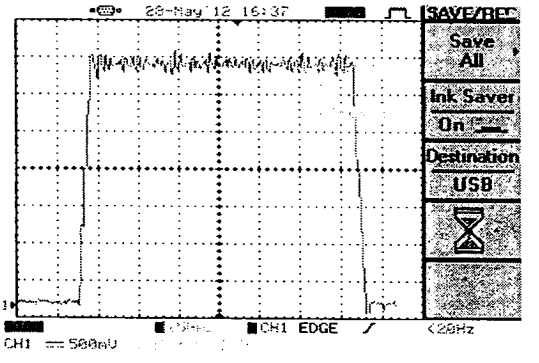
4.2.2.2 การตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (X,Y) เมื่อความเร่งลดลงครั้งละ 1% ของค่าความเร่งสูงสุด



(ก) ที่ความเร่ง 1,279.65 mm/s^2

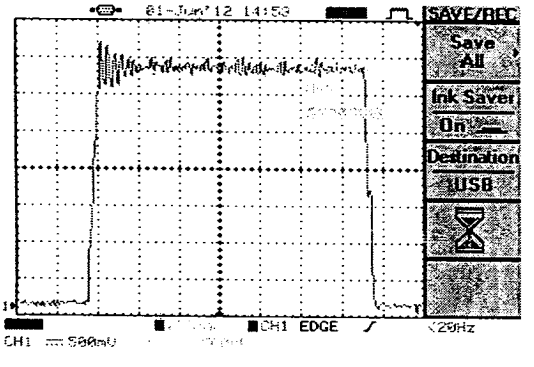


(ข) ที่ความเร่ง 1,246.84 mm/s^2

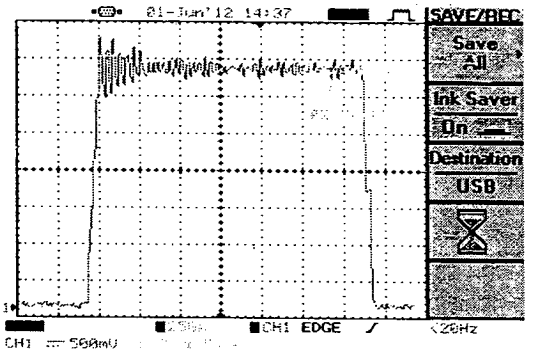


(ค) ที่ความเร่ง 1,214.03 mm/s^2

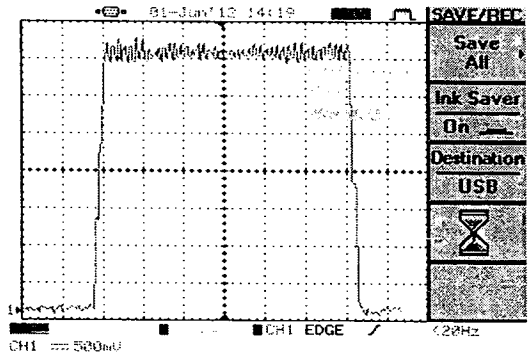
ภาพประกอบ 25 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (X,Y) เมื่อโหลดเป็น 130% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ 1%



(ก) ที่ความเร่ง 1,181.21 mm/s^2

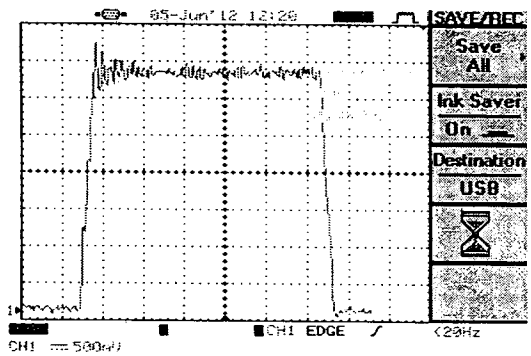


(ข) ที่ความเร่ง 1,148.40mm/s^2

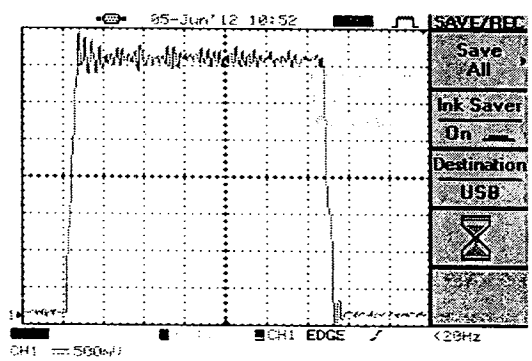


(ค) ที่ความเร่ง 1,115.60 mm/s^2

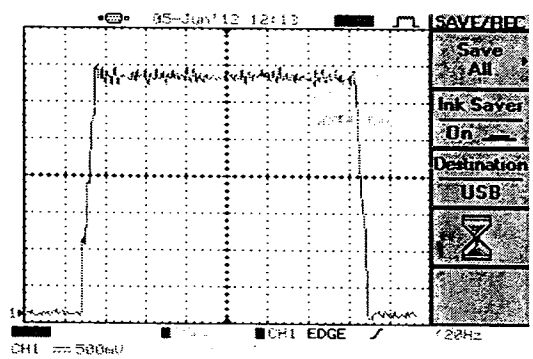
ภาพประกอบ 26 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (X,Y) เมื่อโหลดเป็น 140% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ 1%



(ก) ที่ความเร่ง 1,017.16 mm/s^2

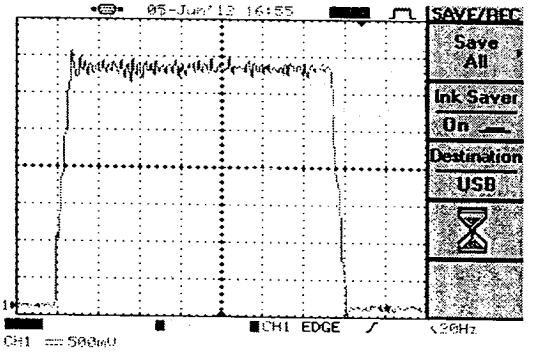


(ข) ที่ความเร่ง 984.35 mm/s^2

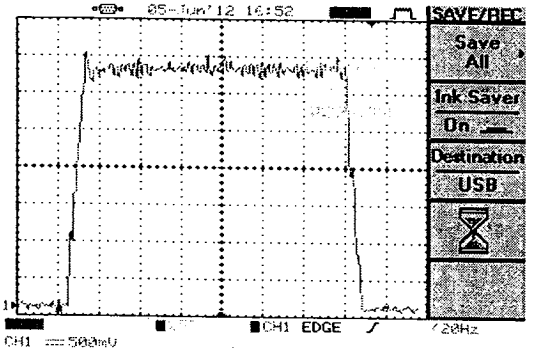


(ค) ที่ความเร่ง 951.53 mm/s^2

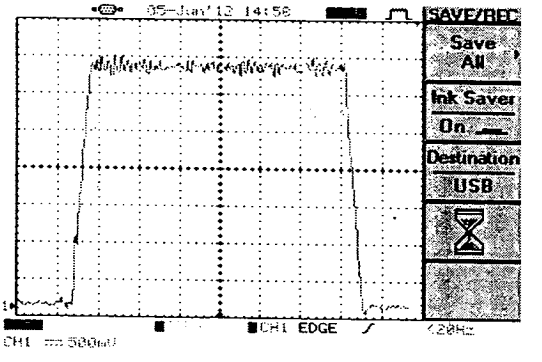
ภาพประกอบ 27 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (X,Y) เมื่อโหลดเป็น 150% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ 1%



(ก) ที่ความเร่ง 918.72 mm/s^2

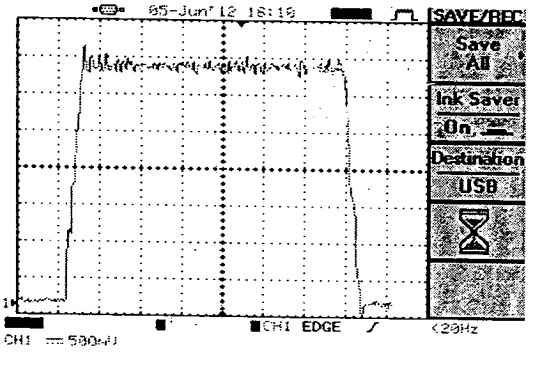


(ข) ที่ความเร่ง 885.91 mm/s^2

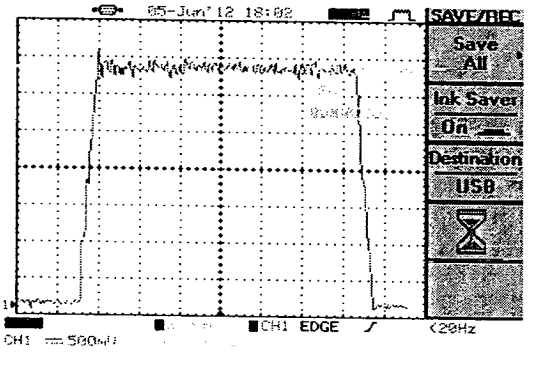


(ค) ที่ความเร่ง 853.10 mm/s^2

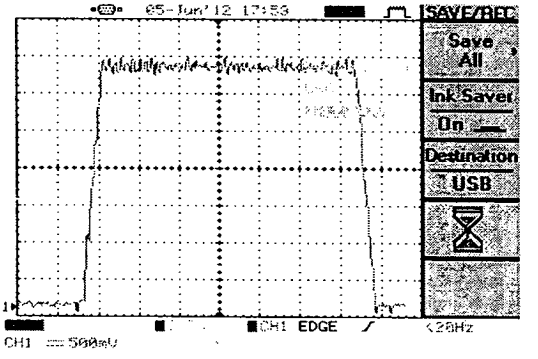
ภาพประกอบ 28 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (X,Y) เมื่อโหลดเป็น 160% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ 1%



(ก) ที่ความเร่ง 918.72 mm/s^2



(ข) ที่ความเร่ง 820.29 mm/s^2

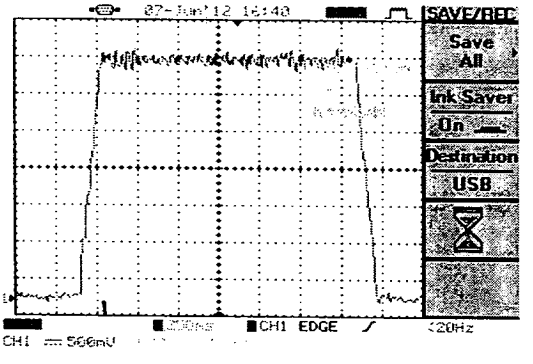


(ค) ที่ความเร่ง 787.48 mm/s^2

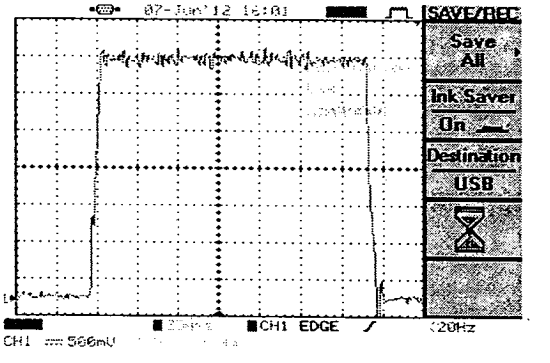
ภาพประกอบ 29 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (X,Y) เมื่อโหลดเป็น 170% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ 1%

จากภาพประกอบ 25 –29 พบว่าที่ค่าความเร็วคงที่ 93.60 mm/s ค่าความเร่งสูงสุดสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบที่การตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์ยังคงไม่เกิดการโอเวอร์ชูตขึ้น เมื่อโหลดมีขนาด 130%, 140%, 150%, 160% และ 170% มีค่าเท่ากับ 1,214.03 mm/s^2, 1,115.60 mm/s^2, 951.53 mm/s^2 , 853.10 mm/s^2 และ 787.48 mm/s^2 ตามลำดับ

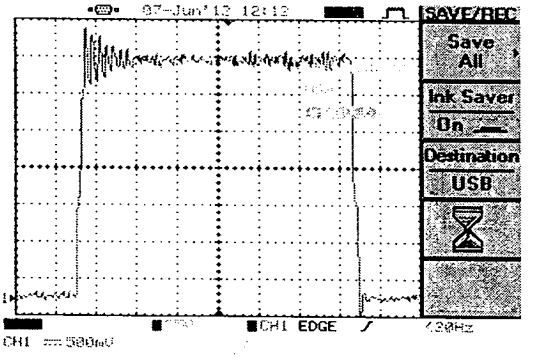
4.2.2.3 การตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (Z) เมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ 10% ของค่าความเร่งสูงสุด



(ก) ที่ความเร่ง 984.35 mm/s^2

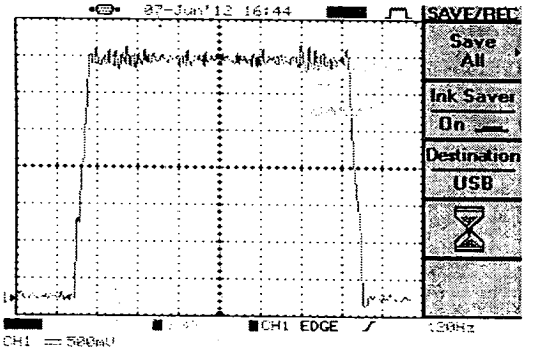


(ข) ที่ความเร่ง 1,312.46 mm/s^2

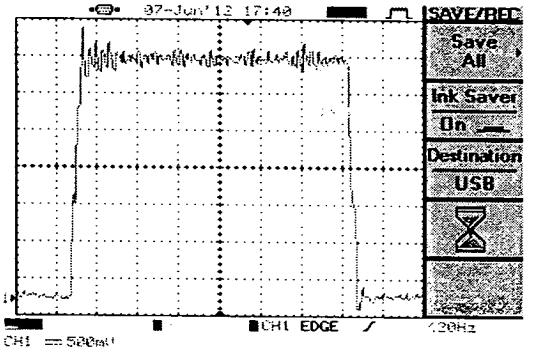


(ค) ที่ความเร่ง 1,640.58 mm/s^2

ภาพประกอบ 30 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (Z) เมื่อโหลดเป็น 130% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ10%

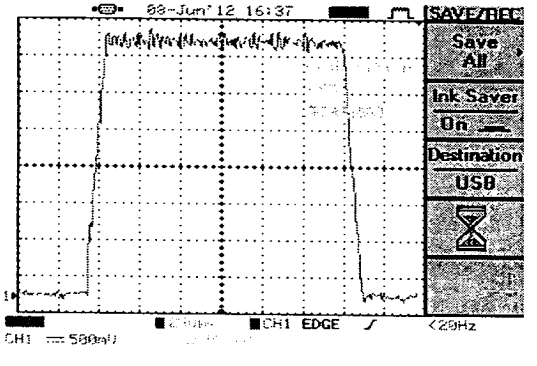


(ก) ที่ความเร่ง 984.35 mm/s^2

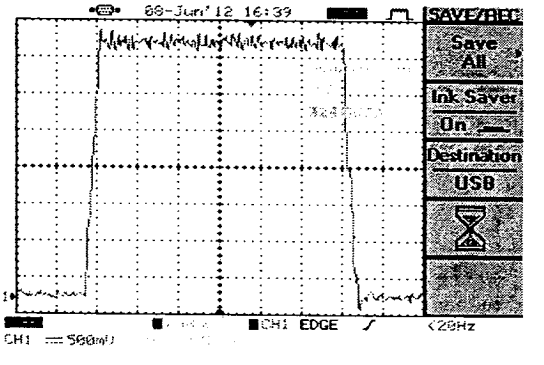


(ข) ที่ความเร่ง 1,312.46 mm/s^2

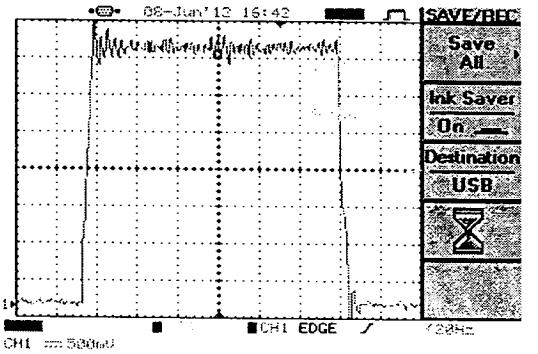
ภาพประกอบ 31 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (Z) เมื่อโหลดเป็น 140% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ10%



(ก) ที่ความเร่ง 656.23 mm/s^2

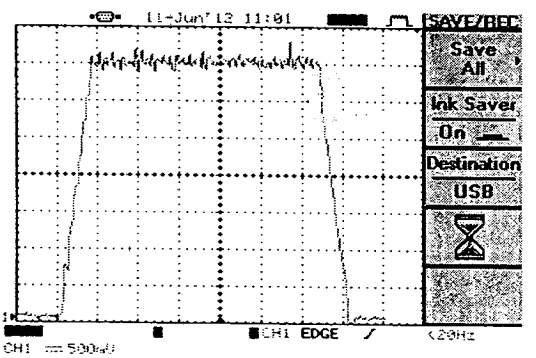


(ข) ที่ความเร่ง 984.35 mm/s^2

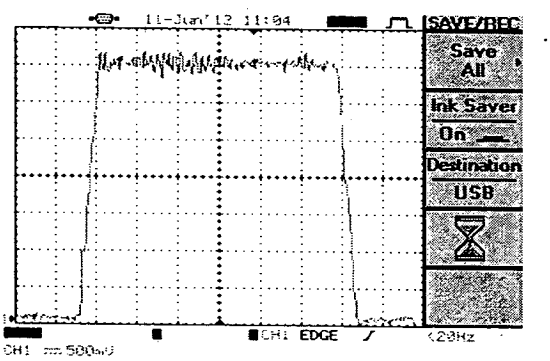


(ค) ที่ความเร่ง 1,312.46 mm/s^2

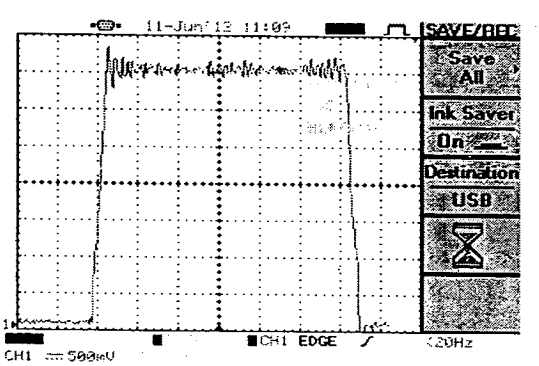
ภาพประกอบ 32 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (Z) เมื่อโหลดเป็น 150% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ10%



(ก) ที่ความเร่ง 656.23 mm/s^2

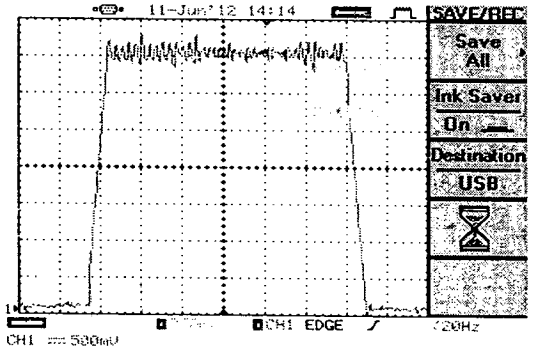


(ข) ที่ความเร่ง 984.35 mm/s^2

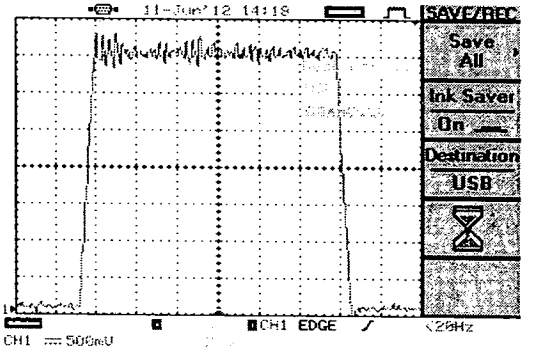


(ค) ที่ความเร่ง 1,312.46 mm/s^2

ภาพประกอบ 33 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (Z) เมื่อโหลดเป็น 160% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ10%



(ก) ที่ความเร่ง 984.35 mm/s^2

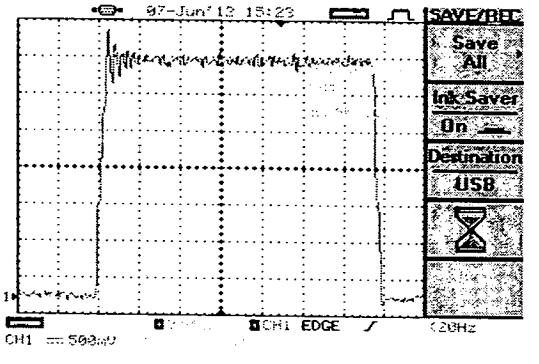


(ข) ที่ความเร่ง 1,312.46 mm/s^2

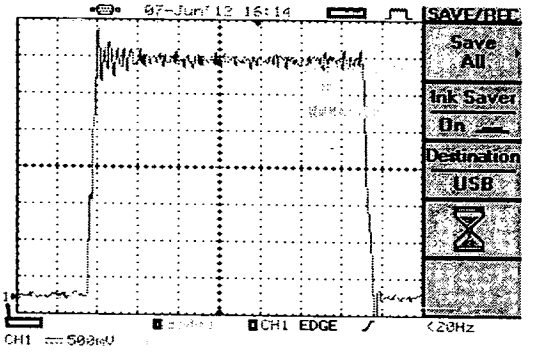
ภาพประกอบ 34 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (Z) เมื่อโหลดเป็น 170% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ10%

จากภาพประกอบ 30 –34 พบว่าที่ค่าความเร็วคงที่ 93.60 mm/s ค่าความเร่งต่ำสุดสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งที่การตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์เริ่มเกิดการโอเวอร์ชูตขึ้นเมื่อโหลดมีขนาด 130%, 140%, 150%, 160% และ 170% มีค่าเท่ากับ 1,640.51 mm/s^2, 1,312.46 mm/s^2, 1,312.46 mm/s^2, 1,312.46 mm/s^2 และ 984.35 mm/s^2 ตามลำดับ

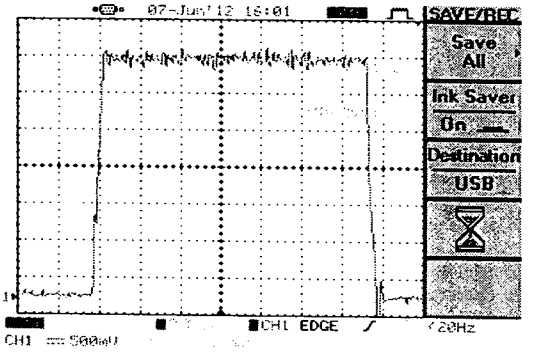
4.2.2.4 การตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (Z) เมื่อความเร่งลดลงครั้ง 1% ของค่าความเร่งสูงสุด



(ก) ที่ความเร่ง 1,378.08 mm/s^2

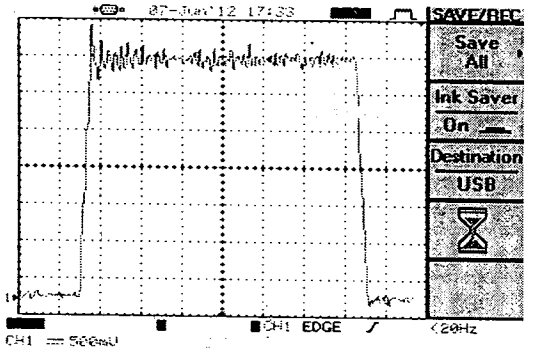


(ข) ที่ความเร่ง 1,345.27 mm/s^2

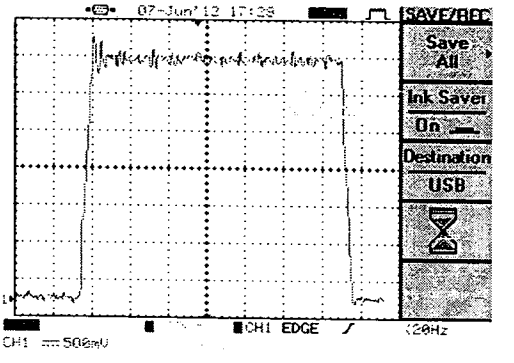


(ค) ที่ความเร่ง 1,312.46 mm/s^2

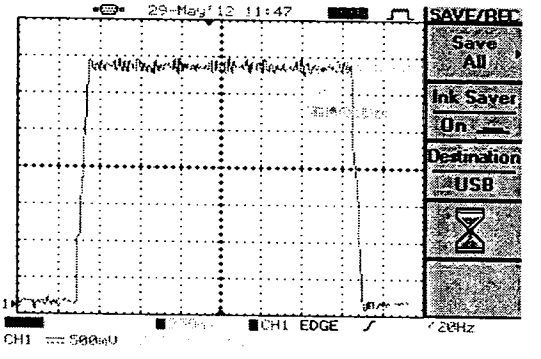
ภาพประกอบ 35 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (Z) เมื่อโหลดเป็น 130% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ1%



(ก) ที่ความเร่ง 1,246.84 mm/s^2

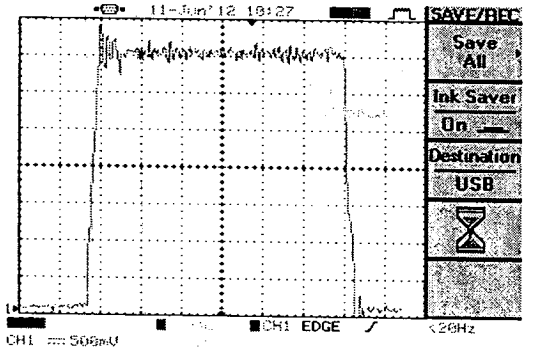


(ข) ที่ความเร่ง 1,214.03 mm/s^2

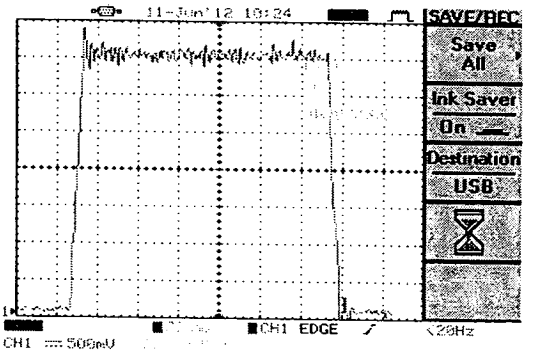


(ค) ที่ความเร่ง 1,181.21 mm/s^2

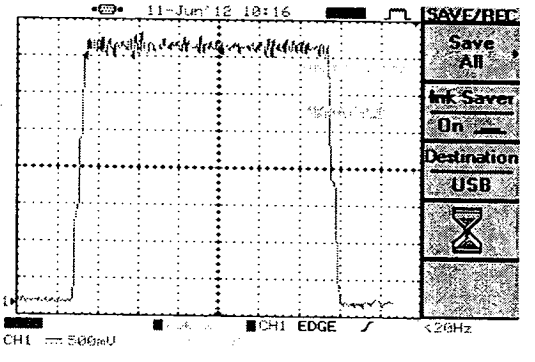
ภาพประกอบ 36 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (Z) เมื่อโหลดเป็น 140% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ1%



(ก) ที่ความเร่ง 1,214.03 mm/s^2

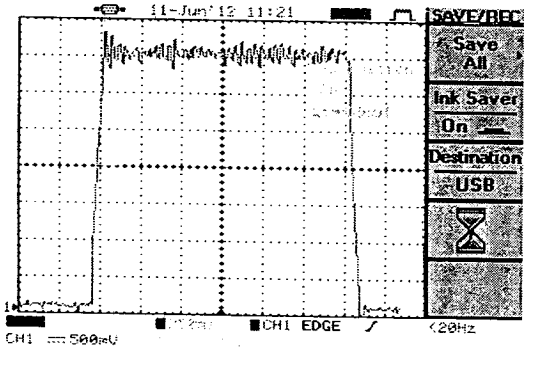


(ข) ที่ความเร่ง 1,181.21 mm/s^2

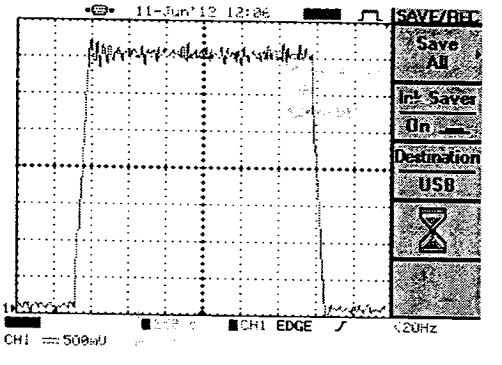


(ค) ที่ความเร่ง 1,148.40 mm/s^2

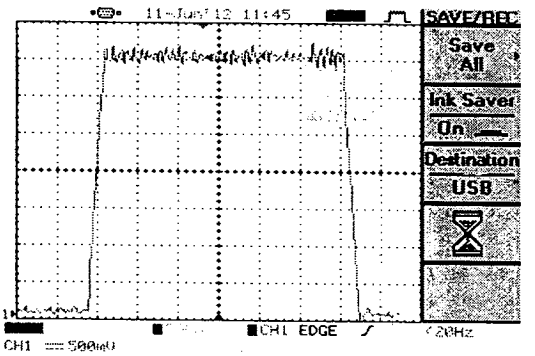
ภาพประกอบ 37 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (Z) เมื่อโหลดเป็น 150% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ 1%



(ก) ที่ความเร่ง 1,115.60 mm/s^2

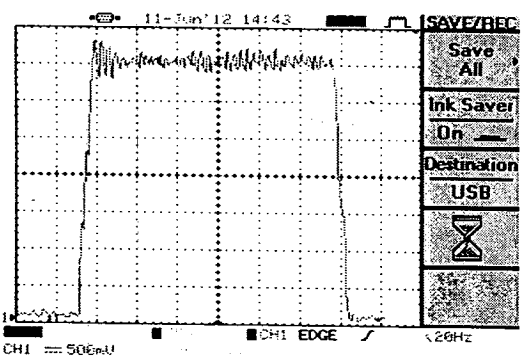


(ข) ที่ความเร่ง 1,082.78 mm/s^2

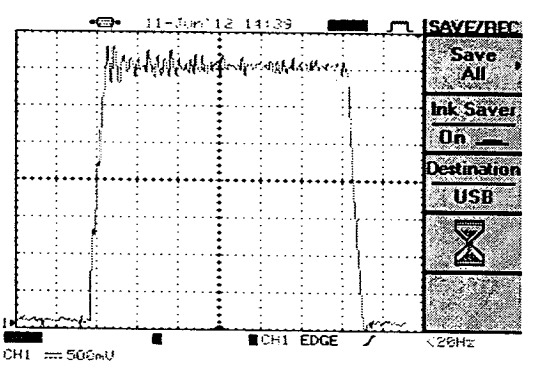


(ค) ที่ความเร่ง 1,049.97 mm/s^2

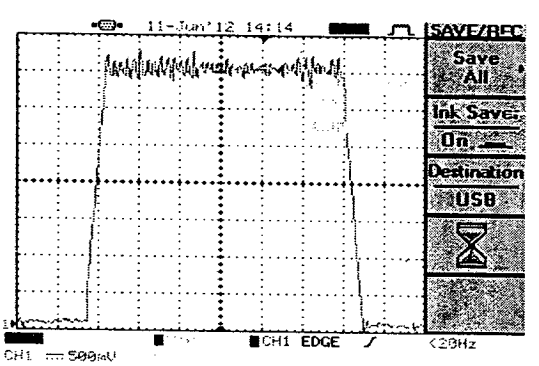
ภาพประกอบ 38 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (Z) เมื่อโหลดเป็น 160% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ1%



(ก) ที่ความเร่ง 1,049.97 mm/s^2



(ข) ที่ความเร่ง 1,017.16 mm/s^2



(ค) ที่ความเร่ง 984.35 mm/s^2

ภาพประกอบ 39 แสดงผลการตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (Z) เมื่อโหลดเป็น 170% และเมื่อความเร่งเพิ่มขึ้นครั้งละ1%

จากภาพประกอบ 35 –39 พบว่าที่ค่าความเร็วคงที่ 93.60 mm/s ค่าความเร่งสูงสุดสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งที่การตอบสนองของสเต็ปมอเตอร์ยังคงไม่เกิดการโอเวอร์ชูดขึ้น เมื่อโหลดมีขนาด 130%, 140%, 150%, 160% และ 170% มีค่าเท่ากับ 1,312.46 mm/s^2, 1,181.21 mm/s^2, 1,148.40 mm/s^2, 1,049.97 mm/s^2 และ 984.35 mm/s^2 ตามลำดับ

4.3 การทดสอบการกัดชิ้นงานจริงด้วยเครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติขนาดเล็ก

สำหรับการทดสอบการทำงานจริงของเครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติ สามารถทำได้โดยการนำค่าความเร็ว และความเร่งจากผลการทดลองที่ 4.2 มากำหนดในโปรแกรม Mach3 แล้วทำการเขียน NC Code เพื่อควบคุมเครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติให้ทำการกัดชิ้นงานจริง แล้วทำการวิเคราะห์ดูเพื่อหาค่าความเร็วและความเร่งสูงสุด ที่เครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการพิจารณาจากลักษณะการทำงานของเครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติว่ามีความราบเรียบสม่ำเสมอหรือไม่ รวมทั้งการพิจารณาจากคุณภาพของชิ้นงานที่ได้จากการกัด โดยการทดสอบการกัดชิ้นงานจริงด้วยเครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติขนาดเล็กในครั้งนี้แบ่งเป็นสองส่วนคือ

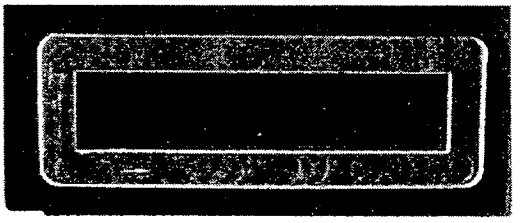
4.3.1 การทดสอบกัดชิ้นงานในลักษณะของการเคลื่อนที่วิถีตรง

4.3.1.1 กำหนดลักษณะรูปร่าง และขนาดที่ต้องการกัด

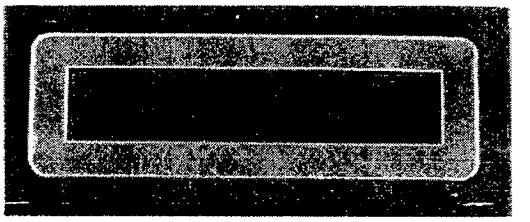
4.3.1.2 ทำการเขียนคำสั่ง NC-Code

```
% O5000
        G80 G90 G49 G40
        G91 G28 Z0
        M06 T01 S1000 M03
        G90 G00 X10 Y10 Z10
        Z2
        G01 Z-1 F100
        Y30 F33
        X80
        Y10
        X10
        G00 Z10
% M30
```

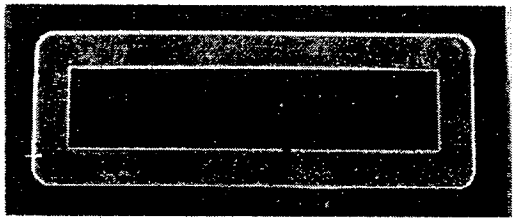
4.3.1.3 สังเกตผลการทดลอง



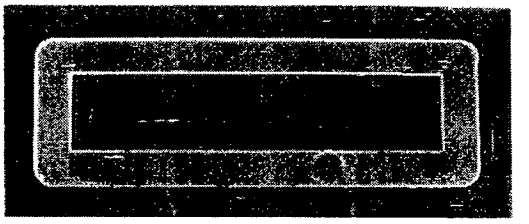
(ก)



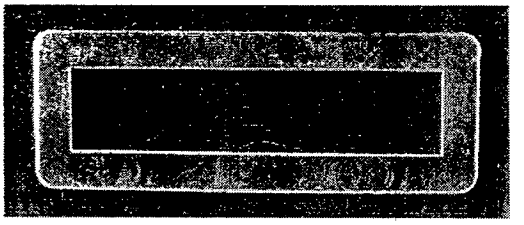
(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพประกอบ 40 แสดงรูปชิ้นงานที่ได้จากการกัดด้วยเครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติ ในรูปแบบการเคลื่อนที่วิถีตรงที่ความเร็วคงที่ 93.60 mm/s และที่ค่าความเร่งต่างๆ

(ก) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 1,214.03 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 1,312.46 mm/s^2

(ข) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 1,115.60 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 1,181.21 mm/s^2

(ค) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 951.53 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 1,148.40 mm/s^2

(ง) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 853.10 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 1,049.97 mm/s^2

(จ) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 787.48 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 984.35 mm/s^2

จากภาพประกอบ 40 พบว่าที่ค่าความเร็วคงที่ 93.60 mm/s และที่ความเร่งสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ และการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเท่ากับ 787.48 mm/s^2 และ 984.35 mm/s^2 ตามลำดับ ชิ้นงานที่ได้จากการกัดด้วยเครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติมีพื้นผิวที่สม่ำเสมอและมีความสมบูรณ์ทั้งขนาดและรูปร่างที่ดีที่สุด ส่วนสำหรับที่ค่าความเร่งอื่นๆ พบว่าชิ้นงานยังคงมีพื้นผิวบางส่วนที่ค่อนข้างขรุขระ

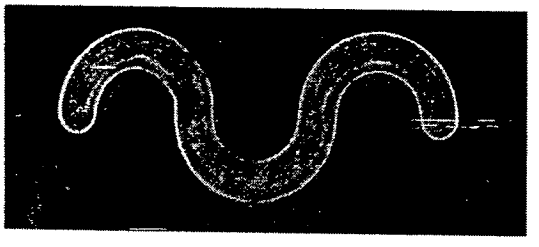
4.3.2 การทดสอบกัดชิ้นงานในลักษณะของการเคลื่อนที่วิถีโค้ง

4.3.2.1 กำหนดลักษณะรูปร่าง และขนาดที่ต้องการกัด

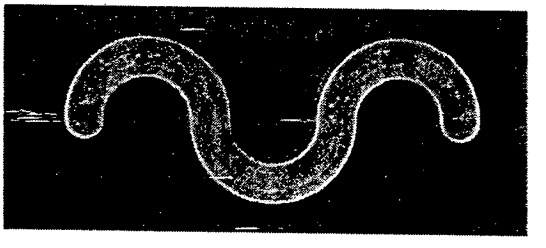
4.3.2.2 ทำการเขียนคำสั่ง NC-Code

```
% O5001
        G80 G90 G49 G40
        G91 G28 Z0
        M06 T01 S1000 M03
        G90 G00 X15 Y20 Z10
        Z2
        G01 Z-1.5 F100
        G02 X35 Y20  R10 F33
        G03 X55 Y20  R10 F33
        G02 X75 Y20  R10 F15
        G00 Z10
% M30
```

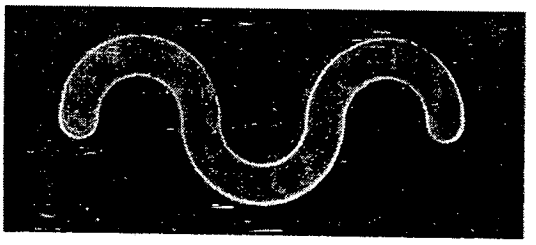
4.3.2.3 สังเกตผลการทดลอง



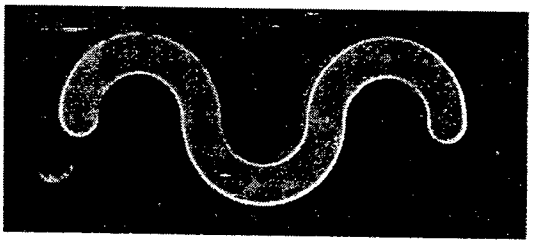
(ก)



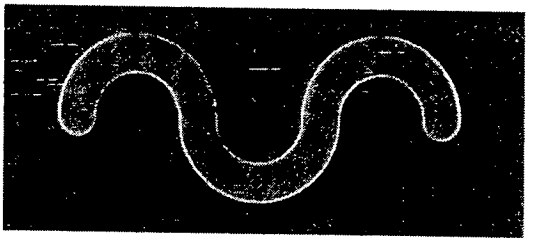
(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพประกอบ 41 แสดงรูปชิ้นงานที่ได้จากการกัดด้วยเครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติ ในรูปแบบการเคลื่อนที่วิถีโค้งที่ความเร็วคงที่ 93.60 mm/s และที่ค่าความเร่งต่างๆ

(ก) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 1,214.03 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 1,312.46 mm/s^2

(ข) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 1,115.60 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 1,181.21 mm/s^2

(ค) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 951.53 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 1,148.40 mm/s^2

(ง) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 853.10 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 1,049.97 mm/s^2

(จ) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 787.48 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 984.35 mm/s^2

จากภาพประกอบ 41 พบว่าที่ค่าความเร็วคงที่ 93.60 mm/s และที่ความเร่งสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ และการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเท่ากับ 787.48 mm/s^2 และ 984.35 mm/s^2 ตามลำดับ ชิ้นงานที่ได้จากการกัดด้วยเครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติมีพื้นผิวที่สม่ำเสมอและมีความ

สมบูรณ์ทั้งขนาดและรูปร่างที่ดีที่สุด ส่วนสำหรับที่ค่าความเร่งอื่นๆ พบว่าชิ้นงานยังคงมีพื้นผิวบางส่วนที่ค่อนข้างขรุขระ

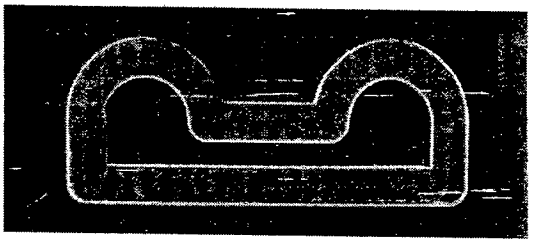
4.3.3 การทดสอบกัดชิ้นงานในลักษณะของการเคลื่อนที่ทั้งวิถีตรงและวิถีโค้ง

4.3.3.1 กำหนดลักษณะรูปร่าง และขนาดที่ต้องการกัด

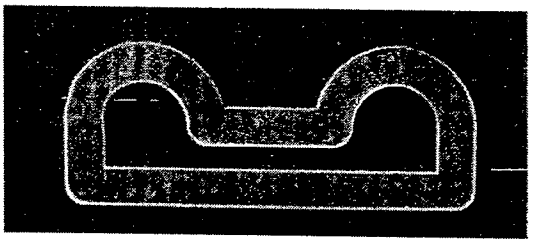
4.3.3.2 ทำการเขียนคำสั่ง NC-Code

```
%O5003
        G80 G90 G49 G40
        G91 G28 Z0
         M06 T01 S1000 M03
        G90 G00 X15 Y10 Z10
        Z2
        G01 Z-1.5 F100
        G01 X15 Y20 F33
        G02 X35 Y20 R10 F33
        G01 X55 Y20 F33
        G02 X75 Y20 R10 F33
        G01 X75 Y10 F33
        G01 X15 Y10 F33
        G01 X15 Y20 F33
        G00 Z10
%M30
```

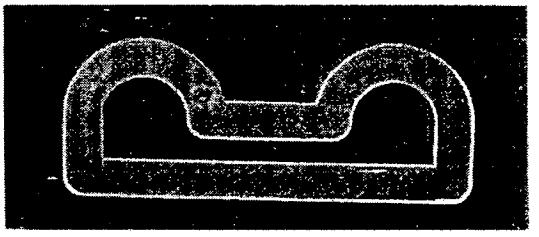
4.3.3.3 สังเกตผลการทดลอง



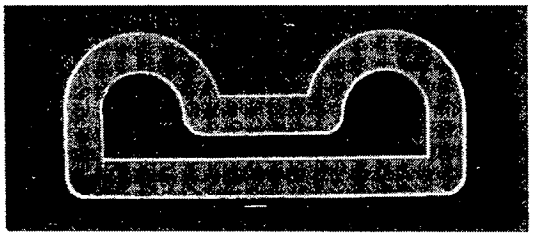
(ก)



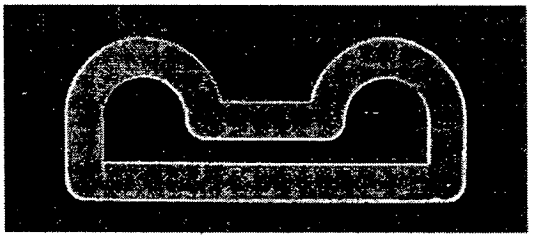
(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพประกอบ 42 แสดงรูปชิ้นงานที่ได้จากการกัดด้วยเครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติ ในรูปแบบการเคลื่อนที่ทั้งวิถีตรงและวิถีโค้งที่ความเร็วคงที่ 93.60 mm/s และที่ค่าความเร่งต่างๆ

(ก) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 1,214.03 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 1,312.46 mm/s^2

(ข) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 1,115.60 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 1,181.21 mm/s^2

(ค) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 951.53 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 1,148.40 mm/s^2

(ง) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 853.10 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 1,049.97 mm/s^2

(จ) ความเร่งในแนวแกน X,Y เท่ากับ 787.48 mm/s^2 และความเร่งในแกน Z เท่ากับ 984.35 mm/s^2

จากภาพประกอบ 42 พบว่าที่ค่าความเร็วคงที่ 93.60 mm/s และที่ความเร่งสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ และการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเท่ากับ 787.48 mm/s^2 และ 984.35 mm/s^2 ตามลำดับ ชิ้นงานที่ได้จากการกัดด้วยเครื่องกัดชิ้นงานอัตโนมัติมีพื้นผิวที่สม่ำเสมอและมีความ

สมบูรณ์ทั้งขนาดและรูปร่างที่ดีที่สุด ส่วนสำหรับที่ค่าความเร่งอื่นๆ พบว่าชิ้นงานยังคงมีพื้นผิวบางส่วนที่ค่อนข้างขรุขระ เช่นเดียวกันกับในภาพประกอบ 41