



ภาคผนวก ก.  
การคำนวณมอเตอร์

มหาวิทยาลัยพระนคร

## การคำนวณมอเตอร์

### การหาขนาดของมอเตอร์

จากการออกแบบขนาดโต๊ะงาน 210×600 mm มีร่องตัวที่ จำนวน 4 ร่อง น้ำหนักโต๊ะงานหนัก 50.40 kg น้ำหนักของแคร่เคลื่อนแนวขวาง (Saddle) 37.4 kg และกำหนดให้น้ำหนักสูงสุดที่จะได้รับของเครื่อง มีขนาด 50×150×450 ดังนั้นจะมีน้ำหนัก 26.5 kg

ค่า  $\mu = 0.01$  ให้อัตราการป้อน  $V_1 = 10$  m/min ,  $V_2 = 0.01$  m/min ขนาดของบอลล์สกรูเป็น BTK 1605 AZZ-410L

$d = 16$  mm    lead (l) = 5 mm    ความยาวทั้งหมด = 410 mm  
 พูเลย์ ชับ อัตราทด 1 : 1, 16 ฟัน

### 1. แรงเสียดทานภายนอก (Friction torque to External Load)

แรงในแนวแกน (Axial Load)

$$T_p = F_a \cdot l / 2\pi\eta$$

l = ระยะบิดของบอลล์สกรู = 0.5 cm

$\eta$  = สัมประสิทธิ์ = 0.9

$$F_a = F_s + \mu W$$

$$F_s = \text{แรงตัด} = 1787 \text{ N}$$

$$= 182 \text{ kg}$$

$\mu$  = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานผิวหนัง

$$= 0.01$$

$$W = \text{น้ำหนักโต๊ะงาน} + \text{น้ำหนักแคร่เคลื่อนแนวขวาง} + \text{น้ำหนักชิ้นงาน}$$

$$= 50.46 + 26.5 = 76.96 \text{ kg}$$

$$F_a = 182 + (0.01 \cdot 76.96)$$

$$T_p = (182.77 \times 0.5) / (2\pi \times 0.9)$$

## 2. ความเสียดทานการบิดระหว่างรับภาระ (Friction torque due to preload)

$$T_D = k \times (F \cdot l / 2\pi)$$

$$K = \text{สัมประสิทธิ์การเสียดทานภายใน (0.1 - 0.3)}$$

เนื่องจากเลือกใช้ บอลสกรูชนิด TBK , ไม่ต้องมีการ Preload

ดังนั้น  $F_{\text{preload}}$  จึงไม่นำเอามาคิด

$$\begin{aligned} T_D &= k \cdot l / 2\pi \\ &= 0.3 \times (0.5) / 2\pi \\ &= 0.023 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \end{aligned}$$

## 3. ภาระแรงบิดระหว่างเร่ง (Load Torque due to Acceleration)

ก) ความเร็วการหมุน (Rotation Speed)

$$n_1 = V_1 / l = 10000 / 5 = 2000 \text{ rpm}$$

$$n_2 = V_2 / l = 100 / 5 = 20 \text{ rpm}$$

ข) โมเมนต์ความเฉื่อยของทุลีย์ (Moment of inertia of pulley) ทั้ง 2 ตัว  
(เนื่องจากมีขนาดเท่ากัน)

$$J_1 = J_2 = (\pi r_1^4 B / 32g) \times (D_1^4 - d_1^4)$$

$$r_1 = \text{น้ำหนักต่อหน่วย} = 7.885 \times 10^{-3}$$

$$B = \text{Breadth} = 2.5 \text{ cm}$$

$$g = \text{Acceleration of gravity} = 980 \text{ cm/sec}^2$$

$$= (\pi \times 7.85 \times 10^{-3} \times 2.5 (4.851^4 - 1.27^4)) / (32 \times 980)$$

$$= 1.08 \times 10^{-3} \text{ kgf} \cdot \text{cm} \cdot \text{sec}^2$$

ค) โมเมนต์ความเฉื่อยของบอลสกรู (Moment of inertia of ball screw)

$$J_3 = \pi r L d^4 / 32g$$

$$L = \text{ความยาวทั้งหมดของบอลสกรู} = 41 \text{ cm}$$

$$= (\pi \times 7.85 \times 10^{-3} \times 41 \times 1.6) / (32 \times 980)$$

$$= 2.11 \times 10^{-1} \text{ kgf} \cdot \text{cm} \cdot \text{sec}^2$$

ง) โมเมนต์ความเฉื่อยที่กระทำต่อมอเตอร์ (Moment of inertia acting on motor)

$$J_m = J_1 + [N_1/N_2]^2 (J_2 + J_3) + J_4 + W/g [l/2\pi \cdot N_1/N_2]^2$$

$$J_4 = \text{Moment of Inertia of motor} = 0.014 \text{ kg.cm.sec}^2$$

$$= (1.08 \times 10^{-3}) + [16/16]^2 (1.08 \times 10^{-3} + 2.11 \times 10^{-4}) + 0.014$$

$$+ 76.96/980 [0.5/2\pi \times 16]^2 16$$

$$= 0.00108 + 0.00129 + 0.014 + (0.078)(0.0063)$$

$$= 0.0168 \text{ kgf.cm.sec}^2$$

จ) แรงบิดของมอเตอร์ระหว่างเร่ง (Motor torque due to acceleration)

$$T_M = J_M 2\pi/60 [(n_1 - n_2)/t] [N_2/N_1] + (T_p + T_D) [N_1/N_2]$$

$$= 0.01688 \times 2\pi/60 [(2000 - 2)/0.2] (16/16) + (13.09 + 0.23) (16/16)$$

$$= 16.793 + 13.113$$

$$= 29.9 \text{ kgf-cm} [2.93 \text{ N-m}]$$

ดังนั้นเลือกใช้ดีซี เซอร์โว มอเตอร์ (DC Servo Motor Glentex model GM 4050-38)

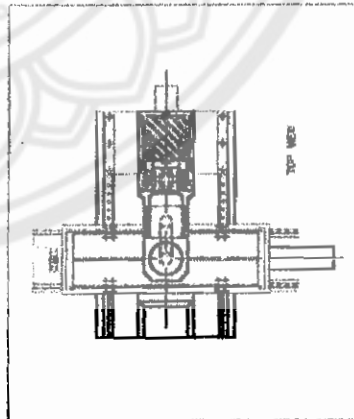
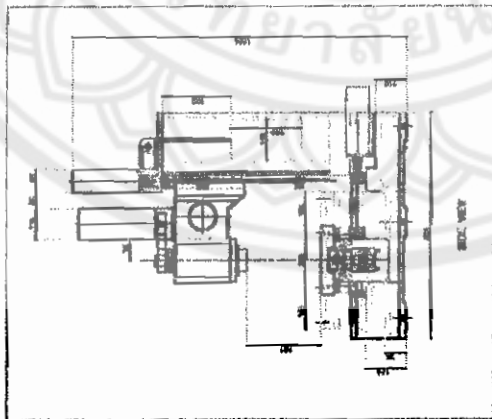
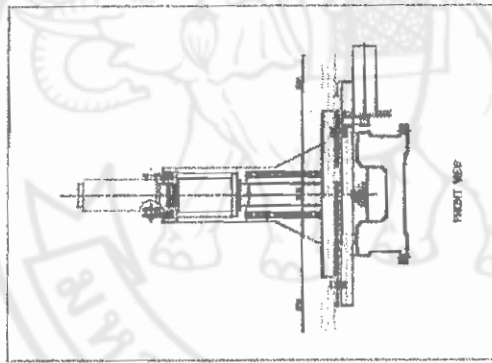
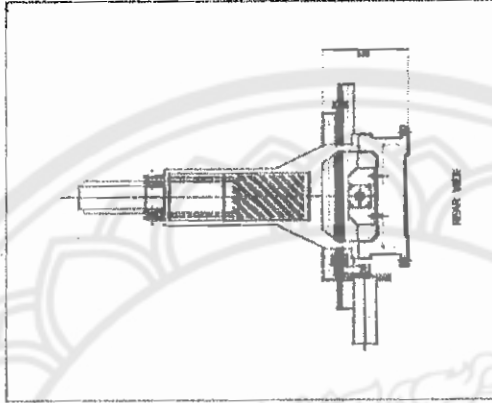
ตามข้อกำหนดดังนี้ - Max speed 3,000 rpm

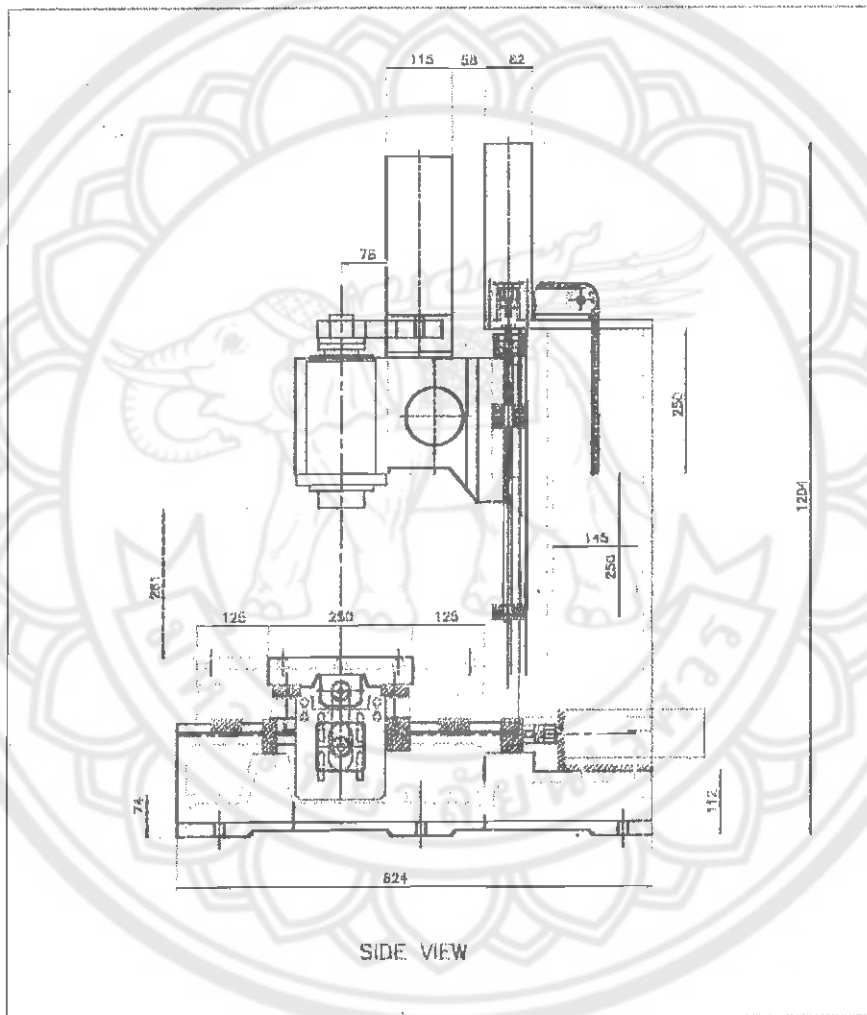
- Continuous Stall torque 4.69 N-m

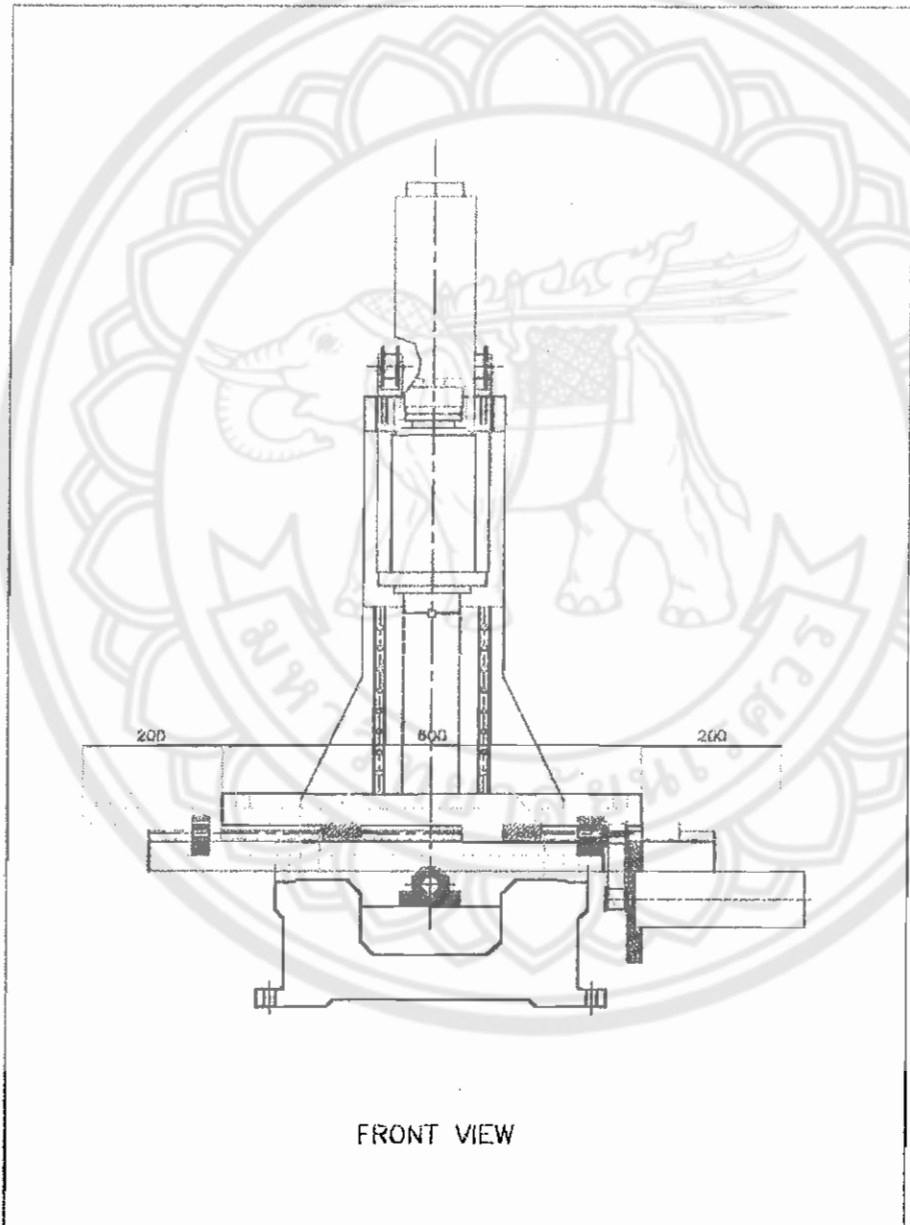
โดยสรุปแล้วเพื่อความสะดวก จึงเลือกใช้ดีซี เซอร์โว มอเตอร์ DC Servo Motor รุ่น GM4050-38 เป็นมอเตอร์ 3 แกนทั้ง 3 แกน คือ แกน X แกน Y แกน Z

การคำนวณหามอเตอร์นี้ได้นำมาจากวิทยานิพนธ์ของ นายมนัส ศรีวงศ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2539

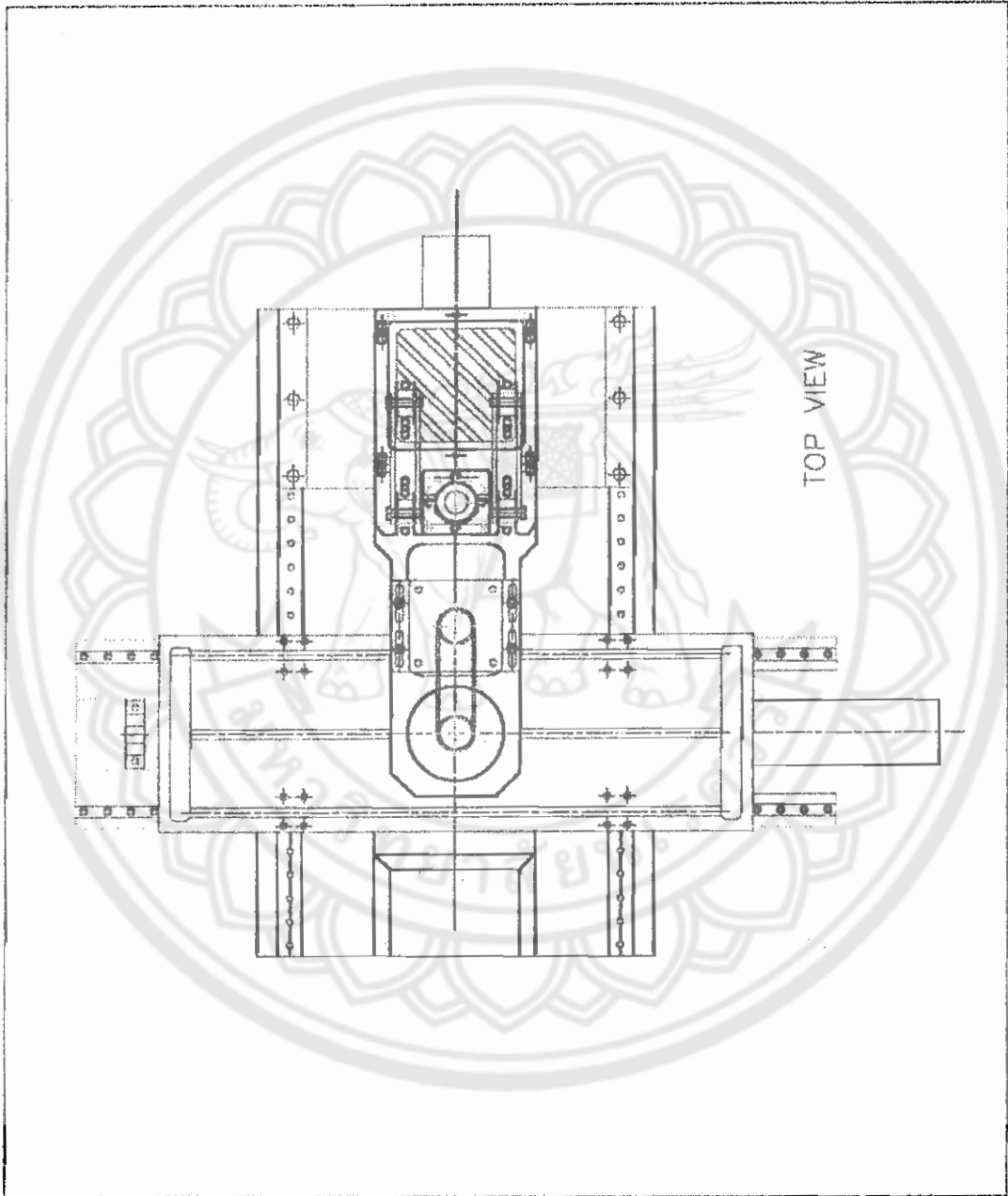
DISTANCE MOVEMENT



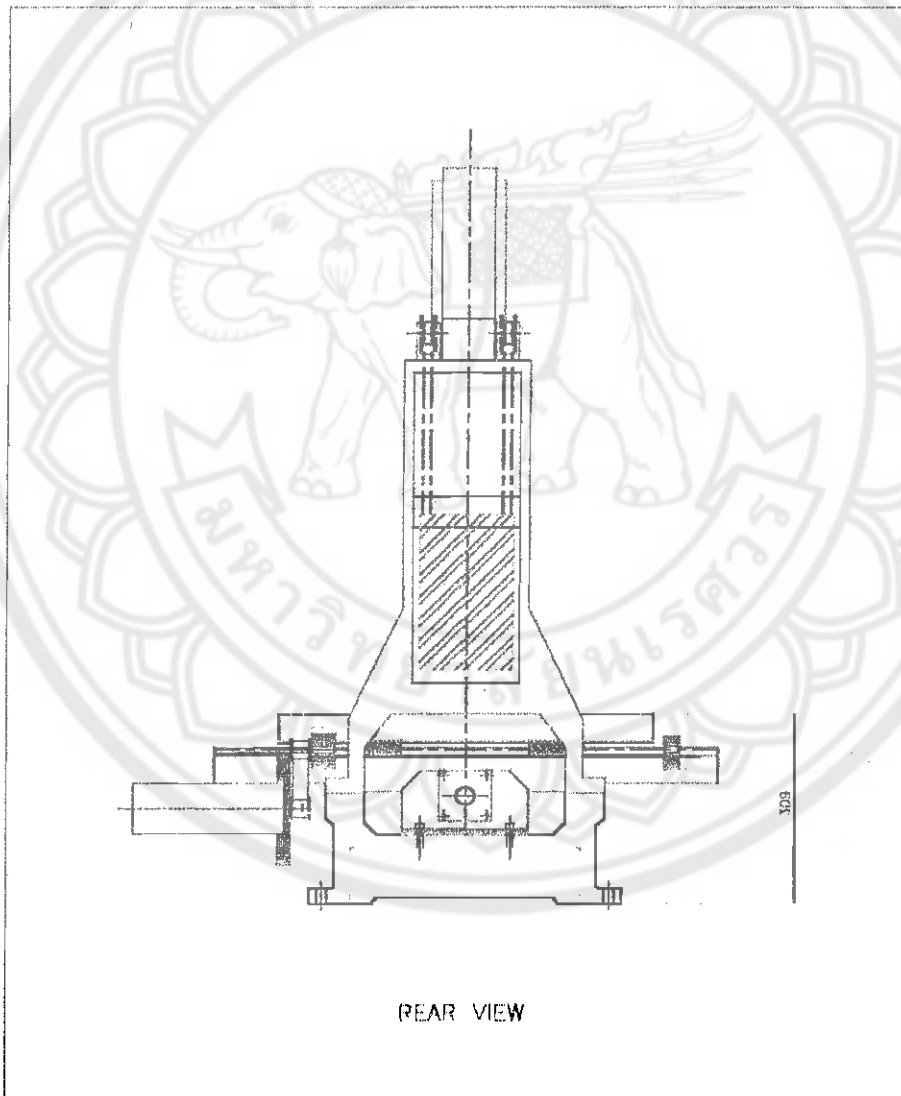




FRONT VIEW



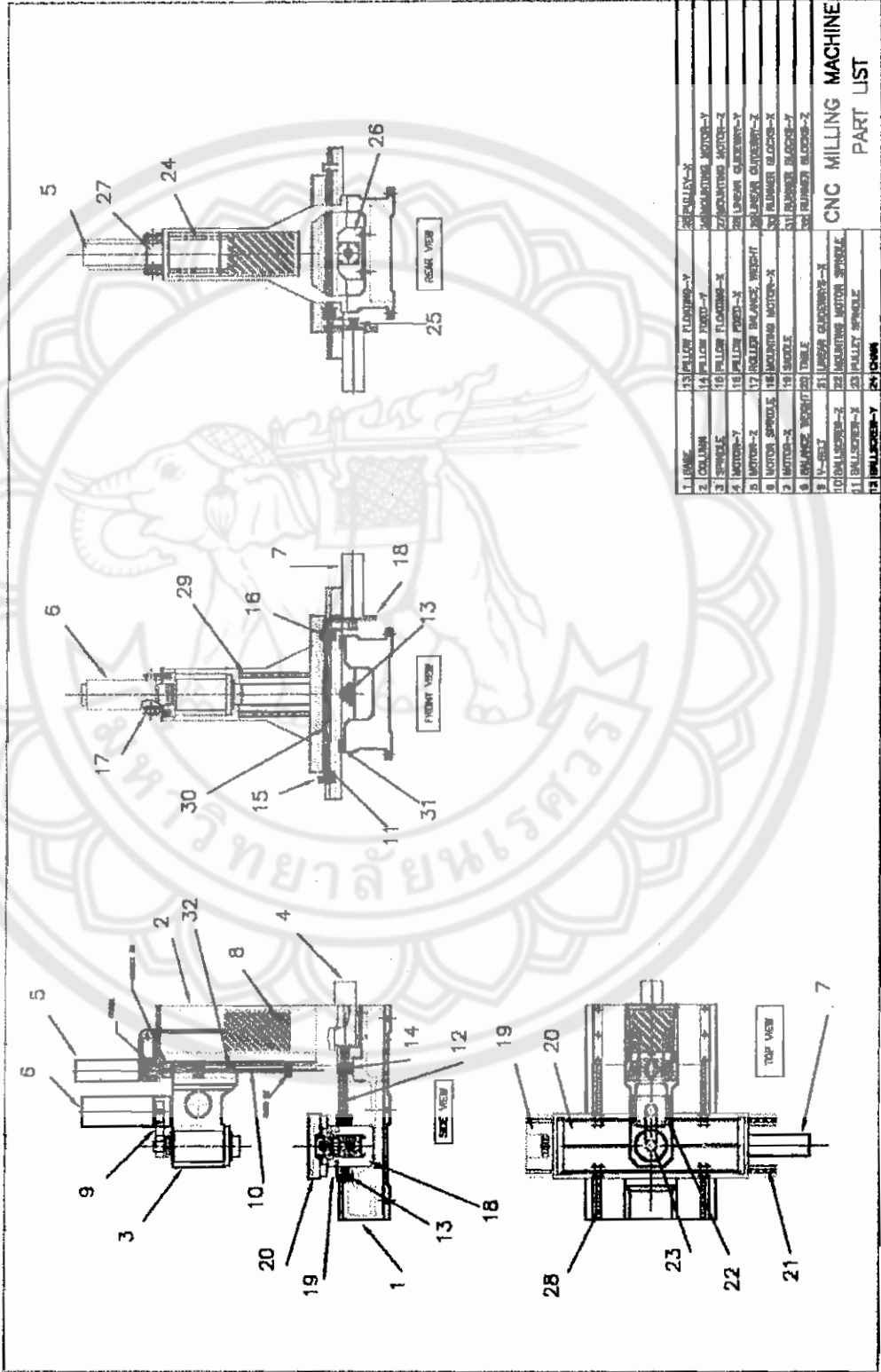






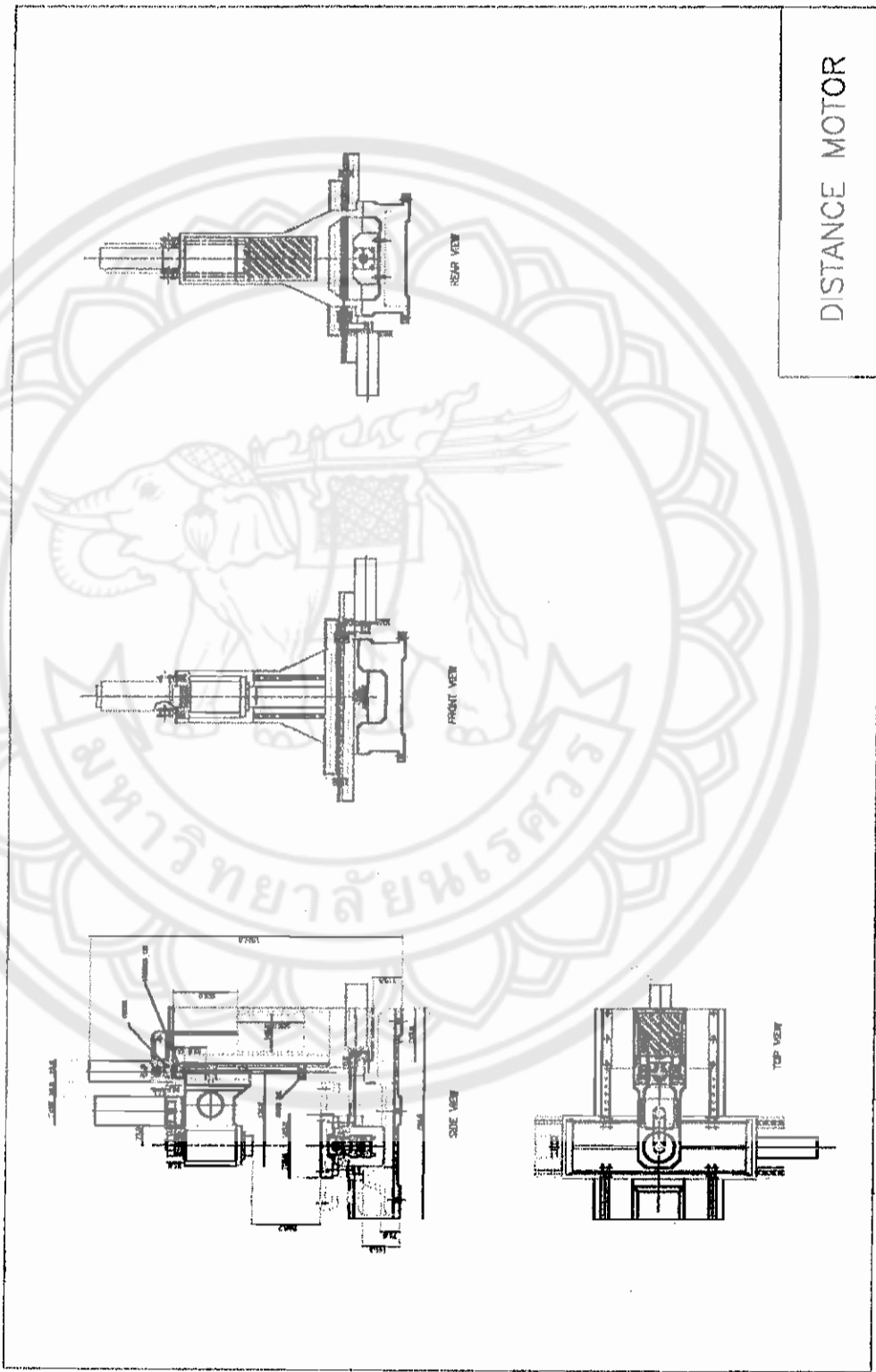
ภาคผนวก ข.  
แบบเครื่องกัก ซี เอ็น ซี แนวตั้ง

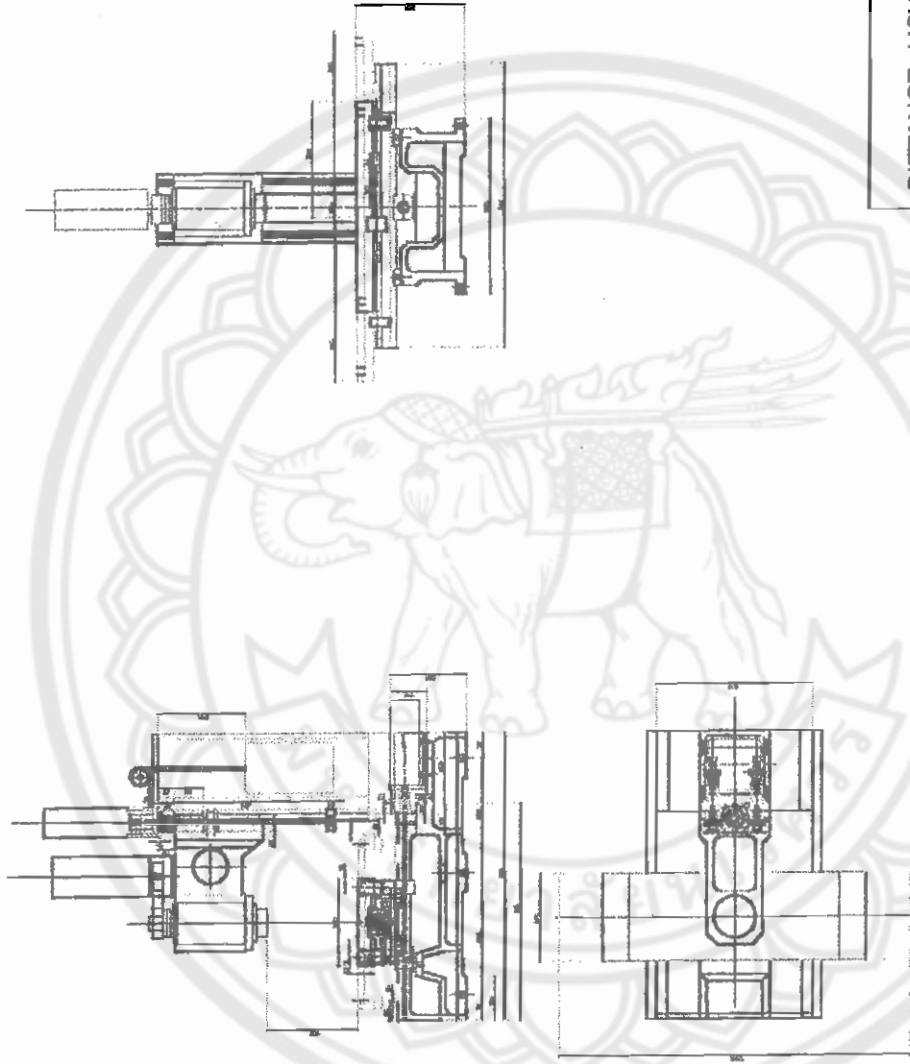
มหาวิทยาลัยพระนคร



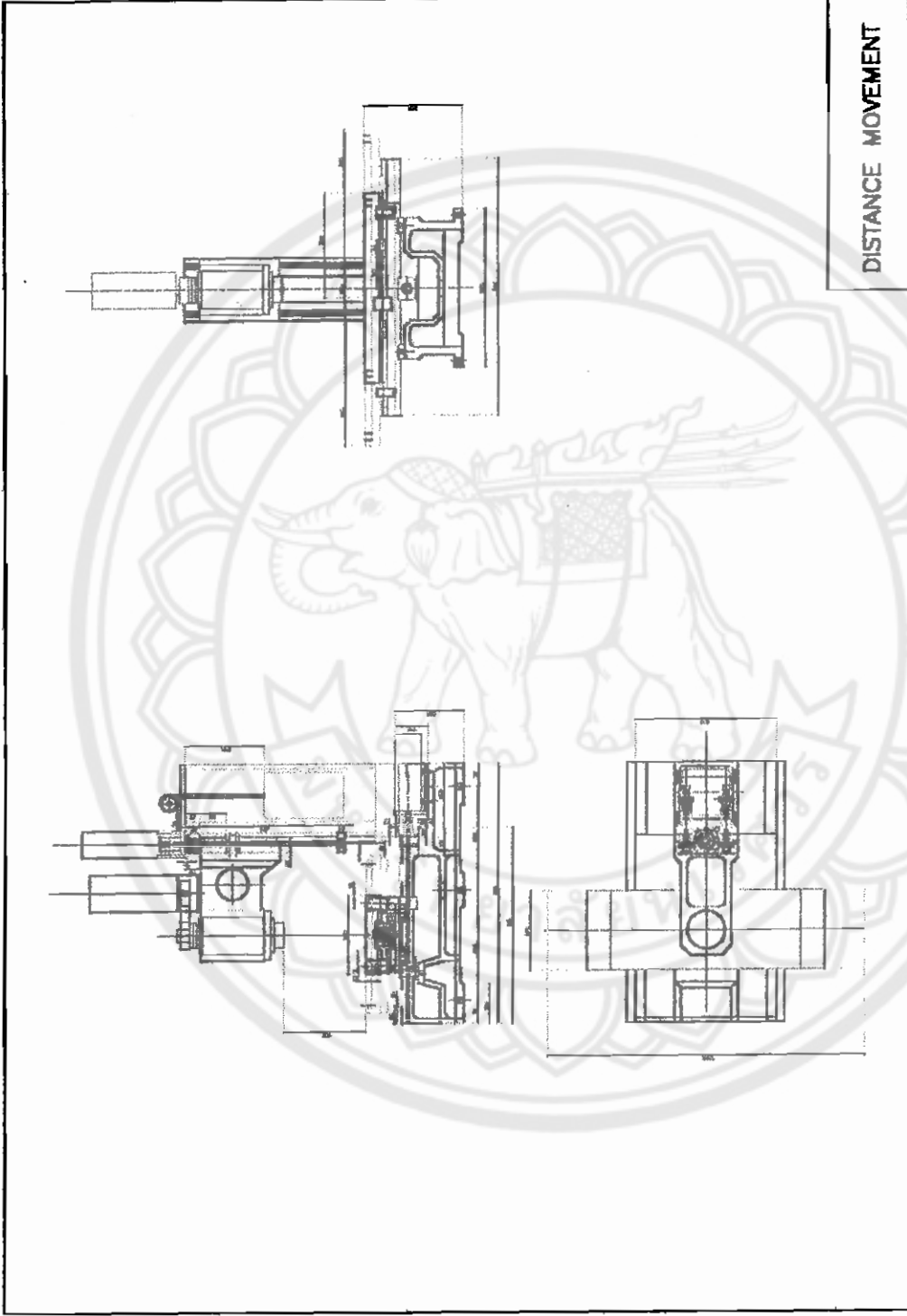
CNC MILLING MACHINE PART LIST	
1. MOTOR	28. BALL BEARING-Y
2. COLUMN	29. BALL BEARING-Y
3. SPINDLE	30. BALL BEARING-X
4. MOTOR-Y	31. BALL BEARING-X
5. MOTOR-Z	32. BALL BEARING-X
6. MOTOR SPINDLE	
7. MOTOR-X	
8. BALANCE WEIGHT	
9. N-REST	
10. BALL SCREW-Z	
11. BALL SCREW-Y	
12. BALL SCREW-X	
13. FOLLOW FLANGE-Y	
14. FOLLOW FLANGE-Z	
15. FOLLOW FLANGE-X	
16. PULLER FLANGE-X	
17. PULLER FLANGE-Y	
18. PULLER FLANGE-Z	
19. MOTOR SPINDLE	
20. MOTOR-X	
21. MOTOR-Y	
22. MOTOR-Z	
23. MOTOR SPINDLE	
24. MOTOR-X	
25. MOTOR-Y	
26. MOTOR-Z	
27. MOTOR SPINDLE	
28. BALL BEARING-Y	
29. BALL BEARING-Y	
30. BALL BEARING-X	
31. BALL BEARING-X	
32. BALL BEARING-X	

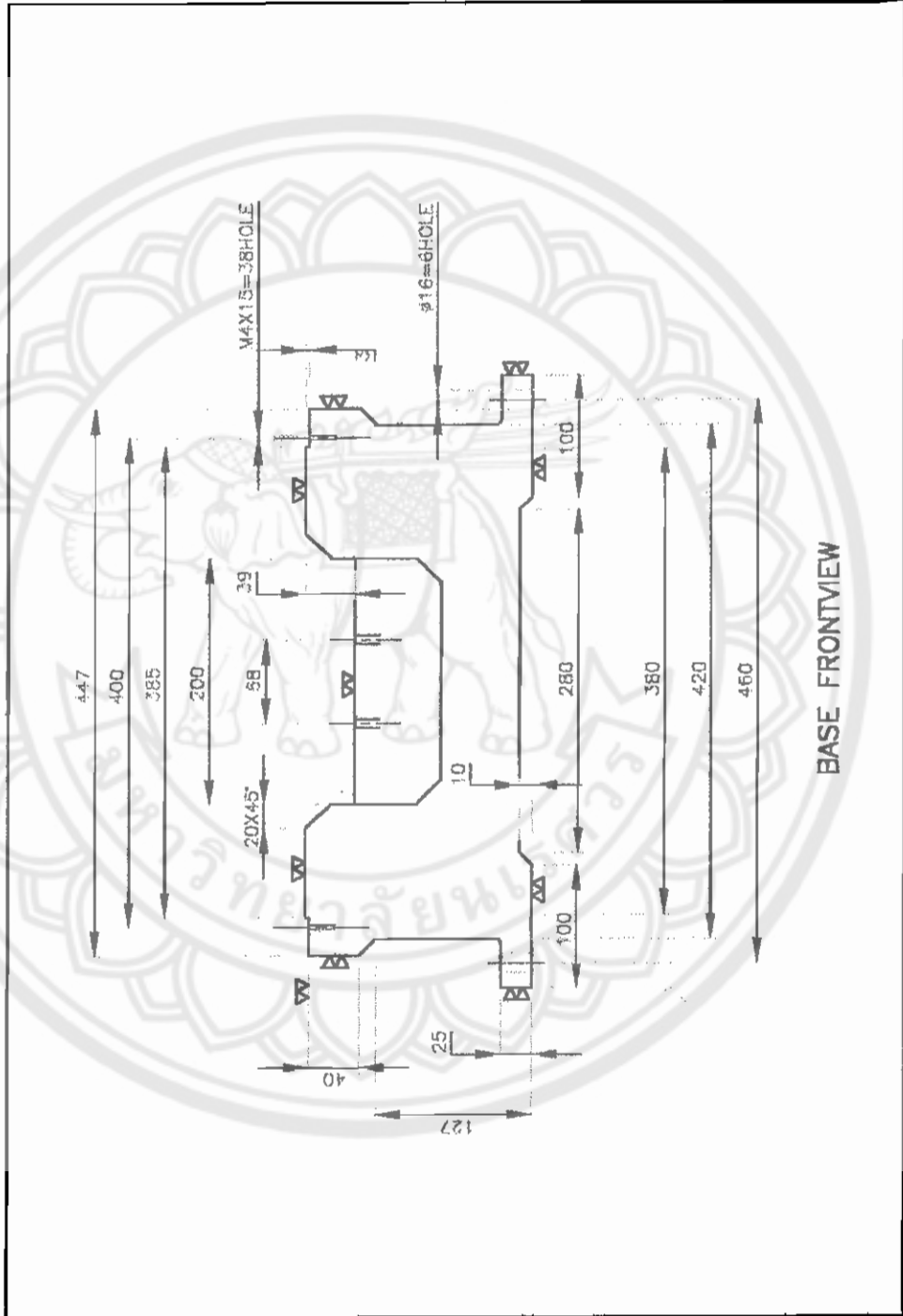
DISTANCE MOTOR



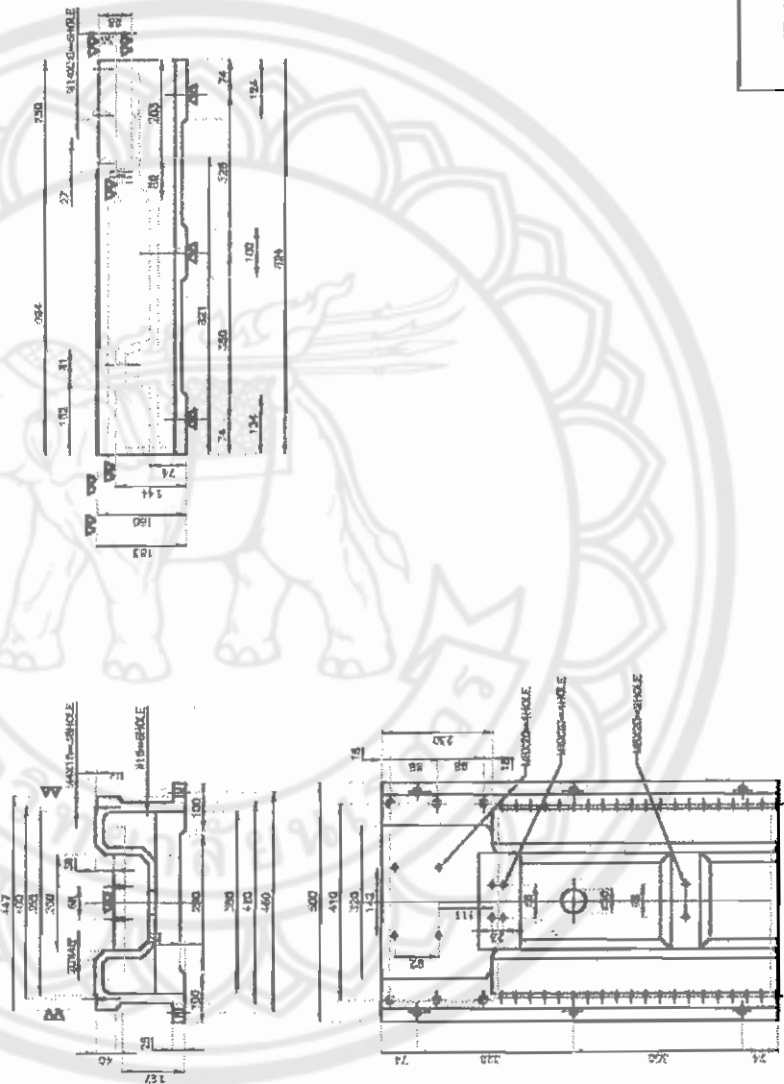


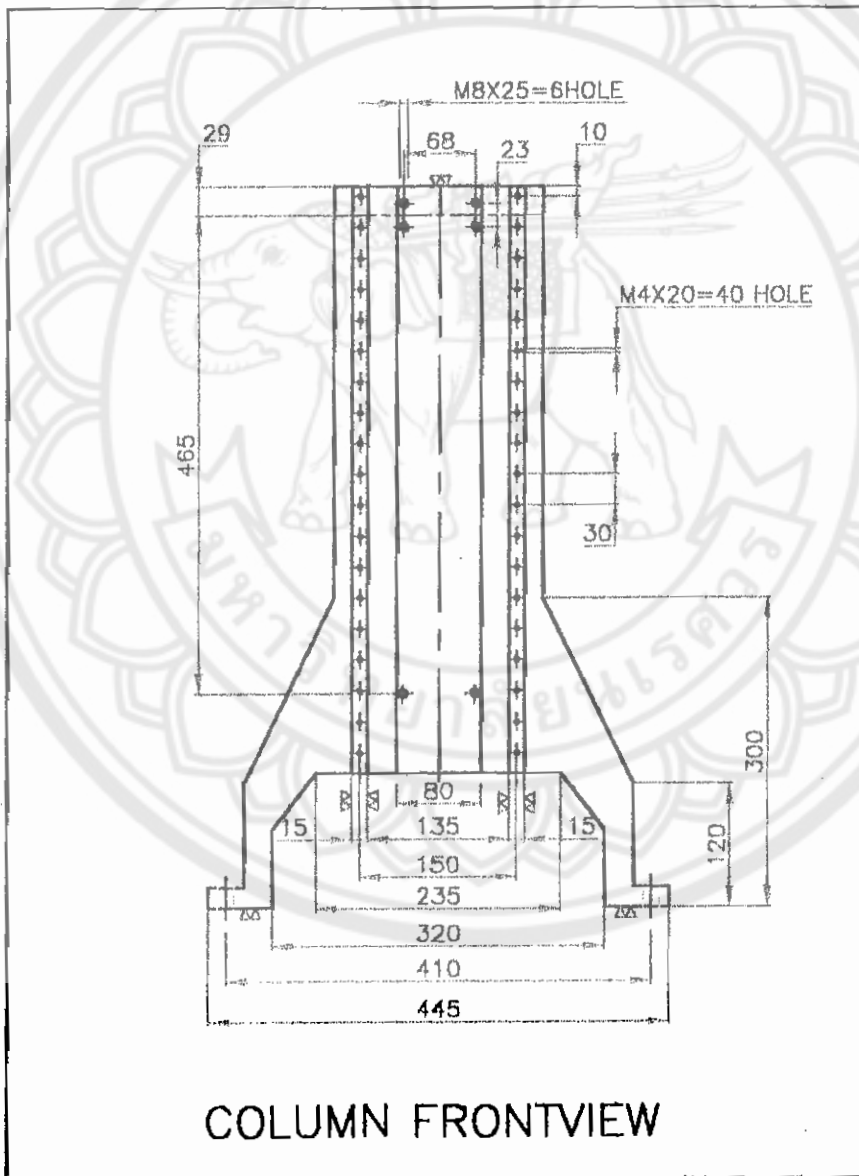
DISTANCE MOVEMENT



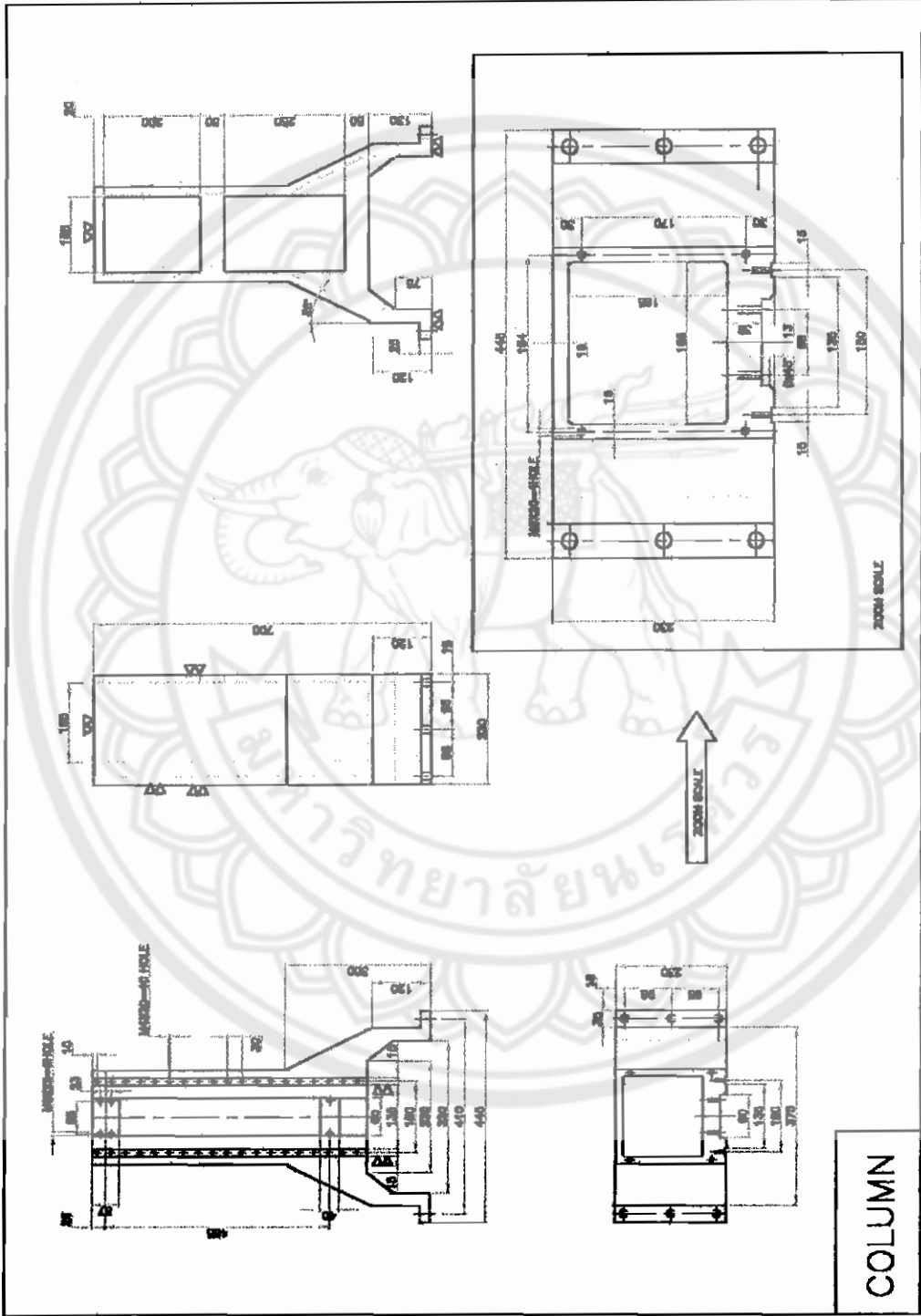


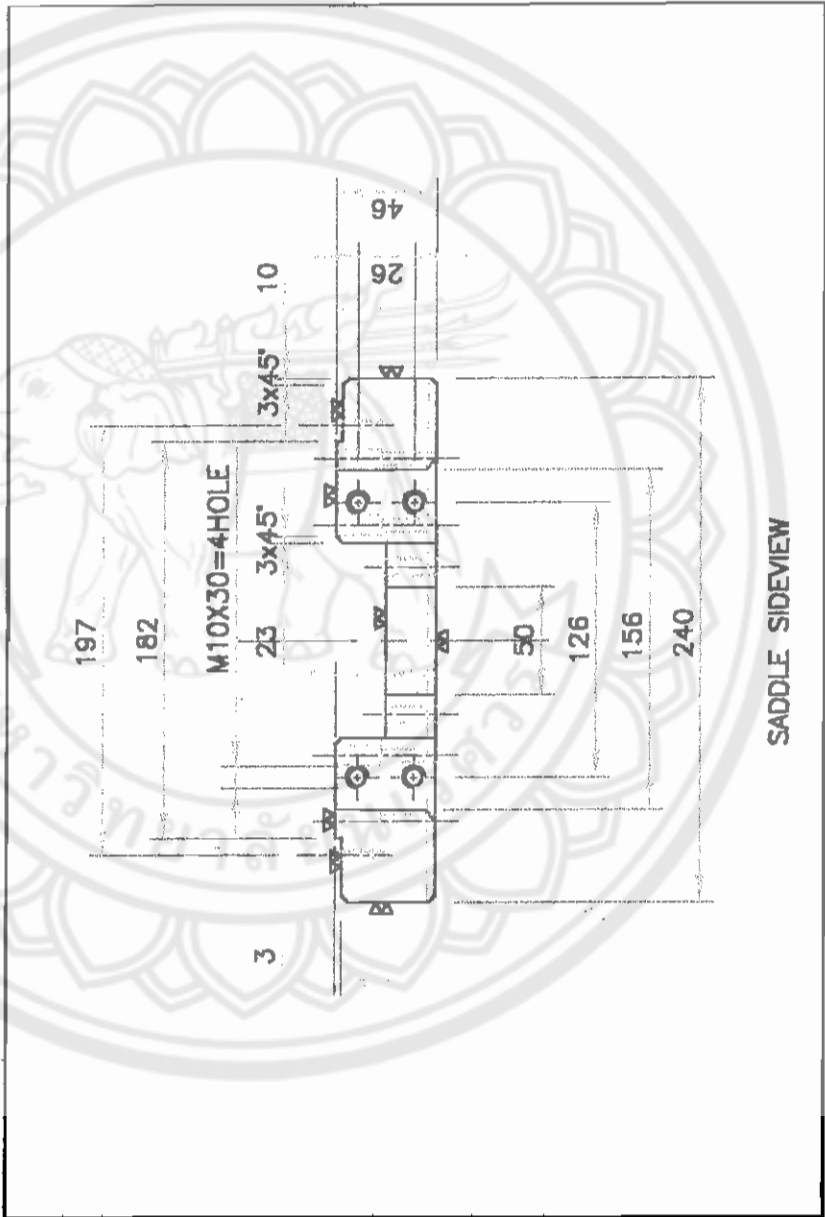
BASE











SADDLE SIDEVIEW

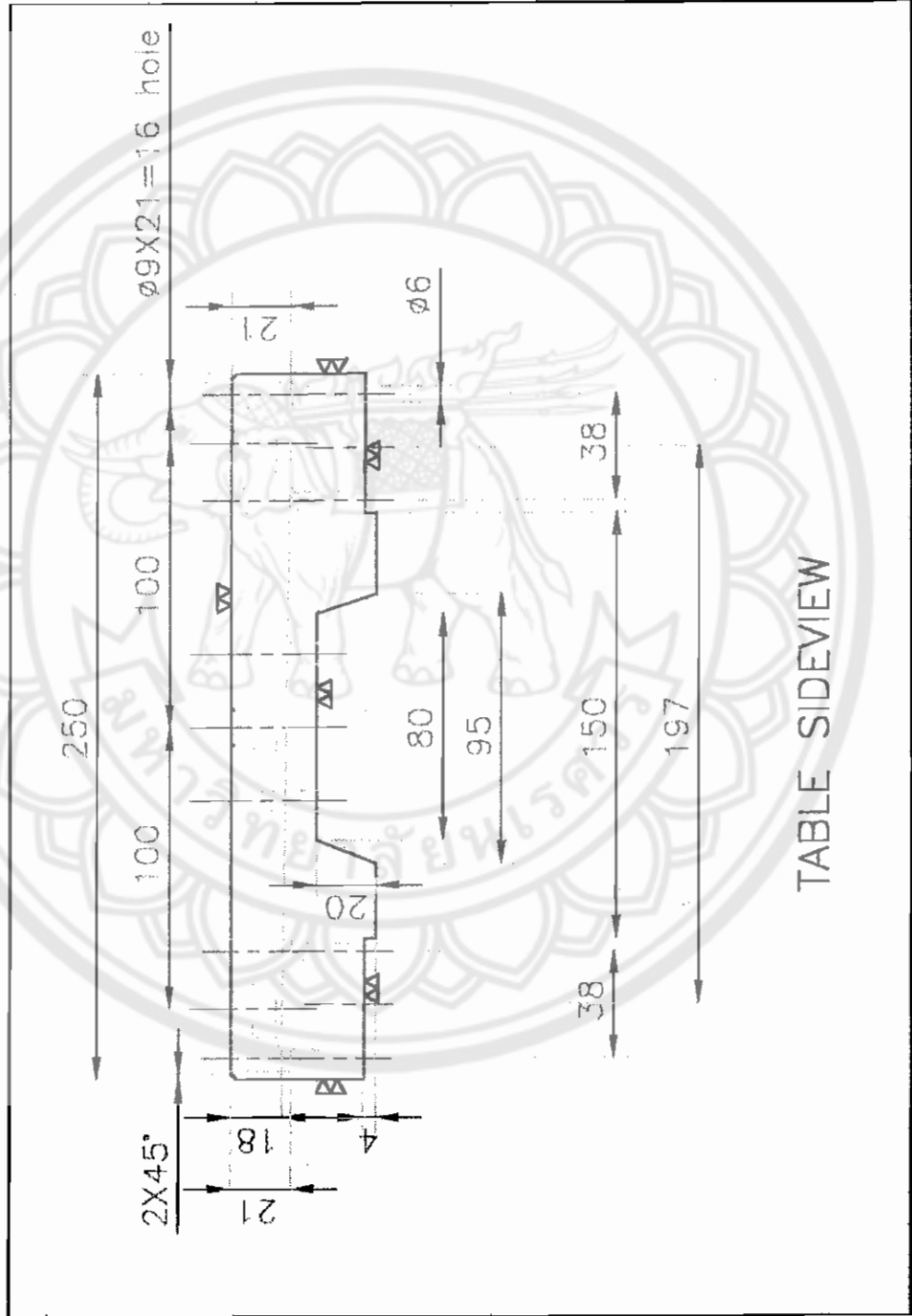
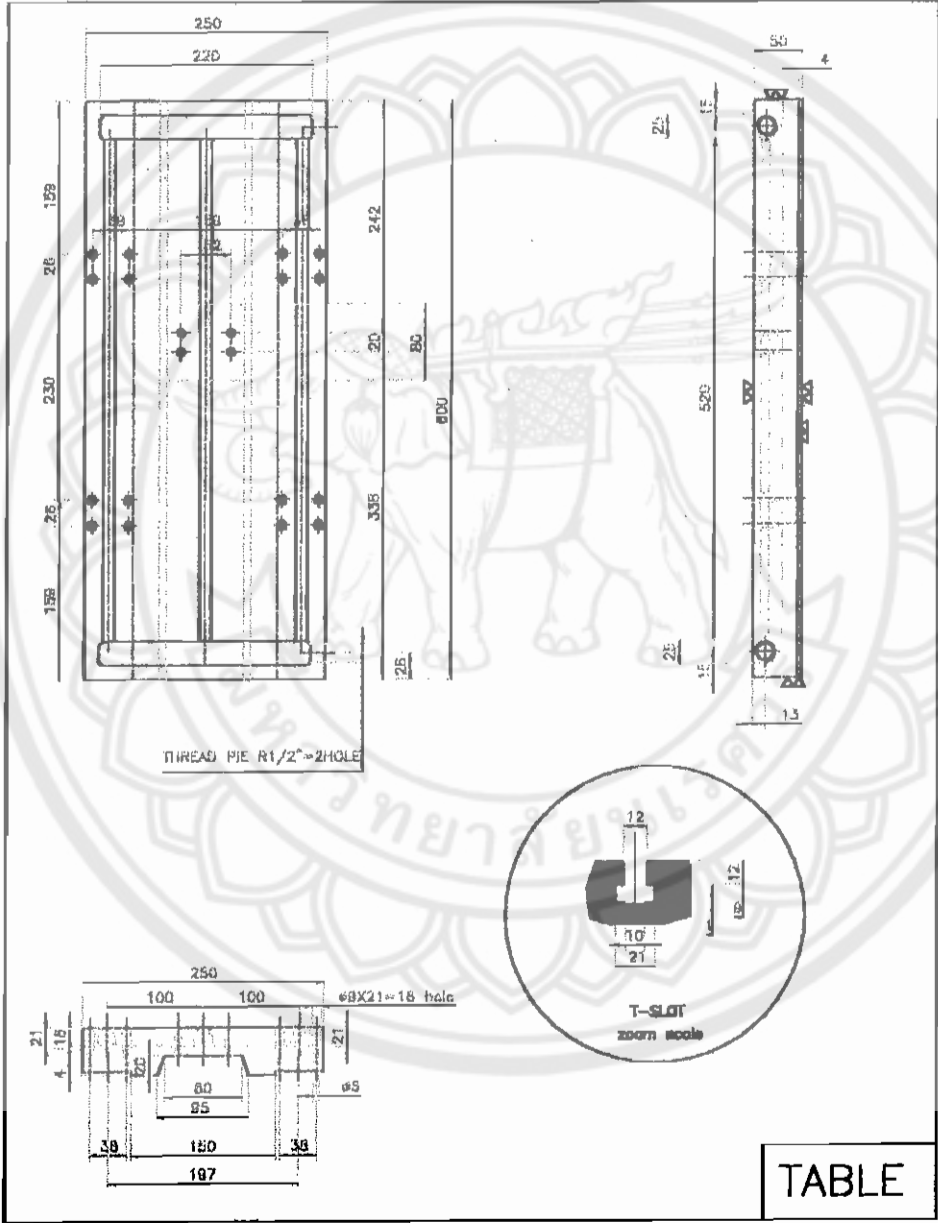
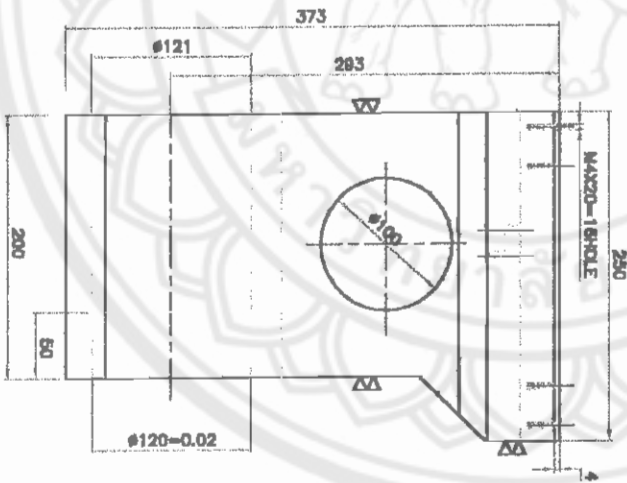
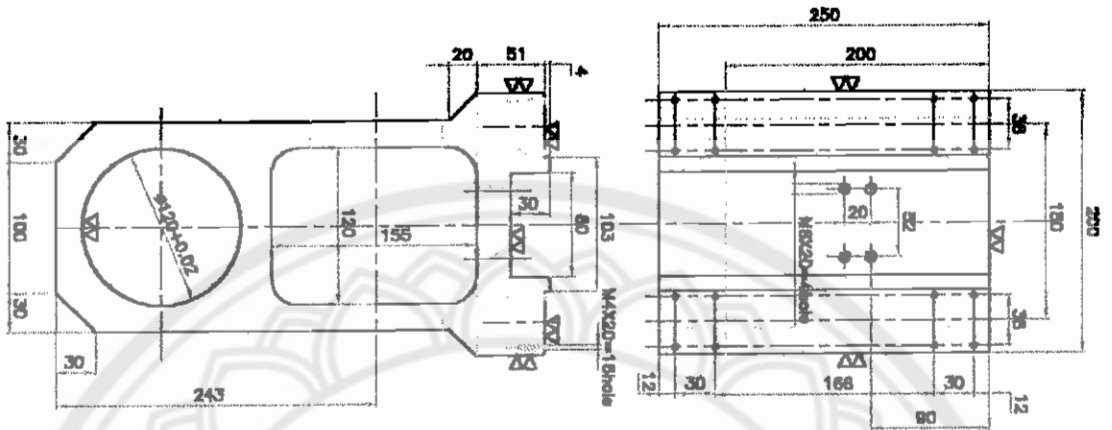


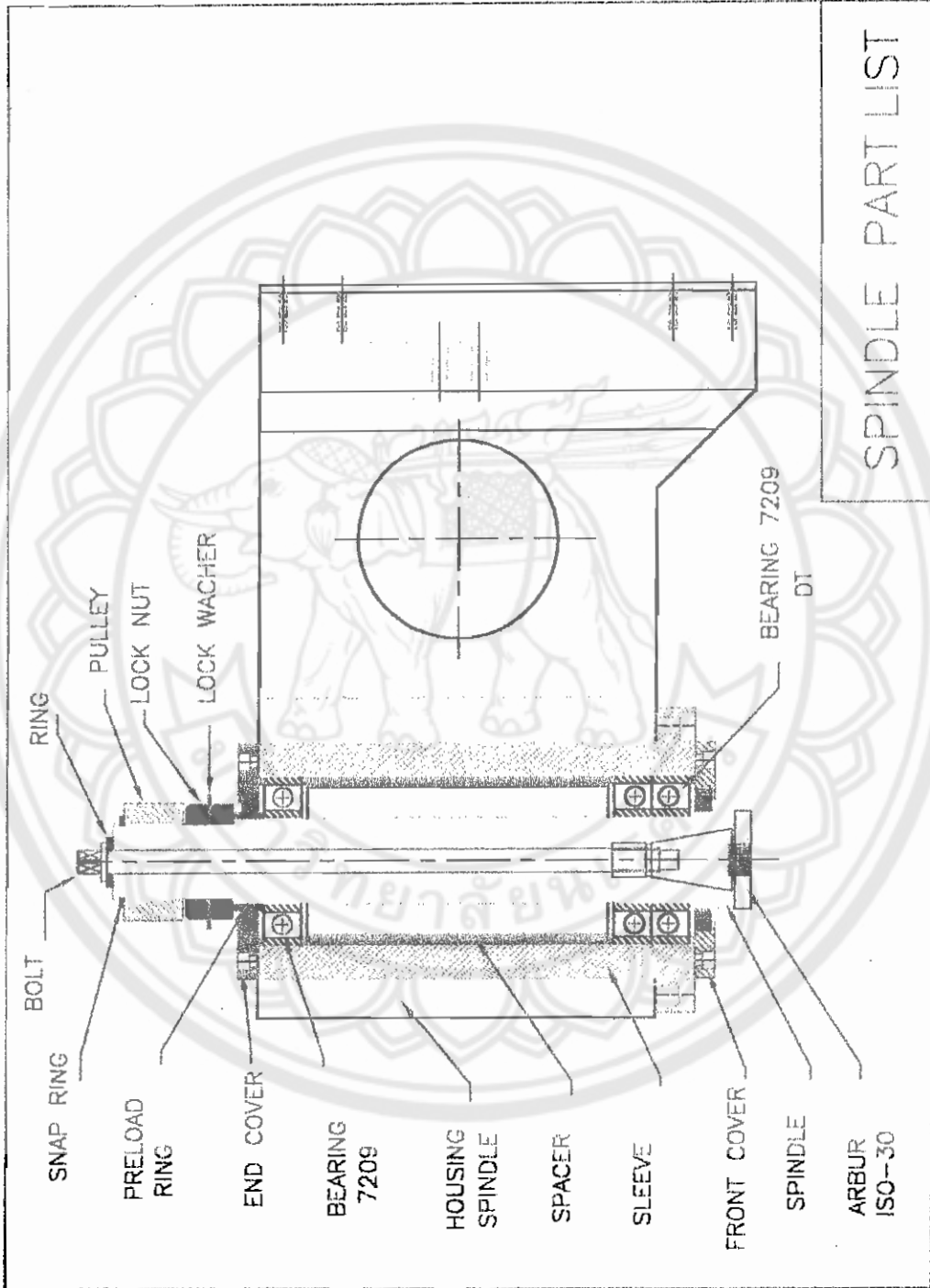
TABLE SIDEVIEW



TABLE



HOUSING SPINDLE



BOLT

RING

SNAP RING

PULLEY

PRELOAD RING

LOCK NUT

END COVER

LOCK WASHER

BEARING 7209

HOUSING SPINDLE

SPACER

SLEEVE

FRONT COVER

BEARING 7209

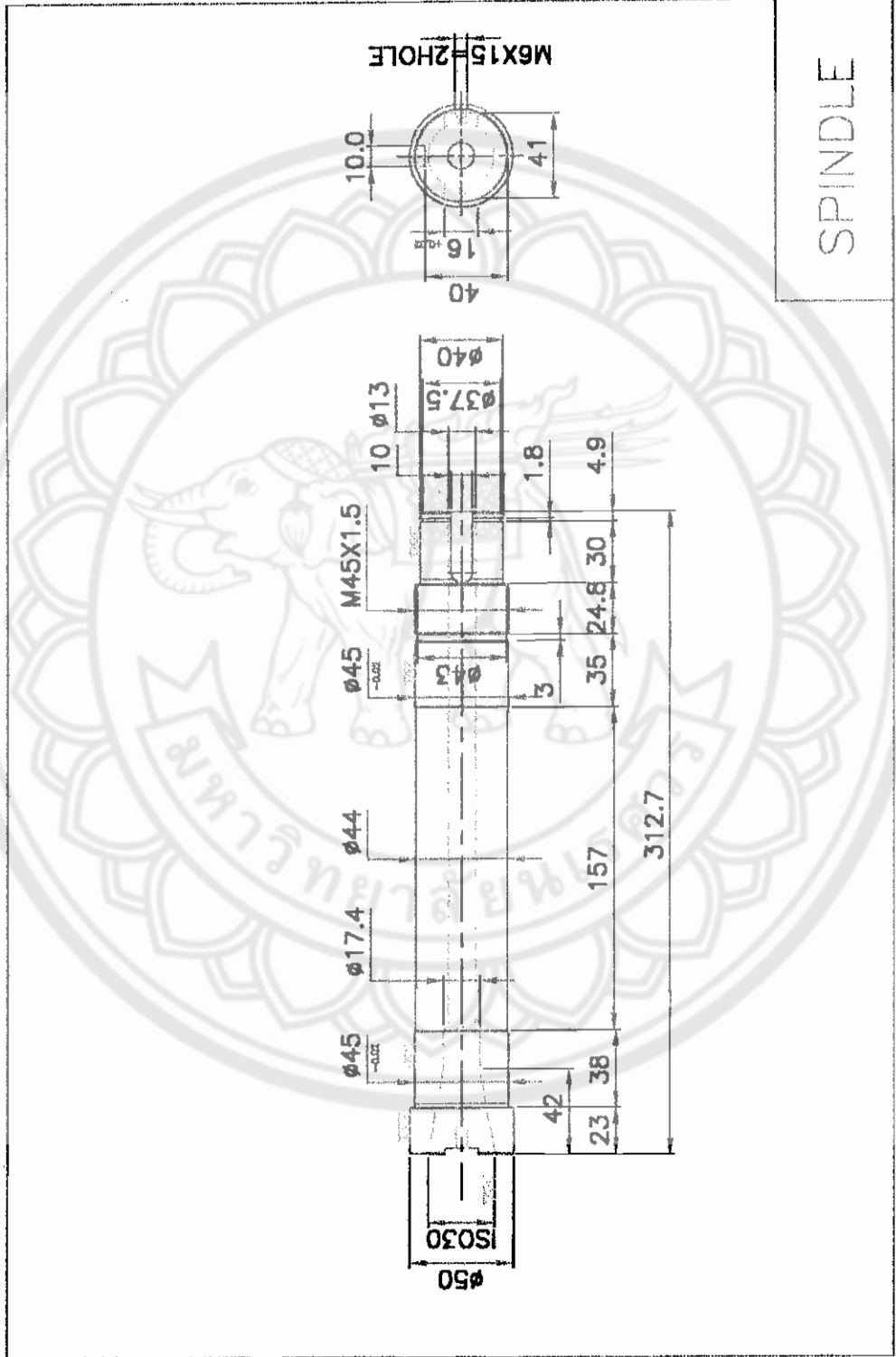
DT

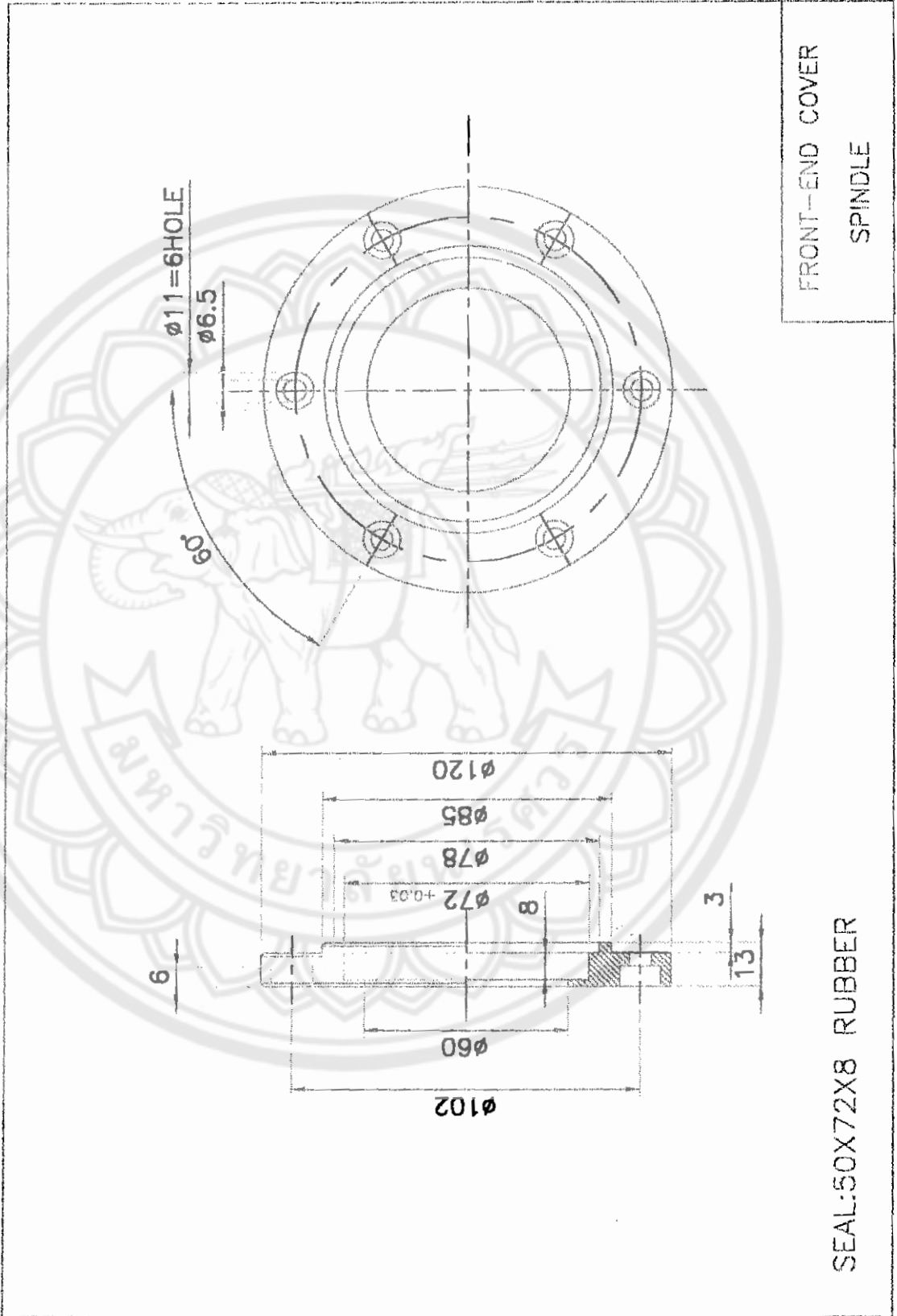
SPINDLE

ARBUR ISO-30

SPINDLE PART LIST

# SPINDLE

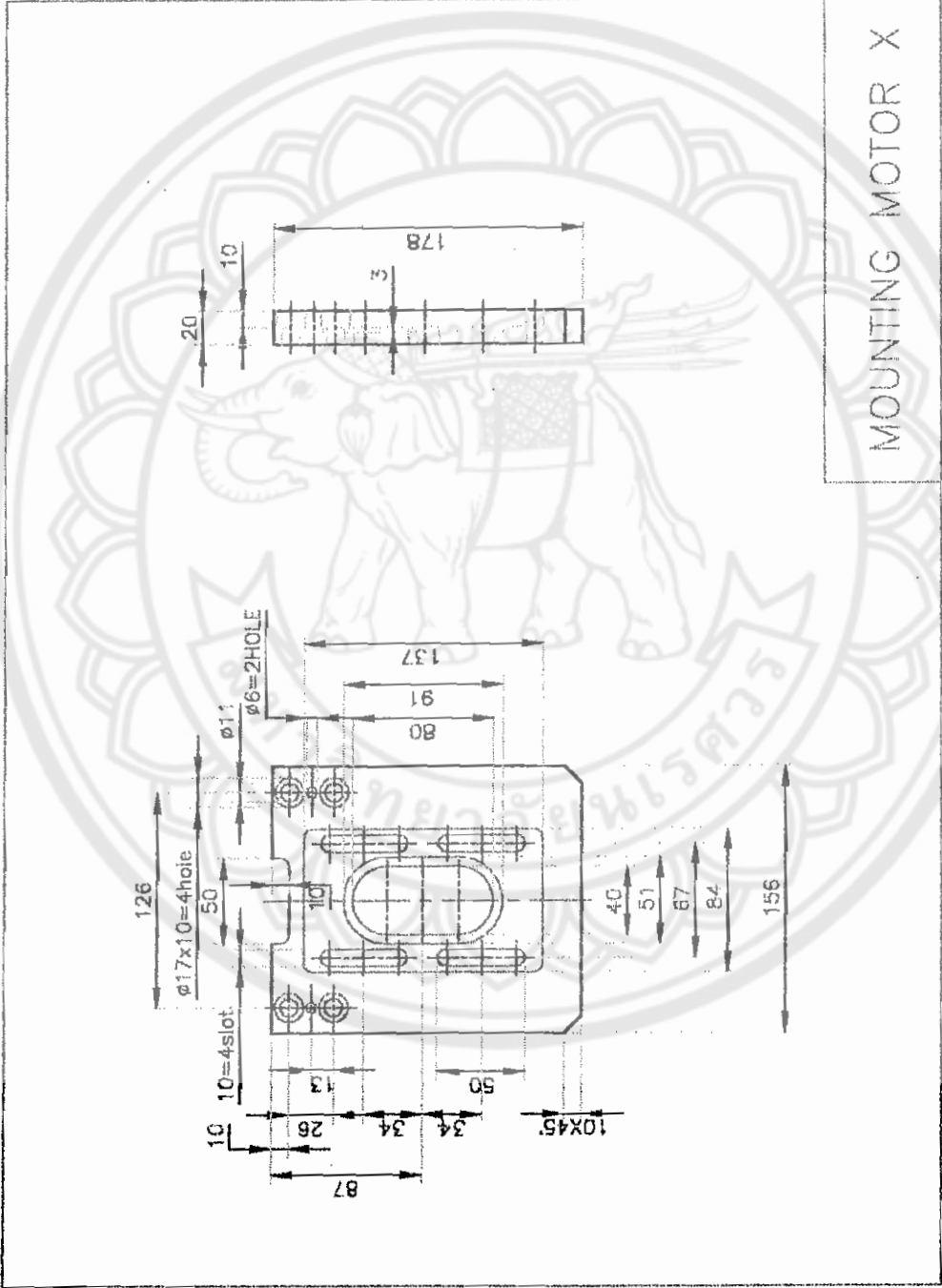




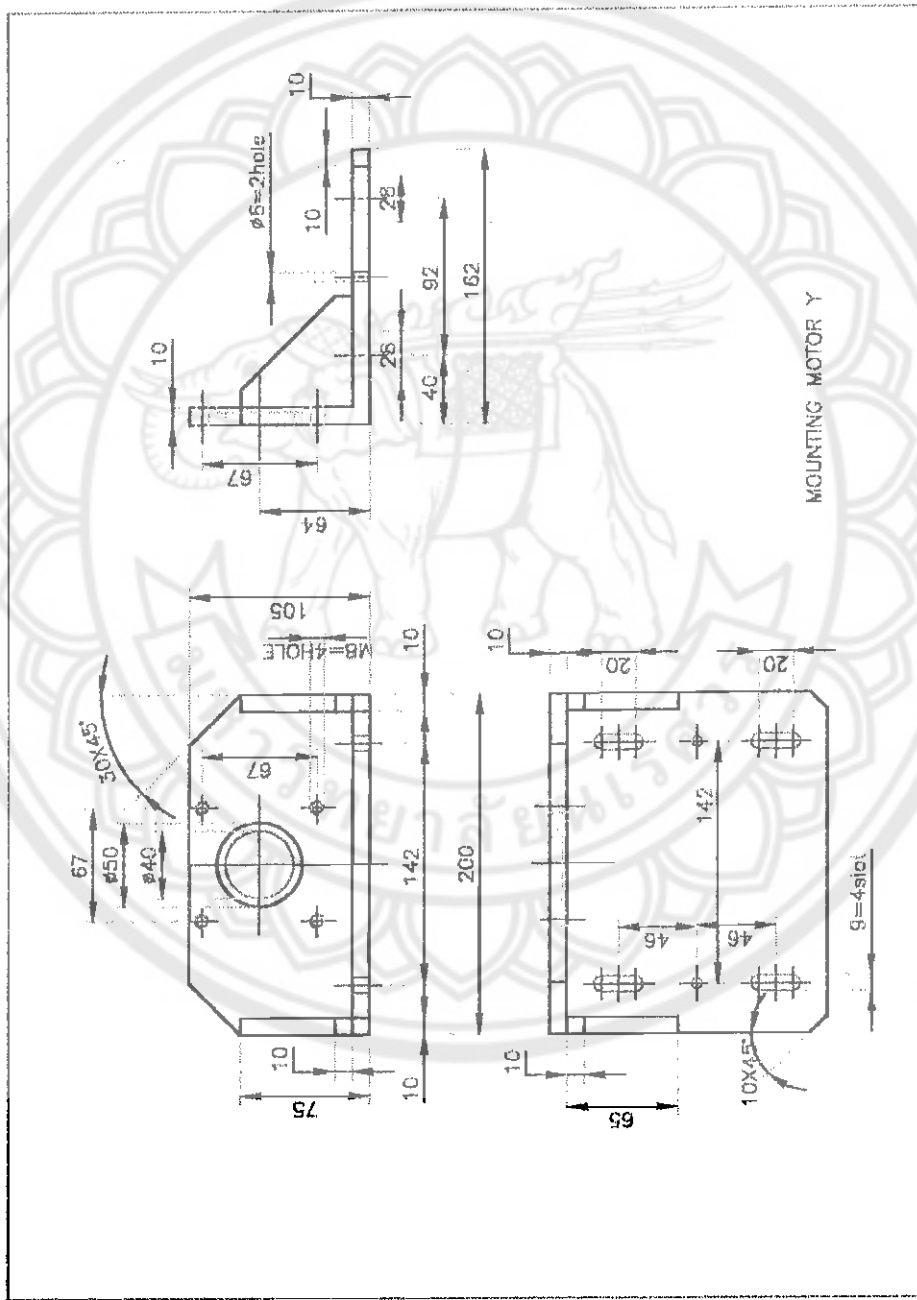
FRONT-END COVER  
SPINDLE

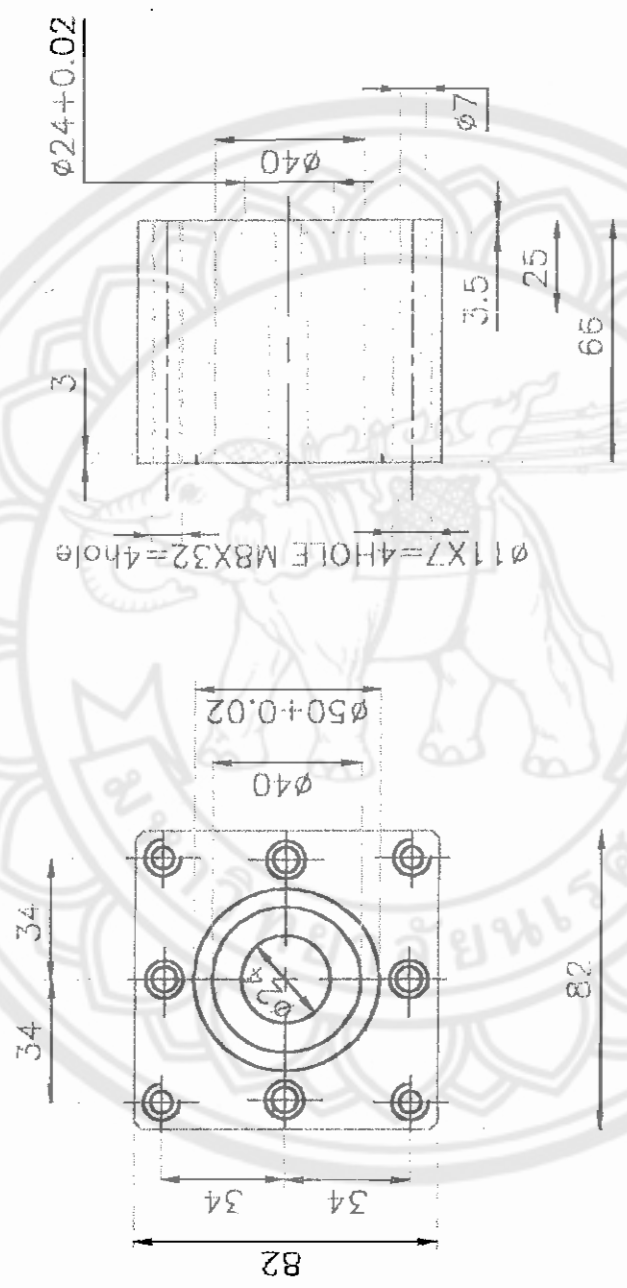
SEAL:50X72X8 RUBBER



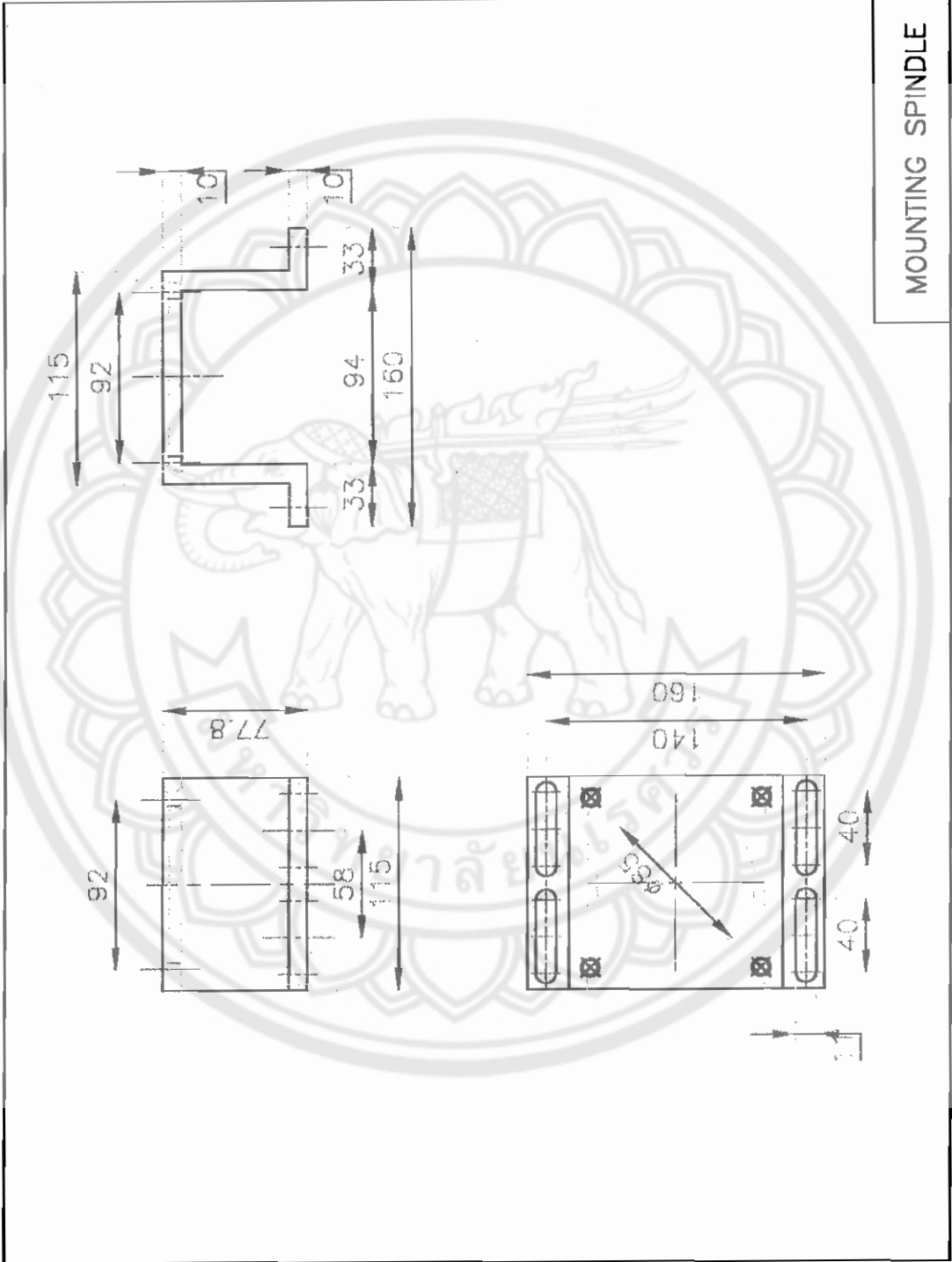


MOUNTING MOTOR X





MOUNTING MOTOR Z--AXIS



MOUNTING SPINDLE

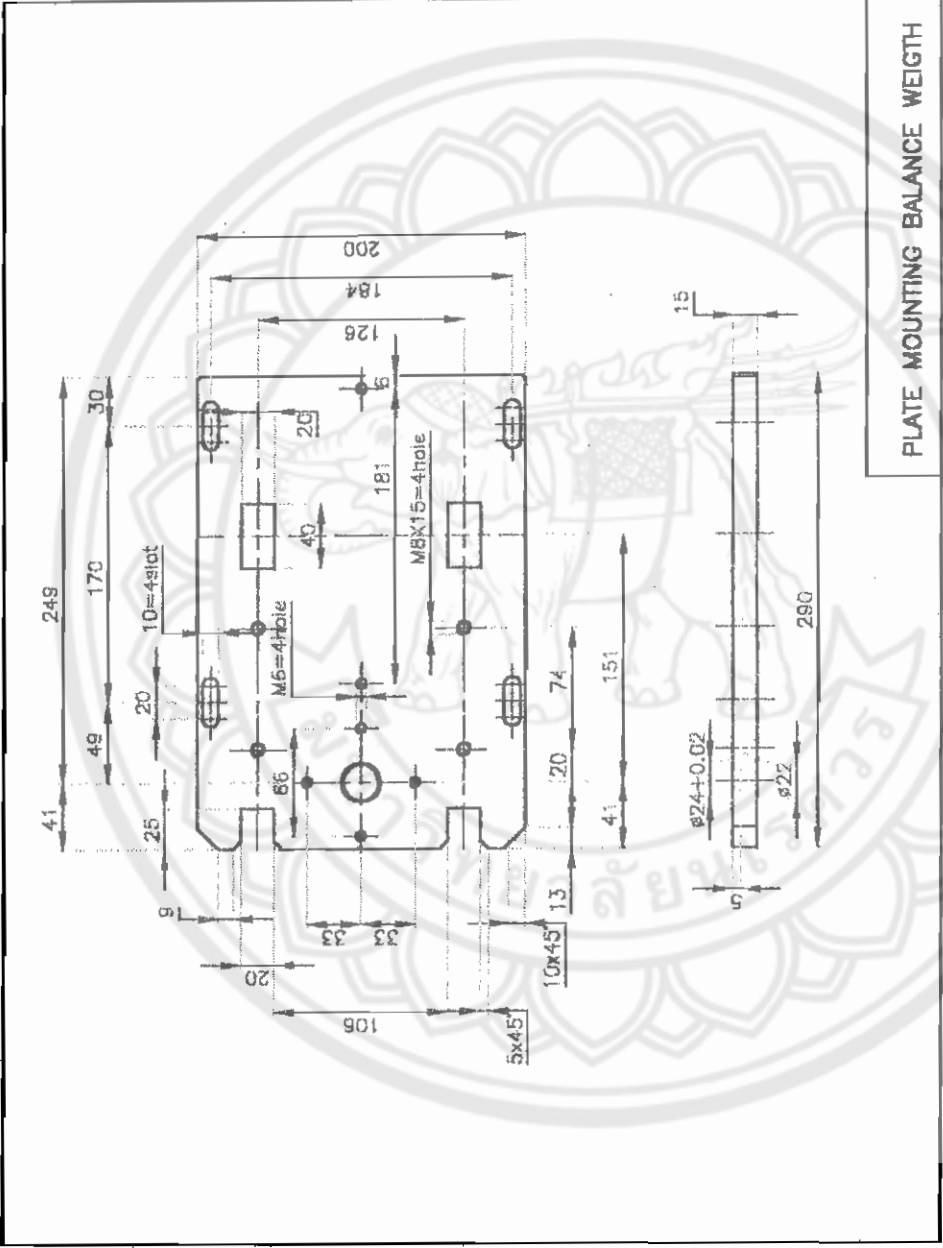
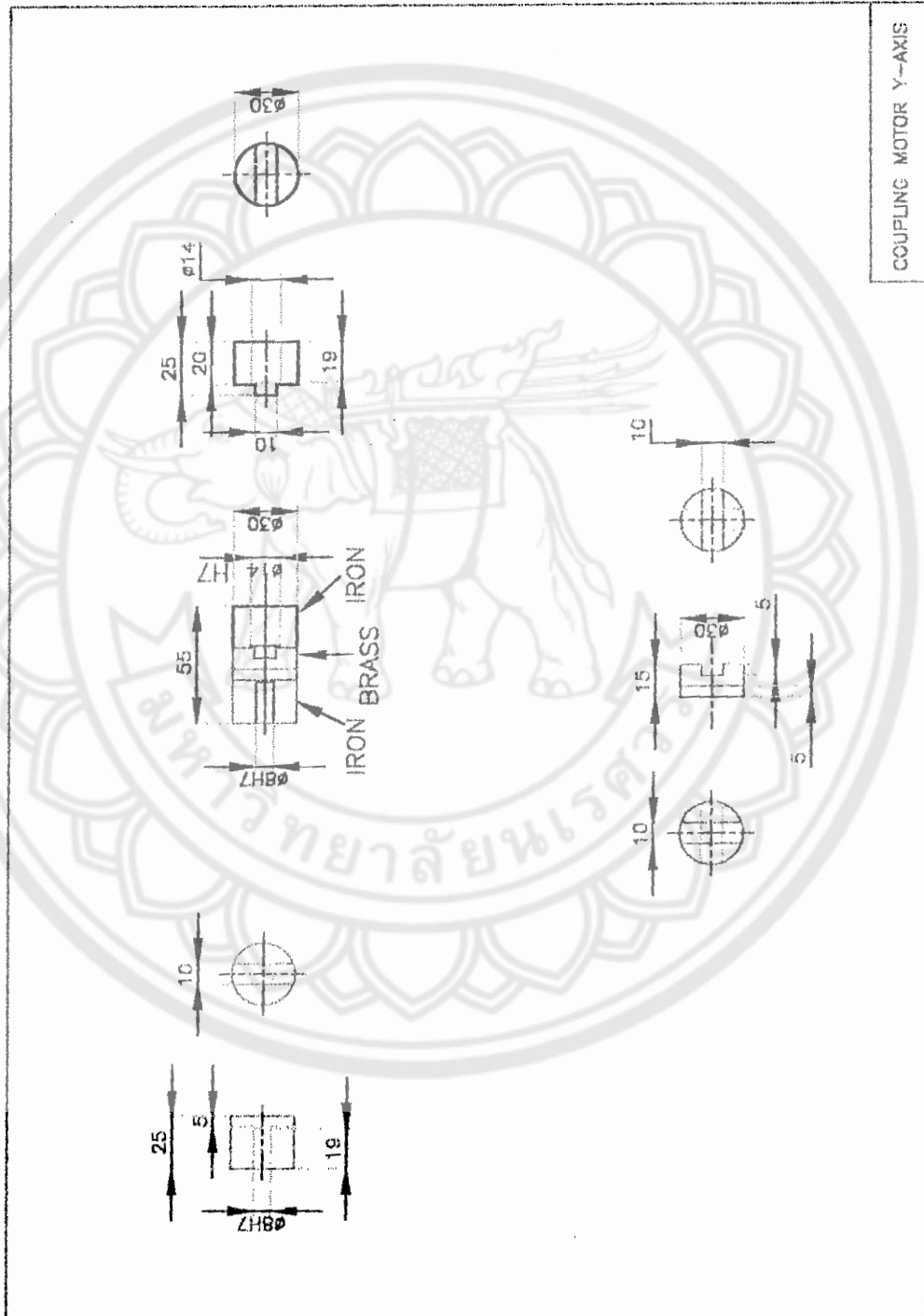
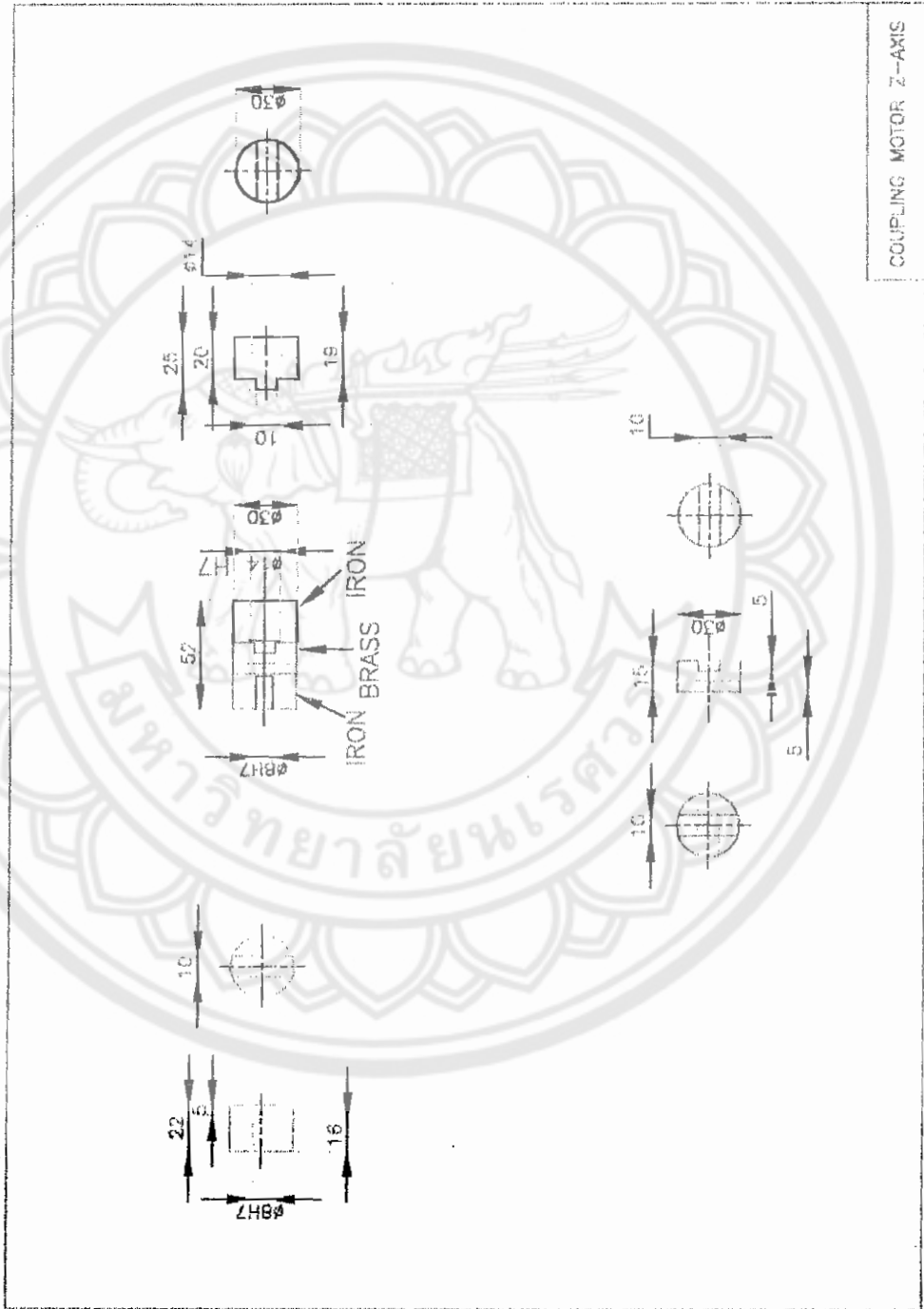


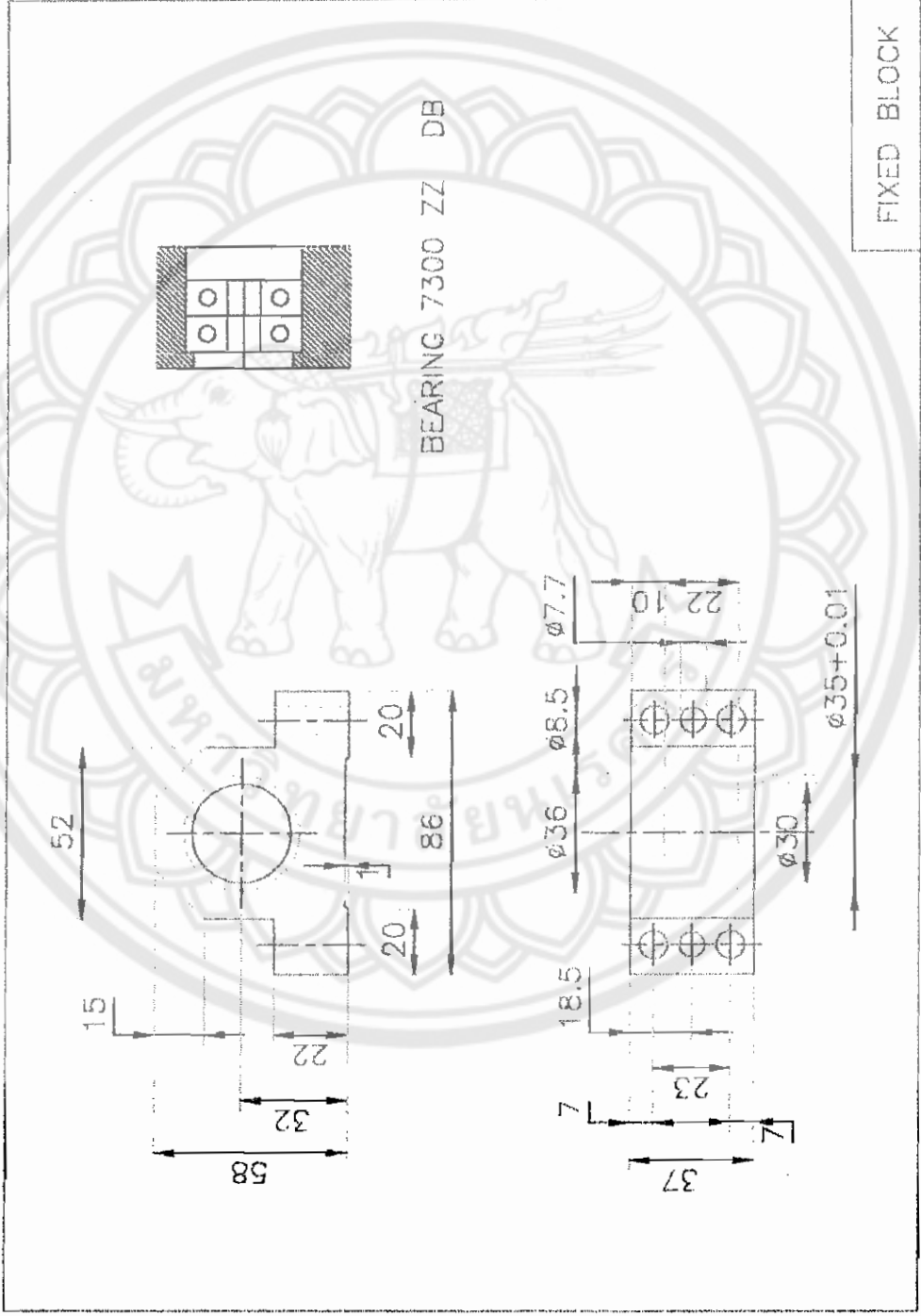
PLATE MOUNTING BALANCE WEIGHT



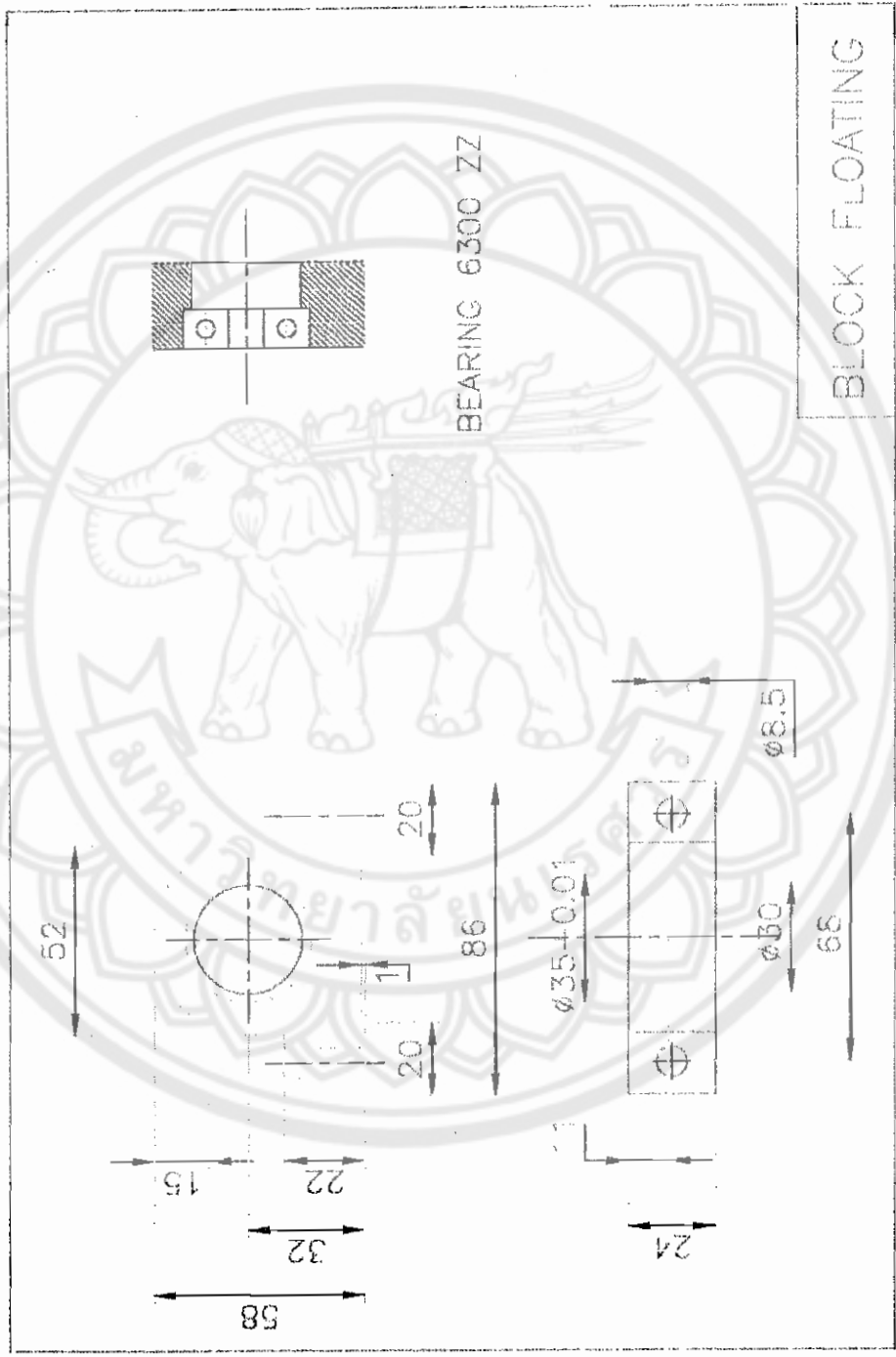
COUPLING MOTOR Y-AXIS

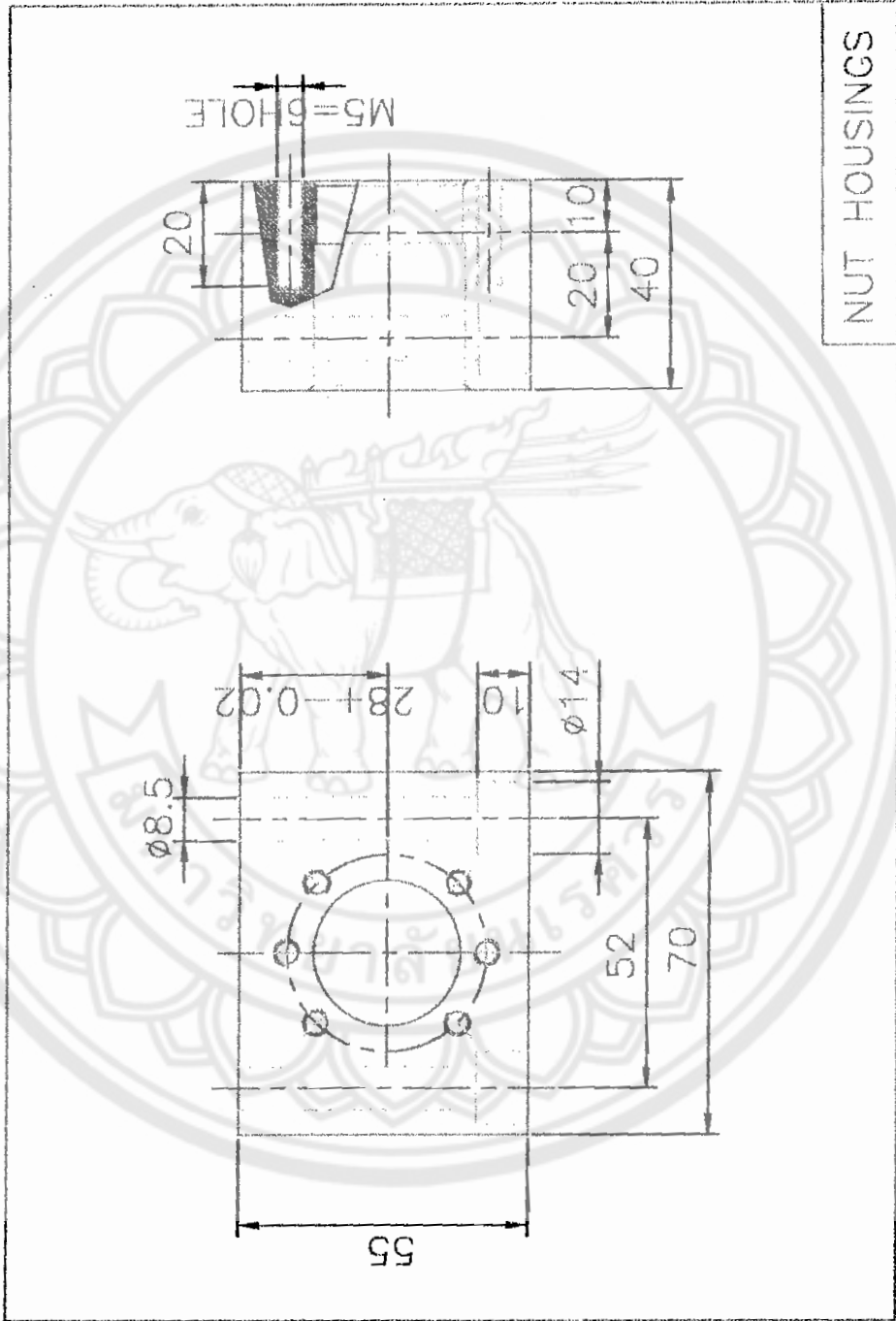


COUPLING MOTOR 2-AXIS

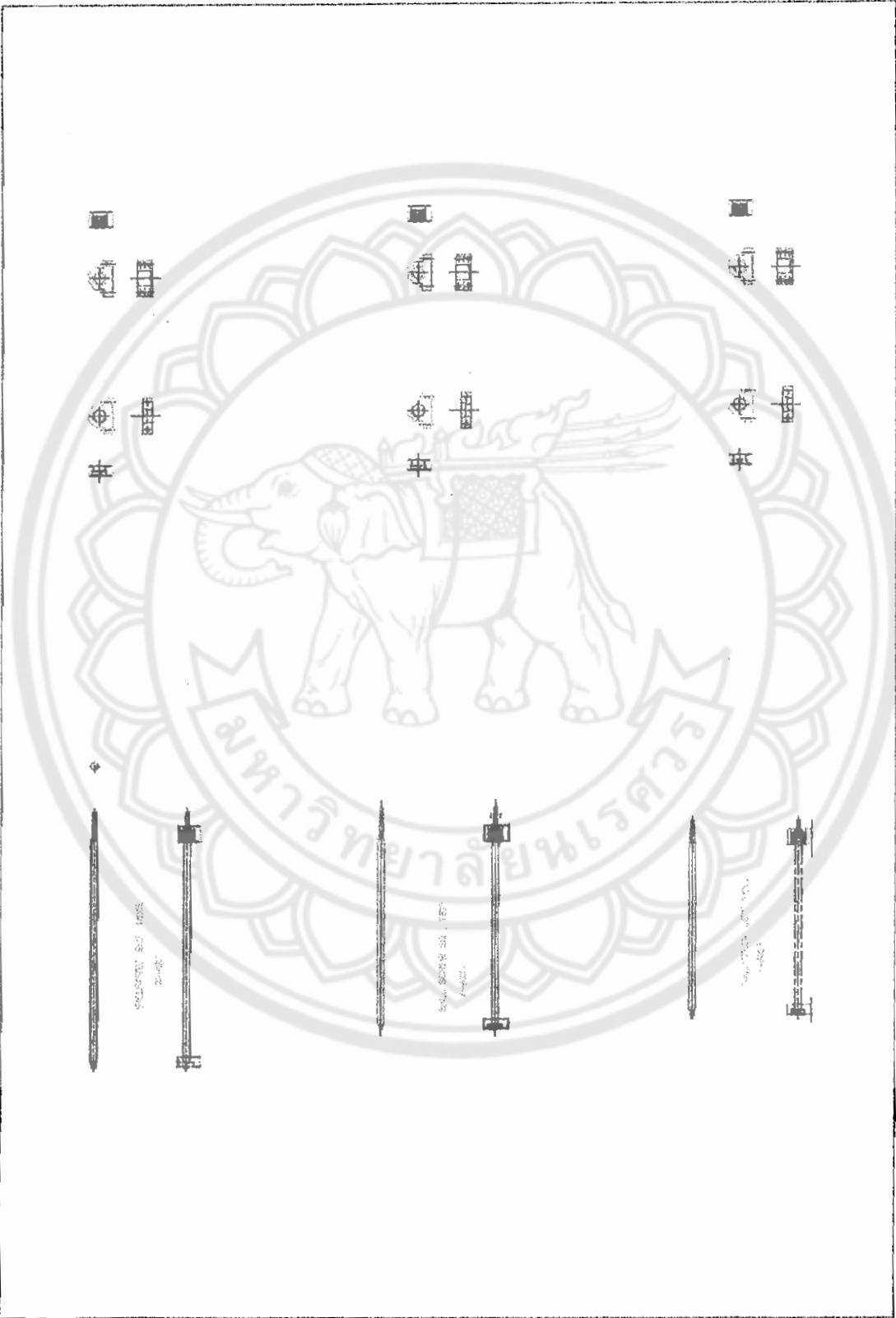








NUT HOUSINGS



■  
๒๒

■  
๒๒

■  
๒๒

๒๒  
๒๒

๒๒  
๒๒

๒๒  
๒๒

๒๒

๒๒

๒๒

๒๒

๒๒

๒๒

๒๒

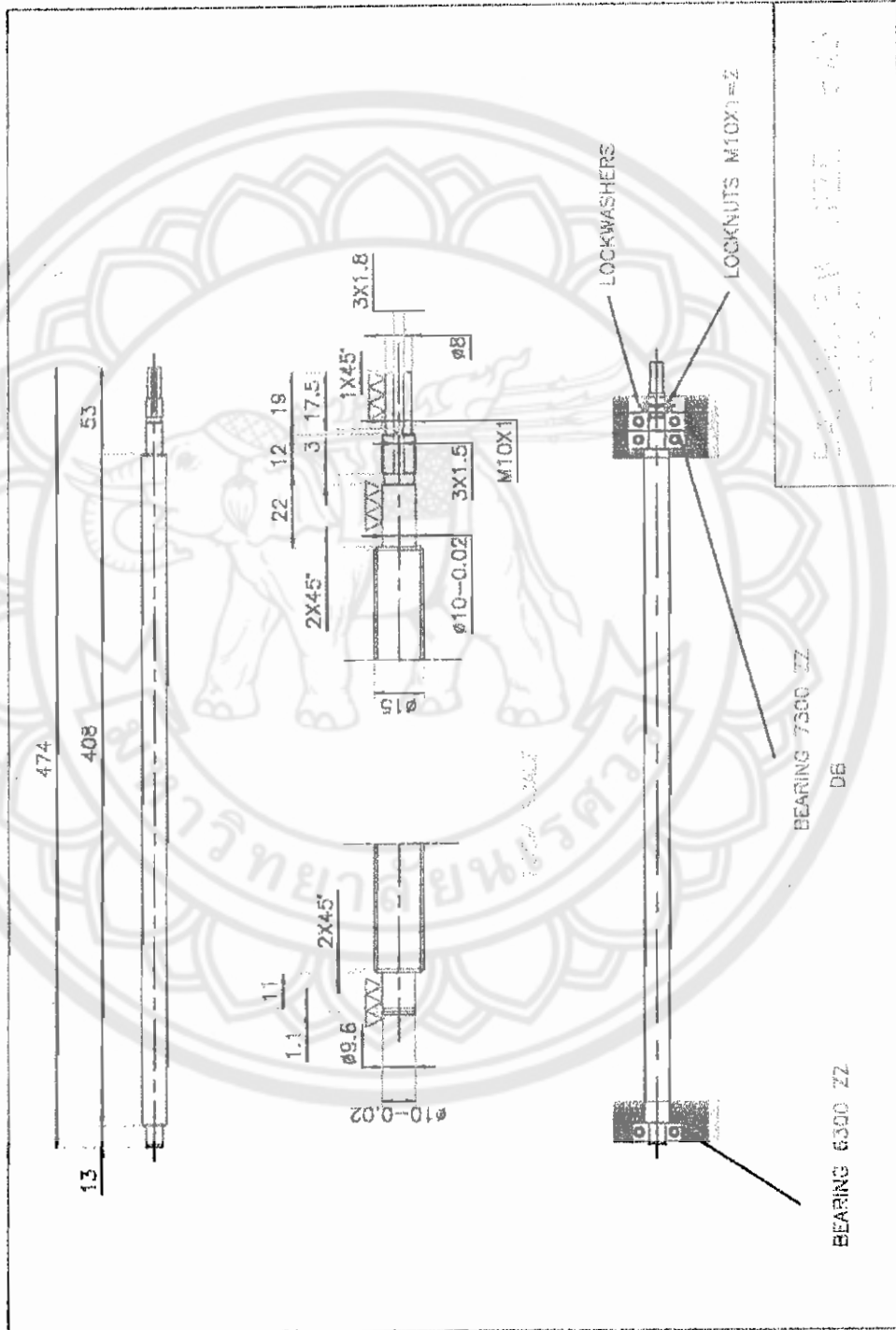
๒๒

๒๒

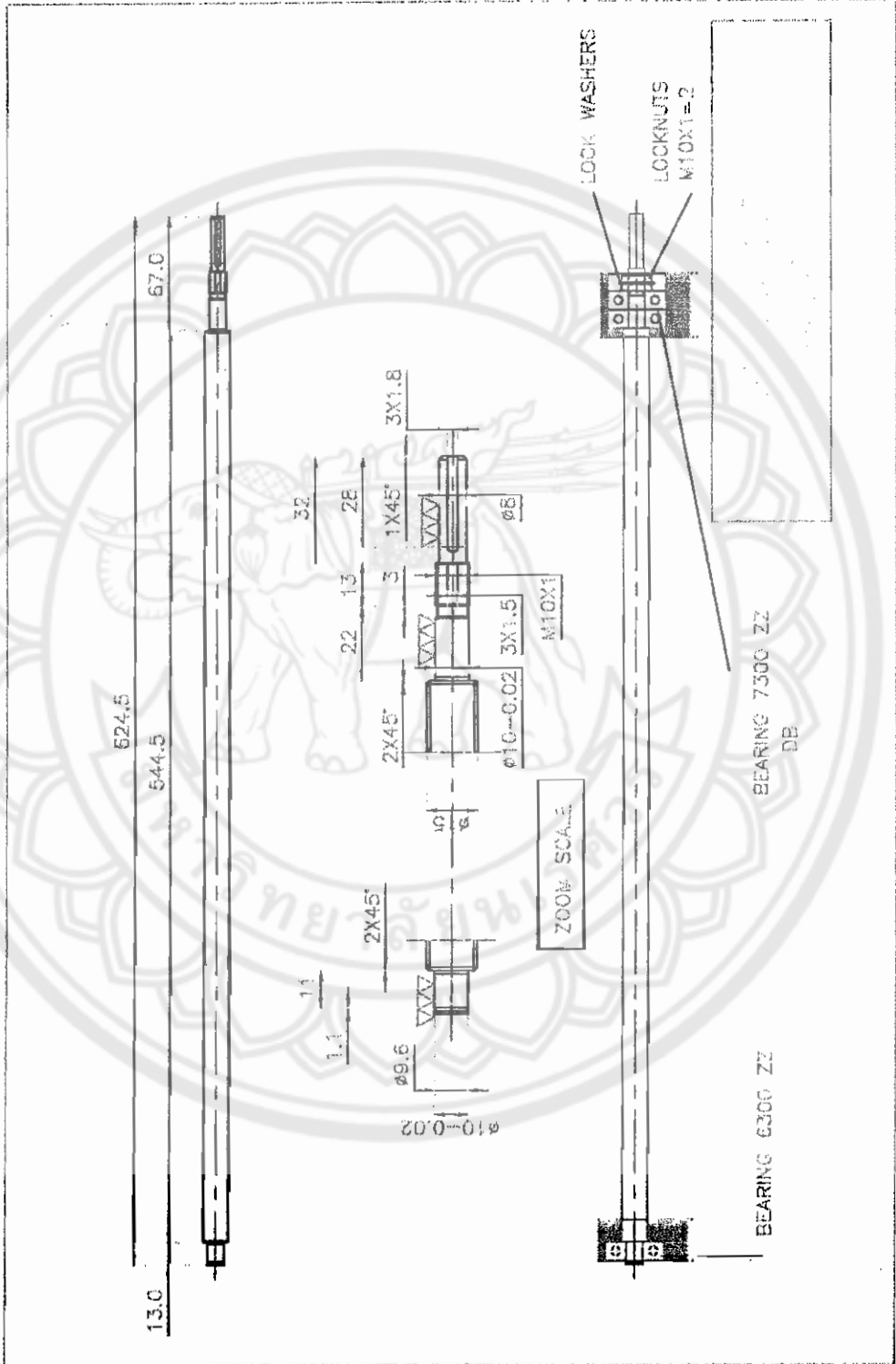
๒๒

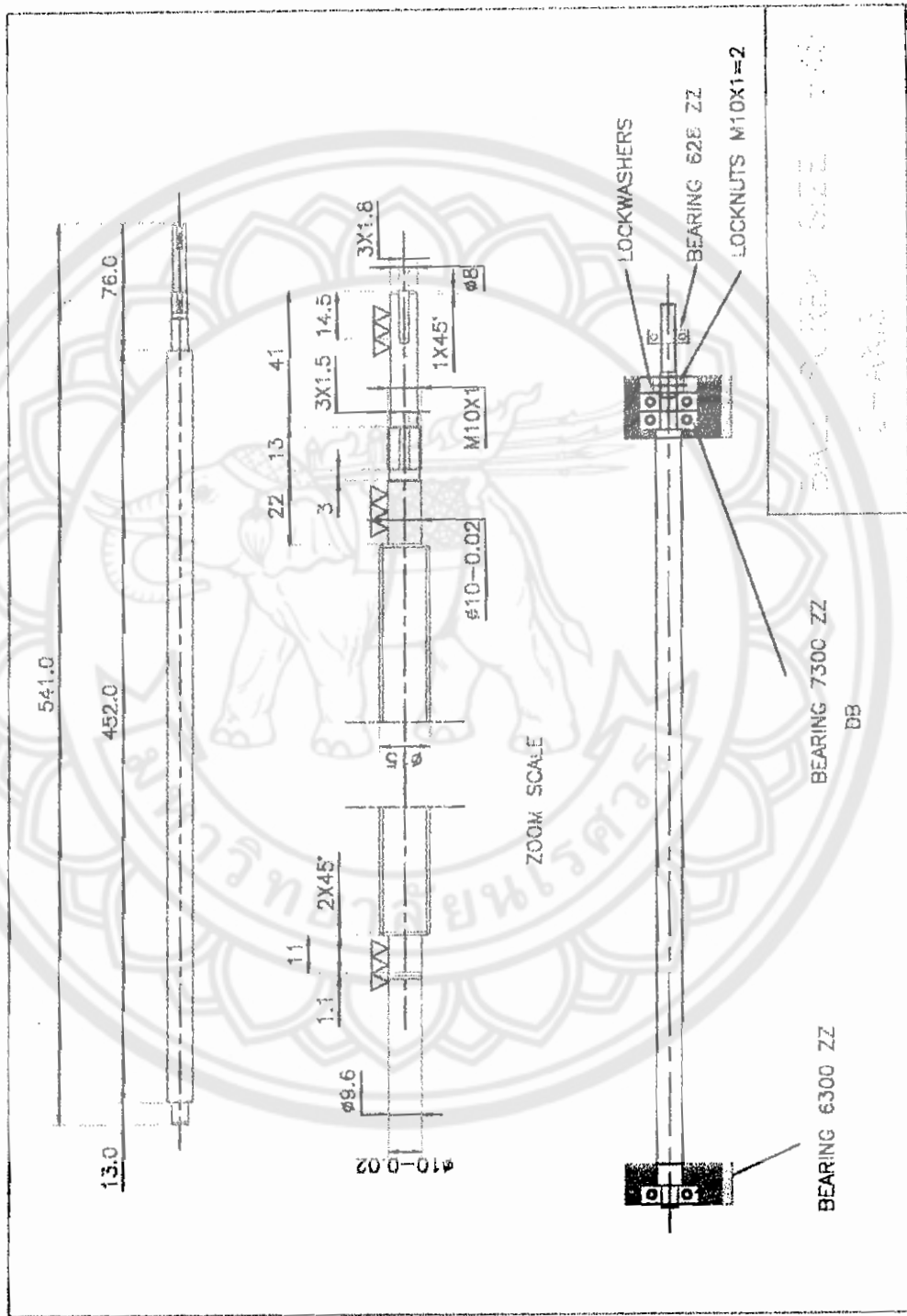
๒๒

๒๒



12/25/2023  
 12/25/2023  
 12/25/2023





541.0

452.0

76.0

13.0

11

1.1

2X45

10-0.02

10

9

22

13

41

3X1.5

14.5

3X1.8

1X45

M10X1

10-0.02

ZOOM SCALE

φ8

LOCKWASHERS

BEARING 628 ZZ

LOCKNUTS M10X1=2

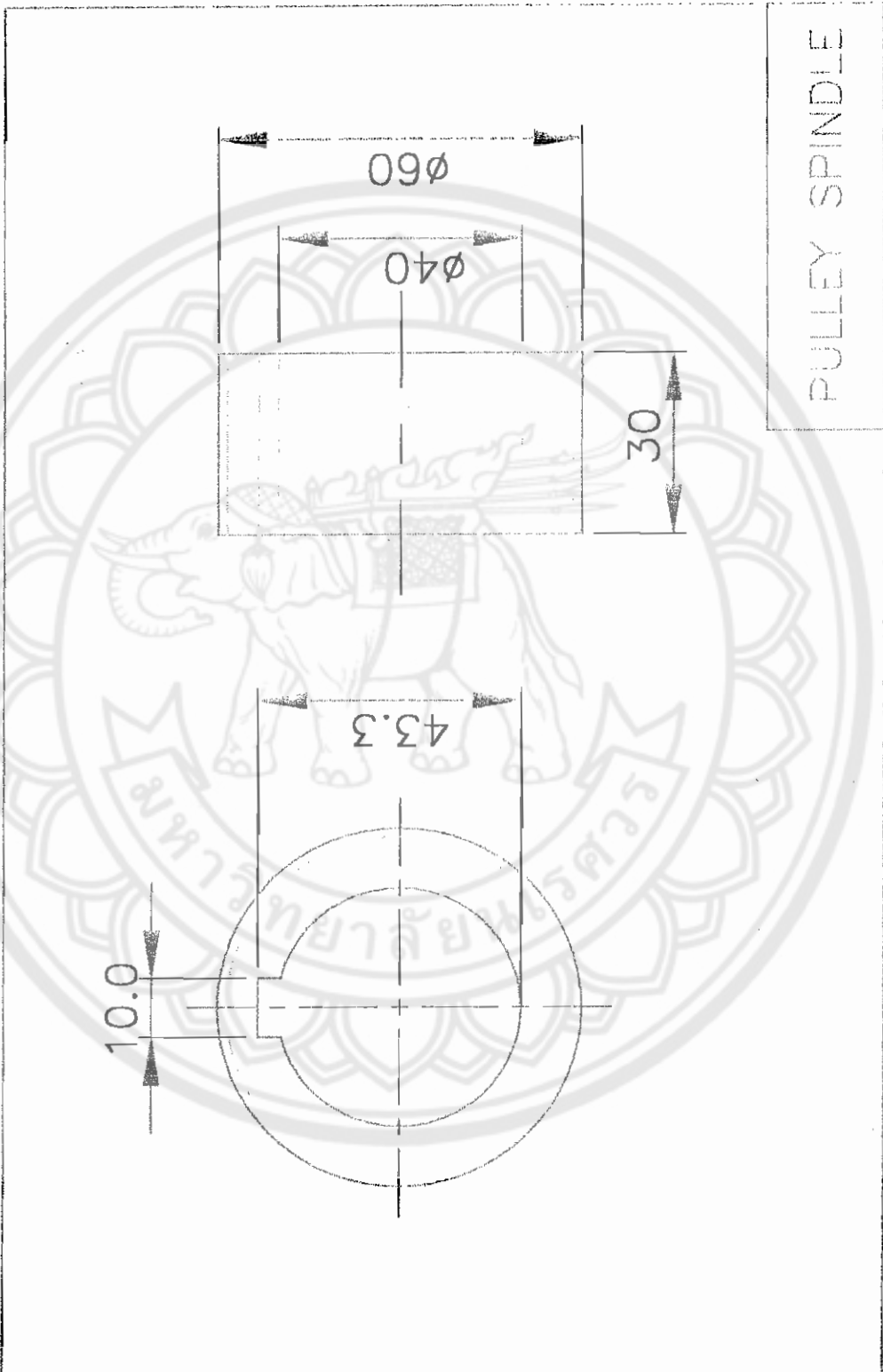
BEARING 6300 ZZ

BEARING 7300 ZZ

DB

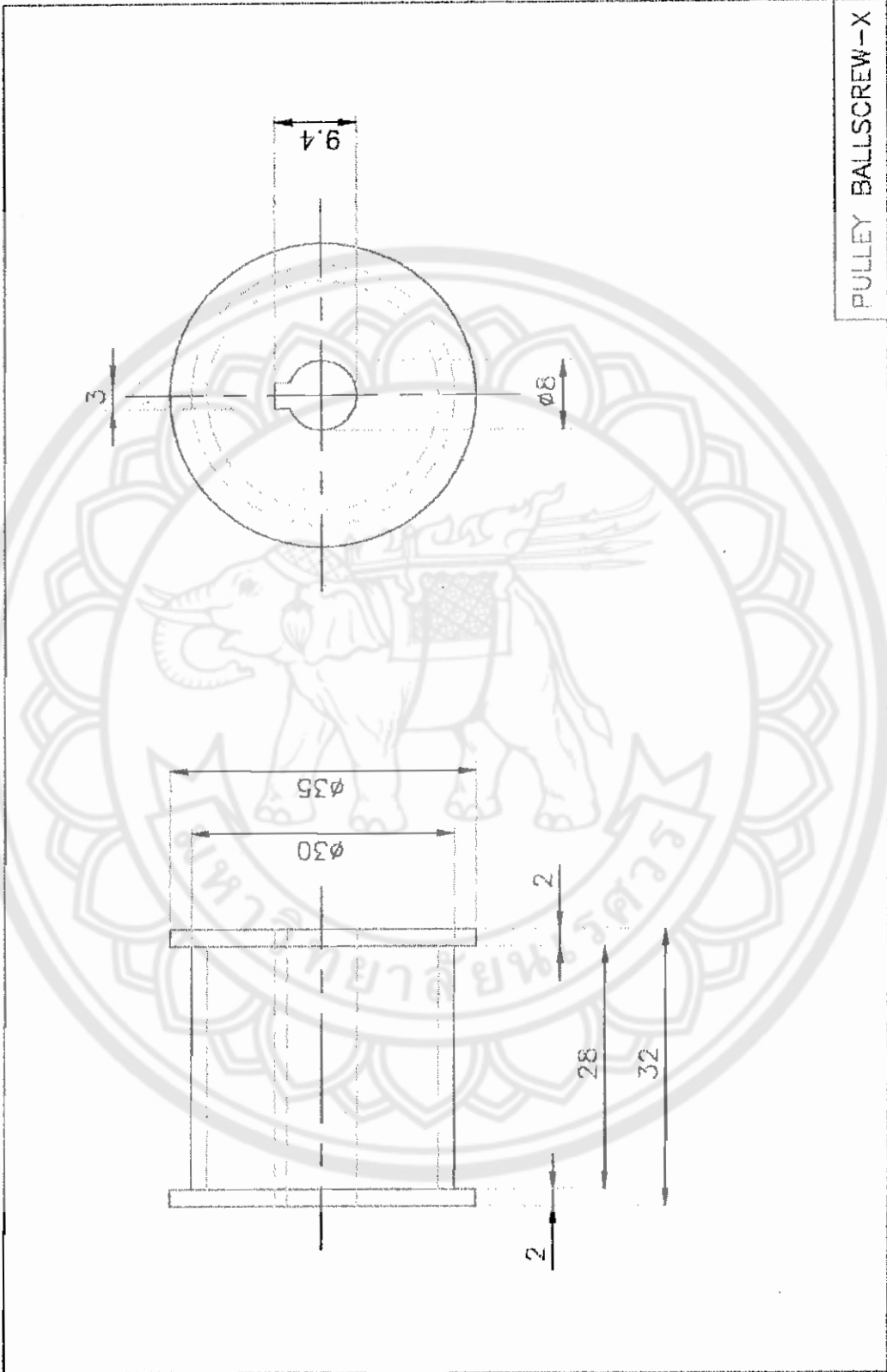
SHAFT ASSEMBLY SIZE 100

100

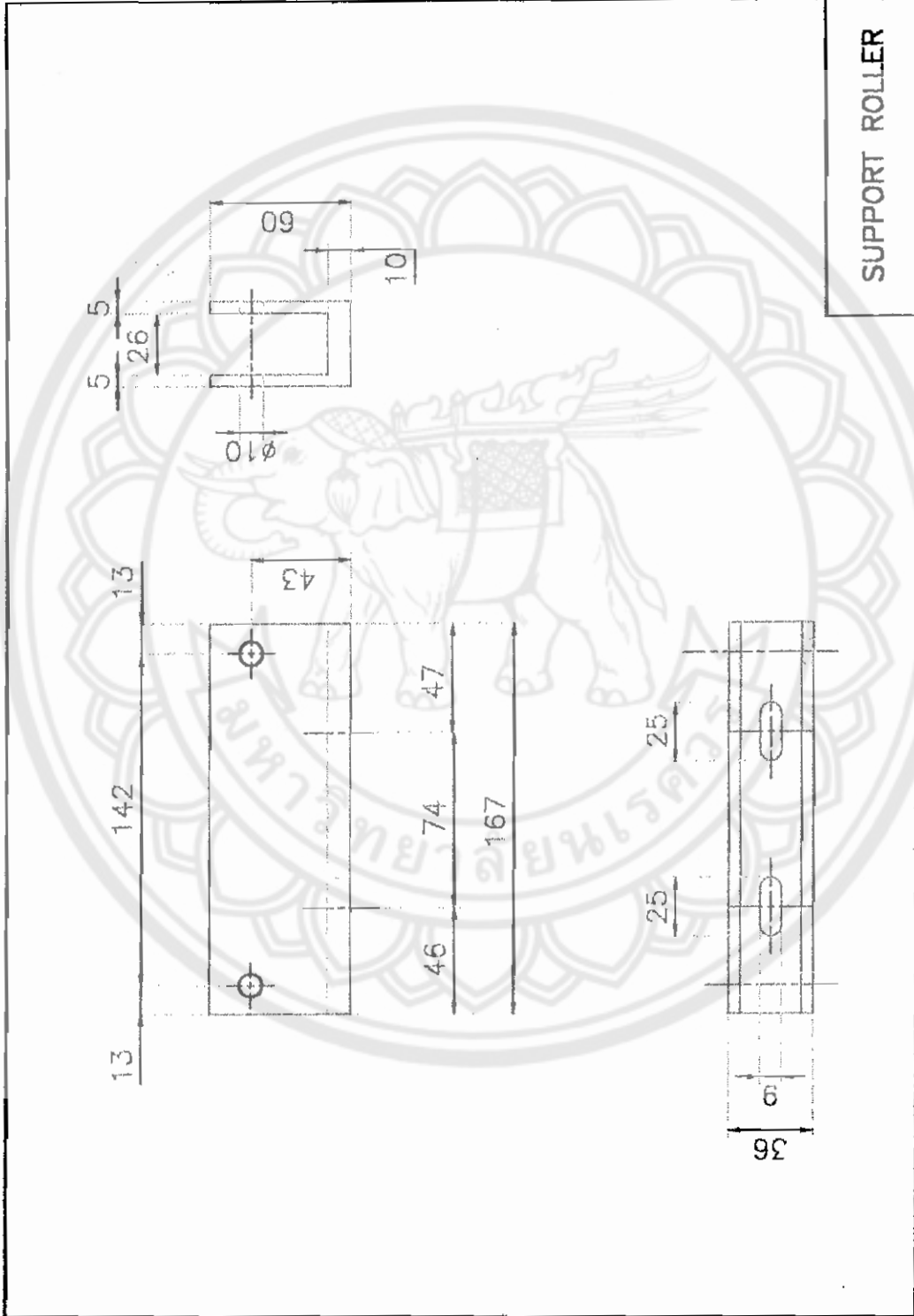


PULLEY SPINDLE

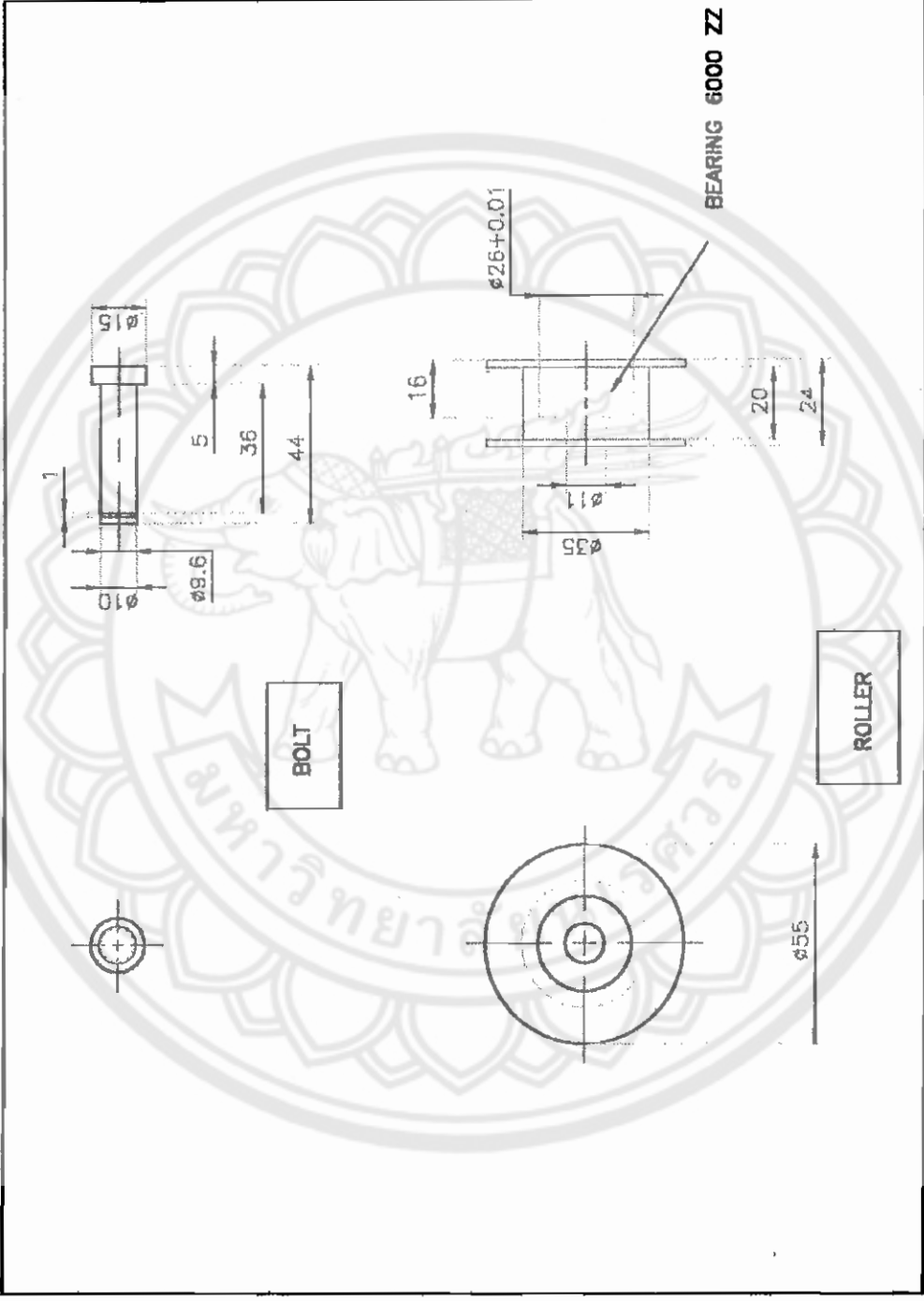
PULLEY BALLSCREW-X

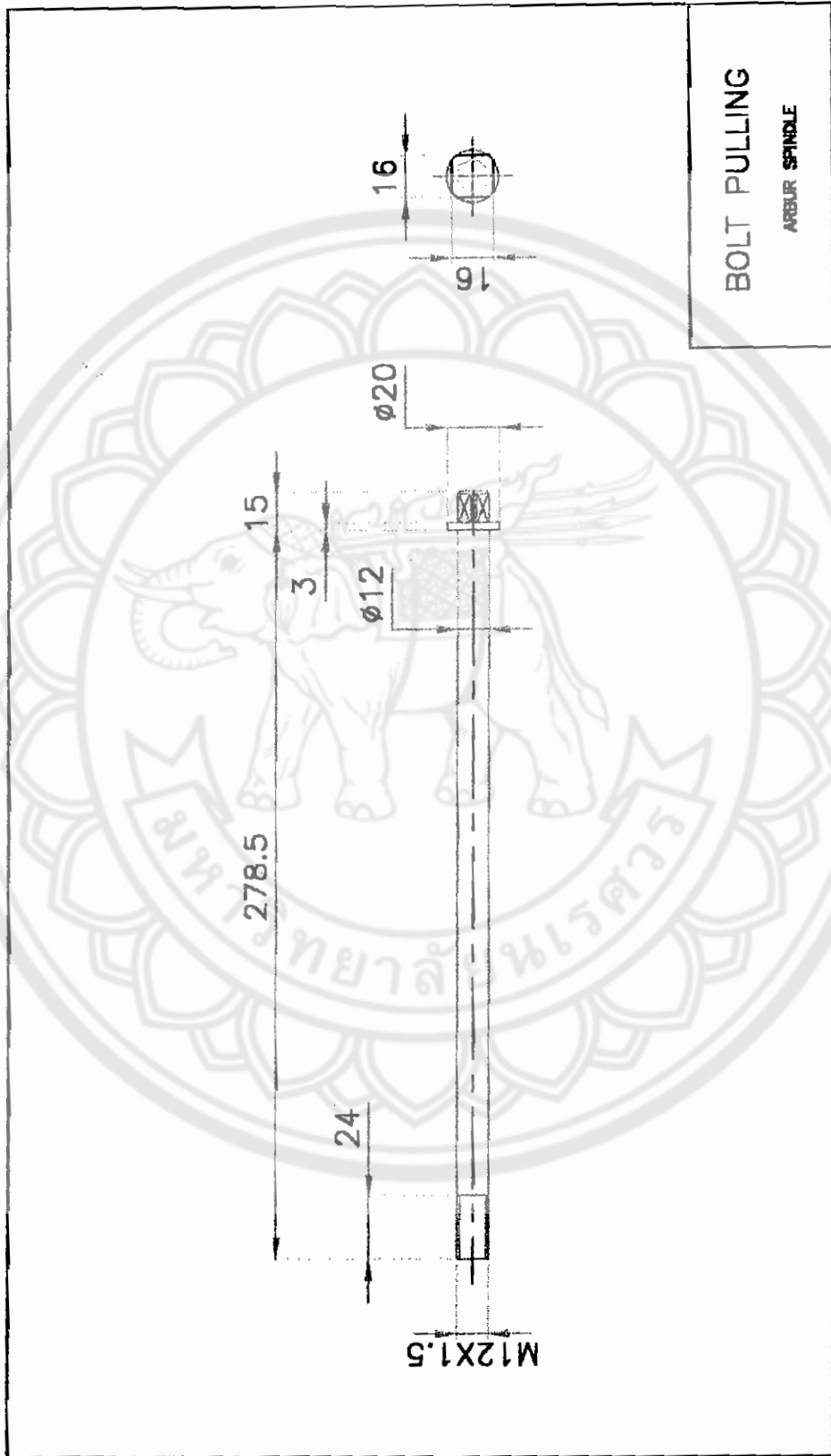






SUPPORT ROLLER





BOLT PULLING

ARBOR SPINDLE

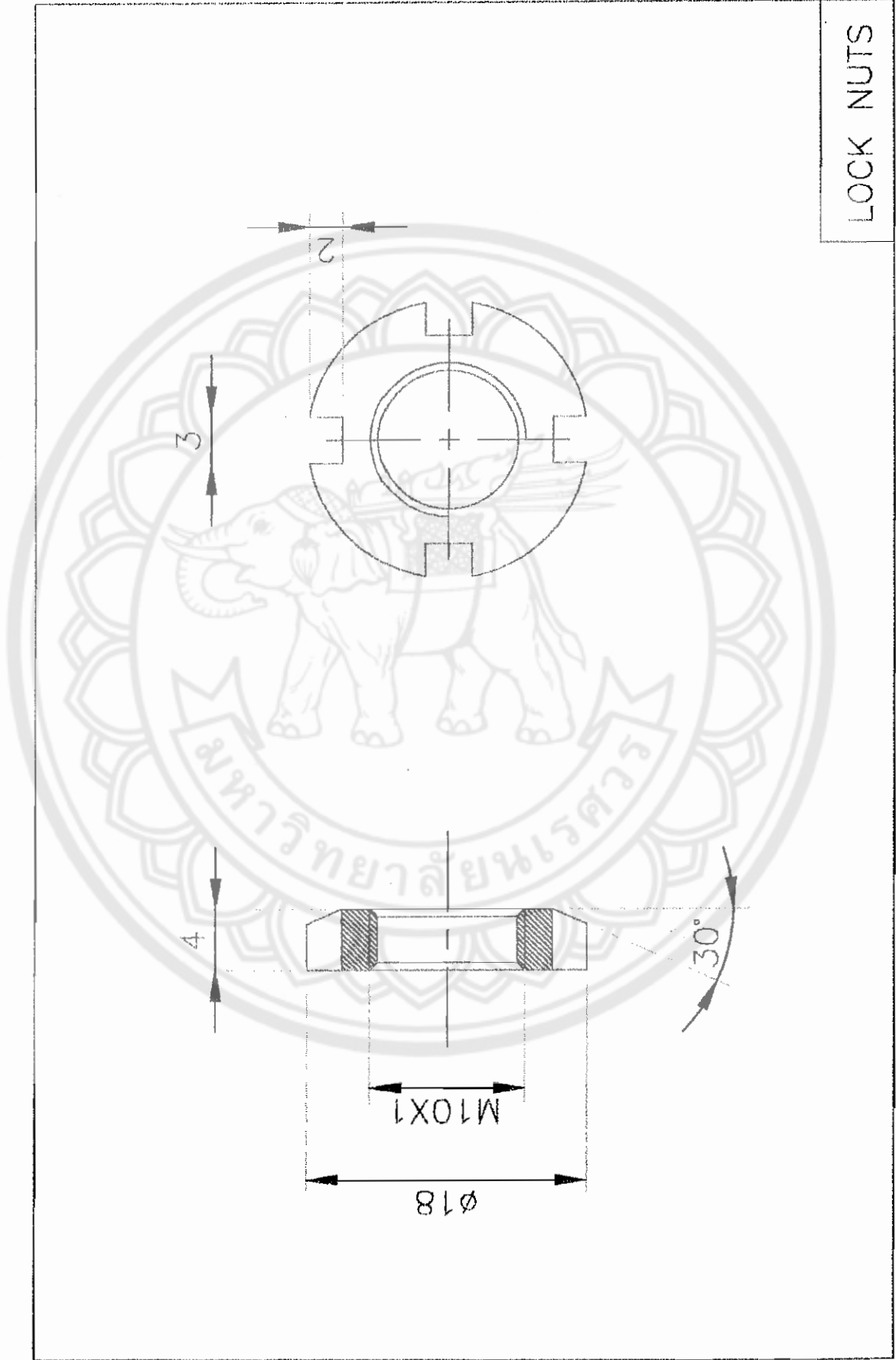
M12X1.5

PRELOAD RING

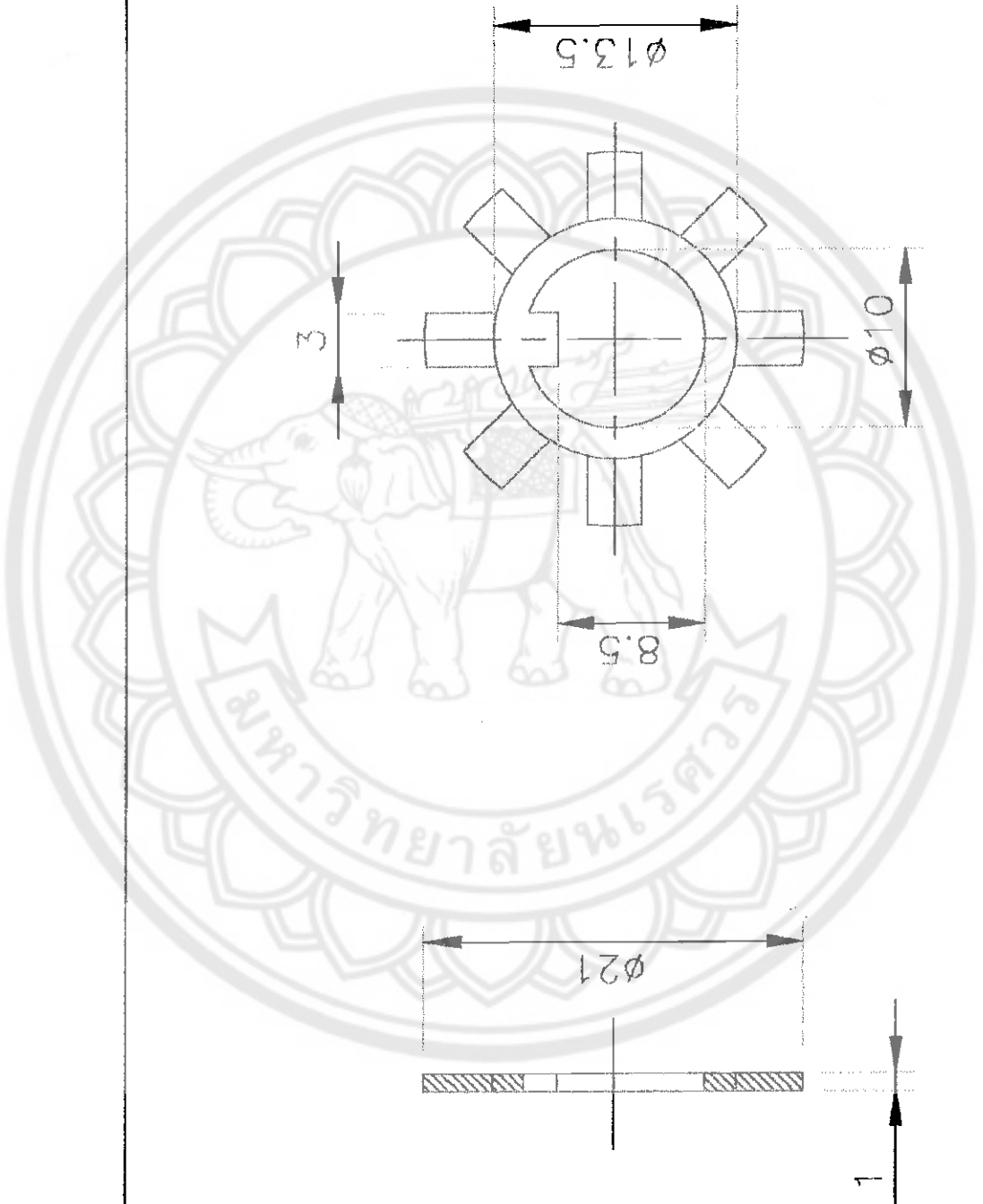
SPINDLE

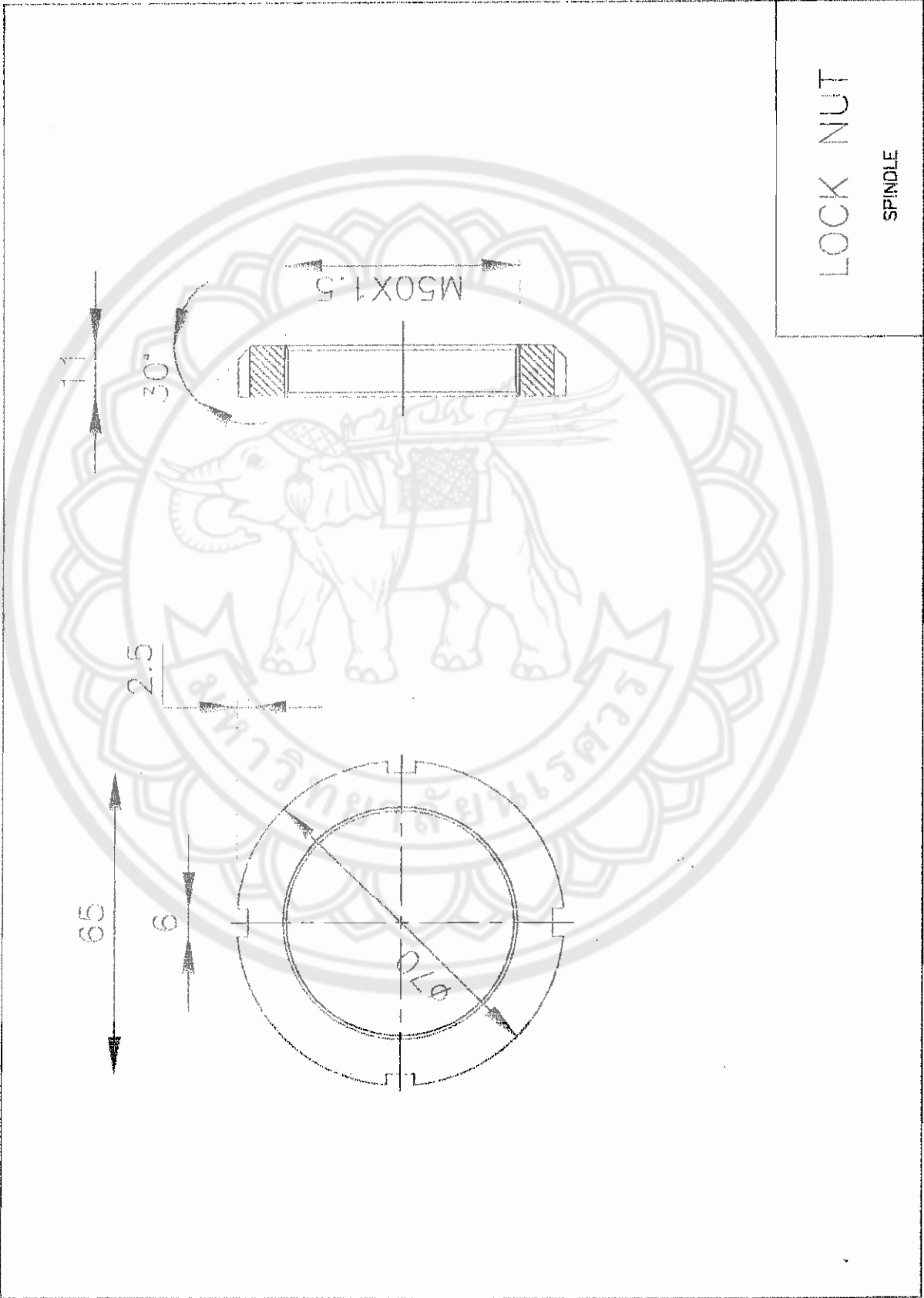


LOCK NUTS



LOCK WASHERS





LOCK NUT

SPINDLE

LOCK WACHER  
SPINDLE

