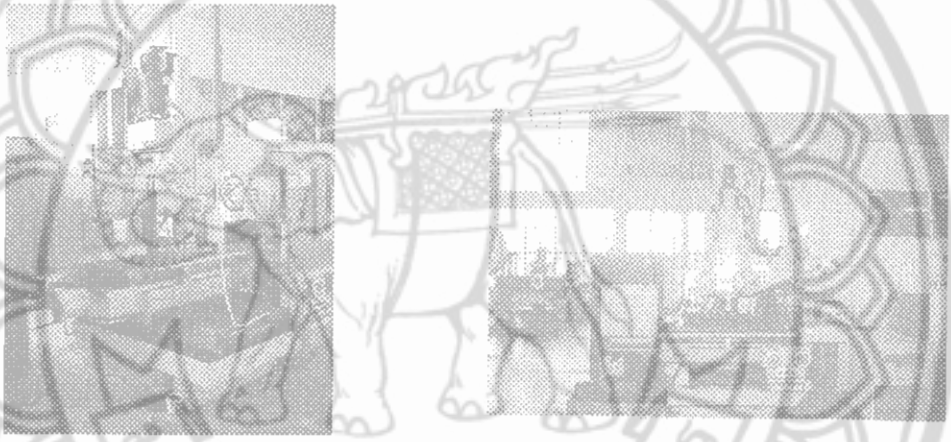
บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลและรายละเอียดของเครื่องกัด CNC

เครื่องกัด NC ที่ได้ทำการดำเนินงานวิจัยเป็นเครื่องกัด NC ของ MAKINO FANUC 3000C ข้อมูลรายละเอียดของเครื่องที่ศึกษาได้คือ

- เป็นเครื่อง Machining center ชนิด 3 แกน (เพลาตั้ง) ประกอบด้วยแกน X, Y, Z
- มีชุด control copy set ควบคุมโดยระบบไฟฟ้า
- สามารถสั่งการให้เครื่องทำงานได้ด้วยการป้อนคำสั่งให้เครื่องทำงานด้วยเทปกระดาษผ่านเครื่องอ่านเทปกระดาษ เป็นระบบอัตโนมัติ และ Manual
- มีระบบการอ่านตำแหน่งระยะการเคลื่อนที่ของโต๊ะงาน เป็นแบบ Resolver



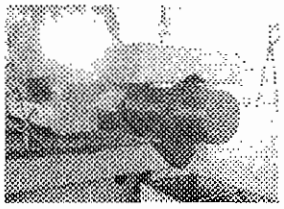
(ก) ตัวเครื่องจักร(ด้านหน้า) (ข) ตัวเครื่องจักรและโต๊ะงาน

รูปที่ 3.1 แสดงตัวเครื่องจักร

- รายละเอียดของขนาดมอเตอร์ที่ใช้กับเครื่องจักร มีดังนี้

แกน X

FANUC DC Servo Motor Model 20 w			Type A06B 0605-B021 (1/5P)		
Power	5	hrs.	AMP	24	A.
VOLT	130	V.	RPM	1000	rmp
EXCIT	PERM. MAGNET		INSULATION	CLASS	H
TACHO VOLT	6 V/krpm		AMB. TEMP.	40 °C	
DATE 81 . 4					



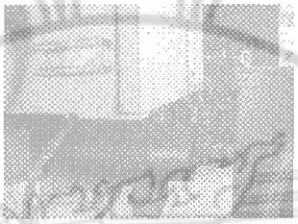
รูปที่ 3.2 แสดงมอเตอร์แกน X

<u>แกน Y</u>

FANUC DC Servo Motor

Permanent Magnetic DC Servo Motor Type 20 W – 1/5 P

No T – 850024 Date 78 . 3



รูปที่ 3.3 แสดงมอเตอร์แกน Y

<u>แกน Z</u>

FANUC DC Servo Motor

Permanent Magnetic DC Servo Motor Type 20 W – 1/5 P

No T – 850023 Date 78 . 3

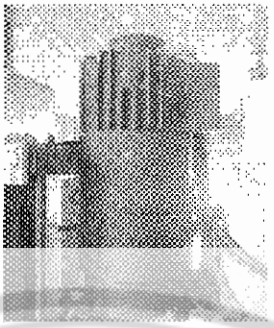
รูปที่ 3.4 แสดงมอเตอร์แกน Z

<u>Spindle</u>

FANUC DC Spindle Motor Model 5		TYPE	A063B-0806-B001
NO. C935S0001		DATE	98 . 11
Rating CONT. / 30 MIN			5/7.5 kw
AMP CONT. / 30 MIN		A	
VOLT	220 V	RPM	1160 / 3500 rpm

EXCIT FLD . WINDING INSULATION CLASS F

TACHO VOLT 6 V / krpm AMB . TEMP 40°C



รูปที่ 3.5 แสดงมอเตอร์ Spindle

- ขนาดสุทธิของตัวเครื่องกัด CNC

  กว้าง (หน้า) 2.10 เมตร

  ยาว (ด้านข้าง) 2.80 เมตร

  สูง 3.10 เมตร

- ขนาดของโต๊ะงาน

  กว้าง x ยาว วัดได้ 1.50 x 0.6 เมตร

- ระยะการเคลื่อนที่ของโต๊ะงาน

  แกน x 1.40 เมตร

  แกน y 1.15 เมตร

  แกน z 1.20 เมตร

3.2การศึกษาระบบการทำงานของเครื่องจักร

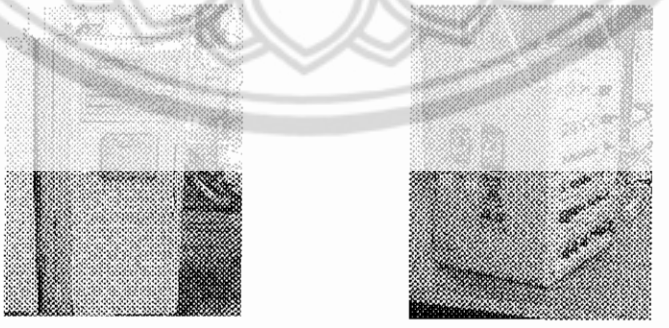
เนื่องจากเครื่องจักรเป็นเครื่องเก่าที่มีอายุการใช้งานมานาน ทำให้ชิ้นส่วน, อุปกรณ์บางชุดมีการชำรุดไม่สามารถใช้งาน ได้ จึงไม่สามารถหาข้อมูลเกี่ยวกับระบบการทำงาน ได้อย่างสมบูรณ์ ข้อมูลระบบการทำงานของเครื่องจักรที่สามารถศึกษาได้แสดงดัง รูปที่ 3.6

จากระบบการทำงานแบบเดิมนี้ปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยรวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ก็ได้ชำรุดและสูญหาย สายไฟฟ้าและสายนำสัญญาณถูกตัดชำรุดและเสียหาย สภาพเครื่องจักรจึงไม่สามารถใช้งาน ได้ในปัจจุบัน เพื่อให้เครื่องจักรกลับมาใช้งาน ได้ จึงต้องมีการแก้ไขและดัดแปลงเครื่องจักรใหม่ในส่วนต่างๆ

รูปที่ 3.6 การแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานระบบเดิมของเครื่องจักร

การดำเนินการแก้ไขดัดแปลงในส่วนต่างๆ สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

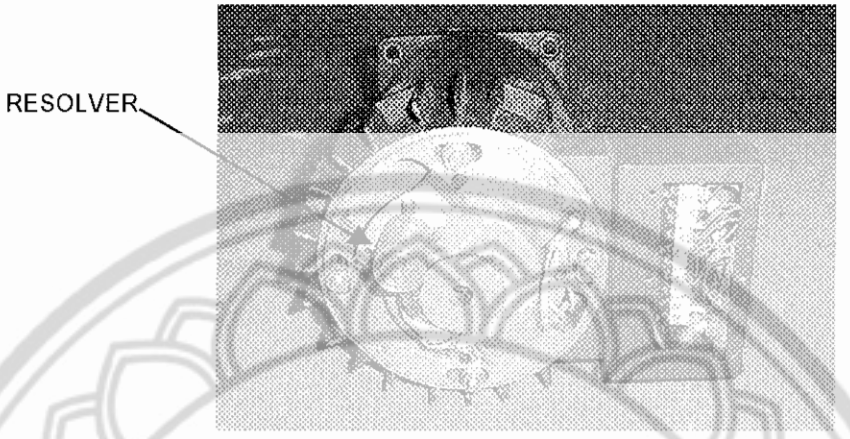
- ชุดประมวลผลข้อมูล Control unit บริษัท FANUC รุ่น 3000 C เปลี่ยนเป็น Control Unit บริษัท Heidenhain รุ่นTNC 310 และสร้างตู้สำหรับใส่เพื่อทำการติดตั้ง



ก. ข.

รูปที่ 3.7 แสดงชุดประมวลผลเดิม (Control Unit)

- ชุดระบบอ่านตำแหน่งการเคลื่อนที่แบบ Resolver เปลี่ยนเป็นระบบอ่านตำแหน่งแบบ Encoder : Heidenhain รุ่น ROD 456 จำนวน 3 แกน X, Y, Z โดยจะต้องทำการดัดแปลงสร้างฐานรับ Encoder ใหม่ และสร้างคลัปปลิงสำหรับเชื่อมต่อ Encoder และแกน Motor



รูปที่ 3.8 แสดง อุปกรณ์อ่านตำแหน่ง Resolver

- อุปกรณ์และชิ้นส่วนที่ไม่ได้ใช้งานในระบบการทำงานแบบใหม่ เช่นชุดลอกลาย (Copy set), เครื่องอ่านพันช์เทป (Punch paper tape)
- ติดตั้งและเดินสายไฟฟ้าและสายนำสัญญาณใหม่ ในส่วนที่มีการชำรุดและส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ติดตั้งเข้าไปใหม่

ก. ข.

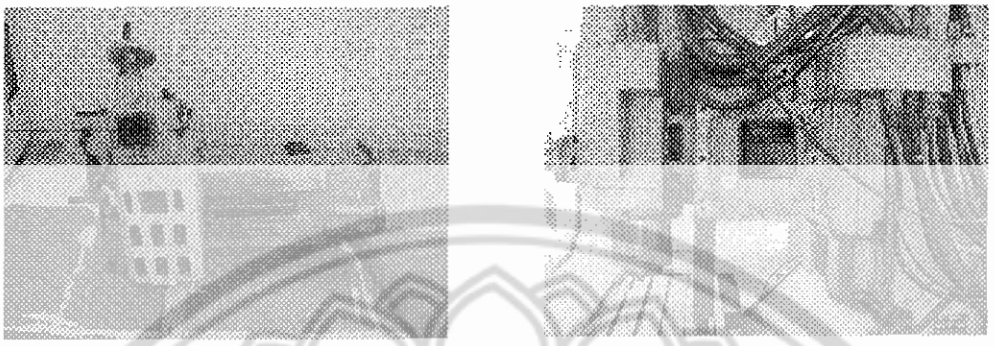
รูปที่ 3.9 แสดงสายไฟและสายนำสัญญาณก่อนที่จะมีการปรับปรุง แก้ไข

โดยขั้นตอนในการปฏิบัติงานนั้นสามารถที่จะแบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยทั้งหมดออกเป็น 2 ส่วน คือ

- การแก้ไขดัดแปลงด้านเครื่องจักร
- การแก้ไขดัดแปลงด้านระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม

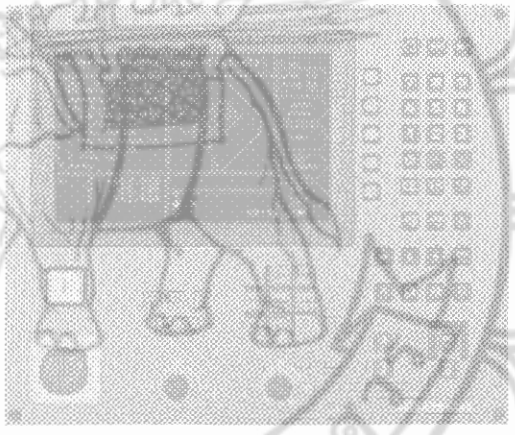
3.3 การแก้ไขดัดแปลงด้านเครื่องจักร

1. ถอดชุดลอกลาย (copy set) ออกเนื่องจากไม่ได้นำมาใช้งานกับชุด Controller TNC 310 ที่จะทำติดตั้งใหม่ และทำการออกแบบฝาครอบ ตรงบริเวณที่ถอดชุดลอกลายออก



รูปที่ 3.10 ชุดลอกลายและบริเวณที่ทำการถอดชุดลอกลายออก

2. ออกแบบและสร้างตู้สำหรับ ชุด Controller Heidenhain TNC 310 เพื่อทำการแขวนยึดติดกับเครื่องจักร โดยทำการศึกษา Dimension ของชุด Controller

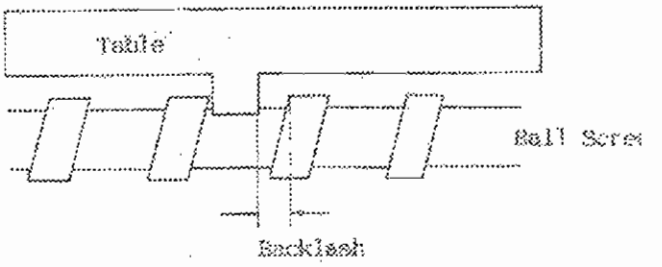


รูปที่ 3.11 แสดงหน้าจอ Controller TNC 310

3. การตรวจวัดค่าความคลาดเคลื่อนของชุด Ballscrew เป็นการตรวจวัดค่าความคลาดเคลื่อนเบื้องต้นของชุด Ballscrew ของทั้ง 3 แนวแกน (x,y,z) โดยทำการสร้างชุดวัดค่าความคลาดเคลื่อนขึ้นประกอบไปด้วย

- มือหมุนพร้อมสเกลอ่านค่าสวมต่อเข้ากับปลายแกน Screw
- ไดอัลเกจ 1ชุด

โดยใช้หลักการ การเคลื่อนที่ของชุด Screw ที่จะส่งแรงไปขับให้โต๊ะงานเคลื่อนที่ไป ความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเมื่อเริ่มหมุน Screw แล้วโต๊ะงาน (Table) ไม่เคลื่อนตามทันที กลับมีระยะการหมุนอิสระเกิดขึ้น เรียกว่าการเกิดมีระยะ Backlash ดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงการเกิดระยะ Backlash

ซึ่งมีผลต่อการป้อนขนาดคำสั่งในการใช้งานกัดจริง ซึ่งจะทำให้ชิ้นงานมีค่า Dimension ไม่ตรงตามที่เราต้องการจากการป้อนคำสั่งไป เนื่องจากระบบ encoder ที่ใช้วัดขนาด จะวัดและตรวจสอบค่า Dimension ผ่านทางการหมุนของมอเตอร์ ซึ่งเชื่อมต่อกับ Screw ทำให้ระยะ Backlash ของ Screw มีผลโดยตรงกับการอ่านค่า Dimension ในการกัดชิ้นงานของ encoder

รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะของ Ballscrew

วิธีการวัดค่า Backlash

1. ติดตั้งมือหมุนที่มีสเกลสำหรับอ่านค่าเข้ากับปลายบอลสกรู
2. ติดตั้ง ไดอัลเกจ ที่ Table โดยเทียบกับปลายสปินเดิลเป็นจุดอ้างอิง
3. ทดสอบ โดยการหมุนบอลสกรู โดยสังเกตที่ไดอัลเกจ เมื่อเข็มไดอัลเกจขยับ แสดงว่าไม่เกิดค่า Backlash ในทิศทางนั้น
4. ทำการหมุนบอลสกรูกลับทิศโดยอ่านค่าของสเกลที่เริ่มหมุนกลับจนกระทั่งเข็มไดอัลเกจเริ่มขยับอีกครั้งจึงหยุด
5. อ่านค่าที่ได้และบันทึก
6. **ทำการวัดค่าซ้ำ 8 ครั้ง ทั้ง 3 แนวแกน**

ผลการทดสอบการวัดระยะ Backlash

ครั้งที่	แกน X (mm.)	แกน Y (mm.)	แกน Z (mm.)
1	1.6	1	1.2
2	1.8	0.9	1.6
3	1.8	0.9	1.6
4	1.8	1	1.8
5	1.6	1	0.8
6	1.6	1	1.8
7	1.6	1	0.8
8	1.6	1	0.8
ค่าเฉลี่ย	1.68 mm.	0.98 mm.	1.3 mm.

ตารางที่3.1 แสดงผลการวัดค่า backlash

การวิเคราะห์ค่า Backlash ที่วัดได้

สเกลที่มือหมุนต้องนำมาแปลงเป็นระยะเคลื่อนในแนวแกนเพื่อแปลงเป็นค่า Backlash ที่เกิดขึ้น

บอลสกรูทั้ง 3 แกน เป็นสกรูแบบหนึ่งปาก ดังสมการ

Le = P

P คือ ระยะพิตช์

Le คือ หลีด ระยะทางที่สกรูเคลื่อนที่ได้ตามแนวแกนและสกรูในขณะที่สกรูหมุนไปหนึ่งรอบ

รูปที่ 3.14 แสดงสกรูหนึ่งปาก

ระยะพิตช์ของบอลสกรูทั้ง 3 แนวแกน คือ 10 mm.

ทำให้การหมุนมือหมุน 1 รอบโดยมาตรฐานจะทำให้แนวแกนเคลื่อนที่ไป 10 mm. จึงทำให้ 1 หน่วยของสเกลมือหมุนเท่ากับ 0.2 mm.

ค่า Backlash ในแนวแกนต่างๆที่ได้จากการทดสอบสรุปได้ดังนี้

แนวแกน X เท่ากับ 1.68 mm.

แนวแกน Y เท่ากับ 0.98 mm.

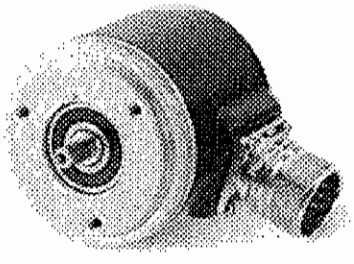
แนวแกน Z เท่ากับ 1.3 mm.

ระยะ Backlash ที่ทำการวัดค่าได้นั้นเป็นค่าเบื้องต้นที่ค่อนข้างหยาบ เนื่องจากไม่สามารถหาเครื่องมือวัดที่เป็นมาตรฐานได้ จึงจำเป็นที่จะต้องทำการดัดแปลงและสร้างเครื่องมือวัดขึ้นเองจึงมีผลให้ค่าความแม่นยำลดน้อยลง โดยในการทดสอบครั้งนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อ แสดงให้เห็นว่า มีระยะ backlash เกิดขึ้นในแนวแกนต่างๆ ซึ่งสามารถตั้งสมมติฐานได้ว่าเกิดระยะ backlash ขึ้นในทุกแนวแกน ซึ่งจะต้องทำการแก้ไขต่อไป

รูปที่ 3.15 แสดงการถอดBallscrew

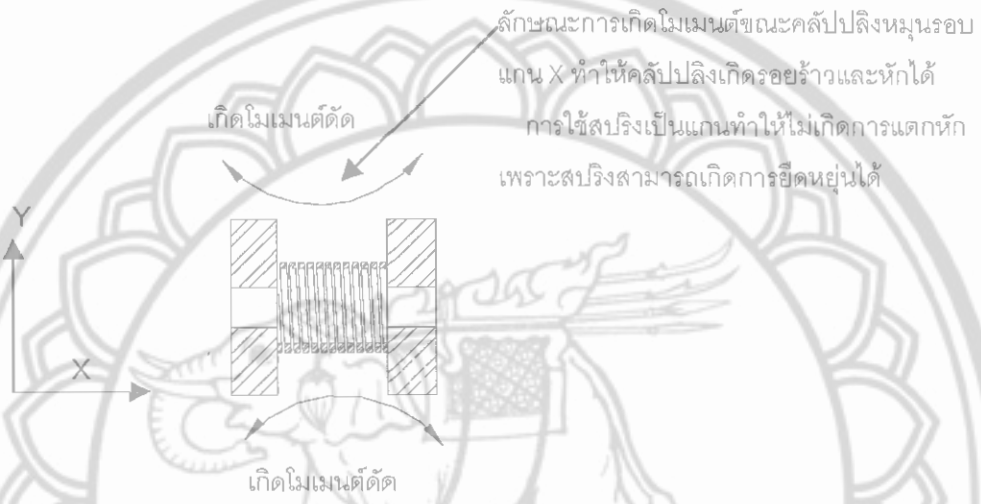
4. ทำการดัดแปลงและออกแบบชุดคลัปปลิงเพื่อติดตั้ง Encoder เนื่องจากได้มีการเปลี่ยนแปลงระบบวัดตำแหน่งจากเดิม ที่เป็น Resolver เป็นแบบ encoder เพื่อให้เกิดความละเอียดขึ้นในการวัดตำแหน่งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร โดย Encoder ที่ใช้เป็นของ Heidenhain รุ่น ROD 456 โดยต้องต่อตรงเข้ากับแกนหมุนของ Motorในแต่ละแนวแกน ซึ่งต่างกับระบบวัดตำแหน่งแบบ Resolver ที่เป็นระบบเดิม จึงต้องทำการออกแบบและดัดแปลงสร้างฐานเพื่อเป็นตัวกลางยึดกับมอเตอร์กับ Encoder ขึ้นเพิ่มเติม เพื่อให้ Encoder สามารถทำงานได้โดยขั้นตอนดังกล่าวเริ่มจาก (Drawing แสดงในภาคผนวก ค.)

- ถอดชุด Resolver ออก
- ออกแบบชุดคลัปปลิงใหม่พร้อมทั้งออกแบบฐานรองรับเพื่อใช้ประกอบกับชุด Encoder



ภาพที่ 3.16 Encoderรุ่น ROD 456 ของ HEIDENHAIN

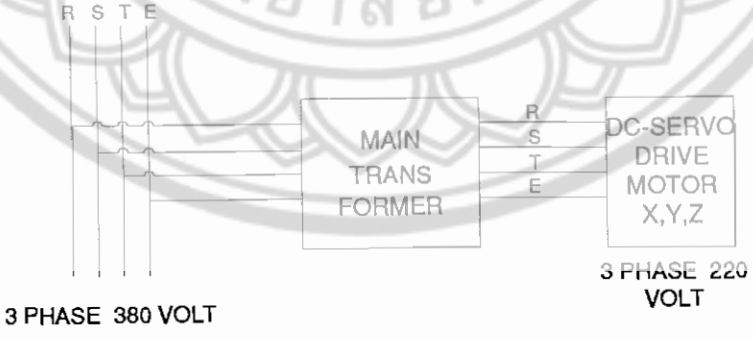
ในการออกแบบชุดคลัปปลิงนั้นเพื่อส่งผ่านแรงจากท้าย Motor ในแต่ละแนวแกน ให้กับ Encoder เนื่องจากชุดคลัปปลิงที่มีขายอยู่ในท้องตลาดมีราคาสูง เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการซ่อมแซม จึงได้ทำการออกแบบและสร้างชุดคลัปปลิงขึ้นเอง โดยใช้หลักการให้คลัปปลิงเป็นตัวตัวส่งผ่านแรงจากท้าย Motor ให้กับแกนของ encoder ให้หมุนไปพร้อมๆ กัน ตัวส่งผ่านแรงนี้ได้ทำการออกแบบโดยใช้ สปริงแข็งสามารถยืดหยุ่นได้ เพื่อป้องกันการเกิด Moment ดัดซึ่งจะเกิดในแกนเหล็กเพลาทำให้เกิดรอยแตกร้าวและหักได้



รูปที่ 3.17 แสดงการเกิดโมเมนต์ดัด

3.4 การแก้ไขดัดแปลงด้านระบบไฟฟ้า และระบบควบคุม

1. ศึกษาระบบไฟฟ้าที่ใช้ในตัวเครื่องจักร(ส่วนที่จะนำมาใช้งานในการติดตั้งระบบใหม่)



MAINTRANSFORMER TO DC SERVO DRIVE

รูปที่ 3.18 แสดงแผนผังระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้กับ DC-SERVO DRIVE

MISSING

MISSING

MISSING

MISSING