เครื่องเจาะควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์

MICROPROCESSOR CONTROLED DRILLING MACHINE

โดย

นายกนก ชื่นสุวรรณ

นายชาญชัย ทองโสภา

นายวิโรจน์ สุวรรณจินดา

นายสมชาย โอกาสพนา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

008456

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องเจาะควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์

โดย นาย กนก ชื่นสุวรรณ

นาย ชาญชัย ทองโสภา

นาย วิโรจน์ สุวรรณจินดา

นาย สมชาย โอภาสพนา

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ สมภพ แก้วมีชัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....)

..... กรรมการ

(.....)

..... กรรมการ

(.....)

..... กรรมการ

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเจาะควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์

นาย	กนก	ชื่นสุวรรณ	33.131201
นาย	ชาญชัย	ทองโสภา	33.131205
นาย	วิโรจน์	สุวรรณจินดา	33.131224
นาย	สมชาย	โอภาสพนา	33.131226

อ. สมภพ แก้วมีชัย อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2534

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาปรับปรุงเครื่องเจาะควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นและสะดวกแก่การใช้งาน สำหรับผู้ปฏิบัติงานในการพัฒนาและปรับปรุงนี้จะกระทำควบคู่กันใน 2 ส่วน ส่วนที่เป็นวงจรควบคุมและส่วนที่เป็นกลไกของเครื่องกล

ส่วนที่เป็นวงจรควบคุมได้ทำการปรับปรุงโดยการสร้างวงจรควบคุมแบบสำเร็จด้วยตัวเอง โดยไม่ต้องใช้ร่วมกับ ET BOARD, MPF-1, MICROPROCESSOR ซึ่งมีขีดความสามารถเกินความจำเป็นอันจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติงานได้ ซึ่งเมื่อเราได้ทำการปรับปรุงแล้วเราสามารถใช้เครื่องได้ง่ายมากและไม่มีปัญหาในการใช้งาน

ส่วนที่เป็นกลไกของกลได้ทำการปรับปรุงเป็นเกลียวทั้งหมดเพื่อลดปัญหาอันเกิดจากสายพานและการขบกันของเฟืองขับ ถึงแม้จะปรับปรุงและพัฒนาบางส่วนแต่ยังต้องมีส่วนประกอบสำคัญและรูปร่างลักษณะแบบเดิมดังนั้นในการปรับปรุงเครื่องเจาะไมโครโปรเซสเซอร์นี้ จะให้ความพอใจแก่ผู้ปฏิบัติงานเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROCESSOR CONTROLED DRILLING MACHINE

Mr. KANOK CHUENSUWAN

Mr. CHANCHAI TONGSOPA

Mr. WIROTH SUWANJINDA

Mr. SOMCHAI OPADPANA

Mr. SOMPUP KAEOMECHAI (ADVISOR)

1991

ABSTRACT

This project is improved and developed on the microprocessor controlled drilling machine in the effciency of operation and we can used it easily. It's drivided into 2 important parts, such as, the operating control circuit part and the mechanical part.

The operating control circuit part is improved in the programmable control circuit. Its component is'nt used with the MICROPROCESSOR, ET BOARD or MPF-1 because the microprocessor has many keys. It may be errored in the operation too. For this model that is improved, we can used it easily and no problem for controlling in the operation.

The mechanical part is improved and developed for the move of lead screw. It will be decreased about the problem of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

crashing in tooth belt and driving gear. Athough it is improved and developed for some components, but it has still the improtant components and features as the original model. So we hope that this new model of the microprocessor controlled drilling machine is attrovaled by user.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

ความมุ่งหมายของปริญญานิพนธ์ 1

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1

ส่วนประกอบของเครื่องเจาะ 2

- ส่วนประกอบทางด้านกล
- ส่วนประกอบทางด้านไฟฟ้า

หลักการทำงานของเครื่องเจาะอัตโนมัติ 4

Program การควบคุม 7

การจัดตำแหน่ง Program

- Program เริ่มต้น
- Program หลัก
- Program กำหนดจุดเริ่มต้น
- Program ควบคุมการเคลื่อนที่แผ่นงาน
- Program data
- Program เจาะอัตโนมัติ

การใช้เครื่องเจาะอัตโนมัติ 12

- Data EPROM 18
- Flow chart 19
- Program 22
- Machine code data 41

บทสรุปและวิจารณ์ 45

- ปัญหาที่เกิดขึ้น
- แนวทางพัฒนา Hardware
- แนวทางพัฒนา Software
- สรุปข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก ก.

ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความมุ่งหมายของปริญญานิพนธ์

บทนำ

ไมโครโปรเซสเซอร์นับว่าเป็นเทคโนโลยีชั้นสูงที่มนุษย์คิดค้นขึ้น เพื่อนำไปใช้งานสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ เครื่องจักรและกลไกต่าง ๆ โดยเฉพาะงานควบคุมอัตโนมัติ ไมโครโปรเซสเซอร์นี้สามารถอำนวยประโยชน์แก่ผู้ปฏิบัติงานอย่างมาก อาทิเช่นช่วยลดขั้นตอนและความยุ่งยากในการทำงาน รวมทั้งช่วยประหยัดเวลาในการทำงานอีกด้วย ด้วยเหตุผลข้างต้นจึงได้ทำการศึกษาและค้นคว้าเพื่อที่จะนำไมโครโปรเซสเซอร์มาประยุกต์ให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการ

จากที่กล่าวมาแล้ว จึงได้นำระบบไมโครโปรเซสเซอร์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับ Stepping motor เพื่อการควบคุมตำแหน่งการเจาะของเครื่องเจาะอัตโนมัติให้มีความเที่ยงตรงในการทำงานและควบคุม ให้ทำงานแบบอัตโนมัติซึ่งจะเป็นประโยชน์ในระบบงานอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก

คณะผู้จัดทำมีแนวความคิดโครงงานนี้ขึ้นเพื่อจะพัฒนาและนำไปใช้ประโยชน์ที่เกี่ยวกับสาขาที่กำลังศึกษาอยู่ การพัฒนานั้นเป็นการพัฒนาอุปกรณ์ซึ่งช่างอิเลคทรอนิคส์รู้จักกันดี นั่นคือแผ่น Print ซึ่งในชีวิตประจำวันจะต้องใช้หรือยุ่งเกี่ยวกับอุปกรณ์นี้ ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบ, maintenance, modify วงจรหรือตรวจซ่อมก็ตาม คณะผู้จัดทำได้มองถ้ามีแผ่นปริ้นท์จำนวนมาก ๆ ที่ยังไม่ได้ทำการเจาะจะทำวิธีใดที่สามารถเจาะรูได้สะดวกรูที่เจาะมีความแน่นอนตรงกันทุกแผ่น คณะจึงได้พัฒนาประดิษฐ์เครื่องเจาะที่ควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อตอบสนองงานทางด้านอุตสาหกรรมและการผลิตจำนวนมาก ๆ

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

เครื่องเจาะอัตโนมัตินี้ใช้กับงานเจาะแผ่นปริ้นท์ ซึ่งเป็นงานละเอียดและต้องการความผิดพลาดน้อยที่สุด ซึ่งสาเหตุของความผิดพลาดนี้มาจากส่วนประกอบ 2 ส่วนใหญ่ ๆ อันจะได้กล่าวต่อไป

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบแกน X,Y เราพิจารณาทางด้านฐานเคลื่อนที่แทนที่จะพิจารณาในลักษณะหัวเคลื่อนที่ เพราะแนวความคิดของกลุ่มผู้จัดทำเห็นว่าในงานอุตสาหกรรมจริง ๆ แล้ว การเคลื่อนที่ในเครื่องเจาะ, เครื่องใส่อุปกรณ์สมัยใหม่จะเป็นในลักษณะทั้งหัว (แกน Z) เคลื่อนที่และฐาน (แกน X,Y) เคลื่อนที่ไปพร้อม ๆ กันเป็นอิสระต่อกัน จึงทำให้ชิ้นงานถูกเจาะได้รวดเร็ว แต่เมื่อมีการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในงานอุตสาหกรรม เช่น ระบบใช้ลมเป็นตัวอัด(Pneumatic), ระบบใช้น้ำมัน(Hydrolic) เอามาใช้กับแกนที่เจาะ(แกน Z) จึงทำให้ตัดปัญหาการสั่นของหัวเจาะโดยจะทำการ Punch แบบกระแทกให้เป็นรูจะยิ่งเพิ่มความเร็วในระบบการผลิตมากขึ้นอีก

ในโครงงานนี้ได้นำเอาแนวความคิดนี้มาใช้แต่เนื่องจากระบบPunch ด้วย Pneumatic และ Hydrolic มีราคาสูงกลุ่มผู้จัดทำจึงได้หันมาใช้เป็นหัวเจาะแบบแกน Z เป็นเครื่องต้นแบบ

ส่วนประกอบของเครื่องเจาะ

ส่วนประกอบทางด้าน MECHANIC

1) Stepping motor ใช้ขนาด 3.4 volts 4 A.
2) แกน X,Y,Z วัสดุที่ใช้เป็นอลูมิเนียมเพื่อจะได้น้ำหนักเบา
3) เกลียว ส่วนที่เป็นแกนให้เหล็กเพลา, ส่วนที่เป็นตัวเมียใช้ทองเหลือง, Precision steel shafts เป็นลักษณะแกนเหล็กตรงช่วยรับน้ำหนักของวัสดุที่อยู่ทางด้านบน, Linear bearing ใช้ขนาด 10 มม.,16 มม.
4) หัวจับดอกสว่านขนาดเล็ก
5) ฐานไม้บุด้วยอลูมิเนียมบางข้างบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบทางด้านไฟฟ้า

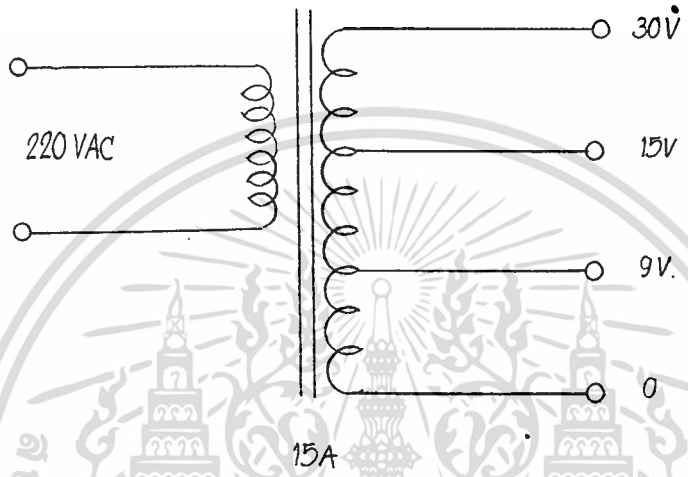
1) Transformer ใช้ขนาด 15 A.ดังแสดงในรูป ก

2) Supply 30 VAC, 18 VAC, 6 VAC.

3) Control logic unit + ET BOARD

4) Drive stepping motor

1)



Transformer

2) Power supply ผ่านวงจร Rectifier แบบ Bridge

30 VAC.= 42.42 VDC. ให้กับวงจรชุด Drive stepping motor

21 VAC.= 29.7 VDC. ให้กับ DC motor สำหรับในการเจาะ

6 VAC. = ผ่าน Regulator 7805 ได้ DC VOLT = 5 volts. ให้กับวงจร Control logic unit.

3) Control logic unit & ET BOARD

Control logic unit จะใช้ IC TTL และ EPROM 2716 ในการทำงานซึ่งจะมี Port Input และ Output โดยใช้ IC 74LS244 และ 2716 เป็น Memory data logic ให้ stepping run ตาม data ใน address

4) ชุด Drive stepping motor เป็นชุดที่รับ data logic จากข้อ 3 นำมาผ่าน transistor เป็น switch ให้กับ motor ในชุดนี้ต้องใช้ไฟสูง + heat silk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของเครื่องเจาะอัตโนมัติ

ในที่นี้จะกล่าวถึงหลักการทำงานของเครื่องเจาะอัตโนมัติ เพื่อให้ทราบถึงหลักการและวิธีการของการควบคุมรวมไปถึงตัวขับเคลื่อน ซึ่งจะอธิบายเป็นส่วน ๆ คือ สเตปปิ้งมอเตอร์ วงจรขับสเตปปิ้งมอเตอร์ วงจรอินเตอร์เฟส และวงจรควบคุมการทำงาน

สเตปปิ้งมอเตอร์

เครื่องเจาะอัตโนมัติแบ่งการควบคุมออกเป็น 3 แกนคือ แกน X,Y และ Z ซึ่งทั้ง 3 แกน ใช้การขับเคลื่อนโดยสเตปปิ้งมอเตอร์ต่อตรงเข้ากับแกนเกลียวทั้ง 3 แกนดังนั้นเราจึงควรจะศึกษาถึงรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับสเตปปิ้งมอเตอร์ ซึ่งในที่นี้ใช้สเตปปิ้งมอเตอร์ของ SANYO DENKI 24 VOLT 1.8/STEP 4 PHASE

- ลักษณะของสเตปปิ้งมอเตอร์

สเตปปิ้งมอเตอร์เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าแบบพิเศษ ซึ่งเมื่อป้อนไฟ D.C. ให้กับขดลวดสเตเตอร์ (Stator winding) จะเกิดแรงผลักต่อตัวโรเตอร์ (Rotor) ด้วยแรงเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Force) จะทำให้มอเตอร์หมุนตามค่าของมุมเคลื่อนที่แต่ละขั้น (Step angle) บางครั้งเราจึงเรียกมอเตอร์แบบนี้ว่าพัลล์มอเตอร์

สเตปปิ้งมอเตอร์แบบที่ใช้กันส่วนมาก มีอยู่ 3 ชนิดคือ

1) แบบ Variable Reluctance (VR) ลักษณะของโรเตอร์เป็นแบบ Gear-Shaped และทำด้วยเหล็กอ่อน

2) แบบ Permanent Magnet (PM) โรเตอร์ทำจาก Permanent Magnet จึงทำให้เกิด Holding Torgue แม้ว่าจะไม่มีการ Excitation

3) แบบ Hybrid เป็นแบบที่เกิดจากการรวม 2 ลักษณะแรกเข้าด้วยกัน บางครั้งเราเรียกแบบนี้ว่า Step-syn

- สเตปปิ้งมอเตอร์กับการประยุกต์ใช้งาน

สเตปปิ้งมอเตอร์เปรียบเสมือนตัวแปรพลังงานทางไฟฟ้าให้เป็นพลังงานทางกล (Electromechanical Transducer) ซึ่งมีอินพุทพลังงานไฟฟ้าเป็นกลุ่มของแรงดันแบบ (Binary Voltage) และให้เอ้าท์พุทเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่ในเชิงมุมเป็นขั้น

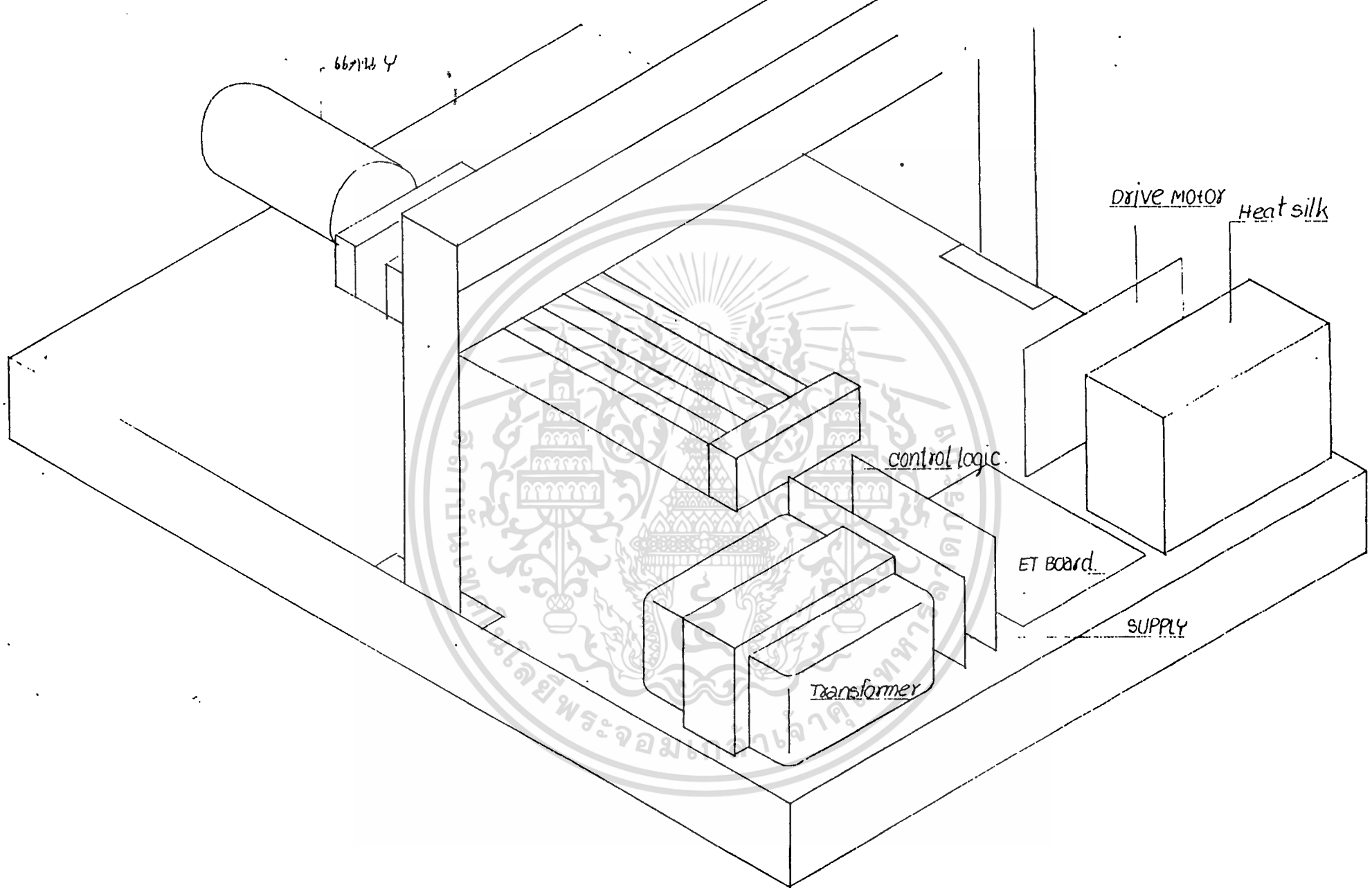
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ๆ (Step) ด้วยลักษณะการเคลื่อนดังกล่าว สเตปปิ้งมอเตอร์จึงได้รับการนำมาประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นตัว Carriage Feed และ Space Feed ในเครื่อง Line Printer, ในเครื่อง X-Y Plotter, เครื่อง Numerical Controled Machine Tool Drive, ในระบบเครื่อง Random-Access Disk Memories จนกระทั่งถึง Robot โดยขนาดของการเคลื่อนที่แต่ละขั้น (Step) อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.1 องศา ถึง 30 องศา ซึ่งโครงสร้างของสเตปปิ้งมอเตอร์ยังมีลักษณะแตกต่างกันออกไปหลายชนิดดังนี้คือ

1) แบบ Solenoid-Rachet
2) แบบ Variable-Reluctance (VR)
3) แบบ Permanent Magnet (PM)
4) แบบ Hybrid (Synchronous Inductor)
5) แบบ Electromechanical
6) แบบ Electrohydrolic

รายละเอียดและรูปจะอยู่ในภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


Drive Motor
Heat silk
control logic
ET Board
SUPPLY
Transformer

Program การควบคุม

บทนำ

โปรแกรมการควบคุมการทำงานของเครื่องเจาะอัตโนมัตินี้เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญมาก เพราะโปรแกรมนี้จะเป็นตัวกำหนดหน้าที่การทำงานต่าง ๆ ของระบบให้เป็นไปด้วยความถูกตามขั้นตอนและมีความเที่ยงตรงในการทำงาน ในที่นี้จะอธิบายถึงทำงานของโปรแกรม

การจัดตำแหน่งของโปรแกรม

เนื่องจากโครงงานนี้ได้ทำการพัฒนาระบบวงจรควบคุมเป็นแบบสำเร็จซึ่งในที่นี้ใช้ EPROM เบอร์ 2716 เป็นหน่วยความจำขนาด 2 Kbyte สำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานต่าง ๆ

โปรแกรมเริ่มต้น (Reset Program)

ในโปรแกรมนี้เป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นต่าง ๆ (Initial) ของระบบซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) หลังจากเปิดเครื่องแล้วจะทำการหน่วงเวลาประมาณ 0.5 sec.
2) ทำการควบคุม Port ต่าง ๆ ใช้ IC 74373,74174,74244
3) จะกำหนดค่า Address ให้กับ Stack Pointer Register(SP)
4) จะทำการกำหนดค่าให้ Register IX = 3000H ซึ่งเป็นตัวชี้ตำแหน่งในการเก็บข้อมูลของรูที่เจาะเราจะใช้ Program ในส่วนนี้ทำงานเมื่อเปิดเครื่องใหม่ หรือมีความต้องการเจาะแผ่น Print แผ่นใหม่ (เมื่อมีการกดคีย์ Reset)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมหลัก

ประกอบด้วยโปรแกรมย่อย 3 ส่วน คือ

Main โปรแกรมนี้จะทำการควบคุมการจ่ายข้อมูลให้กับ Stepping Motor

Main 1 โปรแกรมนี้จะทำการกำหนดค่าของรีจิสเตอร์ DE',HL' ข้อมูล 3E00-3E02H ซึ่งรีจิสเตอร์ทั้ง 2 นี้เรานำไปใช้ในการเก็บข้อมูลระยะแกน X และ Y

Main 2 เป็นโปรแกรมตรวจสอบคีย์บอร์ด จะทำการตรวจสอบว่าคีย์อะไรที่ถูกกด ซึ่งการตรวจสอบนี้กระทำได้โดยการเก็บระหัสคีย์ที่ถูกกดไปเก็บไว้ในแอคคิวมูเลเตอร์ (Accumulator) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับ Key code ค่าต่าง ๆ ที่อยู่ในโปรแกรม หากค่าในแอคคิวมูเลเตอร์ มีค่าเท่ากับค่าเปรียบเทียบแล้วการทำงานก็จะไปทำโปรแกรมที่ถูกกำหนดไว้ตามคีย์รหัสนั้น ๆ

โปรแกรมกำหนดจุดเริ่มต้น (22F0H-2310H)

โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่สำคัญมาก ทุกครั้งที่มีการเจาะแผ่น Printแผ่นใหม่ จะต้องใช้โปรแกรมนี้เป็นตัวกำหนดจุดเริ่มต้นของการเจาะมิฉะนั้นการเจาะแผ่นต่อไปจะไม่ตรงกัน โปรแกรมนี้จะอาศัยสัญญาณจากไมโครสวิทช์ซึ่งติดอยู่ที่ขอบของแกนเปรียบเทียบแกนเป็นตัวกำหนดจุดเริ่มต้นของการเจาะ

ในขณะที่ทำโปรแกรมนี้จะทำให้แกน X,Y เคลื่อนที่ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเคลื่อนที่ไปชนไมโครสวิทช์ เป็นการล๊อค MOTOR หยุดหมุนทันทีและ ซีพียูจะกระโดดกลับไปที่โปรแกรมหลักที่โปรแกรมหลักเพื่อรอการกดคีย์ทำงานอย่างอื่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของแผ่นงาน

โปรแกรม 1 (20B0H-20D2H) เป็นโปรแกรมควบคุมให้แผ่นงานเลื่อนไปทาง X มาก ในโปรแกรมประกอบด้วยส่วนที่คอยตรวจสอบเฟสของมอเตอร์และโปรแกรมย่อยคอยตรวจสอบคีย์บอร์ดว่ายังคงกดค้างอยู่หรือไม่ถ้ายังกดค้างอยู่ก็ให้แท่นเจาะเลื่อนไปจนกว่าจะปล่อยคีย์ เมื่อปล่อยคีย์ซีพียูก็จะกลับไปทำที่โปรแกรมหลักรอการกดคีย์เพื่อทำงานอย่างอื่นต่อไป

โปรแกรม 2 (20F0H-2112H) ลักษณะของโปรแกรมจะเหมือนกับโปรแกรม 1 แต่ต่างกันตรงที่โปรแกรมนี้จะควบคุมให้แผ่นงานเลื่อนออกไปทาง X-

โปรแกรม 3 (2120H-2142H) เป็นโปรแกรมควบคุมให้แผ่นงานเลื่อนไปทาง Y + และประกอบด้วยส่วนที่คอยตรวจสอบเฟสของมอเตอร์มีโปรแกรมย่อยตรวจสอบการกดคีย์บอร์ดเช่นเดียวกับโปรแกรม 1

โปรแกรม 4 (2150H-216CH) ลักษณะโปรแกรมนี้ก็เหมือนกับโปรแกรม 3 ต่างกันตรงที่โปรแกรมนี้จะควบคุมให้แผ่นงานเลื่อนไปทาง Y-

โปรแกรม 5 (2070H-2089H) เป็นโปรแกรมควบคุมให้หัวเจาะเลื่อนลงในโปรแกรมประกอบด้วยส่วนที่ตรวจสอบเฟสของมอเตอร์ มีโปรแกรมย่อยตรวจสอบคีย์บอร์ด ซึ่งลักษณะการทำงานก็เช่นเดียวกับโปรแกรมข้างต้น

โปรแกรม 6 (2089H-20AFH) เหมือนกับโปรแกรม 5 ต่างกันที่โปรแกรมนี้จะควบคุมให้หัวเจาะเลื่อนขึ้น

ตั้งแต่โปรแกรม 1 ถึง 6 คอมพิวเตอร์ยังไม่ได้จำตำแหน่งการเคลื่อนที่ของแกนต่าง ๆ โปรแกรมดังกล่าวเพียงเพื่อหาตำแหน่งของรูที่ต้องการจะเจาะเท่านั้นโดยที่โปรแกรม 1 กับ โปรแกรม 2 เป็นการเคลื่อนที่ในแกน x และเก็บระยะทางที่เคลื่อนที่ไปโดยการนับพัลซ์ที่จ่ายให้กับมอเตอร์เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ DE' โปรแกรม 3 กับโปรแกรม 4 เป็นการเคลื่อนที่ในแกน Y และเก็บระยะทางที่เคลื่อนที่ไว้ในรีจิสเตอร์ HL' ส่วนโปรแกรม 5 กับโปรแกรม 6 จะไม่มีการเก็บระยะทางการเคลื่อนที่เพราะมีหน้าที่เพียงเลื่อนขึ้น-ลงด้วยระยะทางคงที่ซึ่งได้กำหนดไว้ในโปรแกรม 7,8 ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

008456

โปรแกรมบันทึกข้อมูล

โปรแกรม 7 (2320H-235FH) โปรแกรมนี้จะทำหน้าที่เจาะรู และจำตำแหน่งของรูที่เจาะนั้นลงในหน่วยความจำโดยการเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ IX ทั้งในตำแหน่งทางด้าน X และ Y

การใช้เนื้อที่ถึง 4 ไบท์ ในการเก็บข้อมูล 1 ตำแหน่ง เพราะต้องเก็บข้อมูลการเคลื่อนที่ถึง 2 แกน คือ แกน x เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ DE' = 2ไบท์ แกน Y เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ HL' =2 ไบท์ รวมเป็น 4 ไบท์ในกรณีที่จำนวนที่เจาะไม่เกินที่กำหนดไว้ก็จะเก็บตำแหน่งของรูใหม่ลงในหน่วยความจำเพิ่มค่าของจำนวนรูโดยเพิ่มค่ารีจิสเตอร์ IX และทำการเจาะลงไปที่ตำแหน่งนั้น เมื่อเจาะเสร็จซีพียูก็จะกระโดดกลับไปที่โปรแกรมหลัก

การกำหนดระยะทางการเคลื่อนที่ของหัวเจาะ เนื่องจากหัวเจาะมีการเคลื่อนที่ขึ้นลงที่แน่นอน จึงไม่ต้องมีรีจิสเตอร์คอยจำตัวแหน่งการเคลื่อนที่ แต่จะมีรีจิสเตอร์เป็นตัวกำหนดระยะทางของการเคลื่อนที่แทน โดยค่า BL ยิ่งมากช่วงของการเคลื่อนที่ของหัวเจาะก็จะมากตามไปด้วย ซึ่งเราสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

โปรแกรมเจาะอัตโนมัติ

หลังจากที่ได้เจาะรูตามความต้องการหมดแล้ว เมื่อต้องการจะเจาะแผ่นปริ้นท์แผ่นใหม่ที่มีลักษณะเหมือนกับแผ่นเดิมสามารถทำได้โดยการกดคีย์ "A/M"ให้คอมพิวเตอร์ทำงานที่โปรแกรมกำหนดจุดเริ่มต้น (ADDRESS 0401H) หลังจากนั้นก็กดคีย์ "RUN" คอมพิวเตอร์ก็จะทำงานที่โปรแกรมเจาะอัตโนมัติ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ -

1) ตรวจสอบจำนวนรูว่าเจาะตรงหรือยัง โดยดูที่รีจิสเตอร์ IX ในกรณีที่ IX เป็นศูนย์อาจจะเป็นเพราะเครื่องเจาะจนหมดทุกรูแล้วหรือผู้ใช้ยังไม่ได้กดคีย์ให้เครื่องจำตำแหน่งของรูเมื่อ IX เป็นศูนย์ซีพียูก็จะกระโดดกลับไปที่โปรแกรมหลัก

2) กรณีที่รีจิสเตอร์ IX ไม่เป็นศูนย์คอมพิวเตอร์ก็จะนำข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำซึ่งมีรีจิสเตอร์ IX เป็นตัวชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำมาเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ DE',HL

3) ตรวจสอบว่ารีจิสเตอร์ DE' มีค่าหรือไม่ ถ้าไม่มีค่าคือเท่ากับศูนย์ หมายความว่าตอนที่เจาะแผ่นแรกที่ตำแหน่งเราไม่มีการเคลื่อนแกน X ก็ให้ข้ามไปทำที่แกน Y ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ถ้ารีจิสเตอร์ DE' มีค่า ตรวจสอบต่อไปว่ามีค่าเป็นบวกหรือเป็นลบ กรณีที่มีค่าเป็นบวกก็ให้แกน X เลื่อนไปตามค่าของ DE'

5) กรณีที่รีจิสเตอร์ DE' มีค่าเป็นลบ เหตุที่ DE' เป็นลบเพราะในโปรแกรม 1 และโปรแกรม 2 นั้น มีการเพิ่มค่าและลดค่าของ DE' คือถ้าแผ่นงานเลื่อนเข้ามาตัวผู้ปฏิบัติงาน DE' ก็จะถูกเพิ่มค่าแต่ถ้าแผ่นงานเลื่อนออกจากตัวผู้ปฏิบัติงาน DE' ก็จะถูกลดค่าดังนั้นในการที่จะให้แกน X เคลื่อนที่จะต้องนำค่าของ DE' ที่เป็นลบมาทำ 2's Complement เสียก่อนเพื่อให้กลับเป็นค่าบวก แล้วจึงให้แกน X เลื่อนไปตามค่าของ DE' ที่ทำเป็น 2's Complement แล้ว

6) หลังจากแกน X ได้เลื่อนไปแล้วต่อมาก็นำข้อมูลในหน่วยความจำถัดลงมาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ HL'

7) ตรวจสอบดูว่า HL' มีค่าหรือไม่ถ้าไม่มีค่าคือเป็นศูนย์หมายความว่าตอนที่เจาะแผ่นแรกที่ตำแหน่งนี้ไม่มีการเลื่อนการ Y ก็ให้ข้ามไปทำที่แกน Z คือขั้นตอนของการเจาะ

8) ถ้า HL' มีค่าตรวจสอบต่อไปว่ามีค่าเป็นบวกหรือเป็นลบ กรณีที่ HL' มีค่าเป็นบวกก็ให้แกน Y เลื่อนไปตามค่าของ HL'

9) กรณีที่ HL' มีค่าเป็นลบต้องทำเป็น 2's Complement ก่อนแล้วจึงให้แกน Y เลื่อนไปตามค่าของ HL' ที่ทำ 2's Complement แล้ว

10) เมื่อแกน X และแกน Y เลื่อนเสร็จแล้วก็จะได้ตำแหน่งที่ต้องการเจาะขั้นตอนต่อไปแกน Z ซึ่งเป็นแกนสำหรับเจาะก็จะเลื่อนลงทำการเจาะรูและเลื่อนขึ้นกลับไปยังตำแหน่งเดิม ซึ่งระยะทางในการเคลื่อนที่นี้ถูกกำหนดโดยรีจิสเตอร์ BL

11) ในขั้นตอนของการเจาะนี้จะมีการตรวจสอบคีย์บอร์ดด้วย ถ้าปรากฏว่ามีคีย์ใดคีย์หนึ่งถูกกดอยู่ เมื่อโปรแกรมนี้เจาะรูในตำแหน่งล่าสุดเสร็จ ไม่ว่าจะยังมีรูเหลือที่ต้องเจาะอีกกี่รู เครื่องก็จะไม่ทำการเจาะต่อ แต่จะหยุดแล้วกระโดดกลับไปที่โปรแกรมหลัก ทั้งนี้เพื่อให้สามารถหยุดการเจาะของเครื่องได้โดยไม่ต้องกดคีย์ "RESET" ซึ่งจะทำให้ข้อมูลสูญหายไปส่วนในกรณีที่เครื่องเจาะครบทุกตำแหน่งแล้ว ก็จะกลับไปที่โปรแกรมหลักเช่นกัน

12) กรณีที่ยังเจาะไม่หมด โดยจะตรวจสอบจากค่าของรีจิสเตอร์ IX ก็จะวกกลับไปที่ขั้นตอน 2 ใหม่ แต่ก่อนที่จะกระโดดไปก็จะลดค่าของ IX ลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำออกมาเผยแพร่ต่อสาธารณชน

การใช้งานเครื่องเจาะอัตโนมัติ

บทนำ

ในการใช้งานเครื่องเจาะอัตโนมัติ จำเป็นที่จะต้องรู้ถึงขั้นตอนต่างๆ ในการใช้เครื่อง เริ่มตั้งแต่การเปิดเครื่องไปจนถึงการปิดเครื่อง จากที่กล่าวมาแล้วว่าปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการปรับปรุงการใช้งานของวงจรควบคุมให้เป็นแบบสำเร็จในตัวเอง ดังนั้นการใช้งานต่างๆจึงไม่ยุ่งยากและสับสน ทำให้สะดวกในการใช้งานและลดความความผิดพลาดอันจะเกิดขึ้นได้อีกด้วย

ขั้นตอนการใช้เครื่องเจาะอัตโนมัติ

ก่อนที่จะเริ่มการใช้เครื่องเจาะอัตโนมัติ ควรที่จะรู้ถึงลักษณะภายนอกและตำแหน่งของสวิทช์ปิด-เปิดและคีย์ต่างๆ ที่จะใช้แสดงดังรูปที่ ก และ ข

ขั้นตอนในการเจาะ

1 กดคีย์ X+,X-,Y+,Y- เมื่อเลื่อนแผ่นปริ้นท์ให้ดอกสว่านตรงตามที่ต้องการเจาะ

2 เมื่อได้ตำแหน่งตามที่ต้องการแล้วกดคีย์ Z ดอกสว่านจะหมุนและหัวเจาะจะเลื่อนลงมาเจาะแผ่นปริ้นท์แล้วจะเลื่อนขึ้นไปยังตำแหน่งเดิม ในขณะที่ทำการเจาะแผ่นปริ้นท์เครื่องได้จำตำแหน่งเจาะนี้ไว้ในหน่วยความจำเรียบร้อยแล้ว

3 เมื่อทำการเจาะตำแหน่งต่อไปให้ทำตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

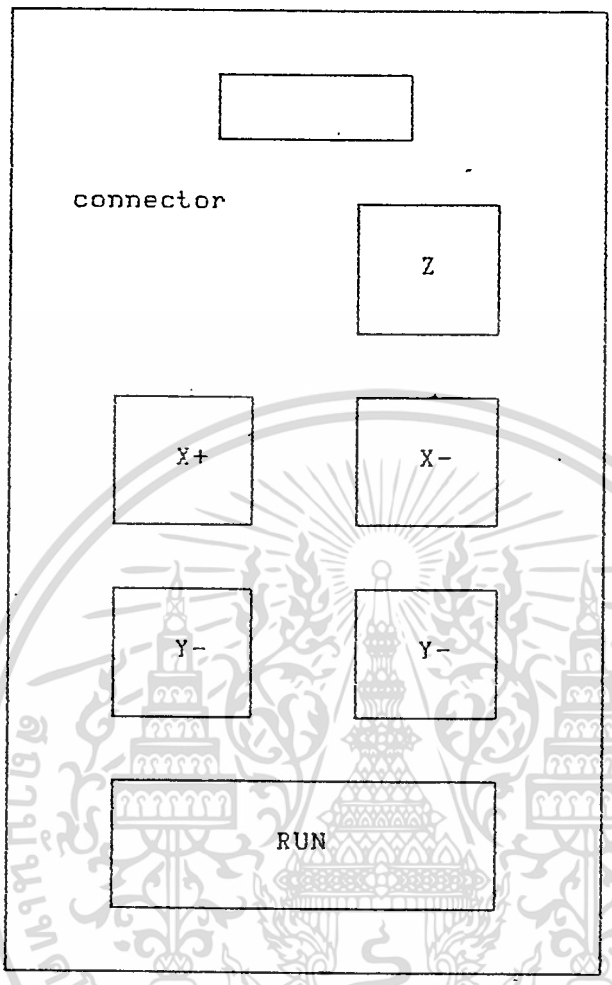
4 เมื่อทำการเจาะตำแหน่งต่างๆ ตามต้องการแล้วให้กดคีย์ A/M เพื่อให้หัวเจาะเลื่อนขึ้นเพื่อที่จะนำแผ่นปริ้นท์ที่ทำการเจาะแล้วทำการเจาะแล้วออกและ วางแผ่นปริ้นท์แผ่นใหม่ที่ต้องการจะเจาะลงไป

การใช้งานแบบอัตโนมัติ

หลังจากที่ทำขั้นตอนที่ 3 แล้ว ต้องการที่จะเจาะแผ่นปริ้นท์หลาย ๆ แผ่นในลักษณะตำแหน่งเดียวกัน เมื่อวางแผ่นปริ้นท์แผ่นใหม่แล้วให้คดคีย์ RUN ดอกสว่านจะหมุนและหัวเจาะจะเลื่อนลงมาเจาะในตำแหน่งต่างๆ เหมือนกับตำแหน่งของแผ่นปริ้นท์แผ่นแรก จนกระทั่งครบทุตำแหน่งเครื่องก็จะหยุดทำงาน

ในกรณีที่ทำการเจาะแผ่นปริ้นท์ ๆ แผ่นแรกแล้วเมื่อต้องการที่จะเปลี่ยนตำแหน่งของแผ่นปริ้นท์แผ่นต่อไปจะต้องกดคีย์ A/M แล้วจึงทำการทำตามขั้นตอนที่ 3 ต่อไปและเมื่อทำการเจาะแผ่นปริ้นท์ตามความต้องการแล้ว เมื่อเลิกใช้ให้ปิดสวิทช์เครื่องดังแสดงตำแหน่งคีย์ต่าง ๆ ในรูปที่ ก

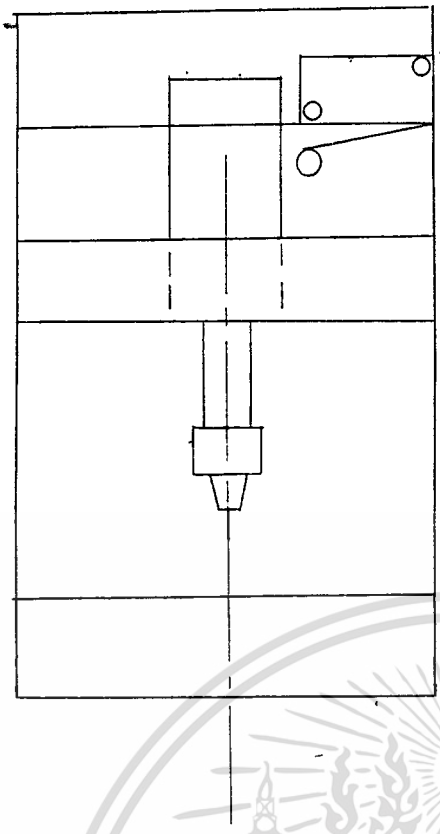
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

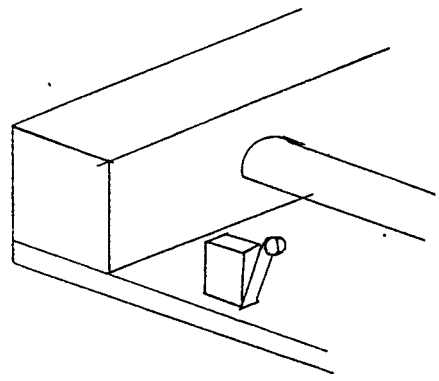


รูป ก. แสดงตำแหน่งคีย์ต่างๆของ Remote

1 ต่อเครื่องควบคุมเข้ากับแท่นส่วนเครื่องเจาะอัตโนมัติจะมีสเตปปิ้งมอเตอร์ 3 ตัว ที่เป็นตัวขับทั้ง 3 แนว คือ X,Y และ Z ดังนั้นจึงต้องทำการต่อเครื่องควบคุมเข้ากับแท่นสว่านให้ถูกต้อง โดยรูปที่ 1 ข.ซึ่งแสดงตำแหน่งของแกนต่างๆ ที่ ออกจากชุดควบคุมและตำแหน่งของการต่อของลิมิตสวิทช์ (Limit switch) ด้วย การต่อเครื่องควบคุมอาจจะแสดงไว้ดังรูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปแสดง X, Y

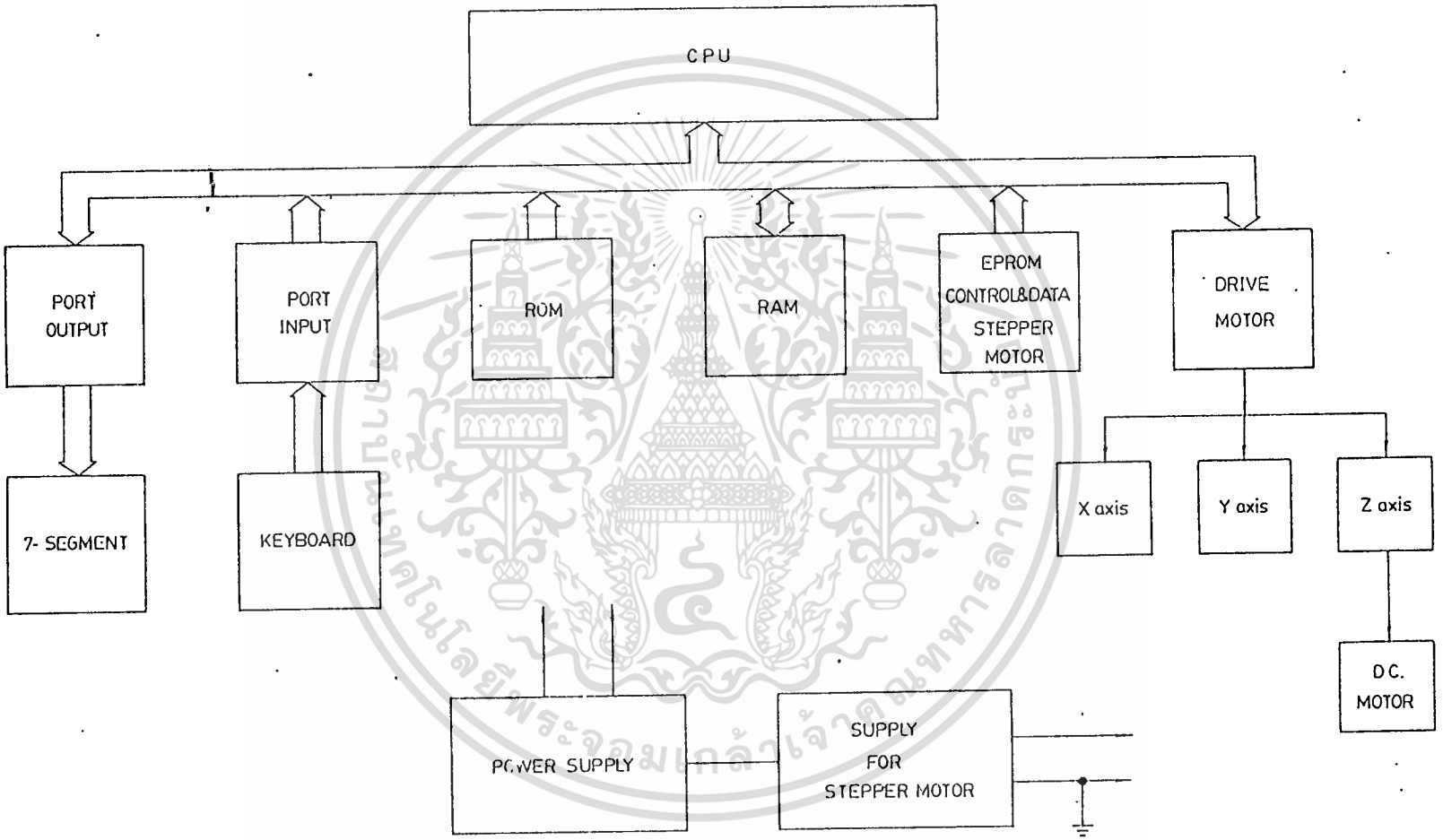
การติดตั้ง Microswitch

รูปแสดงการต่อแท่นเครื่องเข้ากับเครื่องควบคุม

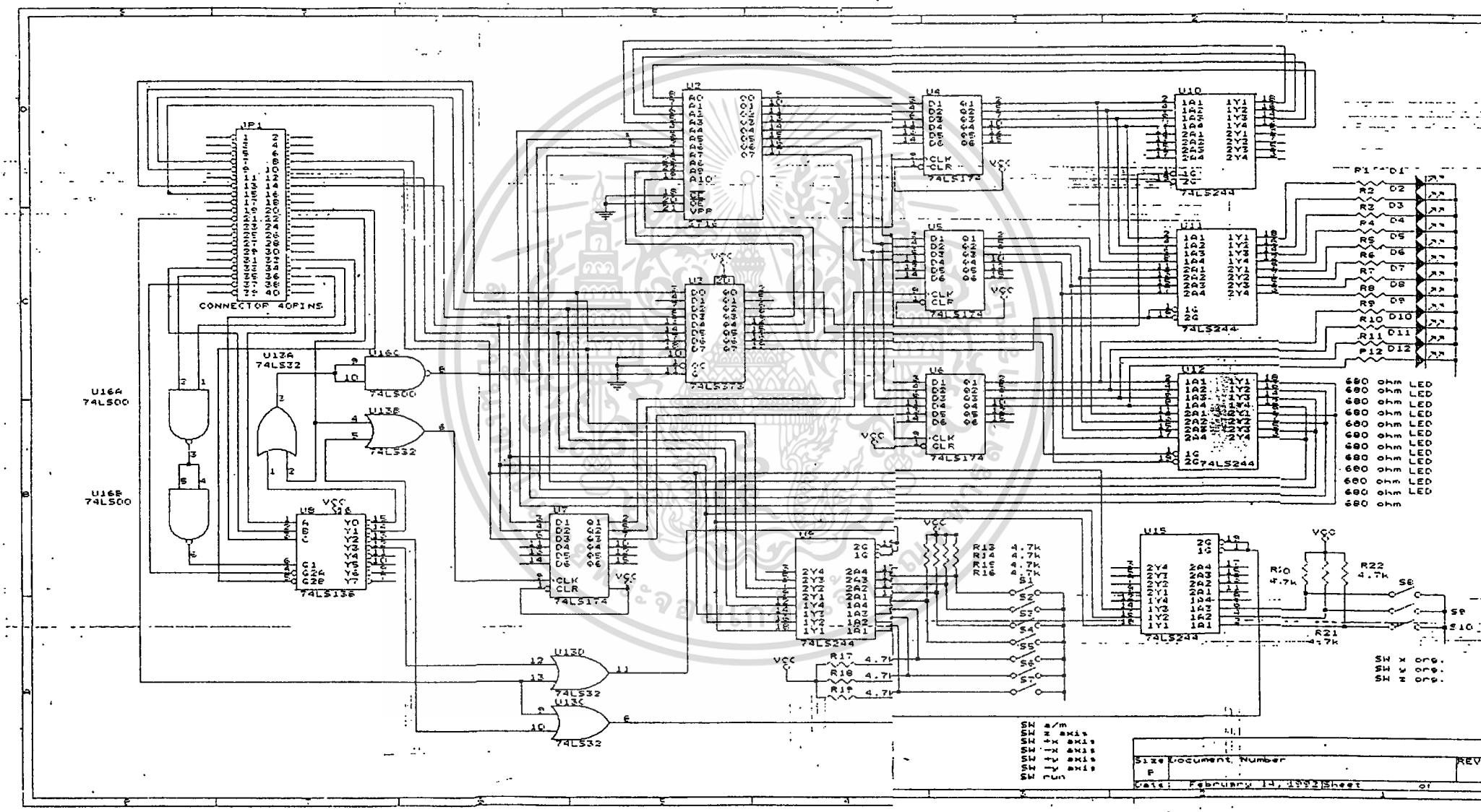
เมื่อต่อเครื่องควบคุมกับแท่นสว่านแล้วให้ทำการเปิดสวิทช์ หลังจากที่ทำการเปิดสวิทช์แล้วตัวแสดงผล LED Ready จะติดสว่างแสดงว่าเครื่องพร้อมที่ทำงานแล้ว จากนั้นจึงเลือก A/M เครื่องก็พร้อมที่จะรับคำสั่งต่อไป

2 การวางตำแหน่งของแผ่นปริ้นท์ เพื่อความสะดวกในการยึดแผ่นปริ้นท์ ควรตรวจดูว่าหัวเจาะเลื่อนขึ้นไปอยู่ในตำแหน่งสูงสุดแล้วหรือยัง ถ้ายังให้กดคีย์ Z-UP หัวเจาะก็จะเลื่อนขึ้นจากนั้นก็ทำการยึดแผ่นปริ้นท์ โดยทำการยึดด้านใดด้านหนึ่งก่อน จะต้องใส่แผ่นปริ้นท์ให้ชนกับขอบตัวจับแผ่นปริ้นท์และหมุนน็อทให้แน่น จากนั้นนำตัวจับอีกด้านมาจับปลายอีกข้างหนึ่งของแผ่นปริ้นท์ แล้วทำในลักษณะเดิม เมื่อทำการวางแผ่นปริ้นท์เรียบร้อยแล้วให้กดคีย์ Z-DOWN เพื่อให้หัวเจาะเลื่อนลงมาห่างจากแผ่นปริ้นท์ประมาณ 1 มิลลิเมตร

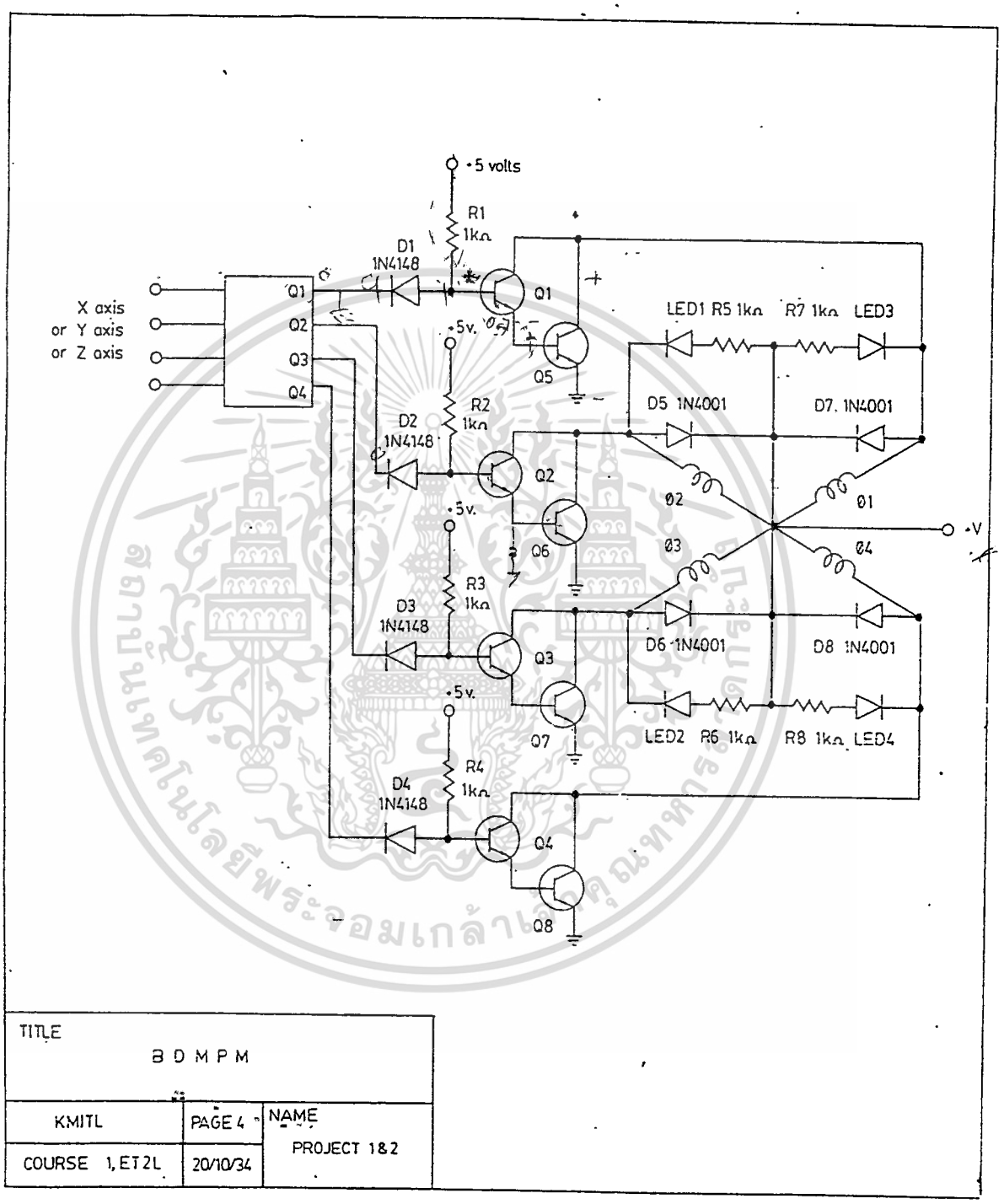
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TITLE	B D M P M
KMITL	NAME PROJECT
DATE 20 OCT 91	PAGE 5


CONNECTOR 40PINS
U16A 74LS00
U16B 74LS00
U13A 74LS32
U16C 74LS00
U13B 74LS32
74LS136
74LS174
74LS244
680 ohm LED
4.7k
SW x org.
SW z org.
SW z org.
Size Document Number REV
Date: February 14, 1993 Sheet of

วงจรชุด DRIVE STEPPING MOTOR



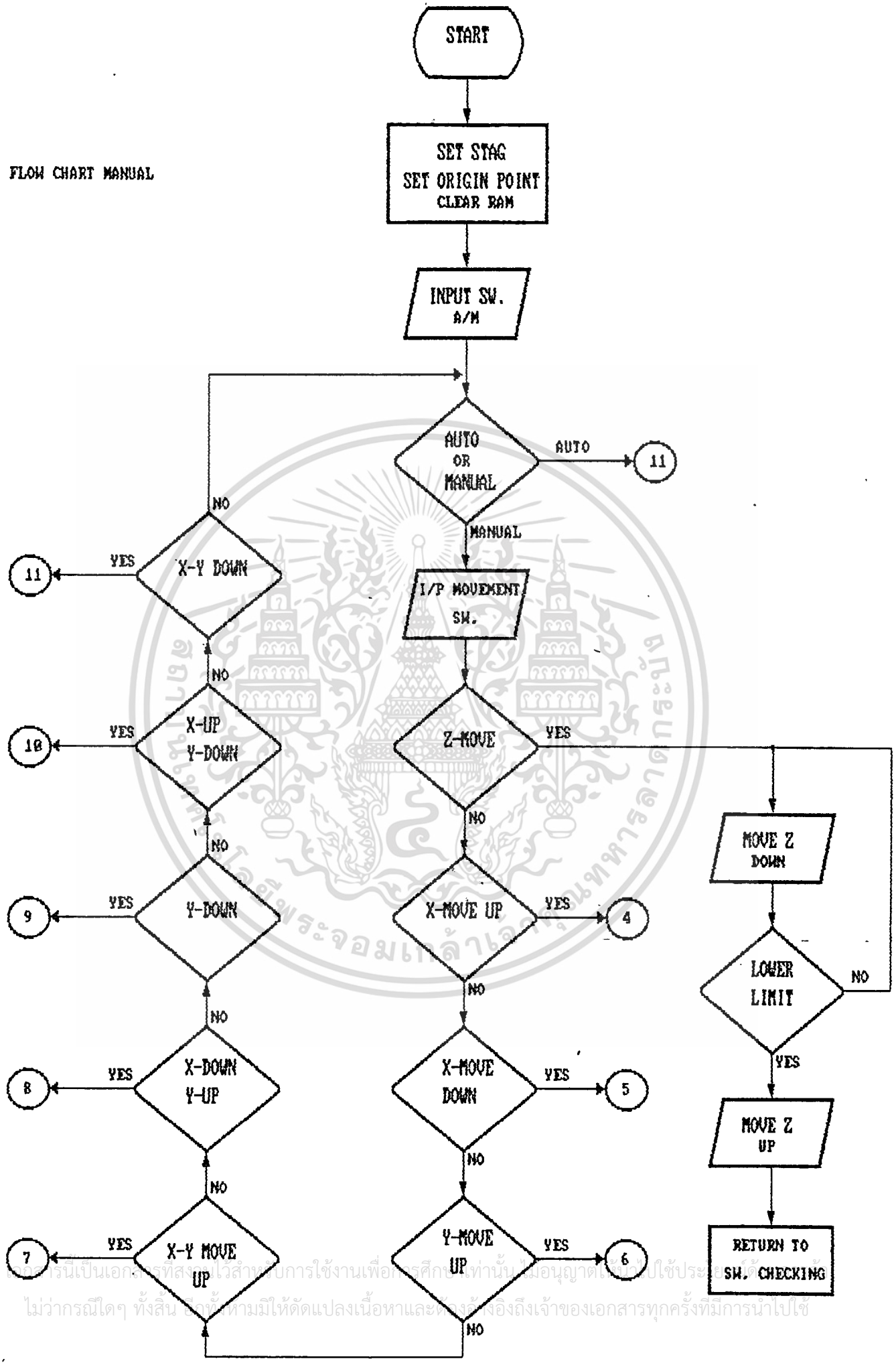
TITLE		
B D M P M		
KMITL	PAGE 4	NAME
COURSE 1, ET 2L	20/10/34	PROJECT 1&2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

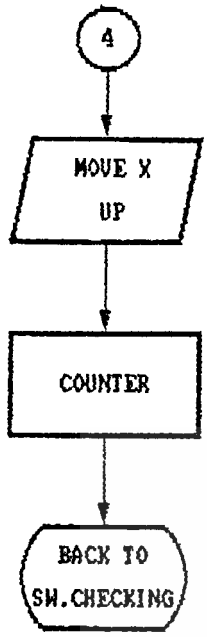
ADDRESS									DATA	ADDRESS									DATA
HEX	A10	A09	A08	A07	A06	A05	A04	A03	A02 A01 A00		HEX	A10	A09	A08	A07	A06	A05	A04	A03	A02 A01 A00	
0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0	0C	4 0 0	1	0	0	0	0	0	0	0	0 0	CC
0 0 C	0	0	0	0	0	0	0	1	1 0	06	4 C C	1	0	0	1	1	0	0	1	1 0	66
0 0 6	0	0	0	0	0	0	0	0	1 1	03	4 6 6	1	0	0	0	1	1	0	0	1 1	33
0 0 3	0	0	0	0	0	0	0	0	1 1	09	4 3 3	1	0	0	0	0	1	1	0	0 1	99
0 0 9	0	0	0	0	0	0	0	1	0 1	0C	4 9 9	1	0	0	1	0	0	1	1	0 0	CC
1 0 0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 0	03	5 0 0	1	0	1	0	0	0	0	0	0 0	3C
1 0 3	0	0	1	0	0	0	0	0	1 1	06	5 3 C	1	0	1	0	0	1	1	0	0 1	66
1 0 6	0	0	1	0	0	0	0	1	1 0	0C	5 6 6	1	0	1	0	1	1	0	0	1 1	C3
1 0 C	0	0	1	0	0	0	0	1	1 0	09	5 C 3	1	0	1	1	1	0	0	1	1 0	99
1 0 9	0	0	1	0	0	0	0	1	0 1	03	5 9 9	1	0	1	1	0	0	1	1	0 0	3C
2 0 0	0	1	0	0	0	0	0	0	0 0	C0	6 0 0	1	1	0	0	0	0	0	0	0 0	C3
2 C 0	0	1	0	1	1	0	0	0	0 0	60	6 C 3	1	1	0	1	1	0	0	0	0 1	66
2 6 0	0	1	0	0	1	1	0	0	0 0	30	6 6 6	1	1	0	0	1	1	0	0	1 1	3C
2 3 0	0	1	0	0	0	1	1	0	0 0	90	6 3 C	1	1	0	0	0	1	1	1	1 0	99
2 9 0	0	1	0	1	0	0	1	0	0 0	C0	6 9 9	1	1	0	1	0	0	1	1	0 0	C3
3 0 0	0	1	1	0	0	0	0	0	0 0	30	7 0 0	1	1	1	0	0	0	0	0	0 0	33
3 3 0	0	1	1	0	0	1	1	0	0 0	60	7 3 3	1	1	1	0	0	1	1	0	0 1	66
3 6 0	0	1	1	0	1	1	0	0	0 0	C0	7 6 6	1	1	1	0	1	1	0	0	1 1	CC
3 C 0	0	1	1	1	1	0	0	0	0 0	90	7 C C	1	1	1	1	1	0	0	1	1 0	99
3 9 0	0	1	1	1	0	0	1	0	0 0	30	7 9 9	1	1	1	1	0	0	1	1	0 0	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

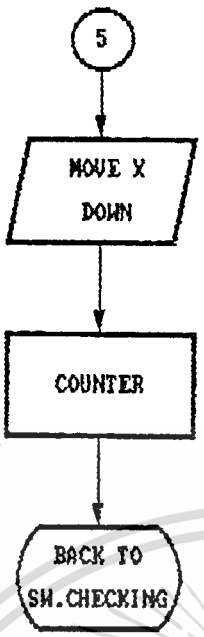
FLOW CHART MANUAL



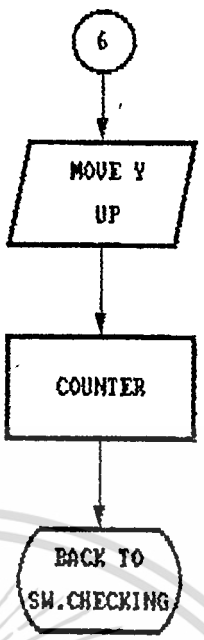
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



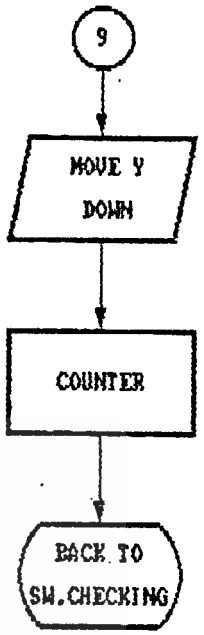
X UP



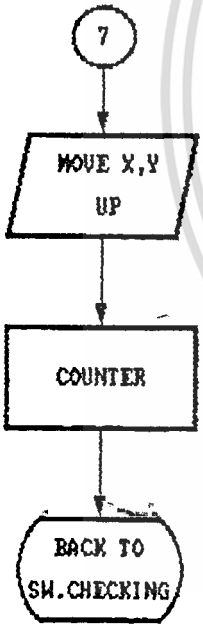
X DOWN



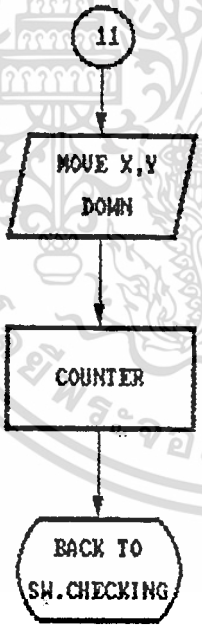
Y UP



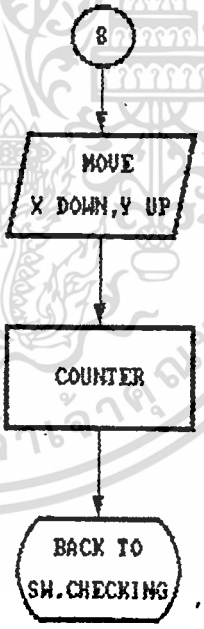
Y DOWN



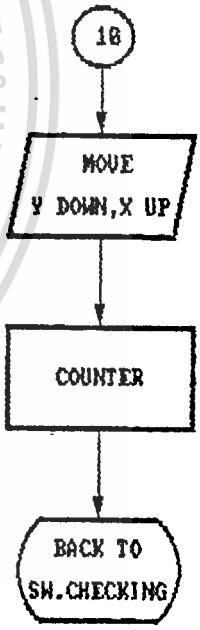
X,Y UP



X,Y DOWN

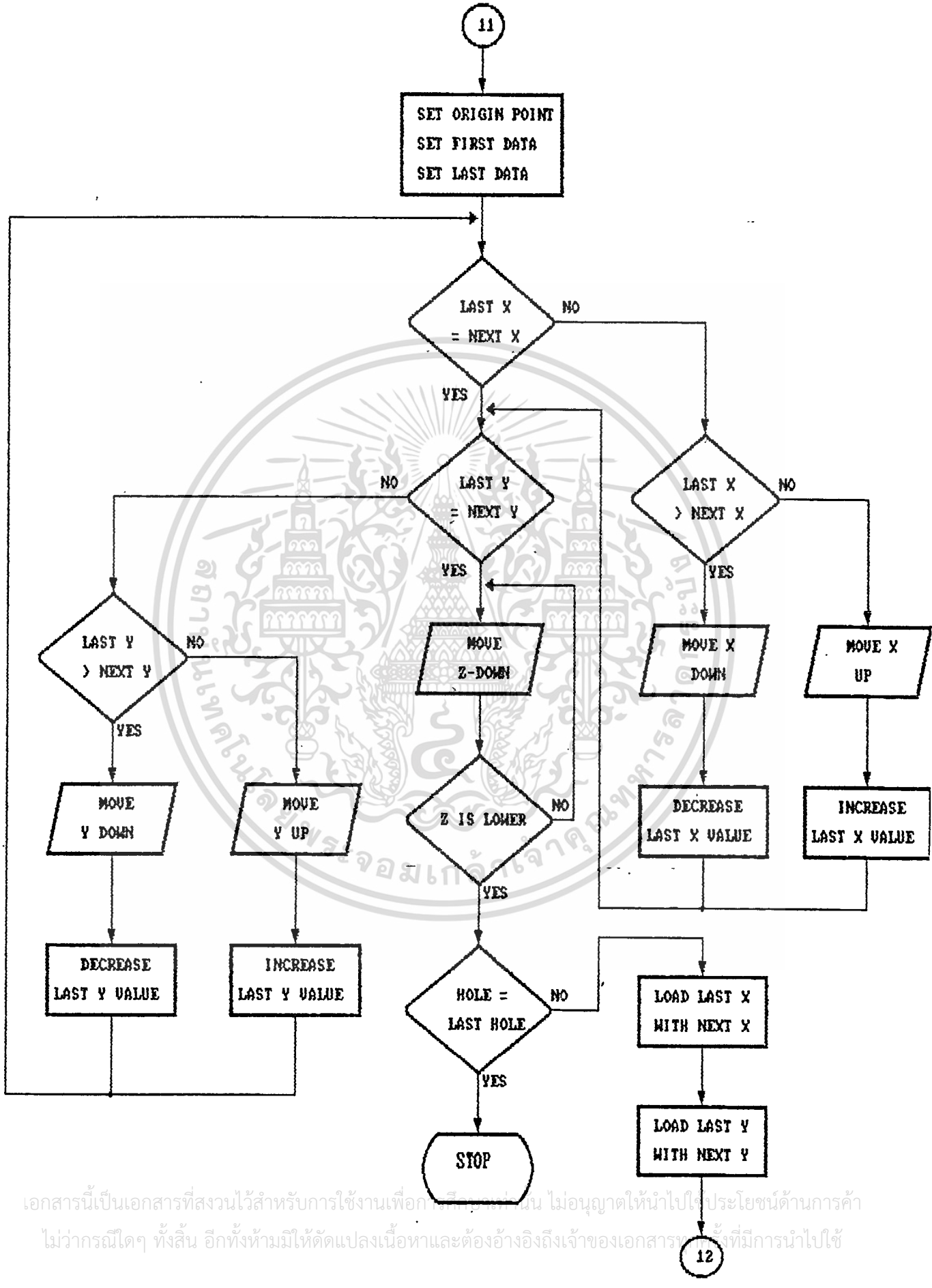


X DOWN, Y UP



Y DOWN, X UP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************
; MICROPROCESSOR CONTROLLED DRILLING MACHINE
;*********************************************
                LD SP,STACK_P
                CALL ORIGIN
                CALL CLEAR_RAM
                LD IX,3000H
A/M:            IN A,38H
                BIT 0,A
                JP Z,AUTO
;****************
;  MANUAL
;****************
MANUAL:         IN A,40H
                CALL Z,Z_AXIS
                IN A,40H
                CP 3BH
                CALL Z,X_UP
                IN A,40H
                CP 37H
                CALL Z,X_DOWN
                IN A,40H
                CP 2FH
                CALL Z,Y_UP
                IN A,40H
                CP 2BH
                CALL Z,XY_UP
                IN A,83H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CP 27H
                CALL Z,DOWN_Y_UP
                IN A,38H
                CP 1FH
                CALL Z,Y_DOWN
                IN A,83H
                CP 1BH
                CALL Z,UP_Y_DOWN
                IN A,83H
                CP 17H
                CALL Z,XY_DOWN
                JP A/M
;****************
;  MEM
;****************
L1:             IN A,38H
                BIT 6,A
                JR Z,L1
                LD B,4
L2:             DEC IX
                DJNZ L2
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;***************
;  Z AXIS
;***************
Z_AXIS:         LD A,72H
                OUT (31H),A
                LD B,0AH
LOOP2:          LD L,0C8H
LOOP1:          CALL #Z
                IN A,38H
                BIT 1,A
                JR NZ,Z_UP
                DEC L
                LD A,L
                CP 00H
                JR NZ LOOP1
                DJNZ LOOP2
Z_UP:           LD A,73H
                OUT (31H),A
LOOP3:          CALL #Z
                IN A,3CH
                BIT 2,A
                JR NZ LOOP3
                LD A,93H
                OUT (31H),A
                LD B,04H
P1:             INC IX
                DJNZ P1
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#Z:             LD A,00H
                OUT (34H),A
                CALL DELAY2
                LD A,04H
                OUT (34H),A
                CALL DELAY2
                RET
;****************
;  X UP
;****************
X_UP:           LD HL,(3E00H)
                CALL #Z_UP
                CALL COUNT_UP_X
                LD (3E00H),HL
                RET
;****************
; #X UP
;****************
#X_UP:          LD A,80H
                OUT (31H),A
                LD A,00H
                OUT (34H),A
                CALL DELAY1
                LD A,01H
                OUT (34H),A
                CALL DELAY1
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;****************
; X DOWN
;****************
X_DOWN:         LD HL,(3E00H)
                IN A,3CH
                BIT 0,A
                JR NZ,PWG 1
                LD HL,0000H
                CALL HL1
                JR PWG2
PWG1:           CALL #X_DOWN
                CALL COUNT_DOWN_X
PWG2:           LD (3E00H),HL
                RET
;****************
; #X DOWN
;****************
#X_DOWN:        LD A,81H
                OUT (31H),A
                LD A,00H
                OUT (34H),A
                CALL DELAY1
                LD A,01H
                OUT (34H),A
                CALL DELAY1
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;****************
; Y UP
;****************
Y_UP:           LD DE,(3E02H)
                CALL #Y_UP
                CALL COUNT_UP_Y
                LD (3E02H),DE
                RET
;****************
; #Y UP
;****************
#Y_UP:          LD A,92H
                OUT (31H),A
                LD A,00H
                OUT (34H),A
                CALL DELAY1
                LD A,02H
                OUT (34H),A
                CALL  DELAY1
                RET
;****************
; Y DOWN
;****************
Y_DOWN:         LD DE,(3E02H)
                IN A,3CH
                BIT 1,A
                JR NZ,PY1
                LD DE,0000H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL DE1
                JR PY2
PY1:            CALL #Y_DOWN
                CALL COUNT_DOWN_Y
PY2:            LD (3E02H),DE
                RET
;***************
;  #Y DOWN
;***************
#Y_DOWN:        LD A,93H
                OUT (31H),A
                LD A,00H
                OUT (34H),A
                CALL DELAY1
                LD A,02H
                OUT (34H),A
                CALL DELAY1
                RET
;***************
;  X,Y UP
;***************
XY_UP:          LD HL,(3E00H)
                LD DE,(3E02H)
                CALL #X,Y_UP
                CALL COUNT_UP_X
                CALL COUNT_UP_Y
                LD (3E00H),HL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LD (3E02H),DE
                RET
;***************
;  #X,Y UP
;***************
#X,Y_UP:        LD A,84H
                OUT (31H),A
                LD A,00H
                OUT (43H),A
                CALL DELAY 1
                LD A,03H
                OUT (34H),A
                CALL DELAY1
                RET
;***************
;  X,Y DOWN
;***************
XY_DOWN         LD HL,(3E00H)
                LD DE,(3E02H)
PZ1:            IN A,3CH
                CP 0FCH
                JR NZ,PZ2
                LD DE,0000H
                LD HL,0000H
                CALL DE1
                CALL HL1
                JR PZ5
PZ2:            CP FDH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JR NZ,PZ 3
                LD DE,0000H
                CALL DE1
                JR PZ5
PZ3:            CP OFEH
                JR NZ,PZ4
                LD HL,0000H
                CALL HL1
                JR PZ5
PZ4:            CP OFFH
                JR NZ,PZ 1
                CALL #X,Y_DOWN
                CALL COUNT_DOWN_X
                CALL COUNT_DOWN_Y
PZ5:            LD (3E00H),HL
                LD (3E02H),DE
                RET
;***************
;  #X,Y DOWN
;***************
#X,Y_DOWN:      LD A,87H
                OUT (31H),A
                LD A,00H
                OUT (34H),A
                CALL DELAY1
                LD A,03H
                OUT (34H),A
                CALL DELAY1
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;***************
;  X DOWN Y UP
;***************
X_DOWN_Y_UP:  LD HL,(3E00H)
              LD DE,(3E02H)
              IN A,3CH
              BIT 0,A
              JR NZ,PG1
              LD HL,0000H
              CALL HL1
              JR PG2
PG1:          CALL #X_DOWN_Y_UP
              CALL COUNT_DOWN_X
              CALL COUNT_UP_Y
PG2:          LD (3E00H),HL
              LD (3E02H),DE
              RET
;***************
;  #X DOWN Y UP
;***************
#X_DOWN_Y_UP: LD A,86H
              OUT (31H),A
              LD A,00H
              OUT (34H),A
              CALL DELAY1
              LD A,03H
              OUT (34H),A
              CALL DELAY1
              RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;***************
;  X UP Y DOWN
;***************
X_UP_Y_DOWN:  LD HL,(3E00H)
              LD DE,(3E02H)
              IN A,3CH
              BIT 1,A
              JR NZ,P01
              CALL DE1
              JR P02
P01:          CALL #X_UP_Y_DOWN
              CALL COUNT_UP_X
              CALL COUNT_DOWN_Y
P02           LD (3E00H),HL
              LD (3E02H),DE
              RET
;***************
;  #X UP Y DOWN
;***************
#X_UP_Y_DOWN: LD A,85H
              OUT (31H),A
              LD A,00H
              OUT (34H),A
              CALL DELAY1
              LD A,03H
              OUT (34H),A
              CALL DELAY1
              RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;***************
;  CLEAR RAM
;***************
CLEAR_RAM:      LD BC,0EFFH
                LD HL,3000H
CLE:            LD (HL),00H
                INC HL
                DEC BC
                LD A,C
                OR B
                JR NZ,CLE
                RET
;***************
;  ORIGIN
;***************
ORI:            IN A,3CH
                BIT 2,A
                CALL NZ,#Z_UP
                IN A,3CH
                CP OFCH
                RET Z
                CP OFDH
                CALL Z,#X_DOWN
                IN A, 3CH
                CP OFEH
                CALL Z #Y_DOWN
                IN A,3CH
                CP OFEH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL Z,#Y_DOWN
                IN A,3CH
                CP OFFH
                CALL Z,XY_DOWN
                JR ORI
;***************
;  COUNT UP X
;***************
COUNT_UP_X:     INC L
                LD A,C8H
                OR L
                JR NZ,HL 1
                INC HL
                LD L,OOH
HL1:            LD (IX+O),L
                LD (IX+1),H
                RET
;***************
;  COUNT DOWN X
;***************
COUNT_DOWN_X: DEC L
                LD A,L
                CP OFFH
                JR NZ,HL2
                DEC H
                LD L,OC7H
HL2:            LD (IX+O),L
                LD (IX+1),H
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;****************
;  COUNT UP Y
;****************
COUNT_UP_Y:    INC E
               LD A,0C8H
               XOR E
               JR NZ,DE1
               INC D
               LD E,00H
DE1:           LD (IX+2),E
               LD (IX+3),D
               RET
;****************
;  COUNT DOWN Y
;****************
COUNT_DOWN_Y:  DGC E
               LD A,E
               CP 0FFH
               JR NZ,DE2
               DEC D
               LD E,0C7H
DE2:           LD (IX+2),E
               LD (IX+3),D
               RET
;****************
;  AUTO
;****************
AUTO:          CALL ORIGIN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LD HL,0000H
                LD (3E04H),HL
                LD (3E06H),HL
                LD (3E0CH),IX
                CALL CHK2
                LD IX,3000H
NEXT:           LD L,(IX+0)
                LD H,(IX+1)
                LD (3E08H),HL
                LD L,(IX+2)
                LD H,(IX+3)
                LD (3E0AH),HL
#AUTO           LD DE,(3E04H)
                LD HL,(3E08H)
                XOR A
                SBC HL,DE
                CALL NZ,XAUTO
                LD DE,(3E06H)
                LD HL,(3E0AH)
                XOR A
                SBC HL,DE
                JR Z,LX1
                CALL YAUTO
                JR #AUTO
LX1:            LD DE,(3E04H)
                LD HL,(3E08H)
                XOR A
                SBC HL,DE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JR NZ,#AUTO
                CALL CHK1
ZAUTO           LD A,72H
                OUT (31H),A
                LD B,0AH
LX2:            LD L,0C8H
LX3:            CALL #ZAUTO
                DEC L
                LD A,L
                CP 00H
                JP NZ,LX3
                DJNZ LX2
                CALL ZAUP
                LD L,(IX+0)
                LD H,(IX+1)
                LD (3E04H),HL
                LD L,(IX+2)
                LD H,(IX+3)
                LD (3E06H),HL
                LD B,04H
LX4:            INC IX
                DJNZ LX4
                LD (3E0EH),IX
                LD HL,(3E0EH)
                LD DE,(3E0CH)
                XOR A
                SBC HL,DE
                JP Z,AUTO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JP NEXT
#Z AUTO:        LD A,00H
                OUT (34H),A
                CALL DELAY2
                LD A,04H
                OUT (34H),A
                CALL DELAY2
                RET
YAUTO:          LD HL,(3E0AH)
                PUSH HL
                XOR A
                SBC HL,DE
                JR NC,LX5
                CALL #Y_DOWN
                POP HL
                INC HL
                LK (3E0AH),HL
                RET
LZ1:            CALL #Y_UP
                POP HL
                DEC HL
                LD (3E0AH),HL
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;***********************
;  CHECK KEY AUTO MODE
;***********************
CHK1:           IN A,40H
                BIT 0,A
                JRNZ CHN_SP
                IN A,40H
                CALL DELAY3
                BIT 6,A
                RET NZ
LX6:            IN A,38H
                CALL DELAY3
                BIT 6,A
                JR Z,LX6
LX7:            IN A,38H
                BIT 0,A
                JR NZ,CHN_SP
                IN A,38H
                CALL DELAY3
                BIT 6,A
                JR NZ,LX6
                IN A,38H
                CALL DELAY3
                BIT 6,A
                JR Z,LX7
                RET
CHN_SP:         CALL ZAUP
                LD (3E0EH),SP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LD HL,(3E0EH)
                LD (HL),14H
                INC HL
                LD (HL),60H
                LD IX,(3E0CH)
                RET
ZAUP:           LD A,73H
                OUT (31H),A
LX8:            CALL #ZAUTO
                IN A,3CH
                BIT 2,A
                JR NZ,LX8
                RET
                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MACHINE CODE DATA

ADD	DATA	ADD	DATA
0000	3C 3C 3C 39 39 39 33 33	04E8	63 6C 6C 6C 66 66 66 63
0008	3C 3C 3C 3C 36 36 36 33	04F0	3C 3C 3C 39 39 39 33 33
0010	3C 3C 3C 39 39 39 33 33	04F8	33 3C 3C 3C 36 36 36 33
0018	33 3C 3C 3C 36 36 36 33	0500	3C 3C 3C 39 39 39 33 33
0020	3C 3C 3C 39 39 39 33 33	0508	33 3C 3C 3C 36 36 36 33
0028	33 3C 3C 3C 36 36 36 33	0510	3C 3C 3C 39 39 39 33 33
0030	ADD 0030-00F7 เป็น 00H	0518	33 3C 3C 3C 36 36 36 33
00F8	33 3C 3C 3C 36 36 36 33	0520	3C 3C 3C 39 39 39 33 33
0100	33 33 33 36 36 36 3C 3C	0528	33 3C 3C 3C 36 36 36 33
0108	3C 33 33 33 39 39 39 33	0530	6C 6C 6C 69 69 69 63 63
0110	33 33 33 36 36 36 3C 3C	0538	63 6C 6C 6C 66 66 66 63
0118	3C 33 33 33 39 39 39 33	0540	6C 6C 6C 69 69 69 63 63
0120	ADD 0120-01F7 เป็น 00H	0548	63 6C 6C 6C 66 66 66 63
01F8	3C 33 33 33 39 39 39 33	0550	6C 6C 6C 69 69 69 63 63
0200	C3 C3 C3 C3 C3 C3 C3 C3	0558	63 6C 6C 6C 66 66 66 63
0208	ADD 0208-022F เป็น 00H	0560	CC CC CC C9 C9 C9 C3 C3
0230	93 93 93 00 00 00 00 00	0568	C3 CC CC CC C6 C6 C6 C3
0238	ADD 0238-025F เป็น 00H	0570	CC CC CC C9 C9 C9 C3 C3
0260	33 33 33 00 00 00 00 00	0578	C3 CC CC CC C6 C6 C6 C3
0268	ADD 0268-028F เป็น 00H	0580	CC CC CC C9 C9 C9 C3 C3
0290	C3 C3 C3 00 00 00 00 00	0588	C3 CC CC CC C6 C6 C6 C3
0298	ADD 0298-02DF เป็น 00H	0590	3C 3C 3C 39 39 39 33 33
02C0	63 63 63 00 00 00 00 00	0598	33 3C 3C 3C 36 36 36 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADD	DATA	ADD	DATA
02C8	ADD 02C8-02EF เป็น 00H	05A0	3C 3C 3C 39 39 39 33 33
02F0	33 33 33 00 00 00 00 00	05A8	33 3C 3C 3C 36 36 36 33
02F8	ADD 02F8-02FF เป็น 00H	05B0	3C 3C 3C 39 39 39 33 33
0300	33 33 33 00 00 00 00 00	05B8	33 3C 3C 3C 36 36 36 33
0308	ADD 0308-032F เป็น 00H	05C0	9C 9C 9C 99 99 99 93 93
0330	63 63 63 00 00 00 00 00	05C8	93 9C 9C 9C 96 96 96 93
0338	ADD 0338-035F เป็น 00H	05D0	9C 9C 9C 99 99 99 93 93
0360	C3 C3 C3 00 00 00 00 00	05D8	93 9C 9C 9C 96 96 96 93
0368	ADD 0368-038F เป็น 00H	05E0	9C 9C 9C 99 99 99 93 93
0390	33 33 33 00 00 00 00 00	05E8	93 9C 9C 9C 96 96 96 93
0398	ADD 0398-03DF เป็น 00H	05F0	3C 3C 3C 39 39 39 33 33
03C0	93 93 93 00 00 00 00 00	05F8	3C 3C 3C 39 39 39 33 33
03C8	ADD 03C8-03EF เป็น 00H	0600	C3 C3 C3 C6 C6 C6 CC CC
03F0	33 33 33 00 00 00 00 00	0608	CC C3 C3 C3 C9 C9 C9 C3
03F8	ADD 03F8-03FF เป็น 00H	0610	C3 C3 C3 C6 C6 C6 CC CC
0400	CC CC CC C9 C9 C9 C3 C3	0618	CC C3 C3 C3 C9 C9 C9 C3
0408	C3 CC CC CC C6 C6 C6 C3	0620	C3 C3 C3 C6 C6 C6 CC CC
0410	CC CC CC C9 C9 C9 C3 C3	0628	CC C3 C3 C3 C9 C9 C9 C3
0418	C3 CC CC CC C6 C6 C6 C3	0630	93 93 93 96 96 96 9C 9C
0420	CC CC CC C9 C9 C9 C3 C3	0638	9C 03 93 93 99 99 99 9C
0428	C3 CC CC CC C6 C6 C6 C3	0640	93 93 93 96 96 96 9C 9C
0430	9C 9C 9C 99 99 99 93 93	0648	9C 03 93 93 99 99 99 9C
0438	93 9C 9C 9C 96 96 96 93	0650	93 93 93 96 96 96 9C 9C
0440	9C 9C 9C 99 99 99 93 93	0658	9C 03 93 93 99 99 99 9C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADD	DATA	ADD	DATA
0448	93 9C 9C 9C 96 96 96 93	0660	33 33 33 36 36 36 3C 3C
0450	9C 9C 9C 99 99 99 93 93	0668	3C 33 33 33 39 39 39 3C
0458	93 9C 9C 9C 96 96 96 93	0670	33 33 33 36 36 36 3C 3C
0460	3C 3C 3C 39 39 39 33 33	0678	3C 33 33 33 39 39 39 3C
0468	33 3C 3C 3C 36 36 36 33	0680	33 33 33 36 36 36 3C 3C
0470	3C 3C 3C 39 39 39 33 33	0688	3C 33 33 33 39 39 39 3C
0478	33 3C 3C 3C 36 36 36 33	0690	C3 C3 C3 C6 C6 C6 CC CC
0480	3C 3C 3C 39 39 39 33 33	0698	CC C3 C3 C3 C9 C9 C9 C3
0488	33 3C 3C 3C 36 36 36 33	06A0	C3 C3 C3 C6 C6 C6 CC CC
0490	CC CC CC C9 C9 C9 C3 C3	06A8	CC C3 C3 C3 C9 C9 C9 C3
0498	C3 CC CC CC C6 C6 C6 C3	06B0	C3 C3 C3 C6 C6 C6 CC CC
04A0	CC CC CC C9 C9 C9 C3 C3	06B8	CC C3 C3 C3 C9 C9 C9 C3
04A8	C3 CC CC CC C6 C6 C6 C3	06C0	63 63 63 66 66 66 6C 6C
04B0	CC CC CC C9 C9 C9 C3 C3	06C8	6C 63 63 63 69 69 69 63
04B8	C3 CC CC CC C6 C6 C6 C3	06D0	63 63 63 66 66 66 6C 6C
04C0	6C 6C 6C 69 69 69 63 63	06D8	6C 63 63 63 69 69 69 63
04C8	63 6C 6C 6C 66 66 66 63	06E0	63 63 63 66 66 66 6C 6C
04D0	6C 6C 6C 69 69 69 63 63	06E8	6C 63 63 63 69 69 69 63
04D8	63 6C 6C 6C 66 66 66 63	06F0	33 33 33 36 36 36 3C 3C
04E0	6C 6C 6C 69 69 69 63 63	06F8	3C 33 33 33 39 39 39 3C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADD	DATA	ADD	DATA
0700	33 33 33 36 36 36 3C 3C	0780	CC C3 C3 C3 C9 C9 C9 C3
0708	3C 33 33 33 39 39 39 33	0788	CC C3 C3 C3 C9 C9 C9 C3
0710	33 33 33 36 36 36 3C 3C	0790	33 33 33 36 36 36 3C 3C
0718	3C 33 33 33 39 39 39 33	0798	3C 33 33 33 39 39 39 33
0720	33 33 33 36 36 36 3C 3C	07A0	33 33 33 36 36 36 3C 3C
0728	3C 33 33 33 39 39 39 33	07A8	3C 33 33 33 39 39 39 33
0730	63 63 63 66 66 66 6C 6C	07B0	33 33 33 36 36 36 3C 3C
0738	6C 63 63 63 69 69 69 63	07B8	3C 33 33 33 39 39 39 33
0740	63 63 63 66 66 66 6C 6C	07C0	93 93 93 96 96 96 9C 9C
0748	6C 63 63 63 69 69 69 63	07C8	9C 03 93 93 99 99 99 9C
0750	63 63 63 66 66 66 6C 6C	07D0	93 93 93 96 96 96 9C 9C
0758	6C 63 63 63 69 69 69 63	07D8	9C 03 93 93 99 99 99 9C
0760	C3 C3 C3 C6 C6 C6 CC CC	07E0	93 93 93 96 96 96 9C 9C
0768	CC C3 C3 C3 C9 C9 C9 C3	07E8	9C 03 93 93 99 99 99 9C
0770	C3 C3 C3 C6 C6 C6 CC CC	07F0	33 33 33 36 36 36 3C 3C
0778	CC C3 C3 C3 C9 C9 C9 C3	07F8	3C 33 33 33 39 39 39 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุปและวิจารณ์

จากการพัฒนาและทดสอบในเครื่องต้นแบบได้ทำการพัฒนาทางด้าน Hardware 3 ครั้ง ด้าน Software 2 ครั้ง โดยการนำเอา ball screw เข้ามาใช้งานด้าน machine (hardware) ทำให้การเคลื่อนที่ของแกนเป็นไปได้ดีขึ้น การทำงานสำเร็จได้ 80% ของโครงงานคือสามารถเคลื่อนที่ได้ในระบบ manual ได้ตรงตาม step ที่ต้องการแต่ยังมีปัญหาในเรื่องของ Auto ซึ่งเมื่อต่อร่วมกับ Stepping motor เกิดการ error ขึ้นแต่ได้ปรับปรุงและแก้ไขจนการทำงานของ AUTO เป็นปกติ

ปัญหาที่เกิดขึ้นในระยะเวลาที่ทำโครงงาน

1) การหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับงาน

1.1 Stepping Motor เนื่องจากโครงงานนี้ต้องการ motor Stepping ที่มีความเร็วรอบสูงเพื่อจะได้ Coupling หมุนแกนเคลื่อนที่ X,Y ได้เร็วและต้องมี Torgue สูงเพราะงานที่ใช้ในการขับนั้นเป็นแกนเหล็กมีน้ำหนักความผิด แต่ตามท้องตลาดส่วนมากแล้วจะมีความเร็วรอบต่ำแต่มี Torgue สูงถ้าความเร็วรอบสูง Torgue จะต่ำ.

<u>วิธีแก้ไข</u> - เลือกใช้ Stepping motor ชนิดพิเศษที่มีความเร็วรอบสูงและ Torgue สูง

- เปลี่ยนแกนที่ใช้ในการเคลื่อนที่โดยจะใช้ ball screw assembly หรือ lead screw

1.2 แกน X,Y,Z มีน้ำหนักมากเนื่องจากวัสดุที่ใช้กลึงเป็นเหล็กความเที่ยงตรง,ความโค้งทำให้การเคลื่อนที่ติดขัด การ coupling แบบตรงแต่การเจาะเบี้ยวจึงเป็นอุปสรรค์ในการเคลื่อนที่

<u>วิธีแก้ไข</u> - เลือกใช้ ball screw assembly และ coupling โดยเฉพาะกับงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วงจร Drive Stepping Motor เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดจากการเคลื่อนที่ทาง Machine จึงทำให้ชุด Drive ร้อนจัดต้องใช้ Heat silk ที่สามารถระบายความร้อนได้เร็ว

3) หม้อแปลง ต้องใช้ Amp สูงเพื่อที่สามารถจ่ายกระแสไฟได้มากกับชุดวงจรต่าง ๆ ได้เพียงพอ

4) Program ที่ใช้เป็นภาษา Assembly เมื่อใช้ Run โดยยังไม่ต่อกับ Machine (ต่อกับวงจร Drive) เครื่องจะทำงานตาม Sequence ตามต้องการได้ถูกต้องทั้ง manual,auto โดยใช้ LED เป็น DISPLAY แต่เมื่อต่อร่วมกับ Machine แล้วการทำงานคือ สั่งให้แกน X,Y เคลื่อนที่โดยแบ่งเป็น X+,X-,Y+,Y-,Z แล้วแต่ในการกด Key เคลื่อนที่ได้ตามตำแหน่งที่ต้องการแล้ว แกน Z จะทำงานเป็นการจบการเจาะ 1 จุด จากนั้นทำการโยก sw.ไปที่ตำแหน่ง auto และเคลื่อนที่ทำงานไม่ได้ตามตำแหน่งเหมือนกับตอนใช้ Manual

แนวทางพัฒนาทางด้าน HARDWARE

-ใช้อุปกรณ์ประเภทแรงเสียดทานน้อย เช่น ball screw

-ใช้ STEPPING MOTOR ที่มี SPEED สูง,TORGUE สูง

-เปลี่ยนจากการใช้ STEPPING MOTOR เป็นการใช้ระบบ HYDROLIC หรือ PNEUMATIC โดยการใช้การ Punch เจาะรูซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้เจาะอย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วเหมาะสำหรับใช้ในการอุตสาหกรรม

แนวทางพัฒนา SOFTWARE

-ใช้ Software ที่ control ได้จากเครื่อง PC

-เขียน Software ตรวจสอบการทำงานของ motor ได้ check จากตัว sersor ข้างนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและข้อเสนอแนะ

เครื่องเจาะอัตโนมัตินี้ อาจจะเรียกได้ว่าเป็นการผสมผสานกับระหว่างกลไกทางกลกับระบบการควบคุมโดยไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานในระบบอุตสาหกรรม ในโครงงานนี้เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพทุกๆด้าน โดยได้แยกการปรับปรุงออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่เป็นระบบควบคุมได้ทำการพัฒนาการควบคุมเป็นแบบสำเร็จ ในตัวเองกล่าวคือทำการสร้างวงจรควบคุมและเก็บโปรแกรมทำงานสำเร็จรูปไว้ เมื่อต้องการใช้เครื่องก็สามารถใช้ได้เลย ซึ่งเป็นนการลดความยุ่งยากในการปฏิบัติงานจึงเป็นการป้องกันความผิดพลาดได้ และยังเพิ่มขีดความสามารถในการเจาะให้มีตำแหน่งเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังเน้นในด้านความเที่ยงตรงในการทำงานด้วย

ส่วนที่เป็นกลไก ได้ทำการปรับปรุงให้สอดคล้องกับส่วนที่เป็นระบบควบคุม เพื่อผลทางด้านความเที่ยงตรงในการทำงาน โดนที่ยังคงเค้าคงโครงเดิมเอาไว้ในส่วนนนี้อาจจะยังไม่สมบูรณ์เท่าที่ควรอัน เนื่องมาจากขาดความรู้ทางด้านเครื่องกลถ้าจะให้โครงงานนี้เป็นโครงงานที่สมบูรณ์แบบ ควรจะประสานกันระหว่างผู้ชำนาญงานทางไฟฟ้าและเครื่องกลจะทำให้เครื่องเจาะอัตโนมัตินี้มีความสมบูรณ์ทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ด้วยความร่วมมือและความตั้งใจในการทำงานของเพื่อนร่วมงานในกลุ่ม Project ทุกคนรวมทั้งความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา คือ อาจารย์ สมภพ แก้วมีชัย ที่คอยให้ความแนะนำชี้แนวทางที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนการให้ใช้สถานที่ประกอบ Project และต้องขอขอบคุณ คุณ ปรารพ จันเชย จากบริษัท UNOCAL ซึ่งได้มาช่วยทางด้าน SOFTWARE คุณ เกียรติ์ อินทรสุริยวงษ์ ET2L ซึ่งได้ช่วยทางด้าน Software คณะผู้จัดทำจึงขอกล่าวขอบคุณไว้ ณ.โอกาสนี้

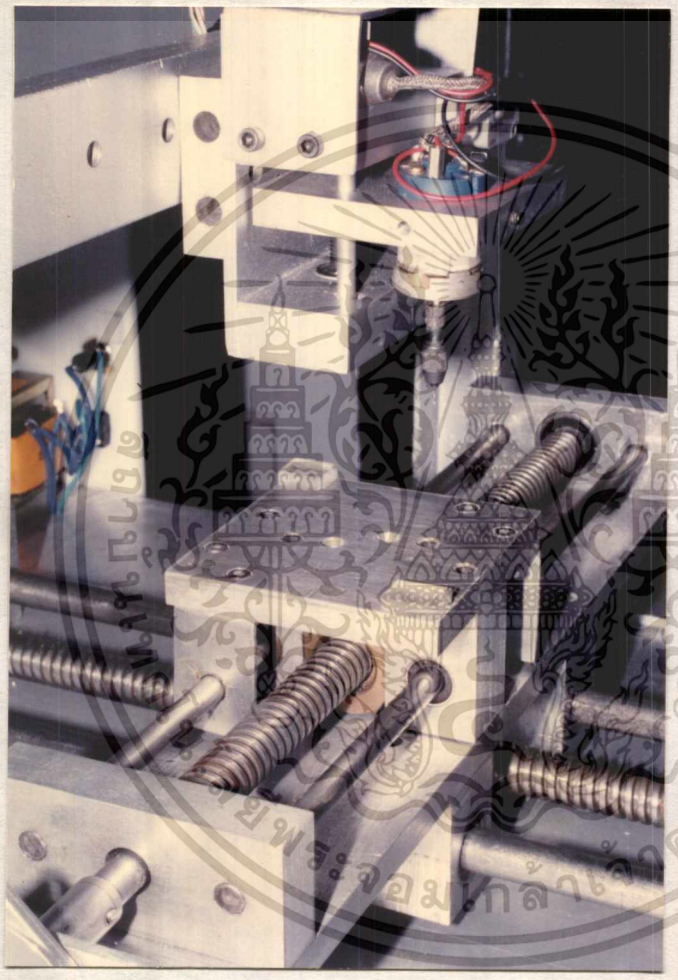
คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

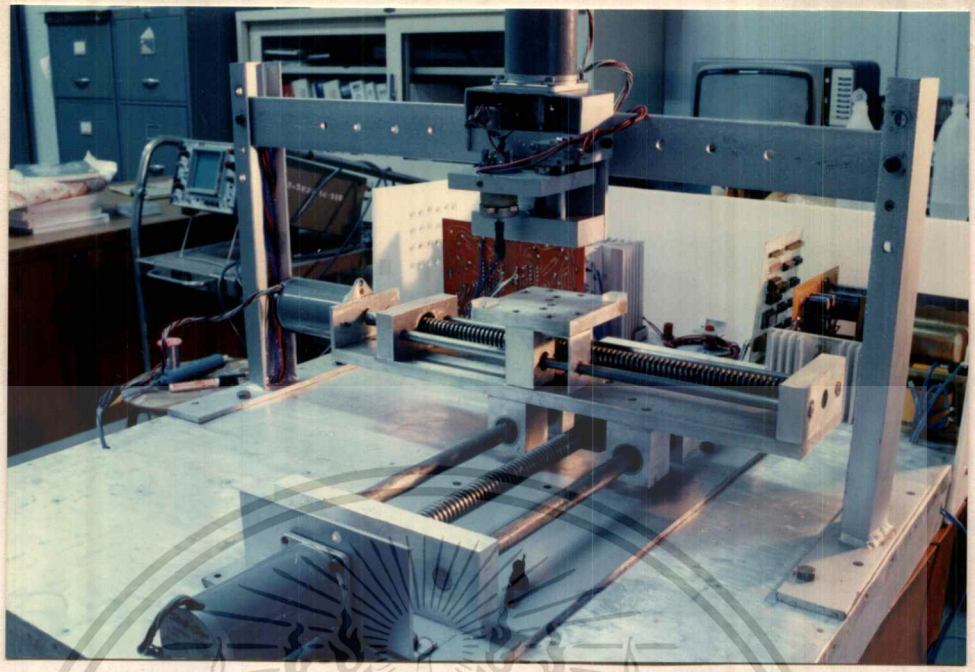
หนังสืออ้างอิง

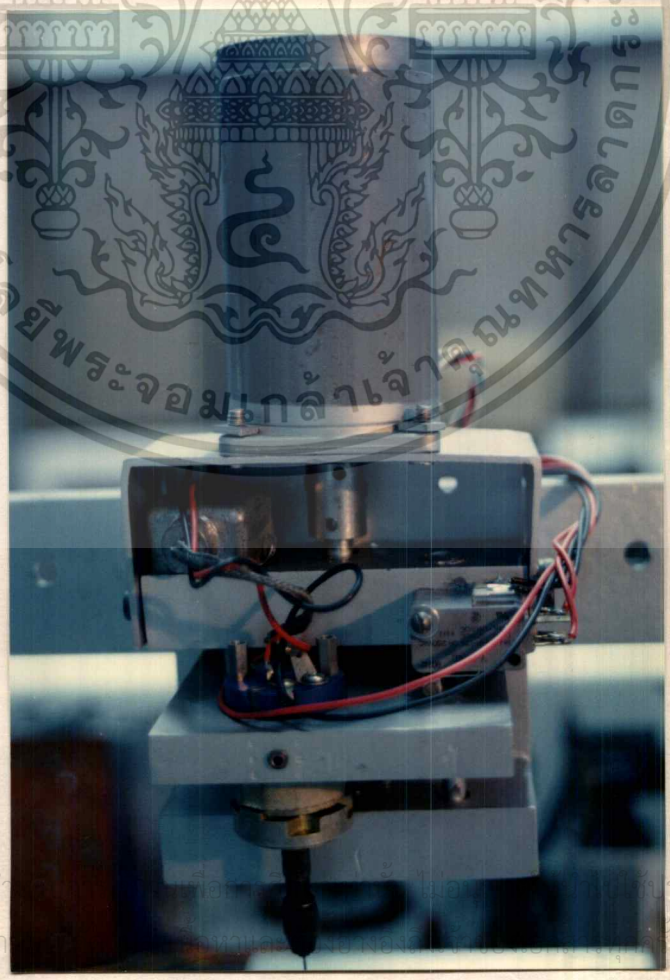
- หนังสือ "คู่มือ/เทียบเบอร์ ไอซี TTL" ของบริษัท ซีเอ็ด
- Catalog "The Complete Linear Motion Programme from a Single Source" ของ STAR
- Catalog "Compumotor Daedal Digiplan" ของ Parker
- James W. Coffron,Z80 Application, PP. 53-56,89-113 Sybex,berkeley. paris,1983
- Micro-processor MPF-1 User's Manual.TAIPEI; Multitach Industrial Corporation,1981
- LANCE A. Leventhal. Z80 Assembly Language Programing. California Mcgraw-hill,1979
- MICROPROCESSOR MICROCOMPUTOR ยืน ภู่วรรณ,วัฒนา เชียงกูล พิมพ์ครั้งที่ 1 หน้า 95-125 บริษัทซีเอ็ด จำกัด 2521
- "เครื่องเจาะอัตโนมัติ" ปริญญานิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2528
- ANALOG AND DIGITAL CONTROL SYSTEM ของ RAMAKANT GAGAKNSAL,LEONASD SOKDOFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

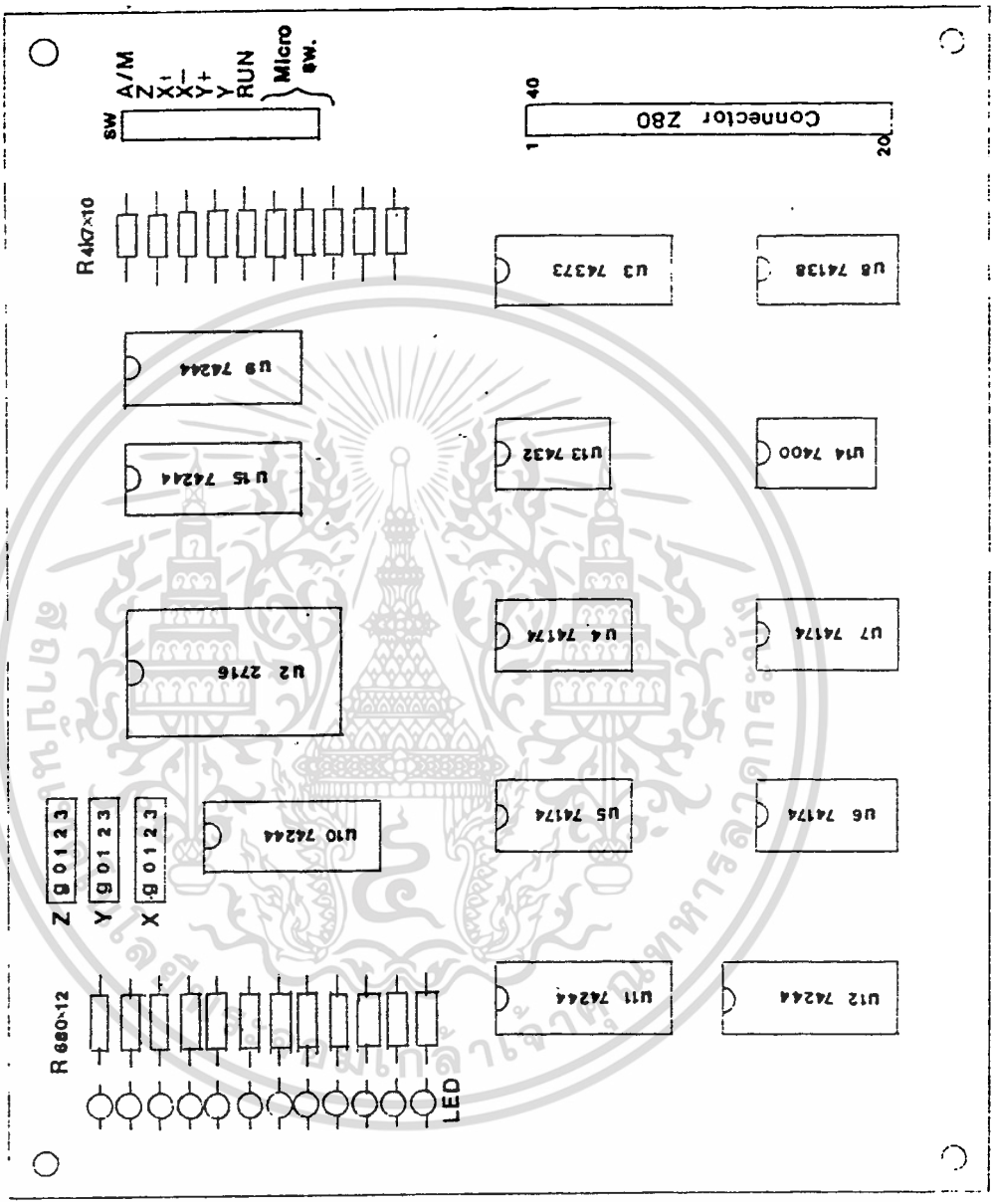


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



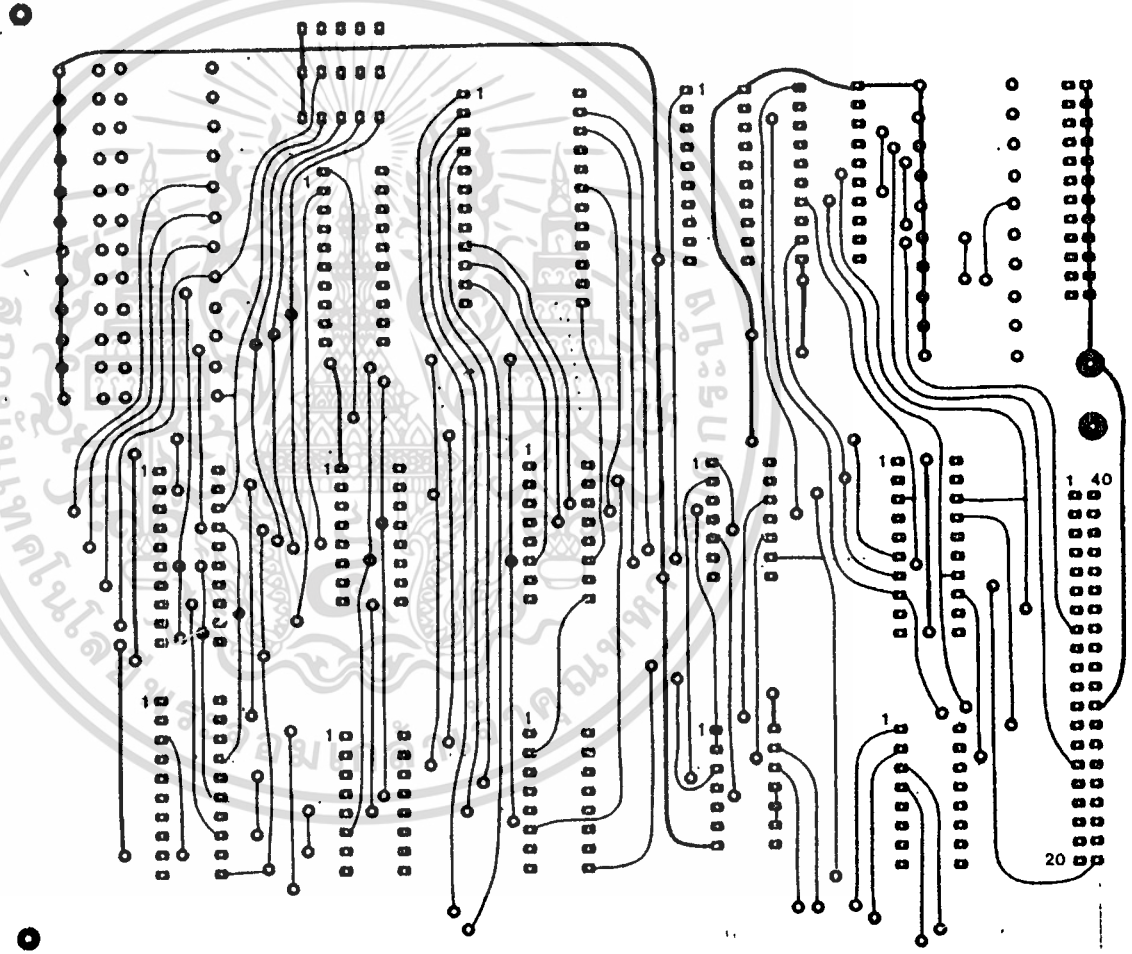


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้า



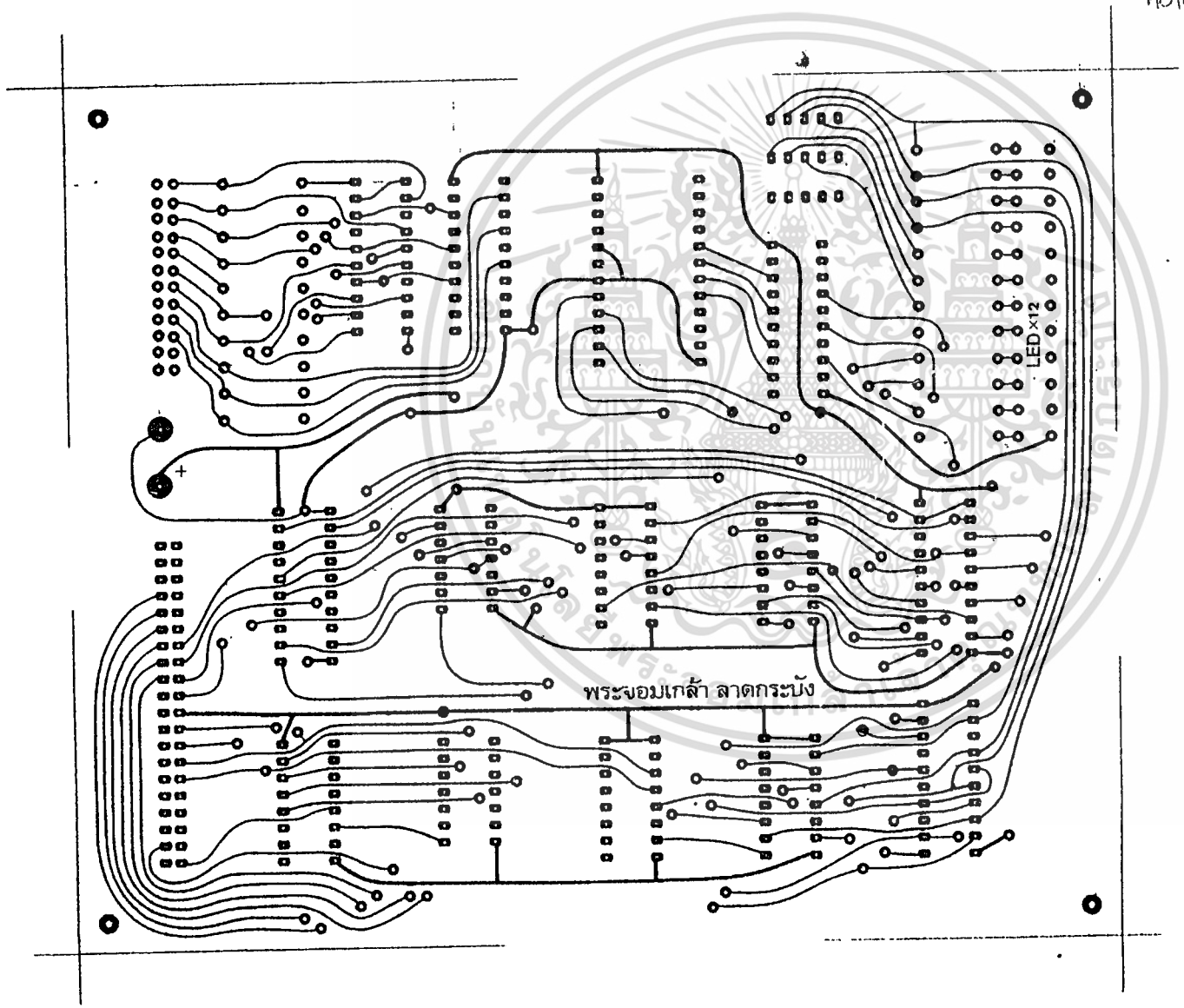
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

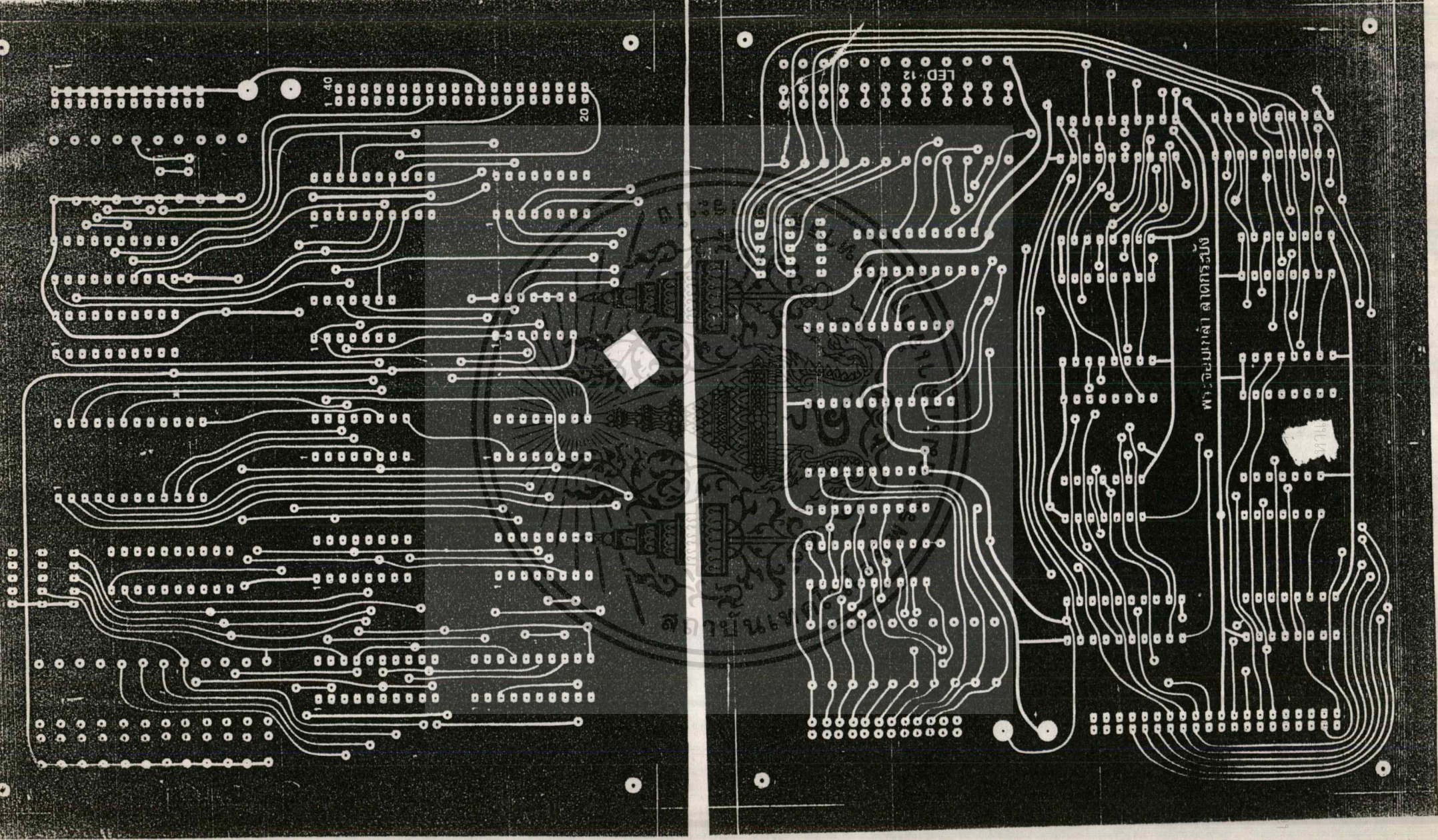
note .. top view



→ SW1-10 (connector 20 pins) → 74244(U9) → 74244(U15) → 2716(U2) connector x,4,7 → R680×12 + LED×12
→ 74373(U3) → 7432(U13) → 74174(U4) → 74244(U10) → 74244(U11)
→ connector to Z80 40 pins → 74138(U8) → 7400(U14) → 74174(U7) → 74174(U5) → 74244(U?)
→ R1-10 → 74174(U6)

note.. BOTTOM

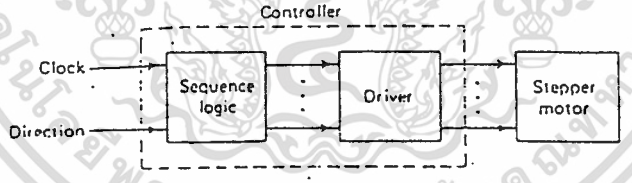



40
20
LED-12

Stepper Motor

ในระบบ D.C มอเตอร์ การทำงานจะเป็นแบบต่อเนื่อง ซึ่งแตกต่างกับการทำงานของ Stepper Motor ที่ทำงานเป็นเพิ่มเป็นมุม หรือเป็นขั้น ดังนั้นการจะให้ Stepper หมุนจึงแตกต่างกับ D.C มอเตอร์ที่ D.C มอเตอร์ จะหมุนได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับแรงดันที่จ่ายให้ แต่ Stepper Motor จะขึ้นอยู่กับพัลส์ที่จ่ายให้

การทำงานของ Stepper Motor ขึ้นอยู่กับรูปแบบของสัญญาณพัลส์ที่ป้อนเข้าที่แต่เฟสของ Stepper Motor ในลักษณะของซีเควนเชียล ดังนั้น ในการจะให้ Stepper Motor ทำงาน ผู้ใช้งานมักจะต้องออกแบบวงจรลอจิกในลักษณะของซีเควนเชียล และสัญญาณจากวงจรลอจิกไปควบคุมวงจรนั้นขับเฟสของ Stepper Motor เพื่อจะให้กระแสที่จ่ายให้แต่ละเฟสตามที่ Stepper Motor ต้องการ ระบบควบคุมการทำงานของ Stepper Motor ส่วนมากผู้ผลิตจะออกแบบมาให้ หรือบางกรณีอาจจะออกแบบโดยผู้ใช้งานก็ได้ หรือตัวอย่าง ๆ สำหรับการออกแบบโดยผู้ใช้งาน Stepper Motor ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1

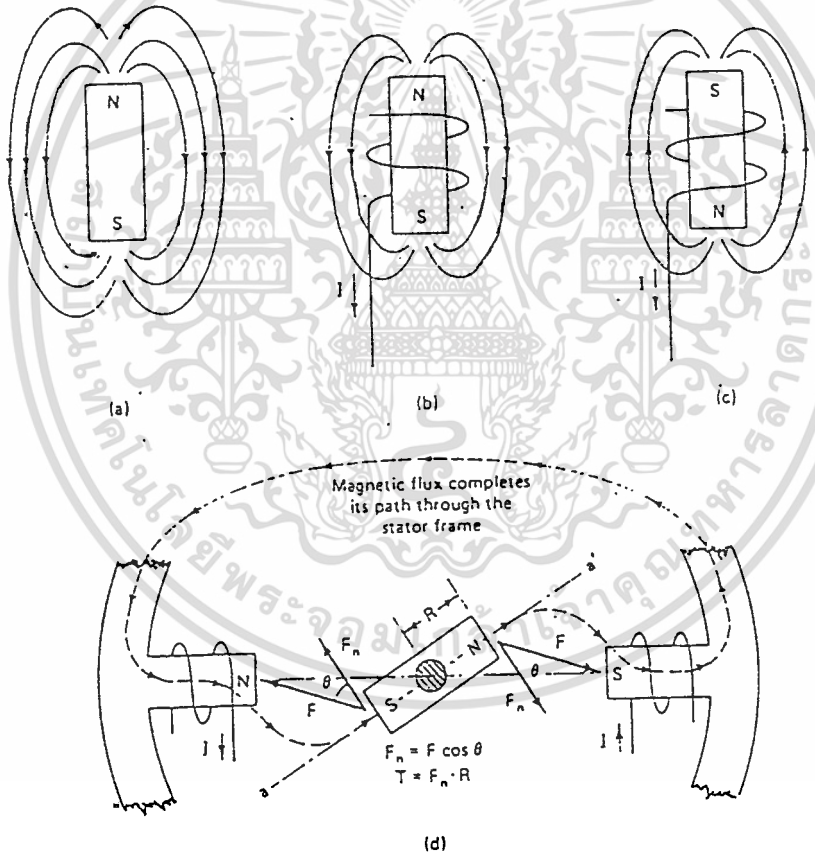
เมื่อผู้ใช้งานต้องการที่จะนำไปใช้งาน จะได้โดยจ่ายสัญญาณนาฬิกาและกำหนดทิศทางการหมุน โดยกำหนดที่อินพุทที่จ่ายให้กับ Stepper Motor

เมื่อเปรียบเทียบกับ D.C Motor, Stepper Motor จะไม่มีทั้งแปรงถ่านและคอมมูเลเตอร์ในขณะที่ทำงาน ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของ Stepper Motor การควบคุมการทำงานของ Stepper Motor อาจจะต่อมาจากไมโครโปรเซสเซอร์ หรือ ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งแตกต่างกับการควบคุม D.C Motor โดยคอมพิวเตอร์ซึ่งจะต้องประกอบด้วยวงจรที่ยุ่งยากและซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำงานของ Stepper Motor สามารถควบคุมการหมุนไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ค่อนข้างมีความถูกต้องมาก โดยในแต่ละพัลส์ที่จ่ายให้ Stepper Motor มันจะเคลื่อนที่ไปเป็นมุมคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งไม่มีความยุ่งยากมากนัก

ต่อไปจะพิจารณาการทำงานพื้นฐานของ Stepper Motor โดยทั่ว ๆ ไป ซึ่งเป็นส่วนที่มีความสำคัญ และจำเป็นมากสำหรับความเข้าใจการทำงานของ Stepper Motor



รูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะโดยทั่วไปของเส้นแรงแม่เหล็กถาวรจะพุ่งจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ ดังแสดงในรูปที่ 2 (a) ในการสร้างแม่เหล็กไฟฟ้านั้นทำได้โดยการใช้ขดลวดพันคอล์ยและจ่ายกระแส (I) ผ่านขดลวด ดังแสดงในรูปที่ 2 (b) ขั้วแม่เหล็กสามารถจะเปลี่ยนแปลงขั้วใต้ได้โดยพันขดลวดกลับทิศทางดังรูปที่ 2 (c) ซึ่งจะเป็นไปตามกฎมือขวา

ในรูปที่ 2 (I) แม่เหล็กถาวรบนแกนหมุน (Rotor) ที่เป็นอิสระสามารถหมุนได้เหมือนอาร์เมเจอร์ที่มีขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าสองขั้ว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Stator ที่ยึดติดกับเฟรมของ Stepper Motor ในตำแหน่งที่แสดงในแนวแกน a - a' ของแม่เหล็กถาวรที่เป็นอาร์เมเจอร์จะทำมุมกันแนวแกนของขั้วแม่เหล็กไฟฟ้า แรงของสนามแม่เหล็กกระทำต่อกันจะเหมือนกับเกิดที่ขั้วแม่เหล็ก ทำให้เกิดแรงตามสูตร $Fn = F\cos\theta$ ซึ่งแรงที่เกิดขึ้นกับแกน a - a' จะมีค่าแรงบิด (torque) $F_n.R$ การหมุนของอาร์เมเจอร์ใน Stepper Motor แบบ C W จนกระทั่งแกน a - a' จะอยู่ในแนวเดียวกับขั้วของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งที่จุดนี้จะไม่เกิดแรงบิดที่กระทำระหว่างแม่เหล็กถาวรที่เป็นอาร์เมเจอร์กับแม่เหล็กไฟฟ้าที่ขั้วซึ่งติดกับเฟรมของ Stepper Motor ถ้ากระแส (I) ที่จ่ายให้ลดลงเป็นศูนย์ ค่าของสนามไฟฟ้าก็จะลดลงเป็นศูนย์ด้วย ดังนั้น ถ้าขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าขั้วอื่นบนเฟรมเดียวกันเกิดขึ้นก็จะทำให้อาร์เมเจอร์หมุนไปยังตำแหน่งนั้นด้วย

<u>ชนิดของ Stepper Motor</u>

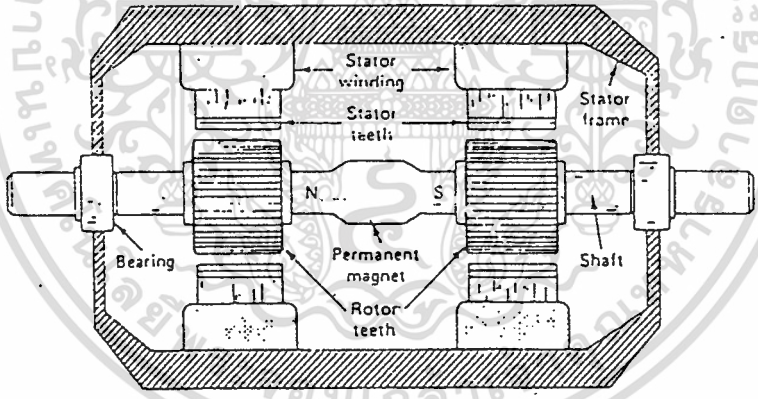
- แบบ Permanent - Magnet Stepper Motor (PM)
- แบบ Single - Stack Variable - Reluctance Stepper Motor (VR)
- แบบ Mullis Stack Veriable - Reluctance Stepper Motor (VRSM)
- แบบ Hybrid Stepper Motor (HSM)

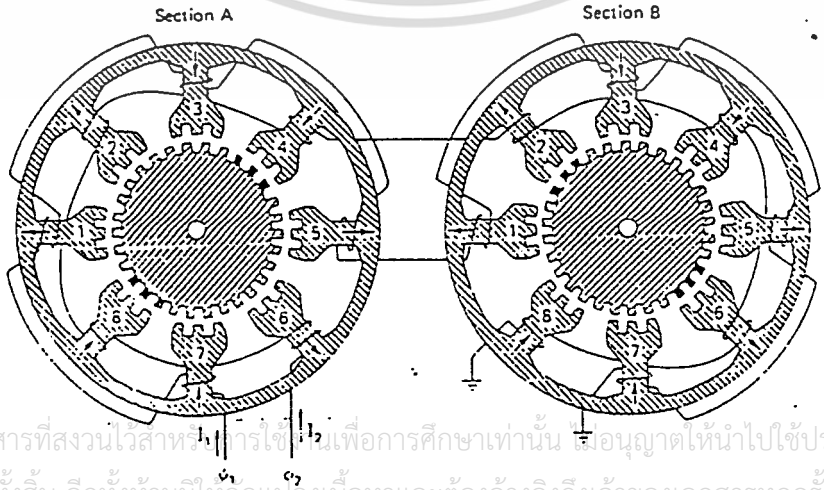
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงงานจะกล่าวเพียง Hybrid Stepper Motor เพียงอย่างเดียว เพราะนำมาใช้ในโครงงาน กล่าวแบบอื่น ๆ สามารถค้นคว้าได้จากหนังสือหลาย ๆ เล่มเช่นใน Analog and Digital Control System ของ Ramakant Gagaknsal และ Leonard Sokoloff เป็นต้น

Hybrid Stepper Motor (HSM)

ไฮบริด Hybrid Stepper Motor เป็นการรวมเอาคุณสมบัติที่เป็นข้อดีของ Stepper Motor แบบ PM และแบบ VR ดังแสดงในรูปที่ 3 โครงสร้างของ Stepper Motor แบบ HSM ประกอบไปด้วย Stator 2 ส่วน (บางครั้งอาจมากกว่านี้) กับแกนแม่เหล็ก 2 ส่วน ในแต่ละส่วนจะประกอบไปแกนหมุน (Rotor) ที่เป็นร่องเป็นซี่ และ stator ที่เป็นซี่ ๆ เหมือนกันแต่จะถูกพันด้วยลวดตัวนำ ซึ่งโครงสร้างจะแสดงในแต่ละส่วนใน รูปด้านล่างในรูปที่ 3

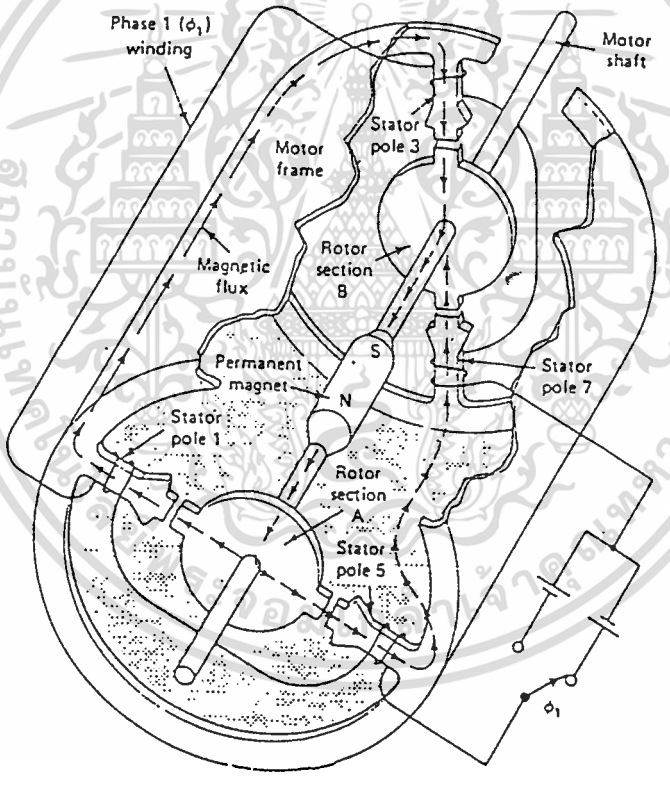




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3

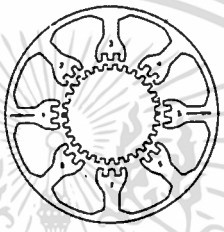
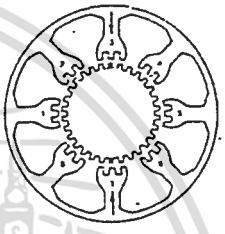
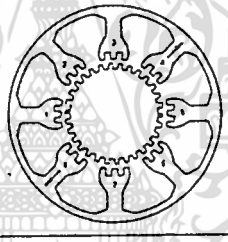
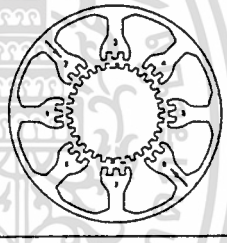
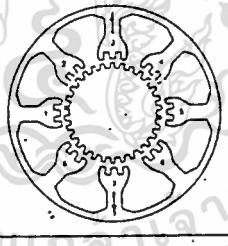
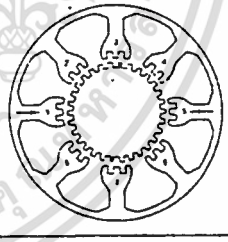
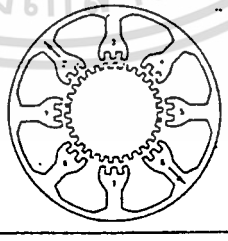
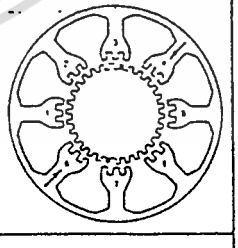
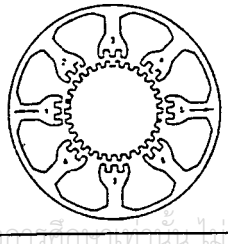
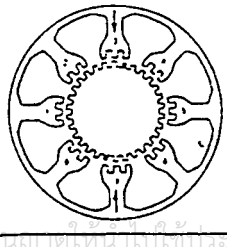
จำนวนของซี่ฟันบน Rotor และ stator จะแตกต่างกัน การพันสายทองแดงที่ซี่ของ stator จะแบ่งเป็น 2 ชุด เฟส 1 พันบน stator บนขั้ว 1, 3, 5 และ 7 และส่วน A และบนขั้ว 1, 3, 5 และ 7 ของส่วน B และเฟสที่ 2 จะพันที่ขั้ว 2, 4, 6 และ 8 ในแต่ละส่วน แกนแม่เหล็กถาวรในส่วน A จะมีสภาพเป็นแม่เหล็กขั้วเหนือ และส่วน B จะมีสภาพเป็นขั้วใต้ และรวมกับเฟสที่พันสายทองแดงทั้งสองส่วนจะทำครบวงจรแม่เหล็ก ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการควบคุมการหมุนของ Stepper Motor แบบ 4 - step แสดงในรูปที่ 5 ซึ่งแสดงตำแหน่งของ Rotor และขั้วแม่เหล็กของ stator ที่ในแต่ละส่วนที่ใช้ในการทำให้กระแสเฟสครบวงจร สำหรับการจ่ายไฟฟ้าในลักษณะของซีเดรียนเซียล คือ 1^{+}, 2^{-}, 1^{-}, 1^{+} ถ้าจ่ายไฟย้อนกลับการหมุนก็จะหมุนกลับทางด้วย

Step	ϕ_1 I_1	ϕ_2 I_2	Flux out sec. A pole nos.	Flux in sec. B pole nos.	Section A	Section B
1	+		1, 5	3, 7		
2		−	4, 8	2, 6		
3	−		3, 7	1, 5		
4		+	2, 6	4, 8		
1	+		1, 5	3, 7		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5

สเตปปิ้งมอเตอร์กับการประยุกต์ใช้งาน

สเตปปิ้งมอเตอร์เปรียบเสมือนตัวแปรพลังงานทางไฟฟ้าให้เป็นพลังงานทางกล (Electronechanical Transducre) ซึ่งมีอินพุทพลังงานไฟฟ้าเป็นกลุ่มของแรงดันแบบไบนารี่ (Binary Voltage) และให้เอาท์พุทเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่ในเชิงมุมเป็นขั้น ๆ (Step) ด้วยลักษณะเคลื่อนที่ดังกล่าว สเตปปิ้งมอเตอร์จึงได้รับการนำมาประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นตัว Carriage Feed และ Space Feed ในเครื่อง Line Printer, ในเครื่อง X-Y Plotter, เครื่อง Numerical Controlled Machine Tool Drives, ในระบบเครื่อง Random-Access Disk Memories จนกระทั่งถึง Robot โดยขนาดของการเคลื่อนที่แต่ละขั้น (Step) 0.1 ถึง 30 ซึ่งโครงสร้างของสเตปปิ้งมอเตอร์ยังมีลักษณะแตกต่างกันออกไปหลายชนิดดังนี้ คือ

(1) แบบ Solenoid-Rachet

(2) แบบ Variable-Reluctance (VR)

(3) แบบ Permanent Magnet (PM)

(4) แบบ Hybrid (Synchronous Inductor)

(5) แบบ Electromechanical

(6) แบบ Electrohydrolic

ซึ่งในโครงงานนี้ใช้สเตปปิ้งมอเตอร์แบบ Unipolar Permanent Magnet ซึ่งแสดงโครงสร้างภายใน ดังรูปที่ -

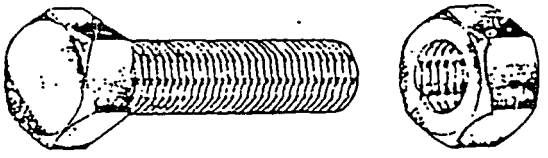
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ แสดงการจ่ายพัลส์แบบ 4 Phase 2 Excitation

STEP / PHASE	1	2	3	4	1
01	1	0	0	1	1
02	1	1	0	0	1
03	0	1	1	0	0
04	0	0	1	1	0
	←				→
	←				→

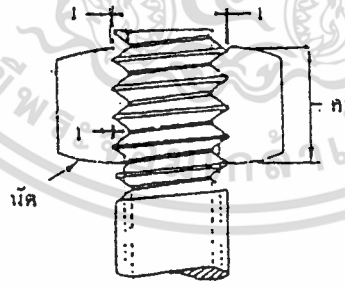
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>เกลียว</u> หมายถึง สัน หรือร่องที่เกิดขึ้นบนผิวงานวนไปรอบ ๆ จะซ้ายหรือขวาก็ได้ ด้วยระยะทางที่สม่ำเสมอกัน



สลักเกลียว แหวนเกลียว

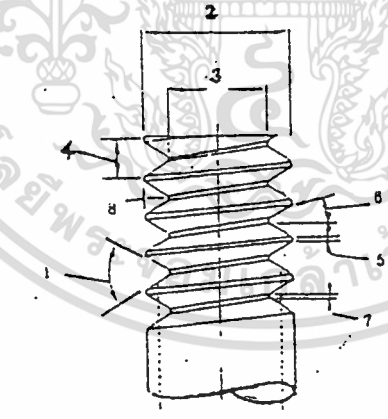
น็อตที่ประกอบเข้ากับเกลียวนั้น จะมีส่วนต่าง ๆ เหมือนกัน เพียงแต่กลับเกลียวที่จะเกิดขึ้นบนสันโค้งหรือรัศมีนอก แต่กับเกิดขึ้นผิวร่องโค้งหรือรัศมีภายในส่วนที่สำคัญต้องคำนึงถึงคือ ช่วงค่า CLEAR ANCE (1) ซึ่งจะต้องเผื่อไว้ให้การหมุนเข้า-ออกได้สะดวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของเกลียว จะประกอบด้วย

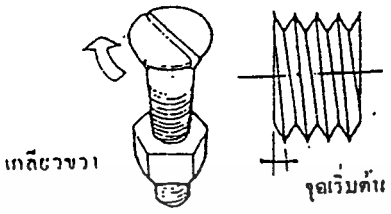
1. มุมเกลียว (ANGLE THREAD) ทั้งมุมองศา
2. ขนาดผ่าศูนย์กลางของยอดฟันเกลียว (MAJOR DIAMETER)
3. เส้นผ่าศูนย์กลางวัดใน (MINOR DIAMETER)
4. พิต (PITCH)
5. สันเกลียว (CREST)
6. LEAD ANGLE
7. โคนเกลียว (ROOT)
8. ความลึกฟันเกลียว (SINGLE DEPTH)



ส่วนต่าง ๆ ของเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เกลียวขวา จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับเกลียวซ้ายทุกอย่าง



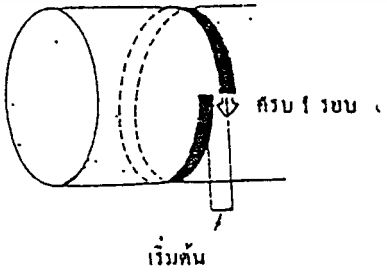
การตัดเกลียวบนเครื่องกลึง สามารถตัดเกลียวได้หลายรูปแบบ คือ

- ตัดเกลียวซ้าย
- ตัดเกลียวขวา

นอกจากนี้ยังแบ่งประเภทของเกลียวออกเป็น

- เกลียวภายนอก
- เกลียวภายใน

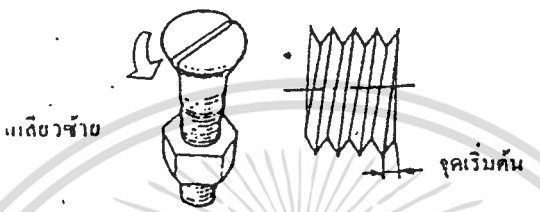
LEAD ของเกลียว หมายถึง การเคลื่อนที่ของมีดกลึง ตัดไปบนผิวงาน ได้ 1 รอบของชิ้นงาน และตัดต่อไปด้วยความสม่ำเสมอบนผิวงานนั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

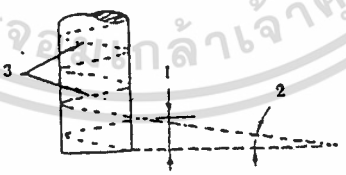
การทำงานของเกลียว จะแบ่งออกเป็น

- เกลียวซ้าย จะหมุนเข้าในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา และหมุนคายออกในทิศทางตามเข็มนาฬิกา การเริ่มต้นเกลียว จะเริ่มสันเกลียวจากขวาไปซ้าย



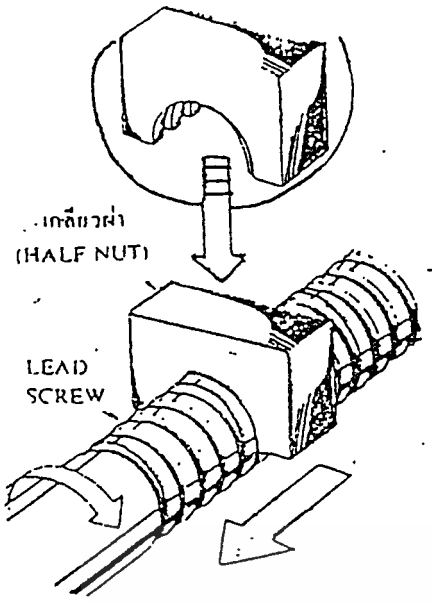
เกลียวที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานจะประกอบไปด้วย

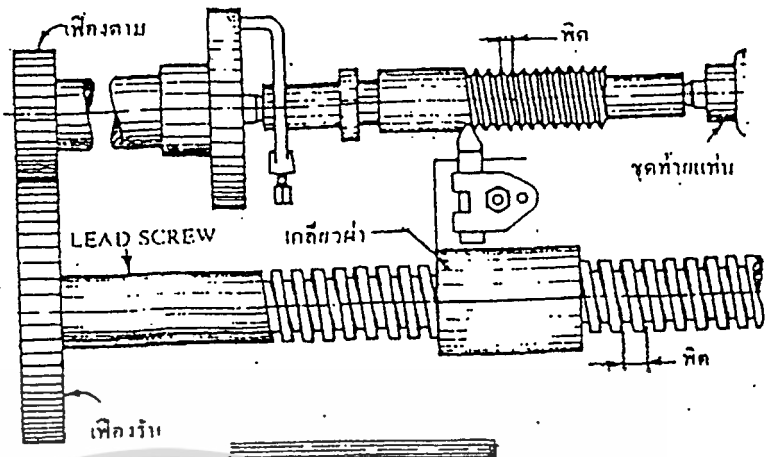
1. ระยะพิต (PITCH) นับจากยอดเกลียวไปถึงยอดเกลียวที่ต่อไป
2. มุมเอียงของเกลียว (HELIX ANGLE) เป็นช่วงเอียงของสันเกลียว
3. LEAD เกลียว เป็นช่วงของสัน หรือร่องเกลียวที่พันไป 1 รอบเกลียว

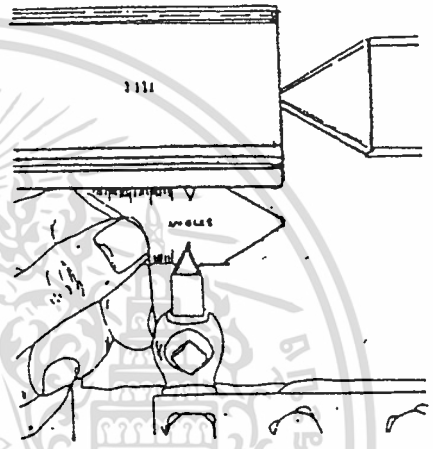


เครื่องกลึงสมัยใหม่ไม่จำเป็นต้องประกอบชุดเฟืองเอง เพราะเครื่องกลึงถูกออกแบบมาให้เกิดอัตราทดของชุดเฟืองในค่าต่าง ๆ ทำให้การทำงานสะดวกสบายขึ้น ลดเวลาในการจะต้องมาคำนวณหาชุดเฟือง และประกอบเฟืองเข้าไปใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







การตั้งมีดตัดเกลียว

จุดสำคัญของการทำงาน จะต้องให้มีดกลึงนี้ตั้งฉากกับผิวชิ้นงาน

จากภาพจะแสดงถึงการจับเกจ์วัดมุมมีด การจับมีด และการตั้งมีดให้ได้ฉากกับผิวงาน เพื่อจะกลึงเกลียวได้

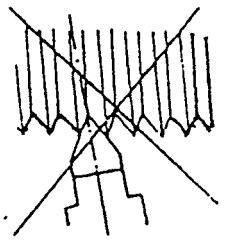
แสดงถึงการตัดเกลียวของมีดกลึงที่เคลื่อนที่ตัดเกลียว ด้วยระยะทางสม่ำเสมอของการบังคับด้วย LEAD SCREW และ HALF NUT ซึ่งเกิดจากการขับเคลื่อนของชุดเฟือง

ชุดเฟืองขับนี้จะเป็นตัวบังคับให้ชุดแท่นมีดเดินเคลื่อนที่ตัดผิวงานด้วยระยะทางต่าง ๆ ซึ่งสัมพันธ์กับการหมุนของงาน

จะทำให้งานหมุน 1 รอบ มีดจะเดินตัดเป็นระยะทางช่วงหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า LEAD ตามความต้องการตัดตั้งเครื่องไว้ ณ จุดต่าง ๆ ตามตารางกลึงเกลียวที่ติดเครื่องมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงถึงการตั้งมีดผิด ปลายของมีดจะไม่ทำมุม 90 องศากับผิวงาน ทำให้สันเกลียวเอียง

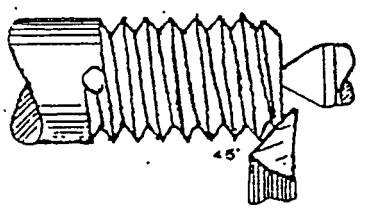


<u>เทคนิคการกลึงเกลียว</u>

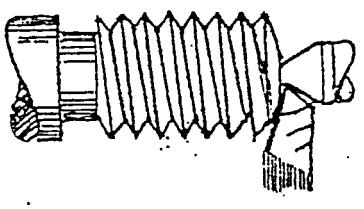
การกลึงเกลียวด้วยเครื่องกลึง โดยทั่ว ๆ ไปไม่สามารถจะกลึงเพียงครั้งเดียวแล้วเสร็จใช้งานได้เหมือนกับการใช้เครื่องมือ (DIE) ตัดเกลียว เพราะอัตราการป้อนตัดงาน ปายมีดกลึง การเดินของชิ้นงาน และการเดินของเครื่องตลอดจนมีดกลึง มีผลต่อการกลึงทั้งสิ้น

<u>ลำดับขั้นตอนการตัดเกลียว</u>

1. ลบคม (CHAMFERED) ที่ปลายของชิ้นงาน
2. ตั้งมีดป้อนตัดงาน ด้วยความลึกเพียงเล็กน้อย (ดังรูปบน) แล้วทำการตรวจสอบดูระยะพิตนั้นถูกต้องหรือไม่
3. เมื่อเดินป้อนไปถึงช่วงที่ต้องการกลึงแล้ว (ดูภาพ 2) ถอดมีดออก และเดินกลับมาเริ่มต้นใหม่
4. แสดงถึงการเดินป้อนหยาบ จนได้ยอดแหลมใกล้เคียงกับขนาดจริง
5. ทำการป้อนตัดละเอียดในขั้นสุดท้ายให้ผิวงานเรียบ ยอดเกลียวแหลมได้ขนาดตามความต้องการ



ลบมุมปลายเกลียว 45 องศา



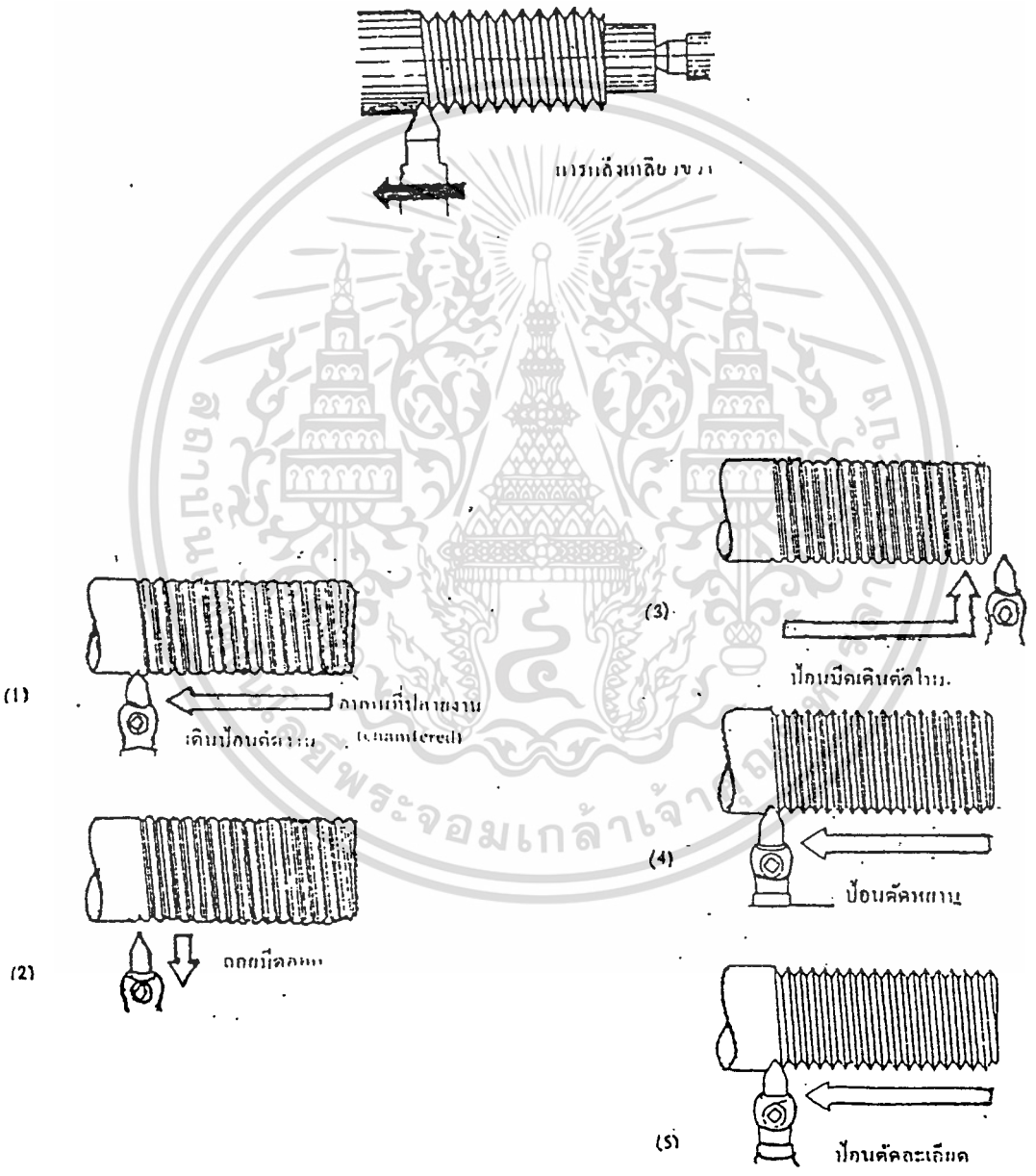
ลบมุมปลายเกลียวให้โค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเดินมีดกลึงเกลียว

จะกระทำได้ 2 วิธี คือ

1. การเดินป้อนมีดกลึงเกลียวจากชุดท้ายแท่น (TALL STOCK) ไปหาหัวแท่น (HEAD STOCK) กรรมวิธีการกลึงเกลียวลักษณะนี้เรียกว่า **การกลึงเกลียวขวา**

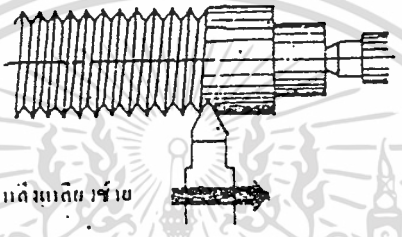


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อตัดเกลียวเสร็จแล้ว จะต้องลบมุมชิ้นงาน (ดูตามภาพซ้ายมือ) เมื่อนำงานออกมาใช้จะได้ไม่มีคมและสวยงาม พร้อมกับอาศัยเป็นบ่าในการประกอบเข้ากับนัต (NUT) หรือรูเกลียวซึ่งจะทำได้ง่าย-มากกว่าแบบติดตรงตามภาพข้างบน

2. การเดินมีดกลึงเกลียวจากชุดหัวแท่น (HEAD STOCK) ออกมาหาชุดท้ายแท่น (TAIL STOCK) กรรมวิธีการกลึงเกลียวลักษณะนี้เรียกว่า **การกลึงเกลียวซ้าย**

แต่ปกติทั่ว ๆ ไป เกลียวที่ใช้กันอยู่จะเป็น เกลียวขวา



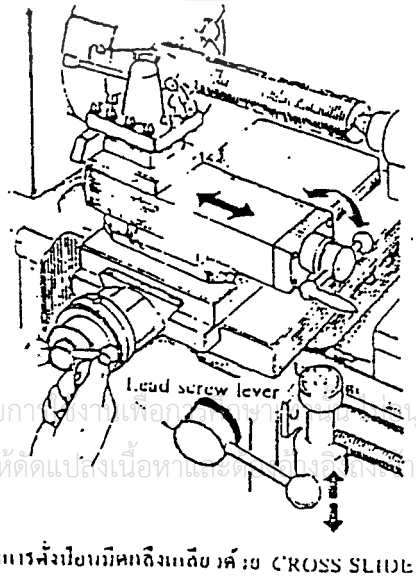
<u>การตั้งมีดป้อนตัดเกลียว</u>

จะตั้งได้ 2 แบบ คือการต้องป้อนด้วย

1. CROSS SLIDE
2. COMPOUND REST

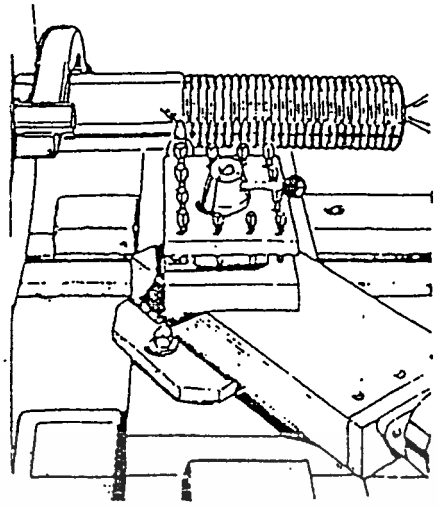
การตั้งที่ CROSS SLIDE นั้น สามารถตั้งค่าสเกลให้อยู่ที่ตำแหน่งศูนย์ (0) แล้วหมุนป้อนไปทีละน้อย ๆ จนได้ค่าความลึกตามต้องการได้

ขณะทำการกลึงถึงช่วงระยะตัดเกลียวแล้ว ต้องถอดมีดออกมาเริ่มต้นใหม่จะต้องหมุน CROSS SLIDE กลับทางออกมา



แสดงการตั้งป้อนมีดกลึงเกลียวด้วย CROSS SLIDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

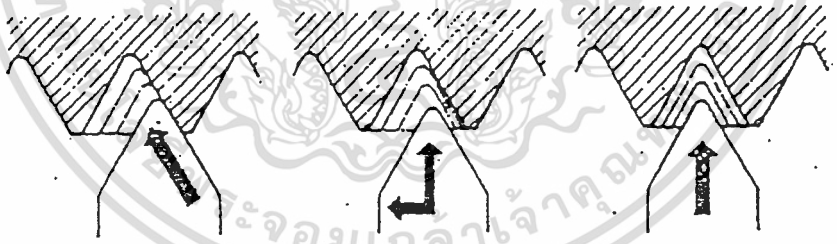


แสดงการตั้งป้อมมีดกลึงเกลียวด้วย COMPOUND REST

การตั้งที่ COMPOUND REST นั้น ก็สามารถตั้งสเกลให้อยู่ที่ตำแหน่งศูนย์ (0) ได้เช่นเดียวกับ CROSS SLIDE

ซึ่งจะต้องตั้ง COMPOUND REST ให้เอียงมุม หรือทำมุม 90 องศากับงาน ซึ่งขึ้นอยู่กับเทคนิคของการทำงาน

การถอยมีดออกจะถอยได้ทั้ง 2 ตำแหน่งที่ COMPOUND REST หรือที่ CROSS SLIDE ก็ได้

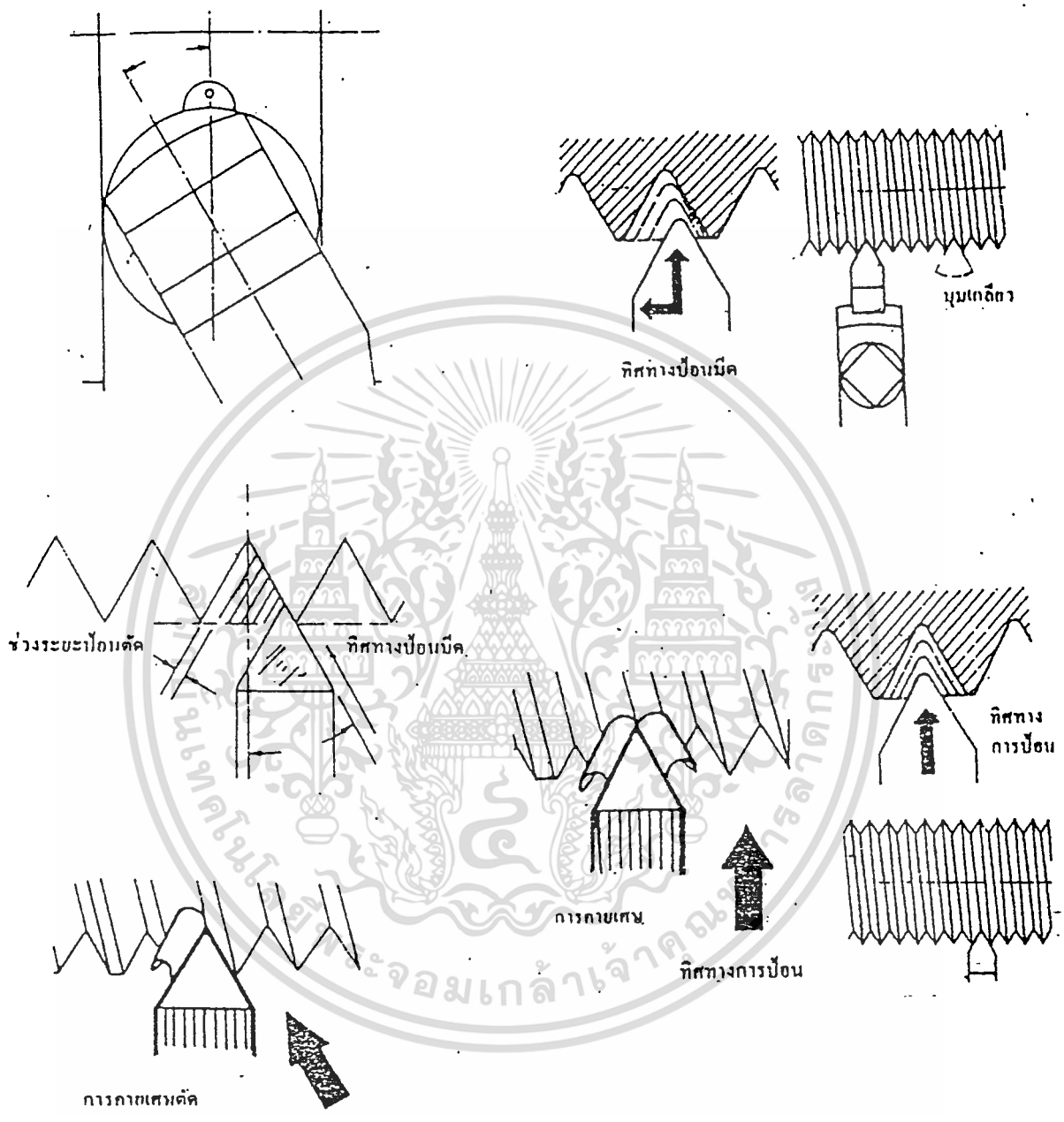


การป้อนคัดของมีดกลึงเกลียว โดยทั่ว ๆ ไปจะกระทำได้ 3 วิธี ดูตามภาพที่แสดงให้เห็นถึงทิศทางการคัดของมีด ที่จะเดินเข้าไปตัดผิวงาน ซึ่งแต่ละวิธีให้ความแตกต่างกันดังนี้

การตั้งมีดเอียงมุม องศา และตั้งป้อมด้วย COMPOUND REST สังเกตลักษณะของการคายเศษ หรือมีดทำการติด จะตัดเฉือนไปในทิศทางเดียวเช่นนี้ จะให้ผลดีต่อการตัด การเสียดสี ความร้อน การดูดของมีด และงานจะน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนมากจะนิยมกลึงด้วยวิธีนี้



การตั้งมีดป้อนใน 2 ทิศทาง คือ การป้อนกินลึกด้วย CROSS SLIDE จะป้อนตรงเข้าไปตัดผิวงานโดยที่มีดทำมุม 90 องศากับผิวงาน

ส่วนการแหวกปลายมีดตัดผิวงานนั้นจะทำที่ COMPOUND REST เพื่อลดการเสียดสีของงานกับมีด ทำให้มีดรับภาระในการตัดเฉือนน้อยลง ผิวงานจะเรียบ วิธีการตัดเช่นนี้ก็นิยมใช้กันอยู่มากในวงการกลึงเกลียวบนเครื่องกลึง

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ... ที่มีการนำไปใช้

การตั้งมีดป้อนในทิศทางเดียว จะป้อนด้วย COMPOUND REST หรือ CROSS SLIDE ก็ได้ โดยที่ปลายของมีดจะถูกป้อนเข้าไปตัดผิวงานในลักษณะตั้งฉากกับงาน ทำให้มีดต้องต้านรับแรงตัดเฉือนเต็มผิวหน้า

โอกาสที่จะหักปลายหรือเกิดการงัดระหว่างมีดกับงานจึงมีมาก การเสียดสีทำให้เกิดความร้อนได้สูงเช่นเดียวกัน วิธีการนี้ส่วนใหญ่จะไม่นิยมใช้กลึงงาน

<u>เกลียวใน</u> (INTERNAL THREAD)

การตัดเกลียวภายในบนเครื่องกลึง สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

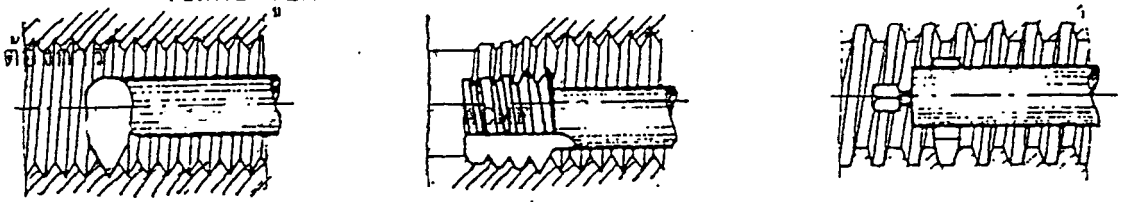
1. ตัดด้วยดอกต๊าป (TAP)
2. ตัดด้วยมีดกลึง (TOOL LATHE)

การตัดด้วยมีดกลึง ส่วนมากจะเป็นเกลียวที่มีขนาดโตที่ดอกต๊าป ไม่สามารถจะทำการตัดได้ หรือเป็นเกลียวพิเศษ เกลียว ACME หรือ SQUARE

การจะตัดเกลียวได้ จะต้องผ่านขั้นตอนของการเจาะด้วยสว่าน หรือคว้านด้วยมีดคว้านมาก่อน จนได้ขนาดที่จะทำการตัดได้

จากภาพเป็นลักษณะของการตัดเกลียวภายในด้วยมีดขึ้นรูปแบบต่าง ๆ

1. เป็นการตัดเกลียว วี ด้วยมีดคว้าน
2. ใช้มีดขึ้นรูปตัดทีละน้อย แล้วเพิ่มความแหลมของปลายมีดจนได้ขนาดที่

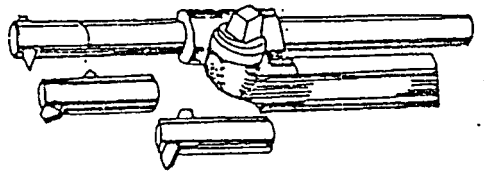


1 2 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

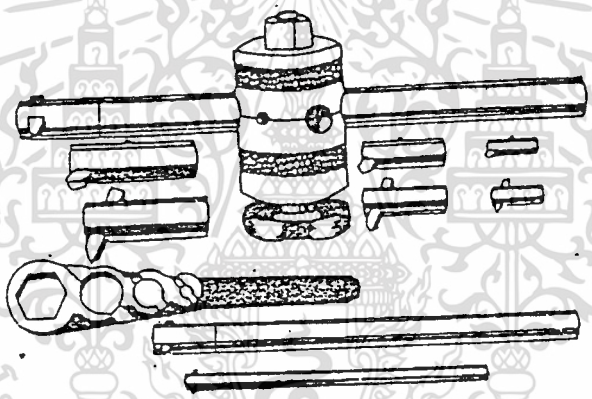
ลักษณะของมีดและอุปกรณ์ในการจับมีดคว้านในแบบต่าง ๆ ที่ใช้

แสดงถึงมีดแท่งขนาดเล็กนำมาจับกับด้าม แล้วจับตามรูปพร้อมที่ต้องการใช้งาน

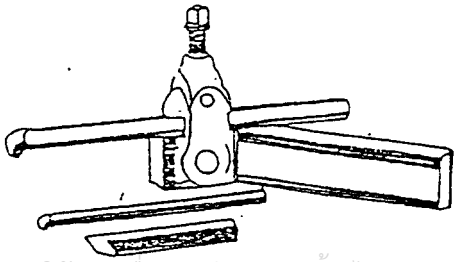


ป้อมมีดจับ ด้ามมีดจะแตกต่างกันตามลักษณะของเครื่องกลึงที่ถูกออกแบบป้อมมีด

ในการทำงานนั้นจะทำเหมือน ๆ กัน

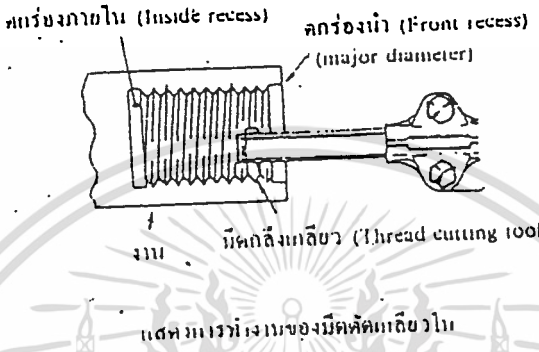


ส่วนมีดคว้านในลักษณะเป็นตัวมีดทั้งแท่งที่ตัดปลายมีดให้โค้งงอไว้สำหรับกลึง (ดูภาพล่าง) มีดลักษณะนี้จะมีข้อเสียที่ใช้ปลายมีดหมดไปแล้ว ก็นำมาใช้งานต่อไปได้อีก ส่วนมากจะเป็นมีดขึ้นรูปที่ถูกลับมาเรียบร้อยแล้วสำหรับการใช้งานได้ทันที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

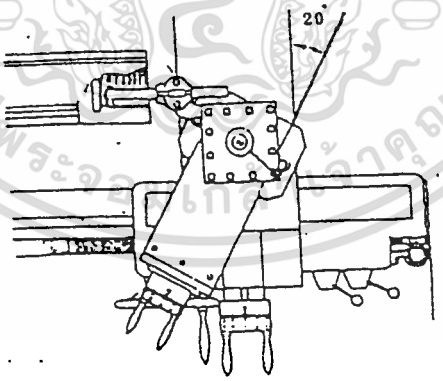
ลักษณะของการกลึงเกลียวใน สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การระวังในการชนกันระหว่างมีดกับงานภายในที่มองไม่เห็น ดังนั้น วิธีแก้จึงใช้วิธีการตกร่อง (INSIDE RECESS) เผื่อสำหรับมีดกลึง ซึ่งจะสังเกตได้ 2 วิธี คือ **การฟังเสียง** การทำงานของมีด และตั้งดู **ระยะความลึก** ของมีดที่เดินตัดงาน



แสดงการทำงานของมีดตัดเกลียวใน

การตกร่องนำ (FRONT RECESS) ไว้นั้น ช่วยประโยชน์ในการตั้งป้อนกินลึกของเกลียวว่ามีดทำการตัดเฉือนไปจนใช้งานได้แล้วหรือยัง

การตั้งป้อนมีดตัดเกลียว ใช้หลักการและเทคนิคการตัดเกลียวเช่นเดียวกับเกลียวนอก ในการที่จะตั้งมุมมีดเอียง องศา และหมุนป้อนด้วย CROSS SLIDE (ดูเทคนิคการตัดเกลียวด้วยมีดกลึงซ้ำ)

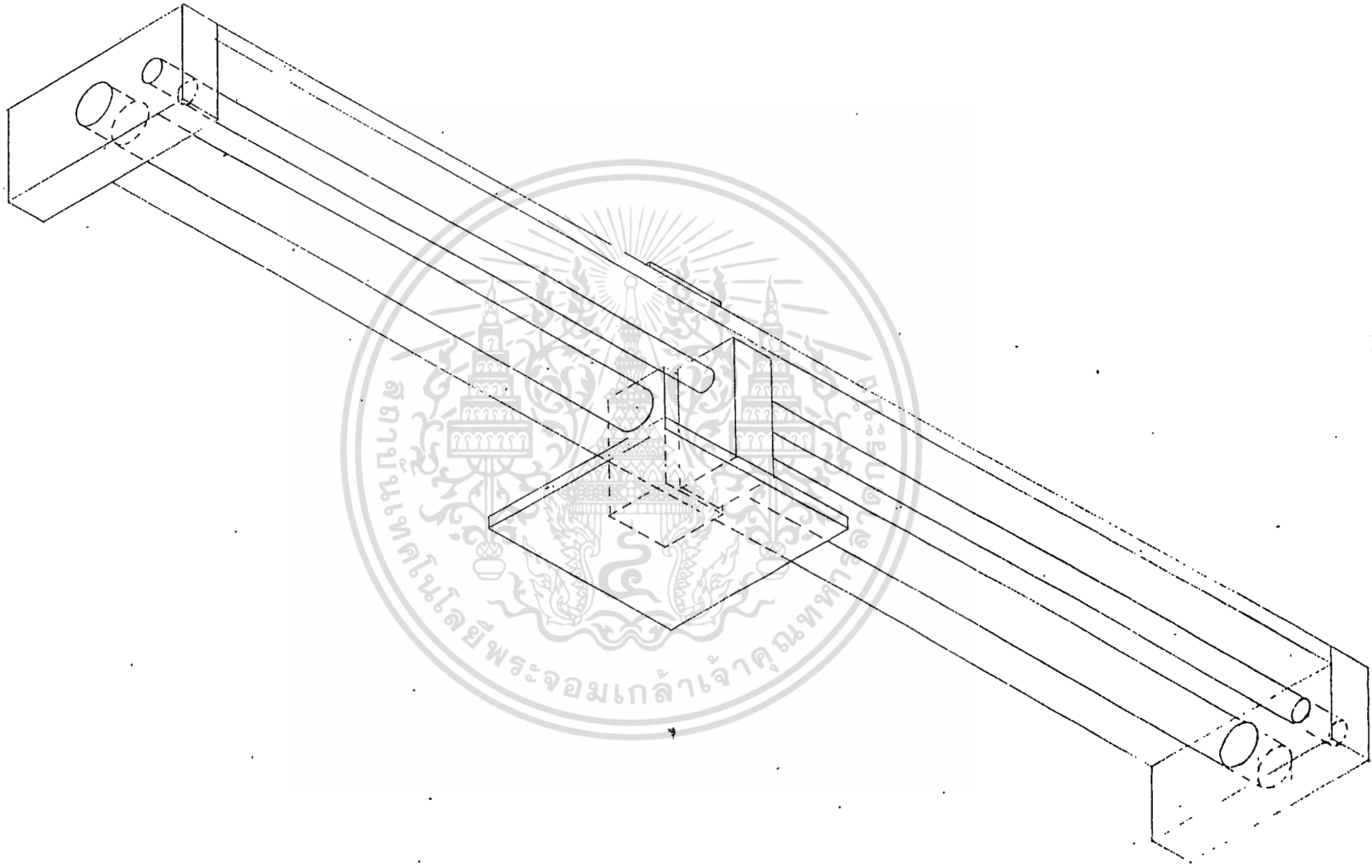


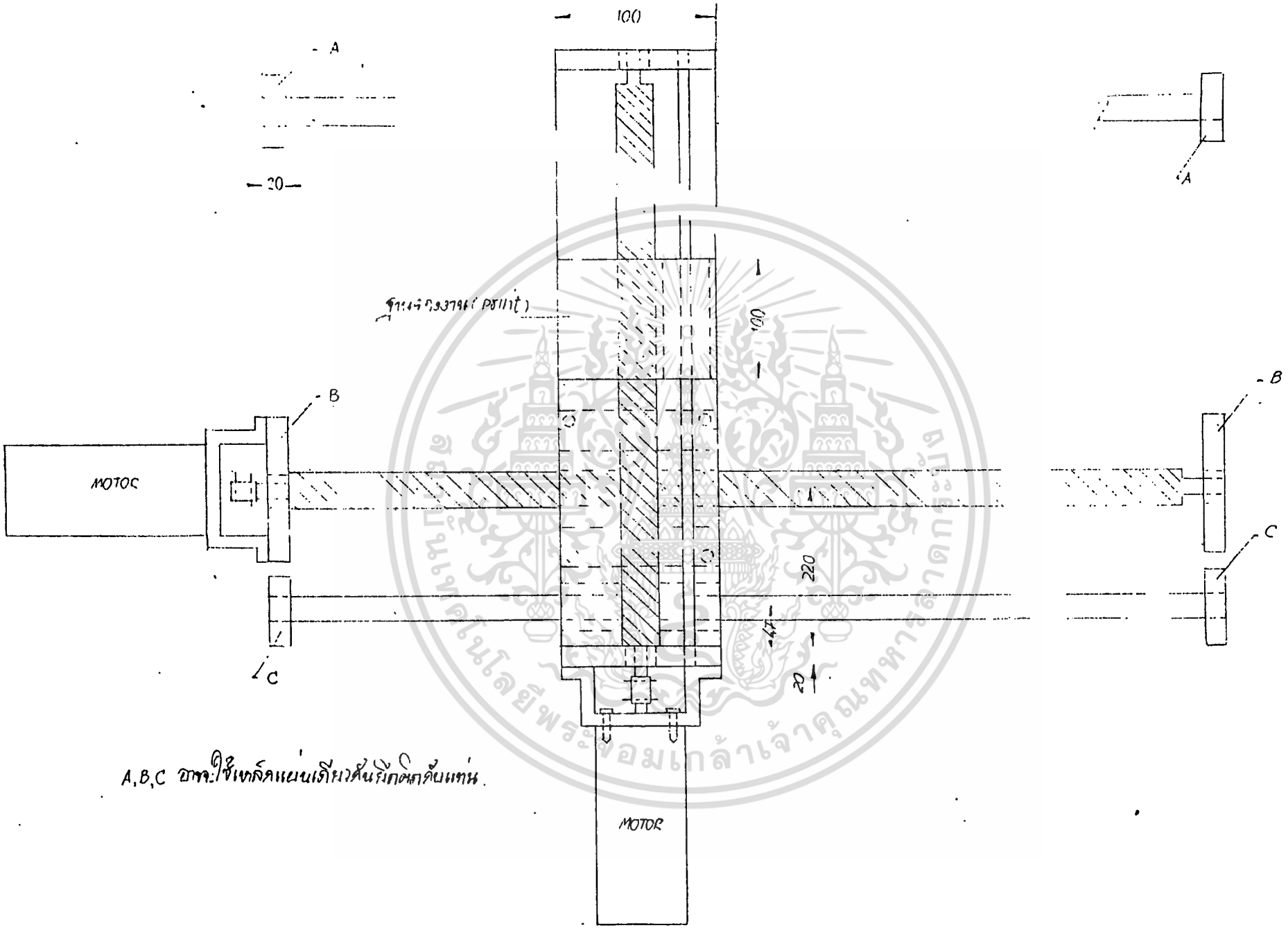
การตั้งมีดกลึงเกลียวใน จะเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้คมตัดของมีดตั้งฉากกับผิวงานที่จะตัด

รูเจาะภายในมองไม่เห็น โอกาสที่จะนำมีดเข้าไปตั้งแตะกับผิวงานย่อมทำไม่ได้

วิธีแก้ไขในเรื่องนี้ทำได้โดยการตั้งมีดจากภายนอก ดูตามภาพ ซึ่งจะบอกรายละเอียดไว้ในตัวเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





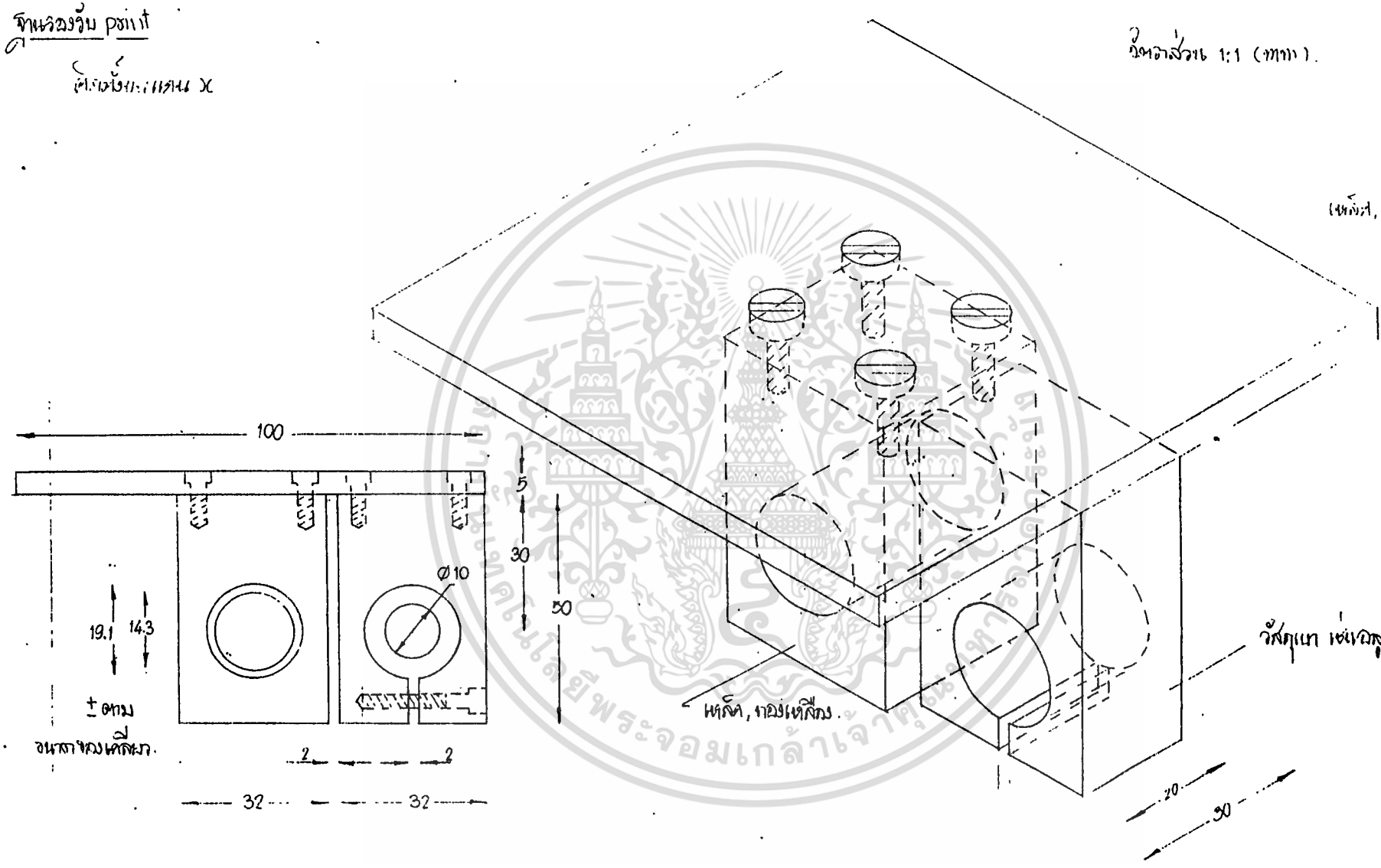
A,B,C ยกเว้นใช้เหล็กแผ่นเรียวสันนิษฐานขึ้นแทน

จุดแรงกัน point

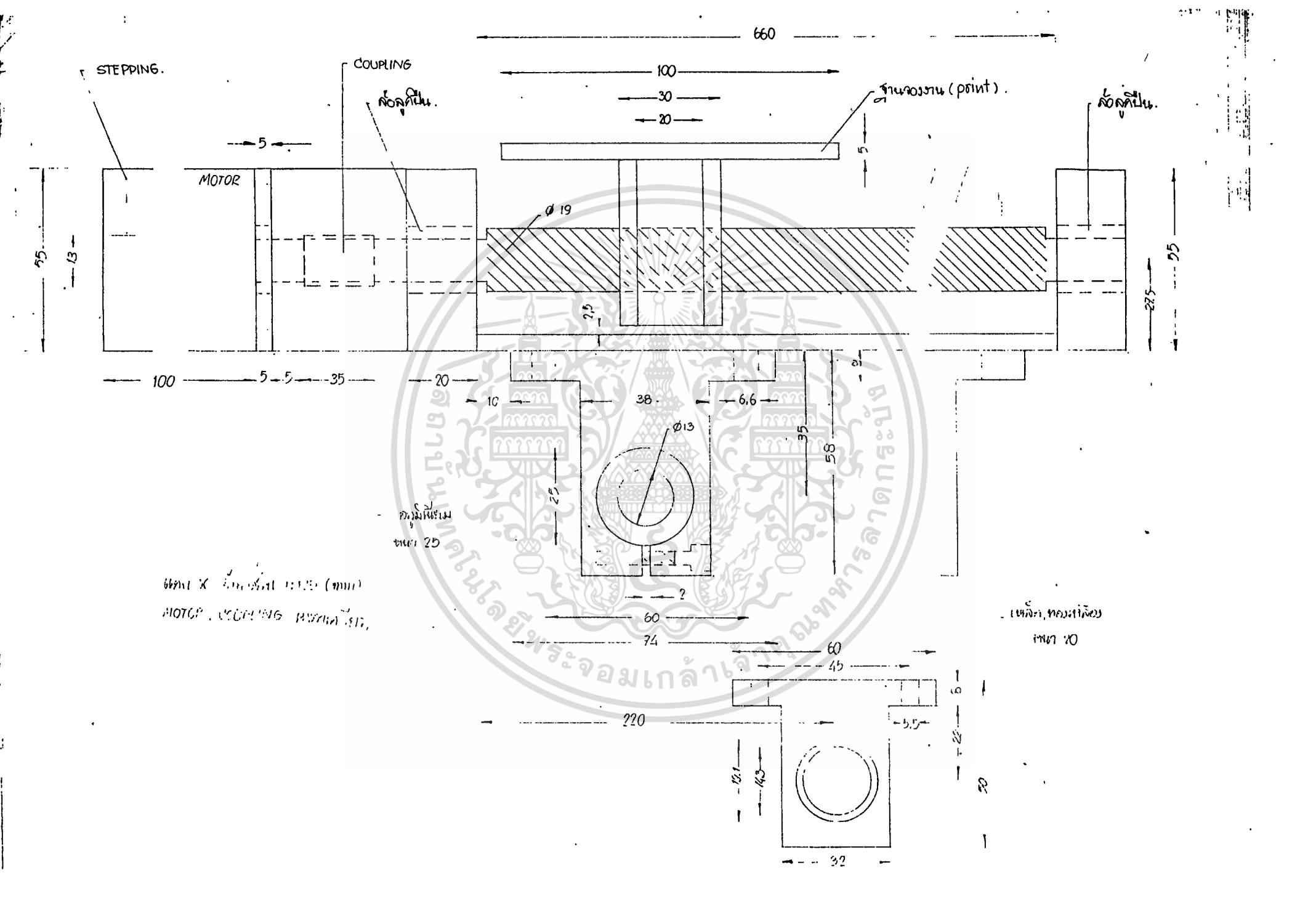
เส้นแรงกัน แรงดัน X

มาตราส่วน 1:1 (mm).

เหล็ก, ยางแผ่นหนา.



มาตราส่วน 1:1.25 (mm).


660
STEPPING.
COUPLING
ล้อลูกปืน.
100
30
20
ฐานรองงาน (print).
ล้อลูกปืน.
5
MOTOR
Ø 19
55
13
55
27.5
2.5
100
5
5
35
20
10
38
6.6
Ø13
35
58
25
2
60
74
60
45
220
5.5
6
22
20
15.1
14.3
32
ขนาด 25
- เหล็กฉากเสียง
ขนาด 20

16,384 (2K X 8) BIT UV ERASABLE PROM

DESCRIPTION

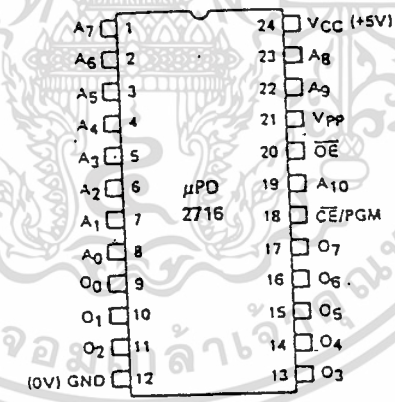
The μPD2716 is a 16,384 bit (2048 x 8 bit) Ultraviolet Erasable and Electrically Programmable Read-Only Memory (EPROM). It operates from a single +5 volt supply, making it ideal for microprocessor applications. It offers a standby mode with an attendant 75% savings in power consumption, and is compatible with the μPD2316E a ROM. This allows for economical change-over to a masked ROM for production quantities, where desired.

The μPD2716 features fast, simple one pulse programming controlled by TTL level signals. Total programming time for all 16,384 bits is only 100 seconds.

FEATURES

- Ultraviolet Erasable and Electrically Programmable
- Access Time -- 450 ns Max
- Single Location Programming
- Programmable with Single Pulse
- Low Power Dissipation Standby Mode
- Input/Output TTL Compatible for Reading and Programming
- Pin Compatible to μPD2316E (16K ROM)
- Single +5V Power Supply
- 24 Pin Ceramic DIP
- Three-State Outputs

PIN CONFIGURATION



PIN NAMES

A_0-A_{10}	Addresses
$\overline{OE}$	Output Enable
O_0-O_7	Data Outputs
$\overline{CE}$/PGM	Chip Enable/Program

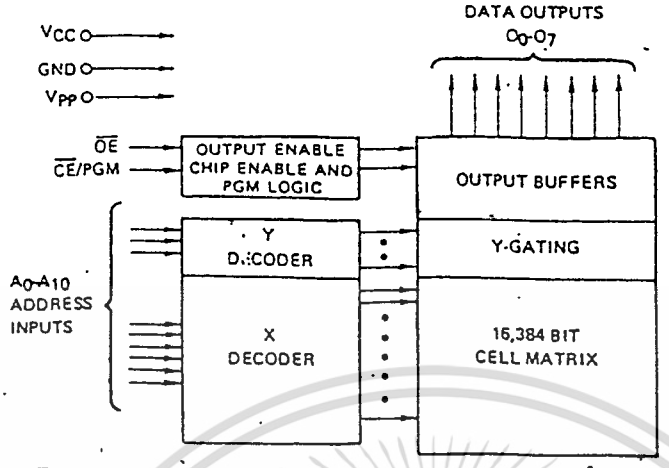
TABLE 1. MODE SELECTION

MODE \ PINS	$\overline{CE}$/PGM	$\overline{OE}$	V_{PP}	V_{CC}	OUTPUTS
Read	V_{IL}	V_{IL}	+5	+5	O_{OUT}
Standby	V_{IH}	Don't Care	+5	+5	High Z
Program	Pulsed V_{IL} to V_{IH}	V_{IH}	+25	+5	D_{IN}
Program Verify	V_{IL}	V_{IL}	+25	+5	O_{OUT}
Program Inhibit	V_{IL}	V_{IH}	+25	+5	High Z

V_{IH} and V_{IL} are TTL high level ("1") and TTL low level ("0") respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BLOCK DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Operating-Temperature	-10°C to +80°C
Storage Temperature	-65°C to +125°C
Output Voltage	-0.3 to +6 Volts
Input Voltage	-0.3 to +6 Volts
Supply Voltage V_{CC}	-0.3 to +6 Volts
Supply Voltage V_{PP}	-0.3 to +26.5 Volts

*COMMENT: Stress above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

*T_a = 25°C

CAPACITANCE

T_a = 25°C; f = 1 MHz

PARAMETER	SYMBOL	LIMITS MIN	LIMITS TYP	LIMITS MAX	UNIT	TEST CONDITIONS
Input Capacitance	C_{IN}		4	6	pF	V_{IN} = 0V
Output Capacitance	C_{OUT}		8	12	pF	V_{OUT} = 0V

DC CHARACTERISTICS

READ MODE AND STANDBY MODE

T_a = 0°C ~ 70°C; V_{CC} ① = +5V ± 5%; V_{PP} ①② = V_{CC} ± 0.6V ③

PARAMETER	SYMBOL	LIMITS MIN.	LIMITS TYP.	LIMITS MAX.	UNIT	TEST CONDITIONS
Output High Voltage	V_{OH}	2.4			V	I_{OH} = -400 μA
Output Low Voltage	V_{OL}			0.45	V	I_{OL} = 2.1 mA
Input High Voltage	V_{IH}	2.0		V_{CC} +1	V	
Input Low Voltage	V_{IL}	-0.1		0.8	V	
Output Leakage Current	I_{LO}			10	μA	V_{OUT} = 5.25V
Input Leakage Current	I_{IL}			10	μA	V_{IN} = 5.25V
V_{PP} Current	I_{PP1}			5	mA	V_{PP} = 5.25V
V_{CC} Current ②	I_{CC1}		10	25	mA	$\overline{CE}/PGM$ = V_{IH} $\overline{OE}$ = V_{IL} Standby Mode
	I_{CC2}		57	100	mA	$\overline{CE}/PGM$ = V_{IL} $\overline{OE}$ = V_{IL} Read Mode

Notes: ① V_{CC} must be applied simultaneously or before V_{PP} and removed after V_{PP}.

② V_{PP} may be connected directly to V_{CC} (+5V) at read mode and standby mode. The supply current would then be the sum of I_{PP1} and I_{CC} (I_{CC1} or I_{CC2}).

③ The tolerance of 0.6V allows the use of a driver circuit for switching the V_{PP} supply pin from +25V to +5V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROGRAMMING INHIBIT MODE

...amming of multiple μPD2716s in parallel with different data is rendered more ...ily by the program inhibit mode. Except for $\overline{CE}$/PGM, all alike inputs (including $\overline{OE}$) ...f the parallel μPD2716s may be common. Programming is accomplished by applying ...TTL level program pulse to the μPD2716 $\overline{CE}$/PGM input with V_{PP} at +25V. A low ...vel applied to the $\overline{CE}$/PGM of the other μPD2716 will inhibit it from being ...rogrammed.

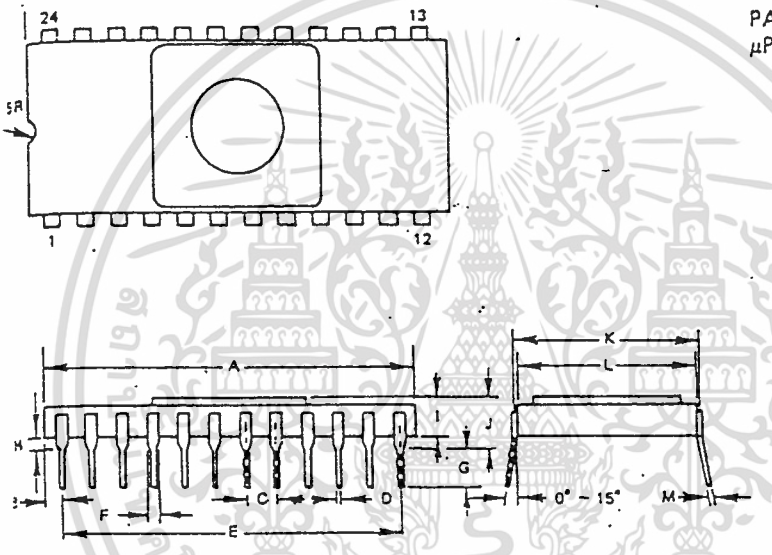
PROGRAM VERIFY MODE

...verify should be performed on the programmed bits to determine that the data was ...rrectly programmed on all bits of the μPD2716. The program verify can be per...rmed with V_{PP} at +25V and $\overline{CE}$/PGM and $\overline{OE}$ at low (0) levels.

OUTPUT DESELECTION

...e data outputs of two or more μPD2716s may be wire-ored together to the same ...ta bus. In order to prevent bus contention problems between devices, all but the ...lected μPD2716s should be deselected by raising the $\overline{OE}$ input to a TTL high.

PACKAGE OUTLINE μPD2716D



CERAMIC

ITEM	MILLIMETERS	INCH
A	33.5 MAX.	1.32 MAX.
B	2.78	1.1
C	2.54	0.1
D	0.46 ± 0.10	0.018 ± 0.004
E	27.94	1.10
F	1.3	0.05
G	2.54 MIN.	0.1 MIN.
H	0.5 MIN.	0.020
I	5.0 MAX.	0.20
J	5.5 MAX.	0.216
K	15.24	0.60
L	13.5	0.53
M	$0.25^{+0.10}_{-0.05}$	$0.010^{+0.004}_{-0.002}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS (CONT.)

PROGRAM, PROGRAM VERIFY AND PROGRAM INHIBIT MODE

T_a = 25°C ± 5°C; V_{CC} ① = +5V ± 5%; V_{PP} ①④ = +25V ± 1V

PARAMETER	SYMBOL	LIMITS MIN.	LIMITS TYP.	LIMITS MAX.	UNIT	TEST CONDITIONS
Input High Voltage	V_{IH}	2.0		V_{CC}+1	V	
Input Low Voltage	V_{IL}	-0.1		0.8	V	
Input Leakage Current	I_{IL}			10	μA	V_{IN} = 5.25V/0.45V
V_{PP} Current	I_{PP1}			5	mA	$\overline{CE}/PGM = V_{IL}$ Program Verify / Program Inhibit
	I_{PP2}			30	mA	$\overline{CE}/PGM = V_{IH}$ Program Mode
V_{CC} Current	I_{CC}			100	mA	

AC CHARACTERISTICS

READ MODE AND STANDBY MODE

T_a = 0°C to +70°C; V_{CC} ① = +5V ± 5%; V_{PP} ①② = V_{CC} ± 0.6V ③

PARAMETER	SYMBOL	LIMITS MIN	LIMITS TYP	LIMITS MAX	UNIT	TEST CONDITIONS
Address to Output Delay	t_{ACC}			450	ns	$\overline{CE}/PGM = \overline{OE} = V_{IL}$
$\overline{CE}/PGM$ to Output Delay	t_{CE}			450	ns	$\overline{OE} = V_{IL}$
Output Enable to Output Delay	t_{OE}			120	ns	$\overline{CE}/PGM = V_{IL}$
Output Enable High to Output Float	t_{DF}	0		100	ns	$\overline{CE}/PGM = V_{IL}$
Address to Output Hold	t_{OH}	0			ns	$\overline{CE}/PGM = \overline{OE} = V_{IL}$

Test Conditions
Output Load: 1 TTL gate and C_L = 100 pF
Input Rise and Fall Times: 20 ns
Input Pulse Levels: 0.8 to 2.2V
Timing Measurement Reference Level:
Inputs: 1.0V and 2.0V
Outputs: 0.8V and 2.0V

PROGRAM, PROGRAM VERIFY AND PROGRAM INHIBIT MODE

T_a = 25°C ± 5°C; V_{CC} ① = +5V ± 5%; V_{PP} ①④ = +25V ± 1V

PARAMETER	SYMBOL	LIMITS MIN	LIMITS TYP	LIMITS MAX	UNITS	TEST CONDITIONS
Address Setup Time	t_{AS}	2			μs	
$\overline{OE}$ Setup Time	t_{OES}	2			μs	
Data Setup Time	t_{DS}	2			μs	
Address Hold Time	t_{AH}	2			μs	
$\overline{OE}$ Hold Time	t_{OEH}	2			μs	
Data Hold Time	t_{DH}	2			μs	
Output Enable to Output Float Delay	t_{DF}	0		120	ns	$\overline{CE}/PGM = V_{IL}$
Output Enable to Output Delay	t_{OE}			120	ns	$\overline{CE}/PGM = V_{IL}$
Program Pulse Width	t_{PW}	45	50	55	ms	
Program Pulse Rise Time	t_{PRT}	5			ns	
Program Pulse Fall Time	t_{PFT}	5			ns	

Test Conditions:

Input Pulse Levels . . . . . 0.8V to 2.2V
Input Timing Reference Level. . . . . 1V and 2V
Output Timing Reference Level . . 0.8V and 2V

Notes: ① V_{CC} must be applied simultaneously or before V_{PP} and removed after V_{PP}.

② V_{PP} may be connected directly to V_{CC} (+5V) at read mode and standby mode. The supply current would then be the sum of (I_{PP1} and I_{CC} (I_{CC1} or I_{CC2})).

③ The tolerance of 0.6V allows the use of a driver circuit for switching the V_{PP} supply pin from +25V to +5V.

④ During programming, program inhibit, and program verify, a maximum of +26V should be applied to the V_{PP} pin. Overshoot voltages to be generated by the V_{PP} power supply should be limited to less than +26V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTIONAL DESCRIPTION

The μPD2716 operates from a single +5V power supply and, accordingly, is ideal for use with +5V microprocessors such as μPD8085 and μPD8048/8748.

Programming of the μPD2716 is achieved with a single 50 ms TTL pulse. Total programming time for all 16,384 bits is only 100 sec. Due to the simplicity of the programming requirements, devices on boards and in systems may be programmed easil and without any special programmer.

The μPD2716 features a standby mode which reduces the power dissipation from a maximum active power dissipation of 525 mW to a maximum standby power dissipation of 132 mW. This results in a 75% savings with no increase in access time.

Erasure of the μPD2716 programmed data can be attained when exposed to light w wavelengths shorter than approximately 4,000 Angstroms (Å). It should be noted t constant exposure to direct sunlight or room level fluorescent lighting could erase t μPD2716. Consequently, if the μPD2716 is to be exposed to these types of lighting conditions for long periods of time, the μPD2716 window should be masked to prevent unintentional erasure.

The recommended erasure procedure for the μPD2716 is exposure to ultraviolet lig with wavelengths of 2,537 Angstroms (Å). The integrated dose (i.e., UV intensity x exposure time) for erasure should be not less than 15 W-sec/cm^2. The erasure time approximately 15 to 20 minutes using an ultraviolet lamp of 12,000 μW/cm^2 powe rating.

During erasure, the μPD2716 should be placed within 1 inch of the lamp tubes. If t lamps have filters on the tubes, the filters should be removed before erasure.

OPERATION

The five operation modes of the μPD2716 are listed in Table 1. The power supplies required are a +5V V_{CC} and a V_{PP}. The V_{PP} power supply should be at +25V durir programming, program verification and program inhibit, and it should be at +5V during read and standby. $\overline{CE}$/PGM, $\overline{OE}$ and V_{PP} select the operation mode as shown Table 1.

READ MODE

When $\overline{CE}$/PGM and $\overline{OE}$ are at low (0) level with V_{PP} at +5V, the READ MODE is set and the data is available at the outputs after t_{OE} from the falling edge of $\overline{OE}$ an t_{ACC} after setting the address.

STANDBY MODE

The μPD2716 is placed in the standby mode with the application of a high (1) level TTL signal to the $\overline{CE}$/PGM and a V_{PP} of +5V. In this mode, the outputs are in a high impedance state, independent of the $\overline{OE}$ input. The active power dissipation is reduced by 75% from 525 mW to 132 mW.

PROGRAMMING MODE

Programming of the μPD2716 is commenced by erasing all data and consequently having all bits in the high (1) level state. Data is then entered by programming a low (0) level TTL signal into the chosen bit location.

The μPD2716 is placed in the programming mode by applying a high (1) level TTL signal to the $\overline{OE}$ with V_{PP} at +25V. The data to be programmed is applied to the output pins 8 bits in parallel at TTL levels.

Any location can be programmed at any time, either individually, sequentially or at random.

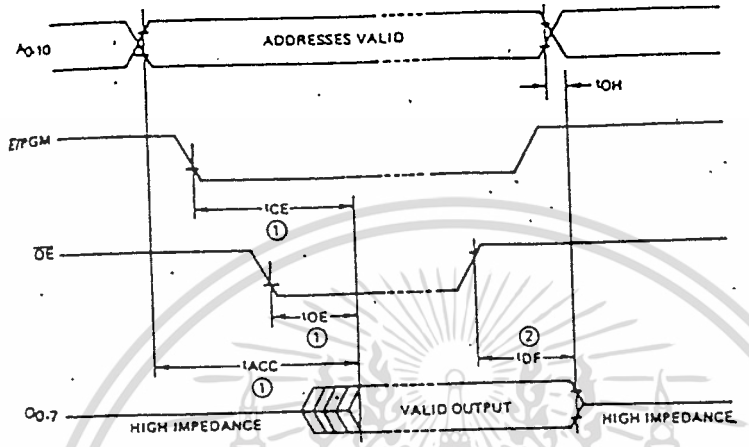
When multiple μPD2716s are connected in parallel, except for $\overline{CE}$/PGM, individual μPD2716s can be programmed by applying a high (1) level TTL pulse to the $\overline{CE}$/PG input of the desired μPD2716 to be programmed.

Programming of multiple μPD2716s in parallel with the same data is easily accomplished. All the alike inputs are tied together and are programmed by applying a high (1) level TTL pulse to the $\overline{CE}$/PGM inputs.

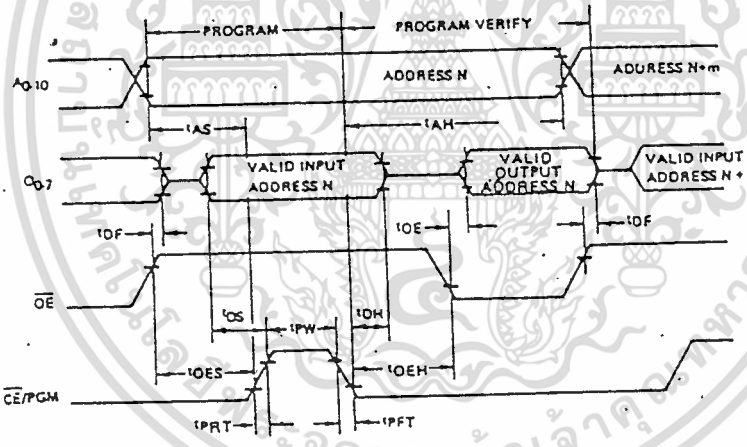
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING WAVEFORMS

READ MODE



PROGRAM MODE



Notes: ① $\overline{OE}$ may be delayed up to $t_{ACC}-t_{OE}$ after the falling edge of $\overline{CE}$/PGM for read mode without impact on t_{ACC}

② t_{DF} is specified from $\overline{OE}$ or $\overline{CE}$/PGM, whichever occurs first.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54138/74138 3-Line-to-8-Line Decoder

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package			
		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF
T.I.	SN54S138	J			W						SN54LS138	J			W										
	SN74S138	J	N								SN74LS138	J	N												
FAIRCHILD	/FW54S138	D									/FW54LS138/FCW54S138	D			F										
	FC74S138/FCT93S138	D									FC74LS138/FCW74S138	D			F										
MOTOROLA											SN74LS138		P												
N.S.C.											DM74LS138		J												
	DM74S138		J								DM54LS138		J												
PHILIPS																									
	N74S138		J								N74LS138		J												
SIGNETICS	S54S138	F	B		W																				
	N74S138	F	B								N74LS139		A		E										
SIEMENS																									
FUJITSU											74LS138		M												
HITACHI																									
											HD74LS138		P												
MITSUBISHI	M74S138		P								M74LS139		P												
NEC																									
											74LS138		C												
TOSHIBA																									

Electrical Characteristics SN54LS138/SN74LS138

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V	SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range	−65°C to 150°C

recommended operarating conditions

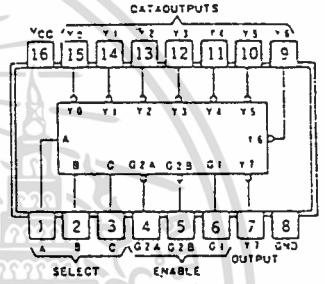
	SN54LS138			SN74LS138			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T_A	−55	125		0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER		TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, I_{OH} = −400μA	SN54LS	2.5	3.4		V
			SN74LS	2.7	3.4		
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, I_{OL} = 8mA			0.35	0.5	V
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX, V_I = 7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4V				−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current *	V_{CC} = MAX		−20		−100	mA
I_{CC}	Supply current	V_{CC} = MAX, Outputs enabled and open			6.3	10	mA
t_{PLH}	from Binary select to Any output	V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C, C_L = 15pF, R_L = 2kΩ	2 levels of delay		13	20	ns
t_{PHL}					27	41	
t_{PLH}			3 levels of delay		18	27	ns
t_{PHL}					26	39	
t_{PLH}	from Enable to Any output		2 levels of delay		12	18	ns
t_{PHL}					21	32	
t_{PLH}			3 levels of delay		17	25	ns
t_{PHL}					25	38	

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable device type
‡ All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
* Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit test should not exceed one second.
t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output
t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

Pin Assignment (Top View)



positive logic:
see function table

Function Table

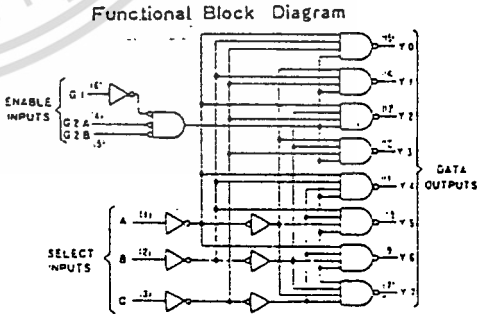
'S138 'LS138

INPUTS					OUTPUTS							
ENABLE		SELECT										
G1	G2*	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

* G2 = G2A + G2B

H = high level, L = low level, X = irrelevant

Functional Block Diagram



'S138 'LS138 DECODER/DEMULTIPLEXER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54244/74244 Octal Buffers/Line Drivers/Line Receivers

	Schttky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package			
		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF
T. I.											SN54LS244	J													
											SN74LS244	J		N											
FAIRCHILD																									
MOTOROLA																									
N. S. C.																									
PHILIPS																									
SIGNETICS																									
SIEMENS																									
FUJITSU																									
HITACHI																									
MITSUBISHI																									
NEC																									
TOSHIBA																									

Electrical Characteristics SN54LS244/SN74LS244

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	55°C to 125°C
Input voltage	5.5V		SN74LS	0°C to 70°C
Interemitter voltage	5.5V	Storage temperature range		65°C to 150°C

recommended operating conditions

	SN54LS244			SN74LS244			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			-12			-15	mA
Low-level output current, I_{OL}			12			24	mA
Operating free-air temperature, T_A	55		125	0		70	°C

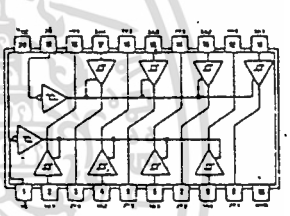
electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS†		SN74LS MIN	SN74LS TYP‡	SN74LS MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_{IK}	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = -18mA				-1.5	V
	Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)	V_{CC} = MIN			0.2	0.4	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max, I_{OH} = -3mA		2.4	3.4		V
		V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.5V, I_{OH} = MAX		2			
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max	I_{OL} = 12mA			0.4	V
			I_{OL} = 24mA			0.5	
I_{OZH}	Off-state output current, high-level voltage applied	V_{CC} = MAX, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max	V_O = 2.7V			20	μA
I_{OZL}	Off-state output current, low-level voltage applied		V_O = 0.4V			-20	
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX,	V_I = 7V			0.1	mA
I_{IH}	High-level input current, any input	V_{CC} = MAX,	V_I = 2.7V			20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX,	V_{IL} = 0.4V			-0.2	mA
I_{OS}	Short-circuit output current ◆	V_{CC} = MAX		-40		-225	mA
I_{CC}	Supply current, Outputs high	V_{CC} = MAX, Outputs open	All		13	23	mA
	Outputs low		'LS244		27	46	
	All outputs disabled		'LS244		32	54	

switching characteristics, V_{CC} 5V, T_A 25°C

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output			9	14	ns
t_{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output	C_L = 45pF, R_L = 667Ω, See Note 2		12	18	ns
t_{PZL}	Output enable time to low level			20	30	ns
t_{PZH}	Output enable time to high level			15	23	ns
t_{PLZ}	Output disable time from low level	C_L = 5pF, R_L = 667Ω, See Note 2		15	25	ns
t_{PHZ}	Output disable time from high level			10	18	ns

Pin Assignment (Top View)



SN54LS244 (J) SN74LS244 (J, N)

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
◆ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit should not exceed one second.
NOTE 2 : Load circuit and voltage wave forms are shown on page 3-11.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54174/74174 Hex D-Type Flip-Flop with Clear

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF
T.I.	SN54S174	J			W						SN54LS174	J			W	SN54174	J			W					
	SN74S174	J	N								SN74LS174	J	N			SN74174	J	N							
FAIRCHILD	FW93S174	R									FW54LS174/FW74LS174	R			F	FW54174/FW74174	R			F					
	FC74S174/FC93S174	R									FC74LS174/FC93LS174	R			F	FC74174/FC93174	R			F					
MOTOROLA											SN74LS174		P			MC74174		P							
N.S.C.											DM54LS174					DM54174	J	N		W					
	DM74S174										DM74LS174					DM74174	J	N		W					
PHILIPS	N74S174										N74LS174					N74174									
SIGNETICS	S54S174															S54174									
	N74S174										N74LS174		A			N74174									
SIEMENS																FLJ531		D							
FUJITSU											74LS174		MB												
HITACH	HD74S174		P	D							HD74LS174		P			HD74174		P	D						
MITSUBISH	M74S174		P								M74LS174		P			M53374		P							
NEC																									
AMD	Am54S174										Am54LS174														
	Am74S174										Am74LS174														

Electrical Characteristics SN54LS174/SN74LS174

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		−65°C to 150°C

recommended operating conditions

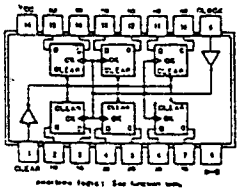
	SN54LS174 MIN	NOM	MAX	SN74LS174 MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Clock frequency, f_{clock}	0		30	0		30	MHz
Width of clock or clear pulse, t_w	20			20			ns
Setup time, t_{setup} — Data input	20			20			ns
Setup time, t_{setup} — Clear inactive-state	25			25			ns
Data hold time, t_{hold}	5			5			ns
Operating free-air temperature, T_A	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER		TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC}=MIN, I_I=−18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC}=MIN, V_{IH}=2V, V_{IL}=0.8V, I_{OH}=−400μA		2.7	3.5		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC}=MIN, V_{IH}=2V, V_{IL}=0.8V, I_{OL}=8mA			0.35	0.5	V
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC}=MAX, V_I=7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC}=MAX, V_I=2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC}=MAX, V_I=0.4V				−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current*	V_{CC}=MAX	SN54LS	−20		−100	mA
			SN74LS	−20		−100	
I_{CC}	Supply current	V_{CC}=MAX, See Note			16	26	mA
f_{max}	Maximum clock frequency	V_{CC}=5V, T_A=25°C, C_L=15pF, R_L=2kΩ		30	40		MHz
t_{PHL}	from clear				23	35	ns
t_{PLH}	from clock				20	30	ns
t_{PHL}	from clock				21	35	ns

Pin Assignments (Top View)

①



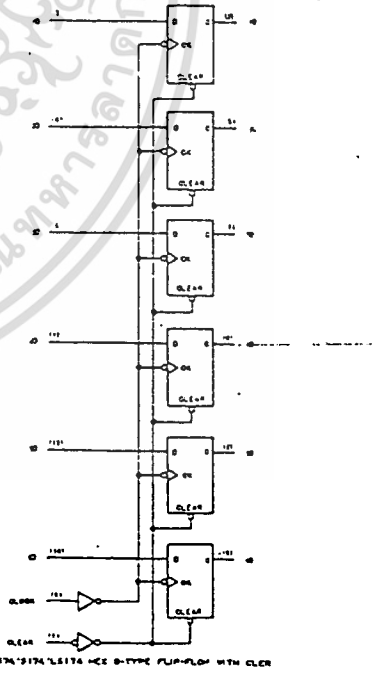
Function Table

'174, S174, 'LS174, (EACH FLIP-FLOP)

INPUTS CLEAR	CLOCK	D	OUTPUTS Q
L	X	X	L
H	↑	H	H
H	↑	L	L
H	L	X	Q_0

H = high level (steady state)
L = low level (steady state)
X = irrelevant
↑ = transition from low to high level
Q_0 = the level of Q before the indicated steady-state input conditions were established.

Functional Block Diagram



'174, S174, 'LS174 HEX D-TYPE FLIP-FLOP WITH CLEAR

NOTE: With all outputs open and 4.5V applied to all data and clear inputs, I_{CC} is measured after a momentary ground, then 4.5V, is applied to clock.

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable device type.
‡ All typical values are at V_{CC}=5V, T_A=25°C.
* Not more than one output should be shorted at a time.
§ t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high level output
t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5400/7400 Quadruple 2-Input Positive-NAND Gate

	Schottky TTL		High-Speed TTL		Low-Power Schottky TTL		Standard TTL		Low-Power TTL	
	Device Type	Package C P M CF	Device Type	Package C P M CF	Device Type	Package C P M CF	Device Type	Package C P M CF	Device Type	Package C P M CF
T. I.	SN54S00	J W	SN54H00	J W	SN54LS00	J W	SN5400	J W	SN54L00	J W F
	SN74S00	J N D	SN74H00	J N D	SN74LS00	J N D	SN7400	J N D	SN74L00	J N D F
FAIRCHILD	F3S400/F9S00	D F	F3H00/F9H00	D F	F3L00	D F	F5400/F9H00	D F		
	FC74S00-FC9S00	D P	FC74H00 FC9H00	D P	FC74L00	D P	FC7400 FC9H00	D P		
MOTOROLA			MC3100	L P			MC5400	L P F		
			MC3000	L P	SN74LS00	P	MC7400	L P F		
N. S. C.			DM54H00	J W	DM54LS00	J W	DM5400	J W	DM54L00	J W F
	DM74S00	N	DM74H00	J N	DM74LS00	J N	DM7400	J N	DM74L00	J N F
PHILIPS										
	N74S00	F			N74LS00					
SIGNETICS	N54S00	F L A U	S54H00	F L A U			S5400	F L A U		
	N74S00	F L A U	N74H00	F L A U	N74LS00	A	N7400	F L A U		
SIEMENS										
FUJITSU			MB601	D M	74LS00	M	MB400			
HITACHI	HD74S00	D P			HD74LS00	P	HD7400 HD2503	P		
MITSUBISHI	M55000	P			M74LS00	P	M53220	P		
NEC	μPB2S00	D			74LS00	C	μPB201	D C		
TOSHIBA							TD3400A	P		

Electrical Characteristics SN54LS00/SN74LS00

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
Interemitter voltage	5.5V	Storage temperature range		−65°C to 150°C

recommended operating conditions

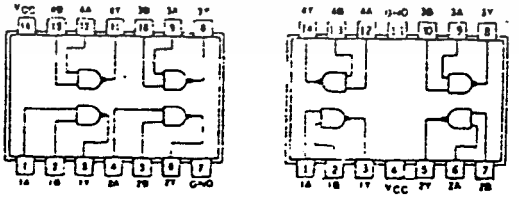
	SN54LS00			SN74LS00			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current I_{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T_A	−55	25	125	0	25	70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER		TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IL} = V_{IL} max, I_{OH} = MAX		2.7	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, I_{OL} = 4mA			0.2	0.4	V
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX, V_I = 7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC} = MAX, V_{IH} = 2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_{IL} = 0.4V				−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current§	V_{CC} = MAX	54LS Family	−20		−100	mA
			74LS Family	−18		−100	
I_{CCH}	Supply current	V_{CC} = MAX	Total, outputs high		4	8	mA
I_{CCL}	Supply current		Total outputs low		12	22	mA
I_{CC}	Supply current	V_{CC} = 5V	Average per gate (50% duty cycle)		0.4		mA
t_{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output	V_{CC} = 5V, T_A = 25°C,			9	15	ns
t_{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output	C_L = 15pF, R_L = 2kΩ			10	15	ns

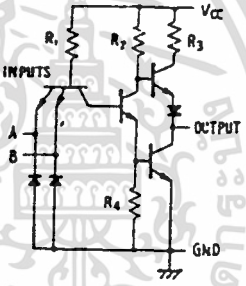
Pin Assignments (Top View)

① ②



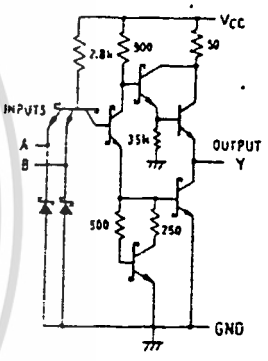
positive logic:
$Y = \overline{AB}$

Schematics (each gate)

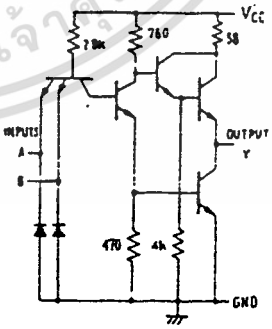


CIRCUIT	R_1	R_2	R_3	R_4
'00	4k	1.6k	130	1k
'L00	40k	20k	500	12k

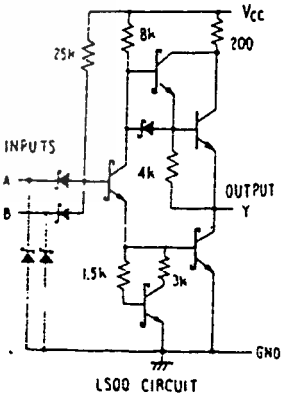
Input clamp diodes not on SN54L'/SN74L' circuits.
'00, 'L00 CIRCUITS



'S00 CIRCUIT



'H00 CIRCUIT



LS00 CIRCUIT

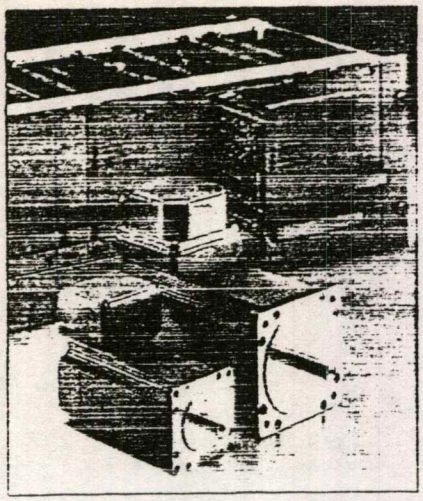
Resistor values shown are nominal and in ohms.

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
§ Not more than one output should be shorted at a time, and for SN54H'/SN74H' and SN54S'/SN74S', duration of short-circuit should not exceed 1 second.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

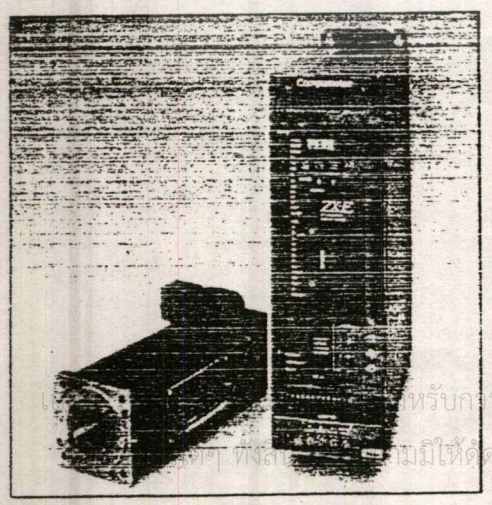
ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

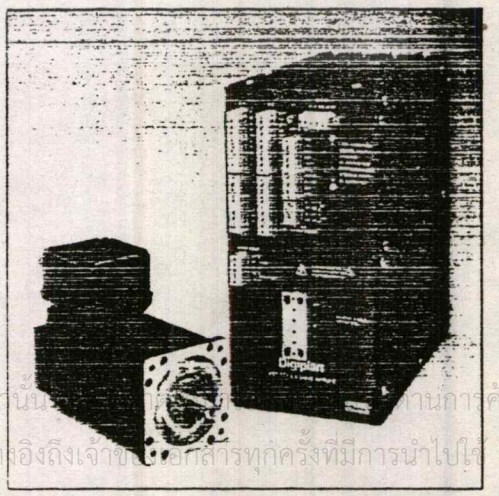


System 7 — multi-axis systems

	Series	Max Continuous/ Peak Torque (Nm)	Max speed (rpm)	Number of axes	Mounting type	Feedback type	Command signal	Control loop	Resolution (steps/rev)
Brushless Servo Systems	BL	3.95/13.0	12000	1	Rack or Panel	Encoder	±10V ±5V	Velocity Torque	2000 4000
	BLX	3.95/13.0	12000	1	Rack or Panel	Encoder	Step and Direction	Position	2000 4000
	Compumotor Plus	7.76/7.76	3000	1	Panel	Resolver	Step and Direction	Position	200 to 25600
	PS7	3.6/7.4	7500	1	Panel	Encoder	Step and Direction	Position	2000 4000
	System 7 AC Brushless	3.6/9.0	7500	1-8	Rack or Panel	Encoder	Step and Direction	Position	2000 4000
	System 7 Hybrid	1.54/4.54	3000	1-8	Rack or Panel	Encoder	Step and Direction	Position	2000 4000
	Z	64.0/128.0	7000	1	Panel	Resolver	Step and Direction	Velocity Torque Position	200 to 65536
Brushed Servo Systems	UD2	0.45/1.24	6000	1-8	Rack or Panel	Encoder (Tach optional)	±10V	Velocity Torque	Encoder Dependent
	UD5	1.58/4.01	4000	1-8	Rack or Panel	Encoder (Tach optional)	±10V	Velocity Torque	Encoder Dependent
	UD12	3.65/13.0	2500	1-8	Rack or Panel	Encoder (Tach optional)	±10V	Velocity Torque	Encoder Dependent



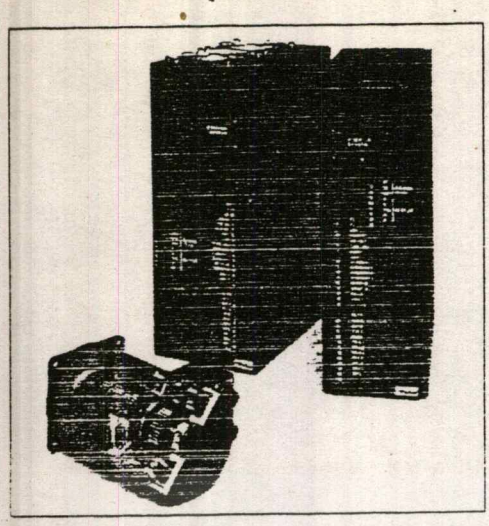
Z Series



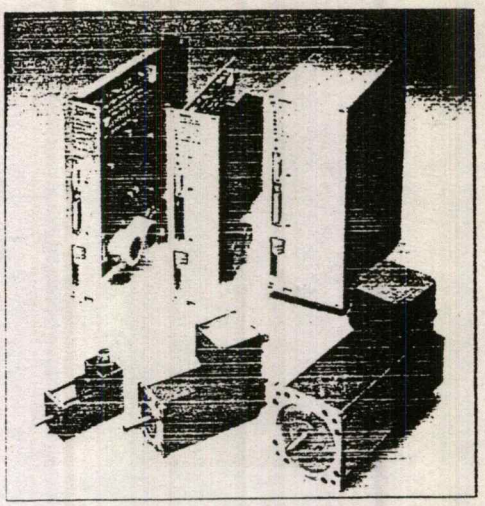
PS7 Series

เอกสารนี้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า
ประโยชน์ทางการค้า ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Brushed Servo Systems

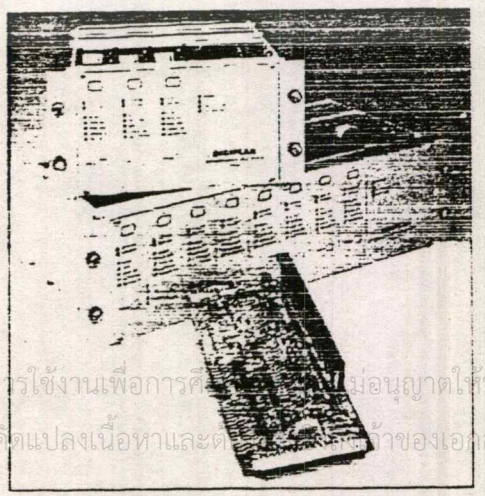


Compumotor Plus



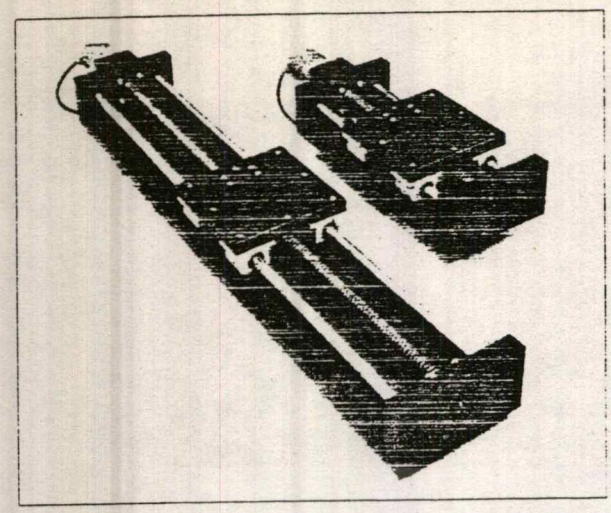
BL Series

PWM switching frequency	Power input	Short circuit, over temp. & brownout protected	Digital tuning	LED diagnostics	RS-232C diagnostics	RS-232C compatible indexer in drive	Programmable sequences	Programmable inputs/ outputs	End-of-travel limits	Encoder following
20KHz	61-107VAC	•		•						
20KHz	61-107VAC	•	•	•	•	•	63	12 3	•	•
7KHz	120VAC	•	•	•	•	CPX	40	3 3	•	
20KHz	107VAC or 120VAC	•	•	•	•	PS7X	63	12 3	•	•
20KHz	107VAC	•	•	•	•	Control Card	63	12 3	•	•
20KHz	107VAC	•	•	•	•	Control Card	63	12 3	•	•
18KHz	240VAC	•	•	•	•	ZX, ZXt	99	7 4	•	ZXF
20KHz	24-85VDC	•		•					•	
20KHz	24-85VDC	•		•					•	
20KHz	24-85VDC	•		•					•	

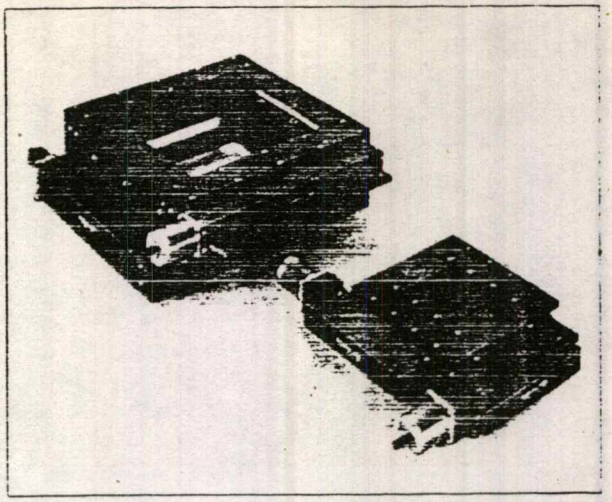


UD Series — brushed servo systems

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



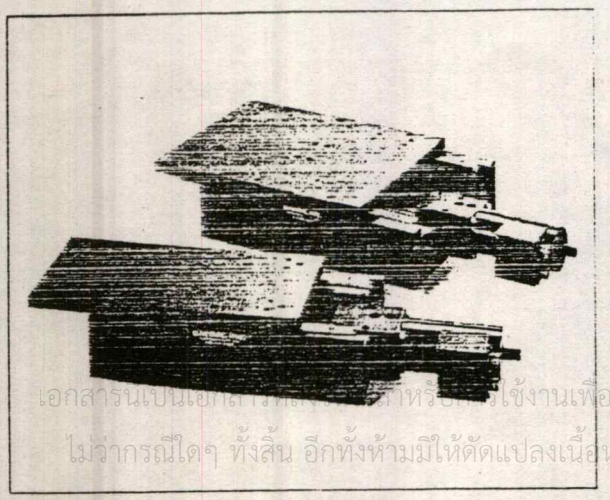
Rail



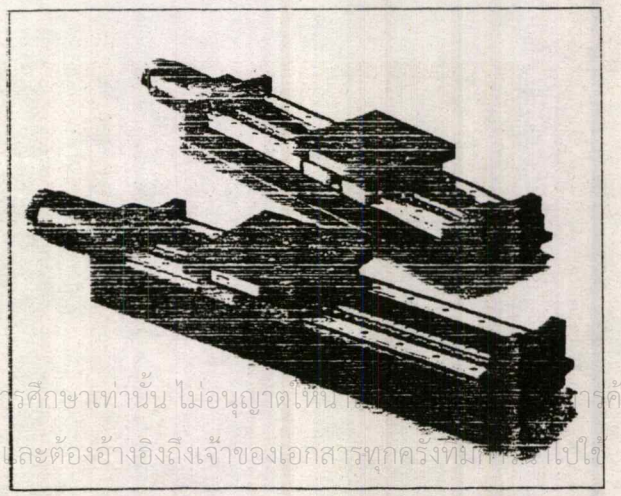
Open frame

	Linear Ball Bearing				Cross Roller			Square Rail
Table	**100000 Series**		**200000 Series**	**600000 Series**	**700000 Series**	**800000 Series**		**400000 Series**
Grade	**Standard**	**Precision**	**Standard**	**Precision**	**Precision**	**Standard**	**Precision**	**Precision**
Travel – mm	600	600	600	457	457	300	300	1500
Load Capacity: Horizontal – Kg	136	136	173	410	586	130	130	710
Speed[1] – mm/sec	75	75	75	275	275	400	400	400
Ground Lead Screw	Standard	Standard	Standard	N/A	N/A	Option	Option	N/A
Ground Ball Screw	N/A	N/A	N/A	Standard	Standard	N/A	Standard	Standard
Belt Drive N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Rolled Ball Screw	N/A	N/A	Option	Option	Option	Standard	N/A	Option
Repeatability – µm	25	1,3	25	1,3	1,3	5	1,3	2,5
Accuracy – µm/25mm	5	2	5	1	1,3	6,4	2	2
Straightness Flatness – µm/25mm	5	2	12,5	1	1	2	2	2,5

Note
[1]With 5 pitch or 4mm-nominal 300mm travel



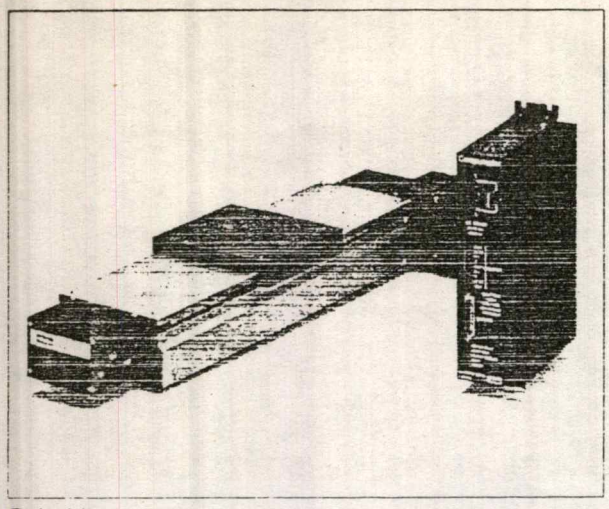
Cross roller



Square rail

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Positioning Tables

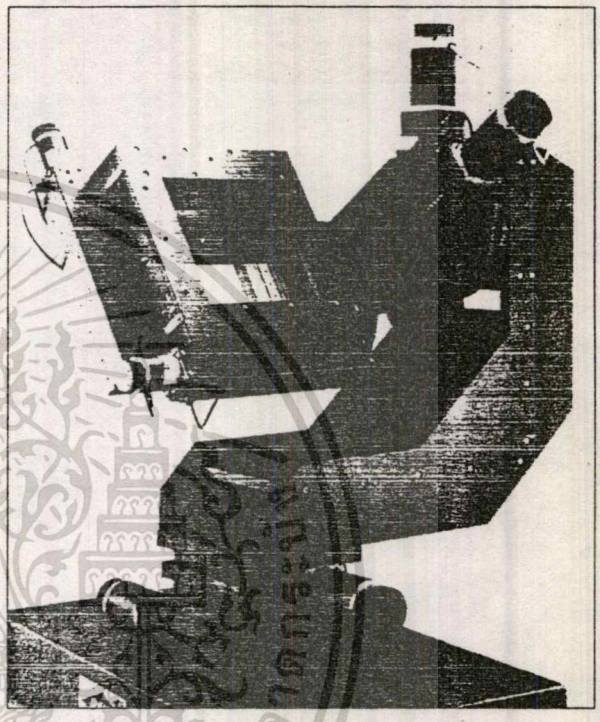


Belt drive

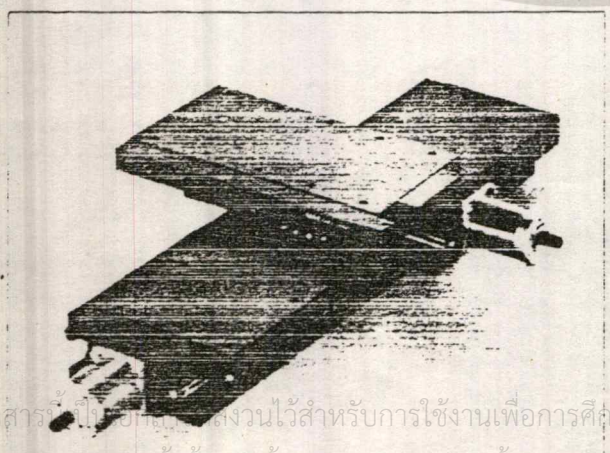
Custom Tables

- Travels to 3 metres, width to 1,5 metres
- Payloads to 3500Kg
- Gantry and bridge designs
- 8 to 12 week delivery on custom designs
- Brakes. counter weights, controls, motors, and encoders

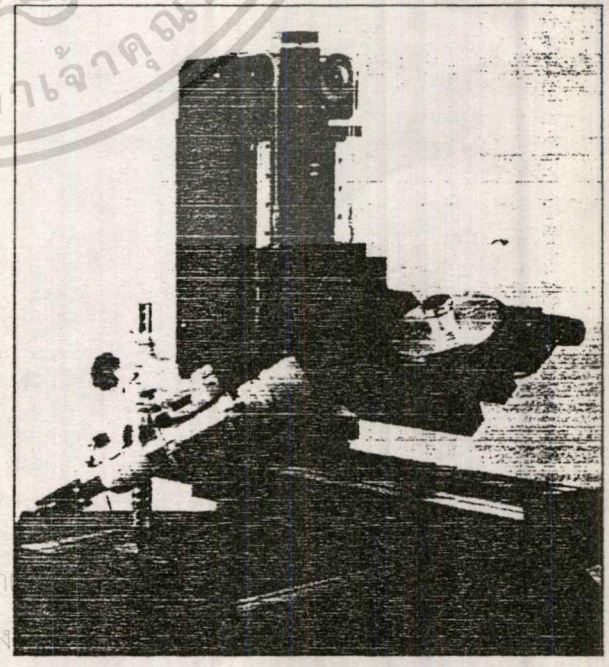
Open Frame		Rail	Belt
300000 Series		500000 Series	500000 RT
Standard	Precision	Standard	Standard
600	600	1626	1000
173	173	90	90
75	75	400	2500
Standard	Standard	Option	N/A
Option	Option	Option	N/A
N/A	N/A	Standard	
Option	Option	Standard	N/A
25	13	6	25
6	2	6	38
12.5	5	4	4



6-axis inspection system



Linear ball bearing

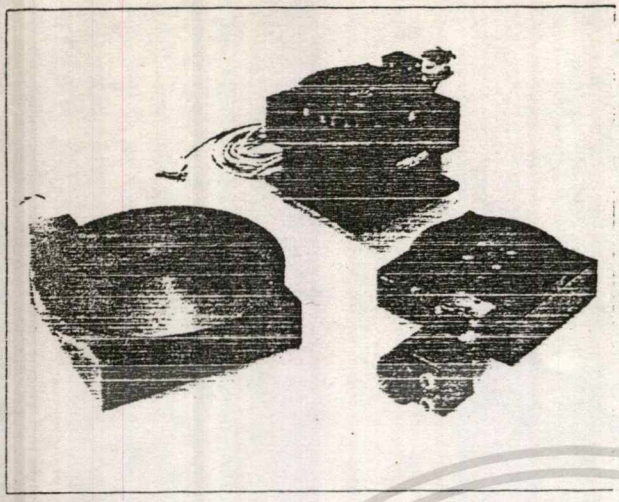


5-axis motorised system with Z-axis counterbalance

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงาน

Daedal

Rotary Positioning Systems



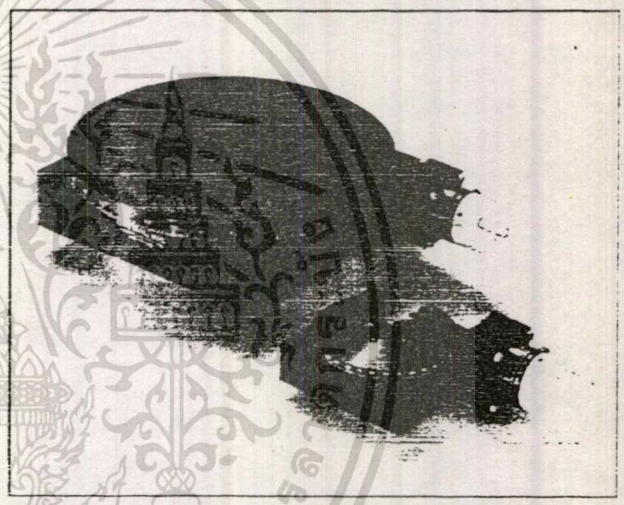
Rotary tables

Rotary Tables

- Pre-loaded worm gear drive
- 360 degree travel; accuracy to 2 arc-sec
- Gear ratios of 36, 45, 90 or 180 to 1
- Diameters to 305mm, solid top or thru hole
- Payloads to 90Kg
- Standard ball bearing and heavy duty ball bearing models

Rotary Stages

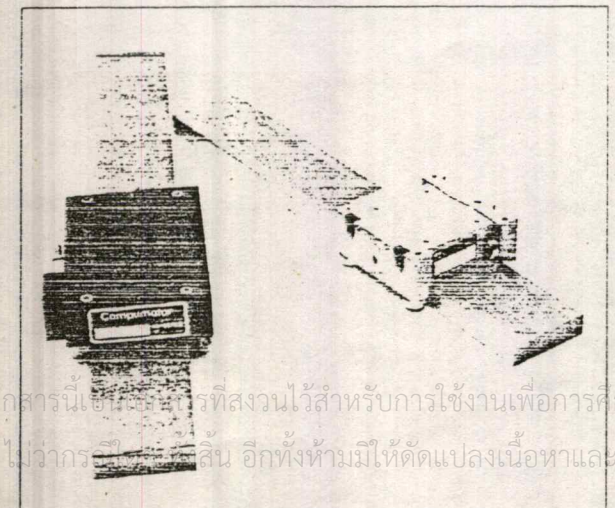
- 360 degree free rotation
- Load capacity to 90Kg
- Resolution to 0,002 degrees
- Precision or standard models
- Stage diameter to 305mm, solid top or thru hole



Rotary stages

Compumotor

Linear Motors



Linear motors

Model	L5A	L20
Static force – Kg	2,7	9,1
Resolution – steps/mm	492	492
Repeatability – mm	0,008	0,003
Speed mm/sec	1524	2540
Bearing type	Roller	Air
Bearing load – Kg	4,5	22,7
Standard lengths– mm	1372	3658

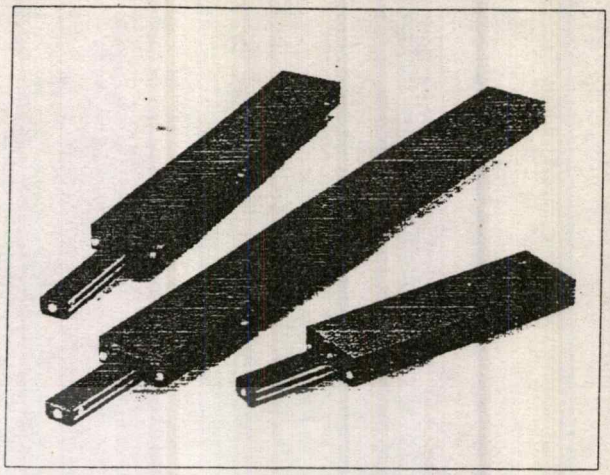
Each model is available with step and direction input, microstepping drive (Model L) or microstepping drive with integral RS-232C compatible indexer (Model LX).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parker

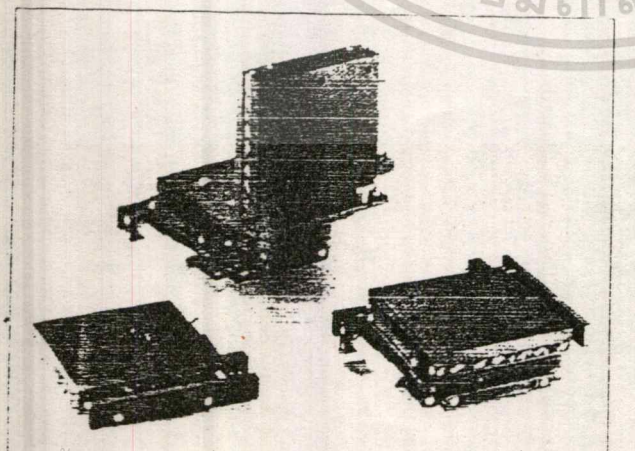
Manual Positioning Slides and Stages

- Straight line accuracy 2µm/25mm, repeatability of 1,3µm
- Miniature ball slides
- Precision ground mounting surface with metric mounting holes
- English and metric micrometers, fine screw, and differential screw stages
- Digital micrometers with 1µm resolution
- In stock for immediate delivery

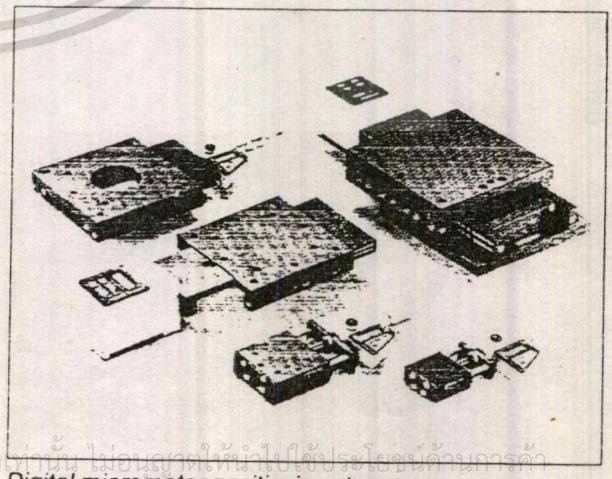


Positioning slides

		Load Range (Kg)	Maximum Travel (mm)	Dimension Ranges Length (mm)	Height (mm)	Width (mm)
Slides	Miniature ball	2-18	203	27 254	8 14	14 27
	Ball bearing	3-64	800	32 1300	13 51	32 152
	Cross roller	20-130	305	44 460	25 51	44 152
Stages	Ball bearing	3-45	60	32 152	13 51	32 152
	Cross roller	7-100	60	44 457	25 51	44 152
Digital micrometer stages	Ball bearing	10-56	60	44 152	25 51	44 152
	Cross roller	10-110	50	44 152	25 51	44 152

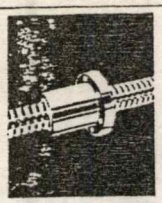


Positioning stages



Digital micrometer positioning stages

เอกสารนี้ใช้เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Ball Screw Assemblies

In co-operation with our French subsidiary Almé Vis à Billes S.A., one of the leading European manufacturers in this highly specialized field, we make ball screw assemblies in ground and rolled qualities for nearly all applications.

This summary is intended to introduce you to the wide standard range of our ball screw products. If you have a particular problem, just let us know. We will be glad to help you find a customized solution to your application problem.

For detailed information, please send for our detailed catalogue.

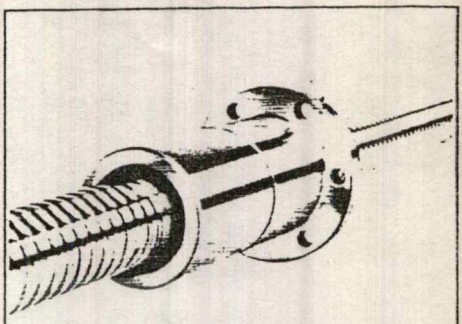


Figure 103

Product Range

Screw lengths, screw diameters and leads

The nominal diameters and leads are Standard to DIN 69 051, Part 2, and ISO 3408.

Other leads, diameters and screw lengths can be manufactured on request. Please contact us for details.

Standard: Right-hand thread

Nuts

Single and double cylindrical nuts, plain or flanged.

Adjustable-preload single nut

The latest development to join our ball screw assembly programme is the adjustable-preload single nut. This nut enables the clearance to be adjusted radially via a slot about 0.1 mm wide.

Accuracy classes

The total accumulated lead deviation is calculated as follows:

Classes 5 to 50 (ground)

$$\Delta P_{tot} = \Delta P_{300} \times \left(\frac{l}{300}\right)^{0,7}$$

Classes 25 to 200 (rolled)

$$\Delta P_{tot} = \Delta P_{300} \times \frac{l}{300}$$

If the customer desires, the total accumulated lead deviation of ground-thread ball screws can be made negative.

Nominal Dia. d_o (mm)	Ground Thread: Lead P (mm) 5	10	20	Max. screw length (mm)	Precision-Rolled Thread: Lead P (mm) 2,5	5	10	16	20	25	32	40	Mill-cut lenghts[1] (mm)
8					●								3000–3500
12						●							3000–3500
16	●			1000		●		●					3000–3500
20	●			1200		●			●				3000–3500
25	●	●		1500		●	●			●			4500–5000
32	●	●		2000		●	●		●		●		4500–5000
40	●	●		4000		●	●		●			●	4500–5000
50	●	●		4000		●	●		●			●	5000–5900
63		●	●	5000			●		●			●	5500–5900
80		●	●	6000			●		●				5500–5900
100		●	●	6000									
125		●	●	6000									

Table 95

[1]) The ends of mill-cut lengths (about 150 to 200 mm) are marked to show that they are not necessarily exactly to tolerance.

Ball screw assembly	Class	Accumulated lead deviation ΔP_{tot} (µm) over screw length l (mm): 300	600	900	1200	1500	2000	3000
Ground Thread	5	5	8	11	13	15	19	25
	10	10	16	22	26	31	38	50
	25	25	41	54	66	77	94	125
	50	50	81	108	132	154	189	250
Precision-Rolled Thread	25[2])[3])	25	50	75	100	125	167	250
	50[2])	50	100	150	200	250	333	500
	100[2])	100	200	300	400	500	666	1000
	200	200	400	600	800	1000	1333	2000

Table 96

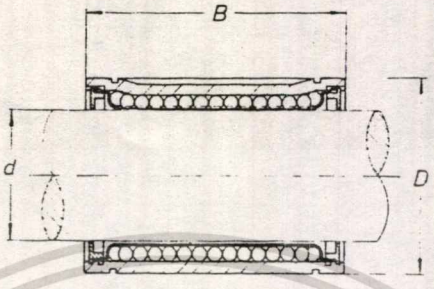
[2]) Especially suited for adjustable-preload nut units.
[3]) by special request.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Linear Bearings

Comparison of the various Types of Linear Bearing

Main dimensions and dynamic load capacities C[1])



Size Code	Standard Linear Bearings Dimensions (mm)		Load Capacity (N)	Segmental Linear Bearings Dimensions (mm)		Load Capacity (N)	Compact Linear Bearings Dimensions (mm)		Load Capacity (N)	Super Linear Bearings Dimensions (mm)		Load Capacity (N)	Radial Linear Bearings Dimensions (mm)		Load Capacity (N)
d	D	B	C	D	B	C	D	B	C	D	B	C	D	B	C
5	12	22	130	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	16	25	180	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	19	29	500	–	–	–
12	22	32	230	20	24	300	19	28	480	22	32	650	–	–	–
16	26	36	280	25	28	450	24	30	650	26	36	800	–	–	–
20	32	45	560	30	30	700	28	30	1000	32	45	1500	–	–	–
25	40	58	1100	37	37	1300	35	40	1800	40	58	2500	–	–	–
30	47	68	1400	44	44	2000	40	50	2800	47	68	3200	60	75	8000
40	62	80	2600	56	56	3300	52	60	4400	62	80	5500	75	100	13000
50	75	100	4100	–	–	–	62	70	5500	75	100	8600	90	125	20000
60	90	125	5800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	110	150	30000
80	120	165	11000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	145	200	60000

Table 1

[1]) See load capacity and direction of load page 9

Installation of STAR Linear Bearings

Two linear bearings are required for linear motion assemblies using one shaft only.

Assemblies with two shafts should have at least one of the shafts mounted on two linear bearings.

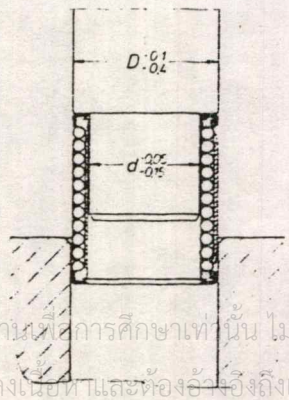
To prevent distortion, which would increase running friction and shorten the service life of the assembly, special care must be taken to ensure precise spacing and parallelism between the two shafts with their associated linear bearings. Recommended values for maximum spacing inaccuracy P, including deviation from parallelism for assemblies incorporating STAR Super and Standard Linear Bearings are as follows:

d	P (µm) zero clearance	h7/H7	d	P (µm) zero clearance	h7/H7
mm			mm		
5	4	12	25	9	17
8	4	12	30	9	17
10	4	12	40	11	19
12	5	13	50	13	21
16	5	13	60	16	24
20	7	15	80	22	30

The tolerance values in the "zero clearance" column can be raised by about ½ and those in the h7/H7 column by about ⅓ for assemblies with Segmental and Compact Linear Bearings. In assemblies incorporating Radial Linear Bearings the values in the "zero clearance" column must not be exceeded.

Points to note when Mounting

The edge of the housing bore must be chamfered.



The smaller sizes of linear bearing (but not the Compact series) can be inserted by hand.

Use of an arbor (see illustration) is recommended for insertion of larger-size linear bearings and all Compact Linear Bearings.

Care should be taken not to exert pressure on the holding rings or seals when inserting STAR Linear Bearings, as this could damage the ball retainers.

Likewise with a view to preventing damage to the ball retainers and seals, care must be taken to ensure that the ends of the shaft are chamfered and that the STAR Linear Bearing is not tilted when it is pushed onto the shaft (see also page 59, Fig. 92).

Hammers should never be used on the sleeve, holding rings or ball retainers of linear bearings, as this will invariably cause damage to the bearing.

Linear bearings with seals must not be pushed onto the shaft over sharp edges, as the lips of the seals are extremely sensitive to damage.

STAR Radial Linear Bearings must be mounted as described in the detailed instructions given on page 27.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Retention

We recommend the following methods for retaining STAR Linear Bearings:

STAR Standard Linear Bearings (closed and adjustable types)

- retaining rings (Figures 1 and 2)
- holding rings (Figure 3)
- metal spacer (Figure 5)
- special arrangement (Figure 6)

STAR Segmental Linear Bearings

- retaining rings (Figure 2)
- wiper seal with metal spacer or metal spacer only (Figure 5)

STAR Compact Linear Bearings

- no retaining elements required if installed in a bore in accordance with Table 21, Page 18 (length of bore ≧ B)

STAR Super Linear Bearings

- retaining rings (Figures 1 and 2)
- holding rings (Figures 3 and 4)
- wiper seal with metal spacer or metal spacer only (Figure 5)
- special arrangement (Figure 6)

STAR Standard and Super Linear Bearings (open)

- grooved taper pin (Figures 8 and 27 to 33)
- special arrangements (Figures 6 and 7)

STAR Radial Linear Bearings

- no retaining elements required except in applications subject to vibration and/or high accelerations.

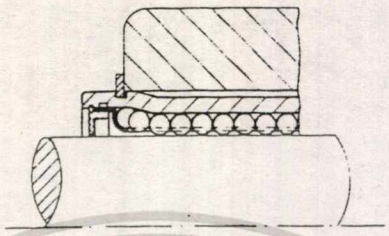


Figure 1: Retention by means of retaining rings to DIN 471.
For STAR Standard and Super Linear Bearings: see Table 6

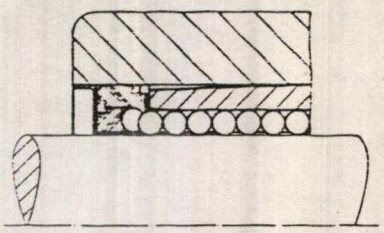


Figure 5: Retention by means of metal "case" for STAR Standard and Super Linear Bearings: see Table 27, STAR Segmental Linear Bearings: see Table 18 and 20

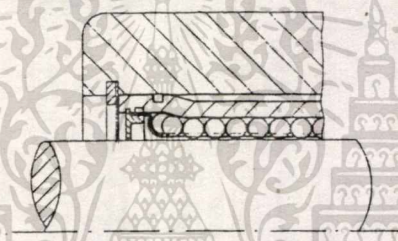


Figure 2: Retention by means of retaining rings to DIN 472

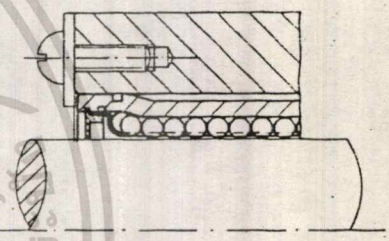


Figure 6: Axial retention by means of screws and coper plate

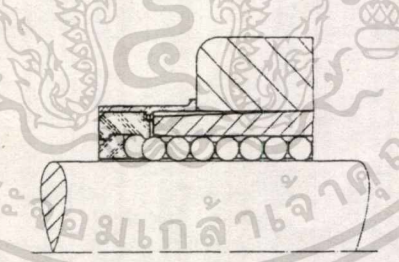


Figure 3: Retention by means of holding ring in applications with length of bore = B_2 (see Table 41)

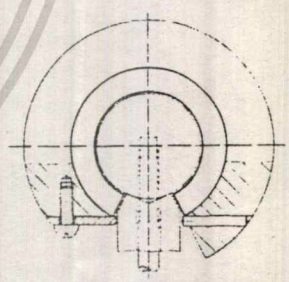


Figure 7: Method of securing open STAR Linear Bearings against rotation

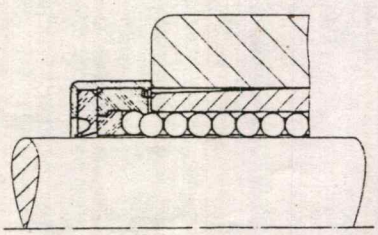


Figure 4: Retention by means of holding ring in application with length of bore = B_1 (see Table 29)

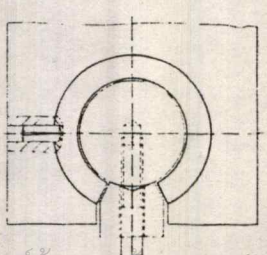


Figure 8:
Axial and rotary retention by means of grooved taper pin.
Open STAR Standard Linear Bearings of sizes 20 to 80 are supplied with ready-made retention hole under reference numbers 0630-4..-00 and 0632-4..-00.
(Please request Tables 06/068-00 and -01.)
For open STAR Super Linear Bushings: see Figures 27 to 33.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Standard Linear Bearings

Tapered outside diameter with Outer Sleeve
(pre-adjusted to zero clearance)
Series 0640

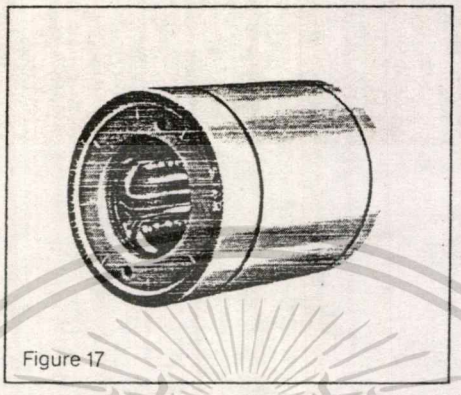
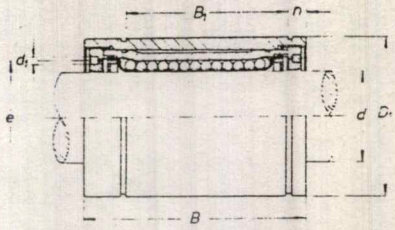


Figure 17



We recommend tolerance zone JS6 for the housing bore.

Reference Number (without seals)	Size Code	d	$D_{1\,h5}$	B_{h11}	B_{1k13}	n_{js14}	e_{js14}	$d_1{}^{H13}$	No. of ball circuits	Load Capacities (N) dyn. C	stat. C_o	Weight (kg)	Retaining ring to DIN 471
0640-005-00	005	5	18	32	15	4,3	10	2	3	47	133	0,04	18 x 1,2
0640-008-00	008	8	22	36	18	4,3	13	2	3	56	160	0,07	22 x 1,2
0640-012-00	012	12	30	45	24	6,6	19	2	4	230	430	0,16	30 x 1,5
0640-016-00	016	16	35	52	28	7,6	23	3	4	280	520	0,19	35 x 1,5
0640-020-00	020	20	40	65	35	9,85	28	3	5	560	1000	0,36	40 x 1,75
0640-025-00	025	25	50	78	45	12,15	35	3	5	1100	1800	0,61	50 x 2
0640-030-00	030	30	58	88	52	12,15	40,5	3	6	1400	2500	0,90	58 x 2
0640-040-00	040	40	75	100	65	12,65	53	4	6	2600	4400	1,89	75 x 2,5
0640-050-00	050	50	90	125	85	14,15	65	4	6	4100	6400	3,24	90 x 3
0640-060-00	060	60	105	152	105	16,15	78	4	6	5800	9000	5,13	105 x 4
0640-080-00	080	80	140	198	145	16,15	102	4	6	11000	16200	10,70	140 x 4

Table 10

Mounting the linear bearing and adjusting the radial clearance

The STAR Standard Linear Bearing with outer sleeve is pre-adjusted to zero clearance on an h5 shaft (lower limit) before leaving the factory.

The outer sleeve has internal threads at both ends into which threaded rings are screwed as a means of establishing the desired radial clearance. Please note that the adjusting ring is the one at the end at which there is a "zero mark" notch in the edge of the sleeve. The threaded ring at the other end is a locking ring, used to loosen the linear bearing for adjustment of the clearance and to secure it against slackening once the desired clearance has been established.

The face of the adjusting ring is inscribed with a number of graduation marks in addition to the "zero mark". Turning the adjusting ring clockwise through one graduation reduces the working bore diameter of the linear bearing by approximately 4 µm.

Before the radial clearance can be adjusted, the true diameter of the shaft must be determined. When this is known, slacken off the locking ring and adjust the desired radial clearance or preload by turning the adjusting ring until the required inside working diameter relative to the actual shaft diameter is attained. Then re-tighten the locking ring to maintain the radial clearance as adjusted.

Tapered Outside Diameter without Outer Sleeve
Series 0620

The taper has a ratio of 1 : 50.

For dimensions D, B and B_1 please refer to Table 6 on page 11.

Exception: D = 12.4 mm in the case of size code 005. Dimension D is the diameter at the major end of the taper.

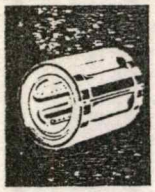
Linear bearings with one seal have the seal at the major diameter end.

With Integral Seals

Type	Series 0640	Series 0620
with one seal	0641-xxx-10	0621-xxx-10
with two seals	0642-xxx-10	0622-xxx-10
	Size Code (see Table 10)	

Table 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำไปเผยแพร่ต่อ โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารก่อน และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



STAR Standard Linear Bearings

Tolerances

Permissible deviations from nominal dimensions

Size Code	Deviation (µm)		
	D h5	B h12	B_1 k13
305	0 / -8	0 / -210	+270 / 0
308	0 / -8	0 / -210	+270 / 0
012	0 / -9	0 / -250	+330 / 0
016	0 / -9	0 / -250	+330 / 0
020	0 / -11	0 / -250	+330 / 0
025	0 / -11	0 / -300	+390 / 0
030	0 / -11	0 / -300	+390 / 0
040	0 / -13	0 / -300	+460 / 0
050	0 / -13	0 / -350	+460 / 0
060	0 / -15	0 / -400	+540 / 0
080	0 / -15	0 / -400	+630 / 0

Table 12

The tolerance for dimension D applies to linear bearings before the adjustment slot is made. The tolerances given in Tables 13 to 16 are based on statistical criteria and concur well with the values to be anticipated in practice.

Tolerances for eccentricity and section height

Size Code	Eccentricity (µm)		Section Height[1] (µm)		
	Series 0600- 0610- 0630-	0613- 0633-	Series 0600-	0610- 0630-	0613- 0633-
305	5	2	8	12	6
308	5	2	8	12	6
012	6	3	9	13	7
016	6	3	9	13	7
020	7	4	10	14	8
025	7	4	11	15	9
030	7	4	11	15	9
040	8	5	13	17	11
050	8	5	13	17	11
060	10	6	15	19	13
080	10	6	16	20	14

Table 13

[1] Ball diameter plus wall thickness of sleeve = $\frac{D-d}{2}$

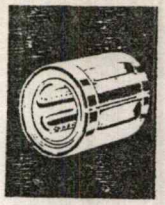
Radial clearances for Series 0610 and 0630 linear bearings when mounted

Size Code	Radial Clearance (shaft/bore) (µm)							
	h6/H6	h6/JS6	h6/K6	h6/M6	h7/H7	h7/JS7	h7/K7	h7/M7
305	+42 / +17	+37 / +11	+33 / + 8	+27 / + 2	+51 / +19	+42 / +10	+39 / + 7	+33 / + 1
308	+43 / +17	+38 / +11	+34 / + 8	+28 / + 2	+54 / +19	+45 / +10	+42 / + 7	+36 / + 1
012	+47 / +18	+41 / +11	+36 / + 7	+30 / + 1	+59 / +21	+49 / +10	+44 / + 6	+38 / 0
016	+47 / +18	+41 / +11	+36 / + 7	+30 / + 1	+59 / +21	+49 / +10	+44 / + 6	+38 / 0
020	+53 / +19	+45 / +11	+40 / + 7	+33 / - 1	+66 / +23	+54 / +10	+48 / + 5	+41 / - 2
025	+54 / +20	+46 / +12	+41 / + 7	+34 / - 1	+68 / +23	+55 / +11	+50 / + 5	+43 / - 2
030	+54 / +20	+46 / +12	+41 / + 7	+34 / - 1	+68 / +23	+55 / +11	+50 / + 5	+43 / - 2
040	+61 / +21	+52 / +12	+46 / + 7	+37 / - 2	+77 / +26	+62 / +11	+56 / + 5	+47 / - 4
050	+61 / +21	+52 / +12	+46 / + 7	+37 / - 2	+77 / +26	+62 / +11	+56 / + 5	+47 / - 4
060	+68 / +23	+57 / +12	+50 / + 5	+40 / - 5	+87 / +28	+69 / +11	+62 / + 3	+52 / - 7
080	+69 / +23	+58 / +12	+51 / + 5	+41 / - 5	+88 / +28	+71 / +11	+63 / + 3	+53 / - 7

Table 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Standard Linear Bearings



Tolerances

Radial clearances for Series 0613 and 0633 Linear Bearings when mounted (Extra-Precision Linear Bearings)

Size Code	Radial Clearance (shaft/bore) (µm)							
	h6/H6	h6/JS6	h6/K6	h6/M6	h7/H7	h7/JS7	h7/K7	h7/M7
305	+32 +15	+27 + 9	+23 + 6	+17 0	+41 +17	+32 + 8	+30 + 5	+23 - 1
308	+33 +15	+28 + 9	+24 + 6	+18 0	+44 +17	+35 + 8	+32 + 5	+26 - 1
012	+37 +16	+30 + 9	+26 + 5	+20 - 1	+49 +19	+39 + 8	+34 + 4	+28 - 2
016	+37 +16	+31 + 9	+26 + 5	+20 - 1	+49 +19	+39 + 8	+34 + 4	+28 - 2
020	+43 +17	+35 + 9	+30 + 5	+23 - 2	+56 +21	+44 + 8	+38 + 3	+31 - 4
025	+44 +18	+36 +10	+31 + 5	+24 - 2	+58 +21	+45 + 9	+40 + 3	+33 - 4
030	+44 +18	+36 +10	+31 + 5	+24 - 2	+58 +21	+45 + 9	+40 + 3	+33 - 4
040	+51 +20	+42 +10	+36 + 5	+27 - 4	+67 +24	+52 + 9	+46 + 3	+37 - 6
050	+51 +20	+42 +10	+36 + 5	+27 - 4	+67 +24	+52 + 9	+46 + 3	+37 - 6
060	+58 +21	+47 +10	+40 + 3	+30 - 7	+77 +26	+59 + 9	+52 + 1	+42 - 9
080	+59 +21	+48 +10	+41 + 3	+31 - 7	+78 +26	+61 + 9	+53 + 1	+43 - 9

Table 15

Radial clearances[1]) and working bore diameter tolerances of Series 0600

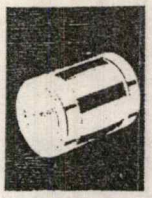
Size Code	Working bore diameter tolerance (µm)	Radial Clearance (µm)	
		h6/H7	h7/H7
305	+ 8 0	+14 + 2	+16 + 3
308	+ 8 0	+15 + 2	+20 + 3
012	+ 8 0	+16 + 2	+22 + 3
016	+ 9 - 1	+17 + 2	+23 + 3
020	+ 9 - 1	+19 + 2	+26 + 3
025	+11 - 1	+20 + 3	+27 + 3
030	+11 - 1	+20 + 3	+28 + 3
040	+13 - 2	+25 + 3	+33 + 3
050	+13 - 2	+25 + 3	+33 + 3
060	+13 - 2	+27 + 3	+37 + 3
080	+16 - 4	+29 + 3	+39 + 3

Table 16

[1]) Radial clearance measured between shaft and linear bearing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Super Linear Bearings



The linear bearing with self-alignment feature and ground ball tracks:

ensures unbeaten smooth operation even where alignment errors would cause stutter, catchiness and reduced life in conventional linear bearings.

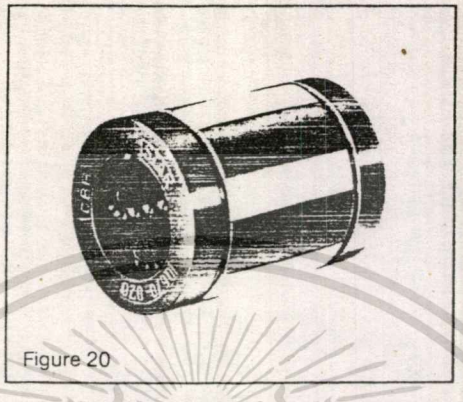


Figure 20

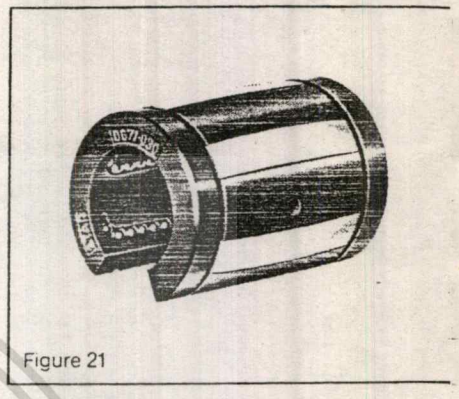


Figure 21

The Super Linear Bearing with the 6 advantages

- **Self-alignment**

  The STAR Super Linear Bearing automatically corrects slight errors in alignment. No reduction in load carrying capacity due to pressure between the bearing edge and the shaft.

- **Higher load capacity**

  Ground ball tracks give substantially longer travel life.

- **System cost reduction**

  The higher load capacity permits the use of smaller components (shaft, linear bearing, housing) and thus money-saving design of all elements.

- **Higher running speed**

  Precision guidance of the balls in the ball grooves permits faster acceleration and higher running speeds.

- **Extra smooth running**

  as a result of the ground ball tracks and the self-alignment feature.

- **Interchangeability**

  The STAR Super Linear Bearing has the same inside and outside dimensions as the STAR Standard Linear Bearing that have been renowned for their good service record for decades. For this reason, the two types are fully interchangeable in most applications.

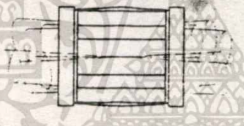
Structural Design

The STAR Super Linear Bearing consists of

- a ball retainer with outer sleeve (of polyamide 6 6)
- the hardened steel segmental bearing plates
- high-carbon chrome alloy steel balls.

The steel bearing plates, which serve to take up the external load, have grooves along their sides which snap into the outer sleeve. This snap fit permits slight radial movement of the bearing plates, enough to allow them to make perfect contact with the contour of the housing bore for exact and easy adjustment of radial clearance.

Self-Alignment



The outer surface of the steel bearing plates is designed with the central portion slightly thicker than its ends. The central portion serves as a rocking fulcrum to compensate automatically for any slight misalignment between shaft and housing bore that might be caused by inaccurate machining[1]), mounting errors or shaft deflection.

This self-alignment feature assures smooth entry and exit of the balls into and out of the load-carrying area and uniform load distribution over the entire row of balls. The result is much smoother operation and greater load capacity than in other types of linear bearing, since there is no danger of edge pressure (due to axially off-centre load) between bushing and shaft.

Smooth running

The self-alignment feature described above together with the ground-quality finish of the ball tracks result in extremely smooth operation. The running diagrams below show a comparison with a conventional linear bearing for a load of 800 N and an alignment error of about 8' (due to shaft deflection).

Higher Load Capacity

Each bearing plate has a groove in which the balls roll. These grooves have been designed on the basis of experience gained in the manufacture of anti-friction bearings to give the optimum area of contact between ball and bearing plate. The contour of the grooves and longer raceways make possible substantially higher load capacities than can be attained with other types of linear bearing.

Grinding of the ball tracks has made it possible to increase the load carrying capacity still further and has considerably improved the precision guiding properties of the assembly.

Longer Travel Life

The STAR Super Linear Bearing affords the designer a substantially longer travel life than can be obtained with other types of linear bearing of the same dimension. Given a shaft diameter of 20 mm and an application of type 1 (Table 85, Page 62) under the conditions a = 150 mm, b = 200 mm, l = 500 mm and F = 800 N, the shaft deflection would be about 8' (see the running diagrams, below).

Under these service conditions, the life of a conventional linear bearing would be lower by about 90% than that of the STAR Super Linear Bearing.

Sealing

STAR Super Linear Bearings are available with integral or with separate wiper-type seals.

The use of separate seals is advisable in applications involving a high risk of foreign-body contamination.

speed of travel 0.3 mm/s

STAR Super Linear Bushing, size 20 **Conventional Linear Bushing, size 20**

Figure 22

[1]) The self-alignment feature is not able to compensate possible misalignment between the two shafts of a table assembly.

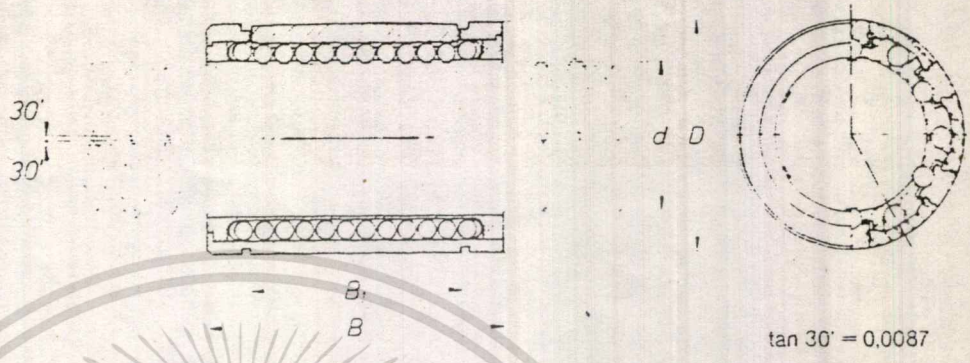
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Super Linear Bearings

with Self-Alignment Feature

Closed Type

The self-alignment feature requires two STAR Super Linear Bearings to be mounted on at least one of the shafts of the assembly.



tan 30' = 0,0087

Reference Number without seal	Reference Number with one integral seal[3])	Reference Number with two integral seals[3])	Dimensions (mm) d	D	B ±0,2	B_1 +0,2	No. of ball circuits	Load Capacities (N) dyn. C[2])	stat. C_o	Radial Clearance (shaft/bore) (µm) h7/H7	h7/JS7	h6/JS6	h6/K6	Weight (kg)
0670-010-00	0670-110-40	0670-210-40	10	19	29	19	5	500	390	+39 +8	+29 −2	+20 −1	+15 −6	0,017
0670-012-00	0670-112-40	0670-212-40	12	22	32	20	5	650	520	+40 +8	+30 −2	+21 −1	+16 −6	0,023
0670-016-00	0670-116-40	0670-216-40	16	26	36	22	5	800	630	+40 +8	+30 −2	+21 −1	+16 −6	0,028
0670-020-00	0670-120-40	0670-220-40	20	32	45	28	6	1500	1250	+45 +8	+33 −4	+23 −3	+18 −8	0,061
0670-025-00	0670-125-40	0670-225-40	25	40	58	40	6	2500	2200	+45 +8	+33 −4	+23 −3	+18 −8	0,122
0670-030-00	0670-130-40	0670-230-40	30	47	68	48	6	3200	2800	+45 +8	+33 −4	+23 −3	+18 −8	0,185
0670-040-00	0670-140-40	0670-240-40	40	62	80	56	6	5500	4900	+50 +8	+35 −7	+25 −5	+19 −11	0,360
0670-050-00	0670-150-40	0670-250-40	50	75	100	72	6	8600	7100	+50 +8	+35 −7	+25 −5	+19 −11	0,580

Table 23

[2]) Load capacity reduced in short-stroke applications: refer to page 9, Fig. 14 for reduction factor f_w.

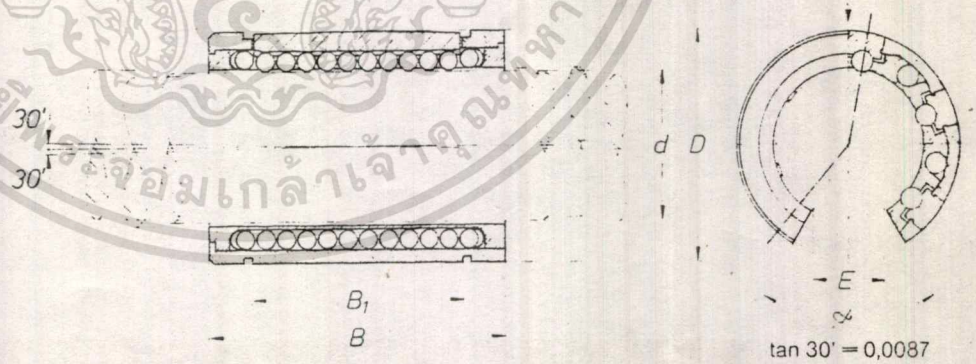
[3]) For separate seals refer to page 23.

Open Type

STAR Shaft Support Rails are available for all shaft diameters (refer to pages 63, 64 and 65, Tables 88, 89 and 90). The user may also use the mating dimensions given in the tables to design his own shaft supports.

The self-alignment feature requires two STAR Super Linear Bearings to be mounted on at least one of the shafts of the assembly.

Open STAR Super Linear Bearings can also be ordered with axial seal strip – Reference No. 0671-2..-45. Please send for separate brochure!



tan 30' = 0,0087

Reference Number without seal	Reference Number with one integral seal[3])	Reference Number with two integral seals[3])	d	Dimensions (mm) D	B ±0,2	B_1 +0,2	E[4])	Angle (°) α	No. of ball circuits	Load Cap. (N)[5]) dyn. C[2])	stat. C_o	Radial Clearance (shaft/bore) (µm) h7/H7	h7/JS7	h6/JS6	h6/K6	Weight (kg)
0671-012-00	0671-112-40	0671-212-40	12	22	32	20	6,5	66	4	750	600	+40 +8	+30 −2	+21 −1	+16 −6	0,018
0671-016-00	0671-116-40	0671-216-40	16	26	36	22	9	68	4	920	730	+40 +8	+30 −2	+21 −1	+16 −6	0,022
0671-020-00	0671-120-40	0671-220-40	20	32	45	28	9	55	5	1560	1300	+45 +8	+33 −4	+23 −3	+18 −8	0,051
0671-025-00	0671-125-40	0671-225-40	25	40	58	40	11,5	57	5	2600	2290	+45 +8	+33 −4	+23 −3	+18 −8	0,102
0671-030-00	0671-130-40	0671-230-40	30	47	68	48	14	57	5	3330	2910	+45 +8	+33 −4	+23 −3	+18 −8	0,155
0671-040-00	0671-140-40	0671-240-40	40	62	80	56	19,5	56	5	5720	5100	+50 +8	+35 −7	+25 −5	+19 −11	0,300
0671-050-00	0671-150-40	0671-250-40	50	75	100	72	22,5	54	5	8940	7380	+50 +8	+35 −7	+25 −5	+19 −11	0,480

สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 24

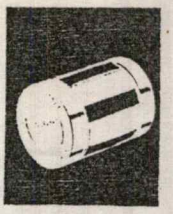
[2]) Load capacity reduced in short-stroke applications: refer to page 9, Fig. 14 for reduction factor f_w.

[3]) For separate seals refer to page 23.

[4]) Lower limit relative to shaft diameter "d".

[5]) See page 22, Figures 25 and 26

STAR Super Linear Bearings
Type B without Self-Alignment Feature



Type B, Closed

This type likewise affords 3 times the load carrying capacity or 27 times the service life of STAR Standard Linear Bearings. Because the surfaces of the steel bearing plates are plane, however, the self-alignment feature does not apply.

The designer who has no need for this special feature can still use STAR Super Linear Bearing Type B to gain all other advantages described on page 19.

Structural Design

The STAR Super Linear Bearing Type B consists of:

- a ball retainer with outer sleeve (of polyamide 6.6)
- the hardened steel segmental bearing plates
- high-carbon chrome alloy steel balls

The dimensions of the Type B linear bearings are as given in Table 23.

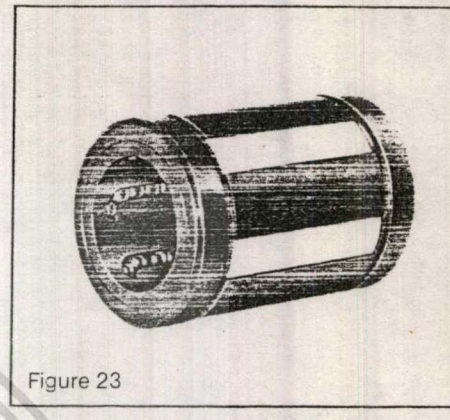


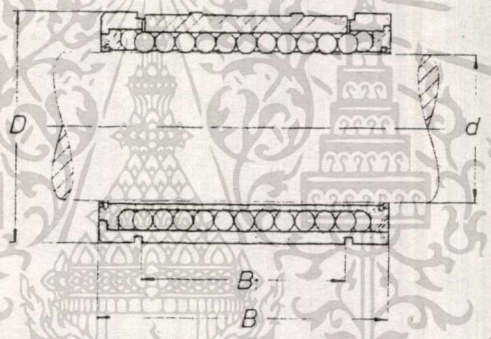
Figure 23

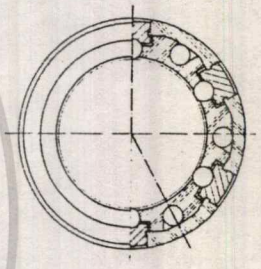
Reference Number without seal	with integral seals[2])	d (mm)
0672-010-00	0672-_10-40	10
0672-012-00	0672-_12-40	12
0672-016-00	0672-_16-40	16
0672-020-00	0672-_20-40	20
0672-025-00	0672-_25-40	25
0672-030-00	0672-_30-40	30
0672-040-00	0672-_40-40	40
0672-050-00	0672-_50-40	50

1 = with 1 seal
2 = with 2 seals

Table 25

[1] For separate seals refer to page 23





Type B, Open

For dimensions, load capacities and radial clearance refer to Table 24.

Open STAR Super Linear Bearings can also be ordered with axial seal strip - Reference No. 0673-2_.-45 Please send for separate brochure!

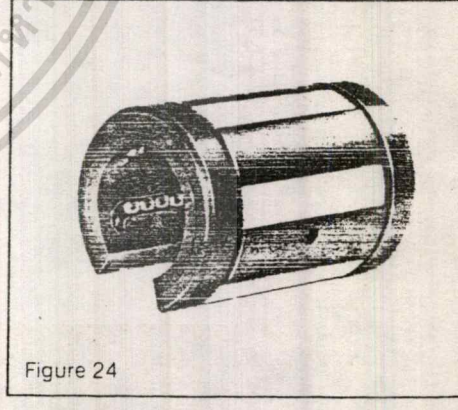


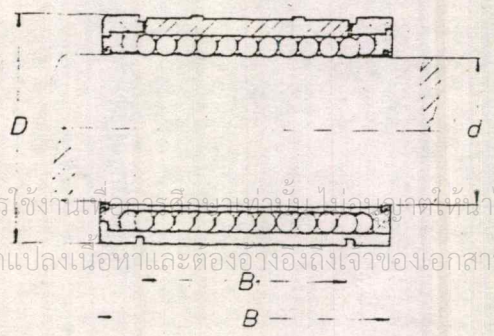
Figure 24

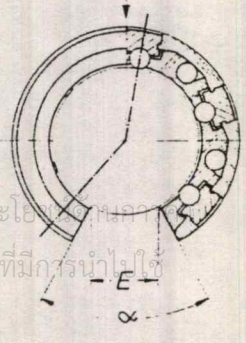
Reference Number without seal	with integral seals[2])	d (mm)
0673-012-00	0673-_12-40	12
0673-016-00	0673-_16-40	16
0673-020-00	0673-_20-40	20
0673-025-00	0673-_25-40	25
0673-030-00	0673-_30-40	30
0673-040-00	0673-_40-40	40
0673-050-00	0673-_50-40	50

1 = with 1 seal
2 = with 2 seals

Table 26

[1] For separate seals refer to page 23





สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Linear Bearing Torque Assemblies

Structural Design with shaped shaft

The STAR Linear Bearing Torque Assembly consists of:

- a steel housing
- two segmental linear bearings
- two precision ball bearings to pass on the torque
- two steel pins
- a shaped shaft
- two shaped sealing rings

These STAR Linear Bearing Torque Assemblies comprise a STAR Torque-Resistant Linear Bearing in a rectangular or round housing mounted on a mating shaped shaft.

Type A

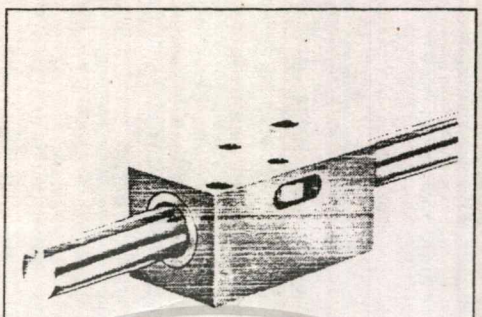


Figure 50

Type B

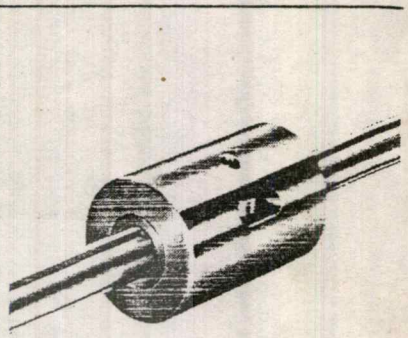
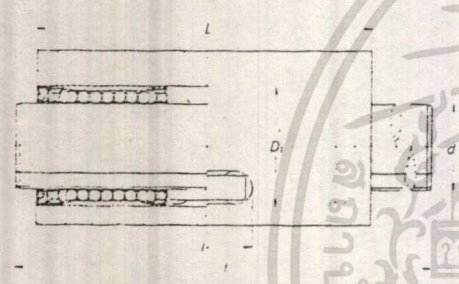
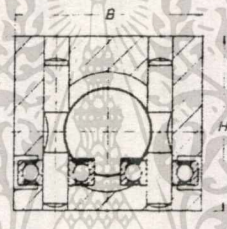
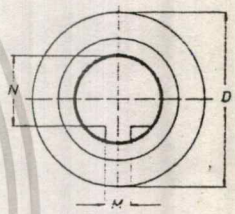
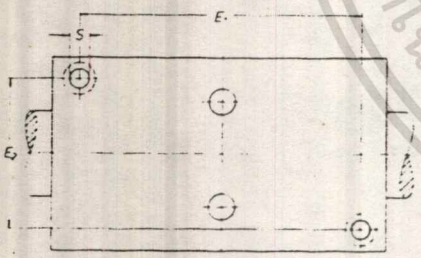


Figure 51









In applications subject to torque (M_t) only, travel life is calculated as follows:

$$L = \left(\frac{M_{t\,max}}{M_t}\right)^3 \times 10^5 \text{ m}$$

Reference Number[1]		Dimensions (mm)														Load Cap. (N)[5]		Torque Cap. (Nm)	Weight without shaft (kg)	
A	B	d	D_1	P[2]	L[3]	l_1	B[3]	H_1[3]	H ±0,1	E_1	E_2	S[4]	D h6	N	M	dyn. C[5]	stat. C_o	$M_{t\,max}$	A	B
1095-212-00	0695-212-00	12	20	400	72	20	36	32	18	60	26	4,5	40	9	3,02	490	880	2	0,48	0,56
1095-216-00	0695-216-00	16	25	400	82	25	45	40	22	65	32	5,5	47	11,7	4,02	730	1280	4	0,84	0,84
1095-220-00	0695-220-00	20	30	500	92	28	50	45	25	75	38	5,5	60	16	5,02	1140	1760	7	1,16	1,58
1095-225-00	0695-225-00	25	37	500	110	32	60	55	30	90	46	6,6	67	20	6,02	2100	2760	10	2,00	2,23
1095-230-00	0695-230-00	30	44	600	135	39	75	68	35	110	56	9	85	23,5	9,025	3200	4000	20	3,92	4,58
1095-240-00	0695-240-00	40	56	600	160	45	90	82	45	135	70	9	100	32,5	12,025	5400	6600	30	6,40	7,10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร

Table 38

[1] Basic deviation to DIN 7168 coarse

[2] Tolerance ± 2m to DIN 74

[3] Available on request

[4] If the load acts normal to the **ball-bearing guide edge** of the shaft, allowance must be made for major reduction in load carrying capacity at maximum torque.
Load capacity reduced in short-stroke applications, refer to page 9, Fig 12 for reduction factor f.

Linear Motion Assemblies

STAR Linear Sets

In order to make it easier for the designer to build even simpler, more compact, and more economical linear motion systems using STAR Linear Bearings, we supply complete ready-to-mount linear motion assemblies.

Advantages

- Thanks to their special material and sturdy wall thickness, STAR Precision Housings offer very high rigidity regardless of the direction of loading, even when the load carrying capacity of the assembly is exploited to the full.
- The housings are easy to align during mounting, so that no adverse stress is exerted on the linear bearing.
- Their high precision guarantees trouble-free running of our linear bearings and full interchangeability of all units.
- Since our housings are standardised and produced in large numbers, they offer the same high quality as the user's own design at a price that no in-house design can match for economy.

STAR Linear Set

with Standard or Super Linear Bearing

Figure 52

Closed type

Standard type with fixed working bore diameter.

Adjustable type (slotted)

For use when zero clearance or preload is required (see pages 36, 38 and 40).

STAR Linear Set

Open type

- with Standard or Super Linear Bearing

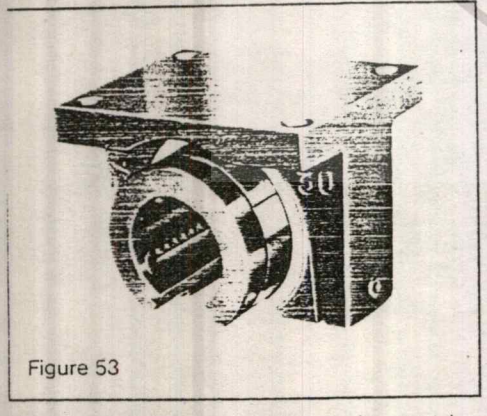


Figure 53

For long guideways when the shafts must be supported and high rigidity is required. Two types: fixed working bore diameter, or adjustable for use when zero clearance or preload is required (pages 37, 39 and 41).

STAR Linear Set with Side Opening

- with Standard or Super Linear Bearing

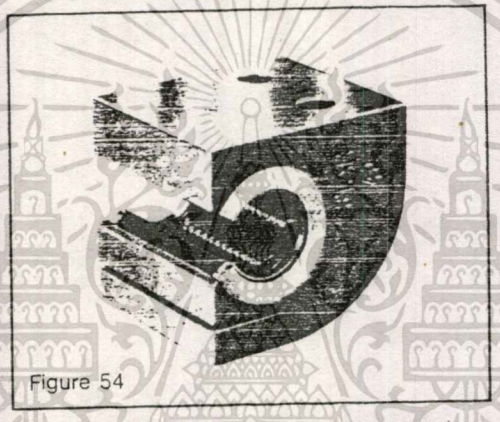


Figure 54

The load carrying capacity of open linear bearings is severely reduced when the load is applied on the "open" portion of the bushing. The Linear Set with Side Opening has been developed to overcome this disadvantage and to permit selective circumferential positioning of the open linear bearing (page 42).

STAR Linear Set with Side Opening

Lightweight series with Super Linear Bearing

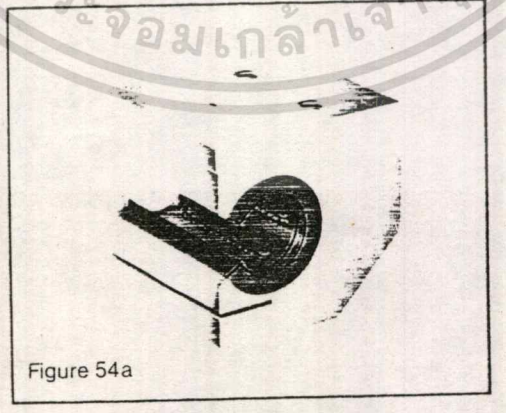


Figure 54a

- Low weight: aluminium alloy housing
- Through-holes with threaded ends for screw-mounting from the base
- Fitting edge to facilitate lining up during installation
- Centre-bores for locating pin holes to facilitate pinning

STAR Flanged Linear Set

- with Standard or Super Linear Bearing

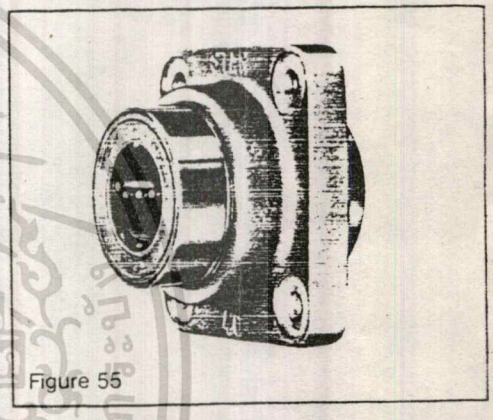


Figure 55

This assembly was developed as a complement to our series of pillow block units for use in applications requiring the shaft to be arranged at right angles to the mounting base.

STAR Tandem Flange Set

Lightweight series with Super Linear Bearing

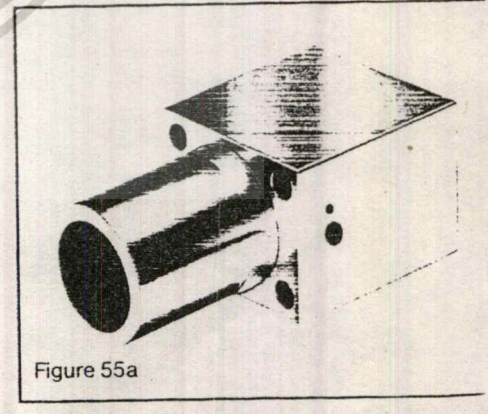


Figure 55a

- Low weight
- Through-holes with threaded ends for screw-mounting from the base
- Centering collar for ease of mounting

ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Linear Motion Assemblies

Permissible Operating Temperatures

STAR Linear Sets without seals are temperature-resistant up to 100 °C. Higher operating temperatures are permissible only for STAR Linear Sets incorporating size 50 to 80 Standard Linear Bearings and at the cost of a reduction in load carrying capacity (see Table 4). Types with seals can withstand a continuous operating temperature of 80 °C or brief temperature peaks of up to 100 °C.

Recommended Screw Type

We recommend the use of hex. socket head screws to DIN 912-8.8 (in some cases DIN 6912-8.8, see Tables) for attaching STAR Linear Sets, plus washers to DIN 125 for STAR Linear Sets with Segmental Linear Bearings.

Notes for Mounting

STAR Linear Set 1066-...-00 must be adjusted t the desired radial clearance before mountin (see section on "Adjusting the Radial Clearance page 7).

STAR Linear Sets 1060-...-00, 1068-...-0(1074-...-00, 1076-...-00, and 1078-...-00 ar adjusted to zero clearance on a shaft of diamete accurate to a tolerance of h5 (lower limit) befor leaving the factory.

● STAR Linear Set

– with Segmental Linear Bearing

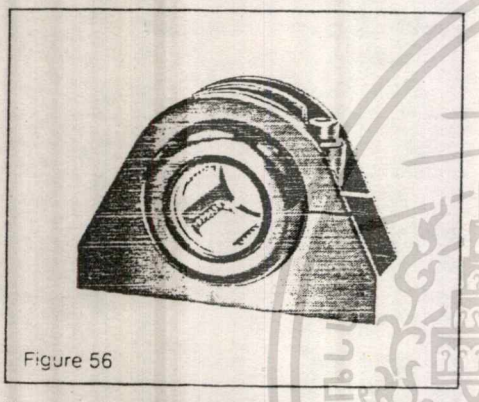


Figure 56

These particularly economical components have been developed for medium load-capacity ranges and for use in series-produced machines or jigs and fixtures of all types (page 44).

Also available in corrosion-resistant type.

● STAR Linear Set

– with Radial Linear Bearing

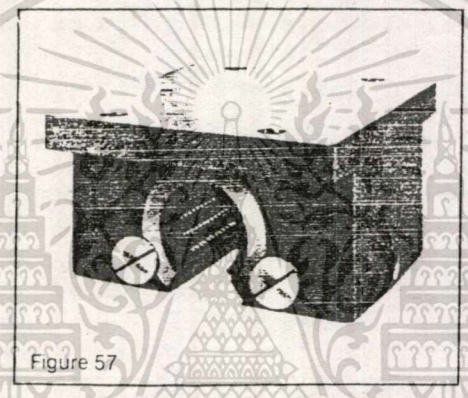


Figure 57

Used in combination with STAR Shaft Support Rails and Steel Shafts. STAR Linear Sets with Radial Linear Bearings give high-precision guidance with high rigidity, even under high loads (page 45).

● STAR Tandem Linear Set

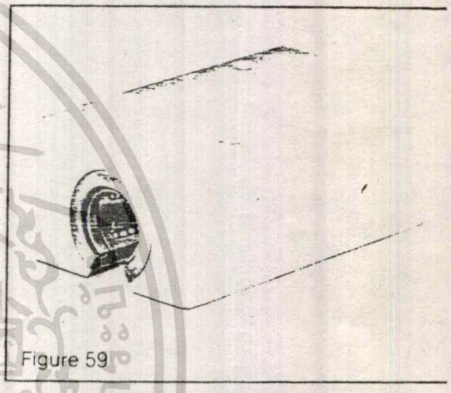


Figure 59

The housing structure prevents centreline misalignment between the two Linear Bearings (pages 47 and 48).

Open and closed types available.

● STAR Linear Set

Lightweight series

– with Super Linear Bearing
– with Compact Linear Bearing

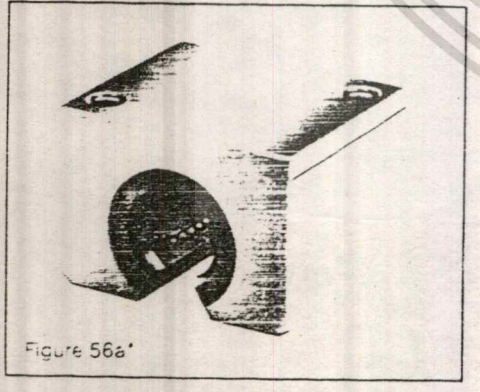


Figure 56a*

– Low weight aluminium alloy housing
– Completely enclosed linear bearings (block-type) in housing
– Suitable for screw-mounting from the base
– Fitting edge to facilitate lining up during installation
– Set incorporating Super Linear Bearing
– Centre-bores for locating pin holes to facilitate fitting (Set incorporating Super Linear Bearing)

● STAR Linear Set with Side Opening

– with Radial Linear Bearing

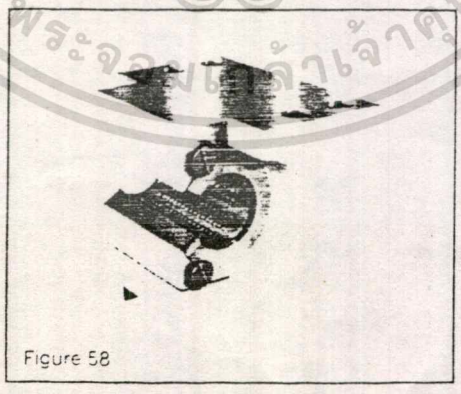


Figure 58

This Linear Set permits selective circumferential positioning of the Radial Linear Bearing to avoid the reduction in load capacity in applications where the load would otherwise act against the open portion of the linear bearing (see page 46).

● STAR Linear Motion Slides
● STAR X-Y Slides

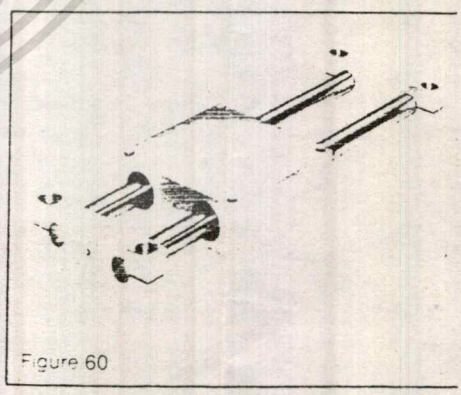
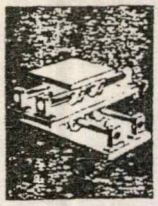


Figure 60

In addition to the closed type illustrated, our programme includes slides with open Linear Bearings and supported Steel Shafts (see pages 49 to 51).

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



STAR X-Y Tables

Structural Design

The assembly consists of:

- the Table Plate (steel)
- the Saddle Plate (steel)
- the Base Plate (steel)
- STAR Linear Sets with STAR Super Linear Bearings
- STAR Precision Steel Shafts
- STAR Shaft Support Blocks

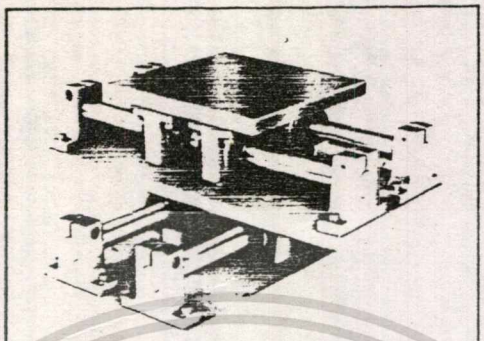
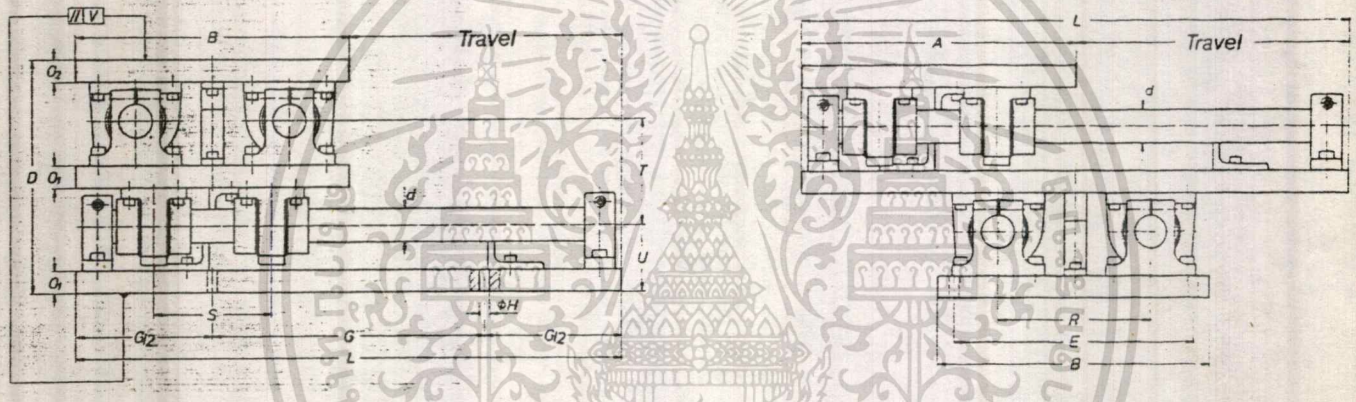


Figure 80

Please send for separate brochure!



Reference Number	A	B	L	D $_{2,0}$	d	Dimensions (mm) E	G	H	O_1	O_2	Travel	R	S	U	T	V	Load Cap. (N)[1] dyn. C^2)	stat. C_o	Weight (kg)
1093-112-00	100	100	200	101	12	85	100	5,5	8	9	100	54	38	28	46	0,12	2120	2080	6,0
1093-116-00	125	125	250	120	16	110	125	6,6	8	10	125	68	49	33	55	0,12	2600	2520	10,0
1093-120-00	160	160	320	155	20	140	160	6,6	15	15	160	85	63	45	70	0,16	4880	5000	24,5
1093-125-00	200	200	400	175	25	180	200	9	15	15	200	105	72	50	80	0,16	8120	8800	39,5
1093-130-00	250	250	500	210	30	220	250	9	20	20	250	140	107	60	95	0,18	10400	11200	74,0
1093-140-00	320	320	640	258	40	280	320	11	22,5	22,5	320	180	147	72,5	117,5	0,20	17860	19600	142,0

Table 76

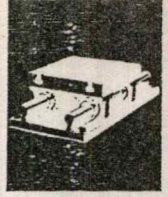
[1]) Load capacity when load acts evenly on all 4 linear bearings.

[2]) Load capacity reduced in short-stroke applications: refer to page 9, Fig. 14 for reduction factor f_w.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

New Design

Transfer Tables/X-Y Tables with and without drive unit



STAR Transfer Tables are of modular construction and are available in two basic versions, the single-axis version (Transfer Tables) and the double-axis version (X-Y Tables) for universal movement.

Thanks to the flexibility of the modular system, the range of applications is practically unlimited.

These assemblies are backed by a highly successful service record in jig and special tool making and in the precision mechanics industry. Their high load-carrying capacity and their zero-clearance linear bearing guideways make STAR Transfer and Y-Y Tables suitable for use in cutting machine applications, too.

To ensure the optimum solution to every application, we make STAR Transfer and X-Y Tables in three sizes (shaft dia. 16, 25, 40) and the following types.

For technical data and ordering – please send for separate brochure!

Transfer Tables and X-Y Tables without Drive Unit

These tables are provided for users who need a special drive unit for a specific application.

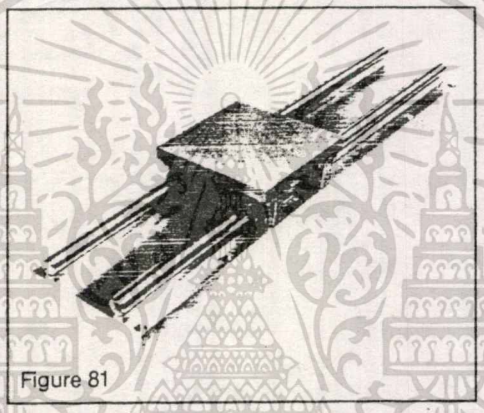


Figure 81

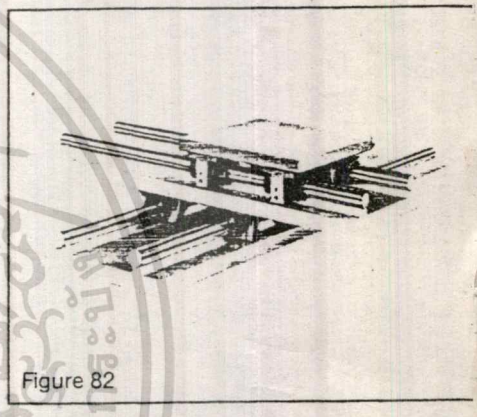


Figure 82

Transfer Tables and X-Y Tables with Ball Screw Drive

The ball screw drive assembly ensures high positioning accuracy.

The guideways are protected by a folding bellows.

We can supply, on request, stepping motors or continuous-motion d.c. motors with a control unit tailored to any application.

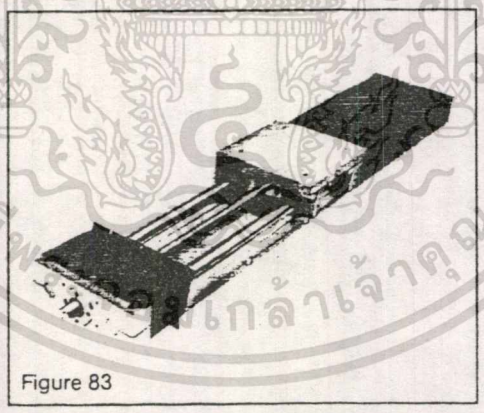


Figure 83

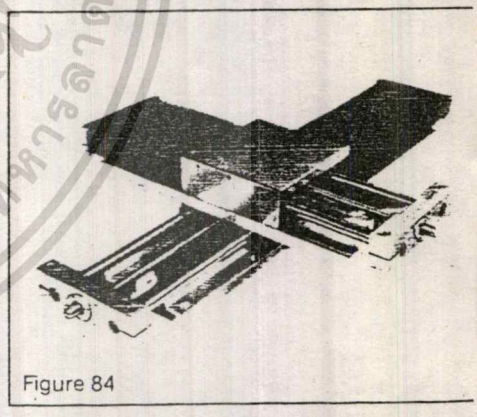


Figure 84

Transfer Tables and X-Y Tables with Pneumatic Cylinder

This type affords a low-cost solution. The pneumatic cylinder permits positioning of the table plate within the force range of the pneumatic cylinder.

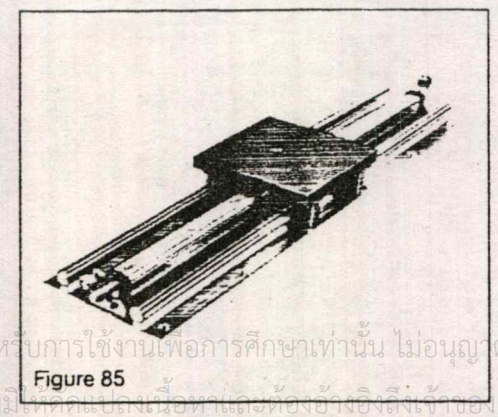


Figure 85

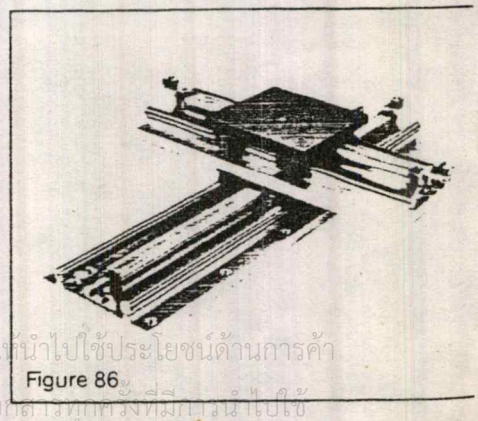
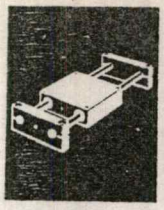


Figure 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Linear-Motion Slides

Closed Type



Structural Design

The assembly consists of:

- a housing (aluminium alloy)
- four STAR Super Linear Bearings
- four wiper seals
- two end blocks (aluminium alloy)
- two steel shafts (quality to h6, length to customer's specifications)

STAR Precision Steel Shafts can be machined to customer's specifications and are delivered in any desired length (see page 56).

STAR Linear Motion Slides are also available complete with drive unit (e.g. STAR Ball Screw Assembly, see page 51), protective cover and control unit.

The slide units are delivered disassembled.

Before machining the housings in any way, protect the linear bearings to prevent entry of cutting debris.

End Block Type A

For applications with end blocks bolted in place and sliding housing.

End Block Type B

For applications with housing bolted in place and sliding shaft assembly.

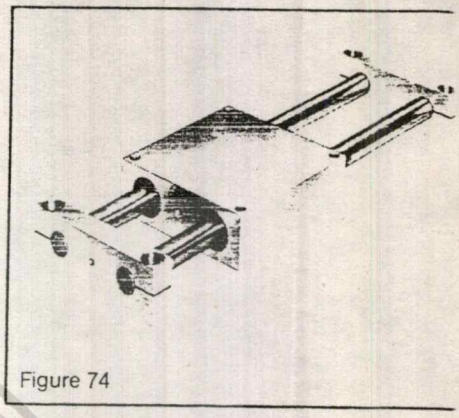
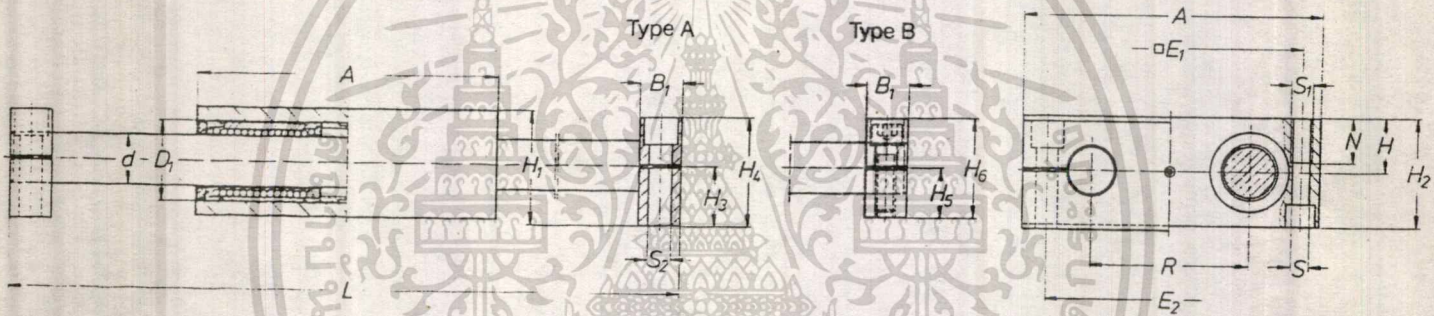


Figure 74



Size Code −d	A	H +0,013 −0,021	H1	H2	L	D1	R	E1	S2)	S1	N	B1	E2	S2 3)	H3	H4	H5 4)	H6	Max. Radial Clearance (µm)	Load Cap. (N)5) dyn. C6)	stat. Co	Weight (kg)7)
8	65	11,5	24	23	State shaft length when ordering	16	32	55	4,3	M5	11	12	52	5,5	12,5±0,01	23	11±0,01	22	17	580	1200	L·0,0008+0,3
12	85	16	34	32		22	42	73	5,3	M6	13	14	70	6,6	18±0,015	32	14±0,015	28	34	2120	2080	L·0,0018+0,8
16	100	18	38	36		26	54	88	5,3	M6	13	18	82	9	20±0,015	36	16±0,015	32	34	2600	2520	L·0,003+1,25
20	130	23	48	46		32	72	115	6,4	M8	18	20	108	11	25±0,015	46	21±0,015	42	38	4880	5000	L·0,005+2,5
25	160	28	58	56		40	88	140	8,4	M10	22	25	132	13,5	30±0,015	56	26±0,015	52	38	8120	8800	L·0,008+4,65
30	180	32	67	64		47	96	158	10,5	M12	26	25	150	13,5	35±0,015	64	29±0,015	58	38	10400	11200	L·0,011+6,3
40	230	40	84	80		62	122	202	13	M16	34	30	190	17,5	44±0,015	80	36±0,015	72	43	17860	19600	L·0,02+12,2
50	280	48	100	96		75	152	250	13	M16	34	30	240	17,5	52±0,015	96	44±0,015	88	43	27940	28400	L·0,03+21

Table 69

Type	Reference Number
STAR Linear-Motion Slide with end blocks type A and shafts	1040-7..-00[8]) / 1040-8..-00[8])
STAR Linear-Motion Slide with end blocks type B and shafts	Size Code (see Table)

Table 70

Example of ordering text

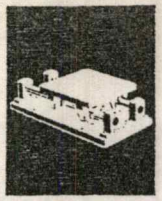
for STAR Linear-Motion Slide, shaft diamete 20 mm, end blocks type A. shaft length 400 mm

Ref. 1040-720-00, shaft length 400 mm.

2) Counterbore K3f to DIN 74.
3) Counterbore for screws to DIN 912 (except for sizes 16, 20, 4 which have screws to DIN 6912, max. screw tightenin torques as for screw quality 8.8).
4) Tolerance of H5 guaranteed only between shafts (dimer sion R).
5) Load capacity when load divided evenly over all 4 linea bearings.
6) Load capacity reduced in short-stroke applications: refer t Figure 14, Page 9 for reduction factor f_s.
7) L = length in mm
8) State shaft length in mm when ordering, see Example o ordering text.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารต้นฉบับทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Transfer Tables Type B



Structural Design

The assembly consists of:

- the Table Plate (steel)
- the Base Plate (steel)
- STAR Linear Sets with STAR Super Linear Bearings
- STAR Precision Steel Shafts
- STAR Shaft Support Blocks

For applications with stringent operating precision and rigidity requirements, we recommend STAR Transfer Tables 1090-...-00.

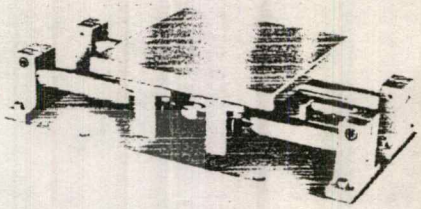
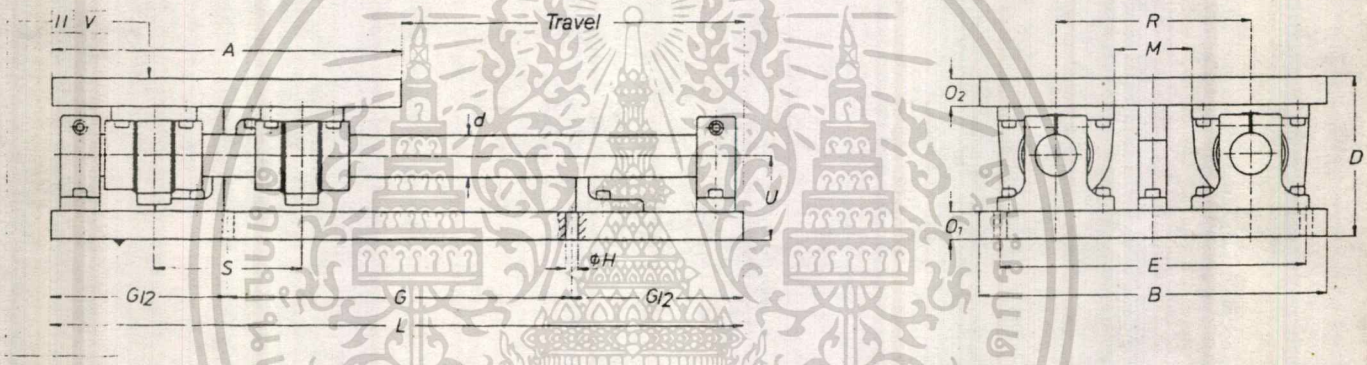


Figure 79



Reference Number	Dimensions (mm) A	B	L	D-1,2	d	E	G	H	O_1	O_2	Travel	R	M_{min}	S	U	V	Load Cap. (N)[1] dyn. C^2)	stat. C_o	Weight (kg)
1092-112-00	100	100	200	55	12	85	100	5,5	8	9	100	54	10	38	28	0,06	2120	2080	3,2
1092-116-00	125	125	250	65	16	110	125	6,6	8	10	125	68	16	49	33	0,06	2600	2520	5,5
1092-120-00	160	160	320	85	20	140	160	6,6	15	15	160	85	23	63	45	0,08	4880	5000	13,0
1092-125-00	200	200	400	95	25	180	200	9	15	15	200	105	29	72	50	0,08	8120	8800	22,0
1092-130-00	250	250	500	115	30	220	250	9	20	20	250	140	54	107	60	0,09	10400	11200	41,0
1092-140-00	320	320	640	140	40	280	320	11	22,5	22,5	320	180	70	147	72,5	0,10	17860	19600	79,0

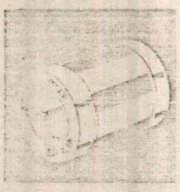
Table 75

[illegible] with two shafts exert on all 4 linear bearings [illegible] for short-stroke applications refer to [illegible] factor f_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

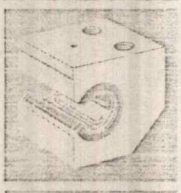
Contents

ห้างหุ้นส่วนจำกัด บี แทค ออโตเมชั่น
2036/42 ซอยสุขุมวิท 60/2 บางจาก พระโขนง
3319062, 3319063, 3319064 กรุงเทพฯ

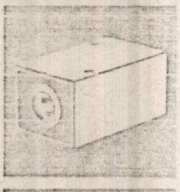


STAR Super Ball Bushings®		**3 – 14**
STAR Super Ball Bushings with Self-Alignment Feature	0670-, 0671-	6
STAR Super Ball Bushings Type B, without Self-Alignment Feature	0672-, 0673-	7
STAR Super Ball Bushings with all-round seals	0671-, 0673-	8
Separate Seals	1331-, 0901-	9

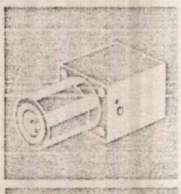
STAR Linear Sets®	1035-, 1036- 1037-, 1038-	**15 – 19**



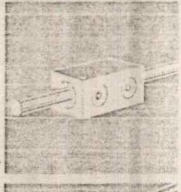
STAR Linear Sets with Side Opening	1071-, 1072-	**21 – 25**



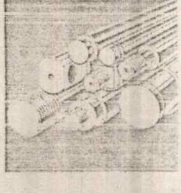
STAR Tandem Linear Sets	1032-, 1034- 1085-, 1087-	**27 – 31**



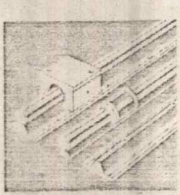
STAR Tandem Flange Sets	1083-	**33 – 34**



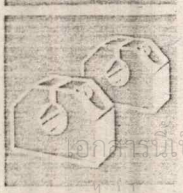
STAR Linear Sets® with Torque-Resistant Ball Bushings	0696- 1098-, 1099-	**35 – 39**



STAR Precision Steel Shafts		**41 – 48**
Types/materials		42
Shaft diameters, mill-cut lengths, tolerance zones		43
Shaft hardness		44
Special machining		45 – 47
Shaft deflection		48



STAR Shaft Support Rails	1050-, 1014-, 1016- 1054-, 1015-	**49 – 53**



STAR Shaft Support Blocks	1057-	**54**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Super Ball Bushings®

STAR Super Ball Bushings® with ground ball track grooves automatically compensate for alignment errors. In combination with ideal track geometry in the ball return zone, these features ensure unbeaten smooth running. Even where shaft deflection would cause rough running and stutter and severely reduce the service life of conventional ball bushings.

STAR Super Ball Bushings® – patented experience in the construction of ball-bearing linear motion systems.

Self-alignment

STAR Super Ball Bushings automatically compensate for alignment errors of up to 30'. No reduction in load-carrying capacity due to pressure between bushing edge and shaft.

The outer surface of the steel bearing plates is designed with the central portion slightly thicker than its ends. The central portion serves as a rocking fulcrum which allows each individual bearing plate to compensate for minor errors in alignment between shaft and housing bore that might be caused by inaccurate machining[1], mounting errors or shaft deflection. This self-alignment feature assures smooth entry and exit of the balls into and out of the load-carrying area and uniform load distribution over the entire row of balls.

Result: much smoother running, much higher load capacity, and substantially longer travel life than conventional ball bushings subject to bushing edge pressure due to axially off-centre loading.

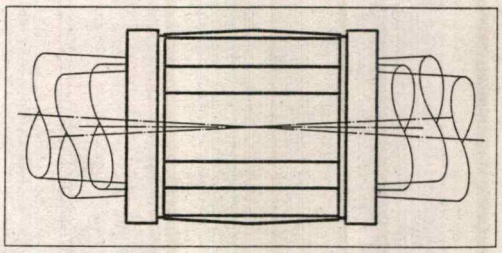


Figure 1

[1] The self-alignment feature is not able to compensate for poor parallelism between the two shafts of a table assembly.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ground Ball Tracks, High Load Capacities

Each bearing plate has a groove, the ball track, in which the balls roll. These ball grooves are ground for extra smoothness. The smooth, close-contact running between balls and ball track thus achieved yields, in combination with the long ball tracks, high load-carrying capacities.

Unbeaten Smooth Running

Self-alignment of the bearing plates and the ground-quality finish of the ball tracks result in extremely smooth operation. The running diagram below shows a comparison with a conventional ball bushing for a load of 800 N and an alignment error of about 8′ (due to shaft deflection).

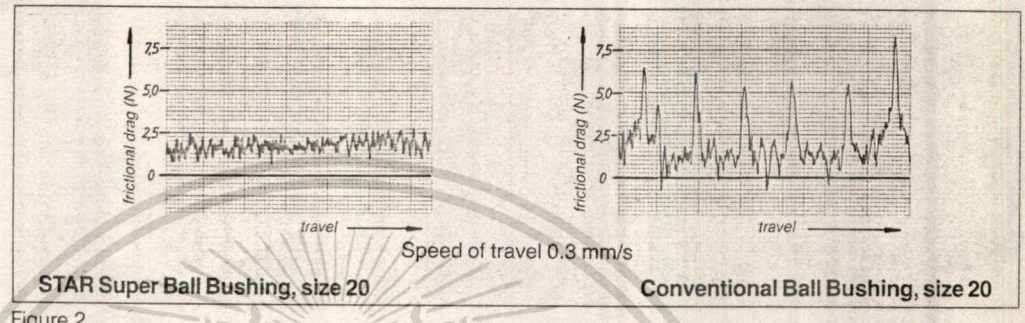


Figure 2

High Running Speed

Precision guidance of the balls in the ball grooves permits faster acceleration and higher running speeds.

Long Travel Life

The STAR Super Ball Bushing affords the designer a substantially longer travel life than other types of bearing with the same as-installed dimensions. Given a shaft diameter of 20 mm under the service conditions a = 150 mm, b = 200 mm, l = 500 mm, and F = 800 N, the shaft deflection would be about 8′ (see running diagram, Figure 2, and loading condition 1, page 48). Under these service conditions, the travel life of a conventional ball bushing would be lower by about 90% than that of a STAR Super Ball Bushing.

Cost-Effective Design

The high load capacity and its high utilization factor thanks to the self-alignment feature permit the use of smaller components (shaft, ball bushing, housing) and thus money-saving design of all elements.

Structural Design

The STAR Super Ball Bushing consists of:
- a ball retainer with outer sleeve (of polyamide 6.6)
- the hardened steel segmental bearing plates and
- high-carbon chrome alloy steel balls.

The steel bearing plates, which serve to take up the external load, have grooves along their sides which snap into the outer sleeve. This snap fit permits slight radial movement of the bearing plates, enough to allow them to make perfect contact with the contour of the housing bore for exact and easy adjustment of radial clearance.

Sealing

STAR Super Ball Bushings are available with integral or with separate wiper-type seals. Use of separate seals is advisable where there is a high risk of foreign-body soiling. The STAR Super Ball Bushing's versatility makes it suitable for use in a wide range of applications, some of which may make additional sealing (e.g. bellows-type dust boots or telescoping sleeves) necessary.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา

STAR Super Ball Bushings® with Self-Alignment Feature

Closed Type

When this type is used, the self-alignment feature requires two STAR Super Ball Bushings to be mounted on at least one of the shafts of the assembly.

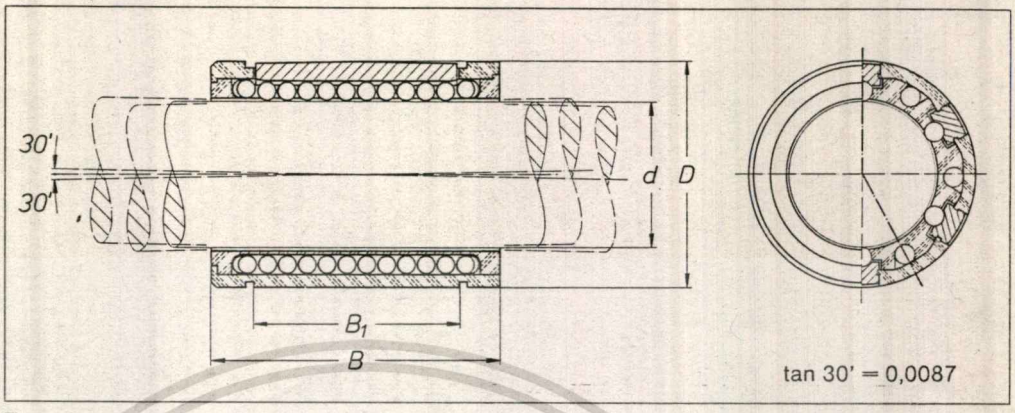


Figure 3

Reference Number without seal	Reference Number with one seal [3]	Reference Number with two seals [3]	Dimensions (mm) d	D	B ±0,2	B_1 +0,2	No. of ball circuits	Load Capacities (N) dyn. C [2]	stat. C_o	Radial Clearance (µm) (shaft/bore) h7/H7	h7/JS7	h6/JS6	h6/K6	Weight (kg)
0670-010-00	0670-110-40	0670-210-40	10	19	29	19	5	500	390	+39 +8	+29 −2	+20 −1	+15 −6	0,017
0670-012-00	0670-112-40	0670-212-40	12	22	32	20	5	650	520	+40 +8	+30 −2	+21 −1	+16 −6	0,023
0670-016-00	0670-116-40	0670-216-40	16	26	36	22	5	800	630	+40 +8	+30 −2	+21 −1	+16 −6	0,028
0670-020-00	0670-120-40	0670-220-40	20	32	45	28	6	1500	1250	+45 +8	+33 −4	+23 −3	+18 −8	0,061
0670-025-00	0670-125-40	0670-225-40	25	40	58	40	6	2500	2200	+45 +8	+33 −4	+23 −3	+18 −8	0,122
0670-030-00	0670-130-40	0670-230-40	30	47	68	48	6	3200	2800	+45 +8	+33 −4	+23 −3	+18 −8	0,185
0670-040-00	0670-140-40	0670-240-40	40	62	80	56	6	5500	4900	+50 +8	+35 −7	+25 −5	+19 −11	0,360
0670-050-00	0670-150-40	0670-250-40	50	75	100	72	6	8600	7100	+50 +8	+35 −7	+25 −5	+19 −11	0,580

Table 1

[2] In short-stroke applications, please observe reduction factor f_w from page 10, fig. 15. [3] For separate seals refer to page 9.

Open Type

STAR Shaft Support Rails are available for all shaft diameters (refer to pages 50, 51 and 52, tables 1, 2 and 3). The user may also use the mating dimensions given in the tables to design his own shaft supports. When this type is used, the self-alignment feature requires two STAR Super Ball Bushings to be mounted on at least one of the shafts of the assembly.

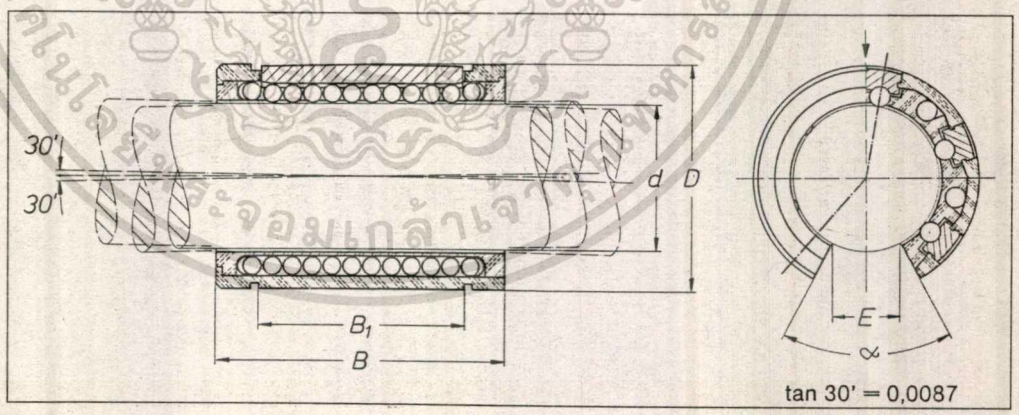


Figure 4

Reference Number without seal	Reference Number with one seal [3]	Reference Number with two seals [3]	Dimensions (mm) d	D	B ±0,2	B_1 +0,2	E^{4}	Angle ∝ (°)	No. of ball circuits	Load Cap. (N) [5] dyn. C [2]	stat. C_o	Radial Clearance (µm) (shaft/bore) h7/H7	h7/JS7	h6/JS6	h6/K6	Weight (kg)
0671-012-00	0671-112-40	0671-212-40	12	22	32	20	6,5	66	4	750	600	+40 +8	+30 −2	+21 −1	+16 −6	0,018
0671-016-00	0671-116-40	0671-216-40	16	26	36	22	9	68	4	920	730	+40 +8	+30 −2	+21 −1	+16 −6	0,022
0671-020-00	0671-120-40	0671-220-40	20	32	45	28	9	55	5	1560	1300	+45 +8	+33 −4	+23 −3	+18 −8	0,051
0671-025-00	0671-125-40	0671-225-40	25	40	58	40	11,5	57	5	2600	2290	+45 +8	+33 −4	+23 −3	+18 −8	0,102
0671-030-00	0671-130-40	0671-230-40	30	47	68	48	14	57	5	3330	2910	+45 +8	+33 −4	+23 −3	+18 −8	0,155
0671-040-00	0671-140-40	0671-240-40	40	62	80	56	19,5	56	5	5720	5100	+50 +8	+35 −7	+25 −5	+19 −11	0,300
0671-050-00	0671-150-40	0671-250-40	50	75	100	72	22,5	54	5	8940	7380	+50 +8	+35 −7	+25 −5	+19 −11	0,480

Table 2

[2] In short-stroke applications, please observe reduction factor f_w from page 10, fig. 15. [4] Lower limit relative to shaft diameter 'd'.
[3] For separate seals refer to page 9. [5] See page 10, figures 13 and 14.

without Self-Alignment Feature / Type B

This type likewise affords 3 times the load-carrying capacity or 27 times the service life of STAR Standard Ball Bushings. Because the surfaces of the steel bearing plates are plane, however, the self-alignment feature does not apply.

The designer who has no need for this special feature can still use this type of STAR Super Ball Bushing to gain all the other advantages described on pages 4 and 5.

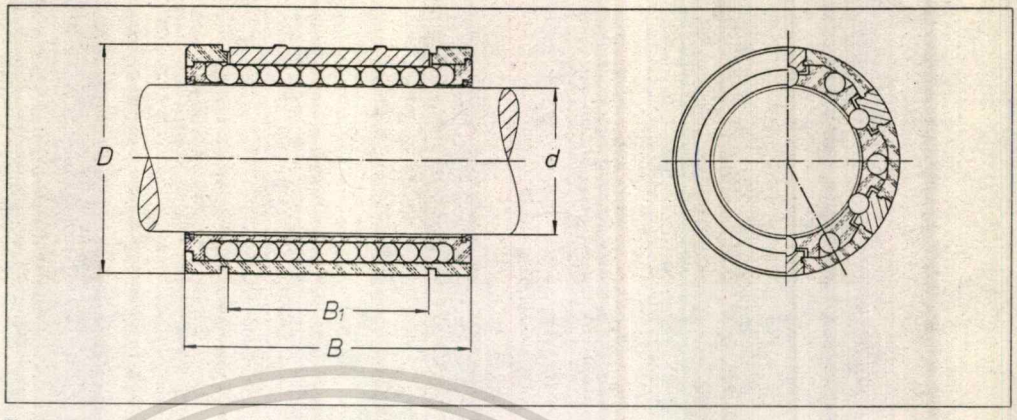


Figure 5

Type B, Closed

Reference Number without seal	Reference Number with integral seals [2]	d (mm)
0672-010-00	0672-.10-40	10
0672-012-00	0672-.12-40	12
0672-016-00	0672-.16-40	16
0672-020-00	0672-.20-40	20
0672-025-00	0672-.25-40	25
0672-030-00	0672-.30-40	30
0672-040-00	0672-.40-40	40
0672-050-00	0672-.50-40	50

Table 3

1 = with 1 seal
2 = with 2 seals

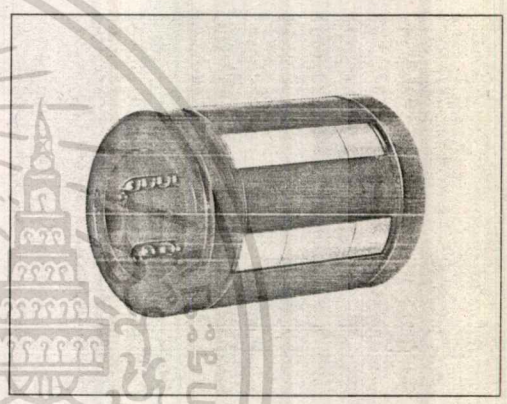


Figure 6

[2] For separate seals refer to page 9.

Type B, Open

For dimensions, load capacities and radial clearances, refer to Table 2 on page 6.

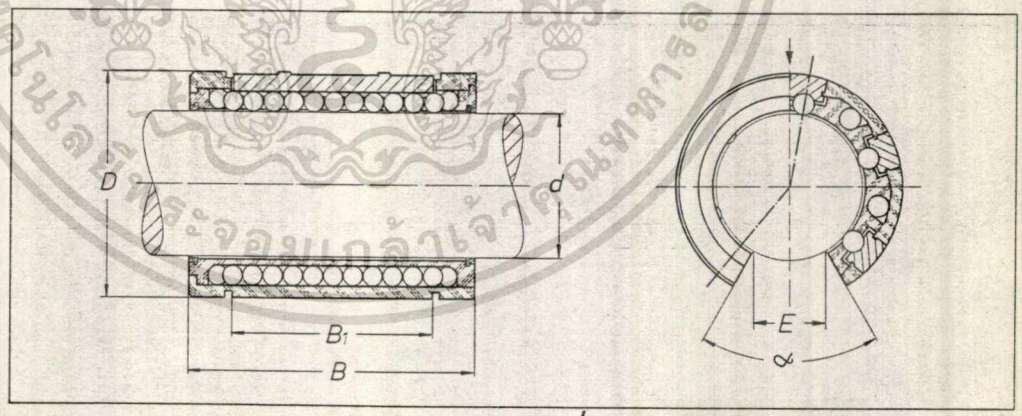


Figure 7

Reference Number without seal	Reference Number with integral seals [2]	d (mm)
0673-012-00	0673-.12-40	12
0673-016-00	0673-.16-40	16
0673-020-00	0673-.20-40	20
0673-025-00	0673-.25-40	25
0673-030-00	0673-.30-40	30
0673-040-00	0673-.40-40	40
0673-050-00	0673-.50-40	50

Table 4

1 = with 1 seal
2 = with 2 seals

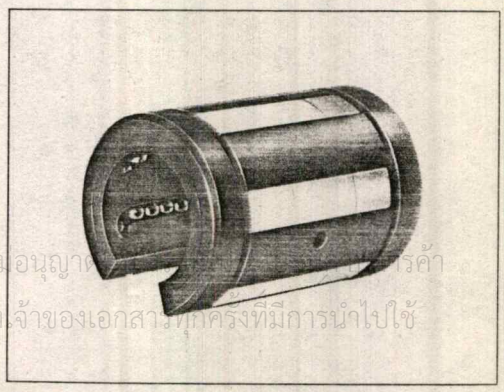


Figure 8

[2] For separate seals refer to page 9.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Open type with all-round seal

For dimensions, load capacities and radial clearances, refer to Table 2 on page 6.

Reference No. Open Type	Open Type B	d (mm)
0671-212-45	0673-212-45	12
0671-216-45	0673-216-45	16
0671-220-45	0673-220-45	20
0671-225-45	0673-225-45	25
0671-230-45	0673-230-45	30
0671-240-45	0673-240-45	40
0671-250-45	0673-250-45	50

Table 4a

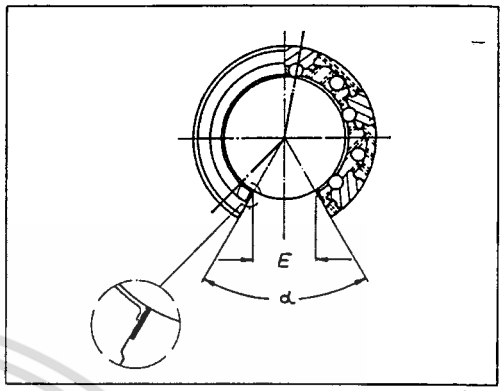


Figure 8a

Friction

The coefficient of friction μ of oil-lubricated STAR Super Ball Bushings without seals is 0.001 – 0.0025.

The coefficient of friction is at its lowest under heavy loads; conversely, under low-load conditions it may be somewhat higher than the range given above.

Table 5 gives the frictional resistance of STAR Super Ball Bushings with seals at both ends but without radial loading. The frictional resistance is a function of speed and lubrication.

Size code	Frictional Resistance Breakaway (N, approx.)	Rolling (N, approx.)
10	2,5	1,2
12	3	1,5
16	4,5	2
20	5	2,5
25	7	3
30	9	4
40	12	5
50	15	6

Table 5

Speed and Acceleration

(at approx. 20°C)

$v_{max} = 3\ m/s$

$a_{max} = 150\ m/s^2$

Please contact us for information on higher speed and acceleration levels.

Permissible Operating Temperatures

Ball bushings without seals: up to 100 °C.
Ball bushings with seals: up to 100 °C, with seals as shown in fig. 10 and 12: up to 80 °C (brief peaks up to 100 °C).

Load Capacity and Direction of Load

(closed type)

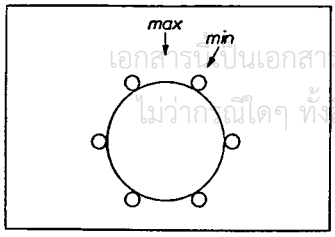


Figure 9

The load capacity ratings given in table 1 (page 6) refer to conditions when the ball bushing is in the "minimum" position relative to the direction of loading (Fig. 9) and should be used in all calculations.

In applications where the direction of load is exactly known and where the ball bushings can be mounted in the "maximum" position (Fig. 9), the load capacity rating may be multiplied by the factor $f_{max.}$ (dynamic load capacity C) or $f_{o\ max.}$ (static load capacity C_o) from Table 6.

Load capacity factors f_{max} and $f_{o\ max}$

Shaft diameter (mm)	$f_{max.}$	$f_{o\ max.}$
10, 12, 16, 20, 25, 30, 40	1,25	1,46
	1,09	1,28

Table 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมถึงการนำไปเผยแพร่ ทำซ้ำ ดัดแปลง ก่อนได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Separate Seals

The seal and holding rings can be used to give STAR Super Ball Bushings additional axial retention.
The choice of seal depends on the length of the housing bore. The following are examples of sealing arrangements for various bore lengths.

Material:

Wiper-type seal ring made of polyurethane elastomer, metal case made of steel, holding ring made of polyamide 6.

Important to mounting:

To prevent damage to the holding rings, these must not be allowed to tilt during mounting.

Bore length > B

Seal with Metal Case (closed type)

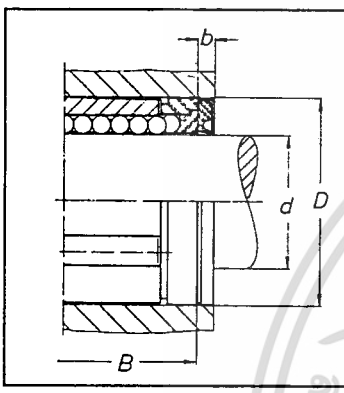


Figure 10

Reference No. Super Ball Bushing with 1 seal	with 2 seals	Spares: Seal with metal case	Metal case [1]	Dimensions (mm) d	D [2]	B	b +0,3
067.-110-00	067.-210-00	1331-610-00	0901-184-00	10	19	29	3
067.-112-00	067.-212-00	1331-612-00	0901-074-00	12	22	32	3
067.-116-00	067.-216-00	1331-616-00	0901-075-00	16	26	36	3
067.-120-00	067.-220-00	1331-620-00	0901-076-00	20	32	45	4
067.-125-00	067.-225-00	1331-625-00	0901-077-00	25	40	58	4
067.-130-00	067.-230-00	1331-630-00	0901-078-00	30	47	68	5
067.-140-00	067.-240-00	1331-640-00	0901-079-00	40	62	80	5
067.-150-00	067.-250-00	1331-650-00	0901-115-00	50	75	100	6

0 = Super Ball Bushing
2 = Super Ball Bushing, Type B

Table 7

Seal with Metal Case (open type)

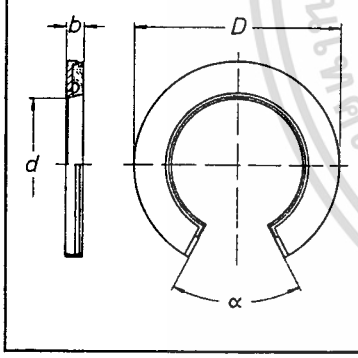


Figure 11

Reference No. Super Ball Bushing with 1 seal	with 2 seals	Spares: Seal with metal case	Dimensions (mm) d	D [2]	b +0,1 −0,2	Angle (°) α [3]
067.-112-00	067.-212-00	1331-712-50	12	22	3	66
067.-116-00	067.-216-00	1331-716-50	16	26	3	68
067.-120-00	067.-220-00	1331-720-50	20	32	4	55
067.-125-00	067.-225-00	1331-725-50	25	40	4	57
067.-130-00	067.-230-00	1331-730-50	30	47	5	57
067.-140-00	067.-240-00	1331-740-50	40	62	5	56
067.-150-00	067.-250-00	1331-750-50	50	75	6	54

1 = Super Ball Bushing, open
3 = Super Ball Bushing, Type B, open

Table 8

Bore length = B_1

Seal with Holding Ring (closed type)

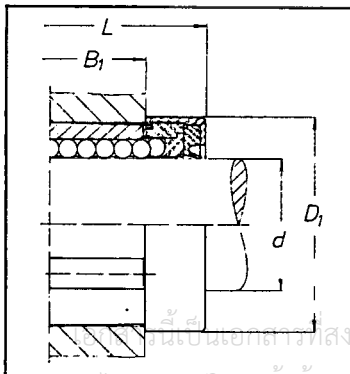


Figure 12

Reference No. Super Ball Bushing with 1 seal	with 2 seals	Spares: Seal with holding ring	Dimensions (mm) d	D_1	L	B_1
067.-112-10	067.-212-10	1331-612-10	12	23,5	39	20
067.-116-10	067.-216-10	1331-616-10	16	27,5	43	22
067.-120-10	067.-220-10	1331-620-10	20	33,5	54	28
067.-125-10	067.-225-10	1331-625-10	25	42	67	40
067.-130-10	067.-230-10	1331-630-10	30	49,5	80	48
067.-140-10	067.-240-10	1331-640-10	40	65	92	56
067.-150-10	067.-250-10	1331-650-10	50	79	115	72

0 = Super Ball Bushing
2 = Super Ball Bushing, Type B

Table 9

[1] For axial retention.
[2] Outside diameter D is about 0.1 mm oversize. No retaining elements required. Additional means of retention recommended for ball bushings with open seal in applications subject to vibration or high acceleration.
[3] Minimum when mounted in a bore of nominal diameter 'D'.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Direction of load and its influence on the load capacity of open STAR Super Ball Bushings®

Load capacity factors f_ϱ and f_{ϱ_o}

The stated load capacities C and C_o apply when the load is acting along the line $\varrho = 0°$ as shown in Figures 13 and 14. If the load is acting in any other direction, these load capacities must be multiplied by the factor f_ϱ (for dynamic load capacity C) or f_{ϱ_o} (for static load capacity C_o).

The reduction in load capacity can be minimized by selective circumferential positioning of the STAR Super Ball Bushings (see STAR Linear Set with Side Opening, pages 23 to 25).

Sizes 12 and 16

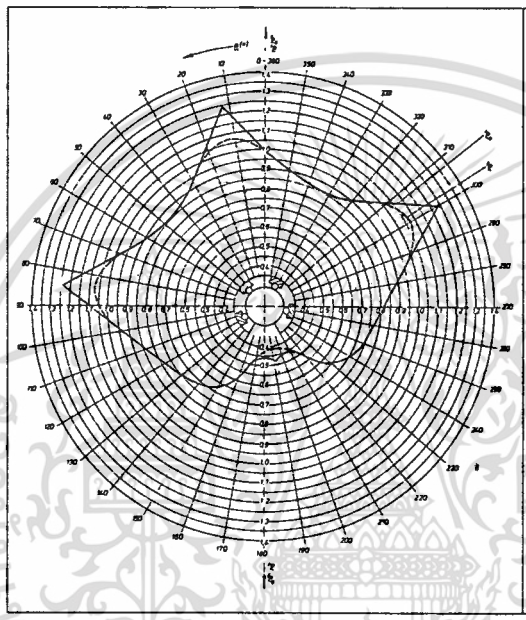


Figure 13

Sizes 20 to 50

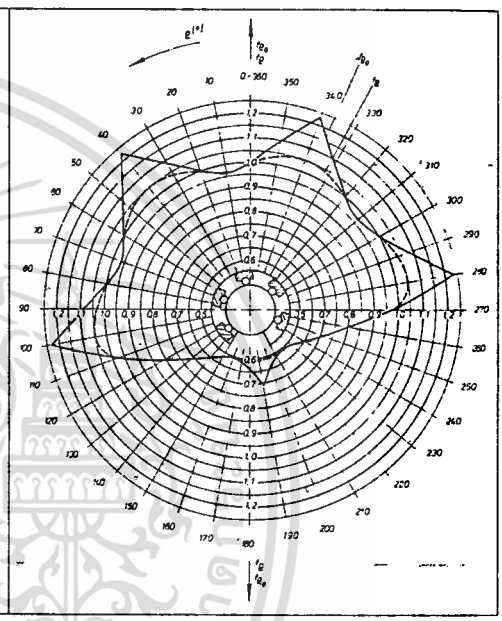


Figure 14

Reduced Load Capacity in Short-Stroke Applications

In short-stroke applications, the service life of the shafts is shorter than that of the STAR Super Ball Bushings.

For this reason, the load capacities C given in Tables 1 and 2 must be multiplied by the factor f_w (see Figure 15).

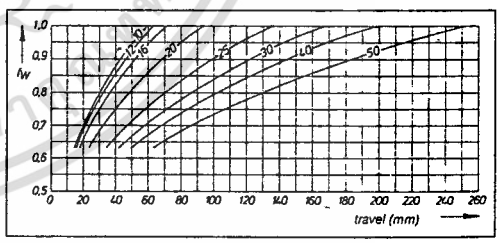


Figure 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Calculations

Nominal Travel Life

The travel life expectancy of a linear motion assembly is determined largely by the quality of the shaft used. The high degree of manufacturing accuracy that goes into induction-hardened and ground STAR Precision Steel Shafts ensures that your STAR linear motion assembly will give a long travel life with maximum efficiency.

The basis used in the calculation of nominal travel life is 10^5 meters.
The following formula can be used to calculate the nominal travel life of a linear motion assembly for a given shaft hardness and service temperatures up to 100 °C:

$$L = \left(\frac{C}{F} \cdot f_H\right)^3 \cdot 10^5 \quad ❶$$

$$L_h = \frac{L}{2 \cdot s \cdot n \cdot 60} \quad ❷$$

L	= nominal travel life	(m)
L_h	= nominal service life	(h)
C	= dynamic load capacity[1)]	(N)
F	= dynamic load	(N)
f_H	= factor for shaft hardness, Rockwell C, from fig. 16)	
f_L	= factor for travel life, from fig. 17	
s	= length of stroke	(m)
n	= stroke repetition rate (full cycles)	(min^{-1})

[1)] Include allowance for factors f_Q and f_w to Figs. 13 – 15 as necessary

The following formula can be used in design calculations:

$$C = \frac{F}{f_H \cdot f_L} \quad ❸$$

Major preloads also tend to shorten the travel life, and allowance should be made accordingly.

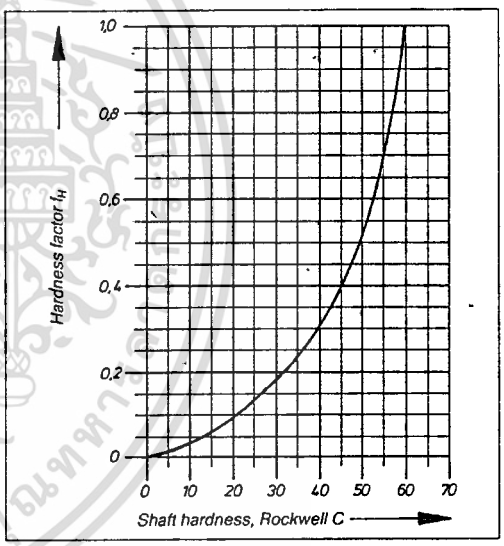


Figure 16: Chart for determination of hardness factor f_H

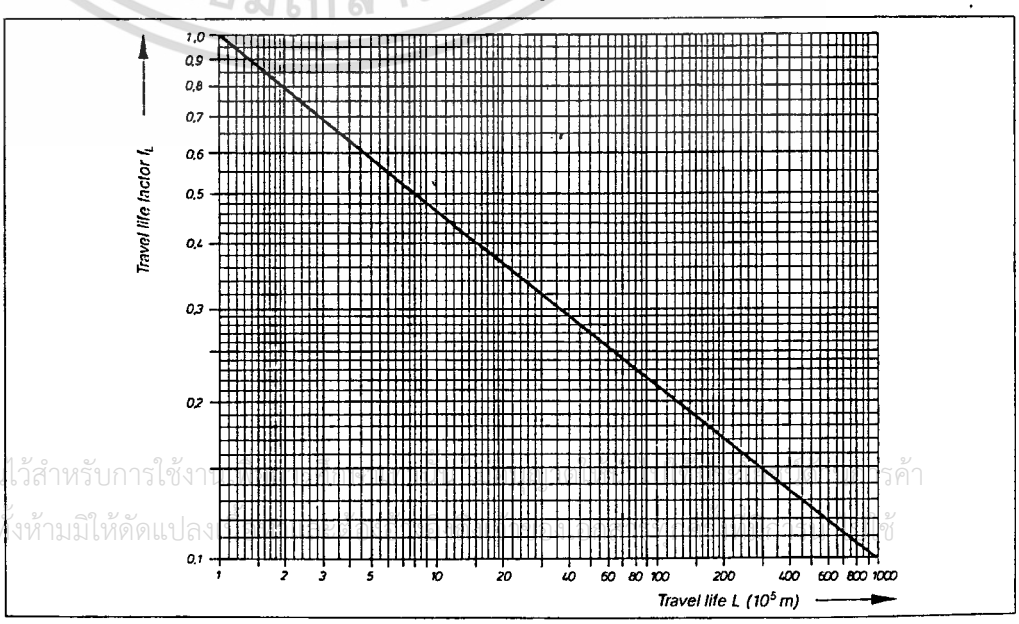


Figure 17: Travel life in meters versus travel life factor f_L

Figure 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง

Equivalent Load on Bearing

The dynamic equivalent load F under variable loading conditions but constant load direction is calculated as follows:

$$F = \sqrt[3]{F_1^3 \cdot \frac{q_1}{100} + F_2^3 \cdot \frac{q_2}{100} + \ldots\ldots + F_n^3 \cdot \frac{q_n}{100}} \quad ❹$$

$F \triangleq$ dynamic load (N)

$F_1, F_2 \ldots F_n$ = discrete dynamic load steps (N)

$q_1, q_2 \ldots q_n$ = time fraction accounted for by $F_1, F_2 \ldots F_n$ (%)

If the load acts from several directions, the overall load resultant must be calculated.

Instructions for Mounting and Installation

Two ball bushings are required for linear motion assemblies using one shaft only. Assemblies with two shafts should have at least one of the shafts mounted on two ball bushings.
To prevent distortion, which would increase zero-load friction and shorten the service life of the assembly, special care must be taken to ensure precise spacing and parallelism between the two shafts with their associated ball bushings. Recommended values for maximum spacing inaccuracy P, including deviation from parallelism:

d (mm)	P (μm) Zero clearance	P (μm) h7/H7	d (mm)	P (μm) Zero clearance	P (μm) h7/H7
10	4	12	25	9	17
12	5	13	30	9	17
16	5	13	40	11	19
20	7	15	50	13	21

Table 10

Points to Note when Mounting

The edge of the housing bore must be chamfered. The smaller sizes of ball bushing can be mounted by hand. Use of an arbor (see illustration) is recommended for installation of larger-size ball bushings.
With a view to preventing damage to the ball retainers and seals, care must be taken to ensure that the ends of the shaft are chamfered and that the STAR Super Ball Bushings are not tilted when they are being pushed onto the shaft (see also page 45, figure 6).
Hammers should never be used on the sleeve, holding rings or ball retainers of ball bushings, as this will invariably cause damage. Ball bushings with seals must never be pushed onto the shaft over sharp edges, as the lips of the seals are extremely sensitive to damage.

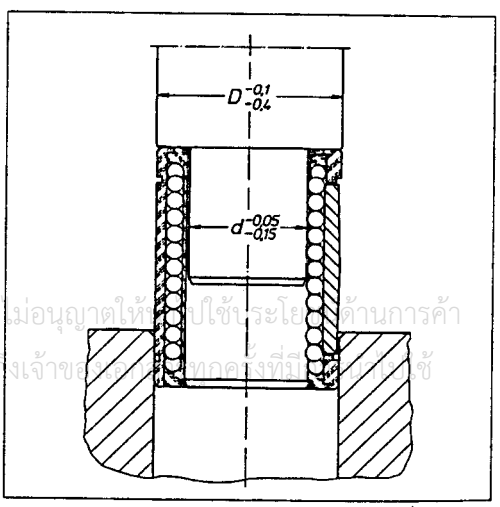


Figure 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ [illegible] ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น [illegible]

Retention

We recommend the following methods for retaining STAR Super Ball Bushings:

Closed Type

- retaining rings (Figures 19 and 20)
- holding rings (Figures 21 and 22)
- wiper seal with metal spacer, or metal spacer only (Figure 23)
- special arrangement (Figure 24)

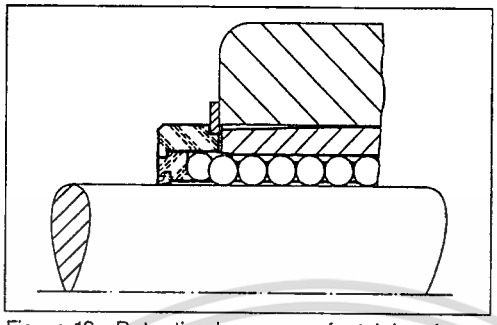


Figure 19: Retention by means of retaining rings to DIN 471.

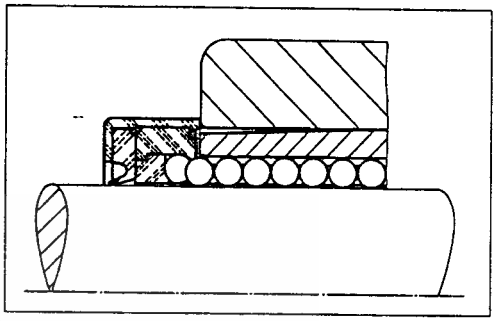


Figure 22: Retention by means of holding ring for applications with length of bore = B_1 (see Table 9 on page 9).

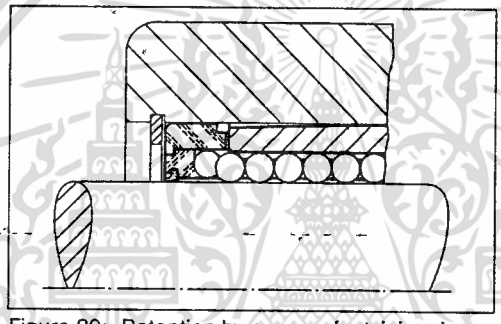


Figure 20: Retention by means of retaining rings to DIN 472.

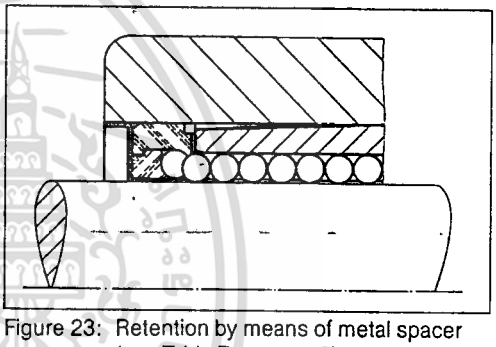


Figure 23: Retention by means of metal spacer (see Table 7 on page 9).

The ready-to-use option: no retaining elements required when you use STAR Linear Sets.

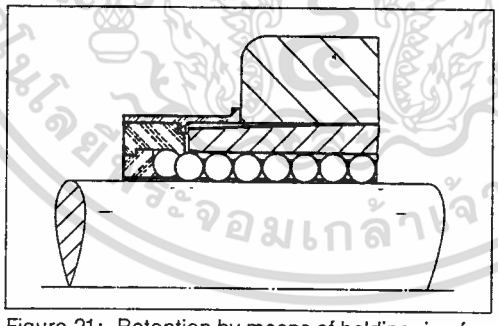


Figure 21: Retention by means of holding ring for applications with length of bore < B_1. Please send for Table 1330/1.

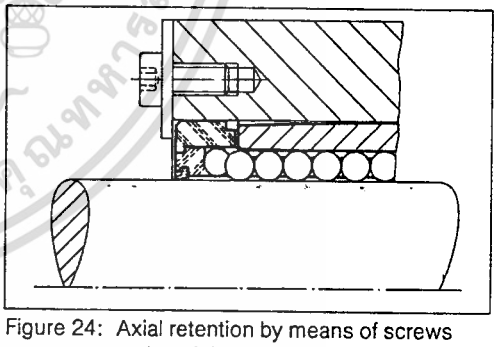


Figure 24: Axial retention by means of screws and retaining plate.

Open Type

- grooved taper pin (see page 14, Figures 26 to 32)

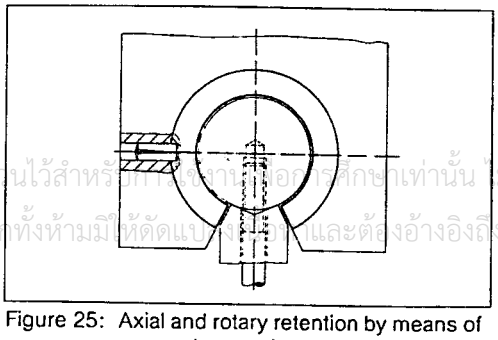


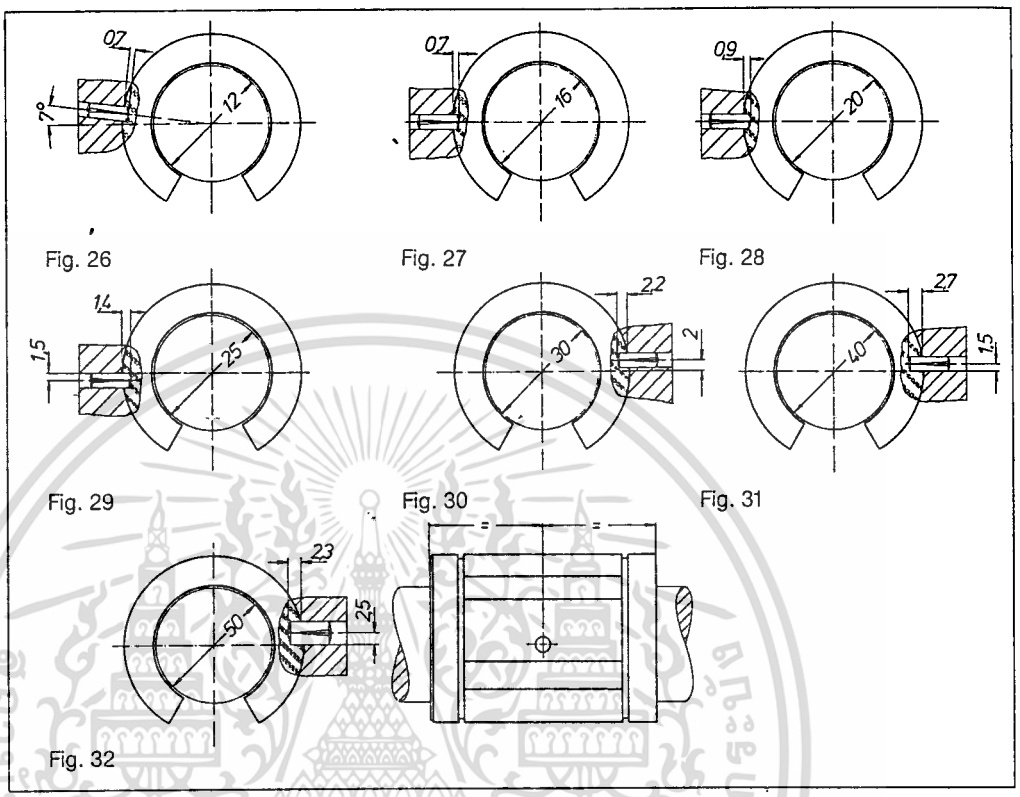
Figure 25: Axial and rotary retention by means of grooved taper pin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rentention of open STAR Super Ball Bushings by means of grooved taper pins

This ball bushing is delivered with a ready-made locating pin hole. The grooved locating pin must be driven in to the depth shown in Figures 26 to 32, as applicable, at the time of mounting. The outer diameter of the Super Ball Bushing must then be reduced until the bushing can be slipped past the pin. When the ball bushing is aligned in the housing bore, the taper pin will engage in the retaining hole.

Size of hole through housing for grooved locating pin:
for ball bushing sizes 12 to 40: (3x...DIN 1471) $3{,}0^{H11}$ mm dia.;
for ball bushing size 50: (5x...DIN 1471) $5{,}0^{H11}$ mm dia.



Radial Clearance

The radial clearance values given in the tables have been obtained by statistical methods and are representative of the clearances to be expected in actual practice.

Adjusting the Radial Clearance

The radial clearance is adjustable in all types of STAR Super Ball Bushing. If an application calls for zero clearance, the radial clearance can be reduced by means of an adjusting screw provided in the bushing housing (see also STAR Linear Sets) until a slight resistance is felt when the shaft is turned.

In applications subject to vibration, the adjusting screw should be suitably secured against working loose once the desired clearance has been established.

Preload

If negative clearance (preload) is required, we recommend that zero clearance should be established as described above on a dummy shaft of diameter smaller by the amount of the desired preload than the actual shaft on which the ball bushing is to run.

Lubrication and Care

Standard lubrication practices as applied for anti-friction bearings may be used for STAR Super Ball Bushings, too. Either oil or grease may be used as lubricant.

STAR Super Ball Bushings are delivered already filled with a lubricant that also acts as an anti-corrosion agent and is compatible with all other petroleum-base lubricants.

In most cases the use of grease as lubricant is preferable. The avantage of using grease rather than oil is that, being more viscous, grease helps to seal off the ball bushing and adheres better to the surfaces inside the bushing. In many cases, an initial supply of grease applied to the ball circuits before installation will give lasting protection.

All commercially available anti-friction bearing greases may be used but should not be mixed. Ball bushing assemblies subject to normal loads may be lubricated with a lithium-base grease of consistency class NLGI3 to DIN 51818.

The grease supply should be enough to allow the balls to recirculate smoothly but without undue viscous resistance.

Further information on lubricants and in-service lubrication is available on request (please ask for Table 06/005-00).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Linear Sets®

STAR Lightweight Series Linear Sets are optimally shaped for high rigidity. Use of integral STAR Super Ball Bushings® guarantees high load-carrying capacities and unbeaten smooth running.

The comparatively low weight of the aluminium-alloy housing is of great advantage wherever applications call for higher acceleration and faster positioning speeds.

The lightweight modular system for high-precision linear motion.

High Load Capacity and Rigidity

These Linear Sets afford high rigidity irrespective of the direction of load action and even when their high load-carrying capacities are utilized to the full.

Compact Block Design

The STAR Super Ball Bushing® is completely enclosed in the compact aluminium-alloy housing to protect it against all external impacts.

Easy to Mount

Only two screws to insert. Threaded through-holes even make it possible to insert the screws from below. A fitting edge along the block facilitates lining up during installation and prevents misalignment of the assembly. Centre-bores are provided for the user to drill locating pin holes for extra stability.

High Precision

and trouble-free running thanks to the high-strength aluminium-alloy housing design and integral STAR Super Ball Bushing®.

Significant Savings

over users' own designs, thanks to economical large-batch production of our housings.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The right bearing unit for every application:

Closed type

For applications with fixed working bore. High-precision guidance with extreme ease of mounting.

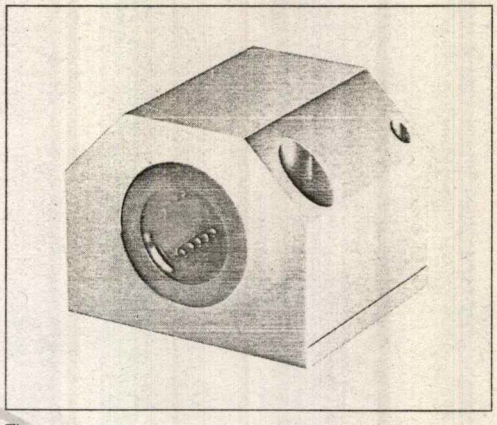


Figure 1

Adjustable type (slotted)

For use when zero clearance or preload is required. The desired clearance is established by means of an adjusting screw. These Linear Sets are adjusted to zero clearance before delivery.

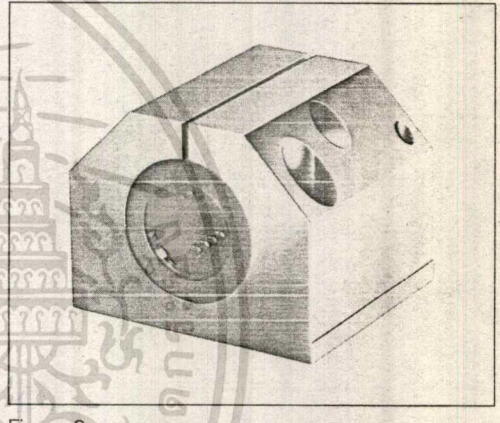


Figure 2

Open type

For long guideways when the shaft must be supported and high rigidity is required.

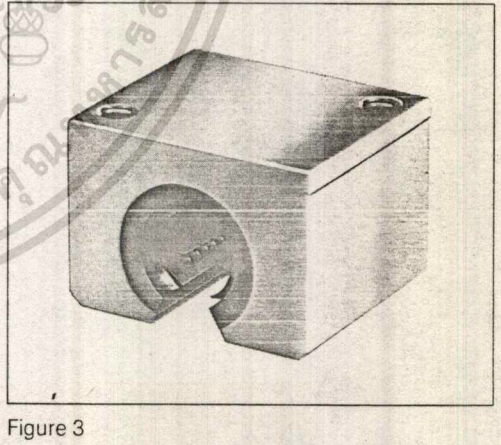


Figure 3

Open type (adjustable)

This Linear Set also permits adjustment to any desired preload or zero clearance by means of an adjusting screw. The unit is set to zero clearance before delivery.

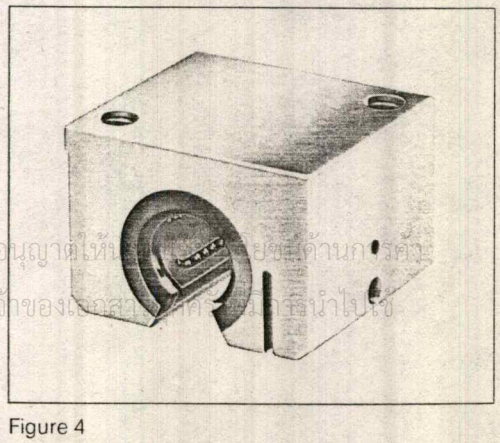


Figure 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า

STAR Linear Sets®
Lightweight Series incorporating Super Ball Bushing®

Structural Design

The Linear Set consists of

- a STAR Precision Housing (aluminium alloy)
- a STAR Super Ball Bushing
- outside seals optional

Type 1036-... Linear Sets are adjusted to zero clearance on a shaft of diameter accurate to a tolerance of h5 (lower limit) before leaving the factory (screwed to base mounting surface).

Permissible Operating Temperatures

without seals: 100 °C
with seals: 80 °C; brief peaks 100 °C.

For higher-temperature applications, these Linear Sets can be supplied with STAR Standard Ball Bushings (without seals).

Reference number for STAR Linear Sets incorporating STAR Super Ball Bushing, Type B

Closed type:

without seals | with 2 seals
1035-7 ..-00 | 1035-8 ..-00

Insert size code from Table 1.

Adjustable type (slotted):

without seals | with 2 seals
1036-7 ..-00 | 1036-8 ..-00

Insert size code from Table 2.

[1] Relative to shaft nominal diameter 'd' measured when screwed to base mounting surface.
[2] Hex. socket head cap screws to DIN 912-8.8, spring lock washers to DIN 7980.
[3] Centre-bores for locating pin holes.
[4] In short-stroke applications, please observe reduction factor f_w from page 10.
[6] Measured when screwed to base mounting surface.
[7] For lubricatable version.

Closed type 1035-...

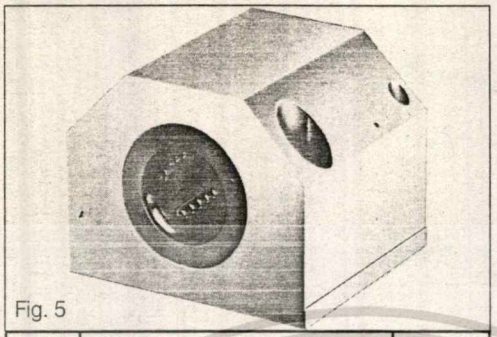


Fig. 5

Size Code = d	Reference Number without seals	Reference Number with 2 seals	Weight (kg)
10	1035-510-00	1035-610-00	0,10
12	1035-512-00	1035-612-00	0,13
16	1035-516-00	1035-616-00	0,20
20	1035-520-00	1035-620-00	0,34
25	1035-525-00	1035-625-00	0,65
30	1035-530-00	1035-630-00	0,97
40	1035-540-00	1035-640-00	1,80
50	1035-550-00	1035-650-00	3,00

Table 1

Adjustable type (slotted) 1036-...

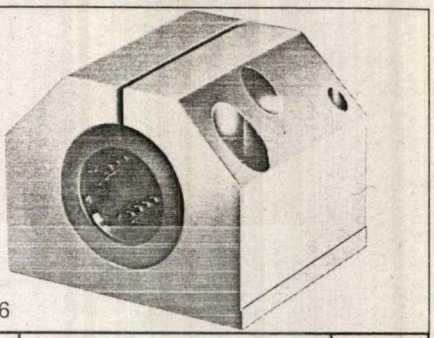
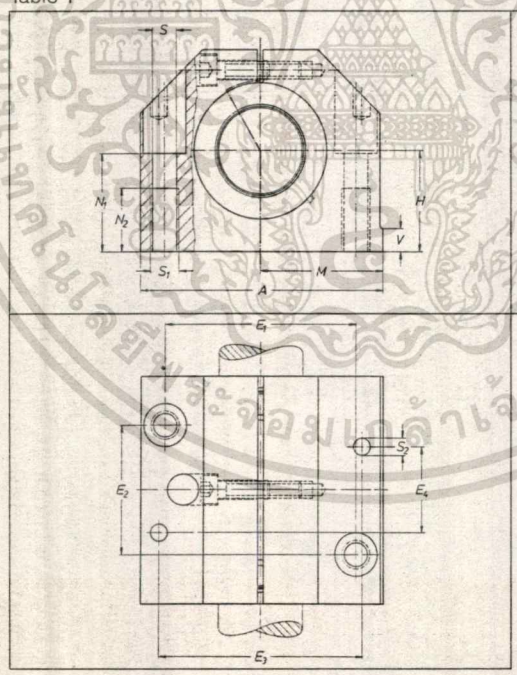


Fig. 6

Size Code = d	Reference Number (adjustable) without seals	Reference Number (adjustable) with 2 seals	Weight (kg)
10	1036-510-00	1036-610-00	0,10
12	1036-512-00	1036-612-00	0,13
16	1036-516-00	1036-616-00	0,20
20	1036-520-00	1036-620-00	0,34
25	1036-525-00	1036-625-00	0,65
30	1036-530-00	1036-630-00	0,97
40	1036-540-00	1036-640-00	1,80
50	1036-550-00	1036-650-00	3,00

Table 2



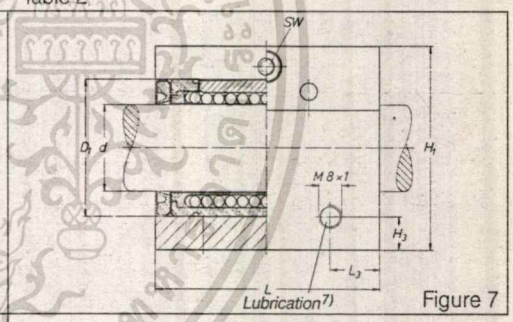


Figure 7

Lubricatable version

These types are also available on request with a lubricating hole and 2 seals. Reference number end digits: ...-20 instead of ...-00

Lubricate only with shaft inserted; add lubricant until excess emerges.

Please send for our catalogue "The complete Linear Motion Programme from a Single Source".

Size Code = d	Dimensions (mm) D1	H[1] +0,008 −0,016	H1	M[1] ±0,01	A	L	E1	E2	E3	E4	S[2]	S1	S2[3]	N1	N2	H3	L3	V	SW	Radial Clear. (µm) 1035- Shaft h6	1036- h7	Load Capacity (N) dyn. C[4]	stat. C_o
10	19	16	31,5	20	40	36	29±0,15	20±0,15	31	29	4,3	M5	4	15	11	10	10,5	5	2,5	+34 + 6	+40 + 8	500	390
12	22	18	35	21,5	43	39	32±0,15	23±0,15	34	32	4,3	M5	4	16,5	11	10	10,5	5	2,5	+34 + 6	+40 + 8	650	520
16	26	22	42	26,5	53	43	40±0,15	26±0,15	42	35	5,3	M6	4	21	13	10	11,5	5	3	+34 + 6	+40 + 8	800	630
20	32	25	50	30	60	54	45±0,15	32±0,15	50	45	6,6	M8	5	24	18	10	13,5	5	4	+38 + 6	+45 + 8	1500	1250
25	40	30	60	39	78	67	60±0,15	40±0,15	64	20	8,4	M10	6	29	22	10	15	6,5	5	+38 + 6	+45 + 8	2500	2200
30	47	35	70	43,5	87	79	68±0,15	45±0,15	72	30	8,4	M10	6	34	22	11,5	16	8	5	+38 + 6	+45 + 8	3200	2800
40	62	45	90	54	108	91	86±0,15	58±0,15	90	35	10,5	M12	8	44	26	14	18	10	6	+43 + 6	+50 + 8	5500	4900
50	75	50	105	66	132	113	108±0,20	50±0,20	108	42	13,5	M16	10	49	34	12,5	22	12	8	+43 + 6	+50 + 8	8600	7100

adjusted to zero clearance on h5 shaft (lower limit) [6]

Table 3

Structural Design

The Linear Set consists of
- a STAR Precision Housing (aluminium alloy)
- a STAR Super Ball Bushing
- a grooved taper pin for retention of the ball bushing
- outside seals optional

Type 1038-... Linear Sets are adjusted to zero clearance on a shaft of diameter accurate to a tolerance of h5 (lower limit) before leaving the factory (screwed to base mounting surface).

Permissible Operating Temperatures

without seals: 100 °C
with seals: 80 °C; brief peaks 100 °C.

For higher-temperature applications, these Linear Sets can be supplied with STAR Standard Ball Bushings under reference number 1038-1..-00 (size codes 20 without seals).

Reference number for STAR Linear Sets incorporating STAR Super Ball Bushing, Type B

Open type:

without seals | with 2 seals
1037-7 ..–00 | 1037-8 ..-00

Insert size code from Table 4.

Adjustable type (open):

without seals | with 2 seals
1038-7 ..–00 | 1038-8 ..-00

Insert size code from Table 5.

[1] In these sizes, the locating pin is on the opposite side to that shown in the Figure.
[2] Relative to shaft nominal diameter 'd' when screwed to base mounting surface.
[3] Hex. socket head cap screws to DIN 912-8.8, spring lock washers to DIN 7980.
[4] Centre-bores for locating pin holes.
[5] Lower limit relative to shaft diameter.
[6] Please observe notes on direction of loading and short-stroke applications (reduction factor f_k on page 10).
[8] When screwed to base mounting surface.
[9] For lubricatable version.

Open type 1037-...

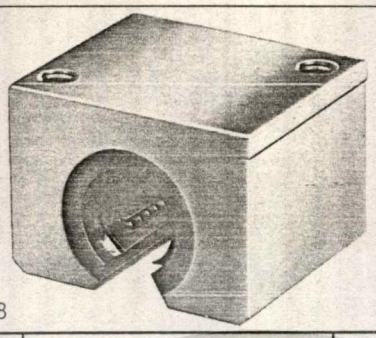


Fig. 8

Size code = d	Reference Number without seals	Reference Number with 2 seals	Weight (kg)
12	1037-512-00	1037-612-00	0,11
16	1037-516-00	1037-616-00	0,17
20	1037-520-00	1037-620-00	0,30
25	1037-525-00	1037-625-00	0,57
30	1037-530-00	1037-630-00	0,86
40	1037-540-00	1037-640-00	1,60
50	1037-550-00	1037-650-00	2,60

Table 4

Open type (adjustable) 1038-...

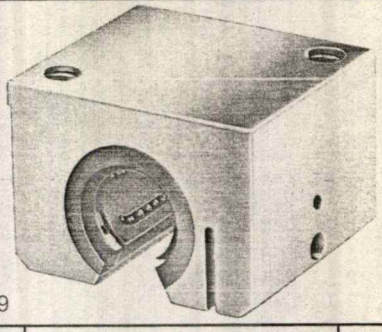
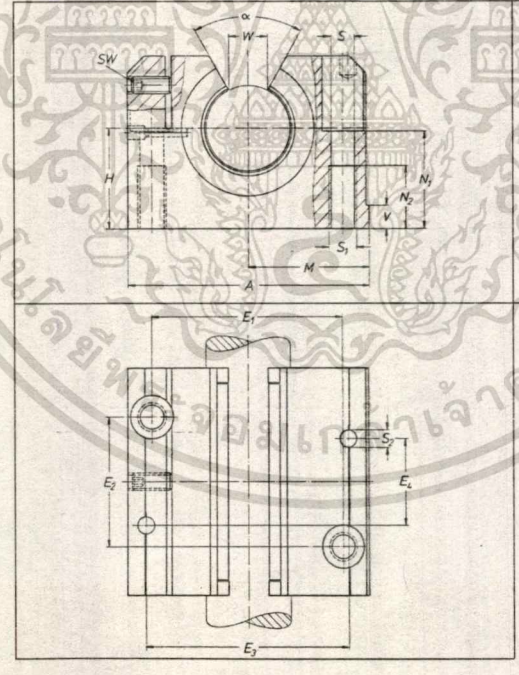


Fig. 9

Size code = d	Reference Number (adjustable) without seals	Reference Number (adjustable) with 2 seals	Weight (kg)
12	1038-512-00	1038-612-00	0,11
16	1038-516-00	1038-616-00	0,17
20	1038-520-00	1038-620-00	0,30
25	1038-525-00	1038-625-00	0,57
30	1038-530-00	1038-630-00	0,86
40	1038-540-00	1038-640-00	1,60
50	1038-550-00	1038-650-00	2,60

Table 5



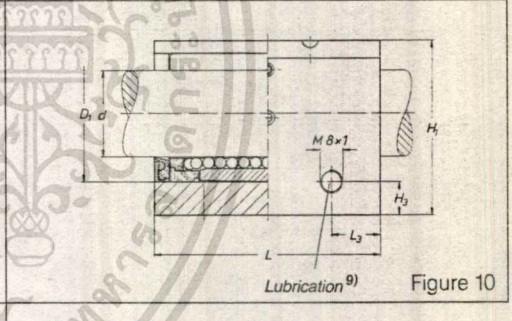


Figure 10

Lubricatable version

These types are also available on request with a lubricating hole and 2 seals.
Reference number end digits: ...-20 instead of ...-00

Lubricate only with shaft inserted; add lubricant until excess emerges.

Please send for our catalogue "The complete Linear Motion Programme from a Single Source".

Size code = d	Dimensions (mm) D1	H[2] +0,008 −0,016	H1	M[2] ±0,01	A	L	E1	E2	E3	E4	S[3]	S1	S2[4]	N1	N2	H3	L3	V	SW	W[5]	Angle (°) α	Radial Clear. (µm)[8] 1037- Shaft h6	1038- Shaft h7	Load Capacity (N)[6] dyn. C	stat. C0
12	22	18	28	21,5	43	39	32±0,15	23±0,15	34	32	4,3	M5	4	16,5	11	10	10,5	5	2,5	6,5	66	+24 −4	+30 −2	750	600
16	26	22	35	26,5	53	43	40±0,15	26±0,15	42	35	5,3	M6	4	21	13	10	11,5	5	2,5	9	68	+24 −4	+30 −2	920	730
20	32	25	42	30	60	54	45±0,15	32±0,15	50	45	6,6	M8	5	24	18	10	13,5	5	2,5	9	55	+26 −6	+33 −4	1560	1300
25	40	30	51	39	78	67	60±0,15	40±0,15	64	20	8,4	M10	6	29	22	10	15	6,5	3	11,5	57	+26 −6	+33 −4	2600	2290
30[1]	47	35	60	43,5	87	79	68±0,15	45±0,15	72	30	8,4	M10	6	34	22	11,5	16	8	3	14	57	+26 −6	+33 −4	3330	2910
40[1]	62	45	77	54	108	91	86±0,15	58±0,15	90	35	10,5	M12	8	44	26	14	18	10	4	19,5	56	+28 −9	+35 −7	5720	5100
50[1]	75	50	88	66	132	113	108±0,20	50±0,20	108	42	13,5	M16	10	49	34	12,5	22	12	5	22,5	54	+28 −9	+35 −7	8940	7380

adjusted to zero clearance on h5 shaft (lower limit)[6]

Table 6

STAR Linear Sets®

with Side Opening

The load-carrying capacity of open ball bushings is usually severely reduced when the load is applied on the open portion of the bushing. The Linear Set with Side Opening has been developed to overcome this disadvantage and to permit selective circumferential positioning of the open ball bushing.

The comparatively low weight of the aluminium-alloy housing is of great advantage wherever applications call for higher acceleration and faster positioning speeds.

Selective positioning of open ball bushings without reduction of load-carrying capacity.

Easy to Mount

A fitting edge along the housing facilitates lining up during installation and prevents misalignment of the assembly. Centre-bores are provided for the user to drill locating pin holes for extra stability.
Threaded through-holes make it possible to insert the mounting screws from below.

High Precision

and trouble-free running thanks to the high-strength aluminium-alloy housing design and integral STAR Super Ball Bushing.

Easy to Exchange

The mating dimensions of lightweight-series STAR Linear Sets with Side Openings are selected to make them interchangeable with sets with conventional spheroidal graphite cast iron housings (Series 1073-/1074-).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Linear Sets® with Side Opening

Radial clearance not adjustable

Structural Design

The Linear Set consists of

- a STAR Precision Housing (aluminium alloy)
- a STAR Super Ball Bushing
- a grooved taper pin for retention of the ball bushing
- 2 seals

Lubricatable Version

- These types are also available with a lubricating hole on request. Reference number end digits: ...-20 instead of ...-00.

Lubricate only with shaft inserted; add lubricant until excess emerges.

Permissible Operating Temperature:
100 °C.

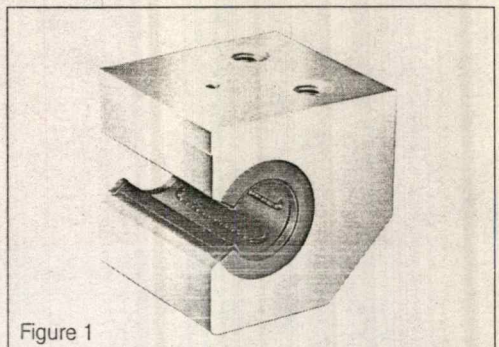
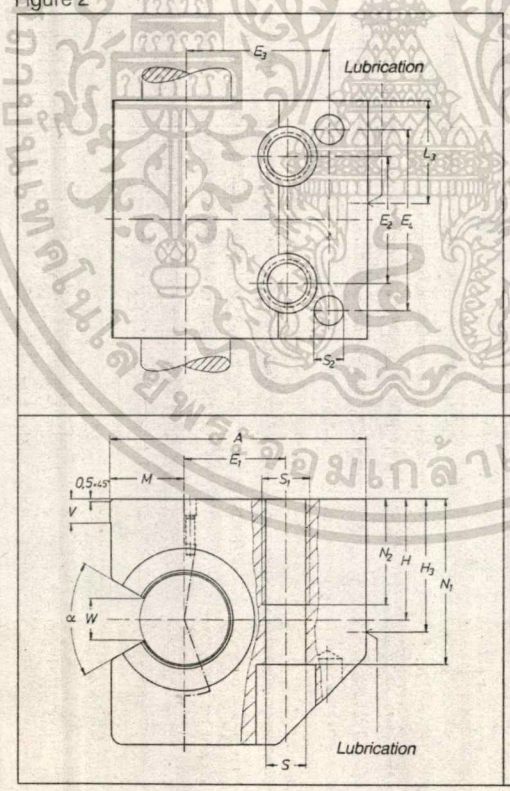


Figure 1

Size code = d	Reference Number with Super Ball Bushing	Super Ball Bushing Type B
20	1071-620-00	1071-820-00
25	1071-625-00	1071-825-00
30	1071-630-00	1071-830-00
40	1071-640-00	1071-840-00
50	1071-650-00	1071-850-00

Table 1

Figure 2



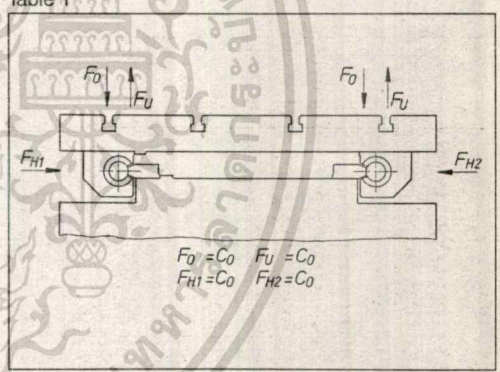
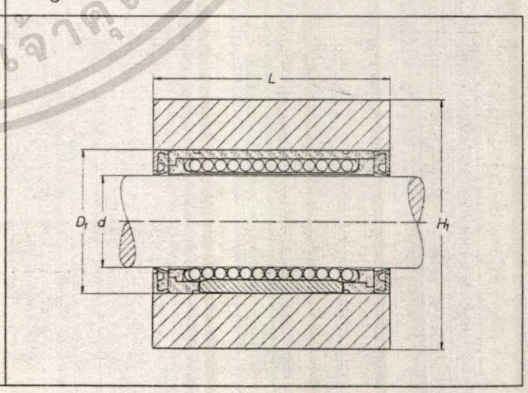


Figure 3: Maximum allowable loads



[1] In these sizes, the locating pin is on the opposite side to that shown in the Figure.
[2] Relative to shaft nominal diameter 'd' when screwed to base mounting surface.
[3] Hex. socket head cap screws to DIN 912-8.8, spring lock washers to DIN 7980.
[4] Centre-bores for locating pin holes.
[5] Lower limit relative to shaft diameter.
[6] Load capacity when load acts in the direction of the arrow F_o, F_u, F_{H1} or F_{H2}.
[7] In short-stroke applications, please observe reduction factor f_w from page 10.
[8] When screwed to base mounting surface.

Size code = d	Dimensions (mm)																				Angle (°) α	Radial Clearance 1071- 1072- (µm)[8] Shaft h6 h7	Load Capacity (N)[6] dyn. C[7]	stat. C_0	Weight (kg)
	D_1	$H^{2)}$ +0,008 −0,016	H_1	$M^{2)}$ ±0,01	A	L	E_1 ±0,15	E_2 ±0,15	E_3	E_4	$S^{3)}$	S_1	$S_2^{4)}$	N_1	N_2	V	SW	$W^{5)}$	H_3	L_3					
20[1]	32	30	60	17	60	54	22	30	33	42	8,4	M10	6	42	15	5	2,5	9	32	23,5	55	+26 −6 / +33 −4	1510	1260	0,42
25[1]	40	35	72	21	75	67	28	36	42	52	10,5	M12	8	50	18	6,5	3	11,5	38	29	57	+26 −6 / +33 −4	2520	2220	0,8
30	47	40	82	25	86	79	34	42	48	60	13,5	M16	10	55	24	8	3	14	44	34	57	+26 −6 / +33 −4	3230	2820	1,2
40	62	45	100	32	110	91	43	48	62	68	15,5	M20	12	67	30	10	4	19,5	50	40	56	+28 −9 / +35 −7	5550	4950	2,0
50	75	50	115	38	127	113	50	62	70	85	17,5	M20	12	78	50	12	5	22,5	56	48	54	+28 −9 / +35 −7	8670	7160	3,2

adjusted to zero clearance on h5 shaft (lower limit)[6]

Radial clearance adjustable

Structural Design

The Linear Set consists of

- a STAR Precision Housing (aluminium alloy)
- a STAR Super Ball Bushing
- a grooved taper pin for retention of the ball bushing
- 2 seals

Type 1072-... Linear Sets are adjusted to zero clearance on a shaft of diameter accurate to a tolerance of h5 (lower limit) before leaving the factory.

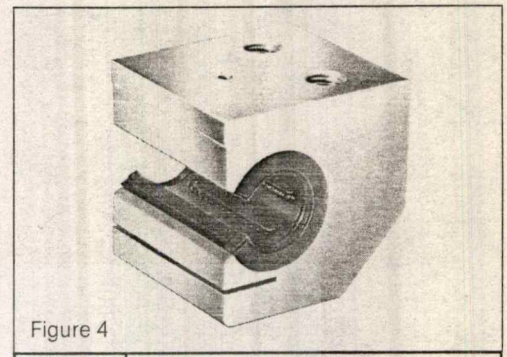


Figure 4

Lubricatable Version

- These types are also available with a lubricating hole on request.
  Reference number end digits: ...-20 instead of ...-00.

Lubricate only with shaft inserted; add lubricant until excess emerges.

Permissible Operating Temperature: 100 °C.

Size code = d	Reference Number with	
	Super Ball Bushing	Super Ball Bushing Type B
20	1072-620-00	1072-820-00
25	1072-625-00	1072-825-00
30	1072-630-00	1072-830-00
40	1072-640-00	1072-840-00
50	1072-650-00	1072-850-00

Table 3

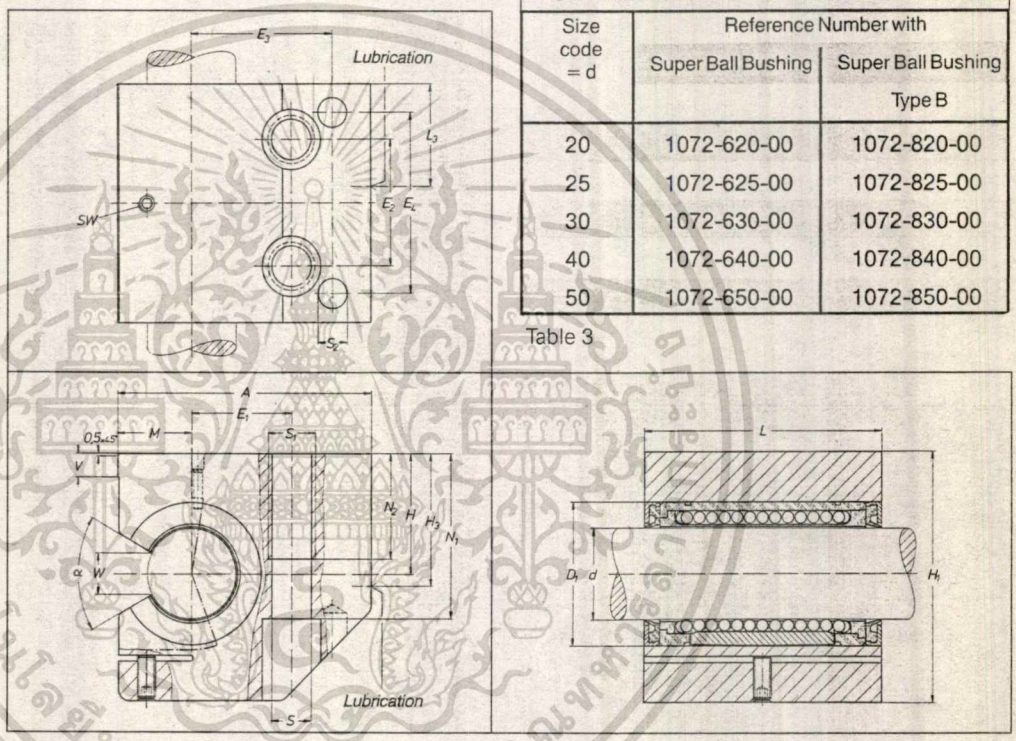


Figure 5

Instructions for Mounting

Without fitting edges

- Align first shaft mounted on shaft support rail and screw down support rail.
- Align second shaft to ensure parallelism and screw down support rail.
- Push Linear Sets onto shafts and screw down on the machine table.

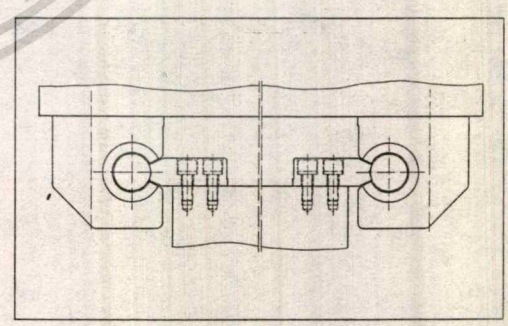


Figure 6 without fitting edges

With fitting edges

- Push first shaft mounted on shaft support rail into contact with fitting edge and screw down support rail.
- Align second shaft to ensure parallelism and screw down support rail.
- Push Linear Sets onto the shafts.

Further assembly:

a) With two fitting edges (one on machine base and one on table):
Push the Linear Sets on the first shaft into contact with the fitting edge on the machine table and screw down.
Screw down the Linear Sets on the second shaft to the machine table.

b) With only one fitting edge (on machine base):
Screw Linear Sets down to the machine table.

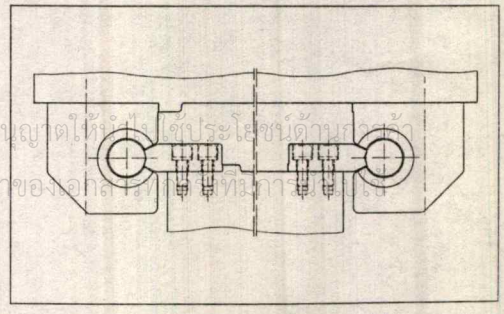


Figure 7 with fitting edges

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Tandem Linear Sets

STAR Tandem Linear Sets are available in closed, slotted, open and open (adjustable) types. The housing is designed to prevent any relative misalignment between the centrelines of the two ball bushings and facilitates the construction of extremely economical and easy-to-mount linear motion assemblies. The new adjustable versions feature centre-bores for drilling of locating pin holes, a lubricating hole, and a fitting edge.

The comparatively low weight of the aluminium-alloy housing is of great advantage wherever applications call for higher acceleration and faster positioning speeds. This makes them ideal for use in many branches of mechanical and tool engineering and manipulator technology.

Precision guidance with no centreline misalignment even under extreme load conditions

High Load Capacity and Rigidity These Linear Sets afford high rigidity irrespective of the direction of load action and even when their high load-carrying capacities are utilised to the full.

Compact Block Design The two STAR Super Ball Bushings are completely enclosed in the compact aluminium-alloy housing to protect them against all external impacts.

Zero-Clearance Guidance The adjustable types can be used to construct zero-clearance guideways.

Easy to Mount A fitting edge along the adjustable housings facilitates lining up during installation and prevents misalignment of the assembly. Centre-bores are provided for the user to drill locating pin holes for extra stability.

High Precision and trouble-free running thanks to the high-strength aluminium-alloy housing design and two integral STAR Super Ball Bushings.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Tandem Linear Sets

Structural Design

The Linear Set consists of

- a closed or slotted precision twin housing (aluminium alloy)
- two STAR Super Ball Bushings
- two wiper seals

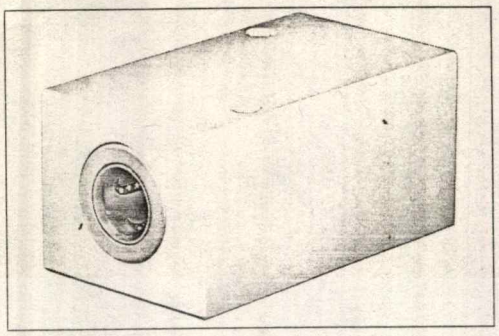


Figure 1

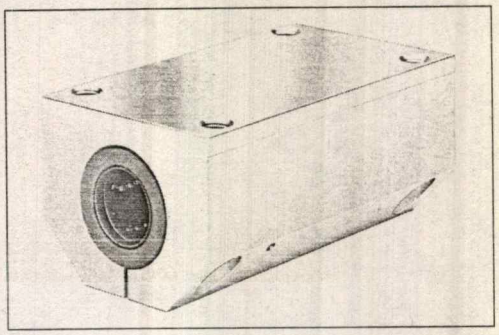


Figure 2

Types

Closed type 1085-...

For precision guidance with extreme ease of mounting. Standard type with fixed working bore.
For high-temperature applications above 80 °C (brief peaks of 100 °C), Tandem Linear Sets with STAR Standard Ball Bushings (without seals) should be used. These are available under reference number 1085-1..-00.

Adjustable type (slotted) 1032-...

For use where zero clearance or preload is required. These Linear Sets are adjusted to zero clearance on a shaft of diameter accurate to a tolerance of h5 (lower limit) before leaving the factory (screwed to base mounting surface) and feature

- a lubricating hole
- a fitting edge for ease of mounting
- centre-bores for locating pin holes

Lubrication (1032-):
Lubricate only with shaft inserted; add lubricant until excess emerges.

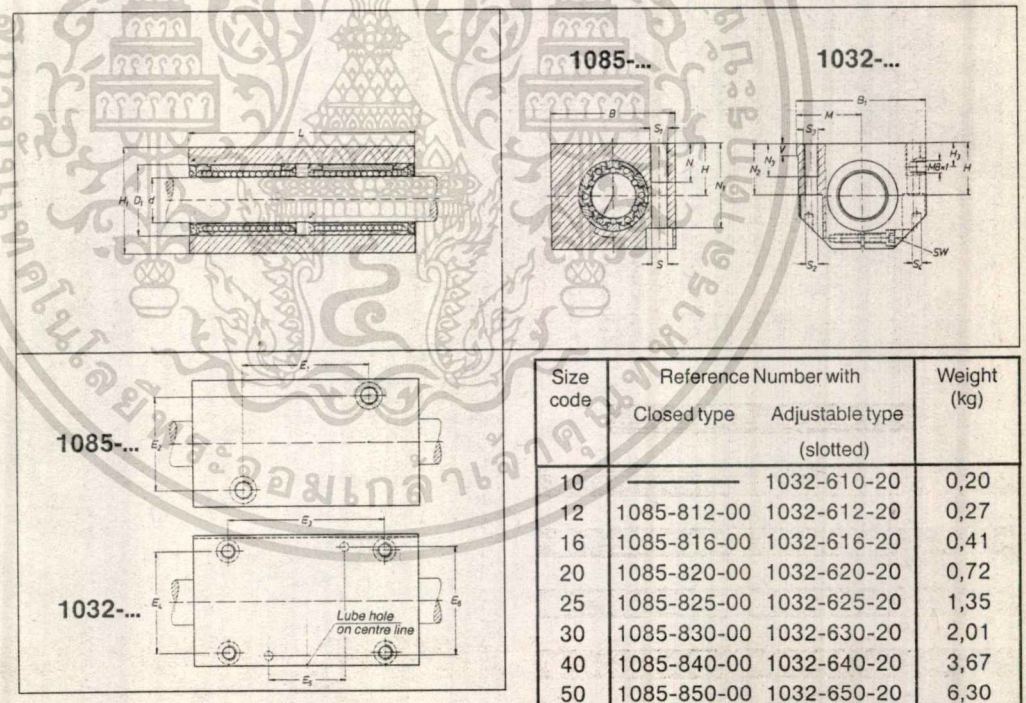


Figure 3

Size code	Reference Number with		Weight (kg)
	Closed type	Adjustable type (slotted)	
10	———	1032-610-20	0,20
12	1085-812-00	1032-612-20	0,27
16	1085-816-00	1032-616-20	0,41
20	1085-820-00	1032-620-20	0,72
25	1085-825-00	1032-625-20	1,35
30	1085-830-00	1032-630-20	2,01
40	1085-840-00	1032-640-20	3,67
50	1085-850-00	1032-650-20	6,30

Table 1

[1] In series 1085- $^{+0.013}_{-0.021}$; relative to shaft nominal diameter 'd'
[2] Relative to shaft nominal diameter 'd' when screwed to base mounting surface.
[3] Hex. socket head cap screws to DIN 912-8.8, spring lock washers to DIN 7980.
[4] Centre-bores for locating pin holes
[5] In series 1032-, adjusted to zero clearance on h5 shaft (lower limit) when screwed to base mounting surface.
[6] Load capacity when load acts evenly on both ball bushings. In short-stroke applications, please observe reduction factor f_w from page 10.

Size code = d	Dimensions (mm)																								Radial Clearance[5] (µm) 1085-... Shaft		Load Capacity (N)[6]	
	D_1	H^{1}	H_1	H_3	M^{2}	B	B_1	L	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	S^{3}	S_1	$S_2{}^{3}$	S_3	$S_4{}^{4}$	N	N_1	N_2	N_3	V	SW	h6	h7	dyn. C	stat. C_0
		+0,008 −0,016			±0,01																								
10	19	16	31,5	9	20	–	40	70	–	–	52	29	20	31	–	–	4,3	M5	4	–	–	15	11	5	2,5	–	–	810	780
12	22	18	35	10	21,5	42	43	76	40	30	56	32	24	34	5,3	M6	4,3	M5	4	13	28	16,5	11	5	2,5	+34 +6	+40 +8	1060	1040
16	26	22	42	12	26,5	50	53	84	45	36	64	40	28	42	5,3	M6	5,3	M6	4	13	35	21	13	5	3	+34 +6	+40 +8	1300	1260
20	32	25	50	13	30	60	60	104	55	45	76	45	32	50	6,4	M8	6,6	M8	5	18	41	24	18	5	4	+38 +6	+45 +8	2440	2500
25	40	30	60	15	39	74	78	130	70	54	94	60	42	64	8,4	M10	8,4	M10	6	22	49	29	22	6,5	5	+38 +6	+45 +8	4060	4400
30	47	35	70	16	43,5	84	87	152	85	62	106	68	52	72	10,5	M12	8,4	M10	6	26	56	34	22	8	5	+38 +6	+45 +8	5200	5600
40	62	45	90	20	54	108	108	176	100	80	124	86	60	90	13,5	M16	10,5	M12	8	34	74	44	26	10	6	+43 +6	+50 +8	8930	9800
50	75	50	105	20	66	130	132	224	125	100	160	108	80	108	13,5	M16	13,5	M16	10	34	89	49	35	12	8	+43 +6	+50 +8	13970	14200

Table 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Structural Design

The Linear Set consists of

- an open or open adjustable precision twin housing (aluminium alloy)
- two STAR Super Ball Bushings
- two wiper seals

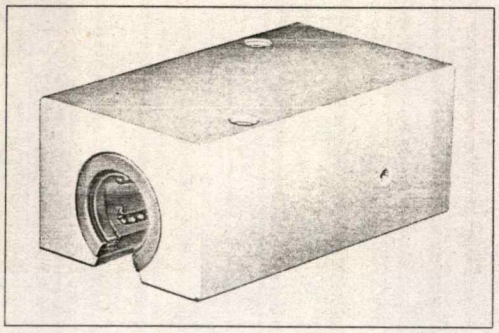


Figure 4

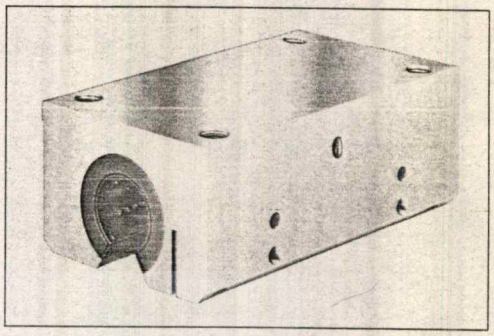


Figure 5

Types

Open type 1087-...

For long guideways when the shaft must be supported and high rigidity is required.

For high-temperature applications above 100 °C, Tandem Linear Sets with STAR Standard Ball Bushings (without seals) should be used. These are available as of size code 20 under reference number 1087-1..-00.

Open type (adjustable) 1034-..

For use where zero clearance or preload is required. These Linear Sets are adjusted to zero clearance on a shaft of diameter accurate to a tolerance of h5 (lower limit) before leaving the factory (screwed to base mounting surface) and feature

- a lubricating hole
- a fitting edge for ease of mounting
- centre-bores for locating pin holes.

Lubrication (1034-):
Lubricate only with shaft inserted; add lubricant until excess emerges.

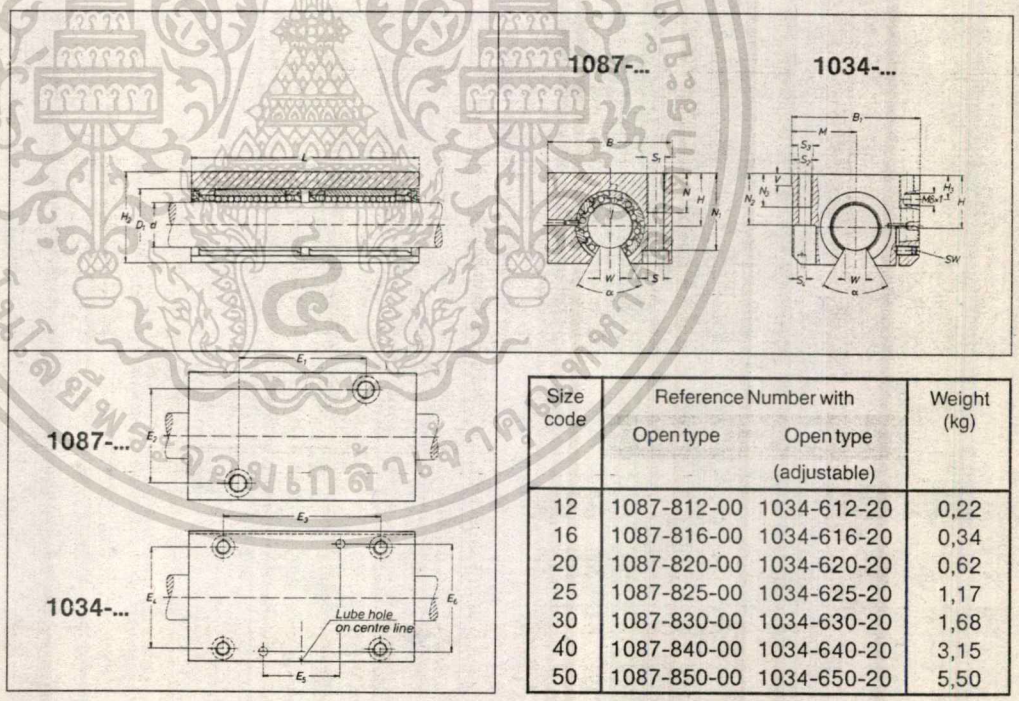


Figure 6

[1] In series 1034-..., H_2 = 28 mm.
[2] Relative to shaft nominal diameter 'd' when screwed to base mounting surface.
[3] Hex. socket head cap screws to DIN 6912-8.8, spring lock washers to DIN 7980.
[4] Hex. socket head cap screws to DIN 912-8.8, spring lock washers to DIN 7980.
[5] Centre-bores for locating pin holes.
[6] Lower limit relative to shaft diameter 'd'.
[7] In series 1034-, adjusted to zero clearance on h5 shaft (lower limit) (screwed to base mounting surface).
[8] Load capacity when load acts evenly on both ball bushings.
Please observe notes on direction of loading and short-stroke applications (reduction factor f_w) on page 10.

Size code	Reference Number with		Weight (kg)
	Open type	Open type (adjustable)	
12	1087-812-00	1034-612-20	0,22
16	1087-816-00	1034-616-20	0,34
20	1087-820-00	1034-620-20	0,62
25	1087-825-00	1034-625-20	1,17
30	1087-830-00	1034-630-20	1,68
40	1087-840-00	1034-640-20	3,15
50	1087-850-00	1034-650-20	5,50

Table 3

Size code = d	Dimensions (mm)																									Angle (°)	Radial Clearance [7] (µm) 1087-... Shaft		Load Capacity (N) [8]	
	D_1	H +0,008 −0,016	H_2	H_3	M^{2} ±0,01	B	B_1	L	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	S^{3}	S_1	S_2^{4}	S_3	S_4^{5}	N	N_1	N_2	N_3	V	SW	W^{6}	α	h6	h7	dyn. C	stat. C_0
12	22	18	30[1]	10	21,5	42	43	76	40	30	56	32	24	34	5,3	M6	4,3	M5	4	13	25	16,5	11	5	2,5	6,5	66	+24 −4	+30 −2	1220	1200
16	26	22	35	12	26,5	50	53	84	45	36	64	40	28	42	5,3	M6	5,3	M6	4	13	29,5	21	13	5	2,5	9	68	+24 −4	+30 −2	1500	1460
20	32	25	42	13	30	60	60	104	55	45	76	45	32	50	6,4	M8	6,6	M8	5	18	35,5	24	18	5	2,5	9	55	+26 −6	+33 −4	2530	2600
25	40	30	51	15	39	74	78	130	70	54	94	60	42	64	8,4	M10	8,4	M10	6	22	43	29	22	6,5	3	11,5	57	+26 −6	+33 −4	4250	4580
30	47	35	60	16	43,5	84	87	152	85	62	106	68	52	72	10,5	M12	8,4	M10	6	26	50,5	34	22	8	3	14	57	+26 −6	+33 −4	5400	5820
40	62	45	77	20	54	108	108	176	100	80	124	86	60	90	13,5	M16	10,5	M12	8	34	66	44	26	10	4	19,5	56	+28 −9	+35 −7	9300	10200
50	75	50	88	10	66	130	132	224	125	100	160	108	80	108	13,5	M16	13,5	M16	10	34	77	49	35	12	5	22,5	54	+28 −9	+35 −7	14520	14760

Table 4

ห้องสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บริการสืบค้นและถ่ายสำเนาเอกสารโดยเครื่องถ่ายเอกสารอัตโนมัติ

STAR Tandem Flange Sets

STAR Tandem Flange Sets have been specially developed for applications in which the shafts run at right angles to the mounting surface. These sets can be mounted in a variety of configurations and, being self-contained units each incorporating two STAR Super Ball Bushings®, mounting presents no problem. Other advantages are their high load-carrying capacities and high rigidity.

Special Features

- Centering collar for ease of mounting
- Through-holes with threaded ends for screw-mounting from the base
- Lubricating hole

Structural Design

The set consists of

- a STAR Precision Flanged Housing (aluminium alloy)
- 2 STAR Super Ball Bushings
- 2 wiper seals

Permissible Operating Temperatures

80 °C, brief peaks 100 °C

Lubrication

Lubricate only with shaft inserted; add lubricant until excess emerges.

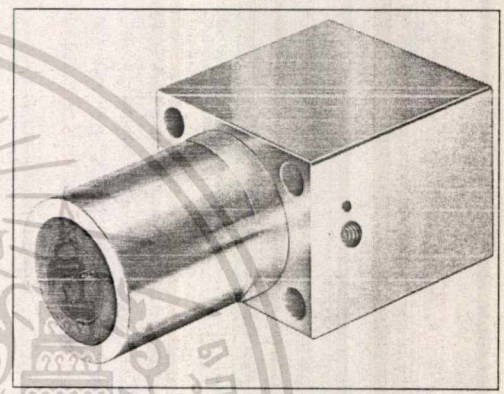


Figure 1

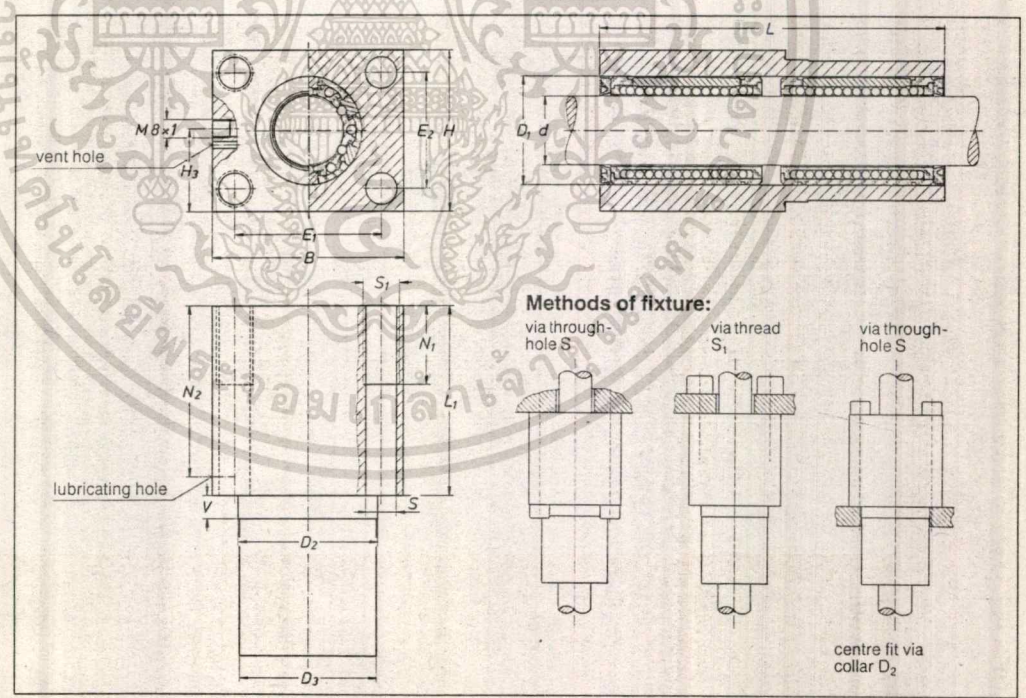


Figure 2

[1] Recommended mounting bore fit: D_2^{H7}.
[2] Load capacity when load acts evenly on both ball bushings. In short-stroke applications, please observe reduction factor f_W from page 10.
[3] Hex. socket head cap screws to DIN 912-8.8.

Reference Number	Dimensions (mm)																Radial Clearance Shaft (μm)		Load Capacity (N)[2]		Weight (kg)
	d	D_1	D_2[1] g7	D_3 −0,1 −0,3	H	H_3	B	L	L_1	E_1 ±0,15	E_2 ±0,15	S^3	S_1	N_1	N_2	V	h6	h7	dyn. C	stat. C_o	
1083-612-20	12	22	30	30	34	19	42	76	46	32	24	5,3	M6	13	36	10	+34 +6	+40 +8	1060	1040	0,20
1083-616-20	16	26	35	35	40	22	50	84	50	38	28	6,6	M8	18	40	10	+34 +6	+40 +8	1300	1260	0,32
1083-620-20	20	32	42	42	50	27	60	104	60	45	35	8,4	M10	22	50	10	+38 +6	+45 +8	2440	2500	0,55
1083-625-20	25	40	52	52	60	32	74	130	73	56	42	10,5	M12	26	63	10	+38 +6	+45 +8	4060	4400	1,00
1083-630-20	30	47	61	61	70	37	84	152	82	64	50	13,5	M16	34	74	10	+38 +6	+45 +8	5200	5600	1,50

Table 1

STAR Linear Sets®
with Torque-Resistant Ball Bushings

The STAR Torque-Resistant Ball Bushing incorporated in these Linear Sets makes it possible to obtain axially and radially true linear motion with just one shaft. Their space-saving design makes these Linear Sets suitable for use in numerous jig and special-purpose machinery applications.

STAR Torque-Resistant Ball Bushings are similar in their structural design to the already familiar STAR Super Ball Bushings®. The torque is transmitted between extra-deep ball races with special hardened steel bearing plates in the ball bushings and ball guide grooves in the precision steel shaft. These Linear Sets are available with two types of Torque-Resistant Ball Bushing, Type 1 with one ball guide groove and Type 2 with two ball guide grooves. The type required for any given application will depend on the magnitude of the torque to be transmitted.

The comparatively low weight of the aluminium-alloy housing is of great advantage wherever applications call for higher acceleration and faster positioning speeds. This makes them ideal for use in many branches of mechanical and tool engineering and manipulator technology.

Extremely economical linear motion on only one shaft.

Compact Block Design — The Torque-Resistant Super-type Ball Bushing is completely enclosed in the compact aluminium-alloy housing to protect it against all external impacts.

Easy to Mount — with only two mounting screws. No need to align two shafts in parallel. No reduction of service life due to out-of-parallelism.

High Precision — and trouble-free running thanks to the high-strength aluminium-alloy housing design and integral STAR Torque-Resistant Ball Bushing.

Zero-Clearance Guidance — The hardened steel bearing plates that transmit the torque are adjusted to zero clearance by means of the adjusting screws before the Linear Sets leave the works.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Torque-Resistant Ball Bushings with Ball Guide Groove

Materials

- Ball retainer and outer sleeve – plastic
- Bearing plates – hardened steel
- Balls – high-carbon chrome alloy steel
- Shaft – STAR Precision Steel Shaft with ball guide groove
- Adjusting screw – hardened steel
- Lock nut – steel

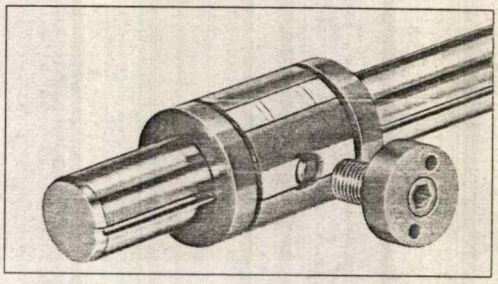


Figure 1

For applications subject to cocking loads, two STAR Torque-Resistant Ball Bushings 0696-... must be used.

Please observe the mounting instructions accompanying the ball bushing on delivery.

STAR Torque-Resistant Ball Bushing Type 1

This assembly consists of:

- a STAR Super Ball Bushing with one extra-deep ball race to pass on torque to the groove
- a STAR Precision Steel Shaft with one ball guide groove
- an adjusting screw with lock nut.

STAR Torque-Resistant Ball Bushing Type 2

This assembly consists of:

- a STAR Super Ball Bushing with two extra-deep ball races to pass on torque to the groove
- a STAR Precision Steel Shaft with two ball guide grooves
- two adjusting screws with lock nuts.

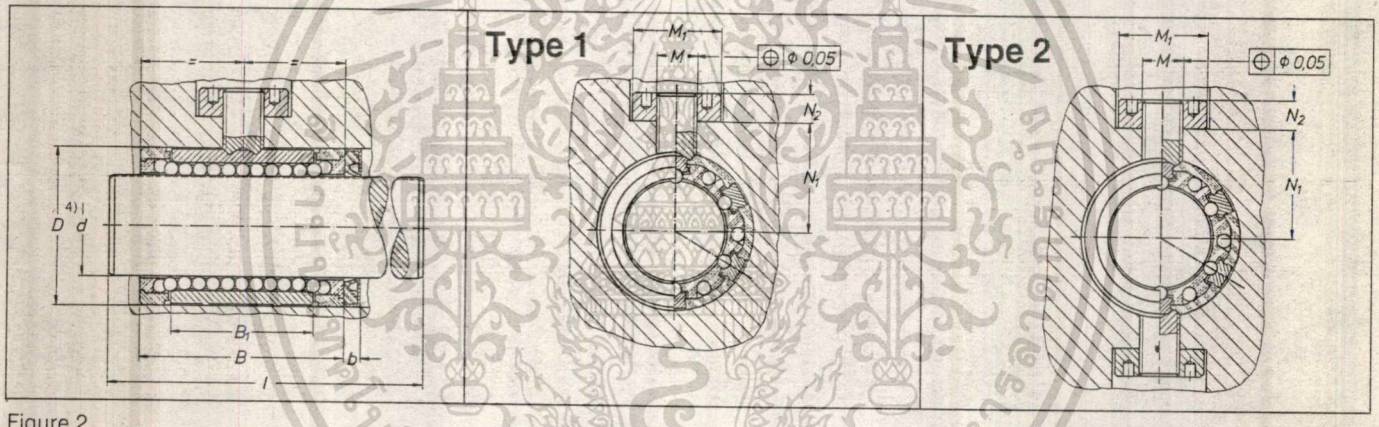


Figure 2

Reference No. – Type 1

with shaft

0696-0..-..

- **80** = standard (to table)
- **85** = shaft length 900 mm
- **87** = shaft length 1200 mm
- **88** = shaft length 2000 mm
- **86** = special shaft to drawing

without shaft = 00

size code

Reference No. – Type 2

with shaft

0696-3..-..

- **80** = standard (to table)
- **85** = shaft length 900 mm
- **87** = shaft length 1200 mm
- **88** = shaft length 2000 mm
- **86** = special shaft to drawing

without shaft = 00

size code

[1] In applications subject to superimposed radial loads and torque, the load capacity will be lower than the figure given in the table.

General rule: $\frac{F}{C} + \frac{M_t}{M_{t\,max}} \leq 1$, depending on the required travel life.

F = radial load, M_t = actual torque.

In applications subject to torque only, travel life is calculated as follows:

$$L = \left(\frac{M_{t\,max}}{M_t}\right)^3 \times 10^5 \text{ m}$$

[2] In short-stroke applications, please observe reduction factor f_w from page 10.

[3] The seal must be ordered separately. Its outside diameter D is about 0.1 mm oversize; no retaining elements required.

[4] Recommended mounting bore fit: D^{JS7}.

Size code = d		Dimensions (mm)							Standard shaft	Load Capacity (N)[1]		Torque (Nm)[1]		Weight without	Seal[3]		
Type 1	Type 2	D	B	B_1	M	N_1	N_2	M_1	l	dyn. $C^{2)}$	stat. C_o	Type 1 $M_{t\,max}$[2]	Type 2 $M_{t\,max}$	shaft kg	Type 1	Type 2	b
12	–	22	32	20	M 6x0,5	15,5	5	14	400	650	520	2	–	0,026	1331-112-00	–	3
16	–	26	36	22	M 6x0,5	19,5	5	14	400	800	630	3,3	–	0,032	1331-116-00	–	3
20	20	32	45	28	M10x1	21,5	8	22	500	1500	1250	7,5	12	0,064	1331-120-00	1331-320-00	4
25	25	40	58	40	M10x1	28,5	8	22	500	2500	2200	15	24	0,135	1331-125-00	1331-325-00	4
30	30	47	68	48	M12x1	32	9,5	26	600	3200	2800	23	37	0,210	1331-130-00	1331-330-00	5
40	40	62	80	56	M12x1	44	9,5	26	600	5500	4900	53	86	0,390	1331-140-00	1331-340-00	5
50	50	75	100	72	M16x1,5	52	12,5	34	600	8600	7100	103	167	0,680	1331-150-00	1331-350-00	6

Table 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ...

STAR Linear Sets®
with one Torque-Resistant Ball Bushing

Note for Mounting:
The hardened steel bearing plates that transmit the torque are adjusted to zero clearance by means of the adjusting screws before the Linear Sets leave the works.

Housing Material:
Aluminium alloy

For applications subject to cocking loads, Type 1099-... must be used.

Please observe the mounting instructions accompanying the set on delivery.

Perm. Operating Temp.:
80 °C, brief peaks 100 °C.

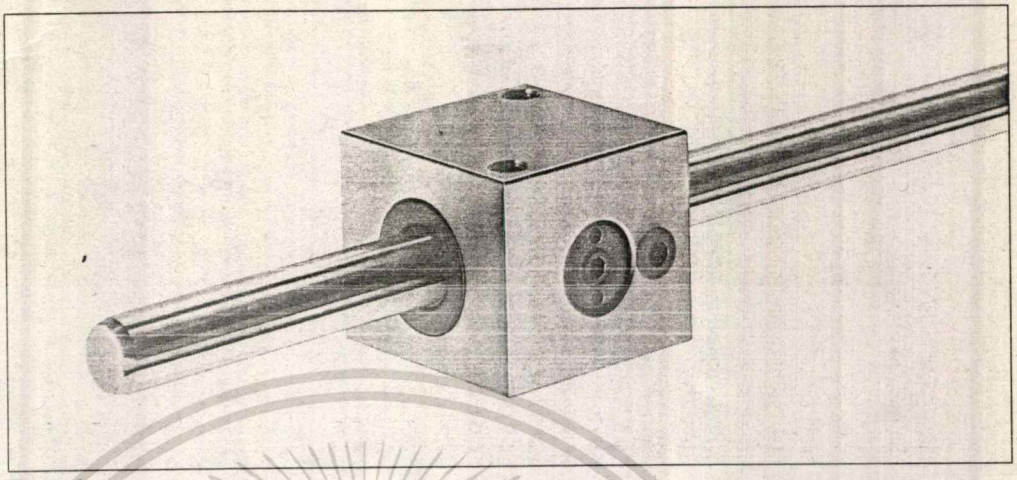
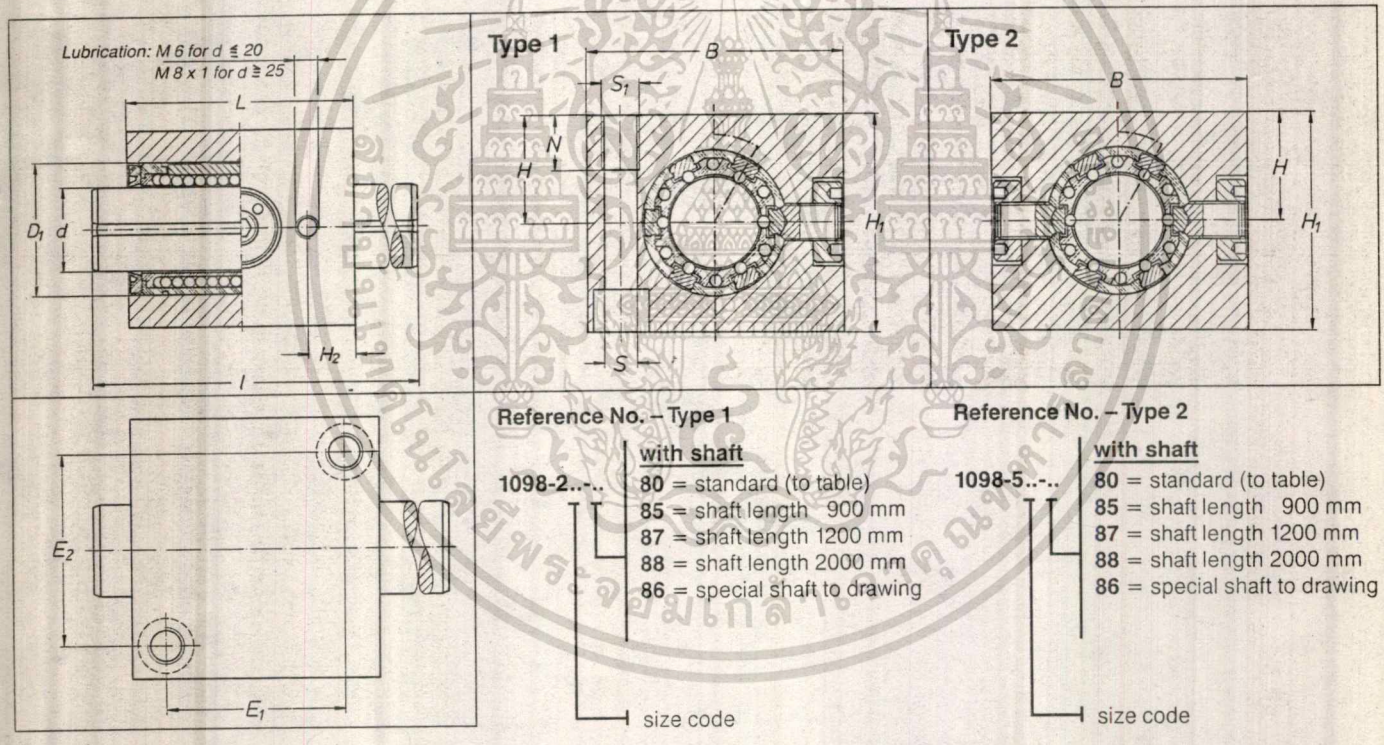


Figure 3

Lubrication: Lubricate only with shaft inserted; add lubricant until excess emerges.



Reference No. – Type 1

1098-2..-..

with shaft
- **80** = standard (to table)
- **85** = shaft length 900 mm
- **87** = shaft length 1200 mm
- **88** = shaft length 2000 mm
- **86** = special shaft to drawing

size code

Reference No. – Type 2

1098-5..-..

with shaft
- **80** = standard (to table)
- **85** = shaft length 900 mm
- **87** = shaft length 1200 mm
- **88** = shaft length 2000 mm
- **86** = special shaft to drawing

size code

Figure 4

[1] Hex. socket head cap screws to DIN 912-8.8, spring lock washers to DIN 7980.
[2] See Note 1 on page 37.
[3] In short-stroke applications, please observe reduction factor f_w from page 10.
[4] If two or more Linear Sets are mounted on the same shaft, they are ground smooth after mounting. Dimension H is then 0,5 mm smaller.

Size code = d with		Dimensions (mm)											Standard shaft	Load Capacity (N)[2]		Torque (Nm)[2] with	Torque (Nm)[2] with	Weight without	
Type 1	Type 2	B	H_1	H +0,013 −0,022	H_2	L	D_1	E_1	E_2	$S^{1)}$	S_1	N	l C[3]	C[3] dyn.	C_o stat.	Type 1 M_{tmax}[3]	Type 2 M_{tmax}	shaft kg	shaft kg/m
12	–	42	35	18	8,5	40	22	28	30	5,3	M 6	12	400	650	520	2	–	0,15	0,89
16	–	50	42	22	10	44	26	30	36	5,3	M 6	12	400	800	630	3,3	–	0,22	1,57
20	20	60	50	25	11	55	32	39	44	6,4	M 8	12	500	1500	1250	7,5	12	0,42	2,45
25	25	74	60	30	15,5	68	40	48	54	8,4	M10	15	500	2500	2200	15	24	0,7	3,80
30	30	84	70	35	16,5	80	47	58	62	10,5	M12	18	600	3200	2800	23	37	1,1	5,50
40	40	108	90	45	18,5	92	62	64	80	13	M16	20	600	5500	4900	53	86	2,1	9,80
50	50	130	105	50	22,5	114	75	84	100	13	M16	20	600	8600	7100	103	167	3,5	15,30

Table 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาทางเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Linear Sets®
with two Torque-Resistant Ball Bushings

Note for Mounting:
The hardened steel bearing plates that transmit the torque are adjusted to zero clearance by means of the adjusting screws before the Linear Sets leave the works.

Housing Material:
Aluminium alloy

Please observe the mounting instructions accompanying the set on delivery.

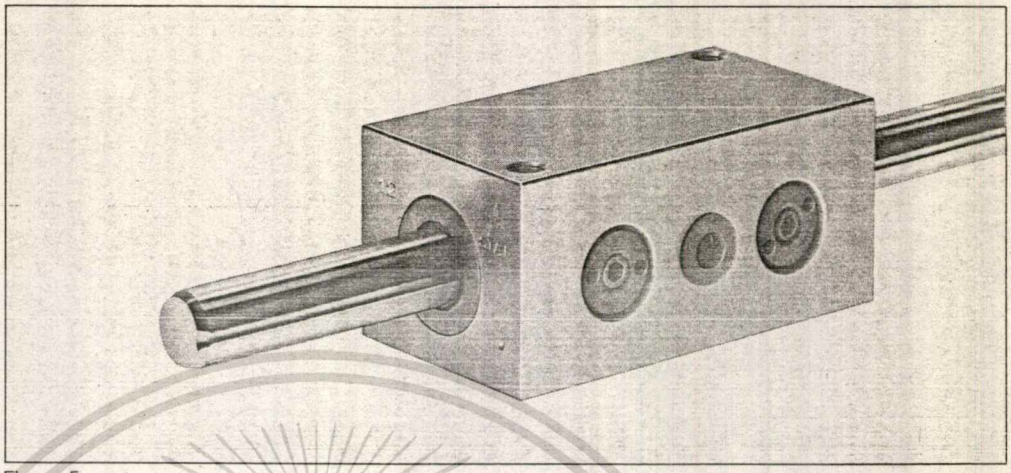
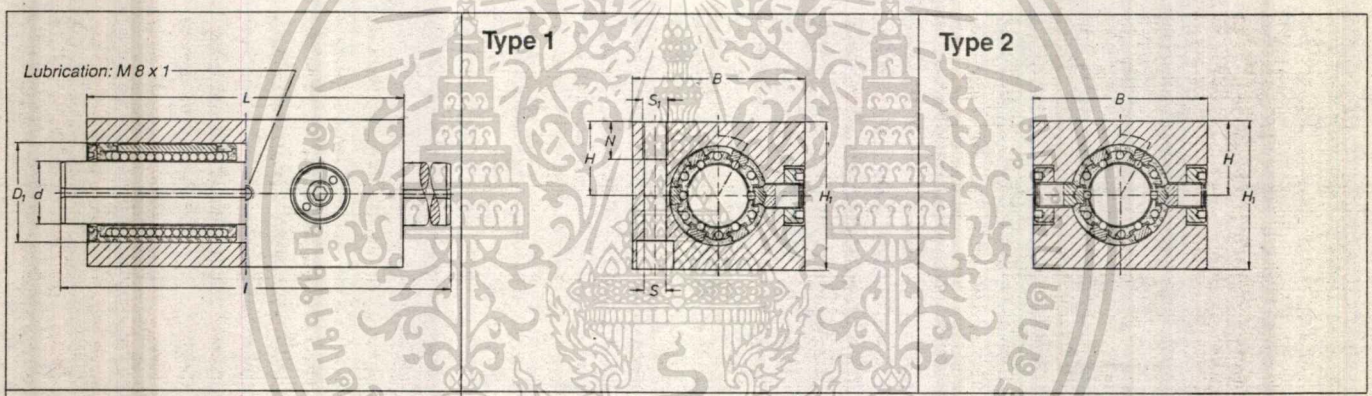
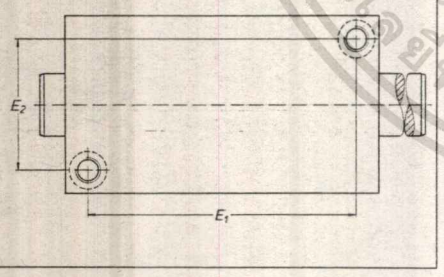


Figure 5

Perm. Operating Temp.:
80 °C, brief peaks 100 °C.

Lubrication: Lubricate only with shaft inserted; add lubricant until excess emerges.





Reference No. – Type 1

1099-2..-..

with shaft
- **80** = standard (to table)
- **85** = shaft length 900 mm
- **87** = shaft length 1200 mm
- **88** = shaft length 2000 mm
- **86** = special shaft to drawing

size code

Reference No. – Type 2

1099-5..-..

with shaft
- **80** = standard (to table)
- **85** = shaft length 900 mm
- **87** = shaft length 1200 mm
- **88** = shaft length 2000 mm
- **86** = special shaft to drawing

size code

Figure 6

1) Load capacity when load acts evenly on both ball bushings.
2) Hex. socket head cap screws to DIN 912-8.8, spring lock washers to DIN 7980.
3) See Note 1 on page 37.
4) In short-stroke applications, please observe reduction factor f_w from page 10.
5) If two or more Linear Sets are mounted on the same shaft, they are ground smooth after mounting. Dimension H is then 0,5 mm smaller.

Size code = d with		Dimensions (mm)										Standard shaft	Load Capacity (N)[1) 3)]		Torque (Nm)[3)] with		Weight without	
Type 1	Type 2	B	H_1	H[5)] +0,013 −0,022	L	D_1	E_1	E_2	S[2)]	S_1	N	l C[3)]	dyn. C[4)]	stat. C_o	Type 1 $M_{t\,max}$[4)]	Type 2 $M_{t\,max}$	shaft kg	shaft kg/m
12	—	42	35	18	76	22	64	30	5,3	M 6	12	400	1060	1040	3,2	—	0,29	0,89
16	—	50	42	22	84	26	70	36	5,3	M 6	12	400	1300	1260	5,5	—	0,43	1,57
20	20	60	50	25	104	32	88	44	6,4	M 8	12	500	2440	2500	12	20	0,8	2,45
25	25	74	60	30	130	40	110	54	8,4	M10	15	500	4060	4400	24	40	1,5	3,80
30	30	84	70	35	152	47	130	62	10,5	M12	18	600	5200	5600	37	60	2,2	5,50
40	40	108	90	45	176	62	148	80	13	M16	20	600	8930	9800	86	140	4,0	9,80
50	50	130	105	50	224	75	194	100	13	M16	20	600	13970	14200	167	272	6,9	15,30

Table 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Precision Steel Shafts

STAR Precision Steel Shafts have a long and proud service record as ready-to-mount machine elements in all fields of mechanical engineering, in the construction of special machinery, jigs and equipment, and in a variety of other industries. Not only ideal as linear motion round ways for STAR Ball Bushings, they are universally suitable for use in other applications.

For example as:

- guide rods
- control rods
- rollers
- pistons
- axles
- guide pins
- tie rods
- spindles
- guide columns
- mandrels and similar

STAR's induction-hardened and ground Precision Steel Shafts are well-known in industry for their constant high quality, guaranteed by the sign of the STAR etched into their ends.

STAR Precision Steel Shafts made to measure

Types/ Materials

Solid shafts	– heat-treatable steel
Tubular shafts	– heat-treatable steel/ high-carbon chrome alloy steel
Corrosion-resistant shafts	– stainless steel

STAR Precision Steel Shafts are also available in hard-chrome-plated finish) as of 12 mm diameter.
Solid and tubular shafts up to one meter in length are also available black finished.
Whether used in linear motion assemblies with corrosion-resistant STAR Ball Bushings or as ready-to-mount machine elements, STAR Precision Steel Shafts in the stainless steel version afford significant advantages in many fields (such as the food, film and photo industries).

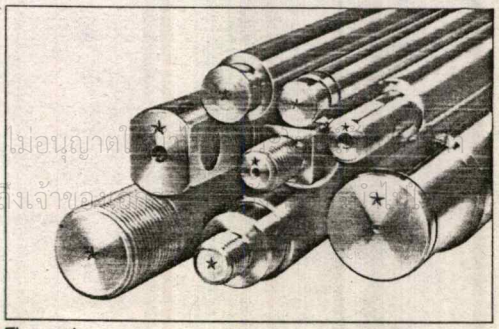


Figure 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของ

Shaft Diameters

Solid Shafts

Standard sizes for STAR Ball Bushings	(mm)	5	8	10	12	16	20	25	30	40	50	60	80								
Special sizes [1]	(mm)	6	14	15	17	18	22	24	28	29	32	35	36	38	45	55	70	100	110		
Inch sizes	(")	¼	⅜	½	⅝	¾	1	1¼	1½	2	3	4									

[1] Further special dimensions (for example 48, 61, 76, 78, 96 and 121 mm) available on request.

Table 1

Tubular shafts

Outside diameter	(mm)	25	30	40	50	60	80	100
Inside diameter	(approx. mm)	14	19	26,5	29,6	36,5	57,4	65
Weight saving compared with solid shaft	(approx. %)	31	40	45	35	35	50	42
Reduction of resistance to bending stress against solid shafts	(approx. %)	10	16	20	12	12	25	20

Table 2

Stainless Steel Shafts

Shaft diameter	(mm)	5	8	10	12	16	20	25	30	40	50	60	80

Table 3

Mill-Cut Lengths

Longer shafts than those quoted can also be supplied on request. These shafts are made up of shaft sections of precisely measured length joined end-to-end (see section on "Joined Shafts" on page 47).

Type of shaft	Diameter (mm)	Mill-cut length [2] (m)
Solid shafts [3]	5 to 20	3,5 to 4,0
	> 20	5,7 to 5,9
Tubular shafts	25 to 100	4 to 5,9 [4]
Stainless steel shafts	5 to 20	3,5 to 4,0
	> 20 to 80	5,7 to 5,9

[2] The first 50 mm at each end of mill-cut lengths may deviate slightly from the nominal diameter.
[3] Solid shafts of length up to 8 m and diameters up to 150 mm available on request.
[4] Depending on size.

Table 4

Dimensional Accuracy and Tolerance Zones

STAR Precision Steel Shafts are centreless ground; this eliminates the need to drill centre holes in the shaft.
The diameters of STAR Precision Steel Shafts are accurate to within the tolerance zones h6 and h7. Details on the dimensional accuracy of the shafts are compiled in Table 5. The tolerance for the diameter of annealed shaft sections may go slightly beyond the tolerance zones quoted.
STAR Precision Steel Shafts are also available in tolerance zone h5 on special request (standard diameters 30 to 80 mm only).

Tolerances for Metric-Size Steel Shafts

Nominal diameter range (mm)		over	3	6	10	18	30	50	80
		up to	6	10	18	30	50	80	120
Tolerance for diameter	h6	(μm)	0 / −8	0 / −9	0 / −11	0 / −13	0 / −16	0 / −19	0 / −22
	h7	(μm)	0 / −12	0 / −15	0 / −18	0 / −21	0 / −25	0 / −30	0 / −35
	Special tolerance [5]	(μm)	−20 / −28	−23 / −31	−24 / −34	−24 / −37	−24 / −41	−24 / −46	− / −
Roundness	h6	(μm)	4	4	5	6	8	9	10
	h7	(μm)	6	6	8	9	11	12	14
Taper / Convexity / Concavity	h6	(μm)	6	6	8	10	12	13	15
	h7	(μm)	10	10	12	12	15	15	17
Straightness		(μm)	40	40	40	40	60	60	60
Surface roughness C.L.A.	(R_a) [6]	(μm)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

[5] For standard sizes and tubular shafts only.
[6] Applies to shafts made of heat-treatable or high-carbon chrome alloy steel only. Please contact us for surface finish and surface roughness (Ra) tolerances for hard-chromium plated and stainless steel shafts.

Table 5

Notes:

- Hard-chromium-plated steel shafts are available in standard (as of 12 mm diameter) and inch dimensions to within tolerance zone h7 only.
- Taper, convexity, concavity and out-of-roundness are measured by means of pneumatic instruments.
- The straightness of the shafts is measured as indicated in Figure 2 on page 44. Because of the length of the shafts, it would be uneconomical to use the straightness measurement method specified in DIN 7184, section 7.1.1.1. Instead of direct measurement for straightness, the shafts are tested for runout as described in DIN 7184, section 7.2.7.1 and the reading obtained from this test halved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Precision Steel Shafts

Measurement of Straightness

Figure 2 shows how the shaft is measured for straightness. Runout measurements are performed at points equidistant between the support points and between the support points and the protruding ends of the shaft. The runout readings are halved to give shaft straightness.

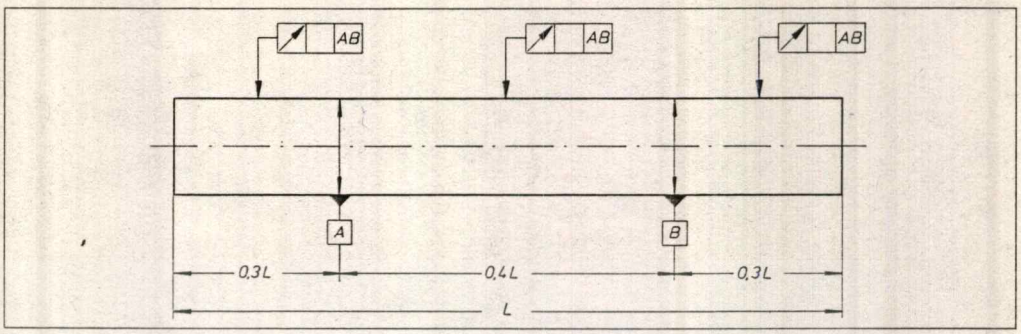


Figure 2

Roundness Trace

Figure 3 shows the roundness of a STAR Precision Steel Shaft.

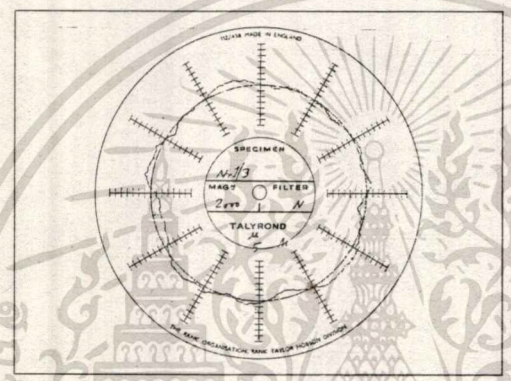


Figure 3

Shaft Hardness

The surface or STAR shafts is induction-hardened to a depth of about 1 to 4 mm, depending on the shaft diameter. Surface hardness and depth of hardness are extremely uniform, both in the axial and in the circumferential directions. This is the reason for the excellent dimensional consistency and long service life of STAR Precision Steel Shafts.

Figure 4 shows a longitudinal and a transverse section through a hardened and ground STAR Precision Steel Shaft. The hardened surface zone has been made visible by caustic etching.

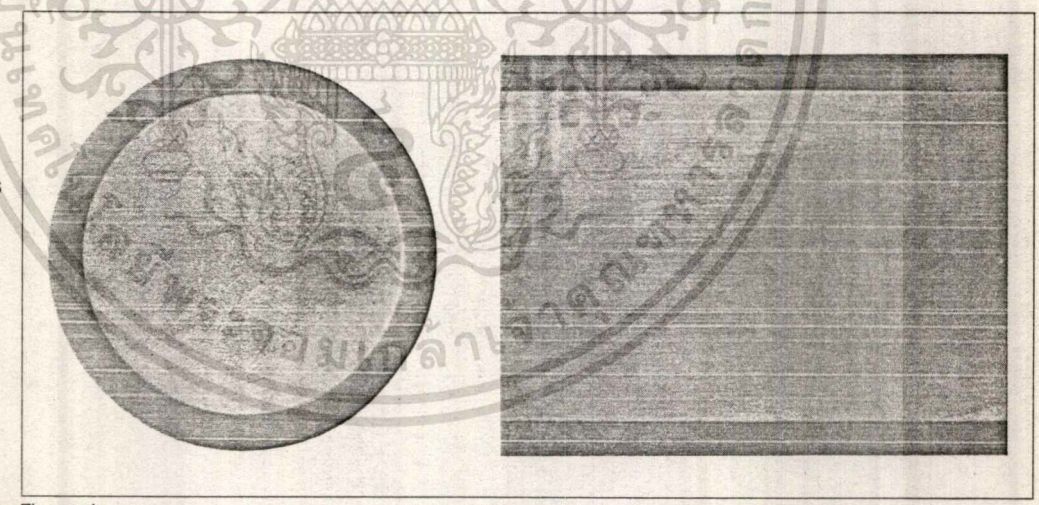


Figure 4

Depth of Useful Hardness

The fact that we harden our shafts to a greater depth than is generally specified in the anti-friction bearing industry (see Table 6) is a further reason for the long life of STAR Precision Steel Shafts and for their optimum suitability for use with STAR Ball Bushings.

Shaft diameter	d (mm)	over		13	20	40	80
		up to	13	20	40	80	110
Depth of hardness [1]	(approx. mm)		1	1,7	2,7	3,7	4

Table 6

[1] Please note that the transition from the hardened surface zone to the softer core is a gradual one (see Figure 5).
Please contact us for depths of hardness for stainless steel shafts.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Minimum Hardness

Solid and tubular shafts → HRC 60
Stainless steel shafts → HRC 53

Figure 5 shows the microstructure in the surface zone of a shaft cross section (magnification approx. 10 x). The hardened outer layer of martensite and the smooth transition to the tough inner core structure are clearly visible.

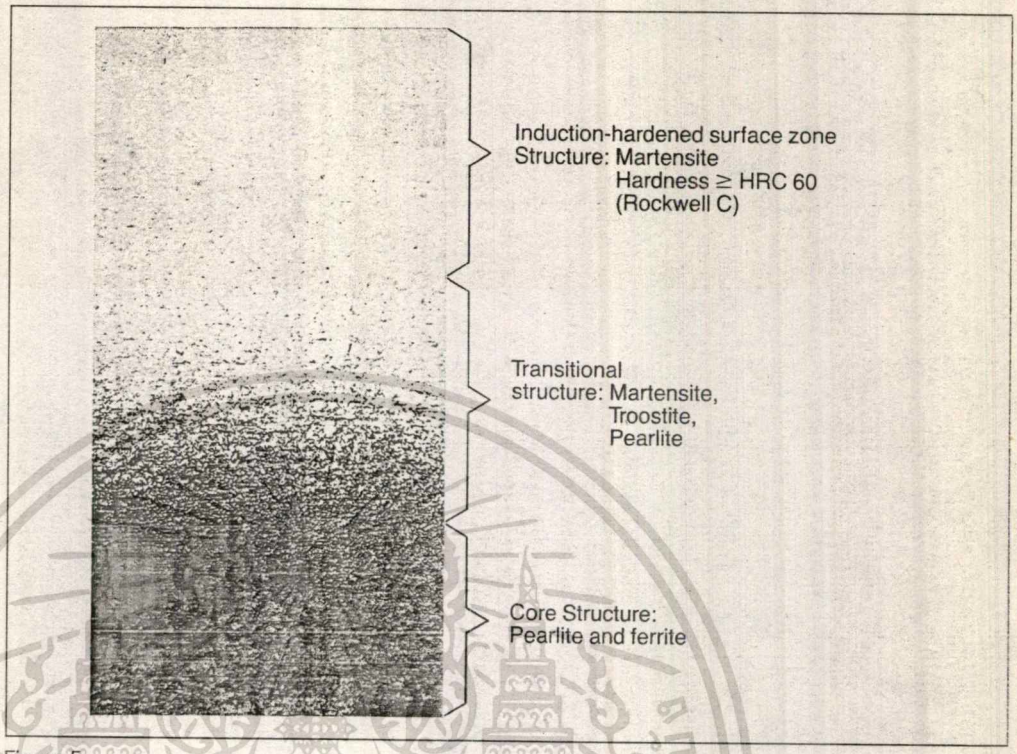


Figure 5

Special Machining

Hardened and ground steel shafts in mill-cut lengths are always in stock. These can be cut to any desired length and machined to give them any of the following:

- reduced-diameter ends
- radial or axial holes
- internal or external threads
- recesses
- counterbores
- or other specially-machined features.

The shaft lengths are accurate to within a tolerance of ± 0.4 mm for shafts of diameter up to 30 mm, and ± 0.6 mm for shafts of diameter over 30 mm. Shafts with tighter length tolerances can also be manufactured at a slight extra charge.

Shafts with grooves or flats extending over the entire or a major part of their length are available on special request.

Steel shafts intended for use as linear motion guideways for STAR Ball Bushings must be chamfered at the ends to prevent damage to the ball retainers or wipers when the ball bushing is being pushed onto the shaft.

Figure 6 and Table 7 give the dimensions of the chamfers required.

Ball bushings with seals must not be pushed over sharp edges in the shaft (e.g. retaining ring grooves), as this would damage the seal lips.

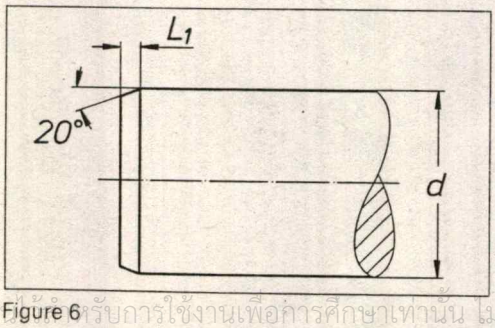


Figure 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shaft diameter	d (mm)	5	8	10	12	16	20	25	30	40	50	60	80
Length of chamfer	L_1 (mm)	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	3	3	3	3

Table 7

Common forms of special machining for shaft ends

Example I to VI

If you would like your shaft machined to any of these examples, state your order as follows (quote dimensions in mm; no drawing required):

Example I: Shaft diameter 30 h7/600 long (overall length); reduced diameter (both ends) 20 h6/40 long.

Example II: Shaft diameter 30 h7/600 long (overall length); external thread (both ends) M 20/40 long.

Example III: Shaft diameter 30 h7/600 long; retaining ring groove (both ends), DIN 471 l = 5.

Example IV: Shaft diameter 40 h6/1200 long; 90° cutout (one end), 4 deep/l = 25.

Example V: Shaft diameter 40 h6/1200 long; 90° countersink (one end), 4 deep/l = 30.

Example VI: Shaft diameter 40 h6/1200 long; centre hole (one end), D M10 to DIN 332, Part 2.

Further examples of special machining

Examples VII to XIV.

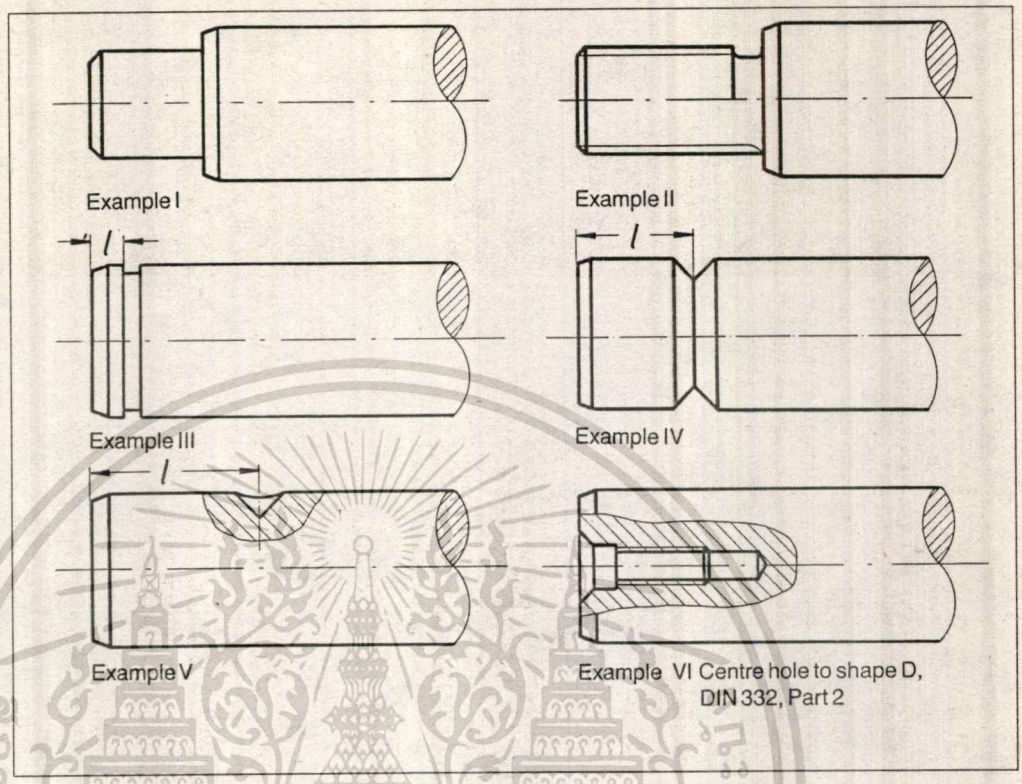


Figure 7

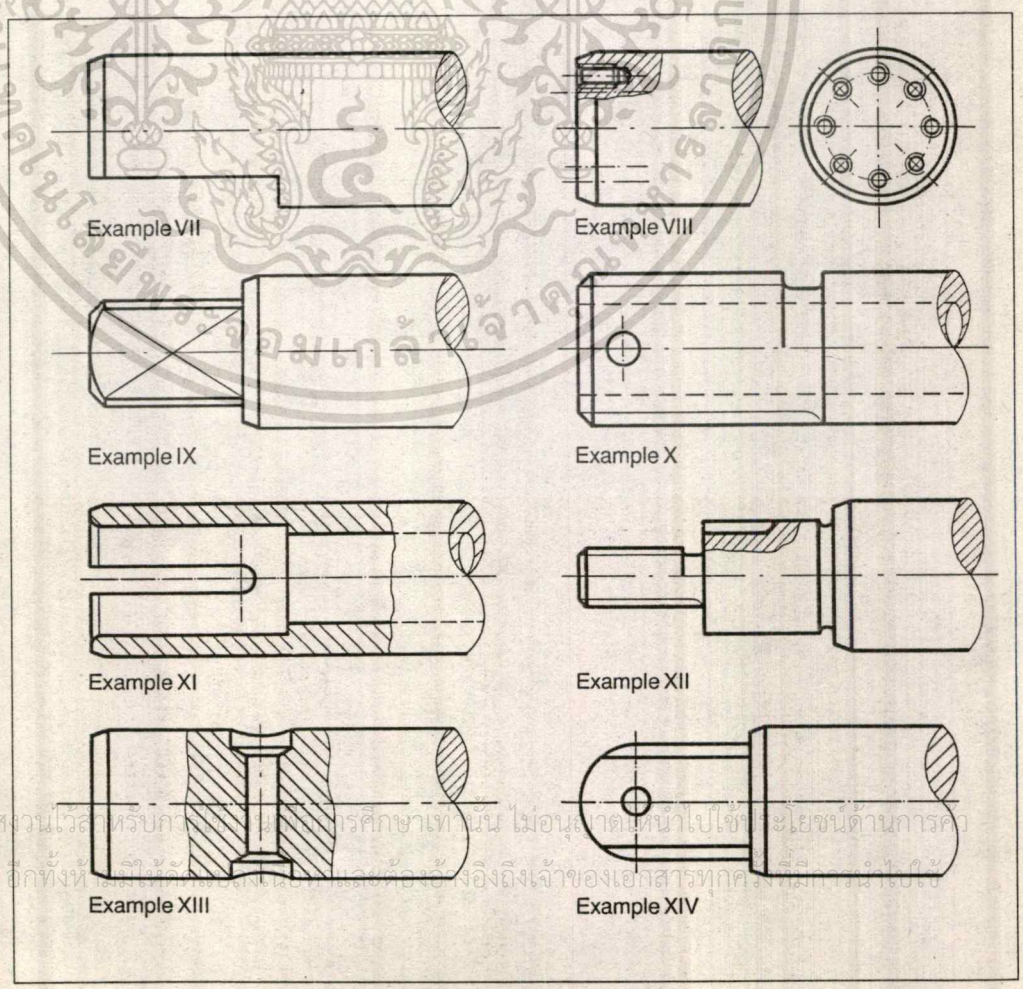


Figure 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shafts with Radial Holes, drilled or drilled and tapped

Shafts that have to be supported require radial holes for attachment to the shaft supports. The radial holes are drilled into the steel shafts after hardening and grinding.

The diameter, depth and spacing of the holes depend on the diameter of the shaft and on the type of support used. Refer to the tables for the respective shaft supports for the dimensions required for the mating holes in the shafts.

Steel Shafts can also be delivered with the Shaft Support Rails already attached.

t = depth of hardness[1] + approx. 1 mm (depending on d_1). For thread diameter d_1 and depth of thread N refer to tables for "Shaft Support Rails".

[1] See Table 6 on page 44.

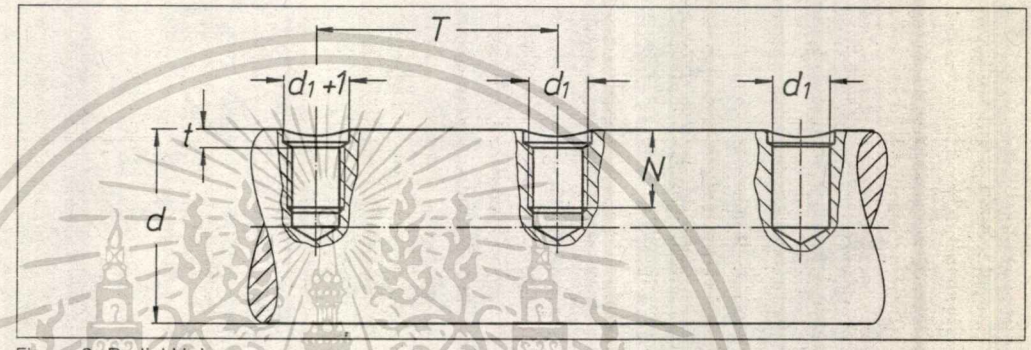


Figure 9: Radial Holes

Joined Shafts

We can supply joined shafts for applications requiring a shaft longer than the mill-cut lengths available.

The shaft sections are joined together by a spigot-and-recess arrangement, one section having a locating plug and the other a mating hole (see Figure 10). The joined shaft must rest on a full-length, continuous support rail or must at least be supported at regular intervals with one of the supports located at the joint between the shaft sections (see section on "STAR Shaft Support Rails" on pages 50 – 52).

The shafts must be axially tensioned against each other at the time the shaft assembly is screwed to the shaft support rail. This is to prevent a gap opening at the joint when the shaft assembly is loaded in service.

At the customer's request, the plug can be threaded and the mating hole tapped (see Figure 11). Line-up markings are then provided at the ends of the mating shaft sections to facilitate vertical alignment of the radial holes for attachment of the coupled shaft assembly to the shaft support rail.

All machining and marking operations are carried out on the shaft sections after they have been hardened and ground. Since it will not be possible to re-grind the finished joint, extreme care is taken in the machining of the centering arrangement to ensure precision mating of the shaft sections.

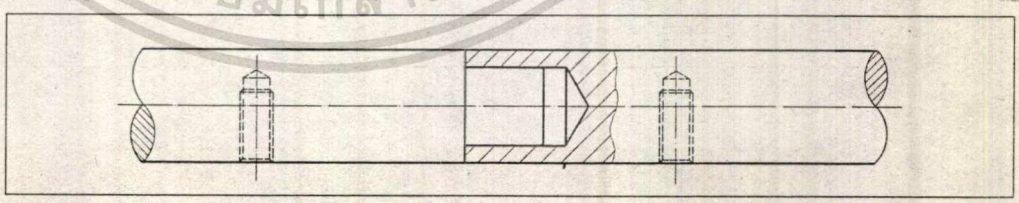


Figure 10

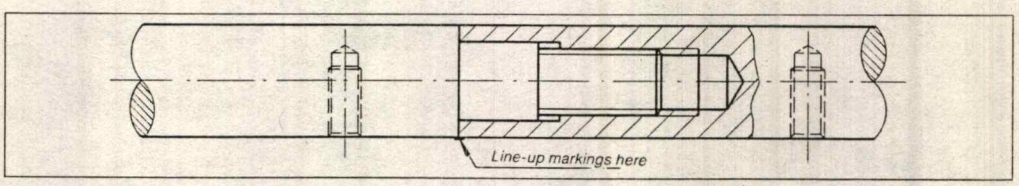


Figure 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Packaging and Packing of Steel Shafts

STAR Precision Steel Shafts are carefully packed in specially-produced cardboard rolls, wooden boxes, railway containers, etc., according to the size and quantities involved. For added protection during shipment, the shafts are coated with an anticorrosion film which must be removed by the user.

Pure benzine, white spirits or any other grease-removing agent may be used for this purpose. The ends of the shafts are protected by plastic nets during shipment. This is particularly important in the case of shaft sections for joined shafts, to prevent damage to the sharp, sensitive edges at the joints.

Shaft Deflection

When shafts are used as Linear Motion guideways for STAR Ball Bushings, it is important that the shaft deflection occurring under load is kept within certain limits, as otherwise the proper functioning and the service life of the assembly could be impaired[1].

[1] There will be no loss of load-carrying capacity or service life in STAR Super Ball Bushings provided the shaft deflection does not exceed 30'.

To facilitate the determination of shaft deflection by calculation, we have compiled the most common loading conditions together with the associated deflection formulae in Table 8.

The formulae for calculation of the inclination of the shaft in the ball bushing (tan α) can likewise be taken from this Table.

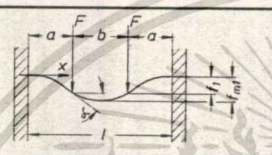
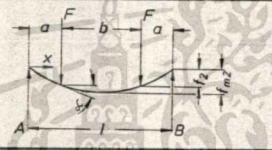
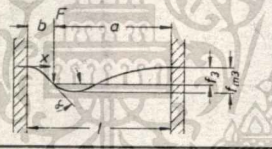
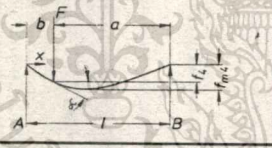
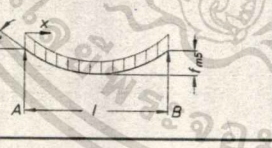
Loading condition	deflection formula	Shaft inclination in ball bushing
1 	$f_1 = \frac{F \cdot a^3}{6 \cdot E \cdot J} \cdot \left(2 - \frac{3 \cdot a}{l}\right)$ $f_{m1} = \frac{F \cdot a^2}{24 \cdot E \cdot J} \cdot (3l - 4a)$	$\tan \alpha_{(x=a)} = \frac{F \cdot a^2 \cdot b}{2 \cdot E \cdot J \cdot l}$
2 	$f_2 = \frac{F \cdot l^3}{2 \cdot E \cdot J} \cdot \frac{a^2}{l^2} \cdot \left(1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{a}{l}\right)$ $f_{m2} = \frac{F \cdot l^3}{8 \cdot E \cdot J} \cdot \frac{a}{l} \cdot \left(1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{a^2}{l^2}\right)$	$\tan \alpha_{(x=a)} = \frac{F \cdot a \cdot b}{2 \cdot E \cdot J}$
3 	$f_3 = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot J} \cdot \frac{a^3 \cdot b^3}{l^3 \cdot l^3}$ $f_{m3} = \frac{2 \cdot F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot J} \cdot \frac{a^3}{l^3} \cdot \frac{b^2}{l^2} \left(\frac{l}{l+2a}\right)^2$	$\tan \alpha_{(x=b)} = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^2}{2 \cdot E \cdot J \cdot l^2} \left(1 - \frac{2 \cdot b}{l}\right)$
4 	$f_4 = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot J} \cdot \frac{a^2 \cdot b^2}{l^2 \cdot l^2}$ $f_{m4} = f_4 \cdot \frac{l+b}{3 \cdot b} \cdot \sqrt{\frac{l+b}{3 \cdot a}}$	$\tan \alpha_{(x=b)} = \frac{F \cdot a}{6 \cdot E \cdot J \cdot l} (3b^2 - l^2 + a^2)$
5 	$f_{m5} = \frac{5 \cdot F \cdot l^3}{384 \cdot E \cdot J}$	$\tan \alpha_{(x=0)} = \frac{F \cdot l^2}{24 \cdot E \cdot J}$

Table 8

Values for E × J and Weights for Steel Shafts of Standard Dimensions

d (mm)	Solid shafts E·J (N·cm²)	Solid shafts Weight (kg/m)	Tubular shafts E·J (N·cm²)	Tubular shafts Weight (kg/m)
5	$6{,}32 \cdot 10^4$	0,15	–	–
8	$4{,}15 \cdot 10^5$	0,39	–	–
10	$1{,}03 \cdot 10^6$	0,62	–	–
12	$2{,}09 \cdot 10^6$	0,89	–	–
16	$6{,}62 \cdot 10^6$	1,57	–	–
20	$1{,}62 \cdot 10^7$	2,45	–	–
25	$3{,}96 \cdot 10^7$	3,8	$3{,}56 \cdot 10^7$	2,65
30	$8{,}20 \cdot 10^7$	5,5	$6{,}87 \cdot 10^7$	3,3
40	$2{,}59 \cdot 10^8$	9,8	$2{,}09 \cdot 10^8$	5,55
50	$6{,}33 \cdot 10^8$	15,3	$5{,}55 \cdot 10^8$	10
60	$1{,}31 \cdot 10^9$	22,1	$1{,}13 \cdot 10^9$	14
80	$4{,}15 \cdot 10^9$	39,2	$3{,}04 \cdot 10^9$	19,2

Table 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Shaft Support Rails

STAR Shaft Support Rails are designed to support the shafts on which STAR Super Ball Bushings run to prevent them from bending under load. STAR Shaft Support Rails are delivered in ready-to-mount sections of high dimensional accuracy and are specially designed to give high rigidity. Their low overall height allows the construction of extra-compact linear motion assemblies.

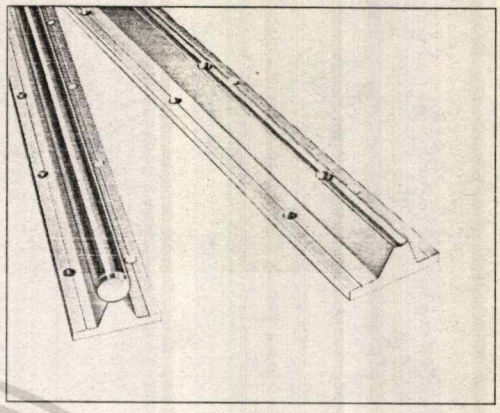


Figure 1

Material: Aluminium alloy

Advantages:

- Low overall height
  Used in conjunction with STAR Linear Sets, these shaft support rails give linear motion assemblies with extremely low overall as-installed heights.
- High rigidity
  The shaft bearing surface of the support rail is matched to the diameter of the mating-size shaft to ensure that the shaft bearing pressure acts at the optimum angle; together with the sturdy dimensions of the mounting screws, this guarantees high rigidity.

Where extra-high rigidity and precision are required, the pitch of the centre row of holes (for attachment of the shaft) should be reduced to 0.5 T_1.

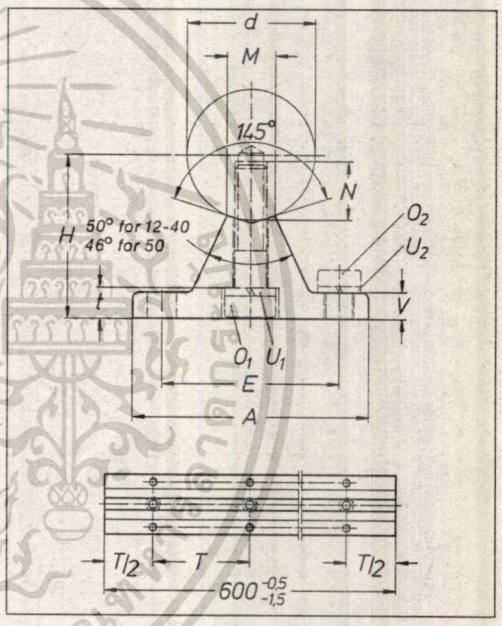


Figure 2

[1] Relative to shaft nominal diameter 'd' when screwed to base mounting surface.
[2] Applies only for screwing into tapped bores in steel or cast iron.
[3] T_1: For applications in which the load acts transverse to the open portion of the bushing and load capacity is near the load rating limit, or where high precision is required.
T_2: For applications subject to general requirements.

Reference Number	Dimensions (mm)												Hole spacing [3]		Weight (kg)
	d	H[1] ± 0,01	A	V	M	O_1 DIN 6912-8.8	U_1 DIN 7980	N	E	t	O_2 [2] DIN 6912-8.8	U_2 DIN 7980	T_1	T_2	
1050-.12-00	12	22	40	5	5,8	M 4x20	4	8	29	4,5	M 4x12	4	75	120	0,52
1050-.16-00	16	26	45	5	7	M 5x20	5	9	33	7,5	M 5x16	5	100	150	0,64
1050-.20-00	20	32	52	6	8,3	M 6x25	6	11	37	8	M 6x16	6	100	150	0,90
1050-.25-00	25	36	57	6	10,8	M 8x30	8	15	42	7,5	M 6x16	6	120	200	1,08
1050-.30-00	30	42	69	7	11	M10x35	10	17	51	9,5	M 8x25	8	150	200	1,43
1050-.40-00	40	50	73	8	15	M10x40	10	19	55	9,5	M 8x25	8	200	300	1,81
1050-.50-00	50	60	84	9	19	M12x45	12	21	63	11,5	M10x30	10	200	300	2,45

Table 1

5 = without mounting holes
6 = hole spacing T_1
7 = hole spacing T_2

Sizes 20 to 50 are also available in 1200 mm length:
Ref. No. 1050-5.. – 20, 1050-6.. – 20 and 1050-7.. – 20.

STAR Shaft Support Rails are also available with shaft already mounted:

Reference Number: 1014-0 . . – . .

- **00** = shaft of heat-treatable steel, h6
- **01** = shaft of heat-treatable steel, h7
- **30** = shaft of stainless steel, h6
- **31** = shaft of stainless steel, h7
- size code = d (from Table 1)

Example of ordering text:
Shaft support rail with shaft of heat-treatable steel, 30 mm dia., 1200 mm length, tolerance quality h6, mounting hole spacing T_1:
1014-030-00 / 1200 mm/T_1

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Supported Shaft Assemblies without Flange

These specially-designed steel support rails for linear motion assemblies incorporating open STAR Super Ball Bushings give extremely compact assemblies and are suitable for applications in which the shaft can be mounted from below (see Figure 5). A comparison with conventional types of shaft support rail with flange (Figure 4) illustrates the extremely low as-installed heights that can be achieved with this component.

The fitting edge (Figures 5 and 6) facilitates alignment of the support rails for smooth running of the ball bushings.

Mounting:
The shaft support rail must be carefully aligned for mounting as follows: push the first shaft and shaft support rail up against the fitting edge and screw down; then align the second shaft, preferably with the aid of a straightedge, and screw down.
These components are supplied only together with STAR Precision Steel Shafts of tolerance quality h6 or h7. They are available in ready-cut lengths up to 3 000 mm; if longer lengths are required, the shaft support rails can be mounted end-to-end.

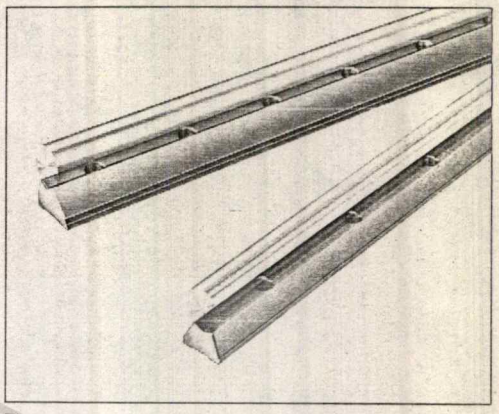


Figure 3

To facilitate mounting and in applications subject to major side loads, we recommend retention by means of a flat retaining strip or a wedge-profile as shown in the illustration below.

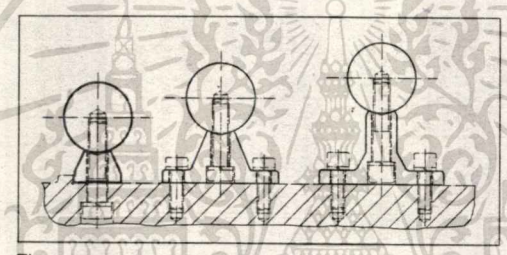
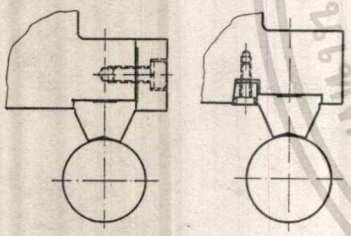


Figure 4



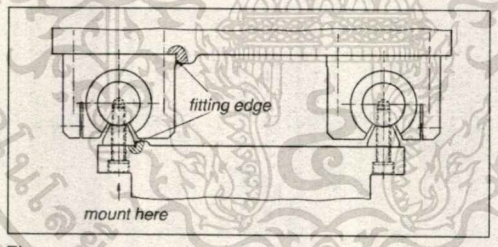


Figure 5

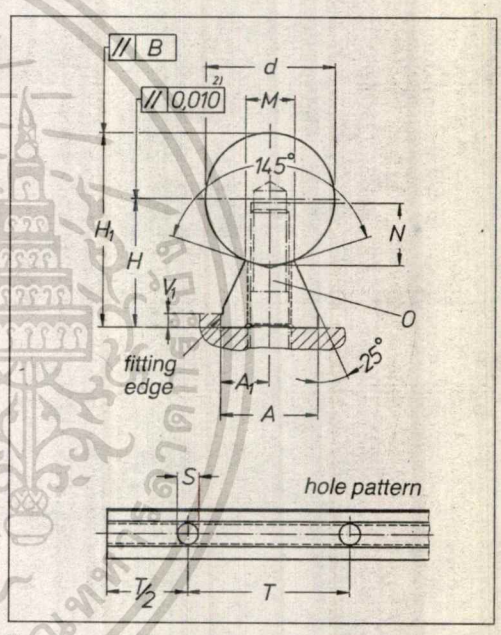


Figure 6

Dimensions and Tolerances

Size code	Dimensions (mm)										Tolerances within one grade (μm)					Weight with shaft
												Shaft h6		Shaft h7		
	H[1]	H_1	A ±0,02	A_1 ±0,02	V_1	T	S	N	M	O DIN 912-8.8	H[2]	B[3)4)]	H_1[3)]	B[3)4)]	H_1[3)]	(kg/m)
16	18	26	14	7	3	75	5,5	9	7	M 5	20	22	32	25	36	2,5
20	22	32	17	8,5	3	75	6,6	11	8,3	M 6	20	23	33	25	38	3,8
25	26	38,5	21	10,5	3	75	9	15	10,8	M 8	20	23	33	25	38	5,6
30	30	45	23	11,5	3	100	11	17	11	M10	20	23	33	25	38	7,6
40	39	59	30	15	4	100	13,5	21	15	M12	20	25	35	27	41	13,4
50	46	71	35	17,5	5	100	15,5	25	19	M14	20	25	35	27	41	20,2

Table 2

Material: Steel

Reference Number:

1016-0..-..
- **00** = shaft of heat-treatable steel, h6
- **01** = shaft of heat-treatable steel, h7
- **30** = shaft of stainless steel, h6
- **31** = shaft of stainless steel, h7
- = size code = d (from Table 2)

[1] Tolerance: ± 0.02; delivered graded by height to 20 μm (colour coded).
[2] Measured with gauging shaft of nominal diameter 'd' and length approx. 30 mm.
[3] Including shaft tolerance, measured when screwed to base mounting surface.
[4] Up to length 3000 mm; values for longer lengths approx. 10 μm higher.

Example of ordering text:
Shaft support rail with shaft of heat-treatable steel, 30 mm dia., 900 mm length, tolerance quality h7: **1016-030-01/900 mm**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

Shaft Support Rails for STAR Linear-Sets® with Side Opening

Shaft Support Rails for STAR Linear Sets® with Side Opening and STAR Super Ball Bushing®

for applications with stringent operating precision and rigidity requirements.

Material: Aluminium alloy

Interchangeability:
These elements are interchangeable with the corresponding conventional steel series 1051-1..–..

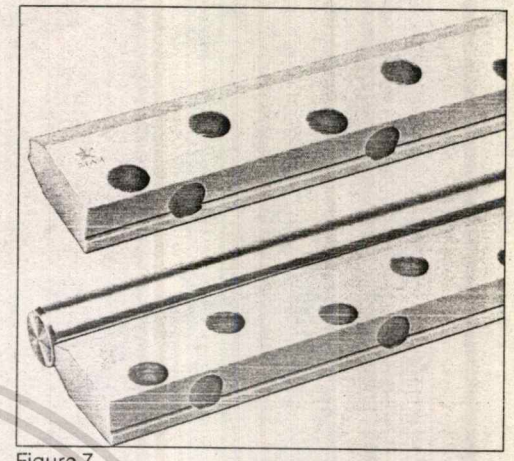


Figure 7

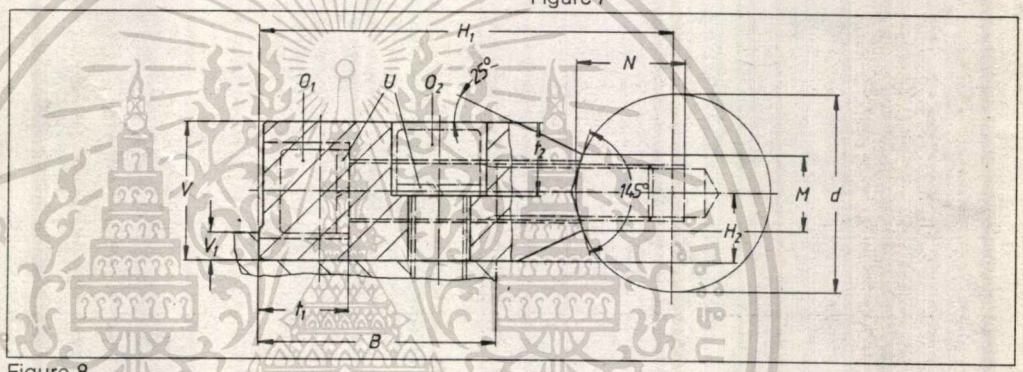


Figure 8

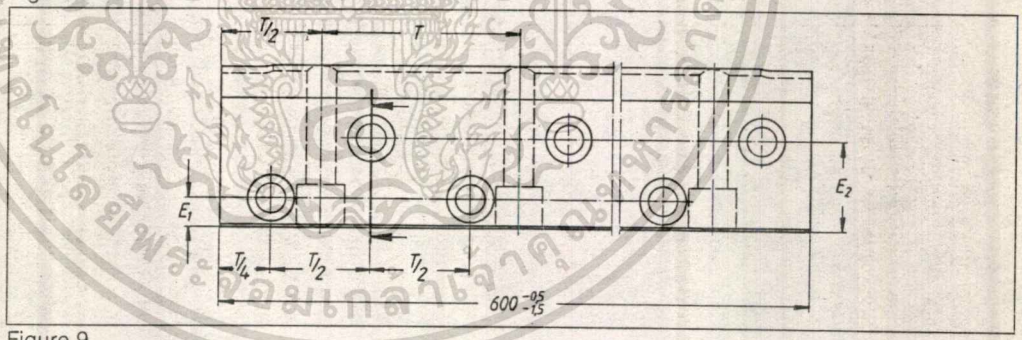


Figure 9

1) Relative to shaft nominal diameter 'd', measured when screwed to base mounting surface.
2) Recommended design: machine opposite side without fitting edge (V_1); align parallel by means of shafts.
3) Applies only for screwing into steel or cast iron.

Reference Number	Dimensions (mm)																Weight (kg)
	d	H_1 [1]	H_2 [1]	V	M	E_1	E_2	T	t_1	t_2	V_1 [2]	B [2]	N	O_1	O_2 [3]	U	
		js6	±0,012			±0,15	±0,15				max.			DIN 912-8.8.		DIN 7980	
1054-120-00	20	52	7,5	15	8,3	8	22	75	8,5	8,5	4	30	11	M 6x45	M 6x16	6	1,0
1054-125-00	25	62	10	20	10,8	10	26	75	14	11	5,5	36	15	M 8x50	M 8x20	8	1,3
1054-130-00	30	72	12,5	25	11	12	30	100	14,5	13,5	7	42	17	M10x60	M10x25	10	1,9
1054-140-00	40	88	15	30	15	12	38	100	17	16	8,5	50	21	M12x70	M12x30	12	2,7
1054-150-00	50	105	17,5	35	19	15	45	100	22,5	18,5	9	60	25	M14x80	M14x35	14	3,7

Table 3

STAR Shaft Support Rails are also available with shafts already mounted:

Reference Number: 1015-0..–..

- **00** = shaft of heat-treatable steel, h6
- **01** = shaft of heat-treatable steel, h7
- **30** = shaft of stainless steel, h6
- **31** = shaft of stainless steel, h7
- size code = d (from Table 3)

Example of ordering text:
Shaft support rail with shaft of heat-treatable steel, 30 mm dia., 1200 mm long, tolerance quality h6:
1015-030-00 / L = 1200 mm / T = 100 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shaft Support Rails with one row of mounting holes and wider mounting hole pitch, for STAR Linear Sets® with side opening and STAR Super Ball Bushing®

for applications with general precision and rigidity requirements.

Material: Aluminium alloy

Interchangeability:
These elements are interchangeable with the corresponding conventional steel series 1051-2..-.., please refer to Part B, page 63 to 67.

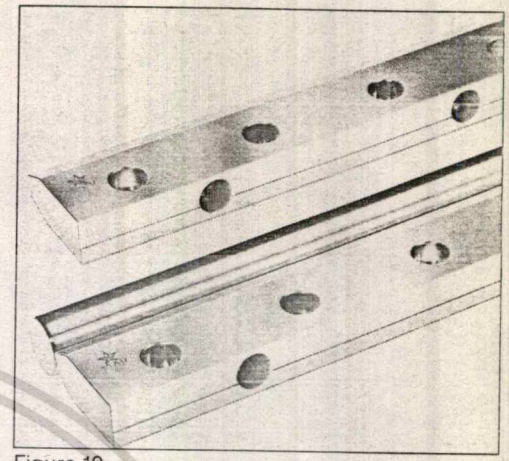


Figure 10

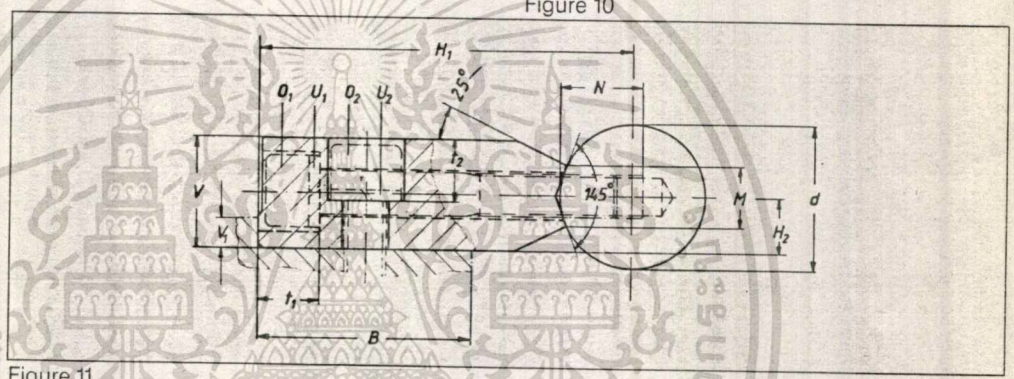


Figure 11

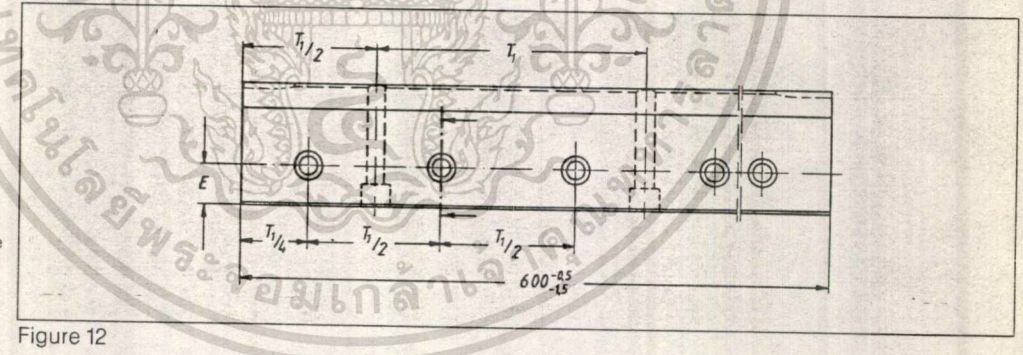


Figure 12

1) Relative to shaft nominal diameter 'd', measured when screwed to base mounting surface.
2) Recommended design: machine opposite side without fitting edge (V_1); align parallel by means of shafts.
3) Applies only for screwing into steel or cast iron.

Reference Number	Dimensions (mm)																Weight (kg)
	d	H_1 [1]	H_2 [1]	V	M	E	T_1	t_1	t_2	V_1 [2]	B [2]	N	O_1	O_2 [3]	U_1	U_2	
		js6	±0,012			±0,15				max.			DIN 912-8.8.		DIN 7980		
1054-220-00	20	52	7,5	15	8,3	15	100	8,5	8,5	4	30	11	M 6x45	M 6x16	6	6	1,1
1054-225-00	25	62	10	20	10,8	18	120	14	11	5,5	36	15	M 8x50	M 8x20	8	8	1,5
1054-230-00	30	72	12,5	25	11	21	150	14,5	13,5	7	42	17	M10x60	M10x25	10	10	2,1
1054-240-00	40	88	15	30	15	25	200	17,5	16	8,5	50	19	M10x70	M10x30	10	12	3,0
1054-250-00	50	105	17,5	35	19	30	200	21,5	18,5	9	60	21	M12x80	M14x35	12	14	4,2

Table 4

STAR Shaft Support Rails are also available with shafts already mounted:

Reference Number: 1015-0.. – ..

- **00** = shaft of heat-treatable steel, h6
- **01** = shaft of heat-treatable steel, h7
- **30** = shaft of stainless steel, h6
- **31** = shaft of stainless steel, h7
- size code = d (from Table 4)

Example of ordering text:
Shaft support rail with shaft of heat-treatable steel, 30 mm dia., 1200 mm long, tolerance quality h6:
1015-030-00 / L = 1200 mm / T_1 = 150 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAR Shaft Support Blocks – the Ideal Mounting Element

Where closed or slotted STAR Linear Sets are used in a linear motion assembly, the shaft is supported and clamped at the ends only. It is for this purpose that STAR Precision Shaft Support Blocks have been designed.

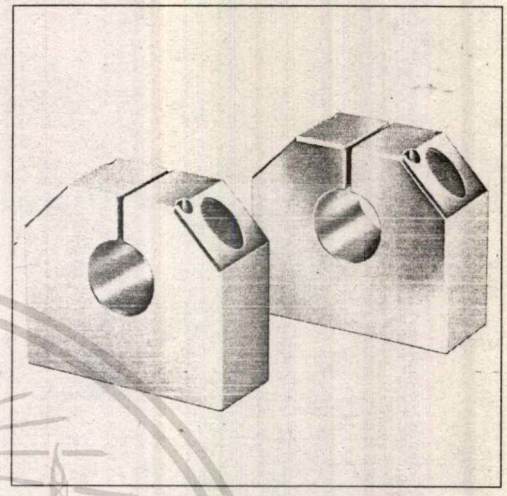


Figure 1

Material: Aluminium alloy

Advantages:

- wide-base design ensures rigid holding of the shaft
- centre-bores for locating pin holes for extra stability
- high dimensional precision permits interchangeability of units
- much more economical than users' own designs

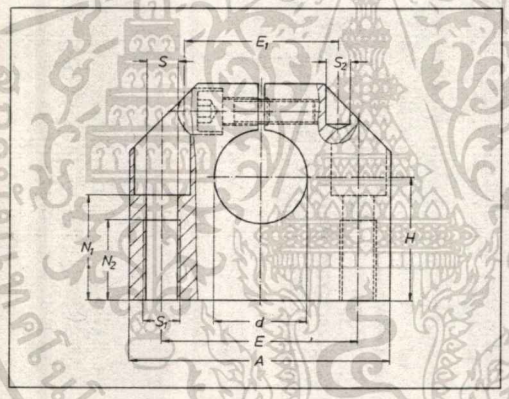


Figure 2

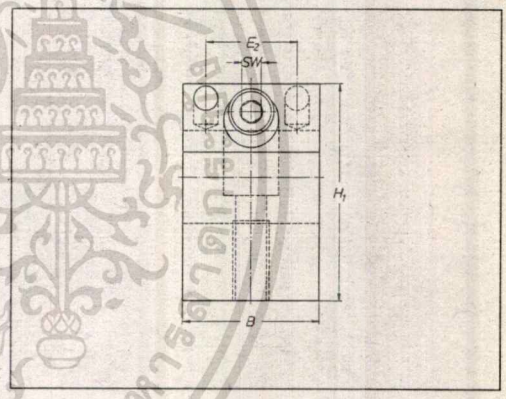


Figure 3

Reference Number	Dimensions (mm)														Weight (kg)
	d H8	H[1] ±0,01	H_1	A	B	E	E_1[3]	E_2[3]	S[2]	S_1	S_2[3]	N_1	N_2	SW	
1057-010-00	10	18	31	39	20	27±0,15	17	13	5,3	M 6	4	14	13	3	0,05
1057-012-00	12	20	35	43	20	30±0,15	20	13	5,3	M 6	4	16,5	13	3	0,06
1057-016-00	16	25	42	53	24	38±0,15	26	16	6,6	M 8	5	21	18	4	0,11
1057-020-00	20	30	51	60	30	42±0,15	30	20	8,4	M10	6	25	22	5	0,18
1057-025-00	25	35	61	78	38	56±0,15	40	25	10,5	M12	8	30	26	6	0,35
1057-030-00	30	40	70	87	40	64±0,15	45	26	10,5	M12	8	34	26	6	0,48
1057-040-00	40	50	88	108	48	82±0,15	65	32	13,5	M16	10	44	34	8	0,90
1057-050-00	50	60	105	132	58	100±0,20	70	36	17,5	M20	12	49	43	10	1,50

Table 1

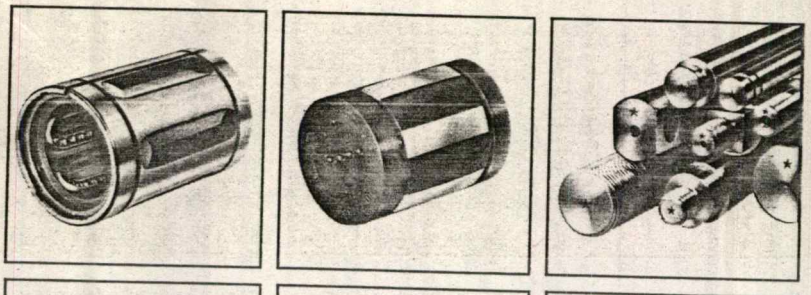
[1] Relative to shaft nominal diameter 'd'.
[2] Hex. socket head cap screws to DIN 912-8.8, spring lock washers to DIN 7980.
[3] Two centre-bores for locating pin holes.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การแสวงหากำไร ในกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

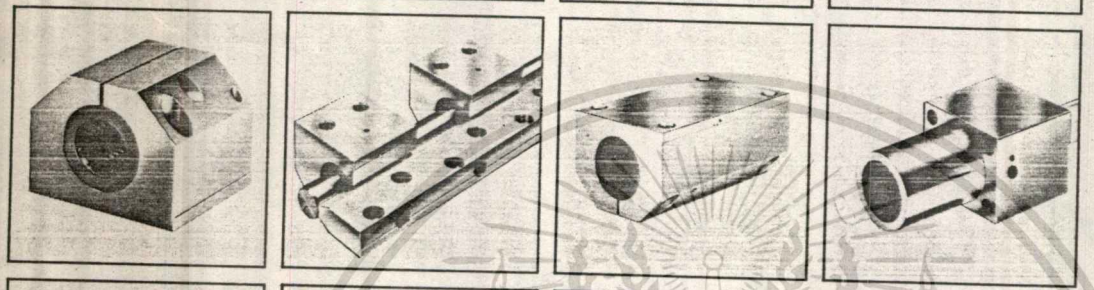
Deutsche Star GmbH
Postfach 11 64
D-8720 Schweinfurt 1

Tel. (0 97 21) 9 37-0
Tx 6 73 245
Ttx 9 721 817 = star
Fax (0 97 21) 9 37-2 75

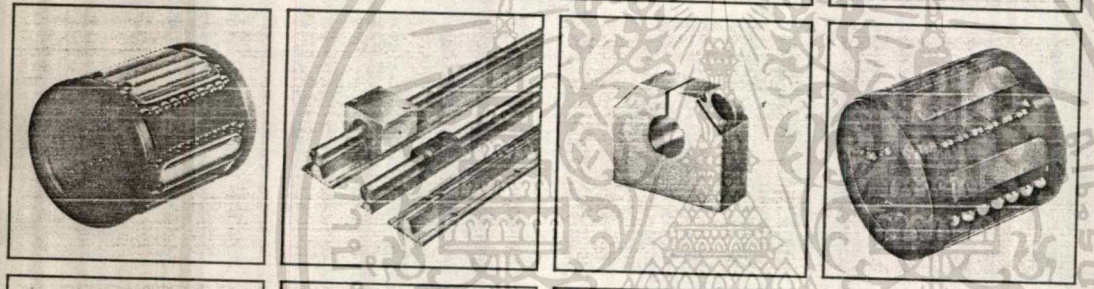
The Complete Linear Motion Programme



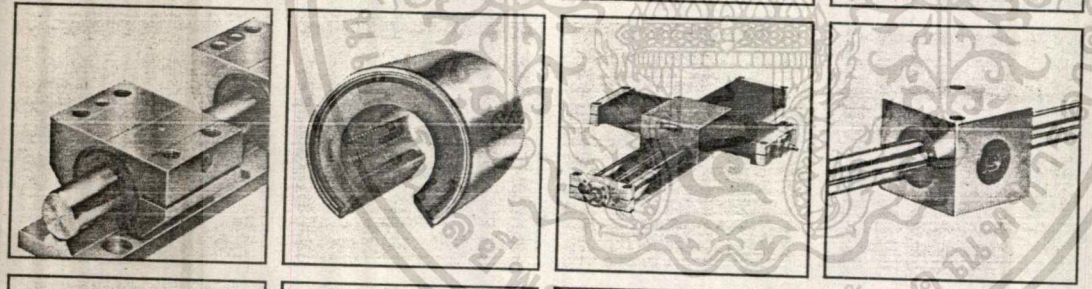
STAR Standard Ball Bushings
STAR Super Ball Bushings®
STAR Precision Steel Shafts



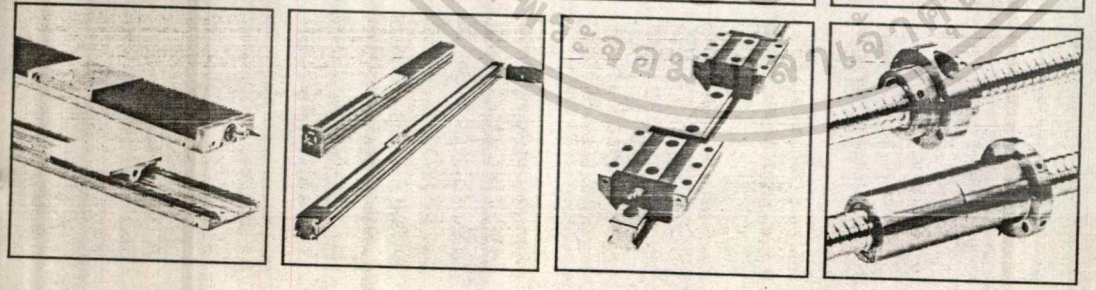
STAR Linear Sets
Lightweight block series
with STAR Super Ball Bushings®:
closed, slotted and open types
side-opening type,
Tandem Sets,
Tandem Flange Sets



STAR Compact Ball Bushings
Shaft Support Rails
Shaft Support Blocks
STAR Segmental Ball Bushings



STAR Radial Compact Sets
STAR Radial Ball Bushings
for extra-high load capacity
STAR Linear and X-Y Slides
Transfer and X-Y Tables
STAR Torque-Resistant Ball
Bushings



STAR Ball Rail Tables
STAR Linear Modules
STAR Ball Rail® Systems
STAR Ball Screw Assemblies,
precision-rolled and ground
thread

March 1990

Supersedes all previous issues.

The illustrations and drawings in this catalog show principles of design or operation and are for reference only, subject to alteration without notice.

This catalog or any part thereof may not be reproduced without our written permission.

เอกสารนี้และเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

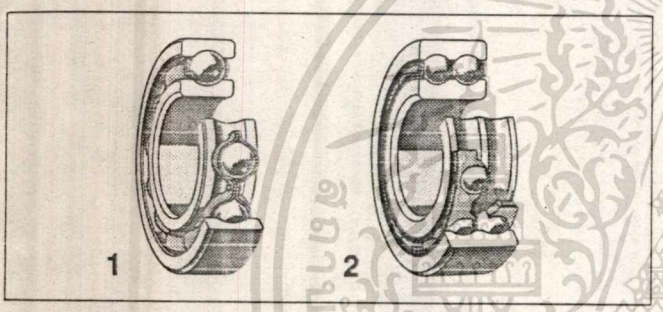
142-2/2/90/3 Bi · Printed in West Germany

Bearing Types

ตลับลูกปืนชนิดต่าง ๆ ของ เอส เค เอฟ

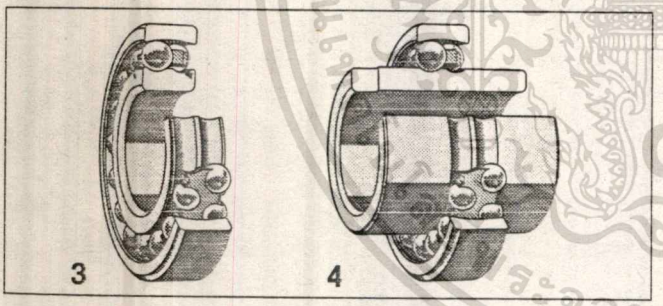
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ ( ) คือ หมายเลขของภาพประกอบที่ตรงกับตลับลูกปืนชนิดที่กล่าวถึง

ตลับลูกปืนรับแรงแนวรัศมี (ตั้งฉากกับเพลา)

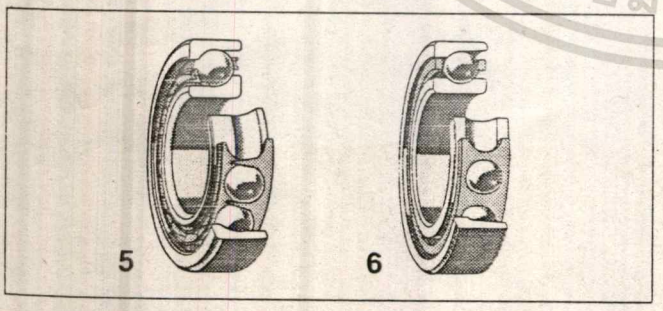


ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก
แถวเดี่ยว*) (1)
พร้อมซีลยาง หรือซีลโลหะ
พร้อมร่องแหวนสปริงที่แหวนนอก
(และร่องแหวนสปริง) ชนิดสองแถว (2)

*) *ดูแคตตาลอค "THIN SECTION BEARING" ของ เอส เค เอฟ ประกอบ*

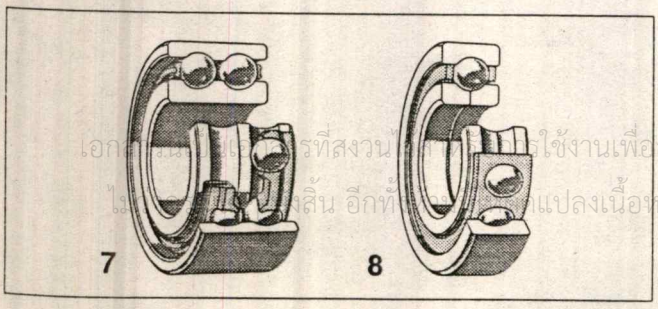


ตลับลูกปืนเม็ดกลมสองแถวปรับแนวได้เอง
ชนิดรูตรงและรูเฉียงของแหวนใน (3)
ชนิดพร้อมซีล
และมีชนิดแหวนในกว้างกว่าแหวนนอก (4)



ตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุม
แถวเดี่ยว*) (5)
สำหรับใช้เป็นคู่
ชนิดความเที่ยงตรงสูง**) (6)

*) *ดูแคตตาลอค เอสเคเอฟ "THIN SECTION BEARING" ประกอบ*
**) *ดูแคตตาลอค เอสเคเอฟ "PRECISION BEARING" ประกอบ*

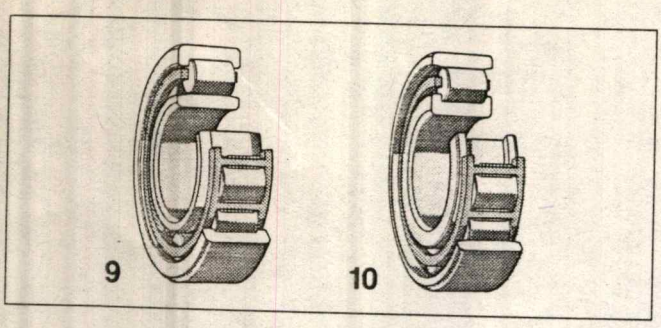


ชนิดสองแถว (7)
พร้อมซีลยางหรือโลหะ
ชนิดมุมสัมผัส 4 จุด*) (8)

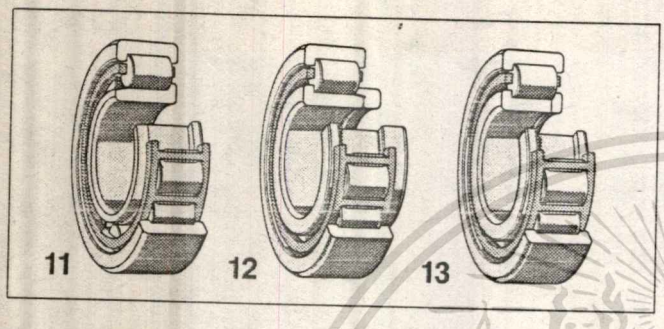
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*) *ดูแคตตาลอค เอสเคเอฟ "THIN SECTION BEARING" ประกอบ*

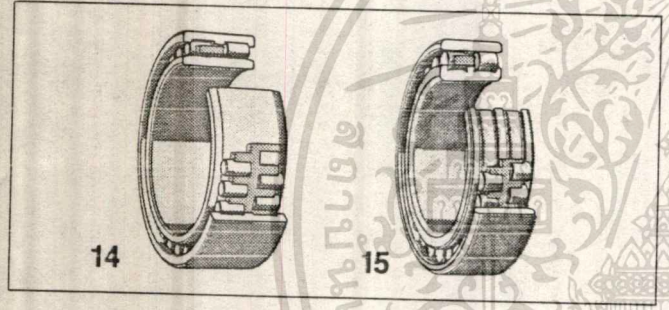
ตลับลูกปืนรับแรงแนวรัศมี (แรงตั้งฉากกับเพลา)



ตลับลูกปืนเม็ดทรงกระบอก
แถวเดี่ยว
ชนิด NU (9)
ชนิด N (10)

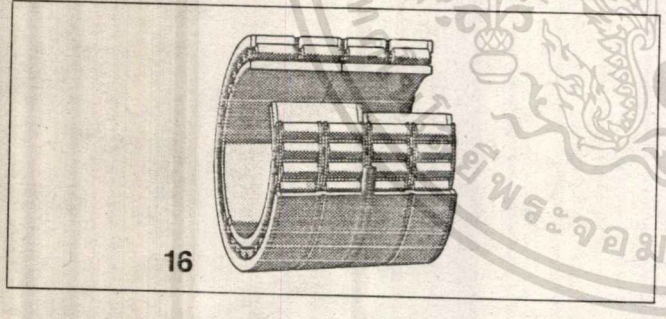


ชนิด NJ (11)
ชนิด NJ พร้อม แหวนมุม HJ (12)
ชนิด NUP (13)



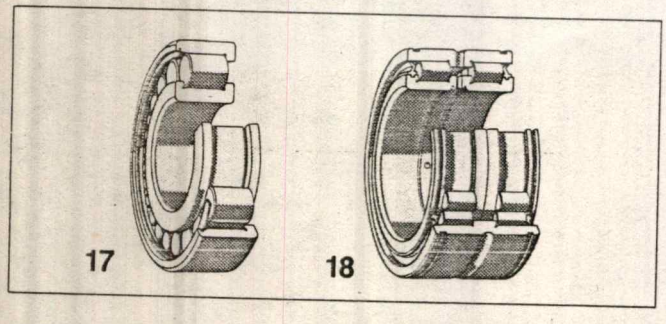
ชนิดสองแถว*)
NNU (14)
NN (15)

*) ดูแคตตาลอค เอส เค เอฟ *"BEARING FOR HEAVY ENGINEERING APPLICATION"* และ *"PRECISION BEARING"* ประกอบ



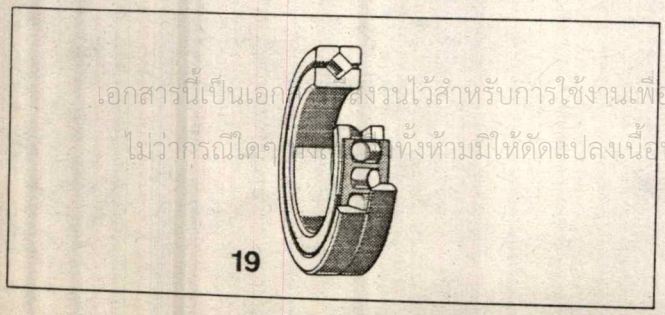
ชนิดสี่แถว*)
รูตรง (16) หรือรูเฉียงที่แหวนใน

*) ดูแคตตาลอค เอสเคเอฟ *"BEARING FOR HEAVY ENGINEERING APPLICATION"*



ตลับลูกปืนทรงกระบอกตรง พร้อมส่วนประกอบสมบูรณ์ (ไม่มีรัง)
แถวเดี่ยว (17)
แถวคู่พร้อมซีล (18) หรือไม่มีซีล
หลายแถว*)

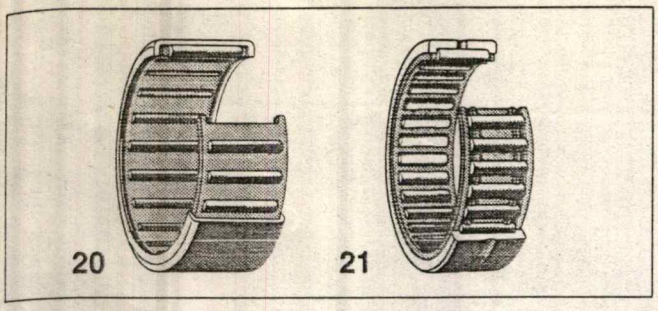
*) ดูแคตตาลอค เอสเคเอฟ *"BEARING FOR HEAVY ENGINEERING APPLICATIONS"*



ตลับลูกปืนเม็ดทรงกระบอกไขว้ชนิดเม็ดไขว้ (19)

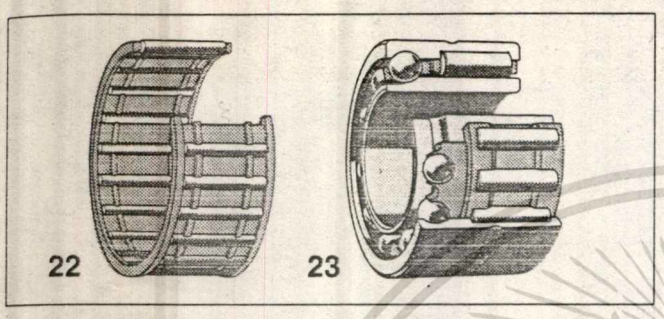
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลับลูกปืนรับแรงแนวรัศมี (แรงตั้งฉากกับเพลา)



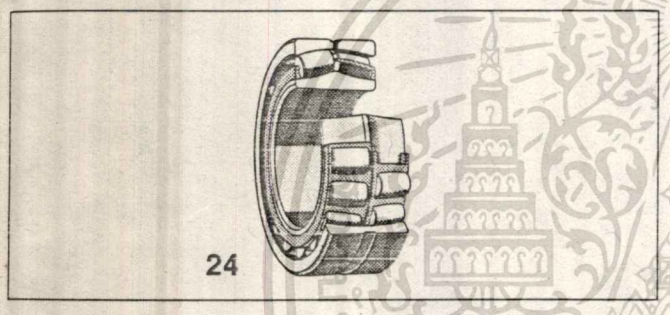
ตลับลูกปืนเม็ดเข็ม
ลูกปืนเม็ดเข็มแบบครอนคัพ ปลายเปิด (20) หรือปลายปิด
ลูกปืนเม็ดเข็มที่แหวนนอกบ่าข้างมักมีหรือไม่มีแหวนใน (21) พร้อมซีล
ลูกปืนเม็ดเข็มที่แหวนนอกไม่มีบ่าข้าง*)มีหรือไม่มีแหวนใน

*) *ดูแคตตาลอค เอสเคเอฟ "Needle roller bearings"*

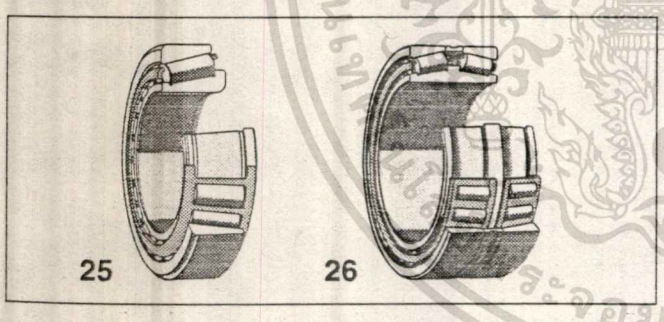


ลูกปืนเม็ดเข็มชนิดไม่มีแหวนนอกและแหวนใน (22)
ลูกปืนเม็ดเข็มและลูกปืนชนิดอื่น ๆ ในตลับเดียวกัน (23)
ลูกปืนเม็ดเข็มปรับศูนย์เอง*)

*) *ดูแคทตาลอค "Needle roller bearings"*

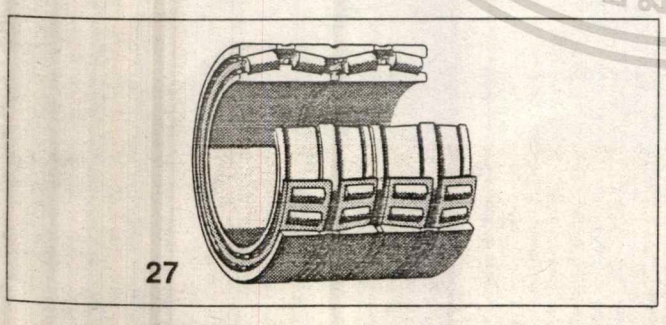


ตลับลูกปืนเม็ดหมอนสองแถว
ชนิดรูตรง (24) หรือรูเฉียงที่แหวนวงใน



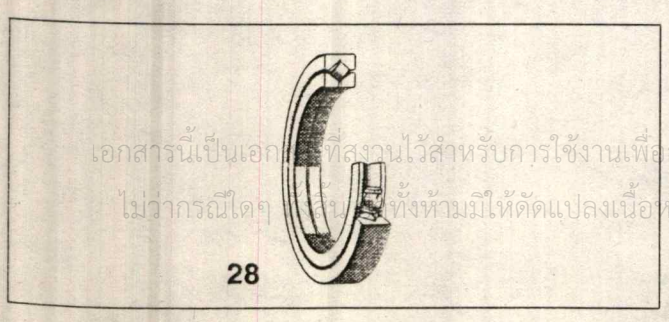
ตลับลูกปืนเม็ดเรียว
แถวเดี่ยว (25)
ชนิดคู่
สองแถว*) (26)

*) *ดูแคตตาลอค เอส เค เอฟ "BEARING FOR HEAVY ENGINEERING APPLICATIONS"*



ชนิดสี่แถว*) (27)

*) *ดูแคทตาลอค เอส เค เอฟ "BEARING FOR HEAVY ENGINEERING APPLICATIONS"*

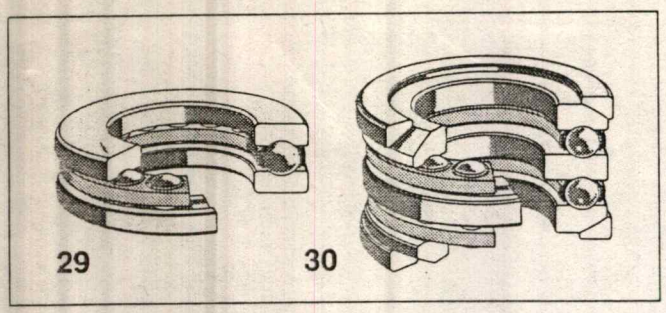


ตลับลูกปืนเม็ดเรียว แบบไขว้ *) (28)

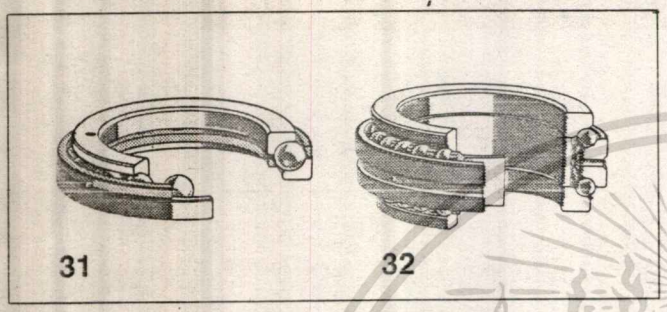
*) *ดูแคทตาลอค เอส เค เอฟ "PRECISION BEARING"*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งนี้ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลับลูกปืนกันรุน

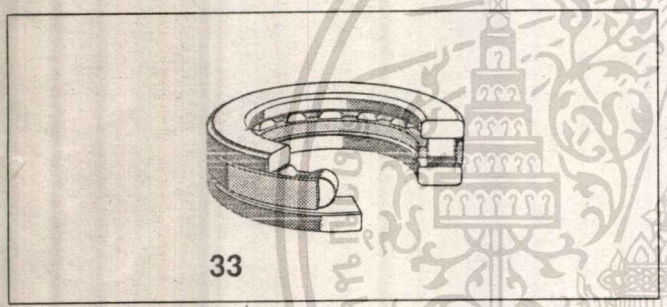


ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลม
ทิศทางเดียว
พร้อมแหวนเสื้อชนิดแบน (29)
พร้อมแหวนเสื้อชนิดผิวโค้ง และแหวนรอง
สองทิศทาง
พร้อมแหวนเสื้อชนิดแบน
พร้อมแหวนเสื้อชนิดผิวโค้งและแหวนรอง (30)

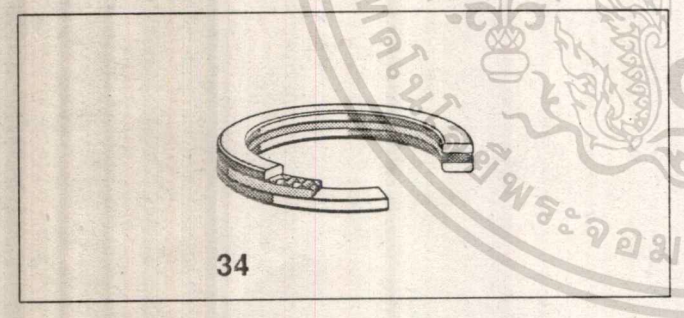


ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม
ทิศทางเดียว *) (31)
สองทิศทาง *) (32)

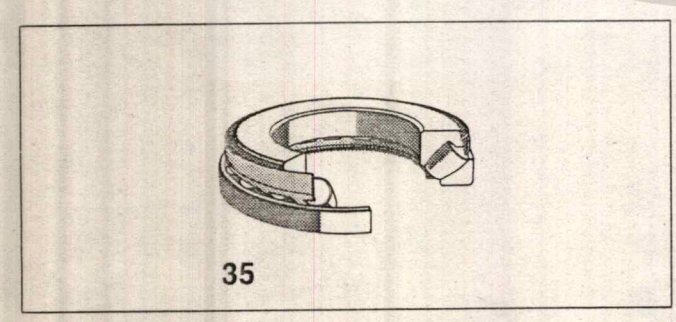
*) ดูแคทตาลอค เอส เค เอฟ *"BEARING FOR HEAVY ENGINEERING APPLICATION AND PRECISION BEARINGS"*



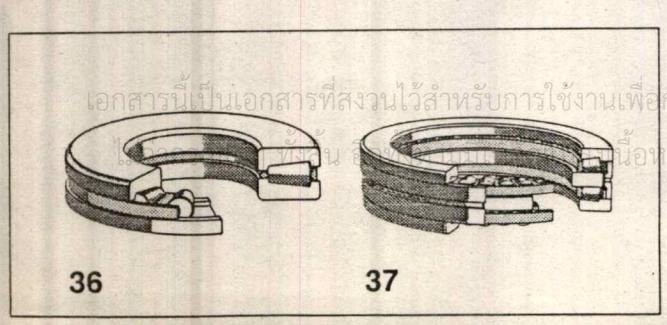
ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดทรงกระบอก ตรง (33)



ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดเข็ม (34)



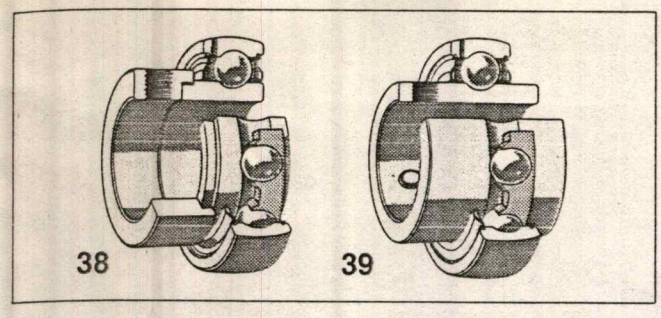
ตลับลูกปืนเม็ดโค้งกันรุน (35)



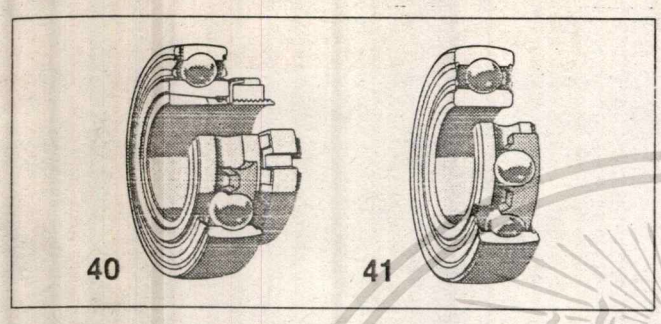
ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดเรียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

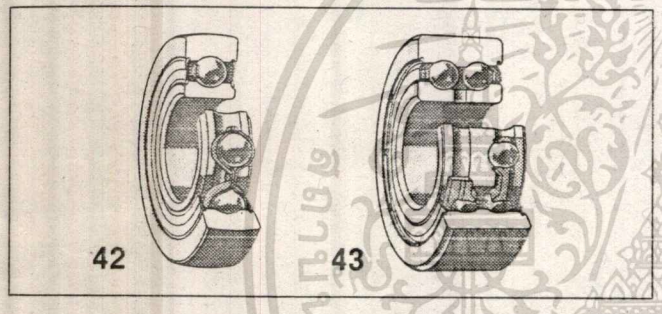
วาย แบริ่ง, แทรครันเนอร์ แบริ่ง



วาย แบริ่ง (ตลับลูกปืนวาย)
- พร้อมแหวนล็อคเยื้องศูนย์พร้อมสลักเกลียว
- พร้อมวงแหวนในยื่นด้านเดียว (38)
- พร้อมแหวนล็อคศูนย์ พร้อมสลักเกลียว
- พร้อมวงแหวนในยื่น 2 ด้าน (39)

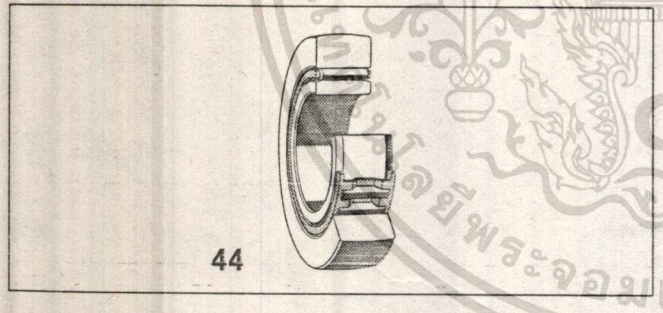


พร้อมปลอกปรับขนาดเพลา (40)
พร้อมแหวนในธรรมดา (41)

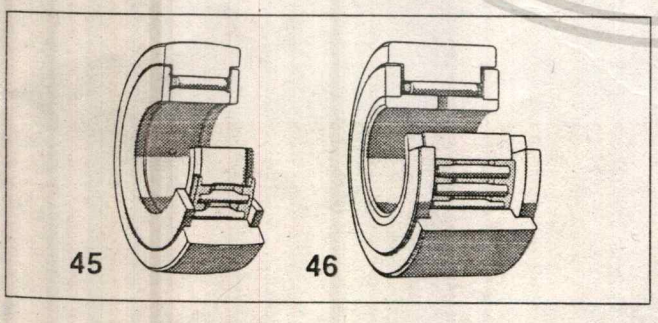


ลูกกลิ้งแคม (ตลับลูกปืนชนิดแหวนนอกหนา)
แบบหน้าแคบ
- พร้อมแหวนนอกผิวโค้ง (42)

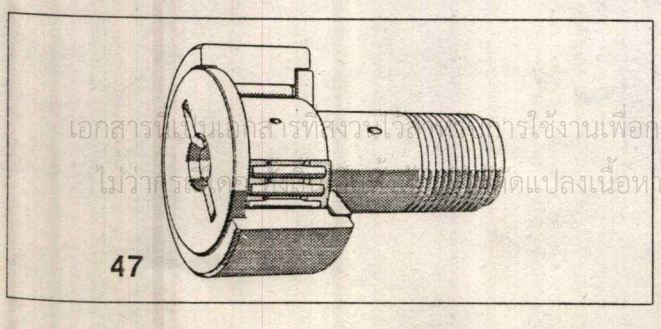
แบบกว้าง
- พร้อมแหวนนอกผิวโค้งและผิวตรง (43)



ลูกกลิ้งซัพพอท
ไม่มีแหวนรองกันรุน
- พร้อมแหวนนอกผิวโค้ง (44) หรือผิวตรง
- พร้อมหรือไม่พร้อม แหวนใน
- พร้อมหรือไม่พร้อม ซีล



มีแหวนรองกันรุน
- พร้อมแหวนนอกผิวโค้งหรือผิวตรง
- ชนิดถอดแยกได้ (45)
- ชนิดถอดแยกไม่ได้
- พร้อมรัง (46)
- ฟูล คอมพลีเม้นท์ (ชนิดไม่มีรัง)

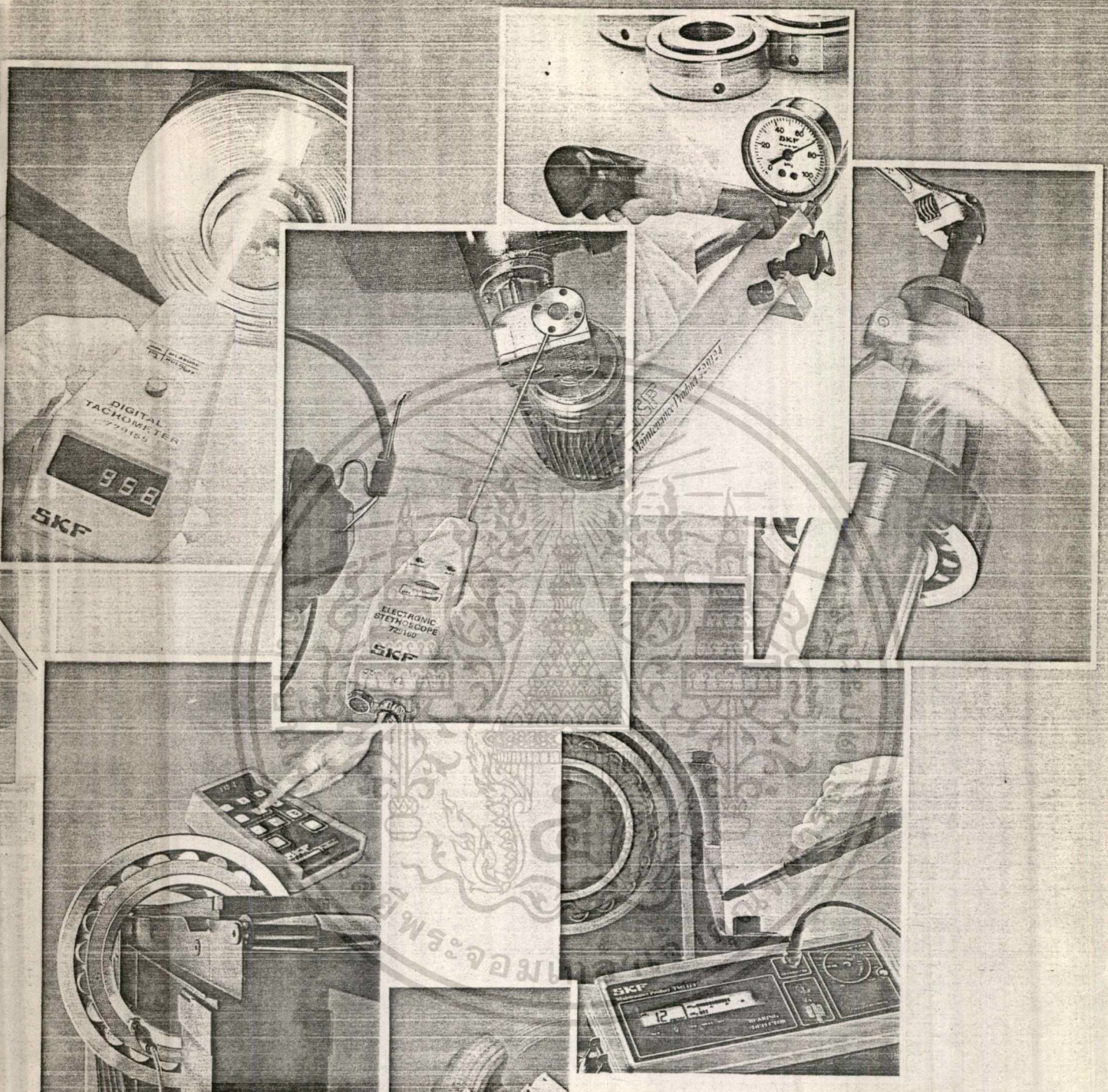


ลูกกลิ้งแคม
ชนิดแหวนนอกผิวโค้งและตรง
- พร้อมรัง (47)
- ฟูล คอมพลีเม้นท์ (ชนิดไม่มีรัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SKF

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษา

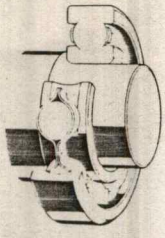
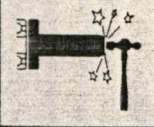
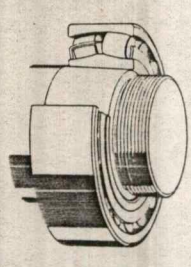
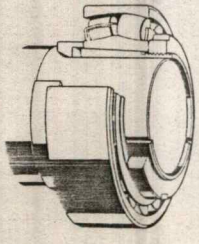
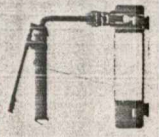
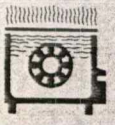
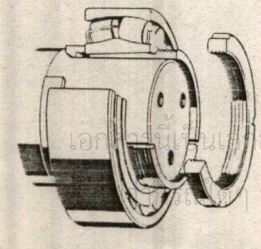
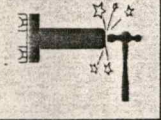


ประเภทที่ 16

เครื่องมือระดับงานชั้นอาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรเท่านั้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนะนำเครื่องมือที่ใช้ในการถอด-ใส่ตลับลูกปืน

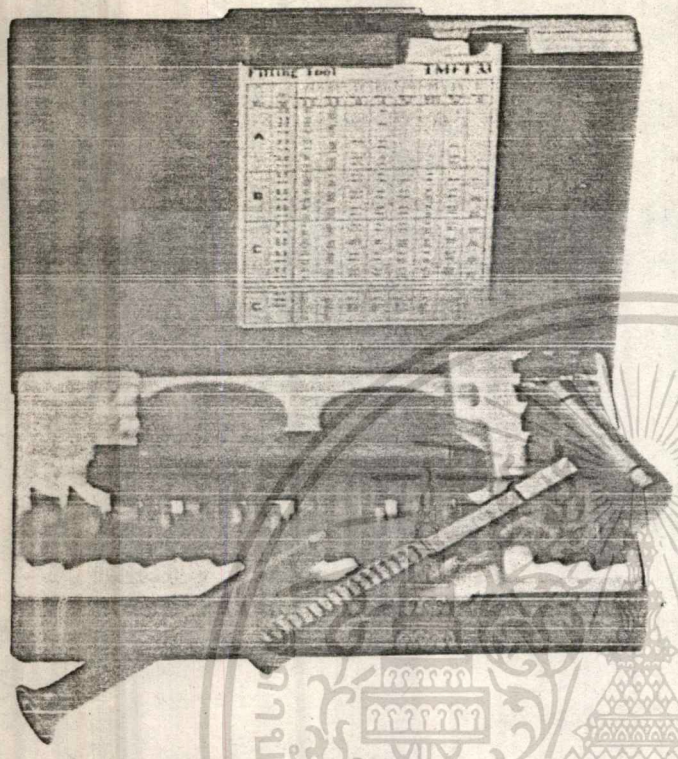
ลักษณะการใช้ของตลับลูกปืนบนเพลา		เครื่องมือที่ใช้ในการใส่ตลับลูกปืน			เครื่องมือที่ใช้ในการถอด		
		แรงกล	ไฮดรอลิค	ความร้อน	แรงกล	ไฮดรอลิค	ความร้อน
ติดตั้งบนเพลาตรง 	ตลับลูกปืนขนาดเล็ก						
	ตลับลูกปืนขนาดกลาง,						
	ตลับลูกปืนขนาดใหญ่						
	ตลับลูกปืนเม็ดยาว แบบ NU, NJ, NUP ทุกขนาด						
ติดตั้งบนเพลาเฉียง (Taper) 	ตลับลูกปืนขนาดเล็ก						
	ตลับลูกปืนขนาดกลาง						
	ตลับลูกปืนขนาดใหญ่						
ติดตั้งบนเพลาโดยมีอะแดปเตอร์สลีฟ 	ตลับลูกปืนขนาดเล็ก						
	ตลับลูกปืนขนาดกลาง						
	ตลับลูกปืนขนาดใหญ่						
ติดตั้งบนเพลาโดยมีวิดดรอเออร์สลีฟ 	ตลับลูกปืนขนาดเล็ก						
	ตลับลูกปืนขนาดกลาง						
	ตลับลูกปืนขนาดใหญ่						

ตลับลูกปืนขนาดเล็ก - ขนาดรูเพลา น้อยกว่า 80 มม.
ตลับลูกปืนขนาดกลาง - ขนาดรูเพลา อยู่ระหว่าง 80 - 200 มม.
ตลับลูกปืนขนาดใหญ่ - ขนาดรูเพลา มากกว่า 200 มม.

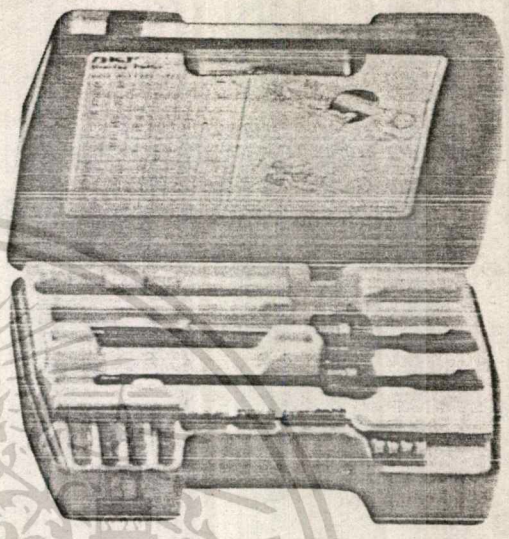
ไม่เหมาะสม

เครื่องมือถอดใส่ตลับลูกปืนชนิดเครื่องมือทางกล
MECHANICAL TOOLS

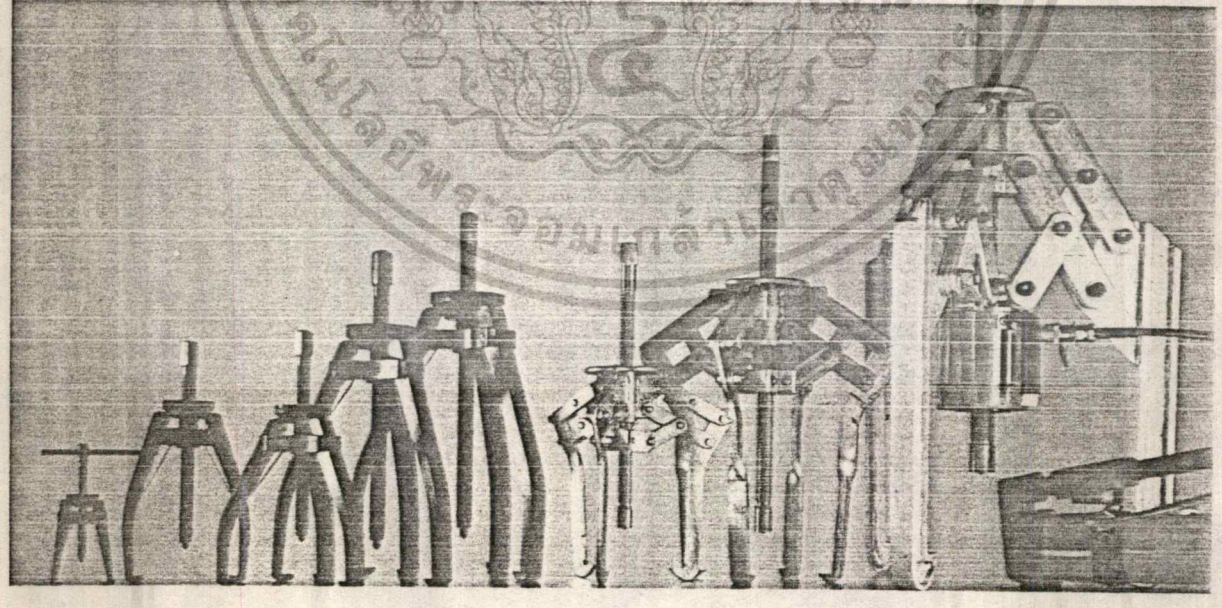
ชุดเครื่องมือตอกใส่ตลับลูกปืน สำหรับเพลา 10 ถึง 50 มม. เบอร์ TMFT 33
ราคาสุทธิชุดละ 24,000 บาท



ชุดเหล็กดูด สำหรับถอดตลับลูกปืนเม็ดกลมธรรมดา ใช้กับตลับลูกปืนรูใน ตั้งแต่ 10-65 มม. เบอร์ TMBP 7
ราคาสุทธิชุดละ 23,800 บาท



เครื่องดึงตลับลูกปืน (PULLERS)

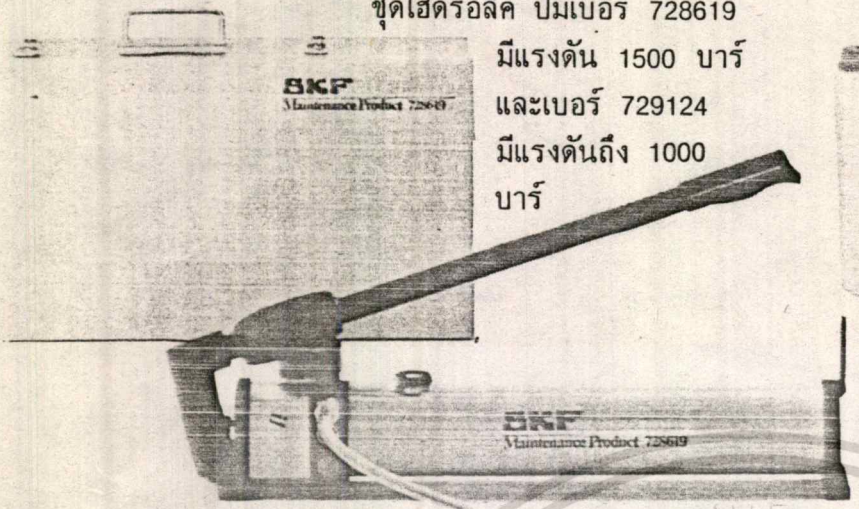


TMMP 2X65 ราคาสุทธิ 1,500 บาท
TMMP 2X170 ราคาสุทธิ 3,500 บาท
TMMP 3X230 ราคาสุทธิ 8,750 บาท
TMMP 3X300 ราคาสุทธิ 11,300 บาท

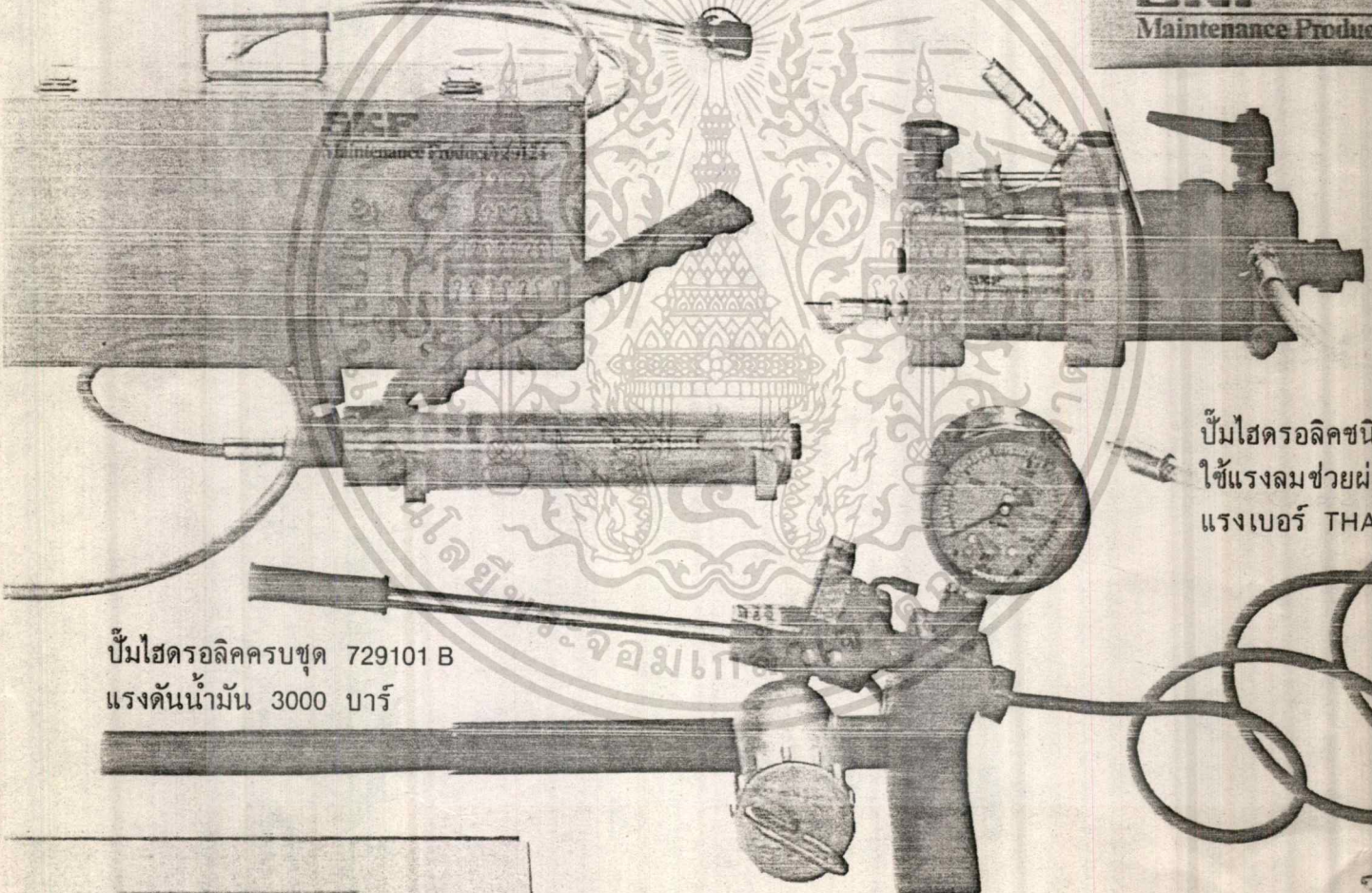
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือถอดใส่ตลับลูกปืนชนิดไฮดรอลิค
HYDRAULIC TOOLS

ชุดไฮดรอลิค ปั๊มเบอร์ 728619 มีแรงดัน 1500 บาร์ และเบอร์ 729124 มีแรงดันถึง 1000 บาร์

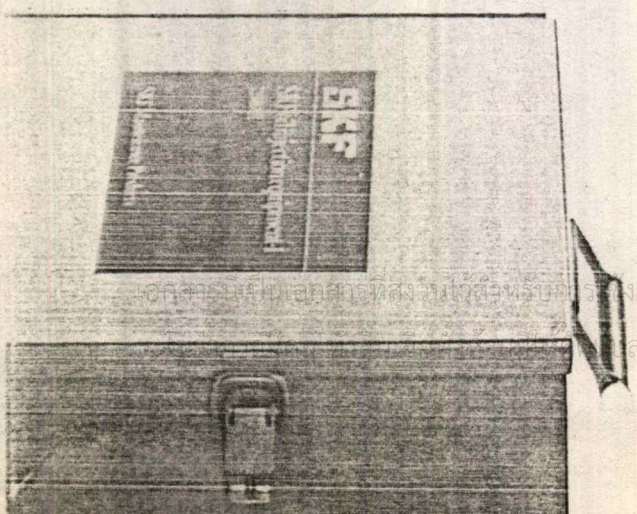


น้ำมันไฮดรอลิค LHMF 300 สำหรับใส่ตลับลูกปืน, เบอร์ LHDF สำหรับถอดตลับลูกปืน ทั้ง 2 ชนิดสำหรับใช้กับปั๊มไฮดรอลิค

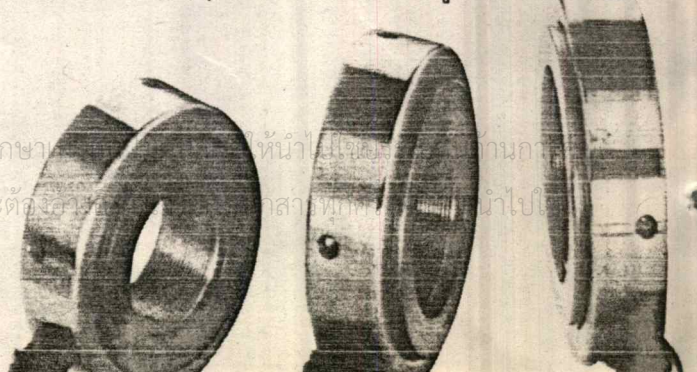


ปั๊มไฮดรอลิคชนิดใช้แรงลมช่วยผ่อนแรงเบอร์ THAP

ปั๊มไฮดรอลิคครบชุด 729101 B
แรงดันน้ำมัน 3000 บาร์

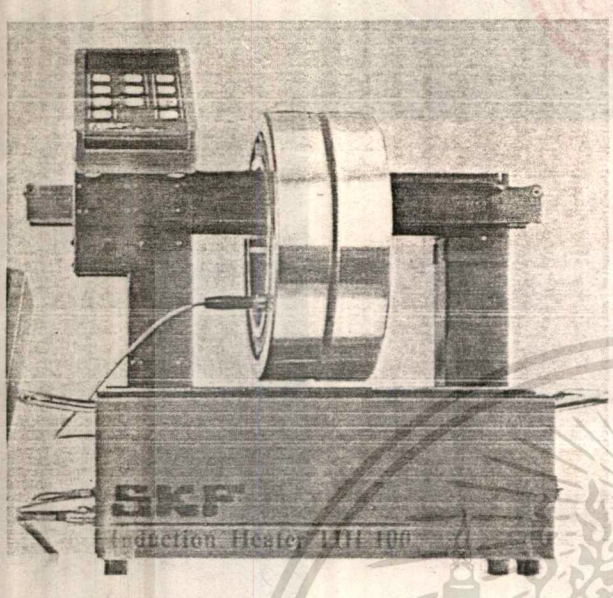


ไฮดรอลิค นัท ขนาดต่าง ๆ ใช้ถอด - ใส่ตลับลูกปืน

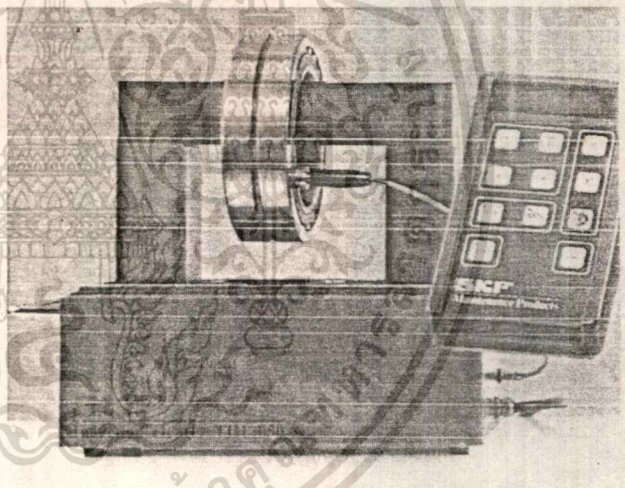


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

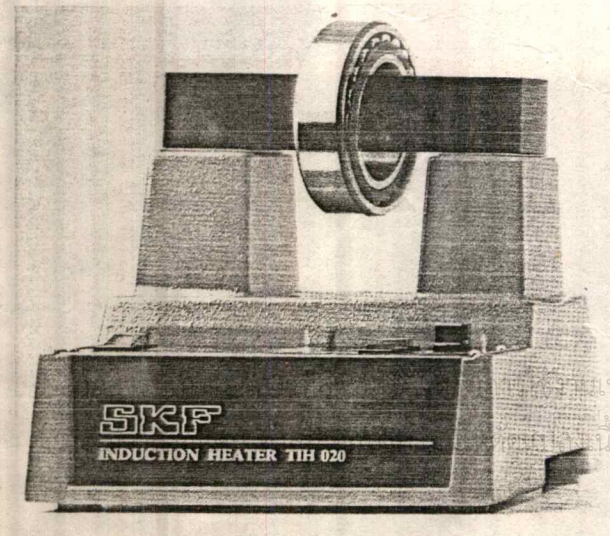
เครื่องเหนี่ยวนำให้ตลับลูกปืนเกิดความร้อน เพื่อการใส่เข้าเพลา
INDUCTION HEATERS



ชนิดใช้กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
เบอร์ TIH 100
ราคาสุทธิเครื่องละ 209,000 บาท



ชนิดใช้กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
ขนาดกลาง เบอร์ TIH 050
ราคาเครื่องละ 195,000 บาท



ชนิดใช้กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
ขนาดเล็ก เบอร์ TIH 020
ราคาเครื่องละ 93,000 บาท

สำหรับเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ควบคุมเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้