

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โครงการออกแบบชุดอุปกรณ์โตะทำงานสำหรับผู้ใช้คอมพิวเตอร์

โดย

นาย รัชฎ์ หอทิมาวรรณ ( 25 23 23 )

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาตรี

สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิชาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553 - 54



รฟ.  
ร 122๑  
2533-2534

ร  
ที่ ดร

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 86747  
วัน,เดือน,ปี 14 ส.ค. 2552

b. 10850892  
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

คอมพิวเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่นับวันจะมีความสำคัญ และมีบทบาทต่อชีวิตประจำวันมาก มากยิ่งขึ้น เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยเพิ่มความสะดวกในการทำงาน และยังช่วยลดเวลาเอง ทั้งยัง เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานขึ้นด้วย

เนื่องจากการทำงานโดยไร้เครื่องคอมพิวเตอร์ยังคงมีอุปสรรคอันอุปสรรคเพื่อช่วย เพิ่มความสะดวกรวดเร็ว และเพิ่มประสิทธิภาพ ดังนั้นอุปกรณ์ประกอบต่างๆจึงมีความสำคัญ ในการทำงานและควรได้รับการ ออกแบบให้มีความสะดวกและเหมาะสมกับการใช้งาน

ขอบเขตที่จะทำการออกแบบ

1. ออกแบบคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยส่องสว่างในการทำงาน
2. ออกแบบส่วนเก็บแผ่น DISK โดยให้สามารถเก็บได้ 2 ขนาด คือ ขนาด  $5\frac{1}{4}$ " และ  $3\frac{1}{2}$ "
3. ออกแบบอุปกรณ์ในการ บิดกระดาษต้นฉบับในการทำงาน
4. ออกแบบส่วนเก็บกระดาษ เอกสาร
5. ออกแบบส่วนเก็บอุปกรณ์ต่างๆในการทำงาน คือ
  - ปากกา และ กิ่งสอด
  - ยางลบ
  - น้ำยาลบคำผิด
  - คลิปหนีบกระดาษ
  - ที่เขียนกระดาษ
6. ออกแบบส่วนคิกคังนาฬิกา และ ปฏิทิน
7. ออกแบบส่วนแท่นจอหมายเลขโทรศัพท์
8. ออกแบบส่วนช่วยในการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. อุปกรณ์เครื่องเขียนต่างๆขาดการจักระเบียบในการเก็บและหยิบใช้ ทำให้ลำบากในการทำงาน และขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อย
2. อุปกรณ์เก็บแผ่น DIK ในปัจจุบันสามารถเก็บได้เพียงขนาดเดียวทำให้เกิดความยุ่งยากในการทำงาน
3. ระบบไฟที่ใช้ไม่เหมาะสม เนื่องจากเป็นโคมไฟซึ่งใช้ส่องสว่างในการทางสนทั่วไป ความสว่างของแสงไฟจะมีลดทอนเวลาามองจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์
4. อุปกรณ์ส่วนอิเล็กทรอนิกส์กันฉบับยังใช้งานได้ไม่สะดวก
5. อุปกรณ์ส่วนต่างๆยังขาดความเข้าชุดกลมกลืนกันทำให้ขาดความเป็นระเบียบของโต๊ะทำงานและ ไม่สะดวกในการทำงาน

### แนวทางการศึกษาวิจัย

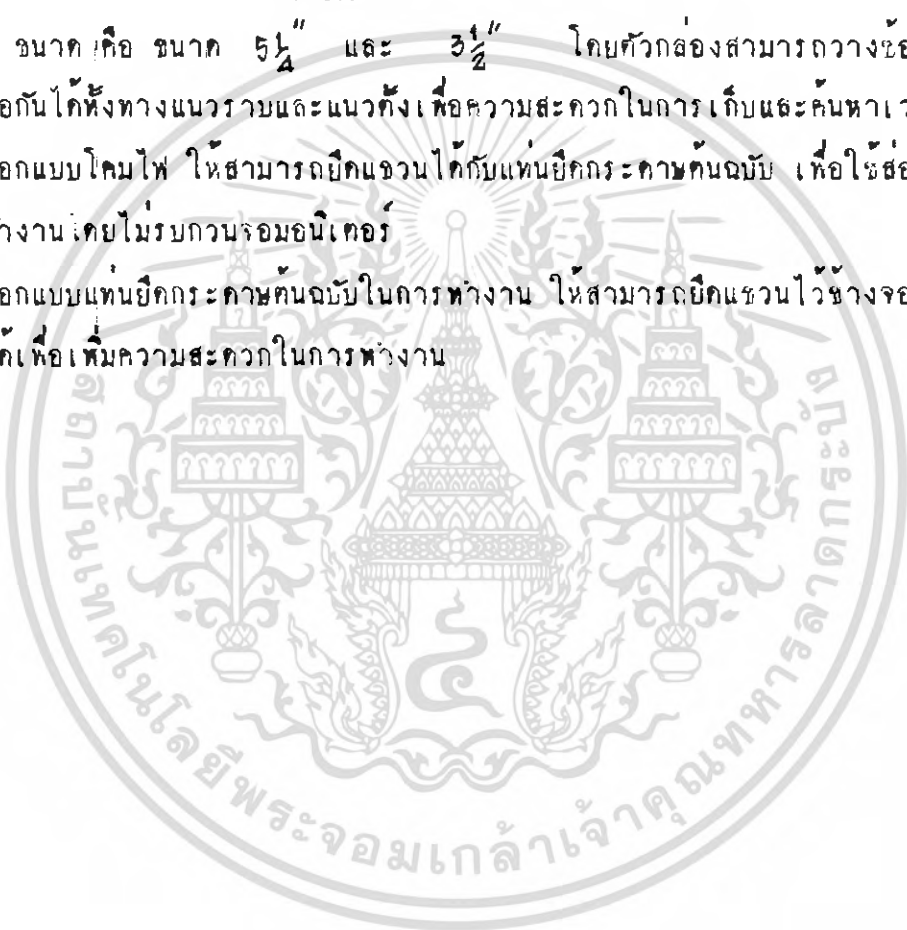
1. ศึกษาพฤติกรรมกรรมการใช้งานของผู้บริโภค
2. ศึกษาข้อมูลของชนิด และกรรมวิธีการผลิตของตลาด
3. ศึกษาขนาดสัดส่วนของอุปกรณ์ต่างๆที่จะทำการออกแบบ คือ
  - ขนาดแผ่น DIK.
  - ขนาดกระดาษเอกสารต่างๆที่ใช้
  - ขนาดของอุปกรณ์เครื่องเขียนต่างๆ
4. ศึกษาลักษณะทางสรีระของร่างกายมนุษย์ในขณะที่นั่งทำงาน
5. ศึกษาระบบการทำงาน ของเครื่องคอมพิวเตอร์
6. ศึกษาระบบข้อต่อ และการยึดในระบบต่างๆ
7. ศึกษาผลิตภัณฑ์ข้างเคียง และผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ในท้องตลาด

### สรุปผลการวิจัยและออกแบบ

1. ออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ โดยแยกออกเป็น 6 ชิ้น ดังต่อไปนี้
  - 1.1 ส่วนเก็บอุปกรณ์เครื่องเขียนต่างๆ คือ
    - ปากกา 2 ก้าม, ดินสอ 1 ก้าม, ยางลบ 1 แท่ง
    - แผ่นจดหมายเลขโทรศัพท์
    - ช่องเก็บกระดาษจกขอความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ร่องเก็บน้ำยาอบกำนิก และ ที่เย็บกระดาษ
  - ร่องเก็บคอป
2. ออกแบบเครื่องช่วยในการคำนวณ โดยออกแบบให้สามารถป้อนคิกกับส่วนเก็บอุปกรณ์เครื่องเขียนต่างๆ และสามารถแยกออกจากกันได้ในกรณีที่ต้องการใช้งาน
  3. ออกแบบถาดเก็บกระดาษเอกสาร โดยแบ่งออกเป็น 2 ชั้นเพื่อความสะดวกในการแยกชนิดของเอกสารเวลาทำงาน
  4. ออกแบบกล่องเก็บแผ่น PAPER โดยออกแบบให้สามารถเก็บแผ่น PAPER ได้ทั้ง 2 อนาคตคือ ขนาด 5½" และ 3½" โดยที่กล่องสามารถวางซ้อนกันและต่อกันได้ทั้งทางแนวนอนและแนวตั้ง เพื่อความสะดวกในการเก็บและค้นหาเวลาใช้งาน
  5. ออกแบบโคมไฟ ให้สามารถป้อนแจนได้กับแท่นยึดกระดาษคั่นฉบับ เพื่อใช้ส่องในขณะทำงานโดยไม่รบกวนจอมอนิเตอร์
  6. ออกแบบแท่นยึดกระดาษคั่นฉบับในการทำงาน ให้สามารถป้อนแจนไว้ข้างจอมอนิเตอร์ได้เพื่อเพิ่มความสะดวกในการทำงาน

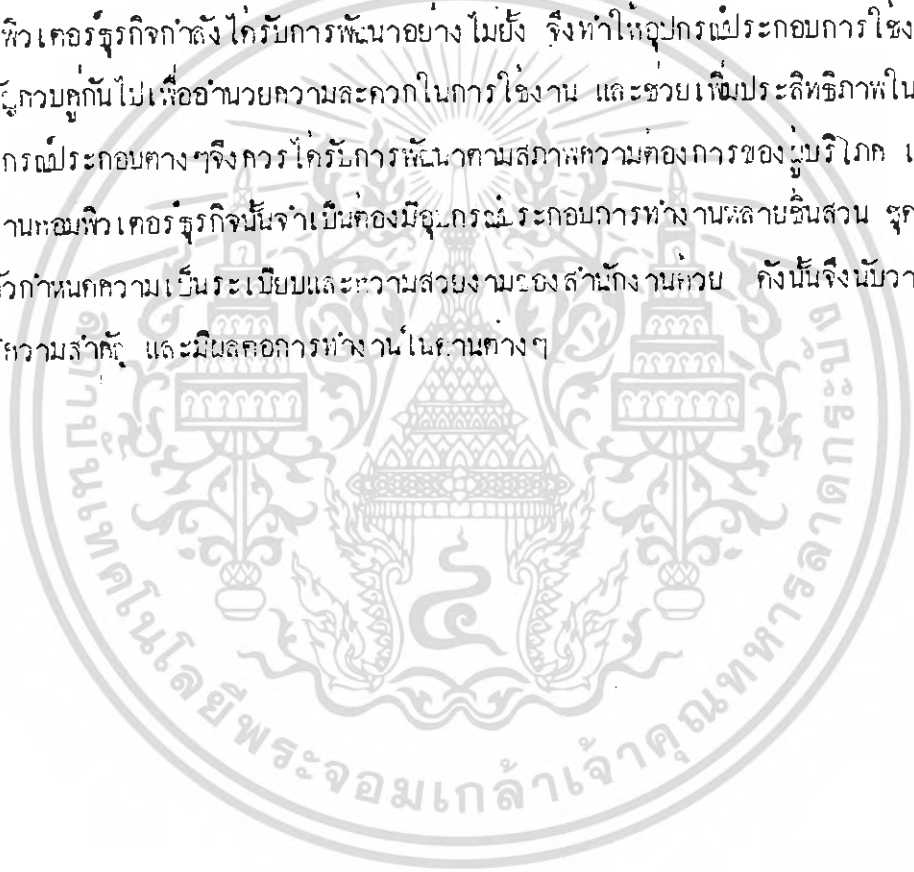


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

สภาพเศรษฐกิจของประเทศอยู่ในสภาพกำลังพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ธุรกิจต่างๆ เติบโต  
ระบบการทำงานขึ้น เพื่อให้ทัดเทียมกับสภาพการแข่งขันที่สูงขึ้นอย่างทวีคูณ ผู้บริหารที่มีความ  
สามารถพยายามมองหาหนทางที่จะทำให้ประสิทธิภาพภายในระบบการทำงานดีขึ้น โดยคำนึงถึง  
องค์ประกอบต่างๆ ที่ทำให้เกิดงานที่มีคุณภาพแน่นอน และรวดเร็ว องค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้งาน  
ธุรกิจนั้นมีประสิทธิภาพมีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ควบคุมบุคลากร และ ควบคุมสำนักงาน

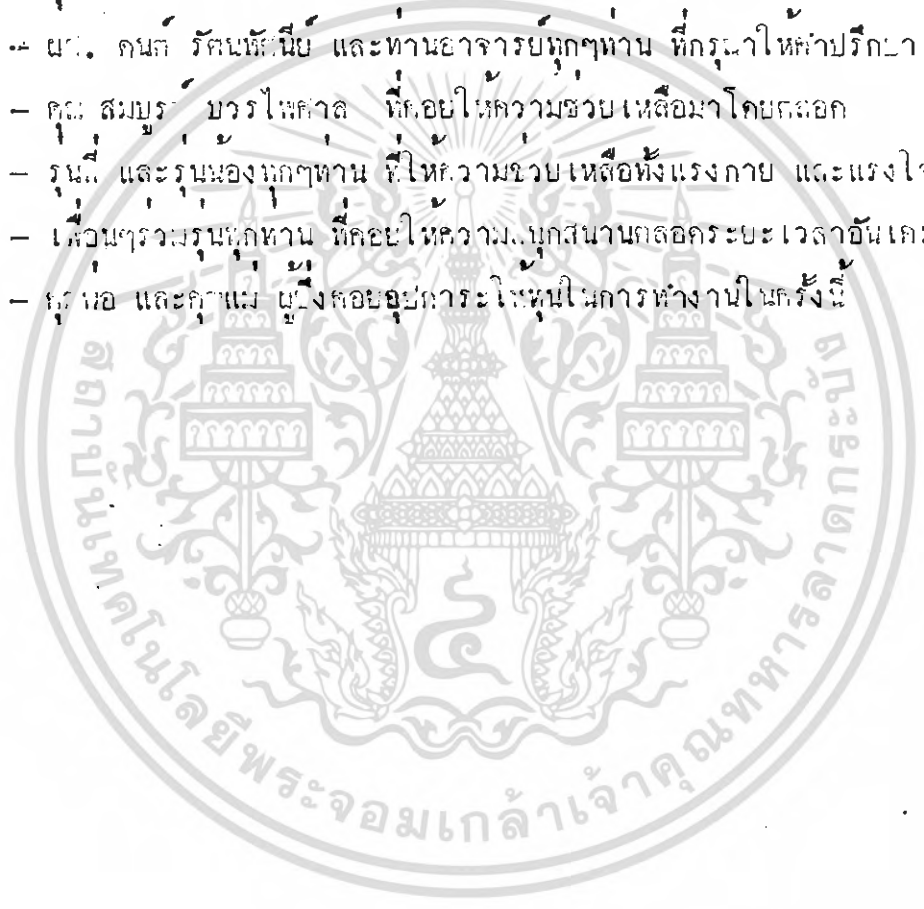
คอมพิวเตอร์ธุรกิจกำลังได้รับการพัฒนาอย่างไม่ยั้ง จึงทำให้อุปกรณ์ประกอบการใช้งานมี  
ความสำคัญควบคู่กันไม่เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งาน และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำ  
งาน อุปกรณ์ประกอบต่างๆ จึงควรได้รับการพัฒนาความสามารถของคอมพิวเตอร์ เนื่องจาก  
การใช้งานคอมพิวเตอร์ธุรกิจนั้นจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ประกอบการทำงานหลายชิ้นส่วน ชุดอุปกรณ์  
จึงเป็นตัวกำหนดความเป็นระเบียบและความสวยงามของสำนักงานด้วย ทั้งนี้จึงนับว่าชุด  
อุปกรณ์มีความสำคัญ และมีผลต่อการปฏิบัติงานในงานต่างๆ



กิติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ ในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณที่ให้ความช่วยเหลือในการทำงาน และคอยให้คำปรึกษา รวมทั้งคอยให้กำลังใจ ตั้งแต่คนจนกระทั่งงานสำเร็จลุล่วงจนถึงขั้นก่อนสุดท้าย ดังต่อไปนี้

- นาย. คุณภักดิ์ วัฒนศิริ และท่านอาจารย์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำปรึกษา
- คุณ สมบูรณ์ บวรไพศาล ที่คอยให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด
- ญาติ และพี่น้องทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งร่างกาย และแรงใจ
- เพื่อนๆร่วมรุ่นทุกท่าน ที่คอยให้ความเมตตาสนทนากล่อกระยะเวลาอันแครง เกือบ
- คุณพ่อ และคุณแม่ ผู้ซึ่งคอยอุปการะให้ทุนในการทำงานในครั้งนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรม-  
ศาสตร์บัณฑิต

.....  
ด้วยดี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ..... ประธานกรรมการ  
..... กรรมการ  
..... กรรมการ  
..... กรรมการ  
..... กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....  
( ผศ. กนต์ รัตนทัตนิย )



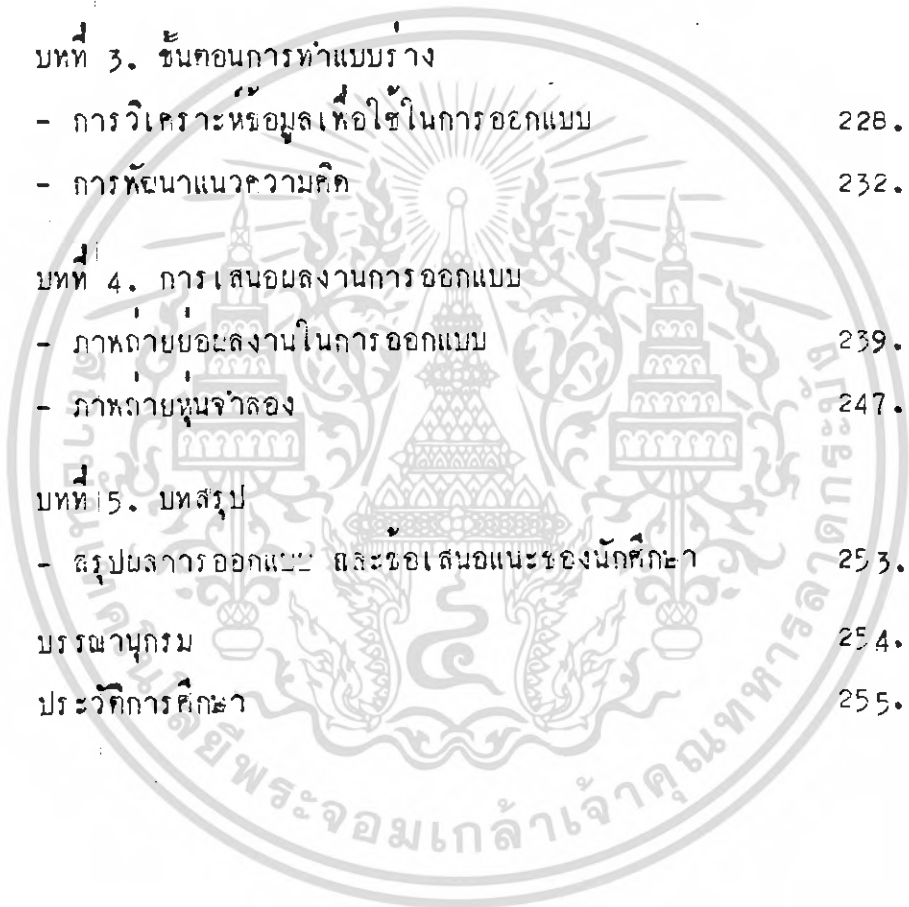
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ	ก.
คำนำ	ข.
กิตติกรรมประกาศ	ค.
อนุมัติยล	ง.
รายการตารางประกอบ	จ.
รายการภาพประกอบ	ฉ.
บทที่ 1. การเสนอโครงการ	
บทนำ	1.
ปัญหา และ แนวทางการแก้ปัญหา	2.
ขอบเขตโครงการ	4.
ความเป็นไปได้ของโครงการ	10.
แนวทางการศึกษาวิจัย	11.
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	12.
บทที่ 2. การวิเคราะห์ และรูปแบบลข้อมูล	
ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องคอมพิวเตอร์	
- ส่วนต่างๆของเครื่องคอมพิวเตอร์	13.
- ขนาดลคส่วนของอุปกรณ์ต่างๆ	36.
ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟ	
- ชนิด และคุณสมบัติของหลอดไฟ	42.
- คุณสมบัติของโคมไฟไร้สาย	54.
ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	
- ลักษณะการจกวางโต๊ะทำงาน	55.
- ขนาดลคส่วนรองโต๊ะทำงานชนิดต่างๆ	62.
- ขนาดลคส่วนต่างๆในการทำงาน	68.
- สรูลักษณะพื้นที่ที่ใช้ในการทำงาน	88.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลมาตรฐานขนาดกระทัดรัด	90.
ข้อมูลชนิด และ คุณสมบัติของพลาสติก	
- ประเภทของพลาสติก	91.
- กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก	172.
- สรุปผลข้อมูล	215.
ข้อมูลรูปแบบผลิตภัณฑ์ข้างเคียงในท้องถิ่น	216.
<b>บทที่ 3. ขั้นตอนการทำแบบร่าง</b>	
- การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบ	228.
- การพัฒนาแนวความคิด	232.
<b>บทที่ 4. การเสนอผลงานการออกแบบ</b>	
- ภาพถ่ายของผลงานในการออกแบบ	239.
- ภาพถ่ายหุ่นจำลอง	247.
<b>บทที่ 5. บทสรุป</b>	
- สรุปผลการออกแบบ และขอเสนอแนะของนักศึกษา	253.
บรรณานุกรม	254.
ประวัติการศึกษา	255.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการตารางประกอบ

- ขนาดลึกส่วนของไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในสำนักงาน	36.
- คุณสมบัติของโคมไพร์สาย	54.
- ขนาดลึกส่วนของโต๊ะทำงานชนิดต่างๆ	62 - 67.
- มาตราฐานขนาดกระดาษชนิดต่างๆ	90.
- สรุปคุณสมบัติพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติง	114 - 115.
- สรุปคุณสมบัติของเทอร์โมพลาสติกที่นิยมใช้	159.
- ตารางวิเคราะห์คุณสมบัติพลาสติกแต่ละชนิด	171.
- ตารางแสดงลักษณะของพลาสติกกับการใช้งาน	212.
- ตารางวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	214.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายการภาพประกอบ

- ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องคอมพิวเตอร์ 13 - 56.
- ลักษณะการจักษวาทะทำงาน 55 - 61.
- ขนาดสัดส่วนต่างๆในการทำงาน 68 - 87.
- ภาพประกอบชนิด และกรรมวิธีการผลิตพลาสติก 91 - 172.
- รูปแบบผลิตภัณฑ์ช่างเคียงในท้องถิ่น 216 - 227.
- ภาพถ่ายขั้นตอนการทำแบบร่าง 228 - 233.
- ภาพถ่ายผลงานการออกแบบ 239 - 252.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

โครงการออกแบบชุดอุปกรณ์สำนักงานสำหรับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ธุรกิจ เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งตรงกับความต้องการในการใช้งานของผู้บริโภคมากขึ้น และตรงกับกลุ่มผู้ใช้ โดยผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่มีอยู่ในปัจจุบัน เป็นลักษณะผลิตภัณฑ์ซึ่งแยกกันเป็นแต่ละชิ้นขึ้นอยู่กับการต้องการใช้งานแต่ละประเภท

ดังนั้น จึงทำให้เกิดปัญหาขึ้นเนื่องจากการทำงานแต่ละประเภทนั้นต้องใช้อุปกรณ์ประกอบหลายชิ้น และงานแต่ละประเภทก็ใช้อุปกรณ์เหมือนกัน ทำให้เกิดความยุ่งยากในการใช้งาน และทำให้ส่งผลไปถึงประสิทธิภาพของงานอีกด้วย การออกแบบผลิตภัณฑ์ตามโครงการนี้จึงได้ทำการศึกษาดังเหตุการณ์จริงในการใช้งานของผู้ใช้ เป็นหลัก เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ

เหตุผลเบื้องต้น

ในการออกแบบชุดอุปกรณ์สำนักงานสำหรับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ธุรกิจนั้น มีความประกอบต่างๆ ของอุปกรณ์ ดังนี้

1. ชุดคอมพิวเตอร์ซึ่งประกอบด้วย CPU, KEYBOARD และ MONITOR. เนื่องจากการใช้งานคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีแผ่น DISK เป็นตัวประกอบ ดังนั้นในการออกแบบจึงต้องหาตำแหน่งในการเก็บแผ่น DISK
2. ชุดอุปกรณ์เครื่องเขียนต่างๆ เช่น ปากกา ดินสอ ยางลบ และน้ำยาหมึก เป็นต้น ในการออกแบบชุดอุปกรณ์จึงต้องหาสิ่งถึงส่วนเก็บเครื่องเขียนเหล่านี้
3. โคมไฟ. ในการทำงานบางครั้งอาจเกิดปัญหาไฟไม่พอ ดังนั้นจึงควรจะมีคอม
4. ส่วนจัดข้อความต่างๆรวมทั้งหมายเลขโทรศัพท์ ในการทำงานขอผลิตภัณฑ์ไม่หมดการศึกษา-สื่อสาร ดังนั้นอุปกรณ์ในส่วนนี้จึงมีความจำเป็นด้วย
5. เครื่องคิดเลข เป็นอุปกรณ์สำคัญในการทำงานตามบัญชีดังนั้นจึงถือว่าเป็นอุปกรณ์หลักชิ้นหนึ่งในการทำงาน
6. แทนบีกกระดาษคั่นฉบับในการทำงาน เป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยเพิ่มความสะดวกในการทำงาน และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานอีกด้วย

จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ส่วนต่างๆมีหน้าที่ในการใช้งานต่างกัน และในปัจจุบันยังไม่มีผลิตภัณฑ์ใดที่รวมเอาอุปกรณ์ทั้งหลายนี้มารวมเข้าเป็นชุดเดียวกันเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา**

เนื่องจากการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ ดังนั้นการมองปัญหาที่เกิดขึ้นจึง เป็นปัญหาที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ข้างเคียง ในที่นี้จะยกตัวอย่างจากผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงต่างๆ ที่มีอุปกรณ์และหน้าที่การใช้งานคล้ายคลึงกันมาเป็นตัวอย่าง นอกจากนี้แล้วปัญหาในบางข้อจะเป็นเรื่องความคงทนในการออกแบบและแนวทางการออกแบบ

**ปัญหา 1.**

ระบบไฟในการส่องสว่างในระหว่างงาน ในปัจจุบันโคมไฟตั้งโต๊ะที่ไปที่มีโซอยู่ไม่เหมาะสม เนื่องจากการทำงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องจักรและของแสงไฟจะก่อให้เกิดความร้อนสะสมในจอคอมพิวเตอร์ และระบบไฟจะก่อให้เกิดความร้อนในการทำงานของระบบของเครื่องคอมพิวเตอร์

**แนวทางการแก้ 1.**

ออกแบบโคมไฟใหม่หรือการออกแบบของแสงที่สามารถบังคับได้ ตัวโคมสามารถเคลื่อนย้ายตำแหน่งได้เพื่อความสะดวกในการทำงาน

**ปัญหา 2.**

อุปกรณ์ที่ใช้เก็บแผ่นข้อมูลในปัจจุบันสามารถใส่เก็บแผ่นได้เฉพาะขนาดทำให้เกิดความยุ่งยากในการทำงาน เมื่อมีการใช้แผ่นที่มีขนาดต่างกัน นอกจากนี้ยังเกิดปัญหาในการเก็บ เมื่อมีแผ่นข้อมูลจำนวนมากๆ

**แนวทางการแก้ 2.**

ออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลให้สามารถเก็บแผ่นได้หลายขนาดเพื่อความประหยัดและความเป็นระเบียบในการเก็บ นอกจากนี้ตัวกล่องยังสามารถวางซ้อนกันได้ในกรณีที่มีหลายใบ

**ปัญหา 3.**

ชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ยังไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ทำให้ไม่สะดวกในการทำงานและสิ้นเปลืองเนื้อที่ในการทำงาน เช่น

- ที่เสียบปากกา คินดอ
- ที่เก็บกระดาษจดข้อความ
- แผ่นจดหมายและโทรทักซ์

เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก 3.

ออกแบบใหม่ชุดเก็บอุปกรณ์เครื่องเขียน และกระดาษต่างๆ ให้อยู่เป็นชุดกัน เพื่อความสะดวกและเป็นระเบียบในการใช้งาน และง่ายต่อการบำรุงรักษา

ปัญหา 4.

ขาดอุปกรณ์ในการศึกษาค้นคว้าที่เหมาะสมกับลักษณะงาน และรูปแบบที่เหมาะสมกับการใช้งาน

แนวทางการแก 4.

ออกแบบปรับปรุงรูปแบบของ เครื่องศึกษาค้นคว้าใหม่มีความคล่องตัวในการใช้งาน และมีรูปแบบที่เข้าชุดกับอุปกรณ์อื่นๆ

ปัญหา 5.

อุปกรณ์แทนขีตกระดาษคนละชนิดกัน อาจค่าแห่งการวางที่ เหมาะสม ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน และจะทำให้ในงานใดล่าช้า

แนวทางการแก 5.

ศึกษาตำแหน่งที่เหมาะสมในการขีต และออกแบบให้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก

ปัญหา 6.

อุปกรณ์ ส่วนจากเก็บกระดาษเอกสารต่างๆ ในงานนี้ไม่เหมาะสมกับแบบที่มีใช้ในท้องตลาด เนื่องจากลักษณะและราคาของงานไม่เหมือนกัน

แนวทางการแก 6.

ออกแบบจากเอกสารใหม่มีน้ำหนักที่เหมาะสมกับจำนวนงาน และมีรูปแบบที่เข้าชุดกับอุปกรณ์อื่น ๆ

ปัญหา 7.

เนื่องจากในปัจจุบันอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ ลักค่าความแล้วยังไม่มีความเข้าชุดกัน ทำให้เกิดความยุ่งยากในการใช้งาน และภาคความเป็นระเบียบในการใช้งาน

แนวทางการแก 7.

ออกแบบให้ ชุดอุปกรณ์ต่างๆ และชิ้นมีความเข้าชุด เป็นชุดเดียวกัน เพื่อให้เกิดความฉับมือชัดเจน และทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของโครงการ

โครงการนี้เป็นการออกแบบ ชุดอุปกรณ์สำนักงานสำหรับผู้ที่ทำงานโดยมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ( งาน BUSINESS ) ในลักษณะ เช่น

1. การพิมพ์ข้อมูลต่างๆของบริษัท
2. การทำบัญชี รายรับ รายจ่าย
3. การออกหนังสือ จดหมายต่างๆ
4. การหาข้อมูลต่างๆของบริษัท

ขอบเขตที่จะทำการออกแบบ

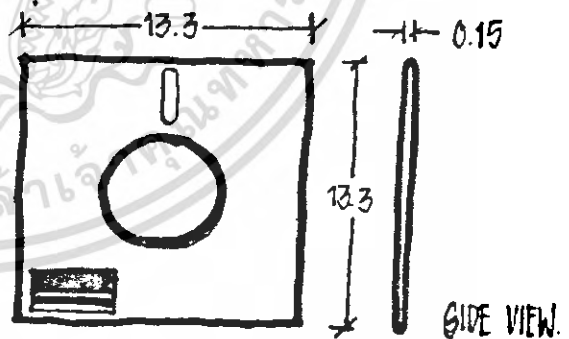
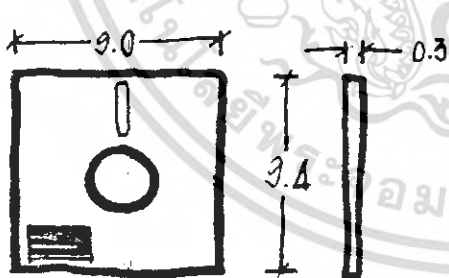
1. ออกแบบโคมไฟ เพื่อช่วยส่องสว่างในการทำงาน ดังนี้
  - 1.1 สามารถปรับทิศทางของแสงได้ ทว่าโคมสามารถหมุนได้เพื่อช่วยในการปรับมุม
  - 1.2 หลอดไฟที่ใช้เป็นแบบหลอดไส้ทั้งสแตนด์ เนื่องจากหลอดที่โคมมีหลายจะก่อให้เกิดคลื่นรบกวนการทำงานของ COMPUTER หลอดไฟที่ใช้จะใช้หลอดที่ให้ความสว่าง 60 W.
  - 1.3 ระบบไฟฟ้า ใช้กระแสไฟ 220 V.

2. ออกแบบส่วนเก็บแผ่น DISK

2.1 ขนาดของแผ่น DISK ที่ใช้ในงาน BUSINESS มี 2 ขนาด คือ

● DISK ขนาด 3 1/2" ●

● DISK ขนาด 5 1/4" ●



UNIT : CM.

- 2.2 ออกแบบส่วนเก็บ DISK ให้สามารถเก็บได้มากที่สุดครั้งละ 10 แผ่น (ข้อมูลจากการสอบถามผู้ที่ใช้งานเป็นประจำ )
- 2.3 ออกแบบส่วนเก็บ DISK ให้สามารถเปิดปิดได้ ในกรณีที่ใช้งานและไม่ได้ใช้งาน
- 2.4 การจัดวาง DISK เมื่อเปิดออกแล้วจะเรียงกันเป็นชั้นขึ้นบันไดเพื่อความสะดวกในการหยิบใช้ และค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ออกแบบอุปกรณ์ในการยึดกระดาษกันฉนวนในการทำงาน

3.1 ออกแบบโดยยึดเอาขนาดกระดาษ A4 เป็นหลัก เนื่องจากเป็นขนาดกระดาษที่มีใช้กันเป็นหลัก (แต่ก็สามารถใช้กับกระดาษขนาดอื่นๆ)

3.2 ออกแบบส่วนยึดกระดาษนี้ให้เป็นชิ้นส่วนซึ่งแยกออกจากส่วนอื่นๆ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน โดยออกแบบให้เป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ

- ส่วนยึดกระดาษ
- ส่วนยึดตัวของมันเองกับอุปกรณ์อื่นๆ

4. ออกแบบส่วนเก็บเอกสาร ดังต่อไปนี้

- ผนังที่มีไฮดรอลิก
- กระดาษจดหมายที่พิมพ์แล้ว และที่ส่งมา

4.1 ออกแบบโดยยึดเอากระดาษขนาด A4 เป็นหลัก เนื่องจากเป็นขนาดที่มีใช้กันมาก

- ตารางแสดงขนาดกระดาษชนิดต่างๆ •

ชนิด	ความกว้าง	ความยาว
กระดาษ COMPUTER A4	21.6	27.9
A4	21	29.8
B3	35.3	50.0

UNIT : cm.

4.2 ออกแบบเป็นลักษณะภาคเก็บเอกสารให้สามารถถอดประกอบเข้าด้วยกันกับอุปกรณ์อื่นๆ ได้เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งาน

4.3 ออกแบบส่วนเก็บเอกสารให้สามารถเก็บเอกสารได้ 1 ลิ้ม (หนาไม่เกิน 4 ซม.)

5. ออกแบบส่วนเก็บอุปกรณ์ต่างๆในการทำงาน คือ

- ปากกา และดินสอ
- ยางลบ
- น้ำยาลบคำผิด
- กลีฟหนีกระดาษ
- ตรายาง
- ที่เขียนกระดาษ

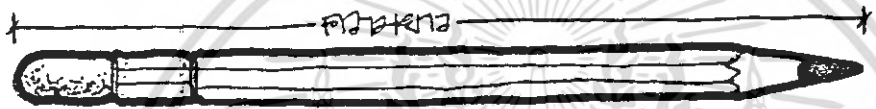
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 ออกแบบให้สามารถเก็บปากกา และดินสอได้อย่างน้อย 4 ก้าน เนื่องจากปากกา และดินสอที่ใช้มีหลายแบบหลายขนาด ดังนั้นในการออกแบบจึงใช้ค่าตัวเลขของชนิดปากกาและดินสอที่นิยมใช้กันเป็นหลัก

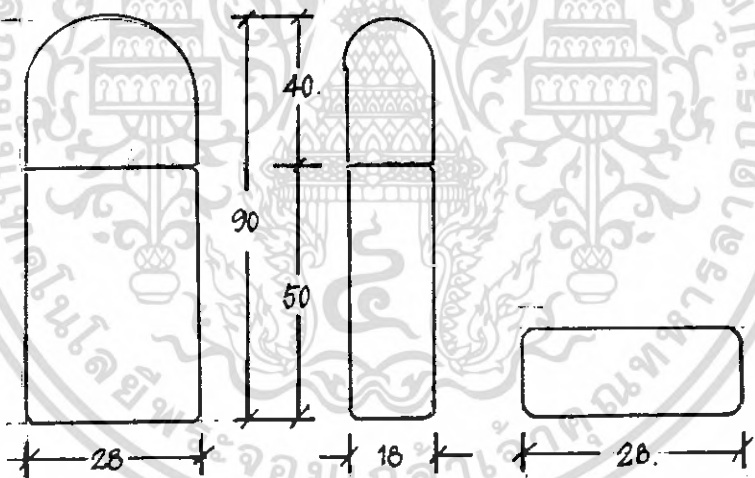
- ตารางแสดงขนาดของปากกาและดินสอชนิดต่างๆ •

ชนิด	ความกว้าง	ความยาว
ดินสอไม้	0.8	19
ปากกาดินสอ	0.82-1.00	10.42-14.3
ปากกาหมึกแห้ง	0.9-0.75	13.5-15.0
ปากกาเมจิกต่างๆ	0.95-1.0	13.5-16.6

UNIT : CM.



5.2 ออกแบบใหม่ช่องเก็บขวานนำยามลมนาคานิก



5.3 ออกแบบใหม่ส่วนเก็บขานงลม, กลีบหนีบกระดาะ (1กลอง), ทรายพ และที่เย็บกระดาะ ให้สะดวกในการหยิบใช้ และไม่ทำให้อุปกรณ์ต่างๆระงัดกระຈาย

- ภาพแสดงขนาดของทรายพ และที่เย็บกระดาะ •

6. ออกแบบส่วนอิเล็กทรอนิกส์นาฬิกา โดยใช้นาฬิกาในระบบ DIGITAL ที่มีขายตามท้องตลาด ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

6.1 บอกเวลา โดยมีหน้าปัดเป็นตัวเลข DIGITAL มี ชั่วโมง และนาที

6.2 สามารถบอกวันที่ และเดือนได้โดยมีปุ่มกดเปลี่ยน

6.3 ไรฟ์พลังงานจาก แบตเตอรี่

6.4 มีขนาดของตัวเลขที่บอกเวลาสามารถมองเห็นได้ชัดในระยะ 100 ซม.

7. ออกแบบแท่นจอเบอร์โทรศัพท์ โดยนำระบบของแท่นยี่ห้อ CARL รุ่น T-030 มาใช้ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

7.1 มีตัวอักษรทั้ง ไทย และอังกฤษ

7.2 หาหมายเลขโดยการเลื่อนปุ่มให้ตรงตัวอักษร แล้วกดคลิก

• ภาพตัวอย่างแท่นจอเบอร์โทรศัพท์ รุ่น T-030 •



# Telephone List Finder

โทรศัพท (๓) แท่นจอเบอร์โทรศัพท์ (อักษรไทย)

CARL

8. ออกแบบส่วนปฏิทิน โดยให้มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

8.1 มีส่วนบอกวันที่ และเดือน

8.2 สามารถเปลี่ยนวัน และเดือนได้โดยสามารถดูวันที่ล่วงหน้าได้

9. ออกแบบส่วนช่วยในการคำนวณ โดยนำระบบของ เครื่องยี่ห้อ PANASONIC รุ่น JE - 012 P.

มาเป็นระบบที่จะใช้ในการออกแบบ โดยจะทำารออกแบบรูปทรงภายนอกใหม่เพื่อให้เข้ากับอุปกรณ์อื่นๆ และส่วน KEY BOARD ของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 9.1 มีตัวเลขทั้งหมด 10 หลัก โดยมีตัวเลขแสดงผลเป็น LCD.
- 9.2 มีวงกระดานใช้พิมพ์เลขที่คำนวณแล้ว โดยใช้กระดานขนาด ~~5~~<sup>5.5</sup> ซม.
- 9.3 มีระบบ MEMORY เพื่อช่วยในการคำนวณ
- 9.4 มีระบบคำนวณต่างๆ ดังนี้

- บวก
- ลบ
- คูณ
- หาร
- ดอกสิบลบาท
- คิกเปอร์เซ็นต์

- 9.5 มีระบบปิกอักษุโมติ
- 9.6 ใช้ BATTERY ขนาด AA จำนวน 4 ก้อน

• ภาพตัวอย่างเครื่องยี่ห้อ PANASONIC รุ่น JE - 612 P. •



- 10. ออกแบบส่วน GRAPHIC บนผลิตภัณฑ์ทั้งหมด
  - 10.1 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด เกิดความสอดคล้อง และถูกเป็นชุดเดียวกัน
  - 10.2 เพื่อช่วยเพิ่มความสวยงามน่าใช้ให้แก่ผลิตภัณฑ์
  - 10.3 เพื่อช่วยให้เข้าใจถึงวิธีการใช้งาน
  - 10.4 เพื่อเป็นส่วนช่วยอำนวยความสะดวกเวลาใช้งาน
- 11. ชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆถูกออกแบบใหม่ โดยจะทำการออกแบบให้เข้าชุดกันมีความสอดคล้องกันในการทำงาน ยกเว้นเพียง
  - 11.1 แท่นจกเบอร์โทรศัพท์ ซึ่งจะนำเอาระบบของผลิตภัณฑ์เก่ามาใช้แก่ทำการออกแบบรูปทรงภายนอกใหม่
  - 11.2 เครื่องกิกเลข นำระบบของเครื่องยี่ห้อ PANASONIC รุ่น JE - 612 P. มาใช้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่อานวสสำหรับกรางานเสีการศีกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 แะออกแบบรูปทรงภายนอกใหม่  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำการออกแบบโดยใช้ระบบ KNOCK DOWN สามารถถอดแยกออกจากกันได้ เพื่อความสะดวก  
ในการใช้งาน และการซ่อมบำรุง โดยมีส่วนต่างๆดังต่อไปนี้

- ส่วนที่ยึดกระเบื้องกันฉนวน
- ส่วนเก็บกระเบื้องเอกสาร
- ส่วนเครื่องคิกเลข
- ส่วนเก็บปากกา, กิ๊บสอด, ยางลบ, น้ำยาลบคำผิด, คลิปหนีบกระดาษ, ทรายาง  
และที่เขียนกระดาษ, นาฬิกา, ปฏิทิน
- ส่วนโคมไฟ
- ส่วนเก็บแผ่น DISK.
- ส่วนปฏิทิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของ โครงการ

1. จากอัตราการเจริญเติบโตทาง เศรษฐกิจในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นของ - อุตสาหกรรม ทั้งในและนอกประเทศมีอัตราการเพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ - ผลกระทบที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรม จึง เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการสูงขึ้นในตลาด โครงการออกแบบมีจึง เป็นส่วนช่วยการเพิ่มค่าเพิ่มเศรษฐกิจของประเทศด้วยหนึ่ง
2. ปัจจุบันตามนโยบายการส่งเสริมอุตสาหกรรม ของรัฐบาลมีความมุ่งหวังที่จะส่งเสริม การอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออก เพื่อเป็นการหาเงินเข้าประเทศ ทั้งนี้โครงการ มีจึงมีส่วนช่วยในการส่งเสริมการอุตสาหกรรมภายในประเทศ ให้มีคุณภาพมากขึ้น
3. โครงการนี้ได้ศึกษาวิจัย เพื่อให้มีส่วนช่วยลดความสูญเสียอันเกิดจากการผลิต โดย การช่วยเหลือทุกจุดประสงค์ โดยการออกแบบให้ผลิตภัณฑ์ใหม่สามารถสนองความต้องการ ของผู้บริโภคเท่ากันโดยใช้วัสดุที่น้อยกว่า
4. โครงการนี้ออกแบบโดยคำนึงถึงความสามารถในการผลิตภายในประเทศสามารถ ผลิตได้โดยระบบอุตสาหกรรมในประเทศ เพื่อเป็นการส่งเสริมนโยบายของรัฐบาล

สรุป

ทั้งที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่าโครงการออกแบบมีความเป็นไปได้ และมีความสอดคล้องกับแนวทางการทางของเหมาะสม ทั้งยัง เป็นการช่วยส่งเสริม อุตสาหกรรมของประเทศให้เกิดความเจริญรุ่งเรืองไปอีกด้วย

**แนวทางการศึกษาวิจัย**

1. ศึกษาขนาดสัดส่วนต่างๆที่ใช้ในการทำงาน เช่น
  - ขนาดแผนภูมิ
  - ขนาดกระดาษเอกสารต่างๆที่ใช้
  - ขนาดของอุปกรณ์เครื่องเขียนต่างๆ
2. ศึกษาพฤติกรรมของมนุษย์โลก
3. ศึกษาวิสัย และกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
4. ศึกษาขนาดสัดส่วนของโต๊ะทำงาน เพื่อเป็นแนวทางในการใช้กำหนดขนาดต่างๆ
5. ศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์ต่าง เคียง เพื่อใช้เป็นแนวทางการออกแบบ
6. ศึกษาระบบรถค้อ และการยึดในแบบต่างๆ
7. ศึกษาระบบการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์
8. ศึกษาวิธีการบำรุงรักษา ทำความสะอาด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. จะได้ชุดอุปกรณ์ที่มีความสมบูรณ์เหมาะสมกับการใช้งาน มีความสะดวกยิ่งขึ้น
2. จะช่วยลดขั้นตอนในการผลิต และสามารถผลิตไครวคเร็วขึ้น
3. จะได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถบำรุงรักษาและทำความสะอาดไครวคง่ายขึ้น
4. จะสามารถสร้างระเบียบบนโต๊ะทำงาน แต่ในการทำงานไครวคมากขึ้น
5. จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้เพิ่มขึ้น
6. จะช่วยเพิ่มความสวยงามของโต๊ะทำงาน ทำให้เกิดความอยากทำงานมากขึ้น

ข้ออ้างอิง

ข้อมูลอุปกรณ์สำนักงานต่างๆ และคอมพิวเตอร์ จาก บริษัท สหวิริยา OA . เซนเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องคอมพิวเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. ส่วนประกอบของ PC



IBM Personal Computer หรือที่เราเรียกว่า IBM PC นั้น เป็นระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ทุกเครื่องสร้างขึ้นด้วยส่วนพื้นฐาน และส่วนของการขยายงาน ซึ่งสามารถประยุกต์ เข้ากับงานเฉพาะอย่างได้

เมื่อบริษัท IBM ให้นำ IBM PC ออกสู่ท้องตลาดนั้น ก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในวงการคอมพิวเตอร์เป็นอย่างมาก เครื่อง IBM PC ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วว่าที่คาดไว้ แต่ต่อมาอีกระยะหนึ่ง IBM ก็ได้วางจำหน่าย IBM PC รุ่นใหม่ ขึ้นคือ IBM XT หรือที่เรียกกันว่า IBM PC/XT ซึ่งนับเป็นการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ครั้งหนึ่งของวงการ PC และสำหรับเครื่อง IBM PC เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทั่วไปของ IBM XT นี้จะยังคงคล้ายคลึงกับ IBM PC ซึ่งในที่นี้จะขอเรียกขานกันว่า พีซี

ในขั้นนี้ จะได้อธิบายส่วนประกอบของส่วนพื้นฐานและส่วนรองของการขยายงานและการทำงานของส่วนทั้งสอง ซึ่งถ้าพูดถึงเรื่องของส่วนประกอบ จะหมายถึงส่วนประกอบของเครื่องทั้งหมดที่เราเรียกว่า Hardware และส่วนของโปรแกรมที่ควบคุมการทำงานของ Hardware ที่เรียกว่า Software

ระบบ Hardware ของ PC

ระบบ Hardware ของ PC ประกอบด้วย

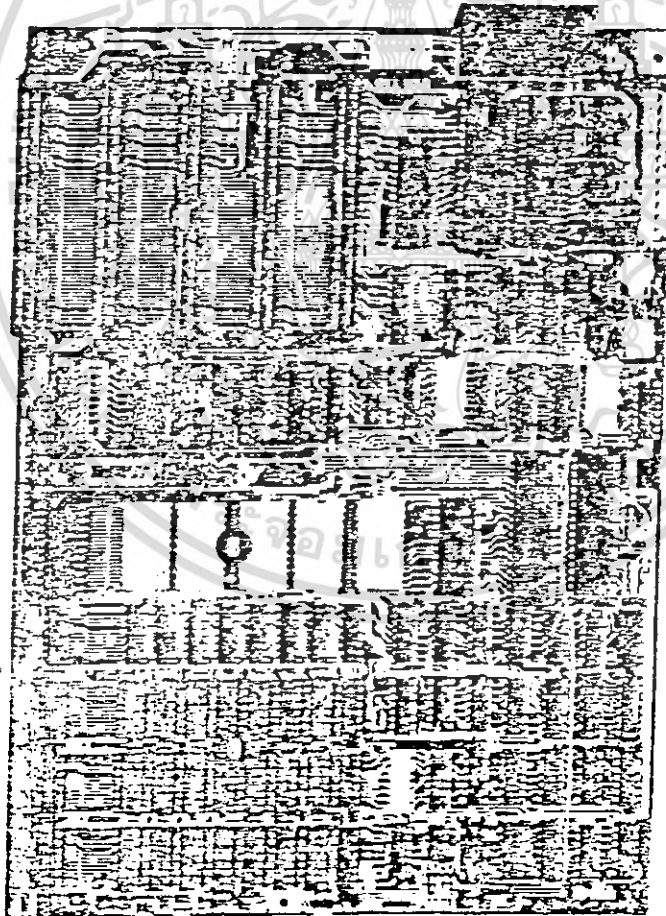
1. ส่วนของระบบเครื่อง ของ (System Unit)
2. แป้นพิมพ์ (System Unit)
3. จอภาพ (Display)
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล (Mass Storage Device)
5. อุปกรณ์ประกอบกับระบบคอมพิวเตอร์ (Peripheral Unit)
6. อุปกรณ์ขยายอื่น ๆ

## 1. ส่วนของระบบเครื่อง (System Unit)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูล และประมวลผลข้อมูล นับเป็นส่วนที่สำคัญของ PC ภายในประกอบด้วย

### 1.1 แผงวงจรหลัก (System board)

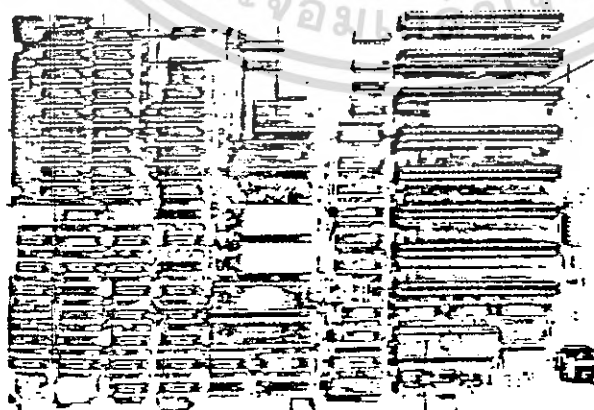
เป็นส่วนที่บรรจุพื้นฐานในการทำงานของเครื่อง PC ซึ่งบน System Board นี้มีสิ่งที่น่าสนใจ ดังนี้



1. System Expansion Slot
2. จุกท่อเทปคาสเซต
3. จุกท่อแป้นพิมพ์
4. ไมโครโปรเซสเซอร์ 6088
5. Socket สำหรับท่อไมโครโปรเซสเซอร์ 8087
6. จุกท่อแหล่งจ่ายไฟ (Power supply)
7. DIP switch
8. ROM
9. RAM
10. ลำโพง (Speaker)

ก. ช่องเสียบขยายระบบ (System Expansion slots)

ใน System Board ตอนบนด้านซ้ายจะมีช่องหรือ Slot ทั้งหมด 5 slot ในรุ่น PC และ 8 slot ในรุ่น XT เพื่อใช้ในการเสียบแผงวงจรควบคุม (Card) เพื่อขยายขีดความสามารถของเครื่อง ผู้ผลิตหลายบริษัทรวมทั้ง IBM ได้ผลิตแผ่น Card ออกมาหลายชนิดด้วยกัน ทั้งนี้เพื่อให้เราสามารถเพิ่มเสริมเปลี่ยนแปลง PC ได้ตามต้องการ



System Expansion Slots  
on System Board

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

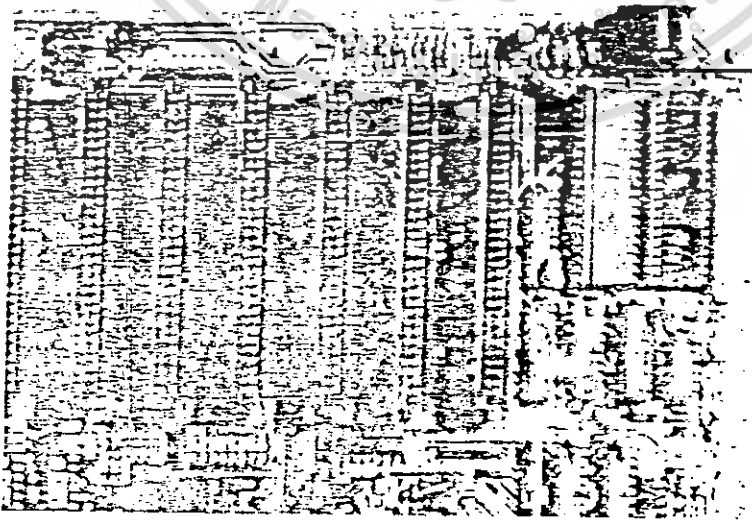
### สำนักหอสมุดกลาง ธรรมจอมเกล้าลาดกระบัง

ในการใช้งานปกติเรามักจะเสียบแผงวงจรเพิ่มเข้าไปใน Slot คือ แผงควบคุมจอภาพ ที่เรียกว่า Monochrome and Parallel Printer Addpter หรือ Color/Graphics Monitor Adapter ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของจอภาพที่ใช้ และอาจมี Floppy-Disk Drive Adapter เพื่อควบคุมการใช้ Disk ซึ่งจะกล่าวในภายหลัง

#### ข. ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor)

ทางตอนบนบนด้านขวาของ System board จะมี IC ตัวใหญ่เป็นพิเศษตัวหนึ่ง เรียกว่า ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) ซึ่งภายในจะประกอบด้วยหน่วยควบคุม (Control Unit) และหน่วยคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ (Arithmetic & Logical Unit หรือ ALU) ซึ่งใช้ในการประมวลผล

ไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้ใน PC คือ Intel 8088 ซึ่งผลิตโดยบริษัท Intel Corporation แห่ง Sunny Vale California ไมโครโปรเซสเซอร์นี้ทำงานโดยอาศัยหน่วยพื้นฐานของการเก็บระบบข้อมูลในคอมพิวเตอร์ ที่เรียกว่า บิต (Bit มาจากคำว่า Binary Digit) ซึ่ง 1 บิตจะประกอบด้วยสถานะของ สวิตซ์ 2 สถานะ คือ เปิด (On) หรือ ปิด (Off)

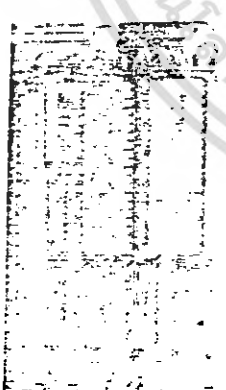


ไมโครโปรเซสเซอร์ 8088

บิตมักจะถูกแยกออกเป็นกลุ่มทีละ 8 บิต ซึ่งเรียกว่า ไบท์ (Byte) หนึ่งไบท์จะสามารถแทนตัวอักษรละ 1 ตัว (จะเป็นตัวเลข, ตัวอักษร, หรือสัญลักษณ์ก็ได้) โดยทั่วไปแล้วคอมพิวเตอร์จะจัดการข้อมูลทีละ 2 ไบท์ สำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ 8 บิต ส่วนมากจะกำหนดตำแหน่งในหน่วยความจำได้ 65,536 ไบท์ หรือ 64 k (1 k = 1024 Byte) แต่ในไมโครโปรเซสเซอร์ 16 บิต อย่างในเครื่อง PC จะสามารถกำหนดได้ตั้งแต่ 256,000 ถึง 16 ล้านไบท์ ยิ่งไปกว่านั้นยังสามารถจัดการกับข้อมูลด้วยความรวดเร็วมากกว่าไมโครโปรเซสเซอร์ 8 บิต ถึง 10 เท่าทีเดียว

ข้อได้เปรียบสำคัญอีกประการหนึ่งของ PC ที่มีเหนือกว่าไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไปก็คือ ประสิทธิภาพการทำงานซึ่งได้มาจากการใช้ CPU 8088 8088. นี้สามารถกำหนดตำแหน่งข้อมูลได้ถึง 1 ล้านไบท์ (1 megabyte หรือ 1 MB โดยมีสายสัญญาณตำแหน่ง (Address line) 20 เส้น ซึ่งทำให้สามารถระบุตำแหน่งได้ถึง 220 ซึ่งเท่ากับ 1,048,576 ตำแหน่ง สำหรับความเร็วของ 8088 จะประมาณ 0.65 MPS (1 ล้านคำสั่งต่อวินาที) หรืออีกนัยหนึ่งจะสามารถทำการคำนวณคณิตศาสตร์ หรือ ส่งผ่านข้อมูลได้ 650,000 ครั้งต่อวินาที

#### ค. โปรเซสเซอร์ร่วม (CO - PROCESSOR)



บน System Board ด้านขวาของ 8088 จะมี socket socket ขนาด 40 ขาอยู่ซุกหนึ่ง เรียกว่า AUX Processor socket เป็นที่ที่เตรียมไว้สำหรับเพิ่มไมโครโปรเซสเซอร์ Intel 8087 ซึ่งเป็น Numeric data processor 8087 นี้จะทำงานร่วมกับ CPU 8088 เพื่อเพิ่มความเร็วในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเร็วขึ้น ประมาณ 20 - 300 เท่าทีเดียว

#### ง. ROM (Read Only Memory)

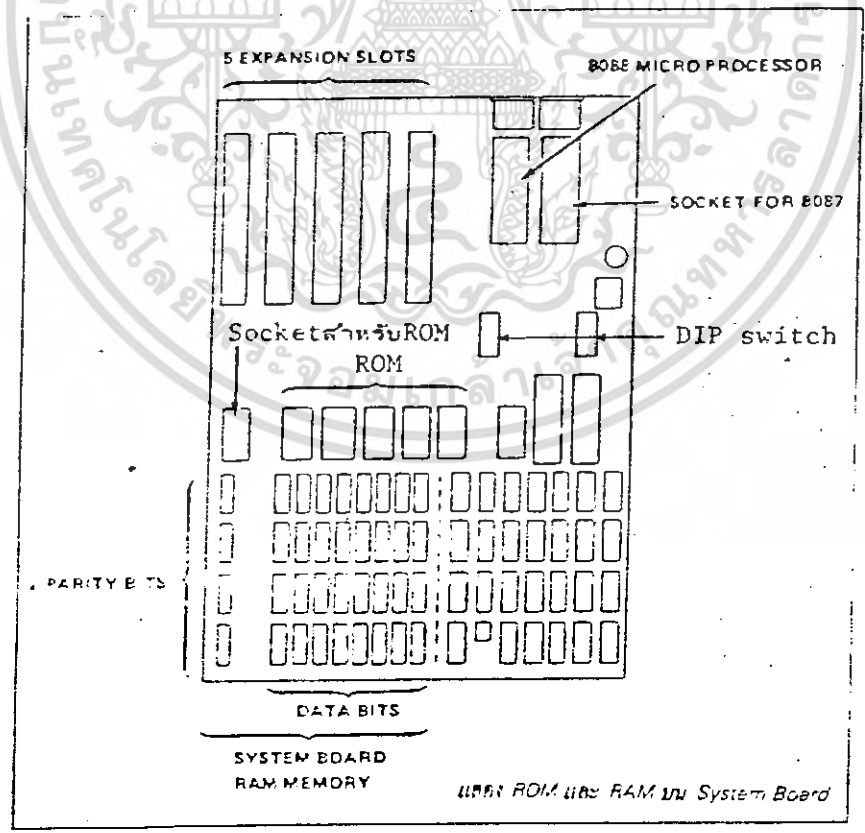
เป็นหน่วยความจำที่สามารถบันทึกข้อมูลได้อย่างถาวร PC ใช้ ROM ในการบันทึกโปรแกรมที่จำเป็นในการปฏิบัติงานของเครื่อง โปรแกรมที่บรรจุใน ROM นี้มักจะเรียกกันว่า "Firmware" (เป็น Software ใน Hardware) ตัวอย่างเช่น โปรแกรม Cassette BASIC จะมีมาพร้อมกับ PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้จะมีมาพร้อมกับ PC ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุก ๆ เครื่อง ซึ่งโปรแกรมนี้จะคงอยู่ใน ROM และไม่สูญหายแม้จะปิดเครื่องไปแล้วก็ตาม ดังนั้นเราจึงสามารถใช้ Cassette BASIC นี้ได้ทันทีทุกครั้ง เมื่อเปิดเครื่อง

ROM ของ PC จะอยู่ใน System Board ซึ่งสามารถบรรจุ ROM ขนาด 8 k ได้ถึง 6 คิว แต่ในปัจจุบันจะมีเพียง 5 คิว หรือน้อยกว่านั้น ซึ่งมีความจุรวมกับ 40 k Socket ที่เหลือจะมีไว้ใช้เมื่อมีการปรับปรุงพัฒนาเครื่อง PC ในอนาคต

นอกเหนือไปจาก ROM ที่อาจจะเพิ่มได้จนถึง 64 K ใน System Board แล้วยังอาจเพิ่มได้อีกถึง 192 k โดยใช้ ROM Expansion Card เสียบลงใน Expansion slot เพื่อใช้ในการบรรจุ Software ใช้งานต่าง ๆ ลงไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### จ. RAM (Random Access Memory)

ใช้สำหรับเก็บโปรแกรม และข้อมูลที่เรากำลังจะใช้งาน ในขณะนี้  
ทุกสิ่งทุกอย่างที่บรรจุไว้ใน RAM จะหายไปเมื่อเราปิดเครื่อง

RAM ของ PC จะบรรจุอยู่ใน System board 16 k RAM  
ซึ่งจะปักกริตกับ System board แลย และมีอีก 48 k ที่เพิ่มมาจะเสียบอยู่ใน  
Socket ดังนั้นใน PC จึงมีหน่วยความจำพื้นฐาน 64 k RAM ทุก ๆ 16 k ของ  
RAM บน System board จะประกอบด้วย IC 9 ตัวด้วยกัน แต่ละตัวมีความจุ  
2 K จะทำให้มี IC เกินมา 1 ตัว ซึ่งทำหน้าที่เป็น Parity Check โดยทำ  
การตรวจสอบในการรับ - ส่งข้อมูลของ RAM แต่ละตัว เพื่อความถูกต้อง

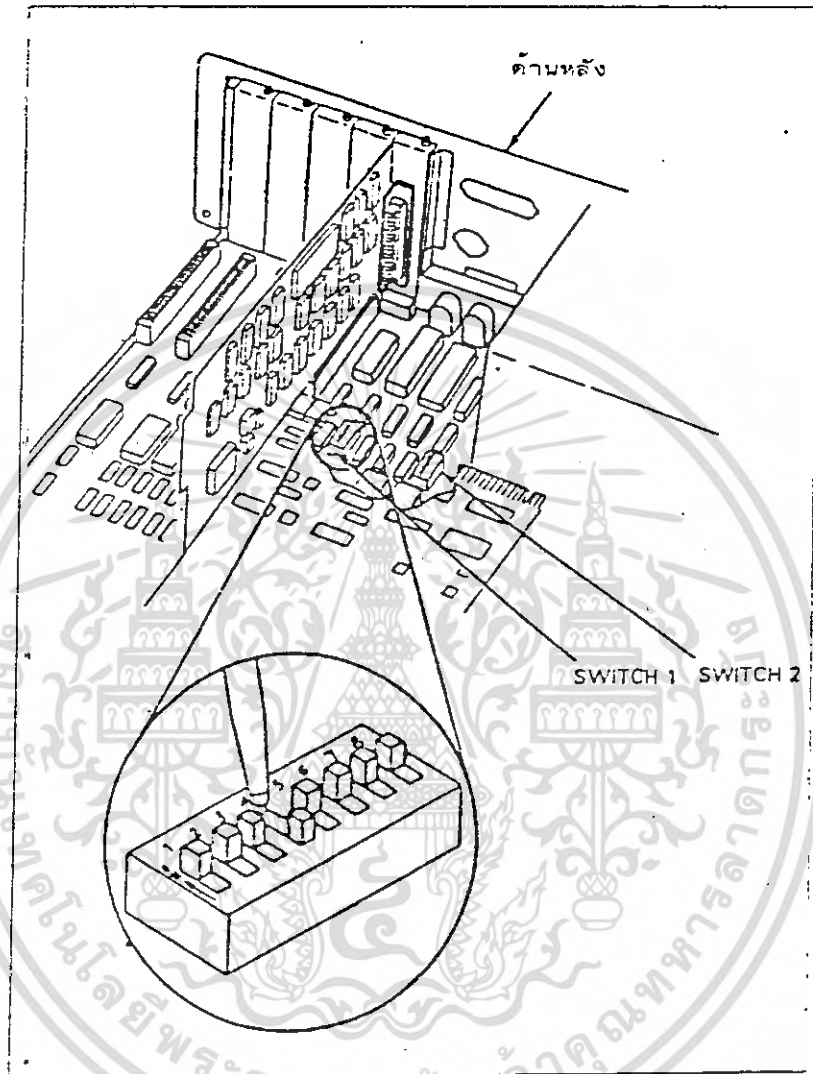
นอกจาก RAM ขนาด 64 k นี้แล้ว เรายังสามารถใช้  
RAM Expansion Card เสียบลงใน Expansion Slot เพื่อเพิ่มปริมาณขนาด  
RAM ได้จนถึง 512 k

สำหรับเครื่อง PC ในรุ่นหลัง ๆ อย่างเช่น ในเครื่อง XT ได้  
อาศัยเทคโนโลยีในการสร้าง RAM จึงมี RAM บน System board ได้ถึง  
256 k ขึ้นไป บางรุ่นอาจถึง 640 k ถึง 1M เลยทีเดียว

### ฉ. DIP Switch (Dual In-line Package Switch)

เป็นสวิตช์อยู่ทางตอนกลางด้านขวาของ System board ซึ่งจะมี  
ด้วยกัน 2 สวิตช์ เราจะต้องทำการปรับ DIP Switch นี้ เพื่อให้ System board  
ทำงานได้ถูกต้องกับจำนวน drive, จำนวนหน่วยความจำและชนิดของจอภาพในทาง  
ความเป็นจริงแล้ว สวิตช์ชุดนี้ไม่ได้ทำงานควบคุมอะไรจริงจังเลย จะเป็นเพียงสัญลักษณ์  
ที่แสดงให้ผู้สถานะของ PC นั้น ๆ เท่านั้น เมื่อเราเริ่มเปิดเครื่อง PC โปรแกรมที่  
ทำหน้าที่เป็นกิว เริ่มกันจะอ่านค่าต่าง ๆ จากสวิตช์ที่ปรับไว้ และนำค่าเหล่านั้นไปเก็บไว้  
ที่ตำแหน่งแน่นอนค่าแห่งหนึ่งของหน่วยความจำ ที่จากนั้นไม่ว่าโปรแกรมใด ๆ ก็ตามที่  
เราใช้อยู่ต้องการรู้ขนาดของหน่วยความจำ จำนวน drive ก็จะต้องไปยังตำแหน่ง  
ของหน่วยความจำที่เก็บค่าเหล่านั้นไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

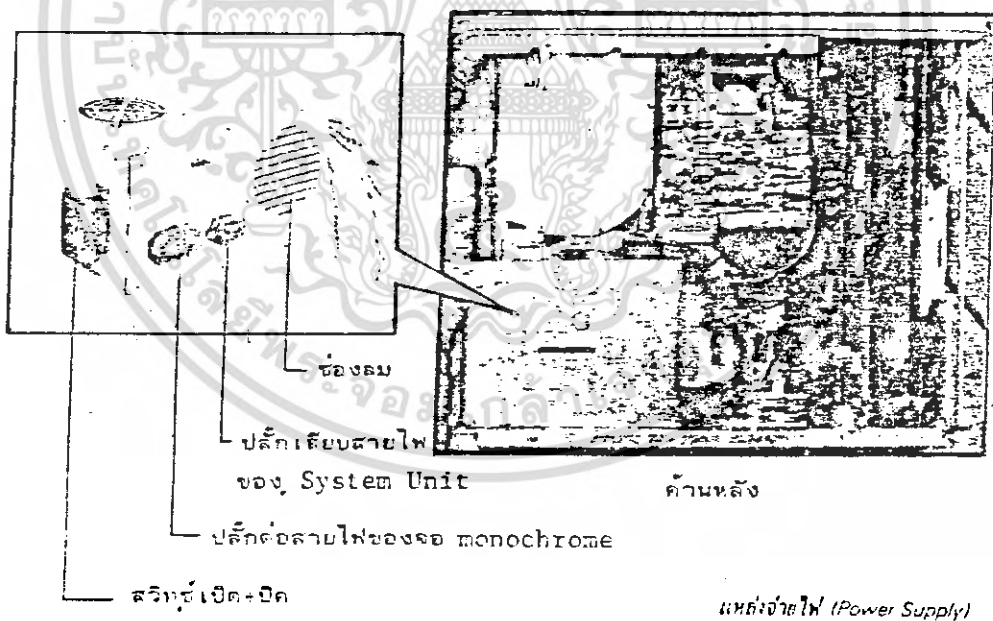


การใช้สวิตซ์ในการกำหนดคุณสมบัติเฉพาะของ PC นั้น จะเป็นไปในทางตรรกศาสตร์ กล่าวคือการปรับสวิตซ์ไม่ได้เป็นการเชื่อมต่อหรือตัดอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องออก แต่เป็นเพียงการเปลี่ยนข้อมูลให้โปรแกรมใด ๆ รับรู้ว่ามีอุปกรณ์ที่ต่อเข้ากับ PC ชุดนั้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

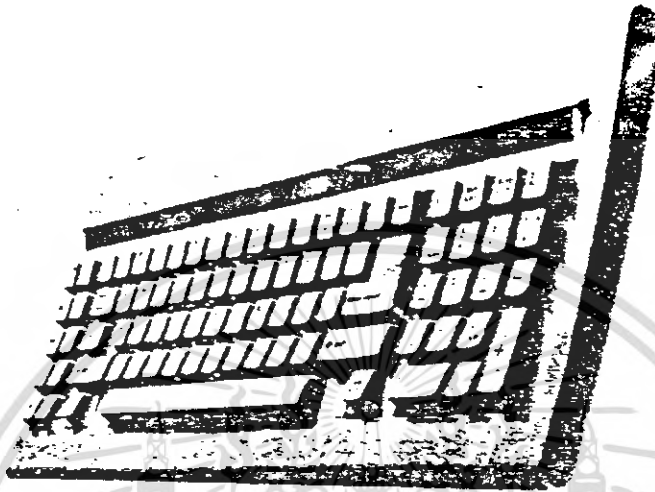
## 1.2 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

เป็นส่วนที่รับไฟฟ้าขนาด 220 V AC เข้าและแปลงออกเป็นไฟฟ้าขนาด 12 V DC จ่ายเข้าสู่ System Board ส่วนนี้เมื่อประกอบเข้ากับ System Unit เมื่อมองทางด้านหน้าจะอยู่ทางด้านขวาของ System Board และจะมีสวิตช์เปิดปิดให้เห็นทางด้านข้างทางขวามือของ System Unit เมื่อมองทางด้านหน้าจะอยู่ทางด้านขวาของ System Board และจะมีสวิตช์เปิด - ปิด ให้เห็นทางด้านข้างทางขวามือของ System Unit เมื่อมองจากภายนอกซึ่งจะเป็นสวิตช์ที่ใช้ในการเปิด - ปิด เครื่อง PC นั้นเอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. แป้นพิมพ์



แป้นพิมพ์หรือ Keyboard ของ PC จะเหมือนกับแป้นพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดีดทั่วไป แต่จะมีปุ่มพิเศษเพิ่มขึ้นอีกบางส่วน ซึ่งจะอธิบายในบทต่อไป

## 3. จอภาพ

จอภาพที่สามารถใช้กับ PC ได้ มีอยู่ 4 ชนิดคือ

- ก. IBM Monochrome Display
- ข. จอภาพขาวดำ
- ค. จอภาพสี
- ง. โทรทัศน์ทั่ว ๆ ไป

ก. IBM Monochrome Display

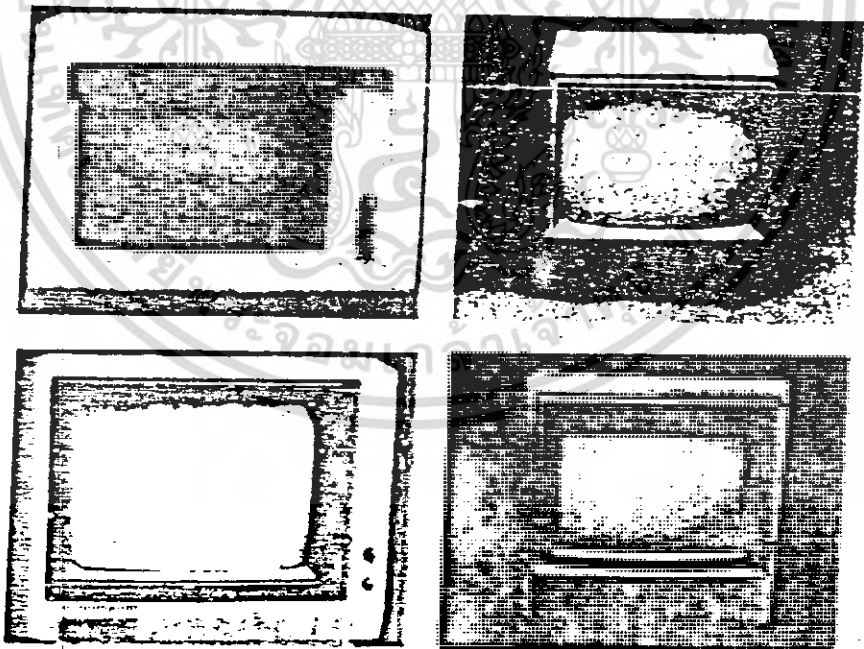
จอภาพชนิดนี้ เป็นจอภาพแบบสีเดียวของ IBM ซึ่งใช้เป็นจอภาพขาวดำ และฟอสเฟอร์สีเขียว เพื่อที่จะทำให้เกิดภาพสีค่าและสีเขียว จอภาพชนิดนี้จะช่วยลดความเครียดของนัยน์ตาเวลาที่ต้องใช้งานนาน ๆ จอภาพของ IBM จะมีขนาดเท่ากับ

TV ขาวดำขนาด 12 นิ้ว และใช้ไฟเลี้ยงมาจาก System Unit สายไฟ AC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากจอภาพจะต้องต่อกรงเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ (Power Shupply) ทางด้านหลังของ System Unit ทำให้สวิทช์เปิด/เปิดของ System Unit สามารถควบคุมไฟได้ทั้งบน System Unit และจอภาพ จอภาพจะมีสายสัญญาณซึ่งต่อเข้ากับ Monochrome Display and Parallel Printer Adapter ซึ่งปกติจะเสียบอยู่ใน Slot ที่ 2 ของ Expansion Slot บน System Board ตัว Adapter ชนิดนี้จะสามารถต่อได้ทั้งจอภาพและเครื่องพิมพ์ (printer) ได้ในเวลาเดียวกัน

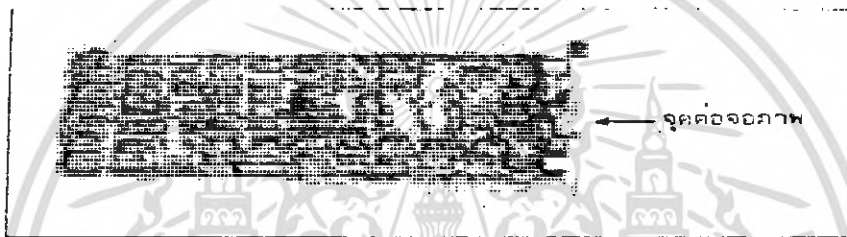
จอภาพของ IBM สามารถแสดงตัวอักษรได้ 25 บรรทัด ๆ ละ 80 ตัวอักษรจากจอภาพนี้จะเกิดจาก Matrix ขนาด 7 x 9 (1 ตัวประกอบด้วย 7 แถว ๆ ละ 9 จุด) อยู่ใน Matraix ขนาด 9 x 14 พื้นที่ส่วนอื่นที่เพิ่มมานี้ใช้สำหรับตัวอักษร อักษรตัวเล็กที่มีเชิง เช่น y หรือ p เพื่อให้ดูเป็นปกติ



จอภาพแบบ IBM Monochrome, จอขาว-ดำ, จอสีและจอโทรทัศน์ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข, ค, ง จอภาพขาวดำ, จอภาพสี, โทรทัศน์ทั่วไป  
 สำหรับจอภาพขาวดำ, จอภาพสี หรือโทรทัศน์ทั่ว ๆ ไป ก็สามารถมาต่อกับ  
 PC ได้ โดยต่อผ่านทาง Color/Graphics Monitor Adapter ซึ่งเสียบใน  
 Expansion Slot เท่านั้น และไฟที่เลี้ยงจอภาพเหล่านี้ขึ้นอยู่กับแต่ละจอภาพ ไม่  
 เกี่ยวข้องกับ System Unit หรืออาจจะเชื่อมเข้ากับแหล่งจ่ายไฟของ PC ก็ได้  
 เช่นกัน



Color Graphics Monitor Adapter

สำหรับโปรแกรมที่ทรงแสดงผลเฉพาะตัว เลขหรือตัวอักษร IBM Monochrome  
 Display เป็นจอภาพที่ก็ แต่ถ้าต้องการใช้สีหรือภาพสีจะตองใช้ Color/Graphic  
 Monitor Adapter ซึ่ง Adapter ชนิดนี้สามารถใช้กับโทรทัศน์ทั่ว ๆ ไป  
 ที่มีราคาถูกได้ แต่ถ้าจะให้มึคุณภาพสูงควรใช้ Color RGB monitor เพราะเป็นจอ  
 ภาพที่สามารถขยายสีได้หลายสีในสัญญาณของสีแดง, เขียว และน้ำเงิน

#### 4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลส่วนใหญ่จะใช้ในการบันทึกโปรแกรมหรือข้อมูล  
 ไว้อย่างถาวร ความเร็วและความสะดวกสบายในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ นั้นขึ้นอยู่กับชนิด  
 ของอุปกรณ์ที่ใช้ อุปกรณ์เหล่านี้มีได้แก่

##### ก. เครื่องบันทึกเทป

เครื่องบันทึกเทป cassette ท้อ ๆ ไป สามารถที่จะนำมาใช้กับ  
 PC เพื่อที่จะบันทึกโปรแกรมและข้อมูลได้ รายละเอียดให้ดูในบทที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การใช้ FLOPPY DISK

จานข้อมูล (Disk) เป็นสื่อกลางที่เป็นไค้ทั้ง Input และ Output การออกแบบจากข้อมูลนี้ ออกแบบให้บันทึกและอ่านข้อมูลระยะขบ Random Access ได้ จึงสามารถอ่านข้อมูลไ้รวดเร็วกว่าในเทปคาสเซ็ท การใช้งานต่าง ๆ จึงนิยมใช้จานข้อมูลมากกว่าเทป ซึ่งจานข้อมูลสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. จานเก็บข้อมูลแบบอ่อน (Soft Disk Diskette)
2. จานเก็บข้อมูลแบบแข็ง (Hard Disk)

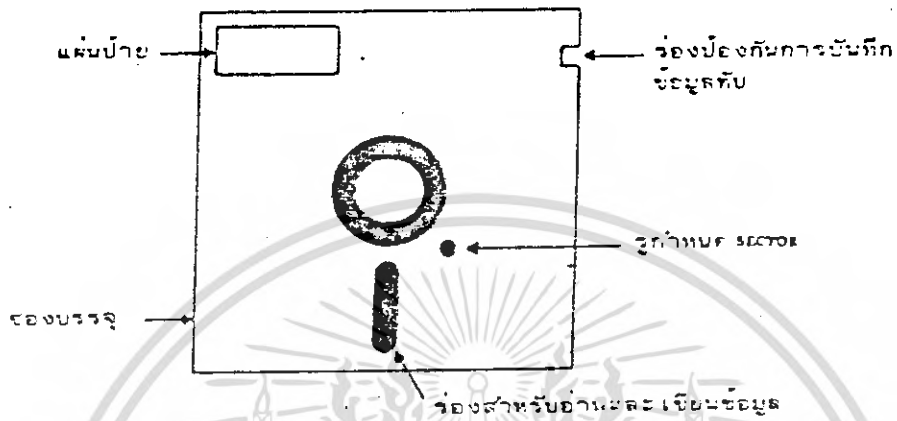
### จานเก็บข้อมูลแบบอ่อน (Diskette)

จานข้อมูลแบบนี้ ทำมาจากวัสดุไมลาร์ (Mylar) นำมาค้เป็นแผ่นกลมบางคล้ายแผ่นเสียง แล้วฉาบด้วยสารแม่เหล็ก แผ่นจานนี้จะขรรู้อยู่ในของถาวรแล้วเจาะตรงกลางแผ่นเป็นวงกลม เพื่อให้เครื่องอ่านจานข้อมูลซึ่งมีแกนค้จะค้ช่องตรงกลางแล้วหมุนจานข้อมูลนี้ไปรอบ ๆ ภายในของไ้ แผ่นของจะถูกเจาะเป็นช่องเปิดรูปร่างรีเพื่อให้หัวอ่าน/บันทึก (Read/Write Head) สามารถสัมผัสกับแผ่นไมลาร์ไ้โดยตรงค้ชั้นขยับทอนบนของของจะมีช่องบากสี่เหลี่ยม ใช้ในการบ้องกันการบันทึกข้อมูลค้ (Write Protection)

จานข้อมูลแบบอ่อนนี้ ยังแบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ

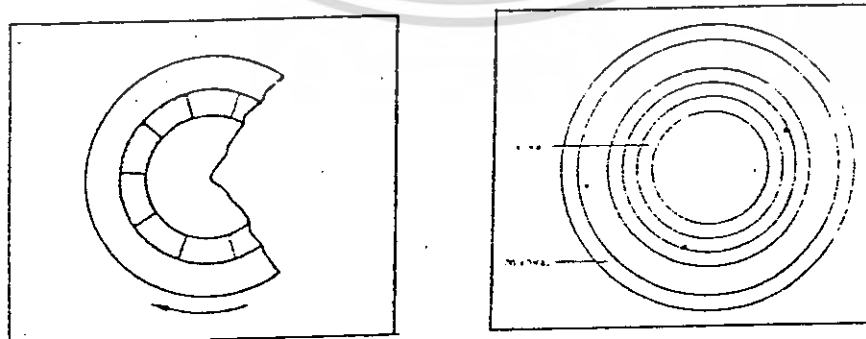
1. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว เรียกว่า Floppy Disk
2. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 1/4 นิ้ว เรียกว่า Mini-Floppy Disk
3. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว

สำหรับ IBM PC จะใช้ขนาด 5 1/4 นิ้ว



Track และ Sector

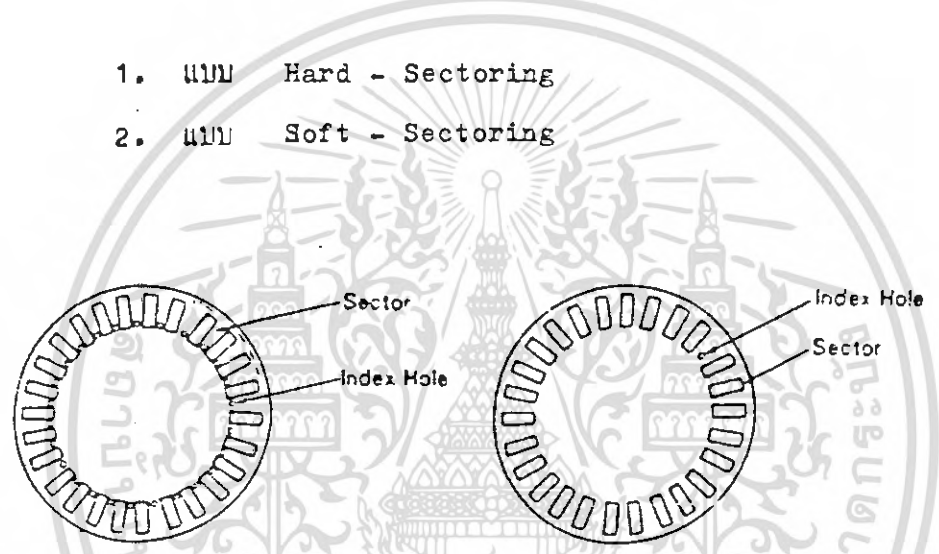
เพื่อช่วยในการค้นหาข้อมูลบนแผ่นจาน พื้นผิวของแผ่นจานจะแบ่งออกเป็น Track ซึ่งมีลักษณะเป็นวงกลมหลาย ๆ วงซ้อนกัน และเรียงขนานการจากแกนกลาง นอกจากนี้ เพื่ออำนวยความสะดวกในการค้นหาข้อมูลอื่นไปอีก แผ่นจานยังได้แบ่งแต่ละ Track ออกเป็น 8 หรือ 9 ส่วน ที่เรียกว่า Sector



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการหาตำแหน่ง Track แต่ละ Track ซึ่งอยู่บนผิวหน้าของ Disk นั้น หัวขีบบานข้อมูล (Sisk Drive) เพียงแค่เคลื่อนหัวอ่าน / บันทึก ไปยังตำแหน่งที่ Track นั้น ๆ อยู่ เหมือนกับการเคลื่อนหัวเข็ม ของเครื่องเล่นจานเสียง อย่างไรก็ตามการหาตำแหน่ง Sector ใ้ Sector หนึ่ง นั้นจะยุ่งยากมากกว่า โดยสามารถหาตำแหน่งของ Sector ใ้ 2 วิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการผลิตแผ่น ดังนี้

1. แบบ Hard - Sectoring
2. แบบ Soft - Sectoring



แผ่นจานที่เป็นแบบ Hard - Sectoring จะมีรูเจาะไว้ตรงตำแหน่งของ Sector ทุก ๆ Sector รวมทั้งมีรูพิเศษอีกรูหนึ่งเพื่อใช้บอก Sector แรก ซึ่งเรียกว่า Indexed Hole ตำแหน่งของ Sector ใ้ต่าง ๆ จะใช้วิธีกับเอาจากตำแหน่งของ Sector แรกเป็นหลัก

ส่วนแผ่นจานแบบ Soft - Sectoring จะไม่มีการกำหนดตำแหน่งของ Sector เหมือนแบบ Hard - Sectoring คงจะมีแค่ Indexed Hole เพื่อบอกจุดเริ่มต้นของแผ่นเพียงรูเดียวเท่านั้น ตำแหน่งของ Sector ใ้อื่น ๆ จะอาศัยจากการคำนวณความเร็วในการหมุนของแผ่นจาน ซึ่งคงที่

Indexed Hole นี้จะถูกเจาะไว้ทั้งบนแผ่นจานและที่ของหัวเข็ม เมื่อแผ่นจานหมุน Indexed Hole บนแผ่นจานก็จะเคลื่อนที่ผ่านรูของ แสงไฟภายใน disk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

drive จะสามารถส่องผ่านทะลุไปยังตัวรับแสง (senser) ได้ ตัวรับแสงจะส่งข่าวสารบอกตำแหน่ง Indexed Hole ไปให้ disk drive ซึ่งสามารถใช้ในการคำนวณหาตำแหน่ง Sector ต่าง ๆ ได้

ชนิดของแผ่นจาน

แผ่นจานข้อมูลแบบอ่อน ในปัจจุบันยังแบ่งออกตามจำนวนหน้าที่ใช้งานได้อีก ดังนี้

1. จานข้อมูลแบบหน้าเดียว (Single Side)
  2. จานข้อมูลแบบสองหน้า (Double Sides)
- ซึ่งจานข้อมูลทั้ง 2 ชนิด ยังแบ่งออกตามความหนาแน่นของการบันทึกข้อมูล (Density) คือ

1. ความจุปกติ (Single Density)
2. ความจุเป็น 2 เท่า (Double Density)
3. ความจุสูง (High Density, 4 เท่า)

ความจุของแผ่นจาน

สำหรับเครื่อง PC จะใช้จานข้อมูลขนาด 5 1/4 นิ้ว ชนิด Soft Sectoring, Double Sides Double Density โดยแบ่งออกเป็น 40 track ต่อ 1 หน้า และแต่ละ Track แบ่งออกเป็น 8 หรือ 9 Sector ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ sector และ 1,024 Bytes (ปกติแบบ Single Density จะเก็บได้ 512 Bytes/Sector)

ในการใช้งานจริง ๆ แล้ว ใน Track แรกสุดของแผ่นจะเป็นส่วนของระบบควบคุม (DOS) เพื่อใช้ในการเก็บรายละเอียดตำแหน่งของโปรแกรมในแผ่น ดังนั้น เราจึงใช้เก็บข้อมูลได้จริง ๆ เพียง 39 Track ซึ่งคิดเป็นความจุคือ 1 หน้า ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

39 Tracks x 8 Setaor/Track x 1024 bytes/Sector

= 319,488 bytes หรือประมาณ 320 k-bytes ต่อ 1 หน้า

### การระวังรักษา

Diskette เป็นอุปกรณ์ที่บอบบางมาก ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการใช้ภายหลัง

1. อย่าจับแผ่น Disk ที่เนื้อแผ่นโดยตรง ให้จับที่ของสีค่า
2. อย่าหักงอแผ่น
3. เก็บ Disk ไว้ในที่ห่างจากอำนาจแม่เหล็ก เช่น โทรศัพท์ , มือเทอร์
4. อย่าวางแผ่น Disk ให้ถูกแสงแดดโดยตรง
5. เมื่อใช้เสร็จแล้ว ควรนำเก็บในซองกระดาษเสมอ
6. ถ้าจะเขียนฉลากบิก ควรเขียนก่อนแล้วจึงนำไปบิก ถ้าหากว่าบิกแล้ว จะเขียน ก็ควรใช้ปากกาเมจิก เขียนอย่างระมัดระวัง ไม่ควรใช้ปากกา ลูกกลิ้ง หรือปากกาที่มีหัวแข็ง ๆ
7. อย่าใส่หรือดึงแผ่น Disk ในขณะที่ไฟแควงบน Disk Drive ยังก็คืออยู่ อาจทำให้แผ่นเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. อุปกรณ์ประกอบกับระบบคอมพิวเตอร์

เครื่อง PC สามารถเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ ได้โดยที่มี Adapter card หลายชนิดที่สามารถจะนำมาเสียบไว้ใน System Expansion Slots และต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่น ๆ ตามความเหมาะสมได้ เช่น

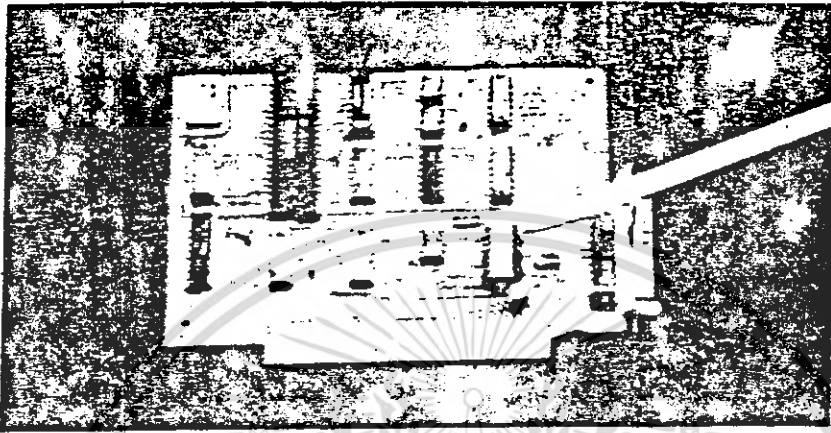
### ก. IBM Printer Parallel Printer Adapter

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ต่อระหว่างเครื่องพิมพ์ (Printer) กับ PC เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์แบบ IBM 80 CPS Matrix Printer ซึ่งสามารถพิมพ์ตัวอักษรปกติได้ 96 ตัวอักษร และ 64 ตัวพิเศษ ทางด้านการพิมพ์สามารถพิมพ์ได้ 66, 80 หรือ 132 ตัวต่อ 1 บรรทัด

แผงควบคุมเครื่องพิมพ์มี 2 ชนิด ที่ใช้เชื่อมโยงการทำงานของเครื่องพิมพ์กับ PC คือ Parallel Printer Adapter ซึ่งเชื่อม PC เข้ากับเครื่องพิมพ์เท่านั้น และ Monochrome Display and Parallel Printer Adapter ซึ่งเชื่อม PC เข้าได้ทั้งจอภาพของ IBM และเครื่องพิมพ์ในเวลาเดียวกัน ข้อแตกต่างของ Adapter ทั้งสองนี้อยู่ที่ตำแหน่งในหน่วยความจำเป็นเท่านั้น นอกจากนั้นการทำงานในส่วนของเครื่องพิมพ์จะเหมือนกันทุกประการ

### ข. Asynchronous Communication Adapter

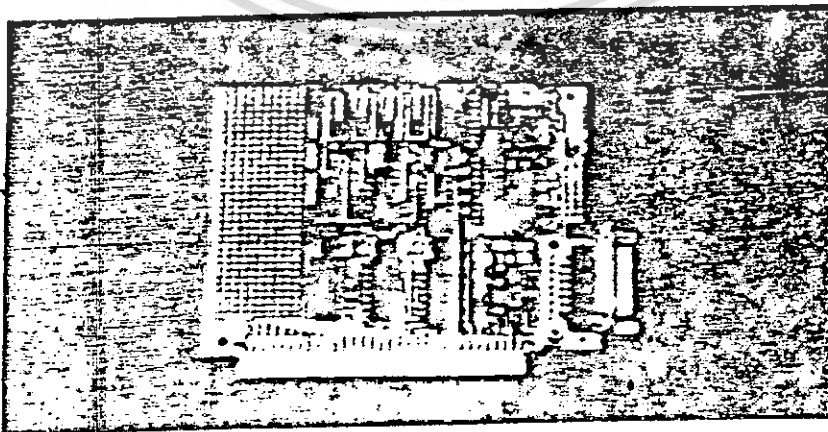
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมการทำงานของ PC กับอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับ - ส่งข้อมูล การรับส่งข้อมูลนั้นอาจจะติดต่อกันระหว่าง PC ด้วยกันหรือ PC กับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ก็ได้



*Asynchronous Communications Adapter*

ค. Game Control Adapter

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ต่ออุปกรณ์การเล่นเกมส์แบบคันโยก (Joystick) หรือแบบกดปุ่ม (Game paddles) เข้ากับเครื่อง อุปกรณ์เหล่านี้มีประโยชน์ในด้านการส่งข้อมูลได้ดีกว่าแป้นพิมพ์ ซึ่งเหมาะสำหรับโปรแกรมเกมส์ต่างๆ



*Game Control Adapter*

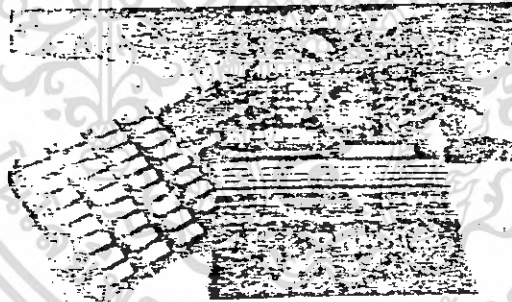
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. อุปกรณ์ขยายอื่น ๆ

นอกจากอุปกรณ์ที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีอุปกรณ์ที่ใช้ขยายความสามารถอีกมากสำหรับระบบของ PC อุปกรณ์ขยายเหล่านี้ นอกจากบริษัท IBM แล้ว ยังสามารถหาได้จากบริษัทผู้ผลิตอื่น ๆ อีกด้วย

### ก. แผงความจำ (Memory boards)

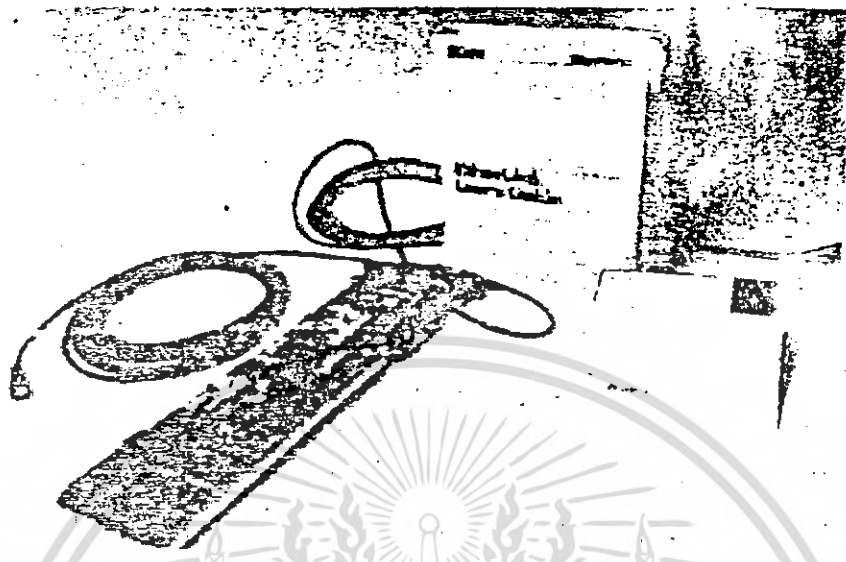
เครื่อง PC สามารถใช้หน่วยความจำชนิด RAM สูงสุดได้ถึง 640 K-Byte (1 K-Byte = 1,024 Bytes) แต่ภายใน System Board บางรุ่นอาจมี RAM ไม่ถึง ซึ่งเราจะสามารถขยายเพิ่มขึ้นได้ด้วย Multi-function Card ซึ่งจะช่วยขยาย RAM ให้เต็ม 640 K อีกทั้งยังมีนาฬิกา-ปฏิทิน (Clock - Calendar) และช่องต่ออุปกรณ์ภายนอก เช่น เครื่องพิมพ์ หรือโมเด็ม (Modem) อีกด้วย



Multi-function board รวมเอา 256K-RAM, Clock Calendar, serial และ parallel interfaces ไว้ด้วยกัน

### ข. แผงติดต่อข่ายงาน (Network Communication Boards)

แผงติดต่อข่ายงานนี้ ใช้สำหรับเชื่อมโยงการทำงานระหว่าง PC หลาย ๆ เครื่องเข้าด้วยกัน ซึ่งเรียกว่า ข่ายงาน (Network) ระบบของข่ายงานสามารถแบ่งใช้ข้อมูลร่วมกันได้



Network communications board

ค. แผงควบคุมอุปกรณ์ภายนอก (I/O Controllers และ Data Acquisition Boards)

I/O Controllers และ Data Acquisition Boards ใช้สำหรับควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่นแผงที่ใช้เปลี่ยนสัญญาณ Analog ไปเป็นสัญญาณแบบ Digital ที่เครื่อง PC สามารถประมวลผลได้ หรือแปลงสัญญาณกลับจาก Digital เป็น Analog เพื่อส่งไปยังอุปกรณ์ที่รับข้อมูลแบบ Analog

ง. อุปกรณ์ทางกราฟิก (Graphics Input Devices)

สิ่งสำคัญในการป้อนข้อมูลเข้าสู่เครื่อง PC เพื่อวาดภาพทัวมือนั้น จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ทางกราฟิก เพื่อที่จะช่วยให้เราสามารถออกแบบงานใหม่ ๆ ได้ การป้อนข้อมูลแบบกราฟิกนี้ สามารถป้อนเป็นแบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์

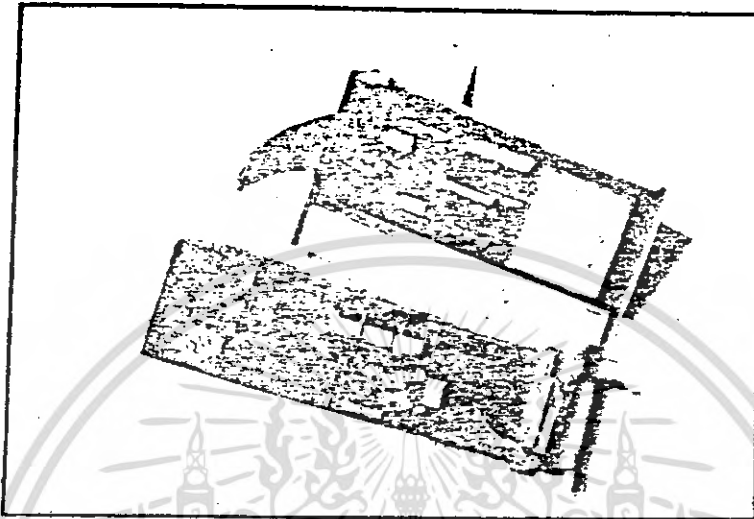


FIG controllers and Data Acquisition Boards



\* Graphic tablet สำหรับป๊อองจุ่มขนาด 3 มิติ

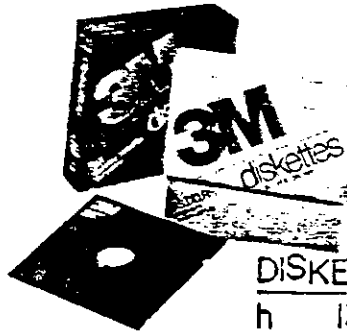
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดสัดส่วนของไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในสำนักงาน

ไมโครคอมพิวเตอร์ที่นิยมใช้ในสำนักงาน นอกจาก IBM PC แล้ว ยังมี อีกหลายยี่ห้อ ซึ่งจากการสำรวจพบว่าจะมีขนาดแตกต่างกันไม่เกิน 10% ซึ่งจะนำ ข้อมูลขนาดสัดส่วนมาเปรียบเทียบดังนี้

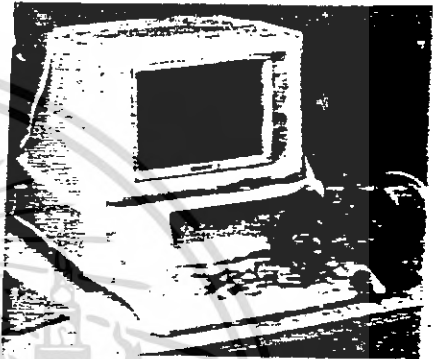
IBM PC	CPU	MONITOR	KEYBOARD	PRINTER
กว้าง	54	38	47	600
ลึก	42	36	21	320
สูง	16.5	28	4	150
น.บ.	9.4	7	2.5	10
SONY				
กว้าง	50.0	31.2	51	61.5
ลึก	34.0	34	22.4	35.5
สูง	10.3	27	4.8	15
น.บ.	9.4	5.5	2.5	10.5
SHARP				
กว้าง	50	36	44.5	57
ลึก	40.8	36	19	38
สูง	14	37	3.5	16.5
น.บ.	8	8.5	2	10
TATUNG				
กว้าง	54	33	48.5	61
ลึก	42	32	21	32
สูง	16.5	30	4	17
น.บ.	9.5	7.3	2.5	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



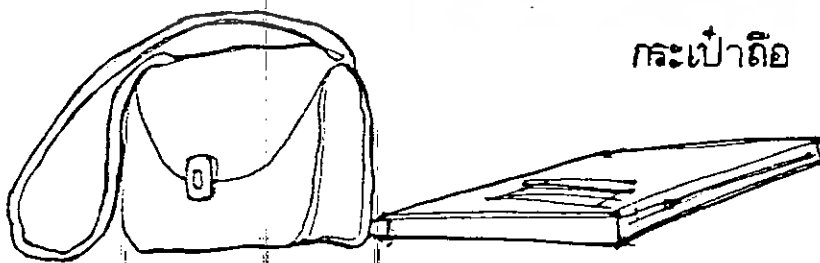
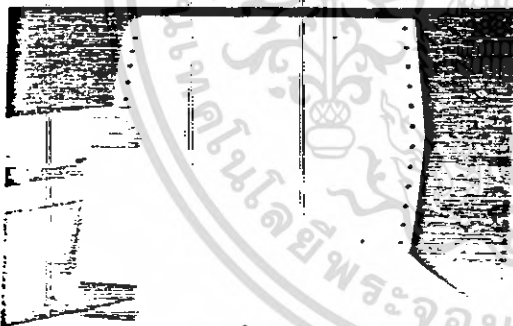
**COPY HOLDER**  
 side plate 25 X 31 c.m.  
 arm 40+40 c.m.

**DISKETTE**  
 h 13.4 c.m.  
 w 13.4 c.m.  
 d 3 c.m.



**PAPER**  
 9", 9½", 15"

**PRINTER RIBBON**  
 h 10 c.m.  
 w 17 c.m.  
 d 2 c.m.



กระเป๋าถือ 25 x 30 x 10 ซม.

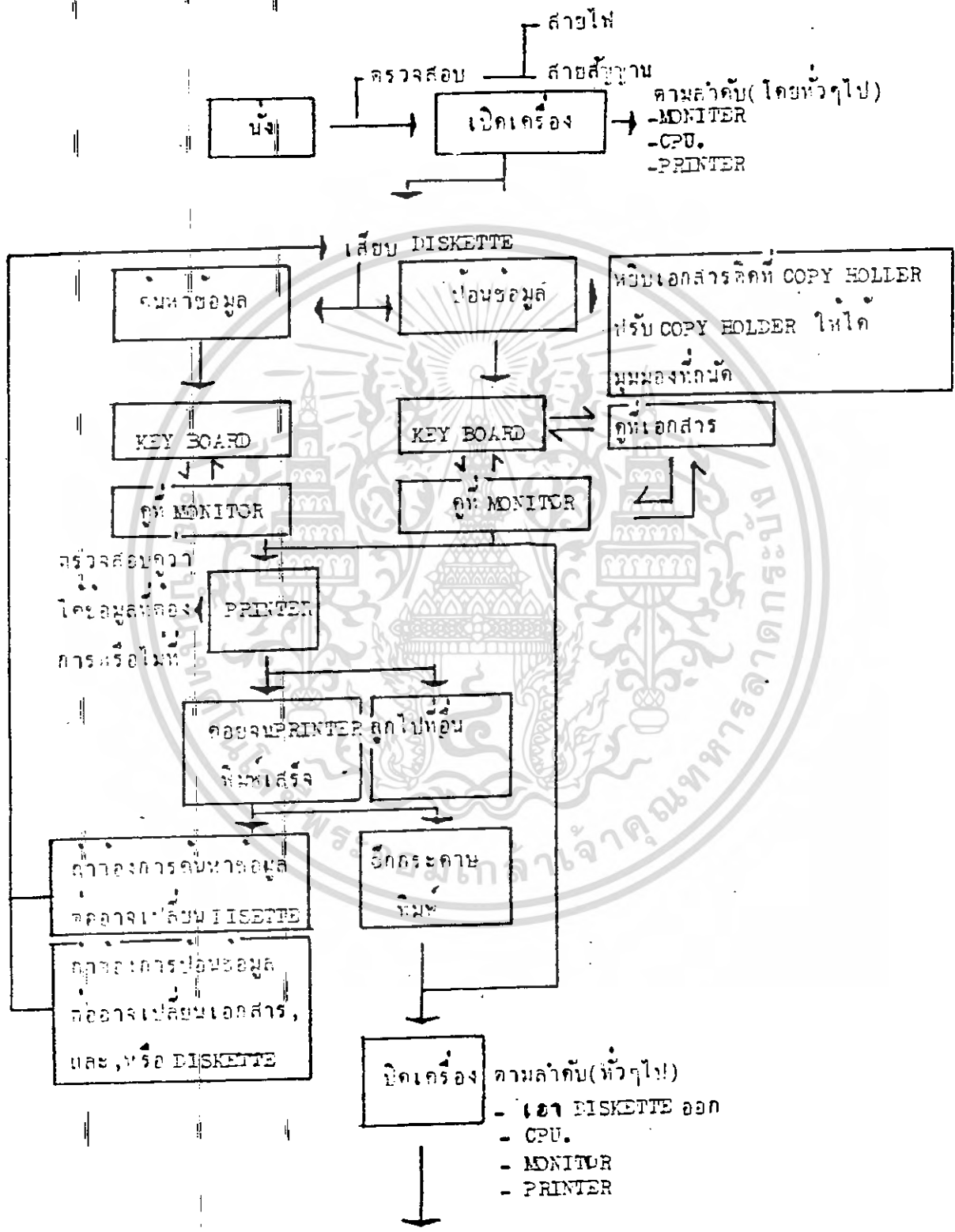
แฟ้มเอกสาร

35 x 24 x 2 ซม.

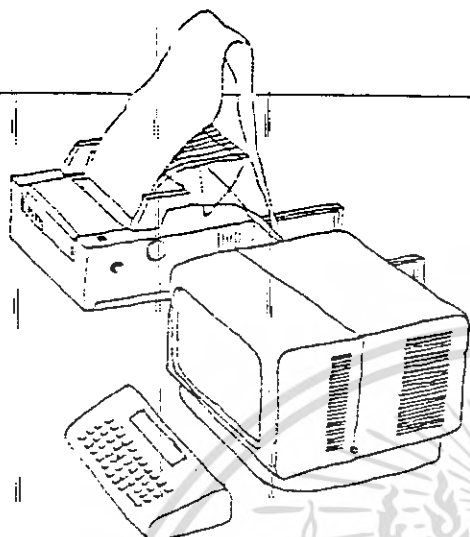
รูปที่ 30 อุปกรณ์ข้างต้น และสิ่งพิมพ์ของยูนิซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIAGRAM พหุกรรมที่ใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น (ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ต้นฉบับเอกสารนี้ถูกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางผู้จัดทำ) ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



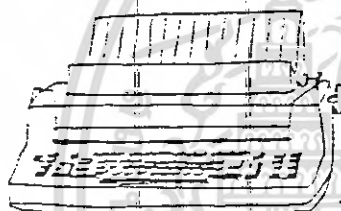
## MICRO COMPUTER

## TERMINAL      PRINTER

H 350	H 250
W 400	W 400
D 400	D 500

## KEY BOARD

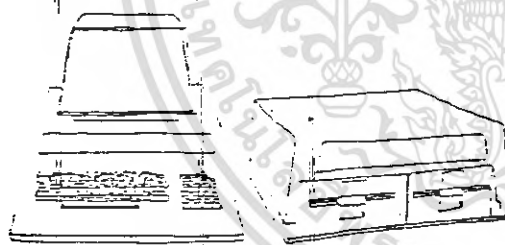
H 150
W 400
D 200



## WORD PROCESSOR

(VDU COMMONLY IN ADDITION)

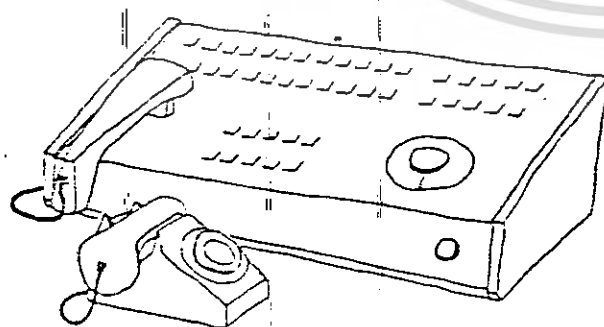
H 250
W 500
D 400



## MICRO COMPUTER

## TERMINAL      DISKETTE

H 350	H 170
W 400	W 380
D 500	D 350



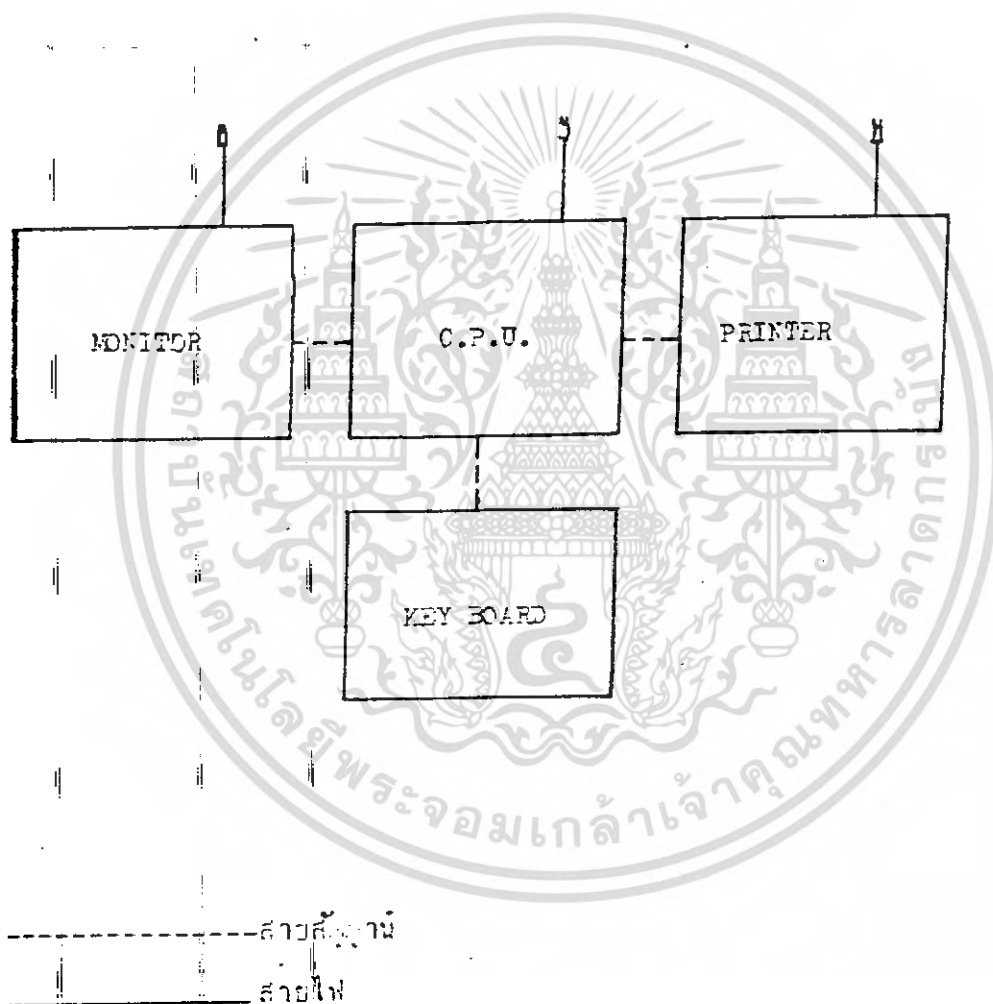
## TELEPHONE SWITCHBOARD

## AND TELEPHONE OR INTER-COM

H 180	H 130
W 500	W 150
D 260	D 220

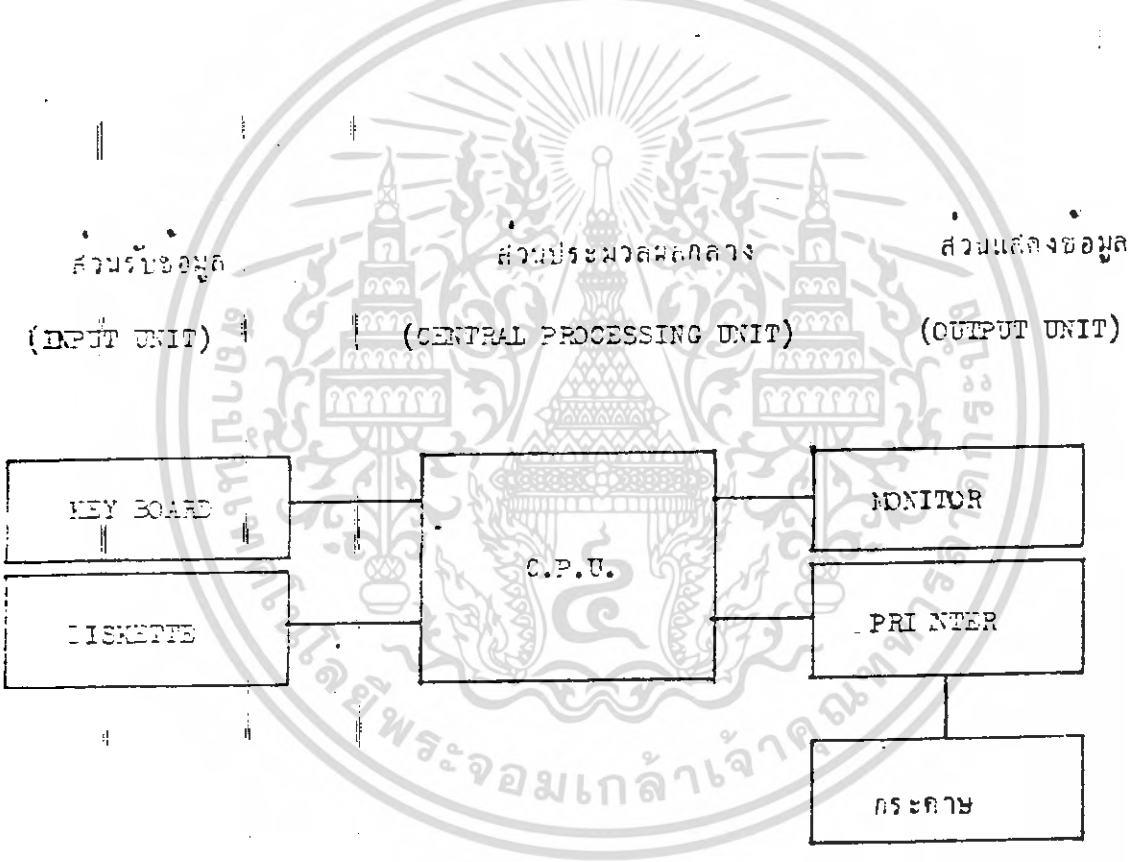
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงความสัมพันธ์ของสายสัญญาณ และ สายไฟ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ลักษณะการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในสำนักงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การเลือกใช้หลอดไฟ

ดวงโคมหรือโคมไฟที่เห็นกันอยู่ในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่ เป็นโคมที่ใช้หลอด มีไส้หรือ incandescent lamp และที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent lamp) ที่ชาวบ้านเรียก "หลอดนีออน (neon)" ซึ่งความจริง เป็นคนละชนิดกัน ที่จริงแล้วโคมไฟที่ใช้หลอดชนิดอื่น ๆ นอกจากที่กล่าวแล้ว ยังมีอีกหลายชนิดที่ลักษณะที่แตกต่างกันออกไป เช่น หลอดไฟพวกที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมไฟถนน หรือหลอดที่ใช้กับอุปกรณ์เฉพาะชนิด เช่น รถยนต์ กล้องถ่ายรูป เป็นต้น วิศวกรผู้ออกแบบโคมไฟพยายามปรับปรุงการผลิตเพื่อให้มีประสิทธิภาพ และความประหยัดมากขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพของโลกปัจจุบันซึ่งมีการรณรงค์เรื่องการประหยัดพลังงานกันอย่างมาก ทำให้มีการผลิตหลอดและโคมไฟที่ประหยัดพลังงานออกมาหลายชนิดด้วยกัน

## ชนิดของหลอดไฟ

ก่อนอื่นขอกล่าวถึง รายละเอียดบางอย่างของหลอดไฟชนิดต่าง ๆ (ยกเว้น หลอดไฟที่ใช้ในโคมไฟเฉพาะงาน) เพื่อให้ทราบว่าหลอดไฟแต่ละชนิดมีส่วนประกอบเป็นอย่างไร ดังต่อไปนี้

1.- หลอดมีไส้ (incandescent lamp) มีส่วนประกอบสำคัญ 4 อย่าง คือ ไส้หลอด (filament) ทั่วหลอด (bulb) ก๊าซที่บรรจุ (filling) และหัวหลอด (cap)

ไส้หลอด ไส้หลอดที่ใช้กันส่วนใหญ่ในปัจจุบันเป็นทังสเตน (tungsten) ซึ่งเป็นสารที่มีจุดหลอมตัวสูงและการระเหิดตัวต่ำ ซึ่งทำให้ทำงานไ้ที่อุณหภูมิสูง ไส้หลอดที่อยู่ทำงานไ้ที่อุณหภูมิสูงมากเพียงใด พลังงานแสงที่ออกมา ก็ยิ่งมากขึ้นเพียงนั้น ไส้หลอดที่ผลิตจะทำเป็นซิก ๆ เพื่อให้ไ้ความยาวของไส้มาก ลักษณะของหลอดและในขณะเดียวกันก็ไ้พลังงานแสงมากขึ้น

หัวหลอด ไส้หลอดจะบรรจุในหัวหลอดซึ่งมีลักษณะเป็นแก้วใส โปร่ง หรือเป็นกระจกฝ้าโปร่งแสง (กระจกฝ้าจะกักภายในถ้วยกรรหรือเคลือบด้วยสาร

white silicate) จุดประสงค์เพื่อให้แสงที่ออกมากระจาย ทั่วแล้วไม่แสบตา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตนำไปใช้ประกอบการค้า  
หัวหลอดหรือหัว ออกมาหลายรูปแบบ เช่น รูปสี่เหลี่ยม รูปกลม หรือรีขาว  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซหีบบรรจุ ก๊าซหีบบรรจุภายในตัวหลอดมีไว้เพื่อลดการระเหิดของไส้หลอด และทำให้อุณหภูมิของไส้หลอดสูงขึ้น ก๊าซหีบบรรจุจะเป็นก๊าซเฉื่อย ( inert gas ) ส่วนใหญ่เป็นไนโตรเจนและอาร์กอน ( ARGON ) นอกจากนี้ยังมีชนิดที่ใช้ก๊าซคริปทอนบรรจุ ซึ่งมีการถ่ายเทความร้อนน้อยกว่า 2 ชนิดแรก แต่เนื่องจากราคาแพงส่วนใหญ่จึงใช้กับหลอดชนิดพิเศษเท่านั้น

ขั้วหลอด ส่วนใหญ่จะเป็นทองแดง เป็นจุดเชื่อมต่อกับขั้วรับ ( socket ) ขั้วหลอด incandescent จะทำเป็น 2 แบบ คือ แบบเกลียว ( screw ) และแบบเขี้ยว ( bayonet ) การกำหนดขนาดและชนิดของขั้วหลอดส่วนใหญ่ใช้ตัว E สำหรับแบบเกลียว และ B สำหรับแบบเขี้ยว ความกว้างตัวเลขแสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของขั้ว เป็นมิลลิเมตร

หลอดที่มีไส้จะมีอายุการใช้งานขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของไส้หลอด โดยที่อายุการใช้งานจะสั้นลง ถ้าอุณหภูมิของไส้หลอดสูงขึ้น (ซึ่งตรงกันข้ามกับพลังงานแสงที่ออกมา) นอกจากนี้ยังขึ้นกับความแรงศักย์ ( voltage ) ที่เปลี่ยนแปลงระหว่างกรใช้งานด้วย

เมื่อหลอดมีไส้ถูกใช้งานไปเรื่อยๆ ไส้หลอดทั้งสเทนท์ก็ค่อยๆ ระเหิดออกและจับกับผนังภายในหลอดซึ่งทำให้หลอดเริ่มดำจึงมีการใส่ก๊าซฮาโลเจน (เช่น ไอโอดีน, ฟลูออรีน, โบรมีน ) เข้าไปช่วยเพื่อให้หลอดไม่ดำ ก๊าซหีบบรรจุ - ก๊าซฮาโลเจนจะเป็นแก๊สที่พิเศษซึ่งทนอุณหภูมิสูงมากโดยใช้แก๊สควอทซ์ หลอดฮาโลเจนจะมีขนาดเล็กกว่าหลอดมีไส้ธรรมดา ส่วนใหญ่จะใช้ในโคม floodlight ใช้ใน projector และในโคมไฟรถยนต์ทั่วไป

นอกจากหลอดฮาโลเจนแล้ว ยังมีหลอดมีไส้ชนิดอื่นๆ อีกหลายชนิด ซึ่งใช้ในงานลักษณะเฉพาะ เช่น หลอด reflector lamp ซึ่งเป็นหลอดที่ฉาบด้วยสารสะท้อนแสงภายในเพื่อให้แสงออกมาได้เต็มที่ ใช้ได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร บางแบบก็ใช้เป็น flood light สองสนามกีฬา บางแบบใช้ภายในบ้าน เป็นต้น

## 2. หลอดฟลูออเรสเซนต์ (FLUORESCENT LAMP)

หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดกลมยาวซึ่งภายในจะบรรจุควิโยปรอท (mercury vapour) บรรจุที่ความดันต่ำ ผสมด้วยก๊าซเฉื่อยอีกเล็กน้อยสำหรับไว้ใช้ตอนไฟเริ่มจุด (starting) ภายในยังประกอบด้วยขั้วหลอดทั้งสองปลาย โดยผิวหลอดภายในจะเคลือบด้วยฝุ่นฟลูออเรสเซนต์หรือฟอสเฟอร์ (phosphor)

ชนิดของหลอดฟลูออเรสเซนต์พอจะแยกได้ตามการใช้งานเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่ต้องใช้สแตร์ทเทอร์ (starter) และชนิดที่ไม่ต้องใช้สแตร์ทเทอร์ ชนิดที่ใช้สแตร์ทเทอร์หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า preheat start จะใช้สแตร์ทเทอร์ทำหน้าที่อุ่นขั้วหลอดให้ร้อน (ประมาณ 2-3 วินาที) แล้วจึงเปิดวงจร ซึ่งทำให้มีความต้านทานสูงที่ขั้วหลอดทำให้เกิดการชนกันของอิเล็กตรอนใน discharge เกิดรังสีอุลตราไวโอเล็ต ซึ่งทำให้ผงหรือฝุ่นฟลูออเรสเซนต์ที่เคลือบอยู่เรืองแสงขึ้นมา เมื่อไฟสว่างแล้วตัวบัลลาสต์ (ballast) จะเป็นตัวควบคุมความต้านทานภายในไว้สม่ำเสมอ ส่วนหลอดอีกชนิดหนึ่งเป็นชนิดที่ไม่ต้องใช้สแตร์ทเทอร์ ซึ่งมี 2 แบบ เรียกว่าชนิด rapid start และชนิด instant start ซึ่งขบวนการก็คล้ายกับแบบใช้สแตร์ทเทอร์ แต่อาจอุปกรณ์ที่ใช้แทนสแตร์ทเทอร์บรรจุในขั้วหลอดเลย การจุดติดจะเร็วกว่าแบบใช้สแตร์ทเทอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หลอดชนิด GAS DISCHARGE เป็นหลอดที่บรรจุไอของสารโลหะหรือเป็นส่วนผสมของก๊าซหลาย ๆ ชนิด การเกิดแสงไม่ใช่เกิดจากการเผาของขดลวด แต่เกิดจากการมีอนุภาคต่างศักย์ขนาดหนึ่งซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟภายในอย่างรวดเร็ว เนื่องจากไอเกิดปฏิกิริยา ( discharge ) กระแสจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ หากไม่มีความต้านทานเนื่องจากบัลลาสต์ เพราะฉะนั้นบัลลาสต์จึงทำหน้าที่ควบคุมกระแส ซึ่งทำให้การปฏิกิริยาของไอภายในหลอดคงที่ตลอดเวลา

หลอด gas discharge มีอยู่หลายชนิดด้วยกันที่ใช้งานกันแพร่หลายมี

ก. หลอด *Low-pressure sodium* เป็นหลอดบรรจุด้วยสารด้วยสารโซเดียมและส่วนผสมของก๊าซเฉื่อย ( นีออนและอาร์กอน ) ซึ่งถูกอัดด้วยความดันขนาดหนึ่ง ( ประมาณ 400-800 นิวตันต่อตารางเมตร )

ข. หลอด *high-pressure sodium* เป็นหลอดบรรจุด้วยสารโซเดียมเช่นกัน แต่ใส่สารไว้มากจนทำให้โซเดียมตัว ความดันในหลอดจะถูกอัดไว้มากถึง 13-26 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

ค. หลอด *HIGH PRESSURE MERCURY* ภายในหลอดจะบรรจุสารปรอท ( *MURCURY* ) ซึ่งเป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ และจะระเหยเป็นไอเมื่อร้อน ( เมื่อหลอดติด ) ปรอทภายในหลอดส่วนใหญ่จะเคลือบด้วยเพื่อให้แสงออกมาที่มีคุณภาพทางสีดีขึ้น

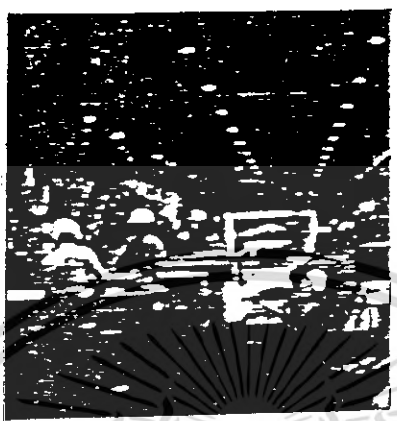
ง. หลอด *BLENDED - LIGHT ( หรือหลอด MERCURY TUNGSTEN )* เป็นหลอดที่ปรับปรุงมาจากหลอด *high - pressure mercury* โดยเพิ่มได้หลอดของ *incandescent* เข้าไปด้วยเพื่อให้สีของแสงที่ออกมาที่มีคุณภาพยิ่งขึ้น หลอดชนิดนี้ไม่ต้องใช้บัลลาสต์ เช่น หลอด *ML* ของ *philips* เป็นต้น

จ. หลอด *metal halide* คล้ายกับหลอด *mercury* มากเพียงแต่เพิ่มสารจำพวก *iodied* เข้าไป เพื่อให้มีประสิทธิภาพและคุณภาพสีดีขึ้น แสงที่ออกมาจะใกล้เคียงกับแสงแดด

หลอด *gas discharge* ที่ใช้กันมาแล้วทั้งหมด ( ยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับปฏิบัติงานเพื่อการวิจัยและพัฒนาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

( ignitor ) และคาปาซิเตอร์ ( capacitor ) โดยตัวคาปาซิเตอร์จะเป็นตัวช่วยให้ power factor ของระบบดีขึ้น



คุณภาพของหลอดชนิดต่างๆ

คุณภาพของหลอดไฟต่าง ๆ ถ้าหากจะนำกล้าวหรือเปรียบเทียบกันแล้ว จะมีองค์ประกอบหลายตัวที่เกี่ยวข้อง ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะองค์ประกอบที่สำคัญ ๆ ดังต่อไปนี้

- 1. LUMINOUS output หรือ EFFICACY มีหน่วยเป็น lumen / watt หมายถึง อัตราส่วนระหว่างจำนวนแสงที่เปล่งได้จากหลอดต่อจำนวน watt ของหลอด
  - 2. COLOUR TONE OF LIGHT เป็นลักษณะสีที่เปล่งจากหลอด
  - 3. Restart เป็นคุณสมบัติของหลอดในการจุดสว่างใหม่ทันทีหลังจากที่ดับ
  - 4. Radio interference เป็นคุณสมบัติของหลอดที่มีคุณสมบัติแยกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีผลกระทบต่อดิจิตอลวิทยุโดยเฉพาะในคลื่น AM
  - 5. service life เป็นอายุการใช้งานของหลอด
- เมื่อนำองค์ประกอบเหล่านี้ของหลอดชนิดต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกัน

เอกสารนี้จะเป็นลิขสิทธิ์ของโรงไฟฟ้าฯ รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานของหลอดแต่ละประเภท

ในลักษณะการใช้งานทั่วไปที่เห็นในชีวิตประจำวันจะเห็นว่า เราใช้หลอดชนิดฟลูออเรสเซนต์กันมากไม่ว่าจะเป็นสำนักงาน ร้านค้าหลาย ๆ ประเภท หรือแม้แต่โรงงาน ในกรณีนี้จึงอยากจะนำข้อเสนอแนะที่ทางยุโรปแนะนำและลักษณะประเภทของหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่นำไปใช้ในงานต่าง ๆ ดังตารางที่ 3

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์จะใช้งานหลายประเภท หลอดที่มีไส้ก็ยังมียี่ห้อหลาย ๆ อย่าง คือ

- มีน้ำหนักเบา
- ไม่ต้องมีบัลลาสต์
- ไม่มีมลพิษต่อมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลง (ซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีมล)
- มีให้เลือกมาก คือ มีตั้งแต่ 2-1,500
- สามารถใช้กับเครื่องหรี่ไฟได้ดีโดยไม่มีปัญหาใด ๆ
- ใช้แสงที่สบายตาดีมาก

จากข้อดีหลาย ๆ ประการดังกล่าว หลอดที่มีไส้จึงถูกนำไปใช้งานหลายประเภท เช่นเกี่ยวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยเฉพาะในที่อยู่อาศัย ไฟตกแต่งร้านค้าช้อปปิ้งเซ็นเตอร์ ในยุโรปยังนิยมใช้หลอดชนิดนี้อยู่มาก (กว่าทางอเมริกา)

คือไปใช้หลอดพวก gas discharge ซึ่งที่ใกล้แล้วหลอดพวก gas discharge จะมีค่า efficacy และอายุการใช้งานยืนยาว ลักษณะการใช้งานของหลอดพวกนี้จึงเหมาะกับงานหลาย ๆ ประเภทที่ต้องการให้ใช้ประสิทธิภาพสูง หัว ๆ ไปการเลือกใช้ประเภทของหลอด

จะได้ว่า

- ถ้าพิจารณาถึงความประหยัด หลอดชนิด low และ high pressure sodium จะเหมาะสมที่สุด
- ถ้าพิจารณาถึงงานที่ของหลอดที่ให้คุณภาพของแสงดีและมีค่าสูง ควรใช้หลอด metal halide
- ถ้าเป็นงานที่ของหลอดคุณภาพของแสงดีรองลงมา ควรใช้หลอด high pressure mercury

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับหลอด นั้น ผลิตภัณฑ์  
 เพื่อใช้แทนหลอด โดยเปลี่ยนแทนได้เลย เนื่องจาก  
 มีขั้วหลอดแบบเดียวกัน เนื่องจาก  
 ตัวอย่างของงานที่ใช้หลอดประเภท นี้  
 ก็มี เช่น

ตารางที่ 1 แสดงชนิดและคุณภาพของหลอดไฟชนิดต่างๆ

	Incandescent	Fluorescent	Mercury vapour	Mercury tungsten	Sodium vapour
Efficacy ที่ 220 VAC	ประมาณ 8-20	ประมาณ 4 เท่า ของ WATTS incandescent ที่ watt เท่ากัน	ประมาณ 3-5 เท่า ของ WATTS incandescent ที่ watt เท่ากัน	ประมาณ 12-15 เท่า ของ WATTS incandescent ที่ watt เท่ากัน	ประมาณ 10 เท่า ของ WATTS incandescent ที่ watt เท่ากัน
Colour tone of light	สีเหลืองแดงอมส้ม ใหญ่ (มีขั้วชนิดสี่ เกลียวเหมือน day light ซึ่งในชนิด พิเศษ)	สีฟ้า tone ฟ้าอ่อน (ตารางที่ 2)	หลอดชนิดนี้เมื่อเปิด จะให้แสงสีขาวฟ้า สีที่เคลือบจะใส่มง สีขาว	เหมือน day light	สีเหลือง
Restart	ได้ทันที	ใช้เวลานานกว่า	ไม่สามารถ Restart ทันที เนื่องจาก pressure ในหลอดยัง สูงอยู่ต้องรอให้ หลอดเย็นตัวลง	เหมือน WATTS mercury vapour	ไม่สามารถ Restart ใช้เวลานานกว่า หลอดชนิดอื่น
Radio Interference	ไม่มี	มี พกถ้าไม่เปิดใช้ (ปรับที่ filter วิทยุ)	มี พกถ้าไม่เปิดใช้ ในที่โล่ง (open air)	เหมือน WATTS Mercury vapor	เหมือน WATTS Fluorescent
Service life ที่ rated Voltage	ประมาณ 1,000 ชม.	ประมาณ 7.5-16 เท่าของ WATTS incandescent	ประมาณ 16-24 เท่าของ WATTS incandescent	ประมาณเท่าๆ กับ WATTS incandescent	ประมาณ 12-24 เท่า ของ WATTS incandescent

ตารางที่ 2 Colour tone of light ของหลอดหลอดประเภทนี้

แสงสีชนิด	คุณสมบัตินี้	ลักษณะงานที่ใช้
1. Universal white (natural white)	ให้คุณภาพสีที่สว่าง และ efficacy สูง	ใช้ได้ดีในใช้ความประหยัด เนื่องจาก efficacy สูง
2. Bright white 3. Warm white	ให้ efficacy สูงมาก	เหมาะสำหรับโรงงาน, โรงซ่อมและ ไฟถนน และไฟอาคาร
4. White deluxe	ให้คุณภาพสีที่สว่าง	เหมาะสำหรับบ้านและร้านค้าและบ้าน และร้านค้า เป็นต้น
5. Warm white deluxe	ให้คุณภาพสีที่สว่าง และสี ใกล้เคียงกับหลอด incandescent	ใช้สำหรับอาคาร, สำนักงานทั่วไป
6. Daylight deluxe	ให้คุณภาพสีที่สว่างใกล้เคียง กับหลอด incandescent	เหมาะสำหรับใช้บนถนน, ทั่วรูป หรือใช้ในห้องเรียน เป็นต้น

หมายเหตุ

- แสงสีของหลอดไฟประเภทนี้ที่ผลิตขึ้นมีมาก  
กว่าหลอดชนิดอื่นและมีความดีไว้ เช่น หลอดสี  
น้ำเงิน, เขียว, ชมพู ซึ่งเป็นสีที่คนทั่วไปนิยมใช้ หรือ  
ที่แสงสีที่คนทั่วไปต้องการ จึงเป็นสีที่ไม่ค่อยนิยม
- แสงสีของหลอดไฟประเภทนี้ในรูปหลอดรูป  
เป็นหลอด เช่น 25 เป็น universal white 29  
เป็น warm white เป็นต้น ส่วนหลอดหลอดรูป  
หลอดเป็นหลอดแบบ เช่น W เป็น white,  
WW เป็น warm white เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสาร  
สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น  
อันลิขสิทธิ์ฉบับนี้ให้ตัดแปลง  
หรือใช้เพื่อประโยชน์  
ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลอด high pressure mercury**
- flood lighting
  - public lighting
  - photochemical process
  - photography

- หลอด high pressure metal halide**
- Sports ground
  - public lighting
  - indoor lighting
  - flood lighting
  - industrial
  - commercial
  - colour TV broadcasting
  - plant irradiation

- หลอด high pressure sodium**
- public lighting
  - flood lighting
  - airport
  - industrial
  - parking lot
  - plant irradiation

- หลอด low pressure sodium**
- airport
  - harbour
  - foundry
  - dock & quarry
  - foundry
  - rolling mill
  - public
  - railway crossing



ภาพที่ 3

APPLICATION	35	36	38	37	47	54	57	82	83	84	86
Company establishments											
Entrance hall, corridors											
Workshop, post office desks											
Bedrooms											
Dining rooms											
Conference hall											
Stores											
Reception											
Canteen											
Stores, shops											
Bathrooms, lavatories											
Education Institutes											
Production											
Laboratories											
Workshops											
Assembly halls											
Stores											
Stores, shops											
Stores, shops											
Classrooms											
Corridors											
Entrance hall, corridors											
Classrooms, rooms											
Handcraft rooms											
Industries											
Warehouse											
Office, drawing offices											
Canteen											
Laboratories											
Workshops											
Eng. room											
Industry-specific											
Electrotechnical factories											

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION	25	25	33	37	47	54	57	62	E3	64	66
Gas, water and electricity works			•							•	
Textiles-colour appraisal					•		•				•
Chemicals-colour appraisal					•		•				•
Leather-working			•								
Furniture										•	
Bakeries										•	
Abattoirs								•			
Confectionery										•	
Breweries, distilleries										•	
Tobacco										•	
Food										•	
Printing				•	•		•				•
Bookbinding				•						•	
Newsprint			•								
Graphics-colour appraisal					•		•				•
Ceramics										•	
Wood-working				•							
Medical Institutions											
Wards				•		•		•		•	
Examination/treatment rooms				•						•	
Delivery rooms				•						•	
Operating theatres				•						•	
Recovery rooms				•						•	
Laboratories				•						•	
Kitchens										•	
Recreation rooms, dining rooms										•	
Corridors, waiting rooms										•	
X-ray rooms, irradiation rooms										•	
Rehabilitation rooms										•	
Ocular examination and treatment rooms										•	
Dental surgeries				•						•	
Office buildings											
Offices, drawing offices										•	
Directors' offices, conference rooms										•	
Typing pools										•	
Telephone exchanges										•	
Entrance halls, corridors, reception halls and desks										•	
Archives										•	
Canteens										•	
Conservatories										•	
Public service buildings											
Entrance halls, reception desks, counters										•	
Interview rooms										•	
Council chambers, law courts							•			•	
Registry offices								•		•	
Shops											
Antique							•			•	
Pharmacy, drugs								•		•	
Automats								•		•	
Confectioners, delicatessen							•	•		•	
Fleurists							•	•		•	
Books, and stationery								•		•	
Perfumery							•	•		•	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันจะสังเกตได้ว่า โฟตอนส่วนใหญ่ใช้หลอดสีเหลืองกันมาก ซึ่งก็คือ หลอดประเภท sodium เพราะเป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพสูงมากและมีอายุการใช้งานยาวนาน จึงให้ความประหยัดได้เป็นอย่างดี หลอดประเภทนี้จะให้ Contrast มากและความจ้า (glare) น้อย และให้แสงเกือบคงที่ตลอดอายุการใช้งาน จึงเหมาะสำหรับใช้กับถนนใหญ่หรือถนนหลวงโดยทั่วไป แต่ถ้าเป็นถนนที่ใช้ในเขตรชุมชนหรือที่อยู่อาศัยหรือศูนย์การค้า การที่จะใช้หลอดประเภท sodium ซึ่งให้ Contrast มาก และให้เงามาก ๆ อาจจะไม่เหมาะสมเพราะหน้าคนตรีสภาพที่สว่างจะดูน่ากลัวขึ้น ในกรณีเช่นนี้หลอดประเภทโพลีฟลูออเรสเซนซ์จะดีกว่า

**หลอดประหยัดพลังงาน**

จากปัญหาที่โลกเริ่มตระหนักถึงการเริ่มขาดแคลนพลังงานในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมา ทำให้มีการรณรงค์การประหยัดพลังงานกันอย่างมาก มีการหันมาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น มีการหันมาวางจรรยาบรรณการใช้พลังงานอย่างเหมาะสม รวมทั้งการศึกษาค้นประดิษฐ์วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ที่ทันสมัยมาทดแทน หลอดไฟประหยัดพลังงานก็เป็นหนึ่งในหลาย ๆ ชนิดที่ได้หันมาให้ความสนใจ

หลอดมีได้อย่างที่กล่าวมาแล้ว ถึงแม้จะมีข้อดีหลาย ๆ ประการ แต่ก็ยังมีข้อเสีย คือ มีค่า efficacy น้อยและอายุการใช้งานสั้น จึงทำให้ต้องเปลี่ยนหลอดบ่อย ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายสูงกว่าหลอดชนิดอื่น บริษัทผลิตดวงโคมจึงได้คิดค้นหาโคมหวก DISCHARGE เช่น หลอดโพลีฟลูออเรสเซนซ์มาทดแทน โดยการผลิตได้เอาลักษณะของหลอดมีได้ปกติเป็นพื้นฐาน กล่าวคือ ให้มีขั้วหลอดเป็นชนิดเดียวกันเพื่อให้สามารถเปลี่ยนกันได้ บริษัทเหล่านี้ ได้แก่ บริษัท philips ผลิตหลอด SL (บ้านเรามีขายแล้ว หลอดละประมาณ 250-300 บาท) บริษัท mazda ผลิต FEE หลอด บริษัท sylvania ผลิตหลอด cheetah เป็นต้น หลอดเหล่านี้กินไฟเพียง 25% ของหลอดมีได้ปกติเท่านั้น เมื่อเทียบค่า lumen เท่า ๆ กันหรือเปรียบเทียบง่าย ๆ คือ สมมติเดิมเราใช้หลอดมีได้ขนาด 75 วัตต์ เราสามารถเปลี่ยนใช้หลอดเหล่านี้เพียงขนาด 18 วัตต์ โดยได้แสงสว่างเท่าเดิม นอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ การค้าจากนี้มาจากการใช้งานของหลอดเหล่านี้ยิ่งมากกว่าหลอดมีได้มากกว่า 5 เท่าอีกด้วย ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION	29	25	33	37	47	54	57	82	83	84	86
Electrical, radio and T.V.								•	•	•	
Photographic equipment									•	•	
Grocery and green grocery									•	•	
Glass and porcelain								•	•	•	
Jewellery and watches								•	•	•	
Domestic appliances									•	•	
Hairdressers, beauty salons								•	•		
Art dealers			•					•	•	•	
Leatherware and shoes									•	•	
Furniture								•	•	•	
Music dealers								•	•	•	
Travel agencies									•	•	
Tobacconists								•	•	•	
Cycle								•	•	•	
Sanitary equipment								•	•	•	
Butchers								•	•	•	
Sports equipment									•	•	
Toys								•	•	•	
Clothing								•	•	•	
Paints and wallpapers				•							
Ironmongery									•	•	
Dairies, fishmongers									•	•	
Furniers					•						•
Supermarkets									•	•	
Department stores									•	•	
Discount houses, cash and carry stores			•								•
Launderettes								•	•	•	
Sports									•	•	
Gymnasiums, sports halls			•								•
Ice hockey rinks			•								•
Bowling alleys								•	•	•	
Billiards rooms								•	•	•	
Covered swimming pools								•	•	•	
Multi-purpose halls								•	•	•	
Transport											
Garages											
Bicycle parking lots											
Dispatch sheds											
Transport depots											
Hangars											
Booking offices									•	•	
Waiting rooms									•	•	
Refreshment rooms								•	•	•	
Various											
Covered cattle-markets			•								
Auction rooms											•
Covered markets			•								
Trade exhibition halls									•	•	
Showrooms									•	•	
Zoo houses									•	•	•
Aquariums								•	•	•	
Museums				•							
Libraries									•	•	
Homes								•			
Outdoor Lighting	•	•									

หมายเหตุ

1. หลอดชนิด 82, 83 และ 29 เป็นหลอดสี  
แสงอุ่น (warm) ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 3000 K ให้  
ใช้แสงที่อบอุ่นและสามารถใช้ร่วมกับหลอด incandescent  
ได้เป็นอย่างดี

2. หลอดชนิด 84, 33, 25 และ 37 เป็น  
หลอดที่ใสสะอาด (white) ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ  
4000 K ซึ่งมีคุณสมบัติที่คล้ายกับแสงแดดและ  
ใช้สถานที่ที่ประกอบธุรกิจหรือสำนักงานทั่วไป

3. หลอดชนิด 47, 86, 54 และ 57 เป็น  
หลอดที่ใสแต่แสง (daylight) ซึ่งมีอุณหภูมิประ  
มาณ 6500 K มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับแสงธรรมชาติ  
เหมาะสำหรับงานที่ต้องการเปลี่ยนทัศนียภาพ  
หลอดชนิดต่าง ๆ ที่กล่าว นี้มี 3 ความยาว

ดังนี้

- 29 : warm, white
- 25 : natural
- 33 : white
- 37 : white special de luxe
- 47 : white 5000 K
- 54 : cool daylight
- 57 : daylight 7400 K
- 82, 83, 86 : เป็นหลอดใสใหม่ซึ่งมีสีเฉพาะ

Note: In warm areas the colours 54 and 55 are often used instead of the colours 33 and 34, respectively.  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามหลอดสีพวกนี้ก็ยังมียี่ห้อบางอย่าง คือ ขนาดโตกว่าและหนักกว่าหลอดมีไส้ปกติ เนื่องจากหลอดพวกนี้มีบัลลาสต์ข้างใน บริษัทผู้ผลิตจึงได้ผลิตโคมพอนิท์แยกบัลลาสต์ออก เช่น หลอด PL ของ PHILIPS หลอด DULUX ของ OSRAM หลอด EUREKA ของ MAZDA หรือ หลอด ZD ของ THORN เป็นต้น หลอดกลุ่มหลังนี้ประหยัดค่าไฟลงได้ถึง 7 เท่าหลอดมีไส้ปกติ แต่หลอดพวกนี้มีขั้วหลอดแบบใหม่ไม่เหมือนทั่ว ๆ ไป

ส่วนที่เกี่ยวกับฟลูออเรสเซนต์และหลอด discharge เอง ก็มีการคิดค้นสารใหม่ ๆ ที่จะนำมาเคลือบหรือประจักษ์รูปใหม่ ๆ ซึ่งทำให้ได้ efficacy สูงขึ้น เช่น สารพวก high pressure ที่เคลือบผิวหลอดฟลูออเรสเซนต์หรือในหลอด discharge ก็ได้มีการประจักษ์หลอดพวก high pressure sodium ซึ่งมาใช้แทนหลอดจำพวก HIGH PRESSURE Mercury โดยยังใช้บัลลาสต์ของ MUGURY ได้ เป็นต้น

สรุป

โดยสรุปแล้วจะเห็นว่าหลอดแต่ละประเภทก็มีข้อดีและข้อเสียต่างกันออกไป ไม่มีประเภทไหนที่เพียบพร้อมสมบูรณ์ หัวข้อที่ว่าวิธีการเลือกใช้หลอดไฟ จึงมีได้หมายความว่า จะมีอุปสรรคหรือดูร่าเร่ที่แน่นอนในการเลือกใช้หลอดไฟ แต่จะเป็นข้อแนะนำมากกว่า บางท่านอาจจะเชื่อ บางท่านอาจจะไม่เชื่อก็ไม่ผิดอะไร เหมือนกับโฆษณาในโทรทัศน์ คิดว่าท่านคงเคยเห็นเคยได้ยิน ซึ่งมีว่า "ไม่เอา... ไม่เอา... ไม่เอาคะ... ถ้า... เอาคะ" ก็ใจเขาใจเราละครับ หลายท่านอาจจะชอบแสงของฟลูออเรสเซนต์ แต่ก็อีกหลายคนเหมือนกันที่ชอบแสงของหลอดมีไส้ เพราะฉะนั้นถ้าจะเอาความรู้สึกนี้เป็นเกณฑ์ไม่มีอะไรผิดอะไรถูกอย่างไรก็ถ้าเราพิจารณาโดยเอาองค์ประกอบอย่างอื่นมาเป็นเกณฑ์ เช่น การลงทุน ความประหยัด หรือค่าใช้จ่าย เป็นต้น เราก็จะสามารถกระชับให้ทางเลือกนั้นแค้นลงไป หลังจากที่ยังนำหน้ากันหลาย ๆ องค์ประกอบ เราก็จะได้หลอดไฟที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้สำหรับงานนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของโคมไฟไร้สาย 'เลอแลมป์'

# Philips Lighting

- โคมไฟ เอนกประสงค์ใช้ถ่านไฟชนิดอิกไฟได้ถึง 1,000 ครั้ง
- ปุ่มเปิดปิดเป็นแบบสัมผัสอิเล็กทรอนิกส์ ไร้หลอดไฟฮาโลเจนชนิดมีเลนส์รวมแสงที่ให้แสงสว่างมาก
- ขนาดกระทัดรัด สามารถนำติดตัวไปได้ทุกแห่งตามต้องการ
- อุปกรณ์เครื่องอิกไฟได้รับการรับรองคุณภาพ และความปลอดภัยจากสำนักงานที่เชื่อถือของยุโรป

## Technical data

Type	Cells	Lamp	Operation time	Ordering number
Executive QTX 601 CR (black)	6 NiCd Cs	HMP 14 (3.75V-0.75A)	3.0 hr	9140 000 57302
Decorative QTX 611 CR (grey)	6 NiCd Cs	HMP 14 (3.75V-0.75A)	3.0 hr	9140 000 58202
Executive QTX 501 CR (black)	6 NiCd Cs	HMP 14 (3.75V-0.75A)	3.0 hr	9140 000 59202
Decorative QTX 511 CR (grey)	6 NiCd Cs	HMP 14 (3.75V-0.75A)	3.0 hr	9140 000 59402
Executive QWX 201 CR (black)	6 NiCd Cs	HMP 14 (3.75V-0.75A)	3.0 hr	9140 000 54802
Decorative QWX 211 CR (grey)	6 NiCd Cs	HMP 14 (3.75V-0.75A)	3.0 hr	9140 000 54902

Voltage : 220-230 V

Charging time : 14 ~ 16 hr  
when completely discharged

Materials : ABS/Rubber/PC



Patio  
Decorative  
QWX 211 CR



Flexi  
Decorative  
QTX 611 CR

## Halogen miniature lamps

Type number	Voltage	Wattage	Luminous flux	Rated life	Base
Europe U.S.A.	V	W	lm	h	
HMP 14 HPR 41	3.75	2.6 W	39	100	PX1.35s



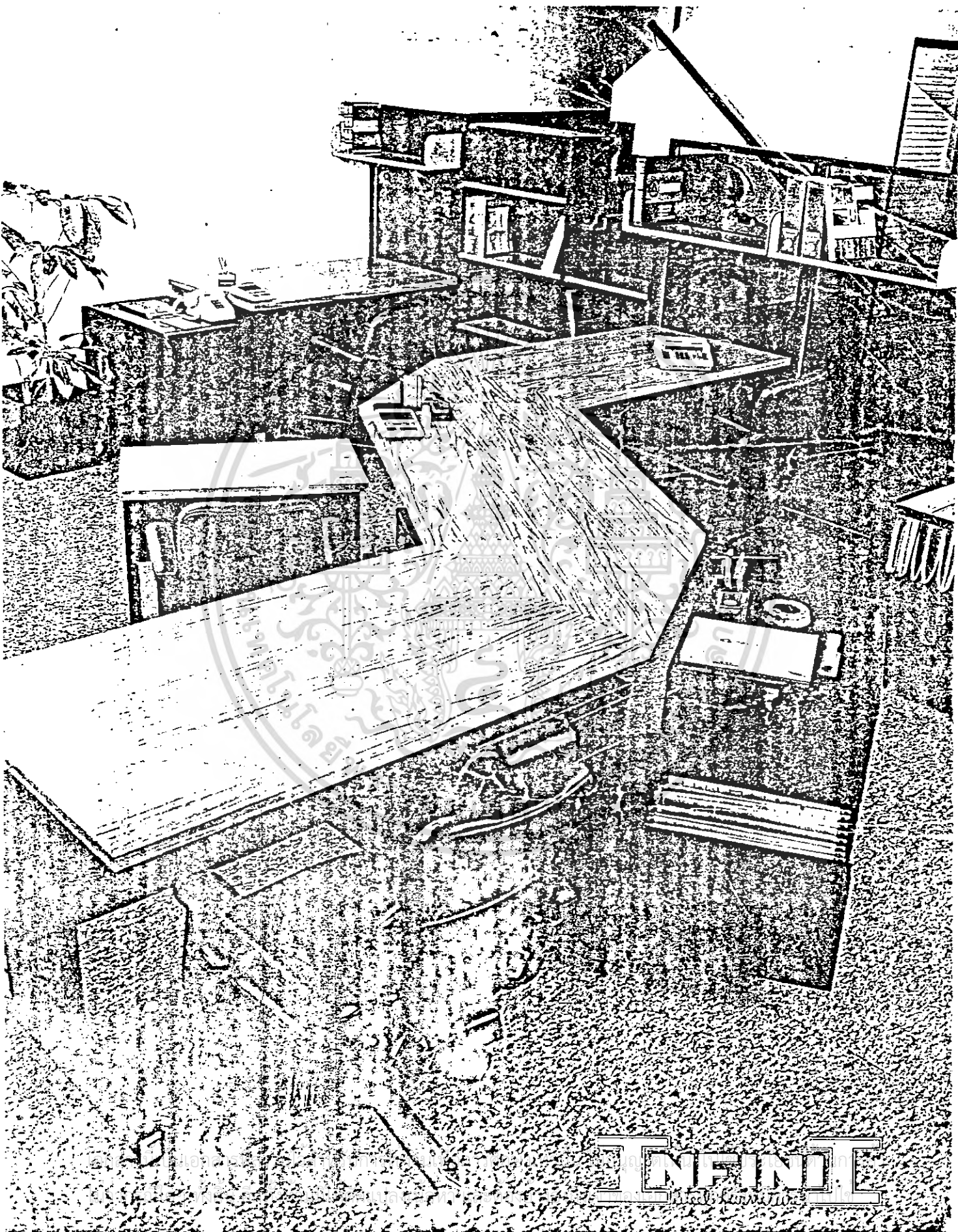
Patio  
Executive  
QWX 201 CR



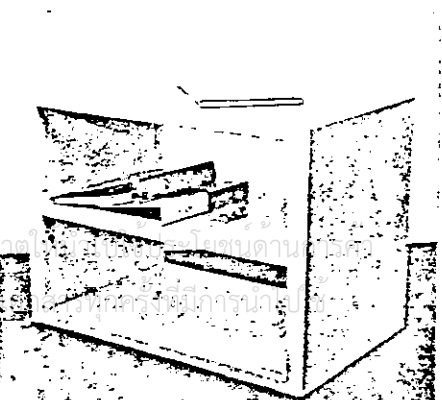
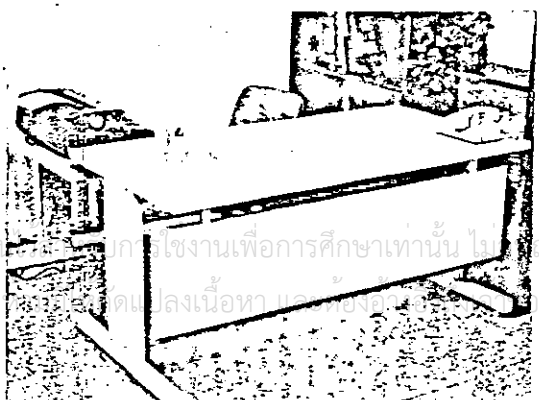
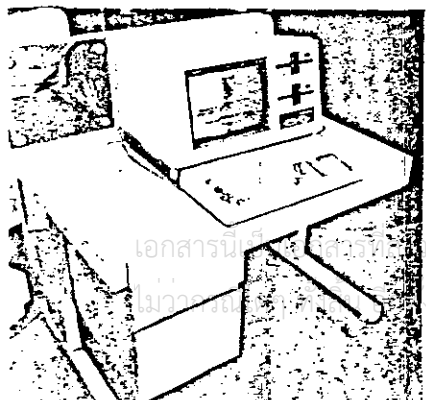
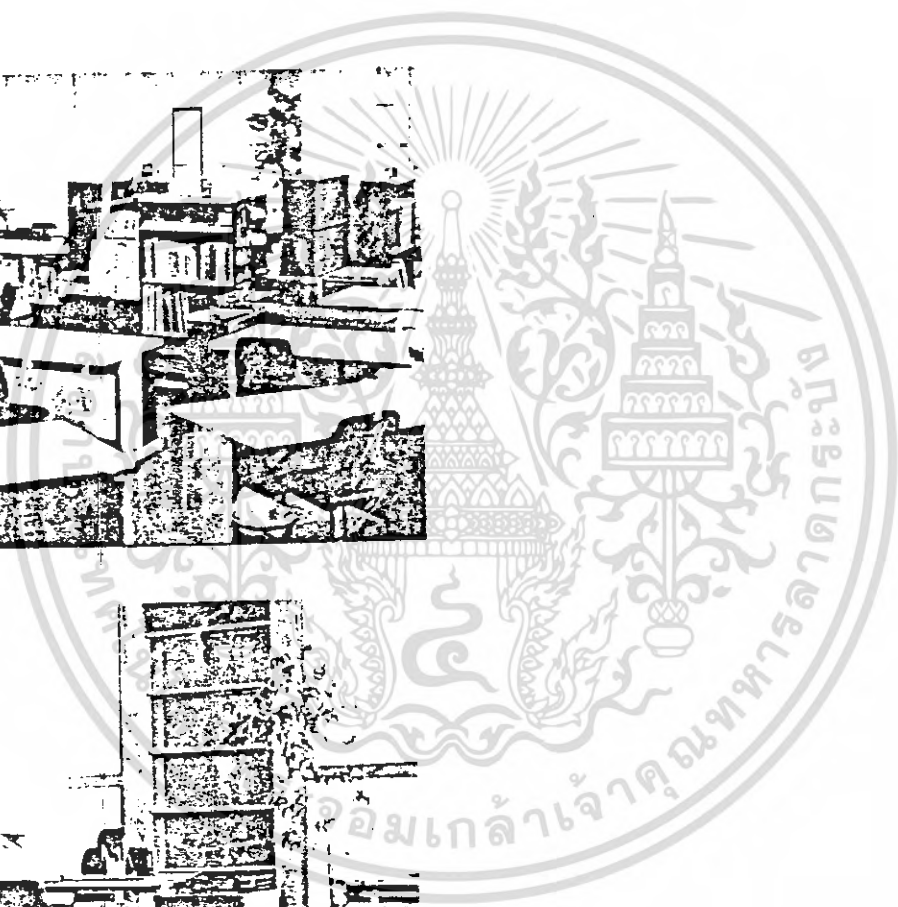
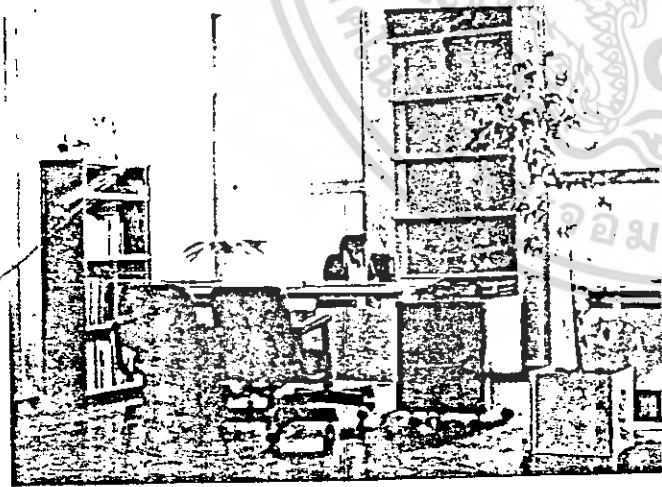
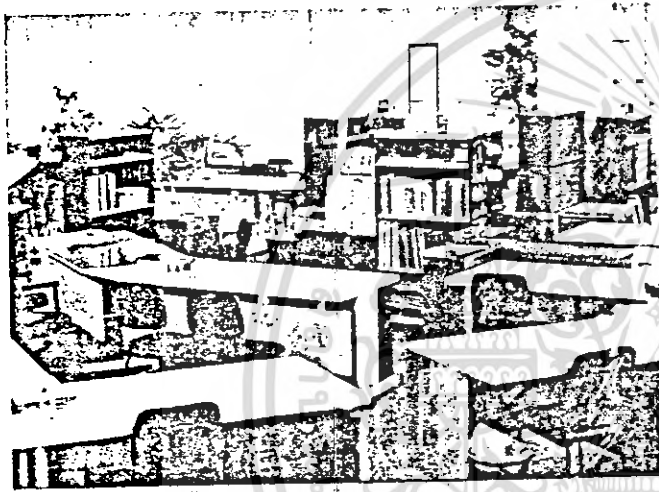
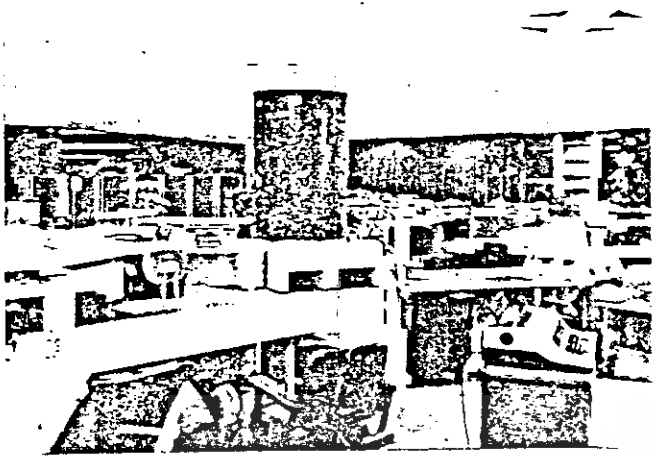
เอกสาร PHILIPS แสงสว่างที่สงวนไว้สำหรับการใช้ PHILIPS เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตาม ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



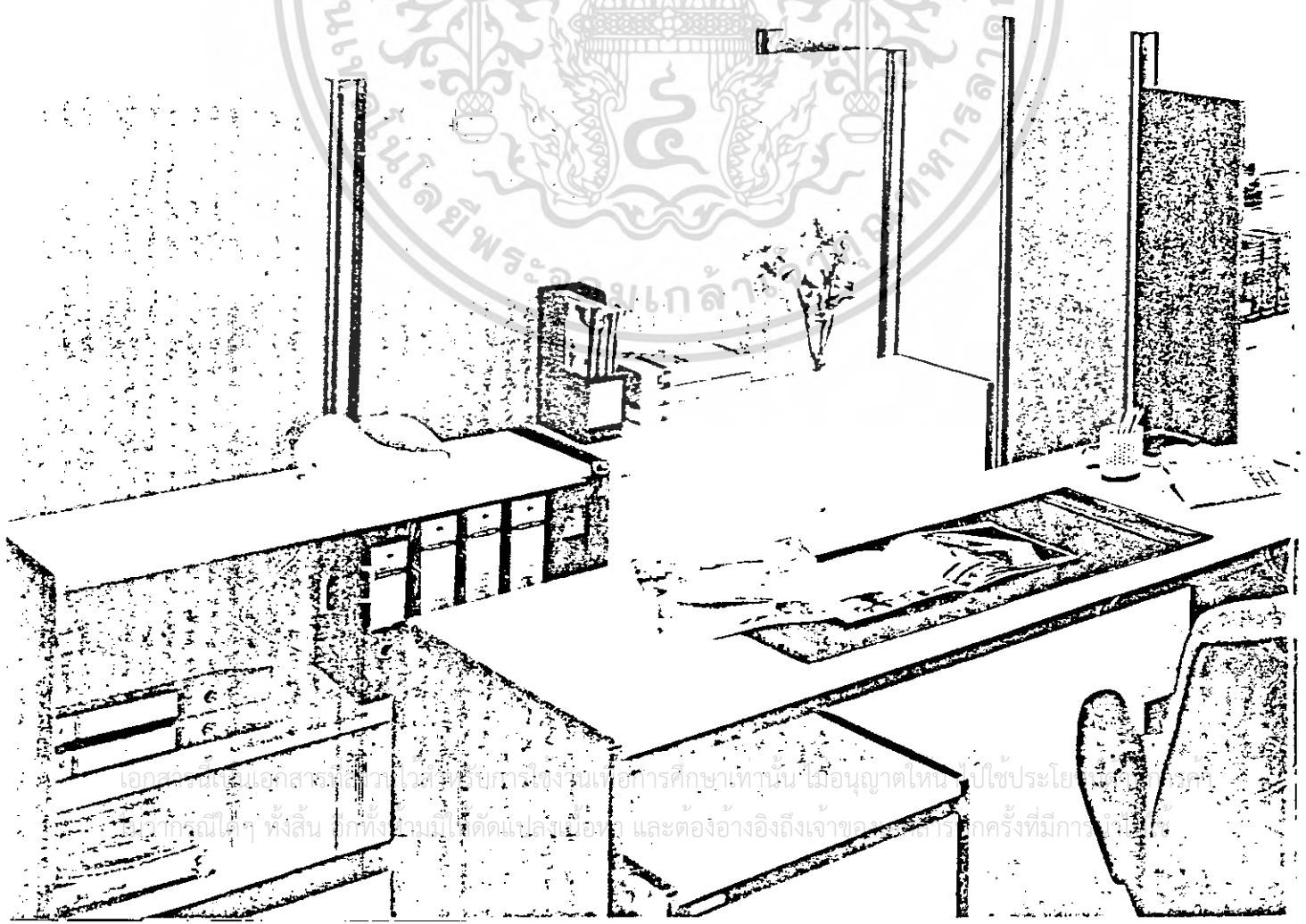
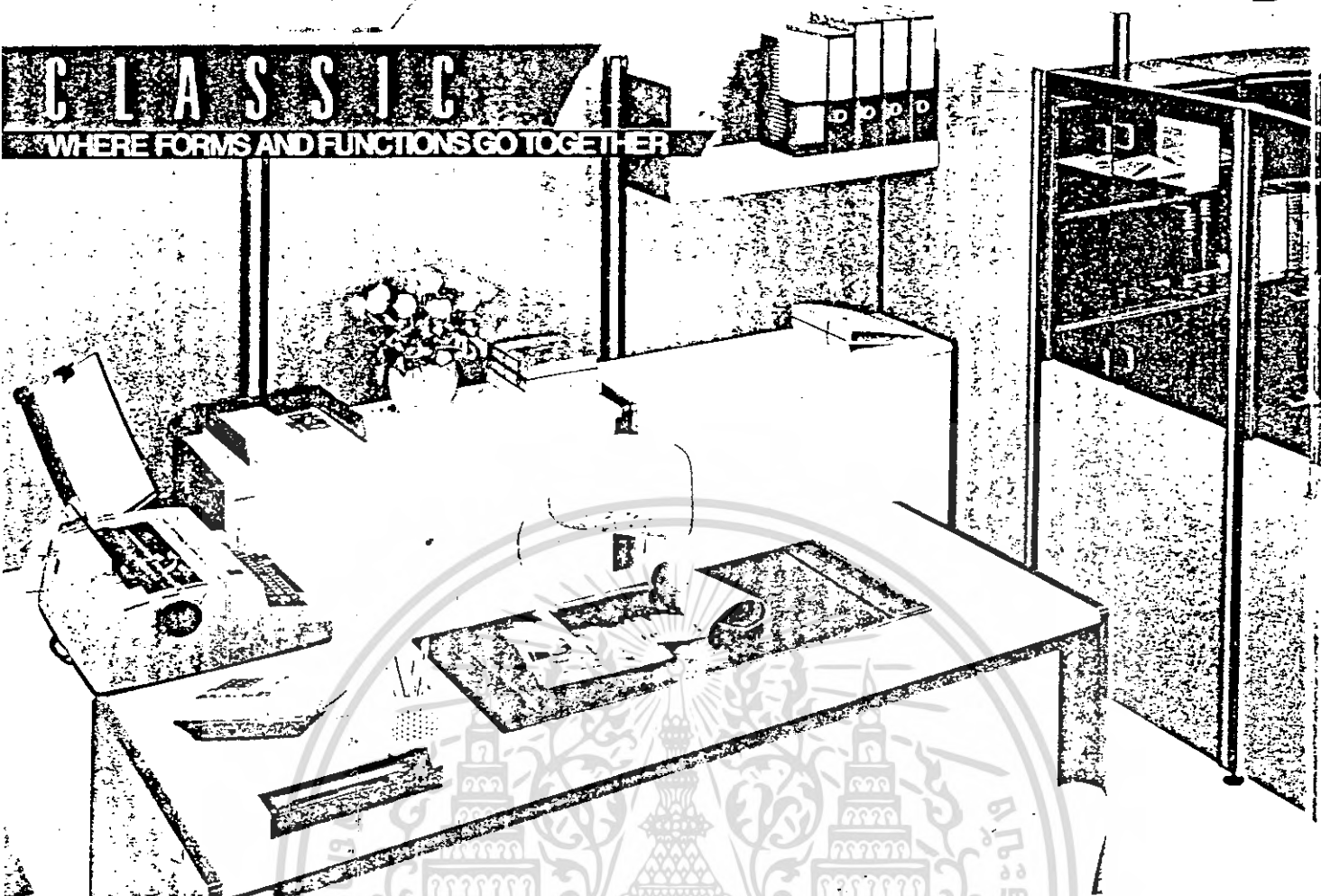
**INFINIC**  
Small text below the main logo.



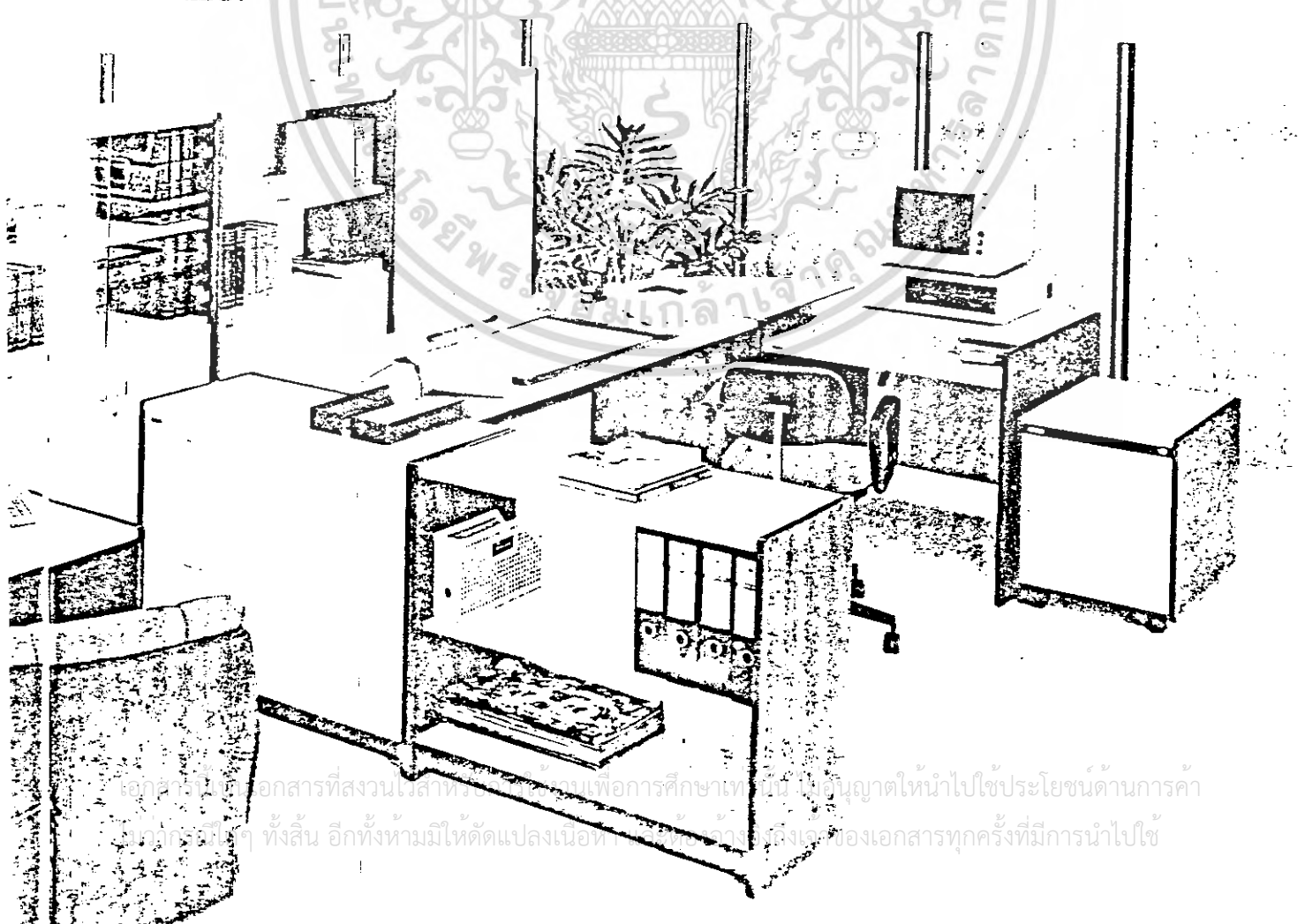
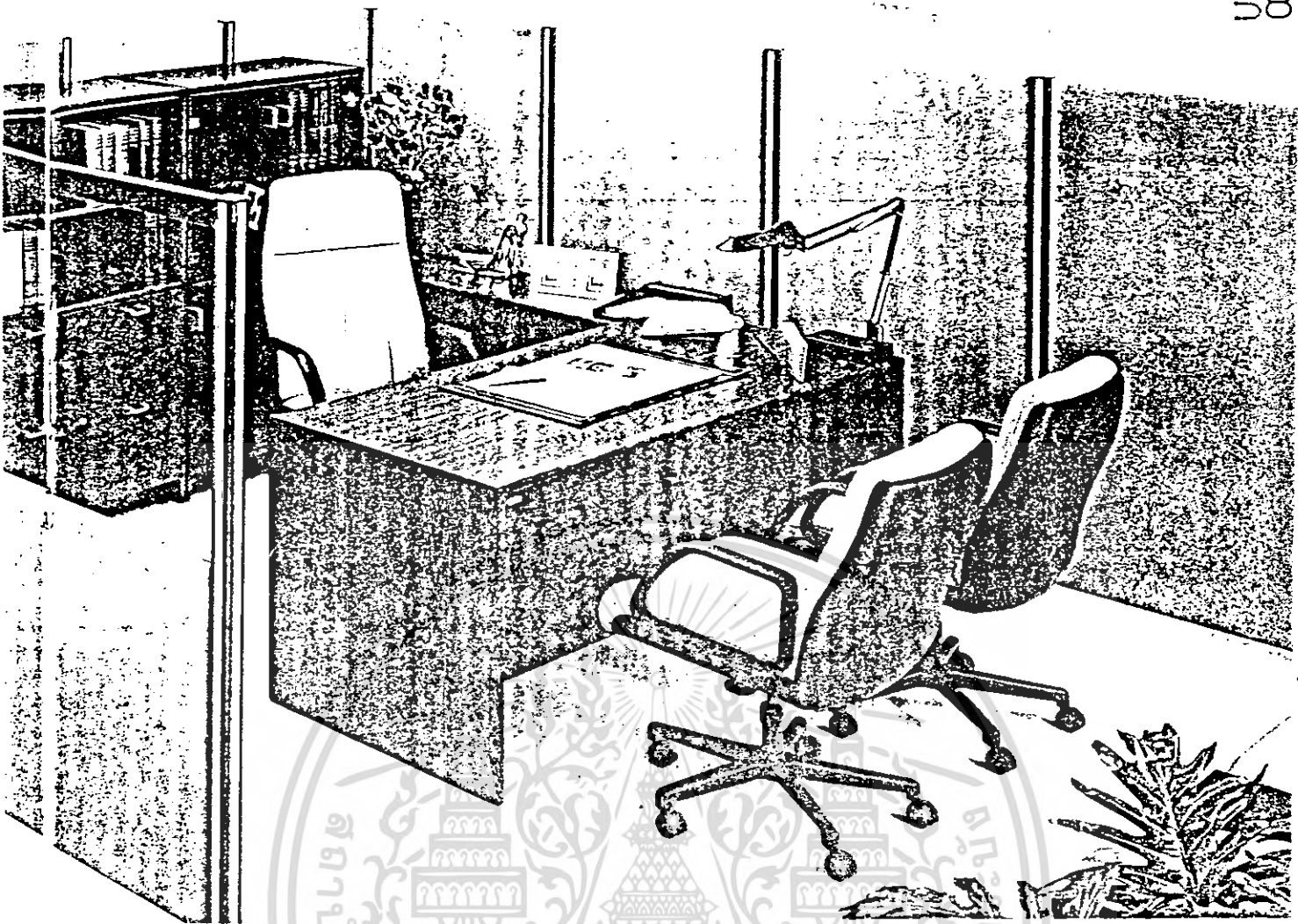
เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่หรือใช้โดยไม่ขออนุญาตจากมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

# CLASSIC

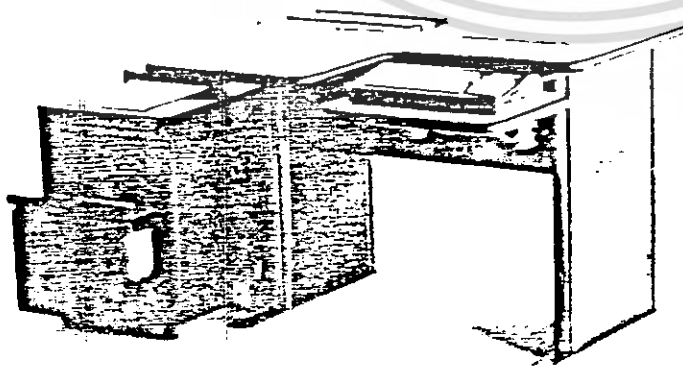
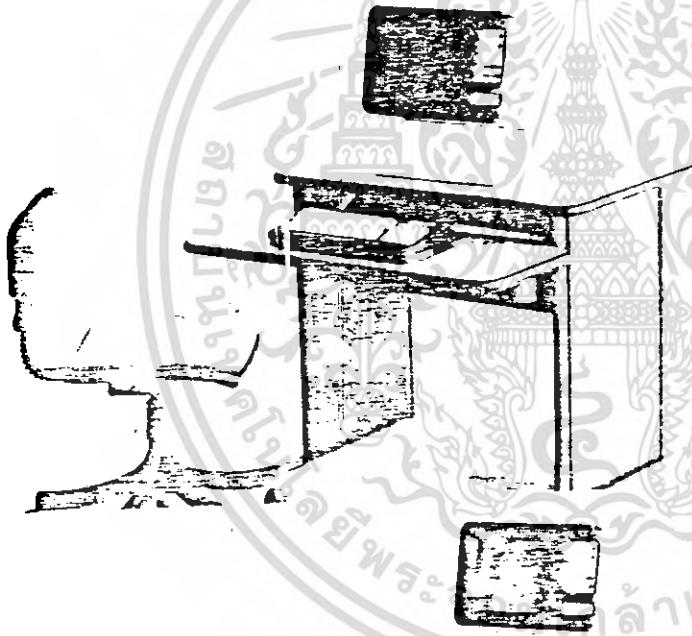
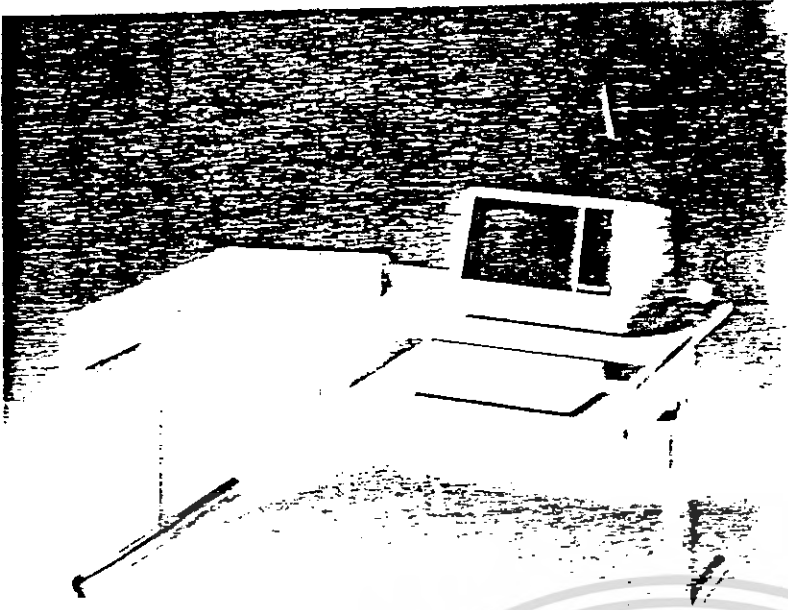
WHERE FORMS AND FUNCTIONS GO TOGETHER



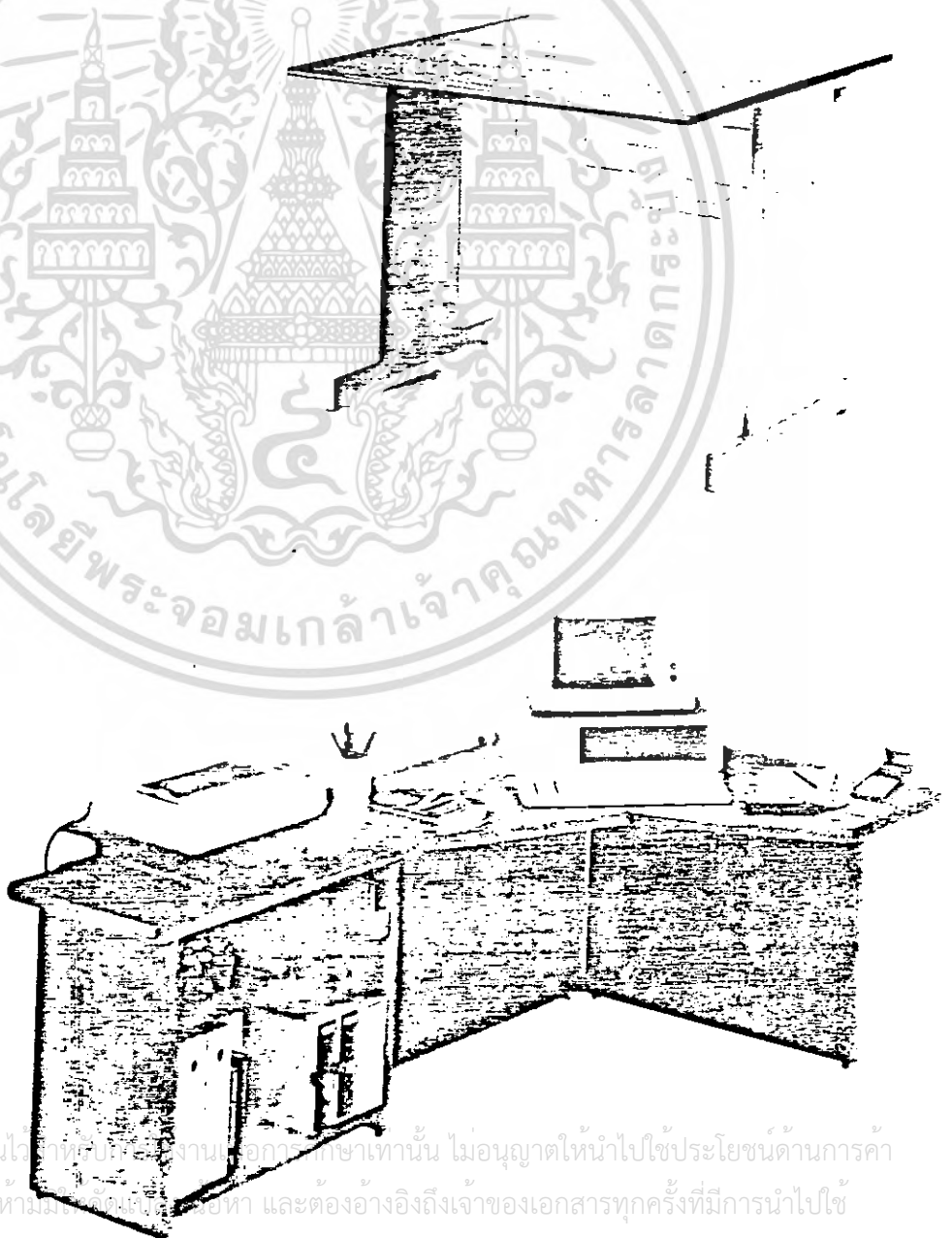
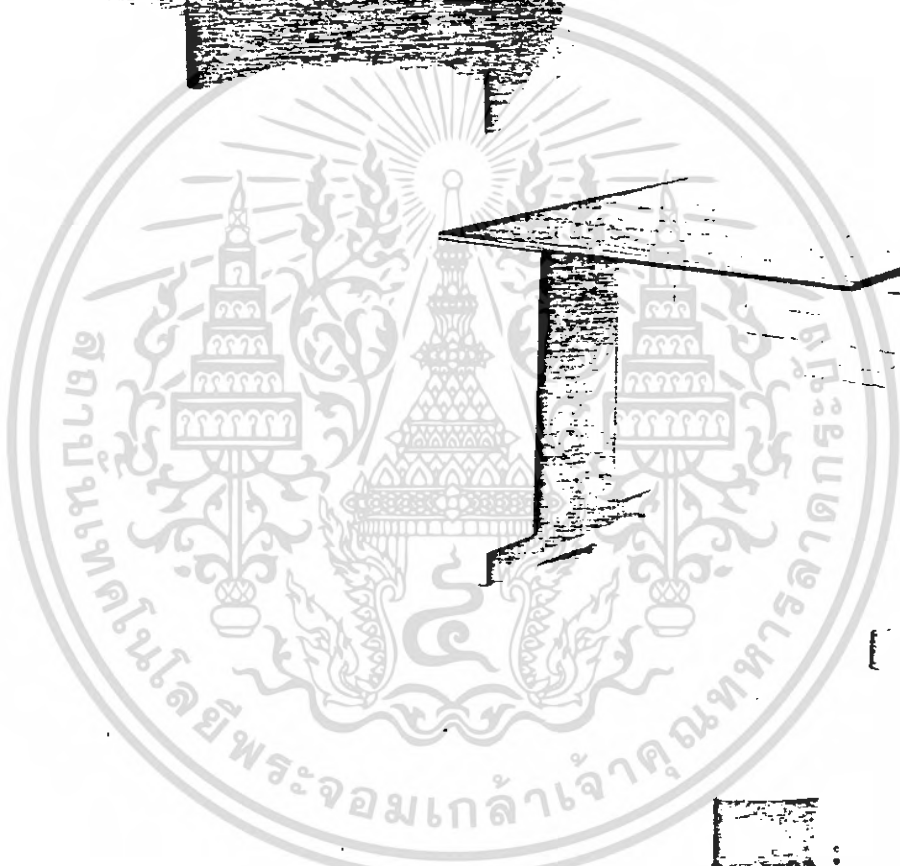
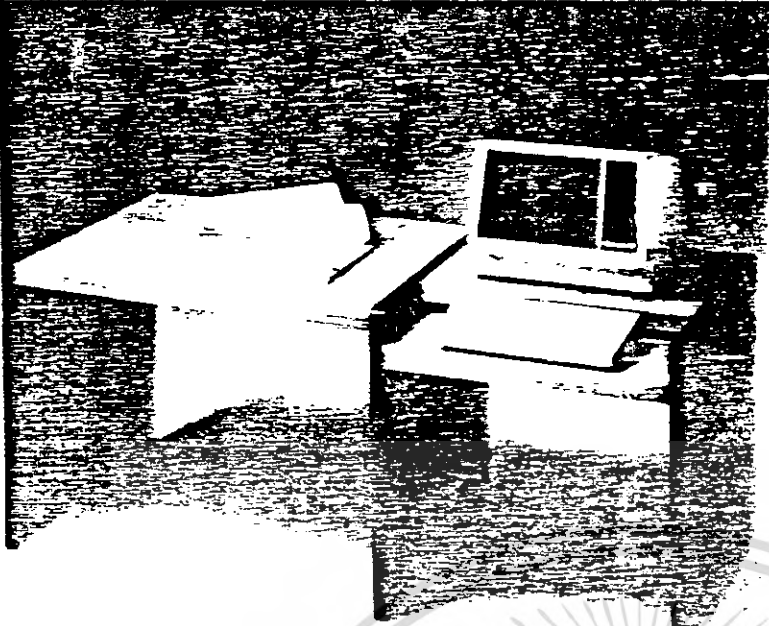
เอกสารนี้ แะำสารที่ทว่ส่วข้ยการรงนเพื่การศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาติให้ไปใช้ประโยชน์  
 อื่นๆ ได้ๆ ฟังล้น ักทั้งข้ยมีให้ดัดแปลงข้ยง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าข้ยงไว้ทุกครั้งที่มีการใช้



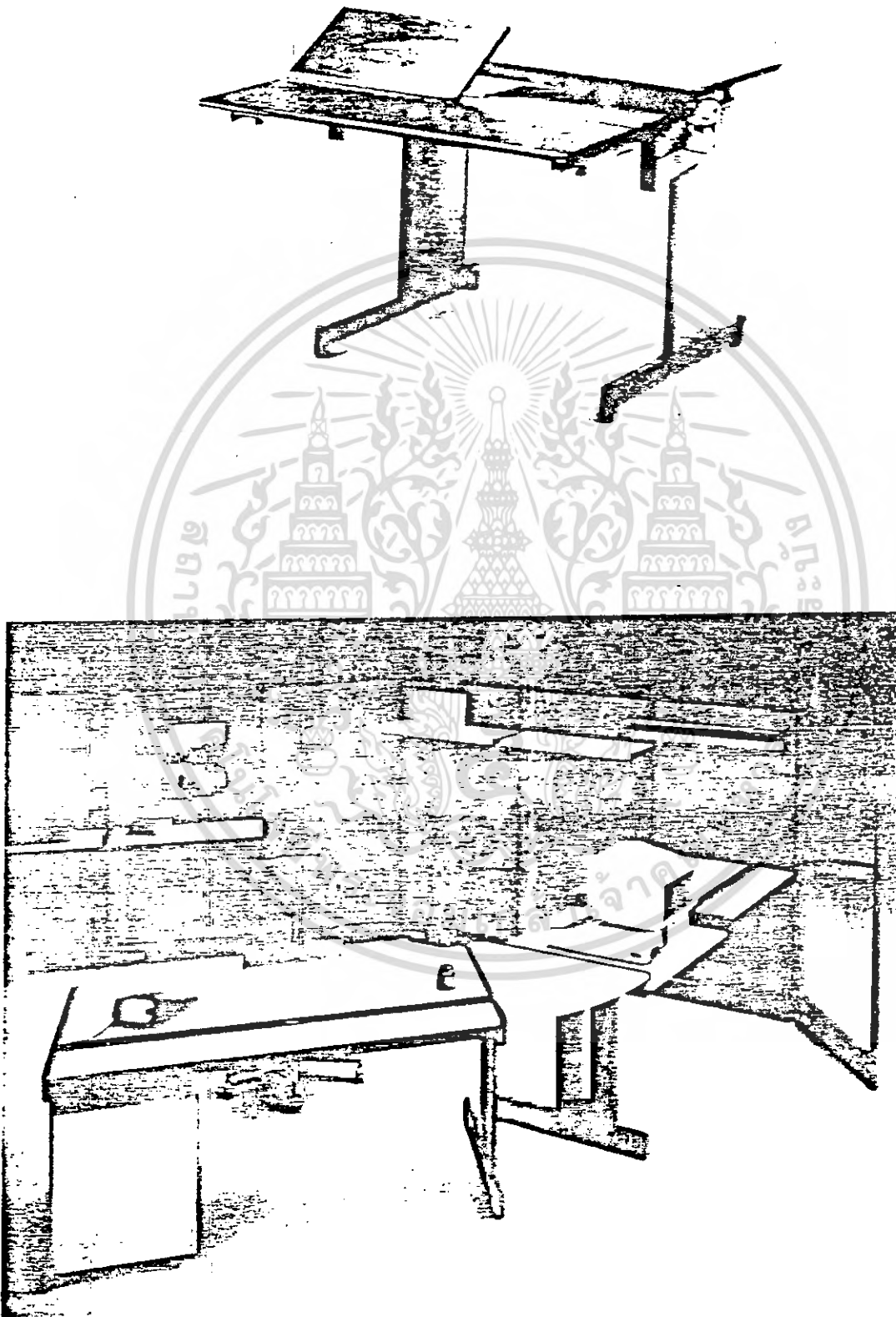
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 อื่นๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงาน การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำไปเผยแพร่ หรือทำ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

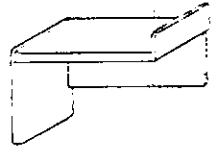
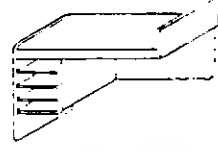
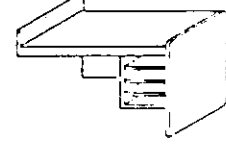
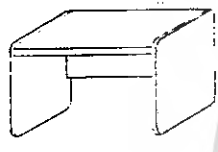


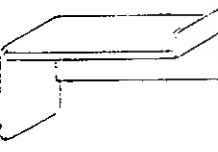
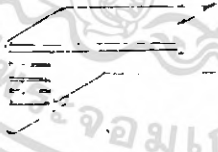
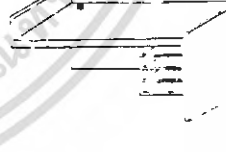
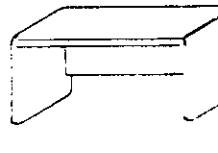
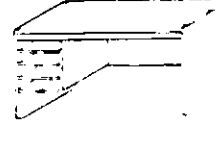
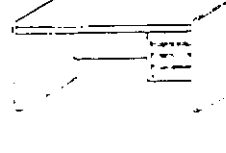


# ประเภทสีตลับของพระทำจากขี้เถ้าต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

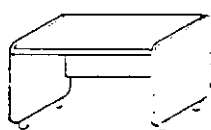
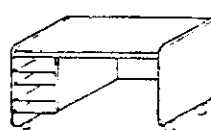
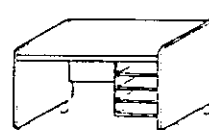
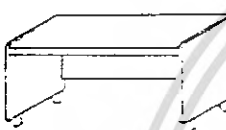

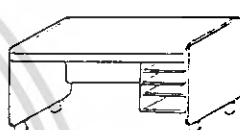
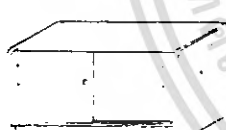

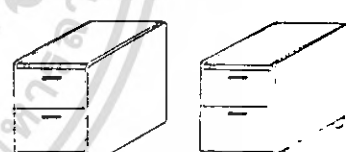
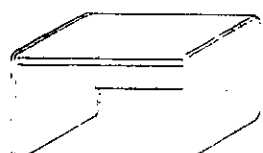
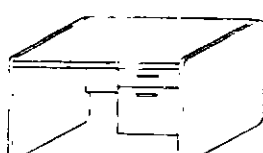
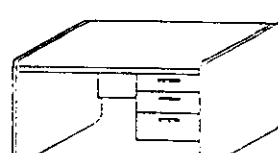
**CLASSIC**  
WHERE FORMS AND FUNCTIONS GO TOGETHER

<p>DIM 100 x 42 x 65</p>  <p>1000</p>	<p>DIM 100 x 42 x 65</p>  <p>1001</p>	<p>DIM 100 x 42 x 65</p>  <p>1001</p>	
<p>DIM 100 x 42 x 65</p>  <p>1100</p>	<p>DIM 100 x 42 x 65</p>  <p>1101</p>	<p>DIM 100 x 42 x 65</p>  <p>1101</p>	
<p>DIM 120 x 42 x 65</p>  <p>1200</p>	<p>DIM 120 x 42 x 65</p>  <p>1201</p>	<p>DIM 120 x 42 x 65</p>  <p>1201 B</p>	
<p>DIM 120 x 42 x 65</p> 	<p>DIM 120 x 42 x 65</p> 	<p>DIM 120 x 42 x 65</p> 	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

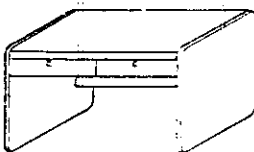

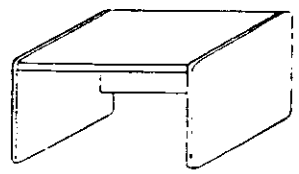

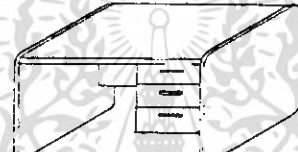
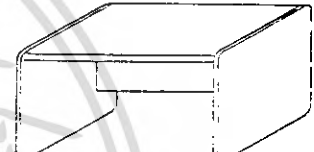


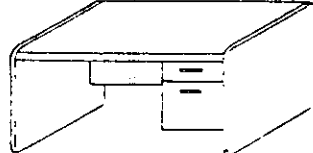
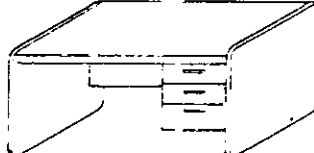

REMARKS

<p>DIM. 100 x 42 x 65</p>  <p>1118</p>	<p>DIM. 100 x 42 x 65</p>  <p>1119</p>	<p>DIM. 100 x 42 x 65</p>  <p>1120</p>
<p>DIM. 120 x 42 x 65</p>  <p>1218</p>	<p>DIM. 120 x 42 x 65</p>  <p>1229</p>	<p>DIM. 120 x 42 x 65</p>  <p>1291</p>
<p>DIM. 120 x 42 x 65</p>  <p>2001</p>	<p>DIM. 46 x 60 x 65</p>  <p>2002      2003</p>	<p>DIM. 46 x 60 x 75</p>  <p>2102      2000</p>
<p>DIM. 120 x 60 x 75</p>  <p>4101</p>	<p>DIM. 120 x 60 x 75</p>  <p>4102</p>	<p>DIM. 120 x 60 x 75</p>  <p>4103</p>

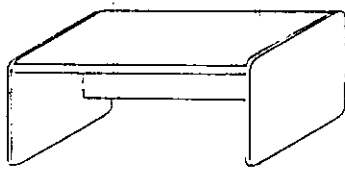
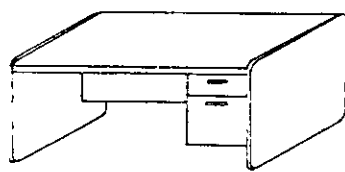
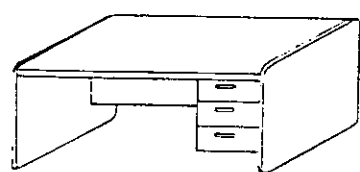
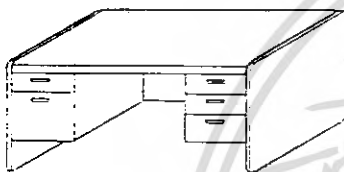
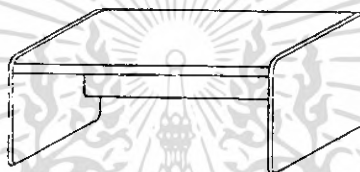
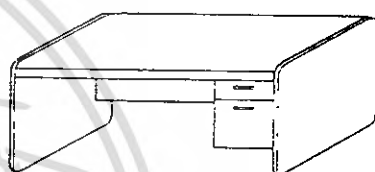
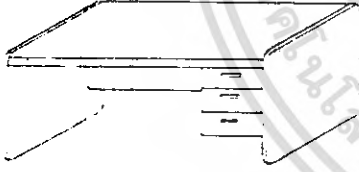
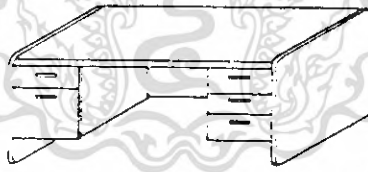
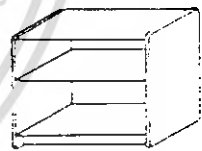
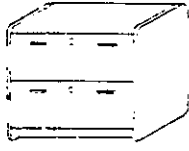
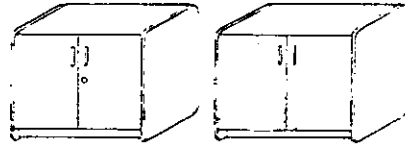
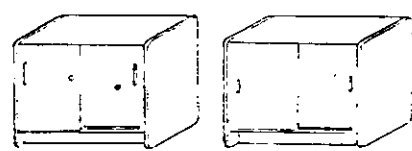
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## CLASSIC

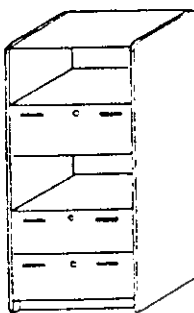
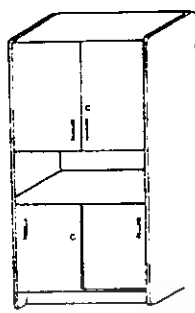
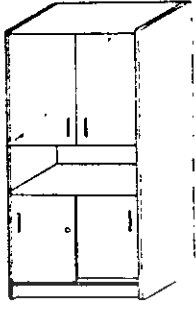
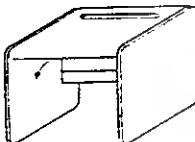
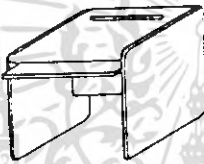
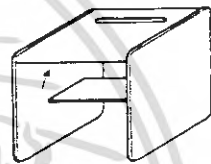

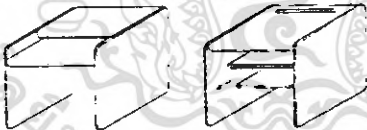

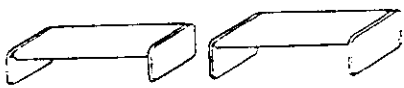
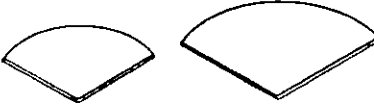
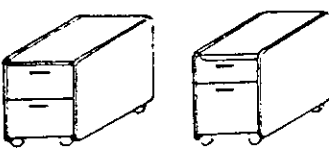
WHERE FORMS AND FUNCTIONS GO TOGETHER

<p>DIM: 120 x 60 x 75</p>  <p>4001</p>	<p>DIM: 60 x 60</p>  <p>J 60</p>	<p>DIM: 120 x 75 x 75</p>  <p>4000</p>
<p>DIM: 120 x 75 x 75</p>  <p>4002</p>	<p>DIM: 120 x 75 x 75</p>  <p>4003</p>	<p>DIM: 135 x 75 x 75</p>  <p>4500</p>
<p>DIM: 135 x 75 x 75</p>  <p>4502</p>	<p>DIM: 135 x 75 x 75</p>  <p>4503</p>	<p>DIM: 150 x 75 x 75</p>  <p>5000</p>
<p>DIM: 150 x 75 x 75</p>  <p>5002</p>	<p>DIM: 150 x 75 x 75</p>  <p>5003</p>	<p>DIM: 150 x 75 x 75</p>  <p>5003</p>

REMARKS เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<p>DIM: 165 x 75 x 75</p>  <p>5500</p>	<p>DIM: 165 x 75 x 75</p>  <p>5502</p>	<p>DIM: 165 x 75 x 75</p>  <p>5503</p>
<p>DIM: 165 x 75 x 75</p>  <p>5523</p>	<p>DIM: 180 x 75 x 75</p>  <p>6000</p>	<p>DIM: 180 x 75 x 75</p>  <p>6002</p>
<p>DIM: 180 x 75 x 75</p>  <p>6006</p>	<p>DIM: 180 x 75 x 75</p>  <p>6026</p>	<p>DIM: 90 x 40 x 75</p>  <p>7100</p>
<p>DIM: 90 x 40 x 75</p>  <p>7005</p>	<p>DIM: 90 x 40 x 75</p>  <p>7104      7106</p>	<p>DIM: 90 x 40 x 75</p>  <p>7107      7108</p>

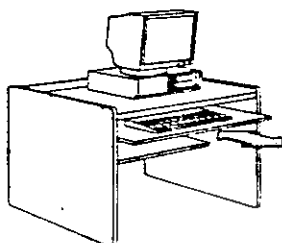
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<p>DIM: 90 x 40 x 190</p>  <p>9365</p>	<p>DIM: 90 x 40 x 190</p>  <p>9247</p>	<p>DIM: 90 x 40 x 190</p>  <p>9287</p>
<p>DIM: 80 x 60 x 68</p>  <p>C 60</p>	<p>DIM: 80 x 60 x 75</p>  <p>C 80 H</p>	<p>DIM: 80 x 60 x 75</p>  <p>C 80 HP</p>
<p>DIM: 100 x 75 x 68</p>  <p>C 100</p>	<p>DIM: 80 x 75 x 75</p>  <p>C 201</p>	<p>DIM: 80 x 30 x 15</p> <p>DIM: 80 x 35 x 20</p>  <p>CC 80</p> <p>CC 80 H</p>
<p>DIM: 100 x 30 x 15</p> <p>DIM: 100 x 35 x 20</p>  <p>CC 100</p> <p>CC 100 H</p>	<p>DIM: R 60</p> <p>DIM: R 75</p>  <p>CJ 80</p> <p>CJ 100</p>	<p>DIM: 46 x 60 x 65</p>  <p>C 2005</p> <p>C 2008</p>

REMARKS : เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# PRACTIKA

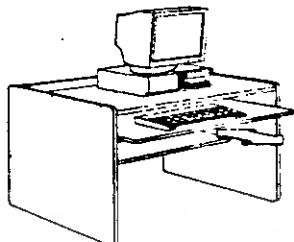
## COMPUTER TABLE



**CT-80S**

W 90 cm. x D 60 cm. x H 75 cm.

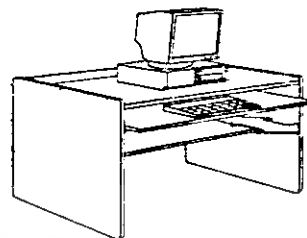
โต๊ะวางคอมพิวเตอร์ สูง 0.75 ม. กว้าง 0.90 ม. ลึก 0.60 ม.  
มีช่องวางคีย์บอร์ดเลื่อนเก็บได้



**CT-90S**

W 90 cm. x D 60 cm. x H 75 cm.

โต๊ะวางคอมพิวเตอร์ สูง 0.75 ม. กว้าง 0.90 ม. ลึก 0.60 ม.  
มีช่องวางคีย์บอร์ดเลื่อนเก็บได้

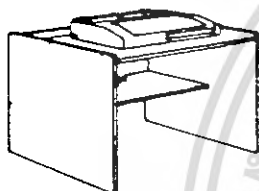


**CT-100S**

W 100 cm. x D 60 cm. x H 75 cm.

โต๊ะวางคอมพิวเตอร์ สูง 0.75 ม. กว้าง 1.00 ม. ลึก 0.60 ม.  
มีช่องวางคีย์บอร์ดเลื่อนเก็บได้

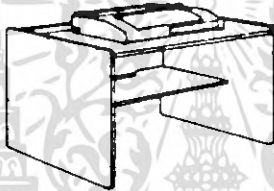
## PRINTER TABLE



**CT-80**

W 90 cm. x D 60 cm. x H 75 cm.

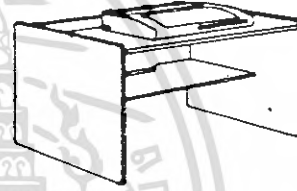
โต๊ะวางพริ้นเตอร์ สูง 0.75 ม. กว้าง 0.90 ม. ลึก 0.60 ม.



**CT-90**

W 90 cm. x D 60 cm. x H 75 cm.

โต๊ะวางพริ้นเตอร์ สูง 0.75 ม. กว้าง 0.90 ม. ลึก 0.60 ม.

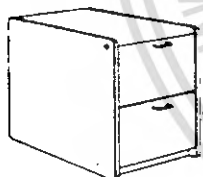


**CT-100**

W 100 cm. x D 60 cm. x H 75 cm.

โต๊ะวางพริ้นเตอร์ สูง 0.75 ม. กว้าง 1.00 ม. ลึก 0.60 ม.

## DISKETTE & COMPUTER FILE CABINET



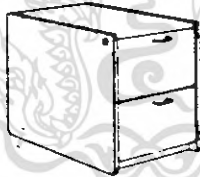
**CT-75DF**

ตู้ลิ้นชักใส่ดิสก์วางคอมพิวเตอร์

สูงวางคอมพิวเตอร์ กว้าง 0.47 ม. ลึก 0.60 ม.

ลิ้นชักบนมีช่องเก็บแผ่นดิสก์และใส่คอมพิวเตอร์

ลิ้นชักล่างเก็บไฟล์ระบบและใส่คอมพิวเตอร์

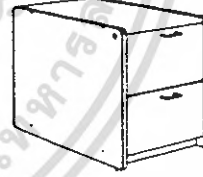


**CT-752F**

ตู้ลิ้นชักใส่ดิสก์วางคอมพิวเตอร์

สูงวางคอมพิวเตอร์ กว้าง 0.47 ม. ลึก 0.60 ม.

ลิ้นชักบน ล่างเก็บไฟล์ระบบและใส่คอมพิวเตอร์



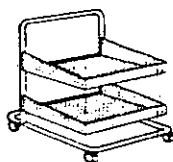
**CT-752D**

ตู้ลิ้นชักใส่ดิสก์วางคอมพิวเตอร์

สูงวางคอมพิวเตอร์ กว้าง 0.47 ม. ลึก 0.60 ม.

ลิ้นชักบน ล่าง มีช่องเก็บแผ่นดิสก์ และใส่คอมพิวเตอร์

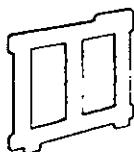
## ACCESSORIES



**PC-1**

ชั้นวางกระดาษใส่คอมพิวเตอร์ มีล้อเลื่อน

รองรับน้ำหนักกระดาษทั้งหมด



แผงพลาสติกคั่น คั่นกระดาษคอมพิวเตอร์



บริษัท บีแอนด์ บีเอม จำกัด  
เลขที่ 405000511 สาขา  
100 PRODUCT 4000  
CAREAM OFFICE PUNHUK MOOD



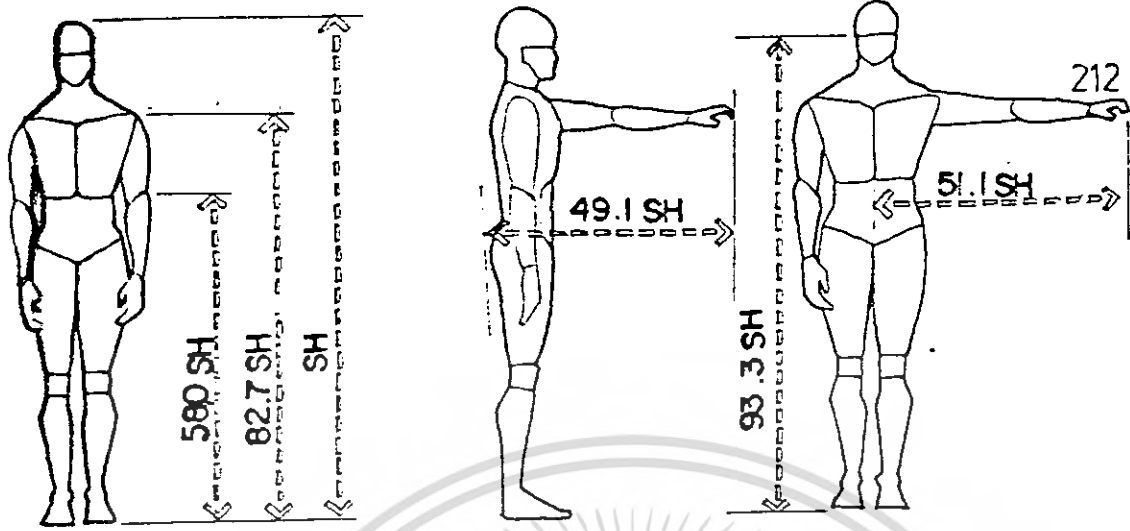
บริษัท บีแอนด์ บีเอม จำกัด  
เลขที่ 405000511 สาขา  
100 PRODUCT 4000  
CAREAM OFFICE PUNHUK MOOD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะเพื่อการศึกษานำเสนอ ไม่ควรเผยแพร่ไปยังผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต

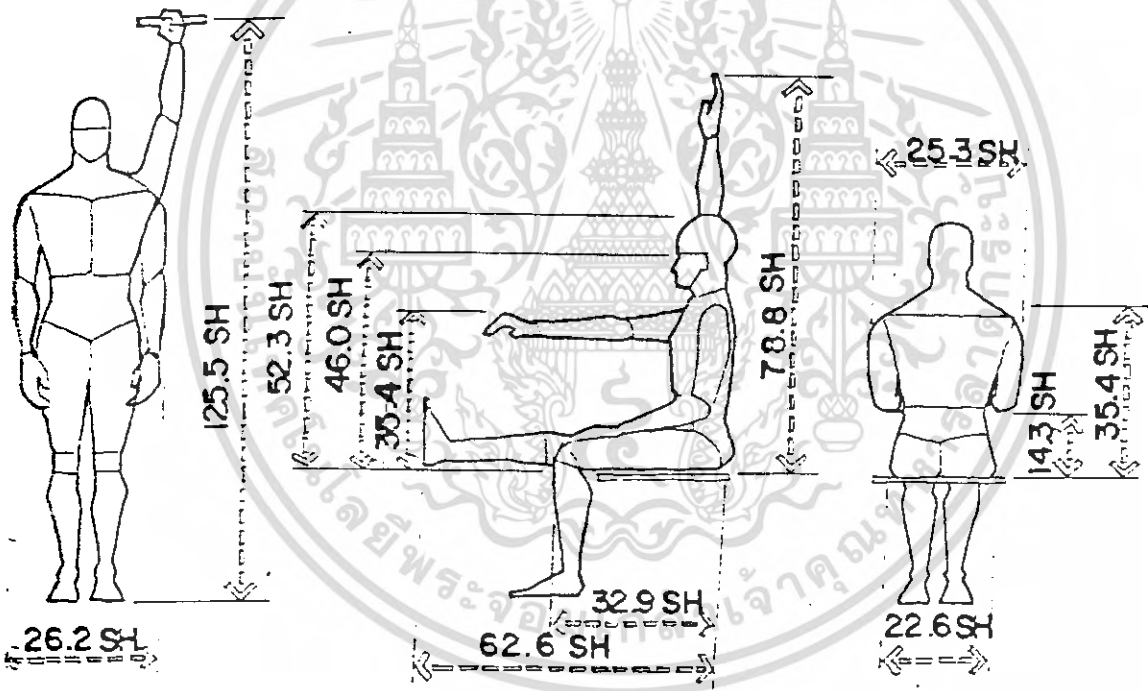
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

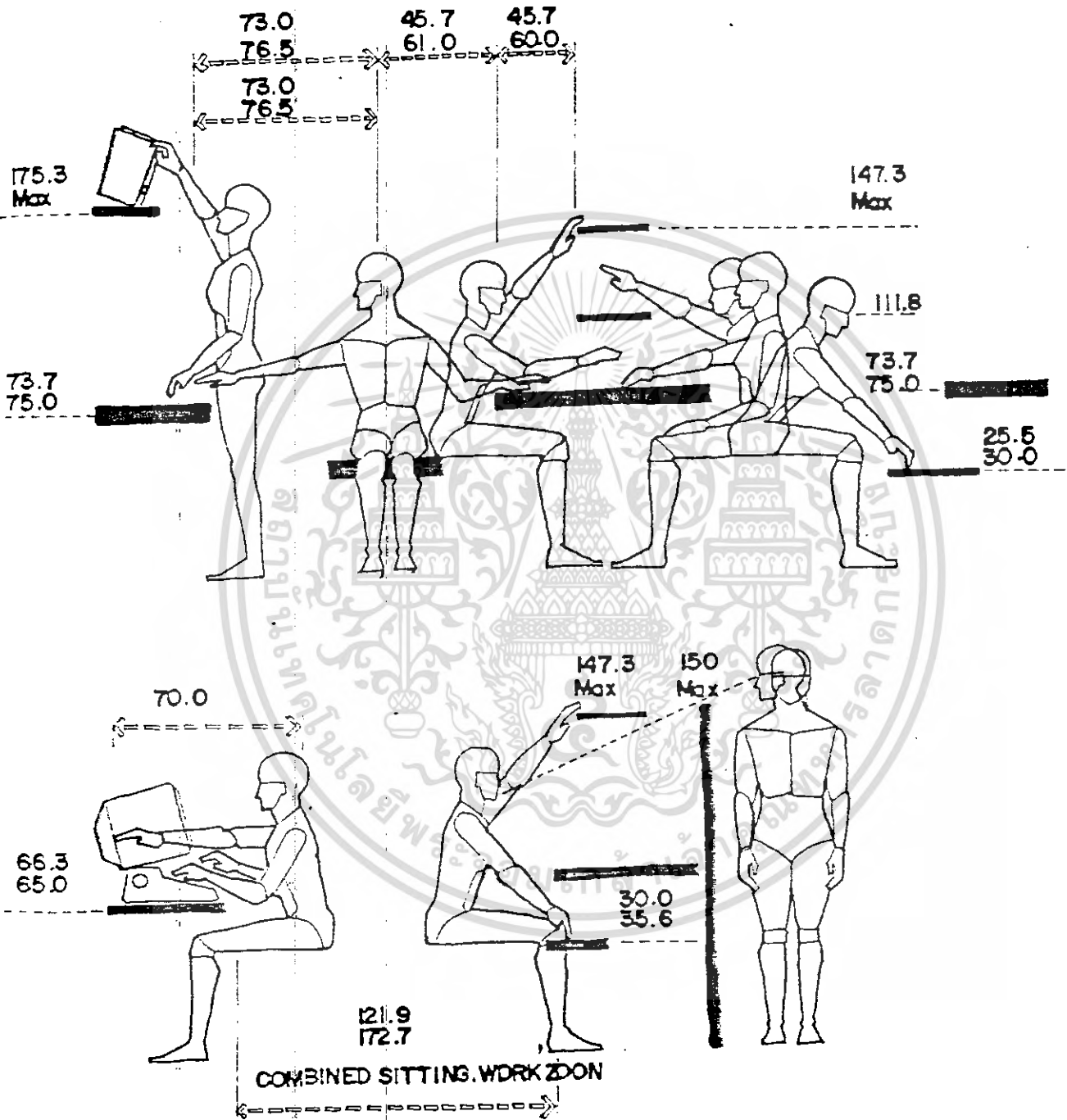


THE ADULT THAI PEOPLE ACTION



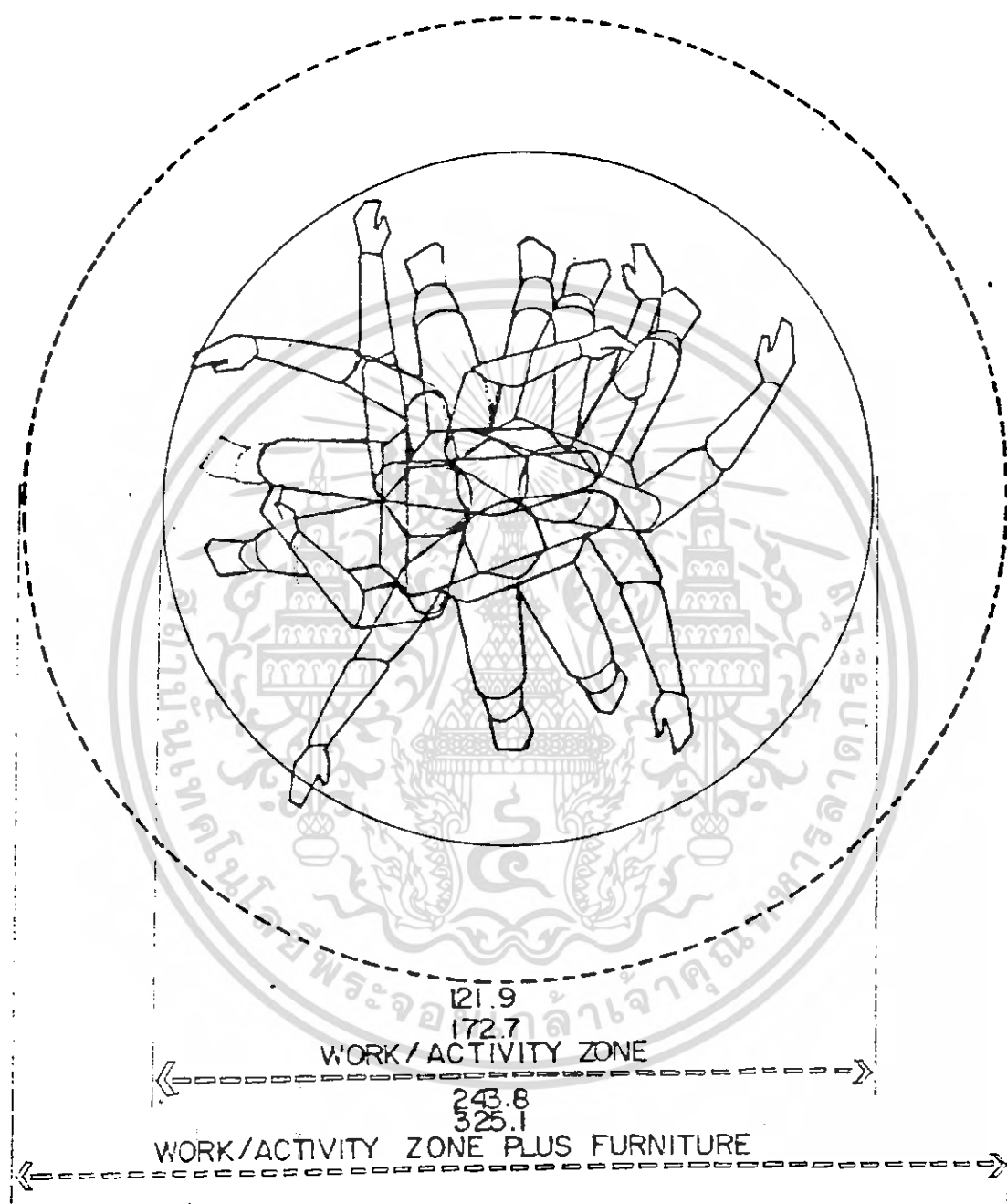
FUNCTIONAL  
 BODY  
 DIMENTION  
 &  
 THEIR  
 APPLICATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



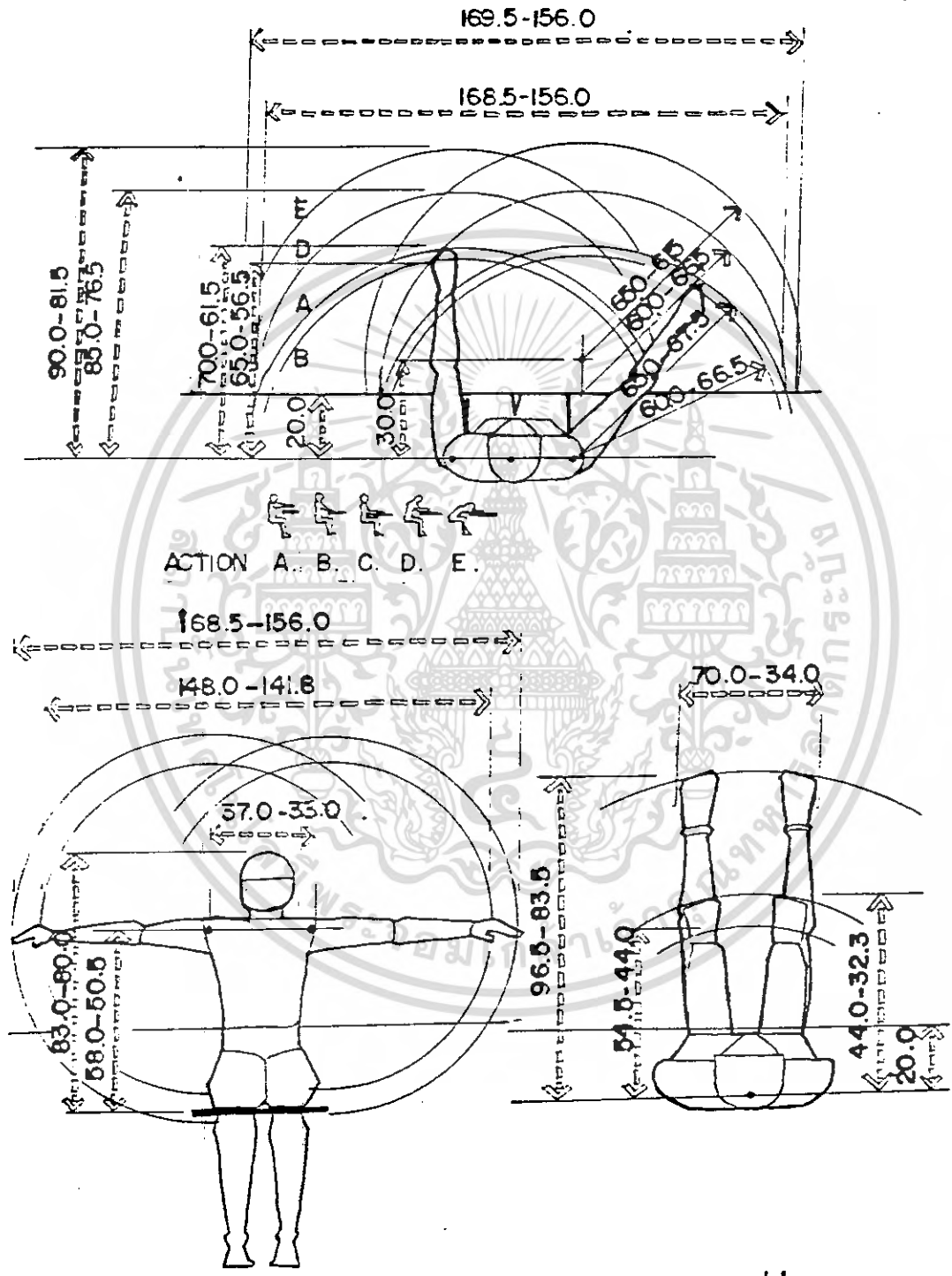
รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดลจจขบระดขบรอง  
ลวขางงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



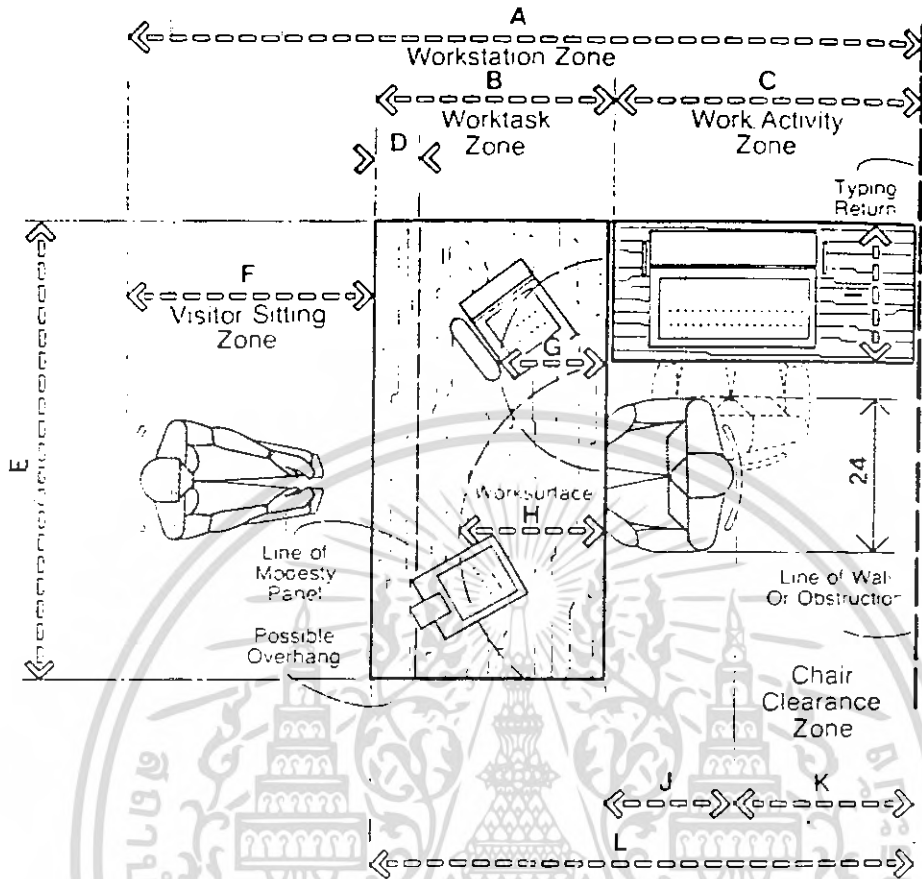
รูปแสดงระยะการเคลื่อนที่ของการทำงานในท่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



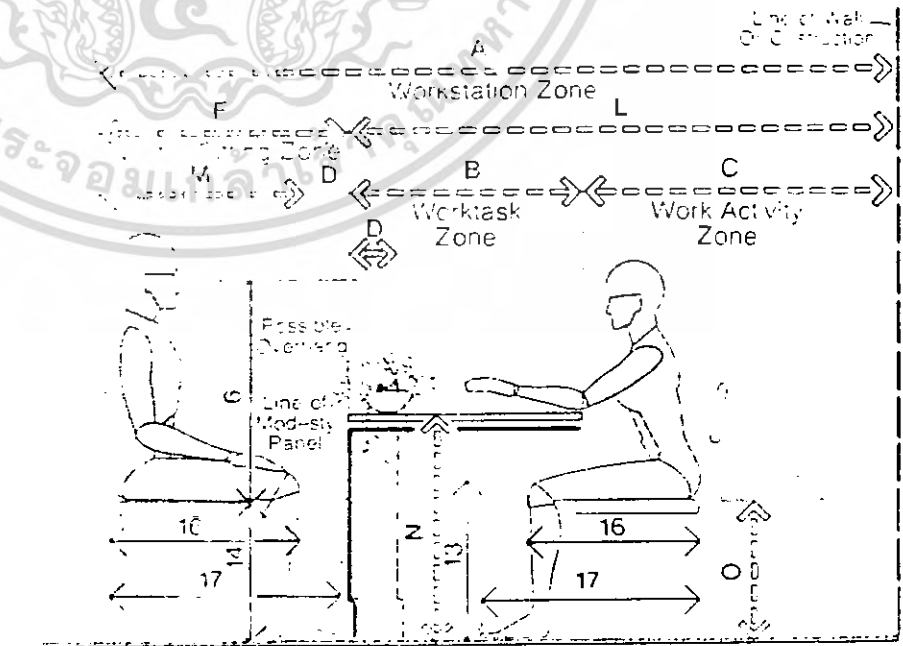
รูปแสดงวิธีกรเชื่อม ร่องเข้าของคนเอเชียในระดัหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



BASIC WORKSTATION WITH VISITOR SEATING

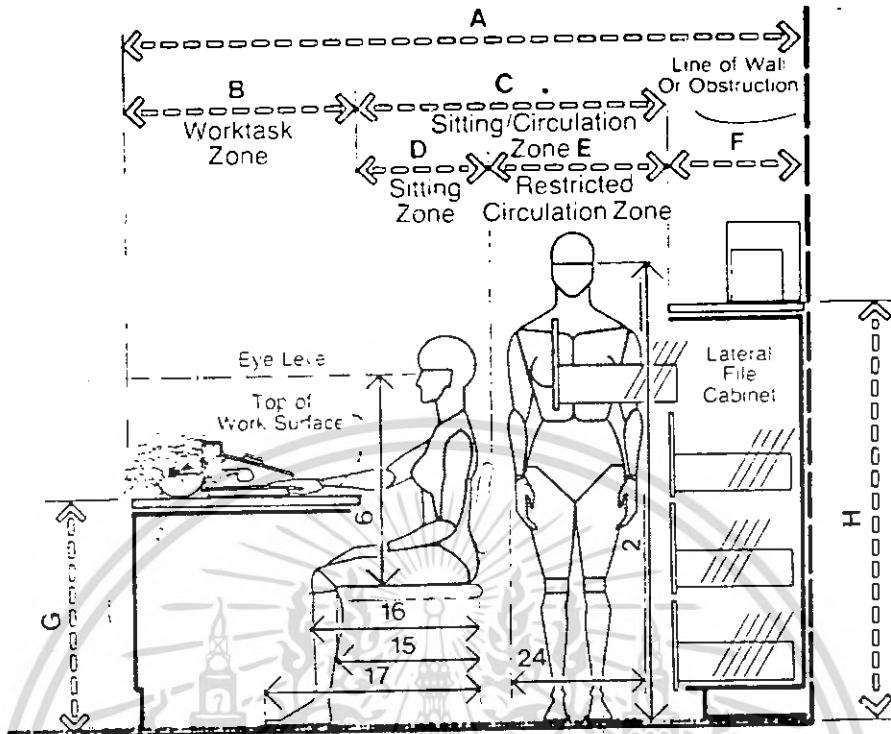
	in	cm
A	90-126	228.6-320.0
B	30-36	76.2-91.4
C	30-48	76.2-121.9
D	6-12	15.2-30.5
E	60-72	152.4-182.9
F	30-42	76.2-106.7
G	14-18	35.6-45.7
H	16-20	40.6-50.8
I	18-22	45.7-55.9
J	18-24	45.7-61.0
K	6-24	15.2-61.0
L	60-84	152.4-213.4
M	24-30	61.0-76.2
N	29-30	73.7-76.2
O	15-16	38.1-40.7



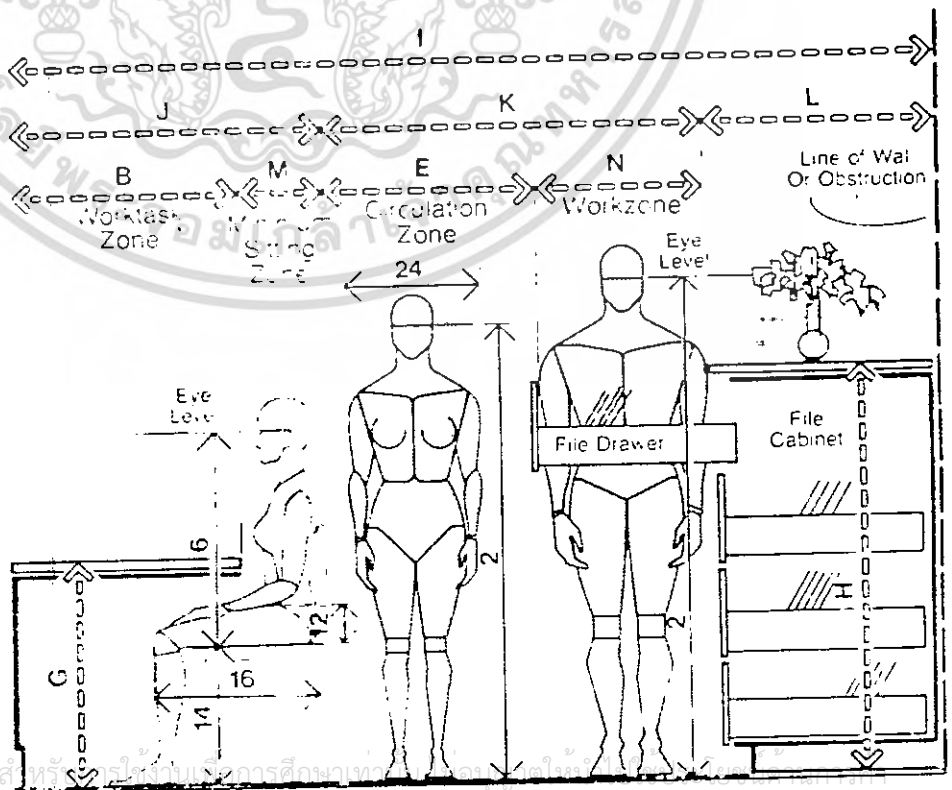
BASIC WORKSTATION WITH VISITOR SEATING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่จําการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





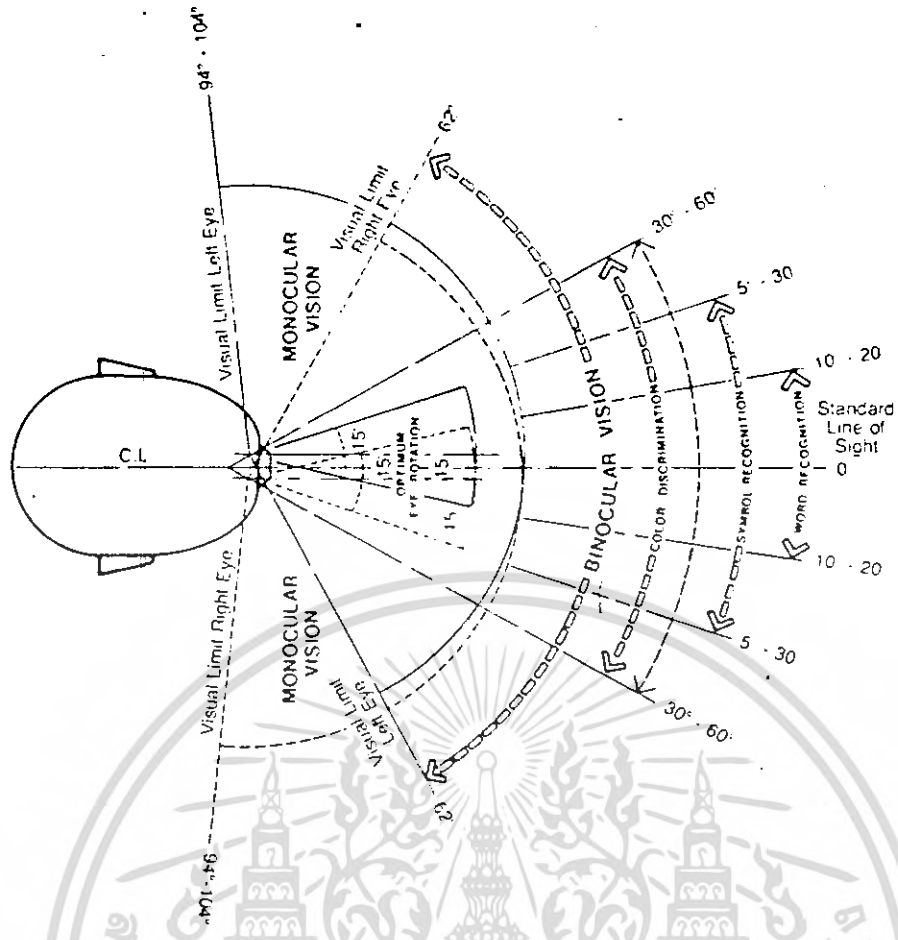
DESK WITH FILING, STORAGE, AND RESTRICTED CIRCULATION



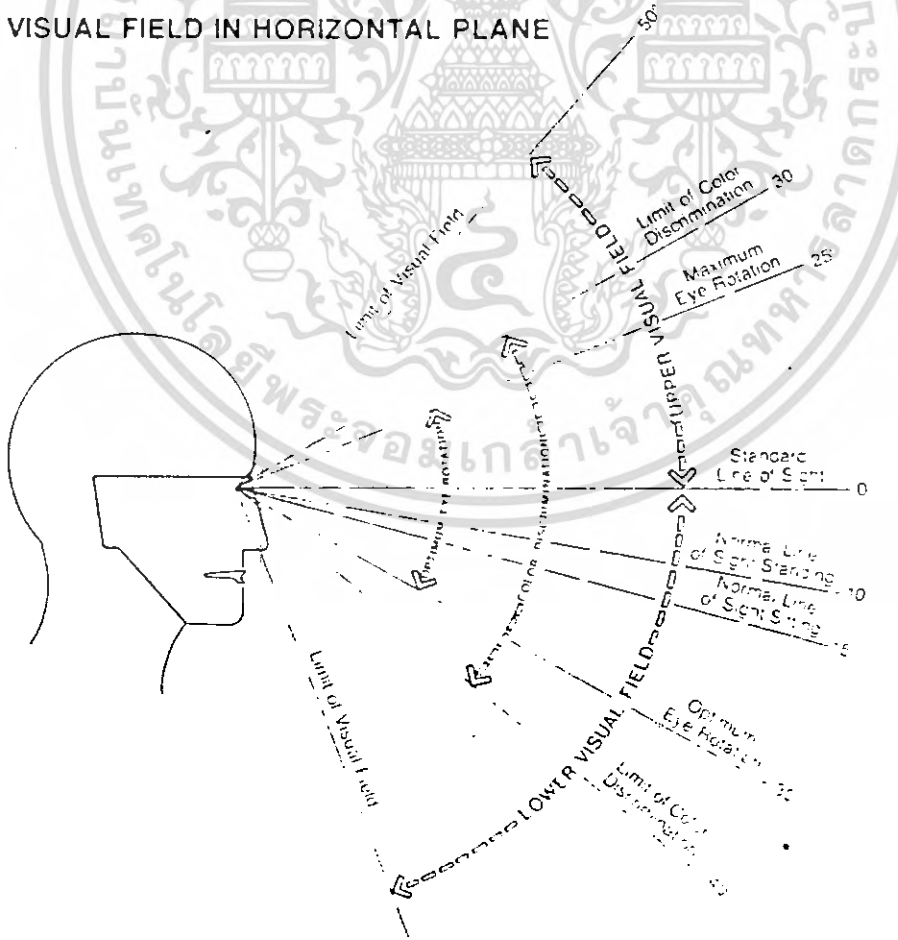
DESK WITH FILING AND STORAGE

in	cm
96-112	243.8-284.5
30-36	76.2-91.4
48-54	121.9-137.2
18-24	45.7-61.0
30	76.2
18-22	45.7-55.9
29-30	73.7-76.2
54-58	137.2-147.3
110-136	279.4-345.4
42-52	106.7-132.1
48-56	121.9-142.2
20-28	50.8-71.1
12-16	30.5-40.6
18-26	45.7-66.0

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
 การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย  
 การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

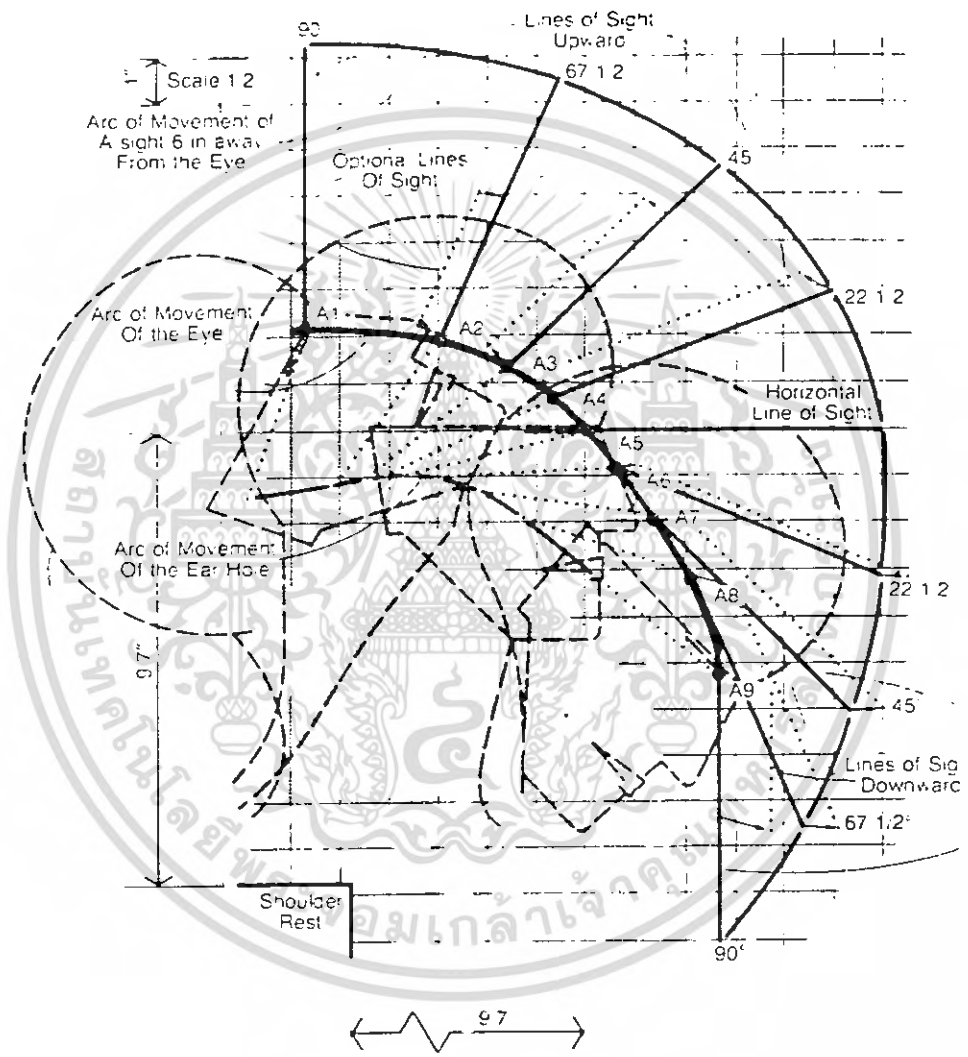


VISUAL FIELD IN HORIZONTAL PLANE



VISUAL FIELD IN VERTICAL PLANE

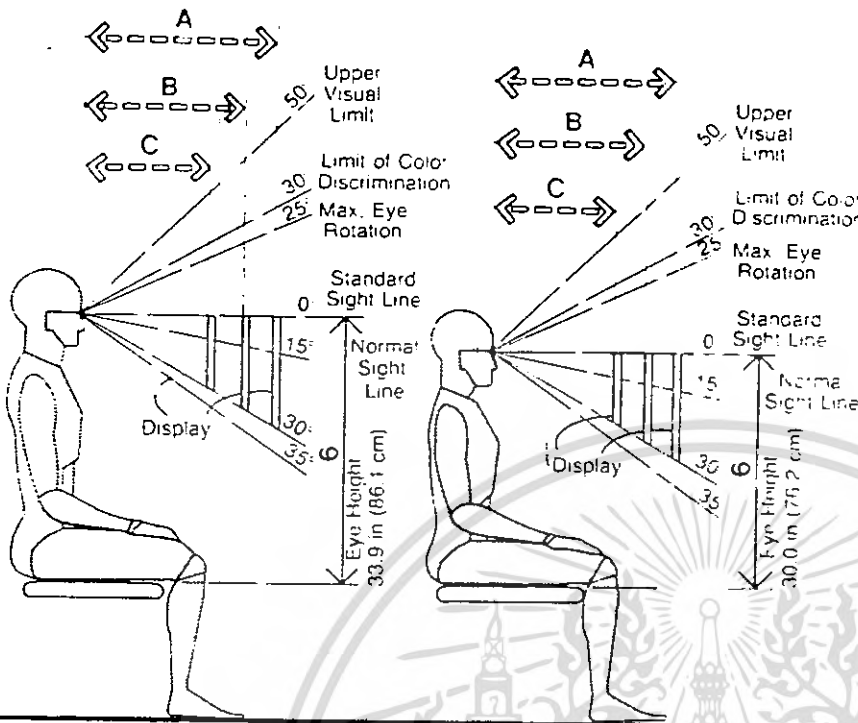
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



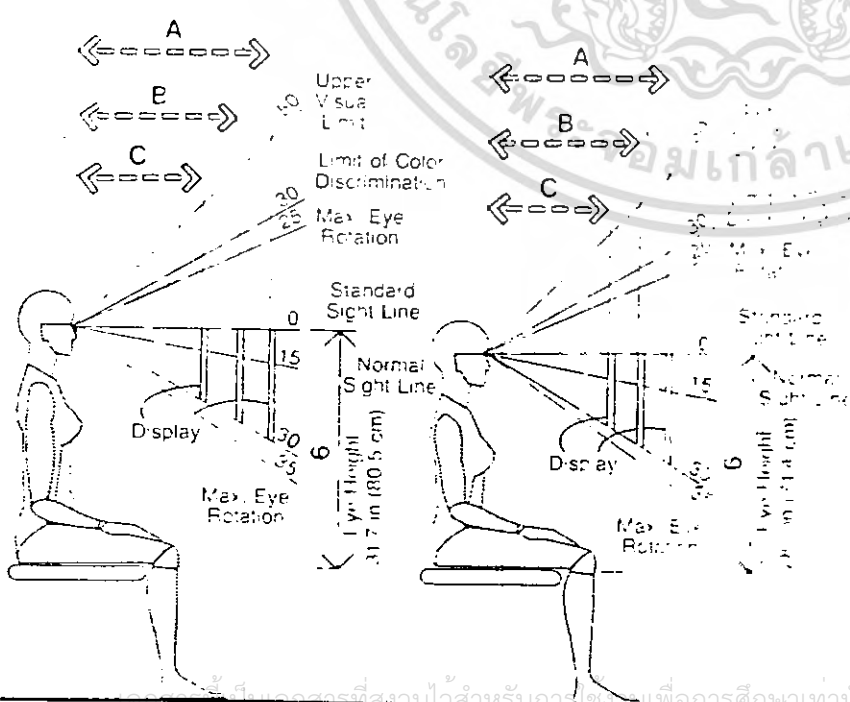
**RANGE OF HEAD AND EYE MOVEMENT IN THE VERTICAL PLANE**

Adapted from *Human Factors Engineering*,  
 U.S. Air Force Systems Command Handbook, DM 3, P. DM2B11, 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PERCENTILE MALE SEATED MALE VIEWER / WORKSTATION DISPLAY  
 5TH PERCENTILE MALE SEATED MALE VIEWER / WORKSTATION DISPLAY

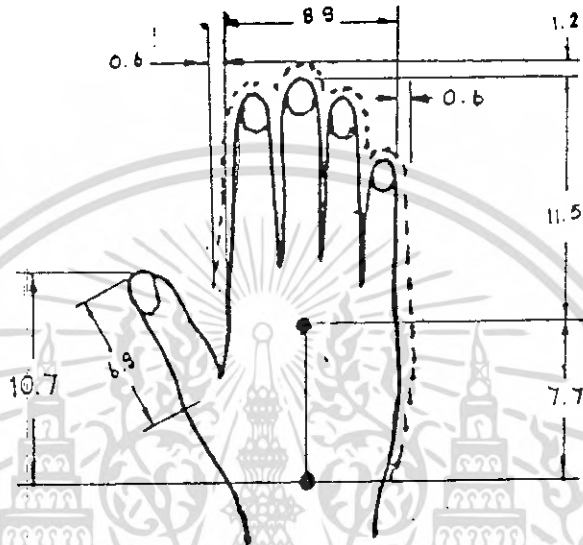


PERCENTILE FEMALE SEATED FEMALE VIEWER / WORKSTATION DISPLAY  
 5TH PERCENTILE FEMALE SEATED FEMALE VIEWER / WORKSTATION DISPLAY

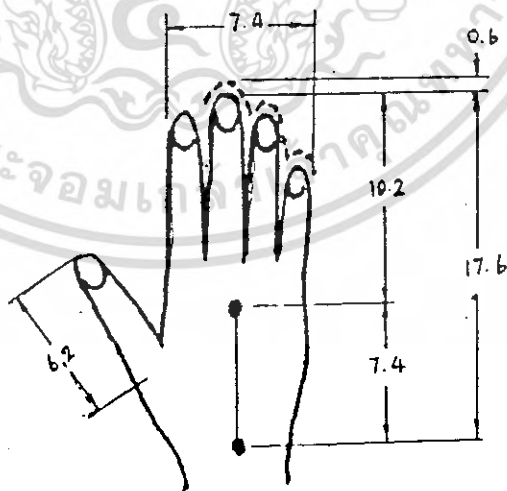
	in	cm
A	28-29	71.1-73.7
B	18-22	45.7-55.9
C	13-16	33.0-40.6

ข้อมูลทางด้านขนาดสัดส่วนที่นำมาใช้ในการออกแบบ

ขนาดสัดส่วนของมือชายและหญิง



มือชายของชาย (เฉลี่ย)



มือชายของหญิง (เฉลี่ย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อมูลด้านการใช้งาน

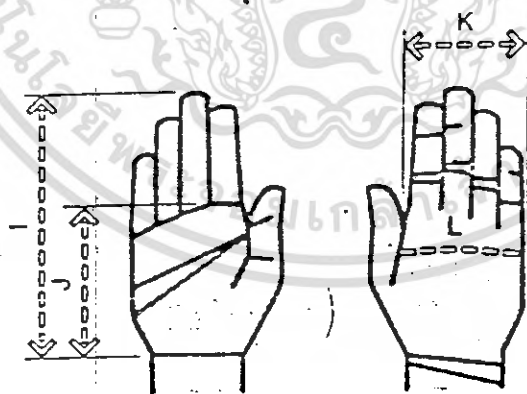
### ลักษณะการใช้งานของมือ

#### ขนาดของมือและนิ้วรวมทั้งการเคลื่อนไหวต่างๆ

ในการออกแบบชุดอุปกรณ์สำหรับหน่วยงานสายกระจายนี้ อุปกรณ์ต่างๆ ทุกชิ้นจำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับมือและนิ้วของมนุษย์ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการหยิบจับ การยก การเลื่อน การเปิด-ปิด ฯลฯ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงขนาดและลักษณะการเคลื่อนไหวต่างๆ ทั้งของมือและนิ้ว กล่าวคือ

- FLEXION AND EXTENSION
- DEVIATION
- ABDUCTION
- OPPOSITION
- NEUTRAL

ทั้งนี้เพื่อเป็นพื้นฐาน และแนวทางในการออกแบบ หรือการเลือกใช้ให้เหมาะสมการใช้งาน และ สรีระร่างกายของมนุษย์

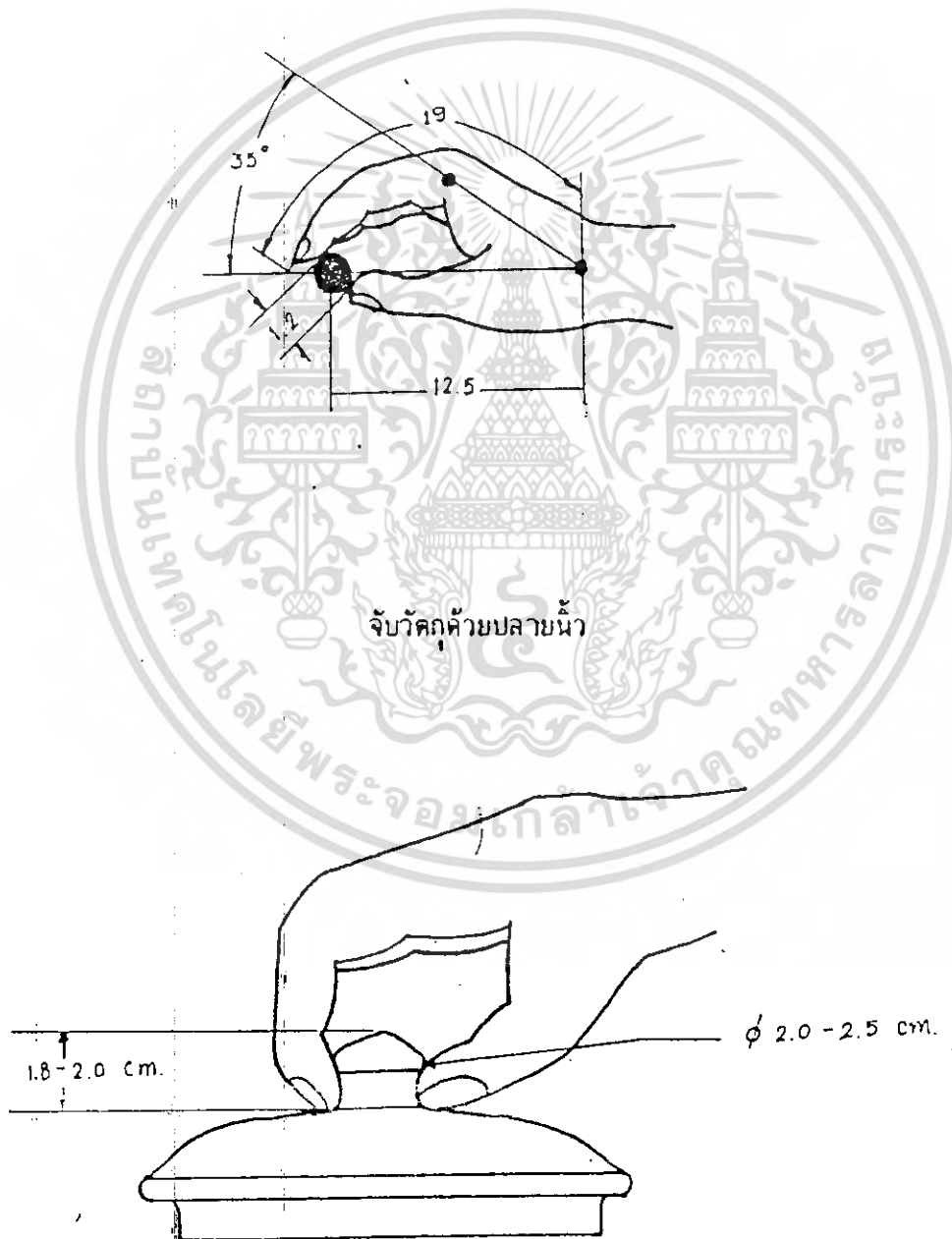


ขนาดของมือ	I	=	17.8 ซม.
	J	=	10.0 ซม.
	K	=	8.2 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

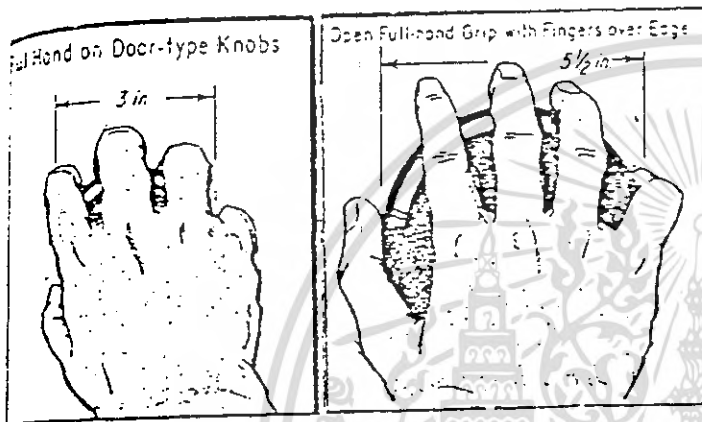
ข้อมูลทางด้านขนาดสัณฐานที่นำมาใช้ในการออกแบบ

ขนาดวัดที่มือจับได้มัต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มือสามารถที่จะทำงานและเคลื่อนไหวได้โดยอาศัยส่วนแขน มือที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ หมุนขึ้น 45° หมุนลง 75° - 100° และพลิกเอียงคว่ำ-หงาย 90°



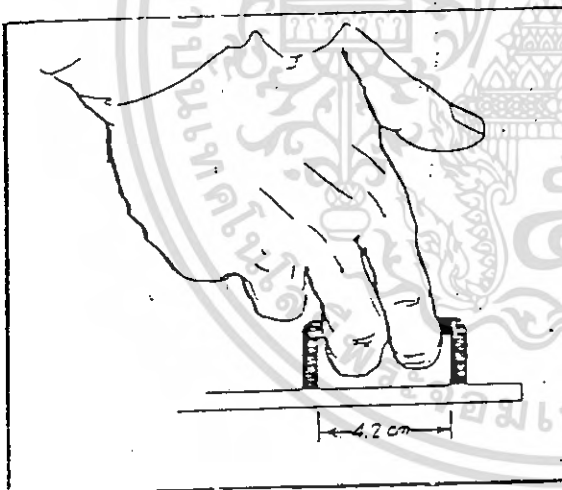
ลักษณะการจับกระชับ เต็มมือ

(Spherical Grasp)

ขนาดที่จับ ๘ ประมาณ 7.5 ซม.

ลักษณะการจับกระชับโดยนิ้วมือ

ขนาดที่จับ ๘ ประมาณ 14 ซม.



ลักษณะการจับแบบ HANDLE

โดยใช้นิ้วเดียว ขนาดที่จับยาวพอดี

ประมาณ 4.0-5.0 ซม.

กว้างประมาณ 0.8-1.0 ซม.

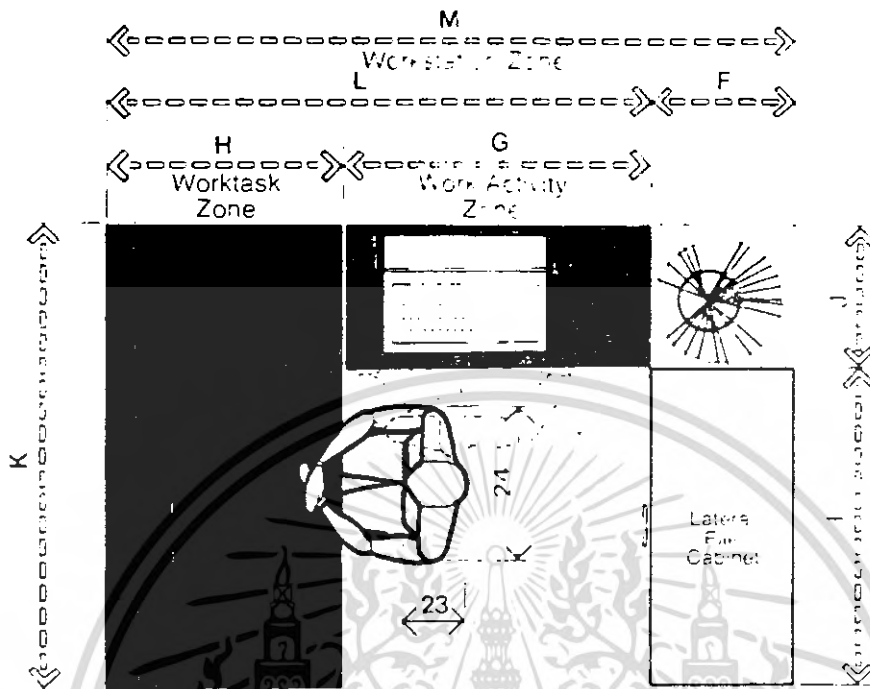
ลักษณะการจับแบบ KNOB ใช้นิ้วชี้

ใช้หัวแม่มือในการจับ ขนาดที่จับ

๘ ประมาณ 0.5-0.6 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ลักษณะการจัดวางบนโต๊ะทำงาน และ พื้นที่ในการจัดวาง



BASIC U-SHAPED WORKSTATION

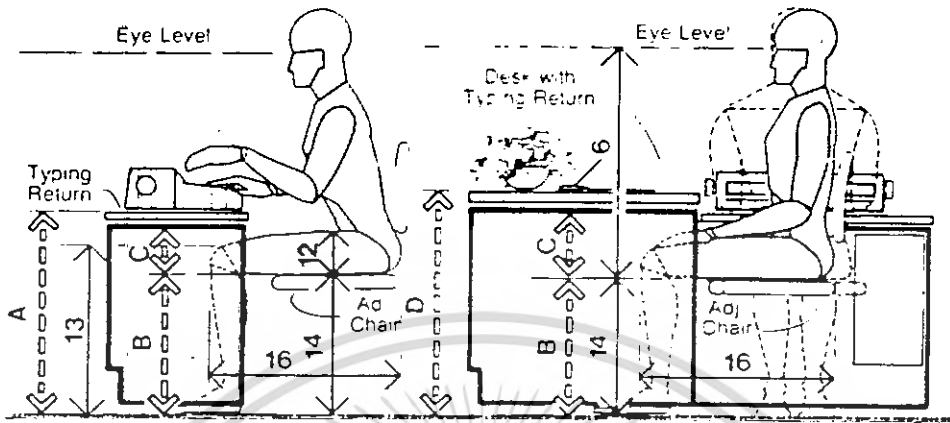


บริเวณพื้นที่ที่มีการใช้งานบ่อยและมากที่สุด

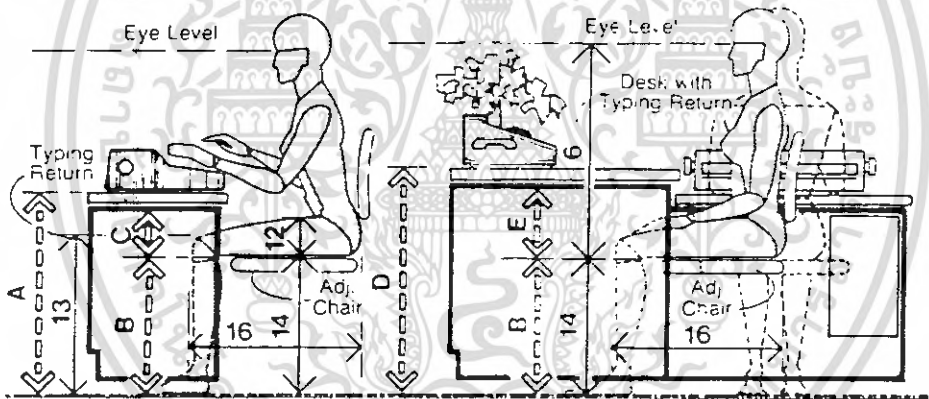


บริเวณพื้นที่ที่ใช้งานอุปกรณ์ในการทำงานต่างๆที่สามารถหยิบใช้ได้ง่าย

บริเวณพื้นที่ที่เก็บของ หรือสิ่งของที่ไม่ได้ใช้บ่อยนัก เป็นบริเวณที่ไม่สะดวกในการหยิบใช้เท่าใดนัก



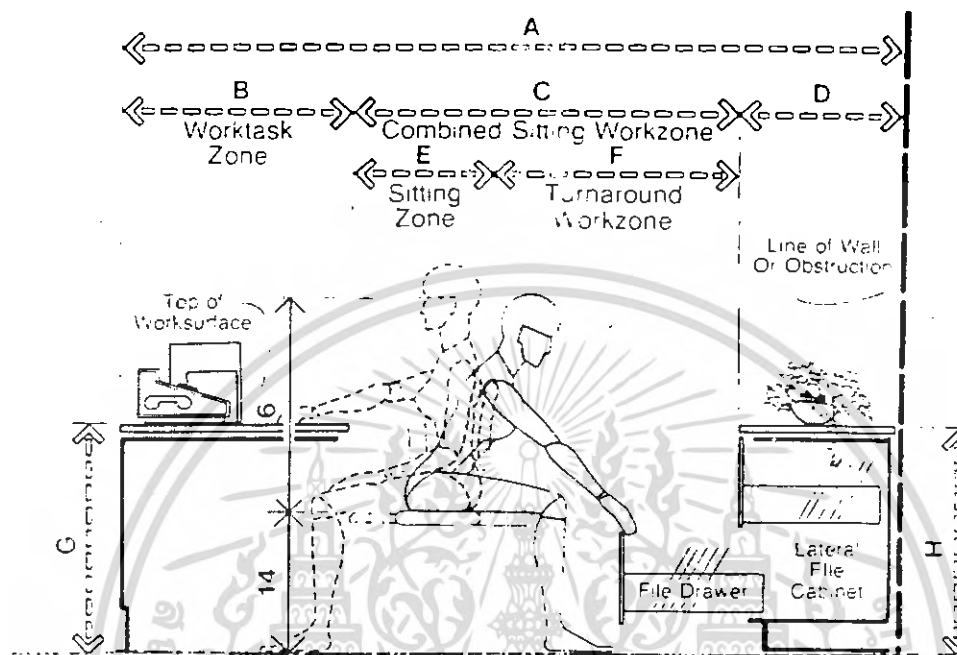
TYPING RETURN AND DESK, MALE USER



TYPING RETURN AND DESK, FEMALE USER

	in	cm
A	26-27	66.0-68.6
B	14-20	35.6-50.8
C	7.5 min.	19.1 min.
D	29-30	73.7-76.2
E	7 min.	17.8 min.
F	24	61.0
G	24-25	61-63.5
H	20-26	50.8-66.0
I	42-50	106.7-127.0
J	18-22	45.7-55.9
K	60-72	152.4-182.9
L	76-94	193.0-238.8
M	94-116	238.8-299.7

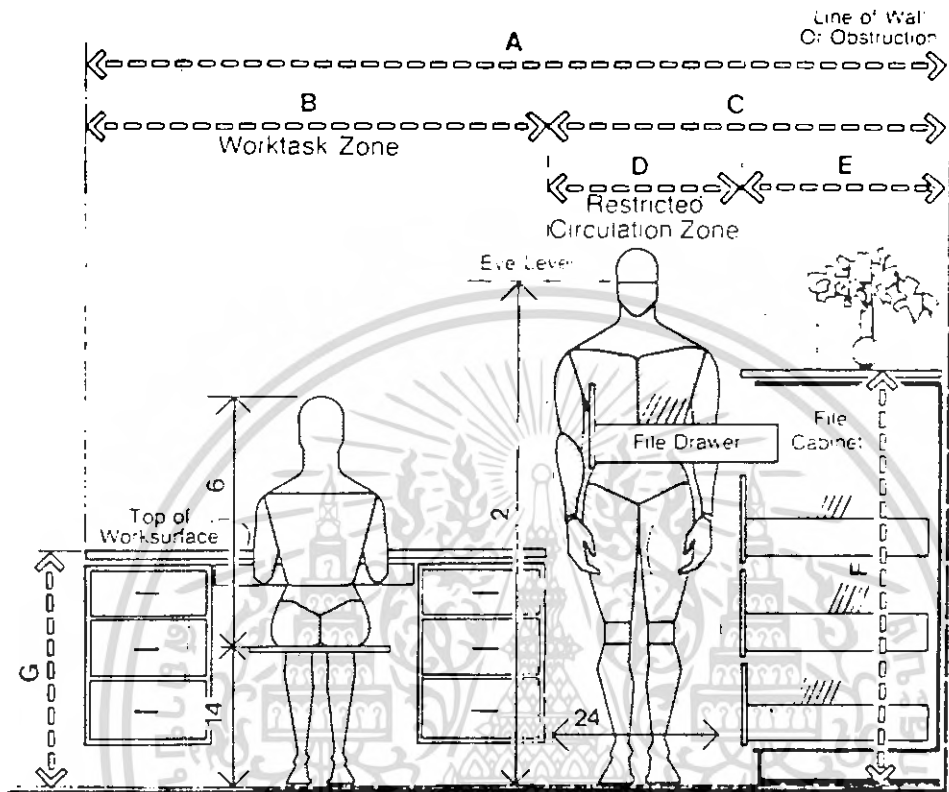
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



WORKSTATION WITH BACK LATERAL FILE STORAGE

	in	cm
A	36-728	2438-3251
B	30-36	762-914
C	46-68	1168-1727
D	18-22	457-558
E	18-24	457-610
F	30-44	762-1118
G	29-30	737-762
H	28-30	711-762
I	90-102	2286-2591
J	30	762
K	12	305
L	7.5 min.	19 min
M	15-18	381-457

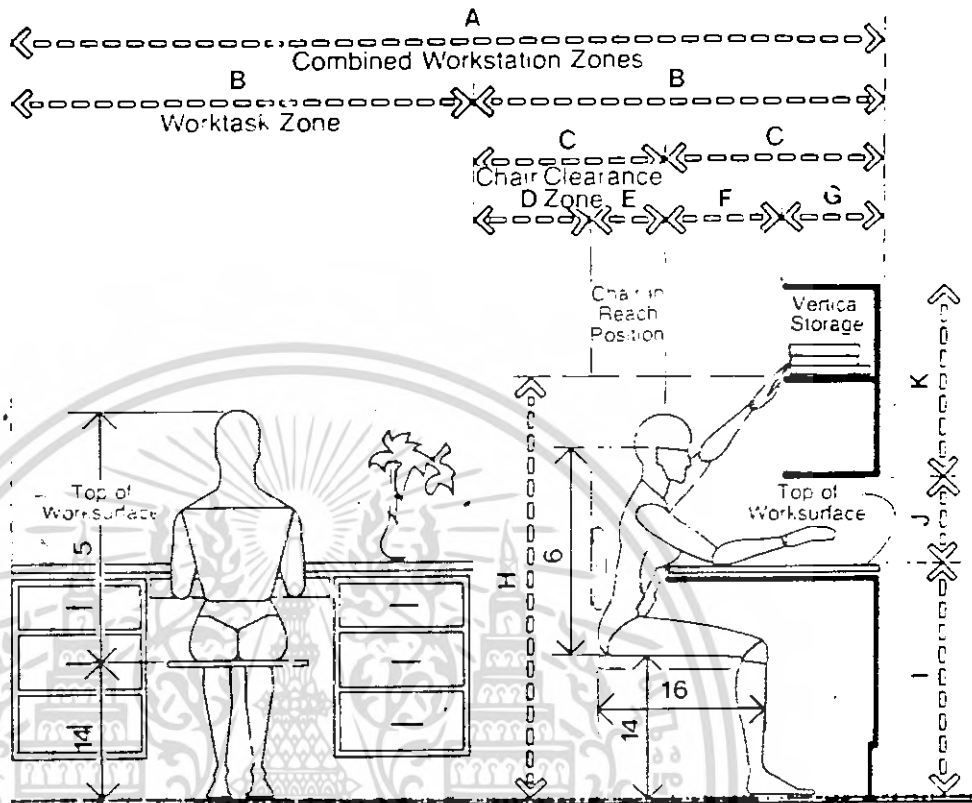
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



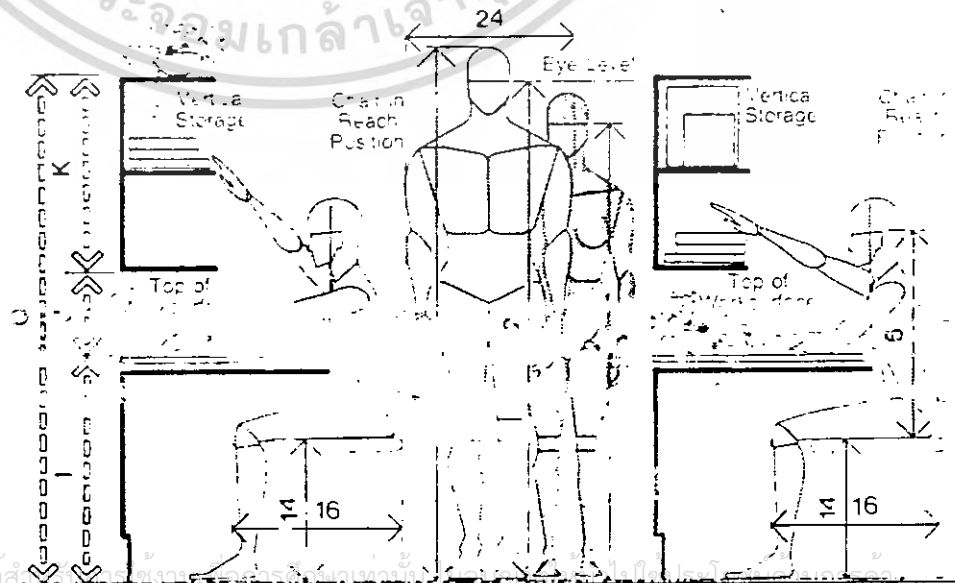
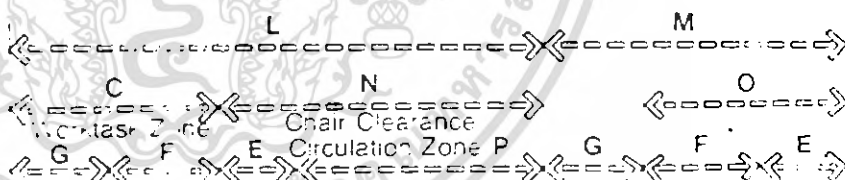
WORKSTATION WITH FILING AND STORAGE

	in	cm
A	110-130	279.4-330.2
B	60-72	152.4-182.9
C	50-58	127.0-147.3
D	30	76.2
E	20-28	50.8-71.1
F	54-58	137.2-147.3
G	29-30	73.7-76.2
H	92-108	233.7-274.3
I	36	91.4
J	56-72	142.2-182.9
K	36-44	91.4-111.8
L	18	45.7
M	11-20	27.9-50.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



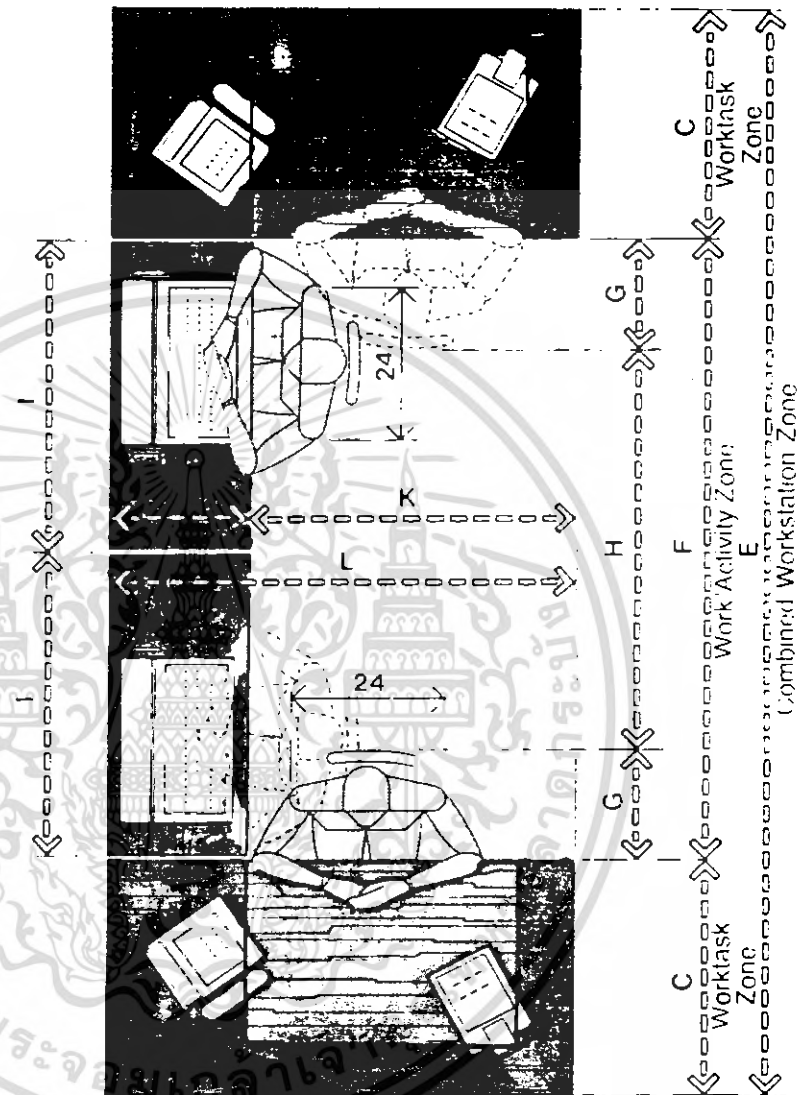
**BASIC WORKSTATION WITH VERTICAL STORAGE**



**BASIC WORKSTATIONS BACK TO BACK WITH VERTICAL STORAGE**

in	cm
120-144	304.8-365.8
60-72	152.4-182.9
30-36	76.2-91.4
18-20	45.7-50.8
12-16	30.5-40.6
18-24	45.7-61.0
12	30.5
14	34.1-41.3
29-30	73.7-76.2
15 min.	38.1 min.
25-31	63.5-78.7
78-94	198.1-258.8
42-52	106.7-132.1
48-58	121.9-147.3
30-40	76.2-101.6
36-42	91.4-106.7
69-76	175.3-193.0

	in	cm
A	120-144	304.8-365.8
B	60-72	152.4-182.9
C	30-36	76.2-91.4
D	29-30	73.7-76.2
E	120-168	304.8-426.7
F	60-96	152.4-243.8
G	18-24	45.7-61.0
H	24-48	61.0-121.9
I	30-48	76.2-121.9
J	18-22	45.7-55.9
K	42-50	106.7-127.0
L	60-72	152.4-182.9



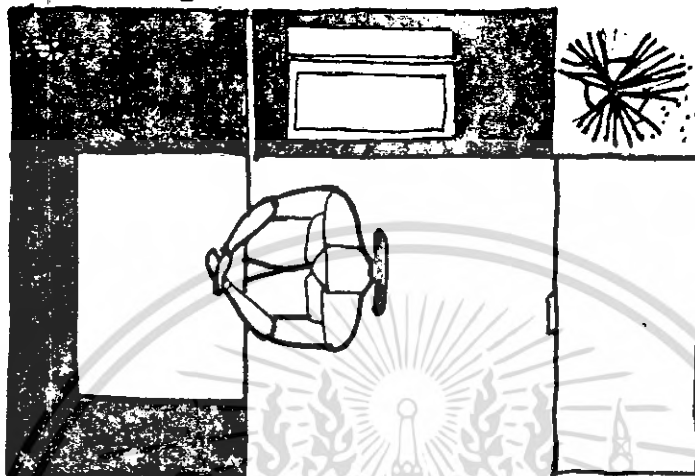
ADJACENT WORKSTATIONS/U-SHAPE

ลักษณะการจัด PLAN แบบคอกเนอด

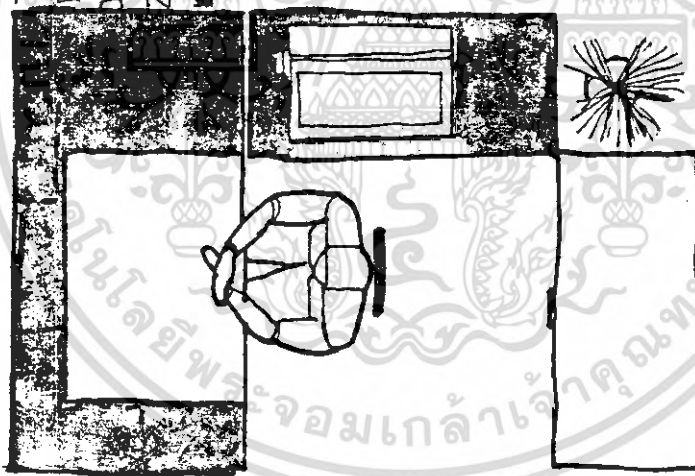
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปลักษณะพื้นที่ใช้ในการจักวาง

P.L.A.N.



P.L.A.N.



ลักษณะการจักวาง	ขนาดพื้นที่
1.	45 X 60 ม.
2.	30 X 100 ม.
3.	35 X 80 ม.
4.	เป็นการจัดแบบเข้ามุมซึ่งสามารถ
5.	เป็นการจัดแบบเข้ามุมซึ่งสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น จักวางไว้ให้ลัดขี้นแบบประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สรุปผลชุมนุม

จากลักษณะการทำงานบนโต๊ะทำงาน สามารถแยกพื้นที่ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. พื้นที่สีแสด เป็นบริเวณที่มีความสะดวกในการใช้งานมากที่สุด และจะเป็นบริเวณที่มีการใช้งานมากที่สุด มีพื้นที่ประมาณ 100 X 50 ซม.
2. พื้นที่สีเขียว เป็นบริเวณที่มีการใช้งานในลักษณะของการใช้วางอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ ในการทำงาน เช่น โทรศัพท์, เครื่องคิดเลข, อุปกรณ์เครื่องเขียนต่าง ๆ เป็นต้น สามารถเอื้อมหยิบสิ่งของต่าง ๆ ได้ค่อนข้างสะดวก
3. พื้นที่สีเหลือง เป็นบริเวณใช้เก็บของ หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ไม่บ่อย เช่น เป็นลิ้นชักเก็บของ หรือเป็นชั้นวางของสัมภาระต่าง ๆ

จากลักษณะของพื้นที่ สรุปได้ว่า พื้นที่ที่เหมาะสมในการวางผลิตภัณฑ์ คือ พื้นที่สีเขียว ซึ่งเป็นบริเวณที่สามารถเอื้อมใช้ได้ค่อนข้างสะดวกและไม่รบกวนพื้นที่ในการทำงาน

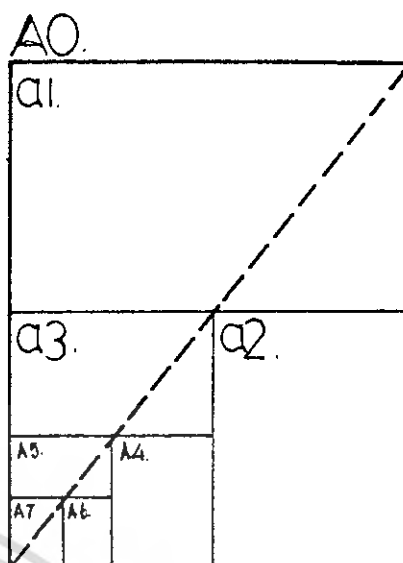




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

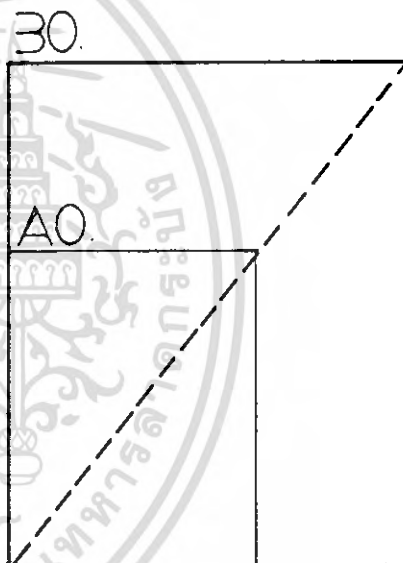
A. SIDE

A0.	841 X 118	33.1 X 46.81
A1.	594 X 841	23.39 X 33.11
A2.	420 X 594	16.54 X 23.39
A3.	297 X 420	11.69 X 16.54
A4.	210 X 297	8.27 X 11.69
A5.	148 X 210	5.83 X 8.27
A6.	105 X 148	4.13 X 5.83
A7.	74 X 105	2.91 X 4.13



B. SIDE

B0.	1000 X 1414	39.37 X 55.67
B1.	707 X 1000	27.83 X 39.37
B2.	500 X 707	19.68 X 27.83
B3.	353 X 500	13.90 X 19.68
B4.	250 X 353	9.54 X 13.90
B5.	176 X 250	6.39 X 9.54
B6.	125 X 176	4.92 X 6.93
B6/B4.	125 X 324	3.46 X 4.92



กระดาษต่อเนื่อง

หน้ากว้าง	279 X 379	11.0 X 14.84
หน้าแคบ	228 X 279	9.0 X 11.0

สรุป ขนาดกระดาษที่เลือกมาใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบ คือ ขนาด A4 เนื่องจากเป็นขนาดที่นิยมใช้กันมากที่สุด

INTERNATIONAL PAPER SIZES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้สวดยได้เห็น เว็บไซต์หรืออื่นที่นำการคำ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของพลาสติก

พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

- 1. เทอร์โมเซตติง (Thermosetting)
- 2. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics)

เทอร์โมเซตติง

คือพลาสติกที่มีรูปทรงถาวร เมื่อนำมากรรรมวิธีการผลิตโดยใช้ความร้อน (Heat) และแรงอัด (Pressure) หรือนำมากรรรมวิธีการผลิตประเภทหล่อพลาสติกเหลว (Casting) จะนำไปหลอมละลายนำกลับมาใช้ใหม่อีกไม่ได้ เปรียบเสมือนไข่เมื่อนำไปทำให้สุกแล้วจะทำให้เหลวเหมือนเดิมอีกไม่ได้

ในประเทศไทยเรียกเทอร์โมเซตติงอีกชื่อหนึ่งว่าอูโรพลาสติก (Duroplastics)



เทอร์โมเซตติงมีหลายชนิด ที่สำคัญและใช้อยู่ทั่วไปมีดังต่อไปนี้

- อามิโน (Amino)
- ยูรีน (Urea)
- เมลามีน (Melamine)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีพอกซี (Epoxy)

ฟีโนลิก (Phenolic)

โพลีเอสเตอร์ (Unsaturated Polyester Resin)

ซิลิโคน (Silicone)

ยูเรเทน (Urethane) หรือโพลียูเรเทน (Polyurethane)

รายละเอียดประวัติ คุณสมบัติและการใช้งานในรูปผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้

อามิโน (Amino)

แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

- 1. ยูเรีย (Urea)
- 2. เมลามีน (Melamine)

ยูเรียถูกนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1929 และเมลามีนถูกนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1939

คุณสมบัติ

อามิโนมีน้ำหนักมากกว่าพลาสติกทั่ว ๆ ไป เล็กน้อย คือมี ถ.พ. ระหว่าง 1.47 - 1.55 รับแรงดึงได้ดีพอสมควร รับแรงอัดและแรงบีบงอได้ดีมาก ทนความร้อนได้สูงขึ้นหากผสมใยหิน (Asbestos) จะทนความร้อนได้ถึง 400° ฟ และใช้กับความเย็นได้ในอุณหภูมิ - 70° ฟ เนื้อแข็งทนการขีดข่วนได้ดี ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ถูกแสงแดดจะซีดและเสื่อมคุณภาพ มีสีต่าง ๆ มีทั้งฝ้าและหีบแสง ชนิดฝ้ากระจายแสงได้ดีมาก จึงเหมาะนำไปใช้ทำฝาครอบโคมไฟฟ้า

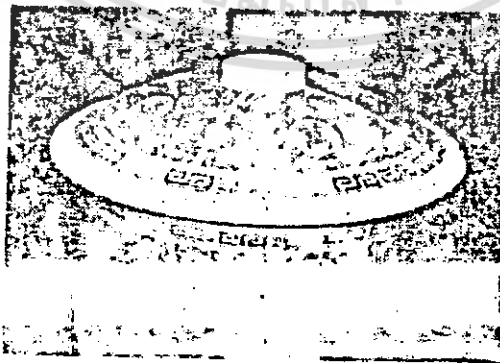
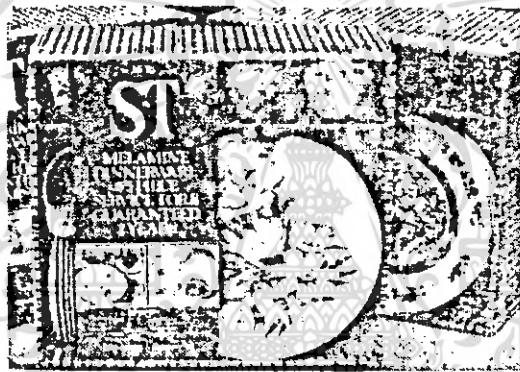
คุณสมบัติทางไฟฟ้า เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีกับกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้กับกระแสไฟฟ้า ความถี่สูง ใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดที่เกิดไฟอาร์คแทนการใช้พลาสติกชนิดฟีโนลิก

คุณสมบัติทางฉนวนเมื่อ หนวด ๑๐๐๐ องศาเซลเซียส ไม่ทนต่อรังสีชนิดแก๊ท หนวดเคมีอื่น ๆ เช่น ผงซักฟอก น้ำมัน ไขมัน หินเนอโรลูมิเนสเซนซ์ ไบรอน้ำ น้ำอากาศแพ้จะทำให้เกิดครายเปื้อนได้

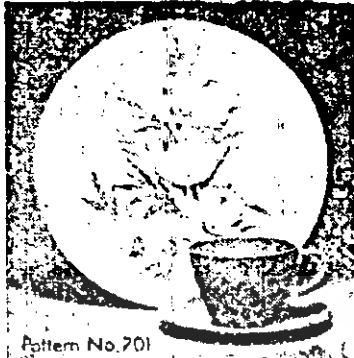
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การใช้ประโยชน์

- ยูเรีย - ชนิดเหลวนิยมใช้ทำถาวรไม้อัดและชิปบอร์ด น้ำยาเคลือบผิวประเภทลิกนินท์ นิยมใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า ตู้วิทยุ มุมจับ ค้ามเครื่องมือ ฯลฯ
- เมลามีน - นิยมใช้ทำถ้วยชามมากที่สุด นอกจากนั้นยังใช้ทำวัสดุปิดผิวโต๊ะที่รู้จักกันดี ในชื่อโฟไมก้า (Formica) และ Texolite ชนิดเหลวใช้ทำถาวร



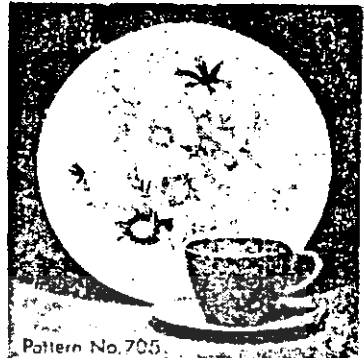
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Pattern No. 701



Pattern No. 702



Pattern No. 705



ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เมลามีน  
ที่ผลิตจากโรงงานภายในประเทศ  
และเป็นที่นิยมในตลาดต่างประเทศมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางกายภาพ ของ MELAMINE MOLDING COMPOUNDS	
กรรมวิธีการผลิต	Compression, Transfer
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	300—400 F.
ความหนาตัวหลังการผลิต	0.006—0.008 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.45—1.52
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	19.1—20
ทนแรงดึง	7,000—13,500 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	25,000—50,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงกระแทก	0.25—0.35
ความแข็ง	M 115—M 125
ทนความร้อนโดยปกติ	210—250 F.
ทนกรด	ดีมาก (ถูกทำลายโดยกรดแก่)
ทนด่าง	ดี (ถูกทำลายโดยด่างแก่)
ทนสารละลาย	ดีมาก
ทนแสงแดด	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## อีพอกซี (Epoxy)

ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมราว ปี ค.ศ. 1947 รู้จักอย่างแพร่หลายในรูปแบบของกาวติดโลหะ วัสดุและผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสชนิดกึ่ง

คุณสมบัติ อีพอกซีมีน้ำหนักปานกลาง มี ถ.พ. ระหว่าง 1.11 - 1.8 รับแรงดึงได้ดีมาก รับแรงอัดได้ดีและรับแรงกระแทกได้ดีพอควรในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสสามารถรับแรงดึงได้ดีถึง 65,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว ซึ่งมากกว่าเหล็กโครงสร้าง (Structural Steel) ซึ่งรับได้เพียง 60,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว

คุณสมบัติพิเศษของอีพอกซี คือสามารถติดแนบได้ดีกับวัสดุอื่น เช่น โลหะ แก้ว พลาสติก เซรามิก ยาง ฯลฯ โดยไม่คำนึงถึงลักษณะของผิวจะเรียบหรือขรุขระ นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติอ่อนตัว (Flexibility) จึงเหมาะสำหรับทำกาวอย่างยิ่ง

อีพอกซีมีการหดตัวน้อยมาก เป็น)นวนไฟฟ้าดี ทนไฟอาร์คได้ดีอีกด้วย ทนความร้อนได้สูงถึง 600° ฟ ในสภาพปกติใช้งาน ทนความร้อนได้ในอุณหภูมิ 200° - 300° ฟ ความเย็นไม่สามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติได้ อีพอกซีติดไฟแต่ช้าและดับเอง

คุณสมบัติทางเคมี ทนกรด ก้าง และสารละลายได้ดี มีความถูกขีมน้ำในอัตรา

การใช้ประโยชน์ ในรูปของเหลวใช้ทำกาวชนิดกึ่งกึ่งกึ่งทุกต่าง ๆ ติดโครงรังผึ้ง (Aluminum Honeycomb) ในโครงเครื่องบิน วัสดุเคลือบผิว เช่น พลาสติกเคลือบพื้น โรงยิมเนเซียม เคลือบกรอบหน้าต่างหรือรับโทรทัศน์ ซึ่งทนและถูกกว่าการนำไปชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า นอกจากนี้ยังนิยมนำไปหล่อหุ้มหม้อพิมพ์กันแบบสำหรับอุตสาหกรรมทำแม่พิมพ์ ในอุตสาหกรรมพลาสติก

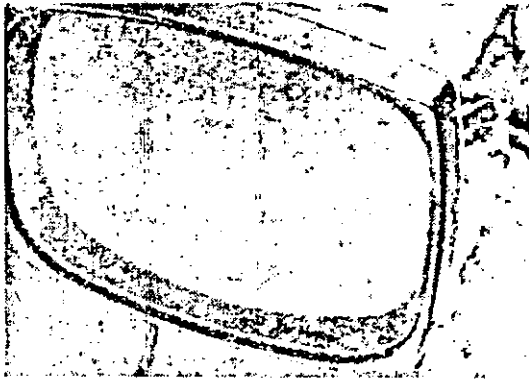
ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ อีพอกซีนิยมใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสชนิดกึ่ง ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องบิน เฮลิคอปเตอร์ รถยนต์

ในรูปโหม ไซท์ทำเป็นไส้ (Core) เพื่อลดน้ำหนักและเพิ่มความแข็งแรงใน  
โครงสร้างแบบแซนด์วิช (Sandwich Construction)



ชิ้นส่วนของเซลล์คอปเตอร์ทำด้วย  
ไฟเบอร์กลาส (อีพอกซี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



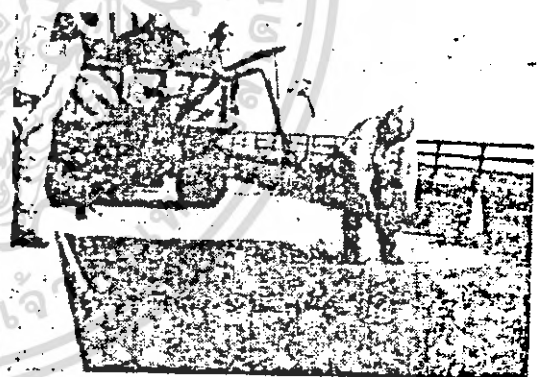
น้ำยาเคลือบผิวเครื่องรับโทรทัศน์  
ใช้ส่วนผสมอียอกซี



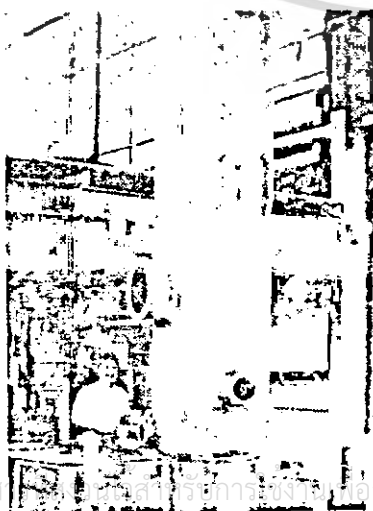
กาวสารพัดประโยชน์อียอกซี



แม่พิมพ์ปั๊มโลหะแผ่นทำจากอียอกซี



วัสดุเคลือบผิวพื้นถนนส่วนผสม  
อียอกซีแห้งเร็ว หนาสารเคมี  
น้ำมัน และสภาพอากาศต่างๆไป



ท่อส่งของเหลวไฟเบอร์กลาส  
(อียอกซี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของ บริษัท อียอกซี จำกัด ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ฟีนอลิก (Phenolic)

พลาสติกชนิดนี้รู้จักกันในชื่อ เบกเกิลไลท์ (Bakelite) ถูกค้นพบ โดย DR. Leo Hendrik Backeland และถูกจดทะเบียนลิขสิทธิ์ในปี พ.ศ. 1909 มีชื่อทางเคมีว่า Phenol-Formaldehyde มีปริมาณการใช้สูงที่สุด (Work Horse) ในพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติงด้วยกัน

### คุณสมบัติ

ฟีนอลิกเป็นพลาสติกชนิดที่มีน้ำหนักปานกลาง มี ด.พ. 1.25 - 1.55 มีความแข็งแรงที่สุดชนิดหนึ่ง รับแรงดึงได้พอสมควร แต่รับแรงอัดได้ดีมาก รับแรงบดงอได้น้อย ในระยะแรกฟีนอลิกจะมีเฉพาะสีเข้มเช่นน้ำตาลแก่ และสีดำเท่านั้น และทึบแสง แต่ในปัจจุบันสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทึบแสงขาวและใส มีทั้งชนิดขึ้นรูปโดยการใช้แรงอัดและความร้อน และชนิดหล่อเย็น

คุณสมบัติทางไฟฟ้าอยู่ในขั้นที่ทั้งไฟฟ้าความถี่และค่า ฟีนอลิกหลายชนิดทนไฟอาร์คได้ไม่ดี

ฟีนอลิกทนความร้อนในภาวะปกติประมาณ  $350^{\circ} - 360^{\circ}$  ฟ หากผสมวัตถุทนความร้อนบางชนิด จะทนได้ถึง  $400^{\circ}$  ฟ ในสภาพที่อุณหภูมิเท่าหรือเย็น จะใช้ได้ดี ฟีนอลิกเป็นตัวนำความร้อนที่เลว ทิศไฟได้แก่ด้าและคัมเอง คุณสมบัติทางเคมี พอ ๆ กับพลาสติกชนิดอื่น ๆ คือทนกรดและด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนกรดด่างออกซิไดซิ่งและด่างแก่ หนสารเคมีอื่น ๆ เช่นน้ำ แอลกอฮอล์ ไขมัน น้ำมัน ฯลฯ ได้

### การใช้ประโยชน์

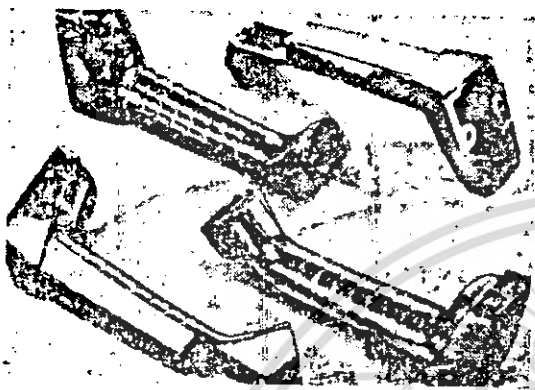
นิยมใช้ทำกำมมือจับ หูหม้อ หูกระโหะ ฝาครอบจานจ่ายรถยนต์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ฯลฯ

ในรูปของเหลวใช้เป็นวัสดุประสานกัน สารเคมี และกาวไม้อัดกันน้ำ

ฟีนอลิกสามารถทำเป็นโฟมได้ ซึ่งจะขยายตัวได้ถึง 300 เท่า โฟมฟีนอลิก

นิยมทำเป็นหุนลอยน้ำใช้ในงานต่าง ๆ และใช้เสริมความแข็งแรงในบีกนเครื่องบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

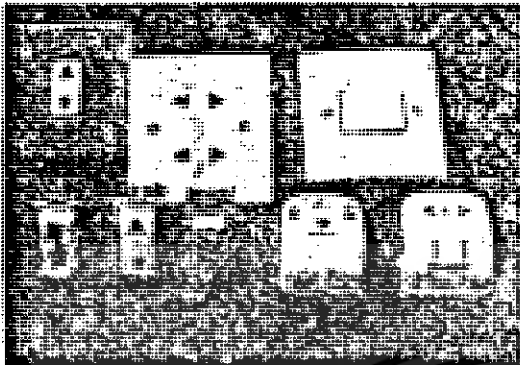


มือจับทำด้วยฟีนอลิก

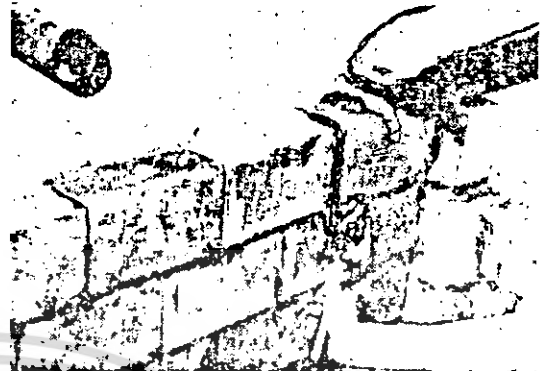


ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าทำด้วยฟีนอลิก

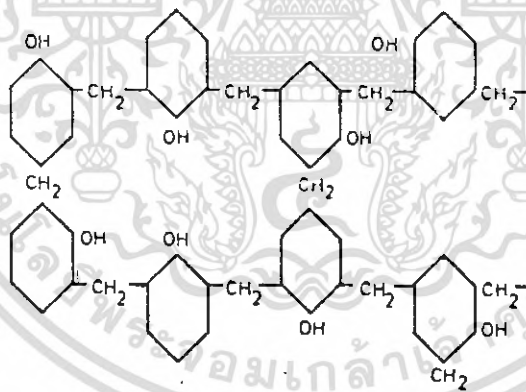
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุปกรณ์ไฟฟ้า ฟีนอลิคหรือยูเรีย



น้ำยาประสานชนิดกันกรด  
ทำจากฟีนอลิค



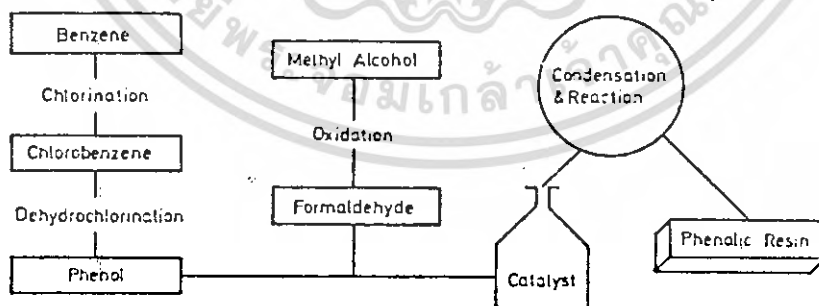
สูตรเคมีของฟีนอลิค  
(Cross Linked Cured Phenolic Resin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ลักษณะทางกายภาพ**

ของ PHENOLIC MOLDING COMPOUNDS

กรรมวิธีการผลิต	Compression Transfer
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	300—410 °F.
ความหนืดตัวหลังการผลิต	0.004—0.009 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.32—1.45
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	20.9—17.8
ทนแรงดึง	1,000—11,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	24,000—38,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงกระแทก	0.24—0.65
ความแข็ง	M 100—M 120
ทนความร้อนโดยปกติ	350—360 °F
ทนกรด	ดีมาก ยกเว้นกรด Oxidizing Acids
ทนด่าง	พอใช้ (ถูกทำลายโดยด่างแก่)
ทนสารละลาย	ดีมาก
ทนแสงแดด	จะมีสีคล้ำแต่คุณสมบัติทางกายภาพยังคงที่


**กรรมวิธีการผลิตฟีนอลิก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โพลีเอสเตอร์ (Unsaturated Polyester Resin)

เรารู้จักโพลีเอสเตอร์เรซินที่อยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส เพราะว่า 80% ของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ทำจากโพลีเอสเตอร์

โพลีเอสเตอร์เรซินถูกนำมาใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1942 ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยนำมาทำเป็นเครื่องใช้ทางการทหาร ต่อมาจึงนิยมนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นอย่างแพร่หลาย ซึ่งในปี ค.ศ. 1967 มีปริมาณการใช้ถึง 495 ล้านปอนด์

โพลีเอสเตอร์เรซิน มีทั้งเทอร์โมเซตติงและเทอร์โมพลาสติก ซึ่งคล้องกันแต่โครงสร้างต่างกัน

แอลคิก (Alkyds) เป็นโพลีเอสเตอร์เรซิน ชนิดเทอร์โมเซตติงชนิดหนึ่ง นิยมนำไปใช้ทำเคลือบ (Enamel) สีน้ำมัน แลคเกอร์และน้ำยาเคลือบผิวชนิดอื่น ๆ อย่างกว้างขวาง นอกจากนั้นยังใช้ทำเป็นฉนวนไฟฟ้าอีกด้วย

คุณสมบัติ โพลีเอสเตอร์เรซิน มี ถ.พ. ระหว่าง 1.1 - 1.5 หากเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสจะมี ถ.พ. ระหว่าง 1.5 - 2.28 ในรูปผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสรับแรงดึง แรงอัด และแรงบิดงอได้คิมีน้ำหนักมีความแข็งแรงพอสมควร ถูกแคะจะฉีก ทนสภาพอากาศภายนอกได้ดี มีสีต่าง ๆ มากมาย มีความหดรัดเล็กน้อย แต่มากกว่าอีพอกซี

โพลีเอสเตอร์เรซินเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีทนการกัดกร่อนได้ดี ไม่ทนสารละลายชนิด Chlorinated Solvents เช่น คาร์บอนเตทราคลอไรด์ อซิโตน

ในรูปผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ทนความร้อนได้ระหว่าง 250° - 350° F

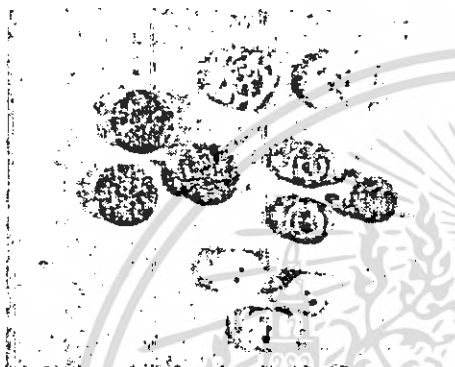
โพลีเอสเตอร์เรซินที่นำไปหล่อเป็นผลิตภัณฑ์แล้วเกิดไฟได้ช้าและดับเอง

การใช้ประโยชน์ นิยมใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสมากที่สุด เช่น เรือ รถยนต์ ชิ้นส่วนในเครื่องบิน ถึงบรรจุของเหลว ถึงบรรจุของ ท่อของเหลว เพอร์นิเจอร์ ส่วนประกอบในอาคาร เช่น สีของผนัง และพื้นผิว ฝ้าเพดาน สีฉนวนใยแก้ว ฯลฯ

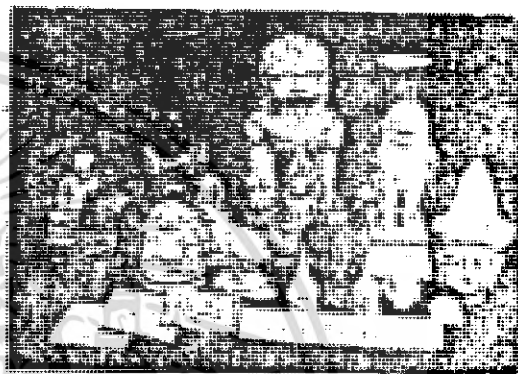
นอกจากนั้น โพลีเอสเตอร์เรซินยังนิยมทำผลิตภัณฑ์พลาสติก เช่น พระพุทธรูป ตุ๊กตา รูปสัตว์ ผลิตภัณฑ์หินอ่อนเทียม ผลิตภัณฑ์งาช้างเทียม ผลิตภัณฑ์หนังเทียม ผลิตภัณฑ์เขราคเทียม ผลิตภัณฑ์แก้วเทียม (Bio-Plastic) กระดุม สีโป๊ว ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพลีเอสเตอร์ ประเภทเทอร์โมพลาสติก นิยมใช้ทำเป็นเส้นใยใช้ทอเป็น  
เสื่อผ้า (Dacron) ในรูปฟิล์มใช้ทำฟิล์มไมลาร์ (Mylar) ซึ่งใสเหนียว และใช้  
ทำเทปบันทึกเสียง เป็นฉนวนไฟฟ้าก็ จึงนิยมทำฉนวนขดลวดไฟฟ้า (Collinsulation)  
และสล็อตไลเนอร์ (Slot Liners) ในมอเตอร์

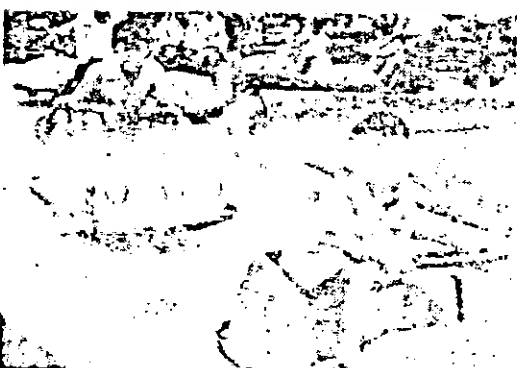
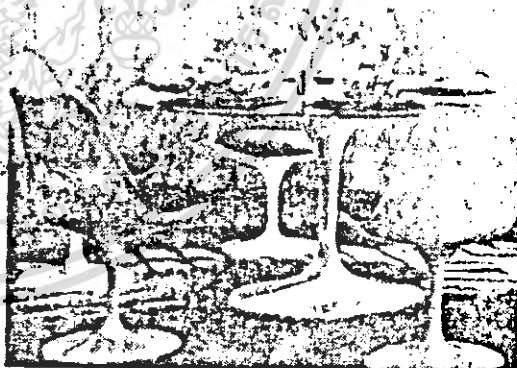


กระตุมโพลีเอสเตอร์เรซิน

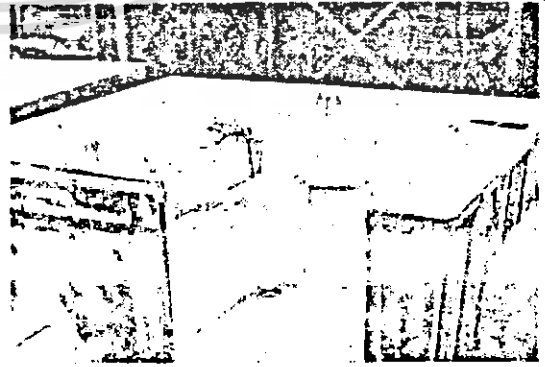
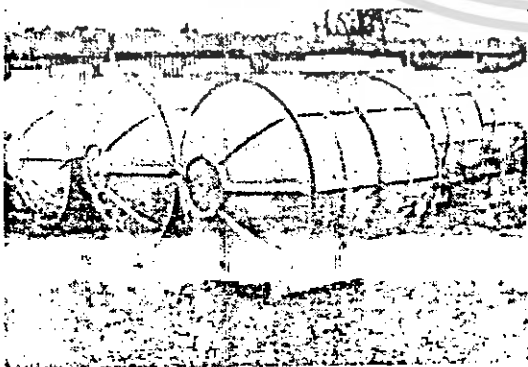
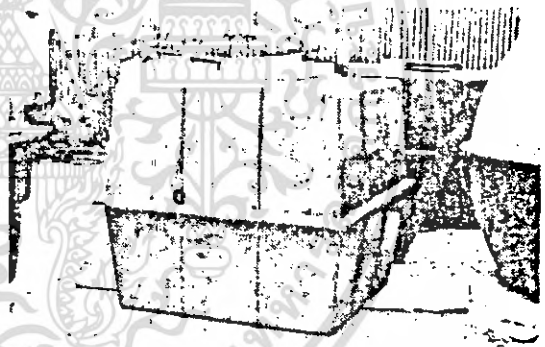
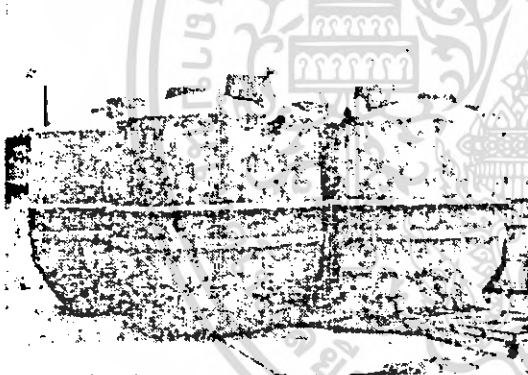
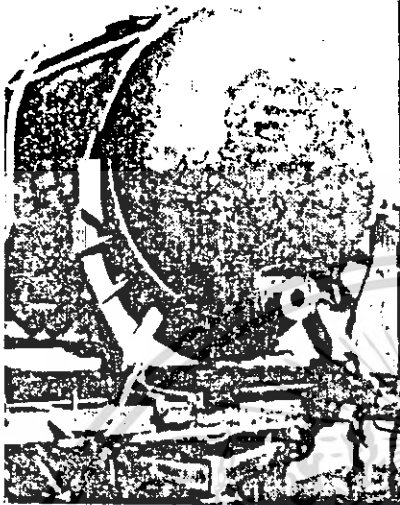


ผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อทำจาก  
โพลีเอสเตอร์เรซิน

**ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส  
ที่ทำจากโพลีเอสเตอร์เรซิน**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเผยแพร่เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีเมล: [info@kmitg.ac.th](mailto:info@kmitg.ac.th) หรือโทร: 0-2325-3711  
ได้จากหนังสือเรื่องไฟเบอร์กลาส และพลาสติกหล่อ ซึ่งได้จัดพิมพ์ไปแล้ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UNSATURATED POLYESTER—	{	PHTHALIC ANHYDRIDE	— ORTHO-XYLENE
		MALEIC ANHYDRIDE	— BENZENE
		PROPYLENE GLYCOL	— PROPYLENE
		STYRENE	— ETHYLENE
			— BENZENE

ซิลิโคน (Silicone)

พลาสติกชนิดนี้ได้ถูกค้นคว้าโดยนักเคมีชาวเยอรมัน ในปี ค.ศ. 1870 และถูกค้นคว้าก่อนในประเทศอังกฤษ ในราวปี ค.ศ. 1900 ซึ่งการค้นคว้าดังกล่าวให้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับซิลิโคน จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1930 ในสหรัฐอเมริกา บริษัทเยนเนอรัลอิเล็กทริก (General Electric) และบริษัทคอร์นิงกลาส (Corning Glass Works) ได้ร่วมกันค้นคว้าต่อจนประสบความสำเร็จจนผลิตออกมาเพื่อใช้ทำอุตสาหกรรมได้

คุณสมบัติ ซิลิโคนเป็นพลาสติกที่หนักชนิดหนึ่งมี ด.พ. ระหว่าง 1.6 - 2.0 มีใช้ทั้งรูปของเหลวและคงรูป รับแรงดึง และแรงอัดแรงบีบอัดปานกลาง ทึบแสง สามารถทำเป็นสีได้ แต่ไม่จำเป็นเพราะซิลิโคนถูกนำไปใช้งานจริง ๆ มากกว่าส่วนคนแค่ง

แสงแกมมีปฏิกิริยาน้อยมาก คุณสมบัติทางไฟฟ้าของซิลิโคนดีมาก เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีทั้งกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำและความถี่สูง

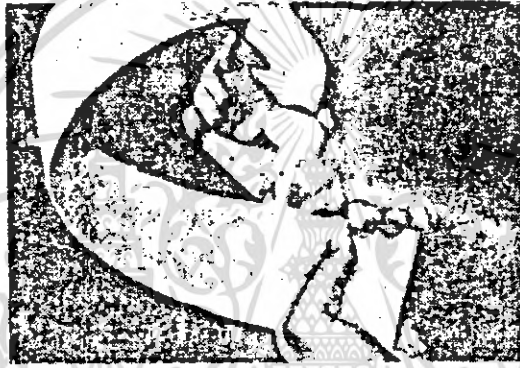
ซิลิโคนทนความร้อนและความเย็นได้ดี ใช้ได้ในอุณหภูมิ - 150° ฟ ถึง 600° ฟ ถ้าผสมใยแก้วหรือวัตถุทนความร้อนอื่นทนความร้อนได้ถึง 900° ฟ

ซิลิโคนทึบไฟซำมาก แต่เป็นตัวนำความร้อนได้ดีในพวกพลาสติกด้วยกัน

คุณสมบัติทางเคมี ซิลิโคนทนกรดและด่างได้เป็นอย่างดี มีคุณสมบัติไม่ติดง่ายไม่ว่าจะเป็นพลาสติก ยาง ไม้หรือโลหะ จึงเหมาะทำเป็นน้ำยาถอดกัมเมบ (Release Agent)

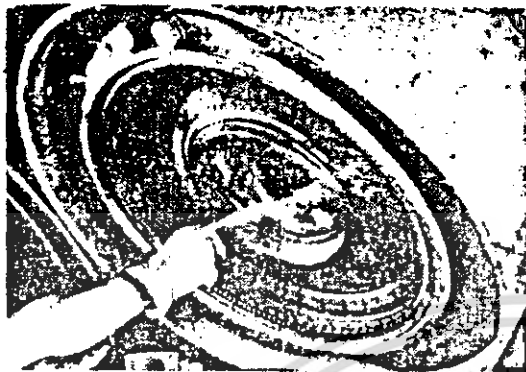
การใช้ประโยชน์ ซิลิโคนถูกนำไปใช้ทำอย่างแม่แบบชนิดทนความร้อน ยางขอบบานปิกนิก  
 ในยานอวกาศ คอนกรีตอ่อนซึ่งใช้ปูพื้นขอบสระน้ำเพื่อกันเลื่อน เส้นขารบนพื้นถนน การ  
 ประสานตู้กระจกใสบลา ฯลฯ

ในรูปของแข็งใช้ทำชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า นอกจากนี้ ซิลิโคนยังใช้ทำเป็น  
 น้ำยาดอกแบบในอุตสาหกรรมหลายประเภท

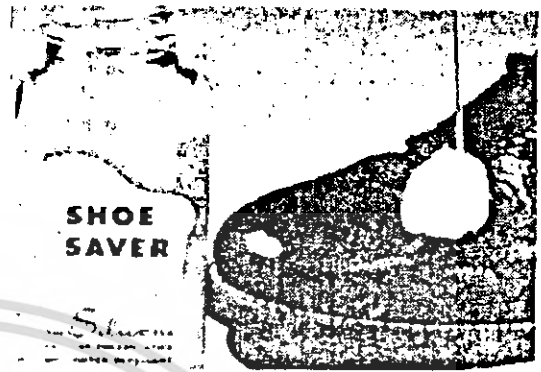


ผลิตภัณฑ์คอนกรีตอ่อน(Flexible  
 Concrete) ทำจากยางซิลิโคน ใช้ทำ  
 ขอบพื้นข้างสระว่ายน้ำ พื้นระเบียง  
 และเส้นขารบนพื้นถนน

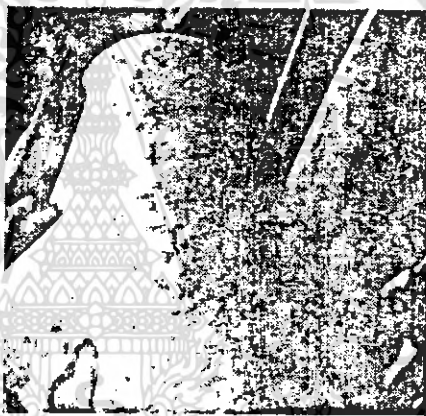
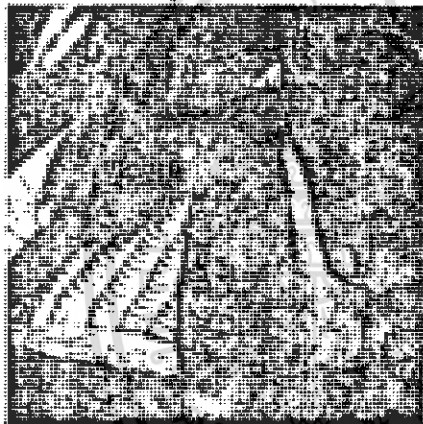
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



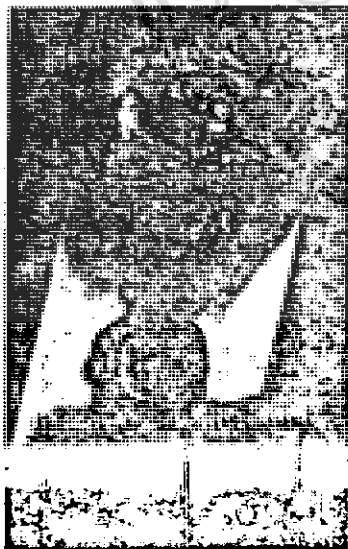
นํายากอดแบบในอุตสาหกรรม  
หล่อตอกยางรถยนต์



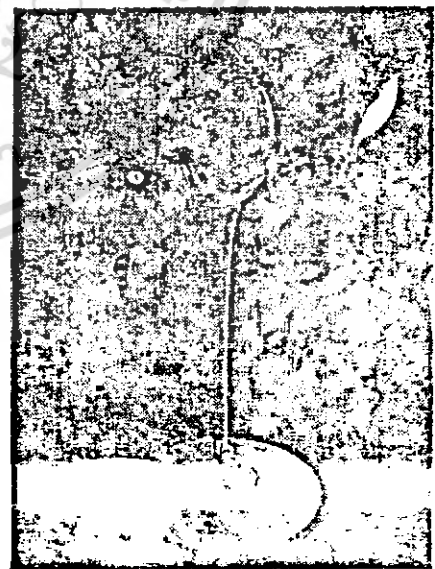
นํายาเคลือบผิว



แม่แบบยางยึติ  
โคนในอุตสาหกรรม  
กรรมผลิตภัณฑ์  
พลาสติกหล่อ



ลักษณะยางยึติโคน  
ที่ใช้ทำแม่แบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยูเรเทน หรือ โพลียูเรเทน

(Urethane Polyurethane)

พลาสติกชนิดนี้ถูกค้นพบโดย Wurtz แห่ง เยอรมัน ในปี ค.ศ. 1848 ได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมบ้างเล็กน้อยมากในระยะแรก เป็นที่รู้จักกันดีขึ้นในระยะตอนสงครามโลกครั้งที่ 2 ในสหรัฐอเมริกาได้เริ่มใช้ในอุตสาหกรรมในปี ค.ศ. 1954

ยูเรเทนมีทั้งในรูปแข็งตัว ฟองน้ำและของเหลว

ยูเรเทนโฟม (Urethane Foam) แท้ก่อนมีชื่อเรียกว่า ไอโซไซยาเนก (Isocyanate) และ โพลีเอสเตอร์โฟม (Polyester Foam)

คุณสมบัติ ยูเรเทนมี ถ.พ. 1.15 - 1.20 ในรูปโฟม มีน้ำหนักเบาเพียง 1.5 ปอนด์/ลบ. ฟุต

รูปแข็งตัว ยูเรเทนทนการสึกกร่อนได้ดี เหนียว ทนทาน ทนสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีทั้งขอมให้คลื่นวิทยุ เรดาร์และเอ็กซ์เรย์ผ่านได้ด้วย ทนความร้อน ไม่ติดไฟง่าย

รูปโฟมเก็บเสียง และรับแรงสั่นสะเทือนได้ดี เหนียว ทนความร้อน และความเย็นได้ดี ใช้ได้ในอุณหภูมิระหว่าง - 50 ถึง 250° ฟ

การใช้ประโยชน์ ปัจจุบันยูเรเทนถูกนำมาใช้ในรูปโฟม หรือฟองน้ำมาก

โฟมหรือฟองน้ำชนิดอ่อนตัว (Flexible Foam) ใช้ทำฟองน้ำชนิดต่าง ๆ เช่น เบาะรถยนต์ เบาะเฟอร์นิเจอร์ เบาะที่นอน ขางรองพรม แผ่นกันเสียงและความร้อน ฯลฯ

โฟมชนิดแข็งตัว (Rigid Foam) นิยมใช้ฉีด (Foamed-In-Place) เข้าไปในที่เครื่องบิน ห้องเรือ ยานอวกาศ ตู้เย็น ฯลฯ เพื่อให้เกิดฉนวนแข็งแรงและเป็นฉนวนความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากทำโฟมหรือฟองน้ำแล้ว ยูเรเทนยังนิยมใช้ทำน้ำยาเคลือบผิววัสดุต่าง ๆ เช่น ไม้ โลหะ ยาง ไม้ คอนกรีต กระจก ผนังและอื่น ๆ ใต้อย่างกว้างขวางอีกด้วย

ยูเรเทนยังสามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้ เช่น กาว ชิ้นส่วนในรถยนต์ ชิ้นแปรงโครงสร้างในเครื่องบิน กอถยางรถยนต์ (Tire Treads) ผนังเทียม ล้อสเก็ต

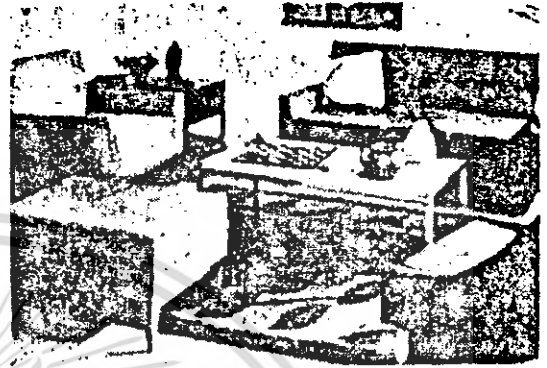


ไม้แกะสลักเทียมทำจากโพลียูรีเทนชนิดแข็ง

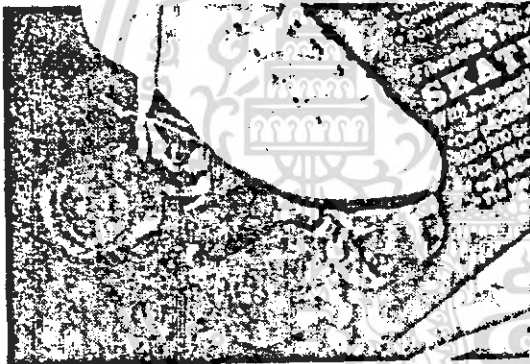
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ฟองน้ำขึ้นในหมวกนักบินอวกาศ  
ทำจากโพลียูเรเทน (Flexible Poly  
Urethane Foam)



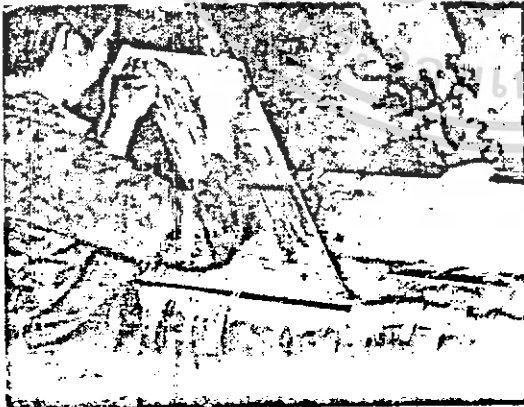
เบาะเฟอร์นิเจอร์ฟองน้ำโพลียูเรเทน



คอตเกิดทำจากโพลียูเรเทน



ฟองน้ำที่นอนโพลียูเรเทน

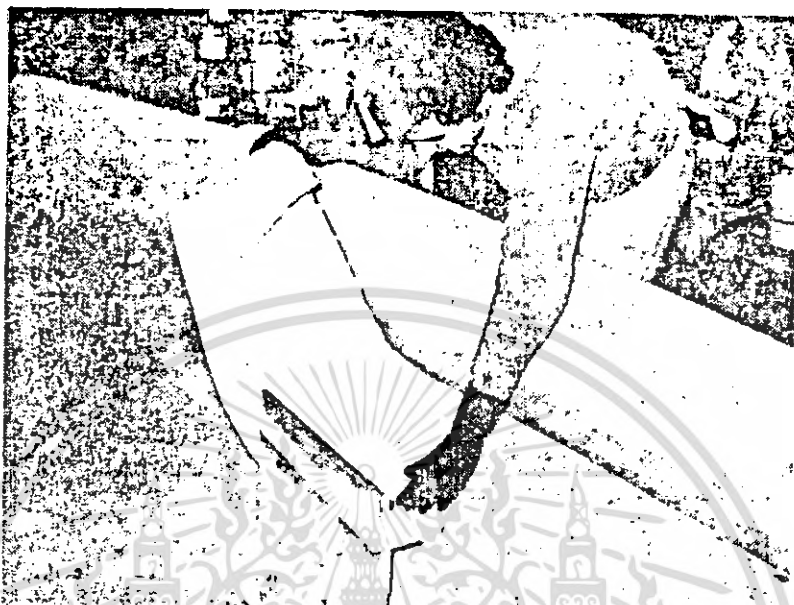


บดัดพิมพ์ทำจากโพลียูเรเทน

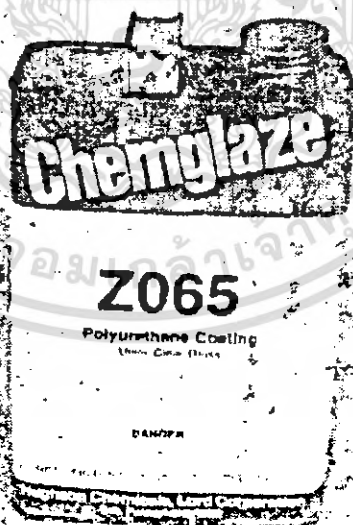


เบาะนั่งมอเตอร์ไซด์ ที่พักศีรษะ  
ในตะมอจับในรถยนต์ ทำจาก  
โพลียูเรเทน (Semi-Rigid Polyurethane  
Foam)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โพลียูเรเทนโพลีเมตต์แข็ง ซึ่งทำเป็นชิ้นส่วนรูปทรงแห่เชื่อมต่อกัน ได้ถูกนำมาใช้กระตุ้นความหนาของห้องเรื่อไฟเบอร์กลาสเพื่อลดน้ำหนักในโครงสร้างระบบขับเคลื่อน



โพลียูเรเทนชนิดเหลวใช้เคลือบไม้และวัสดุอื่น ๆ กำลังได้รับความนิยมใช้มากในขณะนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปคุณสมบัติของพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติง

ชื่อ	Aminos	Casein	Epoxy	Phenolic	Polyester	Silicone	Urethane
ถ.พ. ทนแรงดึง (1000 ปอนด์/ตร. นิ้ว) ทนแรงอัด (1000 ปอนด์/ตร. นิ้ว) ทนแรงกระแทก	1.74—1.55 5.0—13.0 2.4—4.5	1.35 100 27.53	1.11—1.8 4.0—13.0 13.28	1.25—1.55 4.0—9.0 15—50	13 4.5—25.0 12—34	1.6—2.0 4.0—35.0 9—15	1.15—1.2 แล้วแต่ชนิด "
ความใส ทนไฟฟ้า	ฝ้า—ทึบ ดี (ความถี่ต่ำ)	ใส—ทึบ พอใช้	ดี ใส—ทึบ ดีมาก	ฝ้า—ทึบ ดี	ใส—ทึบ ดี (ความถี่ต่ำ)	ทึบ ดี ดีมาก	ฝ้า ดี ดี
อุณหภูมิที่ทำให้เสื่อมสภาพ (°ฟ) อุณหภูมิสูงสุดที่ใช้งาน (°ฟ) อัตราการ फैาใหม่ ความยืดหยุ่น ปฏิกิริยากับกรดอ่อน กรดแก่	266—400 210—400 ไม่ติดตัวเอง ต่ำ	300 275 สูงเมื่อเทียบกับชนิดอื่น เล็กน้อย	250—290 200—300 ช่างตั้งตัวเอง ต่ำ	150—160 160—300 ช่างไม่ติด ต่ำ	140—425 150—350 ช่างตั้งตัวเอง ต่ำ	500—900 450 ช่างไม่ติด ต่ำ	ไม่ใช้ 400 ช่างตั้งตัวเอง ต่ำ
	เล็กน้อย ทั่วเลย	เล็กน้อย ทั่วเลย	ไม่ หมักกักกรด บางชนิด	เล็กน้อย มาก	เล็กน้อย มาก	เล็กน้อย เล็กน้อย	เล็กน้อย เล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ	คุณสมบัติ					
Aminos	ต่างอ่อน	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่
Casein	ต่างแก่	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่
Epoxy	ต่างอ่อน	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่
Phenolic	ต่างอ่อน	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่
Polyester	ต่างอ่อน	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่
Silicone	ต่างอ่อน	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่
Urethane	ต่างอ่อน	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เทอร์โมพลาสติก

เป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกหลังจากนำไปหล่อทำเป็นผลิตภัณฑ์แล้วเปรียบเสมือนน้ำแข็ง เมื่อถูกความร้อนก็จะละลายกลายเป็นน้ำ และเมื่อทำให้เย็นน้ำจะแข็งตัว กลับเป็นน้ำแข็งได้อีกไม่มีที่สิ้นสุด เรียก "Plastics With a Memory"

(ควรเปรียบเทียบเป็นชิ้นซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนกว่า ที่เปรียบเทียบเป็นน้ำแข็ง แต่เพราะหนังสือเล่มนี้แปลจากหนังสือของ The Society of Plastics Industry, Inc. จึงต้องรักษาคำจำกัดความเดิมของเขาไว้ ผิดกฎประการใด ขอให้ผู้อ่านเป็นผู้พิจารณาเอง



เทอร์โมพลาสติก ที่สำคัญและใช้ขุขู่ทั่วไป ได้แก่

- แอซเซทอล (Acetal)
- อะคริลิก (Acrylic)
- ฟลูออโรคาร์บอน (Fluorocarbons)
- โพลีเอไมด์ (Polyamide) หรือไนลอน (Nylon)
- โพลีโอะเลฟิน (Polyolefin)
  - โพลีเอทิลีน (Polyethylene)
  - โพลีโพรพิลีน (Polypropylene)
- โพลีสไตรีน (Polystyrene)
- เอบีเอส (ABS)
- ไวนิล (vinyl)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เซลลูโลซิก (Cellulosics)
- โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate)
- ไอไอโนเมอร์ (Ionomer)
- โพลีไยไมด์ (Polyimide)
- โพลีซัลโฟน (Polysulphone)
- เอททีอีวีเอ (EVA)
- โพลีเอสเตอร์ (Polyester)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แอสเซทอล (Acetals)**

เป็นเทอร์โมพลาสติกที่ถูกคิดค้นในปี ค.ศ. 1906 แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

- Acetal Homopolymer Resins
- Acetal Copolymer Resins

ลักษณะโดยทั่วไป จับสีคล้ายเทียนไข มีมีลักษณะคล้ายโพลีโพรพิลีน (Polypropylene) สามารถใช้ทำเป็นสีต่าง ๆ ได้โดยไม่จำกัด เนื้อโปร่งแสง (Translucent)

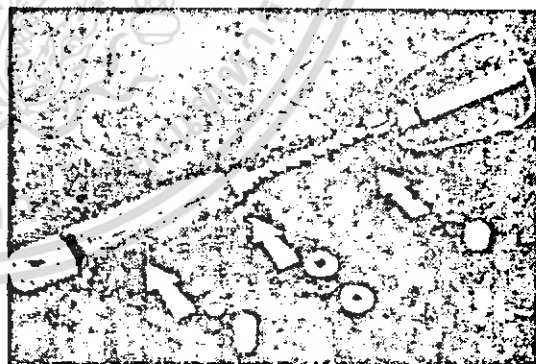
คุณสมบัติ เหนียว ทนทาน รับแรงดึงได้ดีมาก แข็งแรง ทนสารเคมี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นพิษ ใช้ได้ทั้งอุณหภูมิสูงกว่าจุดน้ำเดือด (212-225° F) และจุดต่ำกว่าศูนย์ (-40° F)

แอสเซทอลนับเป็น Engineering Plastic ที่พบบ่อยชนิดหนึ่ง

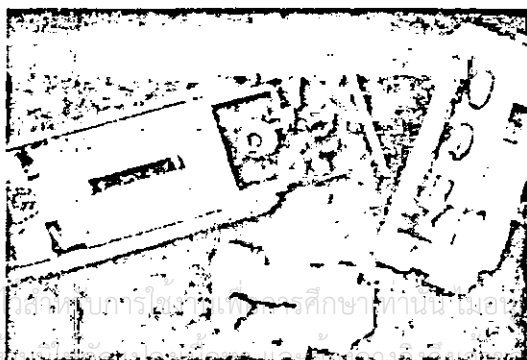
การใช้ประโยชน์ พลาสติกพวกนี้ใ้ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้แทนชิ้นส่วนโลหะที่หล่อโดยวิธีตายคาสต์ (Die Casting) นอกจากนี้ยังใช้ทำชิ้นส่วนในรถยนต์ และเครื่องจักรกล เช่น คาบูเรเตอร์ เกียร์ แบร้ง บูช ลูกกลิ้งชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวและเสียดทาน นอกจากนี้ยังใช้ทำเป็นชวคบรรจุสเปร์ยอีกด้วย



ชิ้นส่วนภายในก๊อกน้ำ

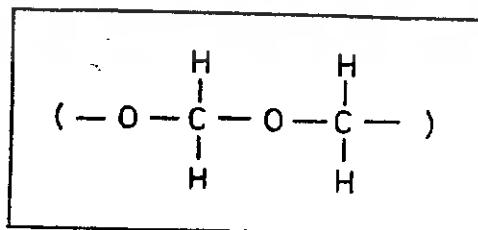


ชิ้นส่วนในเครื่องตีไข่



ชิ้นส่วนภายในอุปกรณ์ไฟฟ้าทำด้วย  
แอสเซทอล

ลักษณะทางกายภาพ ของ ACETAL HOMOPOLYMER RESINS	
กรรมวิธีการผลิต (Molding Methods)	Injection, Extrusion
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต (Molding Temperature)	380—470°ฟ
ความหดตัวหลังการผลิต (Mold Shrinkage)	0.020—0.025 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)	1.42
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	19.5
ทนแรงดึง (Tensile Strength)	11,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด (Compressive Strength)	19,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงกระแทก (Izod Impact Strength)	2.0
ความแข็ง (Hardness, Rockwell)	M 94
ทนความร้อนโดยปกติ (Resistance to Heat Cont.)	185°ฟ
ความดูดซึมน้ำ (Water Absorption 24 ชม.)	0.25 %
อัตราการเผาไหม้ (Burning Rate)	ช้า
ทนกรด (Resistance to Acids)	ดี (ไม่ทนกรดเข้มข้น)
ทนด่าง (Resistance to Alkalis)	พอใช้—ดี
ทนแสงแดด (Resistance to Sunlight)	พอใช้
ทนสารละลาย (Resistance to Solvents)	ดีมาก



สูตรเคมีแอสเซทอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางกายภาพ ของ ACETAL COPOLYMER RESINS	
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Compression, Blow
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	360—430°ฟ
ความหดตัวหลังการผลิต	0.020 นิ้ว/นิ้ว
ความตึงจำเพาะ	1.41
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	19.7
ทนแรงดึง	9,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	16,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงกระแทก	1.4
ความแข็ง	M 80
ทนความร้อนโดยปกติ	220°ฟ
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	0.22 %
อัตราการผลิต	ช้า
ทนกรด	พอใช้
ทนด่าง	เลว
ทนแสงแดด	พอใช้
ทนสารละลาย	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อะคริลิก (Acrylics)

หรือ Polymethylmethacrylate และรู้จักกันในชื่อการค้าว่า  
 เฟล็กซิกลาส (Flexiglas) ลูซิท์ (Lucite) โพลีกลาส (Polyglas) ฯลฯ

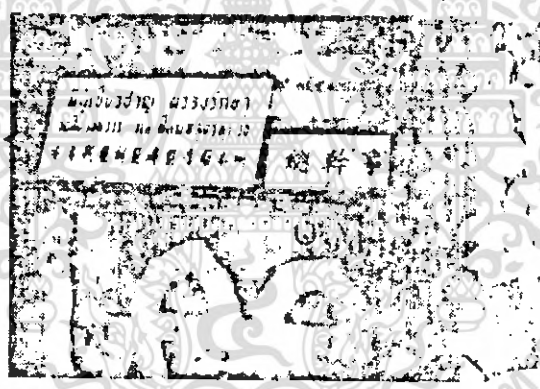
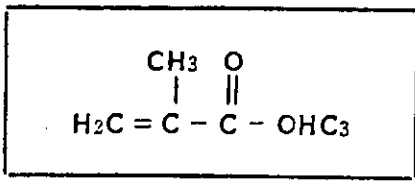
ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมใบ ส.ร.อ. ปี ค.ศ. 1936 อะคริลิกได้ถูกนำไปผสม  
 กับพลาสติกชนิดอื่น เช่น สไตรีน (Styrene) บ้าง พีวีซี (P.V.C.) บ้าง เกิดเป็น  
 พลาสติกชนิดใหม่ เช่น Methyl Methacrylate Styrene เป็นต้น

คุณสมบัติ เป็นพลาสติกที่ใสที่สุดชนิดหนึ่งแข็งแรงพอสมควรเป็นรอยขีดข่วนง่าย (ชนิดพิเศษแข็ง  
 แรงแมก) ทนแสงอุลตราไวโอเลตได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก ทนสารเคมีพอสมควร ไม่ควรให้  
 ถูกน้ำมันเบนซิน, อาซิโตน, คลอโรฟอร์ม, สเปรย์น้ำหอม และพวกกรดออกซิไดซิง (Oxidi-  
 zing Acids) ชนิดเข้มข้น

อะคริลิกยังทำเป็นสีต่าง ๆ ไม้ทั้งชนิดใส น้ำ และทึบแสง เมื่อจับจะรู้สึกอุ่นและ  
 สบายมือ

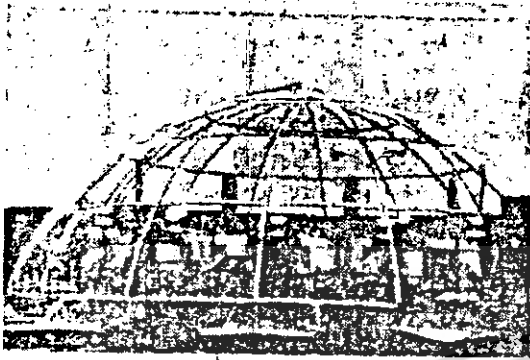
การใช้ประโยชน์ นิยมนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ป้ายร้านค้า ป้ายโฆษณา โคมหลังคา  
 กระงกแว่นตา เลนซ์ โคมไฟ เพอร์นิเจอร์ ฉากและถาดบรรจุของเหลวชนิดใส ฯลฯ ในรูปเส้น  
 โยใช้ทำพรม และสีพรมรถยนต์

ในขณะนี้ประเทศไทยมีโรงงานผลิตแผ่นอะคริลิกหลายแห่ง ดังนั้น จึงจะได้ขยาย  
 ชั้นตอนการผลิตแผ่นอะคริลิกโดยละเอียดในหน้าถัดไป



ป้ายโฆษณาทำด้วยแผ่นอะคริลิค

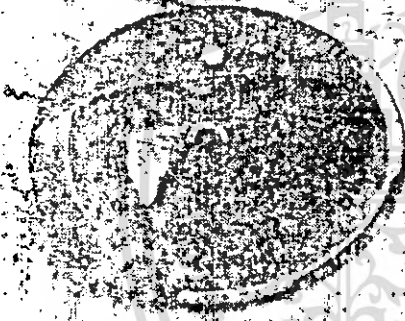
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



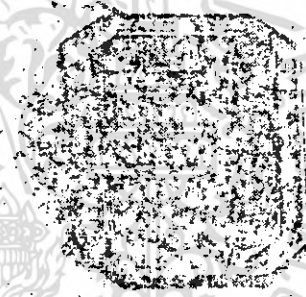
โคมหลังคาโปร่งใสอะคริลิก



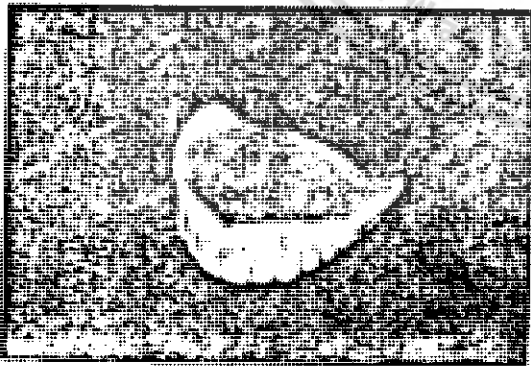
โคมประดับอะคริลิก



อ่างล้างหน้าอะคริลิก



กรอบกระจกเงาอะคริลิก

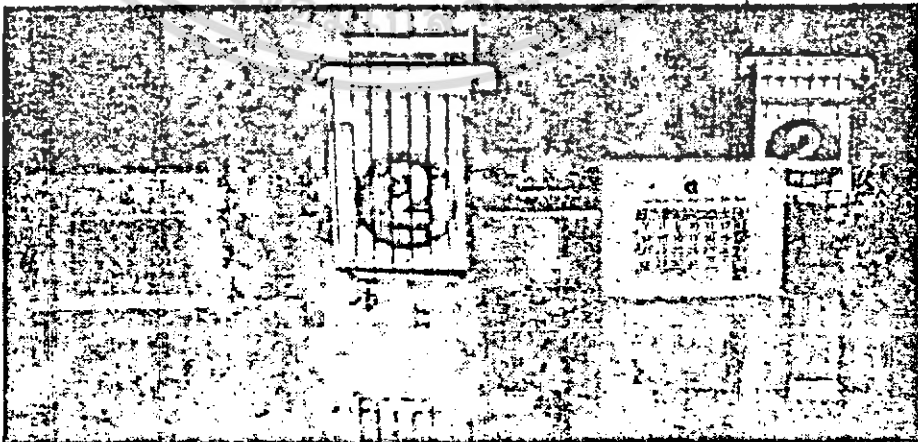
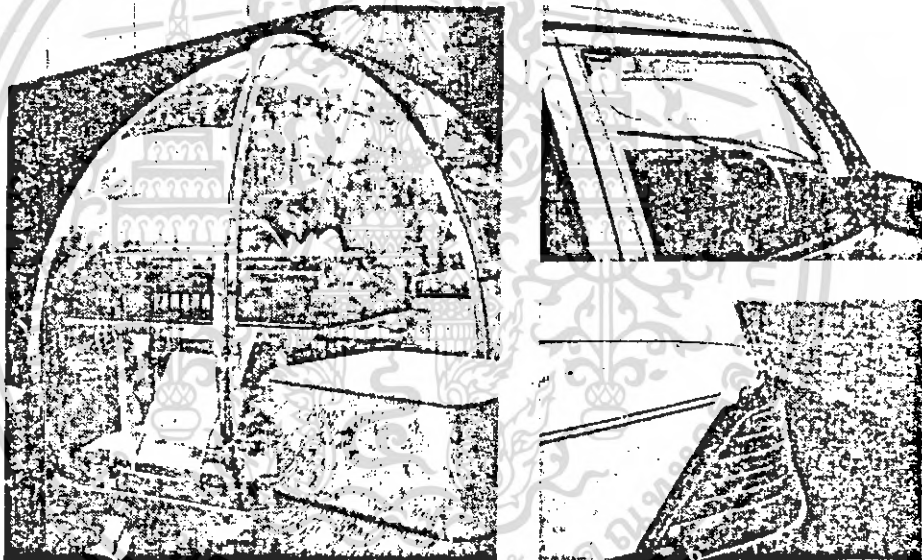
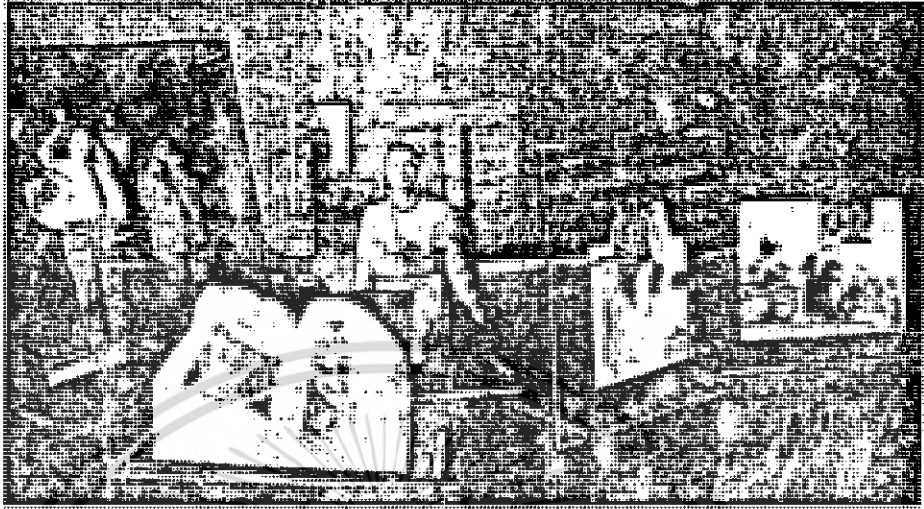


หมวกและพื้นปดอมอะคริลิก



กล่องโชว์ใส่ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ลักษณะทางกายภาพ

ของ ACRYLIC-METHYL METHACRYLATE

กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Casting Electrostatic
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	324—475 °F
ความหนืดหลังการผลิต	0.02—0.08 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.17—1.20
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	23.7—23.1
ทนแรงดึง	8,000—12,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	12,000—18,500 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงกระแทก	0.3—0.5
ความแข็ง	M 85—M 105
ทนความร้อนโดยปกติ	140—190 °F
ความดูดซึมน้ำ	0.3 %
อัตราการเผาไหม้	ช้า
ทนกรด	ดี (ไม่ทนกรด Oxidizing Acids ชนิดเข้มข้น)
ทนด่าง	ดี (ไม่ทนด่างแก่)
ทนสารละลาย	ดี (แต่ไม่ทน Ketones, Esters, Aromatic และ Chlorinated Hydrocarbons)
ทนแสงแดด	ดีมาก
ความใส	ใสมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางกายภาพ ของ ACRYLIC-STYRENE COPOLYMER	
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Compression, Electrostatic, Powder
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	300—450
ความหดตัวหลังการผลิต	0.002 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.08—1.16.
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	25.6—23.8
ทนแรงดึง	9,000—11,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	11,000—15,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงกระแทก	0.35—0.5
ความแข็ง	M 70—M 85
ทนความร้อนโดยปกติ	180—200°ฟ
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	0.2 %
อัตราการเผาไหม้	ช้า
ทนกรด	ดี (ไม่ทนต่อกรด Oxidizing Acids ชนิด เข้มข้น)
ทนด่าง	ดีมาก
ทนสารละลาย	ดี (ละลายใน Ketones, Esters บางชนิด Aromatic และ Chlorinated Hydro carbons)
ทนแสงแดด	ดีมาก
ความใส (Transparency)	ใสมาก (บางชนิดใสน้อย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



•Note: By substituting other alcohols at this point, other esters of acrylic acid and methacrylic acid are obtainable. Varying the relative amounts of these esters and control of polymerization conditions yields resins varying from tacky liquids to hard solids

### แผนผังแสดงกรรมวิธีการผลิตอะคริลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ฟลูออโรคาร์บอน (Fluorocarbons)

ในขณะที่พลาสติกชนิดอื่น ๆ มีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัว แต่ฟลูออโรคาร์บอนเป็นพลาสติกชนิดเดียวที่มีคุณสมบัติพิเศษหลาย ๆ อย่างรวมอยู่ด้วยกัน เช่น ทนความร้อนได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่ดูดซึมน้ำ รับแรงกระแทกสูง และไม่ติดง่าย Non-Adhesive ฟลูออโรคาร์บอนถูกคิดค้นในปี ค.ศ. 1943 มีสูตรต่าง ๆ กันดังนี้

- Tetrafluoroethylene (TFE)
- Chlorotrifluoroethylene (CTFE)
- Vinylidene Fluoride (PVF<sub>2</sub>)
- Fluorinated Ethylene Polypropylene (FEP)

ฟลูออโรคาร์บอนรู้จักกันในชื่อเทฟลอน (Teflon) ราคาแพงมาก ใช้ในวงจำกัด เป็น Engineering plastic ที่ดีที่สุดชนิดหนึ่ง

คุณสมบัติ ฟลูออโรคาร์บอนเป็นพลาสติกชนิดที่มีน้ำหนักมากที่สุดชนิดหนึ่ง มีความคงจำเพาะ 2.1 - 2.3 รับแรงดึงและแรงอัดได้พอสมควร แต่รับแรงกระแทกได้มาก มีทั้งชนิดแข็งและอ่อน คุณสมบัติคงที่แม้จะอยู่ในอุณหภูมิสูงถึง 480° ฟ นานถึงหนึ่งเดือน ในช่วงเวลาสั้นะทนอุณหภูมิได้สูงขึ้นไปอีกและหากเพิ่มแรงกดดัน (Pressure) สูงขึ้นถึง 15,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว จุดหลอมละลายจะสูงถึง 930° ฟ และแม้จะอยู่ในอุณหภูมิ - 320° ฟ เท่ากับในเจนเหลวคุณสมบัติทางหยุ่นตัว (Flexibility) จะคงสภาพเดิม

คุณสมบัติพิเศษอีกอย่างหนึ่งคือมีความเสียดทานต่ำและไม่ติดง่าย

คุณสมบัติทางไฟฟ้า เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมากโดยไม่คำนึงถึงความถี่ อุณหภูมิหรือความ

ชื้น

คุณสมบัติทางเคมีสามารถทนต่อสารเคมีได้ทุกชนิดยกเว้น Fluorine และ Molten Alkali Metals

การดูดซึมน้ำไม่มี สภาพอากาศโดยทั่วไป ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง

พลาสติกสูตร CTFE มีทั้งใสและฝ้า ชนิดอื่นหิม โดยปกติจะเป็นสีขาวแต่สามารถ

ทำเป็นสีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ประโยชน์ เนื่องจากวัสดุอโลหะมีราคาแพงมาก จึงถูกนำไปใช้ในงานที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษหลายอย่างรวมกัน

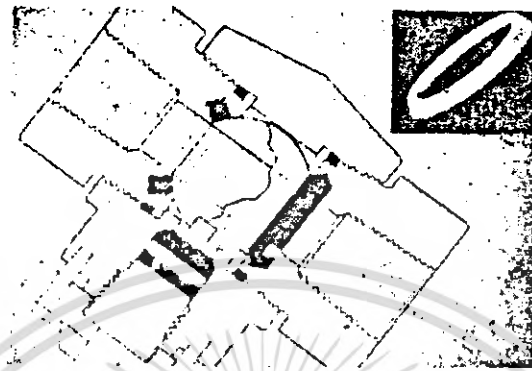
คุณสมบัติต้านความร้อนใช้ทำฉนวนไฟฟ้ากับลวดไฟฟ้าที่ต้องเชื่อมด้วยความร้อน  
ปะเก็น (Gasket) ในเครื่องจักร แวนดลูกรูป (Piston Rings) วาล์ว (Valve)  
 ฯลฯ

คุณสมบัติทางไฟฟ้าใช้ทำฉนวนและอุปกรณ์ไฟฟ้า

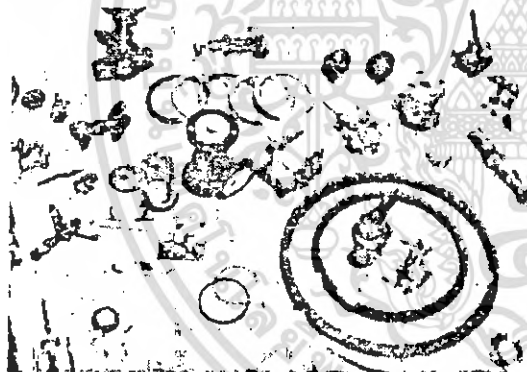
คุณสมบัติทางเคมี ใช้ทำท่อส่งสารเคมี ภาชนะในห้องทดลองทางเคมี

คุณสมบัติทางเสียดทานต่ำ ใช้ทำล้อนรับน้ำหนัก เช่น แบริ่ง มุข น้ำยาเคลือบฐานลึกลับ  
ของเครื่องบินใช้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงเช่นหัวโลก

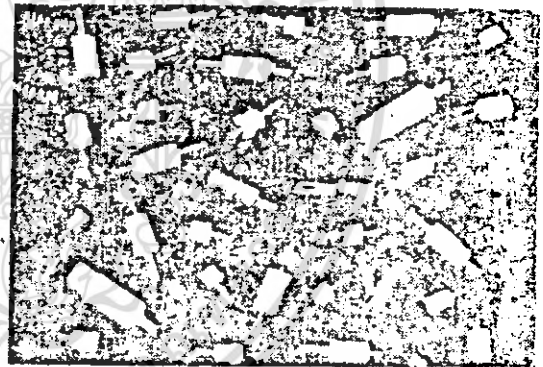
คุณสมบัติทางไม่ติดไฟใช้เคลือบหม้อ กระทะปิ้ง (มีลิ้นขาว น้ำตาลดำ ฯลฯ) ฯลฯ



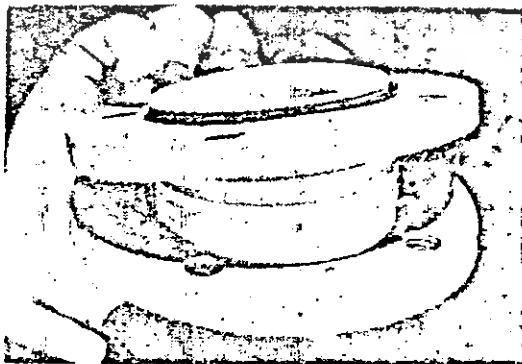
ชิ้นส่วน Gasket ภายในอุปกรณ์



วาล์ว ดนนวนและแบริ่งฟลูออไรด์คาร์บอน

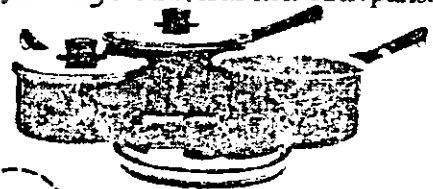


อุปกรณ์ในเครื่องอิเล็กทรอนิกส์



ยางยึดในท่อเป่าลม (Bellow) ทำด้วยฟลูออไรด์คาร์บอน

Buy these 3 Tefal colour non-stick pans.



FREE

Get these 2 free.

วัสดุเคลือบผิวกระทะ กันติด ทนความร้อน ฟลูออไรด์คาร์บอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โพลีเอไมด์ (Polyamides)

พลาสติก ชนิดนี้รู้จักกันในชื่อไนลอน (Nylon) ซึ่งคิดค้นและนำเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมเมื่อปี ค.ศ. 1935 โดยบริษัท Du Pont จุดประสงค์เพื่อใช้เป็นวัสดุแทนเส้นไหมในอุตสาหกรรมทำถุงเท้า ซึ่งได้รับความสำเร็จอย่างงดงาม ในช่วงระยะเวลาอันสั้นไนลอนได้เข้ามามีบทบาทแทนเส้นไหมเกือบหมดทั้งหมด

### คุณสมบัติ

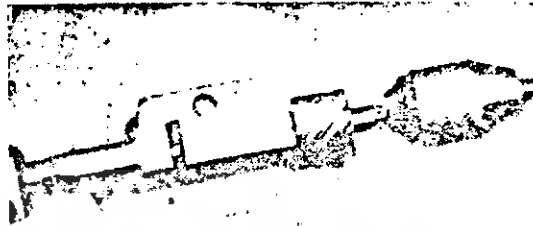
ไนลอนเป็นพลาสติกชนิดที่มีน้ำหนักเบาราคาแพง มีความทนทานต่อการเสียดทานสูงรับแรงดึงแรงอัดได้ดี ทนความร้อน ทนการขีดข่วน เป็นฉนวนไฟฟ้าแต่ไม่เหมาะสำหรับไฟฟ้าแรงสูง ทนกรดชนิดอ่อน ทนด่างได้ทั้งชนิดอ่อนและเข้มข้น สารเคมีเช่น น้ำมัน แอลกอฮอล์ ไขมัน ดูดซับน้ำได้บ้าง ไม่เหมาะกับการใช้ทำเป็นถ้วยหรือกาต้มน้ำ เพราะจะเป็นกรวยขีด ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก

โดยทั่วไปเนื้อของไนลอนมีความโปร่งแสงในรูปของเส้นใยจะโปร่งใส สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้

ไนลอนเป็น Engineering plastic ที่มีคุณสมบัติดีรองจากพลาสติกวิศวกรรม

### การใช้ประโยชน์

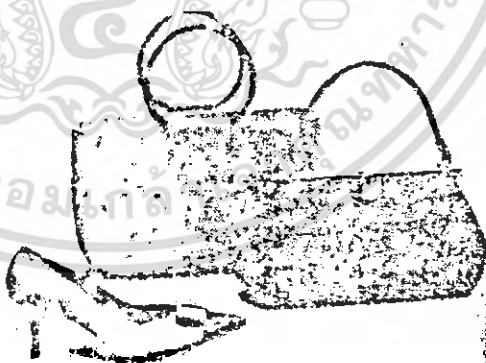
นิยมใช้ทำใย ไบรด์ บูต ส่วนรับน้ำหนักและมีแรงเสียดทานสูง ในรูปเส้นใยใช้ทำร่มชูชีพ ถุงเท้า เสื้อผ้า เข็มขัดพลาสติก ยางกำมะหยี่ นอกจากนี้ยังใช้ทำคอนพลาสติกควาล์ว หม้อส่งน้ำมันและสารเคมีอื่น ๆ ไบรด์ชวคสเบรย์บางชนิด ฯลฯ



เคียงในต๋อน



ชิ้นส่วนภายในเครื่องจักรใช้ในต๋อน

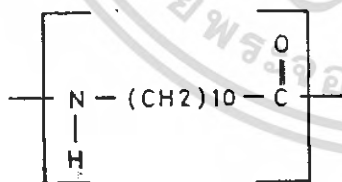


เต็นโยในต๋อนทอเป็นผืน ทำเป็น  
กระเป่า รองเท้า ฯลฯ

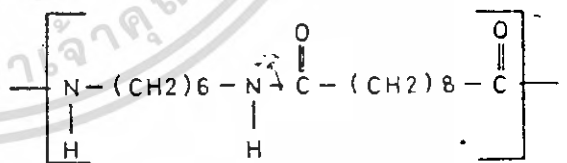
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางกายภาพ  
ของ Nylon (ชนิด ๒/๒)

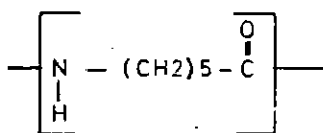
ความตึงจำเพาะ	1.14
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	24.3
ทนแรงดึง	12,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	12,500 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงกระทบ	2.0
ทนความร้อนโดยปกติ	250—300°ฟ
ทนกรด	ทนได้เฉพาะกรดอ่อน
ทนด่าง	ดี
ทนสารละลาย	ดี ยกเว้น Phenols และ Formic Acids
ทนแสงแดด	ไม่ดี สีซีด
ความใส	โปร่งแสง



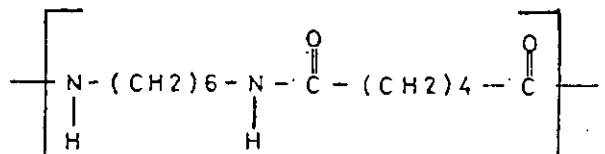
สูตรเคมี Nylon 6/10



สูตรเคมี Nylon 11

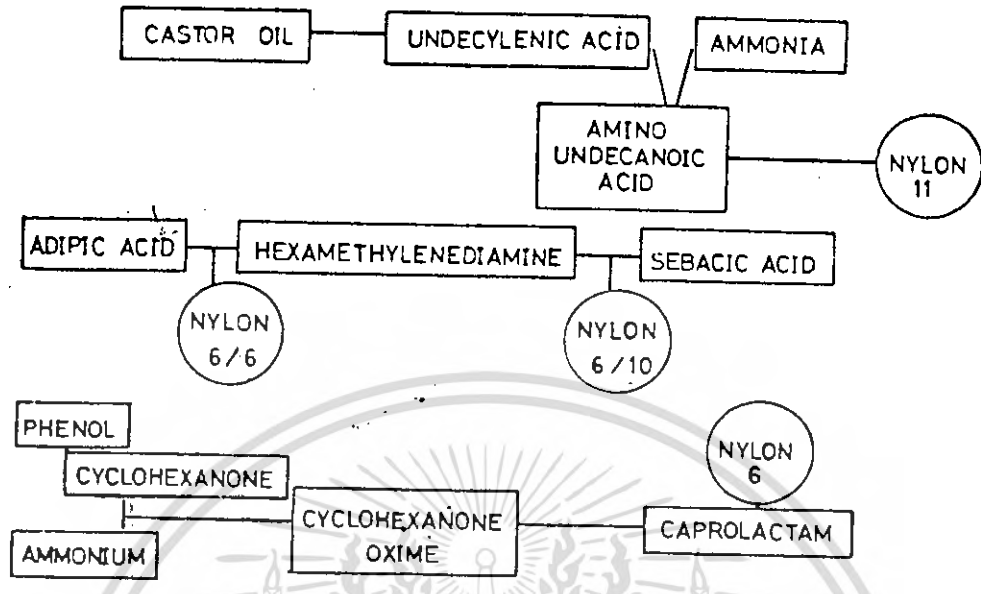


สูตรเคมี Nylon 6



สูตรเคมี Nylon 6/6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กรรมวิธีการผลิตในล่อนชนิดต่าง ๆ

โพลีโอะเลฟิน

แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. โพลีเอทิลีน (Polyethylene)
2. โพลีโพรพิลีน (Polypropylene)

โพลีเอทิลีน

เป็นพลาสติกที่มีส่วนประกอบทางเคมีธรรมดาที่สุดชนิดหนึ่ง ถูกคิดค้นขึ้นในประเทศอังกฤษในปี ค.ศ. 1933 และถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมในปีรุ่งขึ้น เพราะด้วยเหตุที่ไฮโดรคาร์บอนไฮโดรเจนอย่างกว้างขวางในกิจการทหารในปี ค.ศ. 1943 รัฐบาล ส.ร.อ. จึงสนับสนุนให้บริษัทใหญ่ในประเทศ 2 บริษัทผลิตวัตถุดิบพลาสติกชนิดนี้ขึ้นใช้และนับตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นต้นมา โพลีเอทิลีนจึงเข้าไปมีบทบาทในสินค้าเครื่องใช้สอยในบ้านอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพลีเอทิลีนมีหลายชนิดเช่น LD.PE (Lowdensity Polyethylene), HD.PE (High Density Poethylene) และที่ได้ขึ้นมาใหม่ให้มีคุณสมบัติขึ้นและนิยมใช้ในระยะนี้ คือ LLDPE (Linear Low Deasity Polyethylene) กับ UHMW.PE (Ultra High - Molecular Weight Polyethylene)

คุณสมบัติ

โพลีเอทิลีนมีน้ำหนักเบามาก มีความทงจําเพาะ 0.92 เท่านั้น ในรูปแผ่นบางสามารถพิมพ์ได้ดี มีความหนามากขึ้นจะคงรูปรับแรงและแรงอัดได้น้อย มีความยืดตัวได้สูงถึง 500% ฉีกขาดยาก มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง ไม่เกาะติดน้ำ เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีมากทนความร้อนได้น้อย แต่ทนความเย็นได้ขนาด -100°ฟ ได้โดยไม่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลง ทนกรดและด่างอ่อน แต่จะเกิดปฏิกิริยาเขางช้ากับ Oxidizing Acids ไม่น้ำมันและไขมัน โดยเฉพาะน้ำมันก๊าดน้ำมันเบนซิน และในขณะที่มีอุณหภูมิสูง แม้ว่าจะไม่ลุกไหม้ก็ตาม แต่ยอมให้กำเนิดแก๊สจึงเหมาะสำหรับใช้บรรจุอาหารสด เช่น ผัก ผลไม้และเนื้อสัตว์

โดยทั่วไปโพลีเอทิลีนมีลักษณะใสเมื่อเป็นแผ่นบาง จะมีสีขุ่นเมื่อความหนาเพิ่มขึ้นสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ ไม่แนะนำให้ใช้ภายนอก

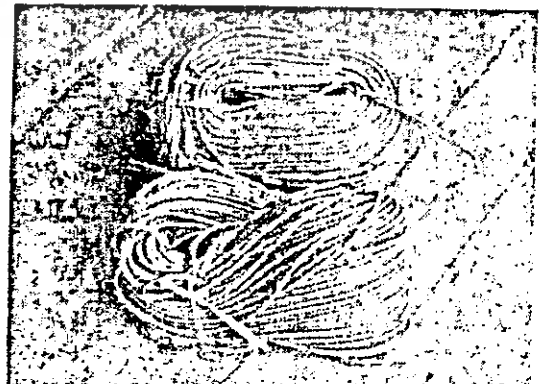
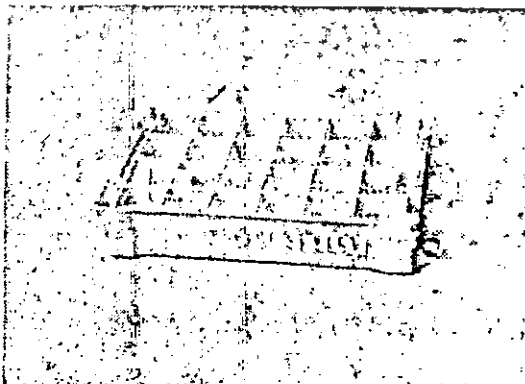
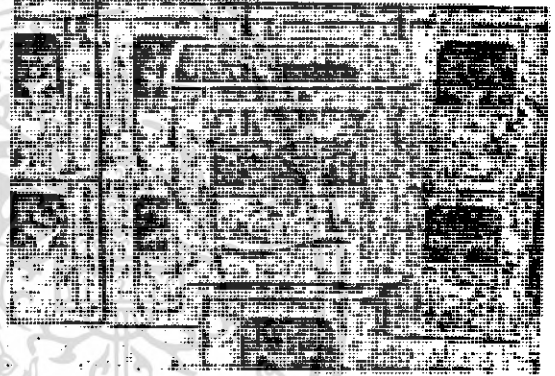
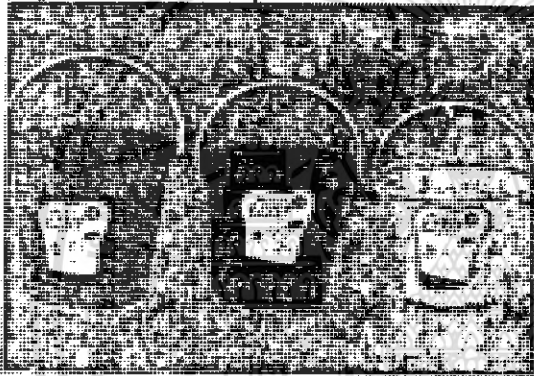
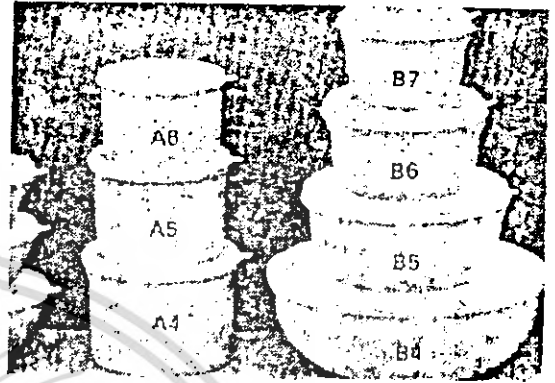
การใช้ประโยชน์

โพลีเอทิลีนมีปริมาณการใช้สูงสุดในพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก แม้ว่าจะราคาต่อปอนด์จะไม่ถูกที่สุด แต่เพราะมีน้ำหนักเบากว่าจึงสามารถผลิตได้ปริมาณมาก นิยมใช้ทำถุงบรรจุอาหารและเส้นน้ำจืดตาเด็กเล่น ดอกไม้พลาสติก ภาชนะบรรจุเครื่องใช้ในครัว ถาดน้ำแข็งในตู้เย็น ชวดและภาชนะบรรจุของเหลว เบียงพลาสติกคลุมโรงเพาะชำ สายเคเบิล แผ่นกันความชื้นในอาคารและของใช้ราคาถูกอื่นมากมาย ฯลฯ

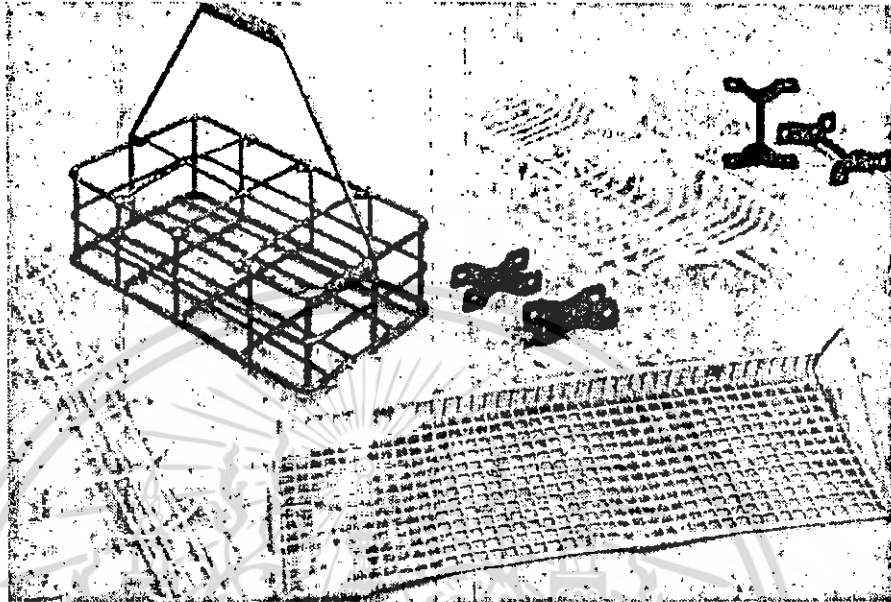
นอกจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวแล้ว โพลีเอทิลีนยังนิยมนำไปเคลือบตะแกรงโลหะใช้ของต่าง ๆ อย่างมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

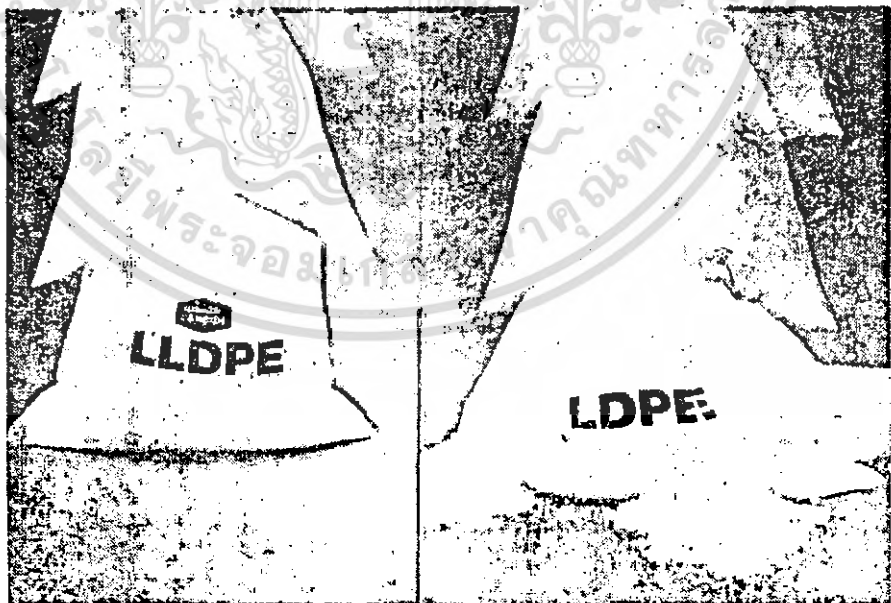
ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่นำจากโพลิเอทิลีน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

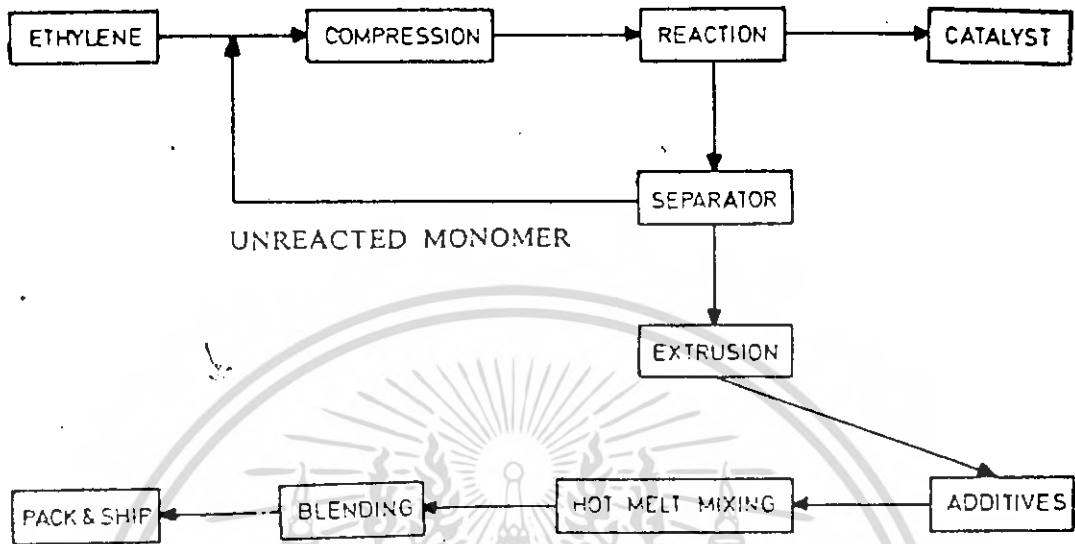


ตะแกรงโลหะเคลือบพอลิเอททีลีน (นอกจากจะใช้เคลือบด้วยพอลิเอททีลีน  
แล้วยังนิยมเคลือบด้วย พี.วี.ซี. และไนลอน ระบายเย็บต่อยู่ท้ายเล่ม)

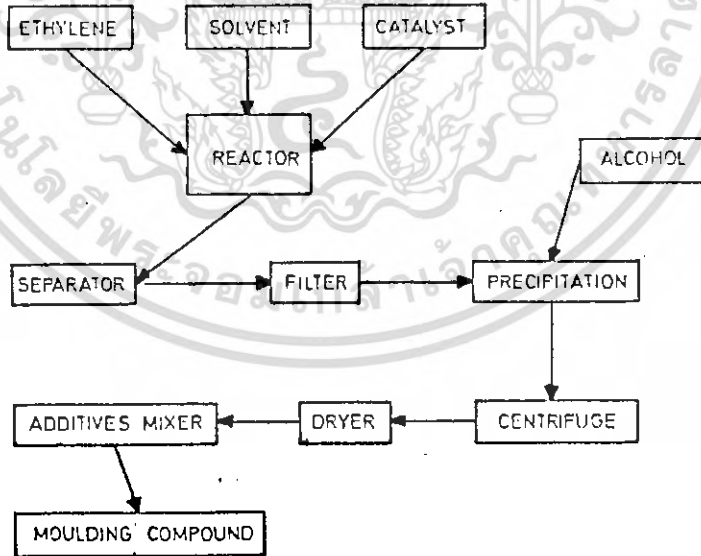


LLDPE ที่พัฒนาใหม่จาก LDPE มีคุณสมบัติที่เหนียวกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flow Diagram—High Pressure (Low Density) Polyethylene

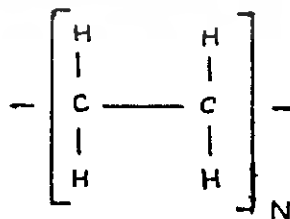


Flow Diagram—Low Pressure (High Density) Polyethylene

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางกายภาพ  
ของ POLYETHYLENE

	Low Density	Intermediate Density	High Density
ความถ่วงจำเพาะ	0.91—0.925	0.925—0.926	0.941—0.965
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	30.25	29.8	29.2
ทนแรงดึง ปอนด์/ตร. นิ้ว	1000—2300	1200—3500	3100—5500
ทนแรงกระทบ	ไม่แตก	0.5—16.0	0.8—2.00
ทนความร้อน	180—212°ฟ	220—250°ฟ	250°ฟ
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	0.015	0.01	0.01
ความง่ายต่อการติดไฟ (นิ้ว/นาท)	1.04	1.02	1.02
ทนแสงแดด	ชนิดสีดำทนได้พอสมควรชนิดอื่นควรใช้แผงป้องกันแสงอุลตราไวโอเลทและตัว Antioxidants		
ทนกรดอ่อน	เฉย	ได้	ได้
ทนกรดแก่	ไม่ทน	จะถูกทำลายอย่างช้าๆจาก Oxidizing Acids	
ทนด่างอ่อน — แก่	ได้	ได้	ได้
ทนสารละลาย (Organic Solvents)	ได้ต่ำกว่า 140°ฟ		ได้ต่ำกว่า 170°ฟ



สูตรเคมีโพลีเอทิลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### โพลีโพรพิลีน

ถูกนำมาใช้ใน ส.ร.อ. ในปี ค.ศ. 1957 มีคุณสมบัติโดยทั่ว ๆ ไปคล้ายกับโพลีเอทิลีน แต่มีคุณภาพดีกว่าทนทานและแข็งแรงกว่าโพลีเอทิลีนทั้ง ๆ ที่มีความถ่วงจำเพาะ 0.09 ซึ่งน้อยกว่า ทนความร้อนได้ดีกว่า ซึ่งสามารถใช้งานได้ดีในอุณหภูมิ 300° ฟ ในรูปของเส้นใยรับแรงดึงได้ถึง 100,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว ซึ่งโพลีเอทิลีนรับได้เพียง 80,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว

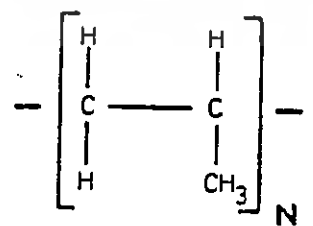
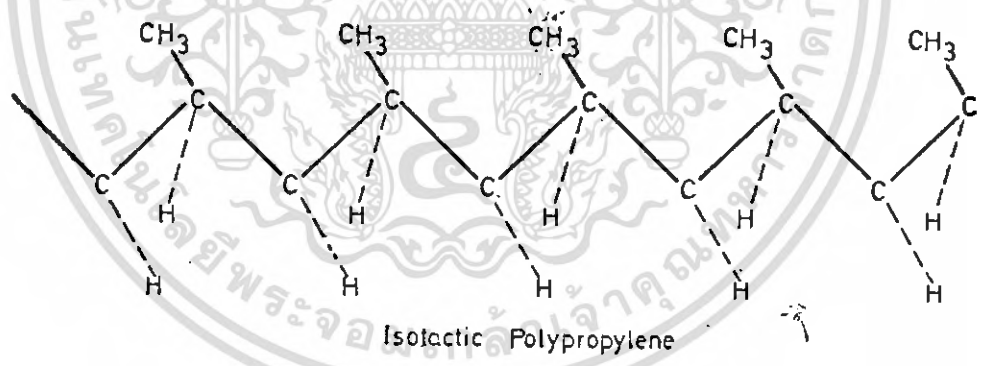
### คุณสมบัติ

คล้ายกับโพลีเอทิลีน แต่คุณภาพดีกว่าทดสอบบางอย่างก็ใช้ได้ดีซุกดู หากเป็นโพลีเอทิลีนจะซุกออก หากเป็นโพลีโพรพิลีนจะซุกไม่ออกผิวแข็งกว่า

### การใช้ประโยชน์

ใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้มากมายเช่น ถุงบรรจุอาหารร้อน พลาสติกพิมพ์ของบูทรี เชือกปอพลาสติก เชือกมัดของ สายโซ่ผ้า สายเคเบิ้ล กลองแมคเคอร์รี่ ดึงคัทน้ำ นามิคโกล้อม หมวกกันน็อก กระเป๋าใส่ของ ภาชนะและเครื่องใช้ในครัว ฯลฯ





สูตรเคมีโพลีโพรพิลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางกายภาพ ของ POLYPROPYLENE			
	Unmodified	Copolymer	Impact Type
ความตึงจำเพาะ	0.904	0.90	0.91
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	30.6	31.0	30.5
ทนแรงดึง ปอนด์/ตร. นิ้ว	5500	4500	4400
ทนแรงอัด ปอนด์/ตร. นิ้ว	8000	7000	6000
ทนแรงกระทบ	1.5	10	15
ทนความร้อนโดยปกติ	275°ฟ	220°ฟ	216°ฟ
ความใส	โปร่งใส	โปร่งแสง	ทึบ
ทนแสงแดด	พอใช้	พอใช้	พอใช้
ทนกรดอ่อน	ได้	ได้	ได้
ทนกรดแก่	ถูกทำลายอย่างช้า ๆ จาก Oxidizing Acids		
ทนด่าง	ได้	ได้	ได้
ทนสารละลาย	ทนได้ต่ำกว่า 175°ฟ		ถูกทำลายโดย Hydrocarbons

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพลีสไตรีน (Polystyrene)

ตามความเป็นจริงแล้วโพลีสไตรีนได้ถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1837 แต่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมจนกระทั่งปี ค.ศ. 1983 พลาสติกชนิดนี้มีปริมาณการผลิตมากที่สุดหนึ่ง

และด้วยความต้องการให้มีคุณสมบัติพิเศษต่างจากชนิดเดิมจึงได้ผสมวัตถุดิบอื่น ๆ เข้าไปกลายเป็นพลาสติกชนิดใหม่ Copolymer ขึ้นมาเช่น

ABS (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene)

SAN (Styrene Acrylonitrile)

SMM (Styrene Methyl Methacrylate)

AS (Acrylonitrile Styrene)

คุณสมบัติ

โพลีสไตรีนมีน้ำหนักเบาที่สุดในพลาสติกแข็ง (Rigid Plastics)

มี ด.พ. 0.89-1.1 มีความเหนียวมาก

โพลีสไตรีนมีความคงรูปดีแต่เปราะสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งใส ฝ้า และทึบผิวมีทั้งเรียบและขรุขระ ไม่มีรส และกลิ่น เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ ความถูกฉนวนน้ำต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ทนความร้อนได้พอสมควร ทนสารเคมีได้ในบ้านได้ ทนกรดและด่างชนิดอ่อนได้ไม่ทนน้ำมัน เบนซิน ฟีนเนล อีโธลีน น้ำมันสน

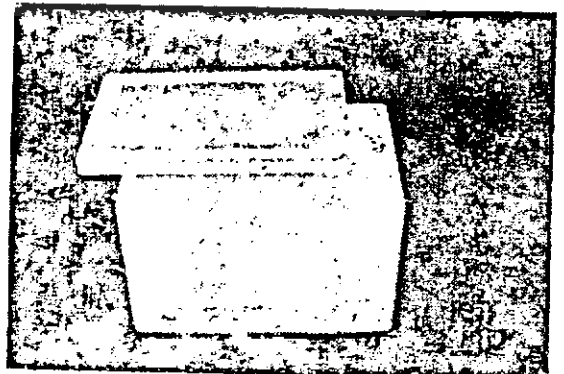
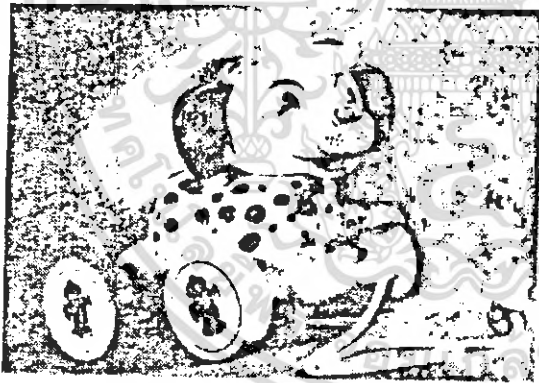
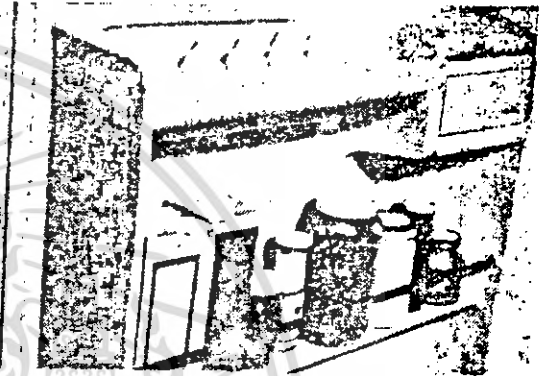
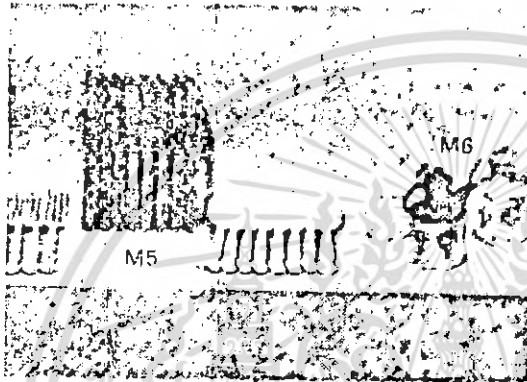
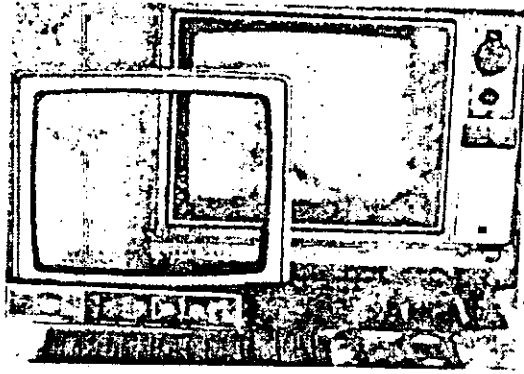
โพลีสไตรีนชนิดธรรมดา (General Purpose) จะแข็งแต่เปราะ

ส่วนโพลีสไตรีนชนิดพิเศษเช่น High Impact และ Co-Polymer จะแข็งแรงกว่ามาก

การใช้ประโยชน์

ใช้ทำกล่องบรรจุอาหารทุกชนิดใส่ กล่องบรรจุของใช้อื่น ๆ เช่น แพร่งสีหิน ด้วยบรรจุ เครื่องดื่ม ของเด็กเล่น โคมบรรจุกระดาษถูก แฉงและตู้โทรทัศน์ วิทยุ ไฟท้ายรถ ในรูปโฟม ซึ่งเรารู้จักในชื่อสโโฟโรโฟม (Styrofoam) ใช้ทำป้ายและสิ่ง

ประดิษฐ์ในงานต่าง ๆ วัสดุที่แตกในกล่องบรรจุของ แขนงฉนวนกันความร้อนและเสียง ฯลฯ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สนับสนุนการเรียนการสอนและการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นทำหนังสือขออนุญาตเป็นพิเศษ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลักษณะทางกายภาพ ของ POLYSTYRENE	
ความถ่วงจำเพาะ	1.04—1.10
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	25.2—28
ทนแรงดึง	1,500—12,000
ทนแรงอัด	4,000—16,000
ทนแรงกระแทก	0.25—11.0
ทนความร้อน	150—180°ฟ
ความใส	ใส—ทึบ
ทนแสงแดด	เหลือง
ทนกรด	ทนชนิดอ่อนได้ ถูกทำลายโดย Oxidizing Acids
ทนด่าง	ได้
ทนสารละลาย	ละลายได้ใน Aromatic และ Chlorinated Hydrocarbons

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอบีเอส ABS-Acrylonitrile-Butadiene-Styrene

เป็นสไตรีนชนิดที่โคปรายปรุงขึ้นใช้ในปี ค.ศ. 1948

คุณสมบัติ

รับแรงกระแทกได้ดีมาก ทนความร้อนได้ถึง 212° ฟ ทนกรรไกรได้ดีพอสมควร เป็นฉนวนไฟฟ้าดี มีคุณสมบัติพิเศษที่บ่มเคอร์ เมียมได้ดี จึงนิยมนำไปทำหม้อหุงนึ่งวิทยุ โทรทัศน์

การใช้ประโยชน์

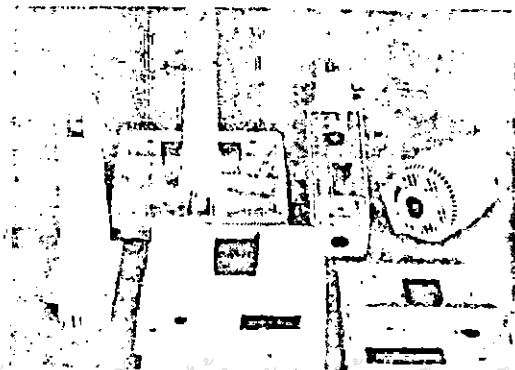
ใช้ทำหมวกกันน็อค ฉนวนกันเสียง เครื่องวิทยุโทรทัศน์ แผงเครื่องปรับอากาศ หม้อหุงนึ่งวิทยุโทรทัศน์ ถาดอาหาร ชิ้นส่วนรถยนต์ ชิ้นส่วนกลลุม อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนต่าง ๆ ฯลฯ



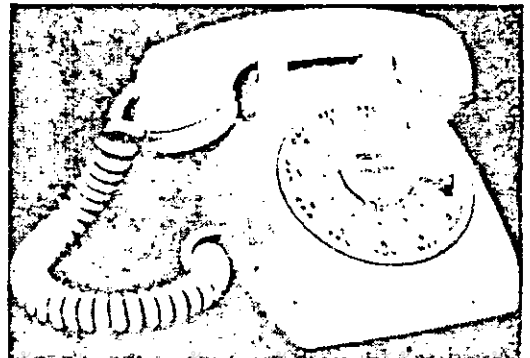
ชิ้นส่วนรถยนต์ทำด้วยเอบีเอส



ถาดอาหารบนเครื่องบินใช้เอบีเอส

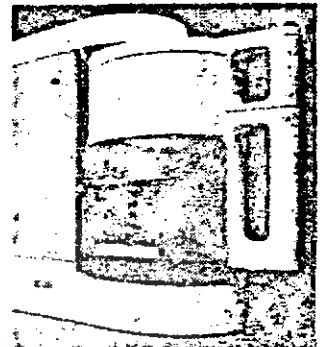
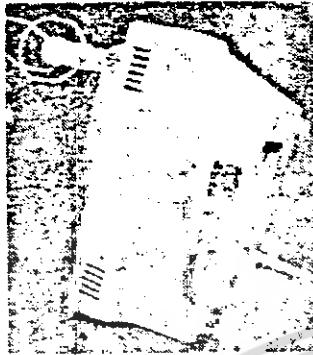


ชิ้นส่วนหม้อต้มไฟฟ้าใช้เอบีเอส



เครื่องรับโทรศัพท์เอบีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูอาจารย์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



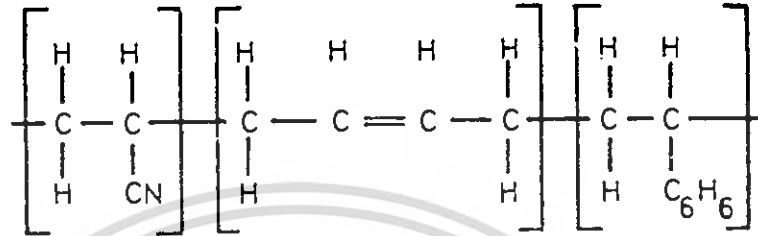
### ลักษณะทางกายภาพ

ของ ABS (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene)

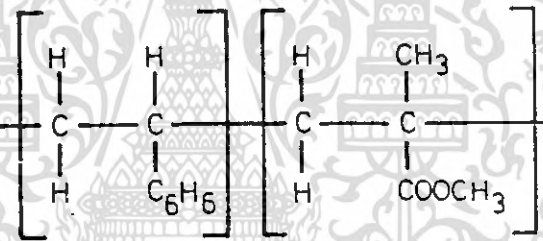
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Electrostatic
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	380-550°ฟ
ความหนาแน่นหลังการผลิต	0.003-0.008 นิ้ว/นิ้ว
ความดัดงอจำเพาะ	1.02-1.08
ทนแรงดึง	4,000-9,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	7,000-12,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงกระแทก	2-8 ที่ 70°ฟ
ความแข็ง	0.8-3.5 ที่ 40°ฟ
ทนความร้อนโดยปกติ	R 75-R 115
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	140-230°ฟ
ทนกรด	0.2-0.45
ทนด่าง	ดี แต่ไม่ทนกรดแก่ชนิด Oxidizing ดีมาก
ทนสารละลาย	ดี แต่ยกเว้น Ketones, Esters, Chlorinated Hydrocarbons
ทนแสงแดด	ดี-ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

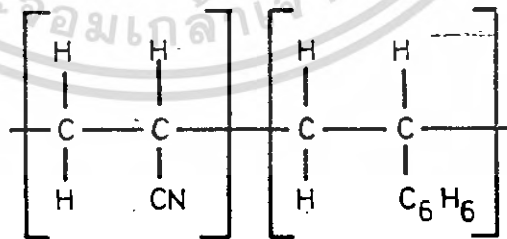
### สูตรเคมีสไตรีนชนิดต่าง ๆ



A.B.S.( Acrylonitrile-Butadiene -Styrene Copolymer)

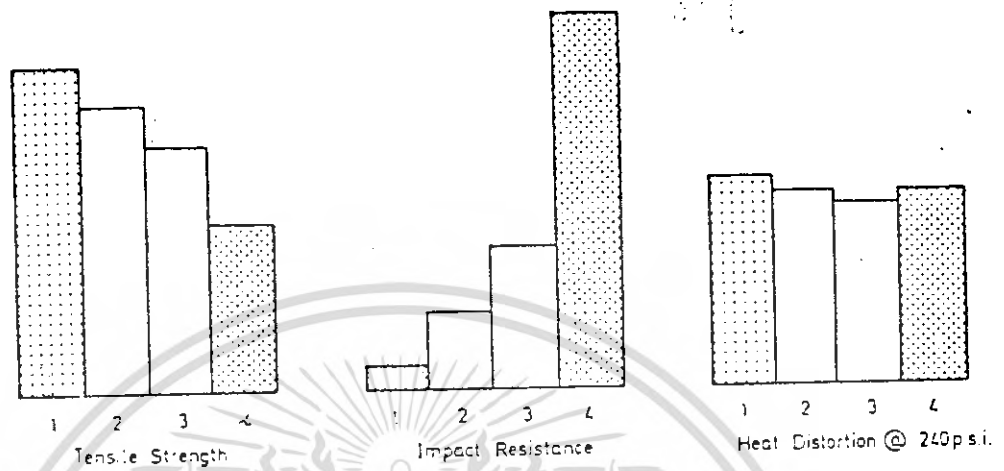


S.M.M.( Styrene Methyl Methacrylate )



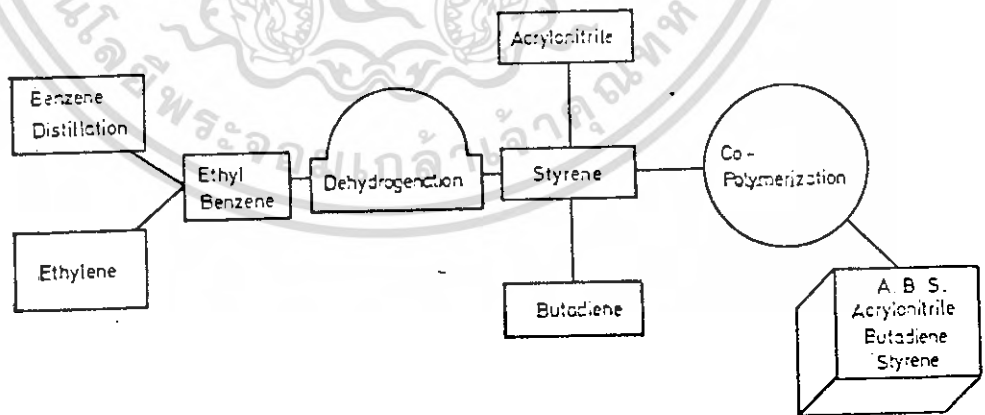
S.A.N.(Styrene Acrylonitrile Copolymer )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- 1- Regular Polystyrene
- 2- Impact, Resist. Polystyrene
- 3- Med. Impact, Resist. Polystyrene
- 4- Super high Impact Resist. Polystyrene

กราฟเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของสไตรีนชนิดต่าง ๆ



กรรมวิธีการผลิตพลาสติก เอบีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ไวนิล (Vinyl)

พลาสติกชนิดนี้รู้จักแนะนำมาใช้เมื่อประมาณร้อยปีมาแล้ว ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมในประเทศเยอรมันเมื่อปี ค.ศ. 1925 และใน ส.ร.อ. เมื่อปี ค.ศ. 1927 โดยในปี ค.ศ. 1933 ใน ส.ร.อ. โคนินนำมาใช้เป็นวัตถุเคลือบผิวกระเบื้องที่ถูกต้องอย่างกว้างขวาง

ไวนิล ประกอบด้วยชนิดต่าง ๆ 7 ชนิด คือ

- Polyvinyl Acetal
- Polyvinyl Acetate
- Polyvinyl Alcohol
- Polyvinyl Carbazole
- Polyvinyl Chloride (PVC)
- Polyvinyl Chloride-Acetate
- Polyvinylidene Chloride

คุณสมบัติ

ไวนิลทุกชนิดเหนียวทนทาน มีทั้งนิ่มอ่อน แข็ง และโหนก พลาสติกต่าง ๆ ได้บ้างไม่ควรทิ้งไว้ใกล้ Chlorinated Solvents น้ำยาฆ่าเชื้อ Moth Repellents เป็นฉนวนไฟดีมาก ทนไฟด้วยความดีสูงและต่ำ สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก

การใช้ประโยชน์

Polyvinyl Acetal มีความใสดีมากยืดหยุ่นตัวได้ดี ทั้งยังมีความเกาะแน่นสูงจึงนำไปใช้ทำชั้นกลางของแว่นตา (Interlayer of safety glass) เป็นแผ่นพลาสติกอ่อนไฟ

Polyvinyl Acetate แบ่งออกเป็น 3 พวก คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Polyvinyl Acetate ไม่ละลายในน้ำ ไขมัน อีเอ็ม และ Aliphatic Hydrocarbons ใช้ทำเป็นฉนวนประสาน (Heat-Sealing Films) ฉนวนหลอดไฟ (Flashbulb Linings) สีทาบ้านและวัสดุติดกันที่ในรูปกาวชื่อ Latex (White Glue)

- Polyvinyl Alcohol มีคุณสมบัติทนสารเคมี เหนียวหนานและอ่อนตัว จึงใช้ทำท่อยาง ชิ้นส่วนในรถยนต์และอุปกรณ์ไฟฟ้า และละลายได้ในน้ำจึงนิยมทำเป็นวัตถุเคลือบผิว ใช้เคลือบกระดาษบรรจุถุง ผงซักฟอก และสีข้อมน้ำต่าง ๆ และที่สำคัญใช้เป็นน้ำยารอกแบบ (Release Agent) ในอุตสาหกรรมผลิตฉนวนไฟเบอร์กลาส และผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ

- Polyvinyl Carbazole มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี จึงนิยมใช้ทำเป็นชิ้นส่วนในอุปกรณ์ไฟฟ้า พลาสติกชนิดนี้ยังมีนิยมนำมาใช้มากนัก

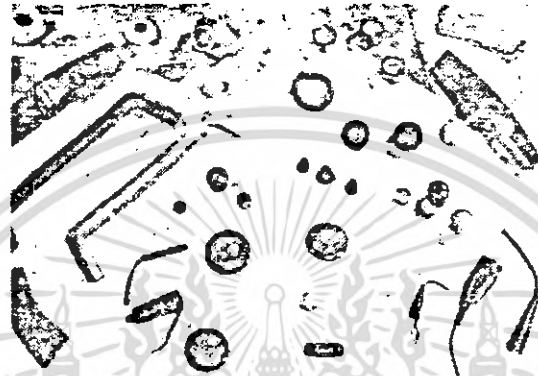
- Polyvinyl Chloride (PVC) มีคุณสมบัติทนต่อสารเคมี ท้าความเสียดาง่าย ไม่เกาะติดสิ่งสกปรก จึงใช้ทำกระเบื้องยางปูพื้นซึ่งมักจะผสมใยหิน (Asbestos) ด้วย

และคุณสมบัติเหนียว ทนทาน ใส และพิมพ์ง่ายจึงนิยมใช้ทำ ห่อผ้า สายไฟฟ้า ถุงมือ ของเด็กเล่นชนิดเป่าลม ถ้วยและภาชนะบรรจุอาหาร ชนิดแผ่นบางใช้ทำถุงและพลาสติกบรรจุของ พลาสติกใสห่อปกหนังสือ

ชนิดโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง โพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ โพลีโพรพิลีน ฟิล์มพลาสติกต่าง ๆ

- Polyvinyl Chloride-Acetate ด้วยคุณสมบัติที่อ่อนตัว ฉีกขาดยาก พับงอได้จึงนิยมใช้ทำป้ายชนิดต่าง ๆ เช่น เลื่อกันฝน ป้ายภายในห้องน้ำ สายไฟฟ้า สันรองเท้า แผ่นเสียง นอกจากนั้นยังใช้เคลือบแก้วเป็นป้ายชนิดต่าง ๆ และใช้เป็นวัตถุเคลือบผิววัตถุอื่น ๆ ได้อีกด้วย

~ Polyvinylidene Chloride มีคุณสมบัติรับแรงดึงได้ดี ไม่สกปรก  
 ง่าย สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ดี จึงนิยมใช้ทำเป็นเส้นใยห่อเป็นผ้าม่าน ฝ้าคลุมเบาะ  
 เฟอร์นิเจอร์ นอกจากนี้ยังนิยมใช้ทำห่ออย่าง



ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ทำจากไวนิล



เพดานทำจากไวนิลแผ่น  
 (Rigid Vinyl Sheeting)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ราวหน้าฝน พ.ศ. ๒๕๖๓  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผ้ายาง Vinyl-Chloride Acetate ไซบู  
ทำเป็นอ่างเก็บน้ำ



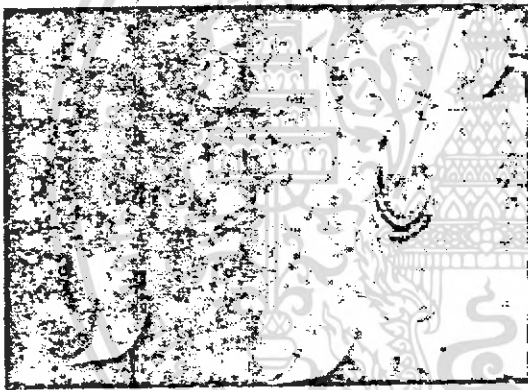
ฟองน้ำไวเน็ต



วงกบและวงกรอบประตูหน้าต่าง พี.วี.ซี. ผลิตโดยบริษัทเอเซียแอดซูเรียม  
จำกัด ใช้แทนไม้และอลูมิเนียม ผลิตออกจำหน่ายในประเทศแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์หัตถศิลป์ พี.วี.ซี. ที่ผลิตจำหน่ายภายในประเทศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เซลลูโลซิก (Cellulosics)

เป็นพลาสติกที่ทำมาจากเยื่อเซลลูโลส (Cellulose Fibers) ฝ้าย (Cotton) และพืชชนิดอื่น (wood) พลาสติกชนิดนี้เป็นพวกแรกซึ่งถูกคิดค้นนำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่รู้จักกันในชื่อเซลลูลอยด์ (Celluloid) หรือชื่อทางการว่าเซลลูโลสไนเตรท (Cellulose Nitrate)

เซลลูโลซิก แบ่งออกเป็น 5 ชนิด

1. เซลลูโลสไนเตรท (Cellulose Nitrate หรือ C/N) ค้นพบในปี ค.ศ. 1868
2. เซลลูโลสอะซิเตท (Cellulose Acetate หรือ C/A) ค้นพบในปี ค.ศ. 1927
3. เซลลูโลสอะซิเตทบูไทเรท (Cellulose Acetate Butyrate หรือ CAB) ค้นพบในปี ค.ศ. 1938
4. เอทิลเซลลูโลส (Ethyl Cellulose หรือ E/C) ค้นพบในปี ค.ศ. 1935
5. เซลลูโลสพรอปิอเนท (Cellulose Propionate หรือ CP) ค้นพบในปี ค.ศ. 1945

คุณสมบัติ เซลลูโลซิก เป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรงทนทานมากที่สุดชนิดหนึ่ง ทนความร้อนได้ดีพอสมควร ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอกยกเว้นชนิด Cellulose Acetate Butyrate และ Cellulose Propionate ซึ่งสามารถนำไปใช้ภายนอกได้

เซลลูโลซิกเป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งชนิดใส ฝ้า และทึบ

- C/N ทนกรดด่าง ๆ ได้ดี โดยปกติพลาสติกชนิดนี้จะทำเป็นรูปแผ่น ฟิล์ม ห่อ และแท่งตัน รูปของเหลวใช้ทำเป็นน้ำยาเคลือบผิวดีเยี่ยมง่ายจึงไม่เหมาะกับการหล่อประเภทอื่น

- C/A ทนสารเคมีได้ดี ไม่ควรวางใกล้แอลกอฮอล์ และพวกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาสติกชนิดนี้ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ทนชื้น ทนความร้อนได้พอสมควร ทนอุณหภูมิต่ำจนเกือบแข็งได้

- CAB และ CP ทนสภาพดินฟ้าอากาศภายนอกได้ดี ทนสารเคมีบางชนิดได้ดียกเว้นพวกแอลกอฮอล์ ก๊าซ ไขมัน และอาซิโตน

- E/C เป็นพลาสติกที่แข็งแรงที่สุดในกลุ่ม เซลลูโลสติก ไม่ทนต่อการกร่อน ก๊าซ และควร วางให้ห่างจากน้ำมันและสารละลายอื่น ๆ

การใช้ประโยชน์

- C/N สมัยแรกที่คิดค้นใหม่ ๆ ใช้ทำลูกบิดเหล็ก เหมืองพันปลอม ฟิล์มภาพยนตร์ ในปัจจุบันไม่นิยมใช้แพร่หลายเหมือนชนิดอื่นที่นิยมใช้อยู่เช่น สันรองเท้า และน้ำยาเคลือบผ้า (Fabric Coating) ลูกบิงปอง ฯลฯ

- C/A ส่วนมากใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุ (Packaging Industry) ชนิดบางทำห่อบรรจุอาหารที่รู้จักกันคือกระดาษแก้วหรือเซลโลเฟน (Cellophane) นอกจากนั้นยังนิยมใช้ทำหมอนกึ่งแข็ง ฟิล์มถ่ายรูป ปกหนังสือ กรอบแว่นตา ของเด็กเล่น หวี สันรองเท้า ฯลฯ

- CAB ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุมากพอสมควร นอกจากนั้นยังใช้ทำพวกมาลัยรถยนต์ ตู้วิทยุ ห่อ ก้ามเครื่องมือ ฯลฯ

- E/C นิยมใช้ทำยางขอสัตว์ อุปกรณ์ไฟฟ้า กระบอกไฟฉาย ฯลฯ

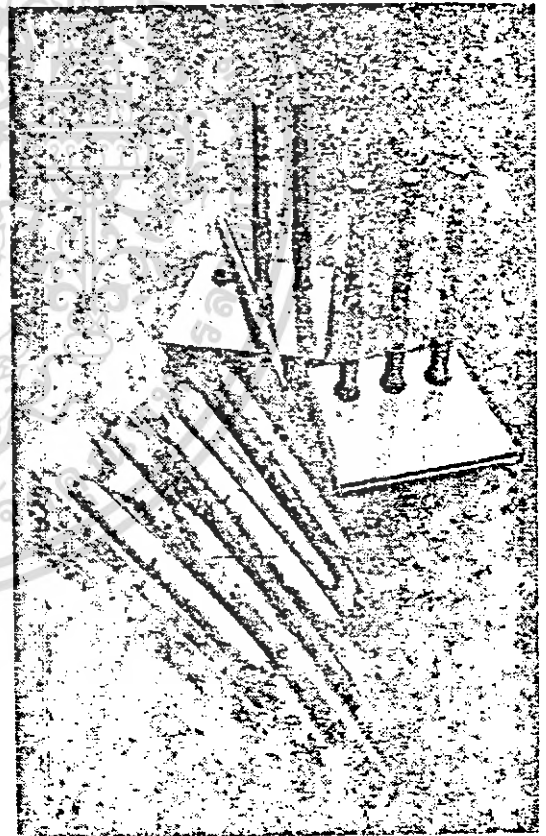
- CP ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุเครื่องใช้ต่าง ๆ ในบ้าน ปากกา ฯลฯ



แผ่นกรองแสง Cellulose Acetate



พวงมาลัยรถยนต์ Cellulose Acetate Butyrate

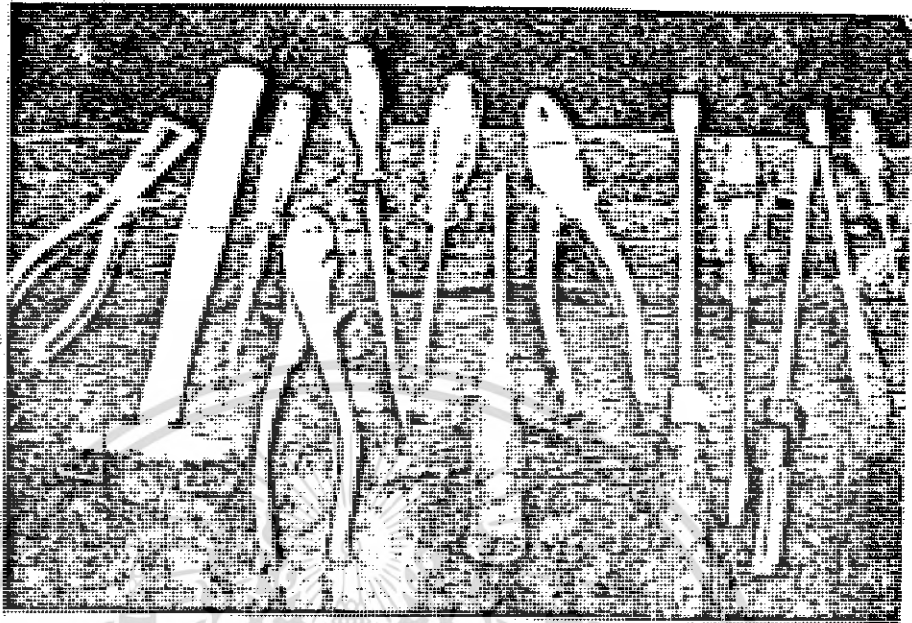


ปากกาลูกกลิ้งบางชนิดใช้ Cellulose propionate



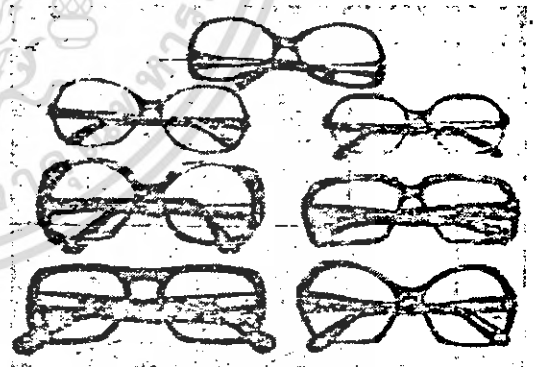
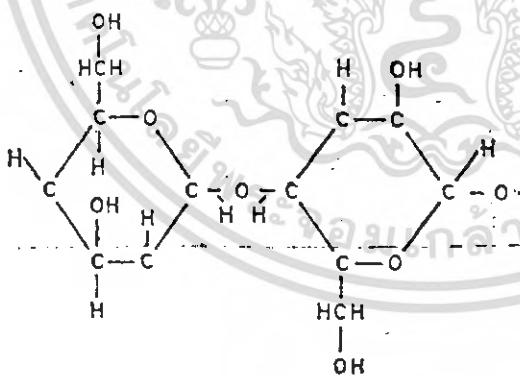
เครื่องรับโทรศัพท์แบบเก่า Cellulose Acetate Butyrate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตามเครื่องมือชนิดนี้ทำจากเซลลูโลส

Propionate



2 Glucosidic Units (Cellulose Composition)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปคุณสมบัติของเทอร์โมพลาสติกชนิดที่นิยมใช้

Acetals	Acrylics	Cellulosics	Fluoro-Carbons	Polymides	Poly-Olefins	Styrenes	Vinyls
1.4	1.17-1.20	1.15-1.40	2.1-2.2	1.09-1.14	.91-.97	.98-1.1	1.2-1.55
10	7-1.45	1.9-8.5	6.5-9.9	7.0-11.0	1.5-5.5	3.5-12.0	1.5-9.0
18	12-18	13-36	1.7-80.0	7.2-13.0	2.5-10.0	4.8-16.0	1.0-13.0
ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดี
ผ้า-ทึบ	ใส-ทึบ	ใส-ทึบ	ผ้า-ทึบ	ผ้า-ทึบ	ผ้า-ทึบ	ใส-ทึบ	ใส-ทึบ
ดีมาก	ดี	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดี
338	150-210	115-250	250	300-360	105-230	165-225	100-165
185-250	140-200	115-200	390-550	175-400	212-320	140-250	115-200
ดี	ดี	ดี	ดีมาก	ดี	ดี	ดีมาก	ดี
ซ้ำ	ซ้ำ	ซ้ำและดับเอง	ไม่	ซ้ำและดับเอง	ซ้ำ	ซ้ำ	ซ้ำและดับเอง
ต่ำ	ต่ำ	สูง	ไม่	ไม่	ต่ำ	ไม่	ต่ำ
บางชนิดมี	เล็กน้อย	เล็กน้อย	ไม่	เล็กน้อย	เล็กน้อย	เล็กน้อย	เล็กน้อย
มี	บางชนิดมี	แรงมาก	มี	มี	มีอย่างซ้ำ ๆ	บางชนิดมี	บางชนิดมี
บางชนิดมี	เล็กน้อย	เล็กน้อย	ไม่	ไม่	เล็กน้อย	ไม่มี	เล็กน้อย
มี	บางชนิดมี	แรงมาก	ไม่	ไม่	เล็กน้อย	ไม่มี	เล็กน้อย
ไม่มี	บางชนิดละลายได้	ส่วนมากละลายได้	ไม่	เล็กน้อย	บางชนิดละลายได้	บางชนิดละลายได้	เล็กน้อย
เล็กน้อย	ไม่มี	เล็กน้อย	ไม่มี	ซีดเล็กน้อย	ซีด	ซีด	เล็กน้อย

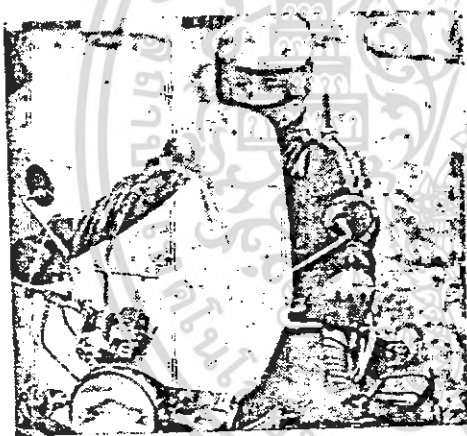
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate)**

ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเมื่อปี ค.ศ. 1957 โพลีคาร์บอเนตนับว่าเป็นพลาสติกวิศวกรรมที่แข็งแรงที่สุด

คุณสมบัติ แข็งแรงทนทานดีมาก ทนความร้อนใช้งานได้ถึง 240 ํฟา หากนำไปใช้กับใยแก้วเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสจะทนทานมากยิ่งขึ้น เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ทนกรด ก้างไค้

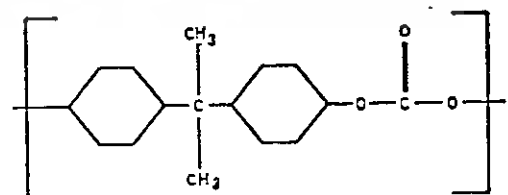
การใช้ประโยชน์ ก็เห็นกันโดยทั่วไป คือขวดนมเด็กชนิดดี โคมไฟฟ้าสาธารณะ ของมองหน้าหมวกนักบินอวกาศ นอกจากนี้ยังใช้ทำตู้เครื่องปรับอากาศ ก้ามเครื่องมือและ อุปกรณ์ต่าง ๆ แวนตากัยแคค ฝาครอบไฟ และที่นิยมใช้มากขณะนี้คือกล่องดาวยุปรุ่นใหม่ ชิ้นส่วนรถยนต์, เครื่องใช้ไฟฟ้า ฯลฯ



แผ่นกันลมใสโพลีคาร์บอเนต

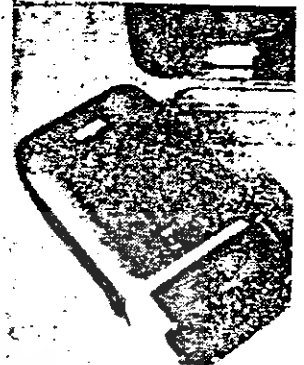
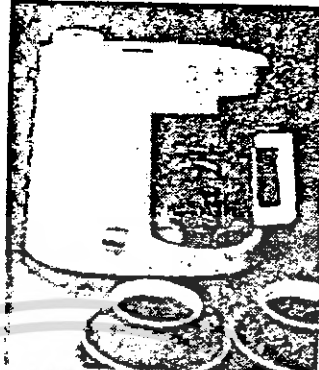
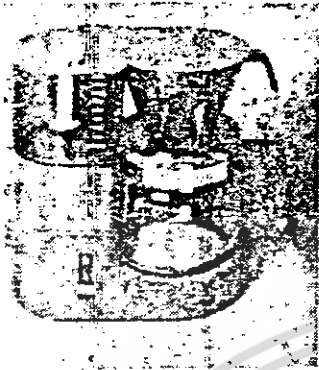


ขวดนมเด็กชนิดดี โพลีคาร์บอเนต



สูตรเคมี โพลีคาร์บอเนต

เอกสารนี้ กระจกหน้าหมวกนักบินอวกาศ ทำการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า จากโพลีคาร์บอเนตเหนือความแข็งแรง ทนความร้อนได้ดีและทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และใส ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เครื่องใช้ไฟฟ้าทำจากโพลีคาร์บอเนต

ลักษณะทางกายภาพ ของ POLYCARBONATE	
ความถ่วงจำเพาะ	1.2
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	2.3
ทนแรงดึง	9,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	18,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงกระแทก	15
ทนความร้อน	250°ฟ
ความใส	ใสที่สุด
ทนแสงแดด	เหลืองเล็กน้อย
ทนกรด	กรดอ่อนทนได้ ไม่ทนกรดแก่
ทนด่าง	ด่างอ่อนเกิดปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ ด่างแก่เกิดปฏิกิริยาแรงขึ้น
ทนสารละลาย	ละลายใน Chlorinated Hydrocarbons และ Aromatics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางกายภาพของ เฮลลูโลสชนิด

	Cellulose Acetate C/A	Cellulose Acetate Butyrate CAB	Ethyl Cellulose E/C	Cellulose Propionate C/P
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion	Injection, Extrusion	Injection, Extrusion	Injection, Extrusion Electrostatic
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	333—450°ฟ	325—450°ฟ	350—500°ฟ	325—500°ฟ
ความหนืดหลังการผลิต	0.003—0.008 นิ้ว/นิ้ว	0.003—0.009 นิ้ว/นิ้ว	0.005—0.009 นิ้ว/นิ้ว	0.003—0.008 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.22—1.34	1.15—1.22	1.09—1.15	1.17—1.24
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	22.7—20.6	24.1—22.7	25.5—23.6	
ทนแรงดึง	2,500—9,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว	3,000—7,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว	3,000—8,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว	2,500—8,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	4,000—36,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว	2,000—22,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว	10,000—35,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว	2,400—22,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระแทก	0.6—5.4	1.0—6.5	2.0—8.5 @ 70°ฟ	0.8—12.0
ความแข็ง	R 85—R 120	R 30—R 115	R 50—R 110	R 10—R 112
ทนความร้อนโดยปกติ	140—220°ฟ	140—220°ฟ	115—185°ฟ	115—220°ฟ
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	2—7%	0.9—2.2%	0.8—1.8%	1.2—2.8%
อัตราเผาไหม้	ช้าและดับเอง	ช้า	ช้า	ช้า
ทนกรด	ดี—แต่ไม่ทนกรดเข้มข้น	ดี—แต่ไม่ทนกรดเข้มข้น	พอใช้—แต่ไม่ทนกรดเข้มข้น	ดี—แต่ไม่ทนกรดเข้มข้น
ทนด่าง	พอใช้—ดี	พอใช้	ดี	พอใช้
ทนแสงแดด	ดี	ดี—ดีมาก	ดี	ดี
ทนสารละลาย	ทนต่อ Aliphatic Hydrocarbons, แต่ละลายใน Aromatic Hydrocarbons, Ketones, Esters		ละลาย	ละลายใน Aromatic Hydrocarbons, Ketones, Esters, Aromatic Hydrocarbons,

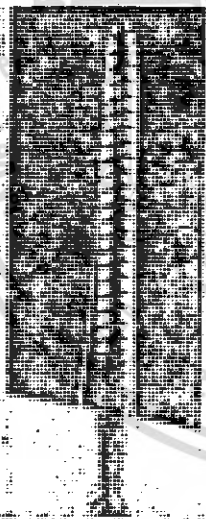
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่วารณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ไอโอโนเมอร์ (Ionomer)

เป็นพลาสติกชนิดใหม่ ซึ่งถูกคิดค้นนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1964

คุณสมบัติ เป็นพลาสติกที่มีทั้งความใสและความเหนียวทนทานได้ทั้งกรดและด่าง ถูกซึม  
ความชื้นได้บ้างเล็กน้อย ไม่มีรสไม่มีกลิ่น ทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ สามารถเชื่อมติดกันโดยใช้  
ความร้อน (Heat Sealing)

การใช้ประโยชน์ ใช้มากในอุตสาหกรรมการบรรจุ โดยเฉพาะการบรรจุแบบ Skin  
Packaging ทุกตาเด็กเล่น เครื่องมือ ชนกว บรรจุของเหลว สายไฟฟ้า ท่อแผ่น ฯลฯ



ภาพแสดงความเหนียวของ ไอโอ-  
โนเมอร์ที่ใช้เป็นพลาสติกบรรจุแบบ  
Skin packaging



แผ่นไอโอโนเมอร์ อ่อน ใส และ  
เหนียวใช้ทำอุปกรณ์หรือเครื่องบ้อง  
กันหน้าในงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางกายภาพ ของ IONOMER	
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	300–350°ฟ
ความหนืดตัวหลังการผลิต	0.0003–0.020 นิ้ว/นิ้ว
ความกว้างจำเพาะ	0.93–0.97
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	29.0–30.0
ทนแรงดึง	3500–5500 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	มีความยืดหยุ่นตัว
ทนแรงกระแทก	6–15
ความแข็ง	D 55–D 65
ทนความร้อนโดยปกติ	160–212°ฟ
ความดูดซึมน้ำ	0.1–1.4 %
อัตราการเผาไหม้	ช้ามาก
ทนกรด	ดีพอใช้
ทนด่าง	ดีมาก
ทนแสงแดด	พอใช้ แต่ไม่ดีนัก
ทนสารละลาย	ดีมาก -----

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### โพลีไยไมด์ (Polyimide)

เป็นพลาสติกชนิดไม่หลอมละลาย (Non Melting) ชนิดใหม่ แม้ว่าจะอยู่ในประเภทเทอร์โมพลาสติก แต่มีคุณสมบัติเหมือนกับเทอร์โมเซตติง ถูกนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1962

คุณสมบัติ ทนความร้อนได้ดีเยี่ยม สามารถทนได้ถึง 750 ฟ โขยไม่เสียคุณภาพ และสามารถนำไปใช้ โค้ตลอกภายนอกอุณหภูมิถึง 500 ฟ เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ ทนทาน ทนแรงสั่นกร่อนได้ดี การใช้ประโยชน์ ใช้ทำชิ้นส่วนที่รับน้ำหนักมีแรงเสียดทานมาก ๆ เช่น ใช้เป็นแม่พิมพ์แหวนรับน้ำหนัก (Retainer Ring) แหวนอุกฤษฐ ใช้ทำชิ้นส่วนในยานอวกาศ ห้อย่าง น้ำยาเคลือบลวดไฟฟ้า (Wire Enamel) กาว ฟิล์ม ฟิล์มผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และอุปกรณ์เทอร์มินัล ฯลฯ

### โพลีซัลโฟน (Polysulphone)

เป็นพลาสติกที่ค้นพบใหม่เมื่อปี ค.ศ. 1965 ทนความร้อน และทนปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ได้สูง

คุณสมบัติ เป็นเทอร์โมพลาสติกทนความร้อนได้สูงที่สุดชนิดหนึ่งจะคงสภาพทั้งภายนอกภายใน และไฟฟ้าได้ในการใช้งานภายในอุณหภูมิระหว่าง -150ฟ ถึง 300 ฟ

มีทั้งชนิดใสและทึบ สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้โดยการย้อม โพลีซัลโฟน ทนแรงดึงและแรงอัดได้สูง ทนกรรกลางและสารเคมีอื่น ๆ ได้ ทนความชื้น และเป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีมาก

การใช้ประโยชน์ นิยมใช้ทำเป็นฝาครอบ (Housing) ของเครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ชิ้นส่วนบางชนิดในรถยนต์ ("Under - The - Hood" Automotive Components) ชิ้นส่วนในเครื่องคอมพิวเตอร์ Circuit Brea หอ แผน และน้ำยาเคลือบลวดไฟฟ้า (Wire Coating) และนิยมใช้มาก ในอุตสาหกรรมการบินอวกาศ



ลักษณะทางกายภาพ ของ Polysulphone	
ความตึงจำเพาะ	1.24
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	22.3
ทนแรงดึง	10,000
ทนแรงอัด	14,000
ทนแรงกระทบ	1.3 ที่ 40°ฟ
ทนความร้อน	345°ฟ
ความใส	ใส
ทนต่อแสงแดด	ได้ดี
ทนกรด	ได้ดี
ทนด่าง	ได้ดี
ทนสารละลาย	ทนได้เกือบทุกชนิด ยกเว้น Aromatics

ลักษณะทางกายภาพ ของ Ethylene Vinyl Acetate (EVA)	
ความตึงจำเพาะ	0.92—0.95
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	29—30.3
ทนแรงดึง	2500 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	ขุ่นตัวกลับ
ทนแรงกระทบ	—
ทนความร้อน	140—210°ฟ
ความใส	ใส
ทนแสงแดด	เหลืองเล็กน้อย
ทนกรด	ทนกรดอ่อนได้บ้าง—ไม่ทนกรดแก่
ทนด่าง	ทนได้ดี
ทนสารละลาย	ละลายใน Chlorinated และ Aromatic เมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 125°ฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**โพลีเอสเตอร์ (Polyester)**

เป็นเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่งที่มีชื่อเหมือนกับเทอร์โมเซตติ้ง คือ Unsaturated Polyester Resin ที่ใช้ทำพลาสติกห่อและไฟเบอร์กลาส ฯลฯ

โพลีเอสเตอร์เป็น Engineering Plastic ที่กำลังได้รับความนิยมมากขึ้น ในประเทศไทยเริ่มนำเอาใช้เมื่อไม่นานมานี้ โดยนำมาทำเป็นขวดบรรจุน้ำมันพืชแทนการใช้ขวดที่ทำจาก พี.วี.ซี.

โพลีเอสเตอร์ทำจากการสังเคราะห์ทางเคมีระหว่าง Ethylene Glycol หรือ Butylene Glycol กับ Terephthalic Acid ดังนั้นโพลีเอสเตอร์จึงแบ่งออกได้เป็น 2 พวกคือ

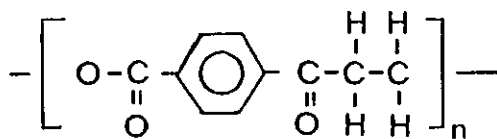
- PET = Polyethylene Terephthalate
- PBT = Polyethylene Butylene Terephthalate

**คุณสมบัติ**

เหนียว แข็งแรงทนทานมาก ถ.พ. ประมาณ 1.37 ทนความร้อนได้พอสมควร

**การใช้ประโยชน์**

นิยมใช้ทำชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรงในเครื่องจักรและเครื่องใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่นกันชน ขวดบรรจุของเหลว เช่นขวด บรรจุน้ำอัดลม ขวดบรรจุน้ำมันพืช เส้นใยทำเสื้อผ้า เชือก และพรม ซึ่งรู้จักกันดีมากอยู่แล้ว นอกจากนี้ยังใช้ทำฟิล์มถ้ายูรูป ฟิล์มภาพยนตร์ ฟิล์มเคลือบรูปที่รู้จักกันในชื่อว่าฟิล์มไมลาร์ (Mylar) และเพปป์นีกเสียง ฯลฯ

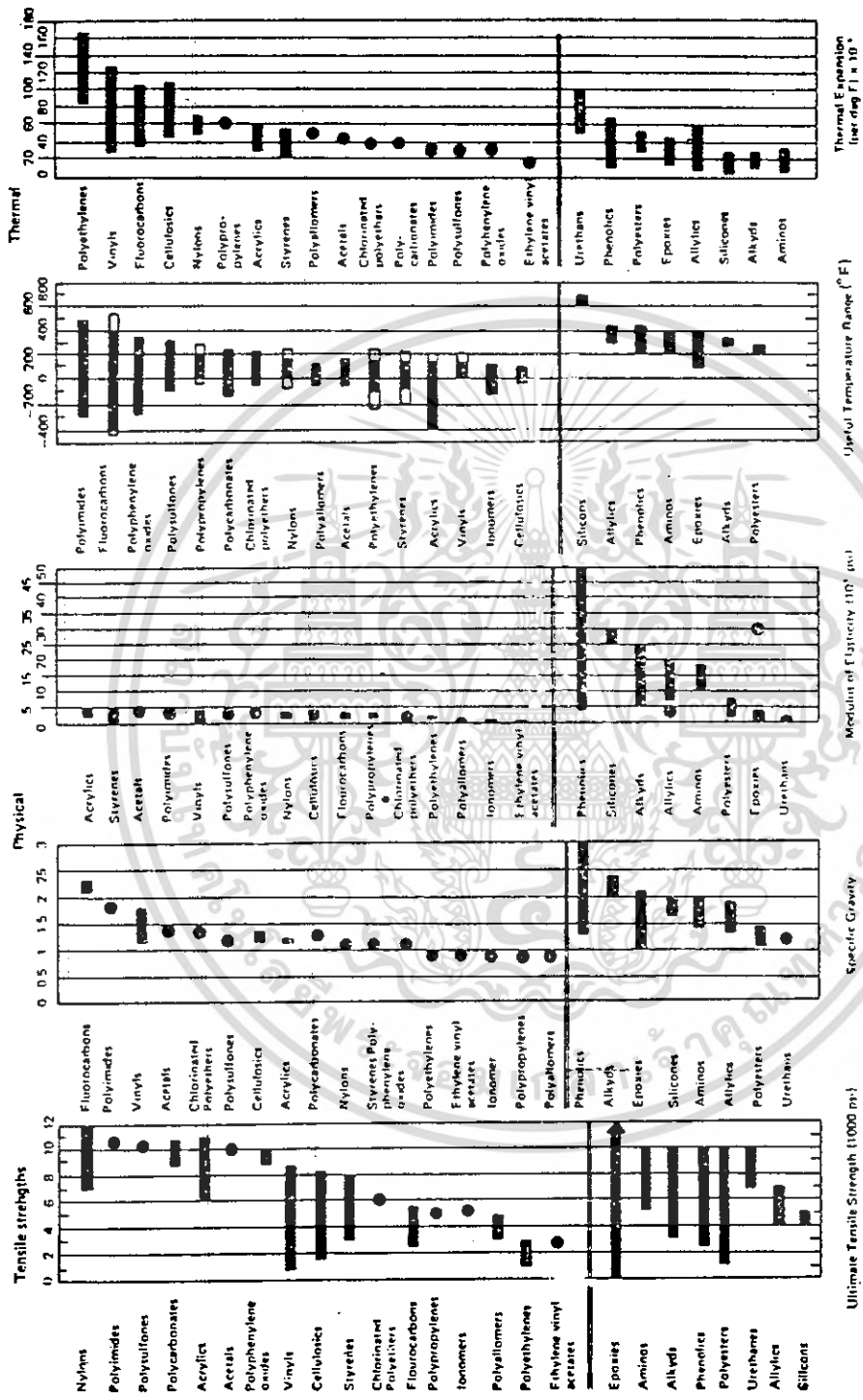


สูตรเคมีโพลีเอสเตอร์



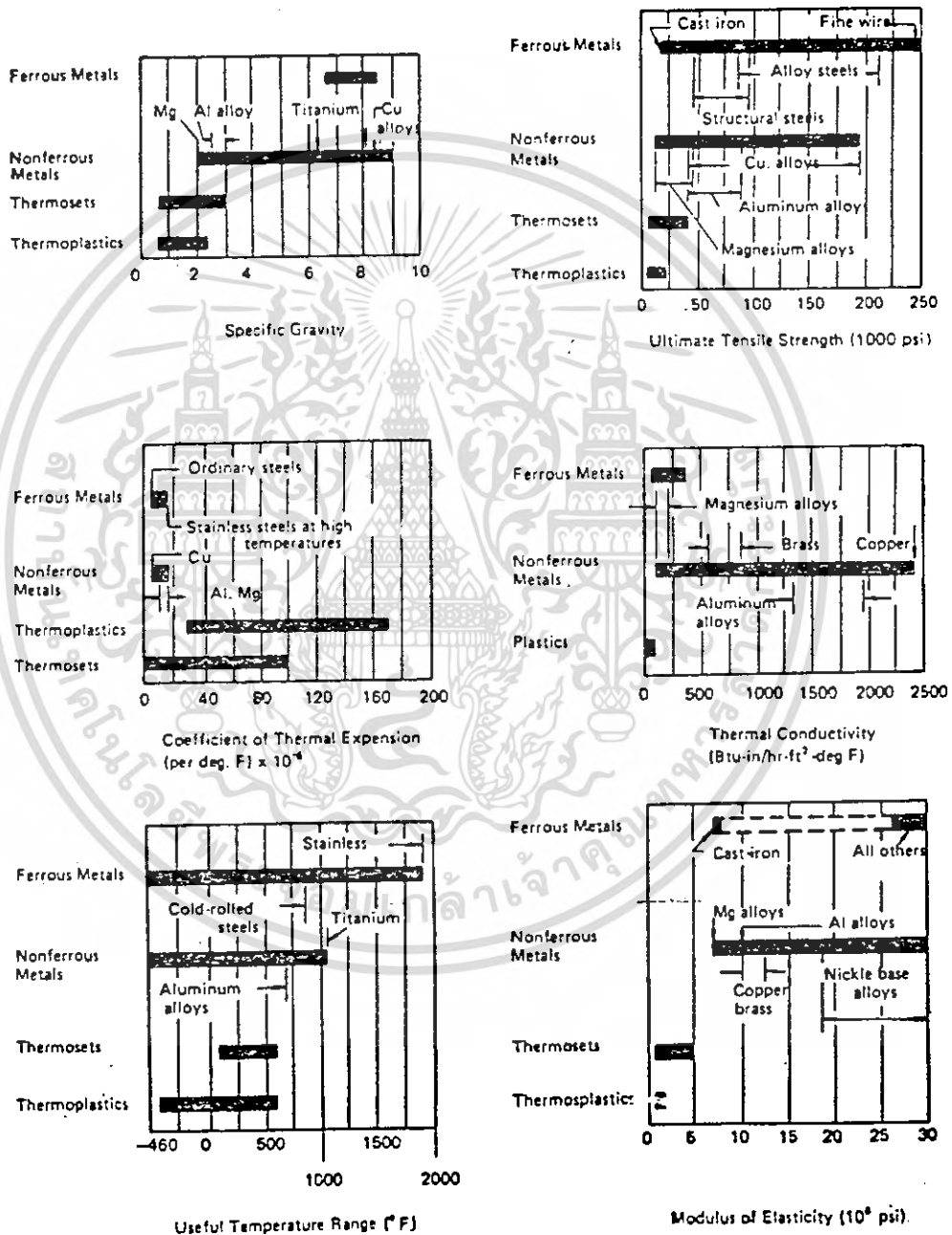
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงชิ้นส่วนในเครื่องจักรและเครื่องใช้ไฟฟ้ามาจาก PBT

คุณสมบัติของพลาสติกชนิดต่าง ๆ Properties of Plastic Materials



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คุณสมบัติของพลาสติกเปรียบเทียบกับโลหะ Plastics vs Metals (Properties)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง วิเคราะห์คุณสมบัติพลาสติกแต่ละชนิด

	ACETALS.	ADRYLIC.	POLYETHYLENE.	POLYPROPYLENE.	POLYSTYLENE.	ABS.	POLYCARBONATE.	PVC.	พลาสติกอื่น ๆ
กรรมวิธีการผลิต	C, B, I Ex.	I, Ex, E CAS.	I	I	I	I, Ex, E	I	I	
ทนแรงดึง	3	3	2	1	3	2	3	3	2
ทนแรงอัด	3	3	2	1	2	2	3	2	2
ทนแรงกระทบ	2	1	3	3	2	3	3	2	3
ความแข็ง	2	3	2	2	2	3	3	2	3
ทนกรด / ด่าง	3	3	2	2	2	2	2	2	1
ทนแสงแดด	2	3	1	2	1	3	1	3	2
การหล่อ	3	3	3	3	3	3	2	3	3
<b>TOTAL.</b>	<b>40</b>	<b>42</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>43</b>	<b>40</b>	<b>39</b>	

หมายเหตุ

- I. : INJECTION.  
 Ex. : EXTRUSION.  
 C. : COMPRESSION.  
 B. : BLOW.  
 E. : ELECTROSTATIC.  
 CAS. : CASTING.

ข้อมูลจาก หนังสือ " พลาสติก " เรียบโดย " พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก

แยกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. Molding (ประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผง โดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบปิด)
  - Compression (แบบอัด)
  - Transfer (แบบอัดส่ง)
  - Injection (แบบฉีด)
  - Extrusion (แบบรีด)
  - Blow (แบบเป่า)
  - Calendering (แบบลูกกลิ้ง)
  - Laminating (แบบอัดแผ่น)
  - Cold (แบบอัดเย็น)
2. Casting (ประเภทหล่อพลาสติกเหลว)
  - Simple (แบบหล่อเย็น)
  - Plastisol (แบบหล่อร้อน)
3. Thermoforming (ประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น)
  - Mechanical (แบบอัดด้วยแม่แบบ)
  - Vacuum (แบบสูญญากาศ)
  - Blow (แบบลมอัด)
4. Reinforcing (ประเภทหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง)
  - Hand Lay-Up (แบบใช้มือทา)
  - Spray Up (แบบใช้เครื่องพ่น)
  - Matched Molding (แบบใช้แม่แบบอัด)
  - Premix Molding (แบบอัดเหลว)
  - Pressure-Bag Molding (แบบลึงอัดอากาศ)
  - Vacuum-Bag Molding (แบบลึงสูญญากาศ)
5. Foaming (ประเภทหล่อโฟม)
  - Molding Expandable Polystyrene (แบบหล่อพลาสติกเม็ด)
  - Casting Rigid & Flexible Polyurethane Foam (แบบหล่อพลาสติกเหลว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผง โดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบปิด MOLDING

### แบบอัด (Compression Molding)

#### กรรมวิธีการผลิต

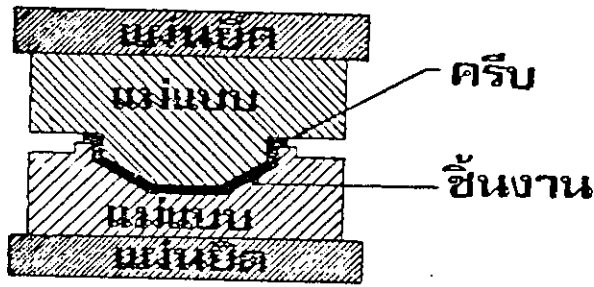
กรรมวิธีการผลิตแบบนี้เป็นแบบง่ายและธรรมดาที่สุด ผลิตได้ไม่รวดเร็วนัก พลาสติกที่ใช้ส่วนมากเป็นเทอร์โมเซตติงชนิดผง ไม่มีโมเลกุลเชิงเส้นเพราะหลอมละลายยากกว่า

#### ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

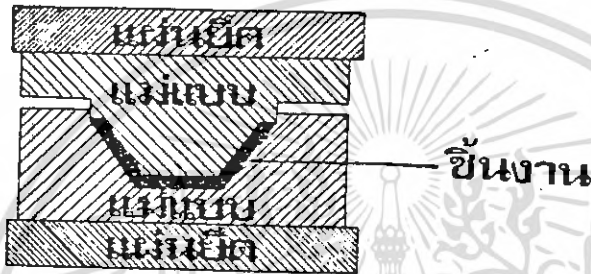
1. นำผงพลาสติกไปเข้าเครื่องอบแห้ง (PREHEATING) ด้วยระบบ HIGH FREQUENCY หรือระบบอื่น ๆ ในปริมาณที่พอเหมาะ เพื่ออบให้ผงพลาสติกแห้งไล่ความชื้นออก และเป็นการเพิ่มอุณหภูมิที่ลดความเสี่ยงจากหลอมละลายเพื่อช่วยลดเวลาในเครื่องอัด (ผงพลาสติกบางชนิดใช้ของพาหนการอบ) ที่อุณหภูมิประมาณ  $90^{\circ} - 115^{\circ}\text{C}$  เวลาในการเกิน 60 วินาที
2. นำก้อนผงพลาสติกที่อบแล้วเข้าแม่แบบในเครื่องอัด ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ  $150^{\circ} - 165^{\circ}\text{C}$  หรือแล้วแต่ชนิดของพลาสติก
3. กดแม่แบบตัวผู้ซึ่งอยู่ที่บนลง ๆ (หรือกดแม่แบบตัวเมียหรือตัวกลางขึ้น) แต่ไม่สุกกว่าแรงอัดประมาณ  $120 \text{ กก./ซม.}^2$  ความร้อนและแรงอัดจะทำให้ผงพลาสติกหลอมละลายและไหลไปตามแม่แบบ
4. กดแม่แบบลงสุกกว่าแรงอัดประมาณ  $175-200 \text{ กก./ซม.}^2$  นานประมาณ 60-80 วินาที หรือแล้วแต่น้ำหนักของชิ้นงานและชนิดของพลาสติก
5. เปิดแม่แบบออก แล้วนำชิ้นงานไปพักตกแต่งขอบให้เรียบด้วยกระดาษทรายหรือตะไบ แล้วขัดมันด้วยกระดาษขัดมันกับหินขัด

หมายเหตุ หากต้องการให้ชิ้นงานมีลวดลาย หลังขั้นตอนที่ 4 คือเมื่อเปิดแม่แบบออกให้วางแผ่นพอลิเอทิลีนหรือกระดาษวางที่แม่แบบชิ้นงาน หากต้องการผิวมันใส่ให้ผงเคลือบ (GLAZE) ปริมาณเล็กน้อย กลึงไปบนแผ่นพอลิเอทิลีน กดแม่แบบด้วยแรงอัดครั้งเดียว แรงอัดประมาณ  $250 \text{ กก./ซม.}^2$  ความร้อนเท่าเดิมคือ  $150^{\circ} - 165^{\circ}\text{C}$  นาน

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 45-50 ปีมาแล้วที่ระลึกถึงสิ่งที่ดีของมนุษย์กับมนุษย์นั้น นั่นคือคุณภาพไม่ยึดติดกับสิ่งที่เป็นด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบอัดชนิด FLASH MOLD



แบบอัดชนิด FULLY POSITIVE MOLD



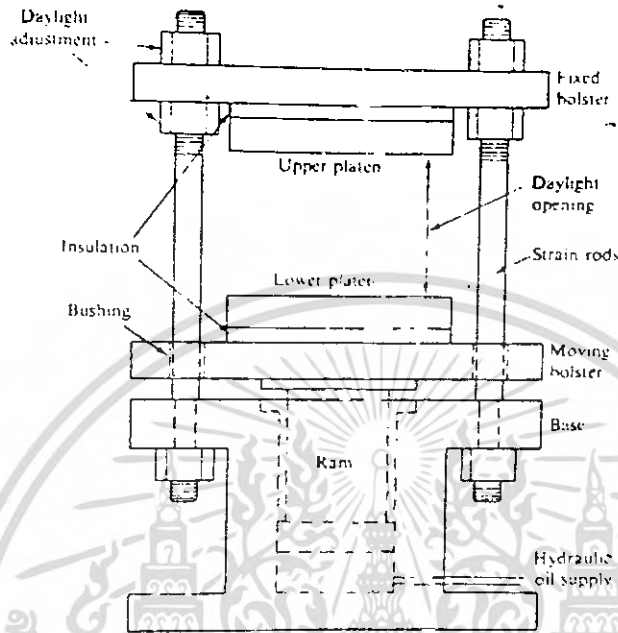
แบบอัดชนิด SEMI-POSITIVE MOLD

จากรูปข้างบน แบบอัดชนิด Flash Mold, เป็นแบบที่มีความยุ่งยากน้อยที่สุด  
แบบอัดชนิดนี้ยอมให้พลาสติกไหลออกไ้เมื่อถอดแม่แบบตัวผู้ลง ไม่คงไรแรงอัดมาก  
แถมอเสียคือชั้นงานที่ละเอียดถี่ระไม่แน่น ความแข็งแรงน้อยกว่าแบบอื่น มีครีบเอง  
ขัดแต่งมาก ชั้นงานที่หลุดรกรบาง และคืน

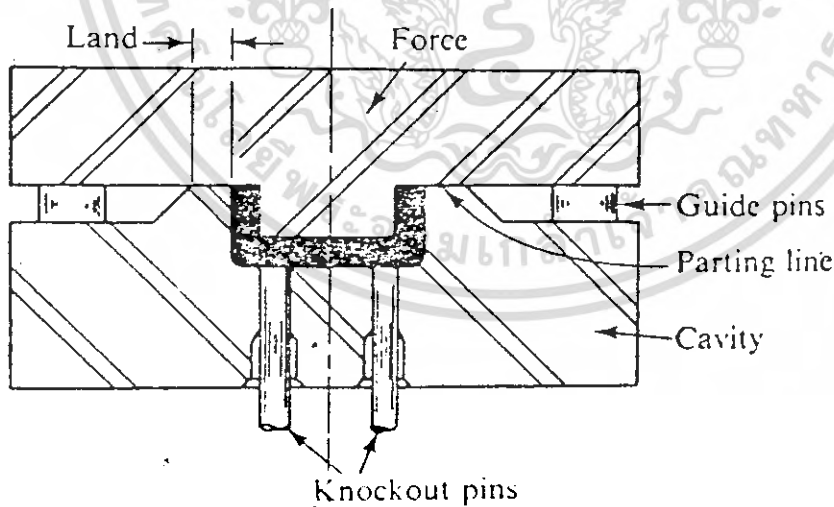
แบบอัดชนิด fully positive m. เป็นแบบตรงข้ามกับแบบ flash m. คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### รายละเอียดเครื่องอัดและแม่แบบ



เครื่องอัดแบบต้นขึ้น (Compression-Molding Press, Upstroke Type)



รายละเอียดชิ้นส่วนของแม่แบบอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยอมให้พลาสติกที่หลอมละลายไหลออกน้อยที่สุด หรือไม่ให้ไหลออกเลย งานที่ได้จึงมีเนื้อแน่นและแข็งแรงมาก ข้อเสียคือ หากใช้ผงพลาสติกมากเกินไปแรงอัดกระทำให้แม่พิมพ์กราวโค

แม่พิมพ์ชนิด **semi-positive m.** เป็นแบบขสมระหว่าง **flash m.** และ **fully positive m.** เหมาะกับงานทั่วไป ซึ่งงานที่ได้มีความแข็งแรงพอสมควร

ชนิดของพลาสติก ที่ใช้ส่วนมากเป็นพลาสติกกึ่งฉนวนเทอร์โมเซตติง เช่น เมลามีนฟิโนลิก ยูเรีย สำหรับพวกเทอร์โมพลาสติกเมนิยมใช้กับกรรมวิธีนี้เพราะปัญหาเรื่องความร้อน พวกเทอร์โมพลาสติกเวลาอัดหลอมละลายแล้วของทำใหแม่พิมพ์เย็นก่อนเปิดเพื่อทำการ เบี้ยวไม่คงรูปซึ่งก่อให้เกิดเวลาามาก แต่พวกเทอร์โมเซตติง เมื่อหลอมละลายแล้วจะมีการ เปลี่ยนแปลงทางเคมีทำให้คงรูปไม่หลอมละลายอีก เมื่อ เปิดแม่พิมพ์ออก ฝ้าผงพลาสติกได้ไปใหม่จะใช้เวลานานที่จะทำใหม่หลอมละลายอีก เพราะแม่พิมพ์เย็นแล้วพวกเทอร์โมพลาสติกที่ไปกับกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ มี ไวนิล และสเทอรีน ใช้ทำแผ่นเสียง ทั้งนี้เพราะต้องการความละเอียดแน่น ของแม่พิมพ์

ชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น ของ ความ พาน อุปกรณ์ไฟฟ้า กำมมือจับเขารีก หม้อ กะทะ แม่เหล็ก ฯลฯ

**แม่อัดลง (Transfer Molding)**

กรรมวิธีการผลิต

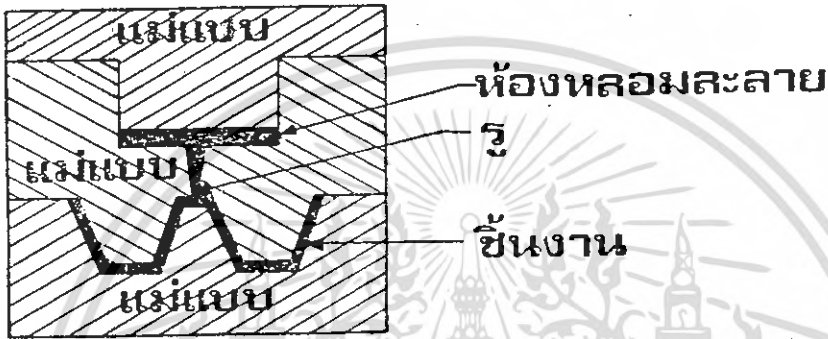
ลักษณะมาจากแม่อัด (compression m.) แต่ยุ่งยากกว่าใช้ของงานที่มีลักษณะยุ่งยาก ความหนาต่างกัน หรือจะมีวัตถุเสริมกำลังและใย หรือมีชั้นโลหะแทรกอยู่ เช่น หัวครอบจากรายโลหะ หรือหากใช้วิธีแม่อัดชนิดนี้โลหะที่สอดอยู่กับแม่จะถูกอัดโดยตรงจากผงพลาสติกที่กำลังหลอมละลาย ขาน้ำให้มันโลหะมีของแม่วิธีแม่อัดส่งผงพลาสติกจะถูกหลอมในช่องหลอมละลาย (transfer chamber) ก่อนแล้วจึงถูกอัดขึ้นรูป (sprue) เข้าไปในแม่แบบตอนล่าง ชิ้นโลหะที่สอดอยู่จะไม่ถูกรบกวนจากพลาสติกเลยมากนัก วัสดุเสริมกำลังที่ผสมอยู่จะถูกเรียงตัวขนาน (oriented) ไปกับแรงอัดทำให้เกิดความแข็งแรง แนวความเพิ่มขึ้น พลาสติกที่ใช้เป็นพวกเทอร์โมเซตติงชนิดผง

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. เหยงพลาสติกลงห้องหลอมโลหะที่ของ การ ล้วนด้วยความร้อน
- รวมๆของจะทำแม่พิมพ์ หลอมละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กดแบบตัวบนลง พลาสติกเหลวจะไหลผ่านรูเข้าไปในแบบตอนล่าง
3. ปลอบหิ้งไว้ในแบบตัวล่าง เพื่อทำให้สุก ประมาณ 2-3 นาที
4. เปิดแบบตอกชิ้นงานออกไปทุกแฉก
5. กะเพาะเศษพลาสติกที่ติดอยู่ที่รูตอนล่างของห้องหลอมละลายออกก่อนจะ เทผง...พลาสติกใหม่ลงไป



**แบบอัดส่ง (TRANSFER MOLDING)**

ชนิดของพลาสติก : พลาสติกที่ใช้เหมือนแบบอื่น ๆ คือพวกเทอร์โมเซตติง  
 ชนิดของผลิตภัณฑ์ : อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีวงโคจรที่ซับซ้อน เช่น หัวครอบจากรายการเบเกอรี่  
 มีงานเกี่ยวกับการเสริมกำลัง เพื่อใช้กับชิ้นงานเหล่านี้ ฯลฯ

**แบบฉีด (Injection Molding)**

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีที่ออกแบบเพื่อใช้กับเทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะ (ใช้กับเทอร์โมเซตติงพลาสติกก็ได้ แต่ยุ่งยาก) ผลิตภัณฑ์มีจำนวนมากๆและรวดเร็ว มีลักษณะคล้ายแบบอัดส่ง แต่ยุ่งยากและลงทุนมากกว่า หัวไหลเร็วเร็วกว่ามาก

กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด แบ่งออกได้ 3 ชนิดคือ

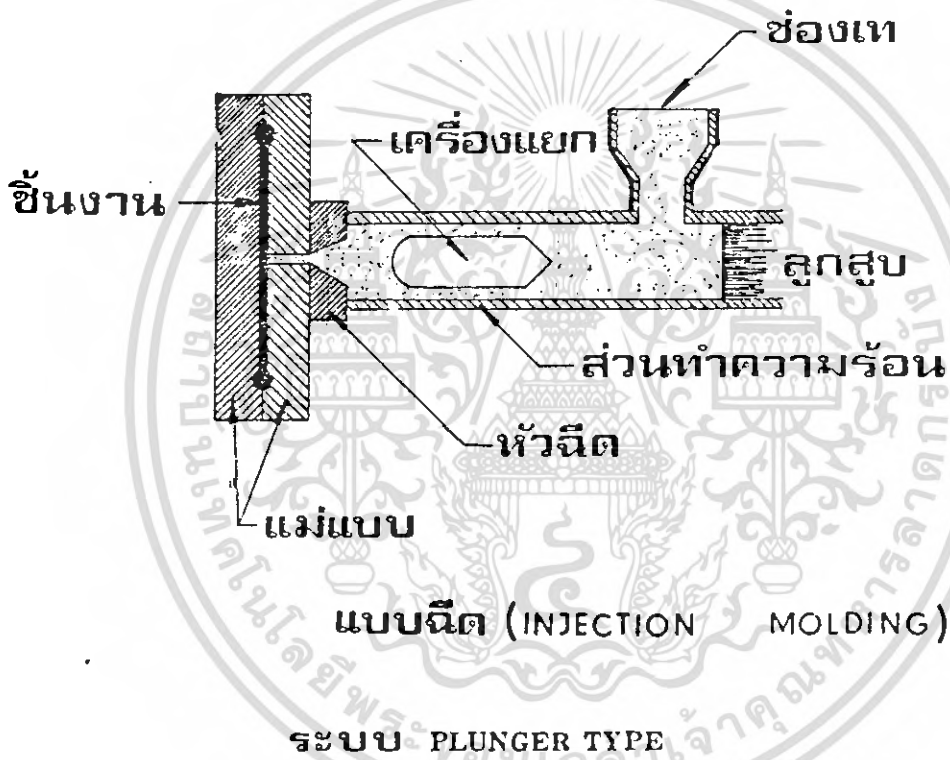
1. แบบฉีดชนิด flow m. เป็นชนิดธรรมดาใช้มีใช้กันอย่างกว้างขวาง ใช้ในงานทั่วไป เช่น กระจก กระดาษ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบฉีกชนิด injection blow m. เป็นชนิดที่ถักแปลงมาจากกรรมวิธีแบบ เป่า blow m. ซึ่งผลิตชิ้นงานรูปชวกคือชิ้นงานกลวง แต่มีปัญหาเรื่องความหนาของสวนต่างๆไม่เท่ากัน วิธีนี้จะผลิตงานรูป - ขวดที่มีขนาดเล็กเท่านั้น เนื้อของงานทั่วๆไปจะมีความหนาใกล้เคียงกัน
3. แบบฉีกชนิด reactive injection molding วิธีนี้ได้รับการพัฒนาอยู่ในขณะนี้ เป็นวิธีที่ใช้ฉีกพลาสติกเหลวโมโนเมอร์( เข้าไปในแบบแทนการฉีกพลาสติก เหลวที่ร้อนหลอมละลายเข้าไปในแบบ วิธีนี้ยังไม่สามารถใช้ได้กับพลาสติกทั่วไป ที่ใช้ได้แล้วคือ nylon, polyurethane, unsaturated polyester resin ชิ้นงานที่ผลิตโดยวิธีนี้เมื่อใช้งาน นาคือ เช่น ชิ้นส่วนในรถยนต์ เครื่องปรับอากาศ และแผงรถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า พลาสติกต่างๆ ฯลฯ
4. แบบฉีกชนิด injection stamping เป็นวิธีแบบพิเศษที่ทำงานละเอียด แม้แบบสามารถปรับ ขนาดได้ป้องกันการแตกหัก หรือมีของงานจำนวนมากในปริมาณผลิตงาน

ขั้นตอนการผลิตแบบฉีดชนิด flow molding ระบบ plunger t. มีดังนี้

1. เทพลาสติกผงหรือ เม็ดลงในช่อง เท
2. ถูกสูบลมอัด เม็ดพลาสติกให้แน่นไปที่ส่วนทำความร้อน ซึ่งมีอุณหภูมิ 300-650 ° ฟ. โดยแยกผ่านเครื่องแยก เพื่อให้ได้เม็ดพลาสติกที่นุ่มนวล
3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านหัวฉีดไปยังแม่พิมพ์ด้วยแรง 5, 0 00 - 40, 000 ป. ภายใต้ระบบดูดซับ
5. เปิดแม่พิมพ์ แล้วนำชิ้นงานไปตัดแต่งต่อไป

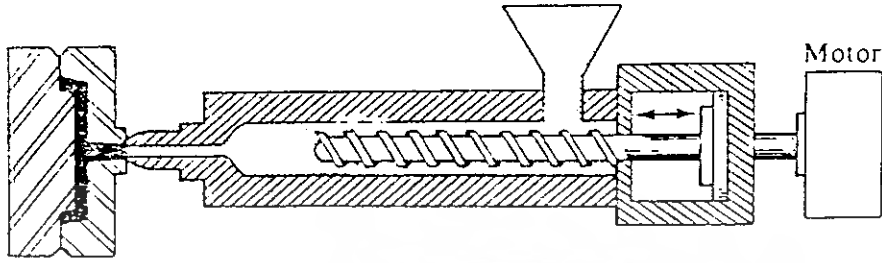


ชนิดของพลาสติก ใช้พลาสติกพวกเทอร์โมพลาสติกเกือบทุกชนิด เช่น แอสเซทอเนต อะคริลิก พอลิโพรไพลีน โพลีเอทิลีน โพลีโพรพิลีน โพลีเอทิลีน และไวนิล

ชนิดของผลิตภัณฑ์ วัสดุได้แก่ผลิตภัณฑ์ทั้งหลายเกือบทุกประเภท วิธีตั้ง เกตุต่างๆคือ ให้ดูรอยกดม้วนที่ด้านข้าง หรือส่วนที่มองไม่เห็นของผลิตภัณฑ์ซึ่ง เป็นรอยกดที่พลาสติก เมื่อถูกอัดเข้าแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

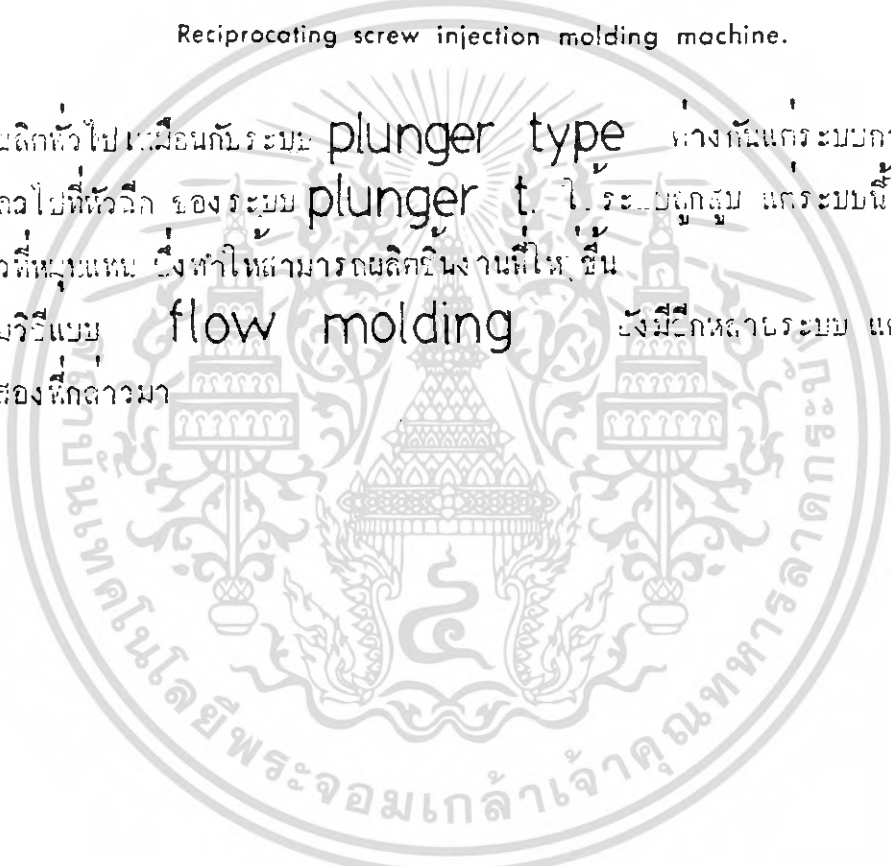
ขั้นตอนการผลิตแบบฉีดชนิด flow molding ระบบ reciprocating screw



Reciprocating screw injection molding machine.

ขั้นตอนการผลิตทั่วไปเหมือนกับระบบ plunger type ทางต้นเครื่องการอัด  
 เวลาฉีดเหลวไปที่หัวฉีด ของระบบ plunger t. ในระบบลูกสูบ แต่ระบบนี้ใช้สกรู  
 หรือเกลียวที่หมุนแทน จึงทำให้สามารถผลิตชิ้นงานที่ใหญ่ขึ้น

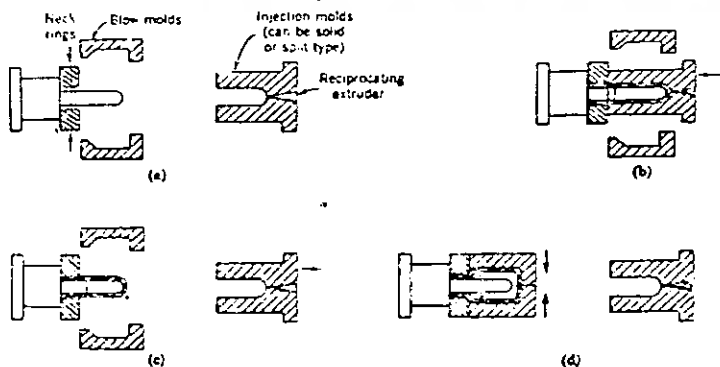
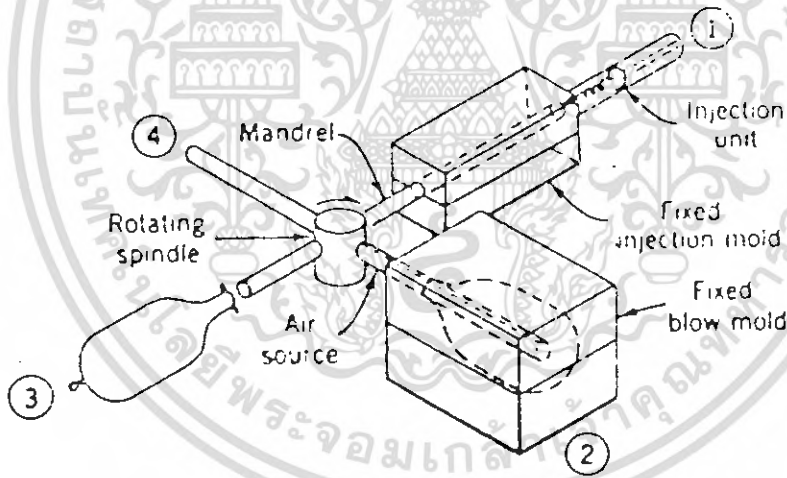
กรรมวิธีแบบ flow molding ยังมีอีกหลายระบบ แต่ที่นิยม  
 ก็คือระบบทั้งสองที่กล่าวมา



### ขั้นตอนการผลิตแบบฉีดชนิด injection blow molding.

กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิดนี้นิยมใช้ช่างพอลิเมอร์โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์รูปวงรีขนาดเล็กที่คงการนึ่งเท่ากัน ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะใช้กรรมวิธีแบบเป่าไม่ได้ รายละเอียดขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

1. แม่แบบชุดแรก injection mold เข้าประกบกับแกนกลาง แล้วเครื่องฉีดเคลื่อนเข้าประกบกับแม่แบบฉีดพลาสติกเหลวที่หลอมเข้า
2. เครื่องฉีดจะเคลื่อนออกพร้อมแม่แบบชุดแรก แม่แบบชุดที่สองซึ่งมีรูปร่างผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ เข้าประกบแทน หรือหนึ่ง เป่าลมออกจากแกนกลาง ทำให้พลาสติกเหลวที่ฉีดไว้ในขั้นแรกขยายตัวแม่กับผิวแม่แบบที่สองแล้วทำให้เย็นตัวลง
3. แม่แบบชุดที่สอง เปิดออกพร้อมปล่อยชิ้นงานลงบนพาน
4. แกนกลางที่ว่าง เปล่าพร้อมจะทำงานต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดลอกเนื้อหา และส่งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



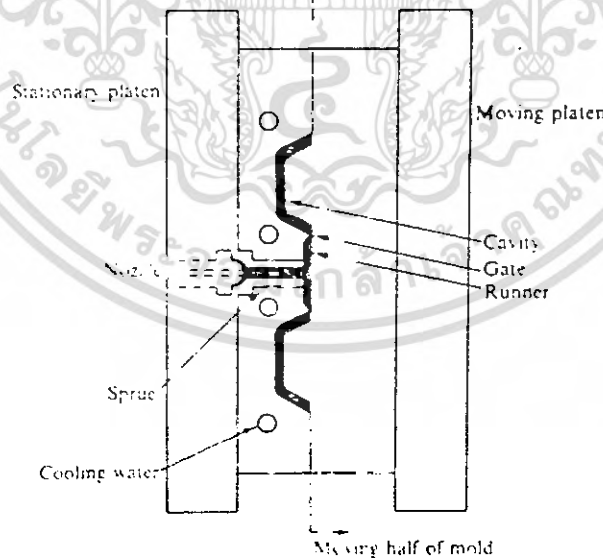
### ข้อดีของการผลิตแบบฉีด injection blow molding

1. ไม่มีครีบหรือส่วนเกินที่คงทำการตัดออกหรือคมแฉก คัด
2. ไม่มีเศษวัสดุเหลือ
3. พ่นหรือคอขวดของชิ้นงานจะมีความหนา เท่ากันตลอด เพราะสามารถคำนวณความหนา เมื่อการฉีดตัวของส่วนต่างๆไว้แล้ว
4. ขนาดของ เกลียวที่คอขวดมีความลึกเหมาะสมมาก
5. เนื้อชิ้นงานใสมากและมีมันกว่า

### ข้อเสีย

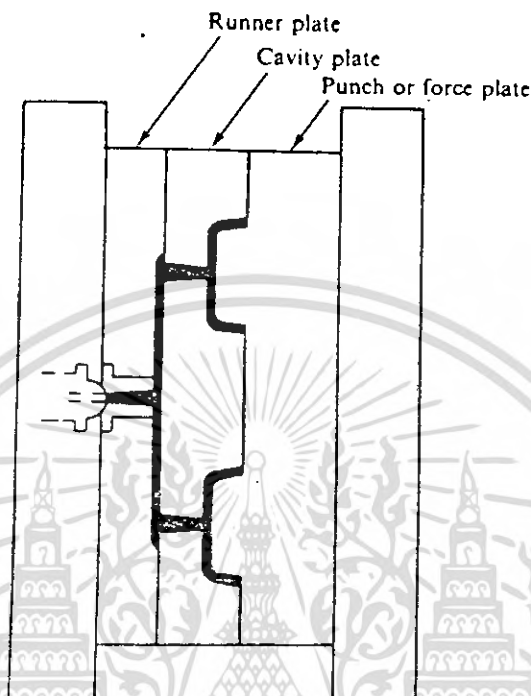
1. กองมีแม่แบบหลายชุด โดยปกติจะมีสองข้าง แม่แบบจะมีความแข็งต้องสูงๆ เหนียว
2. ลงทุนค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์สูง
3. การเกิดแรงเครียด injection strain จึงทำให้ชิ้นงานต่างๆของใช้เวลาที่สอกลดลงกับ จึงอาจทำให้เสียเวลาในช่วงการผลิตมากขึ้น

### ข้อมูลอื่น ๆ ที่ควรทราบในกรรมวิธีการผลิตแบบฉีด (Injection Molding)



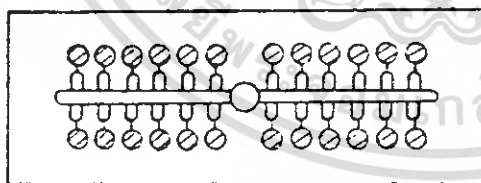
ลักษณะแม่แบบมาตรฐานชนิดสองแผ่น (Standard Two-Plate Mold)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

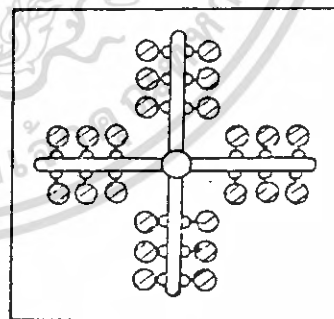


ลักษณะแม่แบบมาตรฐานชนิดสามแผ่น (Standard Three-Plate Mold)

ลักษณะการวาง Runners และ Gates ในแม่แบบ



(a)



(b)

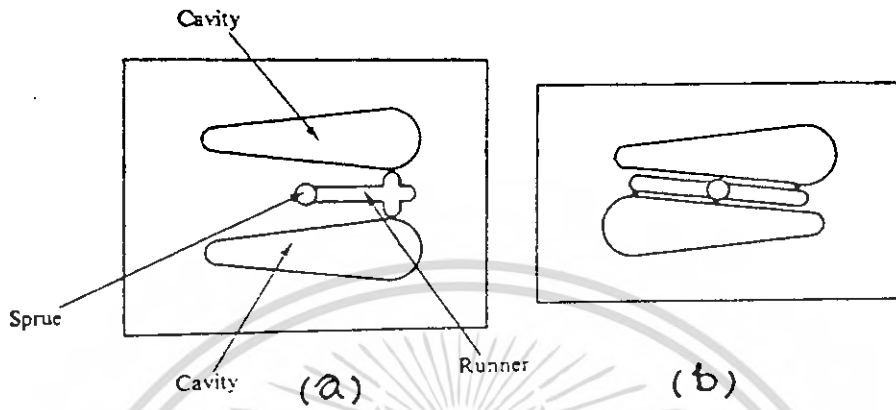
ไม่ดี

a. ไม่ดี เพราะ Runner  
ไม่เต็มในช่องสุดท้าย

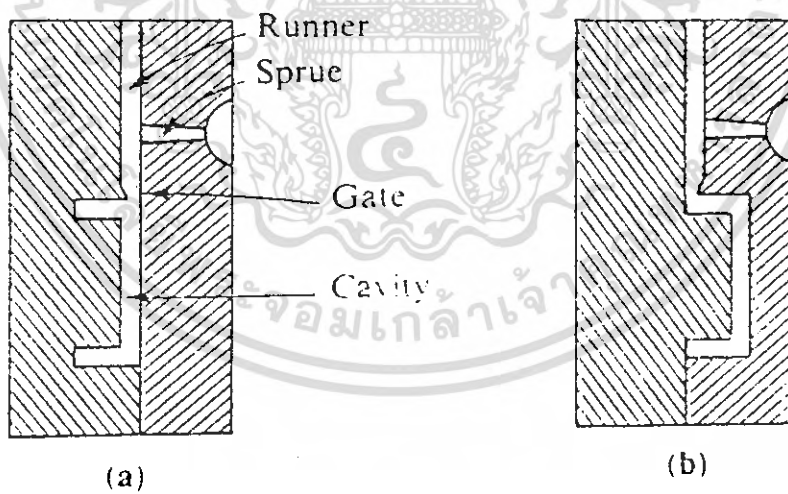
ดี

b. ดี

ยาวเกินไปจะทำให้การไหลของพลาสติก

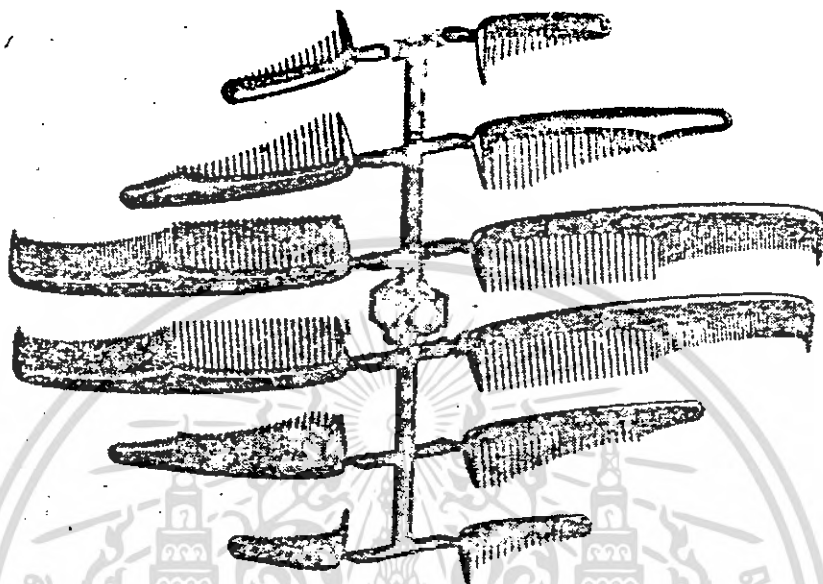


- a. ไม่ดี เพราะทำให้ Clamping Force ไม่เท่ากัน
- b. ดี

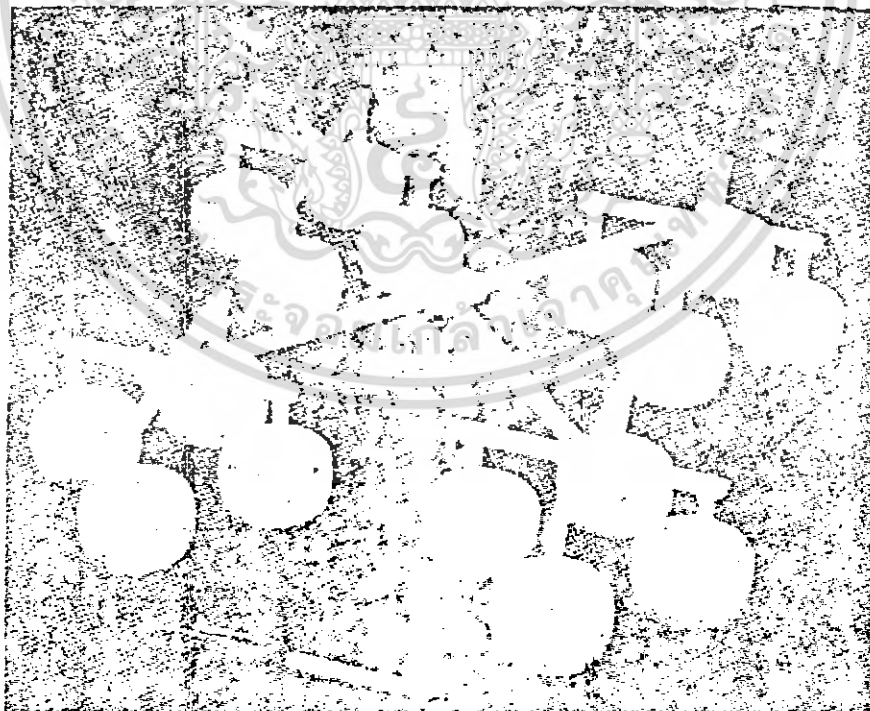


- a. ไม่ดี ขามยกค่อนบนอยู่ในทิศทางตรงข้ามกับแนวฉีดพลาสติก  
เข้าทำให้เกิดเป็นมูบ (Jetting) พลาสติกอาจเข้าไม่เต็ม
- b. ดี

ลักษณะชิ้นงานที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบฉีด (Injection Molding)



ภาพบนชิ้นงานไม่สมบูรณ์ เพราะปรับระบบยังไม่ดีพอ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

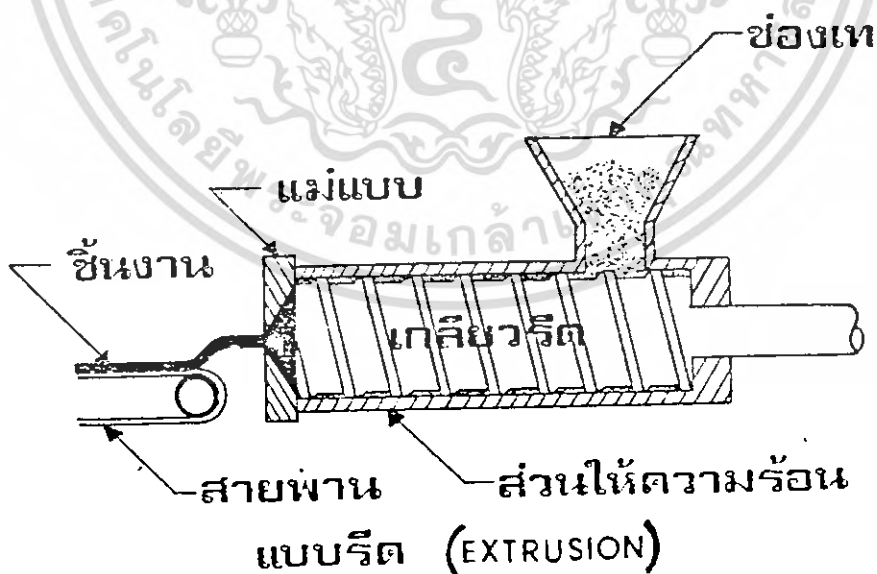
## แบบรีด (Extrusion)

### กรรมวิธีการผลิต

เป็นแบบสำหรับผลิตชิ้นงานที่มีความยาวไม่มีที่สิ้นสุด เช่น สายไฟฟ้า ท่อยาง ถุงพลาสติก รวมทั้งงานที่เป็นแผ่นบาง เช่น ฉายางหรือฟิล์มพลาสติกเป็นต้น วิธีนี้มีลักษณะคล้ายแบบฉีด แต่ฉีดได้ปริมาณงานมากกว่าในเวลาเท่ากัน.

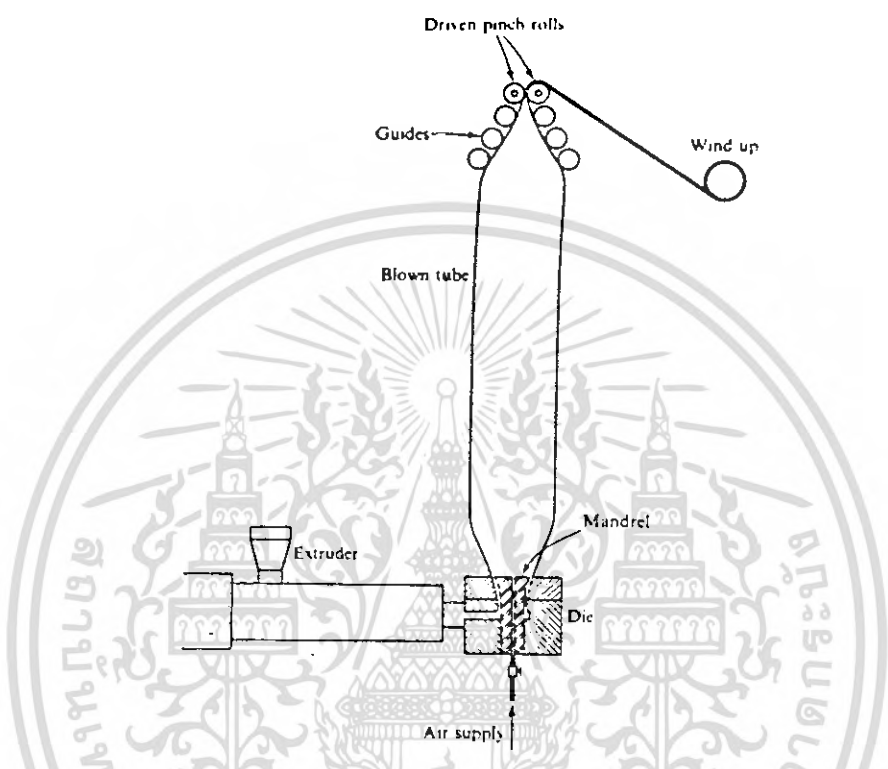
ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. เทเทอร์โมพลาสติกชนิดผงหรือ เม็ดลงในช่อง เท
2. เกลียวรีดหมุนอีก เม็ดพลาสติกผ่านลงในความร้อนมีอุณหภูมิประมาณ 300-500°ฟ เม็ดพลาสติกจะหลอมละลาย
3. พลาสติกเหลว จะถูกอัดผ่านแม่แบบ ด้วยแรงอัดประมาณ 500 - 6,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
4. ชิ้นงานที่รีดออกมาจะถูกทำให้เย็นโดยผ่านลงไปในน้ำแล้ว เคลื่อนต่อไปโดยระบบสายพานหรือรถคน

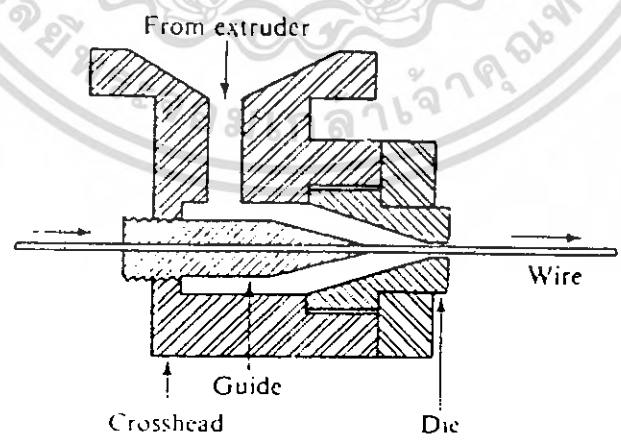


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลอื่น ๆ ที่ควรทราบในกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (Extrusion)

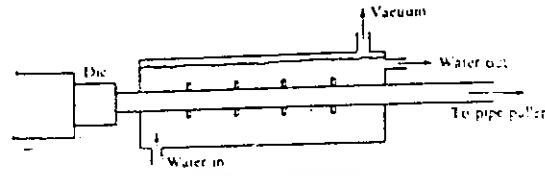


ลักษณะการผลิตดงพลาสติกโดยกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (Extrusion)



ลักษณะการผลิตสายไฟฟ้าหุ้มพลาสติก โดยกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (Extrusion)

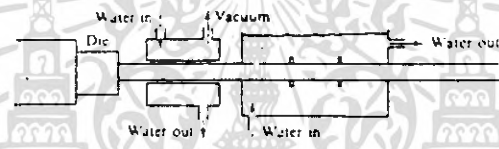
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) Vacuum trough method



(b) Extended mandrel method



(c) Spring sleeve method

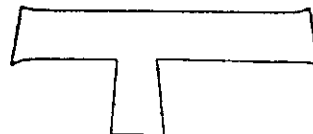
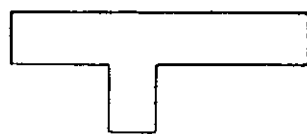


(d) String plate method

ขั้นตอนพิเศษของการผลิตท่อ โดยกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (Extrusion)

Product

Die profile

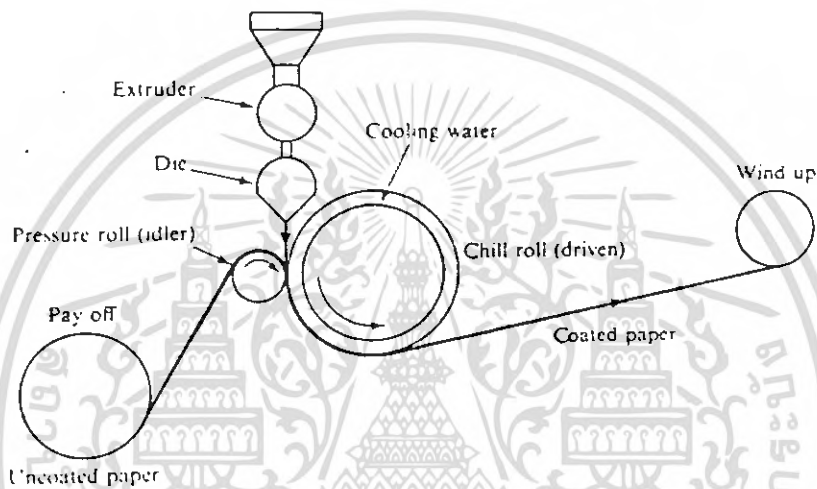


(a)

(b)

วิธีสร้างแม่แบบ (DIE) สำหรับกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (Extrusion,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ขั้นตอนการผลิตกระดาษเคลือบพลาสติกโดยกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (Extrusion)

ชนิดของพลาสติก ใช้พวกเทอร์โมพลาสติก เช่น อะคริลิก เซลลูโลซิก ฟลูออโรคาร์บอน ไนลอน สไตรีน โพลีเอทิลีน โพลีโพรพิลีน และ พี.วี.ซี.

ชนิดของผลิตภัณฑ์ สายไฟฟ้า ท่อพลาสติก สายเบ็ดตกปลาไนลอน ถุงพลาสติก พลาสติกแผ่น ฟิล์ม กรอบประตูหน้าต่างพลาสติก (Window Profile) ฯลฯ

# แบบเป่า (blow molding)

## กรรมวิธีการผลิต

วิธีนี้เกิดจากแบบอื่นในประเภทเดียวกัน คือไม่หล่อชิ้นงานจากพลาสติกหลอมในแบบปิด แต่กลับแปลงจากแบบรีด โดยรีดพลาสติกหลอมให้ขยายลงมา เป็นท่อเข้าไปในแม่แบบตอนล่าง แม่แบบจะปิดพร้อมบีบปลายท่อให้ติดกัน ปลายอีกด้านจะถูกตัดขาด พร้อมกันนี้แม่แบบจะเคลื่อนตัวออก ท่อเป่าลมจะบีบตัวเข้าประกบกับรูตอนบนที่เป่าอยู่ลมจะถูกอัดเข้าไป ท่อพลาสติกจึงยังอ่อนตัวอยู่จะถูกอากาศอัดเข้าแม่แบบ โยกรูปรางความคงการ

ขั้นการผลิต ขั้นแรกเหมือนแบบรีดแต่เริ่มด้วยเป่าลมอัด ดังนี้

1. ท่อพลาสติกหลอมจะเข้าแม่แบบถูกบีบขยายลงมาจนพาดและความหนาเล็กเท่า ท่อรีดไว้
2. แม่แบบซึ่งอยู่กึ่งกลางจะปิดแนบกัน ท่อเป่าลมขยายลงล่างของท่อถูกบีบติดกันแม่แบบ ปลายด้านบนจะถูกตัดขาดเคลื่อนตัวออก
3. ท่อเป่าลมจะขยายลงประกบกับรูตอนบนพร้อมทั้งอัดลมเข้าไปปลายด้านบนเปิด จะทำให้ท่อพลาสติกยังอ่อนตัวอยู่ถูกอัดเข้าแม่แบบกับแม่แบบ
4. ถ้าแม่แบบเป็นโลหะระบบโรตารีเป็นแหล่งจ่ายลมแม่แบบ จึงทำให้ชิ้นงานเป็น
5. แม่แบบเปิด ชิ้นงานจะตกลง จากขั้นนี้จึงใช้โลหะโรตารีบริเวณตอนบนของท่อขาดและกึ่งกลางของท่อ

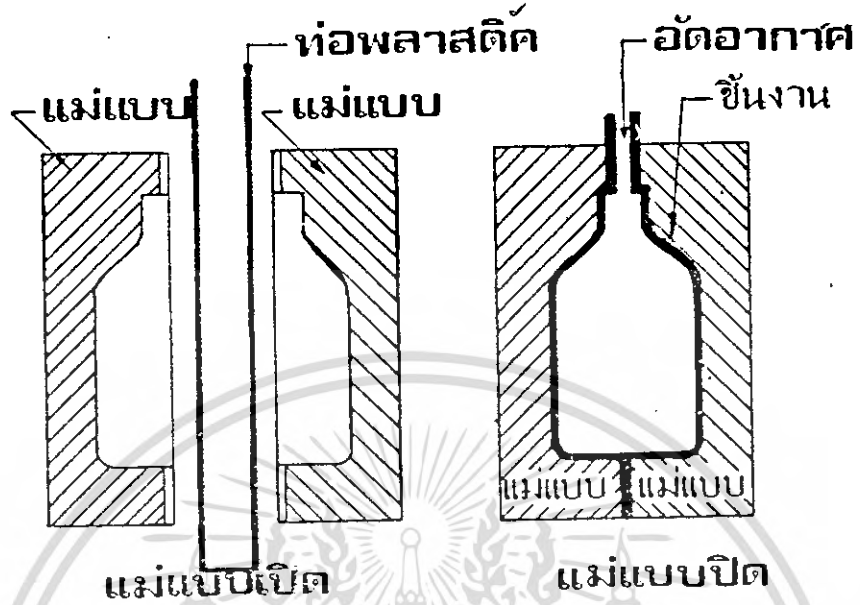
## ชนิดของพลาสติก

เทอร์โมพลาสติกชนิดใช้ได้กับกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ แต่โพลีเอทิลีน และพีวีซี เป็นพลาสติกที่นิยมใช้มากที่สุด

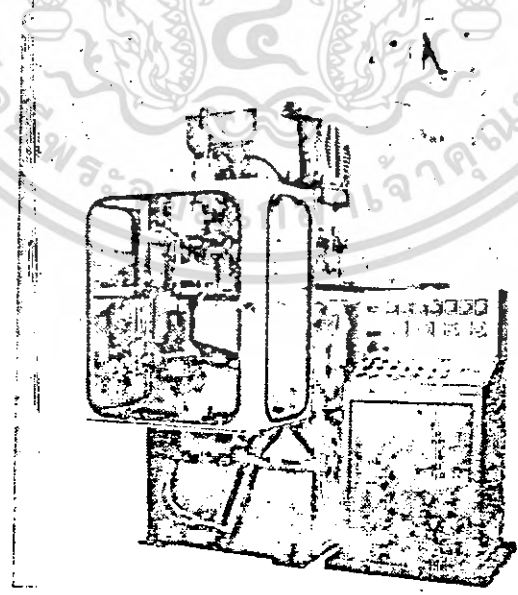
## ชนิดของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผลิตด้วยกรรมวิธีแบบนี้จำนวนมากเป็นขวดพลาสติกเบรรูของเหลวทุกชนิด หรือผลิตภัณฑ์ที่ภายในคงวงมีเปลือกนอกบาง ฉากนอกของผลิตภัณฑ์ผลิตด้วยกรรมวิธีแบบนี้จะไม่เรียบมากนัก เพราะแรงอัดอากาศที่เป่าไม่มากนักผนังของผลิตภัณฑ์จะหนาไม่เท่ากัน บริเวณที่บีบตัวออก ฉากกระเบื้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบเป่า (BLOW MOLDING)



เครื่องเป่า SINCO ทำในประเทศไทย คุณภาพทัดเทียมต่างประเทศ  
ผลิตจากโรงงาน โรง. สนิทราการช่าง โทร. 5853897, 5858661

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# แบบลูกกลิ้ง (Calendering)

## กรรมวิธีการผลิต

วิธีนี้ดัดแปลงมาจากวิธีในอุตสาหกรรมผลิตแผ่นยาง อุตสาหกรรมอื่นที่ดัดแปลงไปใช้ก็มี เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ เลื่อนน้ำมัน และโลหะแผ่น  
ชั้นการผลิต มีดังนี้

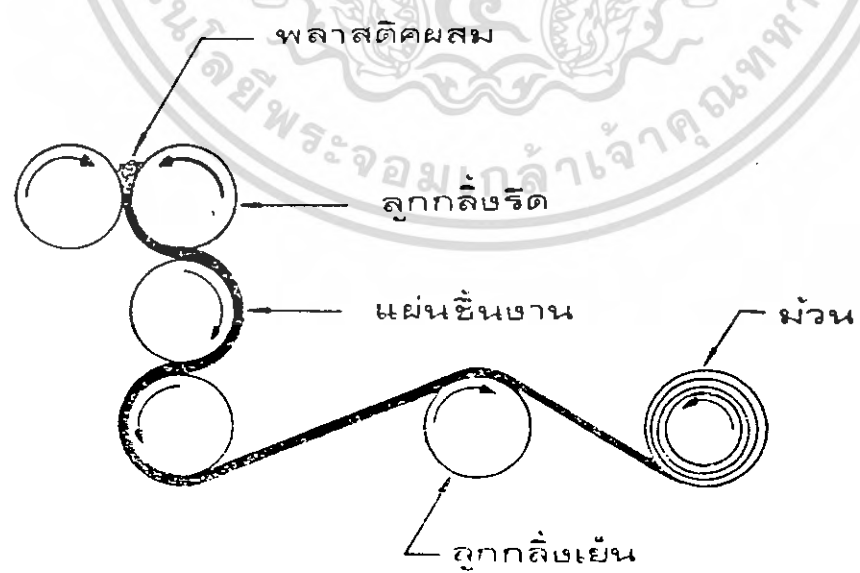
1. ใช้เทอร์โมพลาสติกชนิดเหนียวหรือผง บดผสมกับวัลคูนชนิดอื่น เช่น วัลคูนทำให้แข็งแรง วัลคูนช่วยให้อ่อนตัว และวัลคูนช่วยให้อ่อนตัวเพื่อต้องการให้อ่อนนุ่ม ฯลฯ แล้วนำเอาเครื่องผสมและบดมาไปขัง - เครื่องให้ความร้อน เข้าให้ความร้อนตลอดสาย
2. ส่วนผสมจะเข้าผ่านลูกกลิ้งเบงกอลระบบอก
3. แผ่นงานที่โกระเคลื่อนผ่านลูกกลิ้ง เบงกอลให้แข็งตัวของรูป แล้วเข้าส่วนเก็บคอกใช้

## ชนิดของสารเติม

ใช้เทอร์โมพลาสติก พี.วี.ซี. เป็นสารเติมที่ใช้มากที่สุด นอกนั้นก็ใช้ โพลีเอทิลีน, เบดสโตน, แป้ง, ไขมัน

## ชนิดของผลิตภัณฑ์

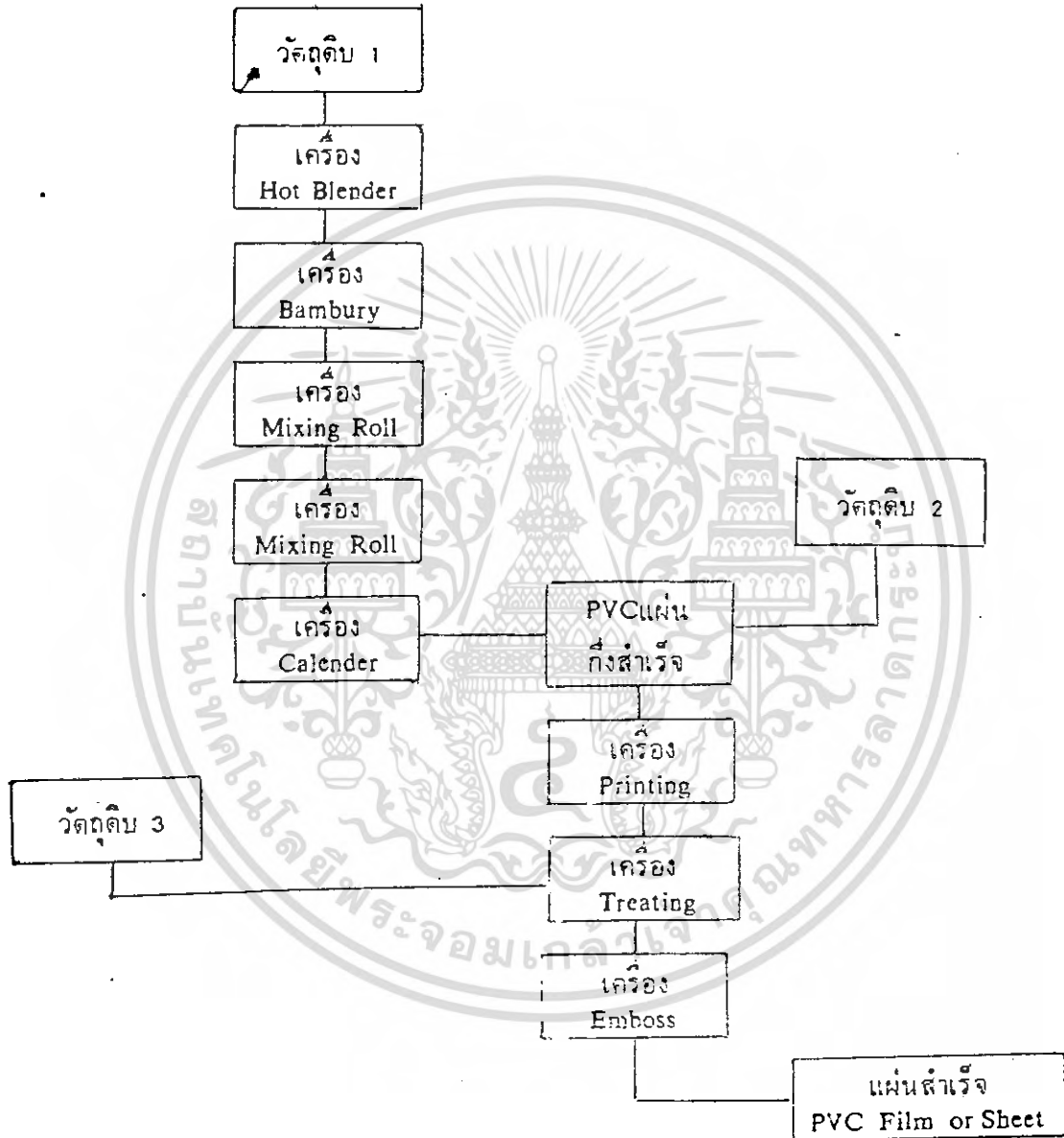
พี.วี.ซี. ชนิดต่างๆ กระเบื้องบาง ฯลฯ



# แบบลูกกลิ้ง (CALENDERING)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**กรรมวิธีการผลิตแผ่นและฟิล์ม พี.วี.ซี.**  
**(P.V.C. FILM & SHEET)**  
 โดยกรรมวิธีแบบลูกกึ่ง CALENDERING



วัตถุดิบ 1 : P.V.C. Resin, Plasticizer, Stabilizer, Lubicant, Other  
 Compounding Chemicals And Pigment

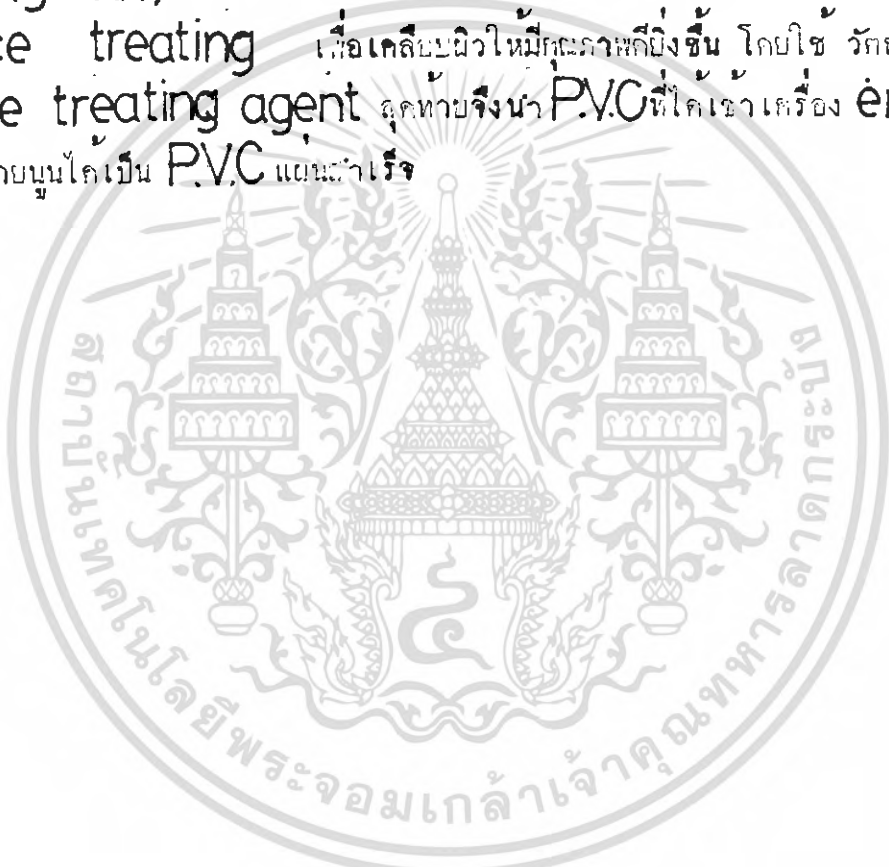
วัตถุดิบ 2 : Printing Ink

วัตถุดิบ 3 : Surface Treating Agent

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นการผลิต

นำวัตถุดิบ 1 ใส่เข้าเครื่อง hot blender เพื่อผสมให้เข้ากันแล้วผ่านเข้าเครื่อง  
 bambury เพื่อผสมด้วยความร้อนและแรงอัดให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน นำวัตถุดิบ  
 นี้ผ่านเครื่อง mixing roll 1 และ 2 เพื่อรีดให้เนื้อ compound ให้อะเอียดยิ่งขึ้น จึงผ่านไปยังเครื่อง calender รีดออกเป็นแผ่น P.V.C.  
 ครึ่งสำเร็จรูป จากนั้นจึงผ่าน P.V.C. แผ่นนี้เข้าเครื่องพิมพ์สีใช้ วัตถุดิบ 2  
 (printing ink) พิมพ์ตามสีที่ต้องการ แล้วจึงผ่าน P.V.C. แผ่นที่โคเข้าเครื่อง  
 surface treating เพื่อเคลือบผิวใหม่มีคุณสมบัติยิ่งขึ้น โดยใช้ วัตถุดิบ 3  
 surface treating agent ดูดซับจึงนำ P.V.C. ที่โคเข้าเครื่อง emboss  
 เพื่อพิมพ์ลายบนโคเป็น P.V.C. แผ่นสำเร็จ



## ประเภทหล่อพลาสติกเหลว CASTING

### แบบหล่อเย็น (simple casting)

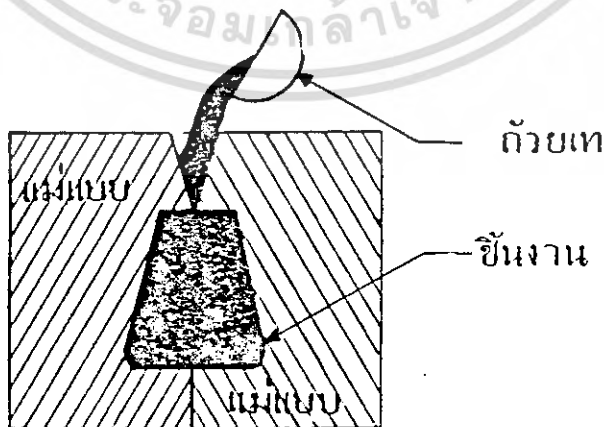
#### กรรมวิธีฉารผลิต

เป็นวิธีการที่ง่าย ไม่ต้องใช้แรงอัด ส่วนความร้อนหรือไม้ก็เคาะสามารถทดลองทำเองได้ การลงทุนต่ำ โดยปกติวิธีนี้ใช้พลาสติกเหลวหล่อลงในแม่แบบ สำหรับพลาสติก เมื่อก็ดำรงไว้ที่ใดของทำไหลลงและคายก่อน ถึงความเป็นจริงแล้วจะไม่ทำ แล้วเคาะวัสดุ, กดลึกหรือคว่ำทำให้ง่าย เพื่อช่วยให้พลาสติกเหลวแข็งตัวเร็วขึ้น วิธีการผลิตแบบวิธีนี้เรียกว่า ชื่อ พลาสติกหล่อ

#### ขั้นการผลิต มีดังนี้

1. เทพลาสติกเหลวที่ผสมตัวทำให้ง่ายลงในแม่แบบซึ่งวางมากใช้แบบข้าง-วิธีโกนแล้วปล่อยให้ไหลแห้งแข็งตัว บางชนิดของน้ำไปอบความร้อนก่อน เช่น การหล่อแบบอะครีลิก (แบบแบบเป็นแบบกระจก)
2. นำพลาสติกที่แข็งตัวออกจากแม่แบบ แล้วนำไปใช้ โค้ง หรือเอาจนนำไปแต่งเนื้อได้อีก

ข้อดีของวิธีนี้ทำให้ได้เนื้อพลาสติกที่ใสกว่า และผิวที่เรียบกว่า เช่น แบบอะครีลิก และลงทุนต่ำ



### แบบหล่อเย็น (SIMPLE CASTING)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของพลาสติก สามารถใช้โพลีเอทิลีน เทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตติง ที่นิยมใช้มี  
 อะคริลิก โพลีเอสเตอร์ อีพอกซีและโพลียูเรเทน  
 ชนิดของ ผลิตภัณฑ์ วิธีที่สามารถผลิตชิ้นงานให้มีรูปร่าง เป็นก้อน แผ่น ฯลฯ ผลิตภัณฑ์  
 ที่ใช้วิธีนี้ เช่น หลอด เข็มฉีดยาหม้อแปลงไฟ ผลิตภัณฑ์พลาสติกหลาย  
 และที่สำคัญคือวิธีนี้ใช้เพื่อเป็นแม่แบบในอุตสาหกรรมประเภต่างๆ  
 อย่างแพร่หลายที่รู้จักกันคือ แม่แบบฉีดพลาสติก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# แม่หลอร้อน (Plastisol casting)

## กรรมวิธีการผลิต

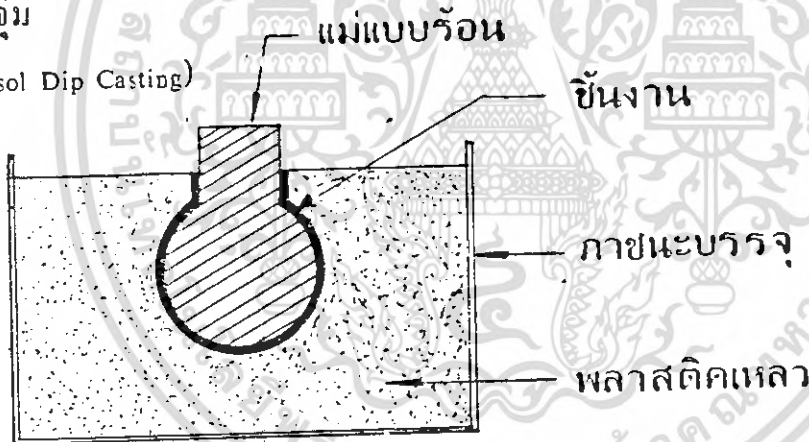
เป็นวิธีที่ใช้กับงานที่มีลักษณะภายในกลวง เช่น ลูกฟุตบอลยาง และถุงมือพลาสติก หลักการของวิธีนี้ คือ เทพลาสติกเหลวลงในแม่ที่ร้อน หรือจุ่มแม่ที่ร้อนลงในพลาสติกเหลว พลาสติกเหลวระเหาะผิวของแม่แม่แข็ง ยิงปล่อยให้พลาสติกเหลวระเหาะจนแห้ง แล้วนำแม่ที่มีพลาสติกเกาะอยู่ไปแช่ในเตาอบที่มีอุณหภูมิ 350 - 400° หรือจะไม้อบก็ได้

กรรมวิธีแม่หลอร้อนนี้แบ่งตามลักษณะการผลิตได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. ชนิดจุ่ม
2. ชนิดเท
3. ชนิดเขี่ย

### 1. ชนิดจุ่ม

(Plastisol Dip Casting)

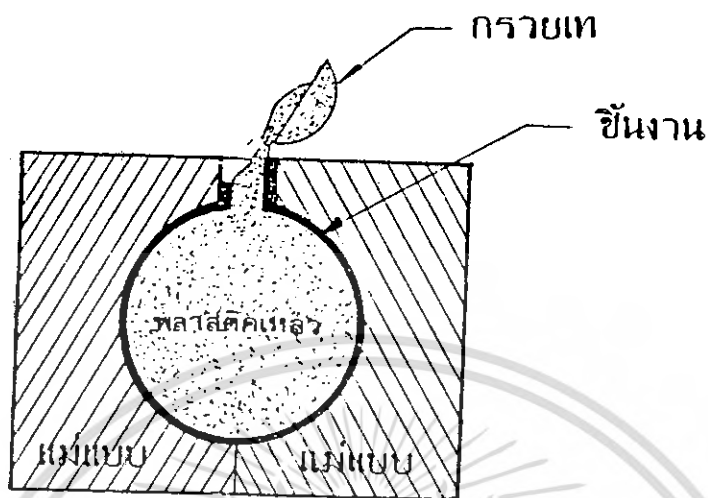


### แบบจุ่ม (PLASTISOL DIP CASTING)

นำแม่ที่ชุบที่ทำไว้ก่อน มีรูปร่างภายในเหมือนชิ้นงานที่ต้องการหลอร้อนลงในอ่างพลาสติกเหลวทิ้งไว้ตามกำหนดเวลา ยกแม่ขึ้นแล้วนำเข้าเตาอบที่มีอุณหภูมิ 350 - 400° ภายตามต้องการ ลอกชิ้นงานออกจากรุ่นแม่แม่แข็ง เป็นวัสดุเชื่อมความร้อน เช่น ดินเผาเคลือบ และโลหะบางชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ชนิดที่ ๒ (Plastisol Slush Casting)

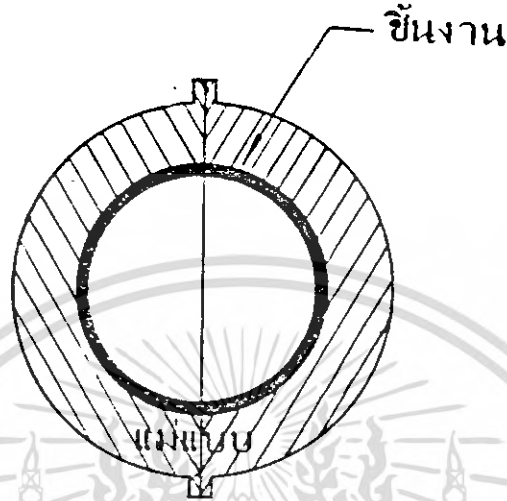


### ชนิดที่ ๒ (PLASTISOL SLUSH CASTING)

เพื่อสร้างลิกเมนต์ลงในแม่พิมพ์ซึ่งมีรูปร่างเหมือนรูปทรงของแบบเหมือนลักษณะภายนอกของชิ้นงาน หลังจากเวลาที่ใช้แล้ว พลาสติกเหลวจะเกาะติดผิวแม่พิมพ์ไว้ตามระนาบหน้าใน เมื่อถึงเวลาที่กำหนดแล้วลิกเมนต์จะออก แม่แบบได้เข้าหาที่อุณหภูมิ 150 – 400 องศาตามเวลาที่กำหนด แม่แบบออกและเอาชิ้นงานออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ชนิดเหวี่ยง (Plastisol Rotational Casting)



**ชนิดเหวี่ยง  
(PLASTISOL ROTATIONAL CASTING)**

เพื่อผลิตพลาสติกปริมาณที่ต่ำลงลงในแม่พิมพ์แบบเหวี่ยงและ  
 ไรโรตารีในแนวตั้งและแนวนอนโดยในพลาสติกเหลวที่ผสมแม่พิมพ์โดยวิธี  
 แบบเหวี่ยงเหวี่ยงตามเวลาที่กำหนด นำแม่พิมพ์มาเปิดเอาชิ้นงาน  
 กรรมวิธีการผลิต ความยากใน ดีวี.บี.และโพลีเอทเธน  
 ชนิดเองผลิตได้ เช่น พลาสติก ของเล่นเด็ก

# ประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น THERMOFORMING

กรรมวิธีการผลิตประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น (thermoforming) เป็นวิธีซึ่งเฝื่อนำมาใช้ในกิจการอุตสาหกรรมเมื่อปี ค.ศ. 1950 นี้เอง เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้มีหลายชนิดต่างกันไปแล้วแต่ชนิดการในงาน แต่มีหลักการใหญ่เหมือนกันคือ นำแผ่นเทอร์โมพลาสติกไปลงไฟให้ร้อนจนอ่อนตัวแล้วนำไปอัดขึ้นรูป ึ่งให้เป็น แผ่นพลาสติก ะคงรูปตามแบบที่อัด

วิธีนี้ใช้กับการผลิตงานในจำนวนมาก บางครั้งจะใช้กับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ หรือแบบ (prototype) ซึ่งสามารถทำแม่แบบได้รวดเร็วและใช้ผลิตงานที่มีขนาดใหญ่ได้ ซึ่งหากจะหาคำอธิบายวิธีแบบนี้จะคงต้องพูดทำแม่แบบและใช้เวลานาน ในบางครั้งอาจไม่มีเครื่องจักรที่ใหญ่ หรือมีขนาดงาน

กรรมวิธีชนิดนี้แบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

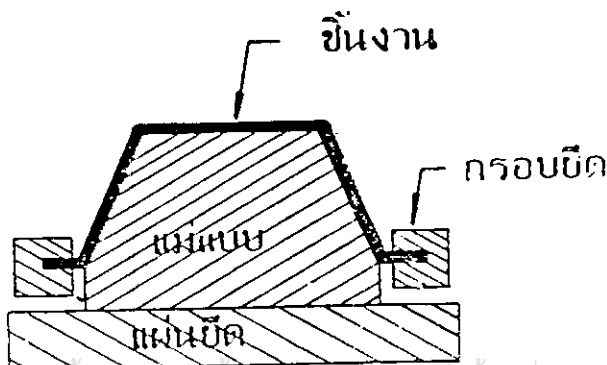
1. อัดด้วยแม่แบบ
2. แบบสูญอากาศ
3. แบบอัดลม

**แบบอัดด้วยแม่แบบ**

## ( Mechanical Thermoforming )

กรรมวิธีการผลิต

1. ปีกแผ่นเทอร์โมพลาสติกกับแผ่นอัด
2. ลงแผ่นพลาสติกให้ร้อนจนอ่อนตัว ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 275 - 400°f
3. กดกรอบซึ่งปีกพลาสติกที่อ่อนตัวลงบนแม่แบบ
4. ึงจนเป็นแข็งแล้ว จึงถอดชิ้นงานออกจากรวม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เอกสารนี้ไปยังผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
**(MECHANICAL THERMOFORMING)**

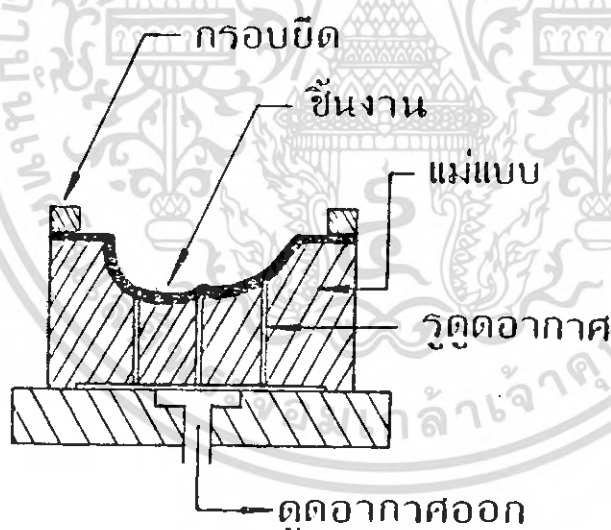
## แบบสุญญากาศ

(Vacuum Thermoforming)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นวิธีที่นำมาใช้มากที่สุด ระยะแรกถูกนำไปใช้ทำแผ่นที่ทางการทหารซึ่งมีลักษณะเป็นภาพหุ่น ต่อมาจึงใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นอย่างแพร่หลาย  
ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. ปิดแผ่นพลาสติกกับกรอบ
2. ฉนแผ่นพลาสติกในอุณหภูมิร้อนจนอ่อนตัว
3. ถลกกรอบลงแนบกับแบบ
4. ดูดอากาศออกจากช่องว่างระหว่างพลาสติกกับแบบ แผ่นพลาสติกที่อ่อนตัวจะแนบสนิทกับแบบ ปล่อยให้เย็นแข็งตัว
5. ถอดชิ้นงานออก



แบบสุญญากาศ

(VACUUM THERMOFORMING)

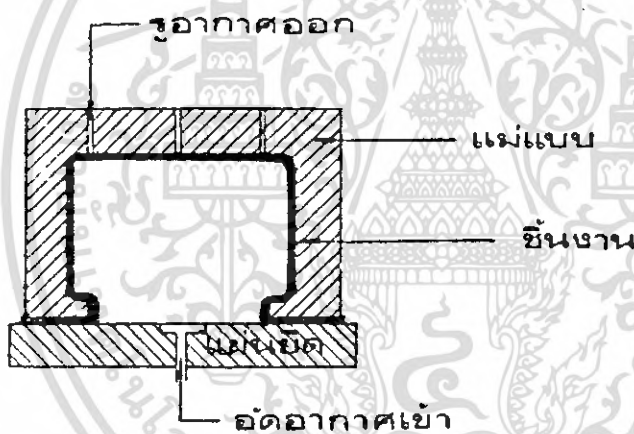
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบลมอัด (Blow Thermoforming)**

กรรมวิธีการผลิต

เป็นวิธีตรงกันข้ามกับแบบสูญอากาศ คือแทนที่จะดูดอากาศออก กลับอัดอากาศ  
ขึ้นการผลิต มีดังนี้

1. ปิดแผ่นพลาสติกกับกรอบ
2. ลนแผ่นพลาสติกให้ร้อนจนอ่อนตัว
3. กดกรอบแม่กับแบบ
4. อัดอากาศเข้าไป แผ่นพลาสติกจะแม่กับแบบอัดอากาศต่อไปจนงานเป็น
5. ถวักงานออก



**แบบลมอัด ( BLOW THERMOFORMING )**

**ชนิดของพลาสติก** เทอร์โมพลาสติกแผ่นทุกชนิดสามารถใช้ได้กับวิธีนี้ ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ โพลีสไตรีน เซลลูโลสติก และอะคริลิก พลาสติกที่ใสมักเป็นพลาสติกที่นานกรรมวิธีการผลิตแบบนี้มากกว่าแบบอื่นเพราะราคาถูก และ บิดตัวได้อีกว่า

**ชนิดของผลิตภัณฑ์** เช่น ภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ข้ายี่หรือร้าน ข้ายี่โฆษณา แผงชั้นใน-ของตู้เย็น เครื่องเล่น ฯลฯ

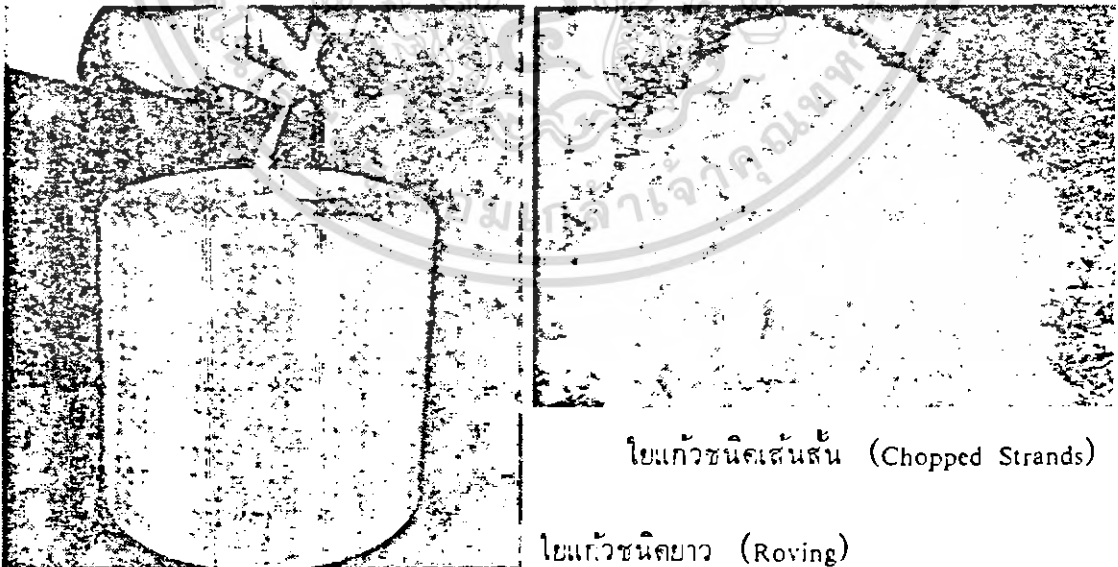
## ประเภทหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง หรือ ประเภทหล่อผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส REINFORCING

ตามความเป็นจริงแล้วกรรมวิธีประเภทนี้คนทั่วไปมักเข้าใจและเรียกเป็นประเภทหล่อผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ทั้งยังไม่แน่ว่าเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกเสียอีก ทั้งนี้เพราะกรรมวิธีประเภทนี้จะใช้แผ่นหรือเส้นใยแก้ว Fiberglass เป็นวัสดุเสริมกำลังผสมกับพลาสติกเหลว เช่น โพลีเอสเตอร์ หรือ อีพอกซีทำเป็นผลิตภัณฑ์ แต่คนให้ความสำคัญกับวัสดุเสริมกำลังใยแก้ว หรือไฟเบอร์กลาสมากกว่า จึงเรียกเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส และเพราะไฟเบอร์กลาส (ใยแก้ว) มิใช่พลาสติก ดังนั้น คนจึงเข้าใจว่าผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสมิใช่ผลิตภัณฑ์พลาสติก

กรรมวิธีการผลิตประเภทนี้มีหลักการใหญ่ คือ ผสมพลาสติกเหลวชนิดใดก็ได้กับวัสดุเสริมกำลัง เช่น แผ่นหรือเส้นของวัสดุพวกใยแก้ว ผ้า บาน และอื่น ๆ เพื่อต้องการให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงเป็นพิเศษมากขึ้น

พลาสติกเหลวที่ใช้จะเป็นชนิดใดก็ได้ แต่ที่นิยมทำเป็นผลิตภัณฑ์ใช้พลาสติกพวกโพลีเอสเตอร์ และอีพอกซี สำหรับวัสดุเสริมกำลังที่นิยมใช้คือใยแก้ว (Fiberglass หรือ Glassfiber) ดังนั้น กรรมวิธีประเภทนี้จึงมักเรียกชื่อว่าประเภทหล่อผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส

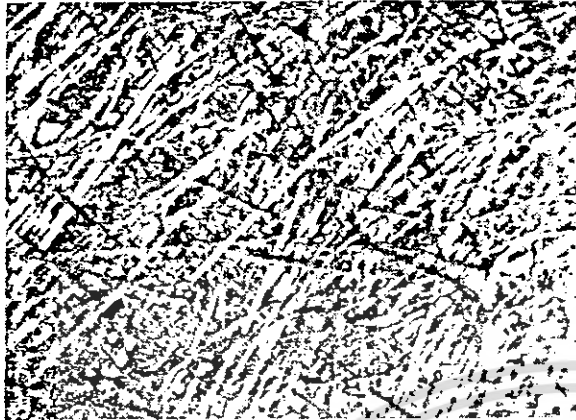
### ตัวอย่างใยแก้ว (Fiberglass)



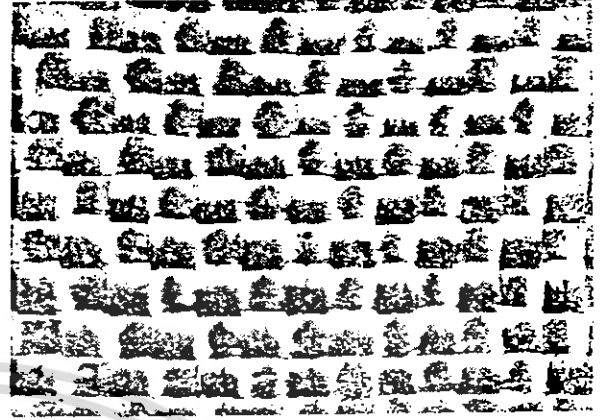
ใยแก้วชนิดเส้นสั้น (Chopped Strands)

ใยแก้วชนิดยาว (Roving)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใยแก้วชนิดเส้นยาว  
(Continuous Strand Mat)



ใยแก้วชนิดผืนทอเส้นยาว  
(Woven Roving)

กรรมวิธีการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสแบ่งออกได้หลายแบบ เช่น

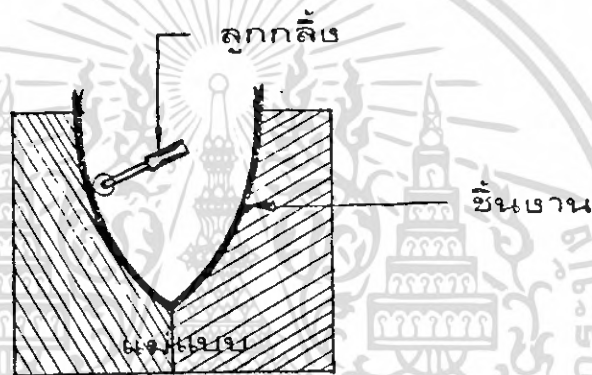
### แบบใช้มือทา (Hand-Lay-Up)

#### กรรมวิธีการผลิต

1. เตรียมแม่แบบที่จะใช้ทำชิ้นงาน ซึ่งอาจเป็นแม่แบบไม้ ปูนพลาสติก โลหะ หรือพลาสติกก็ได้ ผิวของแม่แบบจะต้องขัดเรียบเพื่อจะได้ชิ้นงานที่เรียบและช่วยให้ถอดแบบได้ง่าย
2. ทาน้ำยาถอดแบบ (Release Agent) ซึ่งส่วนมากจะใช้พวกขี้ผึ้งถอดแบบ (Mold Release Wax) หรือ พี.วี.เอ. (P.V.A.)
3. ทาหรือพ่น เจลโค้ต (Gel coat) โดยใช้แปรง หรือเครื่องพ่นเป็นชั้นรองพื้น หรือชั้นผิวหน้า หนาพอสมควรทิ้งไว้ให้แข็งตัว
4. นำวัสดุเสริมกำลังในรูปแผ่น เช่นแผ่นใยแก้ว วางทับลงไป
5. ใช้ลูกกึ่งหรือแปรง กัดหรือทาพลาสติกเหลว (Unsaturated Polyester Resin) ให้ซึมเข้ากับแผ่นใยแก้วให้ทั่ว และไล่ฟองอากาศออกให้หมด วางแผ่นใยแก้วทับลงไปอีกชั้นหนึ่งเพื่อเพิ่มความหนาก็ได้ แล้วทาพลาสติกเหลวทับลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ปลอ่ยให้พลาสติกเหลวแข็งตัวโดยอุณหภูมิปกติ หรือจะนำไปอบให้แข็งตัวเร็วขึ้นในห้องอบก็ได้ ขณะที่พลาสติกกำลังหมาดอยู่ ควรรีบตกแต่งขอบนอกโดยใช้มีดคม ๆ ฉีกนอกจะสะดวกมาก หากปลอ่ยให้พลาสติกแข็งตัวจะทำงานลำบาก
  7. ถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบ โดยใช้สิมมีงไม้ดอก หรือใช้ลมหรือใช้น้ำอัดออก แล้วนำชิ้นส่วนอื่น ๆ เข้าประกอบหรือตกแต่งผิวชิ้นงานให้สวยงามมากขึ้นอีกก็ได้
- ชิ้นงานจะรีดผิวเรียบด้านเดียว คือด้านที่ติดกับแม่แบบ

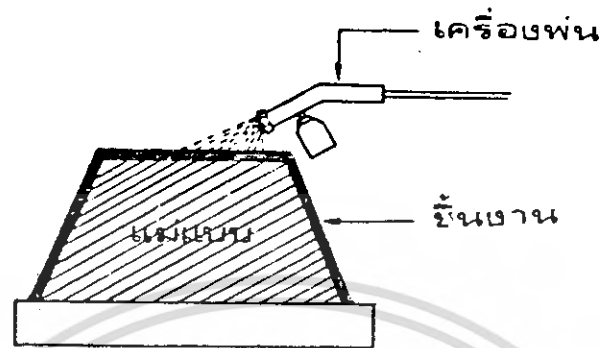


แบบใช้มือทา (HAND LAY-UP)

### แบบใช้เครื่องพ่น (Spray-Up)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีเหมือนกับแบบใช้มือทา ผิดกันตรงที่กรรมวิธีแบบนี้วัสดุเสริมกำลังจะไม่ใช้แผ่น แต่ใช้ใยเส้นใยเส้นยาว (Roving) แล้วตัดให้เป็นท่อนสั้น ๆ พ่นออกมาพร้อมกับพลาสติกเหลวลงไปบนผิวหน้าของแม่แบบเลย และใช้ลูกกลิ้งบดทับช่วยอีกแรงอัดจากเครื่องพ่นจะทำให้เส้นใยกับพลาสติกเหลวเกาะผิวหน้าอย่างสนิท กรรมวิธีแบบนี้ใช้กับการผลิตที่มีจำนวนมาก ชิ้นงานมีผิวเรียบด้านเดียวคือด้านที่ติดกับแม่แบบ



**แบบใช้เครื่องพ่น (SPRAY-UP).**

**แบบใช้แม่แบบอัด (Matched Molding)**

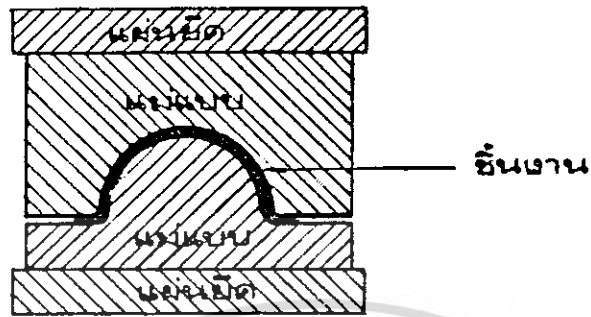
**กรรมวิธีการผลิต**

เป็นกรรมวิธีที่ใช้แรงอัดกับความร้อน ใช้กับการผลิตชิ้นงานที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษ ชิ้นงานมีผิวเรียบสองด้าน เช่นช่วงล่างของตัวถังรถยนต์ เก้าอี้ใช้งานสาธารณะ สนามกีฬา และใช้ผลิตชิ้นงานในปริมาณที่มาก

**ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้**

1. ทาหรือพ่นแม่แบบซึ่งปกติเป็นโลหะและเป็นแม่แบบคู่ คือมีทั้งตัวผู้ตัวเมีย ด้วยน้ำยาถอดแบบ
2. นำวัสดุเสริมกำลังในรูปแผ่นหรือเส้นใยเส้นวางหรือพ่นในแม่แบบตัวล่าง
3. เทพลาสติกเหลวให้ทั่ว ๆ บนวัสดุเสริมกำลัง (เพื่อลดเวลาในแม่แบบ เขานิยมเทพลาสติกเหลวไปบนวัสดุเสริมกำลัง (ใยแก้ว) ให้ทั่วเสียก่อนโดยทำภายนอก รอรจนพลาสติกเหลวเริ่มแข็งตัวพอควรจึงยกไปวางลงบนแม่แบบ)
4. กดแม่แบบด้านบนลงมาพร้อมทั้งให้ความร้อนในแม่แบบ ทั้งไว้ตามเวลาที่กำหนด
5. ถอดชิ้นงานที่ได้ ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

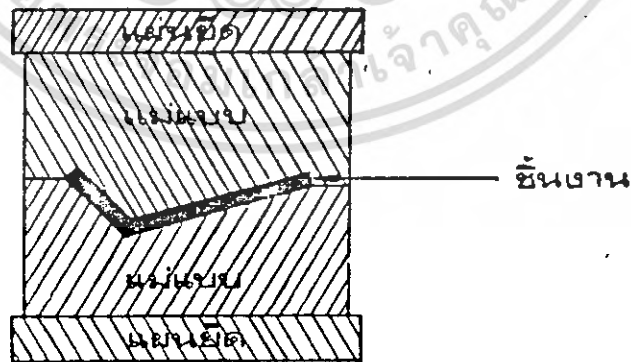


**แบบใช้แม่แบบอัด (MATCHED MOLDING)**

**แบบอัดเหลว (Premix Molding)**

**กรรมวิธีการผลิต**

1. ทาหรือพ่นแม่แบบโลหะด้วยสเปรย์และตัวเชื่อมด้วยน้ำยาถอดแบบ
2. ผสมวัสดุเสริมกำลัง กระจุกเส้นใยสั้น (Chopped) กับพลาสติกเหลวจนมีลักษณะเป็นก้อนนุ่มเรียก Premix หรือ Guak
3. นำวัสดุเสริมกำลังที่ผสมกับพลาสติกเหลวที่ได้ในปริมาณที่พอดี ใส่ลงในแม่แบบ
4. กดแม่แบบลงพร้อมทั้งให้ความร้อน ทั้งไว้นานตามที่กำหนด
5. ถอดชิ้นงานที่ได้ ออก



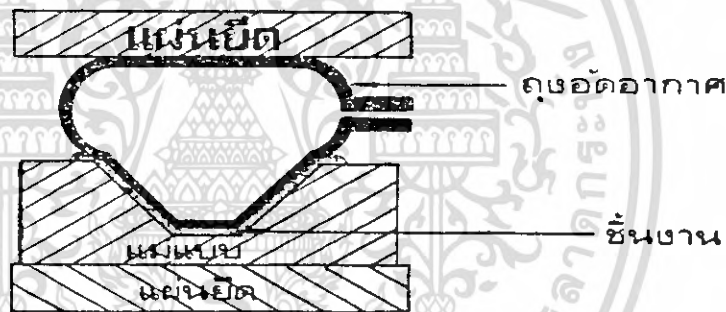
**แบบอัดเหลว (PREMIX MOLDING)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบถลุงอัดอากาศ (Pressure-Bag Molding)

### กรรมวิธีการผลิต

1. ทาหรือพ่นน้ำยาถอดแบบที่แม่แบบ ซึ่งโดยปกติจะเป็นแม่แบบตัวเมีย
2. วางวัสดุเสริมกำลัง ซึ่งผสมกับพลาสติกเหลวลงบนแม่แบบ ตามกรรมวิธีแบบใช้มือทา หรือแบบใช้เครื่องพ่น
3. วางถุงอัดอากาศบนวัสดุเสริมกำลังผสมพลาสติกเหลว
4. อัดอากาศเข้าในถุง ด้วยแรงอัดประมาณ 20–50 ปอนด์/ตร. นิ้ว ถุงอัดอากาศจะอัดให้วัสดุเสริมกำลังซึ่งผสมกับพลาสติกเหลวแนบกับแม่แบบ ทั้งไว้จนกระทั่งชิ้นงานแข็งตัว
5. ปลอยอากาศจากถุง และถอดชิ้นงานออก



## แบบถลุงอัดอากาศ (PRESSURE-BAG MOLDING)

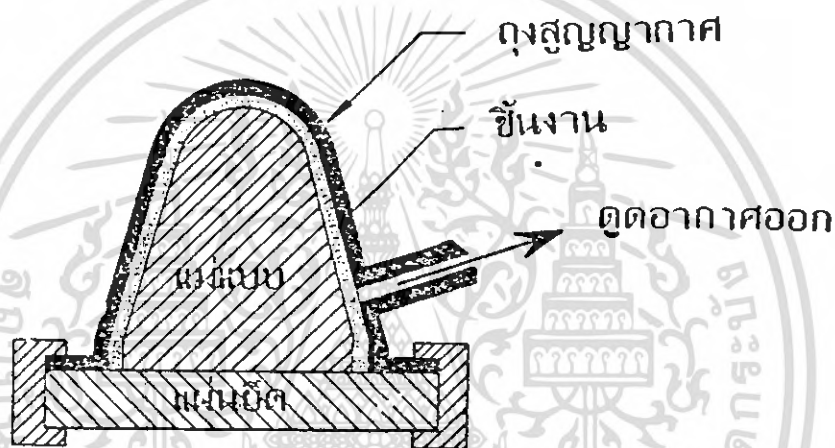
## แบบถลุงสูญญากาศ (Vacuum-Bag Molding)

### กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีแบบนี้มีลักษณะตรงกันข้ามกับแบบใช้ถุงอัดอากาศ คือแทนที่จะอัดอากาศเข้าไปกลับดูดอากาศออกให้เป็นสูญญากาศ และแม่แบบแทนที่จะเป็นตัวเมียกลับเป็นแม่แบบตัวผู้ มีกรรมวิธีตามลำดับขั้นดังนี้

1. ทาหรือพ่นน้ำยาถอดแบบลงบนแม่แบบตัวผู้

2. ทาพลาสติกเหลวและวัสดุเสริมกำลังบนแม่แบบ เหมือนกับกรรมวิธีแบบใช้มือทาหรือใช้เครื่องพ่น
3. วางถุงสุญญากาศยางชนิดหนาลงทับ
4. ตูดอากาศออกทำให้เกิดสุญญากาศภายใน ถุงยางจะอืดวัสดุเสริมกำลังแนบกับแม่แบบ ทั้งไว้จนชั้นงานแข็งตัว
5. ถอดชิ้นงานออก



### แบบถุงสุญญากาศ (VACUUM-BAG MOLDING)

ชนิดของพลาสติก กรรมวิธีการผลิตประเภทหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง (Reinforcing) สามารถใช้ได้กับพลาสติกเหลวทุกชนิด แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ โพลีเอสเตอร์ ส่วนพวกอีพอกซีใช้มากรองลงมา ใช้กับของที่ต้องการคุณภาพที่ดีกว่า

ชนิดของผลิตภัณฑ์

กรรมวิธีแบบใช้มือทา — ใช้ชิ้นงานที่ผลิตจำนวนน้อย ชิ้นงานใหญ่ หรือพวกงานทดลองออกแบบ เช่น เรือ เฟอร์นิเจอร์ ฯลฯ ลงทุนต่ำ นิยมใช้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีแบบใช้เครื่องปั่น — ใช้ทำชิ้นงานที่ต้องการความรวดเร็วกว่าแบบใช้มือทำ กรรมวิธีแบบนี้เส้นใยซึ่งเป็นเส้นยาว (Roving) แล้วถูกตัดภายในเครื่องปั่นเป็นเส้นสั้น ๆ (Chopped strands) และผสมกับพลาสติกเหลวที่หิวพัน ให้ความแข็งแรงและทำงานได้รวดเร็วกว่า กรรมวิธีแบบนี้นิยมใช้ในประเทศอุตสาหกรรม ทำภาชนะบรรจุ เช่น ถังบรรจุของเหลวเรือ อ่างอาบน้ำ และผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสประเภทต่าง ๆ

กรรมวิธีแบบใช้แม่แบบอัด — ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเป็นจำนวนมากคุณภาพดี ผิวเรียบทั้งสองด้าน เช่น แก้วอินังในสนามกีฬาหรือโบว์ลิ่ง หมวกสนามสำหรับช่างก่อสร้าง ตัวถังรถยนต์บางชนิด ฯลฯ ลงทุนสูง กรรมวิธีแบบอัดเหลว — ใช้เหมือนกับแบบแม่แบบอัด แต่ชิ้นงานต้องการความแข็งแรงน้อยกว่า เพราะวัสดุเสริมกำลังที่ใช้เป็นแบบเส้นใยสั้น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผลิต เช่น ถาด ถล่อง ฯลฯ

กรรมวิธีแบบถุงอัดอากาศ และแบบถุงสุญญากาศ — ใช้ทำชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ และผลิตเป็นจำนวนมาก มีผิวหน้าเรียบด้านเดียว ความหนาไม่เสมอกันตลอด เช่น เรือ ฯลฯ และถุงอัดอากาศจะให้ผิวเรียบมากกว่าแบบถุงสุญญากาศ (ผู้เขียนไม่แนะนำให้ใช้)

หมายเหตุ : กรรมวิธีประเภทหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง หรือประเภทหล่อผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ยังมีอีกหลายวิธี รายละเอียดในหนังสือเรื่องไฟเบอร์กลาส ซึ่งได้พิมพ์ออกจำหน่ายพร้อมกันแล้ว

## ชื่อย่อของพลาสติกชนิดต่าง ๆ

ABS	Acrylonitrile-butadiene-Styrene-Copolymers	PUR	Polyurethane
AMMA	Acrylonitril Methylmethacrylate-Copolymers	PVAC	Polyvinylacetate
CA	Cellulose Acetate	PVAL	Polyvinylalcohol
CAB	Cellulose Acetate Butyrate	PVB	Polyvinylbutyral
CAP	Cellulose Acetate Propionate	PVC	Polyvinylchloride
CF	Cresolformaldehyde	PVCA	Vinylchloride-Vinylacetate-Copolymers
CMC	Carboxymethylcellulose	PVF	Polyvinylfluoride
CN	Cellulose nitrate	PVFM	Polyvinylformal
CP	Cellulose propionate	SAN	Styrene-Acrylonitrile-Copolymers
CS	Casein	SB	Styrene-Butadiene-Copolymers
EC	Ethylcellulose	SI	Silicones
EP	Epoxide	SMS	Styrene- $\alpha$ -Methylstyrene-Copolymers
MF	Melamineformaldehyde	UF	Urea Formaldehyde
PA	Polyamide (Nylon)	UP	Unsaturated Polyester
PC	Polycarbonate		The following abbreviations are generally used in literature
PCTFE	Polychlorotrifluoroethylene	PB	Polybutene
PDAP	Polydiallylpbthalate	PI	Polyimide
PE	Polyethylene	PMP	Polymethylpentene
PETP	Polyethyleneterephthalate	PPO	Polypbenylenoxide
PF	Phenolformaldehyde	MDI	Diphenylmethane-4-4'-Diisocyanate
PIB	Polyisobutylene	TDI	Toluylene-Diisocyanate
PMMA	Polymethylmethacrylate (Acrylic)		
POM	Polyoxymethylene	A	Acetal
PP	Polypropylene	P	Polyester Film
PS	Polystyrene		
PTFE	Polytetrafluoroethylene		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Intended use	Material
TRANSPORTATION	ABS
CONSTRUCTION	ACETAL
PACKAGING	ACRYLIC
HOT SEWERS	ALKYD
TOYS	AMINO
CONSUMER PROD.	CELLULOSE
ELECTRICALS	CAB CAP
CHEM. HANDLG.	DAP
SPORTS EQUIP'T.	EPOXY
CAMERAS/OPTICS	FLUORO-PL
AEROSPACE	NYLONS
SIGNS	PHENOLICS
LIGHTING	PPO
METAL PARTS	P-SULFONE
CHROME PLATING	POLYCARB
LOW FRICTION	P-ETHYLENE
Sheet Forming	POLYESTER-1
EXTRUDED PARTS	POLYESTER-2
ISSN MACHINES	PI
TELETYPE	P-AMIDE-1
	PP
	PPS
	PES
	P-STYRENE
	PVC (VINYL)

\*Imposter 1 - excellent to good flame retardant properties  
 With the appropriate chemical modification, it is possible to produce

ตารางที่ 3 แสดงลักษณะของพลาสติกกับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่สามารถใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวางที่แสดงให้เห็นนั้น จะพบกลุ่มของพลาสติกที่ใช้ทำเครื่องเรือน  
คือ ABS, ACRYLIC, AMINO, PHENOLICS, PPO, POLYCARB,  
POLYESTER(TS) AND (TP), PP, POLYSTYRENE, PVC

กลุ่มพลาสติกนี้จะถูกนำไปใช้เป็นส่วนต่างๆของเฟอร์นิเจอร์ และหาก  
มีขนาดที่ไม่ใหญ่มากนัก เช่น เฟอร์นิเจอร์เล็ก ก็อาจใช้สร้างเป็นพลาสติก-  
ล้นบ แต่สำหรับเฟอร์นิเจอร์ขนาดใหญ่ เช่น โต๊ะทำงาน ตู้ เก้าอี้ จำเป็นต้อง  
ใช้ร่วมกับวัสดุประเภทอื่นๆ เนื่องจากข้อจำกัดในด้านการลงทุนผลิตแม่แบบ

คุณสมบัติของพลาสติกนั้น มีทั้งแต่ขนาดชนิดที่ไม่ทนต่ออะไร เรื่อยไปจนถึง  
แข็งแรงกว่าเหล็ก ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ผู้ผลิต ผู้ออกแบบมีสิทธิที่จะเลือกไปตาม  
ความประสงค์.



การวิเคราะห์กรรมวิธีผลิตในระบบอุตสาหกรรม

	จำนวนต้นตอทั้ง	ขั้นตอนการทำงาน	คน/คน	ความละเอียดของทีมงาน	ชนิดพลาสติกที่ผลิตได้
<b>1. MOLDING.</b>					
COMPRESSION.	2	3	2	2	2
TRANSFER.	2	3	2	2	2
INJECTION.	3	3	1	3	3
EXTRUSION.	3	3	1	2	3
BLCW.	3	3	1	2	3
<b>2. THERMOFORMING.</b>					
MECHANICAL.	2	2	3	2	2
VACUUM.	2	2	2	1	2
BLOW.	2	2	2	1	2

สรุป กรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิต คือ กรรมวิธี INJECTION

ข้อมูลจากหนังสือ "พลาสติก" เขียนโดย "พิเชฐ เลี่ยมพิพัฒน์"

สรุปผลข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านวัสดุ และกรรมวิธีการผลิตแล้วนั้น สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ออกได้ดังนี้

1. วัสดุที่เลือกมาใช้ในการออกแบบส่วนประกอบหลักต่างๆ คือ ABS.
2. กรรมวิธีการผลิตชิ้นส่วนหลักต่างๆที่จะออกแบบ ให้สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม และ เหมาะสมกับลักษณะงานเลือก กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด [INJECTION-MOLDING]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องเขียนกระดาษ ที่ใช้ในห้องเรียน

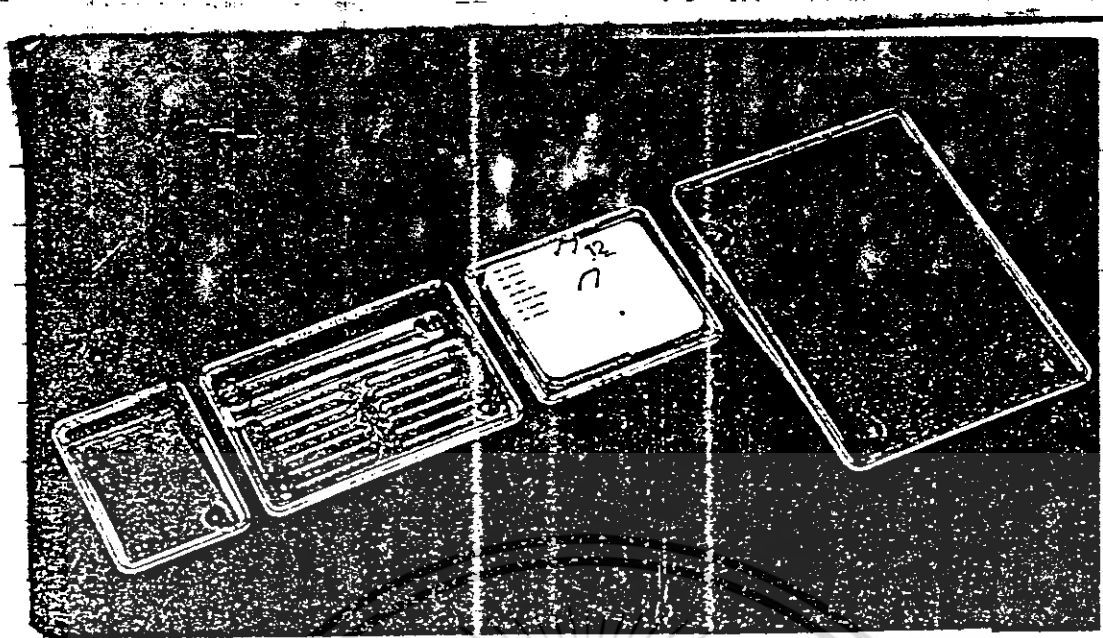


- ภาพแสดง เครื่องมือ เครื่องใช้ของชุมชนที่ระดมกัน ซึ่งมี กรม ไรศกักรกระดาษ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เครื่องเขียนกระดาษ รวมอยู่ด้วย  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- ภาพแสดง เครื่องมือและเอกสาร  
ที่วางไว้ ร่วมกับเครื่องมือเครื่องใช้อื่น ๆ  
ที่ติดกับตัวใบอนุญาตในสำนักงาน

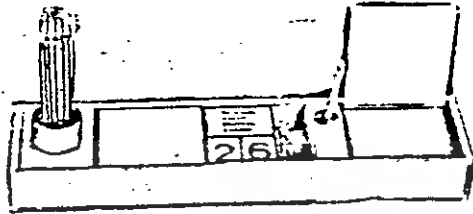
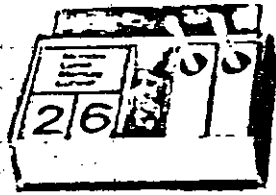
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ใช่ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และตัดต่อภาพหรือเสียงใดๆ ทั้งสิ้น หากมีผู้พบเห็น  
แจ้งได้ที่ โทร. 112 หรือ โทร. 02-254-4444



ชุดอุปกรณ์ที่ทำจากพลาสติกใส จักวางกลับเปลี่ยนตำแหน่งได้

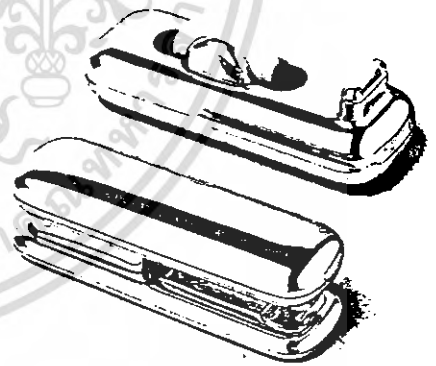


- ภาพแสดงกล่องที่ผู้บรรจุเก็บอุปกรณ์เครื่องใช้ เครื่องมือที่ใช้ร่วมกัน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่อนุญาตเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เหมือง เครื่องมือช่าง เครื่องมือเครื่องใช้ในงานทั่วไป ในส่วนกลางทั่ว ๆ ไป ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



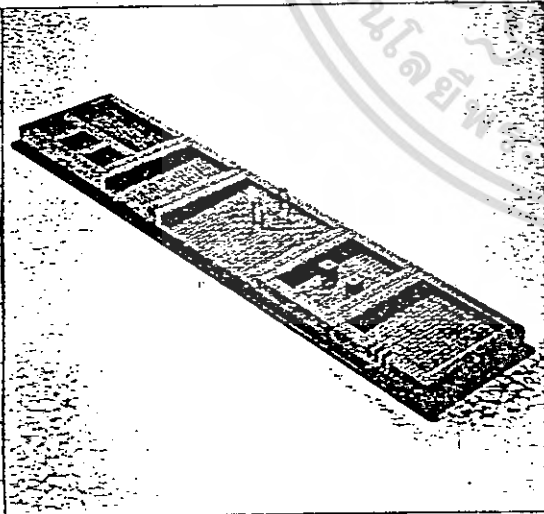
ชุดอุปกรณ์ที่ทำจากพลาสติก เป็นลักษณะ  
ตายตัว ไม่สามารถสลับตำแหน่งได้

6069



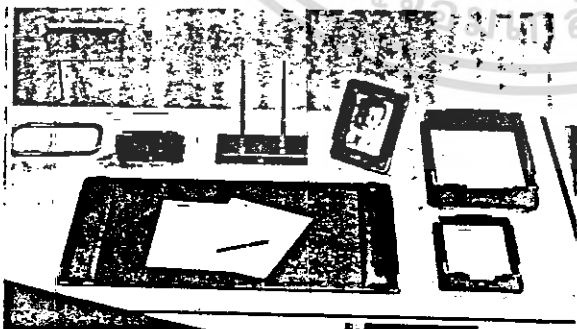
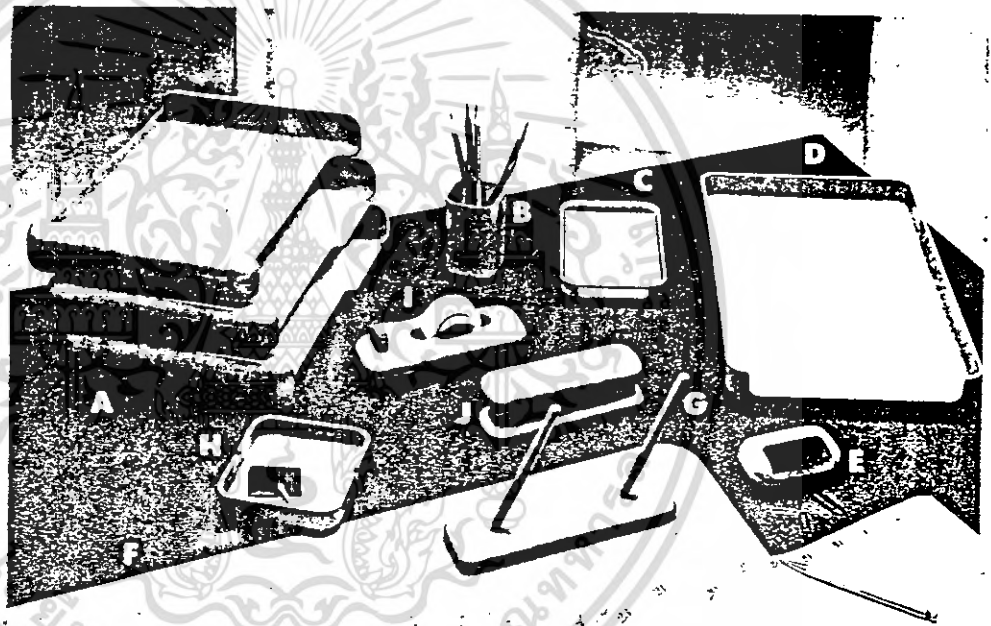
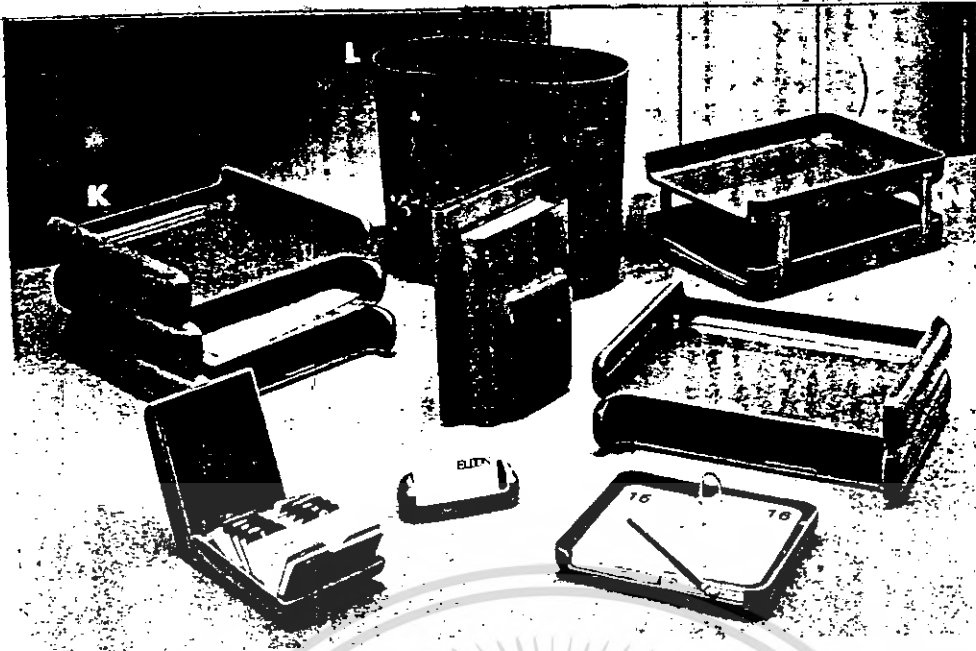
6068

6095



ชุดอุปกรณ์ที่ทำจากไม้ สามารถหักวาง  
เปลี่ยนตำแหน่งได้โดยการถือเข้ามุม  
แล้วแต่ความโค้งของการงออยู่ใช้

สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามใช้เพื่อตัดแปดสิ่งของ และต้องอ้างอิงถึง 6093 เอกสารทุกครั้งในการนำไปใช้

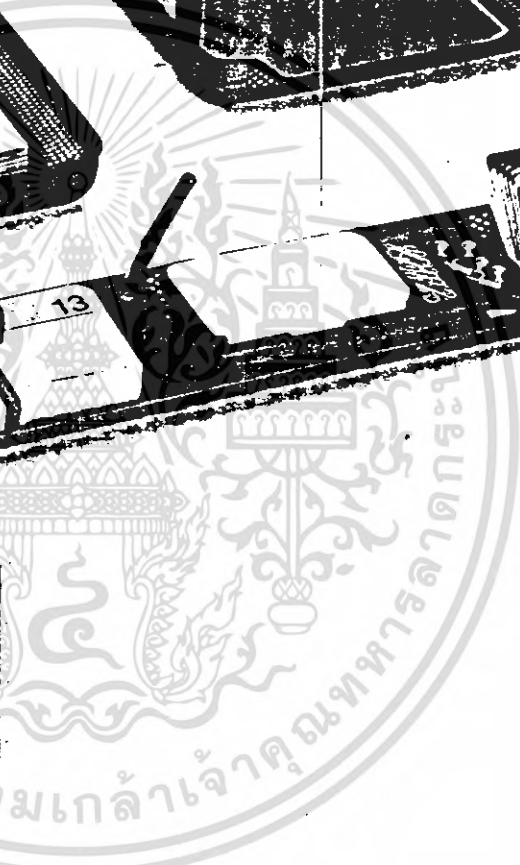
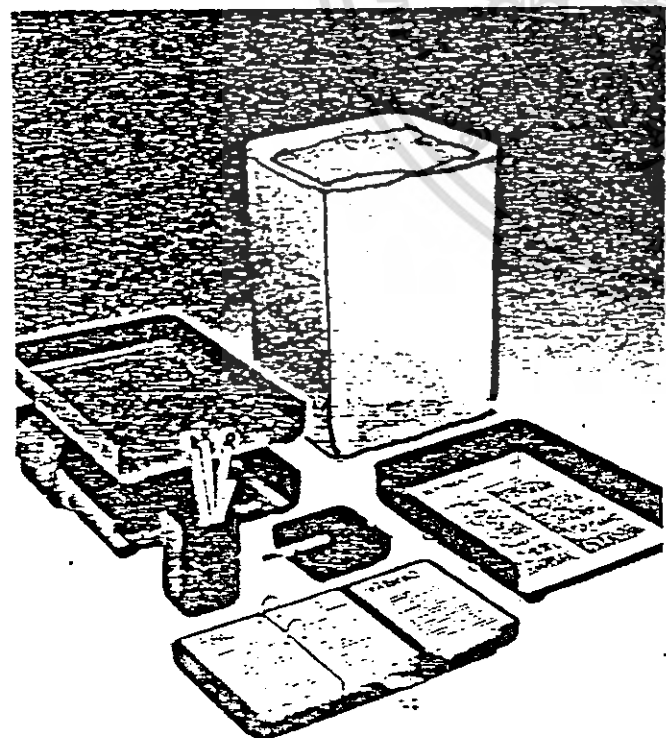
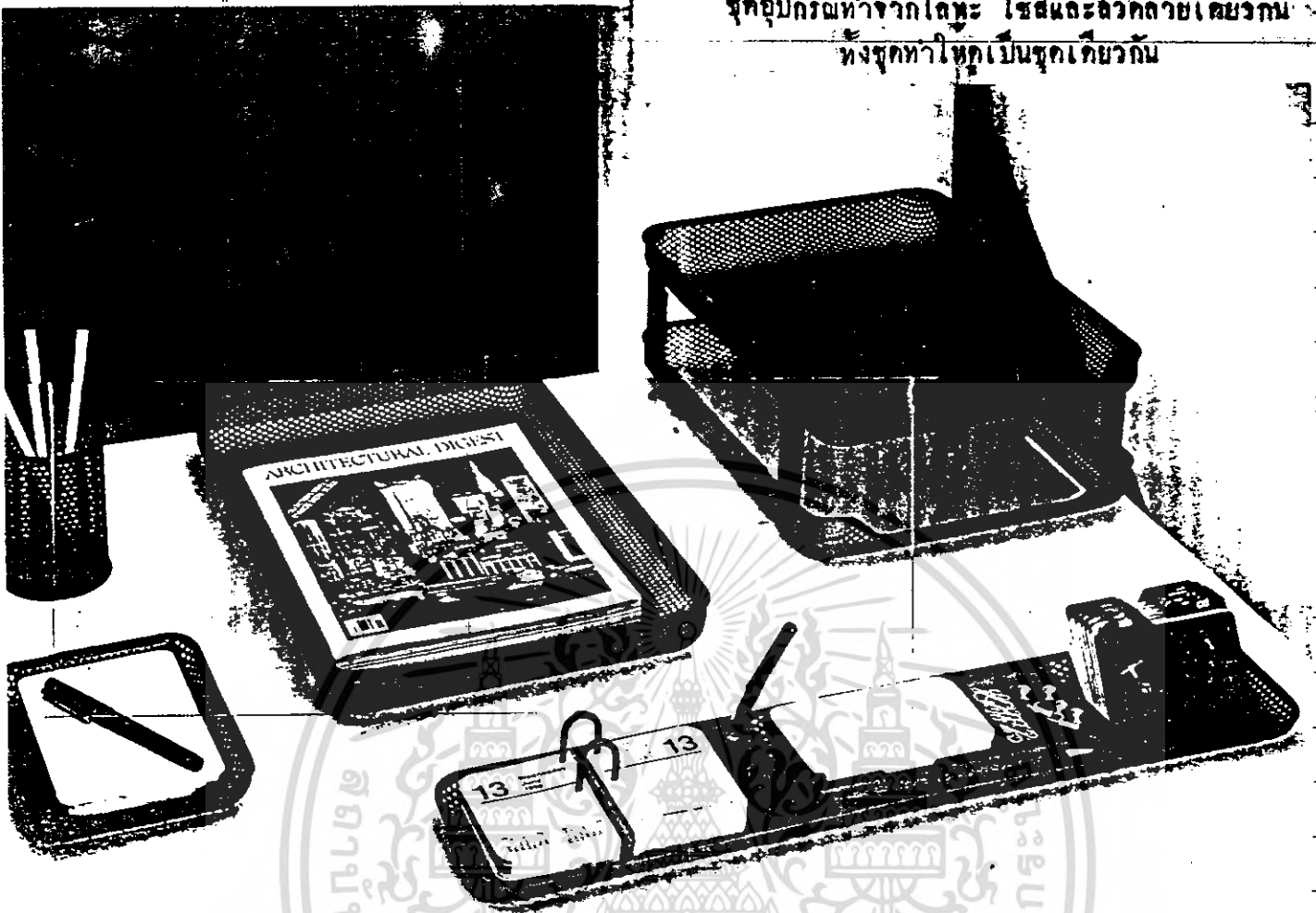


ชุดอุปกรณ์ท่ทำจากพลาสติก ใ้มีการจัดวางแบบอิสระของชิ้นส่วนต่างๆ

ชุดอุปกรณ์ท่ทำจากหนัง

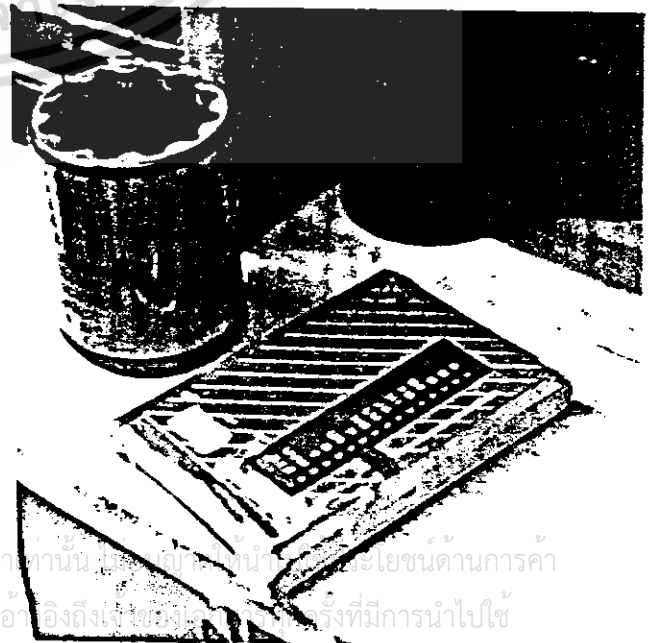
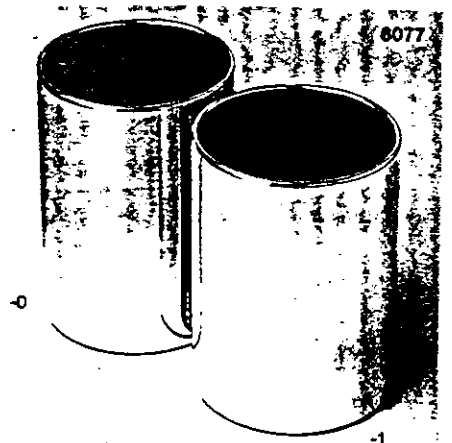
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดอุปกรณ์ทำจากโลหะ ใส่นิและลวดภายในเดียวกัน  
ทั้งชุดทำให้อายุเป็นชุดเดียวกัน



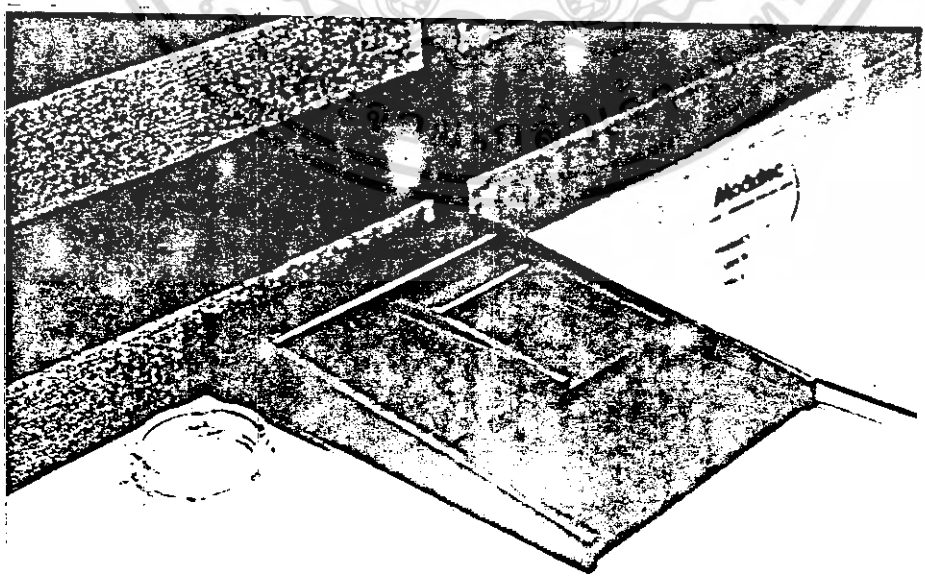
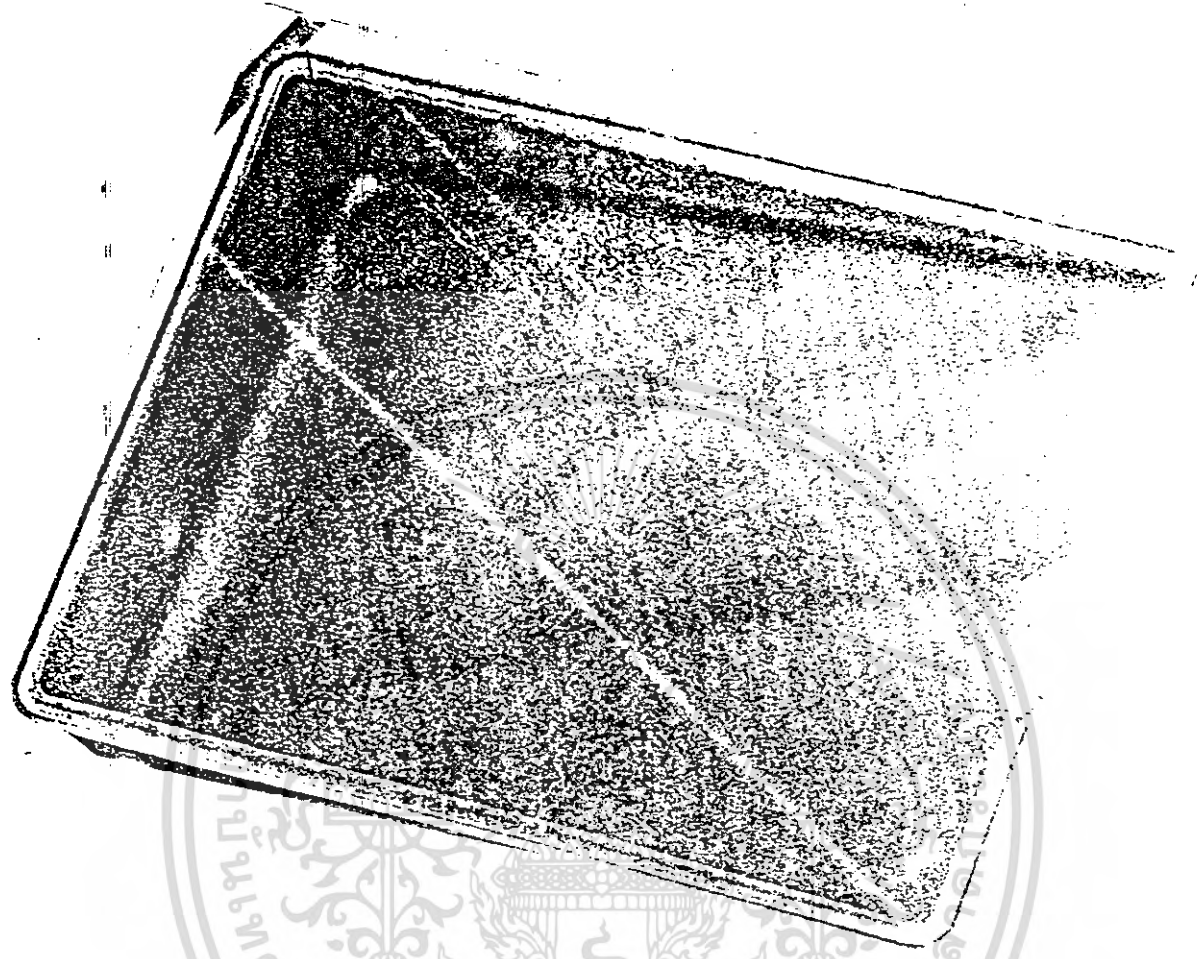
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้นฉบับอิสระแล้วแก่ความประสงค์ที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ได้นำคืนอยู่ในห้องกลาง

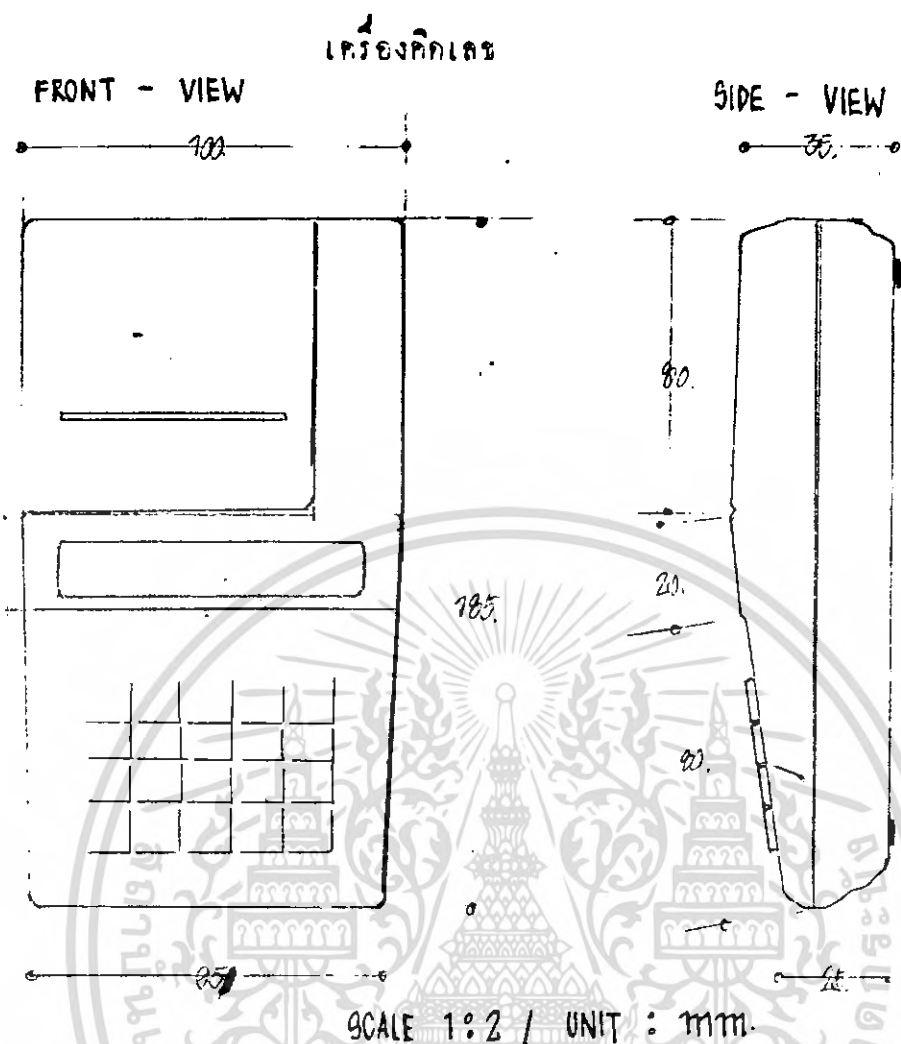


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น... ไม่สามารถนำ... ห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ใส่กระดาษ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เครื่องที่เลือกมาใช้ เป็นเครื่องยี่ห้อ PANASONIC รุ่น JE - 612 P.  
ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

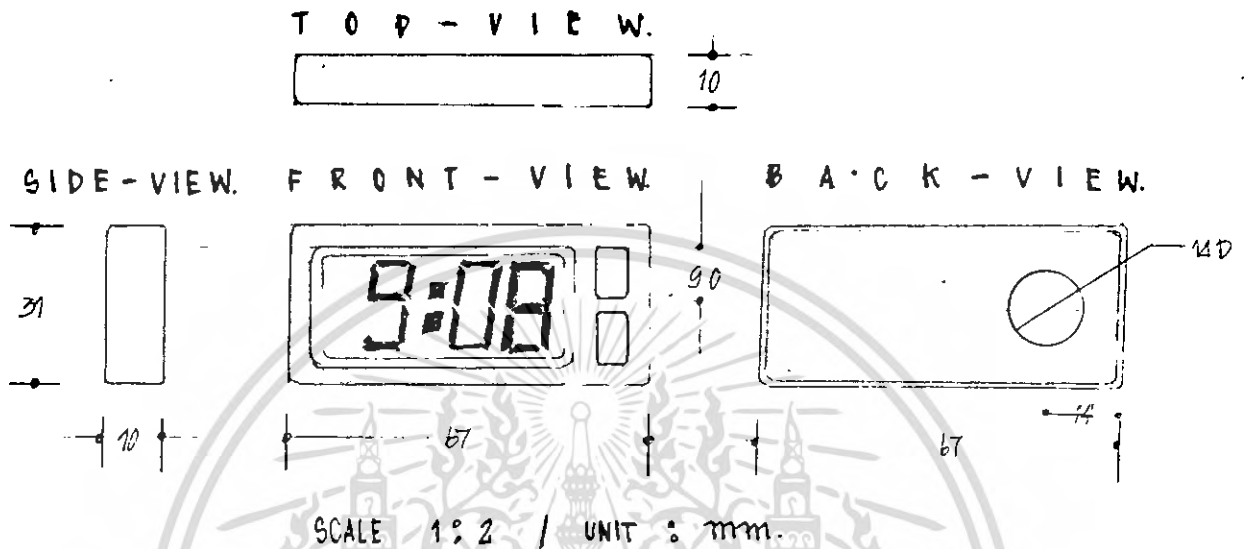
1. มีตัวเลขแสดงผลเป็น LCD. โดยมีทั้งหมด 10 หลัก
2. ใช้กระดาษพิมพ์ขนาด 5.7 ซม.
3. มีระบบ MEMORY เพื่อช่วยในการคำนวณ และระบบบิกอ็อกโคโนมิก
4. มีระบบช่วยคำนวณต่างๆดังนี้
  - บวก , ลบ , คูณ , หาร
  - ถอดเศษแควรรูท
  - คิกเปอร์เซนต์
5. ใช้ BATTERY ขนาด AA จำนวน 4 ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## นาฬิกา

นาฬิกาที่เลือกมาใช้ในการออกแบบเป็น ยี่ห้อ CASIO

มีคุณสมบัติดังนี้



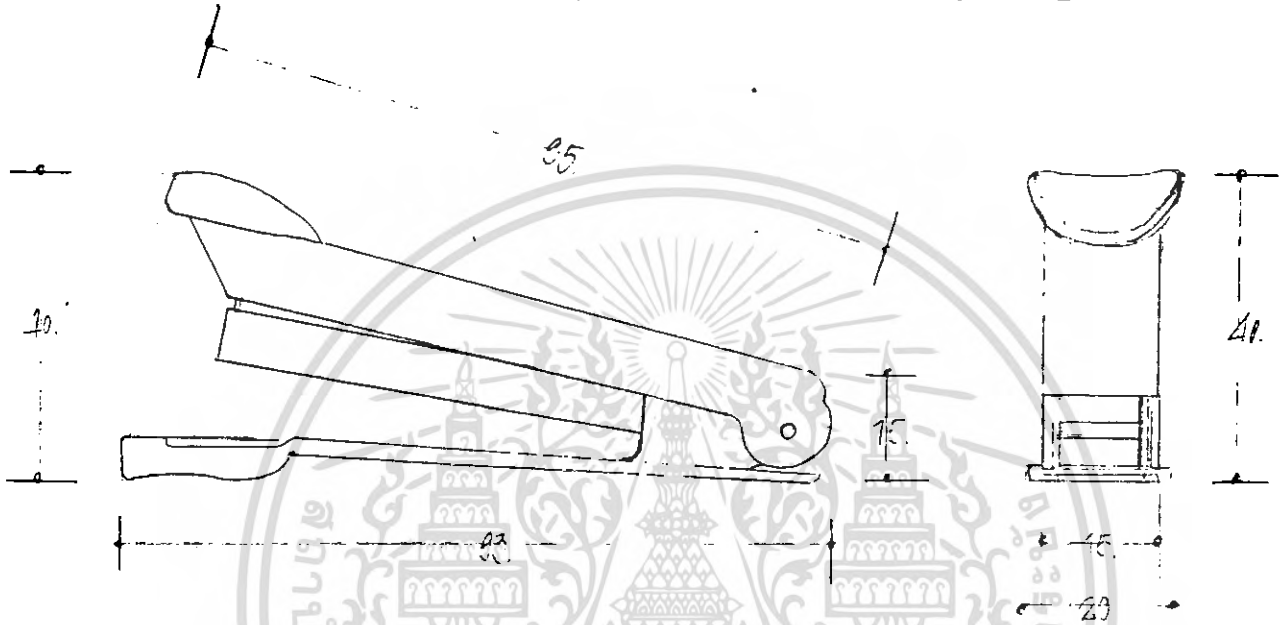
1. ตัวเลขบอกเวลาเป็น LCD. ขนาดตัวเลขสูง 2.00 ซม. กว้าง 0.9 ซม.
2. มีปุ่ม 2 ปุ่ม โดยมีคุณสมบัติดังนี้
  - สามารถบอกเวลาได้เป็น ชั่วโมง และ นาที
  - สามารถบอกวันที่ และ เดือน
  - สามารถตั้งเวลา และวันที่ได้โดยการกดปุ่ม
3. ใช้ BATTERY ก้อนกลมเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์เบ้มกระกาศ (ชนิดใช้ใส่เบอร์ 10 )

F R O N T - V I E W .

S I D E - V I E W .

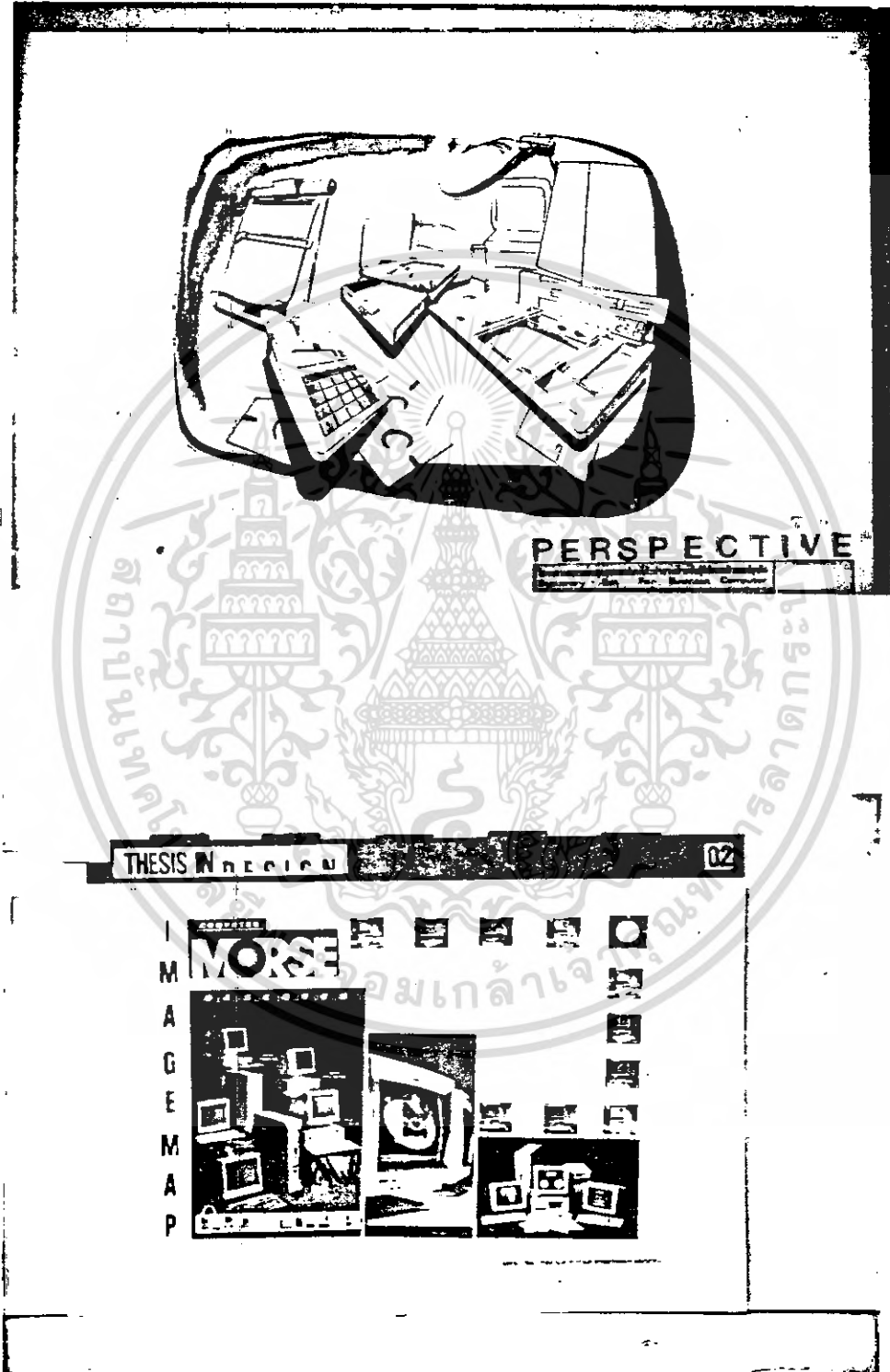


SCALE 1 : 1 / UNIT : mm.

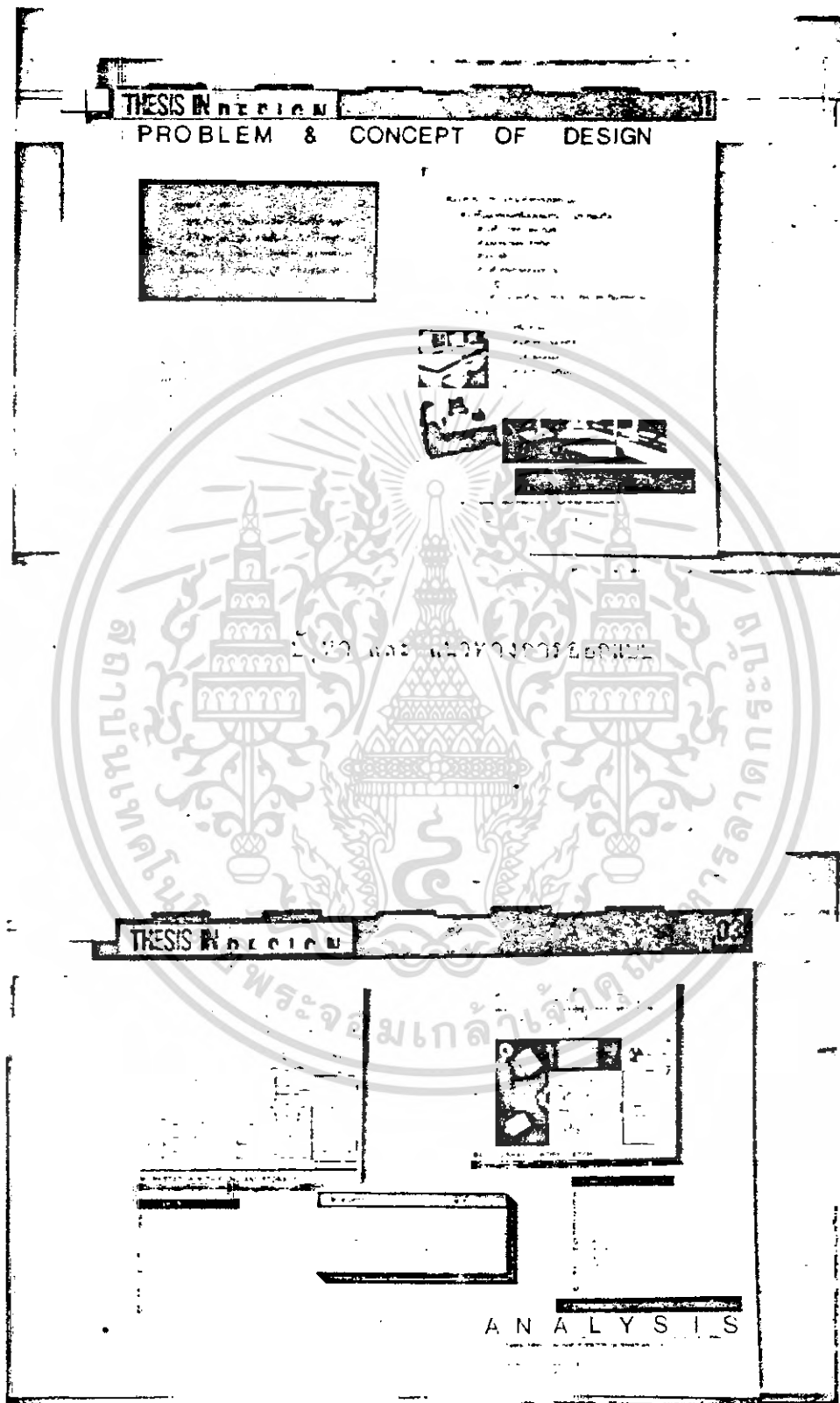
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



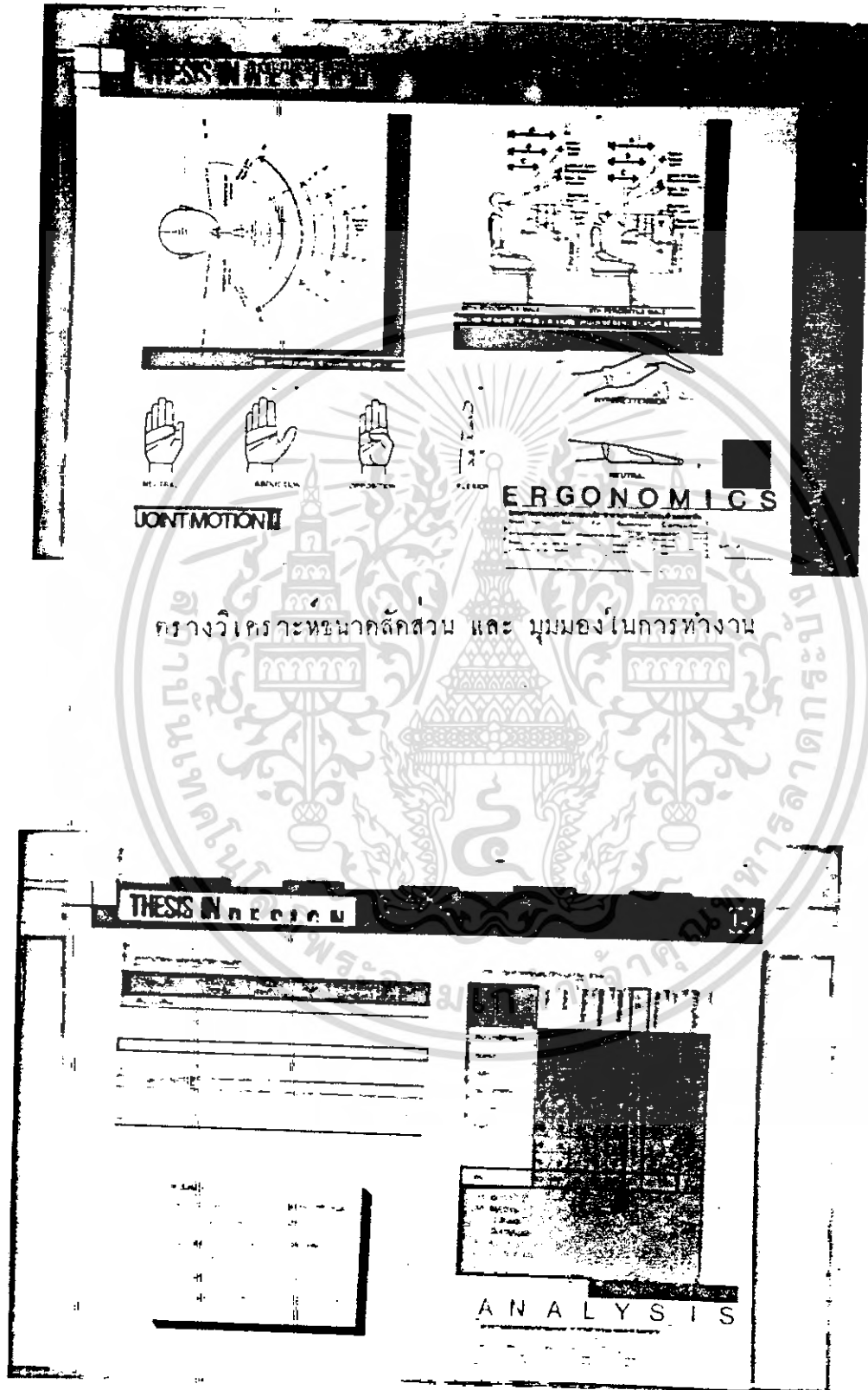
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

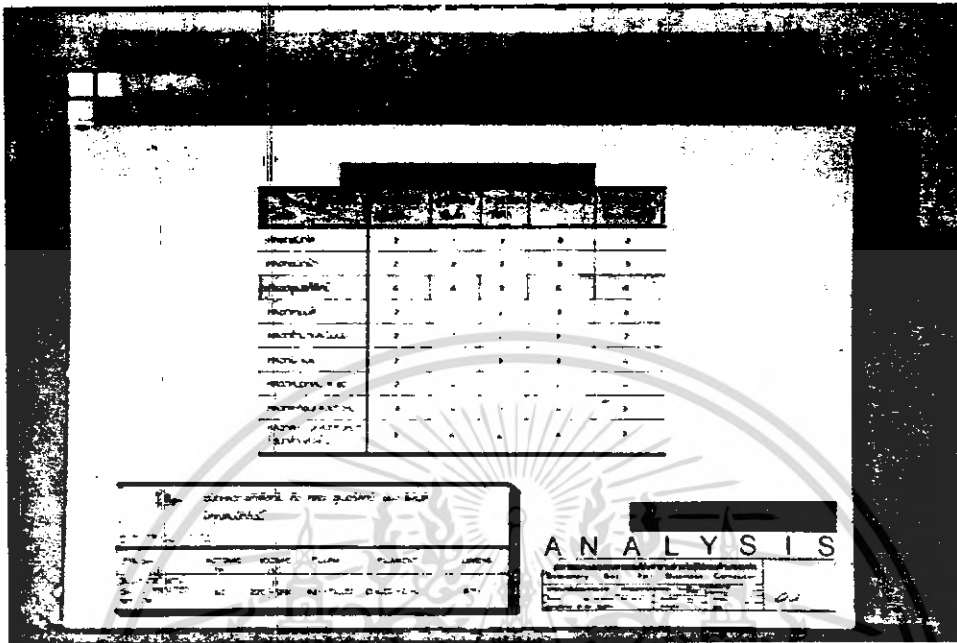


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้นอกจากนี้ เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

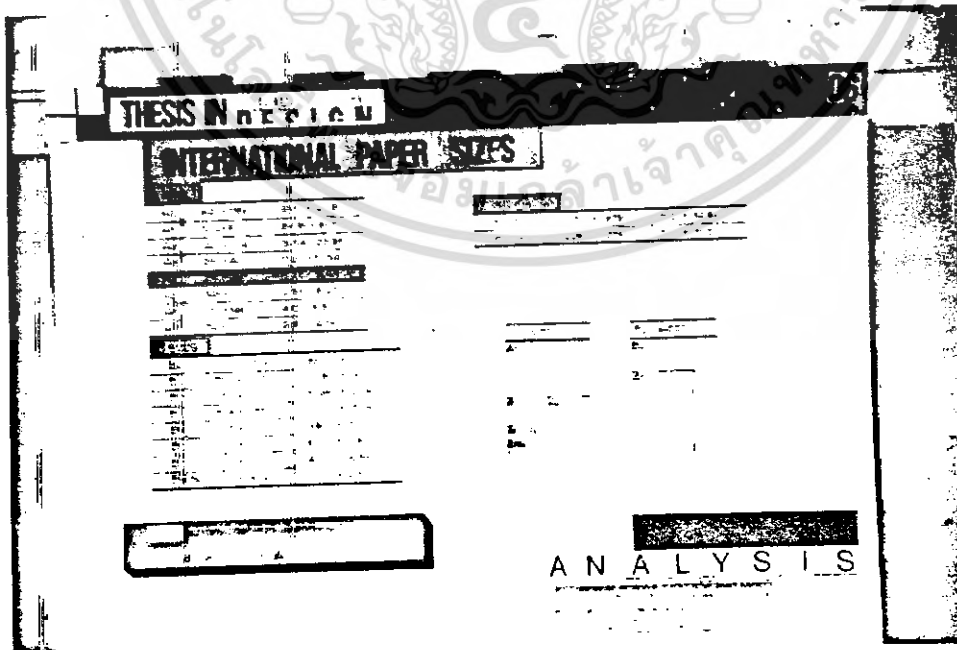


ตารางวิเคราะห์ทัศนาคัดสวาม และ มุมมองในการทำงาน

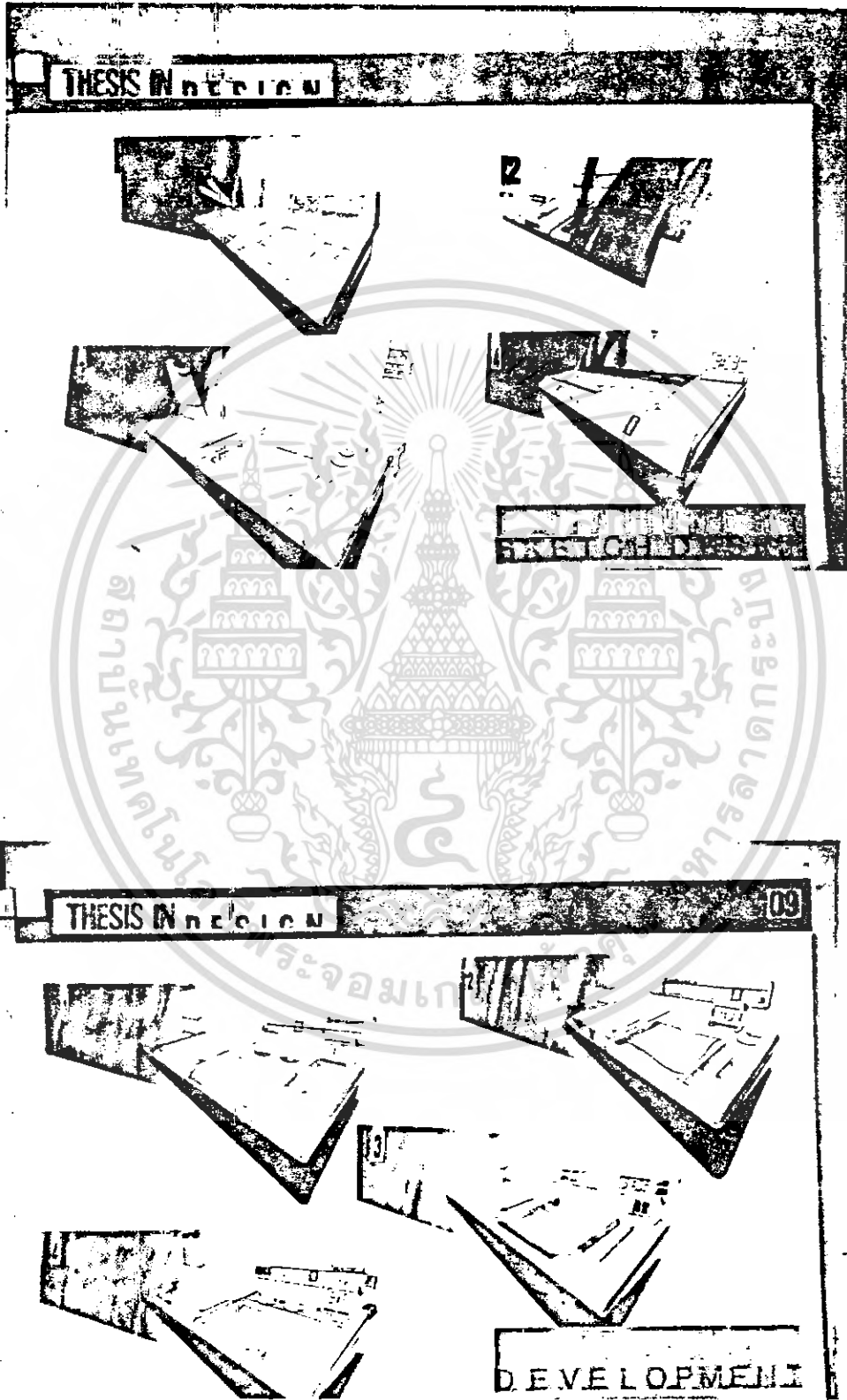
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



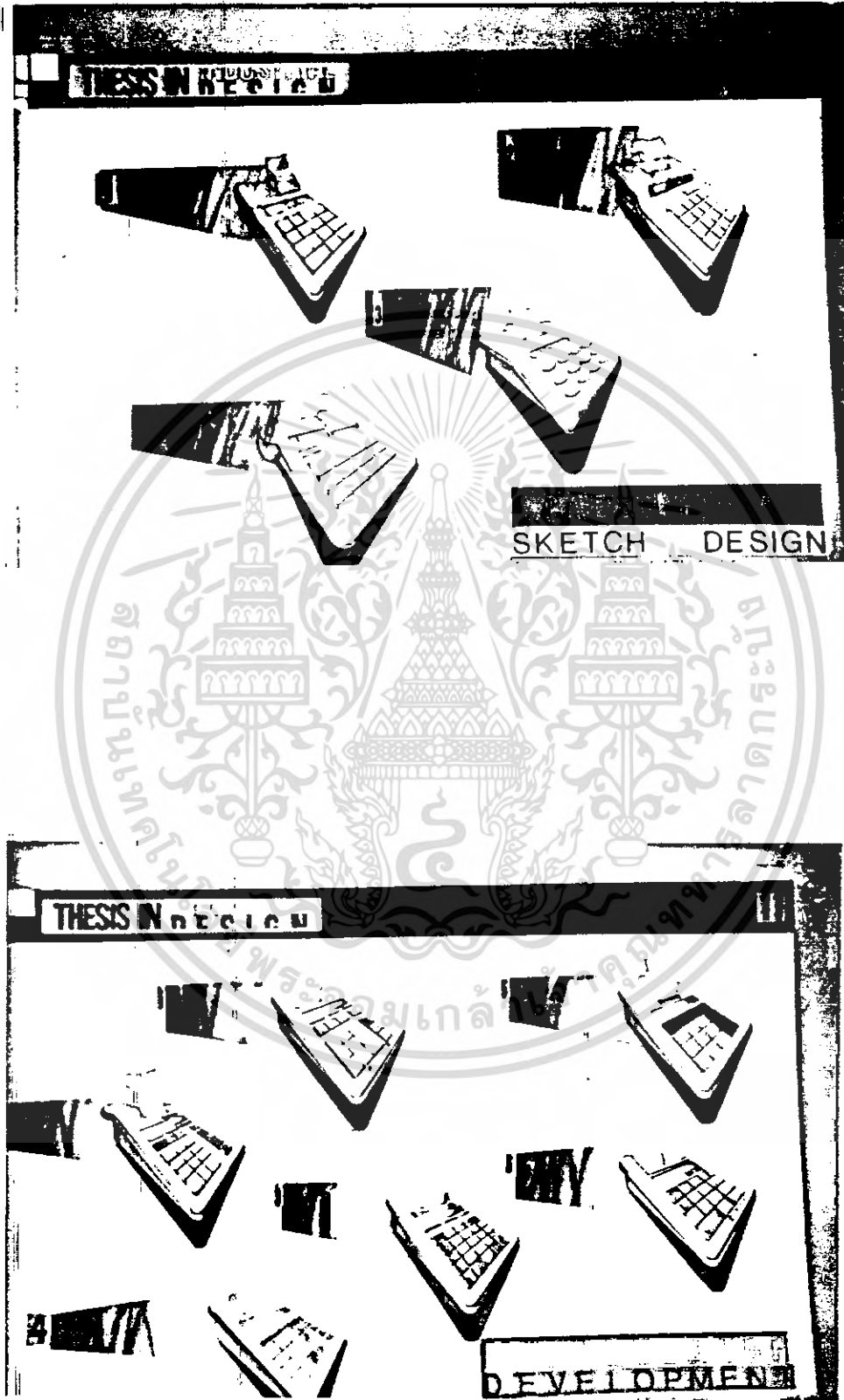
ตารางวิเคราะห์เทคนิคของหลอดไฟ



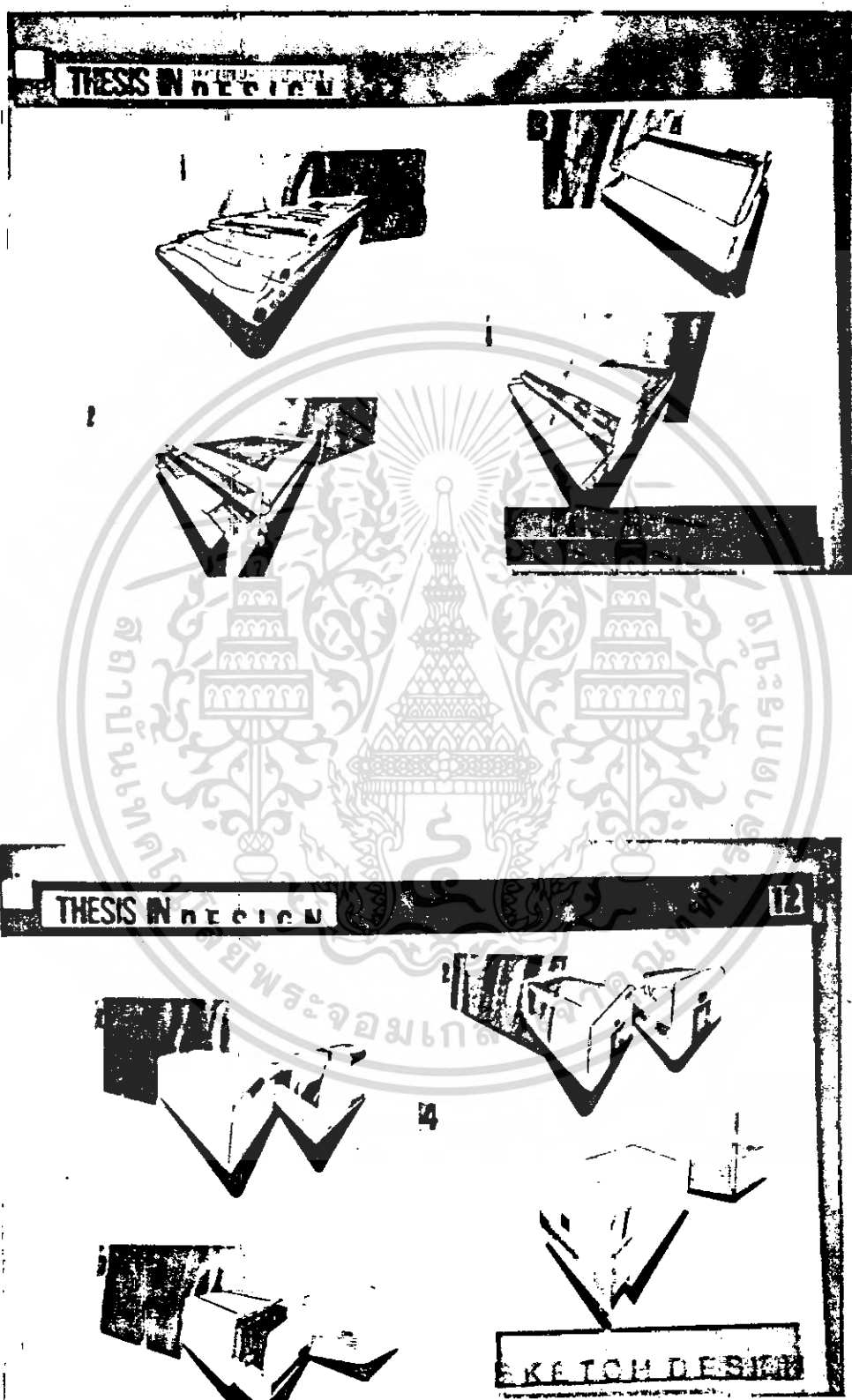
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



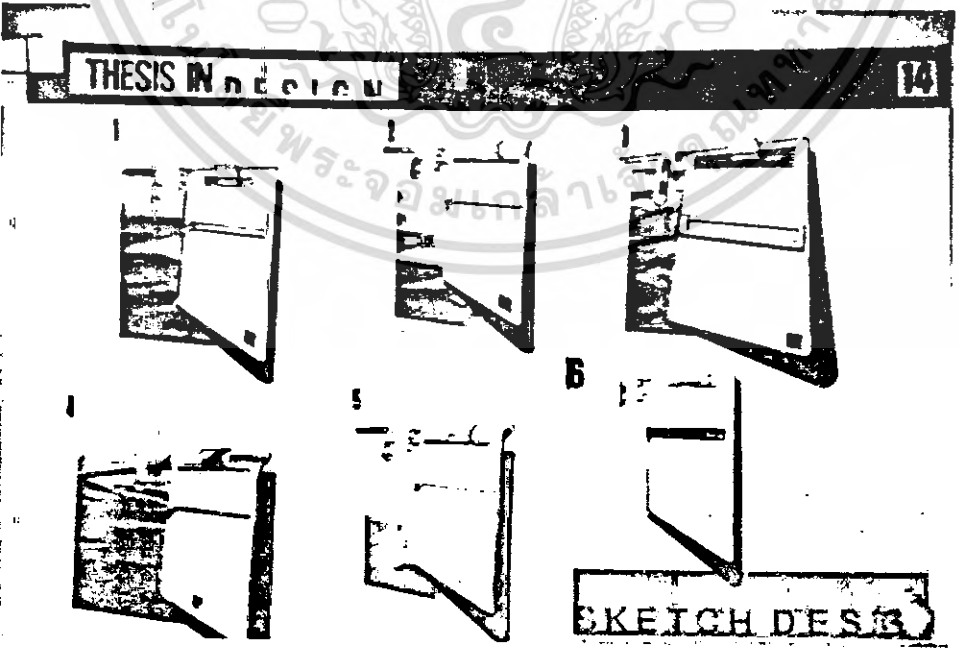
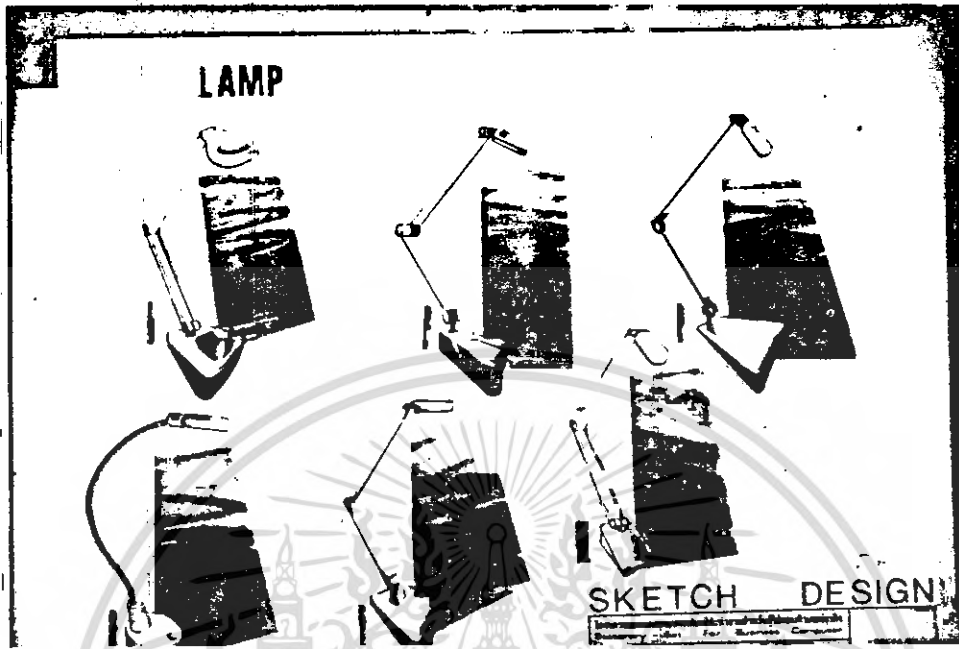
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

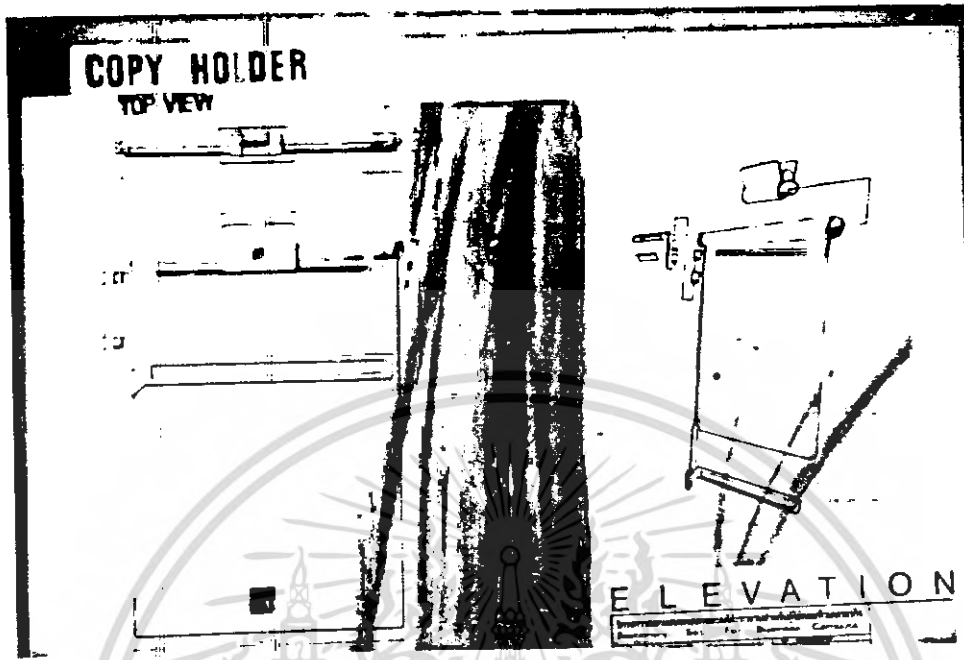


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

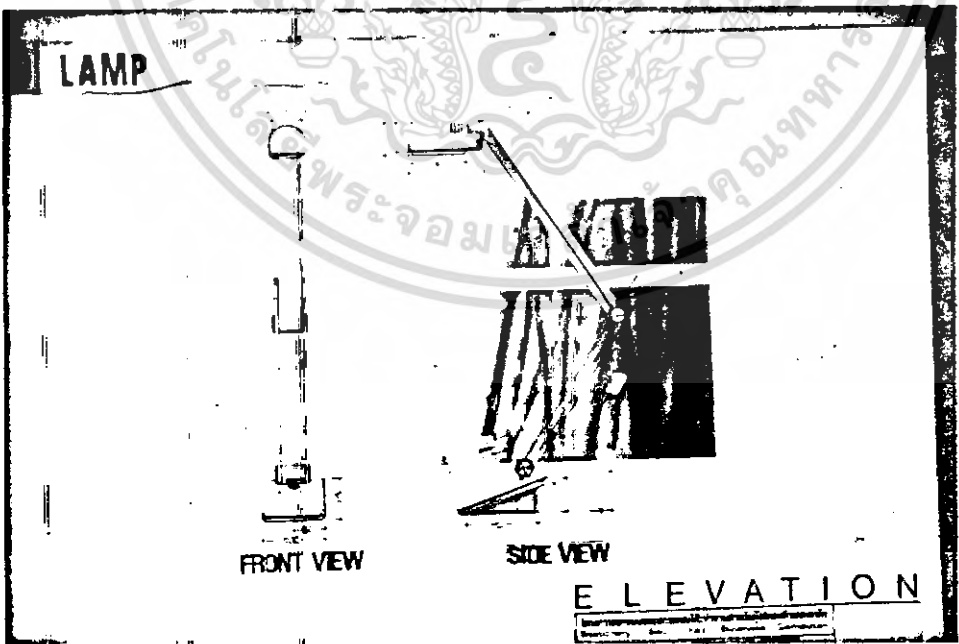
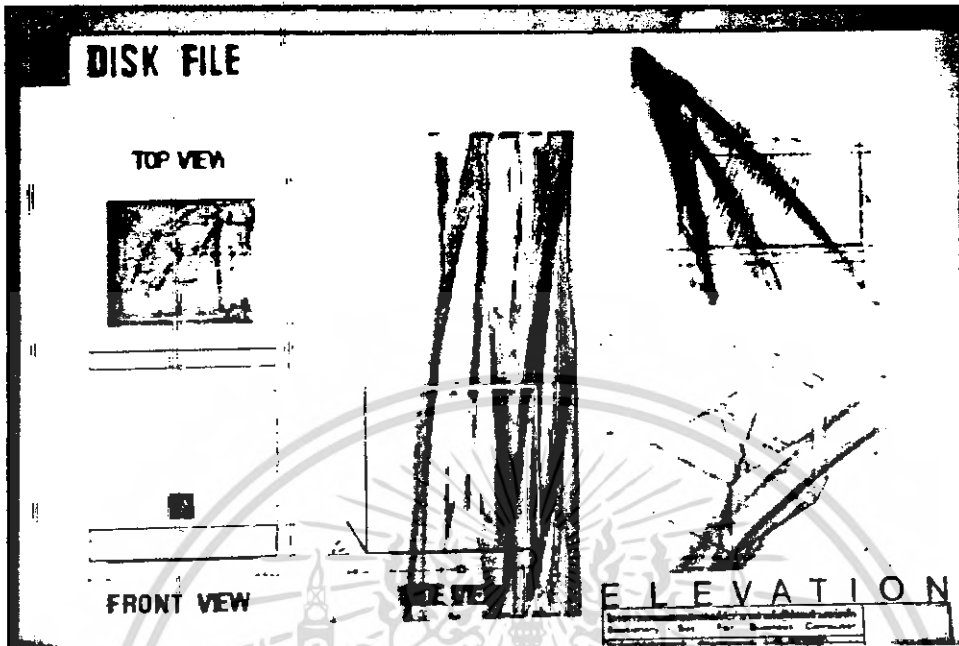


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





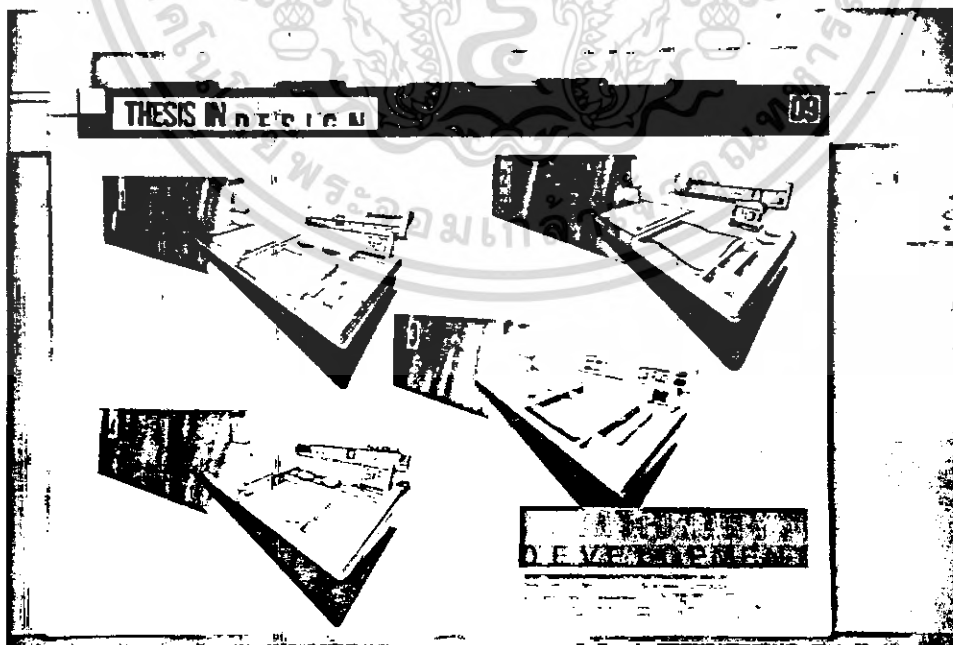
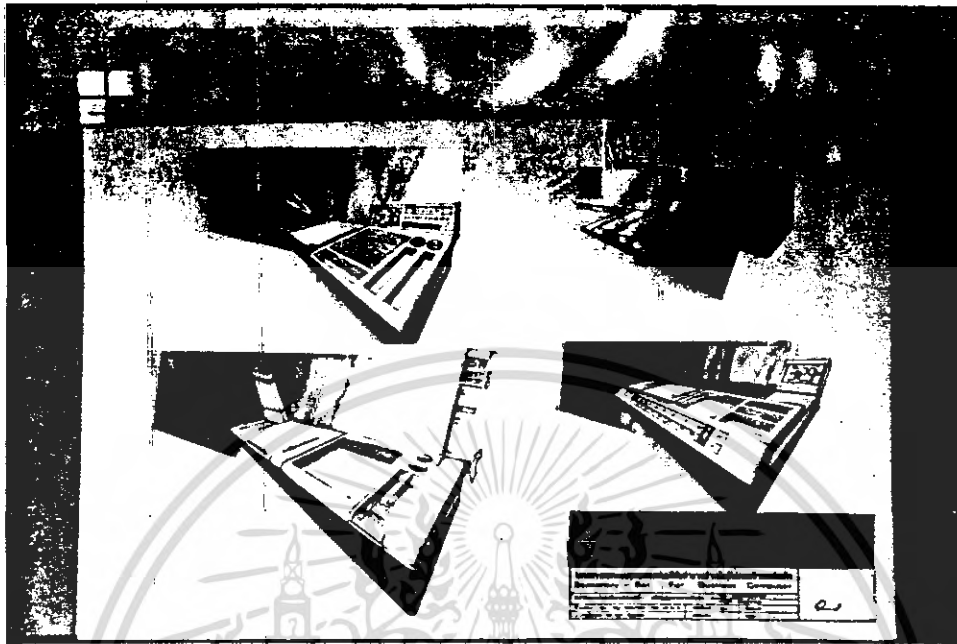
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



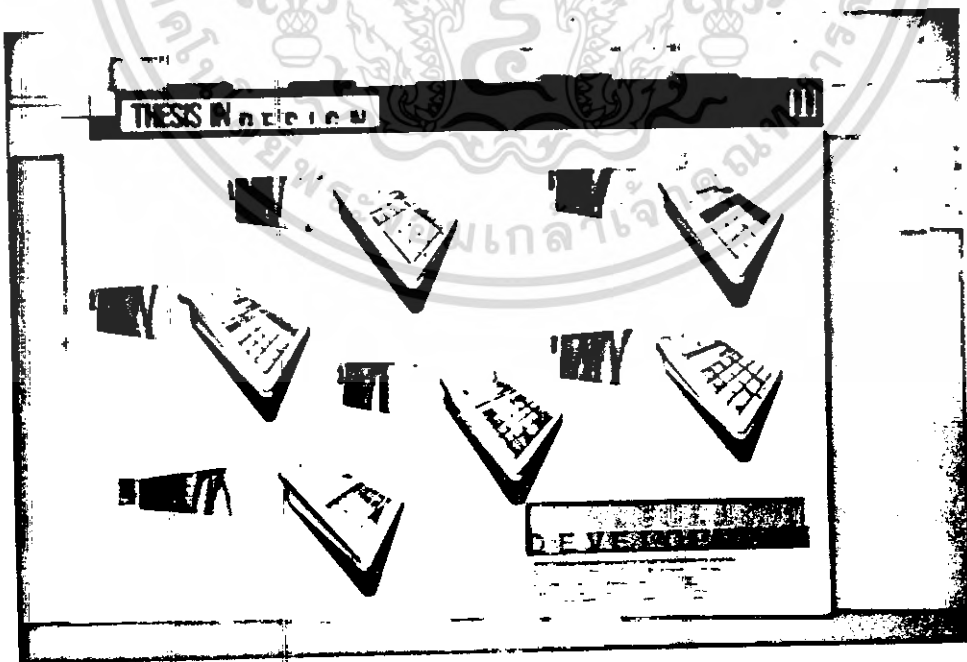
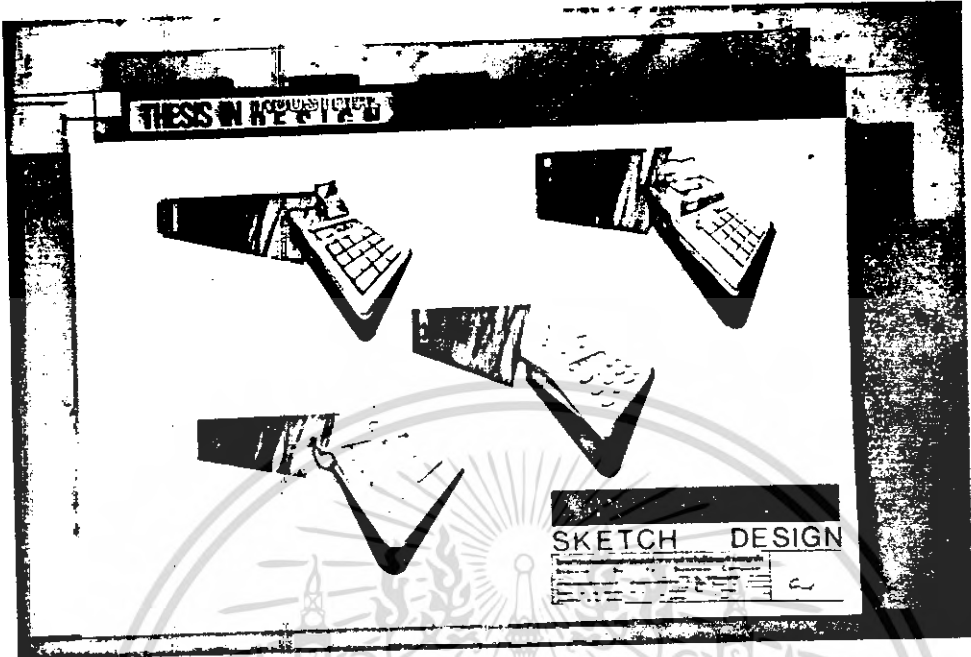
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



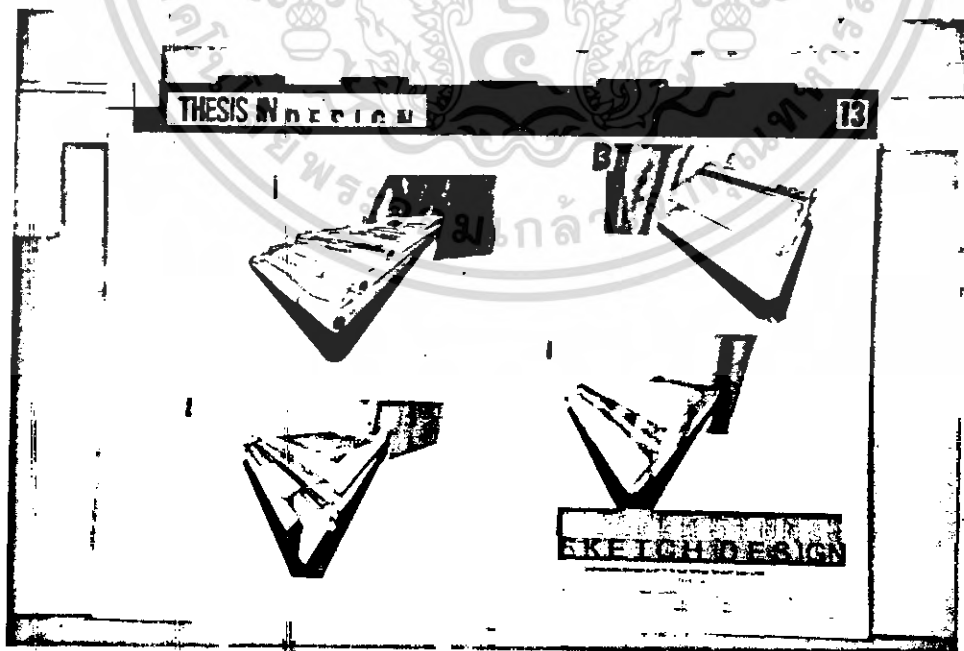
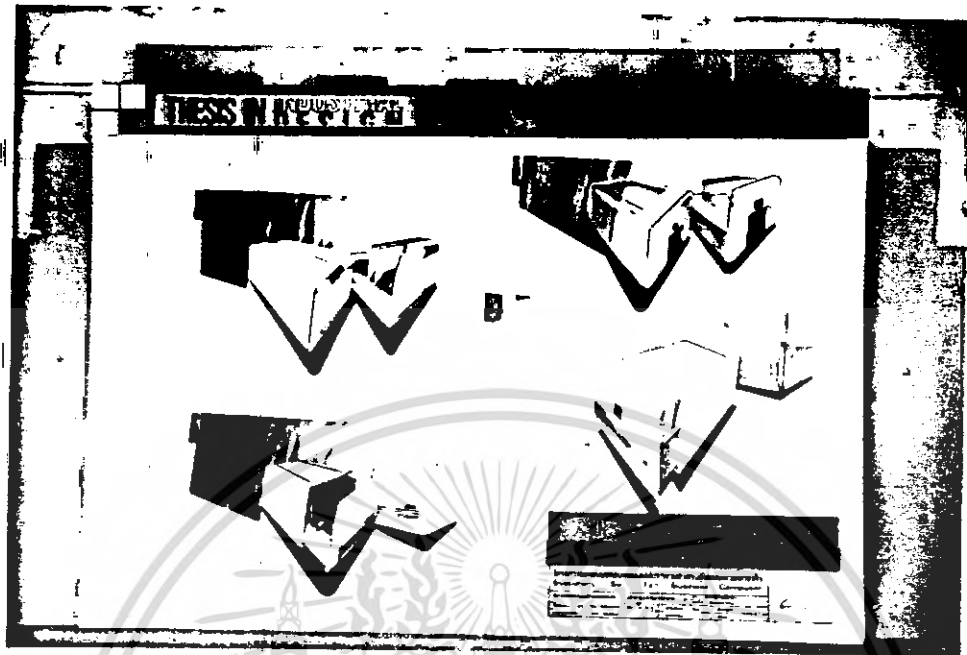
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



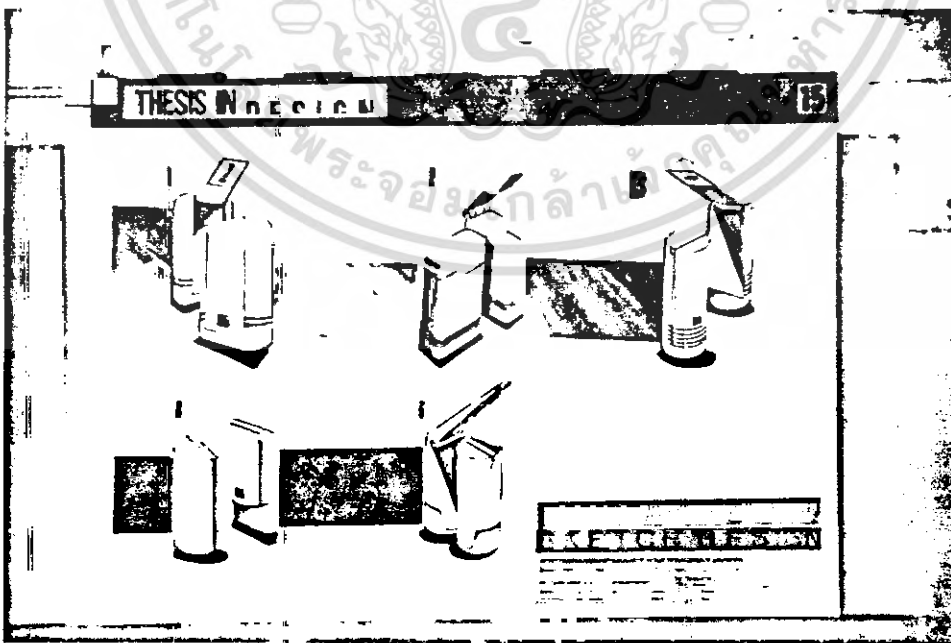
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



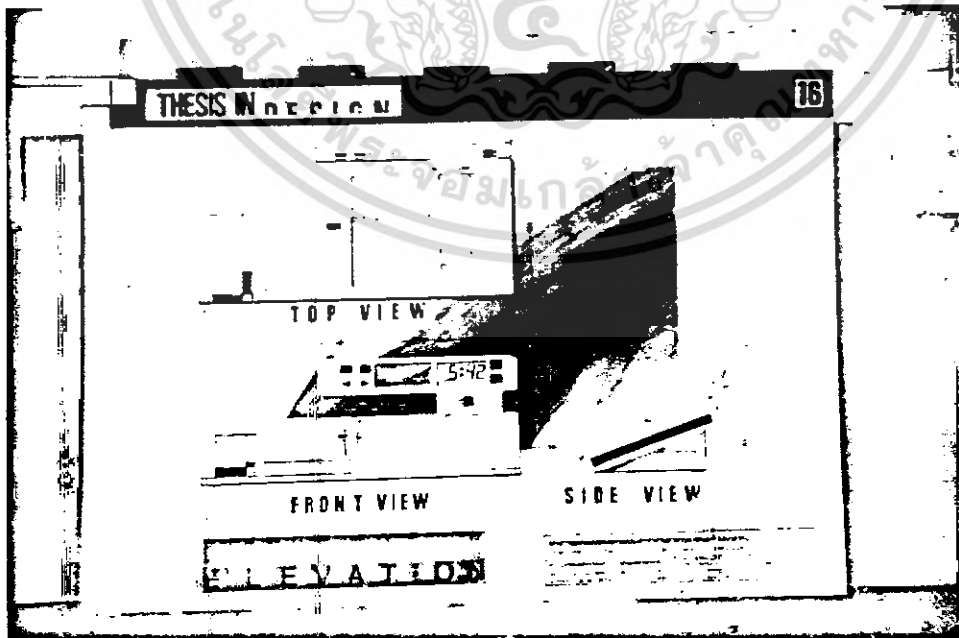
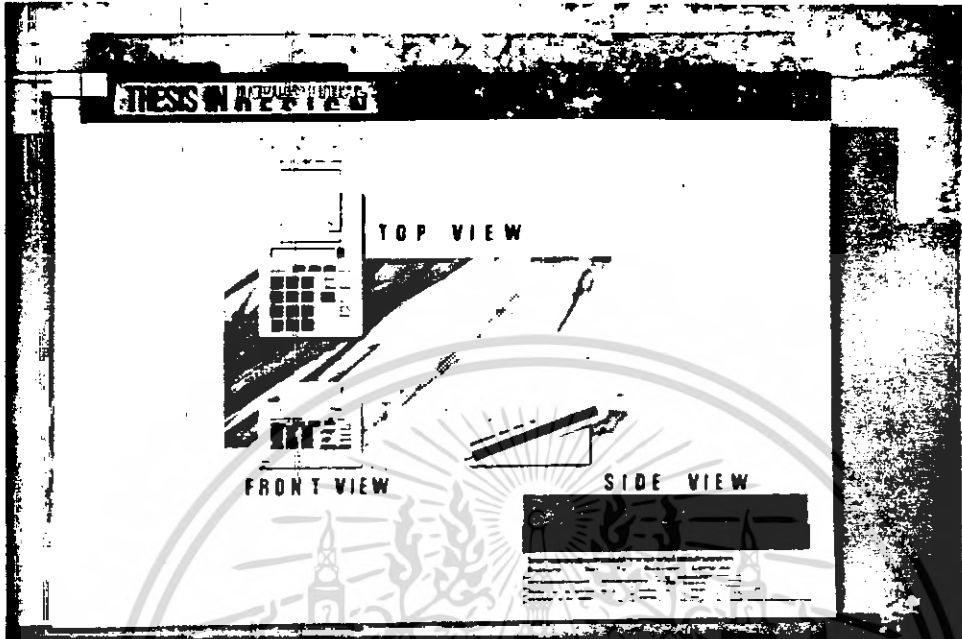
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



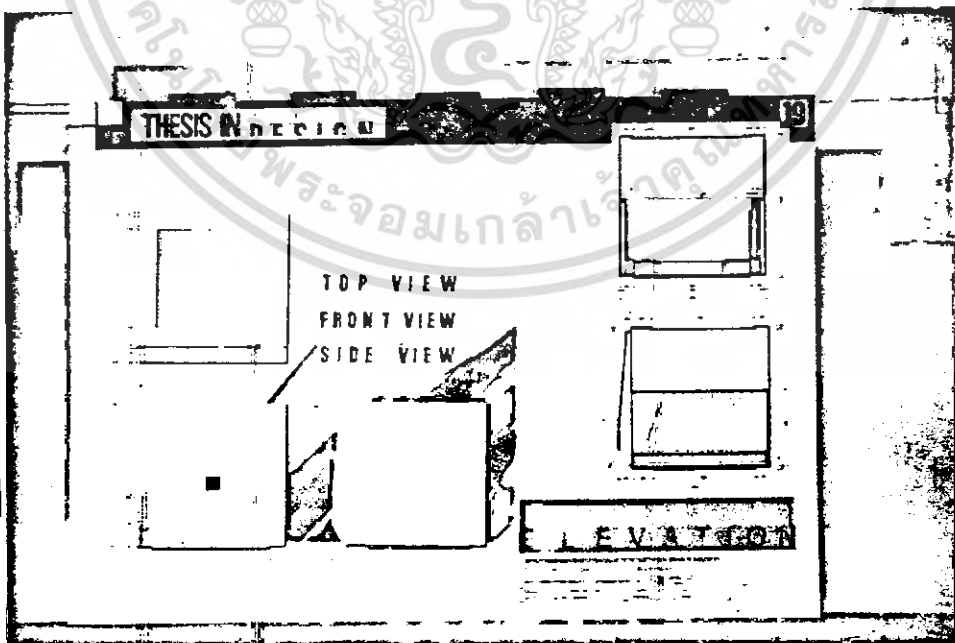
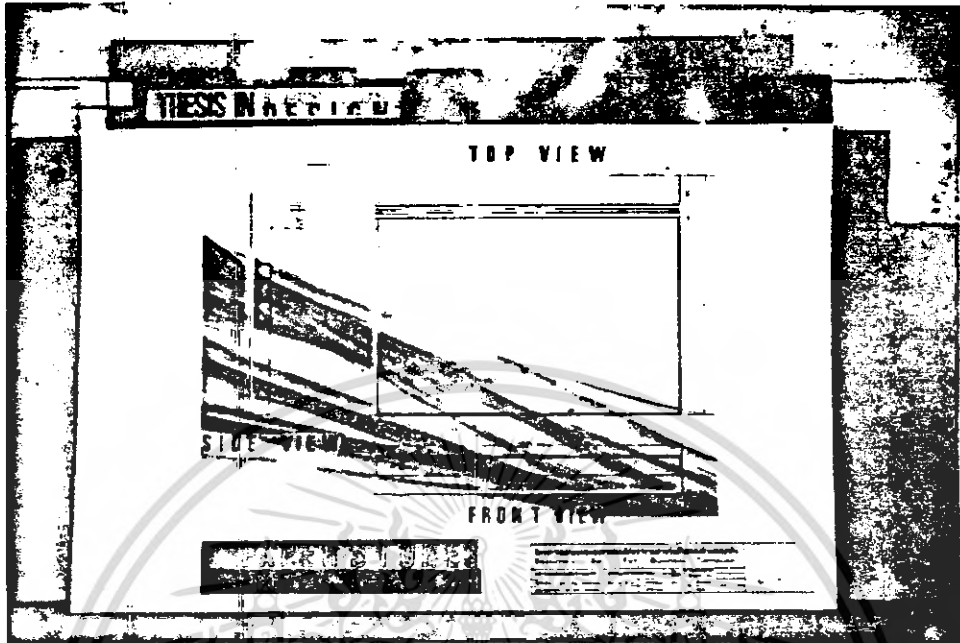
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



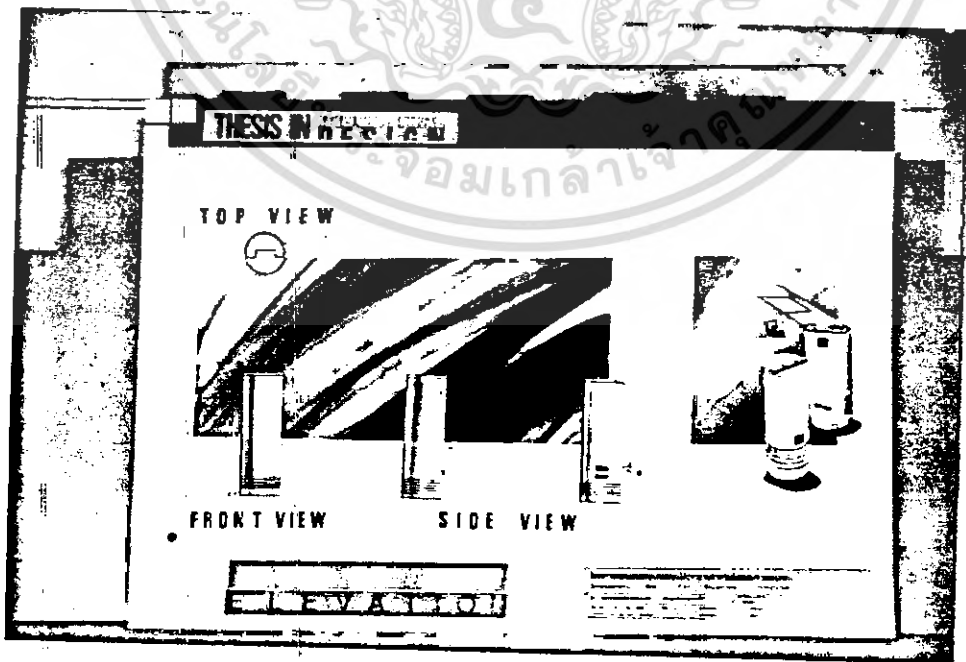
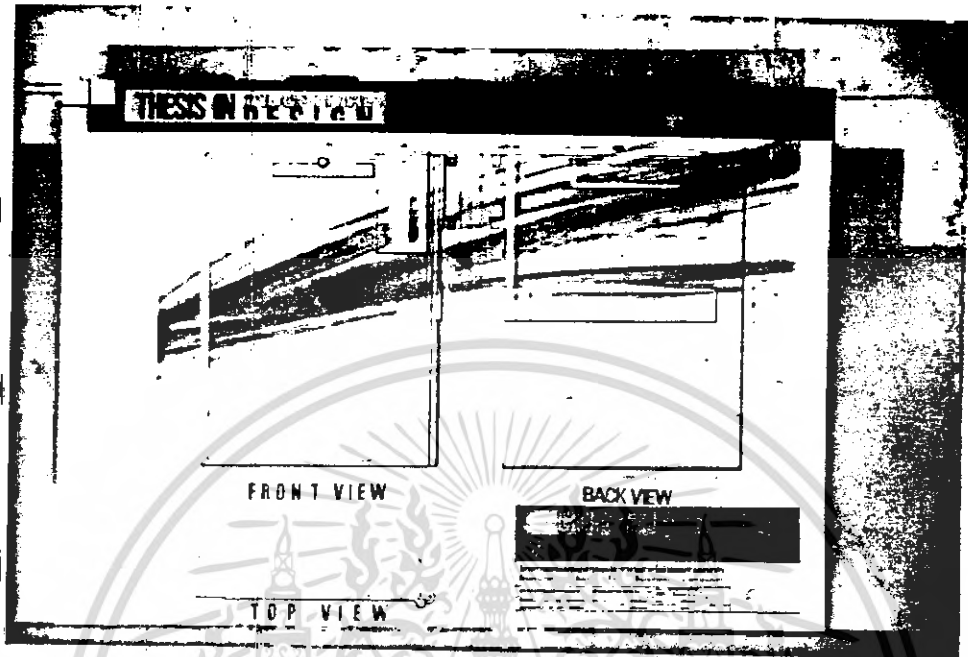
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



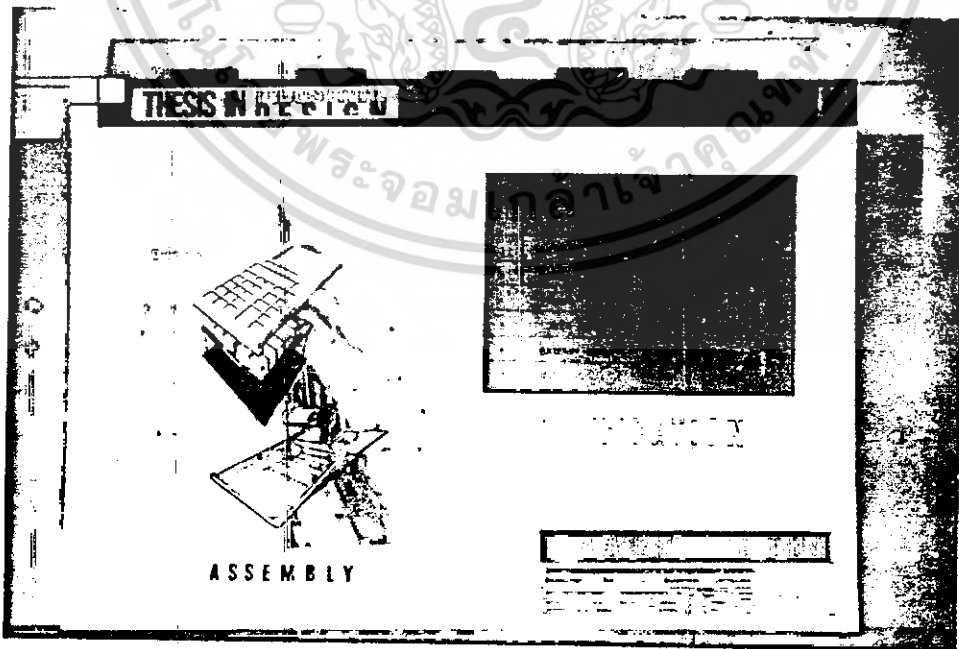
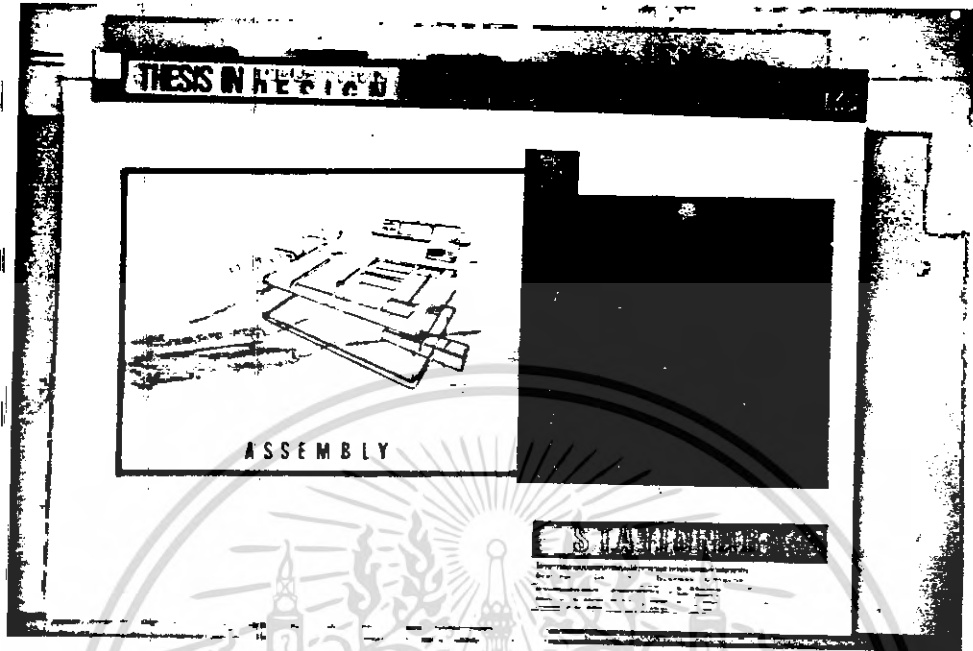
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



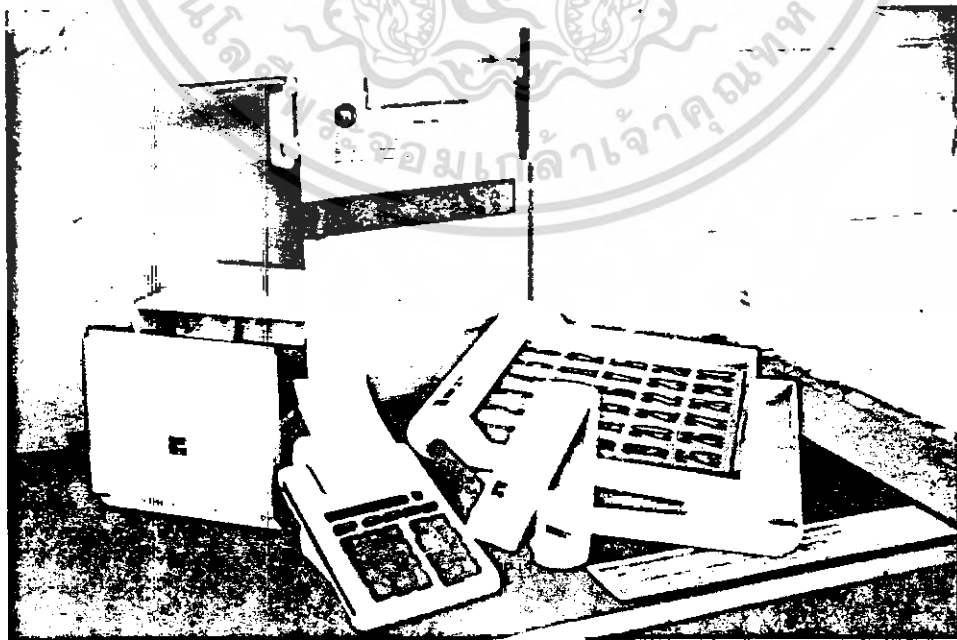
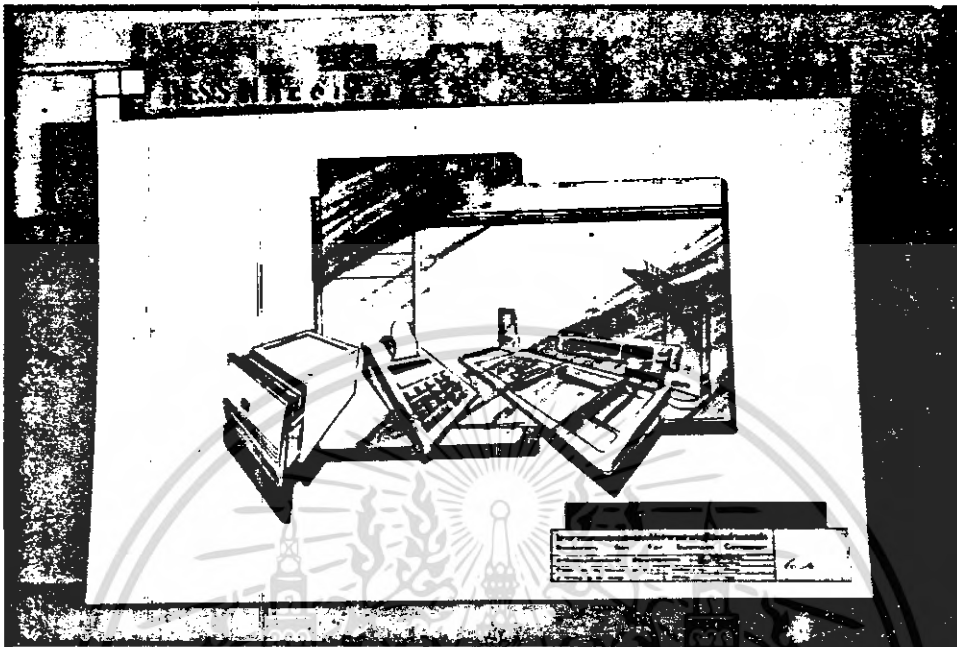
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



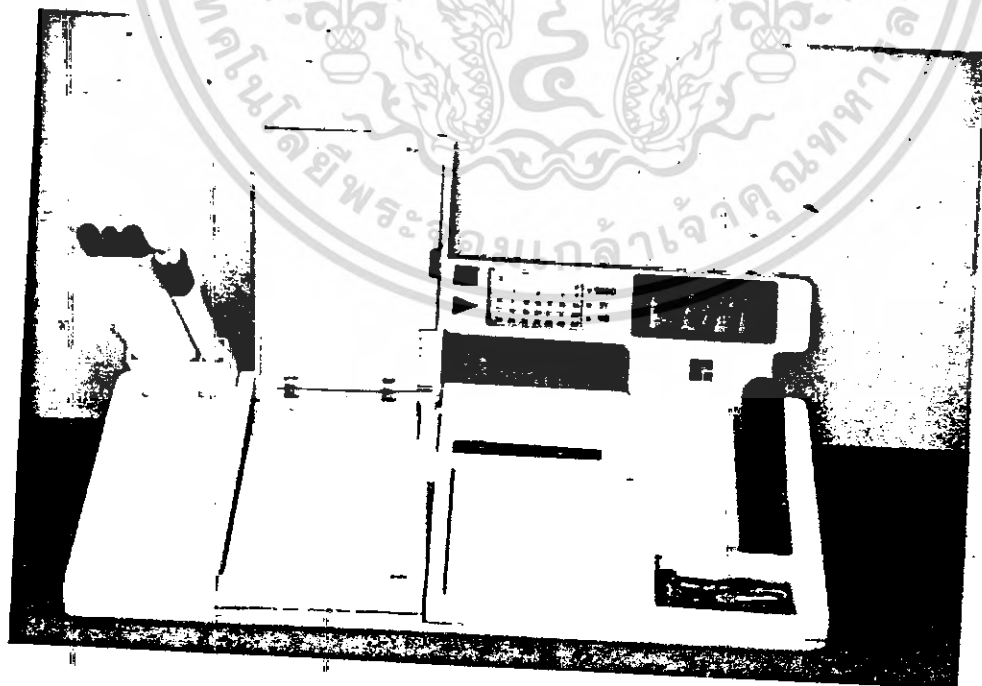
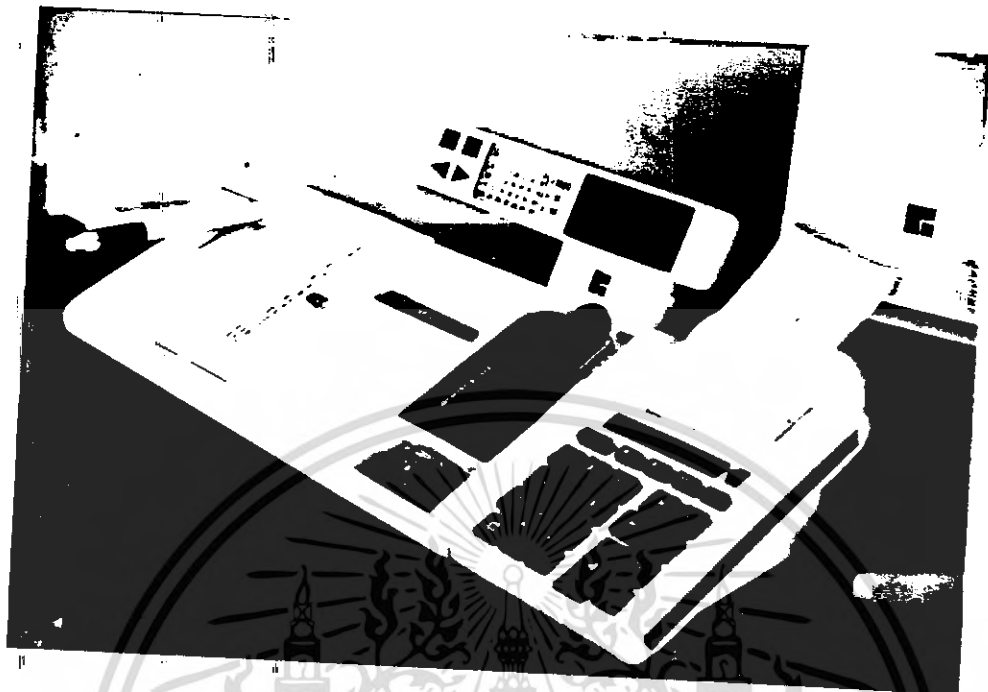
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



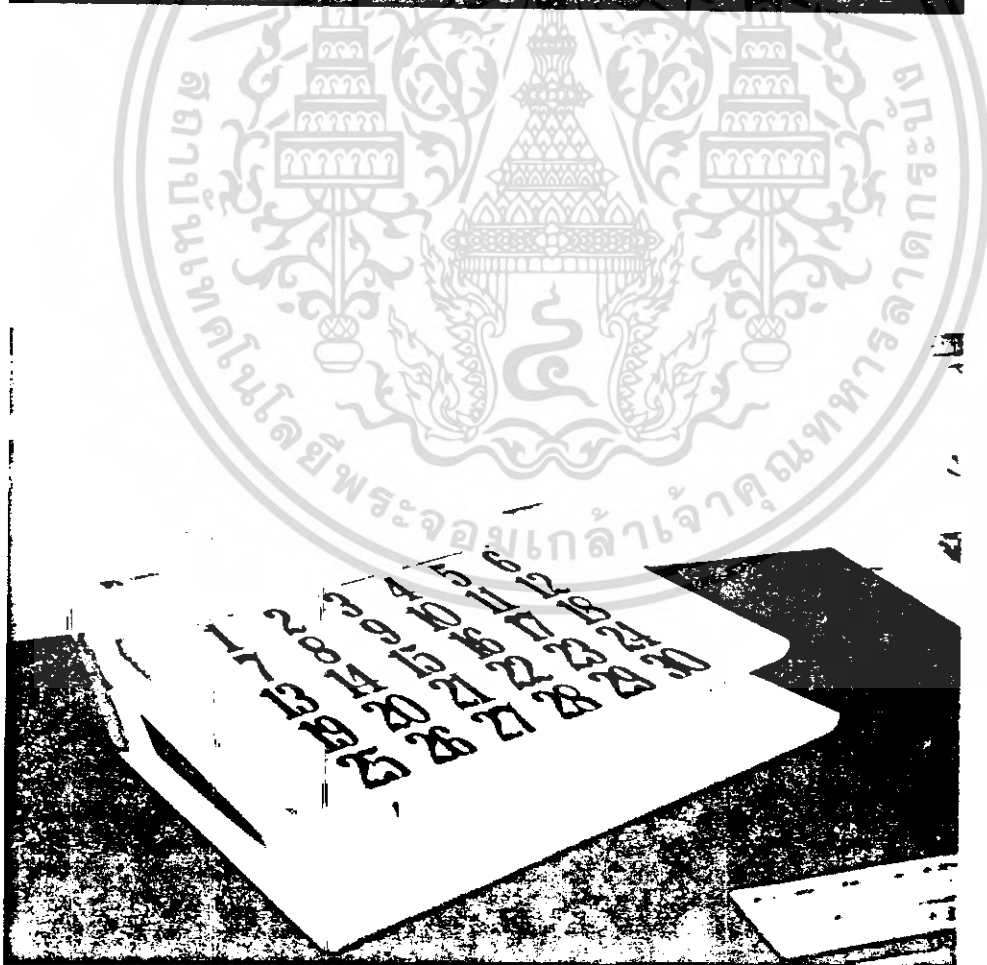
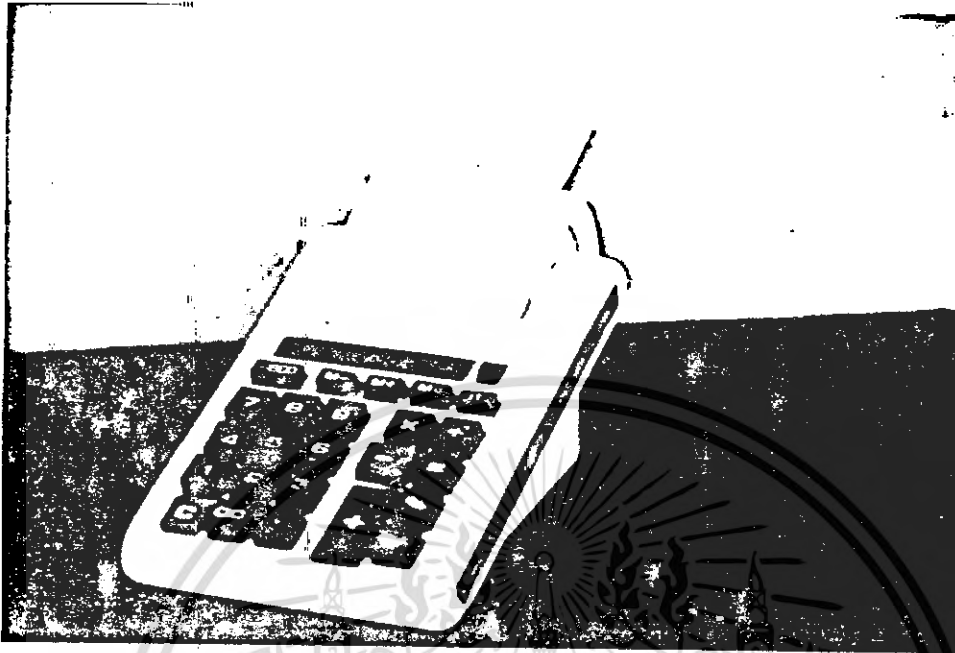
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



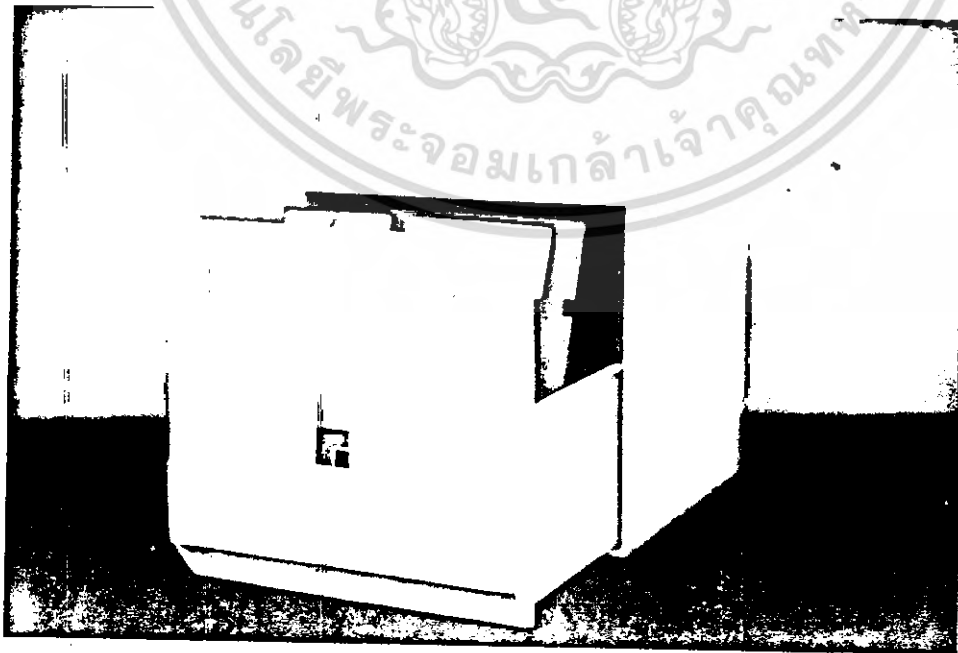
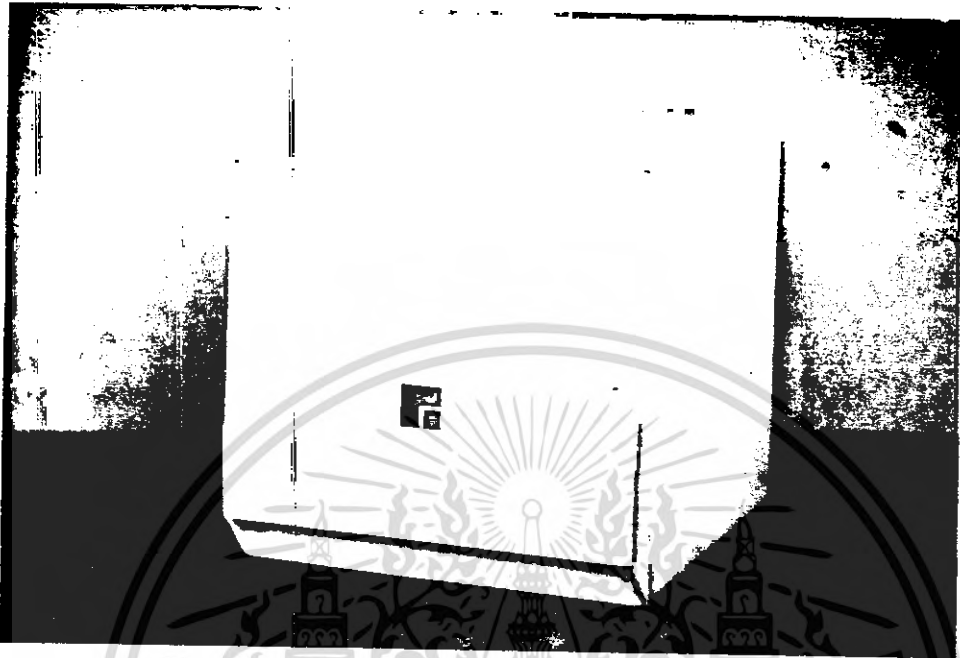
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



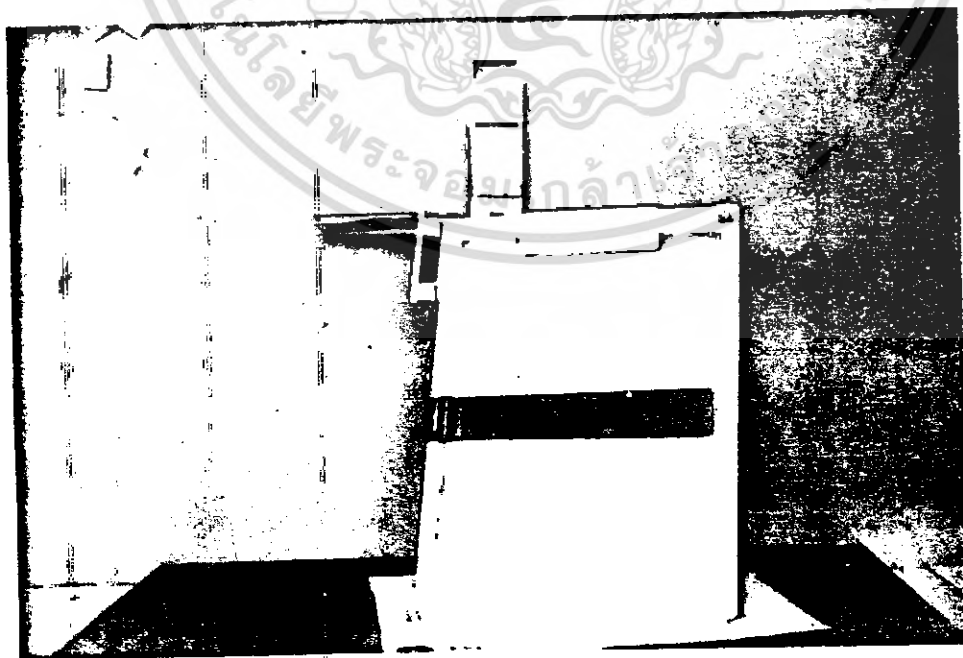
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



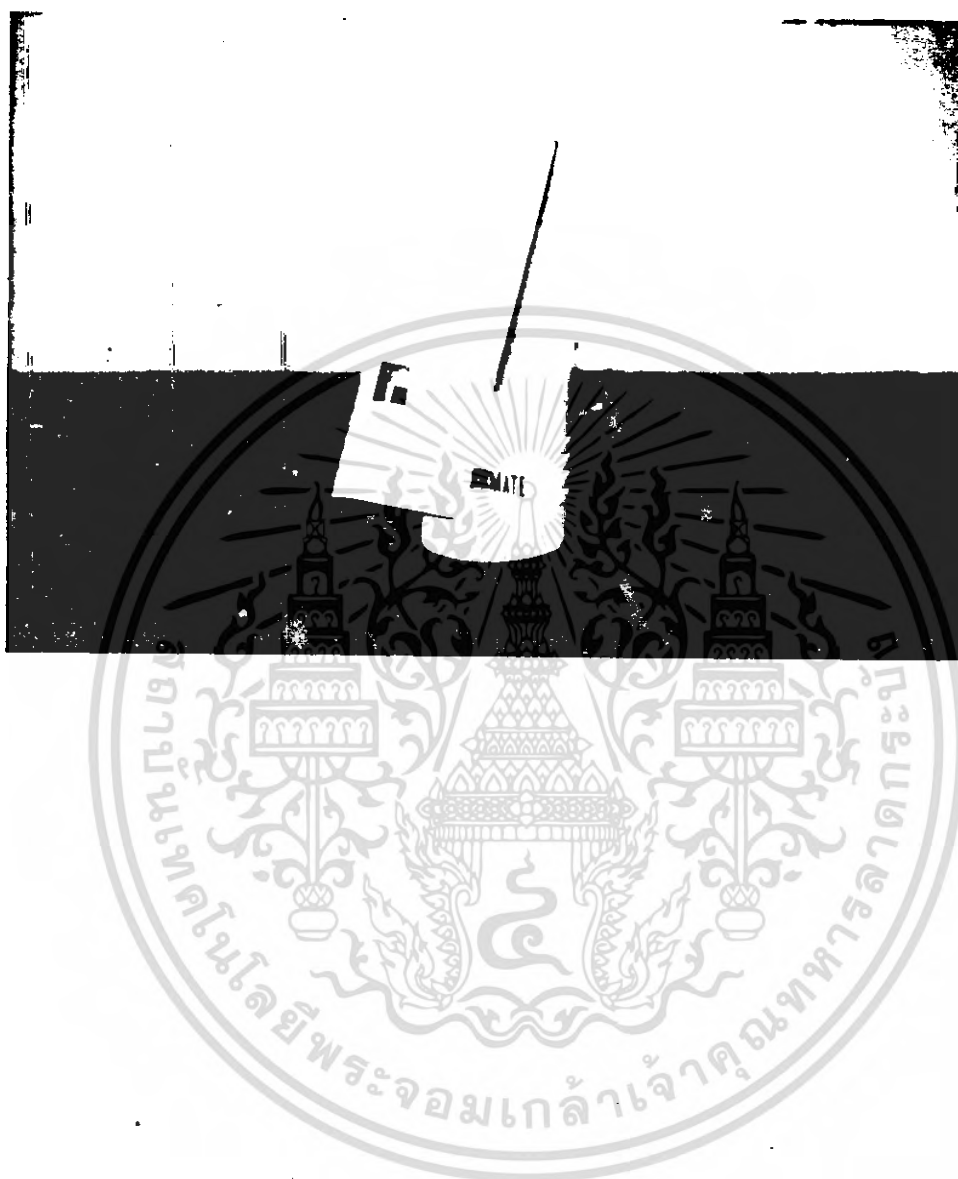
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



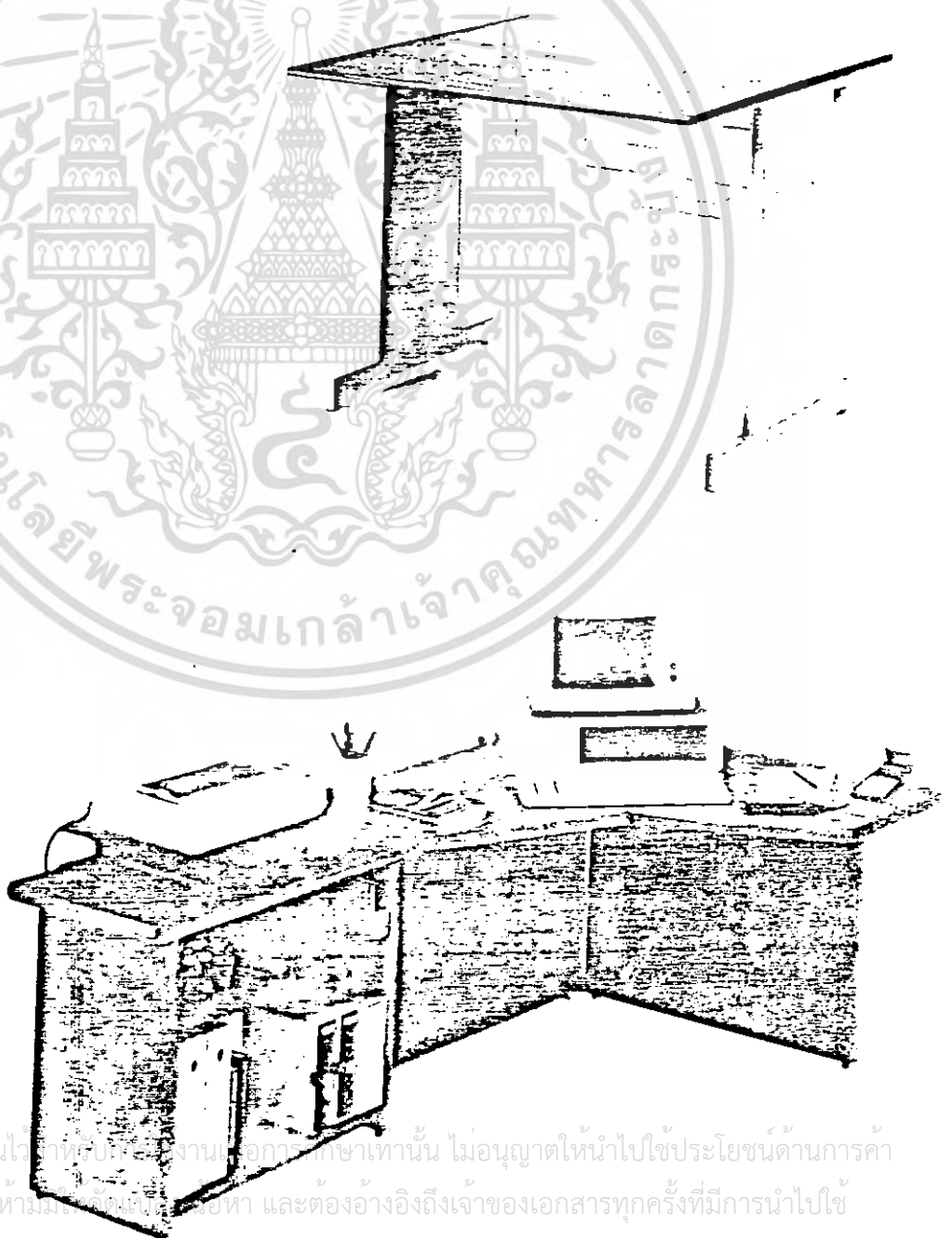
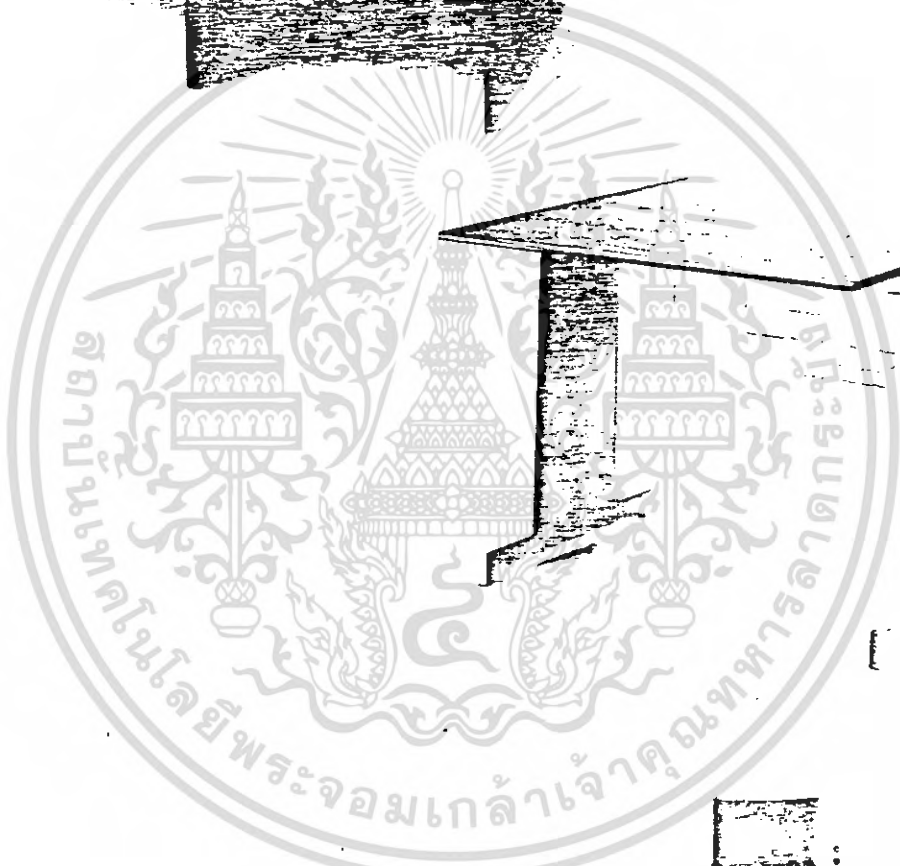
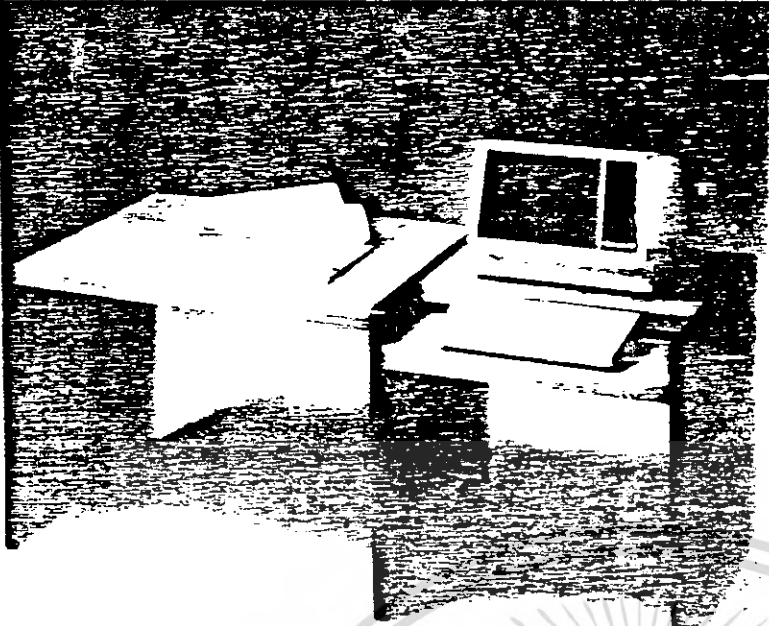
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



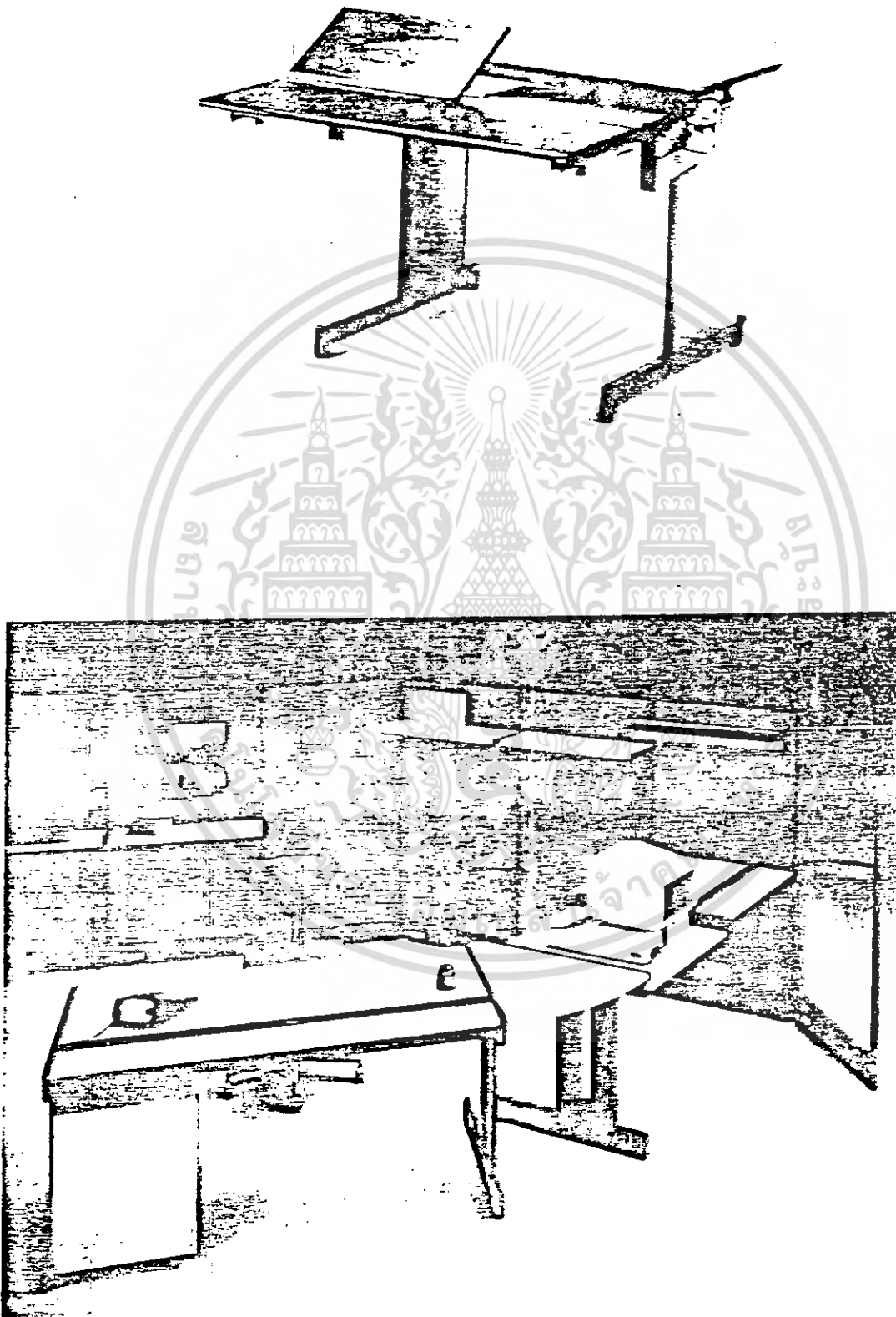
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงาน การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำไปเผยแพร่ หรือทำ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

1. หนังสือทาสทิด เขียนโดย อ.พิชิต เลื่องมหิพันธ์
2. ข้อมูลเกี่ยวกับ เครื่องคอมพิวเตอร์  
จาก บริษัท สแควร์ริชา โอเอ เซ็นเตอร์
3. ข้อมูลด้านระบบไอที และหลอดไฟ  
จาก บริษัท ทีลิลิปส์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติการศึกษา

ชื่อ นาย รัฐ หนองหารกุล

รหัส 29 23 23

การศึกษา

จบอนุบาล จาก โรงเรียนอนุบาลเจริญนิรมิต

จบประถมและมัธยม จาก โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จบปริญญาตรี จาก สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้